KÄLTETECHNISCHE MEILENSTEINE IM SUPERMARKT

Bernd Heinbokel
17.11.2022, DKV Magdeburg

1877 Patentschrift Kälteerzeugungsmaschine

Der Kaltdampfprozess

Carl Linde als Vorstand der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen, A.-G., Wiesbaden, um 1890

PATENTSCHRIFT

1877 — Nr. 1250 — Klasse 17

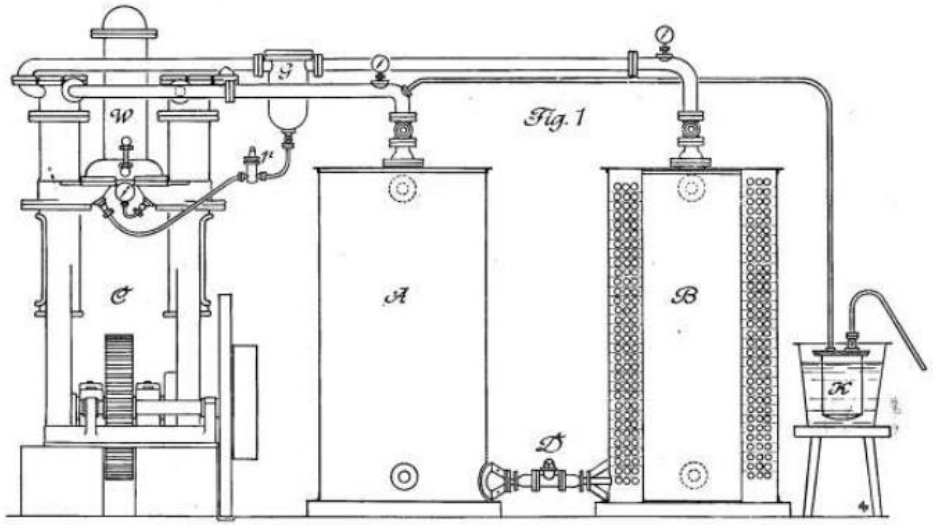
KARL LINDE IN MÜNCHEN

Kälteerzeugungsmaschine

Patentirt im Deutschen Reiche vom 9. August 1877 ab.

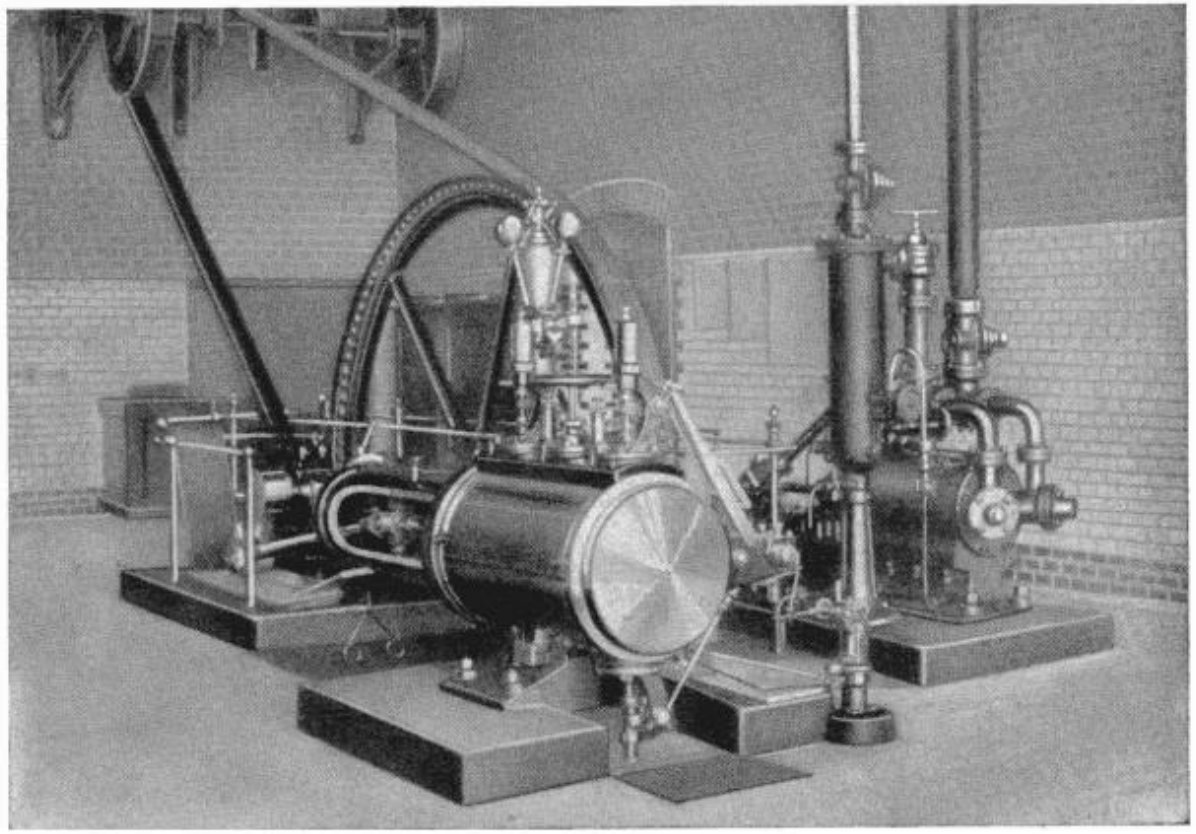
Längste Dauer: 24. März 1891.

Fig. 1 stellt die Gesammtanlage einer solchen Maschine dar. *A* und *B* sind zwei Röhrenapparate von gleicher Construction, zusammengesetzt aus Rohrspiralen, zwischen deren Gänge schraubenförmig dünne Bleche eingelegt sind, so dass die in den Röhren circulirende Flüssigkeit auf eine bedeutende Erstreckung hin Gegenströmung hat. In dem Röhrenapparate *A*, dem »Verdampfer«, befindet sich ein entsprechendes Quantum der flüchtigen Flüssigkeit, deren Dämpfe durch die Pumpe *C* angesaugt und dann in den Condensator *B* gedrückt werden, woselbst sie sich unter der Einwirkung von Kühlwasser niederschlagen, um sodann durch das Regulirventil *D* in den Verdampfer zurückzukehren. Die in dem letzteren verbrauchte Verdampfungswärme wird der umgebenden Flüssigkeit entzogen, als welche man Wasser oder Luft anwendet, wenn es sich um directe Kühlung von Wasser oder Luft handelt, dagegen eine Salzlösung, wenn die Maschine zur Eiserzeugung dienen soll. Zum Füllen und Nachfüllen des Apparates mit flüchtiger Flüssigkeit dient der Destillationskessel *K*, in welchen eine bei atmosphärischer Spannung gesättigte Lösung der Flüssigkeit gebracht und durch Evacuirung mittelst der Pumpe *C* abgedampft wird, wobei von aussen (z. B. durch Wasser) die erforderliche Verdampfungswärme zuzuführen ist.



1888 Lebensmittelkühlung auf Schiffen

Aus Sicherheitsgründen mit Kältemittel CO_2

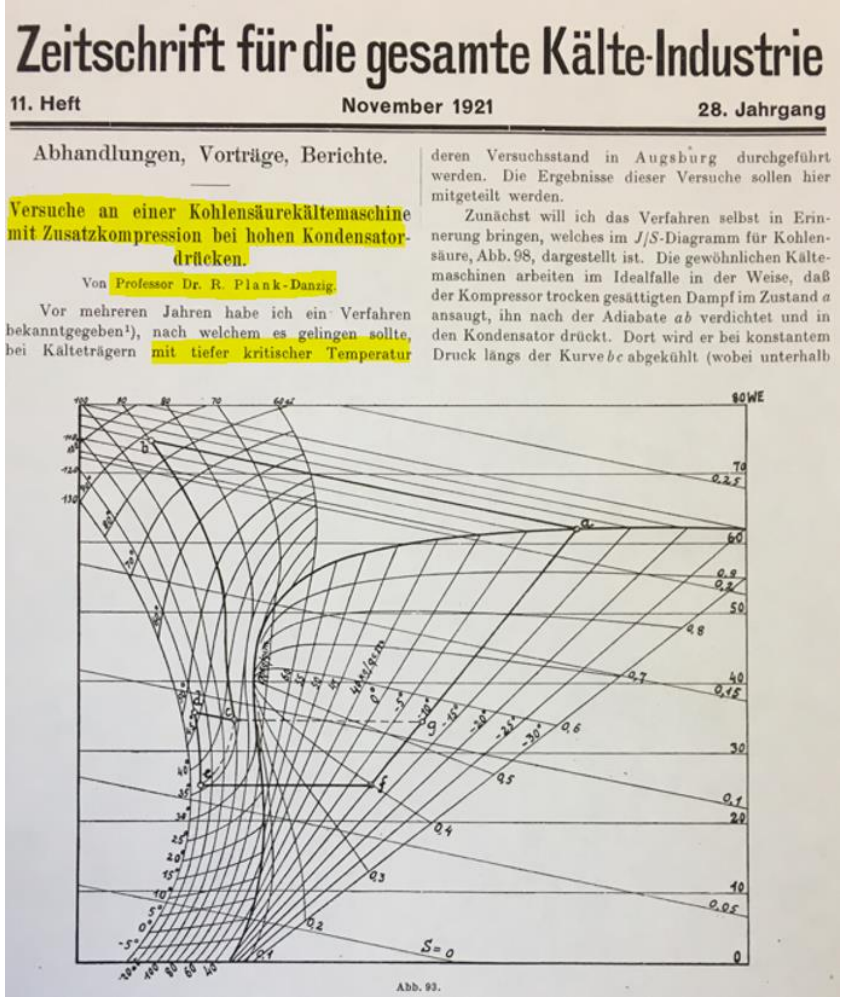


Die Lieferung der ersten Schiffskühlanlage zur Kühlung von Lebensmitteln erfolgte durch Linde 1888. Es war die weltweit erste Anlage mit CO_2 als Kältemittel. - Auch diese Anlage war Vorbild für viele folgenden Schiffskühlanlagen, alle aus Sicherheitsgründen mit dem Kältemittel CO_2 betrieben.

Proprietary and Confidential

1921 Kohlensäurekältemaschine

Professor Dr. R. Plank-Danzig



Zeitschrift für die gesamte Kälte-Industrie

11. Heft November 1921 28. Jahrgang

Abhandlungen, Vorträge, Berichte.

Versuche an einer Kohlensäurekältemaschine mit Zusatzkompression bei hohen Kondensatordrücken.

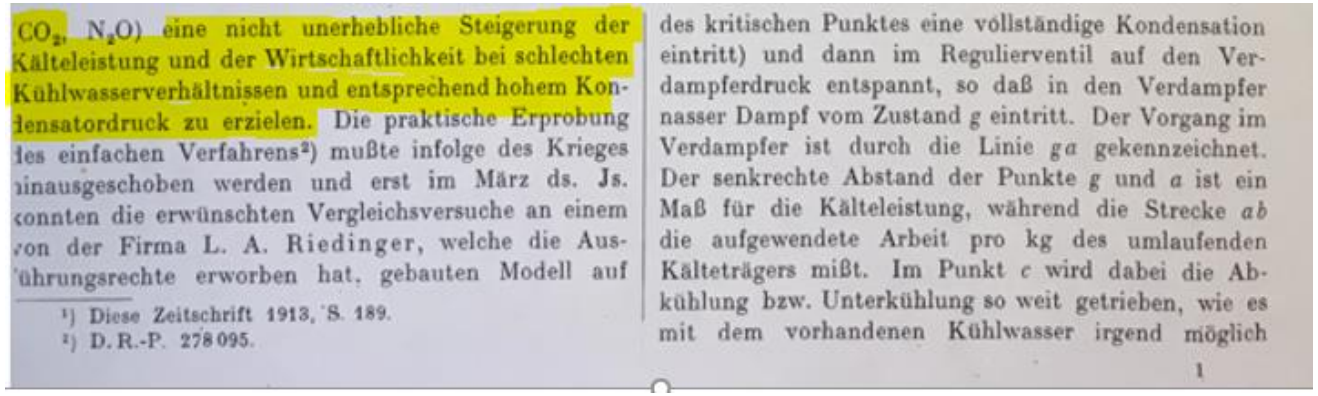
Von Professor Dr. R. Plank-Danzig.

Vor mehreren Jahren habe ich ein Verfahren bekanntgegeben[1]), nach welchem es gelingen sollte, bei Kälteträgern mit tiefer kritischer Temperatur deren Versuchsstand in Augsburg durchgeführt werden. Die Ergebnisse dieser Versuche sollen hier mitgeteilt werden.

Zunächst will ich das Verfahren selbst in Erinnerung bringen, welches im J/S-Diagramm für Kohlensäure, Abb. 98, dargestellt ist. Die gewöhnlichen Kältemaschinen arbeiten im Idealfalle in der Weise, daß der Kompressor trocken gesättigten Dampf im Zustand a ansaugt, ihn nach der Adiabate ab verdichtet und in den Kondensator drückt. Dort wird er bei konstantem Druck längs der Kurve bc abgekühlt (wobei unterhalb

Abb. 93.

Versuche mit Zusatzkompression bei hohen Kondensatordrücken, zur Steigerung der Kälteleistung und Wirtschaftlichkeit



CO_2, N_2O) eine nicht unerhebliche Steigerung der Kälteleistung und der Wirtschaftlichkeit bei schlechten Kühlwasserverhältnissen und entsprechend hohem Kondensatordruck zu erzielen. Die praktische Erprobung des einfachen Verfahrens[2]) mußte infolge des Krieges hinausgeschoben werden und erst im März ds. Js. konnten die erwünschten Vergleichsversuche an einem von der Firma L. A. Riedinger, welche die Ausführungsrechte erworben hat, gebauten Modell auf

[1]) Diese Zeitschrift 1913, S. 189.
[2]) D. R.-P. 278 095.

des kritischen Punktes eine vollständige Kondensation eintritt) und dann im Regulierventil auf den Verdampferdruck entspannt, so daß in den Verdampfer nasser Dampf vom Zustand g eintritt. Der Vorgang im Verdampfer ist durch die Linie ga gekennzeichnet. Der senkrechte Abstand der Punkte g und a ist ein Maß für die Kälteleistung, während die Strecke ab die aufgewendete Arbeit pro kg des umlaufenden Kälteträgers mißt. Im Punkt c wird dabei die Abkühlung bzw. Unterkühlung so weit getrieben, wie es mit dem vorhandenen Kühlwasser irgend möglich

1

1930 Herstellung von FCKW

Fluorierte und chlorierte Kohlenwasserstoffe

Am bekanntesten sind:

- FCKW: R12, R502
- HFCKW: R22
- HFKW: R404, R134a, R407C, R410A

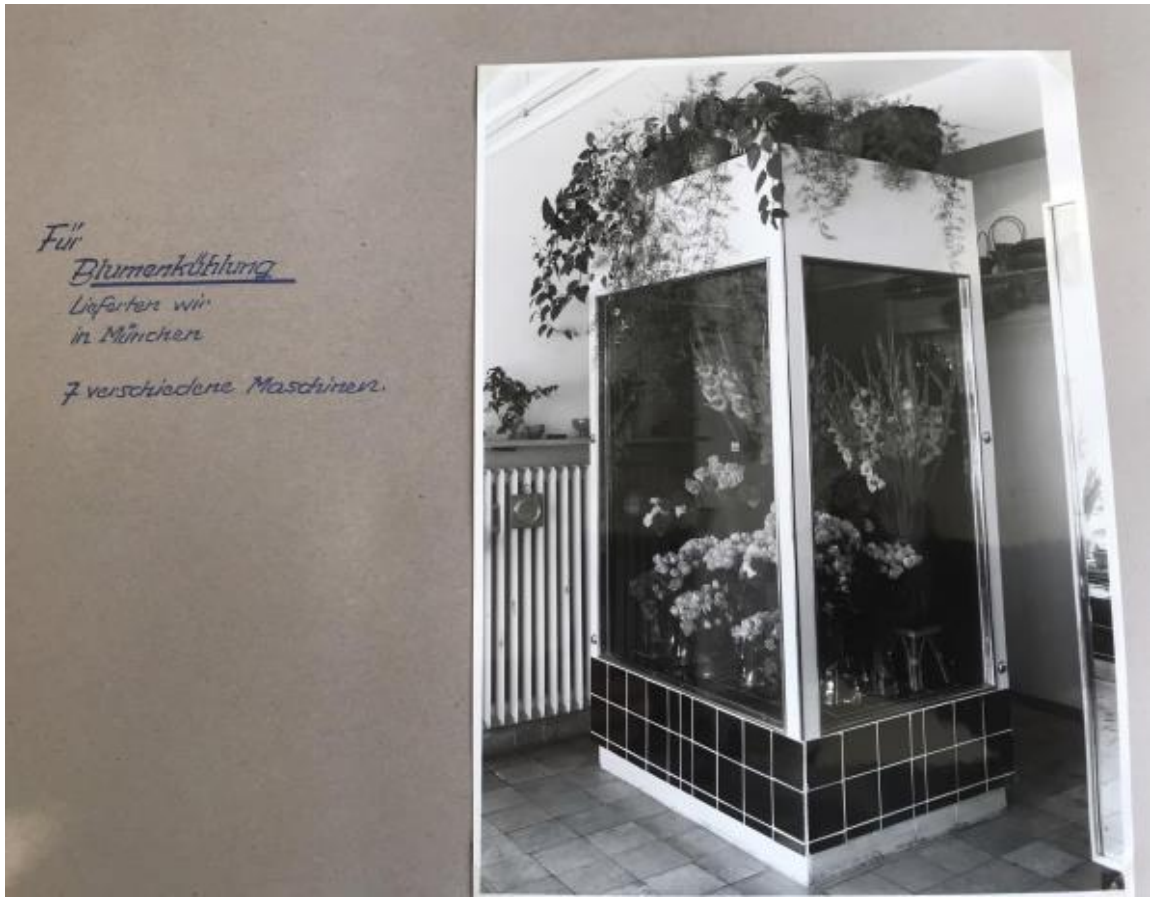
Einsatz in:

- Sicherheitskältemittel in Kälteanlagen
- Treibgas in Sprühdosen, Schaumstoffen
- Reinigungs-/ Lösungsmittel

Proprietary and Confidential

Ca. 1955 Blumenkühlung

Mit einzelnen Verdichtersätzen



1952 Service Fahrzeug

1973 Autofreie Sonntage

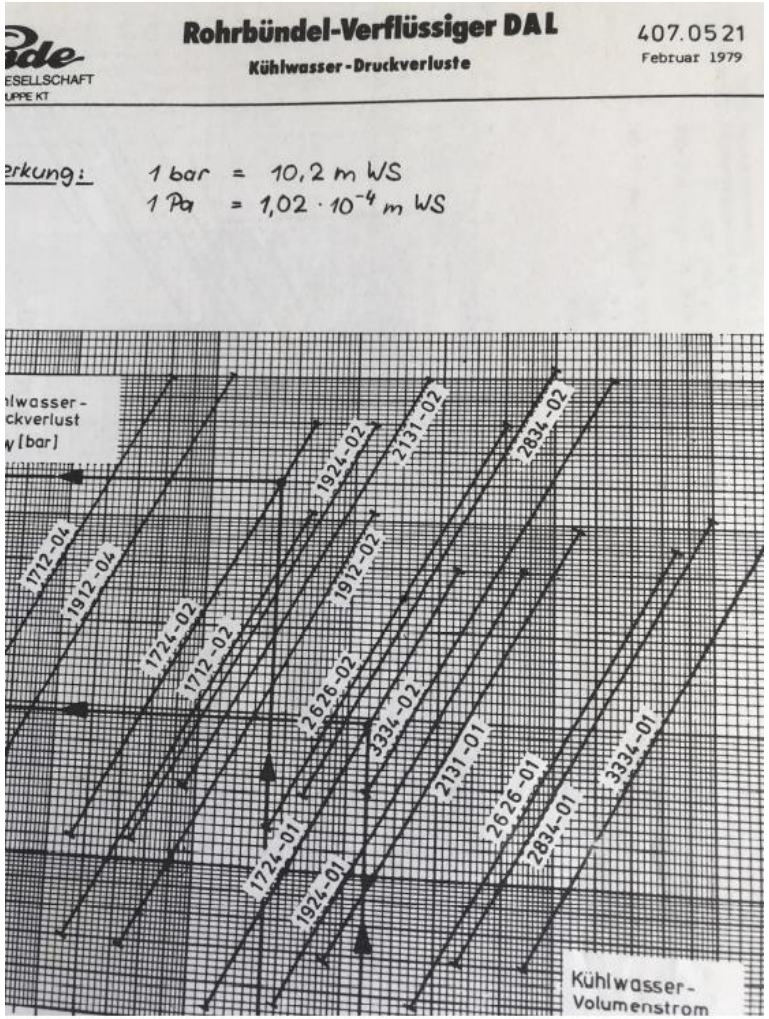
Energiekosten senken in der Kältetechnik

- Nachtrollos
- Nachtabdeckungen

1979 Auslegung von Wärmeübertragern

Teillogarithmische Diagramme

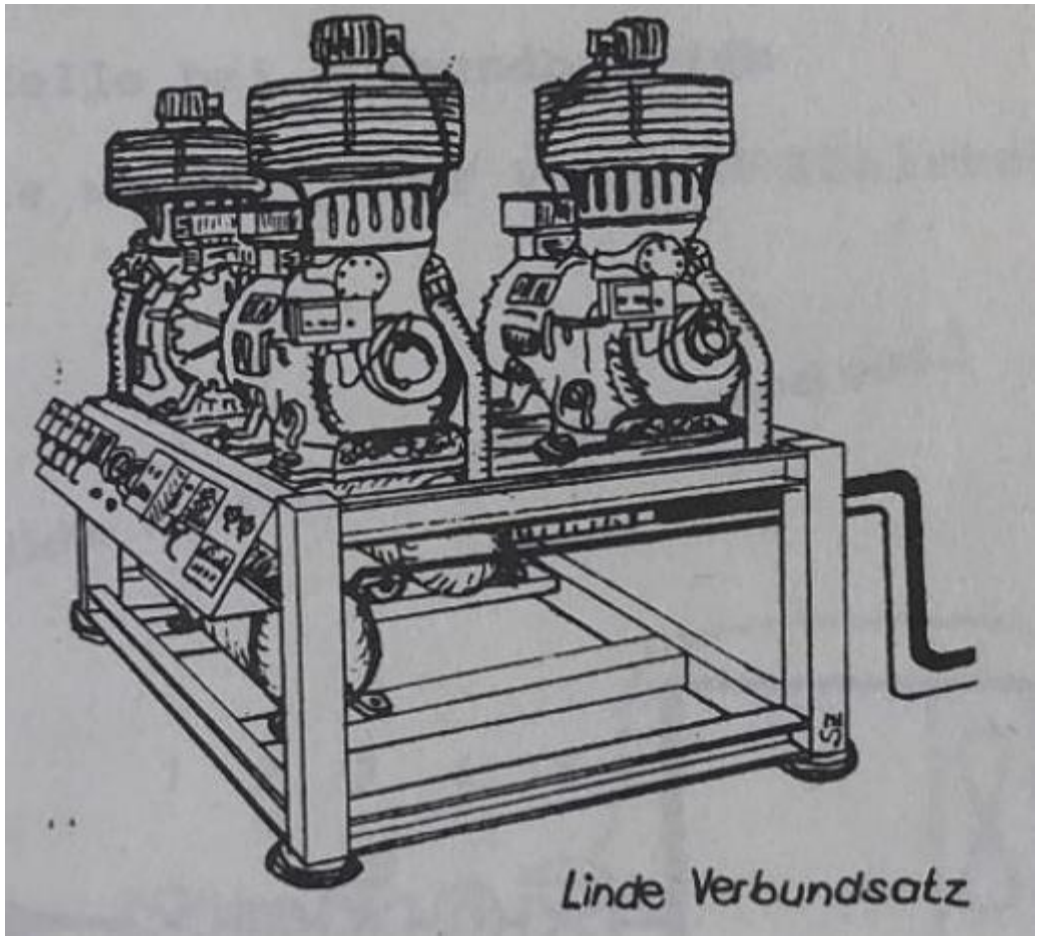
Kühlwasser Druckverlust



Kühlwasser Volumenstrom

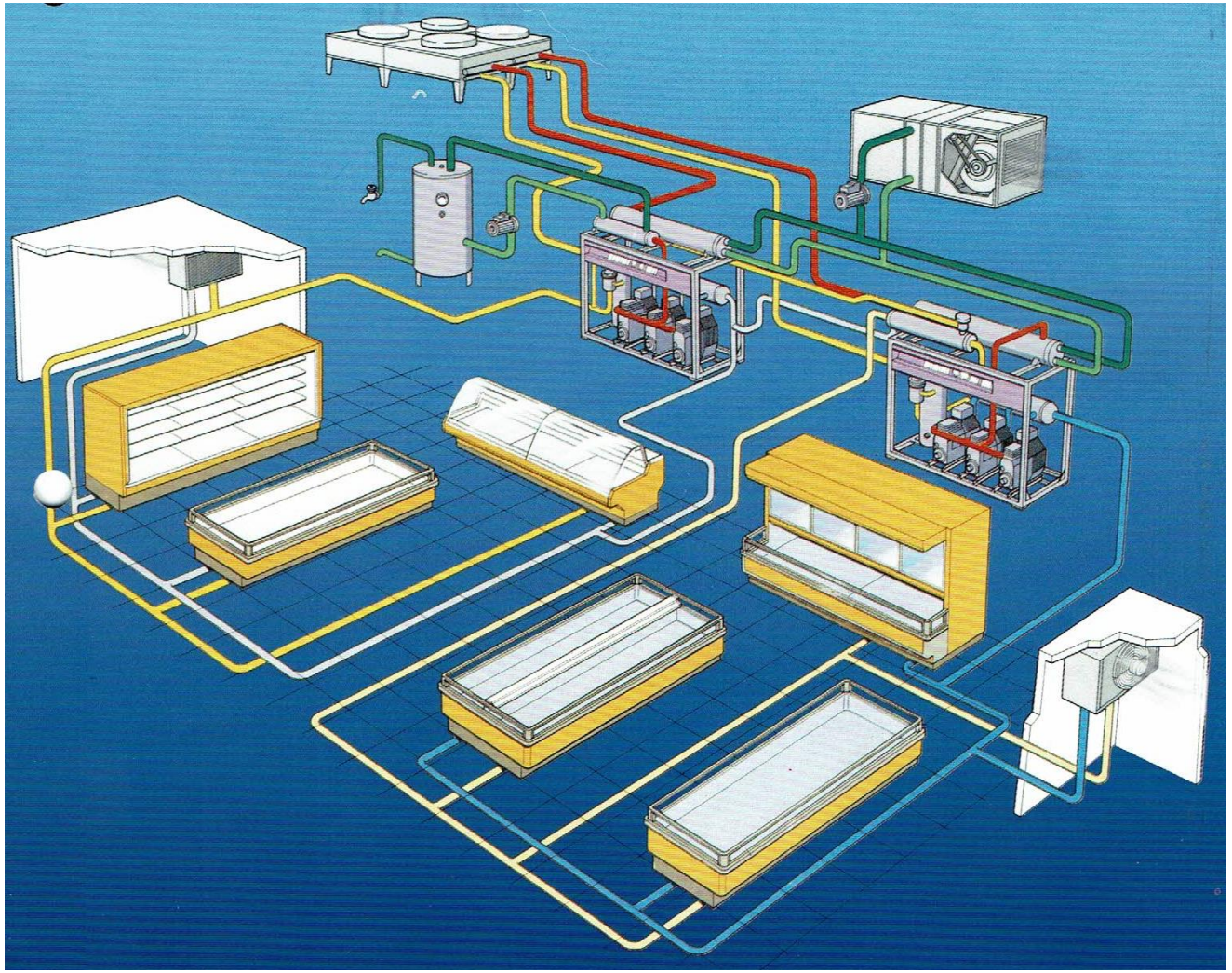
Ca. 1980 Verbundkältesatz

Mit dynamischer Ölrückführung, Kältemittel R12, R502



Ca. 1980 Verbundkältesysteme

Normal-/ Tiefkühlung, Wärerückgewinnung

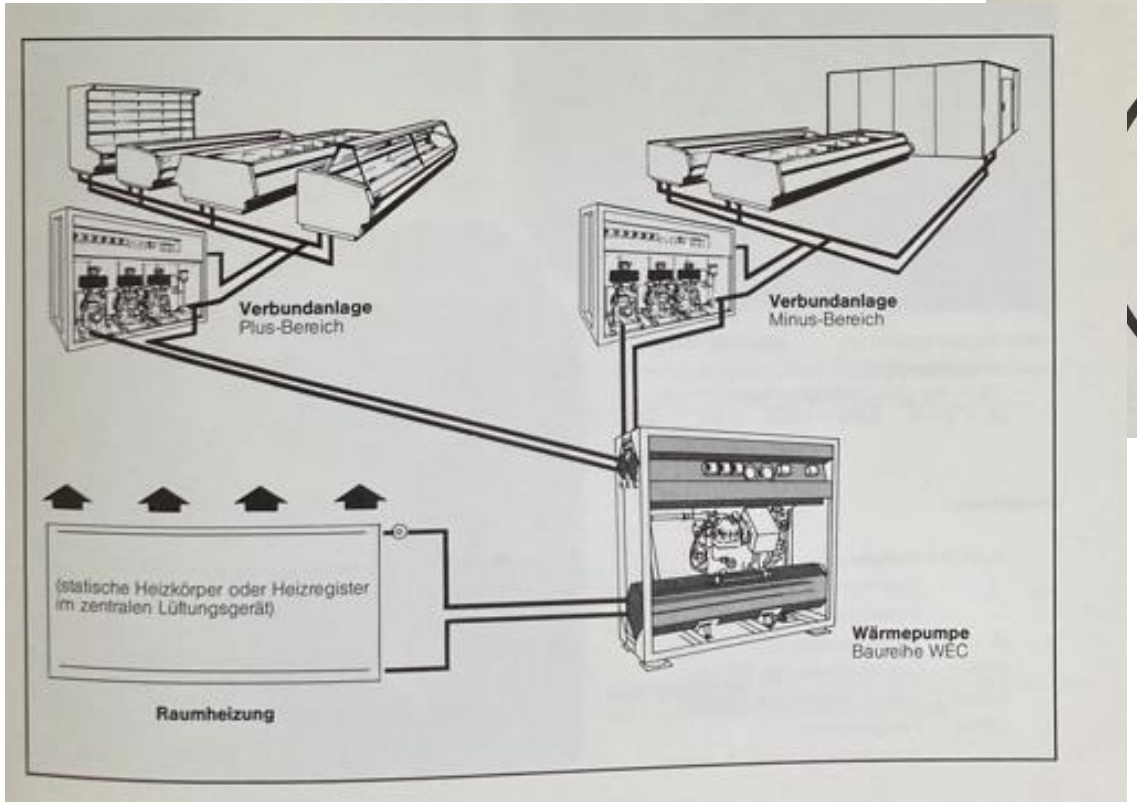


Ca. 1985 el. Verbundkältesteuerung

Linde/ Eckelmann VS 1000

Ca. 1985 Wärmerückgewinnungssysteme

Mit Wärmepumpe



Mit Kälteanlagen heizen

Der rationelle Energieeinsatz im Supermarkt

Direktbeheizung

1987 Montrealer Protokoll

Verbot Ozon abbauender Stoffe

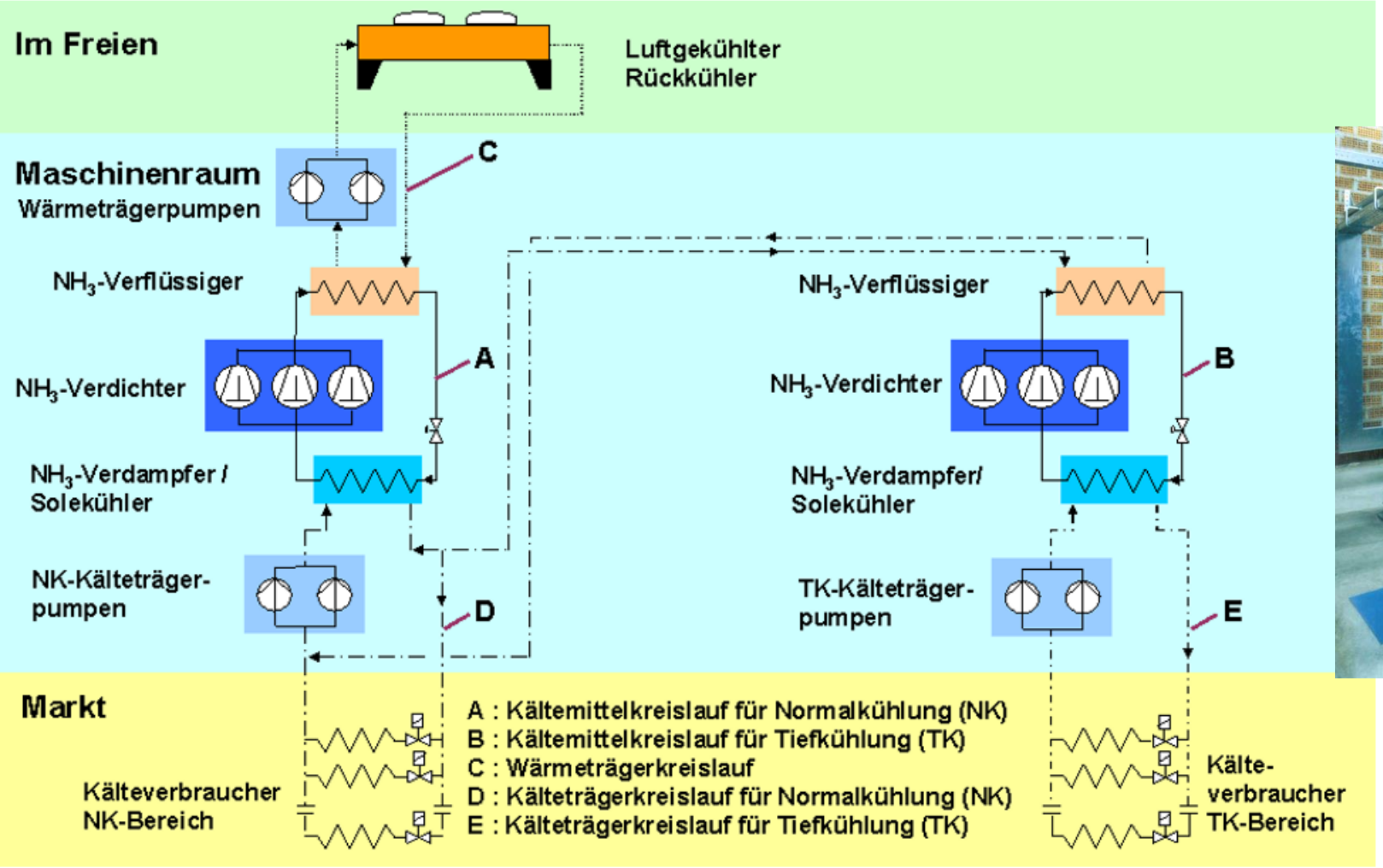
1991 FCKW R12 in Deutschland (FCKWHalonVerbV)
1995 FCKW R12 in Kühlschränken in Europa
2000 HFCKW R22 in Deutschland für Neuanlagen

Nachfolger wurden die teilfluorierten HFKW, R404A, R134a

Proprietary and Confidential

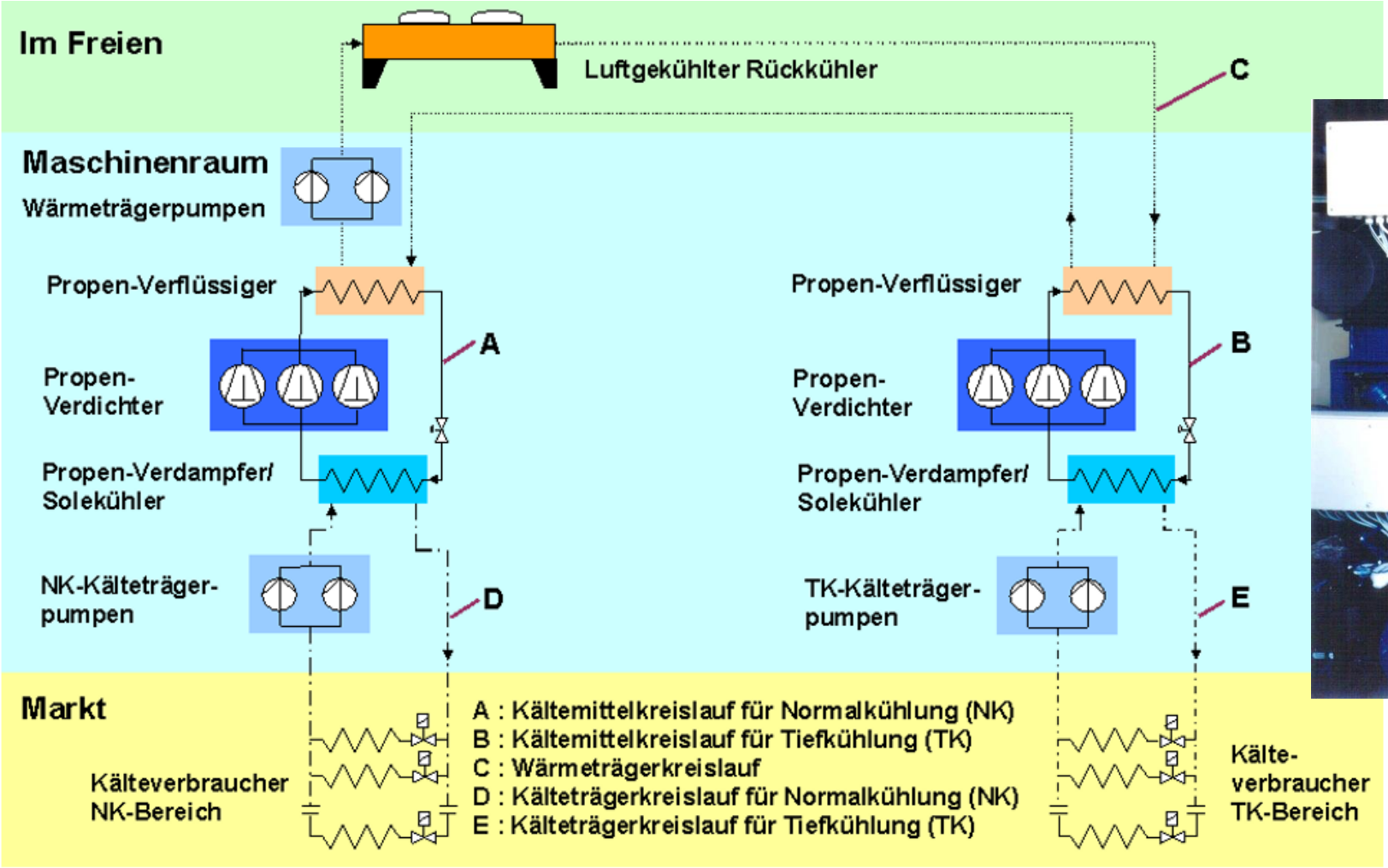
1994 Kälteanlagen mit NH_3

Indirekt mit Sole



1996 Kälteanlagen mit R290

Indirekt mit Sole

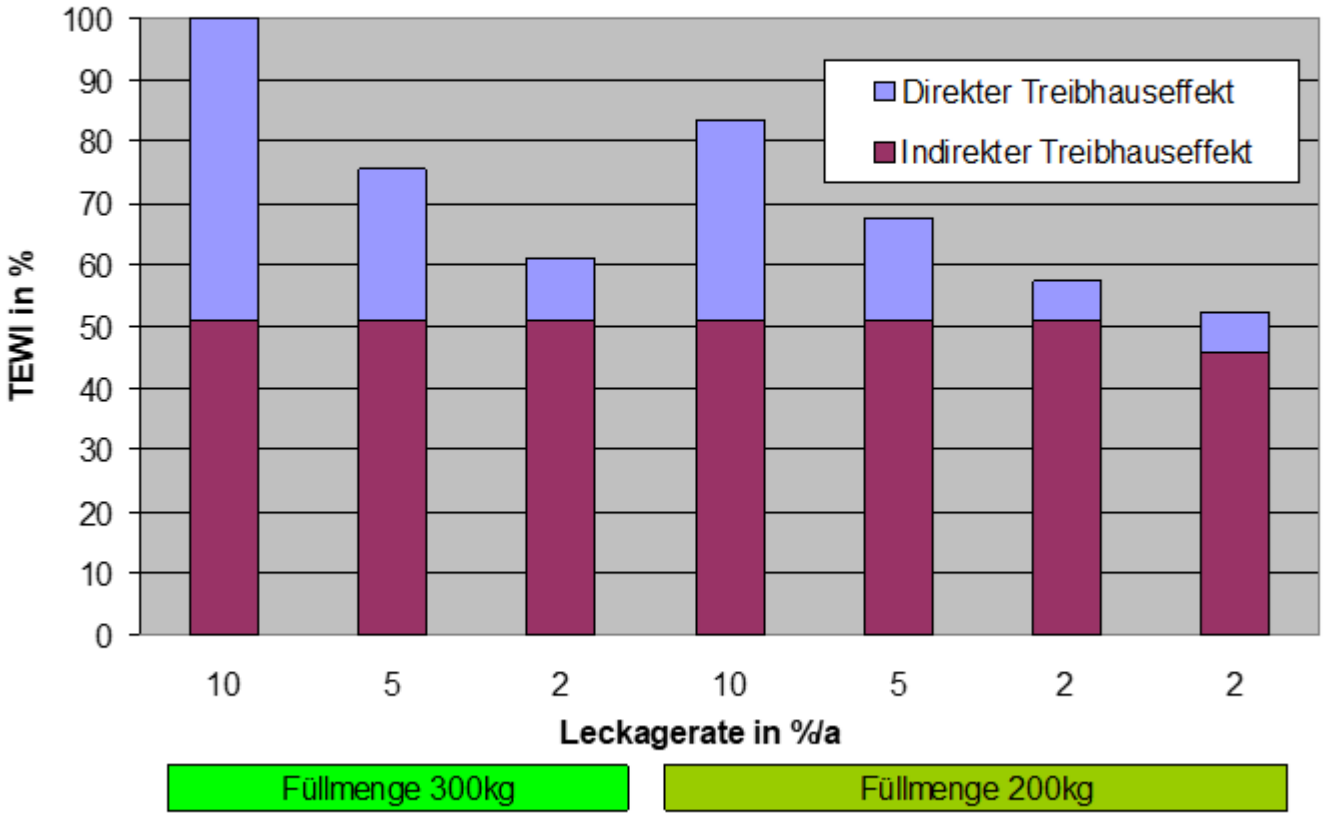


Ex-Schutz mit separatem Schaltschrank

2002 TEWI für Kälteanlage mit R404A

Vortrag DKV Magdeburg 2002

Einfluss von Kältemittel-Füllmengen und Leckagen auf den Treibhauseffekt von R404A-Kälteanlagen für Supermärkte



Kältemittel-bezeichnung	ODP	GWP [1)]
HFKW R404A	0	3.260
NH_3	0	0
C_3H_6	0	3
CO_2	0	1

[1)] Stand 2002

2000 CO_2-Verbundkältesysteme unterkritisch

2002 CO_2-Verbundkältesysteme überkritisch

2008 www.VDMA-Effizienz-Quickcheck.org

VDMA
Kälte- und Wärmepumpentechnik

VDMA Effizienz-Quickcheck 2.0
Historie

Forschungsrat Kältetechnik

- Der Quickcheck 1.0 mit erster Arbeitskreissitzung am 2.10.08, Schwerpunkt der Arbeitskreismitglieder lag bei Instituten und Herstellern von Kältesystemen.

  Online-Schaltung zur Chillventa 2010

- In der Weiterentwicklung zum Quickcheck 2.0 wurde der Handel eingebunden, mit seinen Erfahrungen, Wünschen und Ideen. Erste AK-Sitzung am 8.10.13

  Online-Schaltung zur Chillventa 2016

Handelsketten:
- Aldi
- Bünting
- Edeka
- Kaisers Tengelmann
- Kaufland
- Lidl
- Metro
- Rewe
- Supermärkte Nord
- tegut

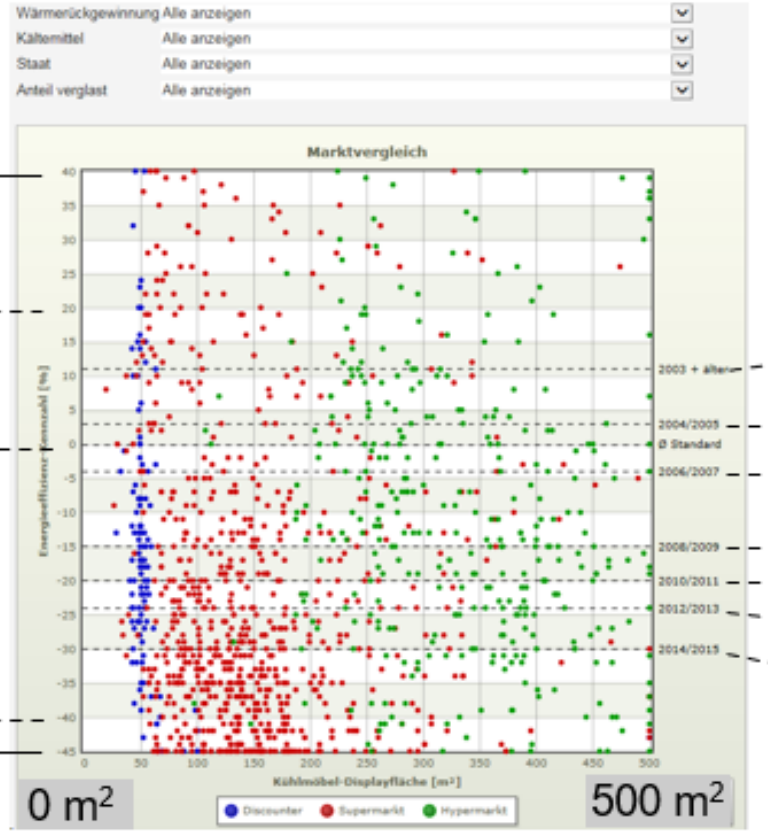
Proprietary and Confidential

2008 www.VDMA-Effizienz-Quickcheck.org

VDMA
Kälte- und Wärmepumpentechnik

Forschungsrat Kältetechnik

VDMA Effizienz-Quickcheck 2.0
Statistische Auswertungen/ Filter



+40%

Standard

Halbierung des Energieverbrauchs pro Displayfläche

-45%

0 m²

500 m²

2003+älter

2004/05

2006/07

2008/09

2010/11

2012/13

2014/15

-33% in 10 Jahren

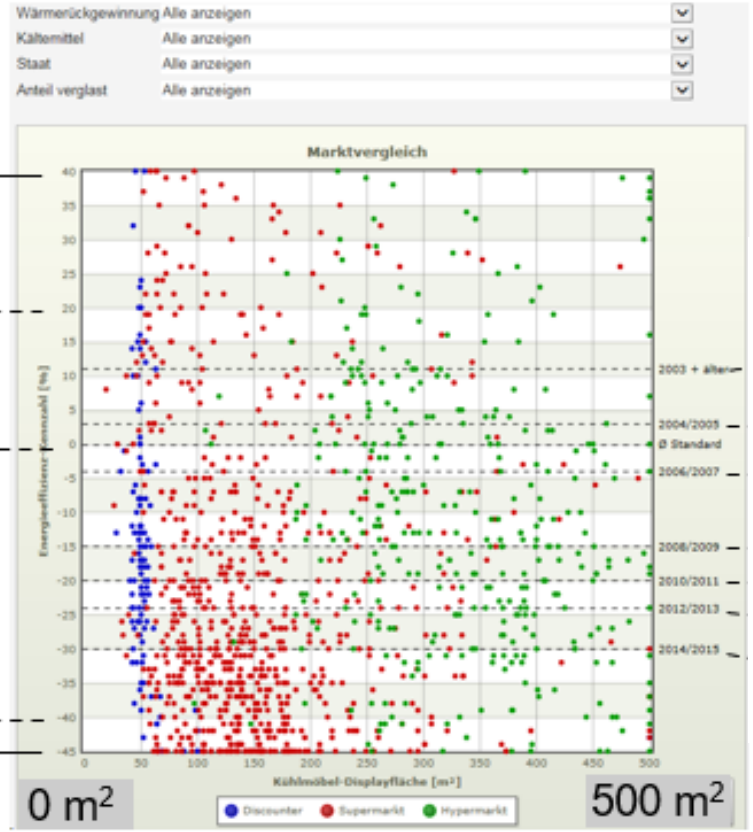
Im Mittel -4,2 %/a

2008 www.VDMA-Effizienz-Quickcheck.org

VDMA
Kälte- und Wärmepumpentechnik

Ø Standard: Durchschnittlicher Standard aller in 2009 betriebenen Verkaufsmärkte

VDMA Effizienz-Quickcheck 2.0
Statistische Auswertungen/ Filter



+40%

120% +20%

100% 0% Standard

Halbierung des Energieverbrauchs pro Displayfläche

60% -40%

-45%

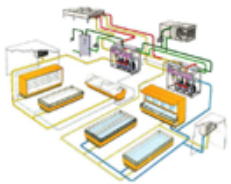
Meilensteine:

- Glastüren, Glaschiebedeckel
- EC-Ventilatoren
- el. Expansionsventile (EEV)
- LED-Beleuchtung
- Kältemittel CO_2

Proprietary and Confidential

2014 F-GASE VERORDNUNG (EU/517/2014)

Verbote für stationäre Verbundkälteanlagen



Neuanlagen:

	Verwendungsverbot:
Ab **1.1.2020**, GWP > 2.500	R404A
Ab **1.1.2022**, GWP > 150, Q_0 > 40 kW	R134a, R410A, R407F alle nicht brennbaren F-Gas Kältemittel

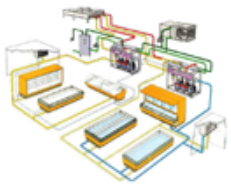
Wartung & Instandhaltung:

	Verwendungsverbot:
Ab **1.1.2020**, GWP > 2.500,	R404A

Ausnahme bis 31.12.2030 ist die Verwendung von aufbereitetem/ recyceltem Kältemittel.

2014 F-GASE VERORDNUNG (EU/517/2014)

Verbote für stationäre Verbundkälteanlagen



Neuanlagen:

	Verwendungsverbot:
Ab **1.1.2020**, GWP > 2.500	R404A
Ab **1.1.2022**, GWP > 150, Q_0 > 40 kW	R134a, R410A, R407F alle nicht brennbaren F-Gas Kältemittel

Wartung & Instandhaltung:

	Verwendungsverbot:
Ab **1.1.2020**, GWP > 2.500,	R404A

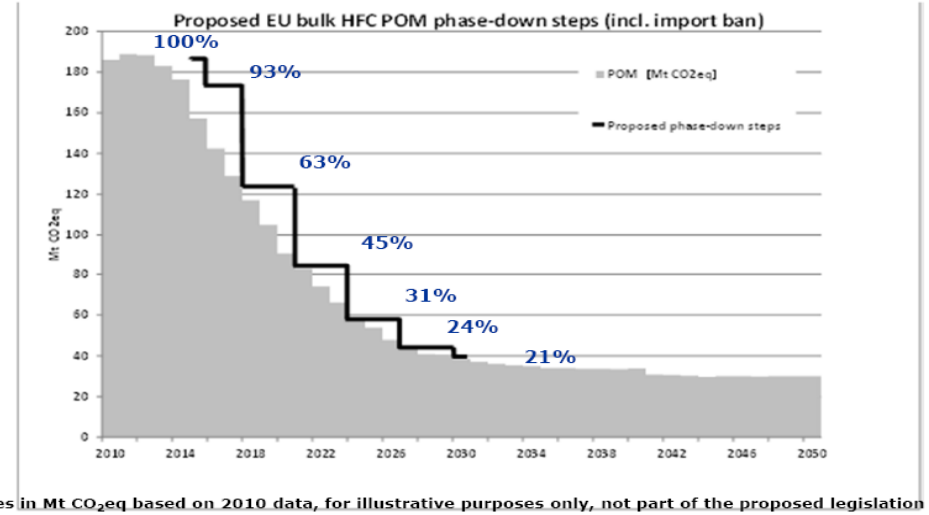
Ausnahme bis 31.12.2030 ist die Verwendung von aufbereitetem/ recyceltem Kältemittel.

European Commission

Reduction of HFC supply (Annex V)

Phase Down, Mengenverknappung

Verteuerung von Kältemitteln mit hohem GWP



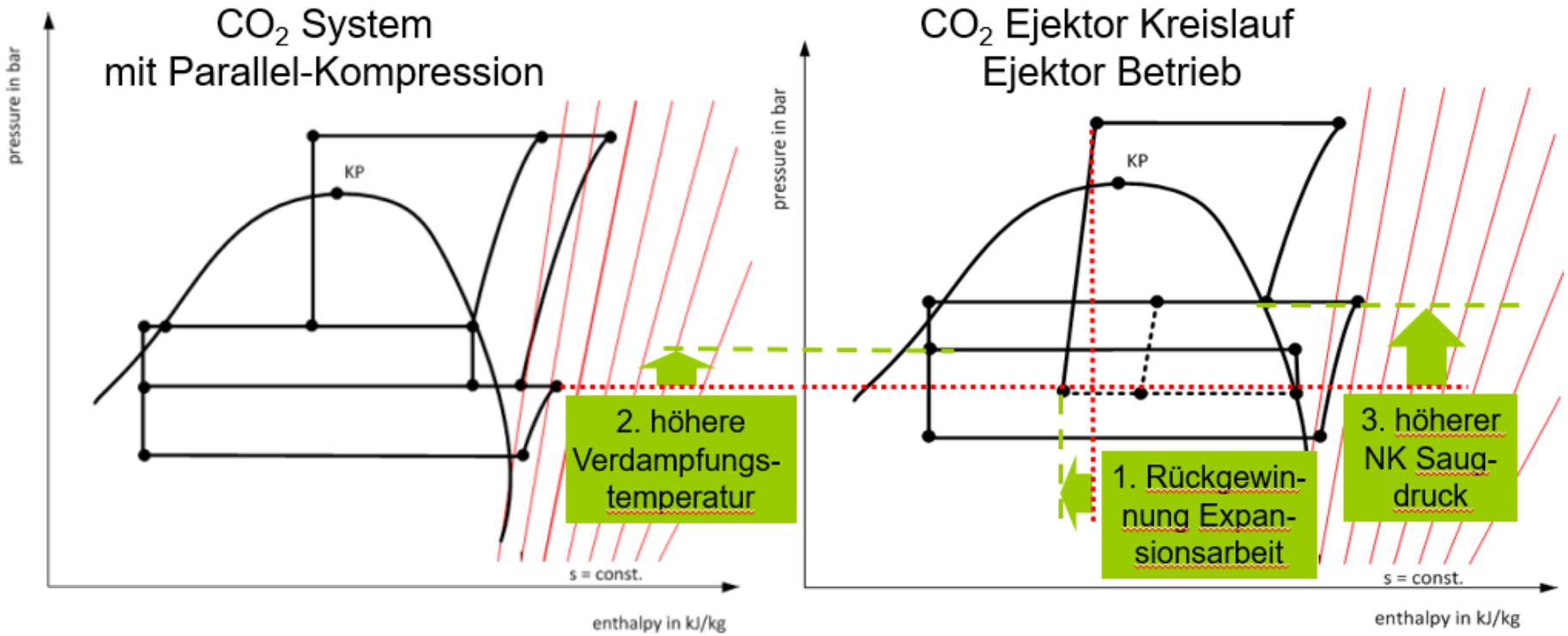
Quantities in Mt CO_2eq based on 2010 data, for illustrative purposes only, not part of the proposed legislation

Carrier

Proprietary and Confidential

2014 Ejektoren in CO_2-Systemen

Warum ist es effizienter?



1. Rückgewinnung der Expansionsarbeit **EFFIZIENZSTEIGERUNG**
2. Höhere Verdampfungstemperatur in NK-Möbeln **EFFIZIENZSTEIGERUNG**
3. Höherer Saugdruck für alle NK-Kompressoren **EFFIZIENZSTEIGERUNG**

Kältetechnische Meilensteine im Supermarkt

Danke schön!

Kontakt: Bernd.Heinbokel@Carrier.com

Carrier

Proprietary and Confidential