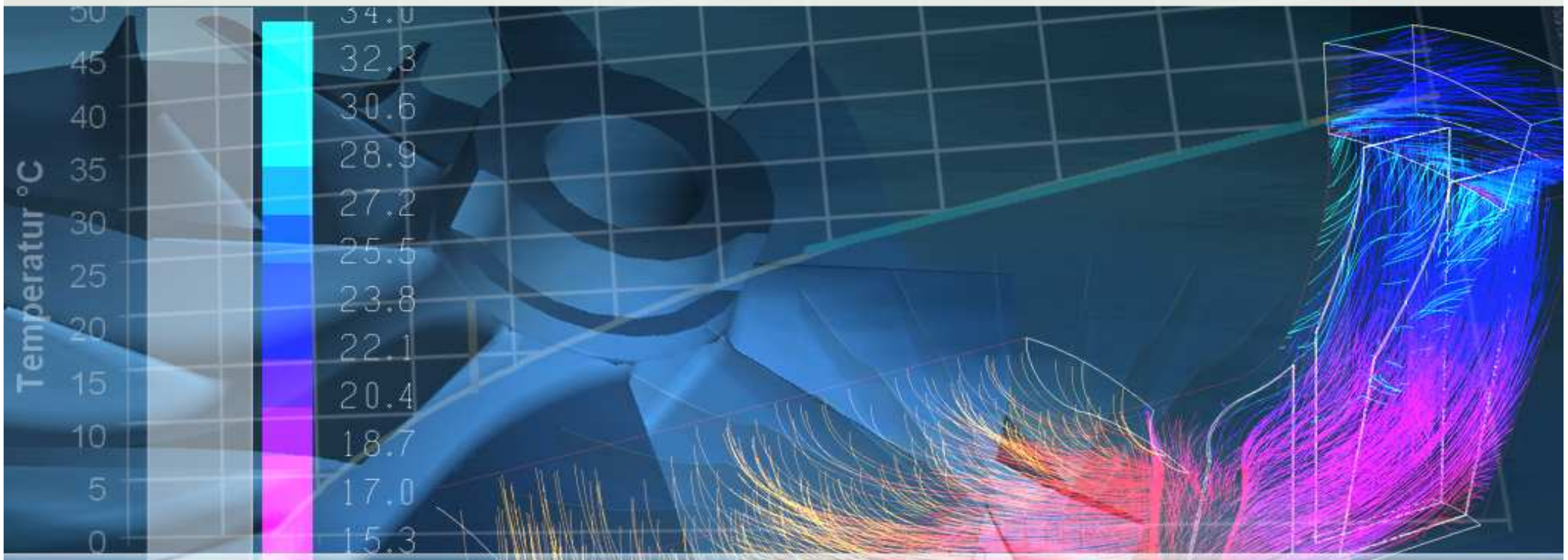




Institut für Luft- und Kältetechnik Dresden gGmbH
Kältetechnik mit Wasser als Kältemittel
P. Albring

Markt der Möglichkeiten
Energiesparpotenziale in der Kälte- und Klimatechnik



- ▶ Vorstellung ILK Dresden
- ▶ Energiesparpotenziale in der Klima- und Kältetechnik
- ▶ Wasser als Kältemittel in Kaltwassersätzen

Geschichte

Chancen und Grenzen

- ▶ Einsatzbeispiele und Entwicklungsziele
- ▶ Zusammenfassung





- **1990 Gründung als Forschungs- GmbH**

- **unabhängig**

- **Mitarbeiter 120**

- **Umsatz 9 Mio. €**



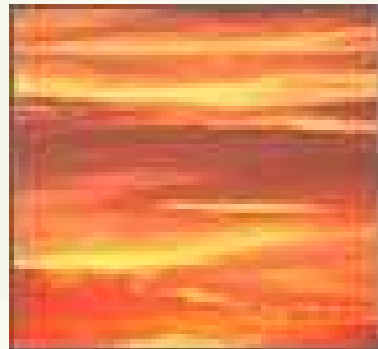
Vier wissenschaftliche Hauptbereiche und ein Technologie Transferzentrum

TTZ Technologie Transfer Zentrum



Kälte- und Tieftemperaturtechnik

Tieftemperaturtechnik
Kompressionskältetechnik
Wärme-Stoffübertragung
Wiss. Kälteanlagenbau



Luft- und Klimatechnik

Klimatechnik
Luftreinhaltung



Angewandte Neue Technologien

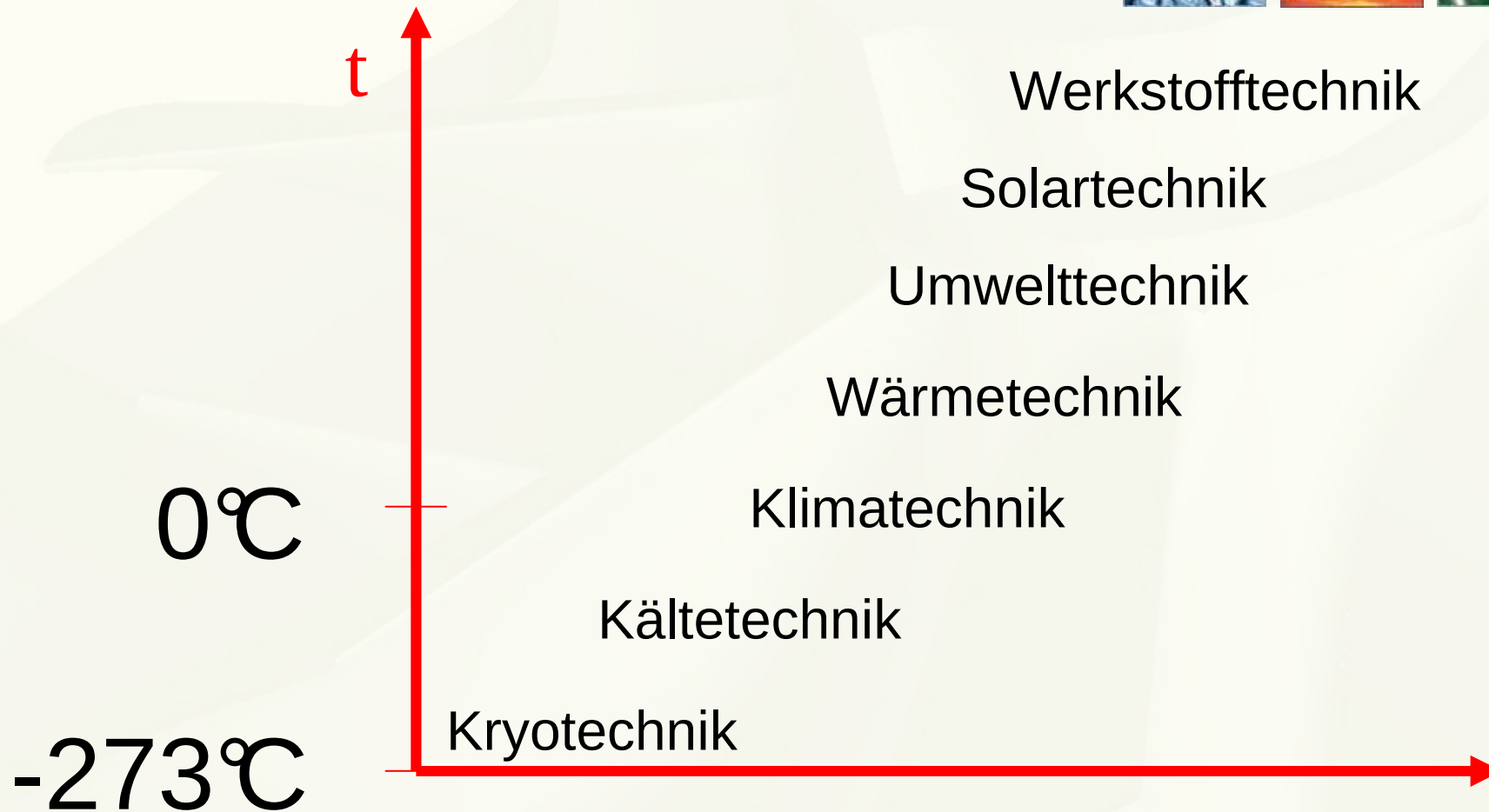
Angewandte Analytik
Angewandte Technologien



Angewandte Energietechnik

R718 Kältetechnik
Wasseraufbereitung
Absorptionskältetechnik

Komplexe Energiesysteme





Die F&E Tätigkeit im ILK Dresden ist Anwendungsorientiert



Energiebedarf einer Klima- Kälteanlage

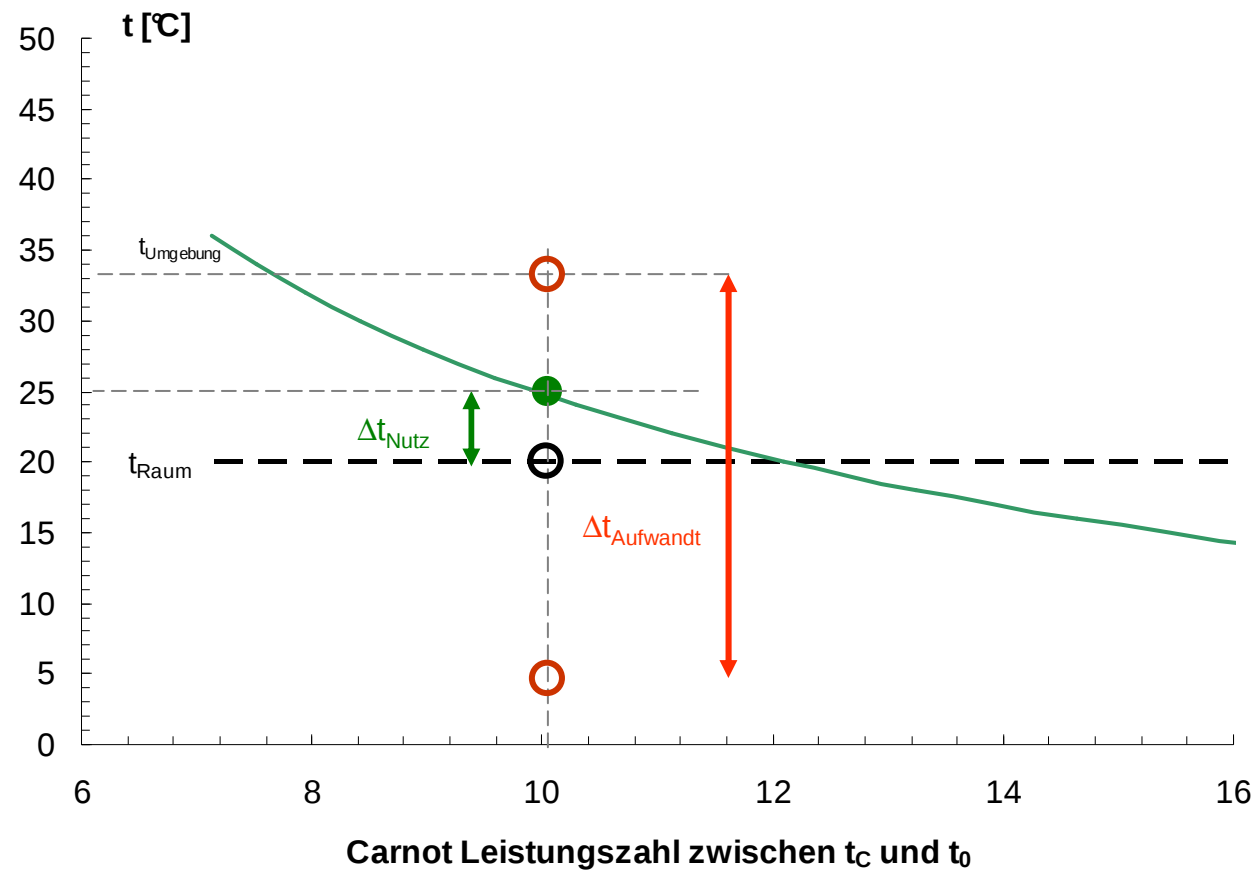
- ▶ Eine Klimaanlage schafft eine Raumtemperatur zwischen ca. 5 ... 15K unter Umgebungstemperatur.
- ▶ Mit Kaltwasser von 6°C wird Luft unter den Taupunkt abgekühlt und entfeuchtet
- ▶ Für einen Temperaturhub zwischen Raum und Umgebung von 5 ... 15 K werden 25 ... 40 K von einer Kältemaschine realisiert.
- ▶ Die Energieeffektivität wird besser, je geringer die Temperaturdifferenz zwischen Verdampfungstemperatur und Umgebungstemperatur ist

$$COP = COP_{ideal} \cdot \nu = \frac{T_0}{T_U - T_0}$$

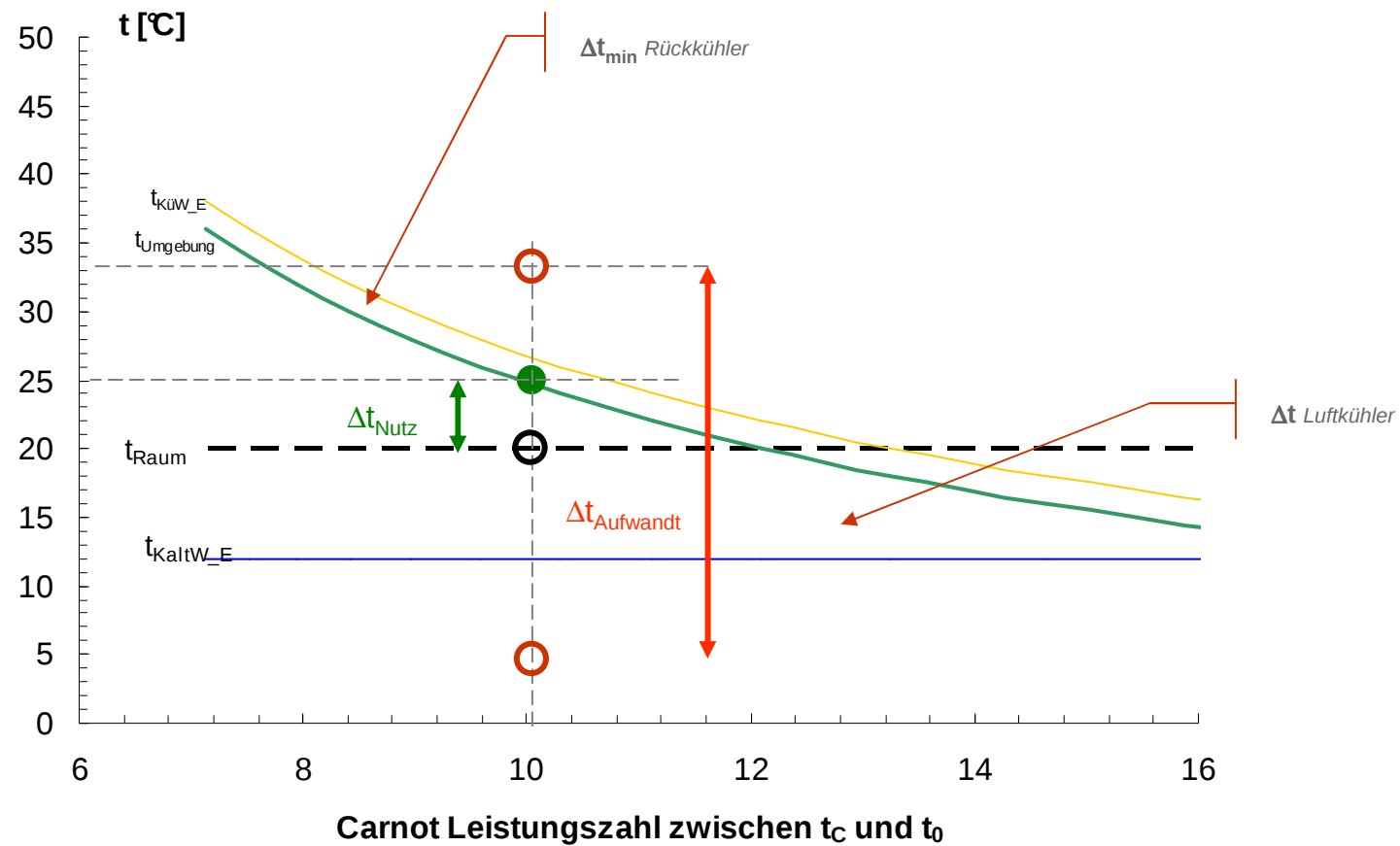
$$\nu \approx 0,4...0,65$$

$$COP_{ideal} = \frac{5 + 273}{33 - 5} = 9,92$$

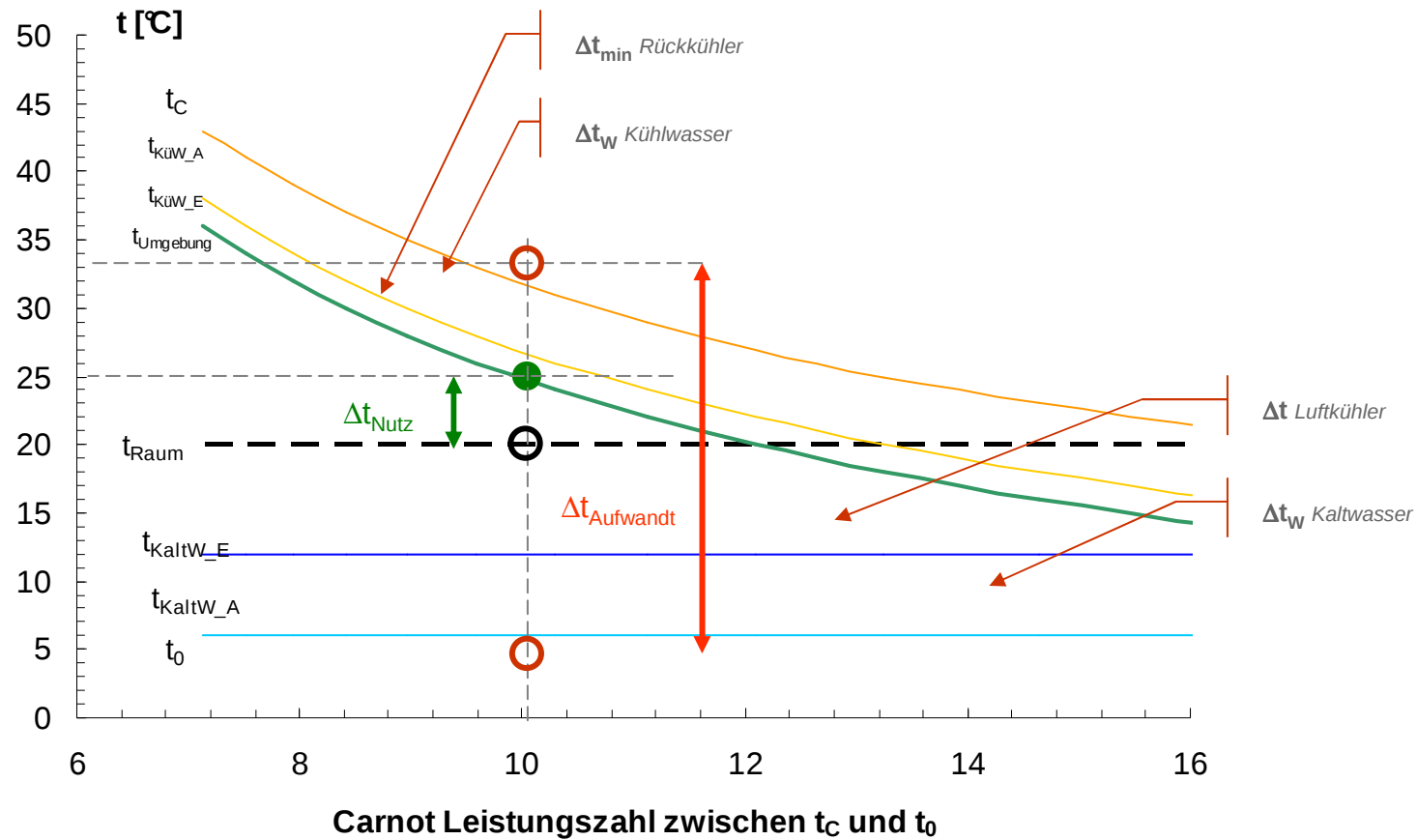
Temperaturdifferenzen in realen Kälteanlagen



Temperaturdifferenzen in realen Kälteanlagen

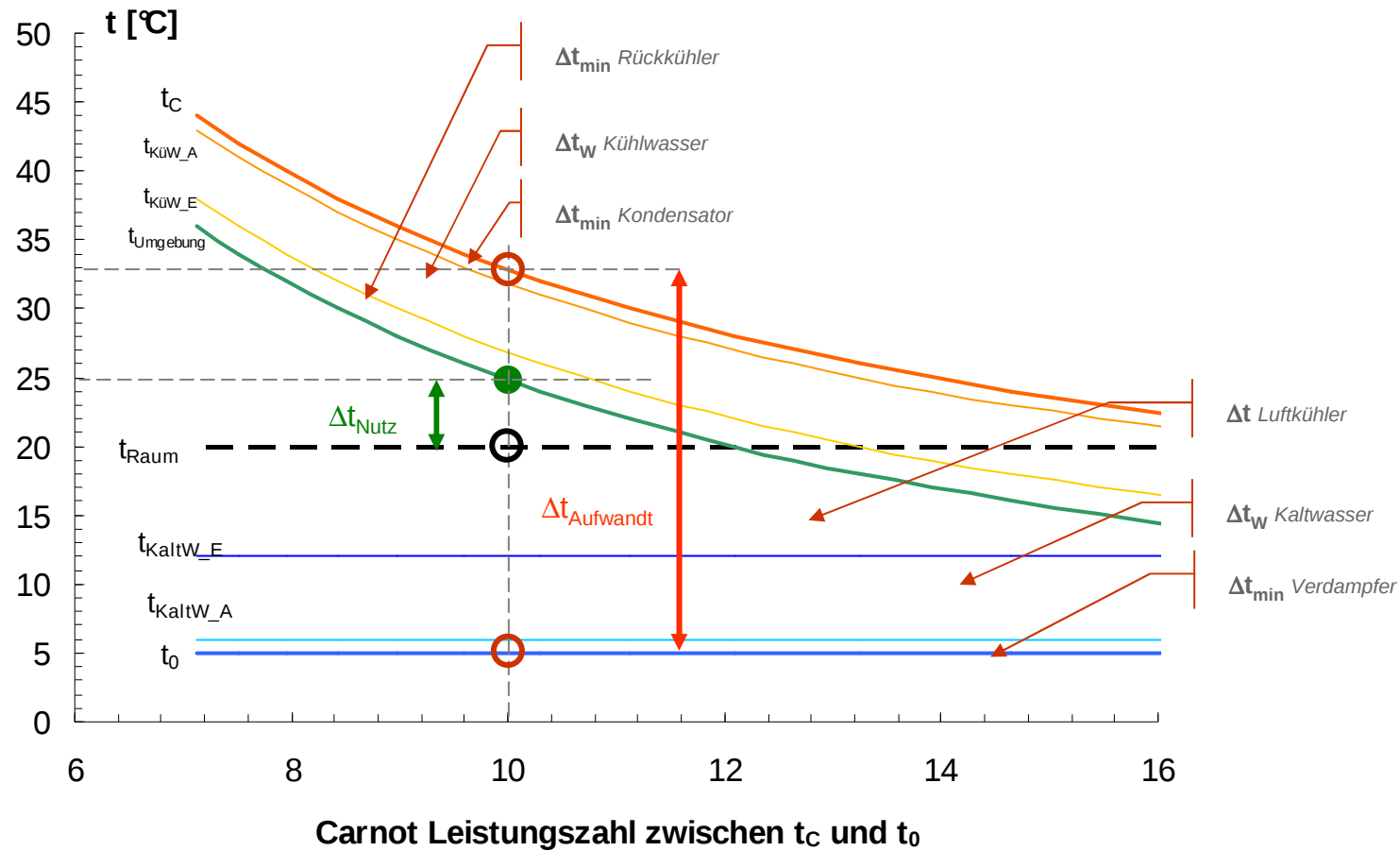


Temperaturdifferenzen in realen Kälteanlagen





Temperaturdifferenzen in realen Kälteanlagen



Temperaturdifferenz zwischen Raum und Umgebung 5 K
realer Temperaturhub in der Kältemaschine 28 K



Energiesparpotenziale im Kälteprozess

- ▶ **Rückkühler**
Niedrige Rückkühltemperaturen
Große Kühltürme
Nasskühltürme
- ▶ **Bedarfsgerechte Kältetemperatur:**
Trennung von Entfeuchtung und Kühlung (Sorptive, Abwärme getriebene Entfeuchtung, DEC)
bedarfsgerechte Regelung der Kaltwasservorlauftemperatur
- ▶ **Verdichter Wirkungsgradverbesserung**
- ▶ **Wärmeübertrager mit höherer Wärmedurchgangszahl, größeren Flächen**
- ▶ **Schaltungsvarianten im Kältekreislauf (Economizer Kältemittel Unterkühlung, Zweistufigkeit, Reduzierung Innerer Druckverluste)**
- ▶ **Effektive Teillastfahrweise denn der Hauptbetriebsfall ist Teillast**
- ▶ **Kältemittel ??**



Forderungen an Kältemittel

- ▶ **Umweltfreundlich**
- ▶ **Energieeffektiv**
- ▶ **Billig bei Herstellung**

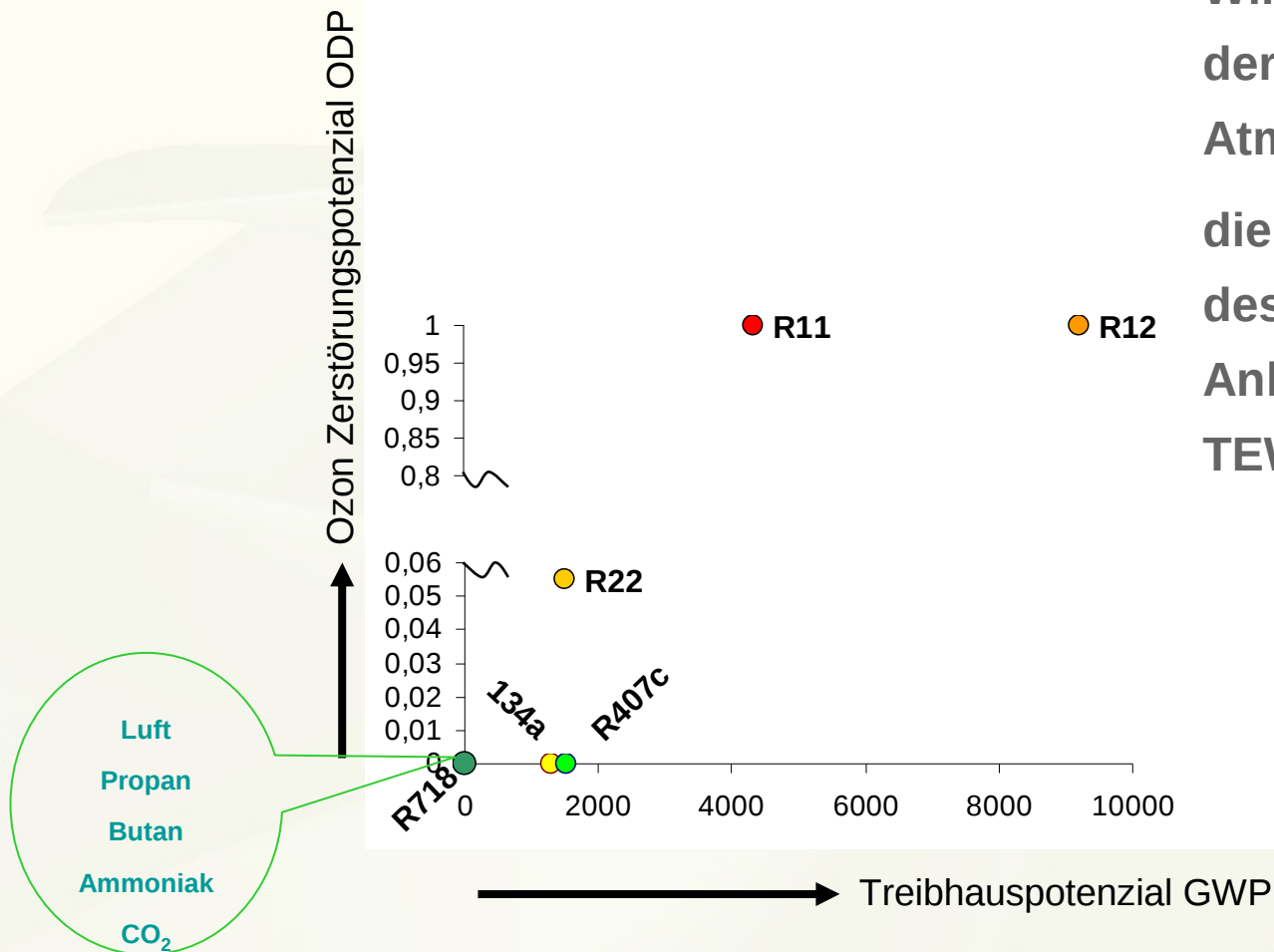
- ▶ **Billig im Betrieb**
- ▶ **Umweltkriterium für Kältemittel sind vor allem das Ozonzerstörungspotential und Beitrag zum Treibhauseffekt**



Das direkte Potenzial der Umweltbeeinflussung von Kältemitteln

Erfasst sind nur die Wirkungen bei Leckagen und der Entsorgung in die Atmosphäre

die CO₂ Produktion wegen des Energieaufwandes für den Anlagenbetrieb werden im TEWI erfasst



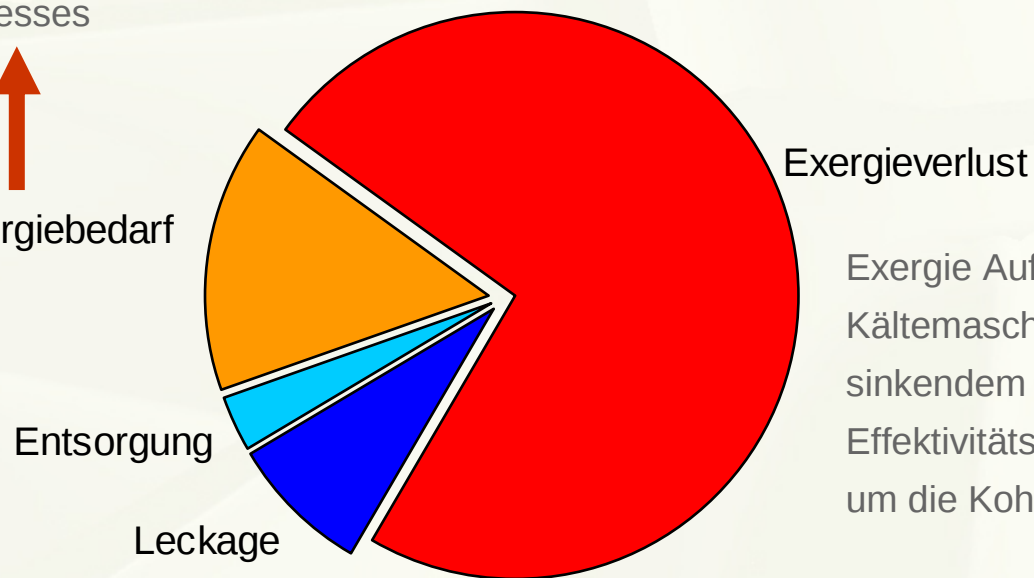
TEWI: Total Equivalent Warming Impact (gesamter CO₂-äquivalenter Treibhauseffekt)



Der Aufwand an elektrischer Energie einer
idealen Kältemaschine

Er ist Abhängig von Umgebungs- und
Verdampfungstemperatur des
Kälteprozesses

↑
Exergiebedarf



Exergie Aufwand für den Betrieb einer realen
Kältemaschine. Der Exergieverlust wächst mit
sinkendem Gütegrad. Er kann durch
Effektivitätsverbesserungen gesenkt werden,
um die Kohlendioxidemissionen zu reduzieren.



Der größere Beitrag zur CO₂ Anreicherung der Atmosphäre wird durch den Energieumwandlungsprozess für den Betrieb der Kältemaschine geleistet, Nur ca. 11% verursachen Entsorgung und Leckagen, dieser Anteil entfällt durch den Einsatz natürlicher Kältemittel.

Energiebedarf für Kälteerzeugung in Deutschland:

Anteil Endenergie (ELT)	14%
Anteil Primärenergie	5,8%

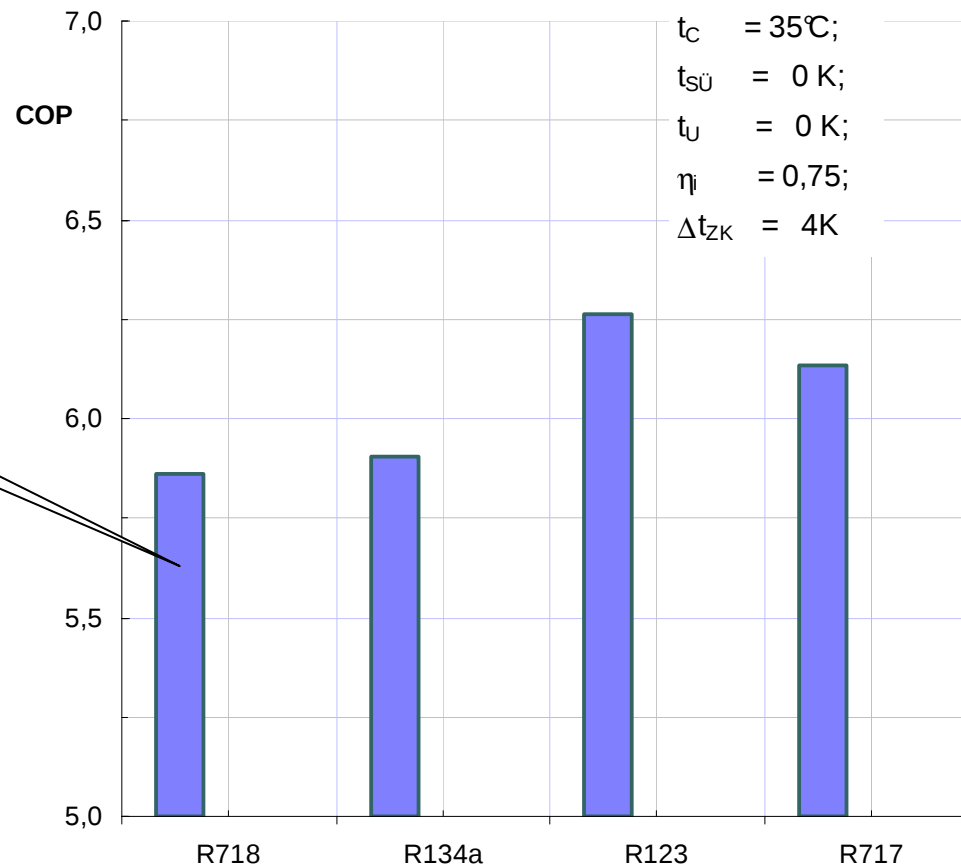
Frage: Welchen Einfluss hat das Kältemittel auf den Energiebedarf einer Anlage?



Vergleich der Leistungszahlen unterschiedlicher Kältemittel

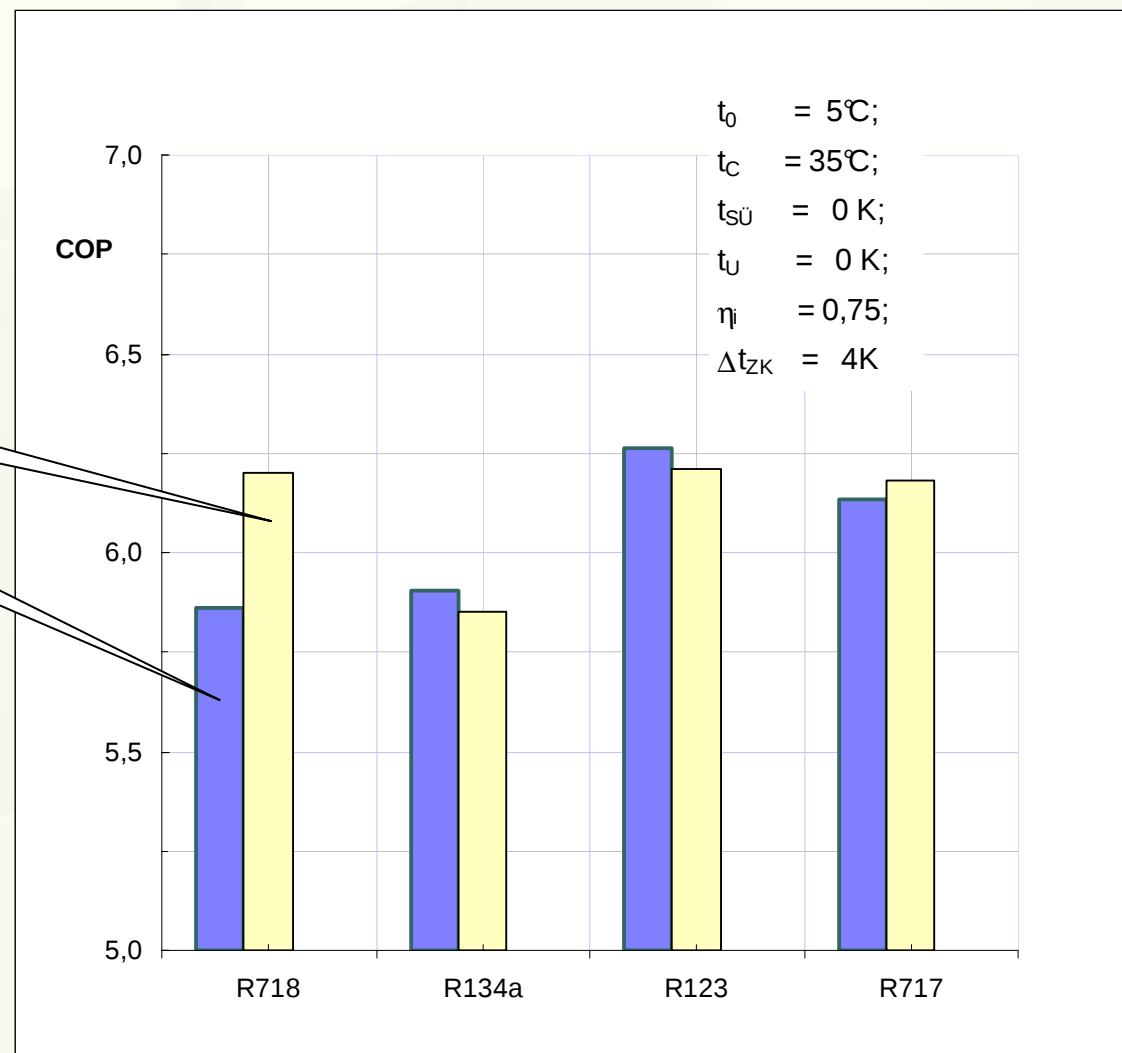
Achtung

absolute Leistungszahlen sind nur unter identischen Temperaturbedingungen miteinander vergleichbar



Einstufig

Vergleich der Leistungszahlen unterschiedlicher Kältemittel

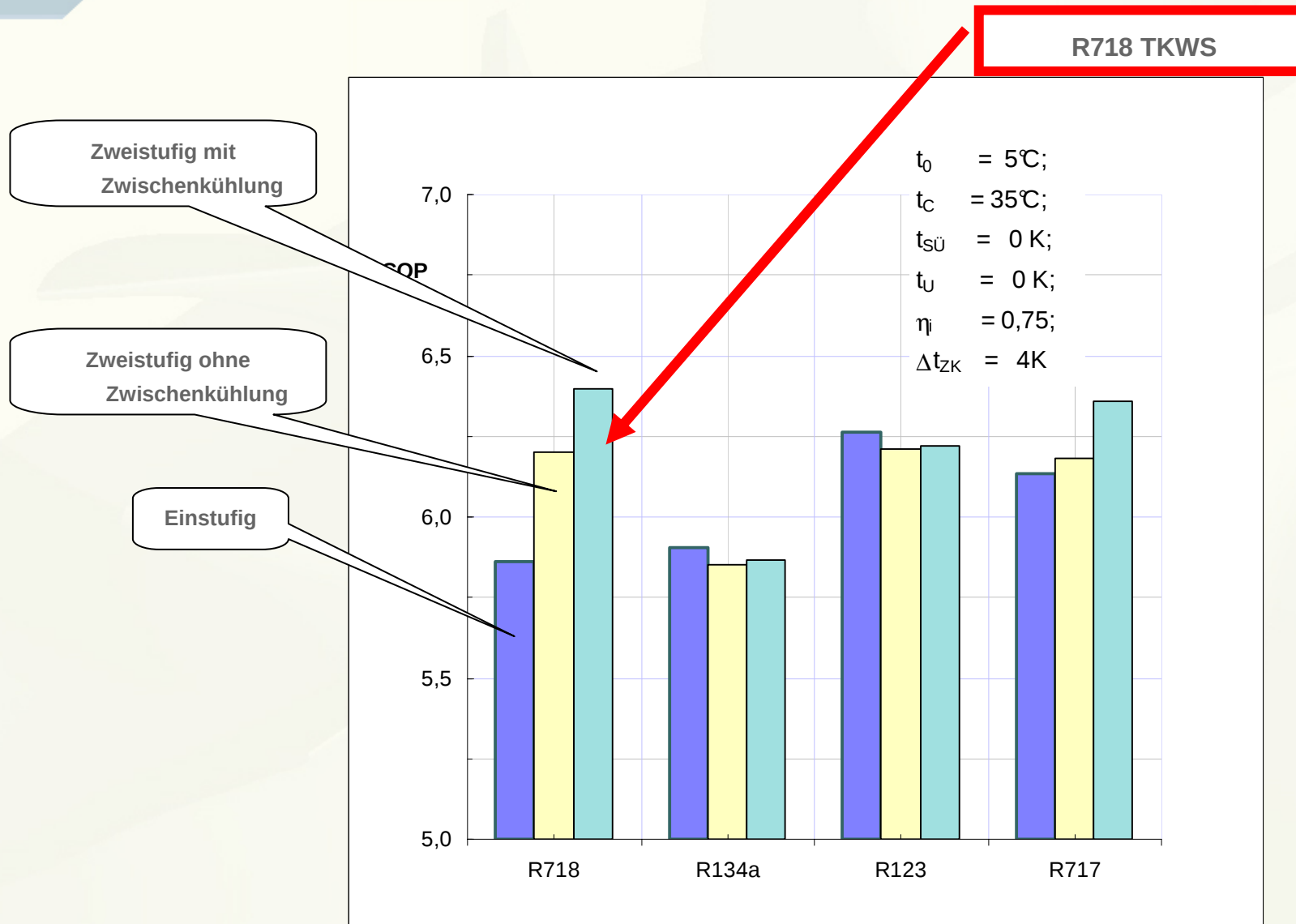


Zweistufig ohne
Zwischenkühlung

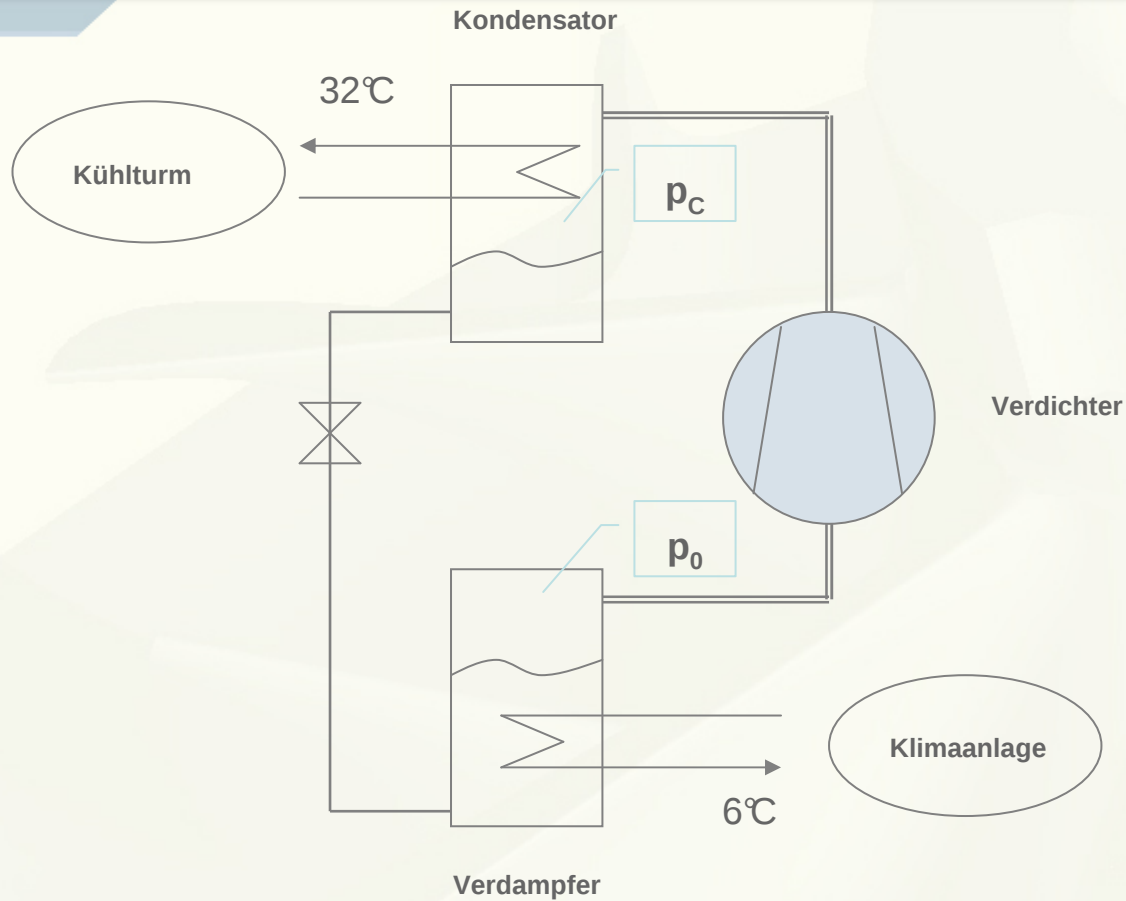
Einstufig



Vergleich der Leistungszahlen unterschiedlicher Kältemittel



Kaltdampfprozess mit Wasser als Kältemittel



	R718	R134a
$\dot{Q}_0$	800 kW	800 kW
p_C/p_0	>6	>2
$\dot{V}$ m ³ /h	180.000	1.000
$p_C - p_0$	42 mbar	4,9bar
p_0	8 mbar (Vakuum)	3,5 bar

Aus den thermodynamischen Eigenschaften von R718 ergeben sich wesentliche Konstruktionsvoraussetzungen:



Strömungsverdichter mit hohem Druckverhältnis

Hohe Umfangsgeschwindigkeiten erforderlich (400 ... 500 m/s)

Mehrstufigkeit

Zwischenkühlung für Wirkungsgradverbesserung und Reduzierung der Verdichtungsendtemperatur

Wegen dieser Bedingungen galt Wasser als Kältemittel bis in die Neunzigerjahre nicht realisierbar

Meilensteine der Entwicklung von Wasser als Kältemittel im ILK Dresden



1992-1995

Demonstrations- und
Versuchsanlage 10-100kW

1993-1996

Grundlagenuntersuchung und
Großversuchsanlage >500kW

1996-2001

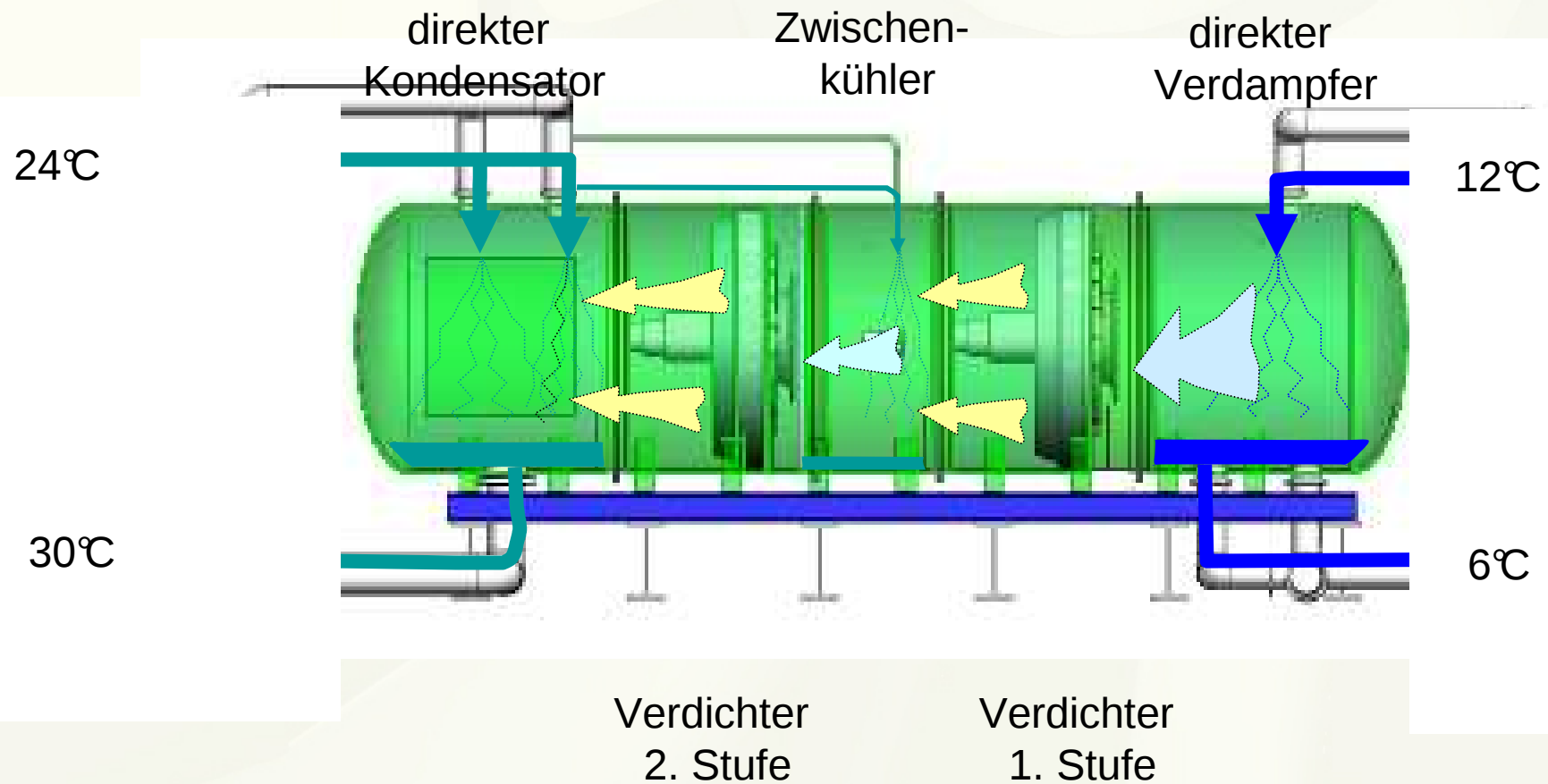
Wasserdampfverdichter mit CFRP-
Laufgrad

2000-2004

Begleitung des Ersteinsatzes von
R718 Kaltwassersätzen



Funktionsschema des ersten R718 Turbo KWS





umweltfreundlich,
ungiftig,
nicht brennbar,
viel billiger als jedes andere Kältemittel,
überall verfügbar.

Anlagen mit Wasser als Kältemittel arbeiten energieeffektiv,
ohne Ölkreislauf,
ohne Kältemittelvorrat,
ohne Ölvorrat,
mit niedrigen Schallemissionen.

Wasser verursacht keine Gefährdungen,
erfordert keine bauseitigen Sicherheitseinrichtungen,
ist sehr gut geeignet für Gebäudetechnik



Ergebnis der ersten F&E Etappe zu Wasser als Kältemittel

Zwischen 1999 und 2001 wurden insgesamt 9 Kaltwassersätze im Leistungsbereich zwischen 400 kW und 1000 kW installiert. (VW Dresden, DaimlerChrysler Düsseldorf, UNI Essen...)

Anlagen sind in Produktionsprozesse eingebunden

In den vergangenen 10 Jahren gelang der Nachweis von Machbarkeit und Praxistauglichkeit.



Kältezentrale der VW Manufaktur Dresden



Turbokaltwassersätze mit Wasser als Kältemittel erfordert einen weiteren Entwicklungsschritt mit den Zielen:

Energieeffektivität steigern (Verdichter und Wärmeübertrager)

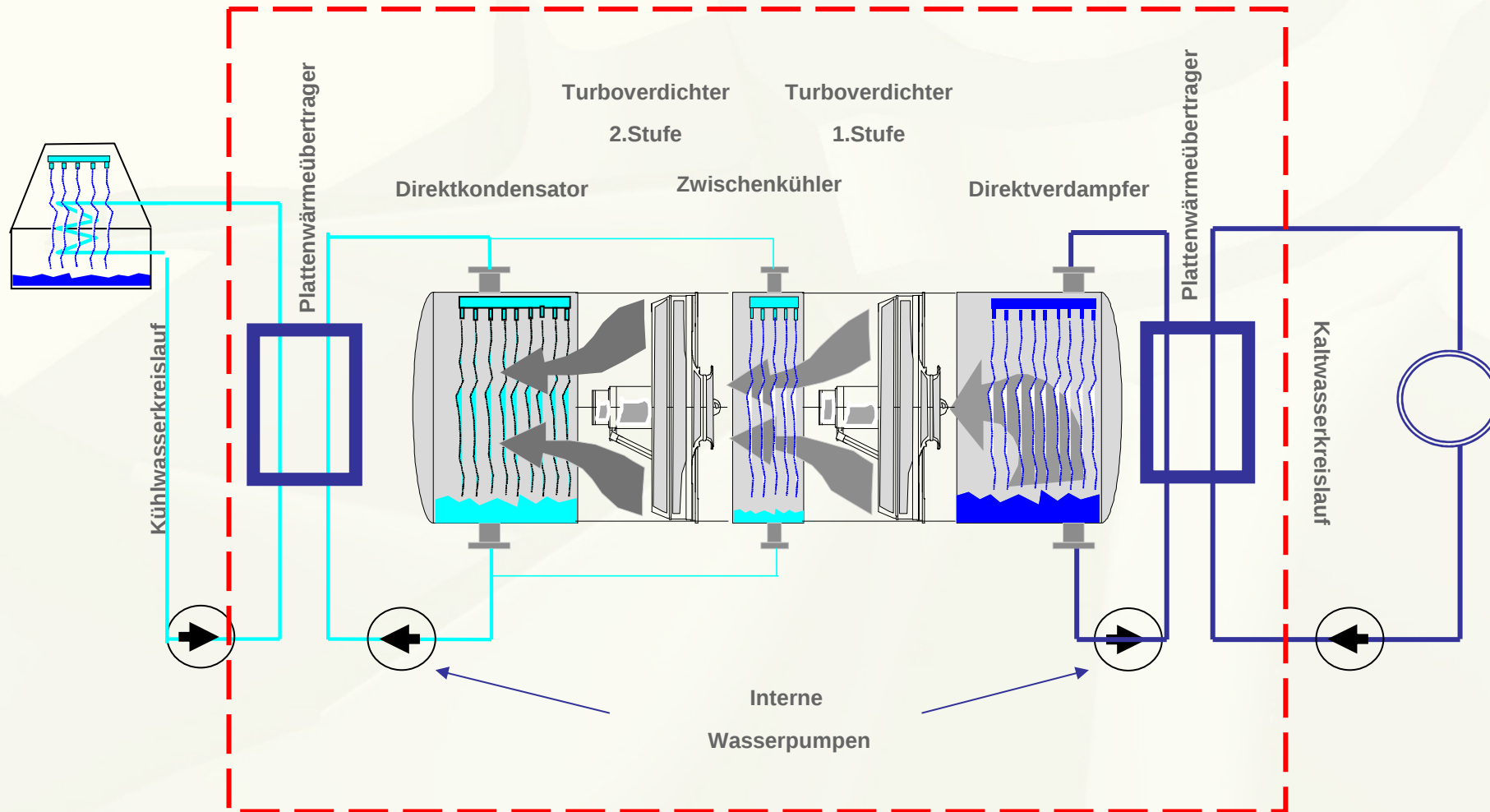
Herstellungskosten reduzieren

Zuverlässigkeit und Wartungsfreundlichkeit verbessern

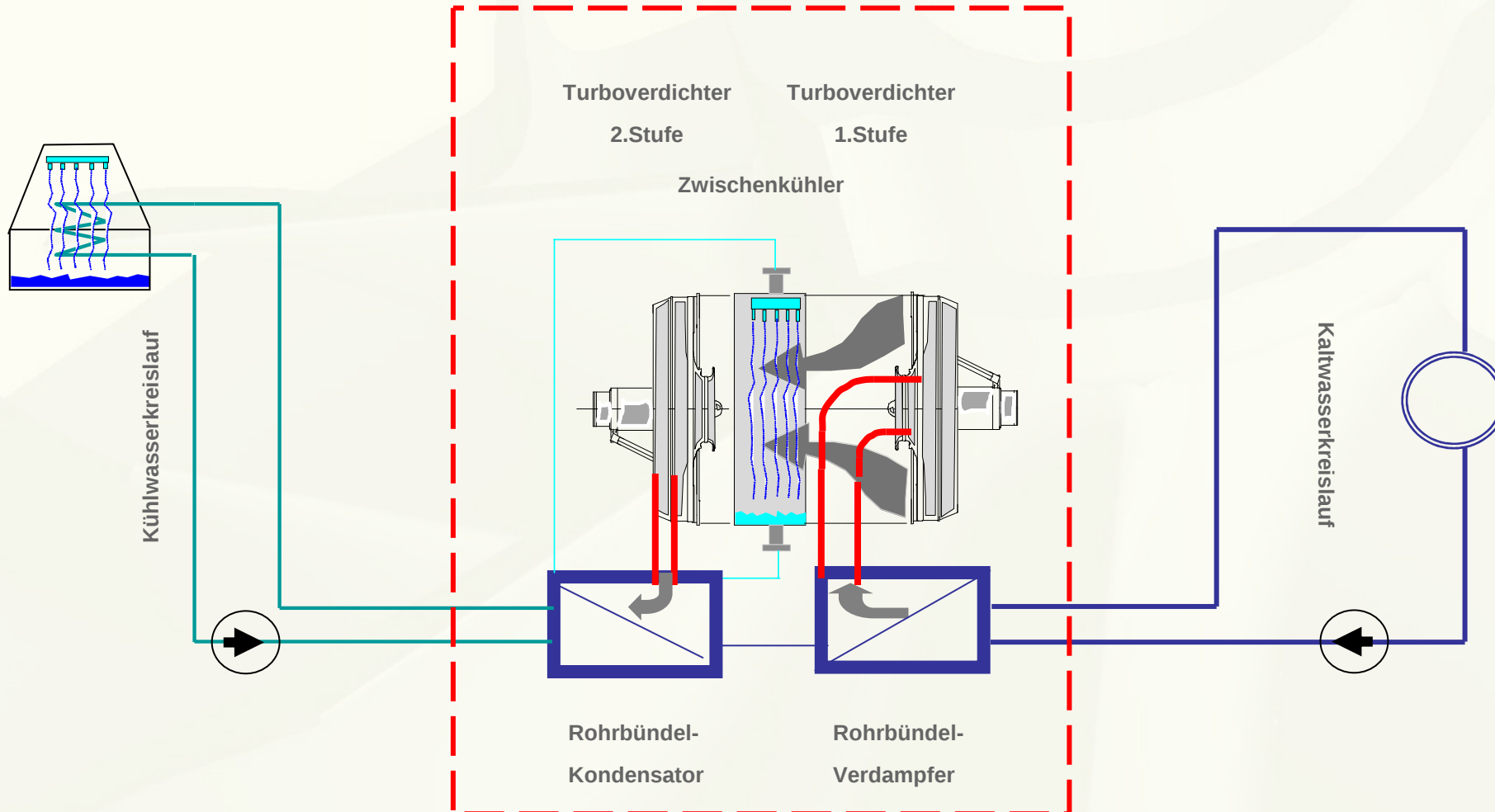
Das Programm heißt:

III. Generation R718 - Turbokaltwassersatz

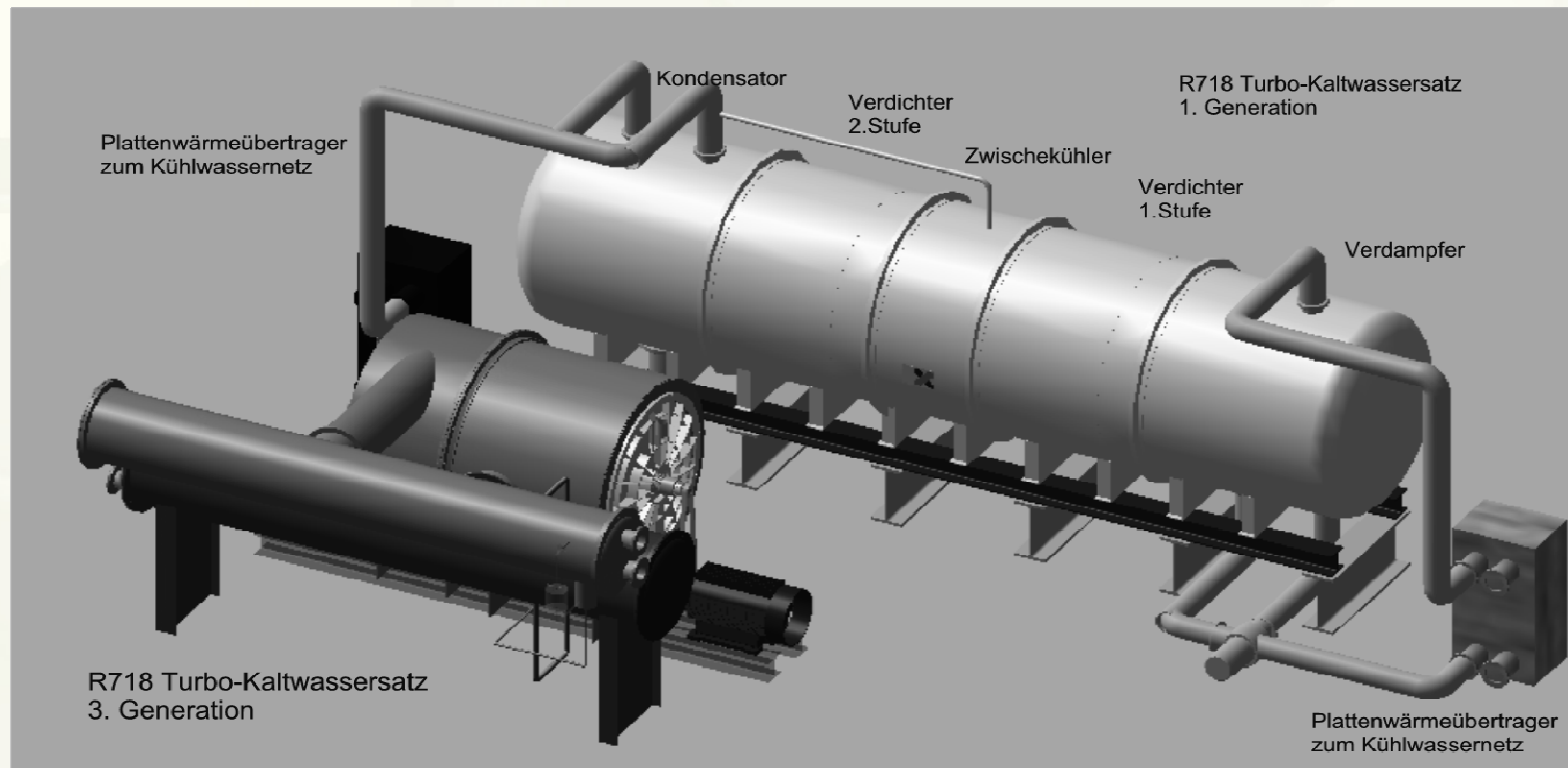
Prinzip Aqua Turbo R718 KWS erste Generation

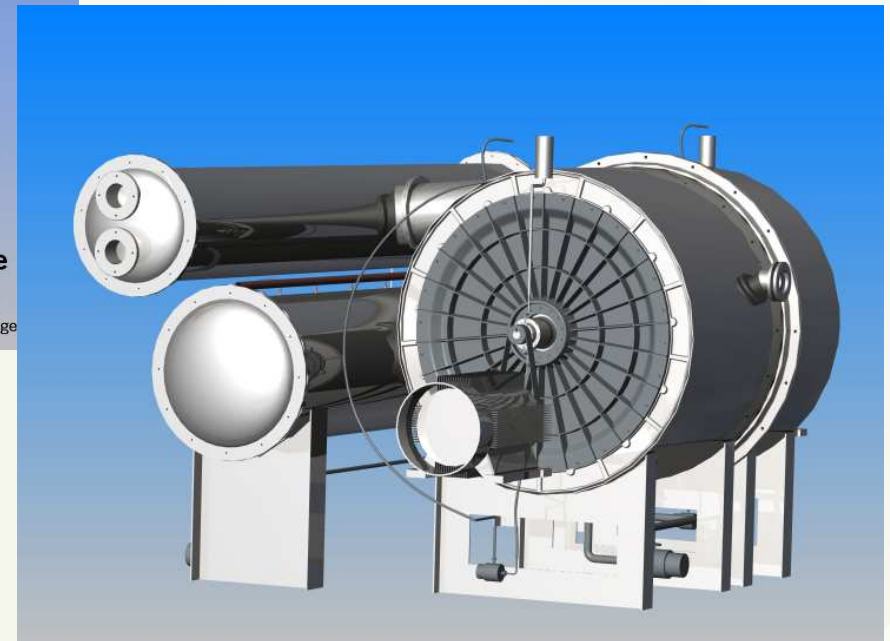
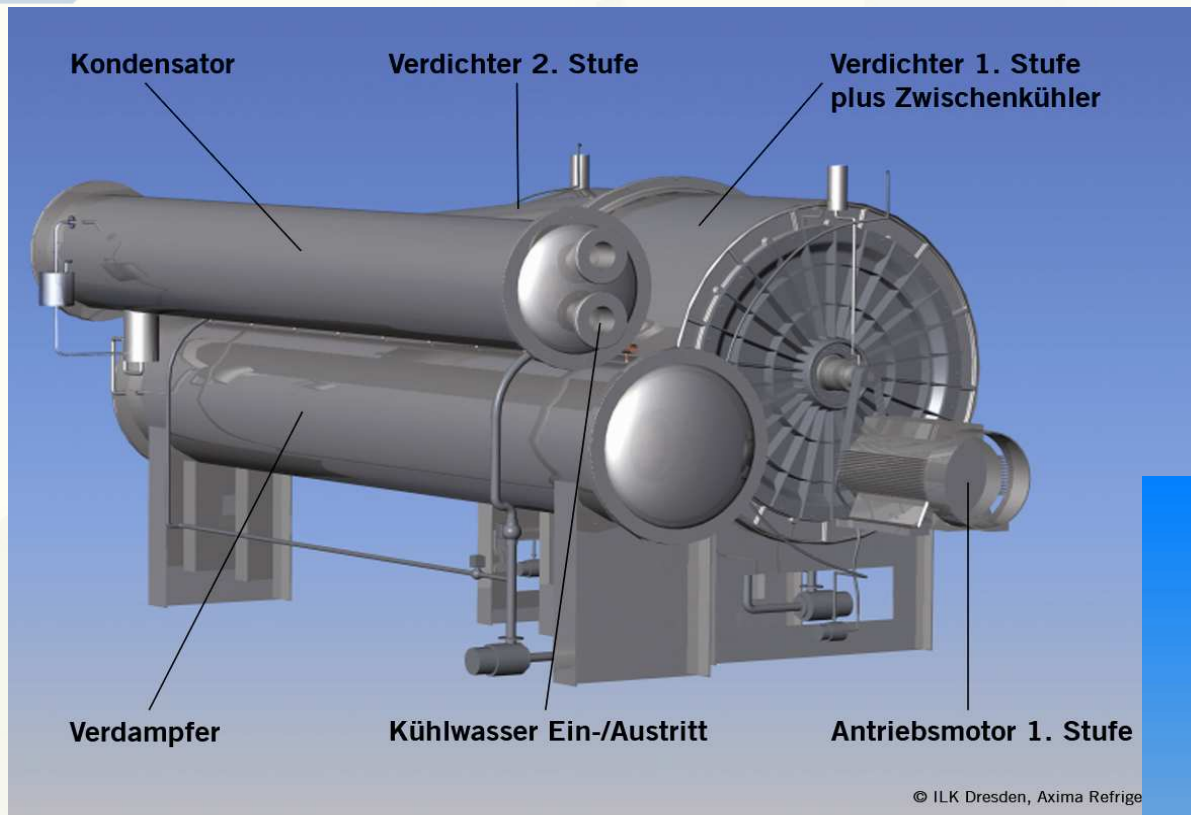


R718 Turbo Kaltwassersatz dritte Generation



Aqua Turbo vs. Aquaquantum







**Entwicklung im Rahmen eines vom BMWI unterstützten
Verbundprojekts von ILK Dresden und Axima Refrigeration GmbH
Lindau**

Laufzeit 2008-2011

Projektziele:

Erster Prototyp KWS 2010

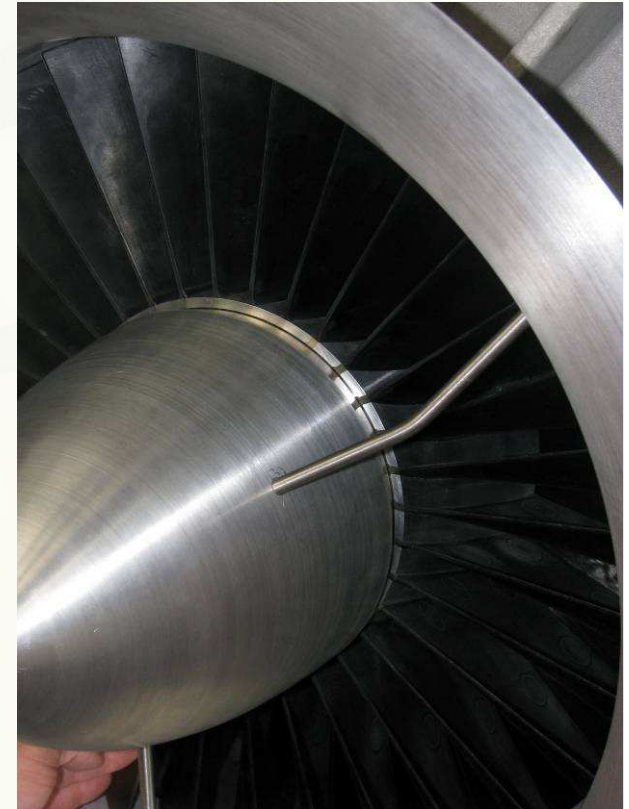
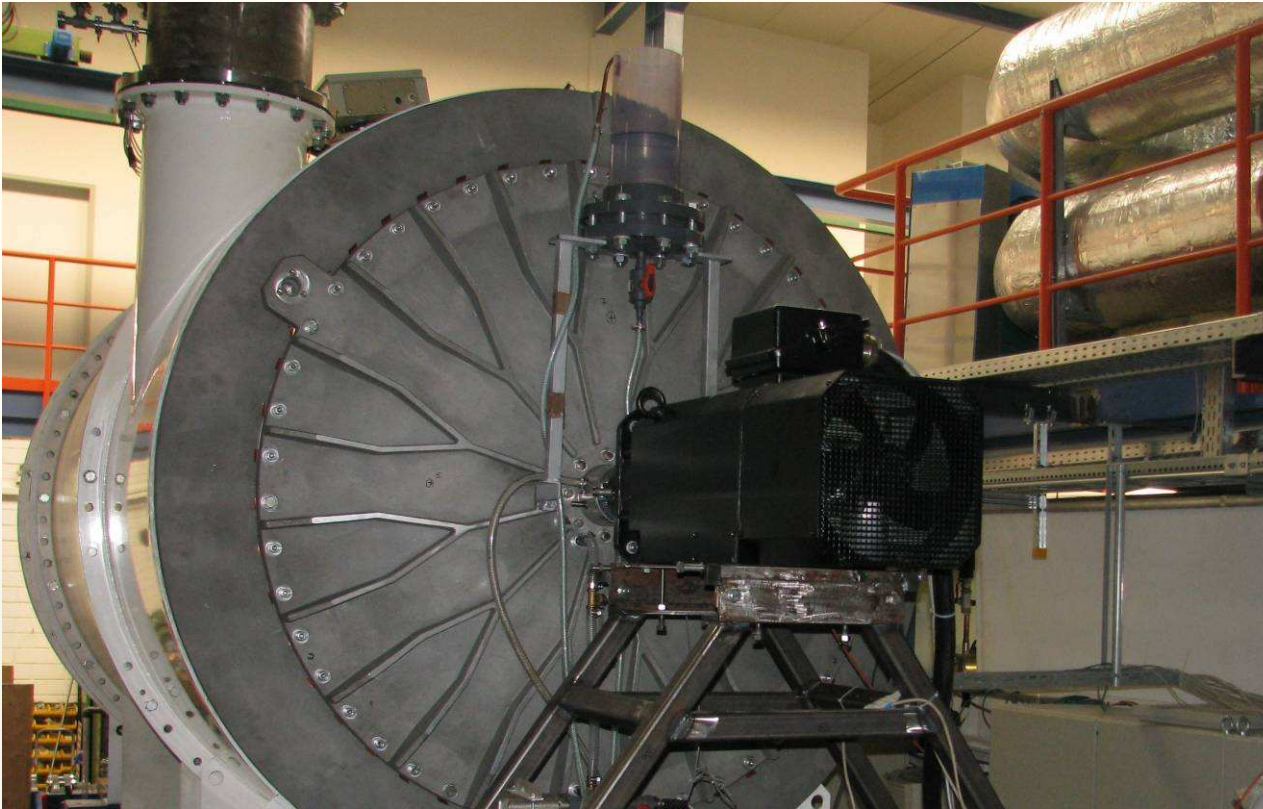
Erste Feldanlagen 2011

**Baureihe im Leistungsbereich zwischen 500 kW und 1700 kW mit dem
Produktnamen AQUAQUANTUM**



© ILK Dresden, Axima Refrigeration

Prüfstand für R718 Hochleistungsturboverdichter





Verbesserte Baureihe Hochleistungsturboverdichter mit Kohlefaserverbundlaufrad

Rohrbündelwärmeübertrager mit Hochleistungsrohren für minimale Temperaturdifferenzen

Modulares Baureihenkonzept für Leistungsbereich zwischen 500 ... 1700kW

Jede Verdichterstufe verfügt über einen Drehzahlgeregelten Antrieb für gutes Teillastverhalten

AQUAQUANTUM



In Kaltwassersätzen:

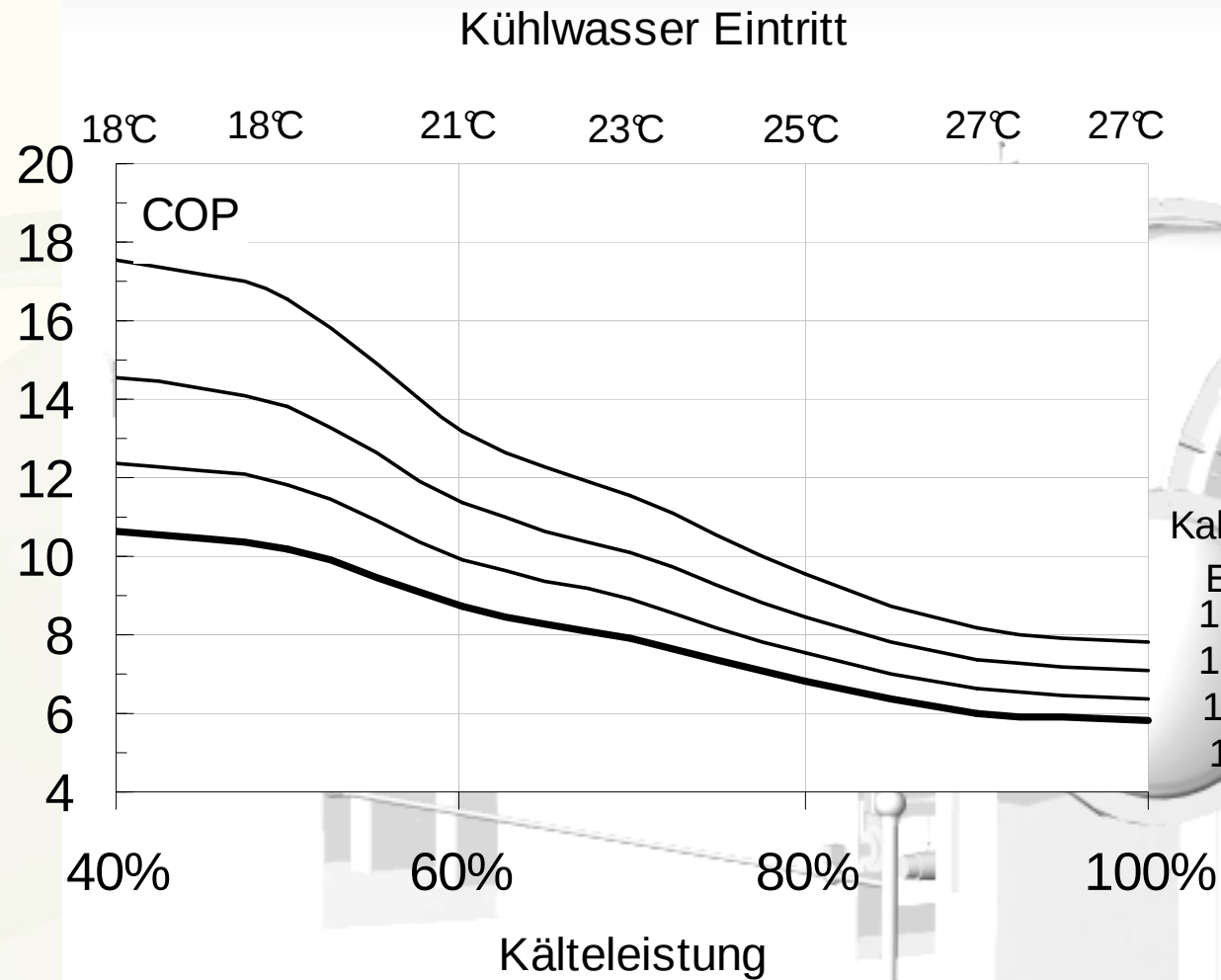
Durch verfahrenstechnische Verbesserungen, technologische Entwicklung und konstruktiven Fortschritt werden die Herstellungskosten soweit sinken, dass die Anlagen zu wettbewerbsfähigen Kosten angeboten werden können.

Turbo KWS mit Wasser als Kältemittel können zur Erhöhung der Energieeffizienz in der Kältetechnik beitragen

Turboverdichterkonzept ist geeignet für weitere Applikationen:

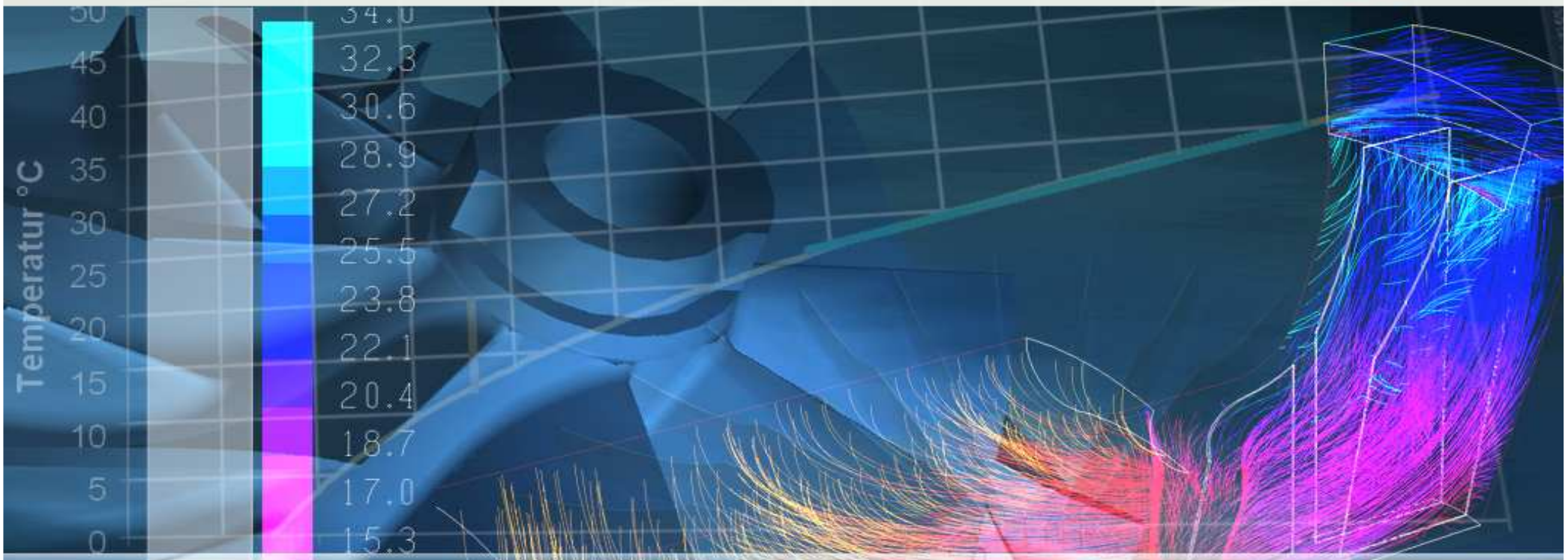
Meerwasserentsalzung

Vakuumeiserzeugung, Eisspeicher



Mit den angestrebten Werten für die Effektivität des Turboverdichters werden Kaltwassersätze mit sehr guten Leistungszahlen angeboten

Kaltwasser
Ein/Aus
18°C/ 12°C
16°C/ 10°C
14°C/ 8°C
12°C/ 6°C



Institut für Luft- und Kältetechnik

Gemeinnützige Gesellschaft mbH

Bertolt-Brecht-Allee 20

01309 Dresden

Dr. Peter Albring

Tel.: +49 351 / 4081-700

Fax: +49 351 / 4081-705

E-Mail: peter.albring@ilkdresden.de

www: www.ilkdresden.de