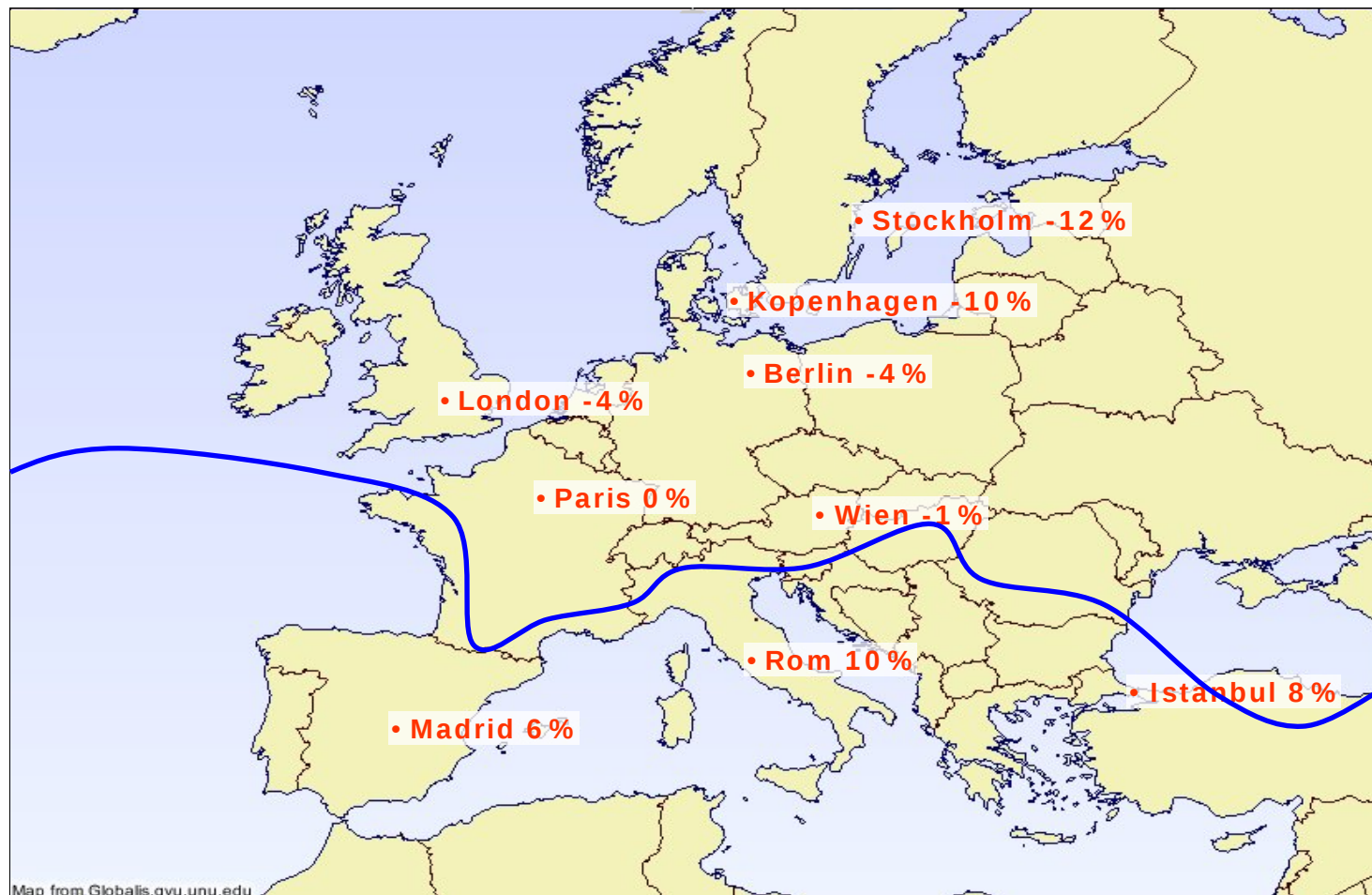


Kompetenz in Kälte und CO₂-Technik

BMU/ Runder Tisch 10. Februar 2011, Bonn



Effizienzunterschiede von R404A und transkritischen CO₂-Kälteanlagen



<http://www.ipu.dk>
Pack calculation II

Entwicklung CO₂-Anlagen mit Danfoss CO₂-Technik

■ Subkritische CO₂- Anlagen (Kaskadenanlagen)

- ca. 1000 Anlagen
- Mehr als 10 Jahre Erfahrung

■ Transkritische Anlagen

- 2006 > 5
- 2007 > 50
- 2008 > 150
- 2009 > 400
- 2010 > 1000

■ Markt- Standard :

- **1. Transkritische Boosteranlage**
- 2. NK Pumpenbetrieb mit CO₂-Sole und TK CO₂ DX

Netto Zentrallager in Dänemark

Gesamte installierte Leistung 1,5 MW

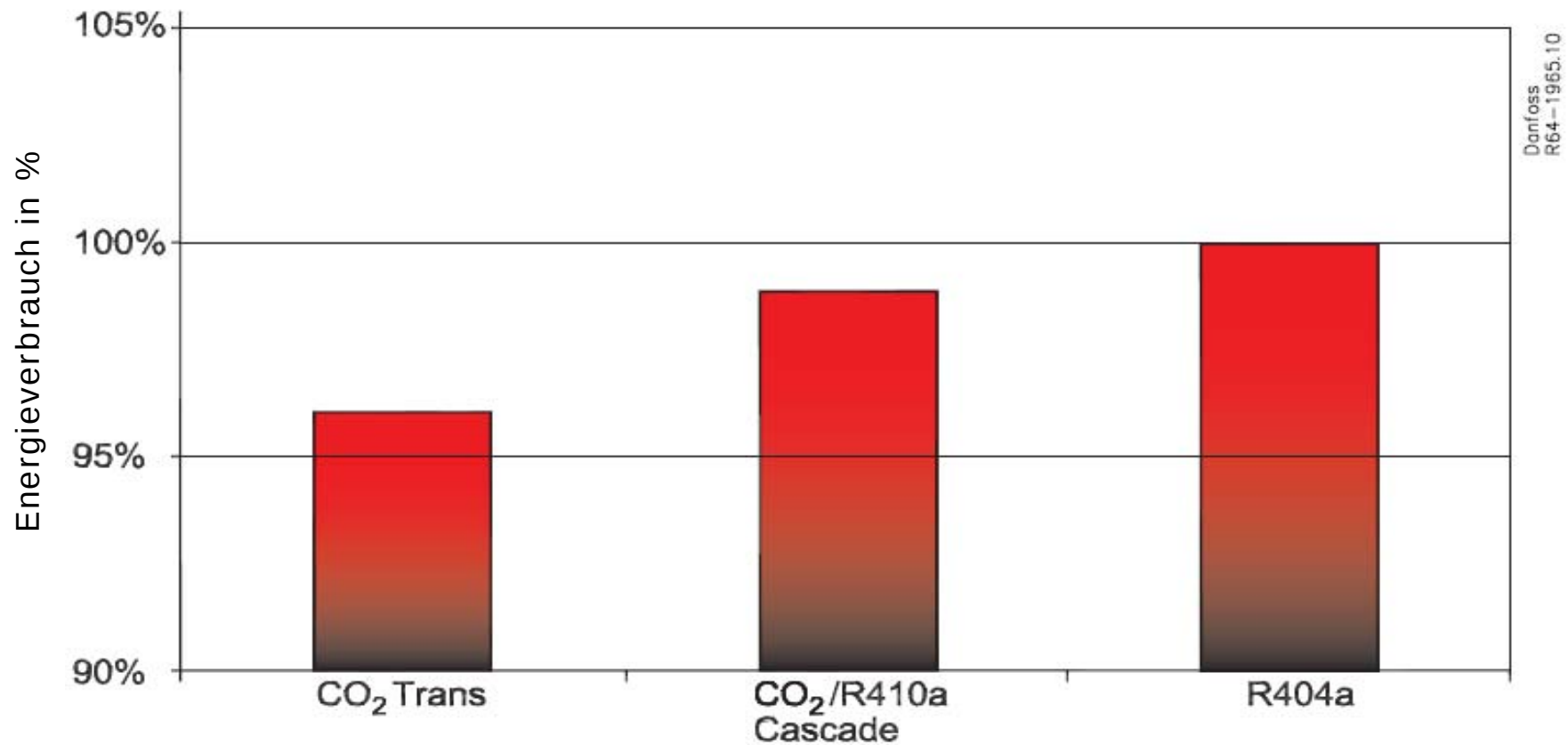
Eröffnung November 2009

20% weniger Installationkosten

1,2 MW WRG (40-70 °C Wasser)



Energieverbrauch in % - Messungen von 3 Märkten in Dänemark



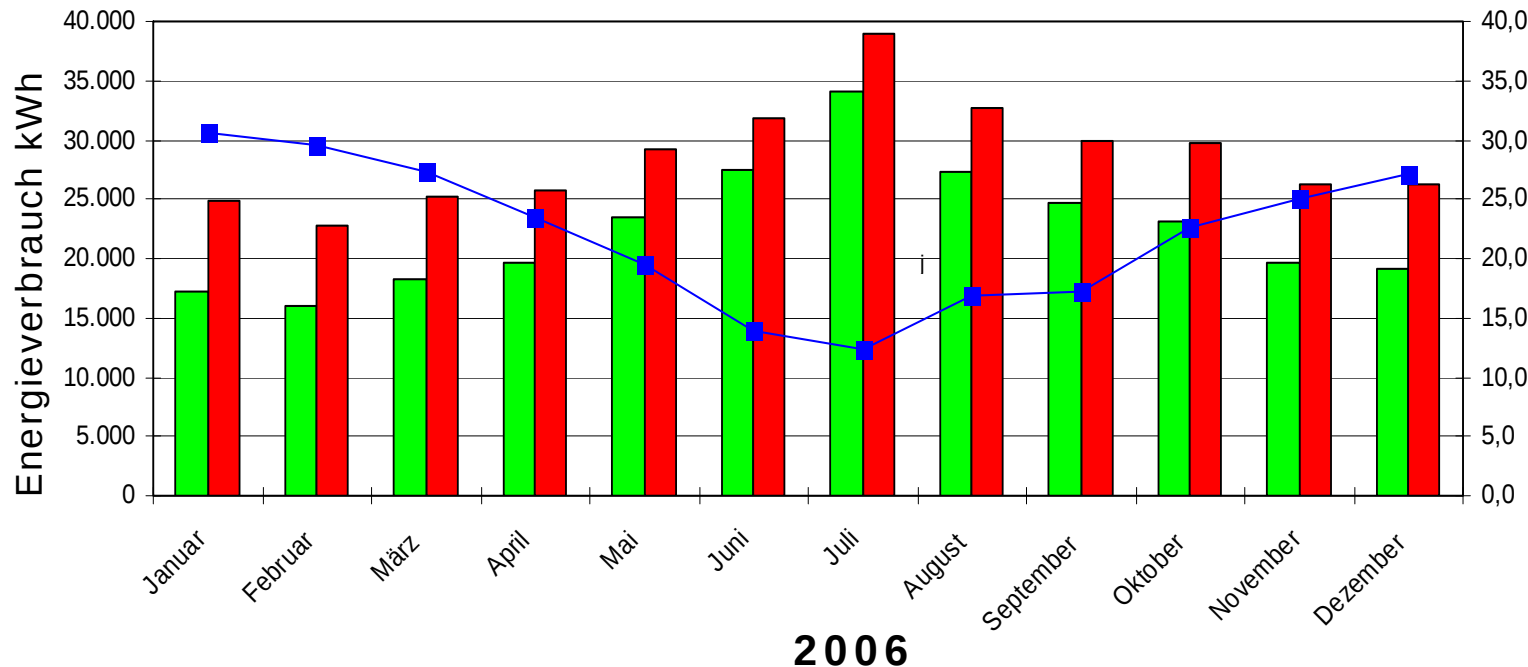
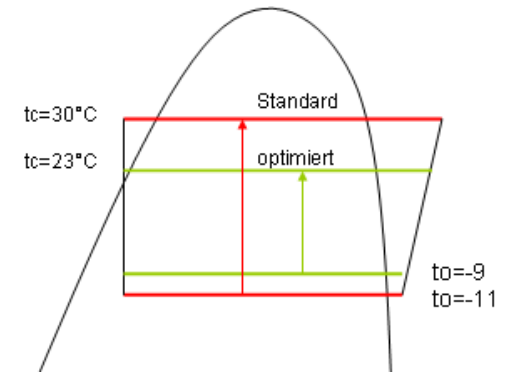
Optimierung des Kreisprozesses

- Die Optimierung des Kreisprozesses verläuft bei der CO₂-Anlage analog zur der einer R404-Anlage.
- Gegenüber der mit konstanten Arbeitsdrücken geregelten Anlage, werden ca. 23%/a Energie gespart.
- Unterschied bei CO₂ gegenüber R404:
 - Bei der transkritischen Hochdruckregelung wird der Gaskühlerdruck nach dem COP-Optimum geregelt. (ca. 5-10% der Betriebszeit)
 - Bei der subkritische Hochdruckregelung wird der Gaskühlerdruck auf den minimal möglichen Druck P_{gmin} geregelt. (ca. 90% der Betriebszeit)
- Die Po-Optimierung erfolgt wie bei R404A Anlagen nach der meist belasteteten Kühlstelle. Es wird der max. mögliche Druck P_o geregelt.

Energieverbrauchsmessung kreisprozessoptimiert

EC-Diepholz mit ADAP-KOOL® - Standard Regelung R404A

EC-Wittingen mit ADAP-KOOL® - optimierte Regelung R404A



Einsparung %



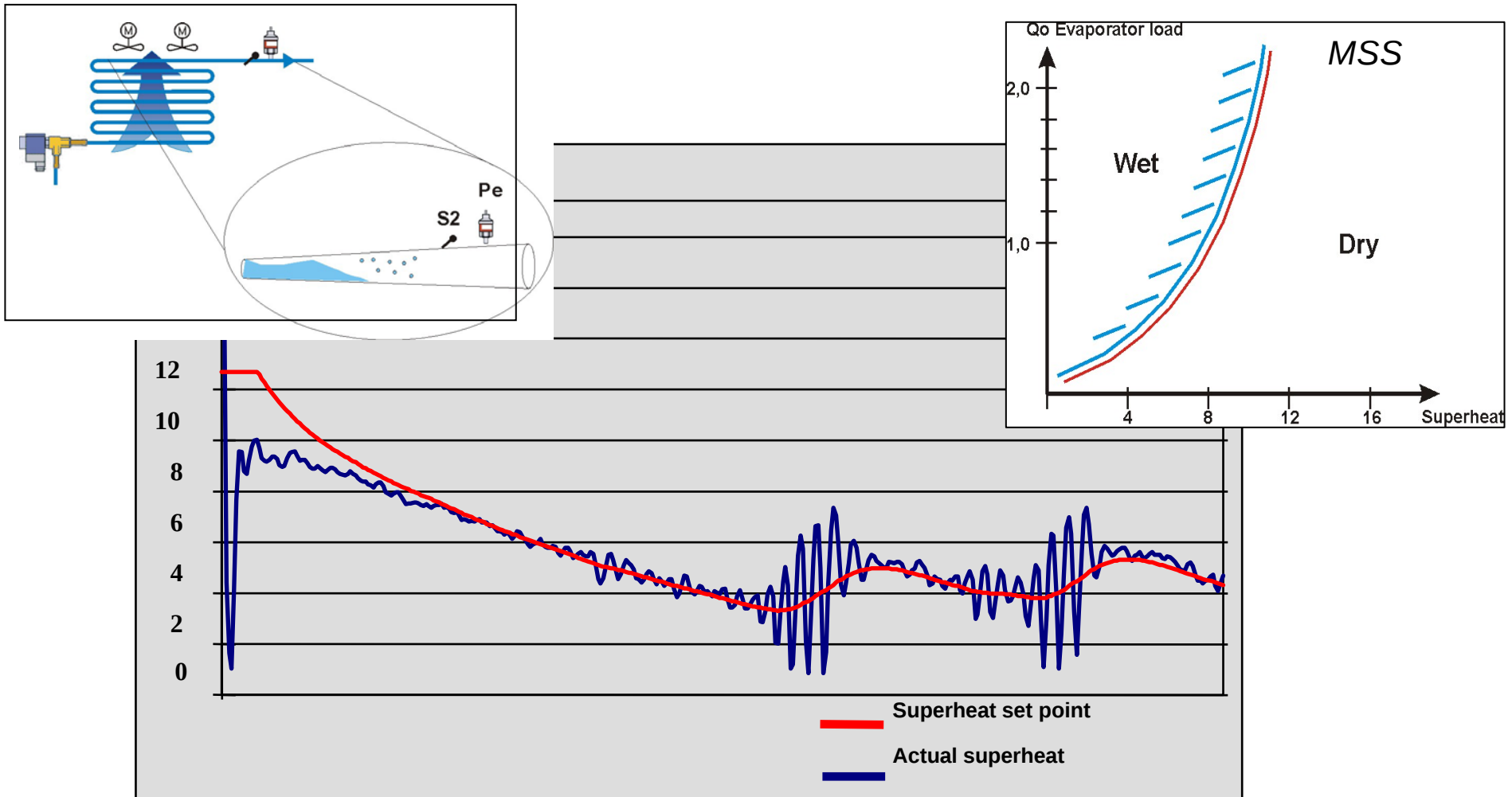
Einsparung=23 %/a

Regelkreise zur Verbrauchsoptimierung

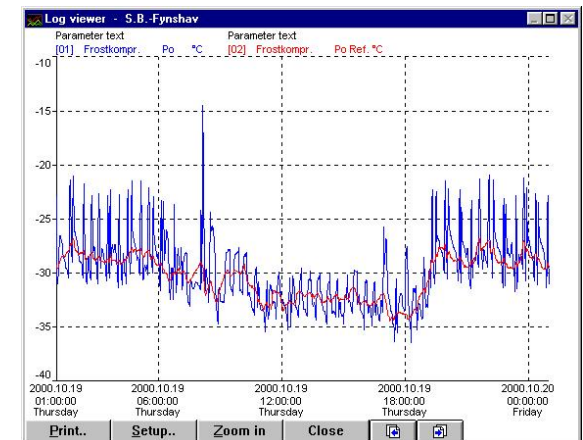
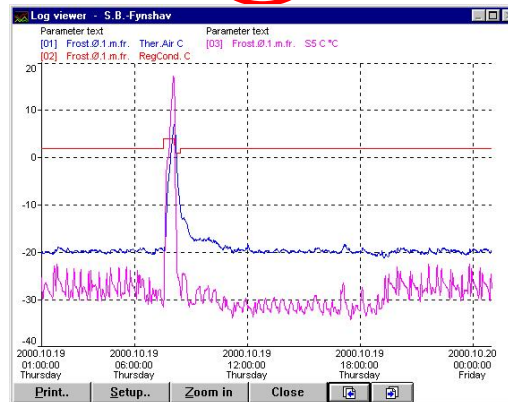
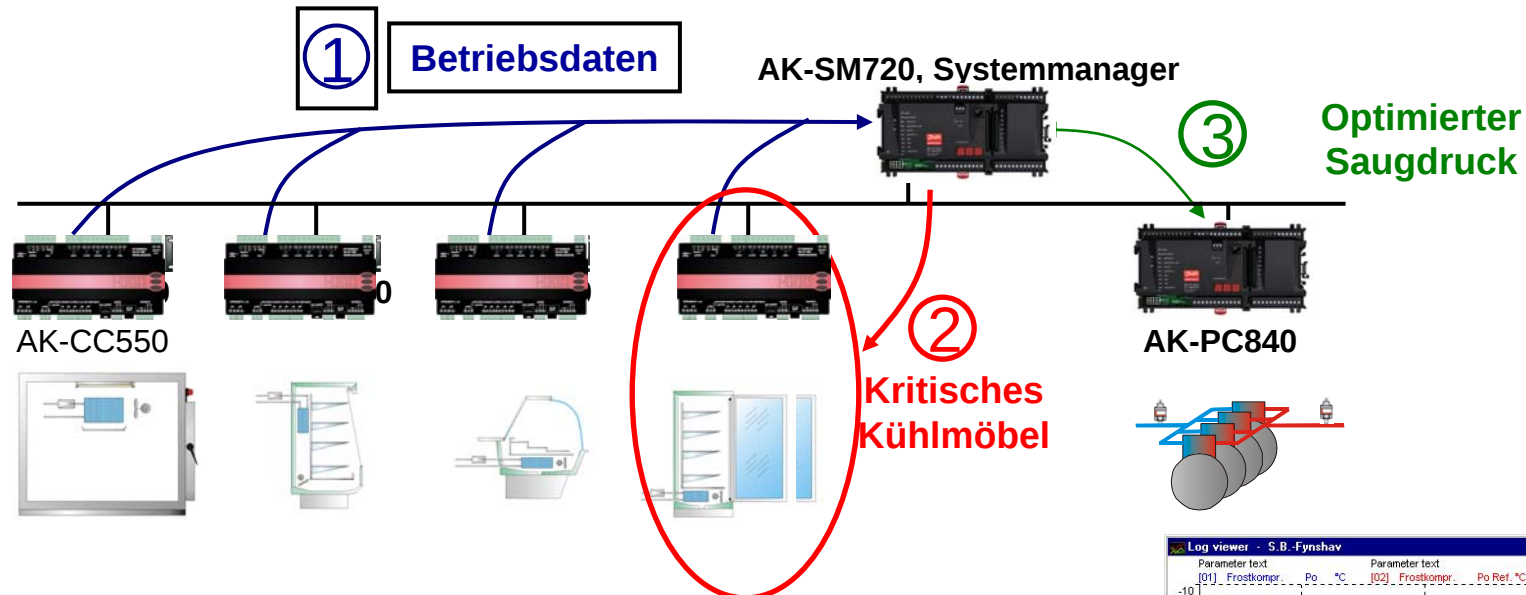
Die Änderungen der Umgebungstemperatur und der Lastbedingungen erfordern eine automatische Anpassung der Regelparameter der Regelkreise an die momentanen Betriebsbedingungen.

1. adaptive Verdampferfüllungsregelung mit an CO₂-angepassten Regelalgorithmus. (AK-CC550A + AKVH10)
(nicht optimierbar: Regler mit konstanter Überhitzungsregelung)
2. Po-Optimierung nach Kühlstellentemperatur bzw. meist belastete Kühlstelle
3. Po-Optimierung durch drehzahlgeregelte Verdichter mit AKD
4. Pgc-Optimierung nach max. COP bzw. nach min Pgc.

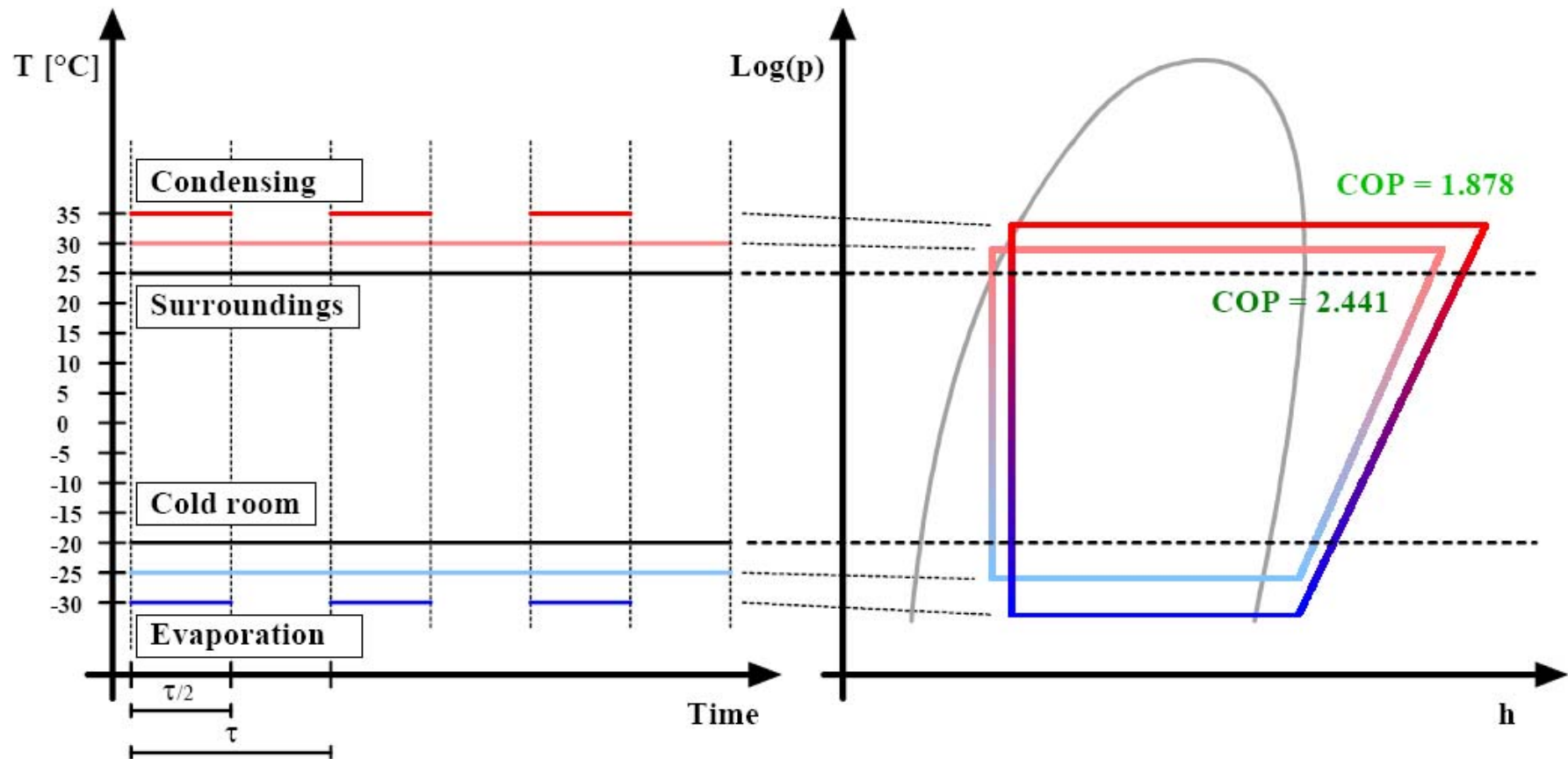
1. Adaptive Verdampferfüllungsregelung



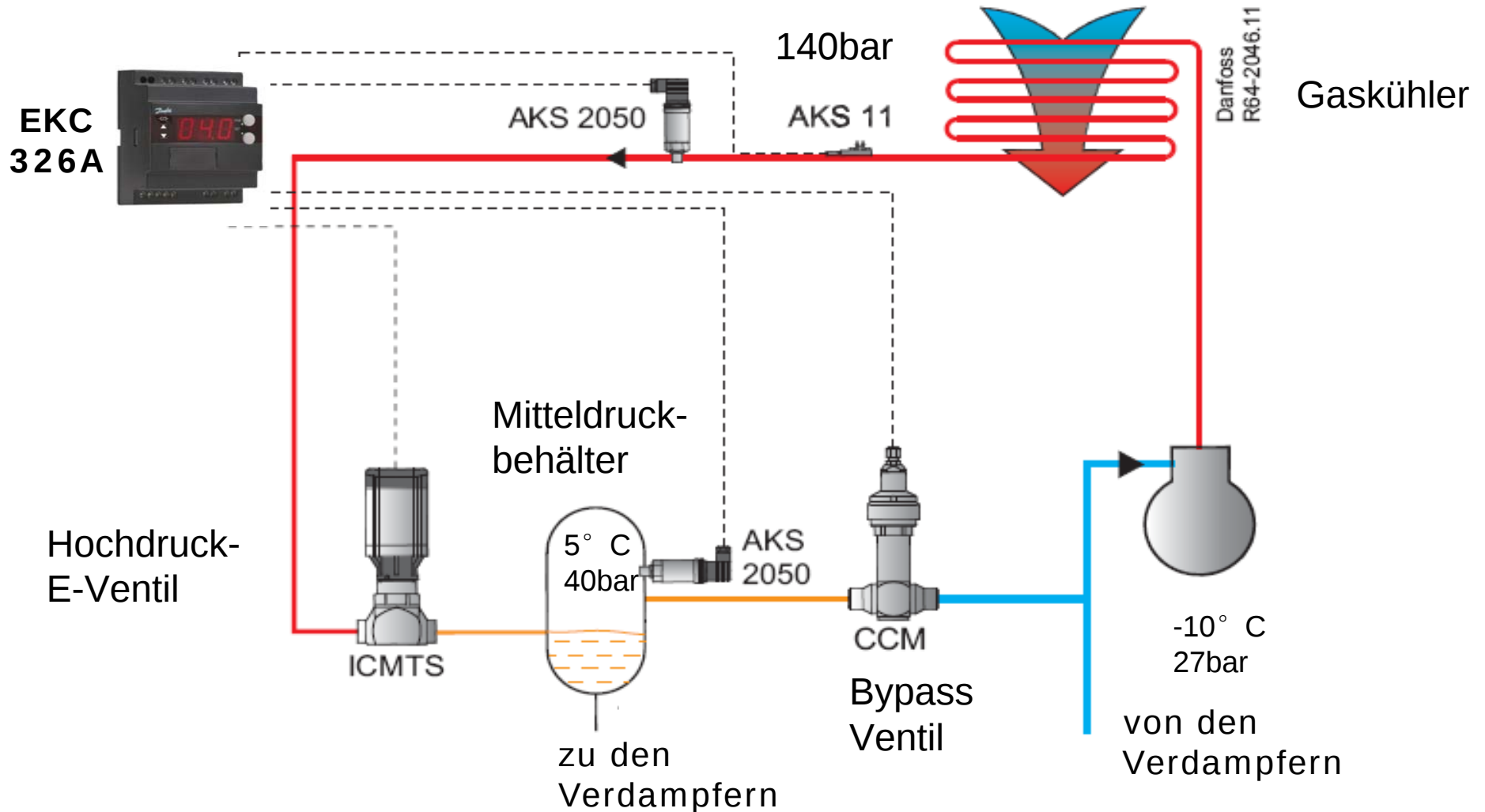
2. Po-Optimierung



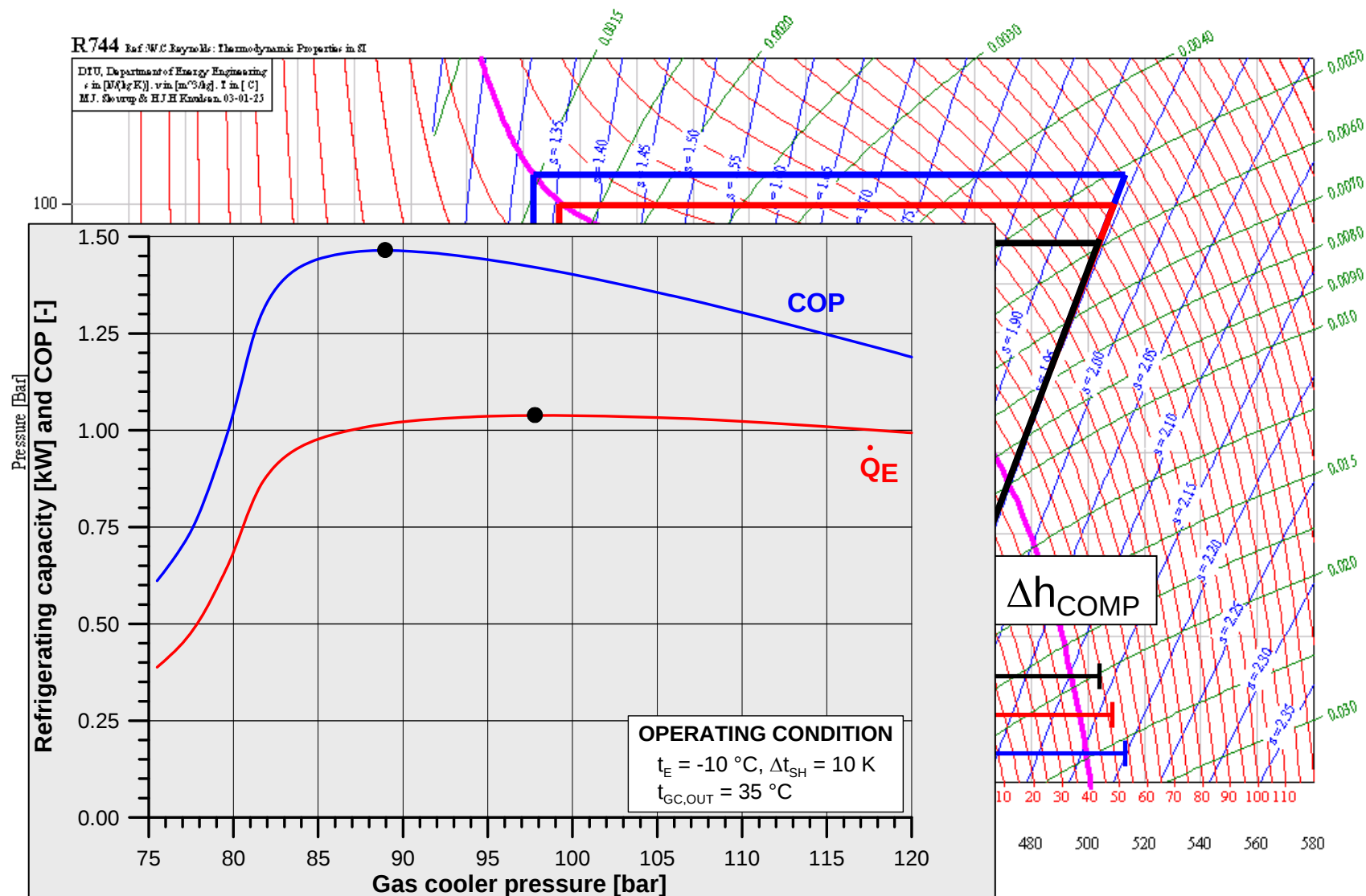
3. Einfluss der Drehzahlregelung auf COP



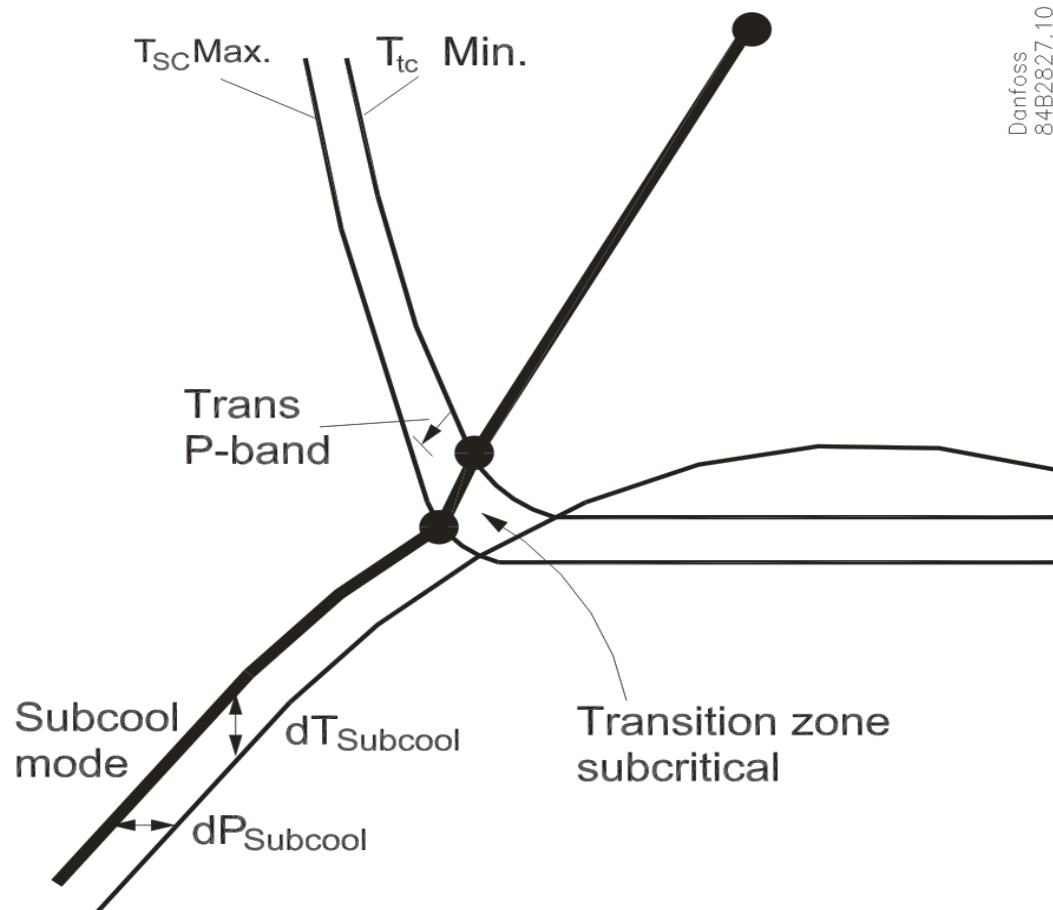
4. Hochdruckregelung des Gaskühlers nach opt. COP



Optimaler COP (Hochdruck)



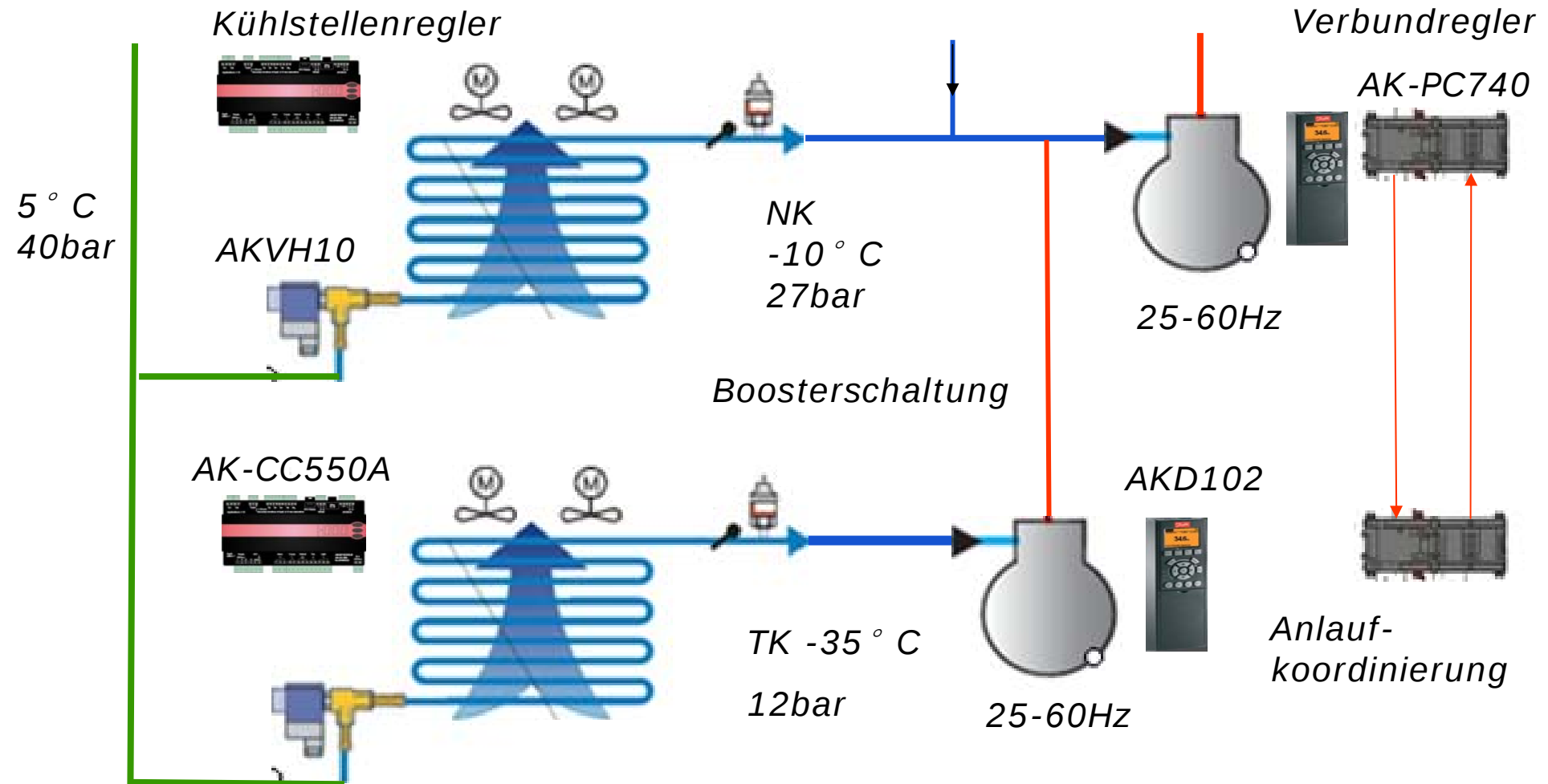
Gaskühler, optimierter COP-Regelalgorithmus



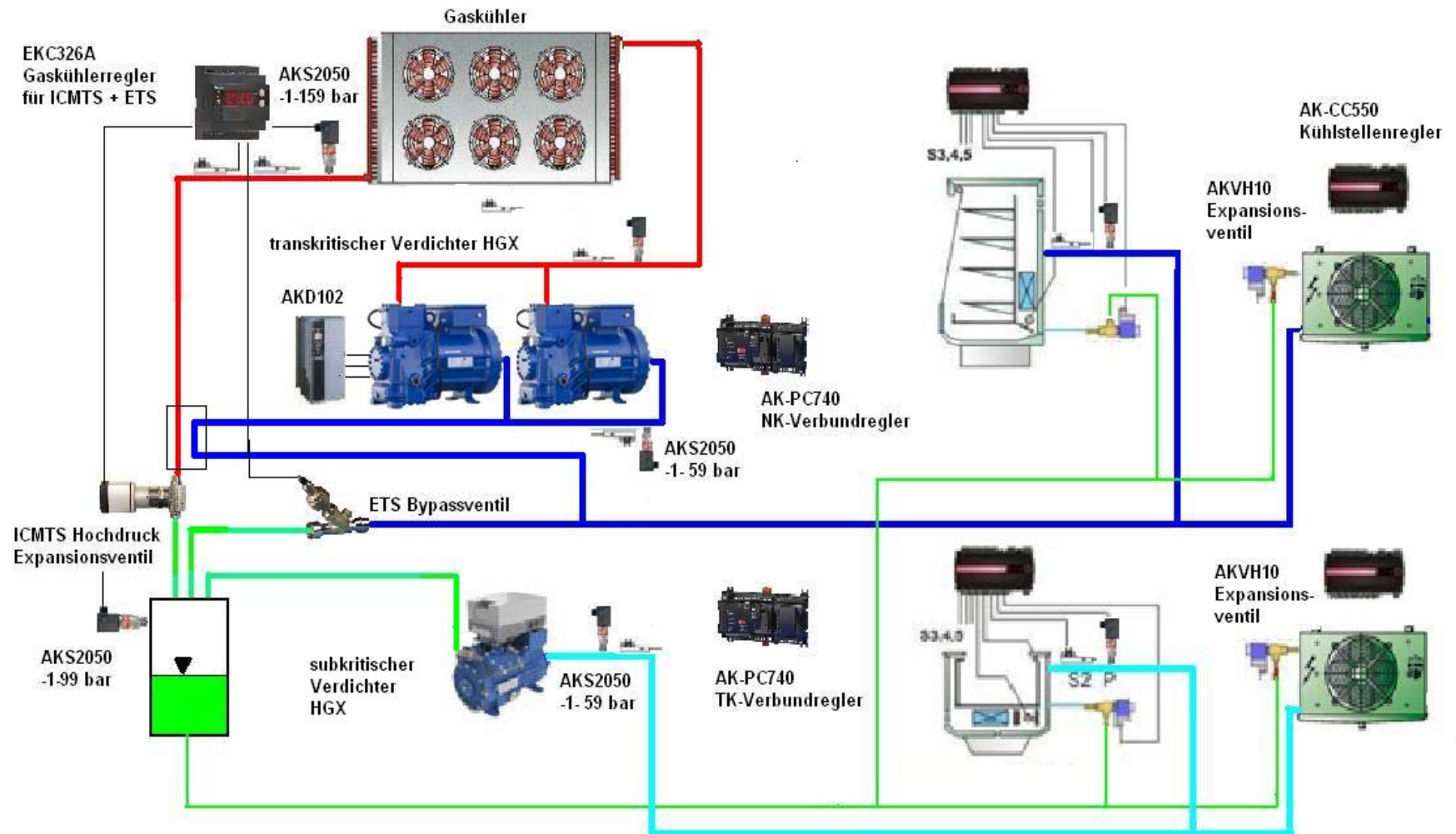
EKC 326A

*2 Betriebsmodi:
Druckregelung für
optimalen COP
oder für max. Q_o*

Verdampfer- und Verdichterregelung

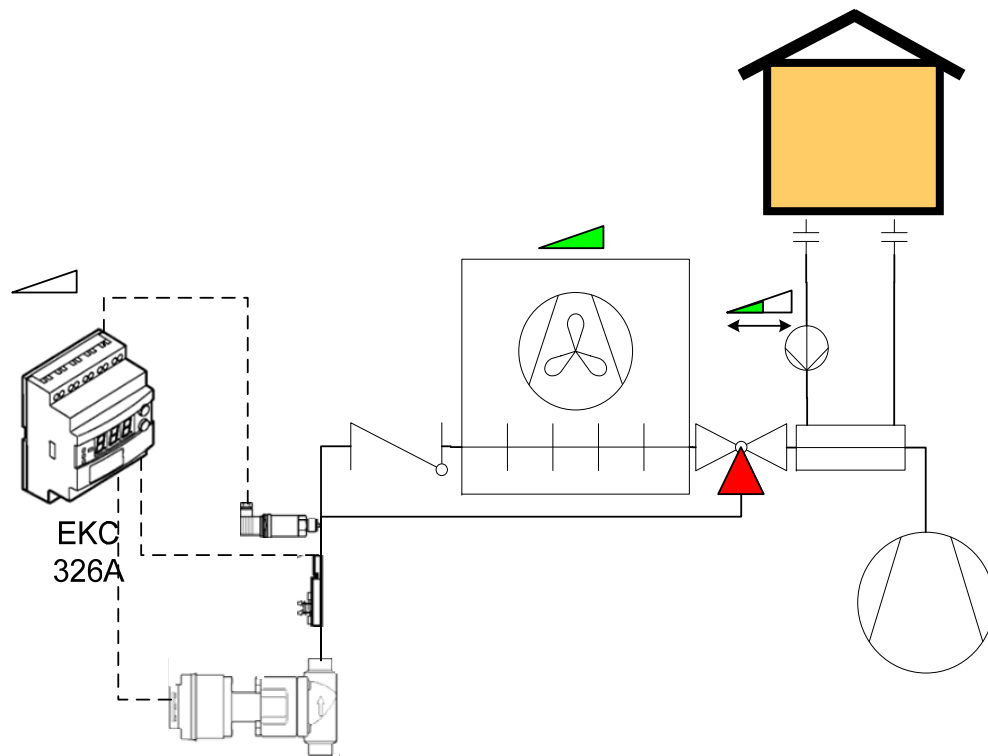


Bock Trainings Boosteranlage



Wärmerückgewinnung / Gebäudeheizung

Kälteanlage = Wärmepumpe



*integrierter Verbundregler
= Gaskühlregler, Verbundregler
WRG – und WP-Regler*



Erfahrungen mit CO2-Anlagen

- Ca. 1200 transkritische Systeme sind in Nordeuropa installiert.
Das ist tägliches Geschäft.
- Alle Supermarktketten haben transkritische CO2-Anlagen in der Ausschreibung
- Aufgrund technischer Überlegenheit und kleiner Komplexität haben Gas by-pass Systeme einen großen Marktanteil gewonnen.
- Der Energieverbrauch liegt bei den ersten transkritischen Systemen auf dem gleichen Level wie HFC-Systeme. Mit adaptiven Regelungen können die Verbräuche erheblich verbessert werden.
- Wärmerückgewinnung und Wärmepumpenbetrieb versprechen weitere Einsparungen.