

# Optimierungsmöglichkeiten in der Praxis

eicher+pauli  
Planer für Energie- und Gebäudetechnik

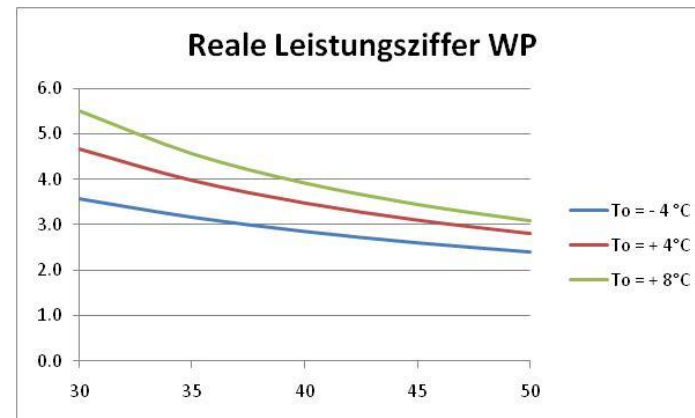
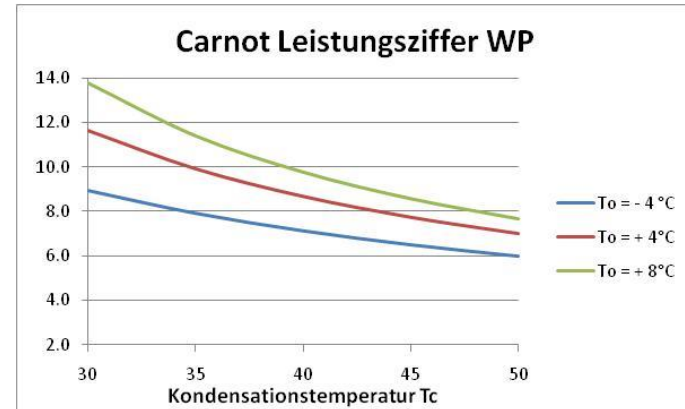


## Carnot Leistungsziffer/reale Leistungsziffer

Carnot Leistungsziffer (Gütegrad = 0.4) für die Verdampfungstemperaturen  $T_o$  von:

- 8°C, +4 °C und + 8°C

sowie die reale Leistungsziffer  
In Funktion der Kondensationstemperatur von + 30°C bis + 50°C



Absenkung der Kondensationstemperatur um  $1^{\circ}\text{C}$   
reduziert die Aufnahme an elektrischer Energie um etwa 3%

Erhöhung der Verdampfungstemperatur um  $1^{\circ}\text{C}$   
reduziert die Aufnahme an elektrischer Energie um etwa 4%

## Grenzen der Optimierung:

- Zulässige Differenzdrücke für Expansionsventile
- Einsatzgrenzen Verdichter (Ölmanagement, Elektromotor)
- Komponenten-Performance (Ölabscheider)
- Wärmepumpenbetrieb

## Treibhauseffekt von Kälteanlagen und Wärmepumpen

**TEWI = TOTAL EQUIVALENT WARMING IMPACT**

$$\text{TEWI} = (\text{GWP} \times L \times n) + (\text{GWP} \times m [1 - \alpha_{\text{recovery}}]) + (n \times E_{\text{annual}} \times \beta)$$



<b>GWP</b>	= Treibhauspotenzial	[CO <sub>2</sub> -Äquivalent]
<b>L</b>	= Leckrate pro Jahr	[kg]
<b>n</b>	= Betriebszeit der Anlage	[Jahre]
<b>m</b>	= Anlagenfüllgewicht	[kg]
<b>α<sub>recovery</sub></b>	= Recycling Factor	
<b>E<sub>annual</sub></b>	= Energiebedarf pro Jahr	[kWh]
<b>β</b>	= CO <sub>2</sub> -Emission pro kWh	[Energie-Mix]

## Beispiel von Kältemittel mit geringen GWP

Auszug aus EN 378:2016 Teil 1

Tabelle E.1 (fortgesetzt)

Kältemittelnummer	Chemische Bezeichnung <sup>b</sup>	Chemische Formel	Sicherheitsklasse	Fluidgruppe PED <sup>m</sup>	Praktischer Grenzwert <sup>d</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	ATEL/ODL <sup>g</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	LFL <sup>h</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Dampfdichte 25 °C, 101,3 kPa <sup>a</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	Molare Masse <sup>a</sup>	Normaler Siedepunkt <sup>a</sup> (°C)	ODP <sup>a</sup>	GWP <sup>l</sup> (100 y ITH)	GWP <sup>a f</sup> (AR5) (100 y ITH)	Selbstentzündungstemperatur (°C)
134a	1,1,1,2-Tetrafluor-ethan	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	A1	2	0,25 <sup>i</sup>	0,21 <sup>j</sup>	NF	4,17	102,0	-26	0	1 430	300	743
1234ze(E)	trans-1,3,3,3-Tetrafluor-prop-1-en	CF <sub>3</sub> CF=CHF	A2L	2 <sup>n</sup>	0,061	0,28	0,303	4,66	114,0	-19	0	7	1	368
1270	Propen (Propylen)	CH <sub>3</sub> CH=CH <sub>2</sub>	A3	1	0,008 <sup>i</sup>	0,0017 <sup>j k</sup>	0,046	1,72	42,1	-48	0	2		455
717	Ammoniak	NH <sub>3</sub>	B2L	1	0,00035 <sup>i</sup>	0,00022 <sup>j</sup>	0,116	0,700	17,0	-33	0	0		630
744	Kohlenstoffdioxid	CO <sub>2</sub>	A1	2	0,1 <sup>i</sup>	0,072 <sup>j</sup>	NF	1,80	44,0	-78 <sup>c</sup>	0	1		ND

## Betriebsoptimierung durch Wartung

- Jährliche Dichtheitskontrolle
- Reduktion der Leckrate pro Jahr

## Wärmeaustauscher reinigen

- spart Betriebskosten
- erhöht die Betriebssicherheit
- Reduziert Energiebedarf pro Jahr

## Betriebsoptimierung durch neue Installation

- Aufstellungsort, Bedingungen, Betriebsanforderungen
- (Re-)Dimensionierung: Am Kälteleistungs- und Temperaturbedarf angepasst
- Verteilnetz und Speicher, Wärmedämmung
- Regelung, übergeordnete Steuerung
- Kompressor und effizienter Elektromotor (IE4 oder IE3 + FU)

Beispielrechnung:

Ausrüstung der Kompressoren mit IE4- statt mit IE3-Motoren ist hoch wirtschaftlich.

Der Mehrpreis von IE3 Motor zu IE4 Motor für 5 Kompressoren = 14'600 CHF

Stromkosteneinsparungen = ca. 9,9 kCHF/a (30,8 kW x 2'699 h/a = 83 MWh/a; 12 Rp./kWh)

Payback = ca. 1,5 Jahre

- Wärmerückgewinnung/Abwärmennutzung
- Effizienz-Messung
- alternative Technologien



## Zugrunde liegend Normen

- EN 378-1:2016 *Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien*
- EN 378-2:2016 *Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation*
- EN 378-3:2016 *Aufstellungsort und Schutz von Personen*
- EN 378-4:2016 *Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Rückgewinnung*

Zu beziehen bei:  
Schweizerische Normen-Vereinigung (SNV)  
Bürglistrasse 29, CH-8400 Winterthur  
<http://www.snv.ch>

SIA 382/1 Lüftungs- und Klimaanlageanlagen, Allgemeine Grundlagen und Anforderungen

## FAZIT

- Unterstützung durch Fachperson (Experte / Planer / ...)
- Stromeffizienzförderung Prokilowatt vom BFE  
[https://prokw.ch/web/cportal/portal\\_dashboard#/](https://prokw.ch/web/cportal/portal_dashboard#/)
- ...

Noch Fragen?

Danke für Ihre Aufmerksamkeit