++
PLUSPLUS
PRINZIP

HERZLICH WILLKOMMEN!

PROZESSKÄLTE TEIL 1

Online-Seminar mit Sylvia Jacobi

Das PlusPlus-Prinzip – Eine Klimaschutzkampagne der deutschen Ernährungsindustrie

BVE

Gemeinsam mit unseren Partner-unternehmen

ÖKOTEC ENERGIEMANAGEMENT GMBH

enersuma Energy & Sustainability Management Consulting GmbH

ifeu INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG HEIDELBERG

Gefördert durch:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

VORSTELLUNG

++ PLUSPLUS PRINZIP

ÖKOTEC ENERGIEMANAGEMENT GMBH

- Beratungs- und Softwareunternehmen für Energie- und Ressourceneffizienz seit 1999
- Ein Unternehmen von Veolia seit 2016
- CO_2-Vermeidung und -Reduzierung durch technische und organisatorische Maßnahmen
- Erfahrung in allen relevanten Industriebranchen, Gewerbe und Gebäuden
- Interdisziplinäres Team mit 50 Mitarbeitern

Sylvia Jacobi

Senior Consultant

ÖKOTEC Energiemanagement GmbH

AGENDA – TEIL 1

PLUSPLUS PRINZIP

1. Kälte in der Ernährungsindustrie
2. Grundlagen
3. Bewertung der Energieeffizienz
4. Effizienzsteigerung durch Systemoptimierung

PLUSPLUS
PRINZIP

KÄLTE
IN DER ERNÄHRUNGSINDUSTRIE

TYPISCHE ANWENDUNGSGEBIETE VON KÄLTE IN DER ERNÄHRUNGSINDUSTRIE

Abkühlen von Produkten

Abkühlen von Produkten auf Temperaturen oberhalb von 0°C

Gefrieren von Produkten

Abkühlen von Produkten mit Umwandlung des Aggregatzustands

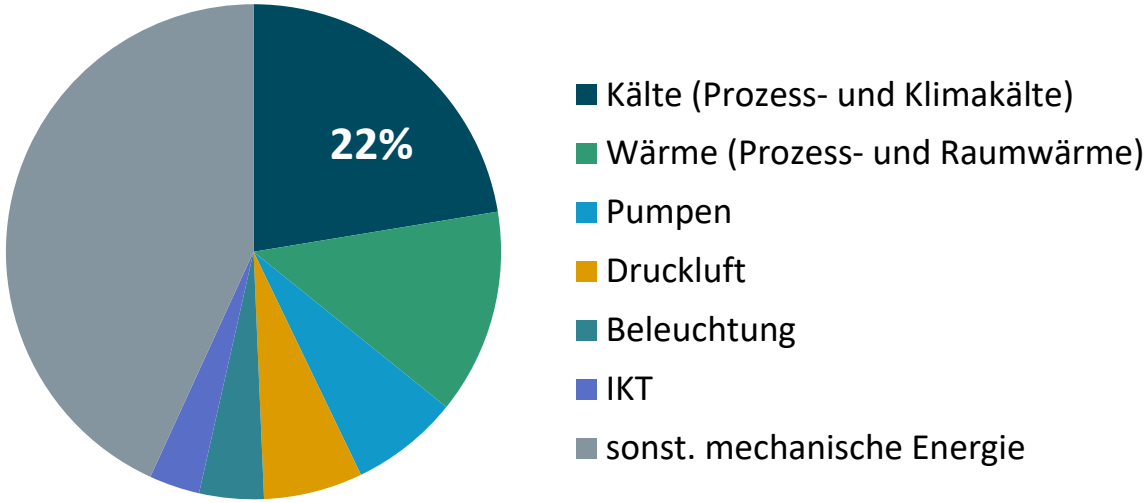
Kühlen von Räumen

Absenkung der Raumtemperatur unter die Umgebungs-temperatur

RELEVANZ DES KÄLTEVERBRAUCHS IN DER ERNÄHRUNGSINDUSTRIE

- **CO_2-Emissionen aus Strom zur Kälteerzeugung** **3,2 Mio. t CO_2**
  - davon Prozesskälte 81%
  - davon Klimakälte 19%

CO_2-Emissionen Strom in der Ernährungsindustrie 2018



Quellen: AG Energiebilanzen e.V., 2018; UBA, 2014

ENERGIEEINSPARPOTENTIALE KÄLTETECHNIK

Durch den Einsatz effizienter Technik in Kälteanlagen können in Deutschland bis zu 32.000 GWh/a eingespart werden.

Energieeinsparpotentiale

- **Reduzierung der treibenden Temperaturdifferenzen an Wärmetauschern ca. 12%**
- **Effiziente Regelung ca. 10%**
- **Einsparung des Kältebedarfs ca. 7%**
- **Einsatz von hocheffizienten Antriebsmaschinen ca. 3%**
- **Weitere Anlagenoptimierung ca. 8%**

Quelle: Forschungsrat Kältetechnik, 2008

PLUSPLUS
PRINZIP

GRUNDLAGEN

2. HAUPTSATZ DER THERMODYNAMIK

Alle Erfahrungen über die Richtung der Energieübertragung bei Vorgängen in Natur und Technik sind im 2. Hauptsatz der Thermodynamik zusammengefasst. Er besagt:

Wärme geht niemals von selbst von einem Körper niederer Temperatur zu einem Körper höherer Temperatur über.

Diese historisch älteste Formulierung geht auf den deutschen Physiker ROBERT CLAUSIUS (1822-1888) zurück, der den 2. Hauptsatz erstmals formuliert hat.

VERSORGUNG EINES KÄLTEVERBRAUCHERS MIT KOMPRESSIONSKÄLTEANLAGE

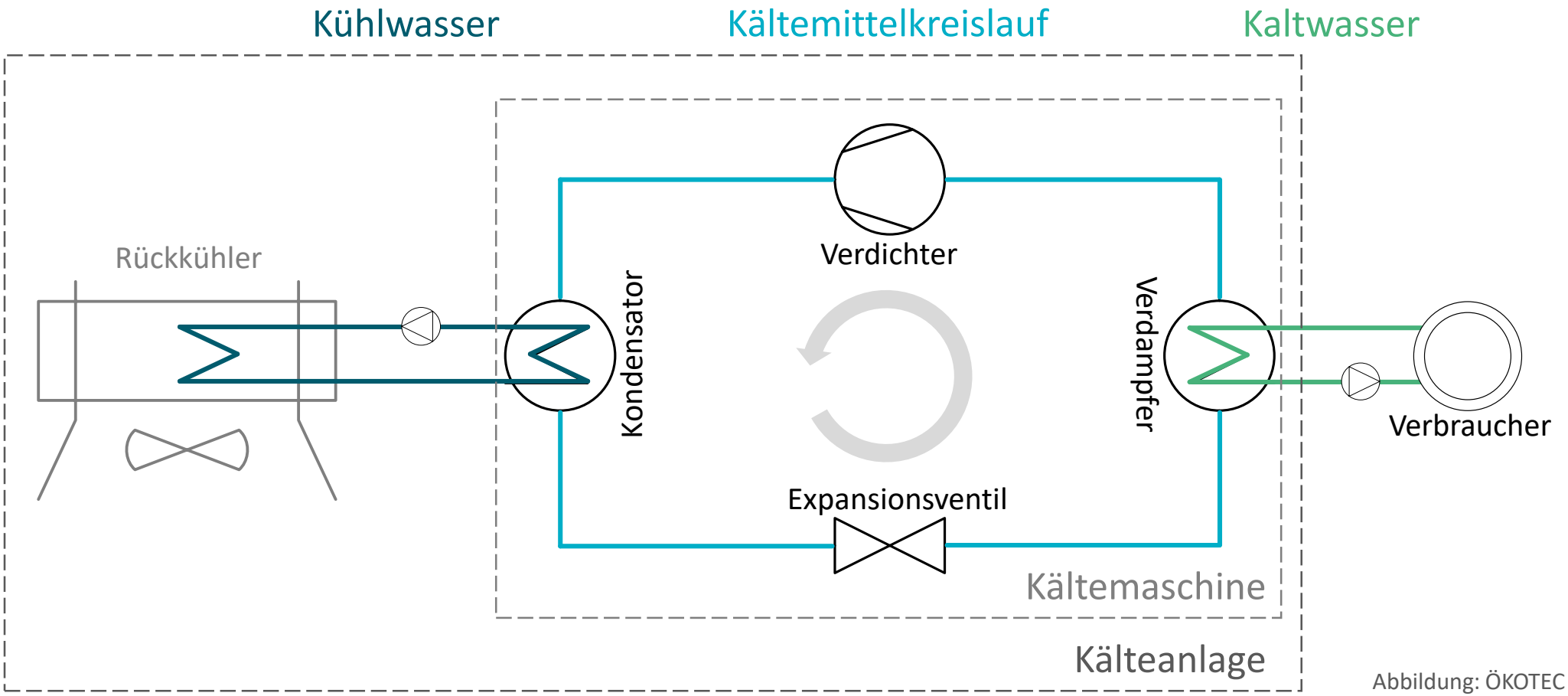


Abbildung: ÖKOTEC

FREIE KÜHLUNG UND RÜCKKÜHLER

Freie Kühlung

- Kühlung ohne Verdichterbetrieb bei direkter oder indirekter Wärmeabführung an die Umgebung

Rückkühler

- Gerät zur Abführung der thermischen Leistung eines Wärmeträgermediums
- Ausführungsformen
  - direkte Durchlaufkühler
  - Trockenkühler
  - offener / geschlossener Kühlturm
  - Hybridkühler

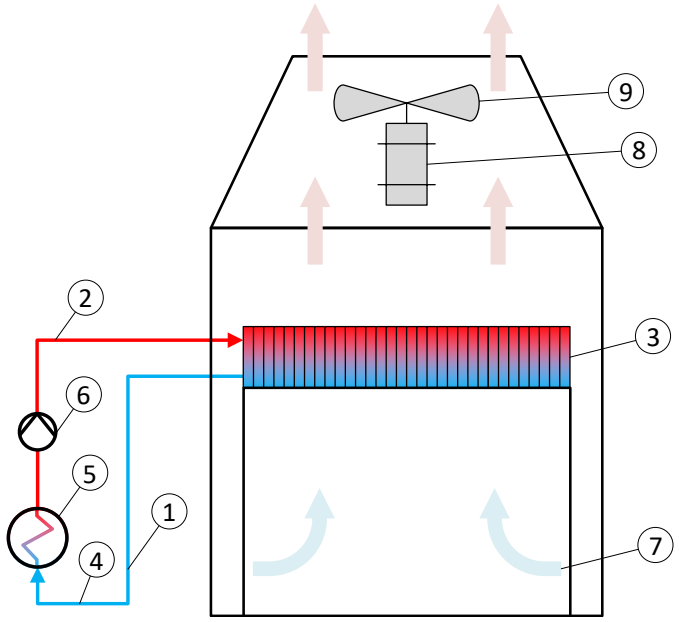
FREIE KÜHLUNG

Direkte Erzeugung von Kaltwasser bei geringen Außentemperaturen ohne Verdichter durch den Einsatz von

- Trockenkühlern
- Kühltürmen
- Hybridkühlern

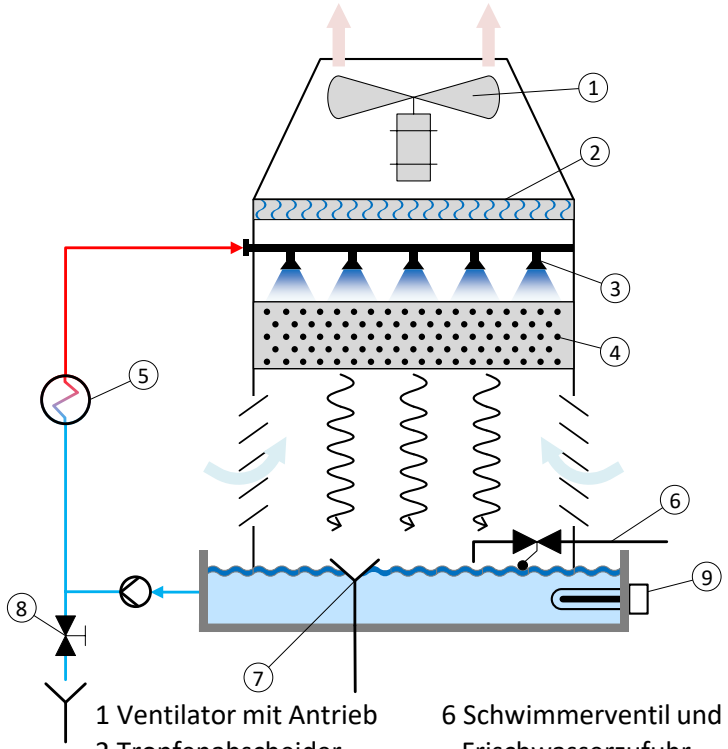
Die Kühltemperatur liegt nur leicht unter der Umgebungstemperatur.

Trockenkühler



1 Kühlkreislauf
2 Vorlauf
3 Wärmetauscher
4 Rücklauf
5 Wärmequelle
6 Kühlkreislaufpumpe
7 Kühlluft
8 Ventilator
9 Ventilatorbetrieb

Kühlturm



1 Ventilator mit Antrieb
2 Tropfenabscheider
3 Düsenstock
4 Rieselpackung (Füllkörper)
5 Wärmequelle
6 Schwimmerventil und Frischwasserzufuhr
7 Überlauf
8 Abschlämmung
9 Frostschutzheizung

Abbildungen: ÖKOTEC

RÜCKKÜHLSYSTEME

System	Mindest-kühlgrenz-abstand	t min *1)	Wasser-verwendung *2)	direkter Energie-verbrauch
	K	°C	$m^3/h/MWh_{th}$	kW_0/MW_{th}
Durchlaufsystem direkt	3-5	18-20	86	10
Durchlaufkühlung mit Sekundärkreislauf	6-10	21-25	86	15
Nasskühlturm mit offenem Kühlkreislauf	9-15	27-31	2	20
Hybridkühlturm	7-14	28-35	0,5-1,5	23
Kühlturm mit geschlossenem Kreislauf	7-14	28-35	variabel	>23
Trockenkühler	10-15	40-45	0	20

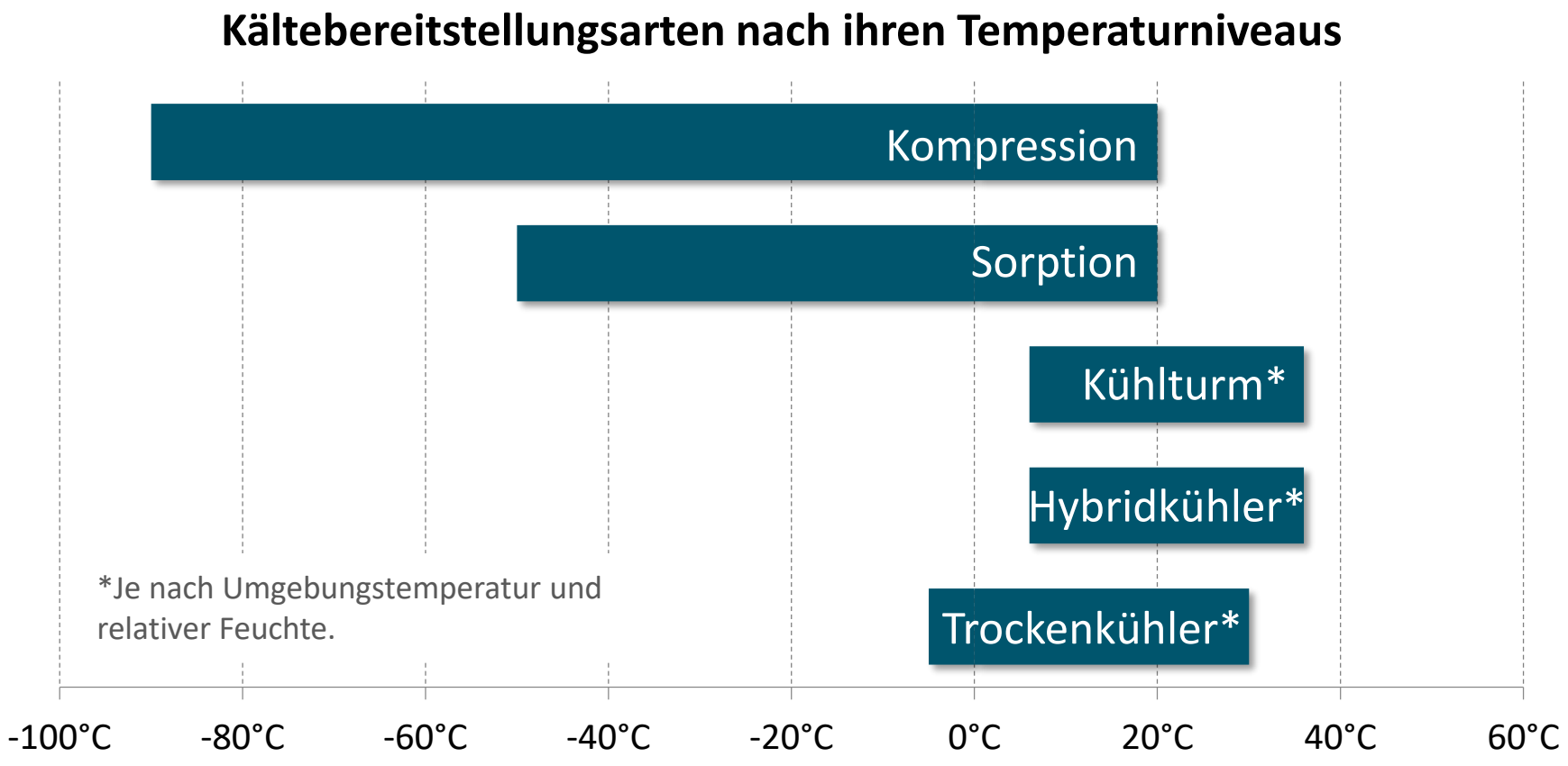
*1) 30°C/21°C Trocken-/Feuchtkugeltemperatur bzw. 15°C Wassertemperatur
*2) bei Δt 10K, Konzentrationszyklen offener Nasskühler 2-4, offene Hybridkühlung 75%, geschlossene Hybridkühlung 0-25%

Quelle: IPPC; Refference Document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems, 2001, European Commission

KÄLTEEINSATZ IN DER ERNÄHRUNGSINDUSTRIE

Industriezweig	Abkühlen von Produkten	Frosten	Raumkühlung / Entfeuchtung	Lager-kühlung	Transport-kühlung	TK-Lagerung	Kondensieren von Gasen	Eis-erzeugung
Nutztemperatur-bereich	**0°C bis 21 °C**	**bis -40°C**	**4°C bis 21 °C**	**0°C bis 7°C**	**0°C bis 7°C**	**0°C bis -25°C**	**bis -60°C**	**-6°C bis -8°C**
Schlachtbetriebe / Fleischverarbeitung	■	■	■	■	■	■		■
Lebensmittel-verarbeitung	■	■	■	■	■	■	■	■
Molkereitechnik	■		■	■	■			
Getränkeindustrie / Brauereien	■		■	■	■			
Bäckereien		■	■	■	■	■		■

KÄLTEBEREITSTELLUNGSARTEN



Quelle: Hesselbach, Energie- und klimaeffiziente Produktion, 2012

THERMODYNAMISCHE PROZESSE ZUR KÄLTEERZEUGUNG IN KÄLTEMASCHINEN

Kompressionskälteprozess

mit Zuführung mechanischer Energie

- **Kaltdampfprozess**
- **Kaltluftprozess**
- **Dampfstrahlkälteprozess**

Sorptionsprozess

mit Zuführung Wärmeenergie

- **Absorptionskälteprozess**
- **Adsorptionskälteprozess**

Weitere Prozesse

- **Thermoelektrischer Kälteprozess, Vortex-Kälteprozess**

Linkslaufender Kreis-Prozess

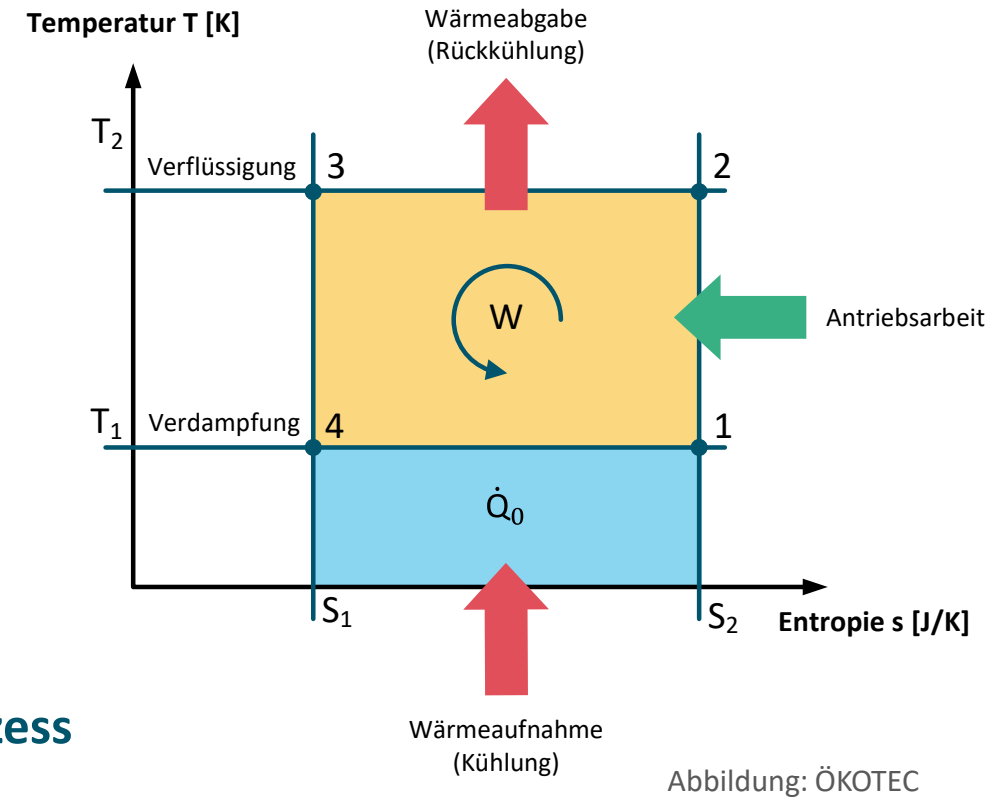
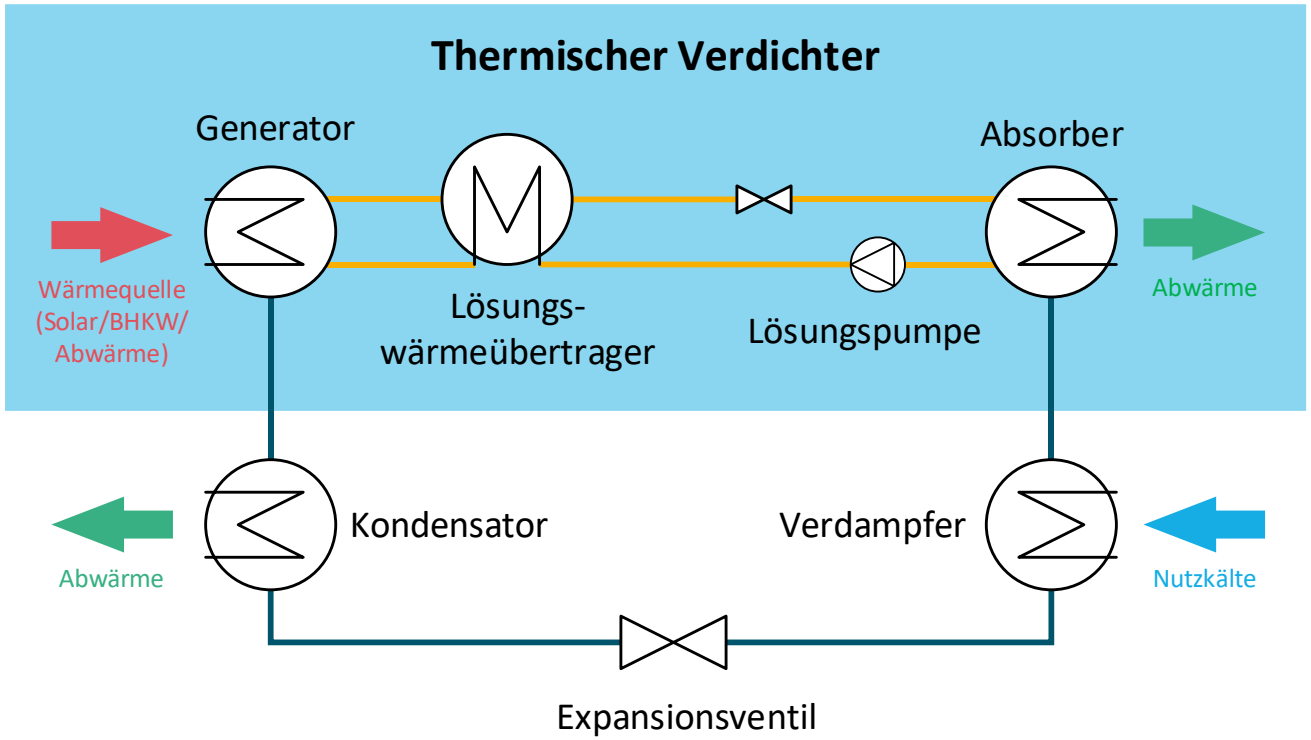


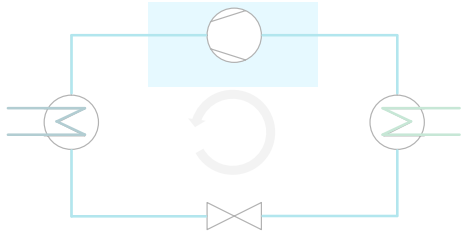
Abbildung: ÖKOTEC

ABSORPTIONSKÄLTEMASCHINE



Wirtschaftlich, wenn eine kostenlose Wärmequelle zur Verfügung steht.

Kompressionskältemaschine



Abbildungen: ÖKOTEC

ABSORPTIONSKÄLTEANLAGE - KÄLTEMITTEL

	Wasser / Lithiumbromid H_2O / LiBr	Ammoniak / Wasser NH_3 / H_2O
Temperatur Kaltwasser	> 4°C	> -60°C
Temperatur Antrieb	einstufig: 55°C - 132°C zweistufig: 140°C - 160°C Dampf, Abgas	einstufig: 85 - 110°C
COP = Kälteleistung / Heizleistung	einstufig: 0,6 - 0,8 zweistufig: 0,75 - 1,45	einstufig: 0,3 - 0,6

"Effect" bedeutet die ein- oder mehrmalige Nutzung der zugeführten Heizenergie und "Lift" die ein- oder mehrmalige Zuführung von Heizenergie zur Kälteerzeugung.

KOMPRESSIONSKÄLTEMASCHINE

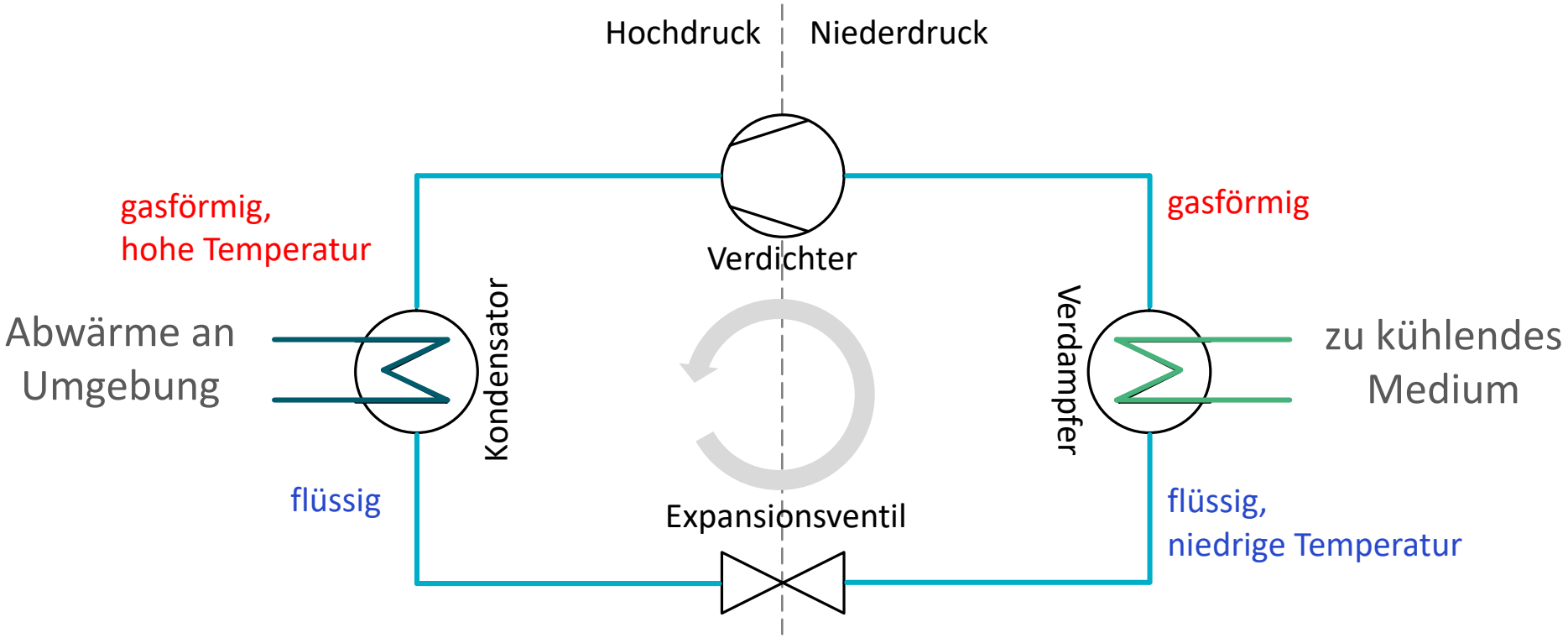


Abbildung: ÖKOTEC

DRUCK-ENTHALPIE-DIAGRAMM – LOG-P-H-DIAGRAMM

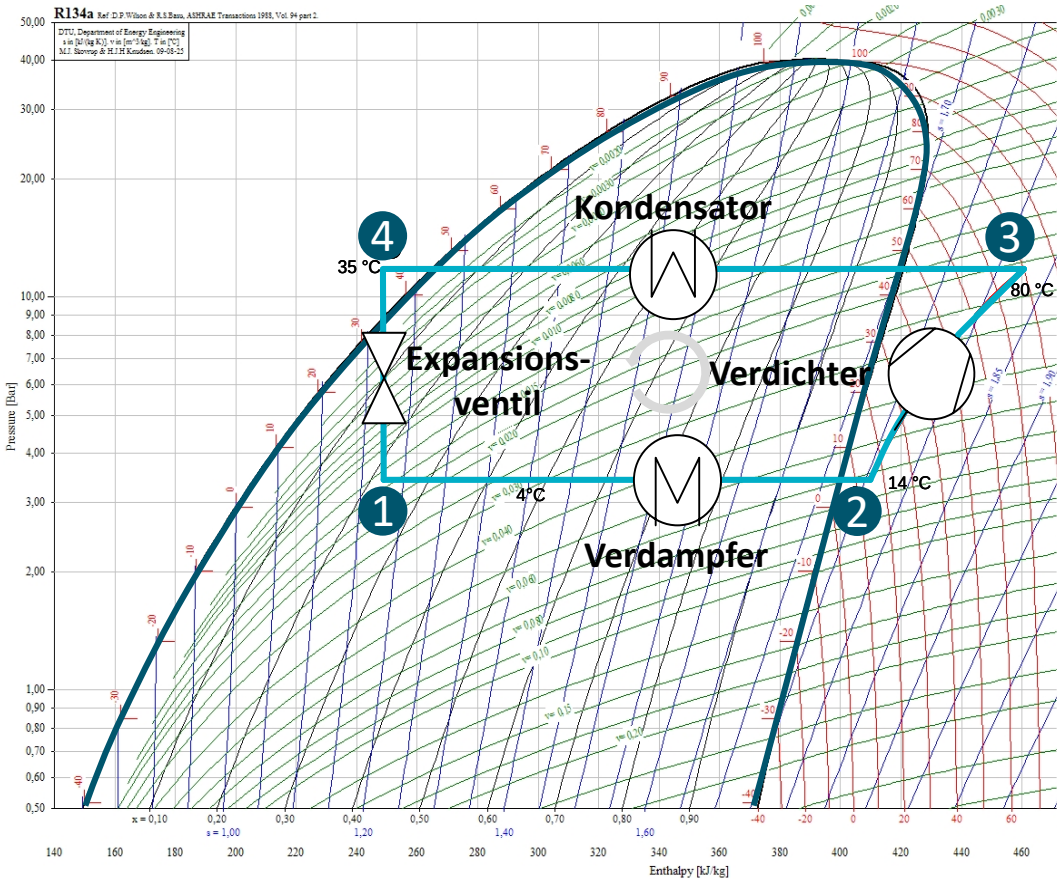


Abbildung: ÖKOTEC

DRUCK-ENTHALPIE-DIAGRAMM – LOG-P-H-DIAGRAMM

Leistungszahl (Effizienz)

$$EER = \frac{Nutzen}{Aufwand}$$

$$EER = \frac{Kälteleistung}{Verdichterleistung} = \frac{\dot{Q}_0}{P_{el}}$$

Ziel: Maximierung des EER*!

*hier: EER (Energy Efficiency Ratio)
= Leistungszahl

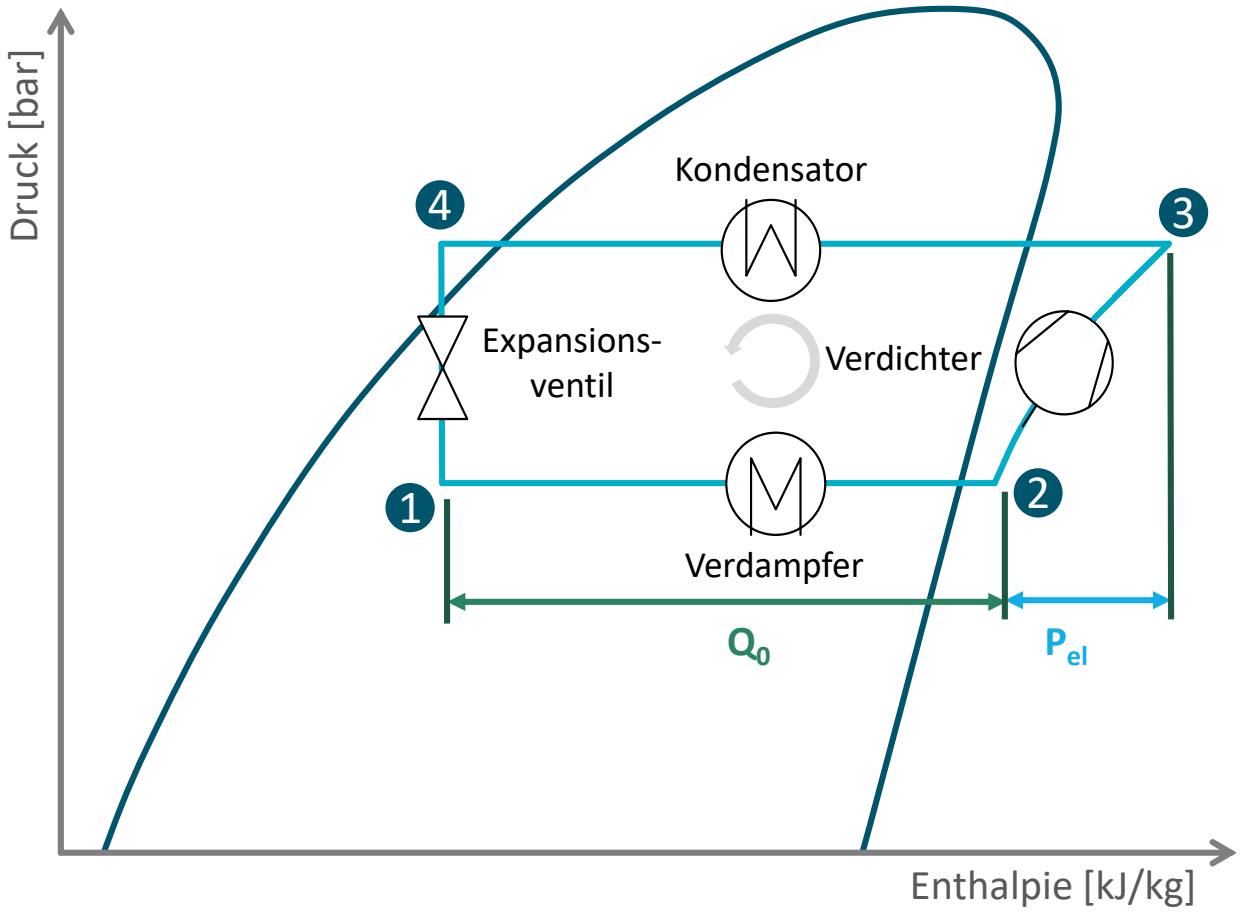


Abbildung: ÖKOTEC

IDEALER VERGLEICHSPROZESS

Carnot-Vergleichsprozess

$$EER_C = \frac{T_{Verdampfer}}{T_{Kondensator} - T_{Verdampfer}}$$

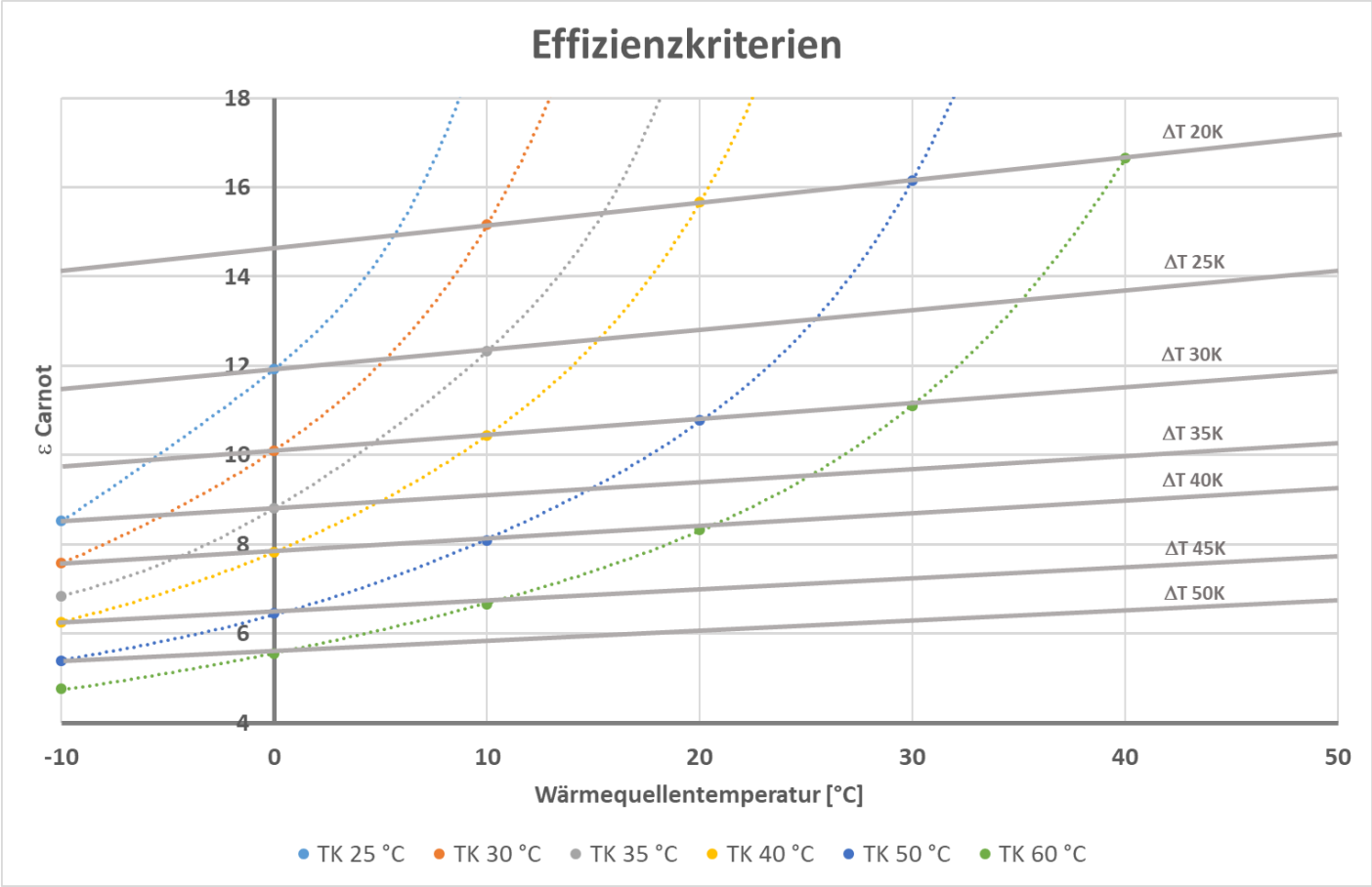


Abbildung: ÖKOTEC

ABHÄNGIGKEIT DES EER VON DER AUßENTEMPERATUR

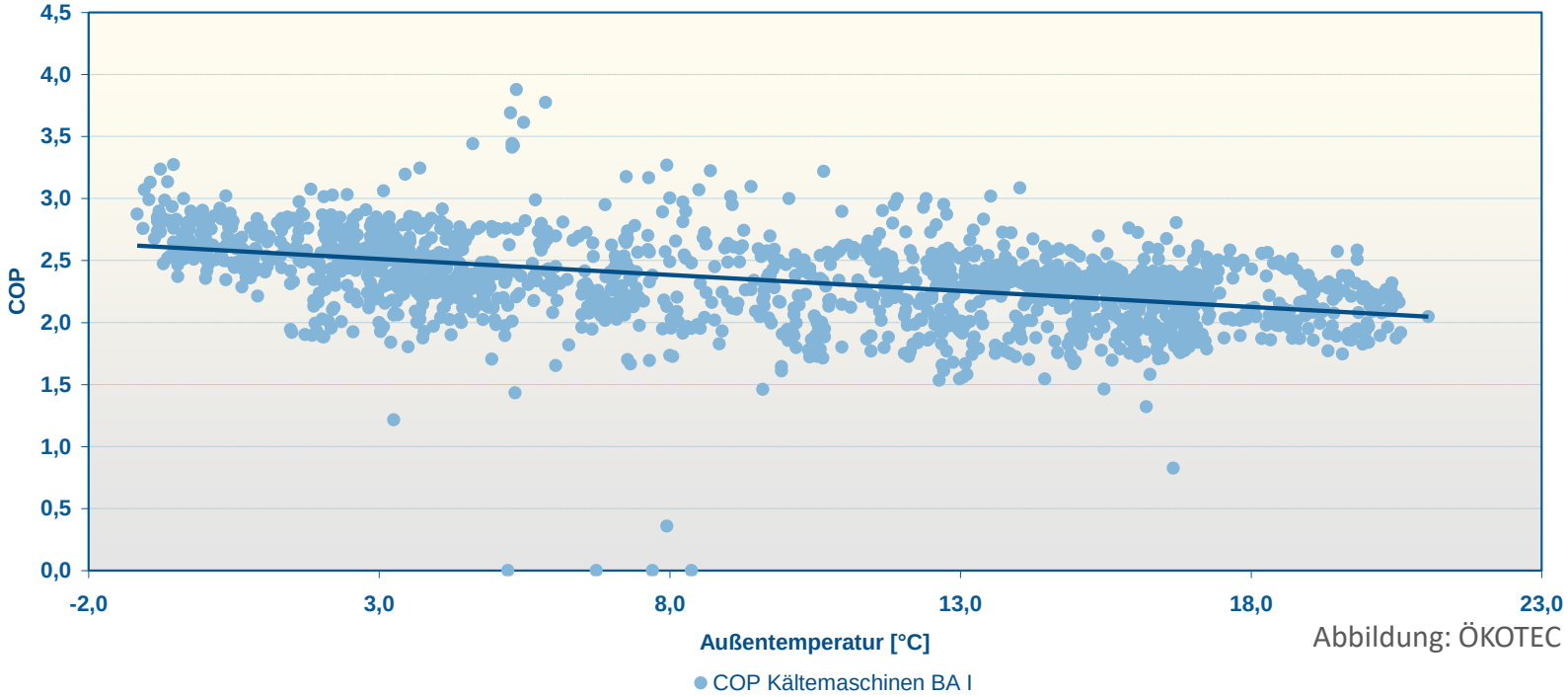


Abbildung: ÖKOTEC

- **Erkennbare Abhängigkeit des EER von der Außentemperatur**
- **Starke Schwankungen des EER bei gleicher Außentemperatur durch weitere Einflussfaktoren wie z. B. unterschiedliche Maschinenauslastung, Vorlauftemperaturen**

PLUSPLUS
PRINZIP

BEWERTUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ

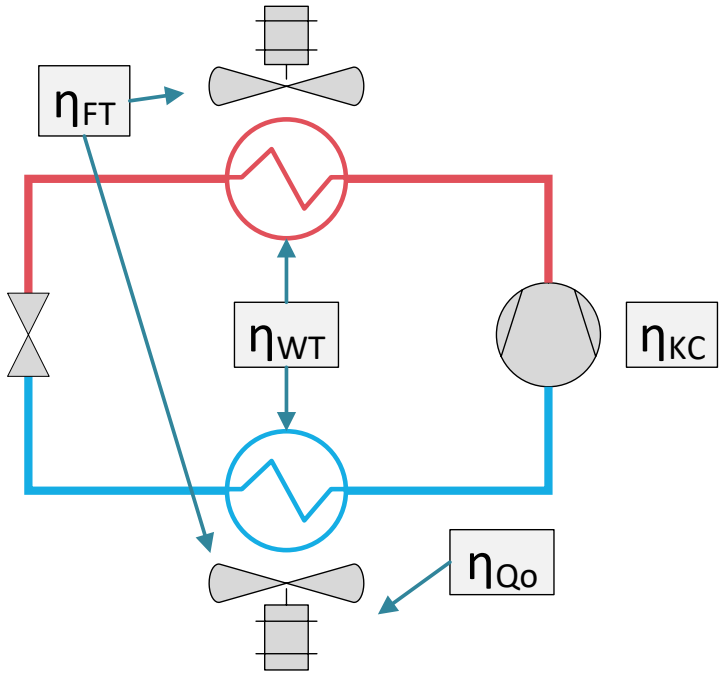
KENNZAHLEN FÜR EFFIZIENZ

Kälteerzeugungseffizienz η_{KC}:
Einfluss von Verlusten bei der Kälteerzeugung.

Wärmetransporteffizienz η_{WT}:
Einfluss von Temperaturdifferenzen, die für den Wärmetransport erforderlich sind z. B. durch Vereisungen & Verschmutzungen.

Fluidtransporteffizienz η_{FT}:
Einfluss der Leistungsaufnahme von Nebenaggregaten, z.B. Pumpen, Ventilatoren, Abtauheizungen.

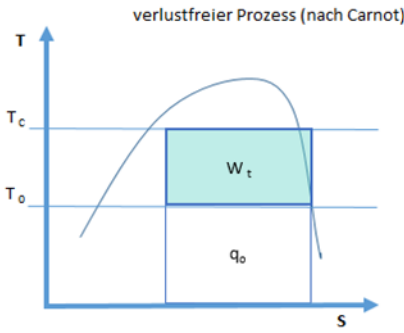
Kältenutzungseffizienz η_{Q0}:
Einfluss auf Nutzkälteleistung durch unerwünschte Wärmezufuhr auf der kalten Seite, z. B. durch Nebenaggregate

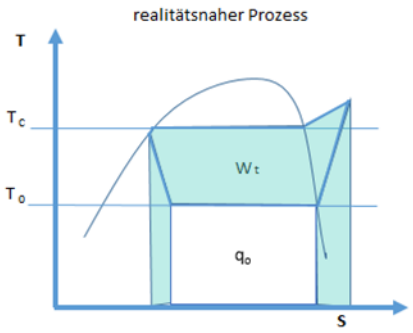


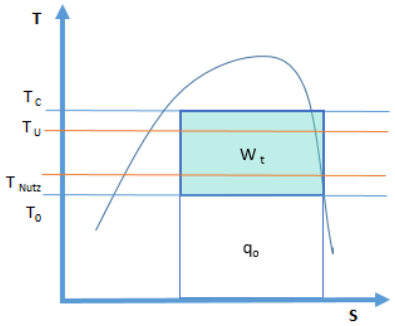
Quelle: VDMA 24247-2, 2018

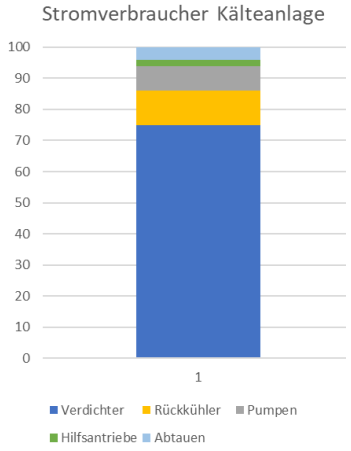
ENERGIEEFFIZIENZGRAD

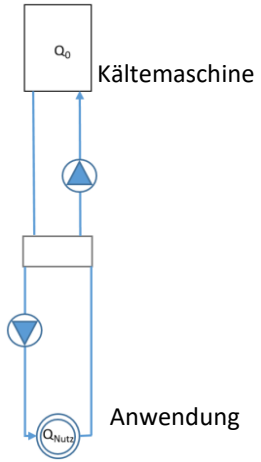
$$\eta_{ges} = \eta_{KC} \cdot \eta_{WT} \cdot \eta_{FT} \cdot \eta_{Q_0}$$











Kälteerzeugungseffizienz

$$\eta_{KC} = \frac{EER_{0C\,real}}{EER_{0C\,Carnot}}$$

$$EER_{0C\,Carnot} = \frac{T_0}{T_C - T_0}$$

$$EER_{0C\,real} = \frac{Kälteleistung\ (Q_0)}{Verdichterleistung\ (P_V)} = \frac{h2 - h1}{h3 - h2}$$

Wärmetransporteffizienz

$$\eta_{WT} = \frac{EER_{0C\,Carnot}}{EER_{Nutz\,C}}$$

$$EER_{Nutz\,C} = \frac{T_{Nutz}}{T_U - T_{Nutz}}$$

Fluidtransporteffizienz

$$\eta_{FT} = \frac{P_V}{P_{gesamt}}$$

Kältenutzungseffizienz

$$\eta_{Q0} = \frac{Q_{Nutz}}{Q_0}$$

Einflussgrößen

- Kondensationstemperatur T_C
- Verdampfungstemperatur T_0

- Verdichterausführung
- Ausführung Expansionsventil

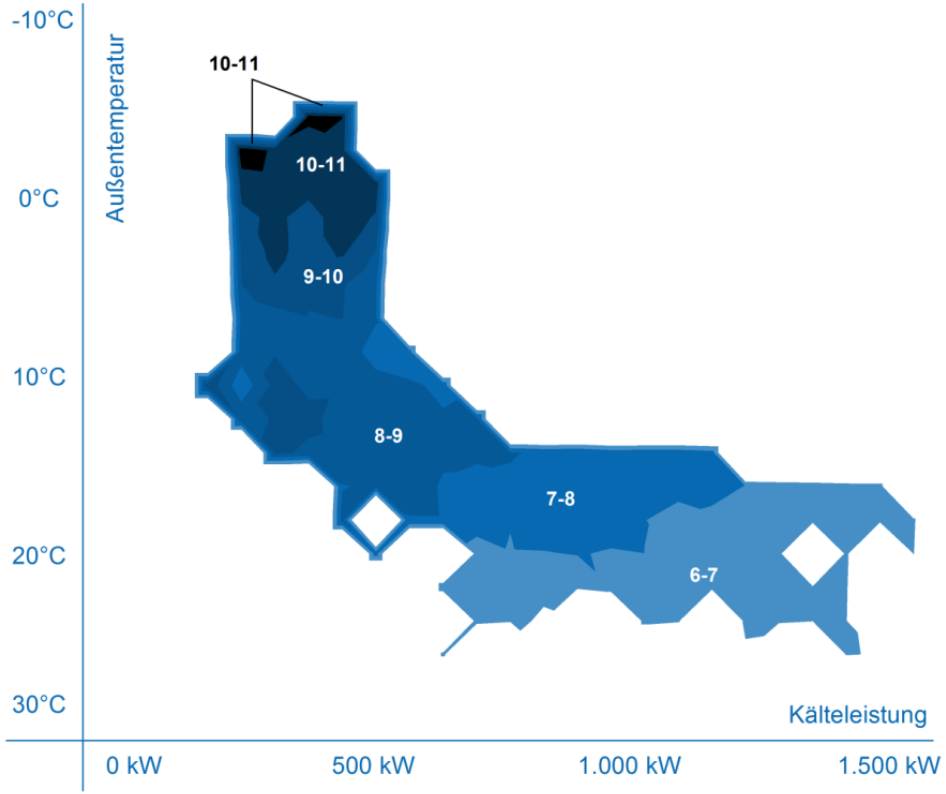
- Grädigkeit der Wärmeübertragung
- k x A der Wärmeübertrager
- mittl. logarithmische Temperaturdifferenz

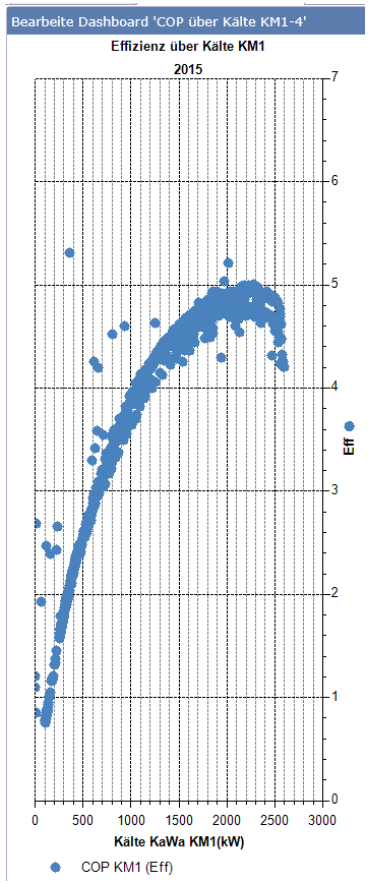
- Energieverbrauch der Nebenantriebe
- Elektrische Abtauung

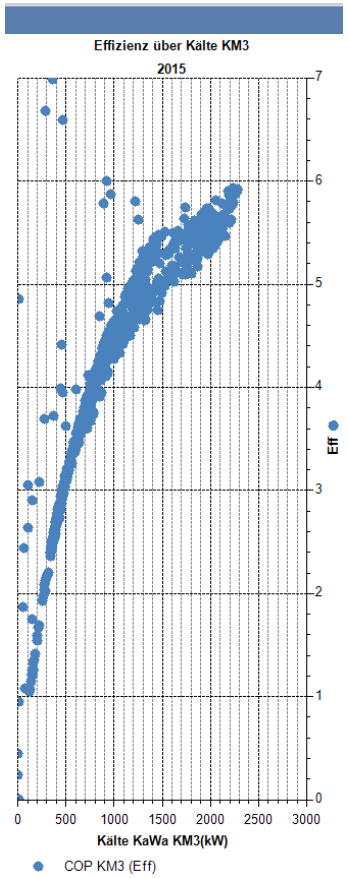
- Wärmeeintrag
- Kälteverluste

Abbildungen: ÖKOTEC

EER EINER KÄLTEANLAGE UND TEILLASTEFFIZIENZ







Abbildungen: ÖKOTEC

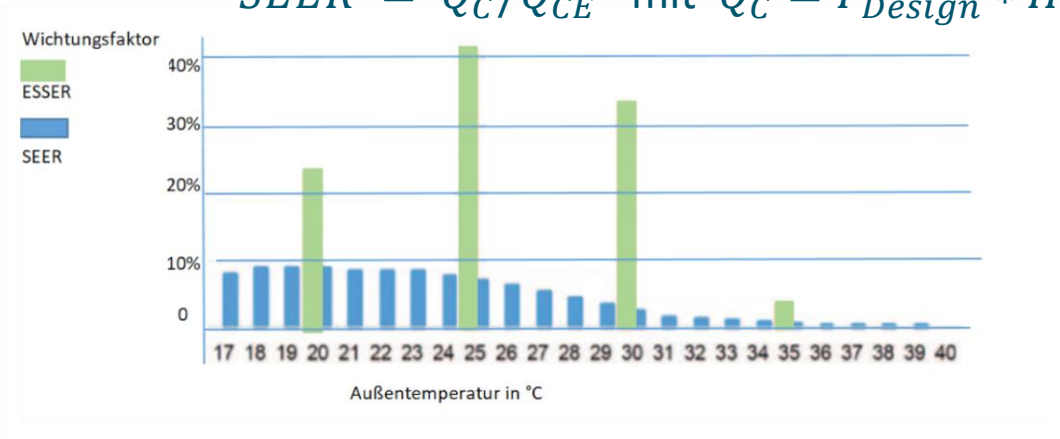
KENNZAHLEN FÜR LUFTKÜHLER, FLÜSSIGKEITSKÜHLSÄTZE UND WÄRMEPUMPEN

ESEER = European Seasonal Energy Efficiency Ratio = Jahresarbeitszahl

$$ESSER = EER_{100} \cdot 0{,}03 + EER_{75} \cdot 0{,}33 + EER_{50} \cdot 0{,}41 + EER_{25} \cdot 0{,}23$$

SEER = Seasonal Energy Efficiency Ratio (nach DIN EN 14825)
= Jahresarbeitszahl von Flüssigkeitskühlsätzen zur Komfortkühlung

$$SEER = Q_C/Q_{CE} \quad \text{mit} \quad Q_C = P_{Design} * H_{CE}$$

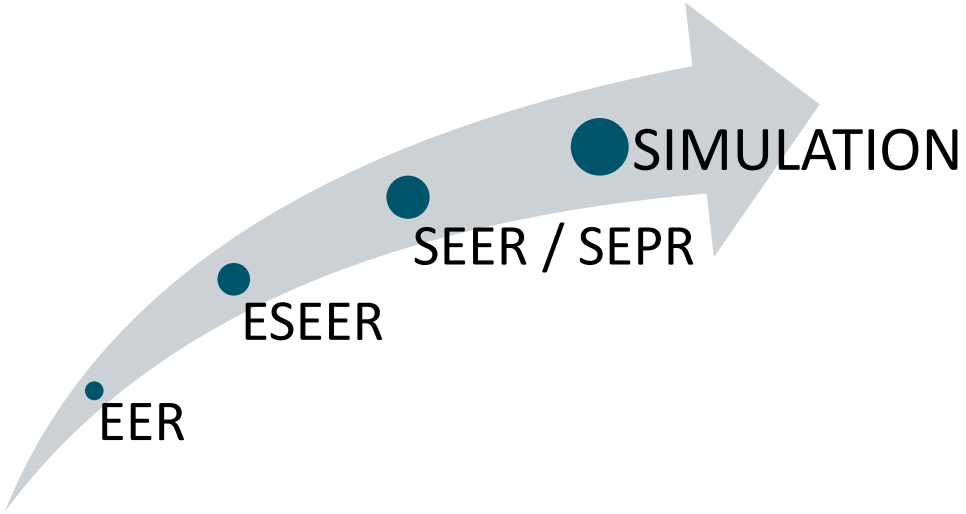


Q_C - Jahreskühllast bzw. -prozesskühllast
Q_{CE} - Jahresstromverbrauch
P_{Design} - Voll-/Auslegungslast
H_{CE} - Betriebsstunden im Aktivmodus

ηs,c = seasonal space cooling energy Efficiency
= (SEER / CC x 100) – 3 in %
CC = Stromfaktor

KENNZAHLEN FÜR LUFTKÜHLER, FLÜSSIGKEITSKÜHLSÄTZE UND WÄRMEPUMPEN

SEPR = Seasonal Energy Performance Ratio
= Jahresarbeitszahl Flüssigkeitskühlsätzen zur industriellen Prozesskühlung



- Aussagekraft und Aufwand steigen
- Einflüsse von Regelstrategien können aber nur in einer Simulation bewertet werden

EFFIZIENTE ANLAGENKONZEPTE

Baseline
- Ermittlung der Kältelastanforderungen
- Erstellen Kältelastgang

Konzept
- Aufstellung Versorgungsvarianten und Regelstrategien
- Ermittlung EER Kennfeld der Kälteaggregate und Nebenaggregate
- Kostenbewertung

Simulation
- Kennfeld basierte Simulation des Anlagenbetriebes unter Realbedingungen

Bewertung
- Ermittlung der Energieverbräuche und Kostenbewertung

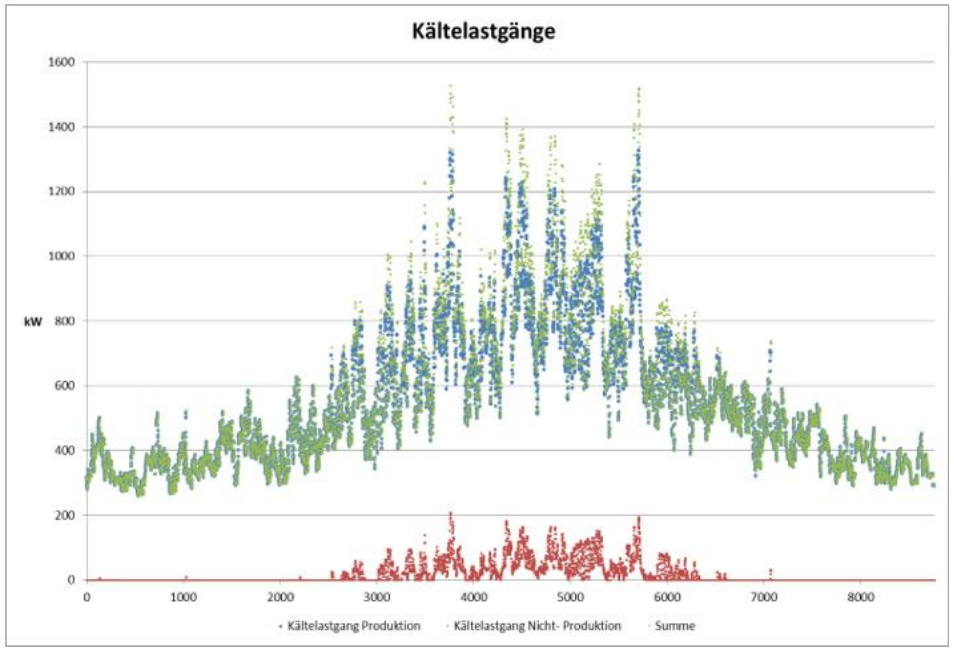
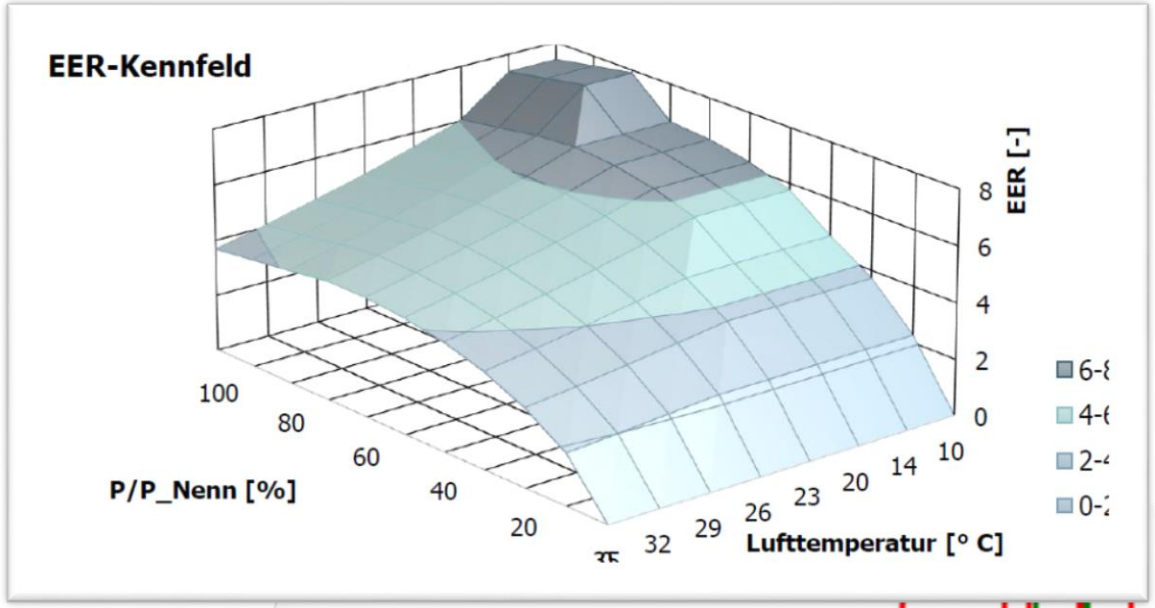
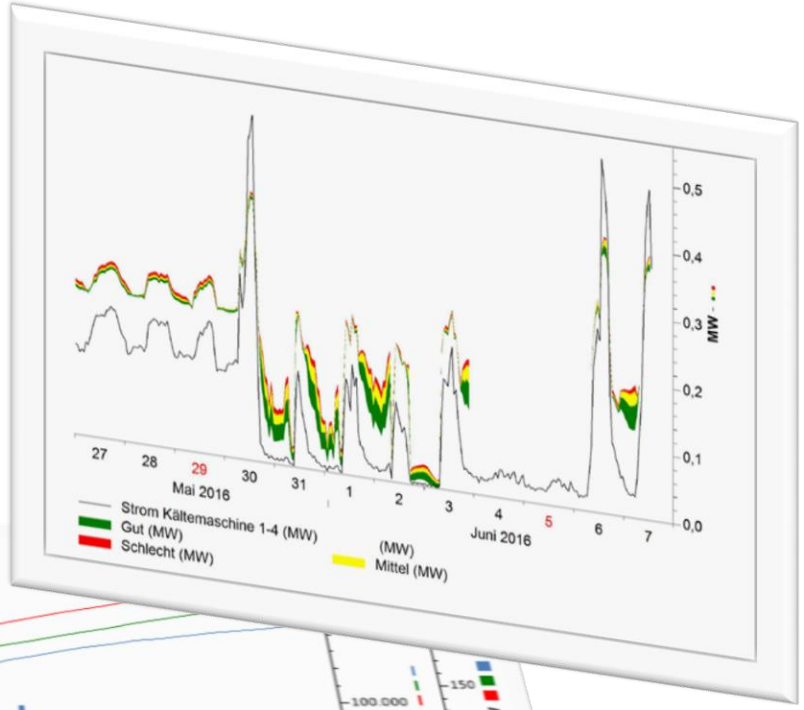
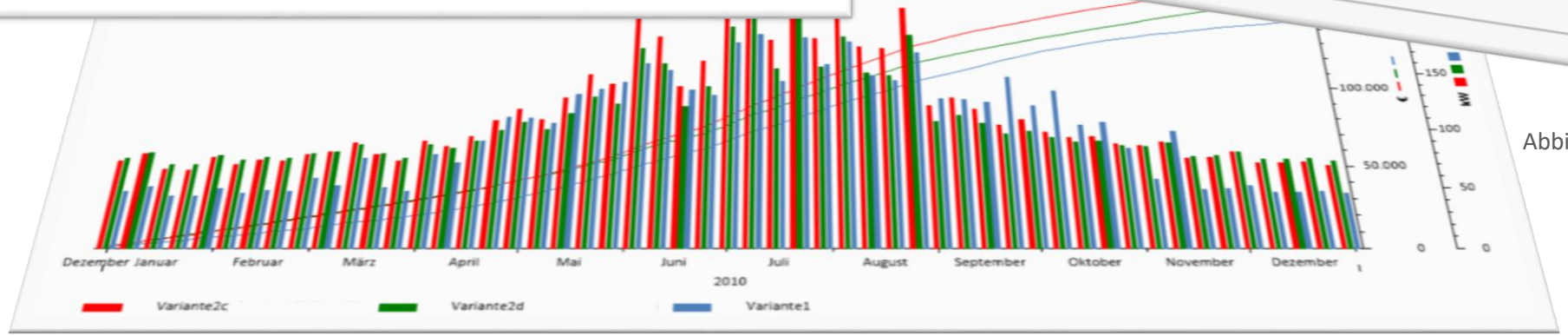


Abbildung: ÖKOTEC

KENNZAHLBASIERTE BEWERTUNG EINER KÄLTEMASCHINE







Abbildungen: ÖKOTEC

EFFIZIENTE KÄLTEANLAGEN

Ökodesign-Richtlinie (ErP) für Kälteanlagen und Wärmepumpen

EU-Verordnung 2281/2016/EU (2018)

Ab 01.01.2021 gelten neue Werte, die nicht unterschritten werden dürfen.

		2. Komfortkühler		3. Prozesskühler	
Verflüssiger	**Nennkälteleistung**	**$\eta_{s,c}$**	**$\eta_{s,c}$**	**SEPR**	**SEPR**
Medium		**01.01.2018**	**01.01.2021**	**01.01.2018**	**01.01.2021**
Luft	< 400 kW	149 %	161 %	4,5	5,0
Luft	> 400 kW	161 %	179 %	5,0	5,5
Wasser	< 400 kW	196 %	200 %	6,5	7,0
Wasser	> 400 kW bis < 1.500 kW	227 %	252 %	7,5	8,0
Wasser	> 1.500 kW	245 %	272 %	8,0	8,5

PLUSPLUS PRINZIP

EFFIZIENZSTEIGERUNG DURCH SYSTEMOPTIMIERUNG

Maximierung Verdampfungstemperatur

ANHEBUNG DER VERDAMPFUNGSTEMPERATUR / DES VERDAMPFUNGSDRUCKS

Anhebung der Verdampfungs-temperatur

- **Die Leistung des Verdichters sinkt.**
- **Die Leistung des Verdampfers steigt.**
- **Die Leistung (EER) steigt.**

$$EER = \frac{Kälteleistung}{Verdichterleistung} = \frac{\dot{Q}_0}{P_{el}}$$

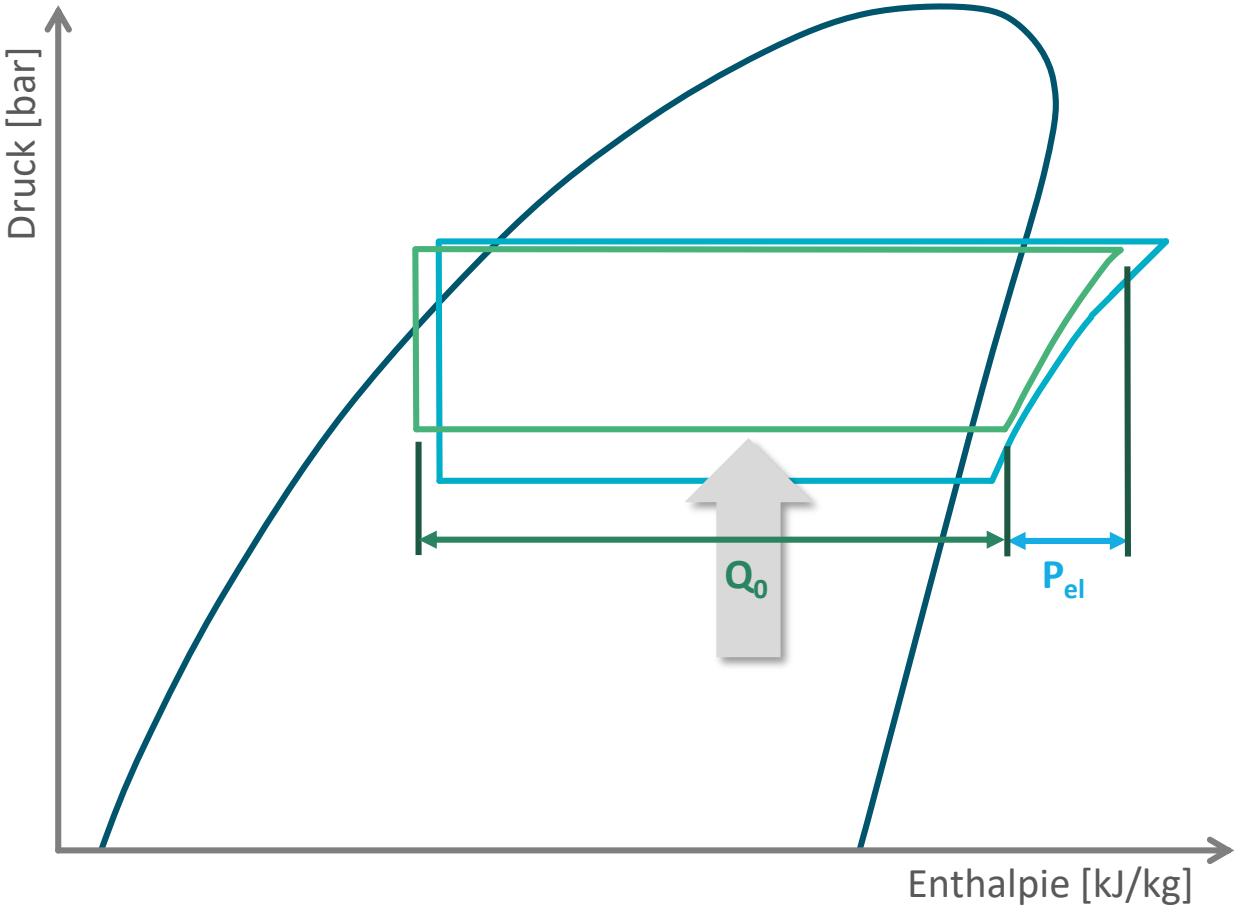


Abbildung: ÖKOTEC

ANPASSUNG DER VERDAMPFUNGSTEMPERATUR AN DEN BEDARF

Beispiel: Süßwarenhersteller

- Zu niedrig eingestellte Verdampfungs-temperatur für die vom Verbraucher benötigte Kaltwassertemperatur

Maßnahme

- Anhebung der Verdampfungstemperatur um 4 Kelvin

→ Leistungssteigerung der Kältemaschine

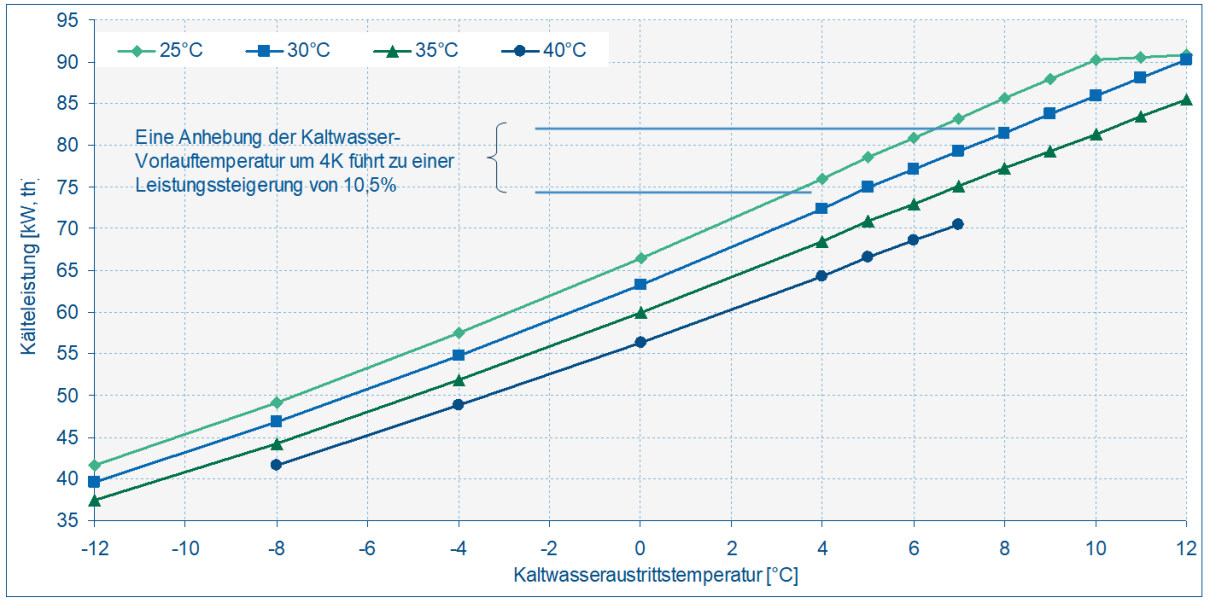
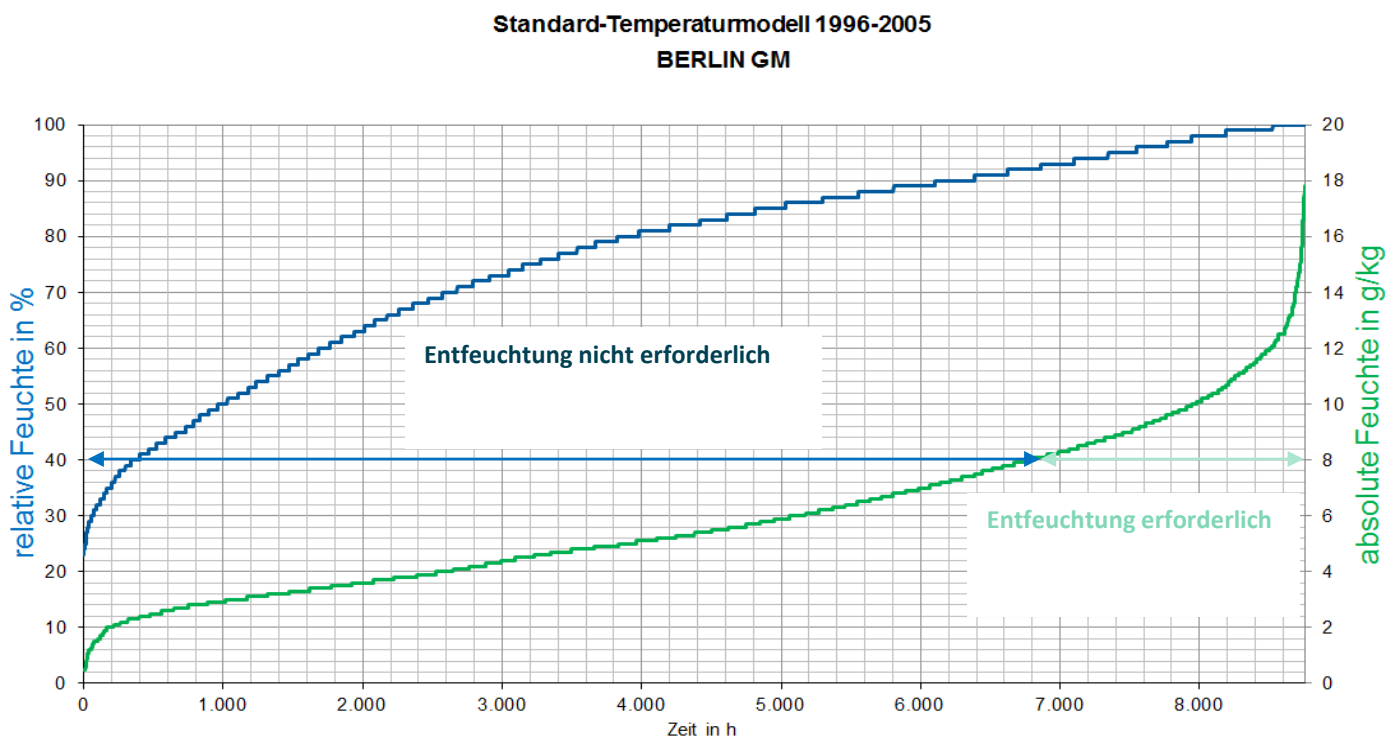
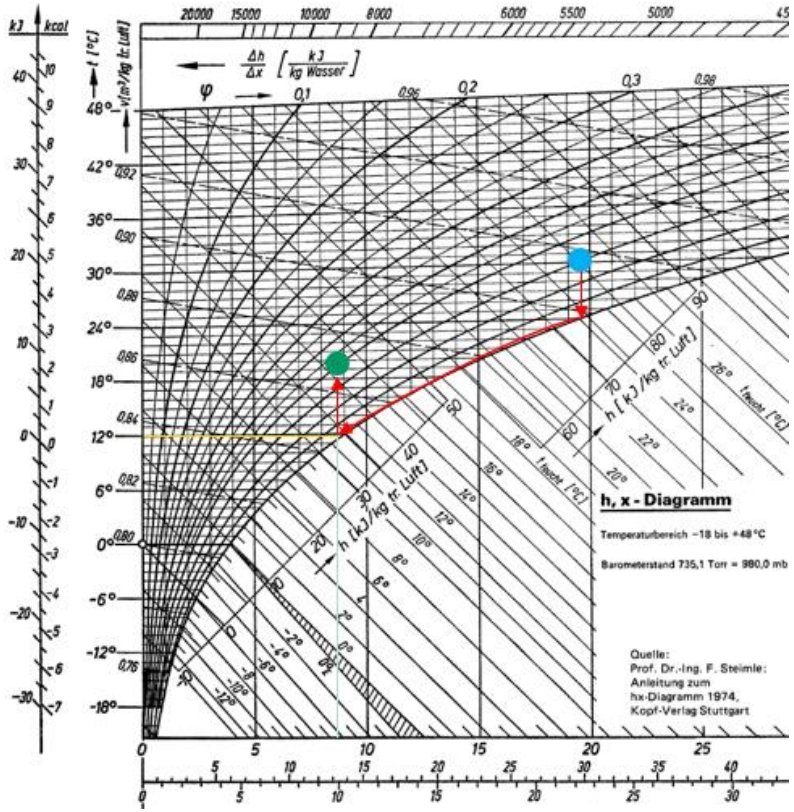


Abbildung: ÖKOTEC

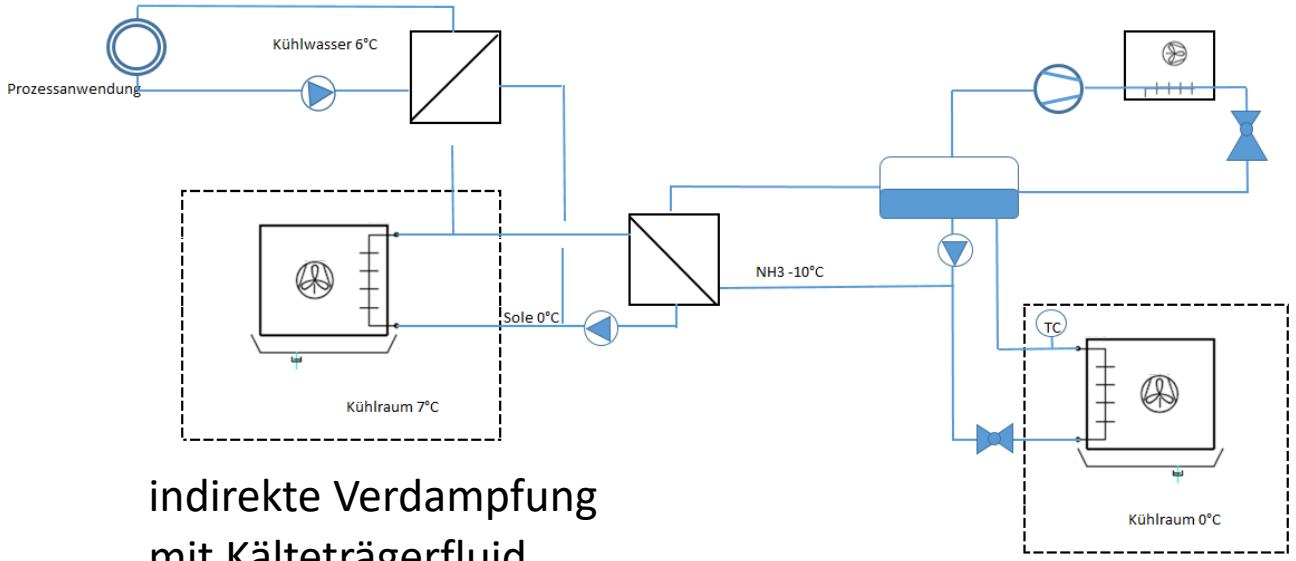
MAXIMIERUNG DER VERDAMPFUNGSTEMPERATUREN DURCH SYSTEMOPTIMIERUNG UND REGELUNG DER VERDAMPFUNGSTEMPERATUR





Abbildungen: ÖKOTEC

MAXIMIERUNG DER VERDAMPFUNGSTEMPERATUREN DURCH MINIMIERUNG DER GRÄDIGKEIT



indirekte Verdampfung mit Kälteträgerfluid Glycol/Wasser

direkte Verdampfung mit überflutetem Verdampfer

- Die Unterkühlung des Kältemittels vor der Entspannung sollte so weit wie möglich erfolgen, daher darf die Flüssigkeitsleitung nicht durch warme Räume verlegt werden.
- Geschlossene, intakte Wärmedämmung an allen Fluidleitungen! Auf Verwendung von Kälteschellen achten.

$\Delta t_K = t_{Nutz} - t_0$	Indirekte Verdampfung, Kältefluid ohne Phasenumwandlung	Direktverdampfung
Mit thermostatischem Expansionsventil	13K	7K
Mit elektronischem Expansionsventil	11K	5K
Mit überflutetem Verdampfer	9K	3K

ANSATZPUNKTE ZUR OPTIMIERUNG DER WÄRMEÜBERTRAGUNG

Eisfreihaltung und Reinigung der Verdampferflächen

Luft und nicht kondensierbare Bestandteile im Kältemittel vermeiden

Kleine Arbeitsüberhitzung bedeutet hoher Kältemittelstrom, gute Ausnutzung der Kühlerfläche und damit eine höhere Verdampfungstemperatur

Freie Anströmung von Rückkühlern gewährleisten

ANPASSUNG DER KÄLTEVERTEILUNG

- **Optimierung historisch gewachsener Netze**
- **Aufteilung in unterschiedliche Kältekreise mit unterschiedlichen Temperaturniveaus**

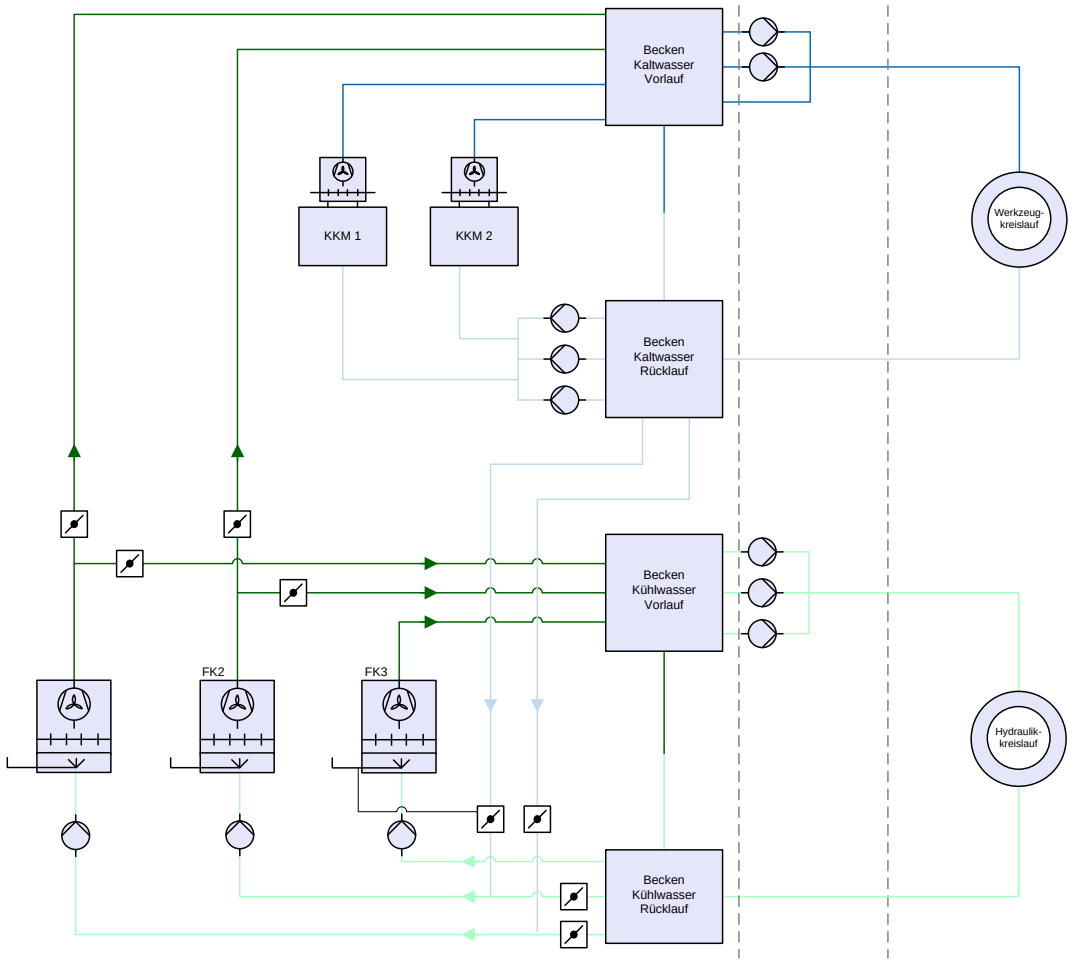


Abbildung: ÖKOTEC

ANHEBUNG DER VERDAMPFUNGSTEMPERATUR / DES VERDAMPFUNGSDRUCKS

Maximierung der Kühlraum- und Kälteträgertemperaturen
Anheben der Verdampfungstemperatur, ggf. auch zeitlich angepasst

Optimierung der Wärmeübertragung
verbesserter Wärmeübergang kann zur Anhebung des Verdampfungsdrucks beitragen

Vermeidung indirekter Wärmeübertragerlösungen
Verringerung der Prozessgrädigkeit kann die Anhebung des Verdampfungsdrucks ermöglichen

Getrennte Versorgung von Systemen mit unterschiedlichem Temperaturniveau
Systembezogene Optimierung der Verdampfungstemperatur

PLUSPLUS PRINZIP

EFFIZIENZSTEIGERUNG DURCH SYSTEMOPTIMIERUNG

Minimierung der Kondensationstemperatur

ABSENKUNG DER KONDENSATIONSTEMPERATUR / DES KONDENSATIONSDRUCKS

Absenkung der Kühlwassertemperatur

- **Die Leistung des Verdichters sinkt.**
- **Die Leistung des Verdampfers steigt.**
- **Die Leistung (EER) steigt.**

$$EER = \frac{Kälteleistung}{Verdichterleistung} = \frac{\dot{Q}_0}{P_{el}}$$

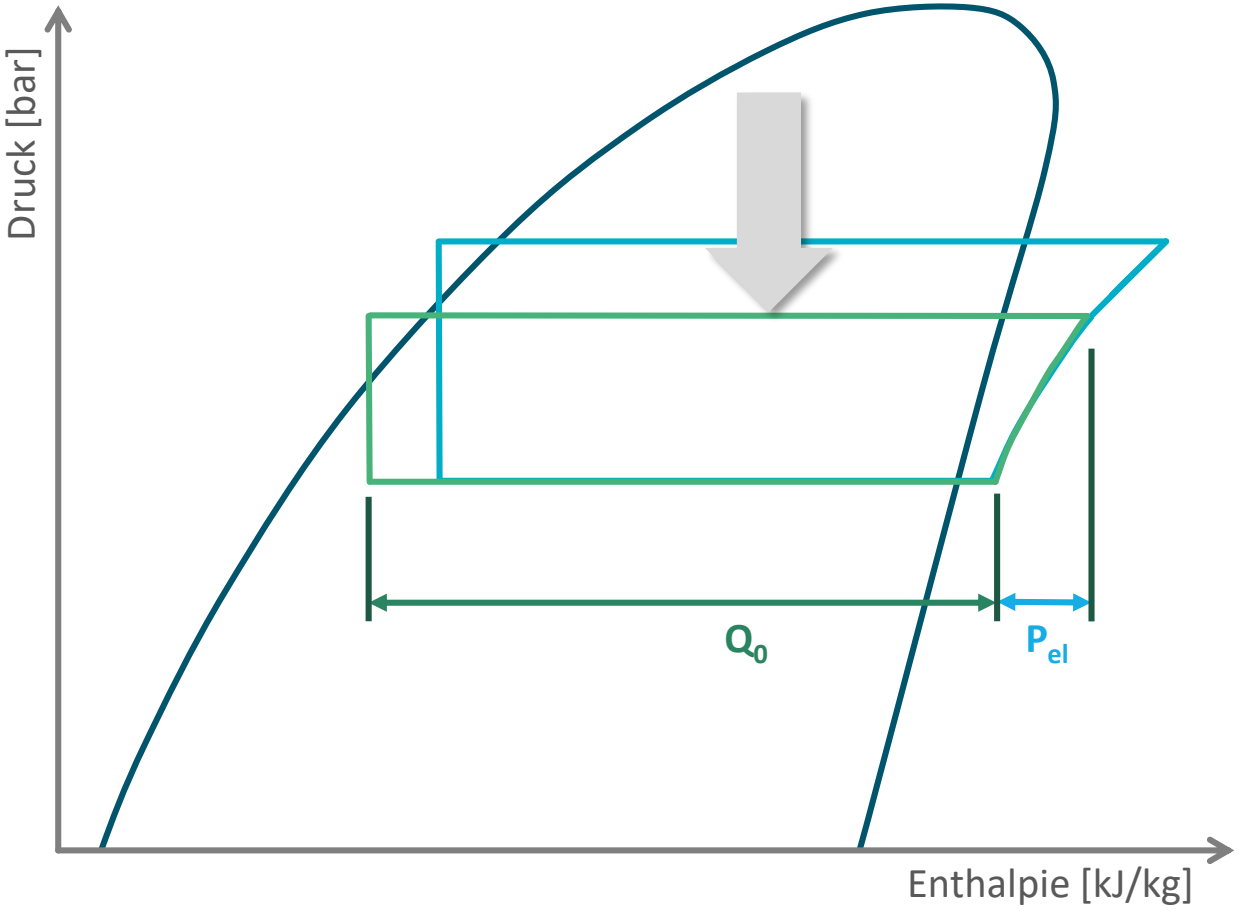


Abbildung: ÖKOTEC

WITTERUNGSGEFÜHRTE KOMPRESSIONSKÄLTEMASCHINE

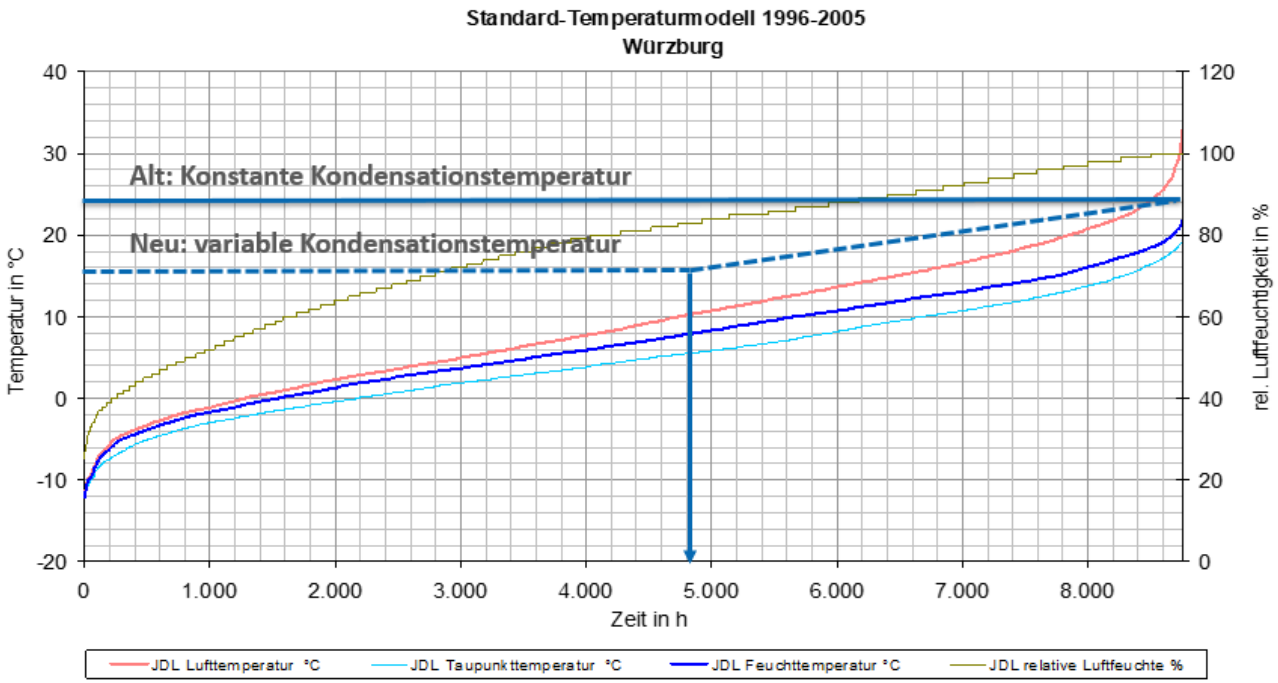
Beispiel: Fleischwirtschaft

- Hohe Kondensationstemperatur führt zu unnötig hohem Strom- und Wasserverbrauch

Maßnahme

- Einsatz einer witterungsgeführten Regelung der Kompressions-kältemaschine zur Absenkung der Kondensationstemperatur außerhalb des Sommers

Amortisation: < 1 Jahr



ABSENKUNG DER KONDENSATIONSTEMPERATUR / DES KONDENSATIONSDRUCKS

Regelung der Kältemaschine in Abhängigkeit von der Außentemperatur - Witterungsführung
zeitliches Absenken der Kondensationstemperatur

Erweiterung der Wärmeübertragerflächen
verbesserter Wärmeübergang kann zur Absenkung des Kondensationsdrucks führen

Regelmäßiges Reinigen des Kondensators
verbesserter Wärmeübergang kann zur Absenkung des Kondensationsdrucks führen

Einsatz eines elektronischen Expansionsventils
erhöhte Flexibilität der Regelung führt zur Absenkung des Kondensationsdrucks

KOMPRESSIONSKÄLTEANLAGE ALS ABWÄRMEQUELLE

Wärmequellen

- Heißgas (hohe T, kleine Q)
- Ölkühler (hohe T, kleine Q)
- Kondensator (niedrige T, große Q)
  → Wärmepumpenbetrieb

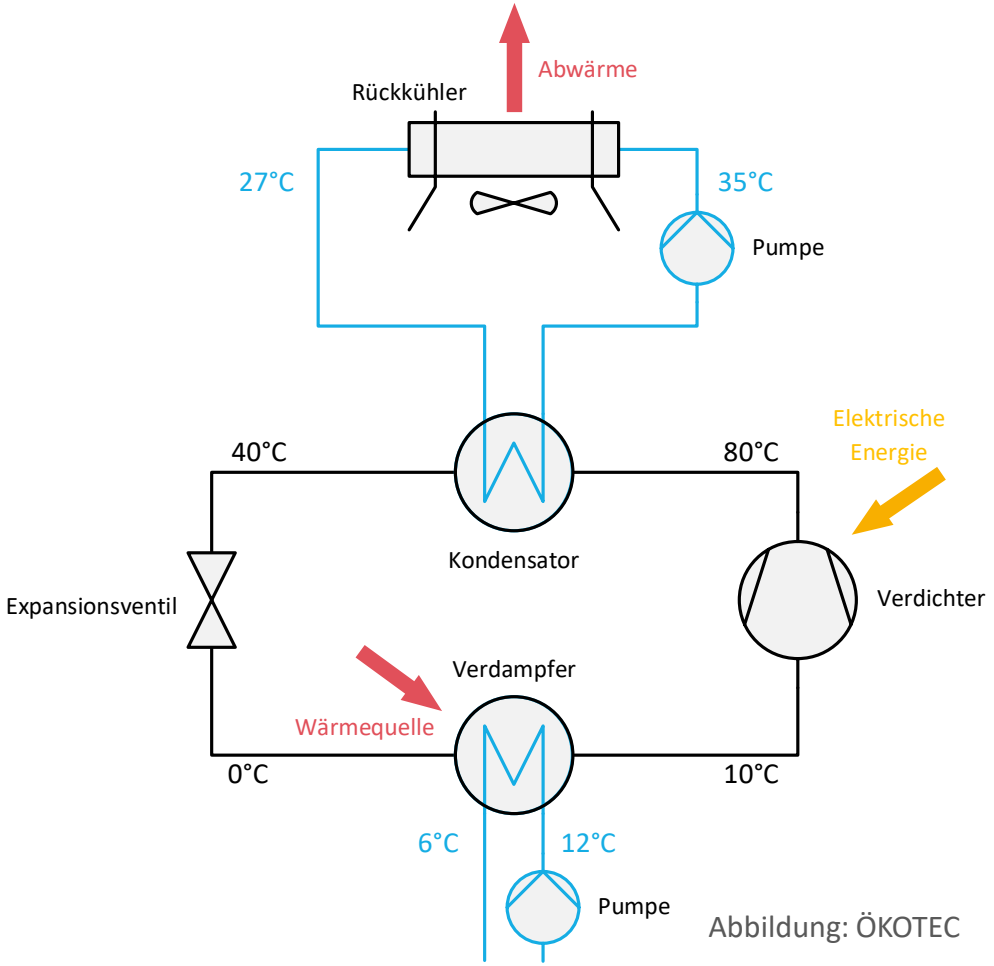


Abbildung: ÖKOTEC

NUTZUNG DER ABWÄRME

- **Nutzung von Wärme auf niedrigem Temperaturniveau**
  - durch Wärmeübertrager
  - im Wärmepumpenbetrieb

- **Nutzung der Abwärme für die**
  - Erwärmung von (Brauch-) Wasser
  - Einspeisung in das Heizungsnetz
  - Luftvorwärmung

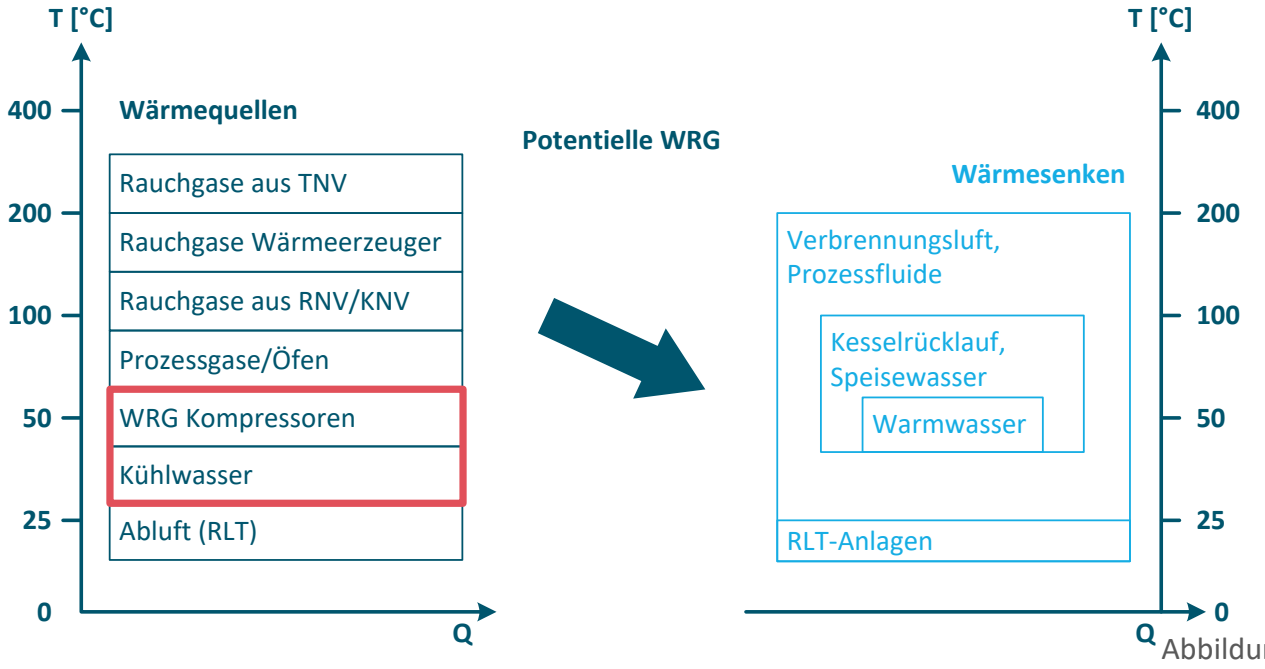


Abbildung: ÖKOTEC

WÄRMERÜCKGEWINNUNG

Beispiel: Fleischverarbeitung

- Die Abwärme der Kälteerzeugung wird über Kühltürme an die Umgebung abgeführt

Maßnahme

- Installation eines Ölkühlers an einem neuen Kälteaggregat zur Wärmerückgewinnung
- Nutzung des Heißgases zur Warmwassererzeugung für Reinigungszwecke

→ Die Zusätzliche Entlastung der Rückkühler führt zu weiterer Strom- und Wassereinsparung

Amortisation: 3 - 4 Jahre

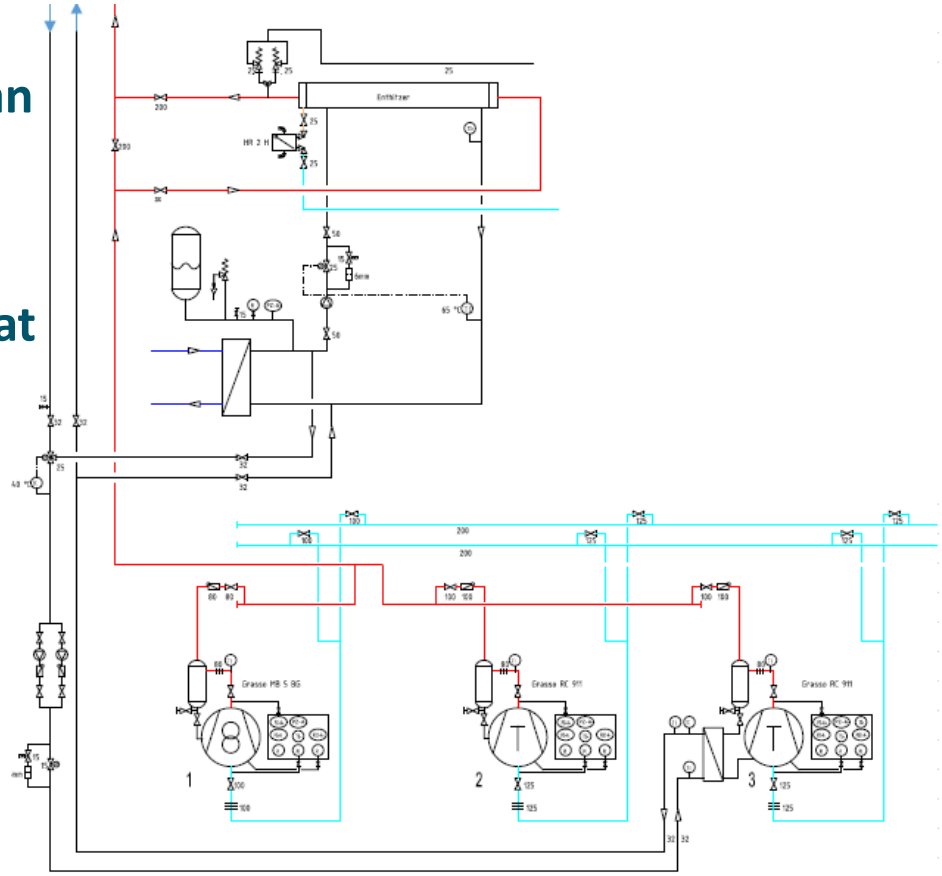


Abbildung: ÖKOTEC

KÄLTEANLAGE ALS WÄRMEPUMPE

Nutzung von Wärmequellen mit niedriger Temperatur zur Heizwärmeerzeugung

- **Umstellung der Kälteanlage auf Wärmepumpenbetrieb**
- **Erhöhung der Effizienz bei der Heizwärmeerzeugung**

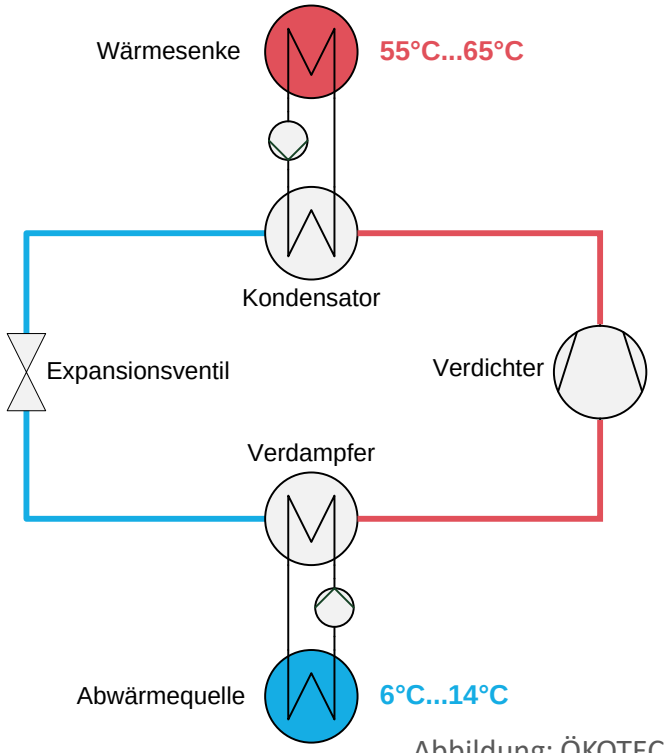


Abbildung: ÖKOTEC

Je kleiner die Temperaturspreizung zwischen Kondensator und Verdampfer, desto effektiver ist die Wärmepumpe.
In Zeiten ohne Wärmebedarf Absenkung der Kondensationstemperatur!

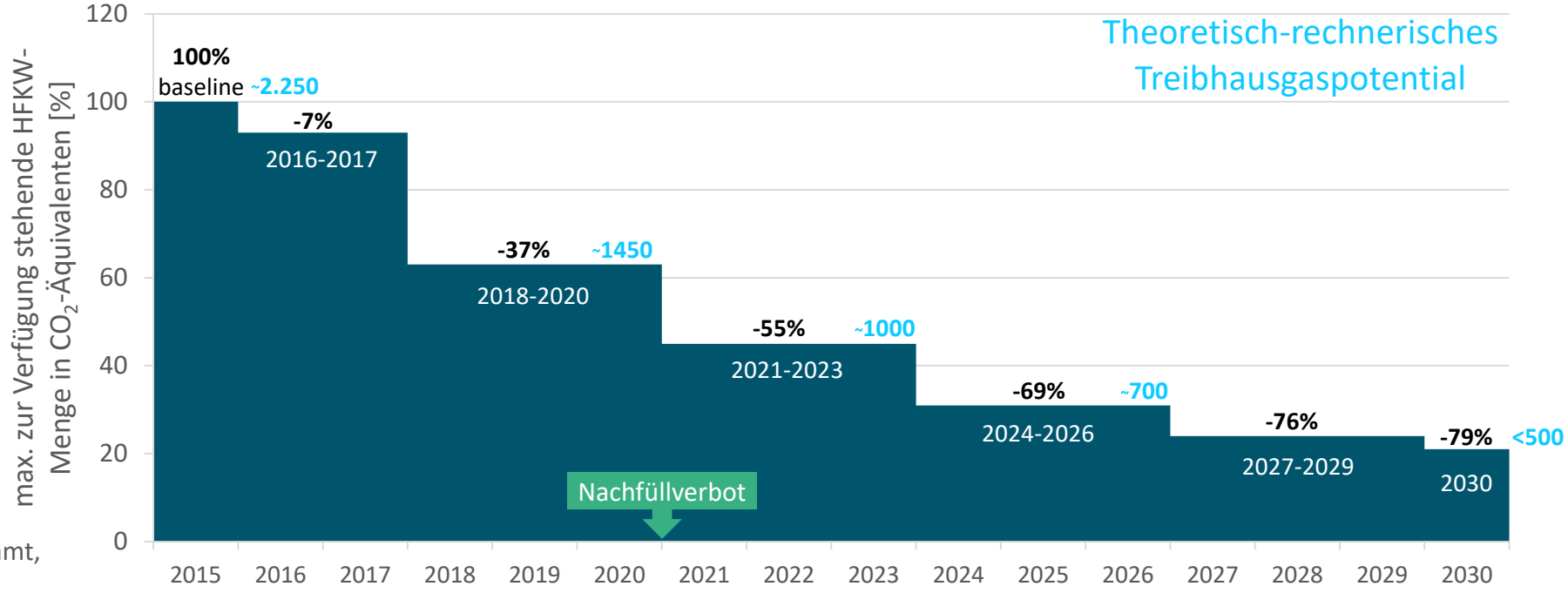
Zu prüfen: Wiegt die Wärmenutzung eine mögliche Verschlechterung des EER durch Erhöhung der Temperaturspreizung T_c/T_0 auf?

PLUSPLUS
PRINZIP

ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

F-GASE VERORDNUNG – PHASE DOWN

- **Bei allen Maßnahmen im Bereich der Kälteerzeugung ist die F-Gase Verordnung zu berücksichtigen.**
- **Bei Austausch der Kompressoren bzw. Kälteanlagen sollte der Einsatz eines zukunftsfähigen (ggf. natürlichen) Kältemittels geprüft werden.**



Quelle: Umweltbundesamt, 2015

ETAPPEN DES PHASE DOWN

Phase 1

- **2015** Verbot Inverkehrbringen: „Weiße Ware“ GWP > 150
- **2020** Verbot Inverkehrbringen: hermetisch geschlossene Systeme / ortsfeste Kälteanlagen > 40t CO_2 Äquivalent: GWP > 2500; Mobile Raumklimageräte GWP> 150

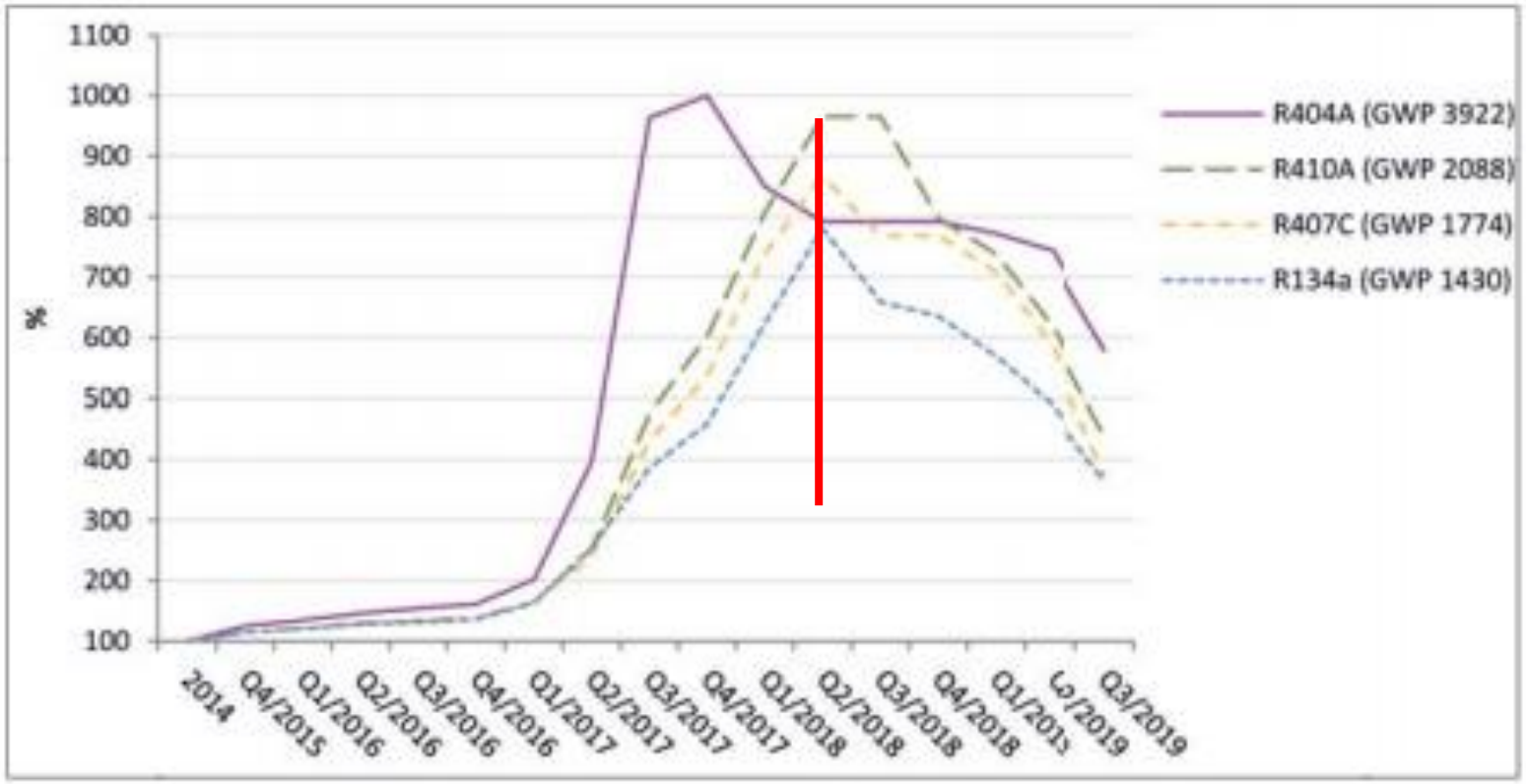
Phase 2

- **2022** Verbot Inverkehrbringen: Hermetisch geschlossene Systeme GWP > 150 / mehrteilige zentralisierte Kälteanlagen > 40 kW GWP ≥150/1500
- **2025** Verbot Inverkehrbringen: Mono-Splitgeräte Füllmenge > 3kg GWP ≥ 750

Phase 3

- **2030** Verbot der Verwendung zu Service-, Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten in Anlagen mit Füllmengen ≥ 40 t CO_2 Äquivalent GWP ≥ 2500

KONSEQUENZEN



Quelle: VDKF-jd Preismonitoring 3-2019

- Handeln mit illegalem Kältemittel stellt einen Straftatbestand dar
- Unwissenheit schützt nicht vor Strafe
- Ankauf von illegalem Kältemittel: Ahndung mit Geldstrafe bis zum Entzug der Sachkunde-bescheinigung

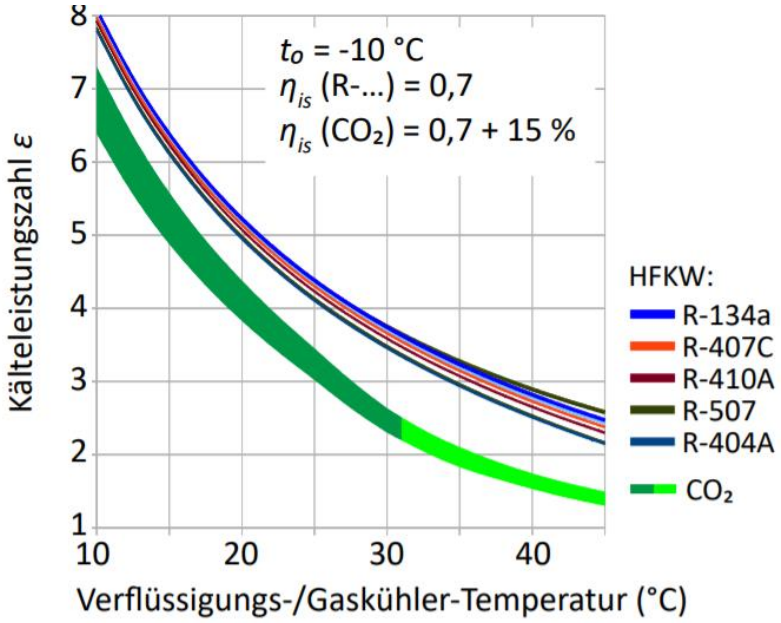
WAHL GEEIGNETER KÄLTEMITTEL

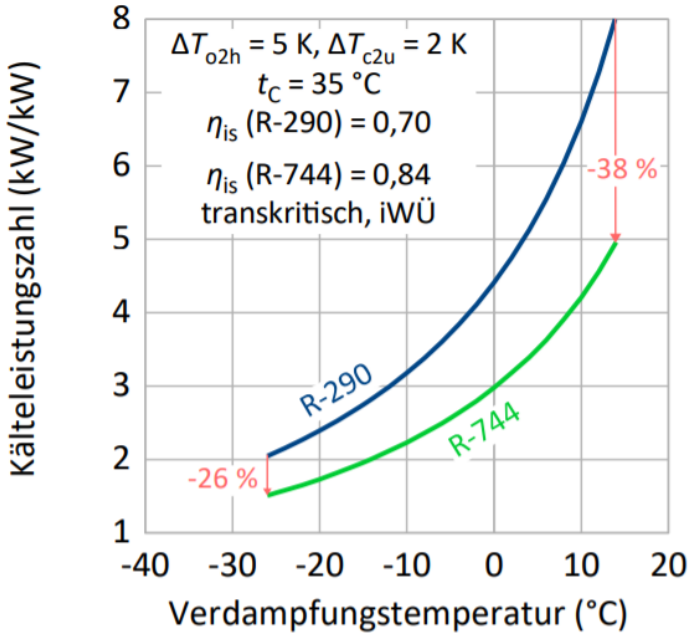
- **Mit der Kältemittelwahl werden erste Effizienzentscheidungen getroffen.**
- **Es gibt nicht „das Kältemittel“.**
- **Synthetische Alternativkältemittel in großer Zahl angeboten, langfristige Verfügbarkeit ist noch nicht in jedem Fall gewährleistet.**
- **Keines davon kann ausnahmslos überzeugen, oder ist eine echte Langzeitlösung**
  - Geringere Volumetrische Kälteleistung insb. bei Niederdruckkältemitteln
  - Geringere Effizienz z. B. bis 5% bei Mitteldruckkältemitteln
  - Veränderte Heißgastemperaturen
  - Temperaturglide
  - Material- und Schmiermittelunverträglichkeiten
  - brennbare Eigenschaften neuer HFO

→ Alternative: Rückbesinnung auf natürliche Kältemittel

WAHL GEEIGNETER KÄLTEMITTEL

- **Alte hoch GWP- Kältemittel höhere Kälteleistungszahlen,**
- **CO_2- Höchstdruckkältemittel → zusätzliche technische Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz erforderlich**
- **R290 brennbar, höhere Effizienz**





Effizienz von einstufigen Kälteanlagen R-290 (Propan) und CO_2 (R-744)

Stoffdaten-Vergleich, in Abhängigkeit von der Verdampfungs-Temperatur

Quelle: Jörn Schwarz, Effizient Kälte einsetzen Bremen – 21. Juni 2018

EMPFEHLUNGEN DES UMWELTBUNDESAMTES

Am 2. Februar 2018 fand eine Informationsveranstaltung des Bundesministeriums für Umwelt zusammen mit den wichtigsten Verbänden des Kälteanlagenbaus und des Kältehandwerkes zur F-Gase-Verordnung statt.
Folgende Empfehlungen wurden von Kerstin Martens, Umweltbundesamt, gegeben:

- **Neuanlagen**
  - Umstieg auf natürliche Kältemittel
  - Kältemittelfreie Kühltechnik (Sorptionskälteanlagen)

- **Bestandsanlagen**
  - Anlagendichtheit prüfen und verbessern
  - Auf Kältemittel mit kleinerem GWP-Wert umrüsten
  - Ersatz von Altanlagen durch Neuanlagen
  - Bei Außerbetriebnahme der Anlage auf sortenreines Recycling des Kältemittels achten

FÖRDERPROGRAMM KÄLTE- UND KLIMAANLAGEN

- Was wird gefördert?
  - Stationäre Kälte- & Klimaanlagen sowie Wärmepumpen mit nicht-halogenierten Kältemitteln
  - Komponenten, Systeme und Speicher
  - Fahrzeug-Klimaanlagen in Bussen & Schienenfahrzeugen

- Wie hoch ist die Förderung?
  - Fördersumme wird individuell nach entsprechender Formel errechnet
    → Förderrechner unter klimaschutz.de/förderrechner
  - Ausführungsplanung wird mit Pauschalen gefördert (Flüssigkeitssätze, Sorptionskälteanlagen, Hybridkühler)
  - Förderung ist auf 150.000 Euro pro Maßnahme sowie max. 50 % der förderfähigen Ausgaben begrenzt
  - Seit 1.12.2020 gibt es geänderte Fördermöglichkeiten insbesondere für größere Anlagen

++ PLUSPLUS PRINZIP

VIELEN DANK

Das PlusPlus-Prinzip –
Eine Klimaschutzkampagne
der deutschen Ernährungsindustrie

www.pluspluspprinzip.de

ÖKOTEC Energiemanagement GmbH
EUREF-Campus, Haus 13
Torgauer Straße 12-15
10829 Berlin
www.oekotec.de

Das PlusPlus-Prinzip – Eine Klimaschutzkampagne der deutschen Ernährungsindustrie

BVE

Gemeinsam mit unseren Partner-unternehmen

ÖKOTEC ENERGIEMANAGEMENT GMBH

enersuma Energy & Sustainability Management Consulting GmbH

ifeu INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG HEIDELBERG

Gefördert durch:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages