

BMUB-Fachtagung

*Klimaschutz durch Abwärmenutzung -
Potenziale, Hemmnisse, Strategien*

*Mittwoch, 04.03.2015
Neue Mälzerei, Berlin*

Potenziale der Kälte-, Klima- und Wärmepumpentechnik für die (Ab)Wärmeerzeugung

Prof. Dr.-Ing. Michael Arnemann

Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e. V. (DKV)

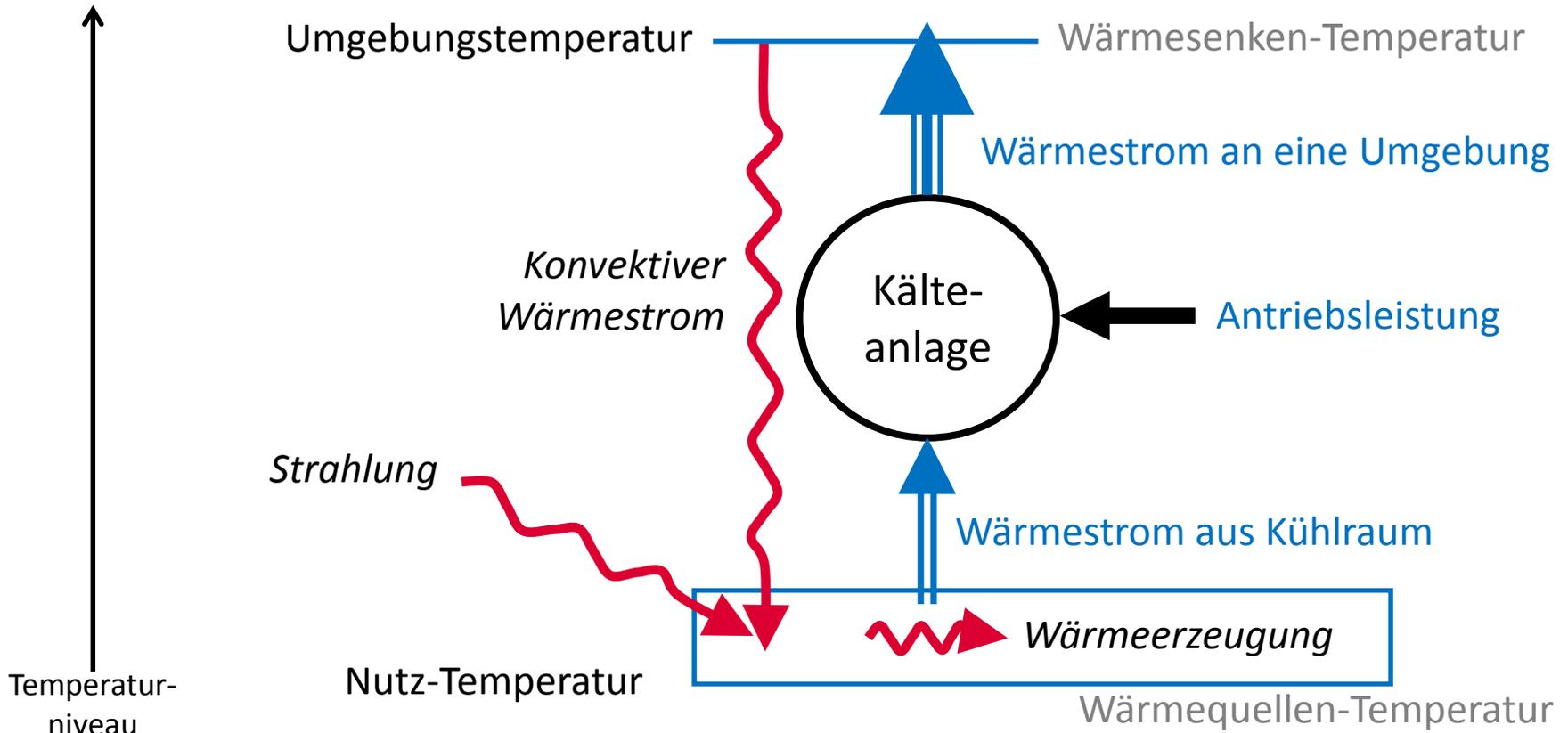


Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

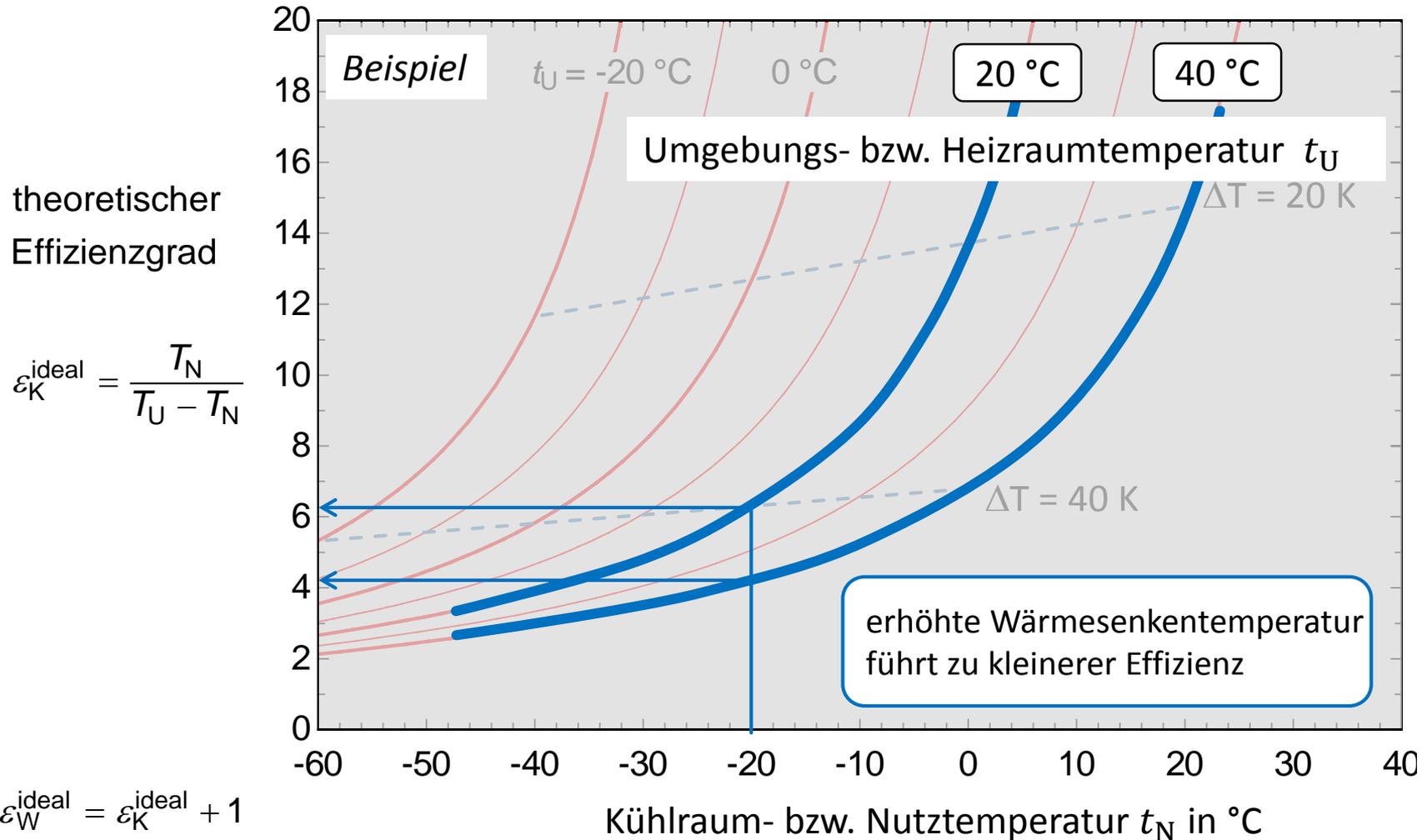
Gliederung

- Funktion einer Wärme pumpende Anlage
- Bedeutung der Kälte-, Klima- und Wärmepumpentechnik
- Potenziale
- Fazit

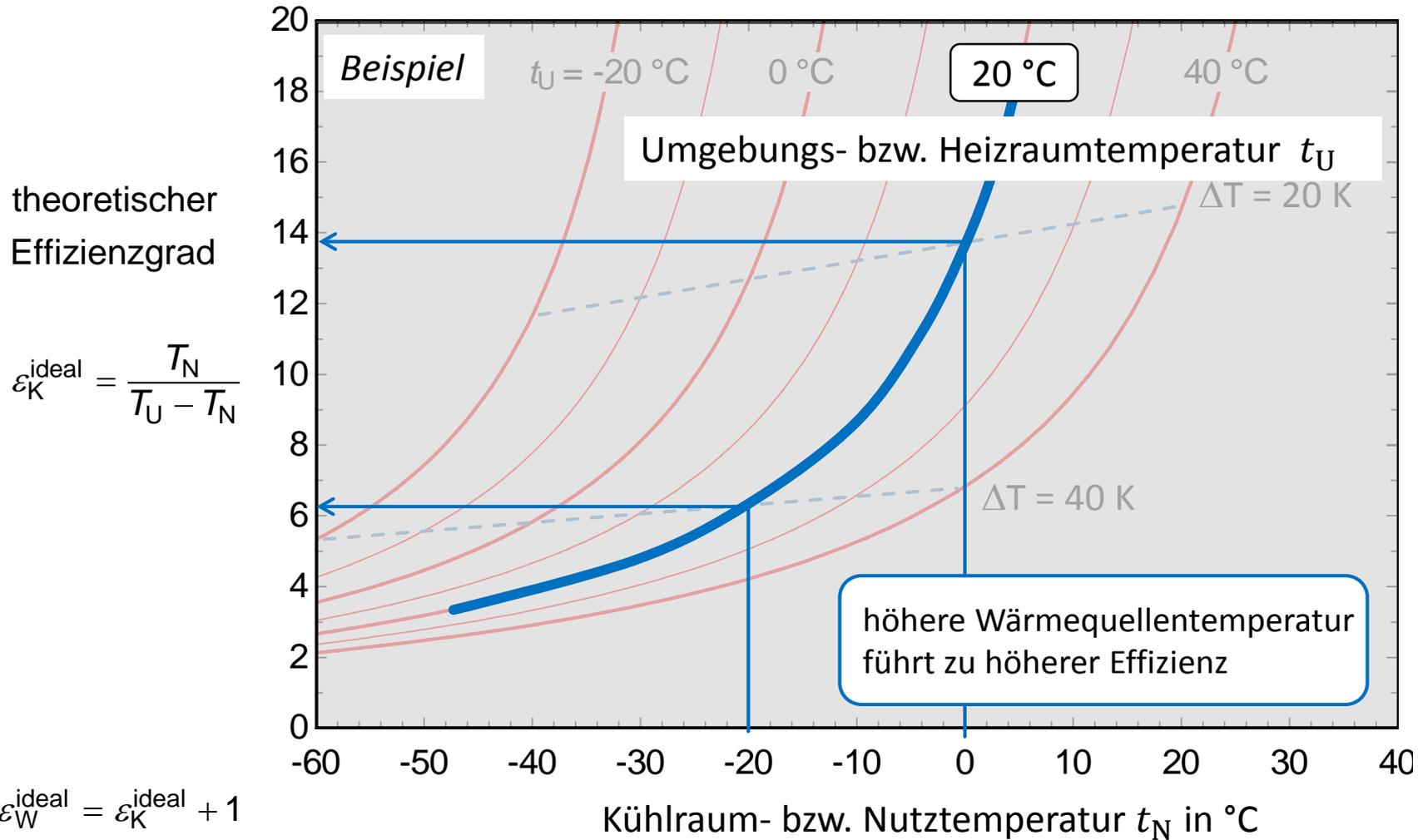
Wirkungsweise einer Kälteanlage



Effizienz eines idealen Kälteerzeugungsprozesses



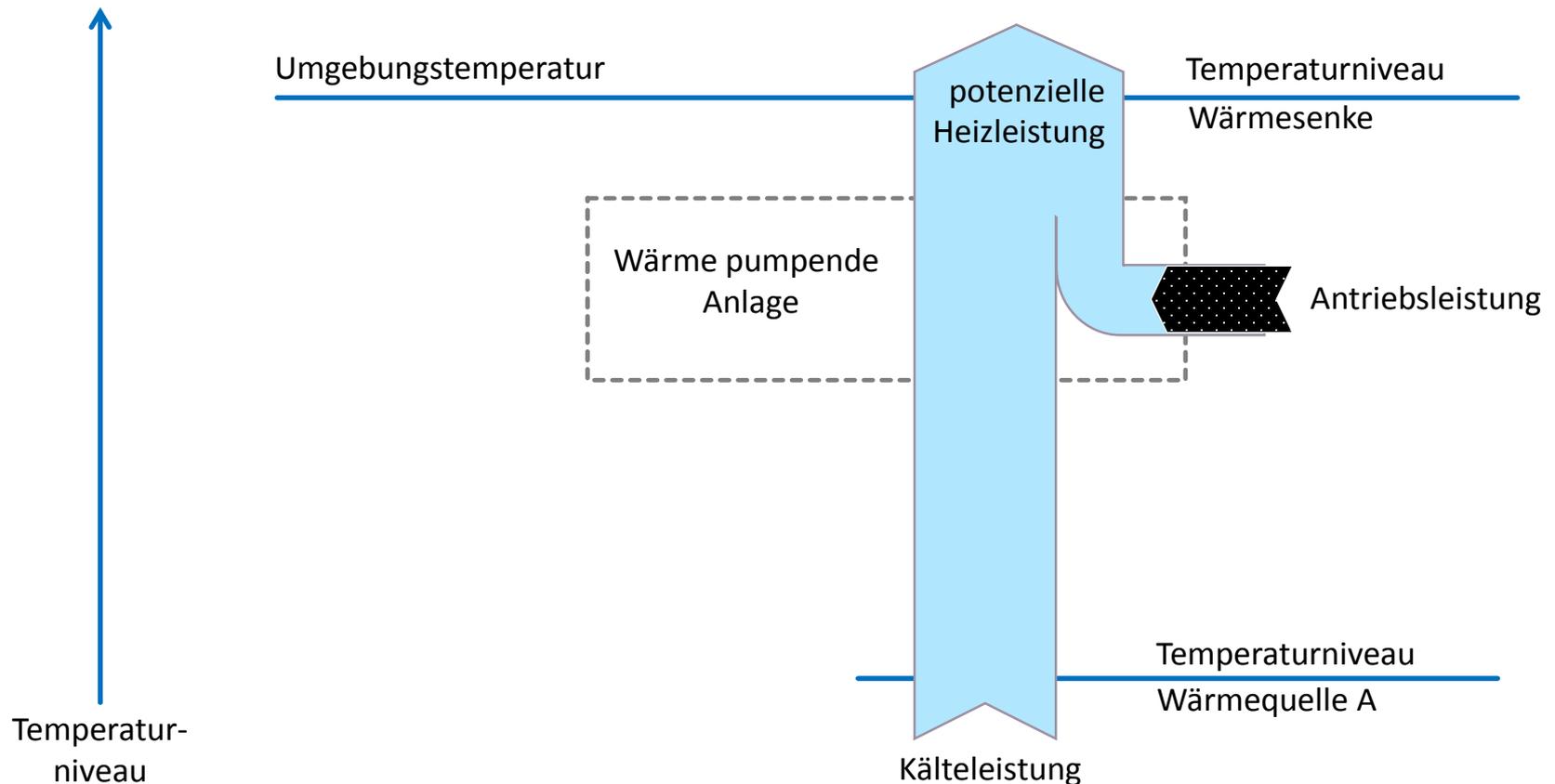
Effizienz eines idealen Kälteerzeugungsprozesses



$$\varepsilon_W^{\text{ideal}} = \varepsilon_K^{\text{ideal}} + 1$$

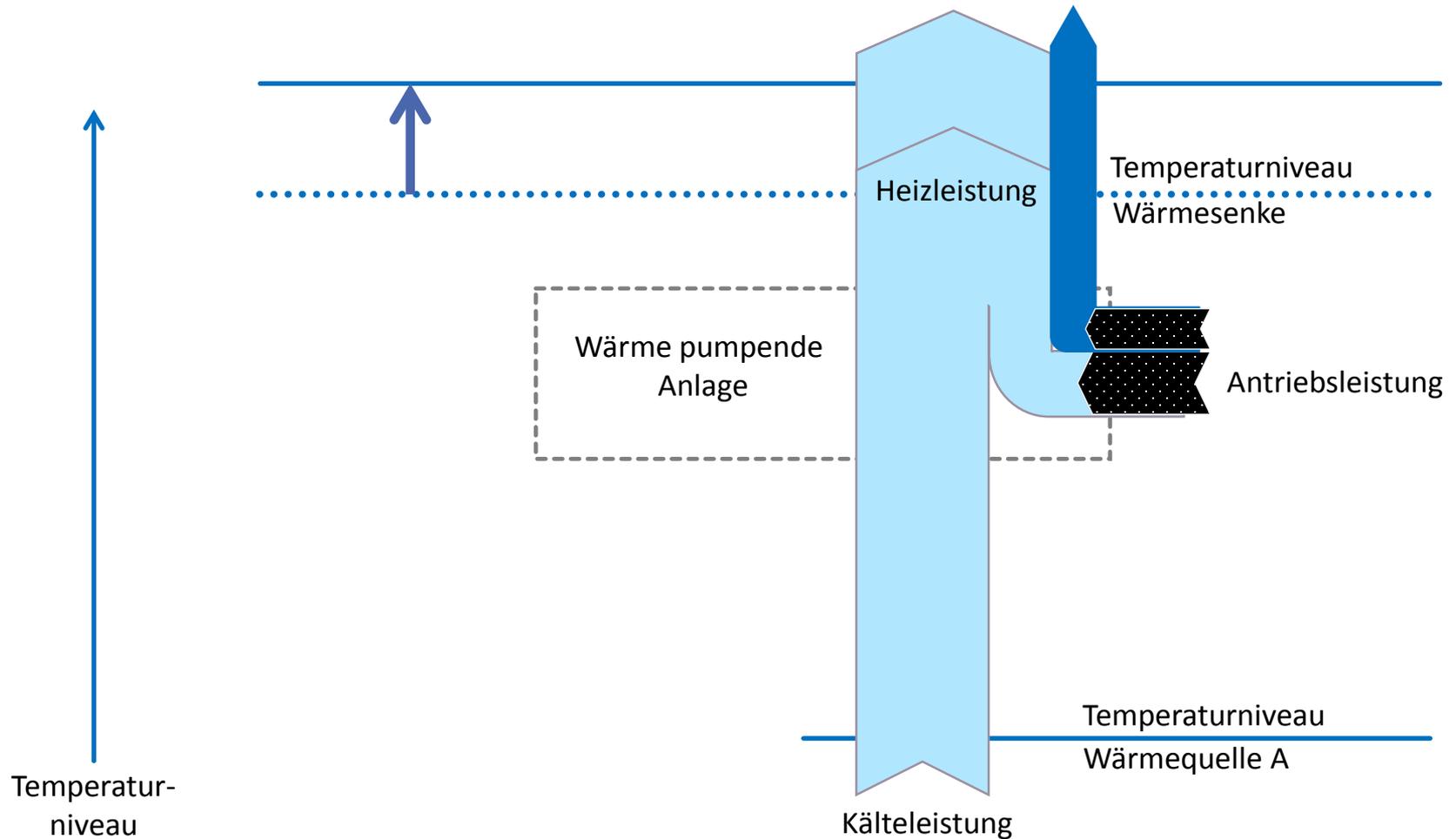
Funktion einer Wärme pumpenden Anlage

Energieströme Kälteanlage



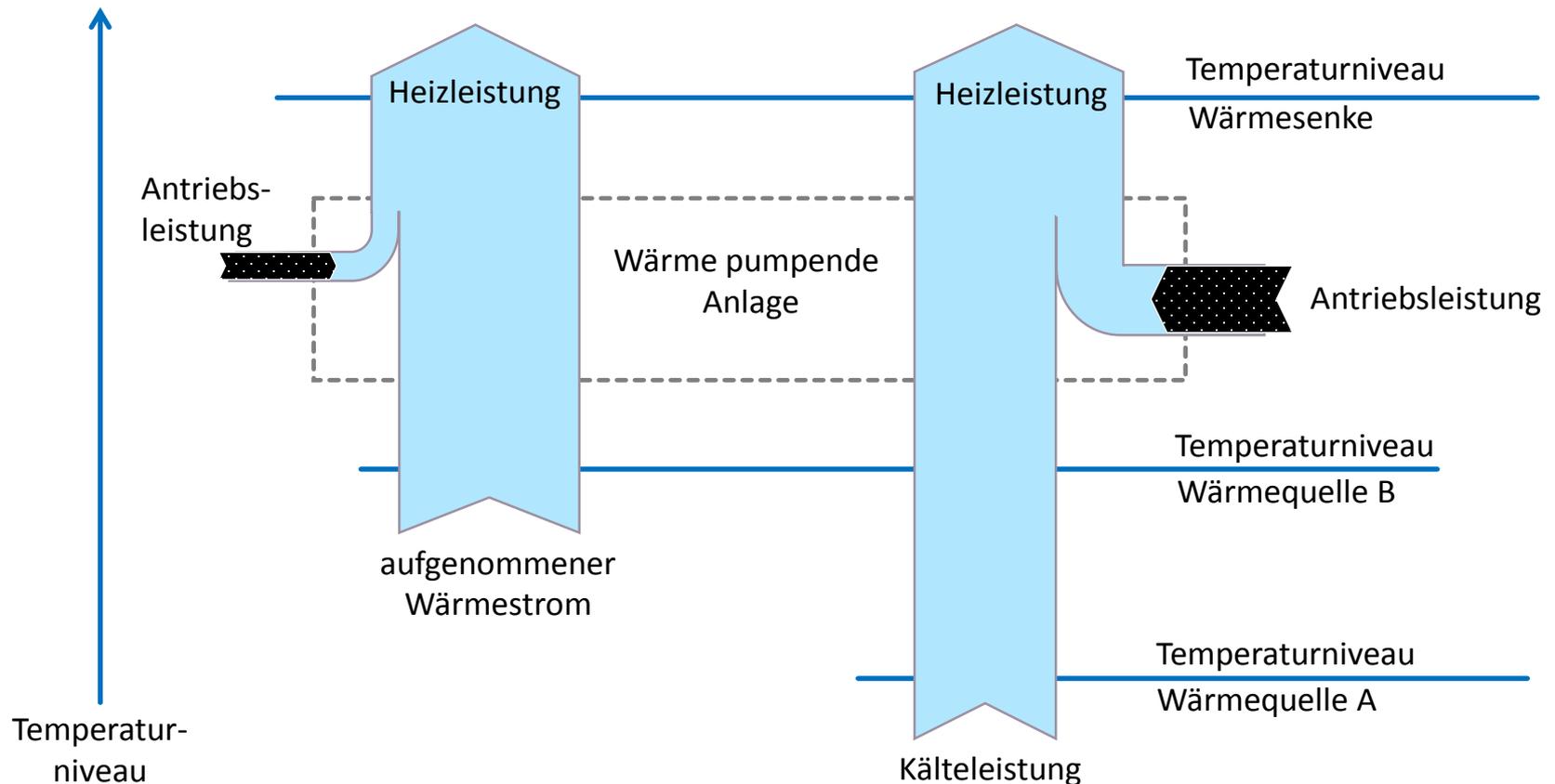
Funktion einer Wärme pumpenden Anlage

Erhöhung der Temperatur

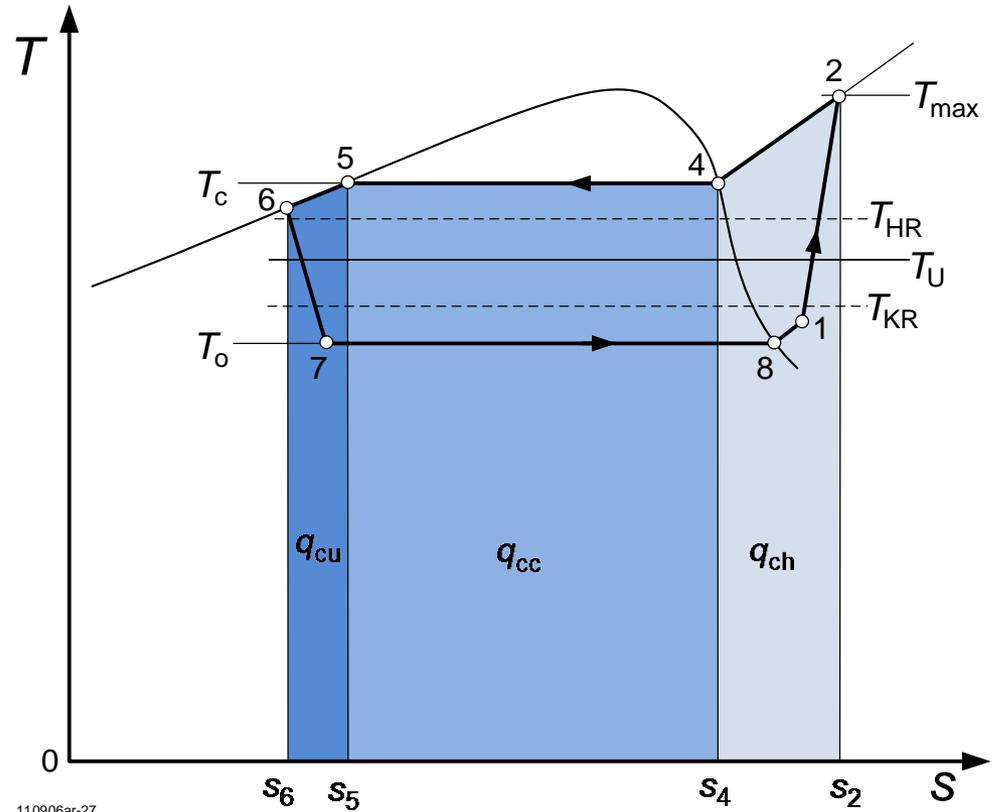
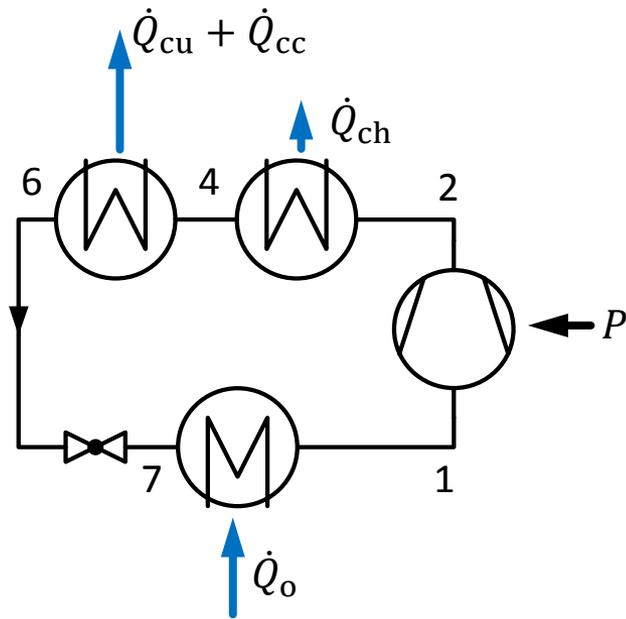


Funktion einer Wärme pumpenden Anlage

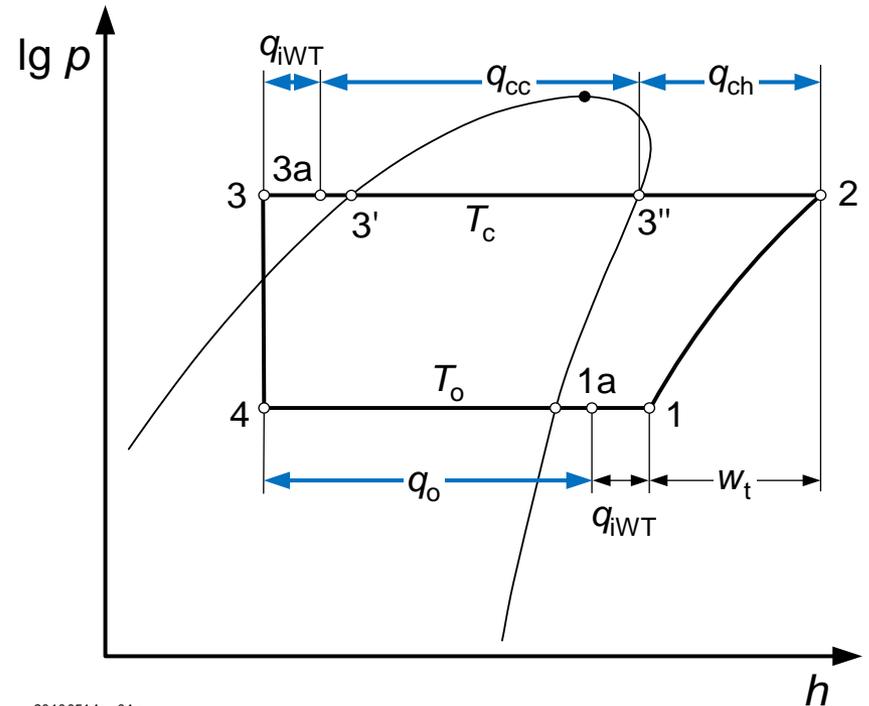
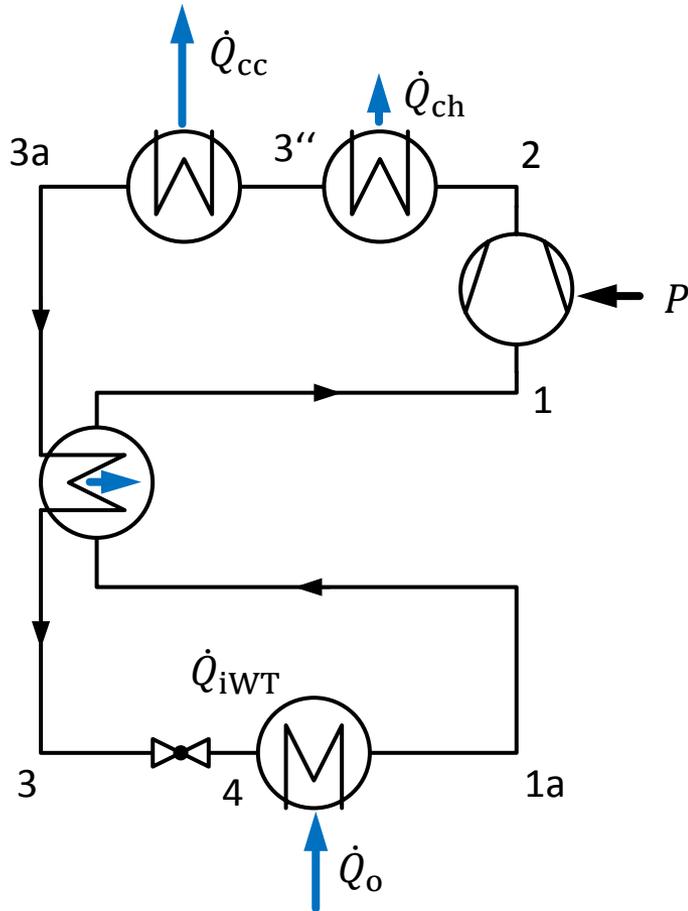
Erhöhung der Heizleistung



Leistungen und Temperatur-Niveaus



Leistungen und Temperatur-Niveaus



20100514ar-04c

VDMA 24019 - Entwurf

Abwärmenutzung von Kälteanlagen

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Normative Verweisungen
- 3 Begriffe
- 4 Ziele und Motivation
- 5 Einführung

- 6 Abwärmenutzung

- 7 Möglichkeiten der Abwärmenutzung**
 - 7.1 Passive Abwärmenutzung
 - 7.2 Konditionierte Abwärmenutzung
 - 7.3 Konditionierte Abwärme mit externer Wärmequelle

- 8 Wärmeträger-Kreislauf**
 - 8.1 Enthitzungswärme und konditionierte Abwärme für eine Nutztemperatur
 - 8.2 Enthitzungswärme und konditionierte Abwärme für zwei Nutztemperaturen

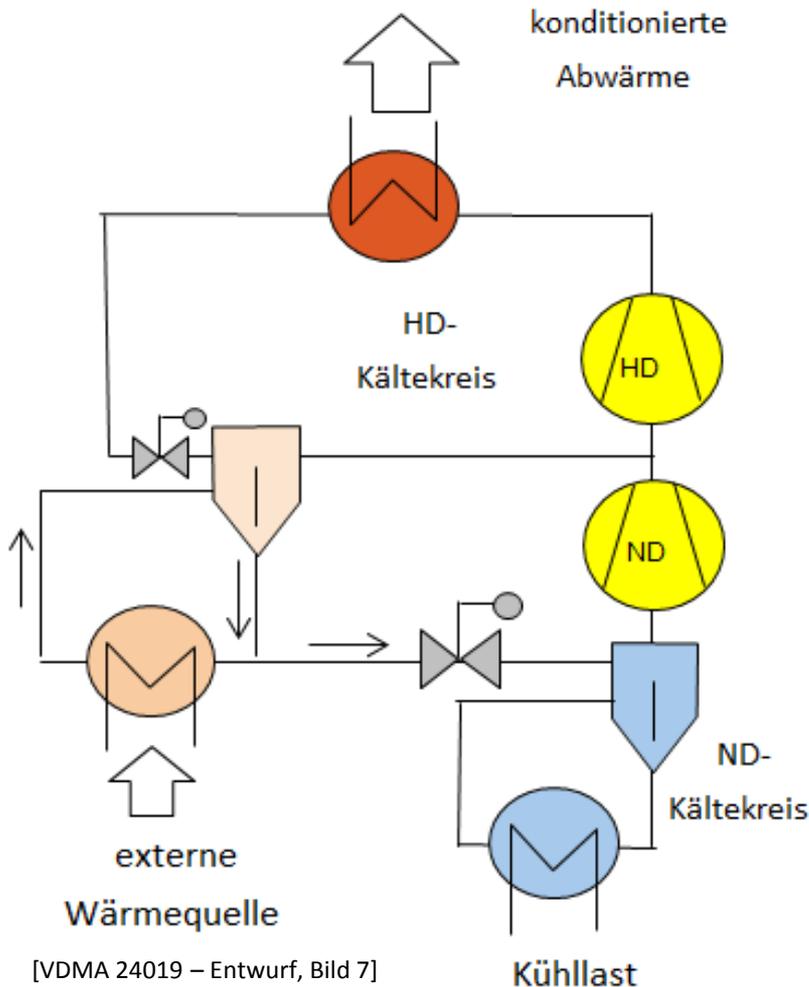
- 9 Abwärmenutzung mit „aufgesetzter Wärmepumpe“**
 - 9.1 Vergrößerung Abwärmestrom
 - 9.2 Reduzierung Abwärmestrom

- 10 Zusammenfassung**

- Anhang A Formelverzeichnis
- Anhang B Beispiele für konditionierte Abwärme

Beispiel aus VDMA 24019 - Entwurf

Abwärmenutzung von Kälteanlagen



[VDMA 24019 – Entwurf, Bild 7]

Zweistufige Kälteanlage, durch eine externe Wärmequelle erweitert, um die Abwärmeleistung zu vergrößern.

- Der Zwischendruck wird durch die Saugvolumen-ströme der ND- und HD-Verdichter beeinflusst.
- Die Verdichtergrößen sind so auszuwählen, dass der Zwischendruck zur Temperatur der externen Wärmequelle passt.

Anmerkung:

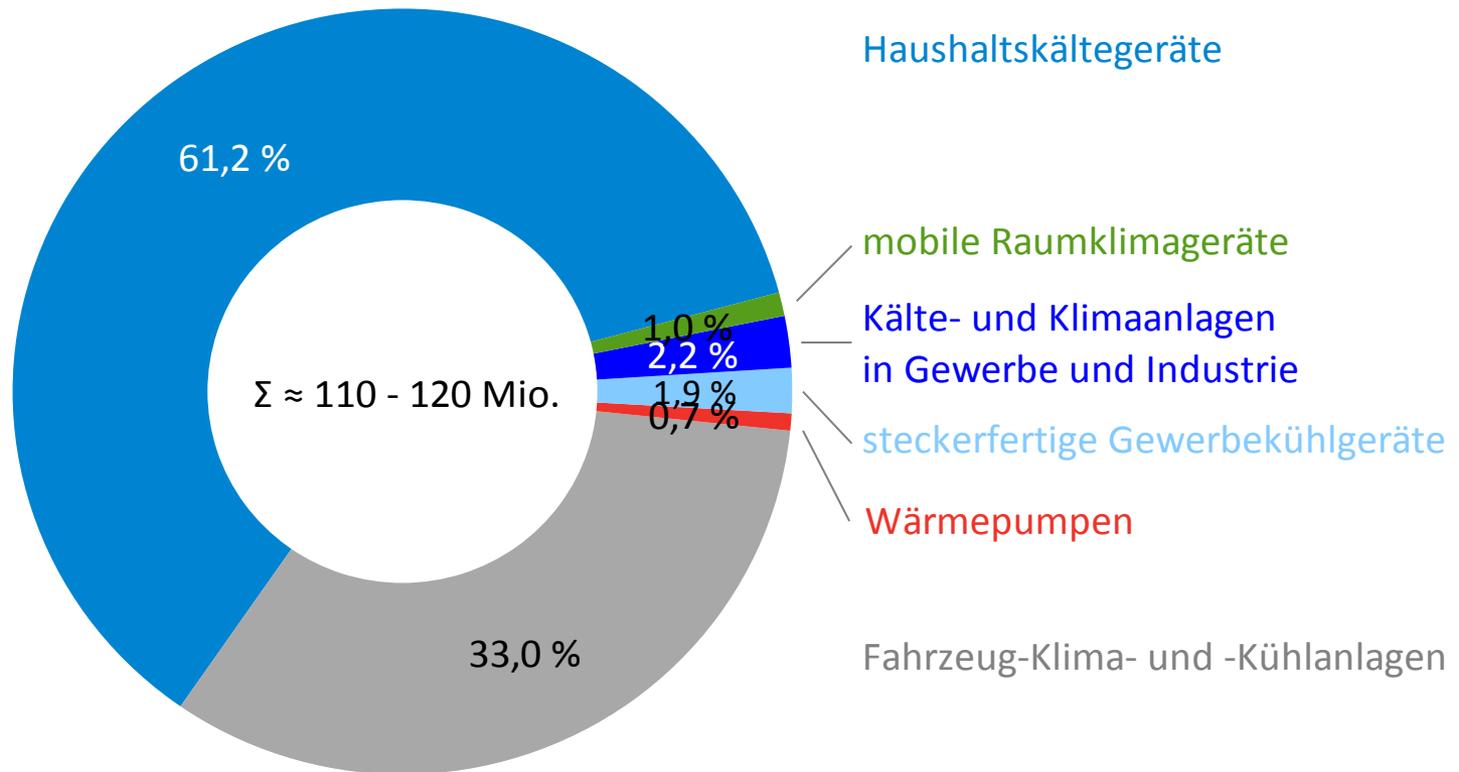
- Wenn die Verdichter keine Leistungsregelung haben, stehen aufgenommenener externer Wärmestrom, deren Temperatur und der Zwischendruck in einer Wechselwirkung. Der ND-Kältekreislauf wird davon beeinflusst.

Gliederung

- Funktion einer Wärme pumpende Anlage
- Bedeutung der Kälte-, Klima- und Wärmepumpentechnik
- Potentiale
- Fazit

Anzahlen von Kälte-, Klima- und Wärmepumpenanlagen in Deutschland, 2010

Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte, Statusbericht
22, DKV 2002; Kältetechnologien Deutschland,
Studie Hochschule Karlsruhe, 2013



Anzahl nicht-steckerfertiger Anlagen

Zahlenquelle: VDMA: Branchenbericht. Deutscher Markt für Kältetechnik 2009, Bestand an Kältesystemen in Deutschland nach Einsatzgebieten
 Marktvolumen für kältetechnische Anwendungen, Frankfurt am Main, 15.12.2009

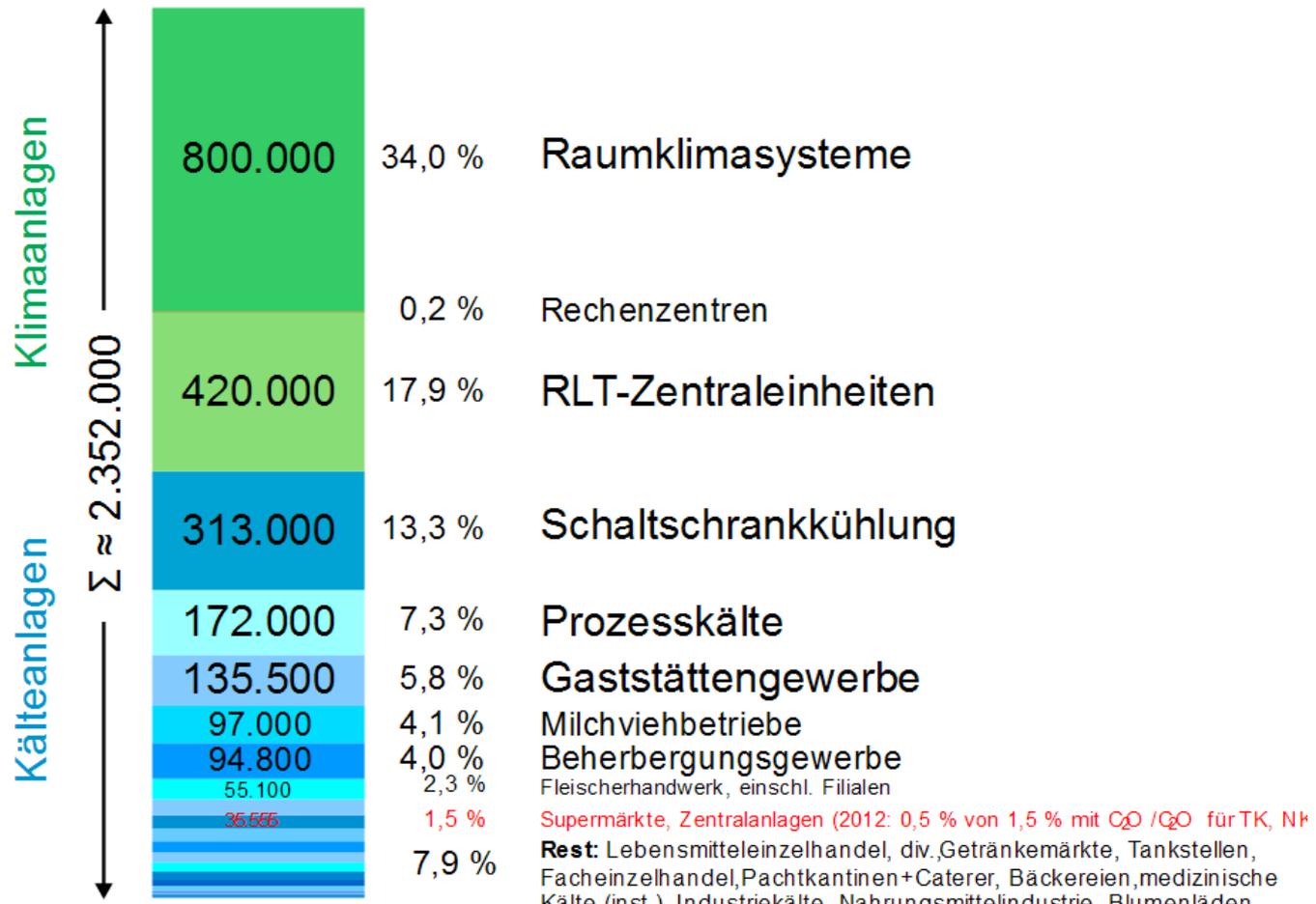
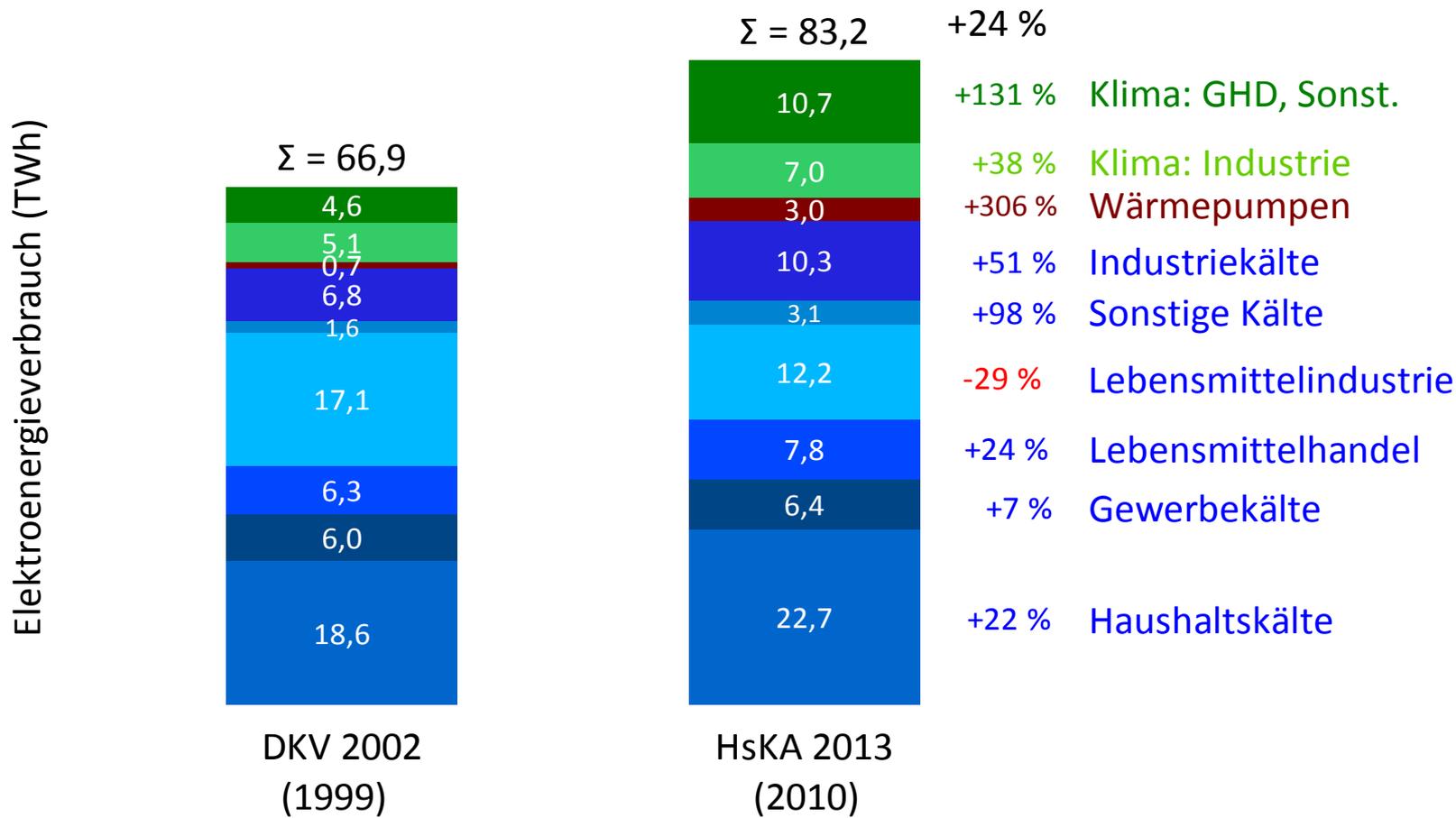


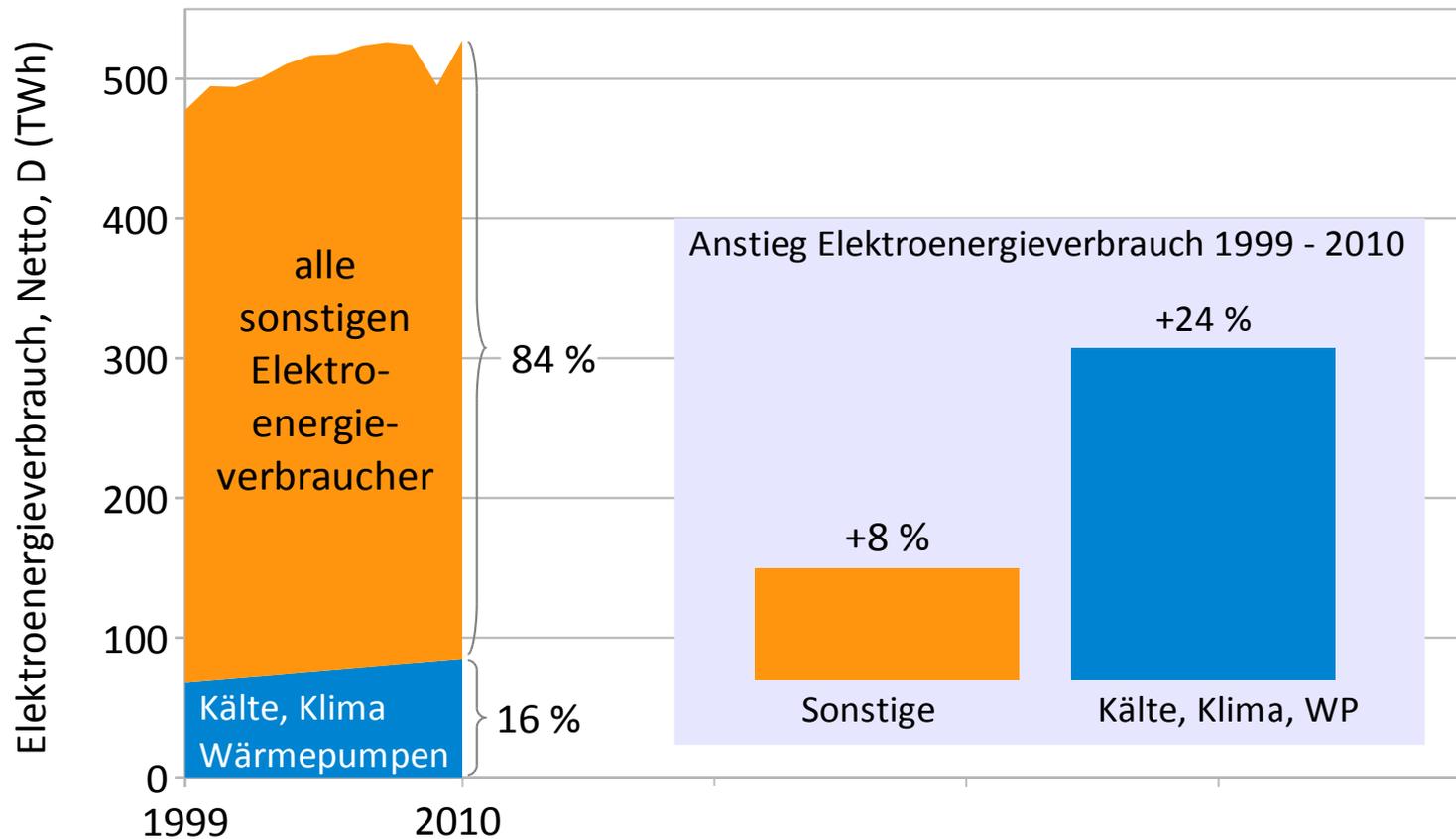
Bild: ICE-TeX
 INGENIEURBÜRO

Nationaler Elektroenergieverbrauch der Kälte-, Klima- und Wärmepumpentechnik



Daten aus: Arnemann et al. : Kältetechnologien in Deutschland, Studie, Hochschule Karlsruhe, gefördert im Rahmen der Klimaschutzinitiative der Bundesregierung durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Projektträger Jülich2013, Bild IceTeX

Nationaler Elektroenergieverbrauch 1999 - 2010



Monitoring-Bericht "Energie der Zukunft", 4.4.2014, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie;
Kältetechnologien Deutschland, Studie Hochschule Karlsruhe, 2013

Entwicklung der nationalen Treibhausgas-Emissionen

Anteil der Kälte-, Klima- und Wärmepumpenanlagen im Jahr 2010
[Studie der Hochschule Karlsruhe, 2013]

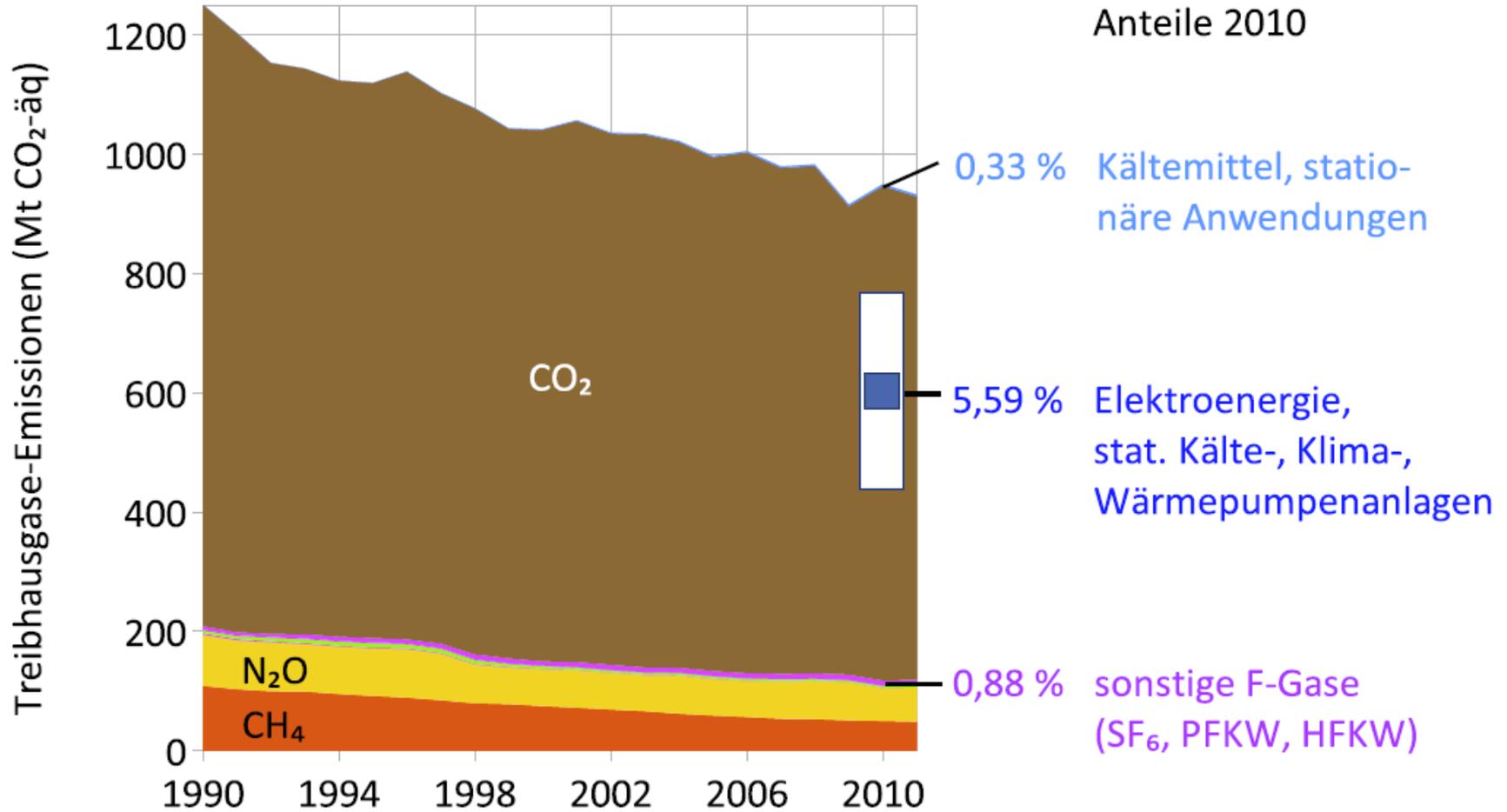


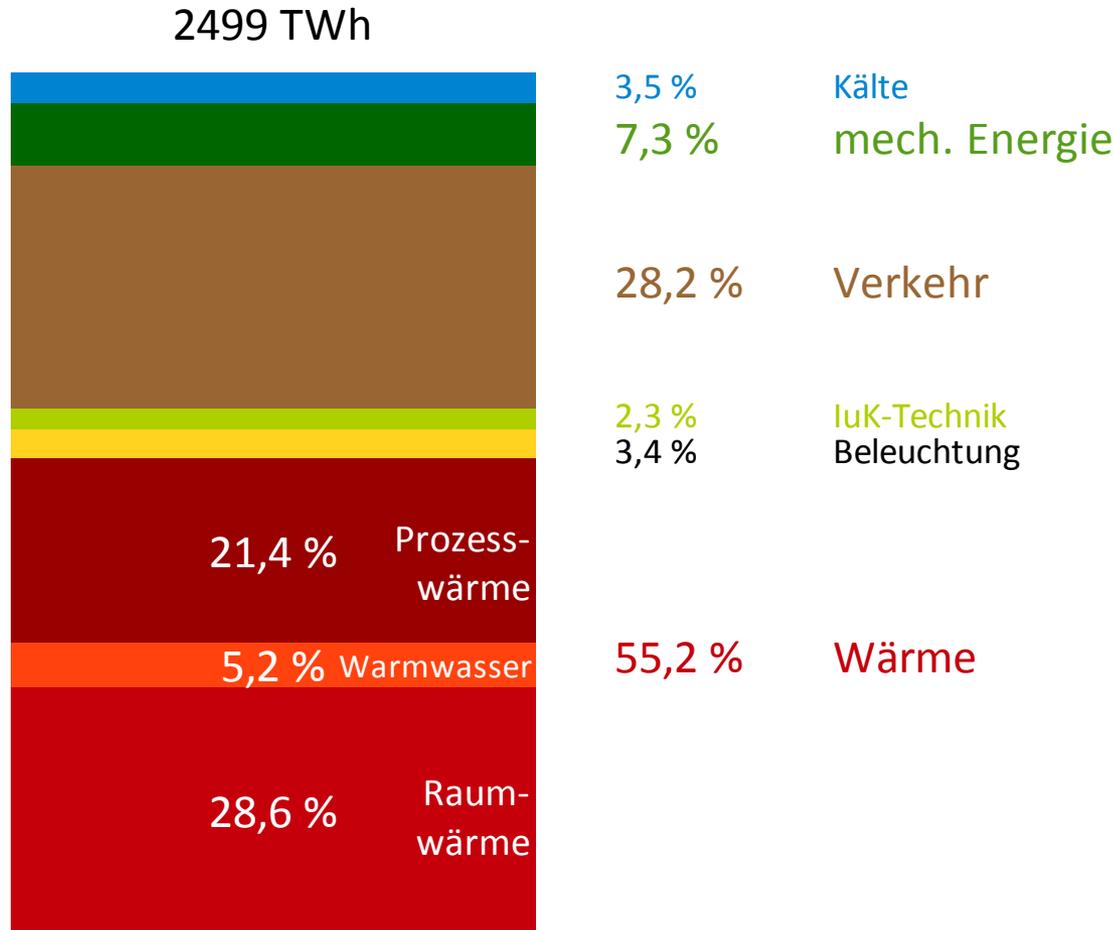
Bild: ICE-TEX
INGENIEURBÜRO

Gliederung

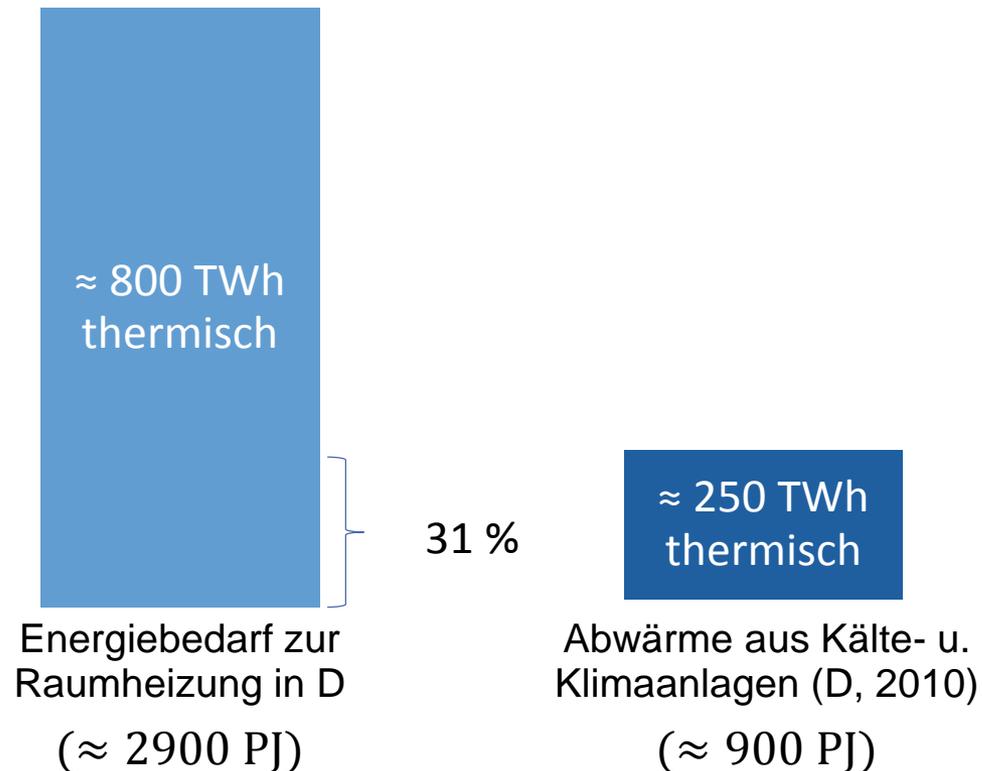
- Funktion einer Wärme pumpende Anlage
 - Bedeutung der Kälte-, Klima- und Wärmepumpentechnik
-
- Potenziale
-
- Fazit

Endenergieverbrauch Deutschland 2012 nach Anwendungen

Endenergieverbrauch Deutschland, 2012
Daten: BMWi 2014, DKV 2014 (Kälte)



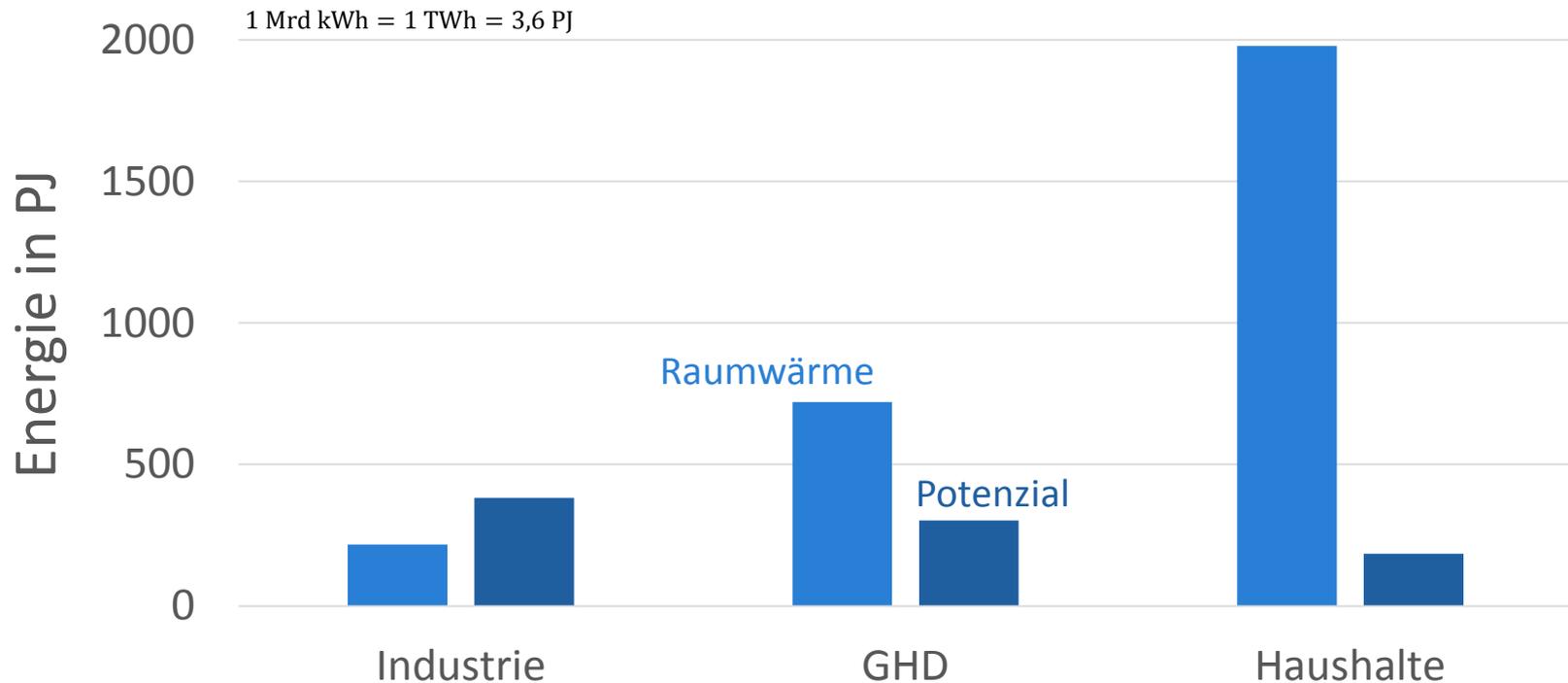
Potenzial Abwärme Kälte/Klima



Vergleichende Betrachtung, zur Beurteilung der Größenordnungen.

In dieser einfachen Betrachtung fehlt jedoch die wichtige Bewertung des Temperaturniveaus.

Raumwärmebedarf und Potenziale der Kälte-, Klimatechnik in 2010

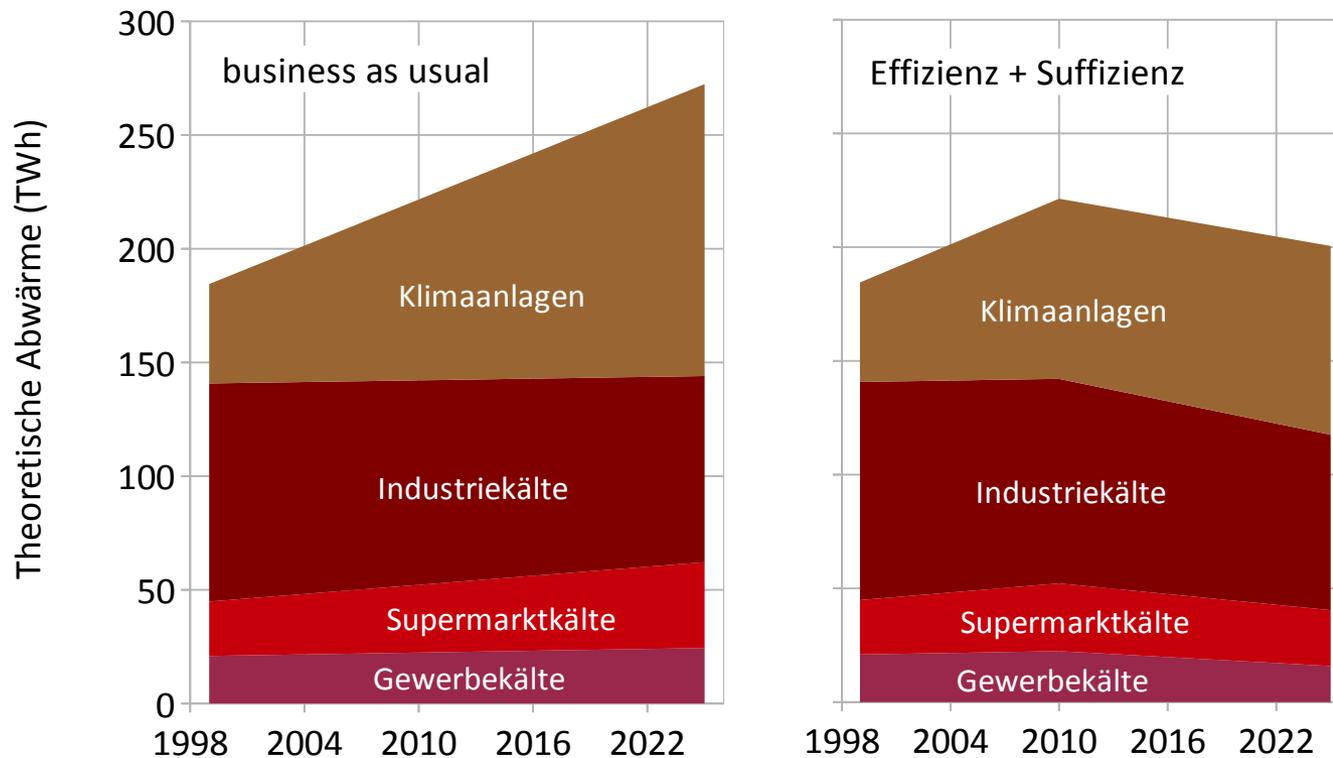


Quellen:

zu Raumwärme: AGEB : Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2011 und 2012 mit Zeitreihen von 2008 bis 2012, 2013-08

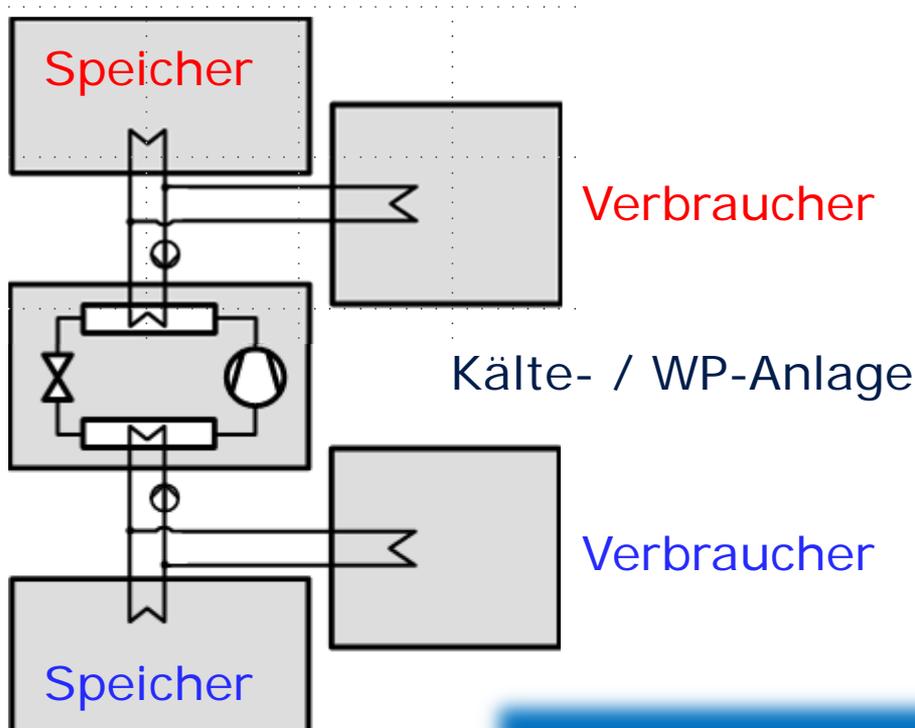
zu Potenzialen: M. Arnemann: KSI - Kältetechnologien in Deutschland, Hochschule Karlsruhe, 2013

Theoretische Abwärmen der Kälte- und Klimatechnik



Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte, Statusbericht 22, DKV 2002; Kältetechnologien
Deutschland, Studie Hochschule Karlsruhe, 2013

Energiespeicher – Kältetechnik / Wärmepumpe



Motivation/Chancen:

- Einfacher Energiespeicher
- Bekannte Technologien
- Dezentralisierung möglich
- umweltfreundlich

Technik:

- Kalt- / Warmwasserspeicher
- PCM (Eis, Paraffin, PE, ..)
- Feststoff
- Chemisch
- ...

2 Potentiale für thermische Energiespeicher

Speicherung zur Unterstützung (der Netze)

bei Produktions- und Bedarfsspitzen

- Kühl- und Tiefkühlhäuser
 - Gebäudeklimatisierung
 - Kalte Nahwärmesysteme
 - WP → Gebäudeheizung
 - WP → Warmwasser
 - WP → Wäschetrockner
 - „SG Ready“ Produkte und Systeme
 - Eisspeicher
- Motivation für „**Energiespeicher**“ der Kälte-Klimatechnik:
 - Vorhanden - Einfacher Energiespeicher
 - Bekannte Technologien
 - Dezentralisierung möglich
 - Umweltfreundlichkeit

Gliederung

- Funktion einer Wärme pumpende Anlage
 - Bedeutung der Kälte-, Klima- und Wärmepumpentechnik
 - Potenziale
-
- Fazit

Fazit

Kälte-Klima-Wärmepumpen-Technik

- kann sinnvolle Abwärmenutzung anbieten
- kann im Gebäude Produktion und Verbrauch sinnvoll verbinden
- vorteilhafte Kombinationen thermisch und elektrisch angetriebener Systeme möglich
- installierte Systeme können als Speicher dienen
- Systeme müssen nur „smart“ ins Netz eingebunden werden
- kann „kalte“ Nahwärmenetze sinnvoll nutzen
z. B. für dezentrale Wärmeversorgung
- ist ideale Ergänzung zur dezentralen Stromerzeugung (KWK)

➔ Weitere Forschung und Entwicklungen notwendig

Gute Aussichten, für die Kälte-, Klima- und Wärmepumpentechnik!



Prof. Dr.-Ing. Michael Arnemann
Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein
(DKV) e.V.
Striehlstraße 11
30159 Hannover

T: +49(0) 511 897 0814
info@dkv.org
www.dkv.org



Prof. Dr.-Ing. Michael Arnemann
Institut für Kälte-, Klima- und Umwelttechnik
Hochschule Karlsruhe - Technik und Wirtschaft
Moltkestraße 30
76133 Karlsruhe

T: +49(0) 721 925 1914
michael.arnemann@hs-karlsruhe.de
www.hs-karlsruhe.de