

Für Mensch & Umwelt

Umwelt  
Bundesamt 

Fachkonferenz „Eco Upgrade for Data Services – Digitalisierung mit der Green Cloud“

# Umweltfreundliche Klimatisierung im Rechenzentrum

Dr. Daniel de Graaf  
Fachgebiet III 1.4 – Stoffbezogene Produktfragen

Frankfurt am Main, 29. August 2018

## Inhalt

### **1 ENERGIEEFFIZIENZ DES KÄLTESYSTEMS**

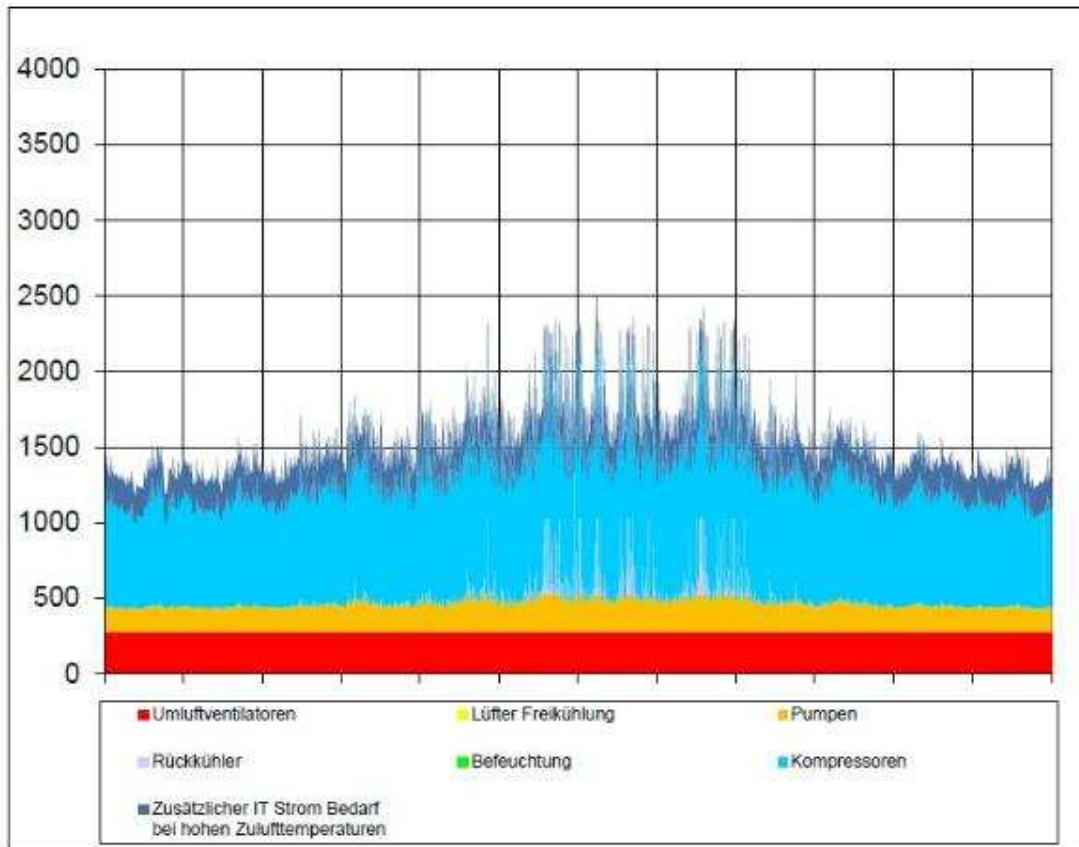
### **2 KÄLTEMITTEL**

HFKW Phase-down gemäß F-Gas-Verordnung

Alternativen zur Verwendung von HFKW

### **3 PRAXISBEISPIELE MIT NATÜRLICHEN KÄLTEMITTELN**

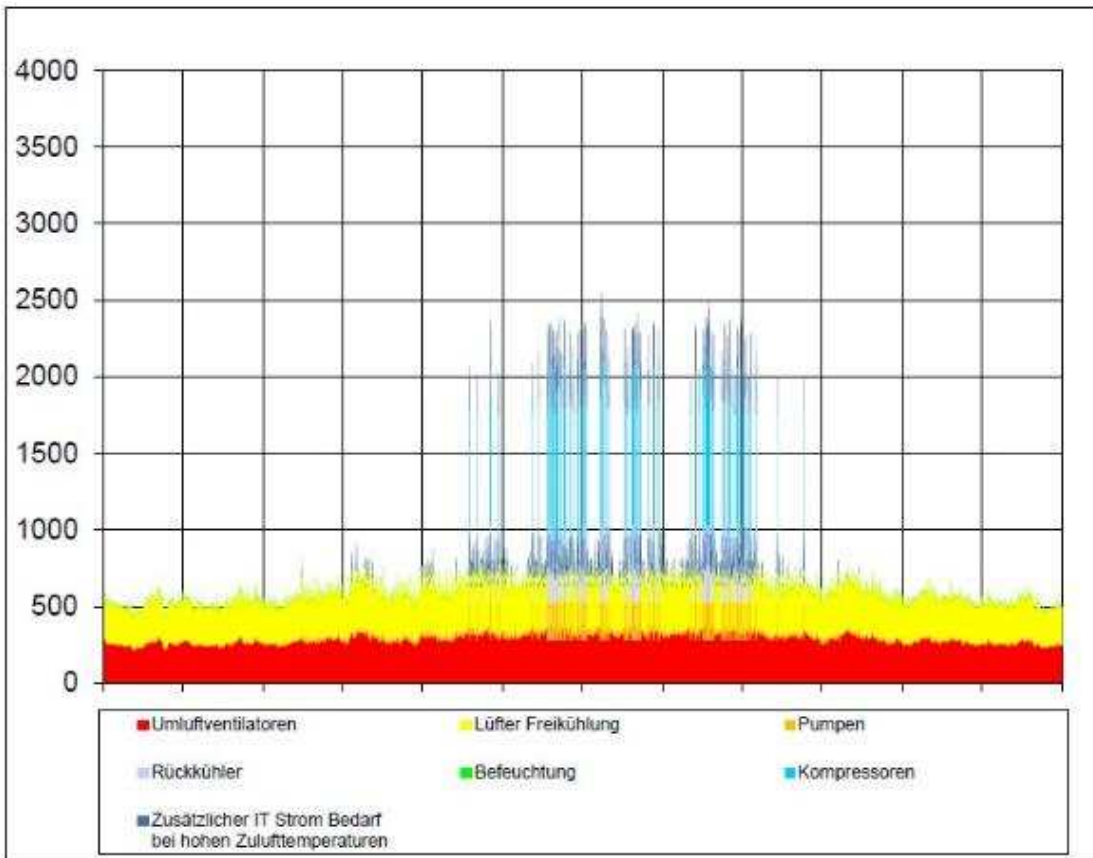
## Energieeffizienz des Kältesystems



- RZ mit 9 MW IT-Leistung, 20 MW Nennkälteleistung, Turbokältemaschine
- Keine freie Kühlung
- Kaltgangeinhausung, Zulufttemp.: 26 °C  
→ **SEER=11,1; JAZ=7,0**

Quelle: UBA-Studie „Klimaschonende Klimatisierung (Heizen und Kühlen) mit natürlichen Kältemitteln – Konzepte für Nichtwohngebäude mit Serverräumen/Rechenzentren“

## Energieeffizienz des Kältesystems

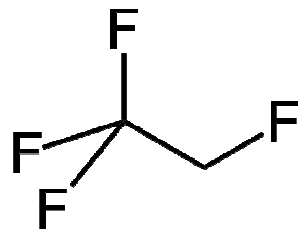


- RZ mit 9 MW IT-Leistung, 20 MW Nennkälteleistung, Turbokältemaschine
- Indirekte Luftkühlung
- Kaltgangeinhausung, Zulufttemp.: 26 °C (wenn maschinelle Kühlung vermieden wird)  
→ SEER=8,9; JAZ=14,6

Quelle: UBA-Studie „Klimaschonende Klimatisierung (Heizen und Kühlen) mit natürlichen Kältemitteln – Konzepte für Nichtwohngebäude mit Serverräumen/Rechenzentren“

## HFKW-Kältemittel

- HFKW: Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe
- Ersatzstoffe für FCKW (Verwendung als Kältemittel seit 1930er Jahren)
- Kein Ozonabbaupotential (ODP)
- Treibhausgase mit hohem GWP
- 13 % der Klimaerwärmung aufgrund halogener Stoffe
- 82 % aller F-Gase wurden 2015 in der EU als Kältemittel eingesetzt
- Ungiftig, überwiegend nicht brennbar (noch)
- Häufigstes HFKW-Kältemittel: R134a (Tetrafluorethan,  $C_2H_2F_4$ )



## HFKW-Kältemittel

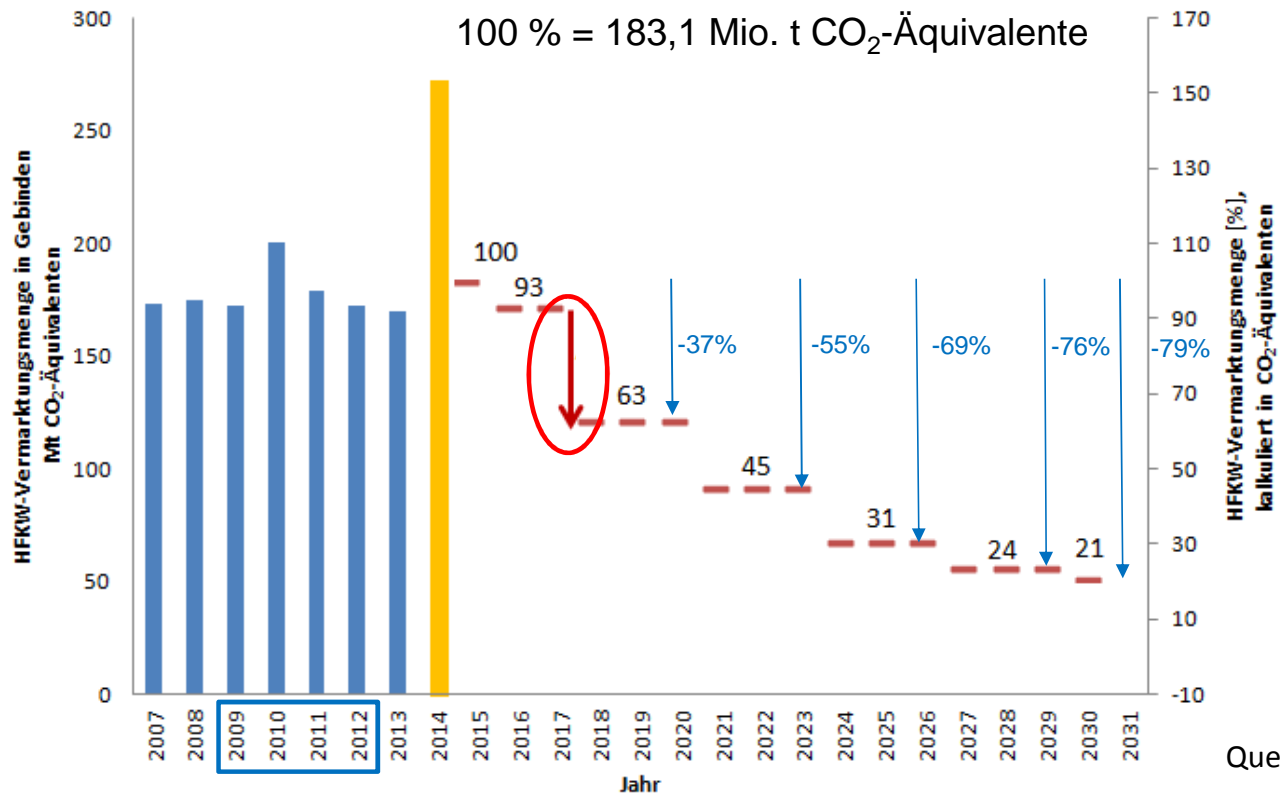
- Ca. 95% aller Kältemittel (in t) sind HFKW
- Gelangen bei Befüllung, Betrieb (Leckagen, Wartung) und Entsorgung in die Atmosphäre
- F-Gas-Emissionen:
  - EU (2015): 118 Mio. t (2 % der Treibhausgasemissionen; Quelle: EEA)
  - Global (2015): 1,3 Mrd. t (Quelle: Purovit & Höglund-Isaksson)
  - EU-Flugverkehr (2005): 133 Mio. t (Quelle: Greenpeace)
  - Flugverkehr global (2015): 770 Mio. t (Quelle: UBA)

| Kältemittel             | Chemische Bezeichnung       | ODP  | GWP <sub>100</sub> |
|-------------------------|-----------------------------|------|--------------------|
| R11 (FCKW)              | Trichlorfluormethan         | 1    | 4.750              |
| R12 (FCKW)              | Dichlordifluormethan        | 1    | 10.900             |
| R22 (HFCKW)             | Chlordifluormethan          | 0,05 | 1.810              |
| R410A (HFKW)            | Gemisch (R 32/R 125)        | 0    | 2.088              |
| R407C (HFKW)            | Gemisch (R 32/R 125/R 134a) | 0    | 1.774              |
| R134a (HFKW)            | Tetrafluorethan             | 0    | 1.430              |
| R744 (CO <sub>2</sub> ) | Kohlendioxid                | 0    | 1                  |

## F-Gas-Regelung: Verordnung (EU) Nr. 517/2014 (F-Gas-Verordnung)

- Regelmäßige Dichtheitsprüfungen an Kälteanlagen (ab 5 t CO<sub>2</sub>eq., Intervalle abhängig von der Füllmenge)
- Umgehende Reparatur entdeckter Lecks, danach Dichtheitsprüfung innerhalb eines Monats
- In D Emissionsobergrenzen nach Chemikalien-Klimaschutz-Verordnung (abhängig von Installationszeitpunkt und Füllmenge)
- Kältemittelbewegungen (z.B. Nachfüllen) müssen protokolliert werden
- Eingriffe in den Kältekreislauf nur durch zertifiziertes Personal (i.d.R. Kältetechniker)
- Betreiber ist für die Einhaltung der Verordnung verantwortlich
- Verbote (Anhang III; Auswahl):
  - Ortsfeste Kälteanlagen mit Kältemittel GWP ≥ 2.500 (ab 01.01.2020)
  - Bewegliche Raumklimageräte mit GWP ≥ 150 (ab 01.01.2020)
  - Monosplit-Geräte (Füllmenge < 3 kg) mit Kältemittel GWP ≥ 750 (ab 01.01.2025)

## HFKW *phase-down*

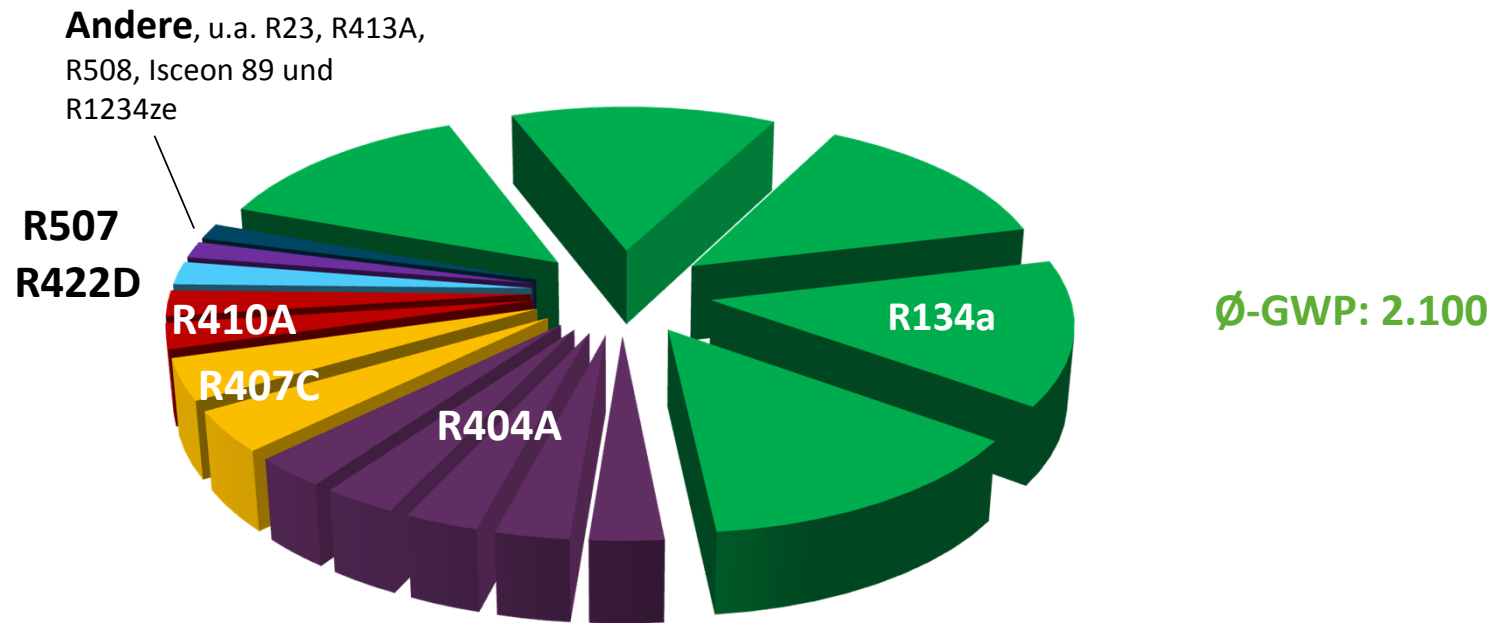


- Beispiele:  
100 t CO<sub>2</sub>e entsprechen:
  - 69,93 kg R134a
  - 56,35 kg R407C
  - 47,89 kg R410A
- Ausreißer 2014: Hamsterkäufe nach Bekanntwerden der Verordnungsnovelle

Reduktion bezieht sich auf **CO<sub>2</sub>-Äquivalente** → absolute Menge wird nicht zwangsläufig reduziert

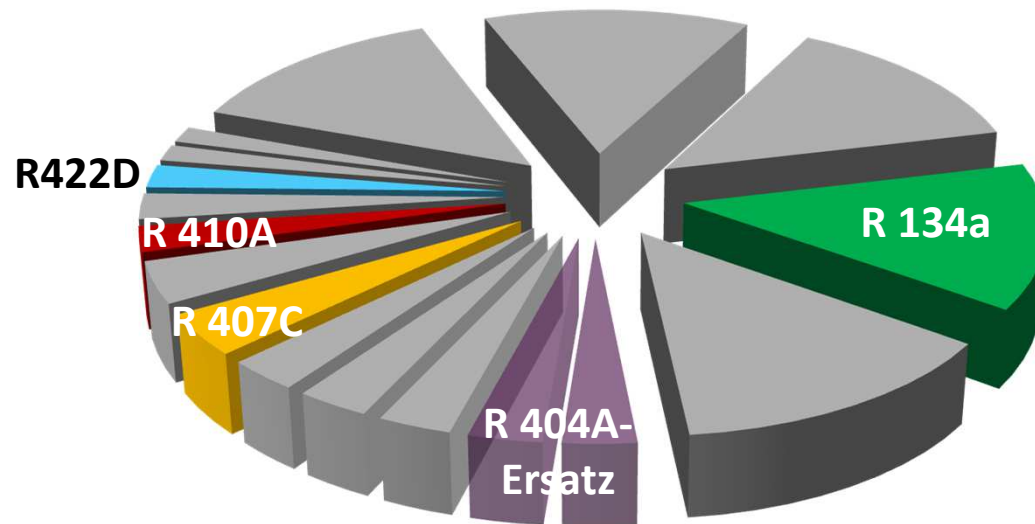


## HFKW-Verfügbarkeit heute...



Kältemittelverwendung (HFKW) in Deutschland im Jahr 2013 in t (Quelle: Destatis)

## ...und morgen (2030)



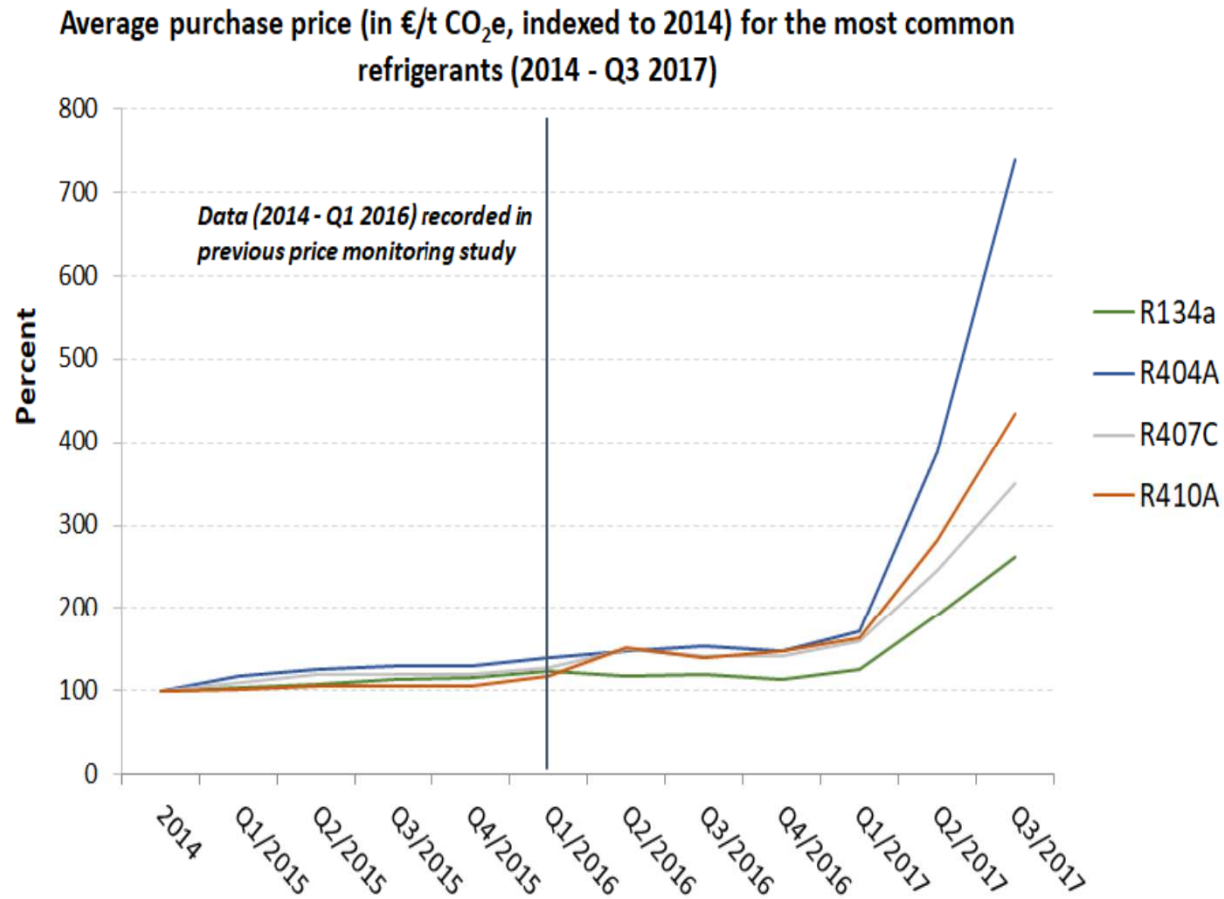
Ø-GWP: 440

Szenario einer möglichen Kältemittelverteilung in Deutschland im Jahr 2030 in t.  
**Graue Anteile:** Kältemittel mit einem GWP < 20

### Konsequenzen:

- Verfügbarkeit eingeschränkt, Kältemittel nicht erhältlich
- Steigende Preise für HFKW-Kältemittel

## Entwicklung der HFKW-Kältemittelpreise



## HFKW-Alternativen: halogenfreie (natürliche) Kältemittel

- Kommen in der Natur vor
- Sehr geringes bzw. kein Treibhauspotential
- Bessere Effizienzwerte als HFKW, Beispiel: Monosplit-Gerät mit R290 (UBA-Bericht „The Blue Angel for Stationary Room Air Conditioners – market analysis, technical developments and regulatory framework for criteria development“)
- Preiswert
- Von F-Gas-Verordnung nicht betroffen
- Nachteile: Brennbarkeit (Kohlenwasserstoffe), Toxizität (Ammoniak), hoher Druck (CO<sub>2</sub>) → Risiken mit geeigneten technischen Maßnahmen minimal
- Beispiel Ammoniak (R 717): seit 130 Jahren in der Industriekälte (Anlagen >100 kW) eingesetzt; ist umweltfreundlich, wirtschaftlich und energieeffizient

| Kältemittel            | GWP   |
|------------------------|-------|
| Propan (R290)          | 3     |
| CO <sub>2</sub> (R744) | 1     |
| Ammoniak (R717)        | 0     |
| Wasser (R718)          | 0     |
| Isobutan (R600a)       | 3     |
| R410A                  | 2.088 |

## Praxisbeispiel: RZ-Kühlung im Logistikcenter



- Kaltsolesatz (Wasser/Glykol-Gemisch)
- 2x 12 kW Kälteleistung
- 2x 1,5 kg R290 (Propan)
- Außenaufstellung
- Gaswarngerät in der Bodenwanne
- Freie Kühlung möglich

Quelle: Frigoteam Handels-GmbH

## Praxisbeispiel: DMK Deutsches Milchkontor



- Kaltsolesatz (Wasser/Glykol-Gemisch)
- 2 RZen (20 und 12 kW IT-Leistung)
- Kompressionskälte: eChiller (35 kW) mit Wasser als Kältemittel
- Kaltwassertemperatur: 20 °C, Zulufttemperatur: 26 °C
- Bis ca. 20 °C Außentemperatur freie Kühlung
- sehr niedrige ULK-Ventilatorleistung (<30%), Differenzdruckkontrolle
- Warmgangeinhausung

## Praxisbeispiel: Verdunstungskühlung



Quelle: Menerga GmbH

- Indirekte Verdunstungskühlung
- Tiefste mögliche Temperatur: nicht mehr Abluft-Feuchtkugeltemperatur, sondern Taupunkttemperatur der Zuluft
- 18-109 kW Nennkälteleistung
- 1. Platz (Kategorie 2) beim 6. Deutschen Kältepreis (Mai 2018)

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

**Dr. Daniel de Graaf**

Fachgebiet III 1.4 Stoffbezogene Produktfragen

Daniel.degraaf@uba.de

Tel.: 0340 2103-3407

[www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/fluorierte-treibhausgase-fckw](http://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/fluorierte-treibhausgase-fckw)

