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

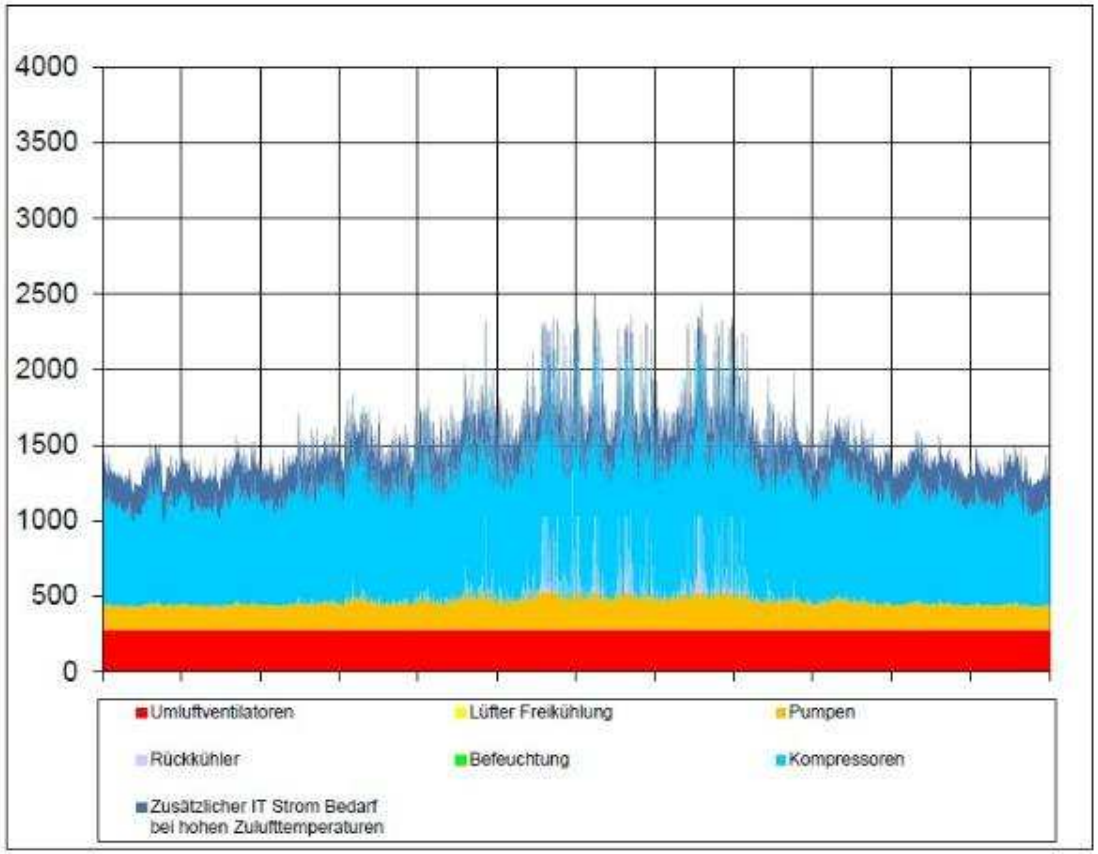
2 KÄLTEMITTEL

HFKW Phase-down gemäß F-Gas-Verordnung

Alternativen zur Verwendung von HFKW

3 PRAXISBEISPIELE MIT NATÜRLICHEN KÄLTEMITTELN

Energieeffizienz des Kältesystems

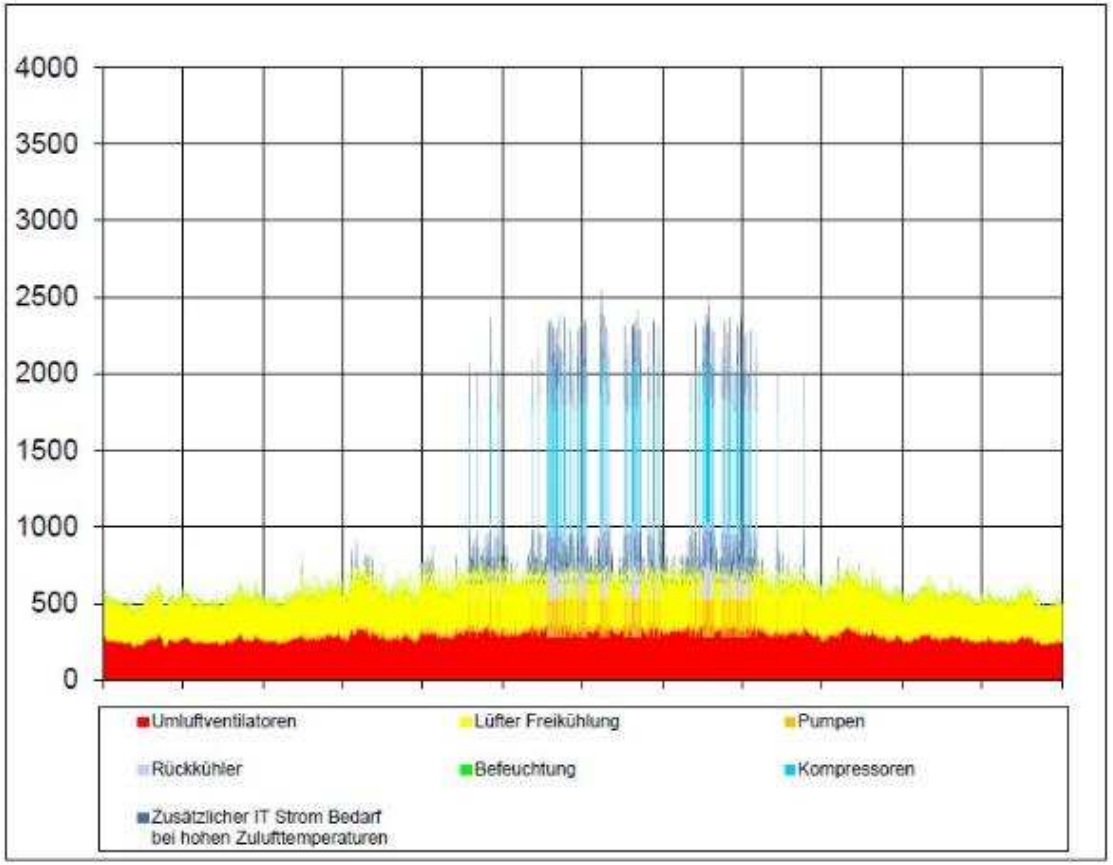


- RZ mit 9 MW IT-Leistung, 20 MW Nennkälteleistung, Turbokältemaschine
- Keine freie Kühlung
- Kaltgangeinhausung, Zulufttemp.: 26 °C

  → 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

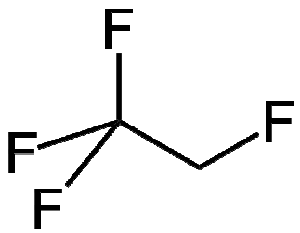


- RZ mit 9 MW IT-Leistung, 20 MW Nennkälteleistung, Turbokältemaschine
- Indirekte Luftkühlung
- Kaltgangeinhausung, Zulufttemp.: 26 °C (wenn maschinelle Kühlung vermieden wird)
  → SEER=8,9; JAZ=14,6

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 halogenierter 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)

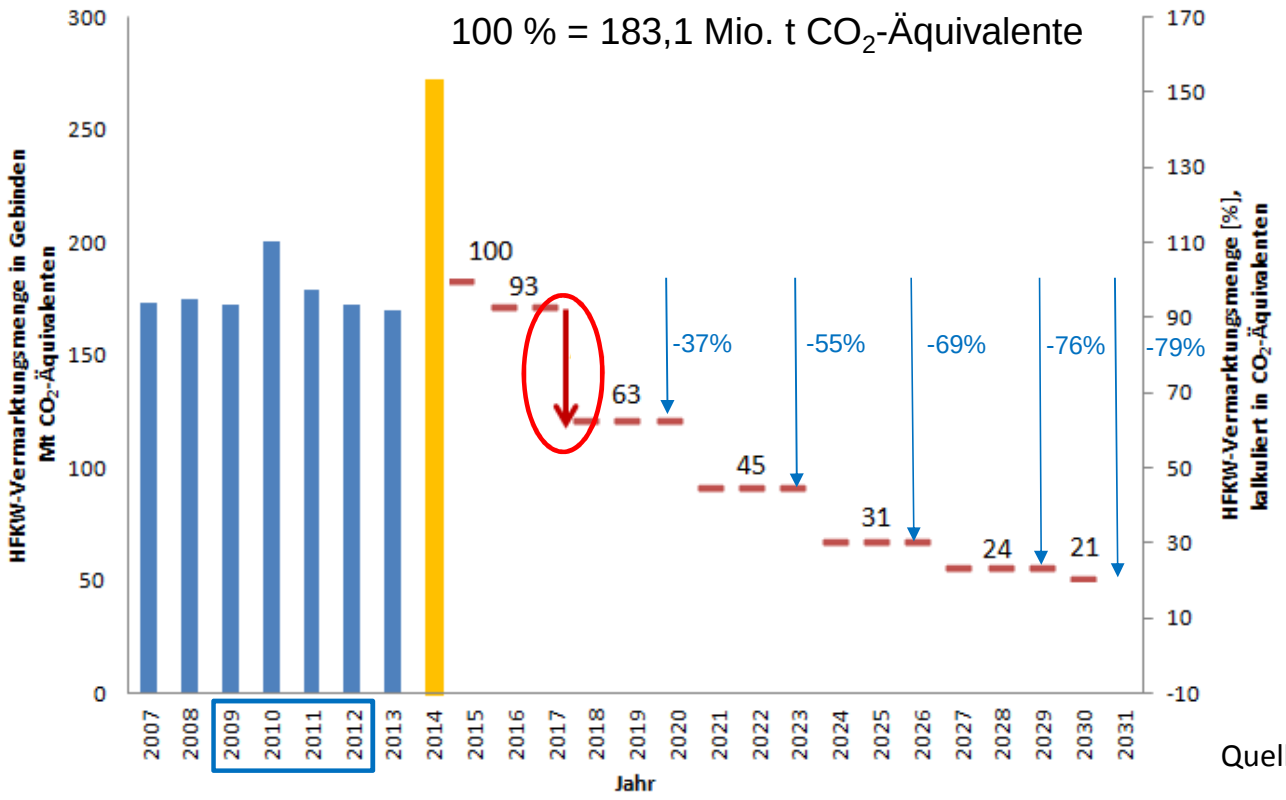
  - EU-Flugverkehr (2005): 133 Mio. t (Quelle: Greenpeace)
  - Flugverkehr global (2015): 770 Mio. t (Quelle: UBA)

Kältemittel	Chemische Bezeichnung	ODP	GWP_{100}
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_2)	Kohlendioxid	0	1

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

- Regelmäßige Dichtheitsprüfungen an Kälteanlagen (ab 5 t CO_2eq., 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*

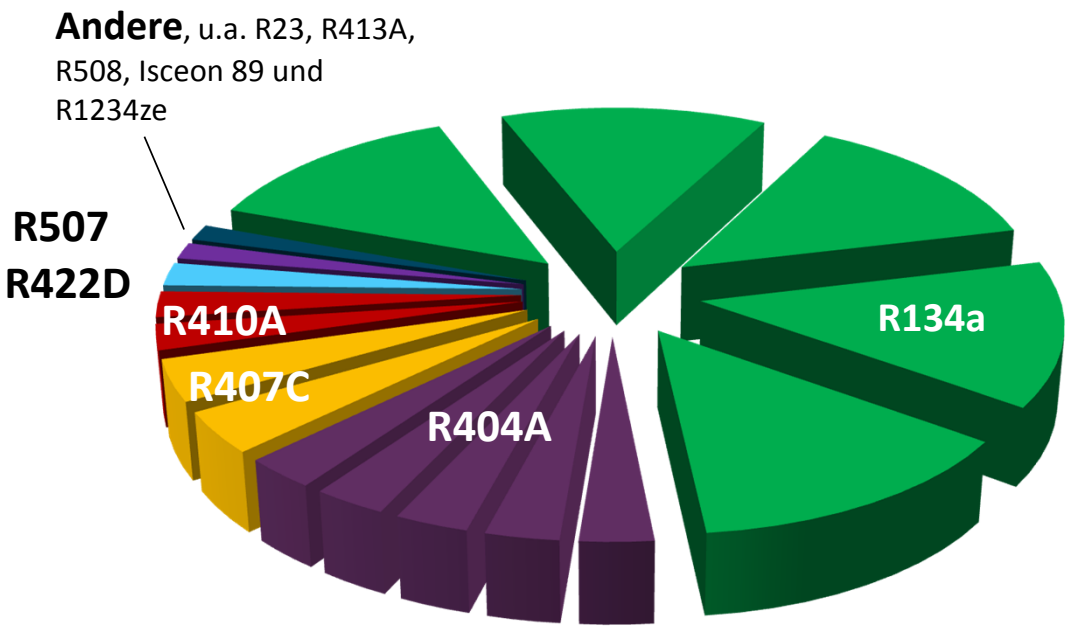


Quelle: Becken 2016

- Beispiele:
  100 t CO_2e 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_2-Äquivalente** → absolute Menge wird nicht zwangläufig reduziert

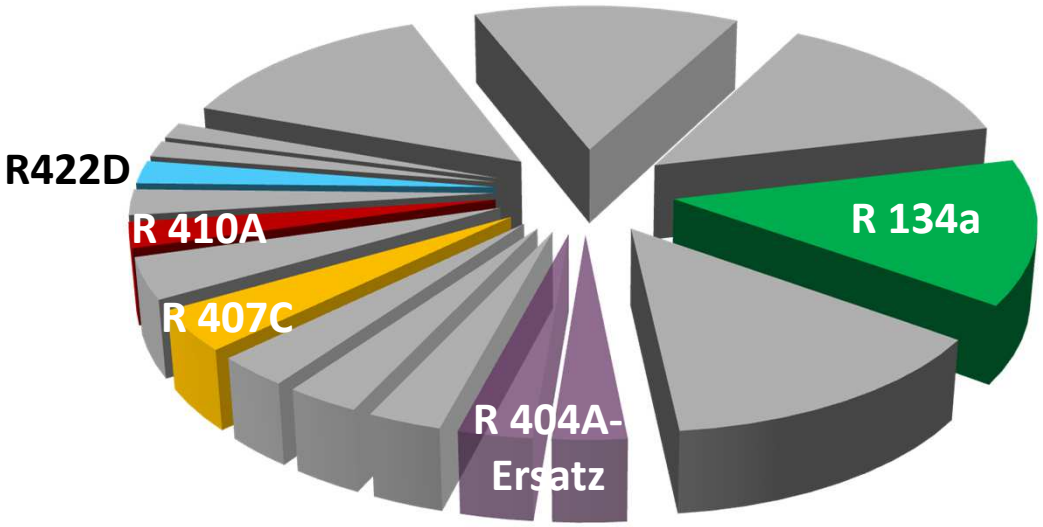
HFKW-Verfügbarkeit heute…



Ø-GWP: 2.100

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

…und morgen (2030)



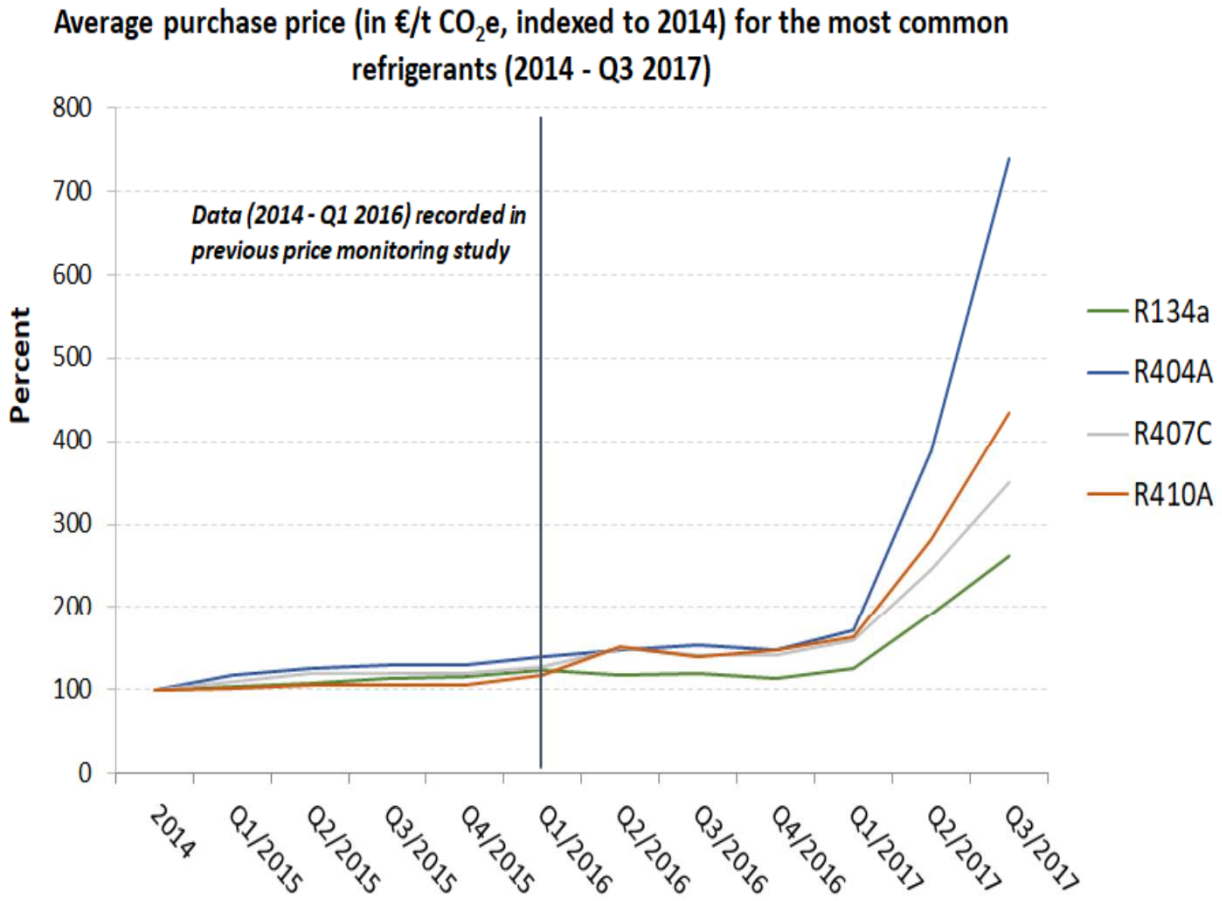
Ø-GWP: 440

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_2) → 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_2 (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)

Umwelt Bundesamt

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