

**proGT**  
**Wirtschaft**  
ERFOLGREICH IM KREIS GÜTERSLOH

# Future.Factory.Friday – Energieeffiziente Klima- und Prozesskälte

The Family Butchers Germany /  
Vermold 18.08.2023

GROUP

**DeTec GmbH**  
Kälte-Klima-Druckluft-Umwelt-Energetechnik

*adiabatic cooling*

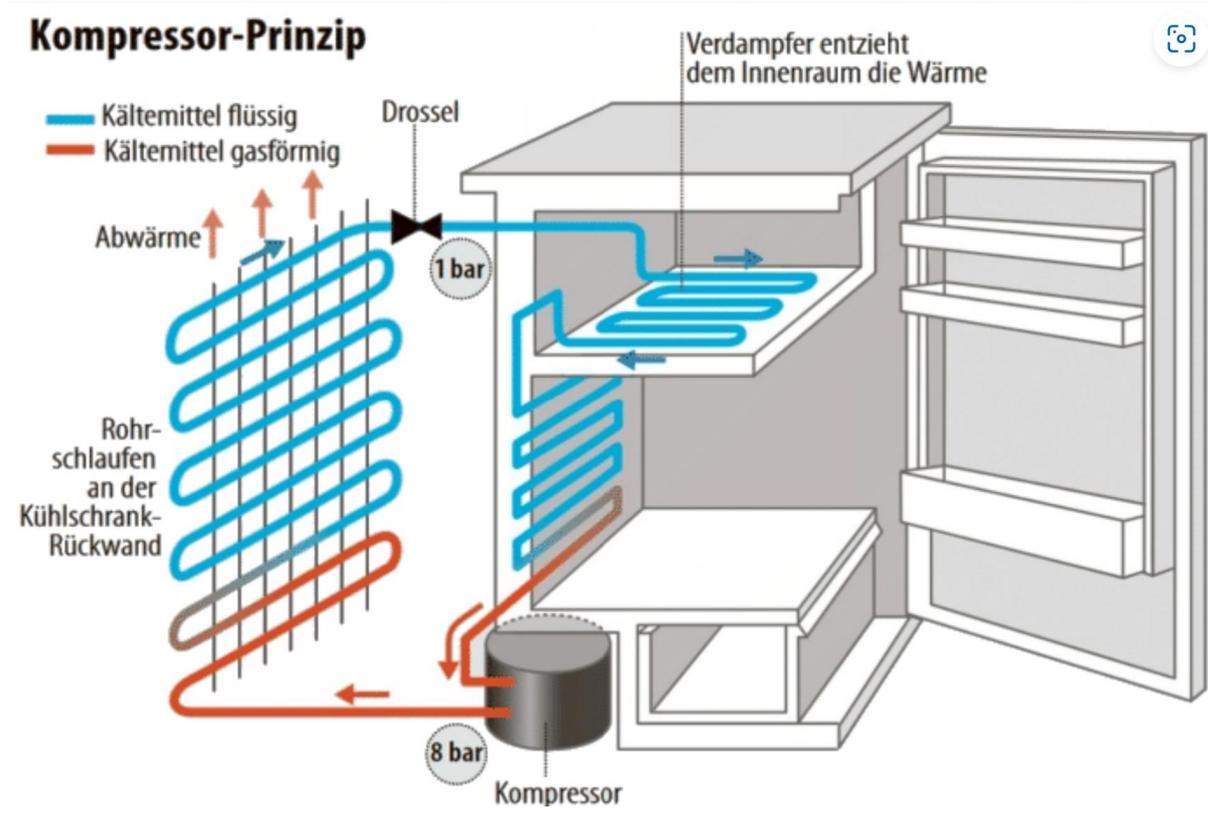
**SMART ET**  
ENERGIETECHNIK

**PULS+**  
*adiabatic cooling*

DeTec GmbH  
Frank Meyer zur Heide  
mzh@de-tec.net  
Windmeierweg 4  
32758 Detmold  
Tel. 05231 / 980 76 25  
www.de-tec.net



# Funktion Kältekreislauf anhand eines Haushaltskühlschranks



QR-Code für Geräte-Details in EU-Datenbank

Hersteller Modellbezeichnung

Energieeffizienzklasse  
 neu: von A (beste) bis G (schlechteste)  
 alt: von A+++ bis D

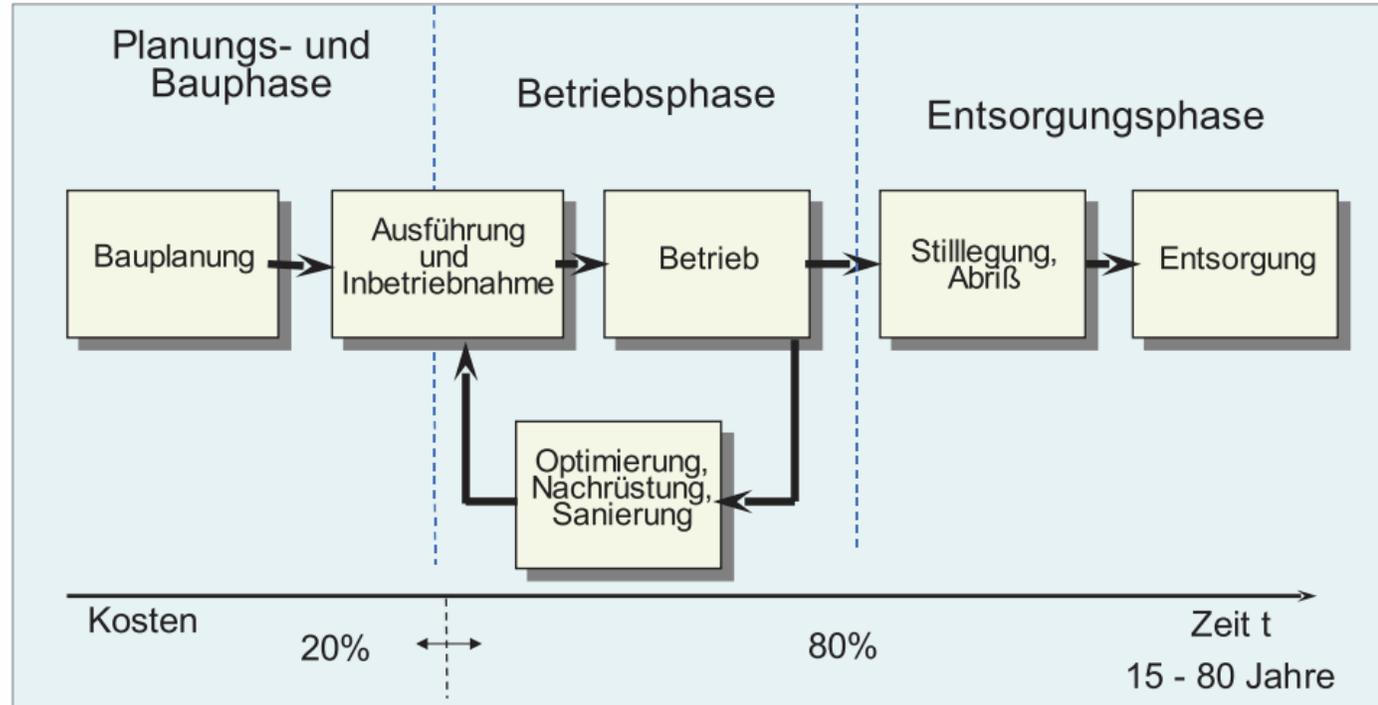
Stromverbrauch in Kilowattstunden pro Jahr  
**XYZ kWh/annum**

ergänzende Produktinformationen  
 Fassungsvermögen des Gefrier-/Kühlteils in Litern und Lautstärke in Dezibel (neu: mit Bewertung)

Nummer der EU-Verordnung

Energielabel ab 2021

# Lebenszyklusbetrachtung / Lebenskosten



GROUP

**DeTec GmbH**

Kälte-Klima-Druckluft-Umwelt-Energetechnik

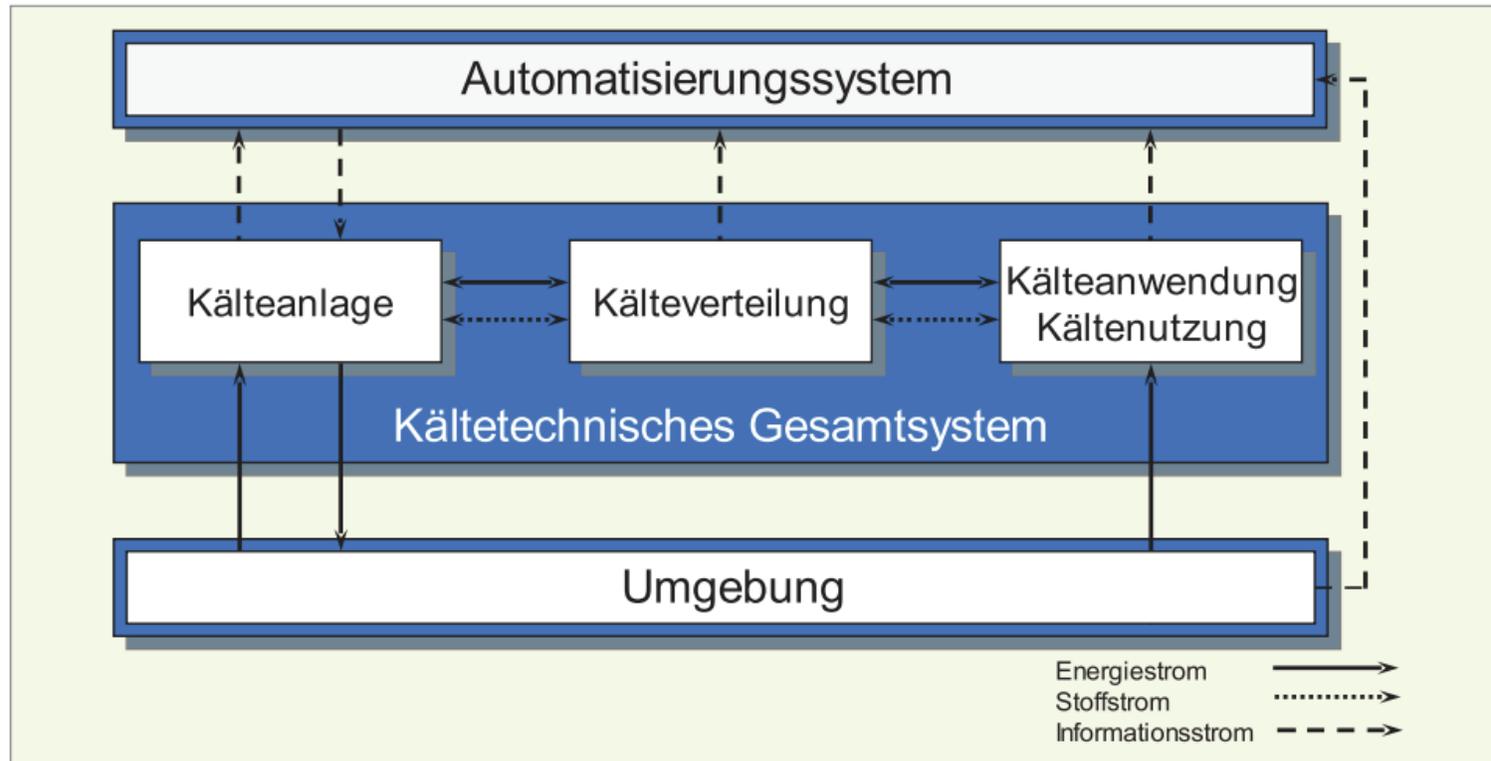
adiabatic cooling

**SMART ET**  
ENERGIETECHNIK

**PULS+**

adiabatic cooling

# Betrachtung als kältetechnisches Gesamtsystem



# Kälte Kataster aller Kälte-, Klima- und Wärmepumpenanlagen



Anlage	Einsatz	Hersteller	Ser.-Nr.	Typ	Kreisläufe	Verdichter	Verdichtertyp	Temp. EIN °C	Temp. AUS °C	Kältemittel	Mänge in kg	GWP	CO2 Äquivalent in t	Dicht.-Prüfung	Baujahr
1	Prozesswasser	GWK	269793-01-01	SKL C2-240-1	2	2	Schraube	18	14	134a	2x34	1430	2x 32,32	12	2013
2	Klima-LagerHa	GWK	301829-01-01	EKSSPHC 114	1	1	Hubkolben	20	15	407c	138	1774	244,812	6	2002
3	Prozesswasser	GWK	302240-01-01	SKL260	1	1	Schraube	17	12,5	134a	368	1430	526,24	3	2003
4	Prozesswasser	GWK	253364-01-01	SKL2-600	2	2	Schraube	17	13	134a	2x178	1430	2x 254,54	6	2011
5	Belüft. Stanze	Novatherm	609007	RV1802EG8	2	2	Schraube	12	6	407c	2x70	1774	2x 124,18	6	2006
6	Lüft. Schauma	RC Group	401-07002	T300P4J9D	2	2	Hubkolben	12,5	6	410A	2x16	2088	2x 33,408	12	2002
7	Lüftung. Prodi	Climaveneta	32037928	FOCS 2 /SL-K2702	2	2	Schraube	12	18	134a	2x55	1430	2x 78,65	12	2013
												Gesamt	<b>1817,248</b>		

# Vergleichsdaten / Kennzahlen



## Kennzahlen

Vergleichsgrösse pro Nettovolumen	Durchschnittswert	energieeffiziente Anlage
Tiefkühlmöbel (- 18 °C)	16'000 (kWh/a)/m <sup>3</sup>	10'000 (kWh/a)/m <sup>3</sup>
Kühlmöbel (+ 2 °C)	8000 (kWh/a)/m <sup>3</sup>	5000 (kWh/a)/m <sup>3</sup>
Tiefkühlraum (- 18 °C)	400 (kWh/a)/m <sup>3</sup>	200 (kWh/a)/m <sup>3</sup>
Kühlraum (+ 2 °C)	200 (kWh/a)/m <sup>3</sup>	100 (kWh/a)/m <sup>3</sup>

Quelle: <http://www.energie.ch/themen/industrie/infel/kaelteanlagen.htm>

# Datenermittlung / Messen

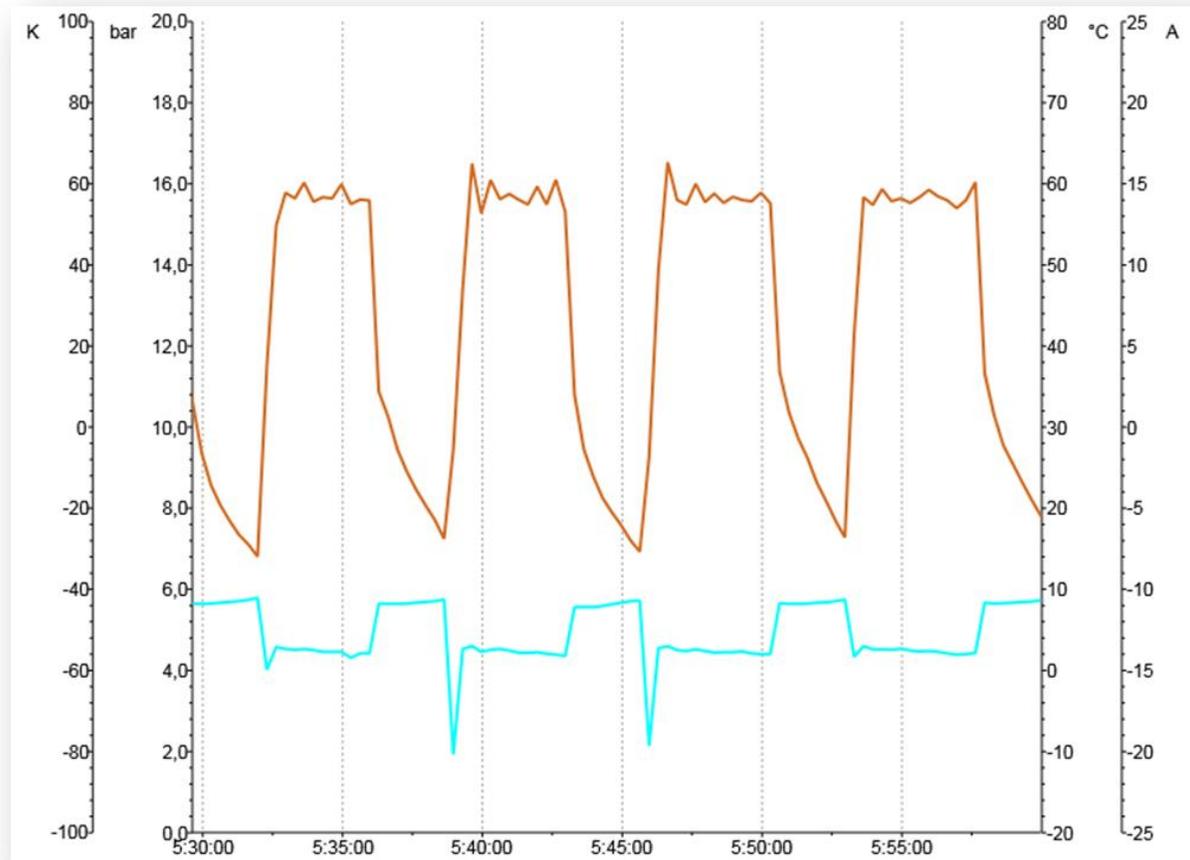


Messung der alten Kälteanlage

Laufzeitmessung der bisherigen Kälteanlage.  
Die Kältekompressoren laufen durchschnittlich  
5 min und haben dann eine Stillstandszeit von 5 min.

Auslastung des Kältekompressors liegt bei nur 50%.

Benötigt werden tatsächlich 30 kWth Kälte in  
der Grundlast



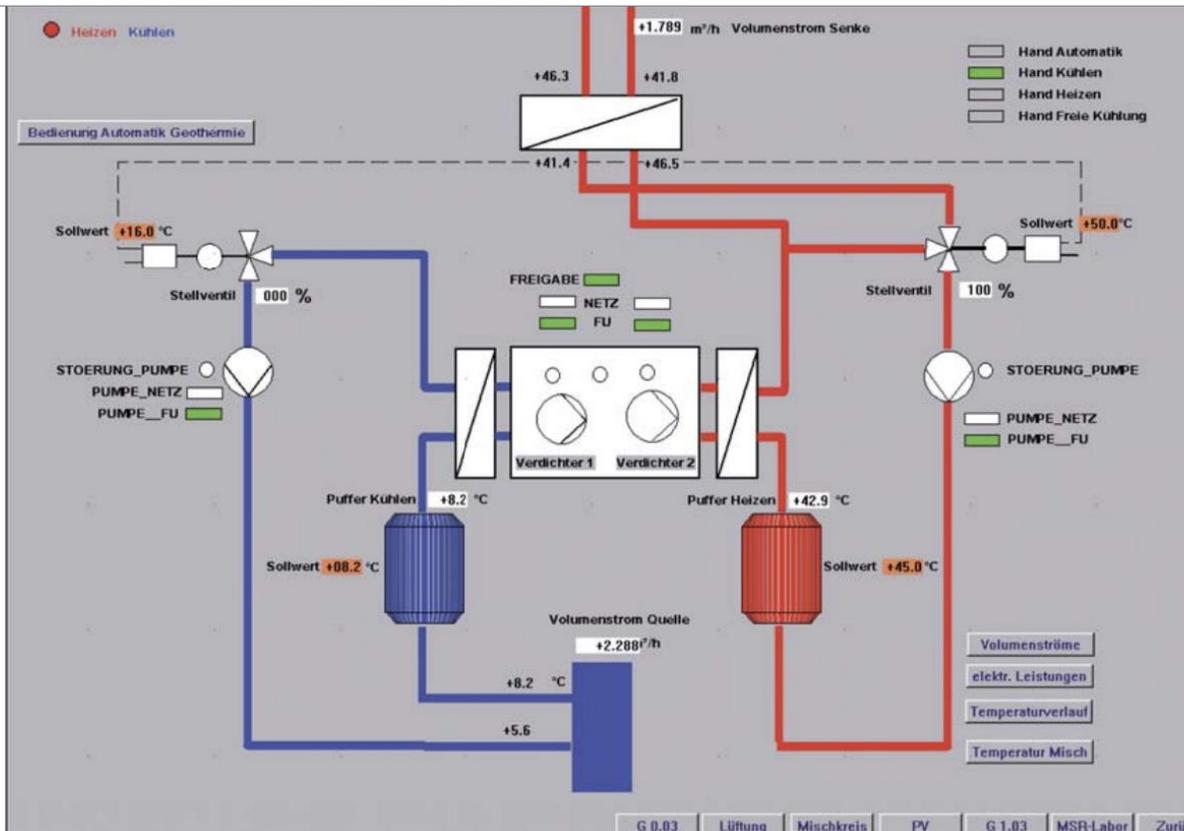
# Anbindung einer umschaltbaren Kälte-/Wärmepumpenanlage in eine Gebäudeautomation

Beispiel:  
 Einbindung einer umschaltbaren Wärmepumpe/ Kältemaschine in die Gebäudeautomation als Basis für:

- Überwachung
- Optimierung
- Visualisierung
- Archivierung
- Historie
- Trends
- Störmanagement
- Wartungsmanagement
- ...

Fernzugriff über Web-Browser jederzeit und weltweit möglich

Quelle: Hochschule Biberach, Labor für Gebäudeautomation



## Übersicht Einsparmaßnahmen

Beispiele für Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz in Kältesystemen

Maßnahme	Einsparpotential
<b>Verminderung des Kältebedarfs</b>	
Systemoptimierung	8 – 10 %
Betriebs- und Wartungsmaßnahmen	4 – 8 %
Stärkere Wärmedämmung	5 – 10 %
Wärmerückgewinnung	80 % (der Wärme)
Effiziente Geräte/Beleuchtung in Kühlräumen	2%
<b>Benutzung von effizienten Geräten und Anlagen</b>	
Antriebe mit Drehzahlregelung für Verdichter, Ventilatoren und Pumpen	4 – 6 %
Hocheffizienzmotoren für den Ventilator am Verdampfer	2 - 5 %
Hocheffizienter Kältekompressor	2 - 5 %
Hocheffizienzmotoren für den Ventilator am Kondensator	2 - 5 %
Verdunstungskühler	
<b>Richtige Bedienung und Vermeidung unnötig niedriger Temperaturen</b>	
Reinigung der Wärmeübertragerflächen	3%
Steuerung des Verdichtungsendrucks am Kältekompressor	10 – 15 %
Abtasteuerung	5 %

Neuer Entwurf F-Gase-Verordnung

# Kältemittelproblematik



## Wahl des richtigen Kältemittel

### konventionelle Kältemittel

\* R134a, R410A, R32, etc. GWP-Werte über 750 nicht giftig, nicht brennbar

### natürliche Kältemittel

- Propan GWP-Wert 3 brennbar
- CO<sub>2</sub> GWP-Wert 1 hohe Drücke
- Ammoniak GWP-Wert 0 giftig
  
- **Wasser GWP-Wert 0**



# F-Gase-Verordnung & Dichtheitsprüfung

## Betreiber in der Pflicht

Die europaweit gültige F-Gase-Verordnung (EU) Nr. 517/2014 über die industrielle Verwendung fluorierter Treibhausgase hat zum Ziel, bis zum Jahr 2030 die Emissionen der zur Verfügung stehenden neu verwendeten F-Gase und/oder ihr Treibhauspotenzial (GWP) in der EU um 70 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent auf 35 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent zu senken.

Füllmenge	Prüfintervall	
	Ohne funktionierendes Leckageerkennungssystem	Mit funktionierendem Leckageerkennungssystem *
5 CO <sub>2</sub> -Äquivalente (hermetisch 10 t CO <sub>2</sub> -Äquivalent)	12 Monate	24 Monate
50 t CO <sub>2</sub> -Äquivalent (hermetisch 10 t CO <sub>2</sub> -Äquivalent)	6 Monate	12 Monate
500 t CO <sub>2</sub> -Äquivalent (hermetisch 10 t CO <sub>2</sub> -Äquivalent)	Leckageerkennungssystem obligatorisch	6 Monate

\* LES'e unterliegen zusätzlich regelmäßigen Kontrollpflichten

		5 t CO <sub>2</sub> -Äq.	40 t CO <sub>2</sub> -Äq
F-Gas	GWP	kg	Kg
R 134a	1430	3,5	28
R 404A	3922	1,3	10,2
R 407C	1774	2,8	22,5
R 410A	2088	2,4	19,2
R 422D	2730	1,8	14,7
R 507	3985	1,3	10



# Protokoll Dichtheitsprüfung

VDKF-LEC-SIEGEL 2017



## Bescheinigung 2017

über die Dichtheitsprüfung an stationären Kälte- und Klimaanlage  
gemäß EU-Verordnung (EG) Nr. 517/2014 Artikel 4

### Betreiber

Firma / Name

Adresse

PLZ / Ort

### Standort der Anlage

Flachdach

Seminarräume

### Anlagentyp

Bezeichnung Kälteverbund

LEC-Anlagen-Nr. 100500401

### Kenndaten auf dem Kennzeichnungsschild der Anlage

Hersteller/Lieferer Bitzer

Auftrag/Typ

Baujahr 2000

Kältemittel R 407C

Füllgewicht 65,00 kg

GWP der Anlage 115,310 t-CO<sub>2</sub>-Äquivalent

Zulässiger Betriebsüberdruck (HD-Seite/ND-Seite): 33,00 bar / 29,00 bar

### Dichtheitsprüfung

Die Anlage wurde am 18.07.2017

durch den Sachkundigen artin

der Firma DeTec GmbH

Betriebszertifikats-Nr. 0132009

Windmeierweg 4, D-32758 Detmold



am Aufstellungsort einer Dichtheitsprüfung gemäß der Richtlinie für die Dichtheitsprüfung (DP) an stationären Kälte- und Klimaanlage ab 5 t-CO<sub>2</sub>-Äquivalent (EU-Verordnung 517/2014 Artikel 4) und dem Leistungsprogramm zur Durchführung der Dichtheitsprüfung unterzogen.

### Nächster Prüftermin 01/2018

Bei der vorgenommenen Dichtheitsprüfung zeigten sich zum Zeitpunkt der Prüfung keine Mängel.  
Diese Bescheinigung ist dem Anlagenprotokoll gem. EN 378-2 11.5 beizufügen.

- Betriebszertifikat beigefügt
- Personalzertifikat beigefügt

GROUP

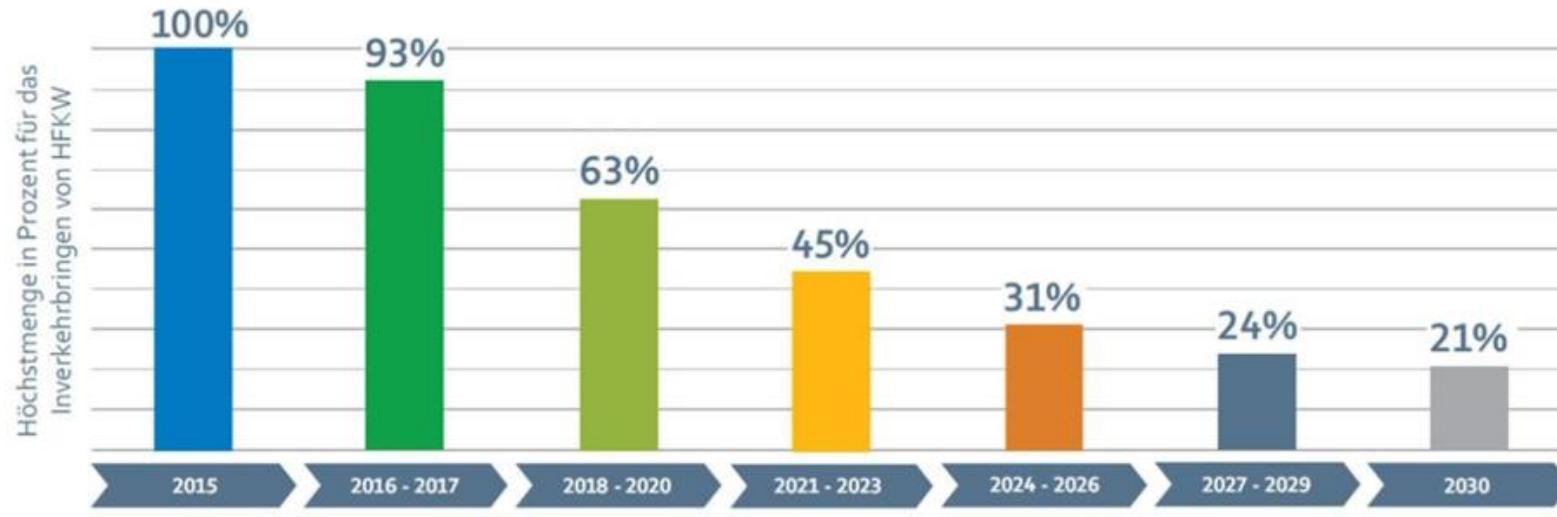
**DeTec GmbH**  
Kälte-Klima-Druckluft-Umwelt-Energetechnik

adiabatic cooling

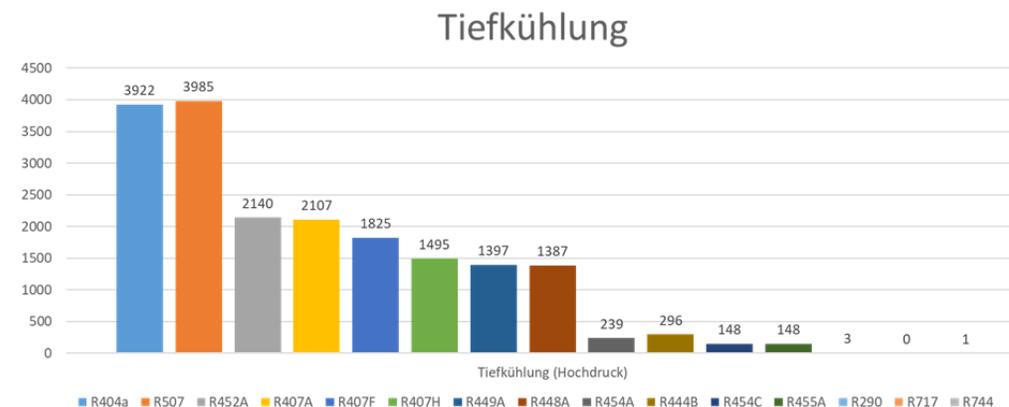
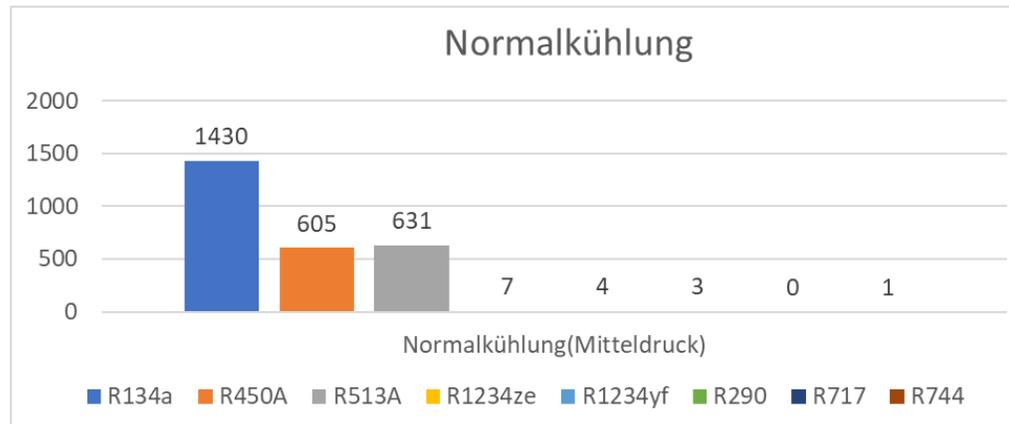
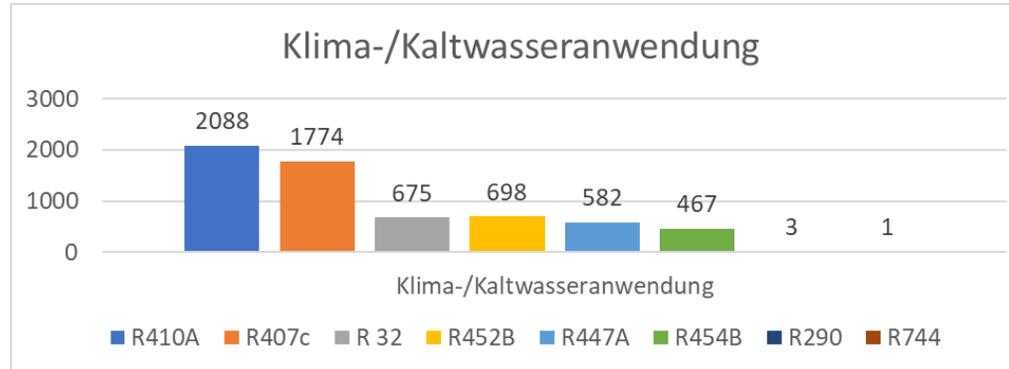
**SMART ET**  
ENERGIETECHNIK

**PULS+**  
adiabatic cooling

# Phase Down



# Anwendungsbereich der Kältemittel



# PFAS - Verbot

## Was sind PFAS beziehungsweise PFC?

Die Abkürzung PFAS steht für per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen, früher wurden diese auch als PFC bezeichnet. Die Bezeichnung PFAS fasst eine Gruppe aus schätzungsweise mehr als 10.000 industriell hergestellten Substanzen zusammen. PFAS finden sich in zahlreichen Produkten. Experten zufolge können PFAS für verschiedene Erkrankungen verantwortlich sein.

## Wo sind PFAS enthalten?

Mit den Sinnen lässt sich nicht erkennen, ob ein Produkt PFAS enthält, denn die Chemikalien lassen sich weder sehen, noch riechen oder schmecken. Aufgrund ihrer wasser-, fett- und schmutzabweisenden Eigenschaften kommen PFAS in zahlreichen Alltagsprodukten zum Einsatz.



- Pfannen, Raclette-Grills, Waffeleisen, Sandwichmakern
- Backpapier
- Fast-Food-Verpackungen (z.B. Burgerboxen, Pommesstüten, Dönertüten)
- Zahnseide
- Wasserfilter
- Shampoo
- Kosmetika
- Regenjacken
- Pflanzenschutzmittel
- Teppichen
- Imprägniersprays für Textilien und Schuhe
- Wachsen und Schmiermitteln (z.B. in Ski-Wachsen)
- Antibeschlagmitteln (z.B. für Brillen)
- Kabelummantelungen
- Fotopapieren, Klebeetiketten
- Druckfarben und Lacken
- Feuerlöschschäumen
- Elektronikgeräten
- Wärmepumpen

# Vorschlag für ein Verbot der Herstellung, der Verwendung und des Inverkehrbringens von PFAS der europäischen Chemikalienagentur ECHA

Vorschlag zur Beschränkung von PFAS

Die Behörden aus Dänemark, Deutschland, Niederlande, Norwegens und Schwedens haben einen Vorschlag zur Beschränkung von PFAS ausgearbeitet und am 13. Januar 2023 bei der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) eingereicht.

Die vorgeschlagene Beschränkung umfasst rund 10.000 PFAS (per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen) und hat das Ziel, die PFAS-Emissionen in die Umwelt zu verringern sowie Produkte und Verfahren sicherer zu machen. Dies unterstütze die weitreichenden Ziele der EU-Chemikalienstrategie und des Aktionsplans "Zero Pollution".

**Beginn der sechsmonatigen Konsultationsphase am 22. März 2023.**



# Energetische Inspektion GEG § 74 Betreiberpflicht (Stand Neufassung Nov. 2020)

Klima- und Lüftungsanlagen mit Nennleistung für den Kältebedarf von mehr als 12 Kilowatt sind energetisch zu inspizieren. Diese Betreiberpflicht regelt der §74 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG). Die Durchführung der notwendigen energetischen Inspektion ist von fachkundigen Personen auszuführen.

Verpflichtender Zeitpunkt der Inspektion:

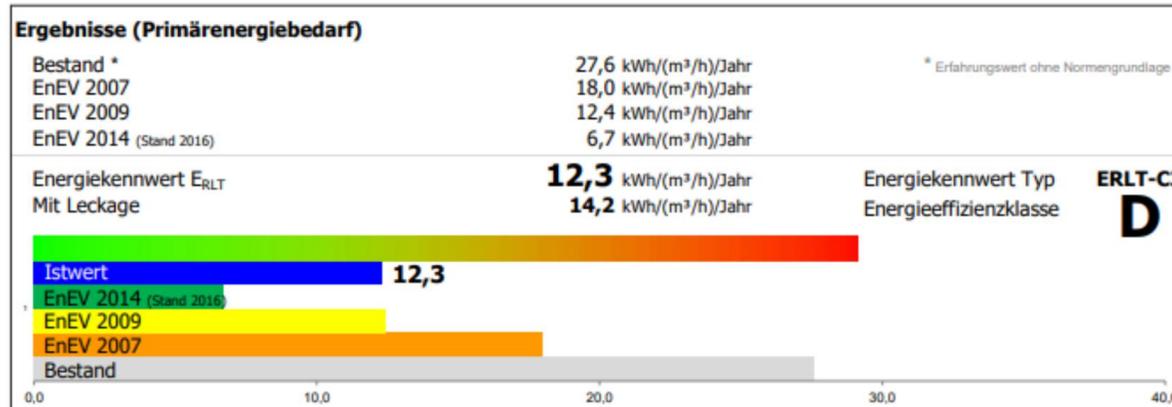
erstmalig im 10. Jahr nach der Inbetriebnahme  
Anlagen die vor dem 1. Oktober 2018 bereits älter als zehn Jahre waren und noch keiner Inspektion unterzogen wurden  
spätestens bis 31. Dezember 2022



# Berechnung des Energiekennwertes Raumluftechnische Anlage (ENEV2014, Stand 2016)



<b>Komponenten</b>		<b>SFP</b>	
Nennluftvolumenstrom	93.000 m³/h	P <sub>SFP Zuluft</sub>	2.323 W/m³/s
El. Leistung Zuluftventilator	60,000 kW	P <sub>SFP Abluft</sub>	2.323 W/m³/s
Abluftvolumenstrom	93.000 m³/h	<b>Luftförderung</b>	
El. Leistung Abluftventilator	60,000 kW	ΔP <sub>stat,Zuluft</sub>	600 Pa
Wärmerückgewinnung	Wärmerückgewinnung	ΔP <sub>stat,Abluft</sub>	600 Pa
Rückwärmzahl	73 %	<b>Systemwirkungsgrad Ventilator</b>	
Nebenantrieb WRG	ohne Nebenantrieb	η <sub>fas,Zuluft</sub>	26 % entspricht Eff.-Klasse: 4
Heizmedium	Wasser 70 °C VL	η <sub>fas,Abluft</sub>	26 % entspricht Eff.-Klasse: 4
Kühlmedium	6 °C / 12 °C	<b>Energie</b>	
Befeuchtung	ohne B	Wärme	Energiebedarf 166 Wh/(m³/h)/a Primärenergie 246 Wh/(m³/h)/a
Befeuchtertyp	ohne B	Kälte	2.729 Wh/(m³/h)/a 1.887 Wh/(m³/h)/a
Befeuchtererergie (Dampf)		Dampf	0 Wh/(m³/h)/a 0 Wh/(m³/h)/a
Befeuchterregelung (Wasser)		ventil+Neb.	5.652 Wh/(m³/h)/a 10.173 Wh/(m³/h)/a
<b>Energiebedarf für Nennluftvolumenstrom</b>		<b>Leckluftvolumenstrom</b>	
Wärme	15.408 kWh/a	c leak	1,15
Kälte	253.815 kWh/a	Standard 2,5 * A	
Dampf	0 kWh/a		
Strom	525.600 kWh/a		



# Handlungsempfehlung aus zahlreichen energetischen Inspektionen in den Jahren 2007-2013



NR.		Einsparpotenziale		Bemerkung
		Wärme	Strom	
1	Volumenstromreduzierung bis 20%	10%	15%	
2	Volumenstromreduzierung > 20 %	8%	8%	
3	Reduzierung der Betriebszeit	8%	8%	
4	zus. Klappen, Volumenstromregler für Zonierung	0%	0%	siehe bedarfsgerechte Volumenstromregelung
5	bedarfsgerechte Volumenstromregelung	20%	25%	
6	Absenkbetrieb	15%	20%	
7	Sollwerte optimieren Temperaturen	5%	2%	
8	Sollwerte optimieren Feuchte	5%	0%	
9	Optimierte Regelstrategie	10%	10%	
10	Nachtlüftung	0%	3%	
11	natürliche Lüftung	0%	10%	
12	freie Kühlung vorsehen	0%	10%	
13	Ventilatortausch	0%	x%	individuelle Berechnung mit Systemwirkungsgrad neu= 60 %
14	WRG nachrüsten	70%	-6%	
15	WRG verbessern	30%	-3%	
16	MSR verbessern	0%	0%	Siehe Optimierung Regelungsstrategie
17	Wartungsmängel beseitigen	3%	3%	
18	Luftdichtigkeit Kanalnetz	5%	5%	
19	grundsätzliche Systemänderungen	30%	40%	
20	Rückbau/Alternativlösungen	30%	40%	

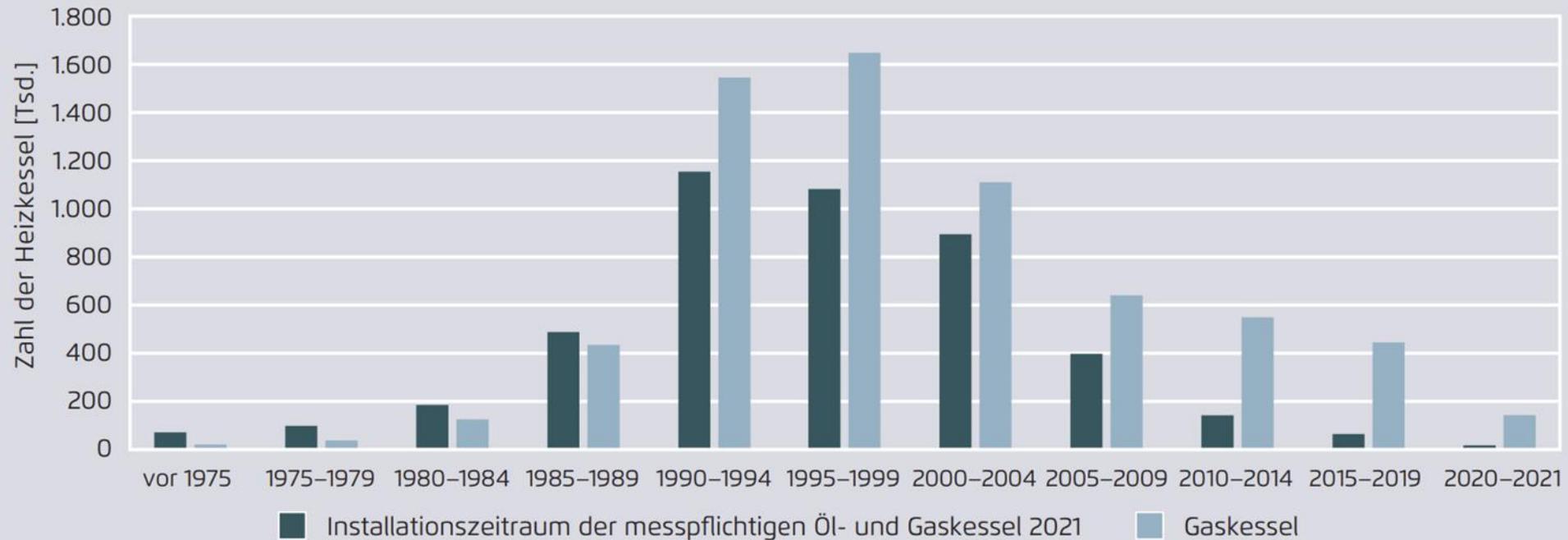
Quelle: V. A. G. (2014) Energiepotenziale zur Einschätzung der Potenziale zu einzelnen Maßnahmen [Schiller (2014), S. 62]

Abb. 39 Tab Energiepotenziale (Schiller)

# So alt sind unsere Heizungen!

Altersstruktur der messpflichtigen Öl- und Gaskessel

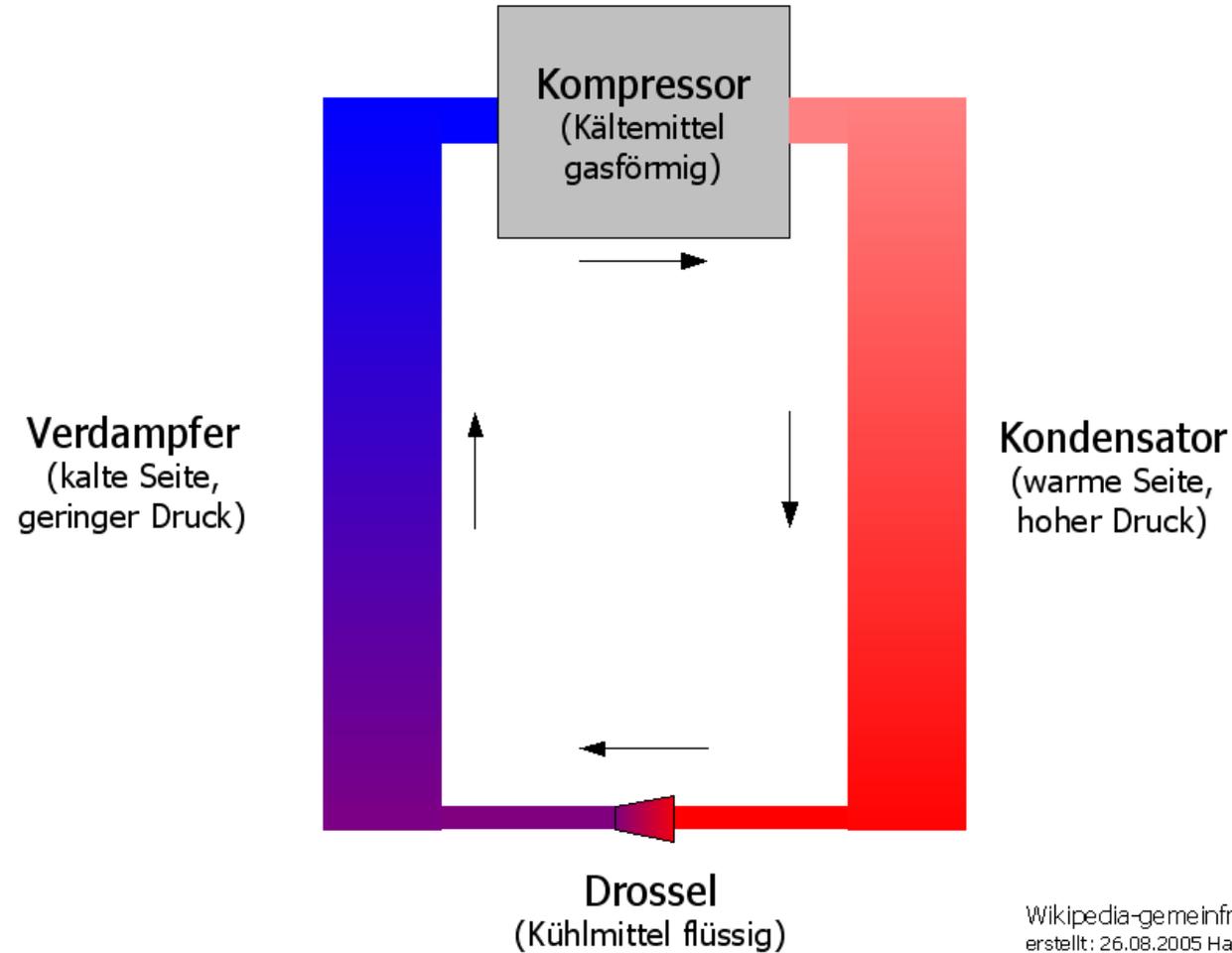
Abbildung 2-5



Öko-Institut basierend auf Zentralinnungsverband der Schornsteinfeger (ZIV) (2022)

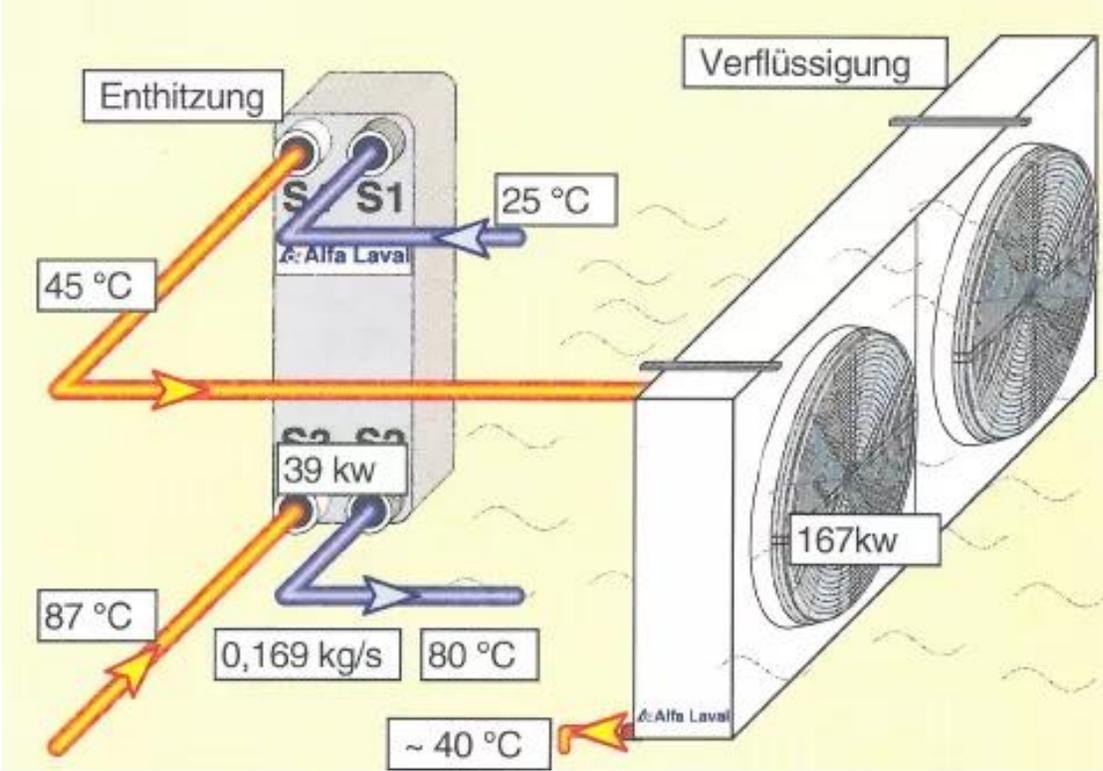
# Wärmerückgewinnung aus dem Kälteprozess

## Kompressionskältemaschine



Wikipedia-gemeinfrei  
erstellt: 26.08.2005 Hadhuey

# Wärmerückgewinnung mittels Druckgasenthitzer



# Wärmepumpen Heizen / Kühlen

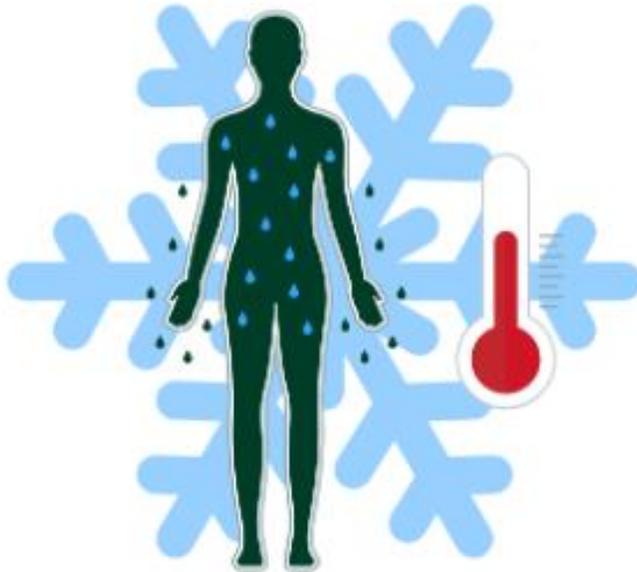
Wasser als Kältemittel?



# Wasser als Kältemittel R718

- nicht brennbar
- nicht giftig
- nicht umweltschädlich
- GWP-Wert 0 (CO<sub>2</sub>-Äquivalent)
- günstig und verfügbar

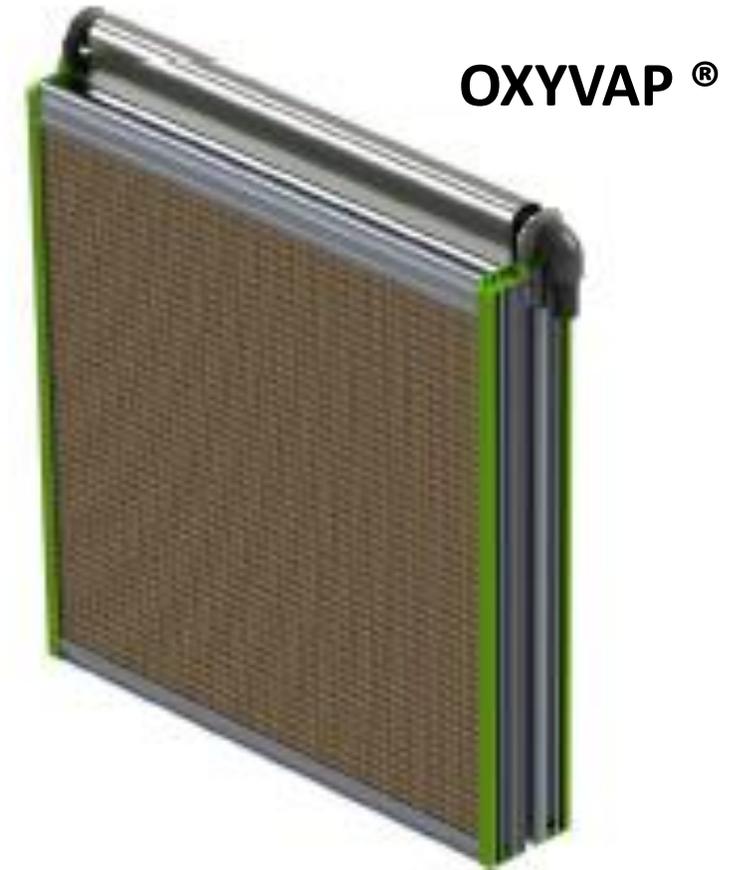
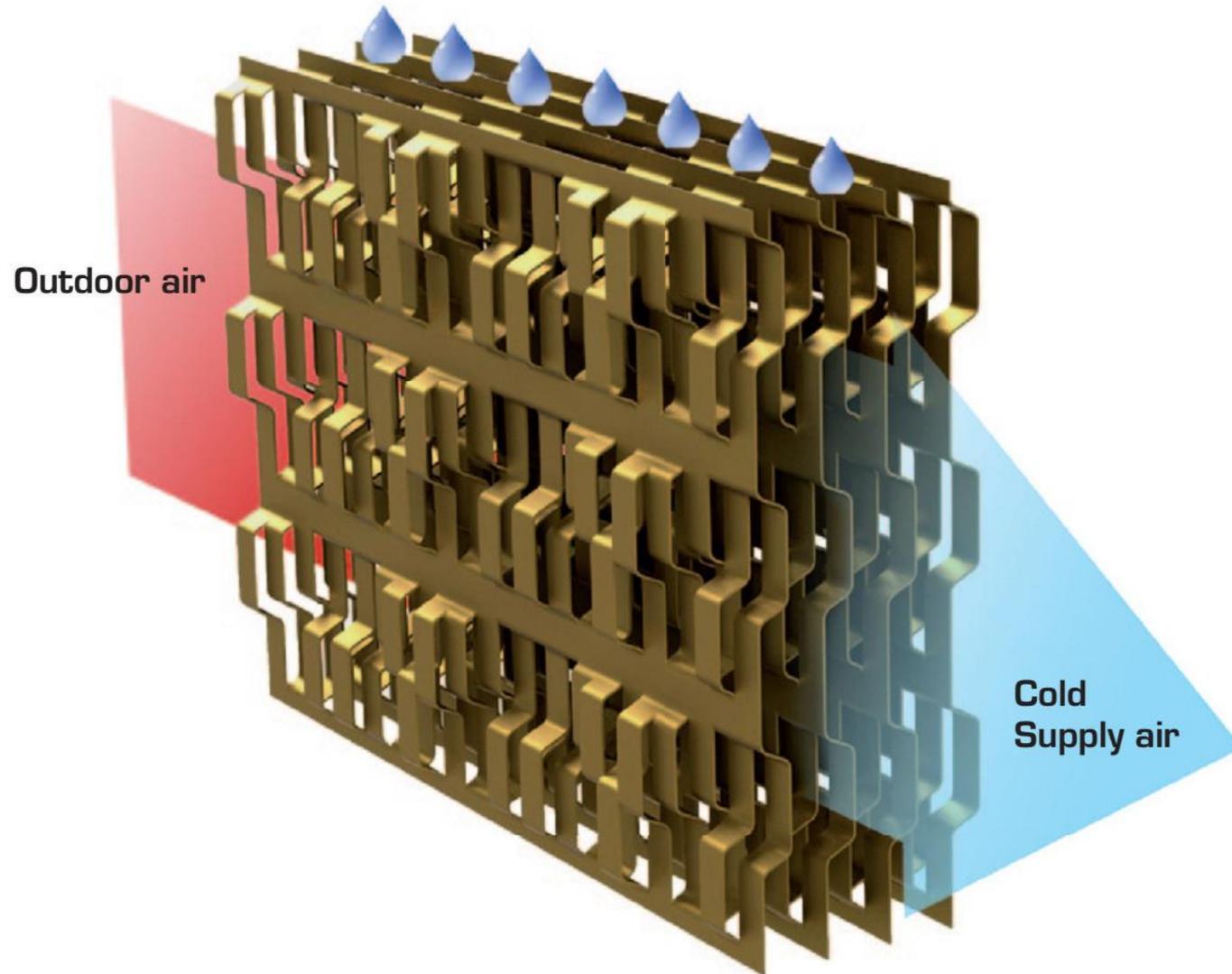
## Unsere natürliche Klimaanlage



Fakt ist: Unser Körper erzeugt kontinuierlich Wärme – sogar im Ruhezustand. Wir schwitzen, um unseren Körper vor Überhitzung zu schützen. Dabei wird die Temperatur über das Verdunsten von Schweiß auf unserer Haut reguliert. Dieses effektive Kühlsystem sorgt für eine stabile Körpertemperatur.

Quelle: Rosbach

# Adiabatische Kühlung, wie funktioniert das?



# Adiabatische Vorkühlung

GROUP

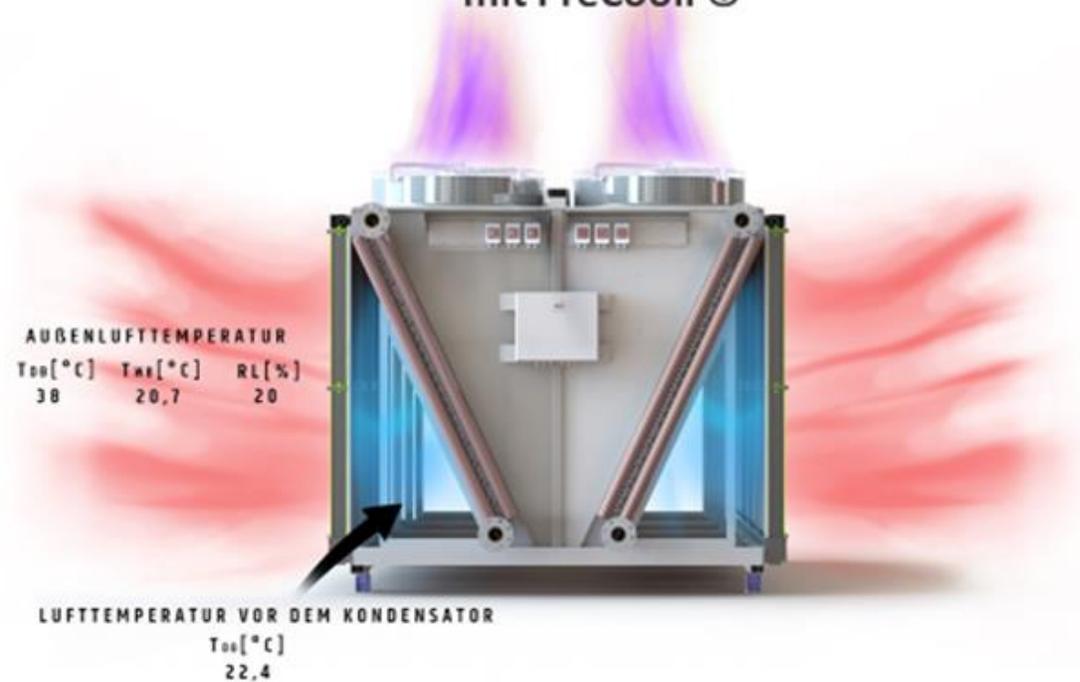
**DeTec GmbH**  
Kälte-Klima-Druckluft-Umwelt-Energietechnik

adiabatic cooling

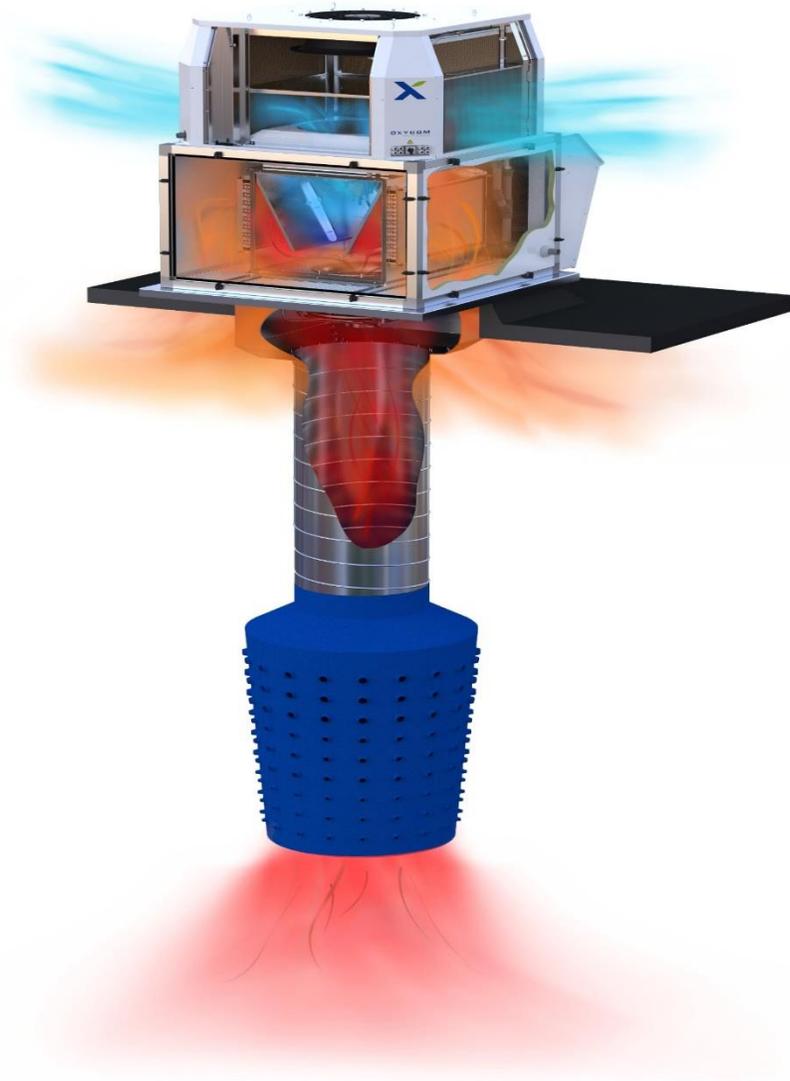
**SMART ET**  
ENERGIETECHNIK

**PULS+**  
adiabatic cooling

Ansaugtemperaturabkühlung am Verflüssiger  
mit PreCooll ©



# Hallenkühlung mit Intracool von OXYCOM



GROUP

**DeTec** GmbH

Kälte-Klima-Druckluft-Umwelt-Energetechnik

*adiabatic cooling*

**SMART ET**  
ENERGIETECHNIK

**PULS+**  
adiabatic cooling

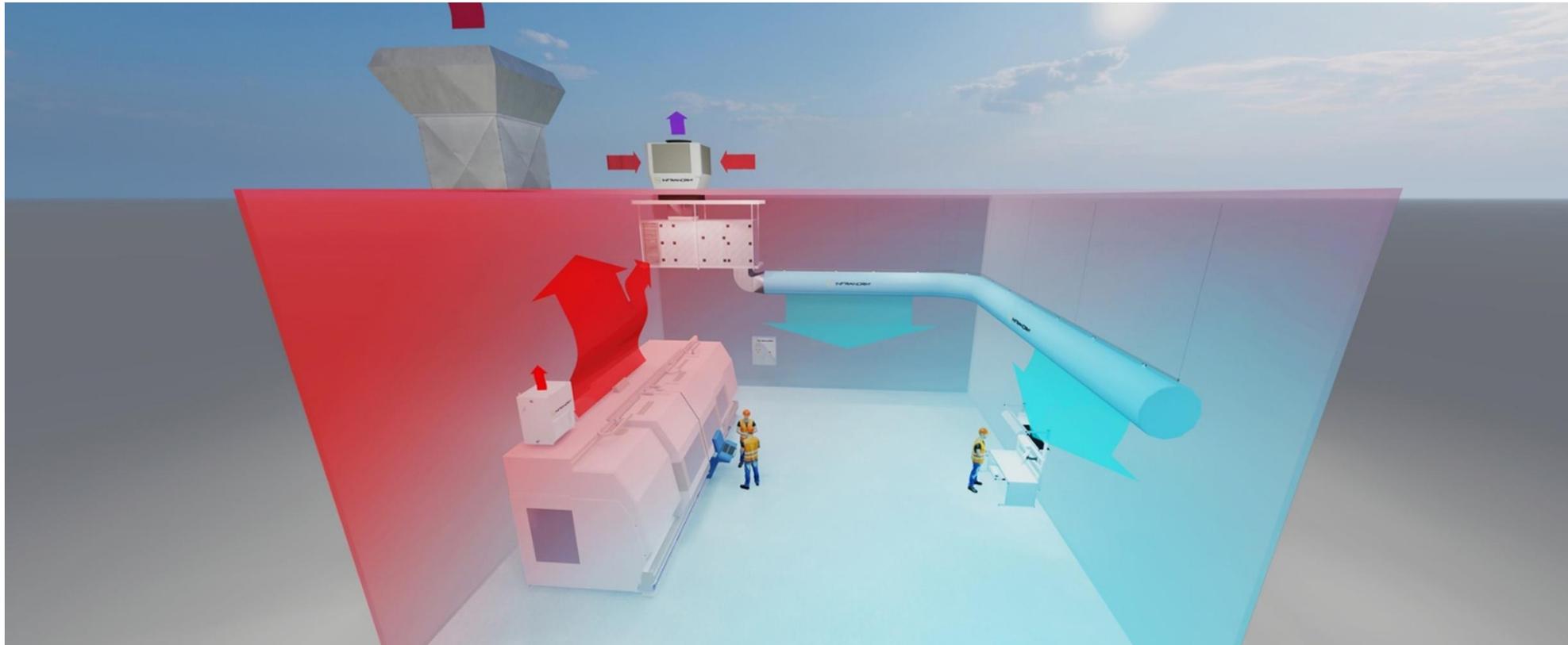
# Aufgabe: Hallenkühlung

GROUP

**DeTec** GmbH  
Kälte-Klima-Druckluft-Umwelt-Energetechnik  
adiabatic cooling

**SMART ET**  
ENERGIETECHNIK

**PULS+**  
adiabatic cooling



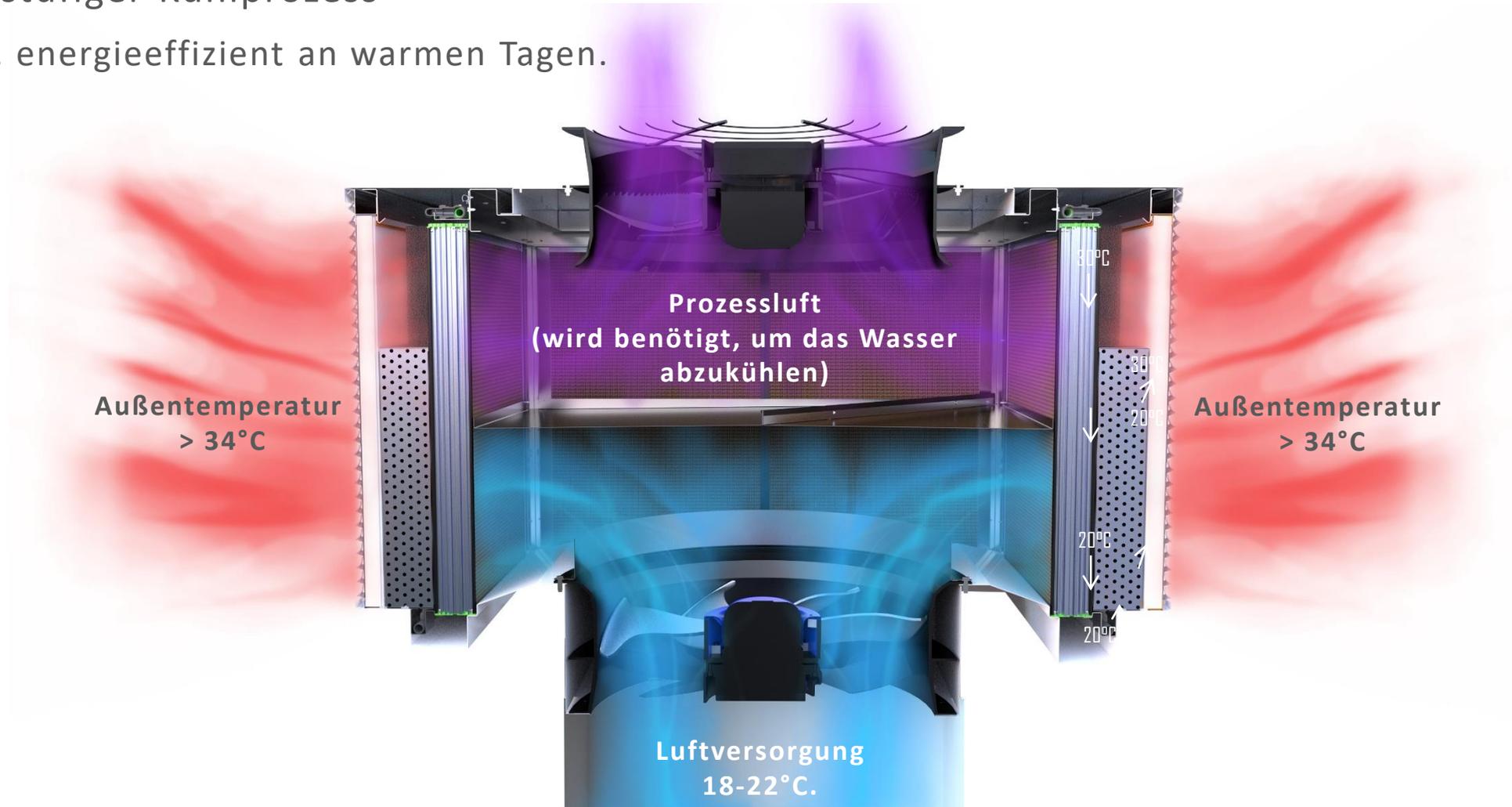
**Heute über 35°C => in Zukunft unter 25°C**



# Indirekte/direkte adiabatische Kühlung

Zweistufiger Kühlprozess

\*ext. energieeffizient an warmen Tagen.



GROUP

DeTec GmbH

Kälte-Klima-Druckluft-Umwelt-Energetechnik

adiabatic cooling

SMART ET  
ENERGIETECHNIK

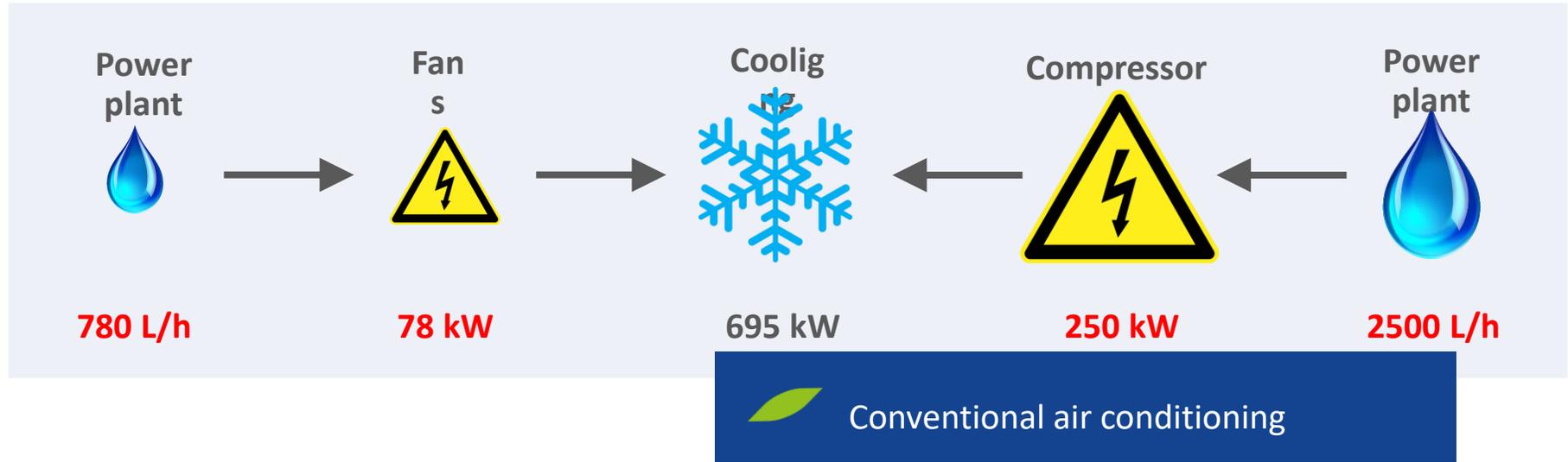
PULS+

adiabatic cooling

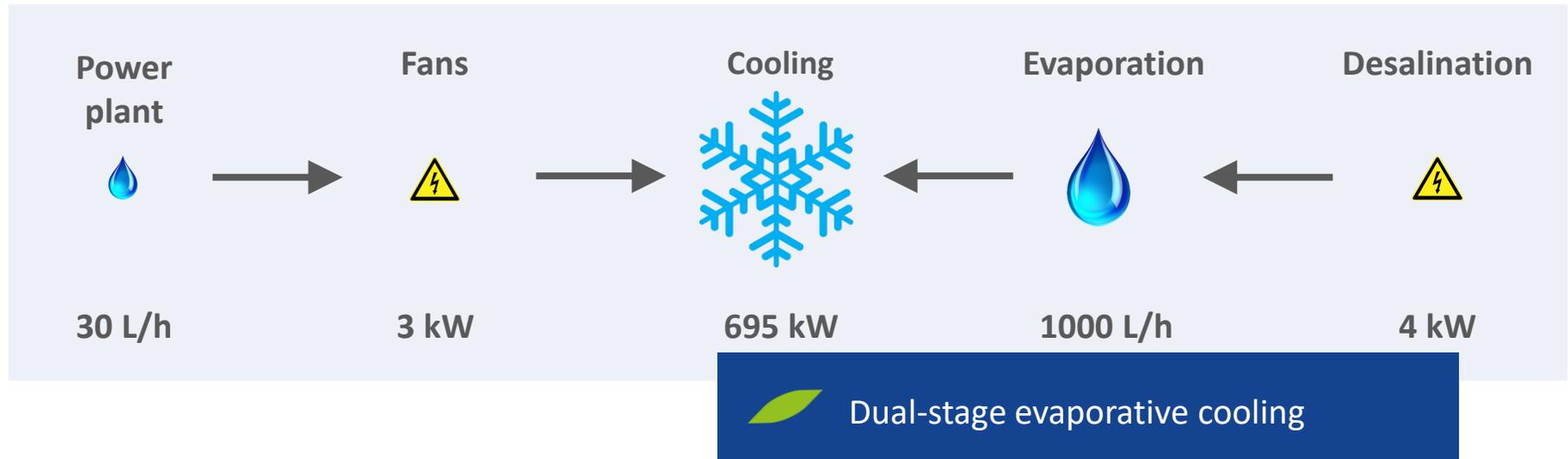


# Vergleich

Klassische  
Kompressions-  
kälte



zweistufige  
adiabatische  
Kühlung



# Verdunstungskühlung im Vergleich zur klassischen Kompressionskälte



1000 L/h Verdunstung  $\approx$  700 kW Kälteleistung



A/C  $\rightarrow$  Verdunstungskälte  $\approx$  90% Stromeinsparung



1 kW Stromerzeugung  $\approx$  10 L/h im Kraftwerk



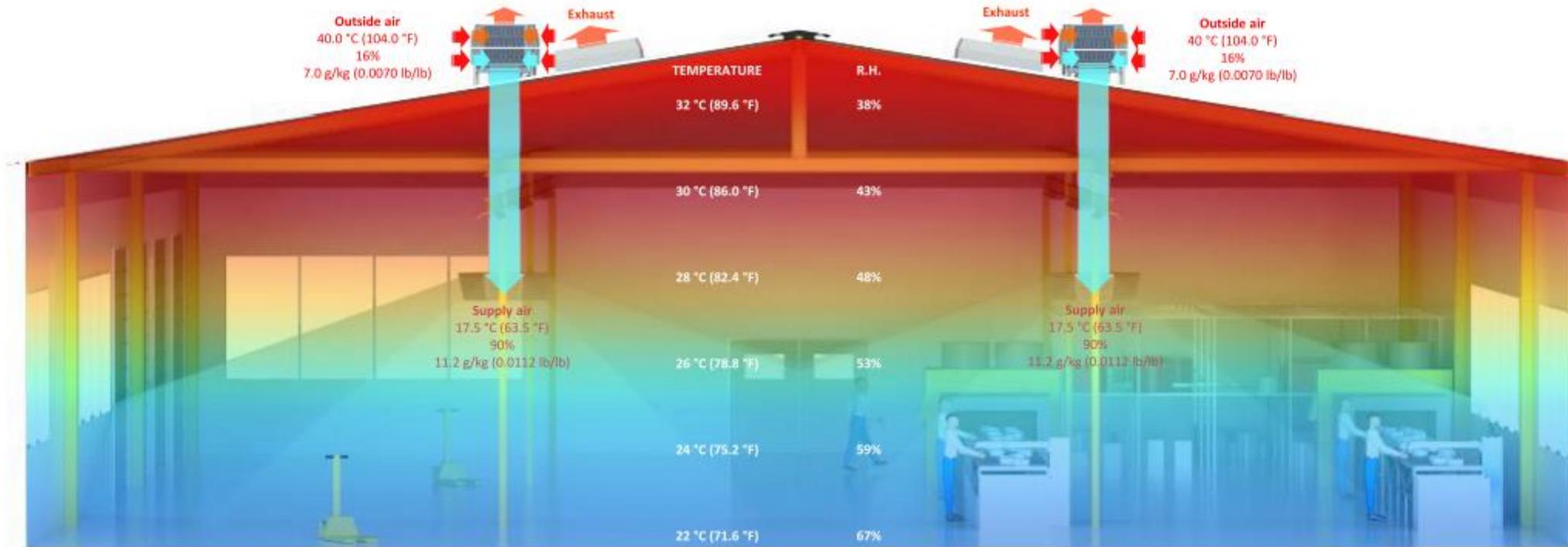
A/C  $\rightarrow$  Verdunstungskälte  $\approx$  70% Wassereinsparung



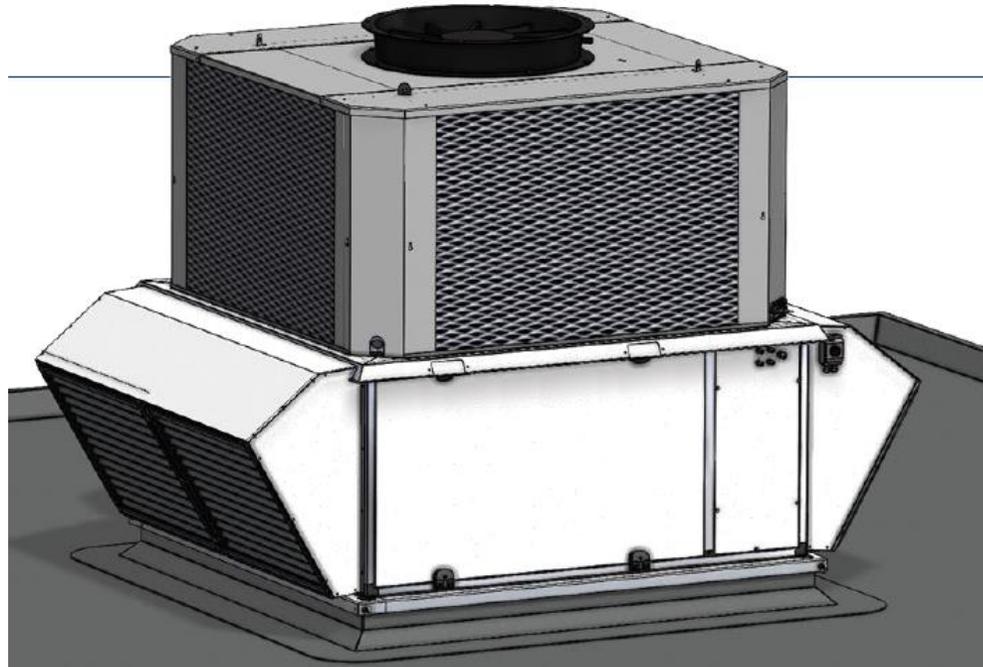
## Positionierung der Einheiten



- Zuluftauslässe in 3 bis 3,5m Höhe
- Quelläftung führt zu höchster Effizienz (Warmluft verdrängen mit kalter Luft)



# Wärmepumpen Heizen / Kühlen mit zweistufiger adiabatischer Kühlung

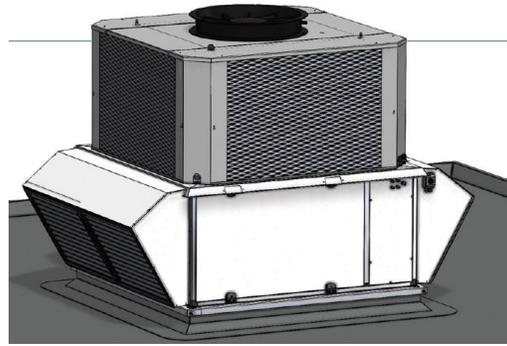


# Praxisbeispiel adiabatische Kühlung in Kombination mit Wärmepumpe



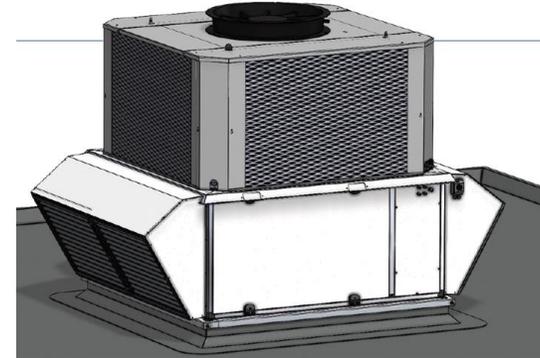
Daten:  
Kühlen 120 kW  
Heizen 75 kW  
Frischluft 14.000 m<sup>3</sup>/h

# Wärmeverschiebung int. & ext. Wärmequellen



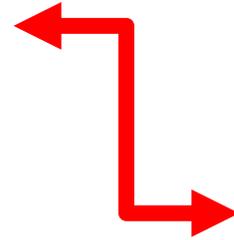
Kühlen

Produktion



Lager

Wärmerückgewinnung



Heizen



Büro / Nebenräume



# Förderung

## Kälte- und Klimaanlage

### Ein Förderprogramm für gewerbliche Nutzer

Mit dem Förderprogramm für Kälte- und Klimaanlage wird der Einsatz von Klimaschutz-Technologien in **gewerblichen Anwendungen** gefördert. Die geförderten Maßnahmen führen zu einer Steigerung der Energieeffizienz, einer Minderung des Kältebedarfs sowie einer Reduktion der Emissionen fluoriertes Treibhausgas. Sie tragen zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung bei.



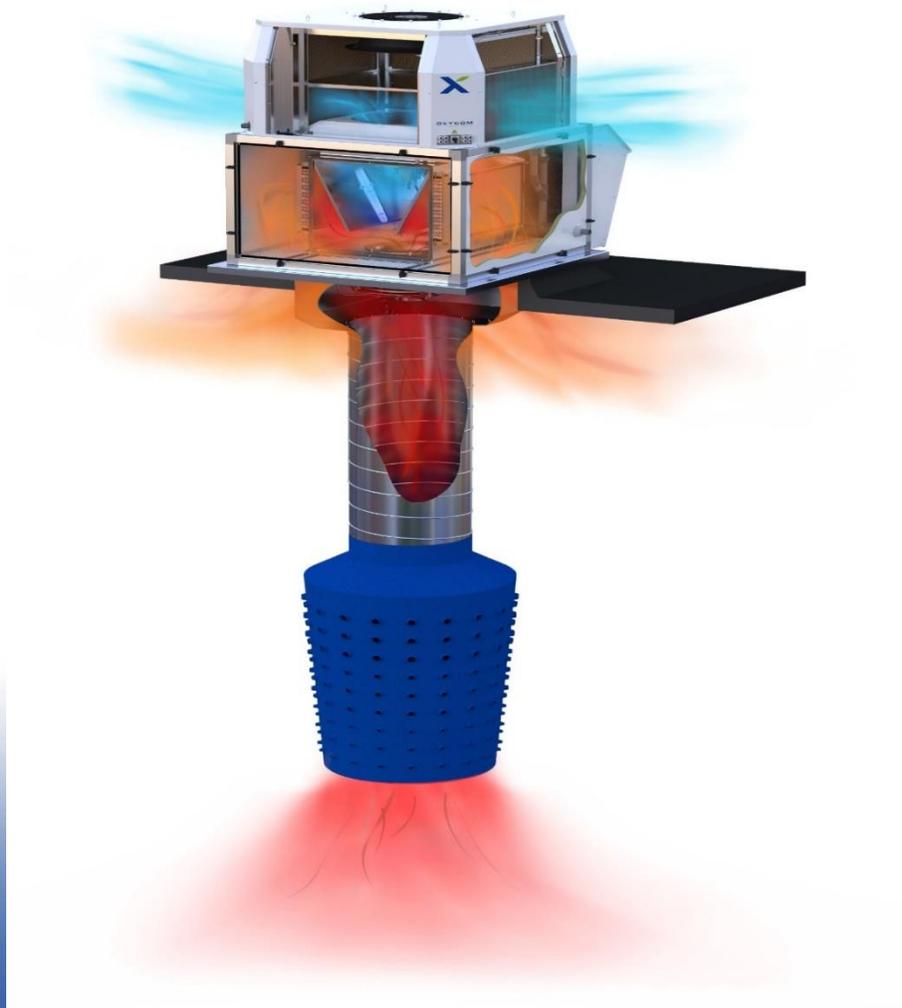
## Förderungen bei Heizungstausch ab 01.01.2023

Bisherige Heizung	Neue Heizung	Höhe der Förderung
Öl oder Nachtspeicher	Luft-Wärmepumpe	35% bzw 40%*
Öl oder Nachtspeicher	Erd-Wärmepumpe	40%
Gasheizung, mindestens 20 Jahre in Betrieb	Luft-Wärmepumpe	35% bzw. 40%*
Gasheizung, mindestens 20 Jahre in Betrieb	Erd-Wärmepumpe	40%
Gasheizung, weniger als 20 Jahre in Betrieb	Luft-Wärmepumpe	25% bzw. 30%*
Gasheizung, weniger als 20 Jahre in Betrieb	Erd-Wärmepumpe	30%
Wärmepumpe	Luft-Wärmepumpe	25% bzw. 30%*
Wärmepumpe	Erd-Wärmepumpe	30%

\*für Luft-Wärmepumpen mit Einsatz natürlicher Kältemittel

# Mobile Einheit!





**OXYCOM**  
natural air conditioning

GROUP

**DeTec GmbH**  
Kälte-Klima-Druckluft-Umwelt-Energietechnik

*adiabatic cooling*

**SMART ET**  
ENERGIETECHNIK

**PULS+**  
*adiabatic cooling*



PULS+ GmbH  
Frank Meyer zur Heide  
mzh@my-puls.de  
Windmeierweg 4  
32758 Detmold  
Tel. 05231 / 980 76 25  
www.de-tec.net