

Kälte aus  
Wärme  
Adsorber im  
Einsatz



# FAHRENHEIT

Die Firma Fahrenheit wurde aus dem Fraunhofer-Institut  
ausgegründet,  
um Adsorptionstechnologie zum Durchbruch zu verhelfen

>700

Installationen weltweit

2002

Gründung



31

erteilte Patente

10-750

kW

Produktleistung

35

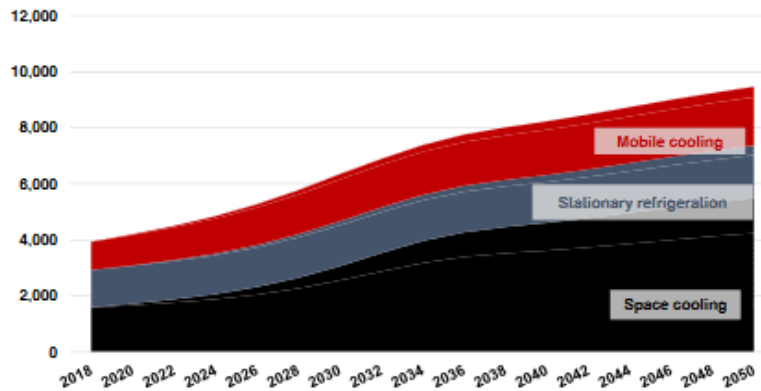
hochqualifizierte  
Mitarbeiter

10

europäische / deutsche  
Förderprojekte

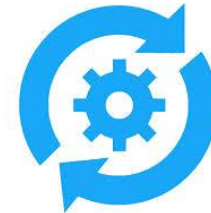
Weltweit steigen sowohl die Anzahl der Kälte/Klimaanlagen sowie deren Stromverbrauch exponentiell an – ein gravierender Treiber des Klimawandels

Cooling sectors energy consumption by end-use in GCI CT scenario (TWh/year)



Sogar in Deutschland werden 15 % des Strombedarfs für die Kälteerzeugung verwendet. Tendenz steigend !

Quelle: VDMA, Umweltbundesamt



Für eine erfolgreiche Energiewende benötigen wir Techniken, die relevante Stromeinsparungen ermöglichen.

Lösungsansatz: Kälte aus Wärme.

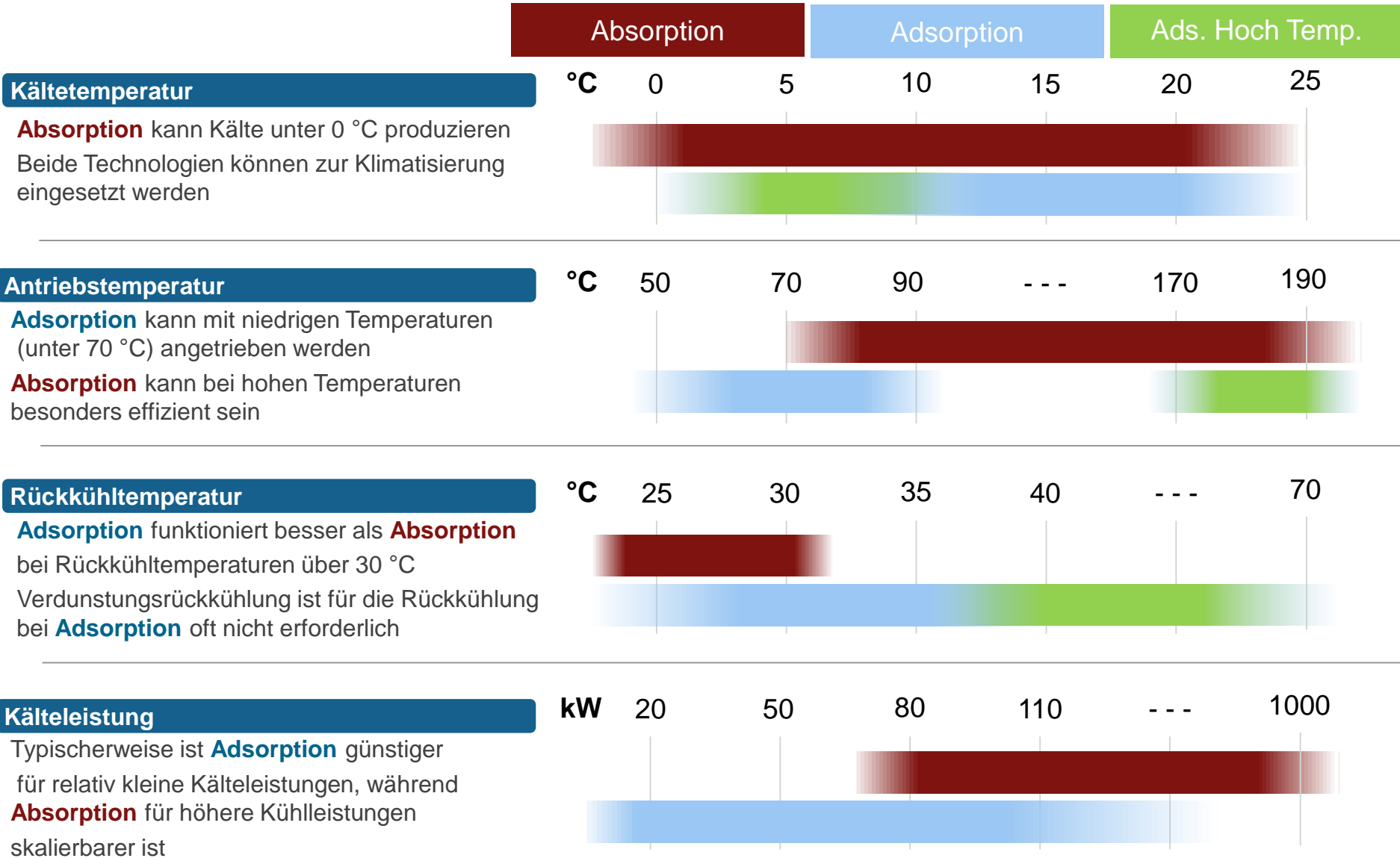
## Kältemarkt

Kompressionskältetechnologie  
mit hohem Strombedarf und  
Einsatz von klimaschädlichen  
Kältemitteln (F-Gase Verordnung)

**Thermisches Kühlen =  
Kälte aus Wärme  
mittels AD- oder ABSorption**

**Kälte aus Wärme mit Adsorption  
und dem Kältemittel Wasser**

# Adsorption und Absorption sind komplementäre Technologien



**Absorption** kann Kälte unter 0 °C produzieren  
Beide Technologien können zur Klimatisierung eingesetzt werden

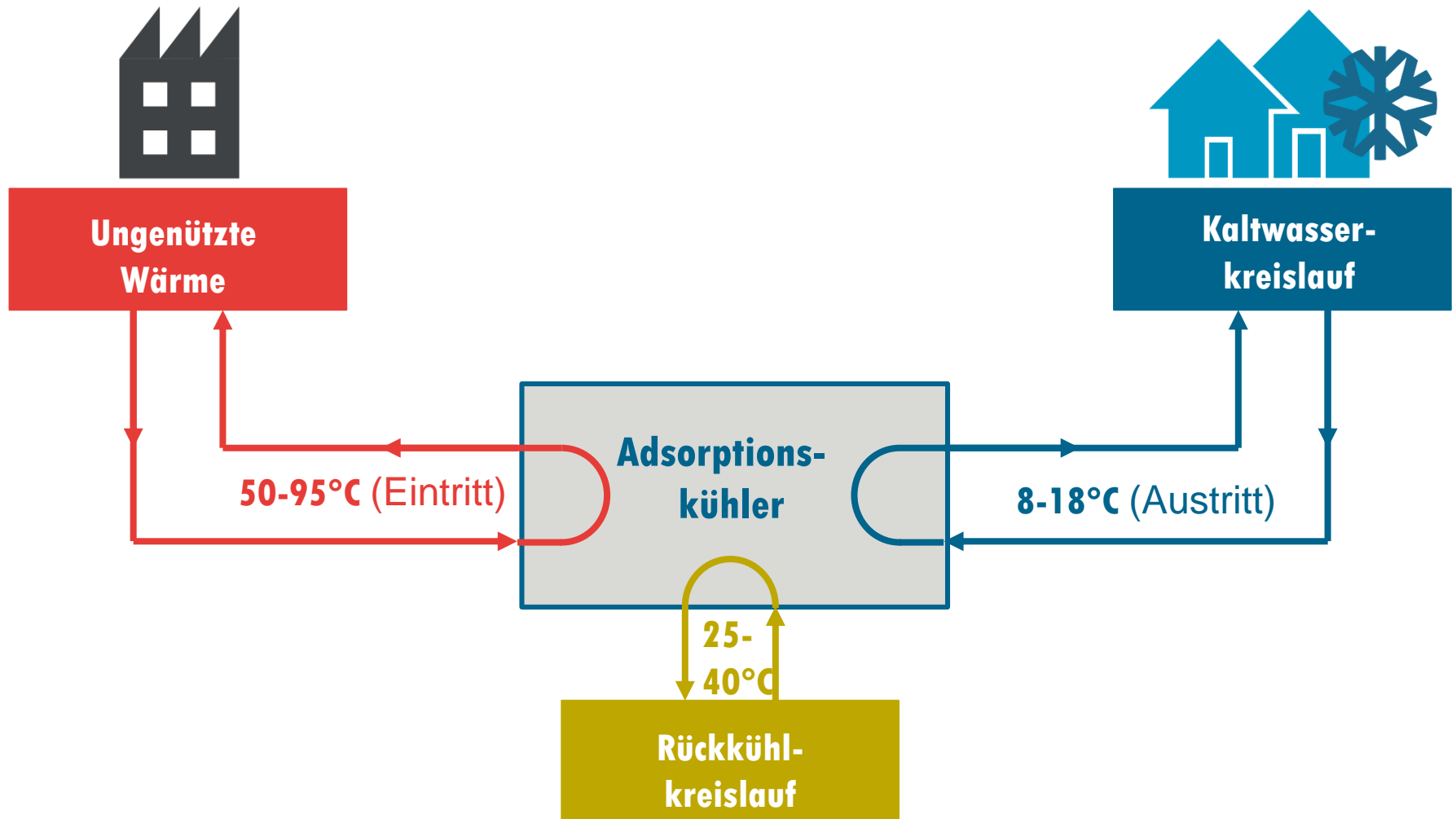
**Adsorption** kann mit niedrigen Temperaturen (unter 70 °C) angetrieben werden  
**Absorption** kann bei hohen Temperaturen besonders effizient sein

**Adsorption** funktioniert besser als **Absorption** bei Rückkühltemperaturen über 30 °C  
Verdunstungsrückkühlung ist für die Rückkühlung bei **Adsorption** oft nicht erforderlich

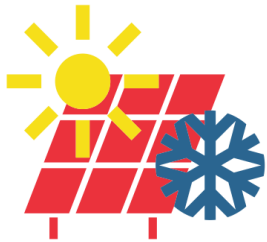
Typischerweise ist **Adsorption** günstiger für relativ kleine Kälteleistungen, während **Absorption** für höhere Kühlleistungen skalierbarer ist

# FAHRENHEIT

Die Adsorptionskältemaschine ist in drei Kreisläufe eingebettet.  
Zum Antrieb dient der Heißwasserkreislauf (statt Elektrizität)



## Wärmequellen für Adsorptionskühlung



**Solare Kühlung**  
Kälte-Erzeugung mit  
Solarthermie-Anlagen.



**Prozessabwärme**  
Drucklufterzeuger,  
Produktionsprozesse,  
Trocknungsanlagen,  
usw.



**Server-Kühlung**  
Kühlung des  
Rechenzentrums mit  
der CPU-Abwärme.

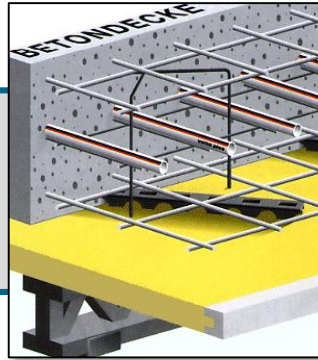


**Fernwärme**  
Nutzung von  
verfügbarer Wärme  
im Sommer.



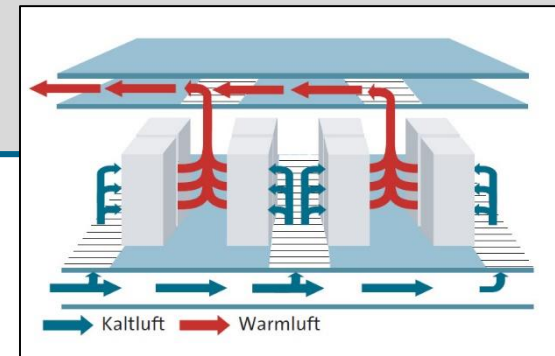
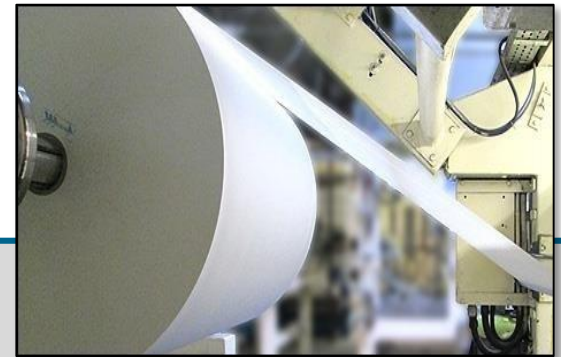
**KWKK**  
Erzeugung von Strom,  
Wärme und Kälte mit  
BHKWs.

# Anwendungsbereiche und mögliche Kaltwassertemperaturen (10-18°C)



## Gebäudekühlung

## Maschinen und Rechnerkühlung



# FAHRENHEIT

Die ideale Abwärmemetemperatur beträgt ca. 50-95°C. Passende Wärmequellen gibt es in fast allen Bereichen / Betrieben  
→ sicher auch bei Ihnen!

## Abwärmequellen

Verbrennungsprozesse  
(Rauchgas)

thermische Prozesse, Öfen  
(Abluft)

Dampferzeugungsanlagen  
(Wasserdampf)

BHKW

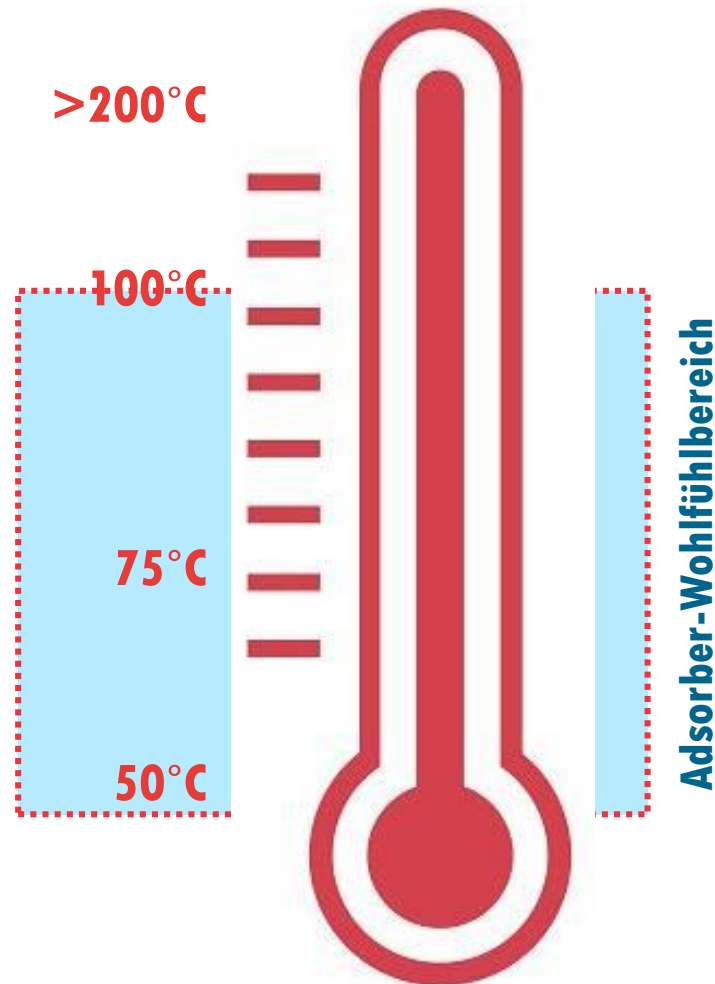
CO<sub>2</sub>-Kältemaschinen (CO<sub>2</sub>)

Maschinenkühlung  
(Kühlwasser oder Thermoöl)

Druckluftanlagen (Thermoöl)

Hydrauliköl

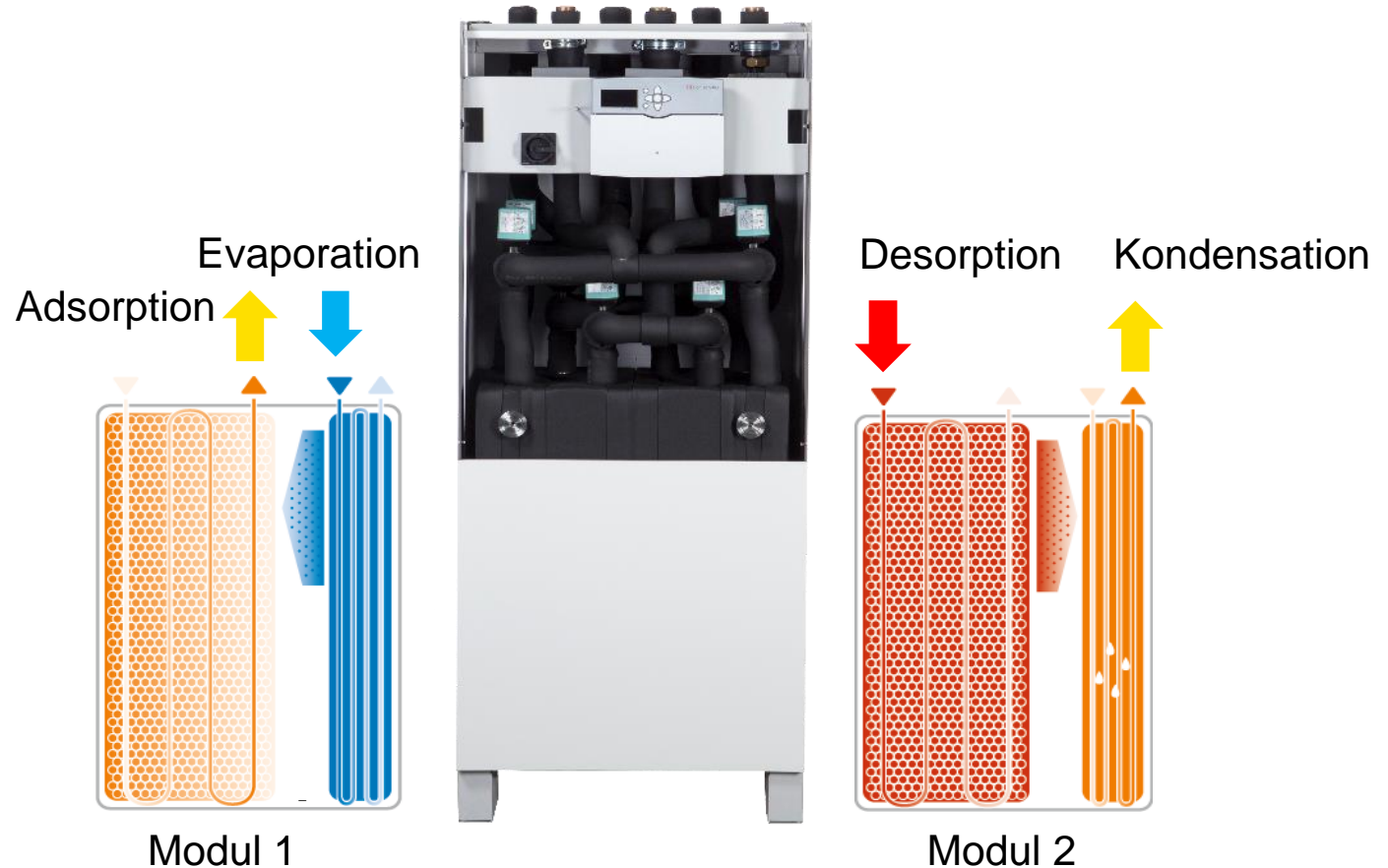
Rechenzentren  
(Kühlwasser)



## Nutzungspotenzial industrieller Abwärme in Deutschland

- 450 Petajoule (125 TWh) im Prozesstemperaturbereich ab 60 °C
- Energiekosten-Einsparpotenzial von ca. 5 Milliarden Euro.

In einer Kältemaschine werden für die Adsorption Wärmetauscher eingesetzt, die mit einem speziellen Adsorbens beschichtet sind



- Keine beweglichen Teile innerhalb der Module
- Reines Wasser als Kältemittel
- Keine toxischen oder klimaschädlichen Substanzen

# FAHRENHEIT

In produzierenden Betrieben gibt es häufig Prozessabwärme, die zur Kühlung genutzt werden kann

(Beispiel Betrieb für Kautschuk-Werkstoffe)

## Gummiwerke Kraiburg GmbH & Co. KG

### Antriebswärme

Kondensat eines Dampfprozesses dient zum Antrieb von 3 Adsorptionskälteanlagen

### Kälteverwendung

Kälteleistung wird zur Kühlung eines Schalt-/Serverraums verwendet



### Eckdaten

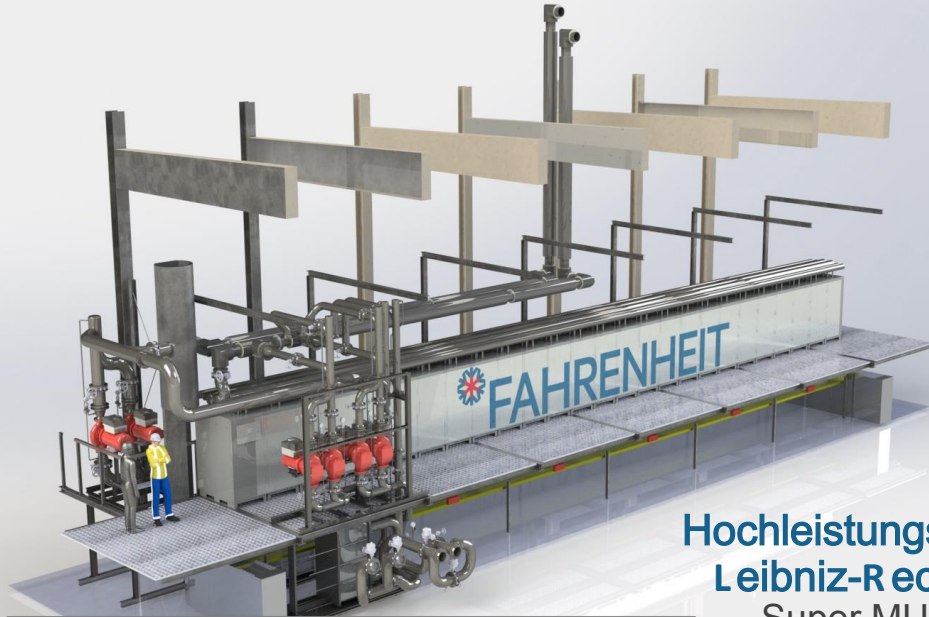
Antriebsleistung	72 kW
Antriebstemperatur	90 - 81°C
Kälteleistung	37 kW
Kaltwassertemperatur	18 - 14°C
Rückkühler	trocken
Kompressionskälte	zur Spitzenlastabdeckung
Inbetriebnahme	2015

ROI = 3,5 Jahre

interne Verzinsung: 27 %!!!



## Fahrenheit Adsorptionskühlsystem am Leibniz-Rechenzentrum



**Hochleistungsrechner am Leibniz-Rechenzentrum**  
 Super MUC-NG at LRZ –  
 Selbstkühlung von 1.7 MW  
 Warm- und Kaltwasser

### Fakten

Antriebstemperatur	52,5°C
Kälteleistung	608 kW
Kaltwassertemperatur	18°C
Rückkühlung	Hybrid (2 Einheiten)
Länge	21 m
Länge der Rohre	ca. 170 m PE-Rohre ca. 70 m Edelstahlrohre

### Leibniz-Rechenzentrum



Quelle: Leibniz-Rechenzentrum

**DEUTSCHER  
 RECHENZENTRUMSPREIS**

**2018**

**1. PLATZ KATEGORIE 2:  
 RZ-KLIMATISIERUNG UND KÜHLUNG**

# FAHRENHEIT

Zusammengefasst: Adsorption spart Geld, ist zukunftsfähig und gut für die Umwelt



- Potential für Adsorption gibt es in den meisten Industriebetrieben bzw. bei vielen Wärmeanwendungen



- Adsorption kann sich in kurzer Zeit bezahlt machen – und reduziert die Stromkosten



- Alle verwendeten Materialien sind komplett unschädlich, nicht brennbar und frei von Reglementierung (Wasser als Kältemittel)



- Nicht zuletzt ist Adsorption gut für die CO<sub>2</sub>-Bilanz und für den Klimaschutz!



**Vielen Dank für Ihr  
Interesse!**

**Bei Fragen – einfach  
fragen!**

**Axel Banoth**  
Geschäftsführer

+49 175 4141 755  
axel.banoth@fahrenheit.cool

**FAHRENHEIT GmbH**

Siegfriedstraße 19  
80803 München  
Deutschland

+49 89-340 762-20  
info@fahrenheit.cool