



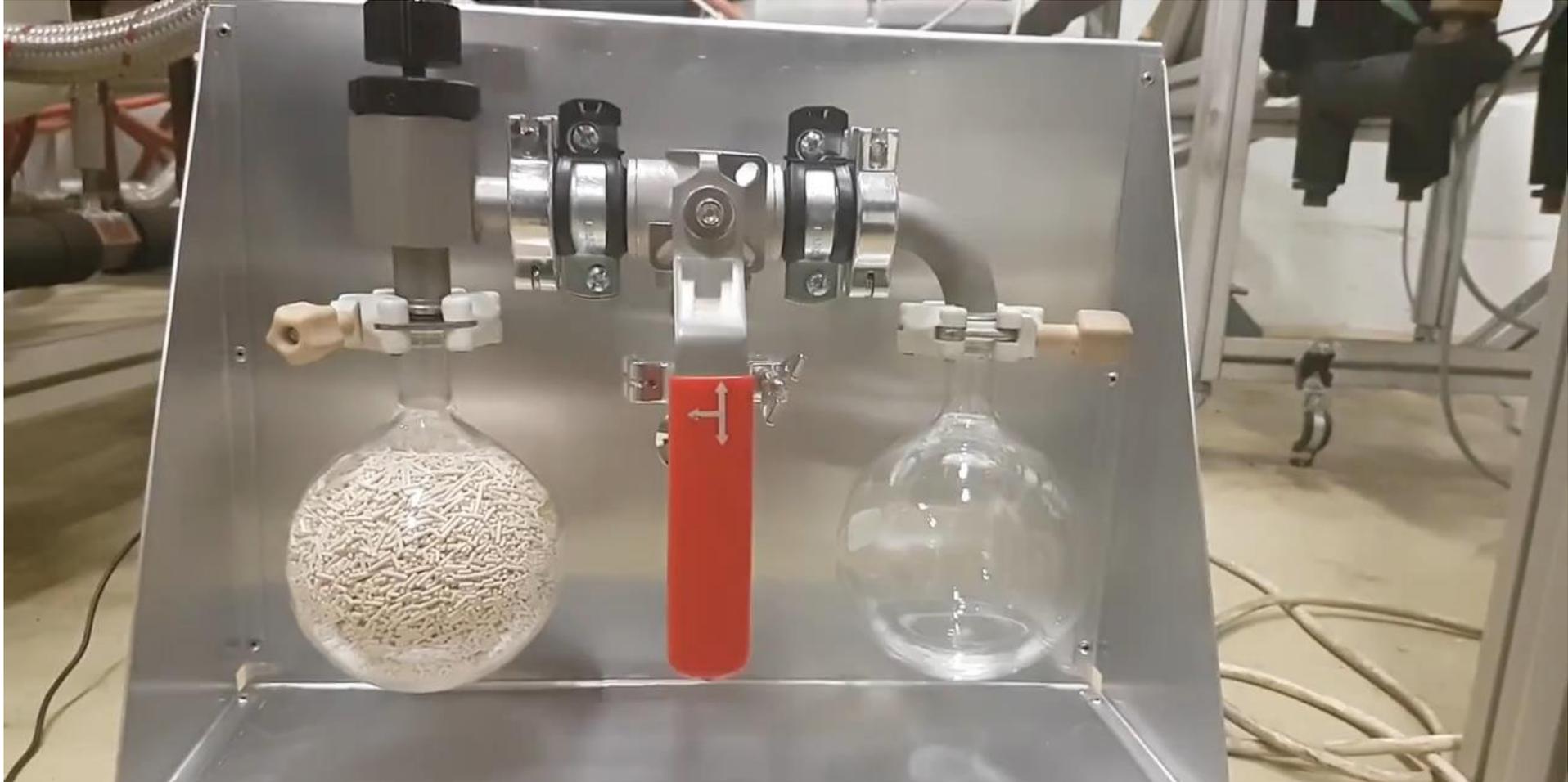
FAHRENHEIT

Cooling Innovation.

Heat4Cooling

Adsorptionskälteanlagen als effiziente und integrierte
Abwärmennutzung –
Anwendungsspektrum und Systembeispiele

WÄRME ZU KÄLTE - WIE GEHT DAS?



Grundprinzip Adsorption : Wasserdampf wird aufgesaugt und erzeugt Verdunstungskälte, Wärme regeneriert den „Schwamm“ und sorgt für neues Potential.

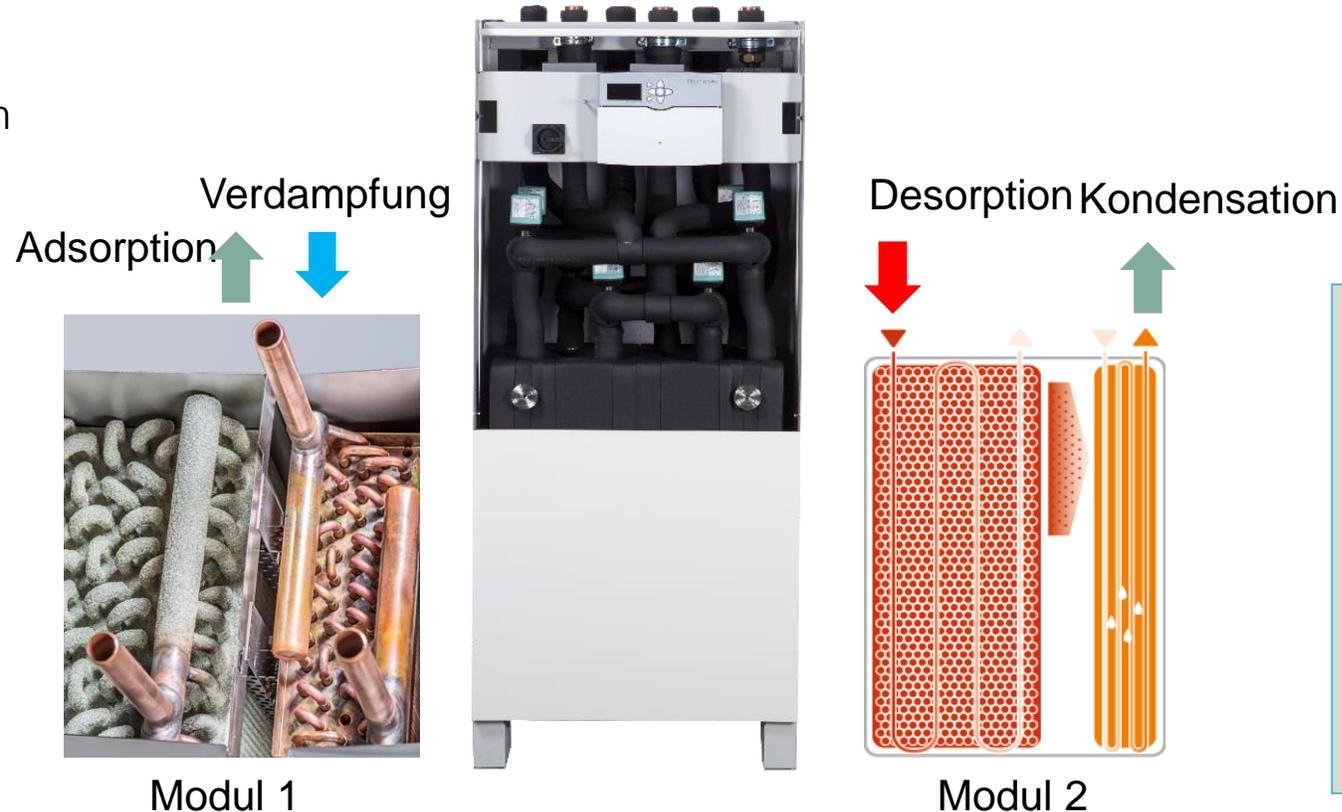
WIE GEHT DAS TECHNISCH?

Wärmetauscher die mit einem Adsorbens beschichtet sind:

Silica-Gel



Zeolith



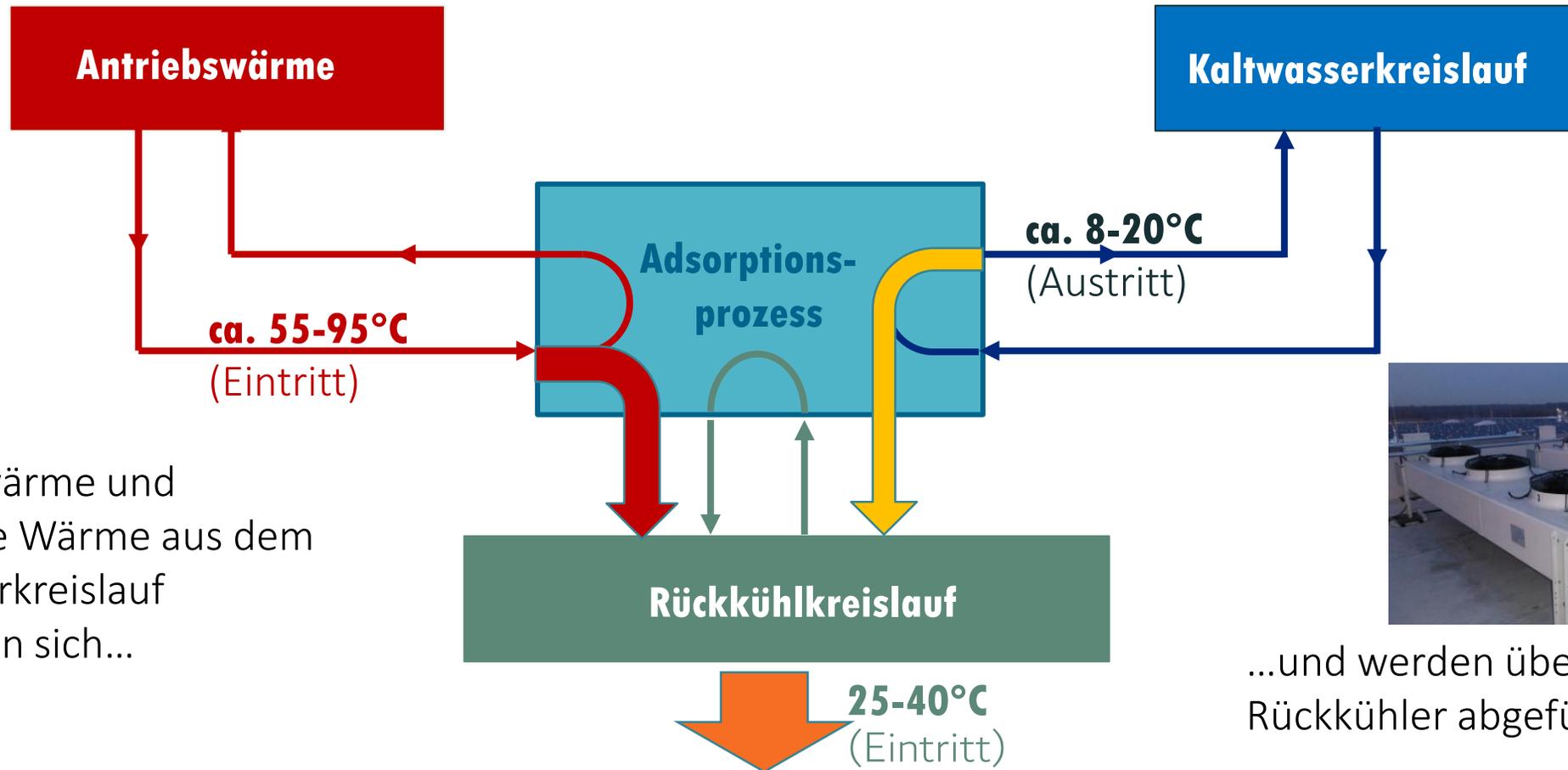
Aufbau:

mind. 1 Paar Vakuum-Module mit 2 Kammern (skaliert mit Anlagengröße), deren Funktion phasenweise wechseln

- Keine beweglichen Teile innerhalb der Module
 - Reines Wasser als Kältemittel -> Keine toxischen oder klimaschädlichen Substanzen
- > sehr geringer Wartungsaufwand

WIE GEHT DAS ENERGETISCH?

Wasser- / Energiekreisläufe



Antriebswärme und entzogene Wärme aus dem Kaltwasserkreislauf summieren sich...



...und werden über Rückkühler abgeführt

ÜBERBLICK ANWENDUNGEN



Prozess-Produktionsabwärme
Ganzjährige, oft integrierte Nutzung



Wärmenetze
Nutzung im Sommer



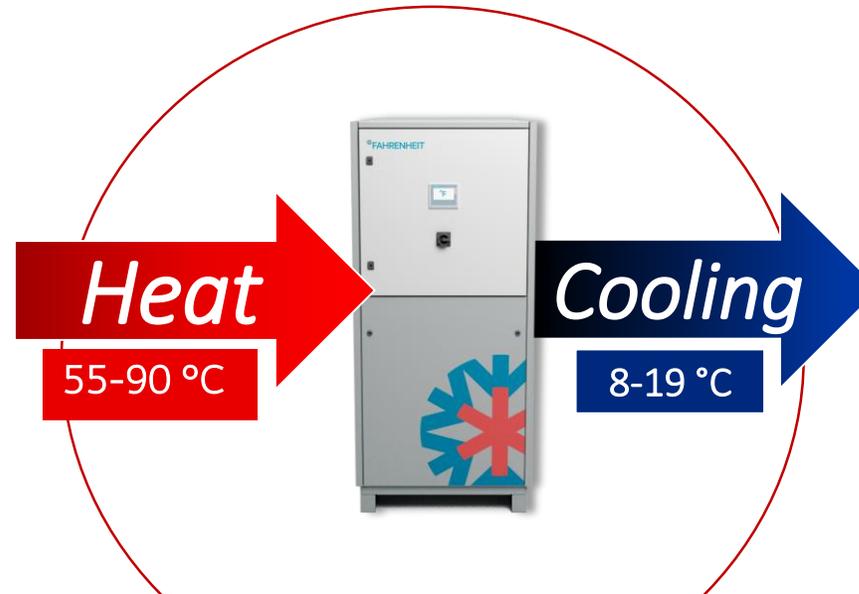
BHKWs
Auch Bio- / Klärgas-BHKWs



Solarthermie
Nutzung im Sommer



CPU - Abwärme
Wassergekühlte Serverfarmen



Adsorptionskälteanlagen **sparen bis zu 80%** Strom im Vergleich zu herkömmlichen Kompressionskälteanlagen → entsprechende Ersparnis bzgl. CO₂ Emissionen + Kühlkosten



Prozess- / Produktionskälte



Klimatisierung



Server / Speicher-Kühlung

NACHHALTIGKEIT

CO₂- Savings

- 80% weniger Strombedarf->
- 80% weniger CO₂ für Stromerzeugung
- -----
- Compr.: 140 gCO₂ / kWh_{therm}
- Ads.: 28 g CO₂ / kWh_{therm}
- (20% left for pumps and control)

•-> **Adsorption Cooling spart**
•112 g CO₂ / kWh_{therm}

Systemwirkung

- Unabhängig von der Wärmequelle:
 Systeme werden effizienter (auch Geothermie, Solarthermie, Prozesswärmesysteme, etc.)
- Längere Lebensdauer als andere Kühlsysteme - > weniger Ressourcen
- Keine seltenen Materialien (z.B. Lithium)
- Natural Refrigerant: Water -> **GWP = 0**
 (Water) vs. GWP R134a = 1430 CO_{2,ä}

ANWENDUNG: Industrie



IEU: Hydrogen Electrolysis

- Integriertes System -> Abwärme aus Elektrolyse (z.B. 63°C) deckt Kühlbedarf von Power-to-Gas-Systemteilen oder Kühlanforderungen in der Nähe
- Enorme Steigerung der Energieeffizienz der Wasserstoffherzeugung durch Ergänzung mit Adsorptionskältemaschinen

Typische. Kunden

- Gewerbe mit Druckluftbedarf
- Lebensmittel-Industrie (Bäckereien, TK, ...)
- Industrien mit Lackierstrecken
- Großdruckmaschinenbau
- Gewerbe mit CNC - Maschinen
- Solarthermieanwender

Wärmerückgewinnung

- From Exhaust Gases, Process Air, Steam or hot water process circuits



Optional
Heißwasser
speicher



Adsorptions-
Kälteanlage



Optional
Kaltwasser-
speicher



Nutzung / Verteilung

- In Kaltwasserkreisläufen
- In der Produktionsstätte Kühlsystem (Konditionierung)
- Für integrierte Anforderungen wie Maschinen- /Prozesskühlung

APPLICATION FIELD

DRIVE TEMPERATURE
between 55°C and 90 °C



CHILLED WATER
between 8 °C and 19 °C

RE-COOLING
up to 38 °C

COOLING CAPACITY
from 30 kW up to 600 kW



THERMAL COP
up to 0.50

ELECTRICAL EER
up to 30

REFERENZ BHKW - SPRITZGUSSBETRIEB

Funke Components

Antriebswärme

KWKK im Container: Schlüsselfertiges Energie, Wärme- und Kältemodul in die vorhandene Infrastruktur integriert

Kälteverwendung

Ganzjährige Nutzung für Produktionsprozesse, v.a. Werkzeugkühlung

Eckdaten

Antriebsleistung	80 kW
Antriebstemperatur	85 - 70°C
Kälteleistung	40 kW
Kaltwassertemperatur	19 - 15°C
Rückkühler	trocken
Betriebsstunden	ca. 6.000/a



ROI = 2,8 Jahre

Eine besonders beliebte Wärmequelle sind BHKWs, die sich in mehrfacher Hinsicht rechnen (Beispiel Spritzgussbetrieb im Harz)

ANWENDUNG – Virtuelles Kältenetz

Lokale / Kommunale Wärmequellen

- Biogas-/ Müllverbrennungsanlagen
- Kommunale Wärmenetze
- Geothermieanlagen
- Solarthermische Großanlagen
- Abwasser

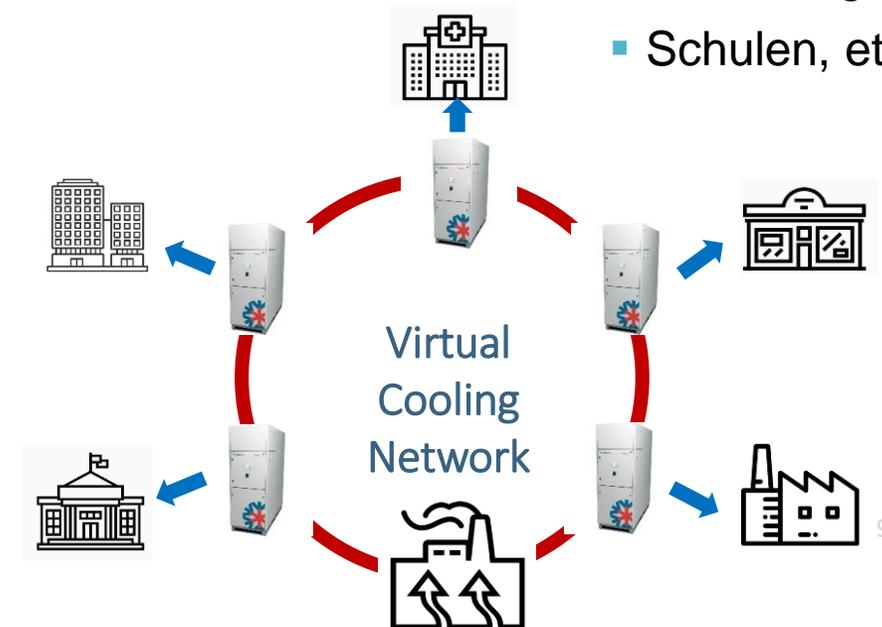


Bestehende Wärmeversorgungsnetze können **im Sommer genutzt** werden, um Cooling as a Service mit dezentraler Kühlung anzubieten



Lokale / Kommunale Verbraucher

- Öffentliche Gebäude
- Krankenhäuser
- Gewerbegebiete
- Schulen, etc.



REFERENZ FERNWÄRME

Stadtwerke Heidelberg

Antriebswärme

Fernwärme, die aus einem nahegelegenen Holz-Heizkraftwerk kommt.

Kälteverwendung

Klimatisierung eines Kinos über eine Lüftungsanlage.

Eckdaten

Antriebsleistung	80 kW
Antriebstemperatur	85 - 70°C
Kälteleistung	40 kW
Kaltwassertemperatur	19 - 15°C
Rückkühler	trocken
Betriebsstunden	ca. 5.000/a



REFERENZ FERNWÄRME - GEOTHERMIE #2

GEOVOL - Unterföhring

Antriebswärme

Fernwärme aus Geothermie.

Kälteverwendung

Kühlung des Serverraums und der Büroflächen über den Fußboden.

Eckdaten

Antriebsleistung	125 kW
Antriebstemperatur	90°C
Kälteleistung	64 kW
Kaltwassertemperatur	19 - 15°C
Rückkühler	trocken
Inbetriebnahme	2014/2022

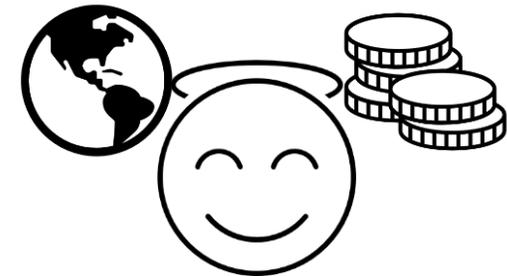
Partner:



-> Jährliche Stromersparnis: ca. 31 MWh/a
-> CO2-Einsparung: ca. 12 t/a

VORTEILE EINBINDUNG IN KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

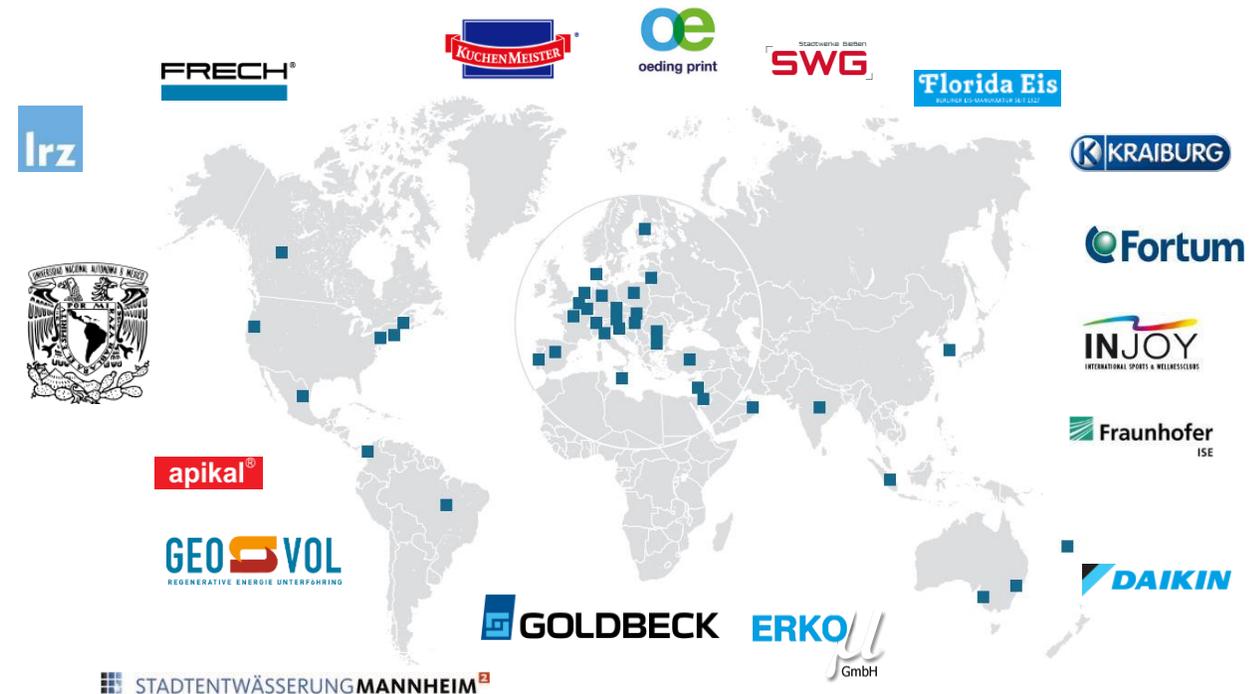
- **Kein Ausbau von Kältenetzen** notwendig durch dezentrale Umwandlung
 - > WärmeverSORGER = KälteverSORGER
- Kein zusätzlicher erheblicher elektrischer Verbraucher für zukünftig notwendige Klimatisierung
 - > **schont Stromnetze / Klima**
 - > **spart Kühlkosten** für kommunale Einrichtungen
- Verwendung der verfügbaren Wärme auch im Sommer
 - > **Erhebliche Effizienzsteigerung** eines Gesamtsystems
 - > **Investitionen** in neue regenerative Wärmeerzeugungsanlagen **rechnen sich schneller**
(Geothermie, Solarthermie, etc.)



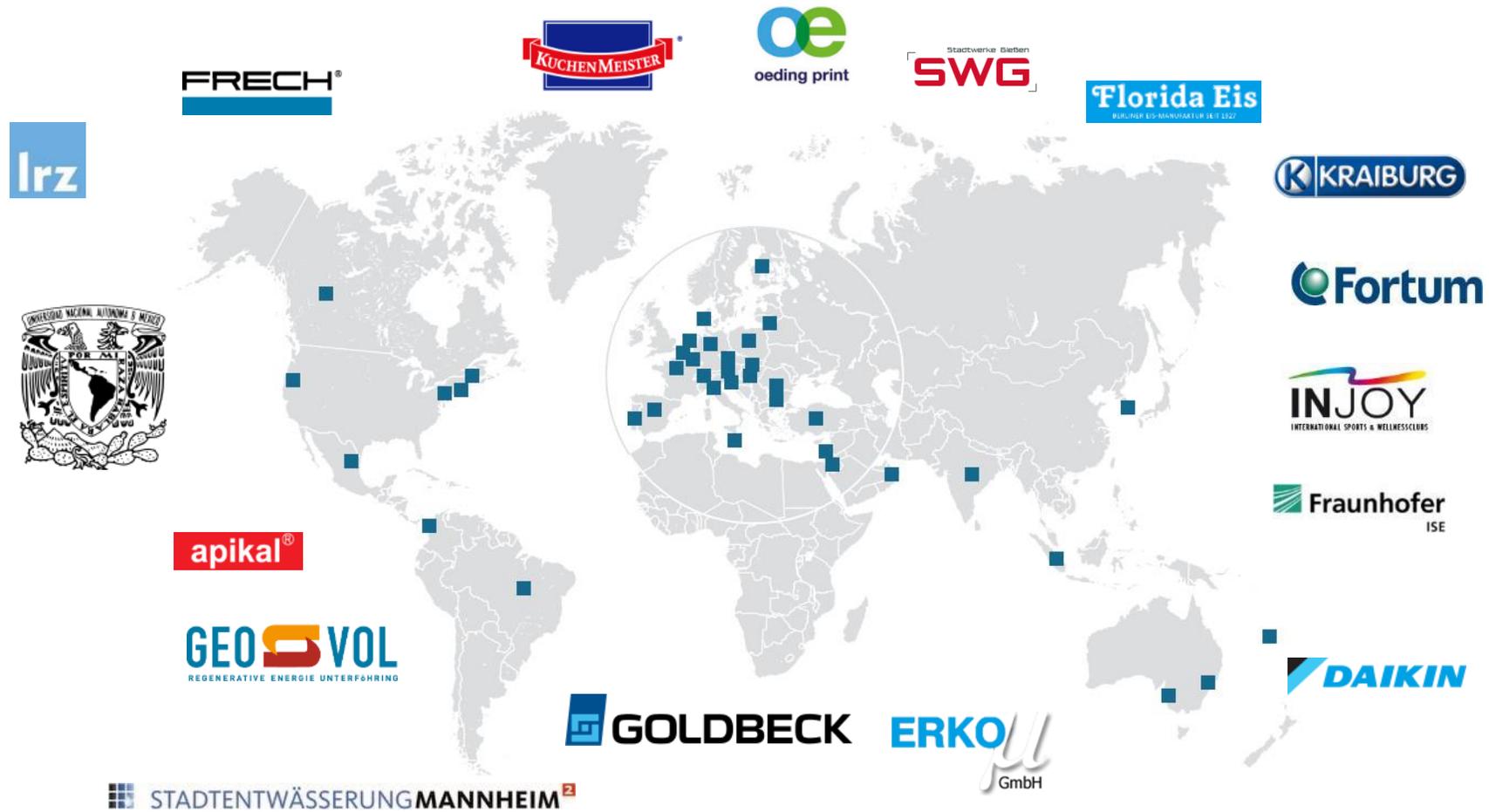
FAHRENHEIT



- 2002 Ausgründung aus dem Fraunhofer-Institut für Solares Energiesystem Freiburg
- Heute führender Anbieter und Entwickler für Adsorptionskältemaschinen
- Zwei Standorte in Deutschland
 - Halle (Saale): Produktion und Entwicklung
 - München: Zentrale, Vertrieb, Marketing
- Personal: 37 Personen
- rund 1000 Installation weltweit
- Breites Patentportfolio // 7 Forschungsprojekte



Over 1000 Installations worldwide in the last 10 Years..





DANKE

für Ihre Aufmerksamkeit