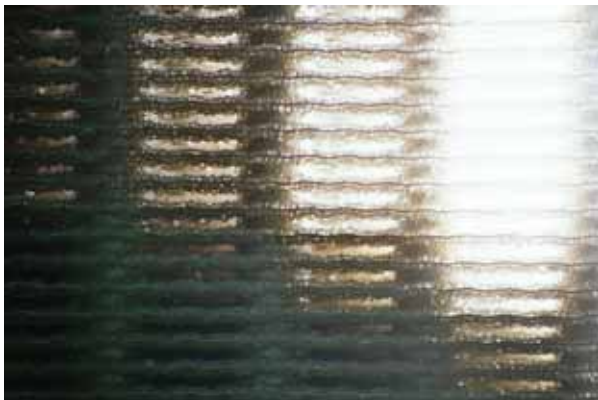




Kälte aus Wärme – Thermische / Solare Klimatisierung mit SorTech ACS 08 und BEKA- Kapillarrohrmatten



Planerseminar Berlin, 07.10.2010
Thomas Büttner
Leiter Entwicklung/Systemintegration

Agenda

- 1.) SorTech – Unternehmen und Produkte
- 2.) Funktionscharakteristik der ACS
- 3.) Konstruktions- und Leistungsmerkmale
- 4.) Abhängigkeiten der Performance
- 5.) Systemkonfiguration / Projektgestaltung
- 6.) Integration der ACS
- 7.) Wartungsumfang und Praxiserfahrungen
- 8.) Fazit

Innovative Adsorptionskühlung im kleinen Leistungsbereich



SorTech AG

- Hersteller von leistungsfähigen, thermisch angetriebenen Adsorptionskältemaschinen im kleinen Leistungsbereich

Kernkompetenzen

- Adsorptionskältemaschinen/-wärmepumpen: FuE, Teststände, Prototypenbau, Produktion, Projektierung Thermischer Kältesysteme
- Beschichtungstechnologien: Silikagel und Zeolith

Meilensteine

- 2002 Gründung in Freiburg/Breisgau
- 2007 Vorserie Typ ACS 05
- 2008 Markteinführung ACS 08 und ACS 15
- 2009 Steigerung der Leistungsdichte
- 2010 Umzug in größere Produktionsstätte



Existenzgründer 2006 (2. Platz)



**IQ Innovationspreis
Halle**



Leitmotiv

- Eine umweltfreundliche wie wirtschaftliche Alternative zu herkömmlichen Kältemaschinen anbieten

Der Anspruch Thermischer Kühlung:

- Beanstandungsfreie Realisierung einer spezifischen Kühlaufgabe
 - Nutzung von nicht anderweitig sinnvoll nutzbarer Wärme oder Abwärme
 - Konsumierung erheblich geringerer Mengen Elektroenergie gegenüber konventioneller Kältetechnik
 - Rechtfertigung der höheren Anschaffungskosten nur über vergleichsweise hohe Jahresarbeitszahlen!
- Kältemaschine und Systemkonfiguration entscheiden über Effizienz thermischer Kühlung!

SorTech Adsorptionskältemaschine – Serienreife Produktreihe für Anwendungen im privaten, gewerblichen und industriellen Bereich

ACS 08

8 kW

Nennkälteleistung



ACS 15

15 kW

Nennkälteleistung

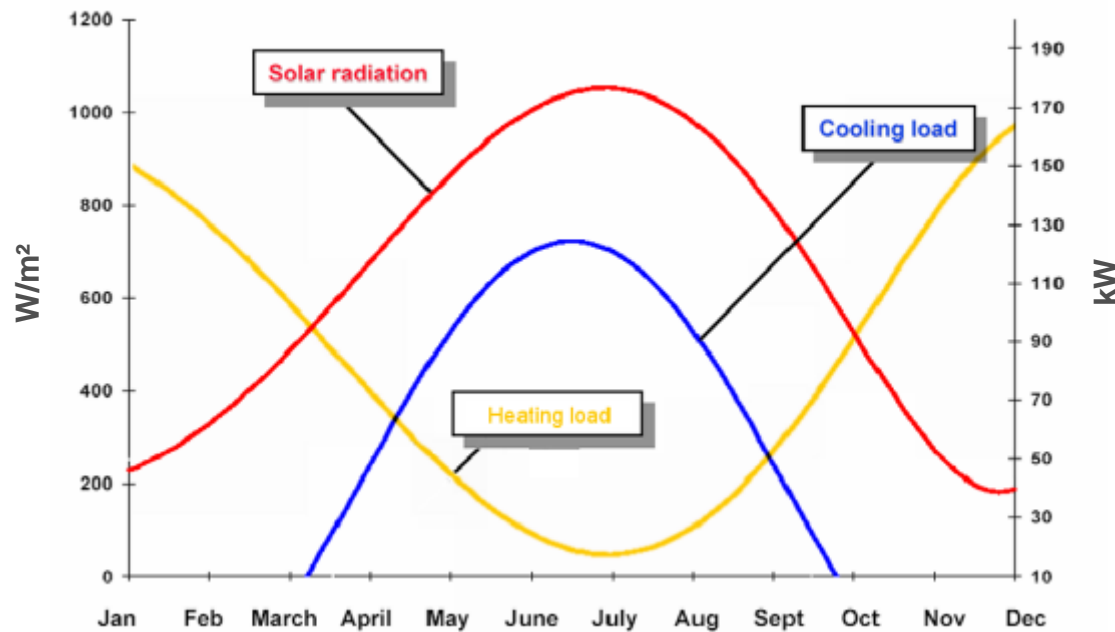


Anwendungen

- Solare Kühlung
- Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung
- Kühlung mit Fernwärme
- Kühlung mit Prozesswärme

Antriebstemperaturbereich: 55-95°C
Nennarbeitspunkt: 72°C

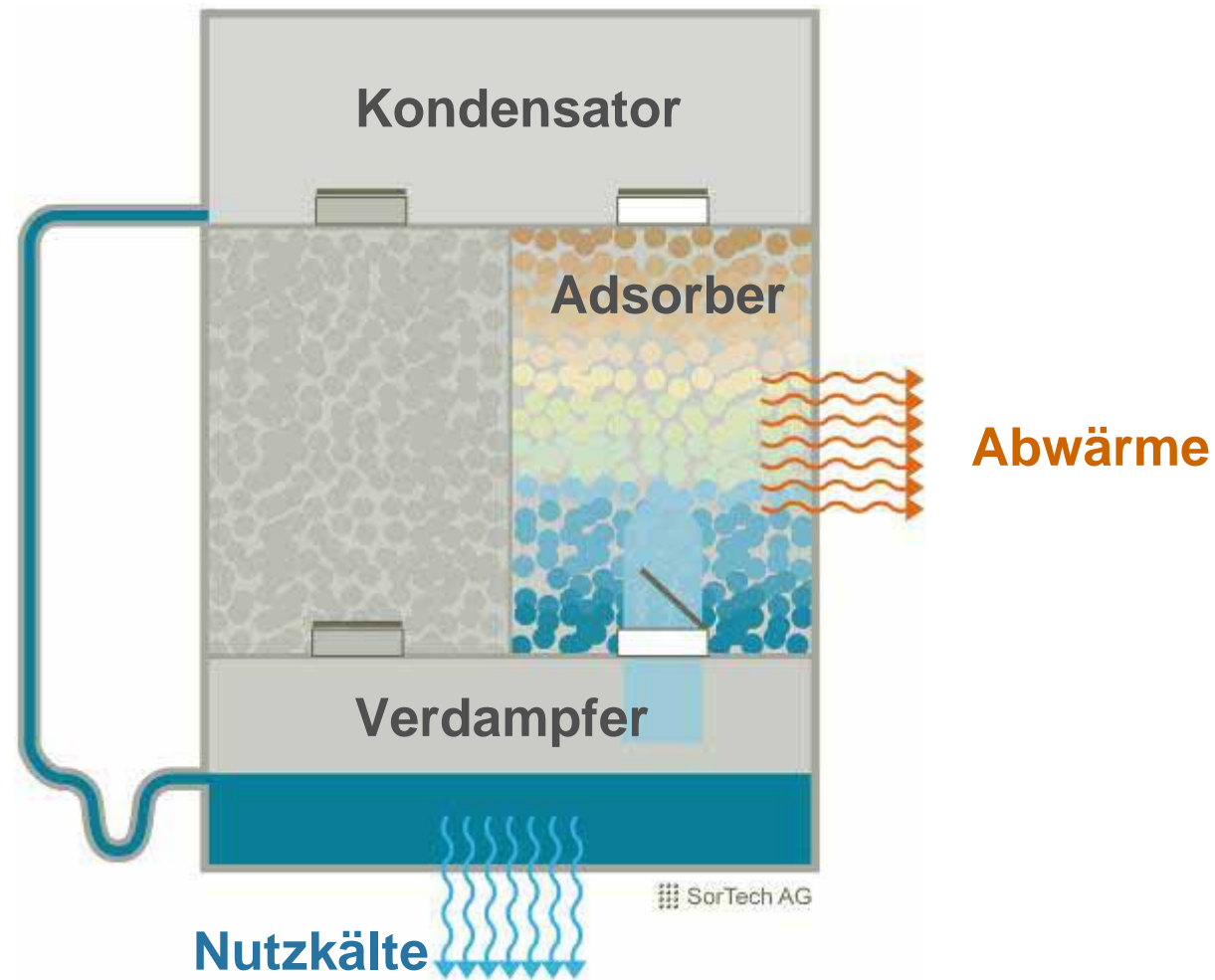
Strom sparen und CO₂ Emissionen vermeiden!



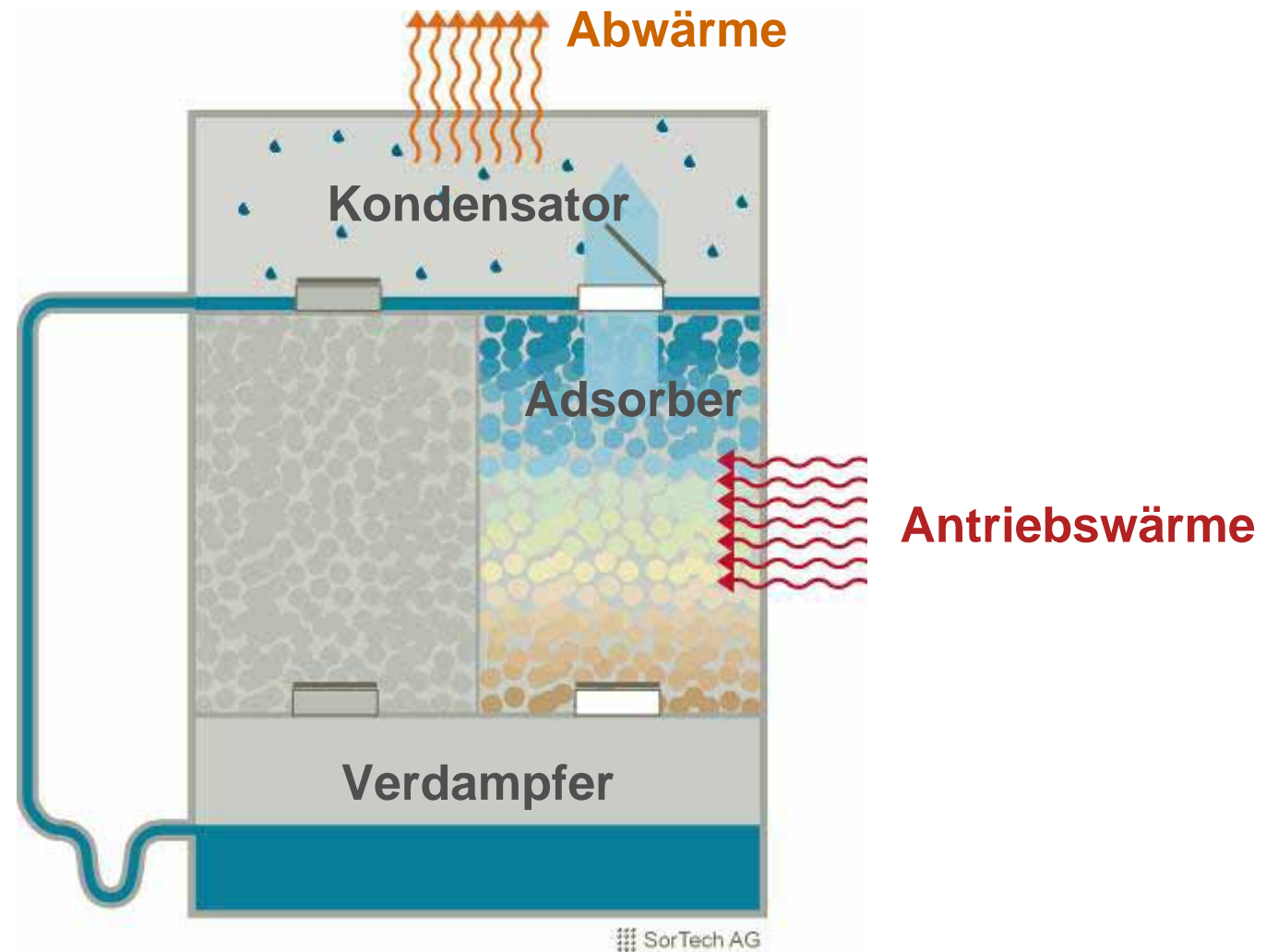
Kältebedarf korreliert
mit Wärmeangebot

Unser Wertversprechen:
Stromeinsparung bis zu
90%
gegenüber Stand der
Technik heute!

Prinzip Adsorptionskühlung – Schritt 1 Adsorption



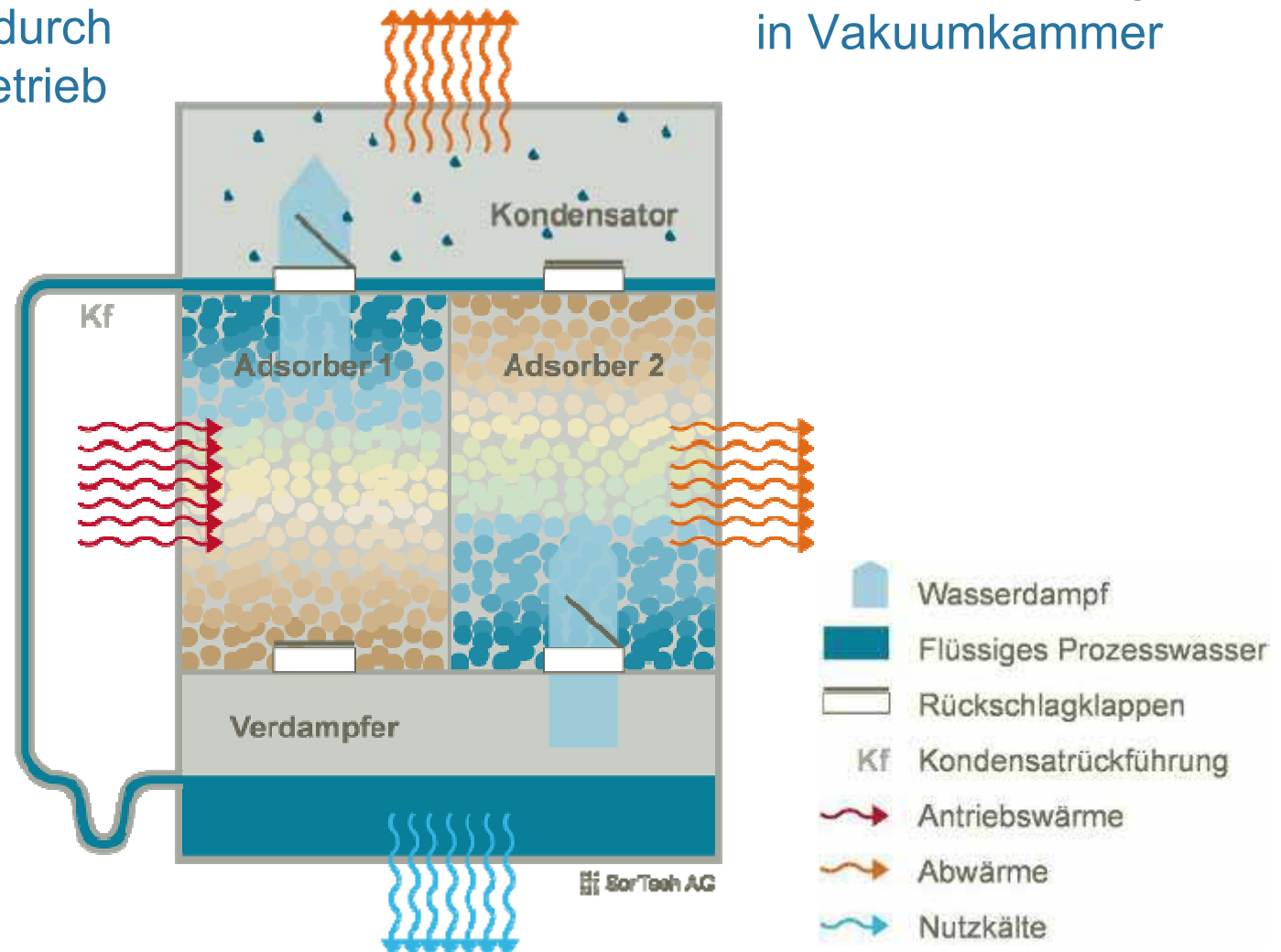
Prinzip Adsorptionskühlung – Schritt 2 Desorption



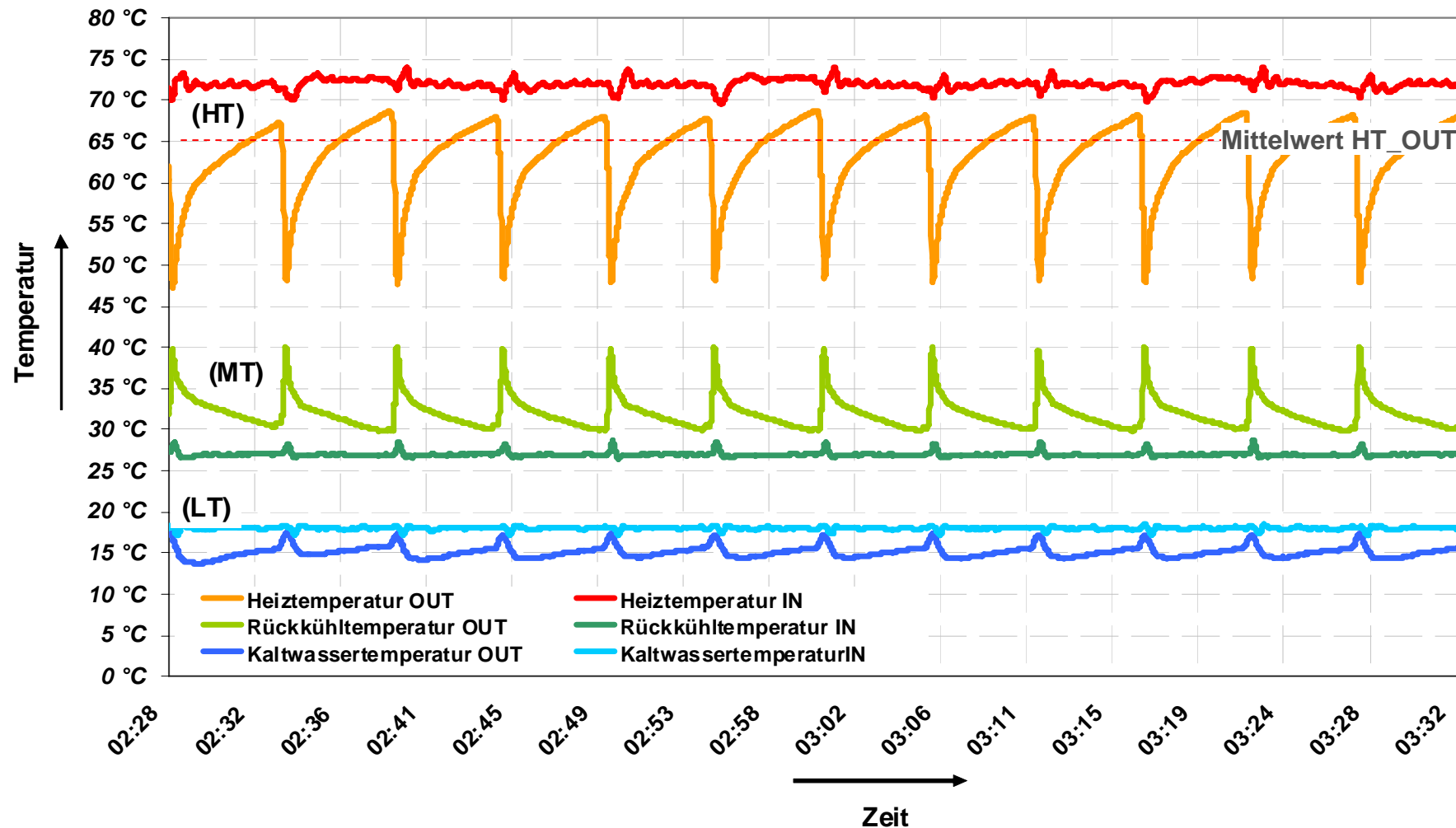
Prinzip Adsorptionskühlung - Zweikammerprinzip

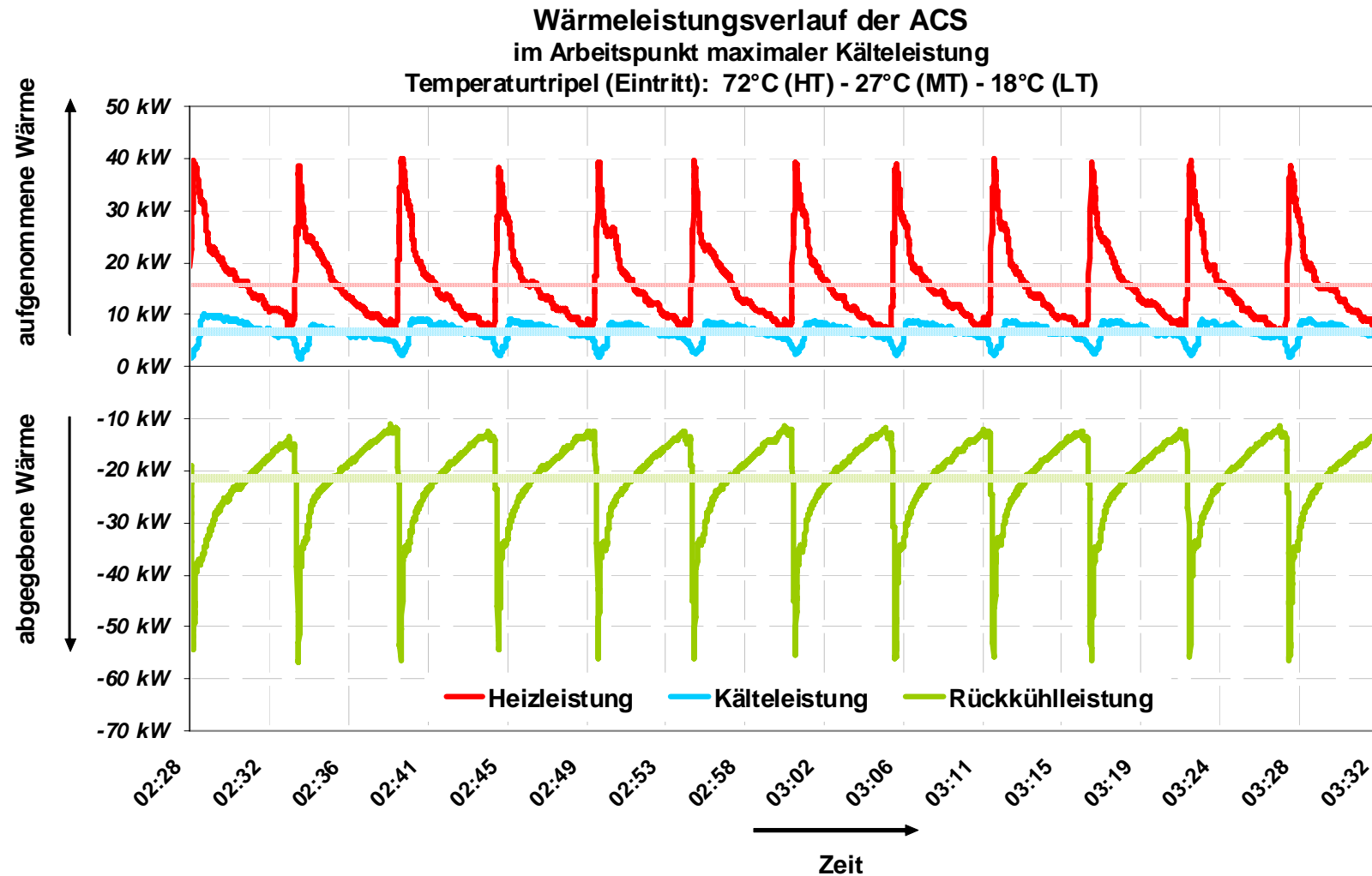
Quasikontinuierliche
Kälteerzeugung durch
antizyklischen Betrieb
zweier Adsorber

Keine aktiv bewegten Teile
in Vakuumkammer



Temperaturverlauf ACS 08
Temperaturtrippel (Eintritt): 72°C (HT) - 27°C (MT) - 18°C (LT)





Hohe Leistungsdichte durch leistungsstarke Beschichtungstechnologie

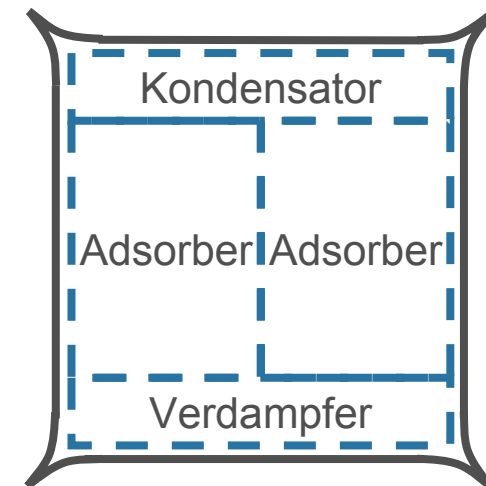
- Patentierte Beschichtungstechnologie
- Wärmetauschoberfläche wird mit *Silikagel* unter Verwendung von Epoxidharz beschichtet



- Schnellerer Wärmeübergang
- Besserer Dampftransport
- Geringeres Gewicht

Kompakte Kältemaschine durch „Kaffeeverpackungsprinzip“

- Abstützung Vakuumhülle auf Innenkomponenten
- Vakuumhülle aus dünnen Edelstahlblechen
- Kein Eingriff in Vakuummodul
- Keine bewegten Teile



- Einfacher Aufbau (Wartung)
- Geringer Materialverbrauch
- Geringes Leistungsgewicht /-volumen

Optimierte und aufeinander abgestimmte Komponenten sichern hohe Leistung des Gesamtsystems

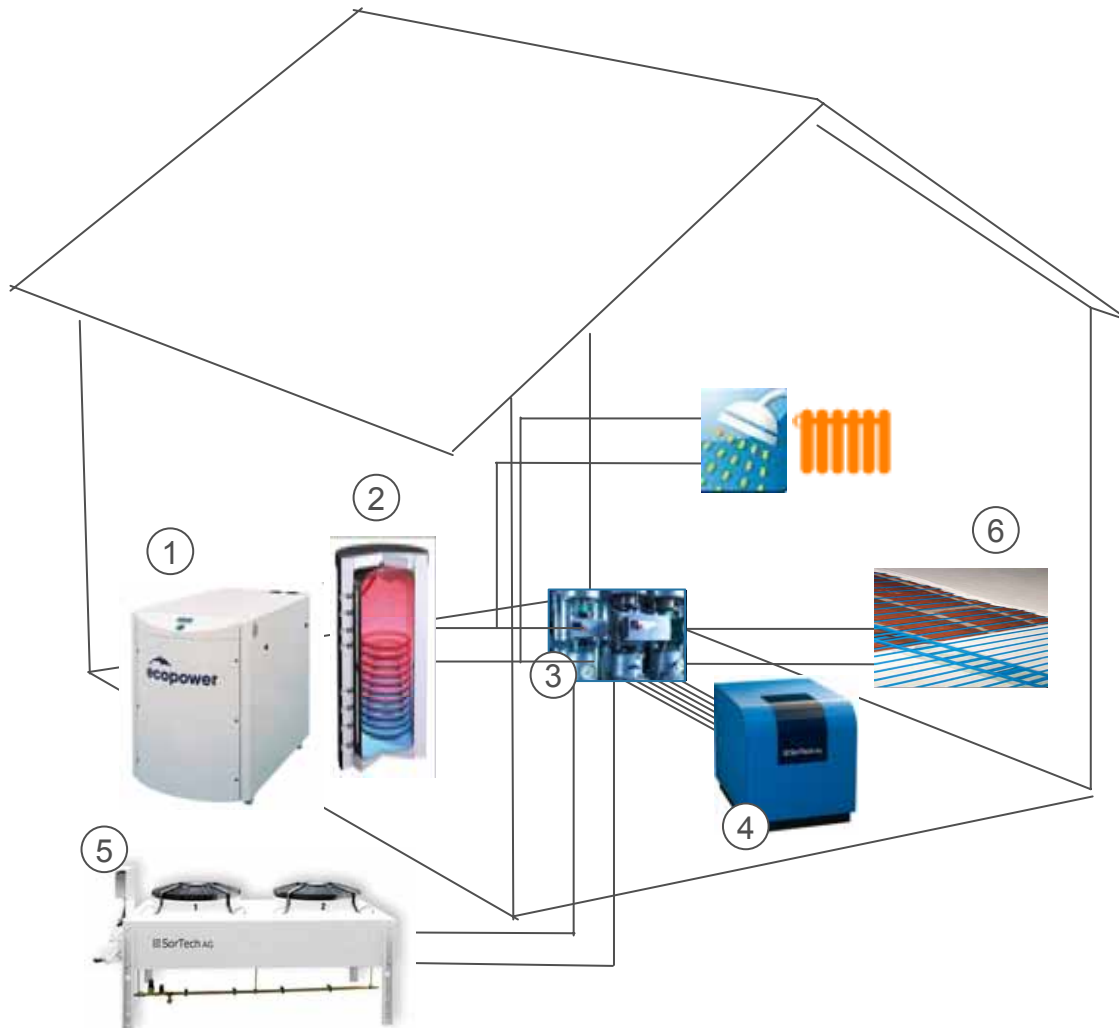
- Systemansatz: Kältemaschine & Rückkühler & Pumpengruppe
- Integrierte Regelung des Rückkühlers durch Kältemaschine
- Modernste EC-Ventilatorentechnik
- Frischwasserbesprühung für Spitzentemperaturen
- „Plug and Play“ Pumpengruppe



- Hohe elektrische Effizienz (EER von 10 und mehr*)
- Geringer Wasserverbrauch
- Einfache Systemintegration

* Kälteleistung/elektrische Leistung

Beispielhafte Darstellung einer Anlage für die Solare Kühlung



Komponenten

1. BHKW
2. Pufferspeicher
3. **SorTech PCS 08**
4. **SorTech ACS 08**
5. **SorTech RCS 08**
6. Kälteverteilsystem

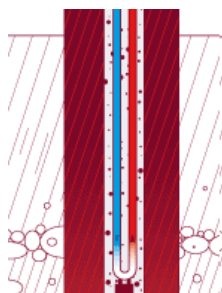
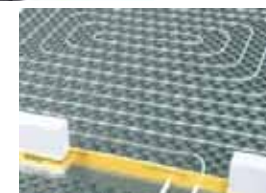
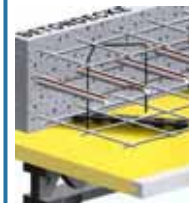
Große Flexibilität bei der Planung von thermisch angetriebenen Klimasystemen

5-100 kW Kälteleistung

Antriebswärme
55-95°C

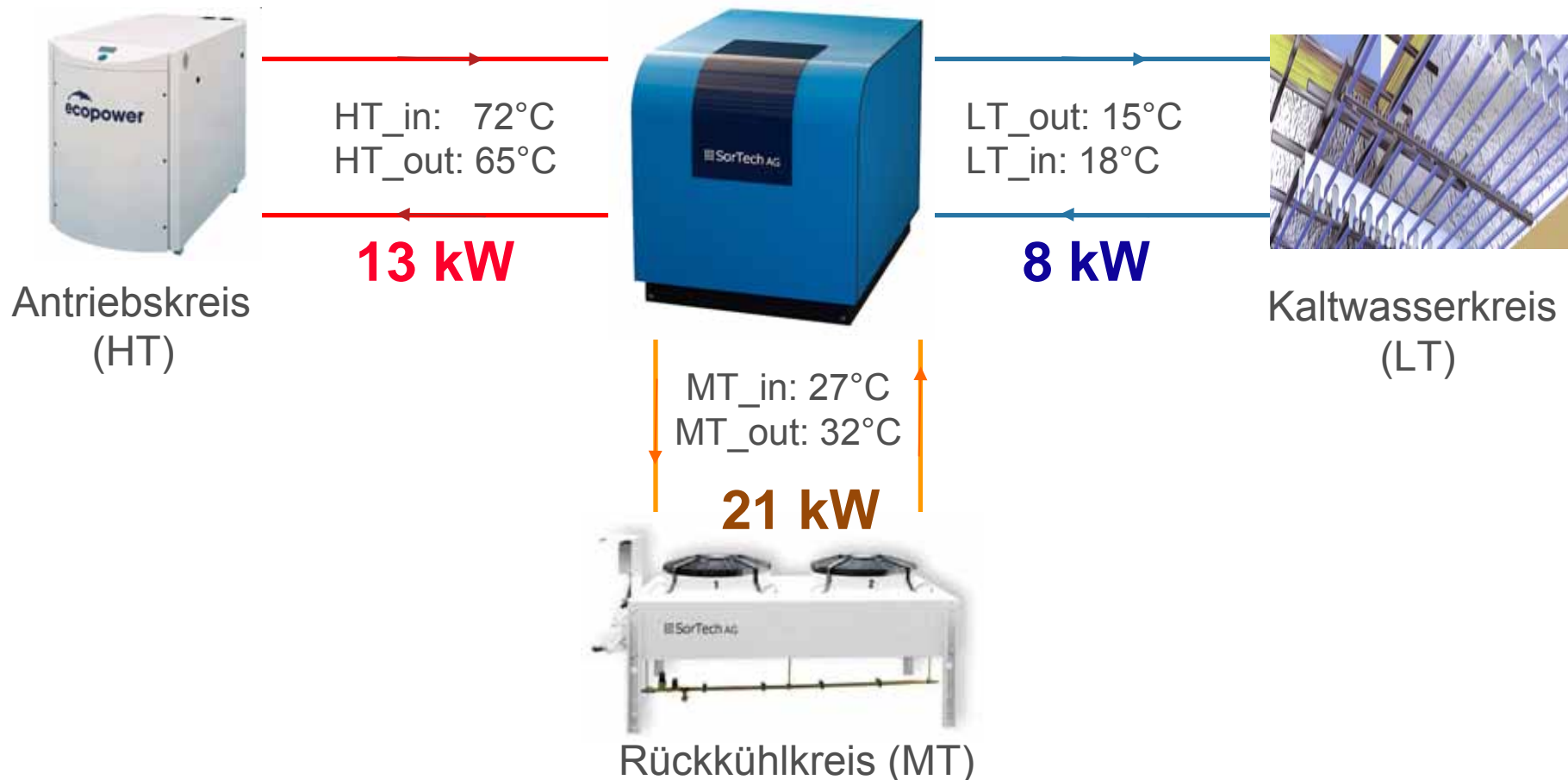
Kaltwasser
6-20°C

Rück-
kühlung
22-37°C

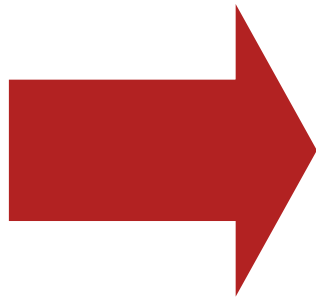


ACS 08 im Nennpunkt

Leistung: 8 kW
COP_{thermisch}: 0,6
EER: ~12



Einfluss der Antriebstemperatur



Hohe Heißwassertemperatur

Leistung 

Effizienz 

KWKK

Solarthermie

Restwärme

Fernwärme

- Je höher die Heißwassertemperatur, desto höher ist die Maschinenleistung.
- Je höher die Heißwassertemperatur, desto niedriger ist die Effizienz (COP thermisch).
- Maximum 95°C Heißwasser (3-Wege-Ventile) – kein integrierter Schutz
- Start- und Dauerbetriebstemperatur variabel ab 50°C
- Abschaltung der ACS bei minimaler Speichertemperatur vorgesehen

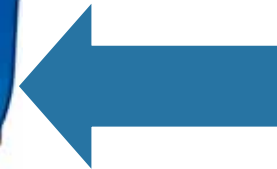
Einfluss der Kaltwassertemperatur

Hohe Kaltwassertemperatur

Leistung



Effizienz



Kühlung



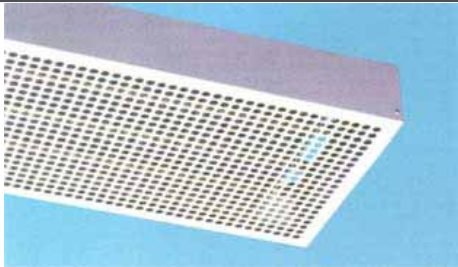
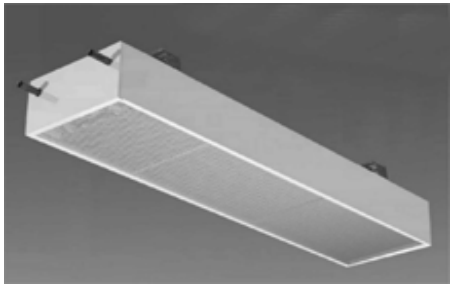


- Je höher die Kaltwassertemperatur, desto höher ist die Leistung **und** die thermische Effizienz (COP)
- Minimale Kaltwassertemperatur = 6°C, sinnvoll **aber nur** in Verbindung mit sehr niedrigen Rückkühltemperaturen
- Wirtschaftlicher Betrieb der Maschine ab 10°C unter normalen Bedingungen
- Wenn immer möglich, sollten **Flächenkühlsysteme** anstatt Gebläsekonvektoren etc. bevorzugt werden!

Möglichkeiten der Kälteverteilung

- Hohe Wirkungsgrade und eine hohe Kälteleistung sind vor allem mit hohen Kaltwassertemperaturen ($>15^{\circ}\text{C}$) möglich
→ Flächenkühlsysteme!
- FanCoil Anwendung für $10/15^{\circ}\text{C}$ Spreizung (Entfeuchtung erwünscht/notwendig?)
- Auslegung $7/12^{\circ}\text{C}$ möglich, wird aber aus energetischen Gründen nicht empfohlen



Möglichkeiten der Kälteverteilung

Anwendung:	Fancoil, Gebläsekonvektoren, Kühlregister	Kühlbalken	Kühlfächer
	 	 	 
Temperaturbereich:	15/10 bis 20/17 °C	19/16 °C	19/16 °C
Kühlleistung:	bis ca. 5 kW	bis ca. 450 W/m	bis ca. 550 W/m
Entfeuchtung:	Möglich	Nicht Möglich	Nicht Möglich

Möglichkeiten der Kälteverteilung

Anwendung:	Fussboden/Wandkühlung	Kühldecke	Kühlsegel	Betonkerntemperierung
	  	 		 
Temperaturbereich:	22/19 bis 20/17 °C	18/15 °C	18/15 °C	21/18 bis 19/16 °C
Kälteleistung:	15-40 W/m ²	bis 100 W/m ²	bis 100 W/m ²	bis 85 W/m ³
Entfeuchtung:	Nicht Möglich	Nicht Möglich	Nicht Möglich	Nicht Möglich

Einfluss der Rückkühltemperatur

Niedrige Rückkühltemperatur

Leistung



Effizienz



Rückkühlung

- Je niedriger die Rückkühltemperatur desto höher ist die Leistung **und** die Effizienz (COP)
- RCS ist universell einsetzbar, nicht immer jedoch die optimale Rückkühlösung!
- Berücksichtigung eines positiven Delta T zwischen Rückkühl- und Kaltwassertemperatur zur Vermeidung von Kondensation in der ACS (Integrierter Schutzmechanismus nutzt HT-Fluid kurzzeitig zur Temperaturanhebung der Rückkühltemperatur)

Rückkühlung: RCS

- Trockenrückkühler mit Besprühsystem „RCS“ als universell einsetzbare Komponente (RCS08...RCS45, standardisierte Konfiguration)
- Thermodynamisch optimierte Wärmetauschergeometrie (Delta T=3K zur Umgebungsluft)
- Sehr effizienter Rückkühler (EC-Technologie + ACS steuert stufenlos Ventilatorengeschwindigkeit)
- Frischwasserbesprühfunktion: zusätzliches Absenken der Rückkühltemperatur bei Spitzenlast und sehr hohen Außentemperaturen (limitiert auf 400 Betriebsstunden pro Jahr = max. 4 m³/a bzw. 6 m³/a)



Rückkühlung: Nasskühlturm

- Rückkühltemperatur 5 K über Feuchtkugeltemperatur
- Trennungswärmetauscher erforderlich
- Feuchtkugeltemperatur maximal 29°C für Süd-Spanien
- Feuchtkugeltemperatur maximal 21°C für Deutschland
- Rel. hoher Wasser- und Elektroenergieverbrauch
- Wartungsintensität relativ hoch
- Niedrige Rückkühltemperaturen =
gute Performance!



Andere Rückkühlmöglichkeiten

Erdsonde

- 9-15°C Rückkühltemperatur
- Hohe Investitionskosten
- Niedriger Stromverbrauch (Keine Ventilatoren) → Jahresarbeitszahlen von 20 + x!
- Doppelnutzen durch Verwendung als Niedertemperaturquelle im Wärmepumpenmodus

Schwimmbad

- Temperaturen hängen von der Umgebungstemperatur (Abstrahlung) ab
- ggf. Rückkühlung über Nacht über kleinen Luft-Wasserwärmetauscher
- Schwierig bei sehr hohen Außentemperaturen (Komfort)
- Gut für Innenpools ohne Sonneneinstrahlung
- Niedrige Zusatzinvestition, niedriger Stromverbrauch (Keine Ventilatoren)
- Wärmeaustauscher notwendig

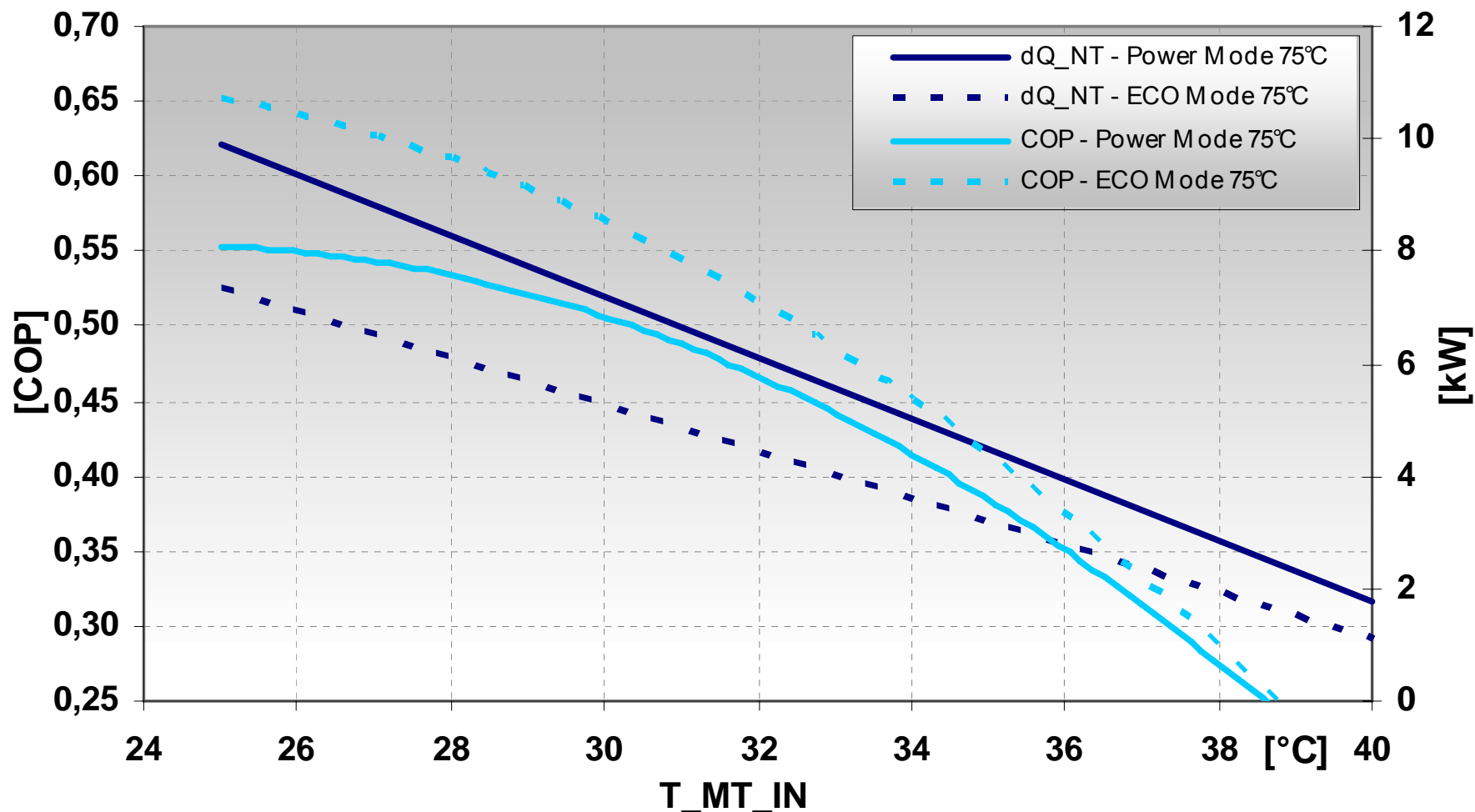
Brunnen, Meerwasser, Seewasser, Flüsse

- Sinnvolle Option: niedrige Rückkühltemperatur als auch geringer Stromverbrauch
- Wärmetauscher notwendig

ACS 08 Kennlinie: 75°C Antrieb – COP_{therm} vs. Kälteleistung

Anwendung Kühldecke

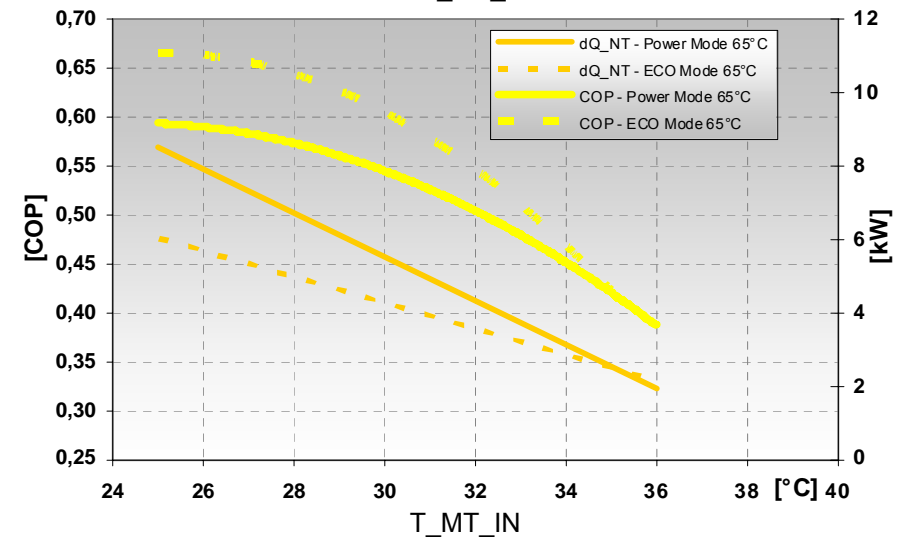
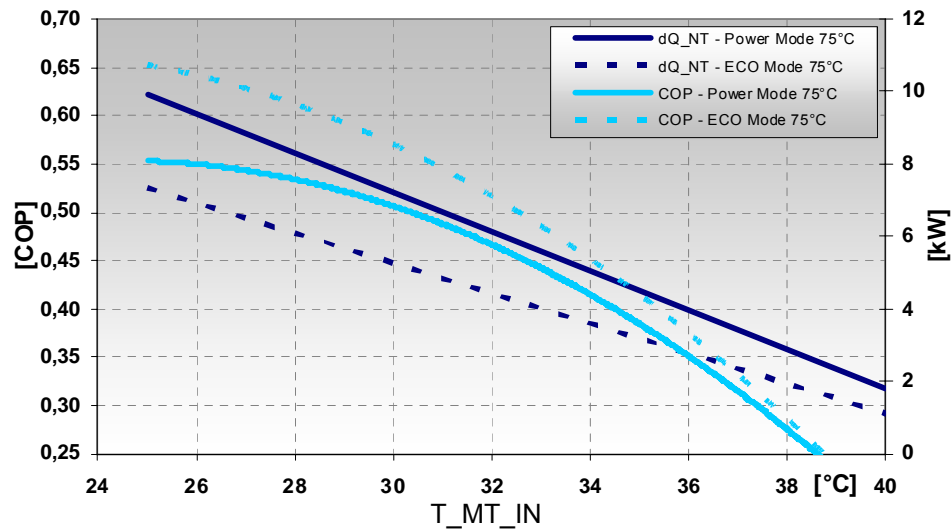
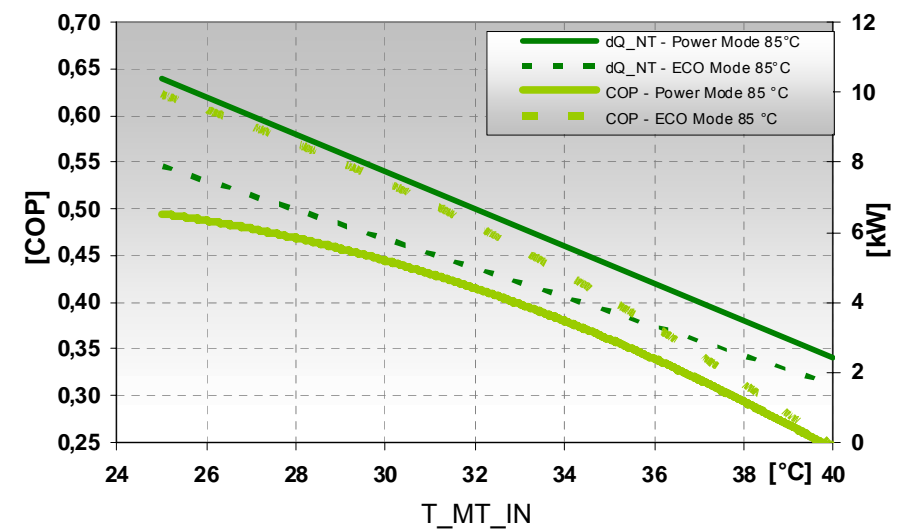
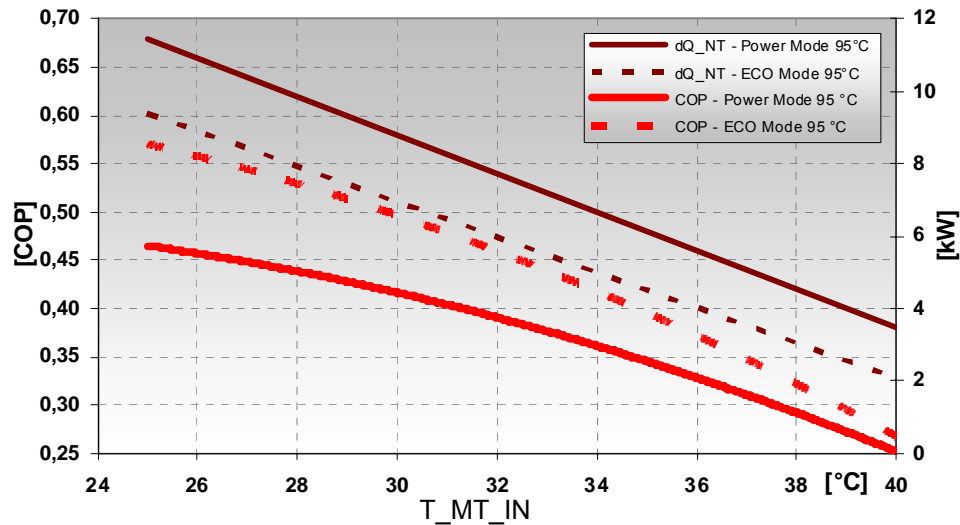
Kaltwasseraus-/eintritt: 18 / 15°C*



*Volumenstrom gemäß Datenblatt

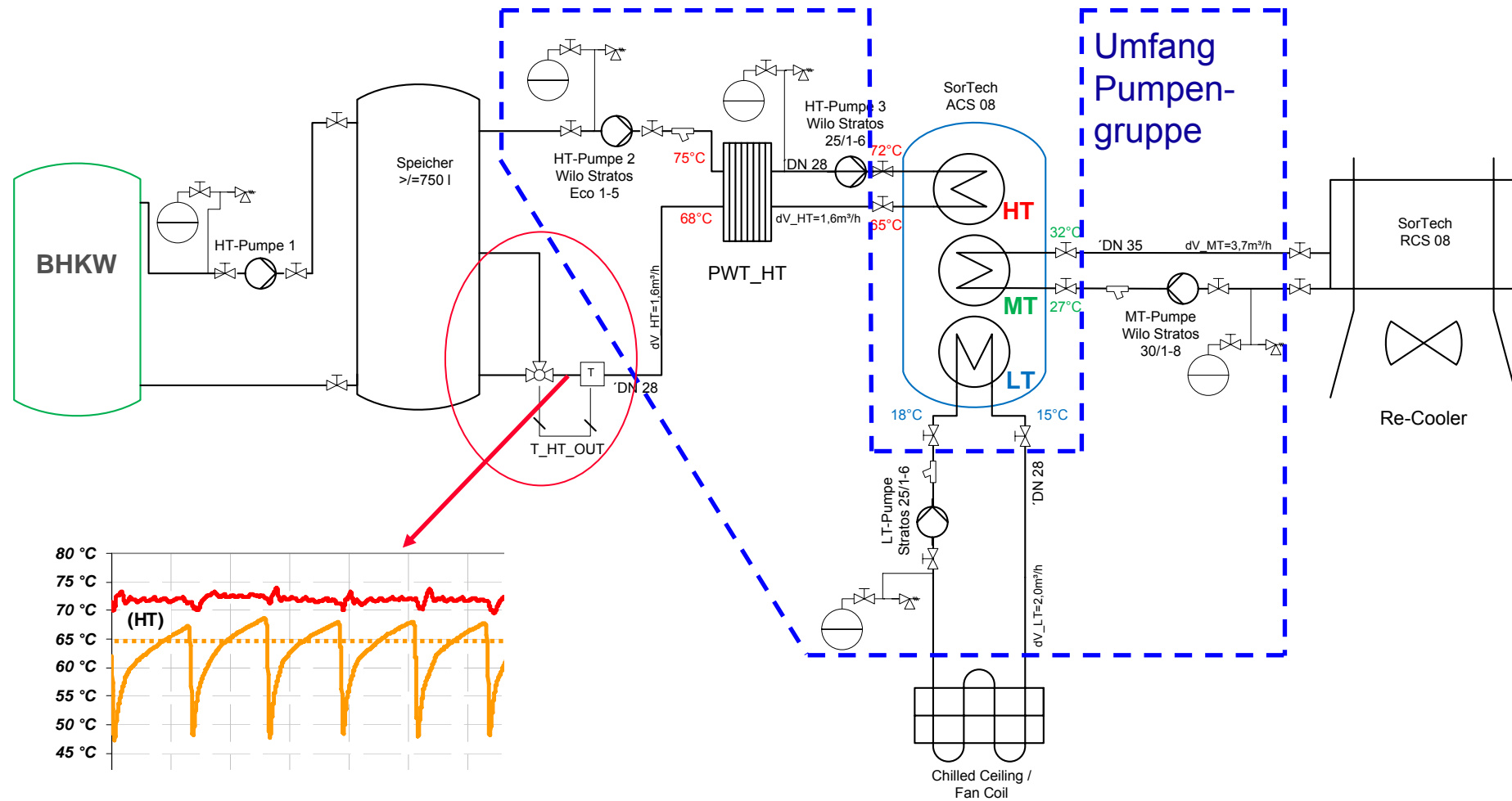
ACS 08 – Leistungskurven - Kühldecke

COP- & Leistungskennlinien ACS08: Kühldecke ($T_{NT_IN} = 18\text{ °C}$)



Integration der ACS in die KWKK - Hydraulik

Standardhydraulikschemata:



Steuerungs- und Regelungsumfang SorTech:

1. Maschineninterne Regelung des Adsorptionsprozesses im Kältemaschinenbetrieb (Regelung auf Temperatur des Kälteträgeraustritts bzw. Kälteleistung im Bereich 65-100%)
2. Maschineninterne Regelung des Adsorptionsprozesses im Wärmepumpenmodus (Regelung auf Temperatur des Wärmeträgeraustritts bzw. Heizleistung im Bereich 65-100%)
3. Regelung der Rückkühlintensität durch stufenlose Anpassung der Lüfterdrehzahl des RCS 08 (Minimierung elektr. Leistungsaufnahme)
4. Elektr. Ansteuerung von LT-, HT- und MT-Pumpen sowie Rückkühler
5. Ansteuerung der Frischwasserbesprühung des Rückkühlers im Falle hoher Außentemperaturen
6. Zu- und Abschalten der ACS in Abhängigkeit einer minimal zulässigen HT-Speichertemperatur (Definition Mindesttemperatur für Brauchwasser)
7. Zu- und Abschalten der ACS in Abhängigkeit einer minimalen Kühllast (Begrenzung der Kälteträgertemperatur „nach unten“, Raumtemperaturregelung)
8. Frostschutzabschaltung

→ Ein zusätzlicher übergeordneter Regler ist nicht zwingend erforderlich!

Auslegung und Planungsunterstützung

- SorTech bietet bei Bedarf eine detaillierte Planung an:
 - Kältelastabschätzung
 - Auslegung der Adsorptionskältemaschine und System
 - Auslegung der Kälteverteilung
- Grosse Auswahl an Standardhydraulikschemas
- Vereinfachte Planung durch Pumpenstation
- Standardisierte Evaluationsbögen



- Kompetente Planung
- Sorgenfreie Realisierung

Auslegung und Planungsunterstützung

Projektfragebogen für die thermische und solare Kühlung

Vielen Dank für Ihre Anfrage. Um es uns zu erleichtern Ihnen die optimale Lösung anzubieten, bitten wir Sie den vorliegenden Fragebogen so weit wie möglich auszufüllen. Die Daten werden ausschließlich intern verwendet. Eine Weitergabe an Vertriebspartner erfolgt nur nach Rücksprache mit Ihnen.



1. Kontaktdaten

Firma:	Telefon:
Name:	E-Mail:
Straße:	Fax:
PLZ, Ort:	Branche:
PLZ:	Kontakt durch? (Messe, Internetsuche, etc.):
Land:	
Projekttyp: *	
<input type="checkbox"/> Solare Kühlung <input type="checkbox"/> KWK <input type="checkbox"/> Kühlung mit Fernwärme <input type="checkbox"/> Kühlung mit Prozess/Abwärme	
Angebotsumfang: *	
<input type="checkbox"/> Kältemaschine <input type="checkbox"/> Rückkühlung <input type="checkbox"/> Pumpengruppe <input type="checkbox"/> Kälteverteilung	
Haben Sie schon jemanden der Ihr Projekt technisch betreut?	
Falls ja, bitte nennen Sie uns Ihren Planer/Architekten/Installateur:	
Name:	Telefon:
Firma:	E-Mail:
Straße:	Fax:
Ort:	Branche:
PLZ:	

2. Bestehende Infrastruktur

Besteht bereits ein Kaltwassernetz		Ja		Nein	
Art der bestehenden Kühlung:	Kühldecke		kW – m ²	VL	RL
	Wand/Fußbodenkühlung		kW – m ²	VL	RL
	Gebläsekonvektoren		kW	VL	RL
	Betonkernaktivierung		kW	VL	RL
	Sonstiges:		kW	VL	RL
Kurzbeschreibung des bestehenden Kühlsystems:					

Wartungsumfang ACS + System

Maschine 1*pro Jahr (vor Kühlsaison):

- Überprüfen des Vakuums
- Überprüfen der Umschalteneinheit auf Funktion und Dichtheit

System:

- Überprüfen der Filter in System (falls vorhanden)
- Überprüfen des Anlagendrucks in alle 3 Kreisen
- Überprüfen der Sicherheitseinrichtung (MAG, SV, Entlüftung)
- Überprüfen ob System frei von Luft
- Reinigung Rückkühler



Technologie an verschiedenen Standorten und in unterschiedlichsten Anwendungen seit 2006 getestet

Praxiserfahrungen

- Bisher ~136 Thermische Kühlprojekte
dabei mehrere Installationen mit
detailliertem Monitoring
- Sehr unterschiedliche Einsatzbedingungen
 - D, A, I, F, Sp, UK, etc.
 - Solare Kühlung, Klimatisierung mit
Fernwärme sowie BHKWs
 - Kälteverteilung über Kühldecken, Fan
Coils, Betonkerntemperierung
 - Rückkühlung über Naßkühlturm,
trockene Rückkühlung mit Besprühung,
Erdsonden, Swimmingpools...
 - Leistungsklassen: 5,5-150 kW

Ergebnisse

- Robuste Funktionsfähigkeit auch bei
schwierigen/schwankenden
Randbedingungen
- Insbesondere im Niedertemperaturbereich
von 65 bis 75°C gute COPs (daher sehr gut
für die Klimatisierung mit Solar- oder BHKW
geeignet)

Umgesetzte Verbesserungen aus Lernerfahrungen

- Systemansatz
Maschine/Rückkühlung/Pumpengruppe
(ab 2008)
- Wärmepumpenmodus (ab 2008)
- Verbesserte Vakuumstabilität/ reduzierter
Wartungsbedarf (ab 2009)

Referenzinstallation: Öffentliche Einrichtung ACS 05

Solare Kühlung



+
**Wärmepumpen
- modus**

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Freiburg (Deutschland)

Antriebsquelle: Solarkollektoren 20 m² / BHKW

Rückkühlung: Erdsonden

Kühlung: Kantinenküche des ISE

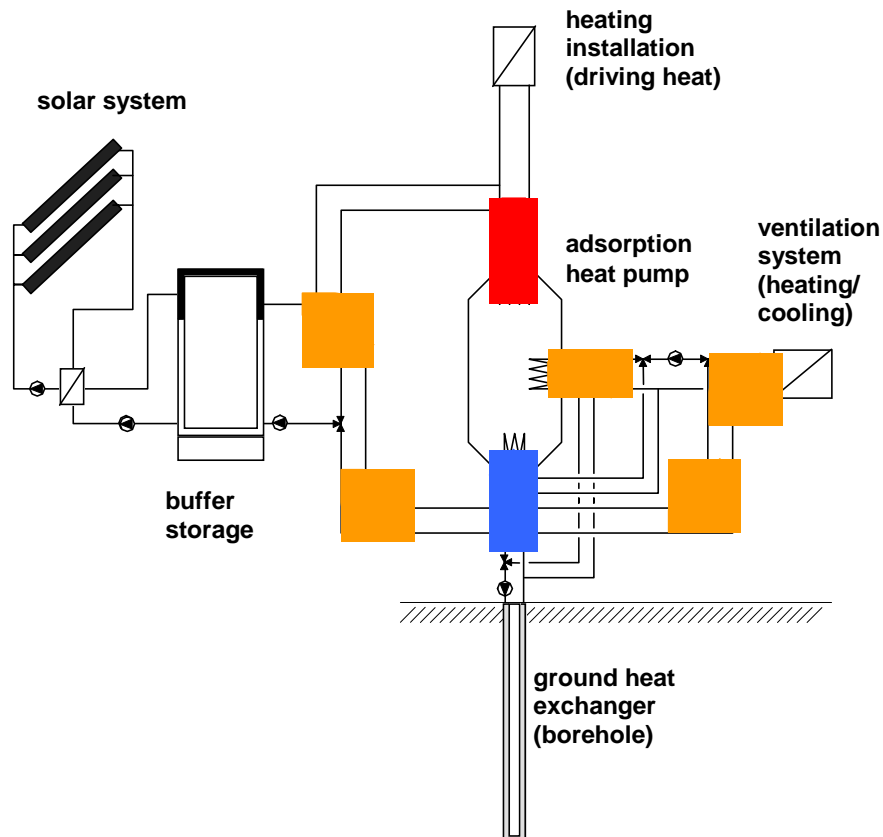
Kälteverteilung: FanCoils

Planung & Realisierung: Fraunhofer-Inst. für Solare Energiesyst.(ISE) / SorTech AG

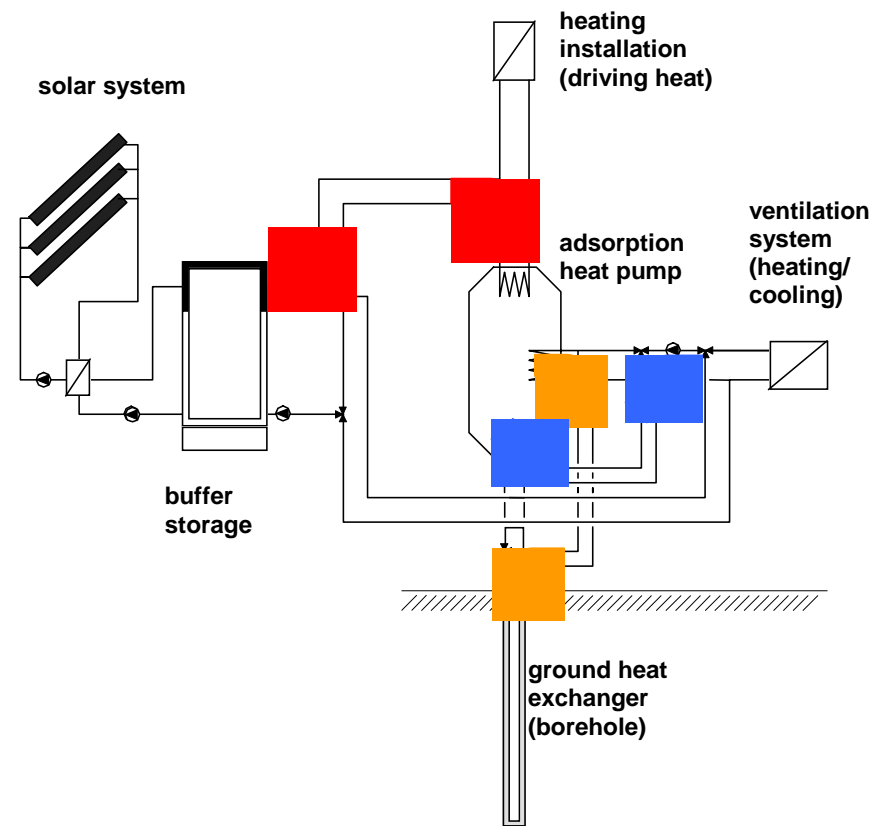
Foto: Fraunhofer ISE

Funktionsschaltbild

Wärmepumpenmodus (Winter)



Kältemaschinenbetrieb (Sommer)



Referenzinstallation: Hotel 2 x ACS 15

SorTech AG



Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung



Energetische Sanierung Hotel Ross, Schweinfurt (Deutschland)

Antriebsquelle: 2 x 2 Senertec Dachs

Rückkühlung: 2 x RCS 15

Kühlung: Hotelzimmer

Kälteverteilung: FanCoils

Planung & Realisierung: Senertec Center Schweinfurt, Karl Buchert GmbH, SorTech AG

Foto: Fraunhofer ISE

*Vorgänger der ACS 08, nicht mehr erhältlich

Referenzinstallation: Büro & Schulungsraum mit ACS 08

Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung



Senertec Center in Schweinfurt

Antriebsquelle: Senertec Dachs

Rückkühlung: RCS 08

Kühlung: Schulungsraum und Büroeinheiten

Kälteverteilung: Kühlsegel und Kapillarrohrmatten (Schränkmontage)

Planung & Realisierung: Senertec Center Schweinfurt / SorTech AG



Fotos: SolarNext AG

Referenzinstallation: Privathaus ACS 08

SorTech AG



Solare Kühlung



Zweifamilienhaus in Heidelberg

Antriebsquelle: 40 m² Kollektor; 25° Neigung; SSO

Rückkühlung: RCS 08

Kühlung: Wohnhaus, Baujahr 74; 260 m² Wohnfläche;

Kälteverteilung: Deckenlüfter

Planung & Realisierung: SolarNext AG / Rimsting (Deutschland)

Fotos: SolarNext AG

Referenzinstallation: Privathaus ACS 15

SorTech AG



Solare Kühlung



Wohnhaus Aqaba (Jordanien)

Produkt: ACS 15

Antriebsquelle: Vakuumröhrenkollektoren

Rückkühlung: Nassrückkühlturm

Kühlung: FanCoils und Luft-Kühlregister

Planung & Realisierung: Millennium Energy & SorTech AG

CO₂-Einsparung durch SorTech Adsorptionskältemaschinen

CO₂-Einsparung durch Reduktion Stromverbrauch

Annahmen:

1.000 Betriebsstunden

8 kW Kälteleistung

EU Strommix; 0,537 kg CO₂/kWh Strom (www.myclimate.ch)

SorTech ACS08 Kältemaschine + Rückkühler

Jahresarbeitszahl	10
CO ₂ -Emissionen Stromverbrauch	0.403 t/a

Kompressionskältemaschine

Jahresarbeitszahl	2,5
CO ₂ -Emissionen Stromverbrauch	1.611 t/a

Ersparnis = ca. 1,2 Tonnen CO₂

Einsparung CO₂-Äquivalente durch vermiedene Kältemittel-Emissionen

SorTech ACS08 Kühlmaschinen + Rückkühler

Betriebsmittel:	Wasser
GWP**	0
Emissionen:	0
Effektives jährliche GWP	0

Kompressionskältemaschine

(Beispiel Mitsubishi, Quelle: Katalog Mitsubishi Electric, Studie FKW Hannover, * 4kg Füllung, 15% Leckrate)

Betriebsmittel	R 410A
GWP	1830
Emissionen	0.6 kg *
Effektives jährliche GWP	1098

Ersparnis = 1,1 Tonnen CO₂ (entspricht GWP von 1.100)

Je installierte SorTech ACS 08 wird je nach Einsatzbedingungen ein Äquivalent von ca. 1,5-2,5 t CO₂ pro Jahr eingespart

Die Technologieinnovationen führen zu klaren Vorteilen im kleinen Leistungssegment

1. Innovative
Beschichtung

2. Kompaktes
Design

3. Teilsystem
ACS plus
Rückkühler

4. Kühlen und
Heizen

- **Kompakte, leistungsstarke Kältemaschine**
- **Niedrige Antriebstemperaturen**
- **Robustheit bei variablen Temperaturen**
- **Hoher Gesamtwirkungsgrad**
- **Einfache Integrierbarkeit**
- **Robuste, wartungsarme Konstruktion**
- **Geräuscharm**
- **Saubere Technologie**
- **In der Praxis bewährte Lösung**

- SorTech bietet serienreife und praxiserprobte Lösungen zur umweltfreundlichen, thermischen Kälteerzeugung mittels Abwärme, Fernwärme oder Solarthermie
- Um die optimale Performance der Kältemaschine ins System zu übertragen, sind hohe Kaltwassertemperaturen in Verbindung mit Flächenkühlsystemen (Kühldecken, Wand- und Fußbodenkühlung) ideal
- Vereinfachte Projektrealisierung durch maßgeschneiderte Paketlösung (ACS + RCS + Pumpengruppe) und Planungsunterstützung durch SorTech
- Komfortable Systemeinbindung der ACS durch bereits integrierte umfangreiche Regelung gewährleistet

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

Technische Daten ACS 08 und ACS 15

	Einheit	Nennarbeitspunkt	
		ACS 08	ACS 15
Kälteleistung, nominal	kW	8	15
Kälteleistung, effektiv	kW	5 - 11	10 - 23
COP, nominal		0,6	0,6
Kaltwasserkeislauf			
Temperaturbereich (aus): 6-20°C			
Temperatur ein/aus	°C	18/15	18/15
Volumenstrom	m³/h	2,0	4,0
Druckverlust	mbar	300	500
Rückkühlkreislauf			
Temperaturbereich (ein): 22-37°C			
Temperatur ein/aus	°C	27/32	27/32
Volumenstrom	m³/h	3,7	7,0
Druckverlust	mbar	350	440
Heißwasserkeislauf			
Temperaturbereich (ein): 60-95°C			
Temperatur ein/aus	°C	72/65	72/65
Volumenstrom	m³/h	1,6	3,2
Druckverlust	mbar	230	260
Elektrische Spannungsversorgung			
Spannung	V	230 ~	230 ~
Frequenz	Hz	50	50
Leistungsaufnahme Ø	W	7	14
Abmessungen			
Breite x Tiefe x Höhe	mm	790 x 1060 x 940	790 x 1340 x 1390
Leergewicht	kg	265	530
Betriebsgewicht	kg	295	590

Änderungen vorbehalten

Technische Daten RCS 08/ RCS 15

		RCS 08	RCS 15
Leistung Rückkühlstrang	kW	21	42
Ventilatoren		2xEC Ventilator 650	2xEC Ventilator 650
Schalldruckpegel in 10 m	dB(A)	43	47
Rückkühlmedium		Wasser	Wasser
Wasserverbrauch, max.	m³/Jahr	4	6
Nennvolumenstrom	m³/h	3,7	7,0
Druckverlust bei Nennvolumenstrom	mbar	150	300
Steuerspannung Standardsignal Drehzahlregelung	V	0 – 10	0 – 10
Hydraulischer Anschluss Eintritt/ Austritt	mm	35,0 * 1,5	42,0 * 1,6
Betriebsdruck für Wasseranschluss (Besprühung)	bar	min. 3–6	min. 3–6
Anschluss	mm	22,0 * 1,0	22,0 * 1,0
Elektrischer Anschluss	V	230 ~	230 ~
	Hz	50	50
Elektrische Leistungsaufnahme, max.	kW	0,65	1,3
Abmessungen (BreitexTiefexHöhe)	mm	2000 x 1145 x 950	2980 x 1495 x 940
Leergewicht	kg	188	320
Betriebsgewicht	kg	219	379

Änderungen vorbehalten