

**PHÖNIX**

*SonnenWärme AG*



**Raoul von der Heydt**  
Vorstand der PHÖNIX SonnenWärme AG

## Solares Kühlen

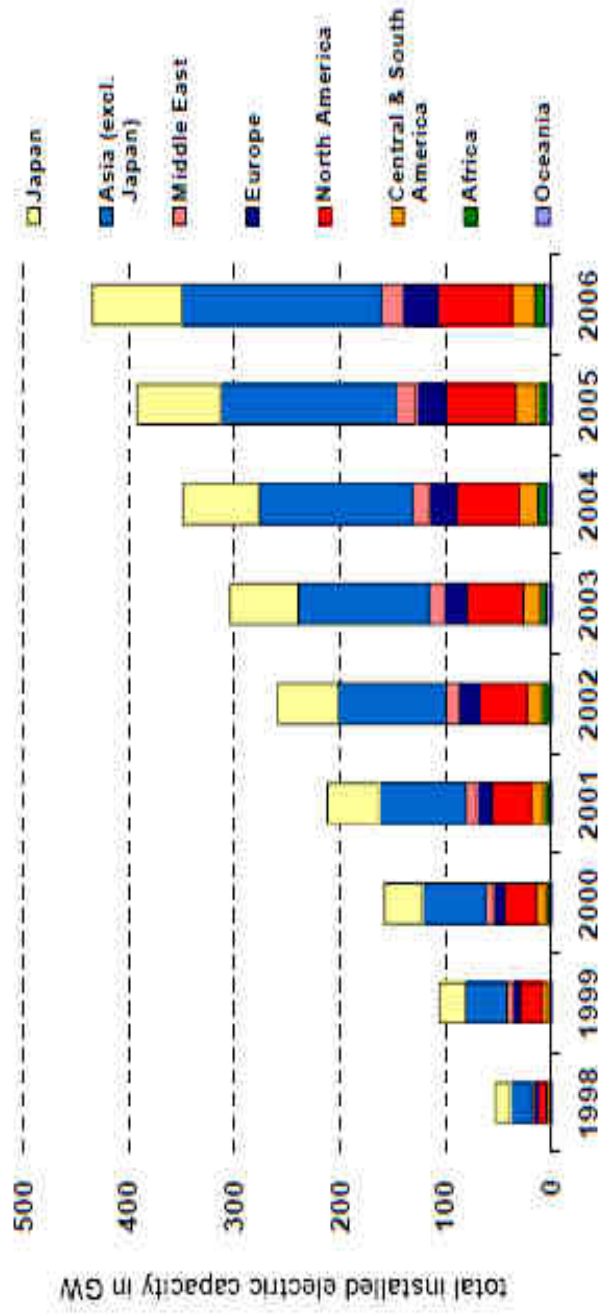


**Gasag, 08.06.2010**

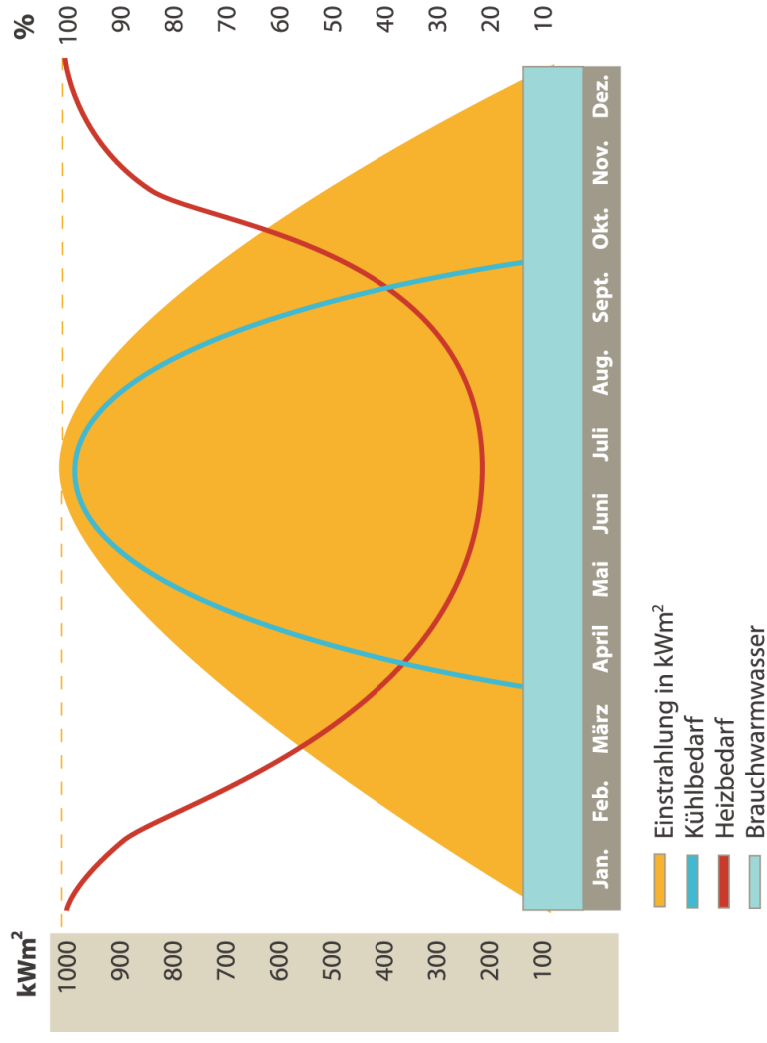
## Gliederung

1. Kältebedarf und Solarangebot
2. Umwandlung Solarenergie in Nutzkälte
  - Solare Techniken allgemein
  - Solarthermische Systeme
  - Systemauswahl
  - Hersteller
  - Schemata
  - Vergleich KKM vs. Solarthermische AKM
3. Realisierte Anlagen
4. Quellen

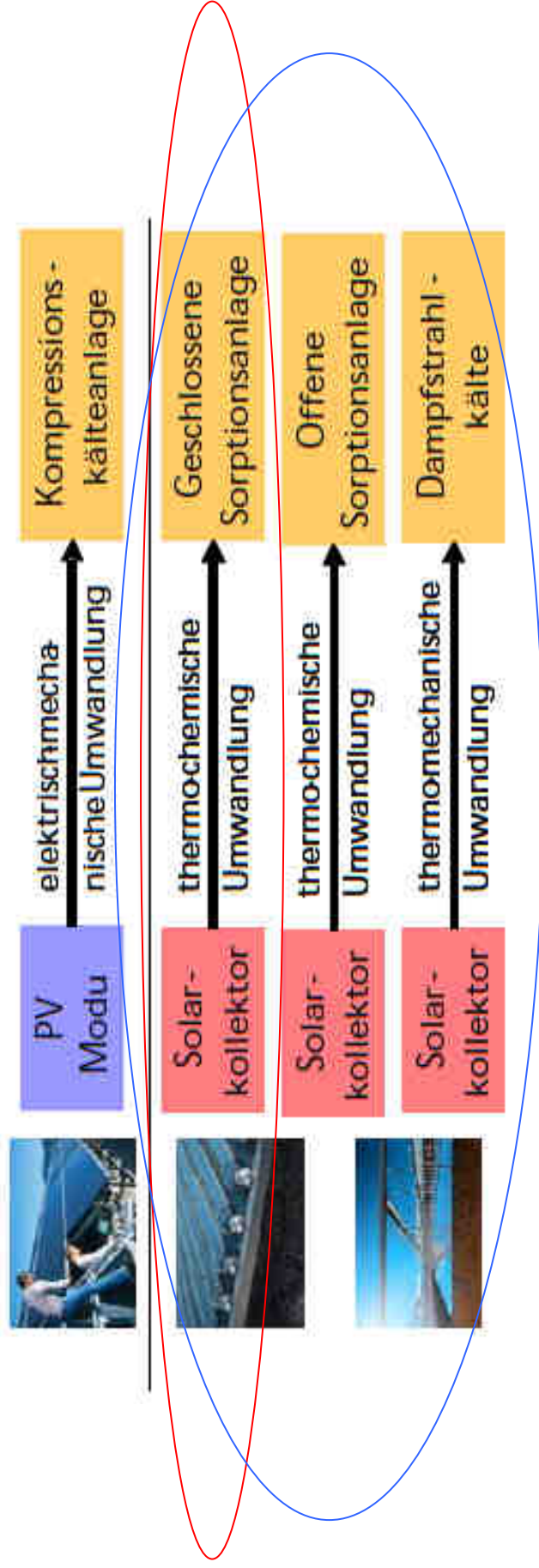
## 1. Installierte Kälteleistung weltweit



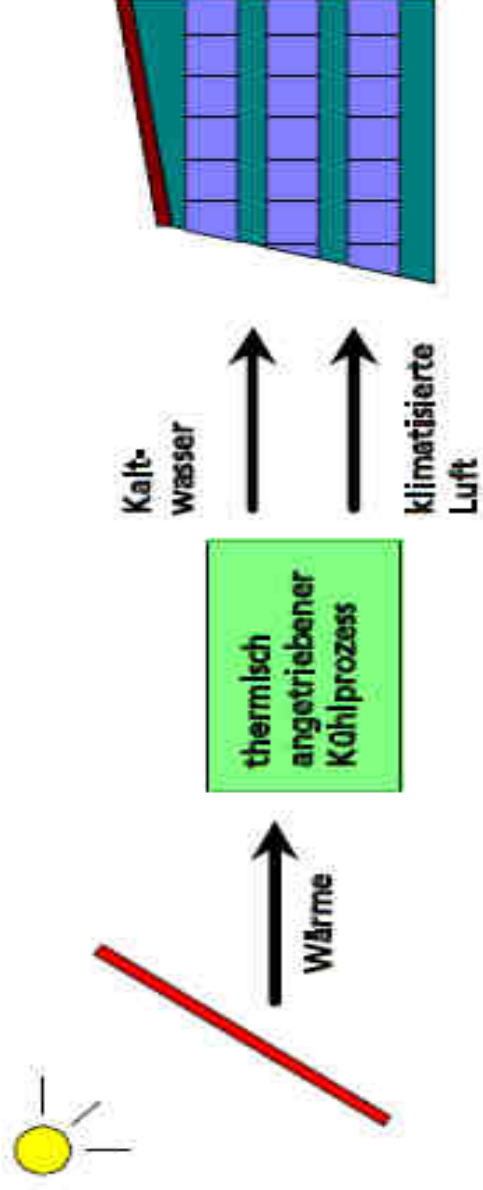
# 1. Gleichzeitigkeit Kältebedarf und Solarstrahlung



## 2. Umwandlung Solarenergie in Nutzkälte



## 2. Solartermische Kühlung – Schema allgemein



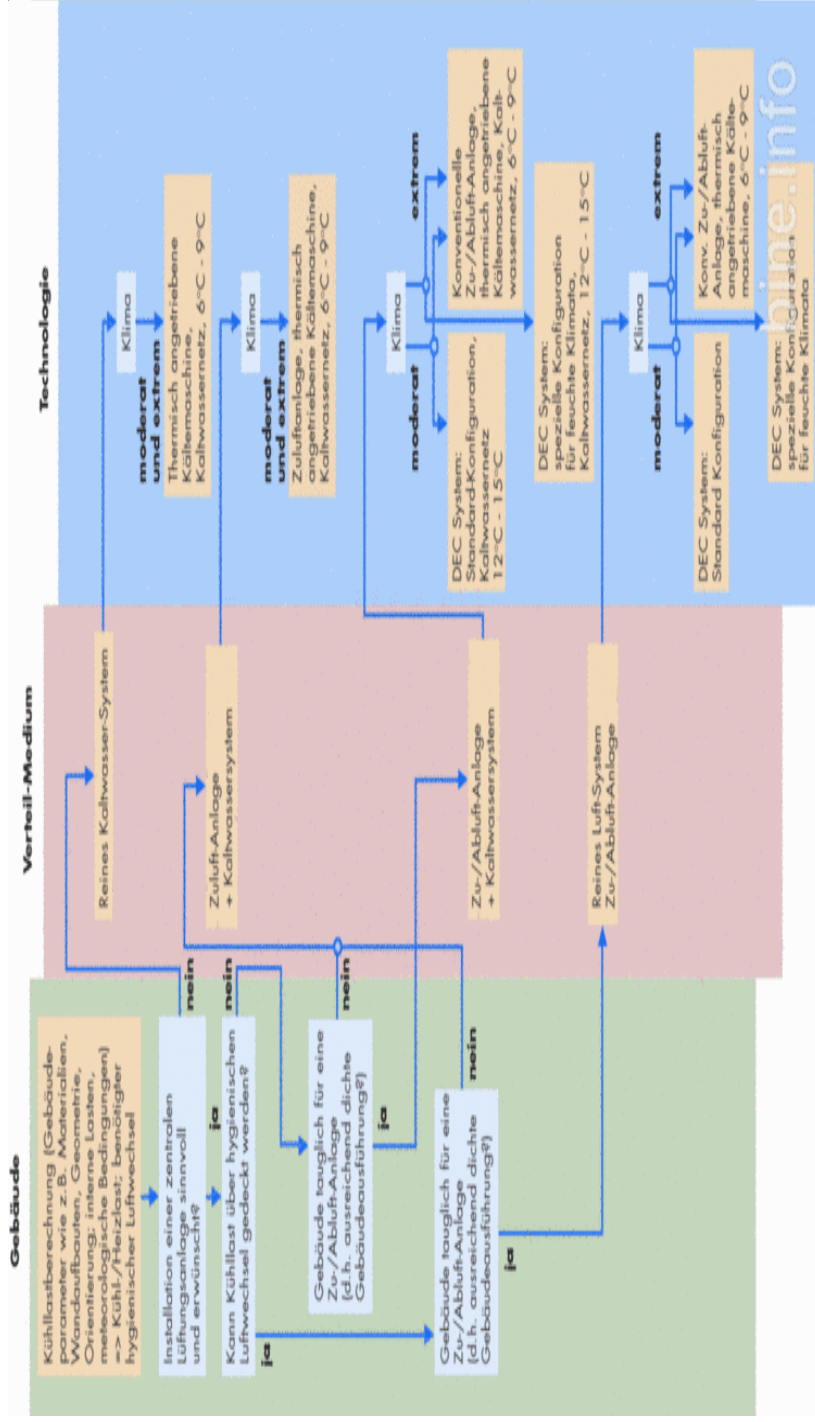
## 2. Solarthermische Kühlung

- Offene Verfahren => Konditionierung Frischluft
  - Sorptionsgestützte Klimatisierung
- Geschlossene Verfahren => Kaltwasser
  - einstufige Absorptionskältemaschine
  - zweistufige Absorptionskältemaschine
  - Adsorptionskältemaschine

## 2. Verfügbare Techniken

	Geschlossene Prozesse Klimakälte/Wasser		Offene Prozesse Klimatisierung	
	Fest	Flüssig	Fest	Flüssig
				
Verfügbare Technik	Wasser/silica-gel Ammonia-salt Adsorptions- kältemaschine	Wasser/LiBr Ammoniak/Wasser Adsorptions- kältemaschine	Wasser/Silikagel Zeolithe DEC System	Wasser Kalziumchlorid Wasser – Lithiumchlorid Feldtest
Verfügbare Leistung	50 – 430 kW	12 – 5,000 kW	20 – 350 kW	-
COP	0.3 – 0.7	0.6 – 0.75 (single eff.) <1.2 (double eff.)	0.5 up to >1	up to >1
Typische Systemtemp.	60 – 95°C	80 – 110°C (single) 130 – 160°C (double)	45 – 95°C	45 – 70°C
Solartechnologie	Vakuumkollektor Flachkollektor	Vakuumkollektor konzentrierende Systeme	Flachkollektor Luftkollektor	Flachkollektor Luftkollektor

## 2. Auswahl Systemtechnik



## 2. Hersteller kleiner thermischer Kältemaschinen



**EAW**



**SorTech AG**



**ABAKUS**  
Kältemaschinen  
Hilfsmittel

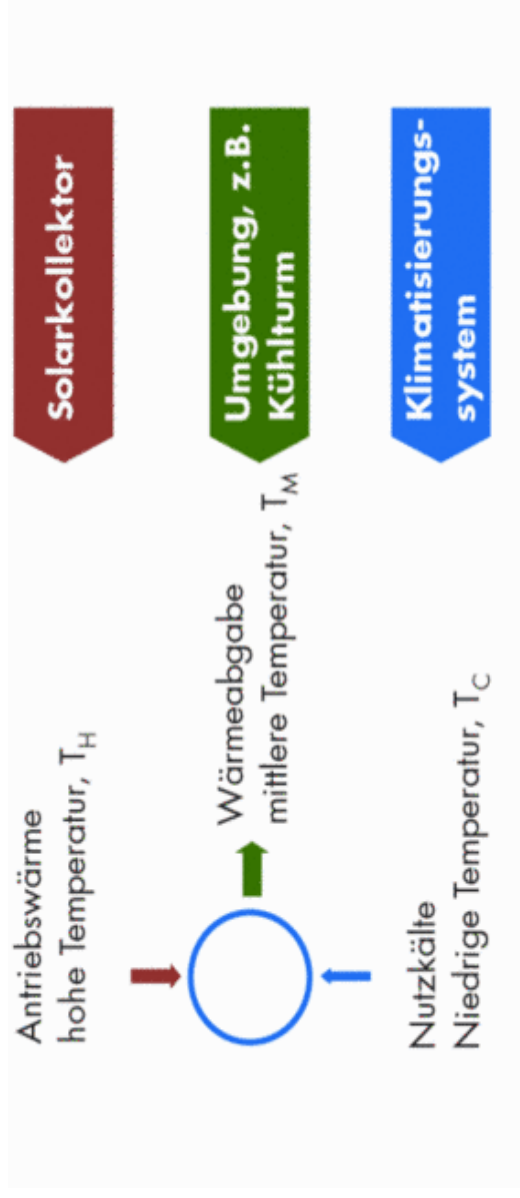


**SK SonnenKlima GmbH**

## 2. Hersteller kleiner thermischer Kältemaschinen

Hersteller	Land	Stoffsystem	Nenn-Kälteleistung	sonstiges
SK Sonnenklima	Deutschland	Wasser-LiBr	10 kW	Feldtests; hohe Elastizität hinsichtlich Temperaturen
Invensor	Deutschland	Wasser-Zeolith	7 kW, 10 kW	Marktfähiges Gerät; baugleich mit größerer Kälteleistung erhältlich
Climatewell	Schweden/ Spanien	Wasser-LiCl	8 kW	Thermochemischer Speicher integriert; dadurch zeitliche Entkopplung von thermischem Antrieb und Kältebereitstellung möglich
EAW	Deutschland	Wasser-LiBr	15 kW	Marktfähiges Gerät; baugleich mit größerer Kälteleistung erhältlich
SorTech	Deutschland	Wasser-Silikagel	7,5 kW, 15 kW	Marktfähiges Gerät; baugleich mit größerer Kälteleistung erhältlich
Pink	Österreich	Ammoniak-Wasser	12 kW	Kältebereitstellung auch bei niedrigen Temperaturen möglich (z.B. für Eisspeicher)
Yazaki	Japan	Wasser-LiBr	17,5 kW	Hersteller der „klassischen“ Absorptionskältemaschine mit 35 kW Kälteleistung

## 2. Schema und COP

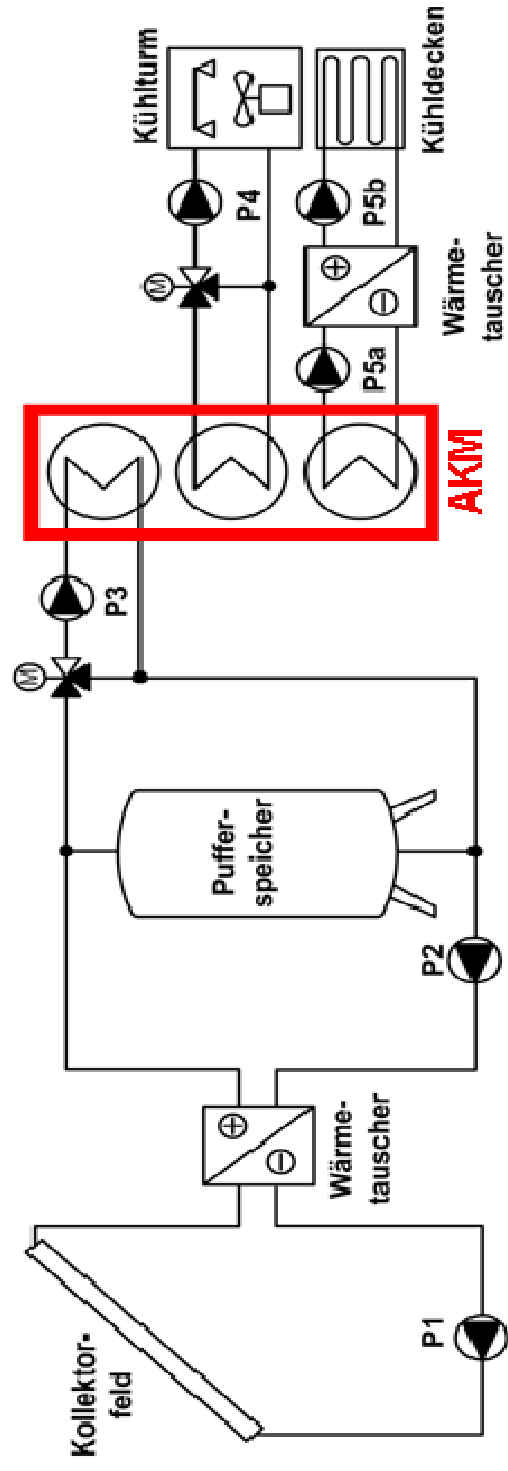


$$\text{Coefficient of Performance} = \text{COP} = \frac{\text{Kälteleistung}}{\text{Antriebswärme}}$$

$$\text{COP}_{PE} = \frac{\text{Nutzkälte}}{\eta_{PE} \text{ Antriebswärme} + \eta_{PE, \text{Strom}} \text{ Strombedarf}}$$

[bine.info](http://bine.info)

## 2. Hydraulikschema



## 2. Vergleich Rückkühlverfahren

Verfahren	Nasskühlturm	Hybridkühlturm	Trockenes Rückkühlwerk mit optionaler Verdunstungskühlung	Trockenes Rückkühlwerk
<b>Prinzip</b>	Direkte (offene Bauart) oder indirekte (geschlossene Bauart) Kühlung des Kühlmediums über Verdunstungskühlung	Nasskühlturm, so ausgelegt, dass bei genügend niedriger Temperatur der Außenluft ein trockenerer Betrieb möglich ist	Trockenes Rückkühlwerk mit der Möglichkeit der Sprühbefeuchtung und damit Abkühlung der zuströmenden Luft	Indirekte Kühlung des Kühlmediums über Wärmeabgabe an Umgebungsluft
<b>Wasserverbrauch</b>	Hoch	Mittel	Gering bis mittel	Entfällt
<b>Wasser-Vorbehandlung</b>	Aufwändig	Aufwändig	Gering	Entfällt
<b>Wartungsaufwand</b>	Hoch	Mittel	Mittel bis gering	Gering
<b>Vorteile</b>	Hohe thermische Effizienz; niedrige Temperaturen, vergleichsweise niedriger Stromverbrauch	Anpassung der Rückkühltemperatur möglich; reduzierter Wasserverbrauch	Vermeidung sehr hoher Rückkühltemperaturen bei hoher Temperatur der Außenluft	Keine hygienischen Probleme
<b>Nachteile</b>	Hohe hygienische Anforderungen	Höherer Stromverbrauch als Nasskühlturm	Aufwändiger als trockener Rückkühler	Vergleichsweise hoher Stromverbrauch; großes Bauvolumen
<b>Sonstiges</b>	eher bei großen Leistungen sinnvoll	-	Sinnvolle Option für kleine thermisch angetriebene Kältemaschinen	Für kleine Leistungsbereiche sinnvoll

## 2. Vergleich: Elektrische KKM vs. Solarthermisch

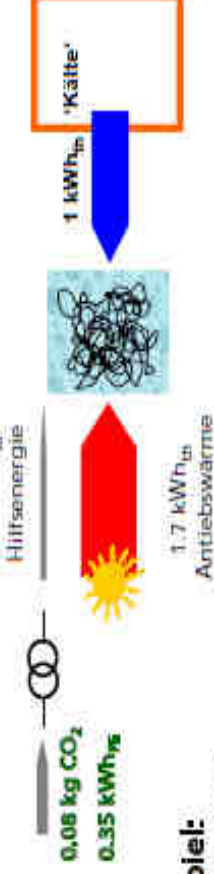
### el. angetriebene Kompressionskältetechnik

Annahme: Arbeitszahl (COP<sub>el</sub>) = 3 mit Rückkühlung



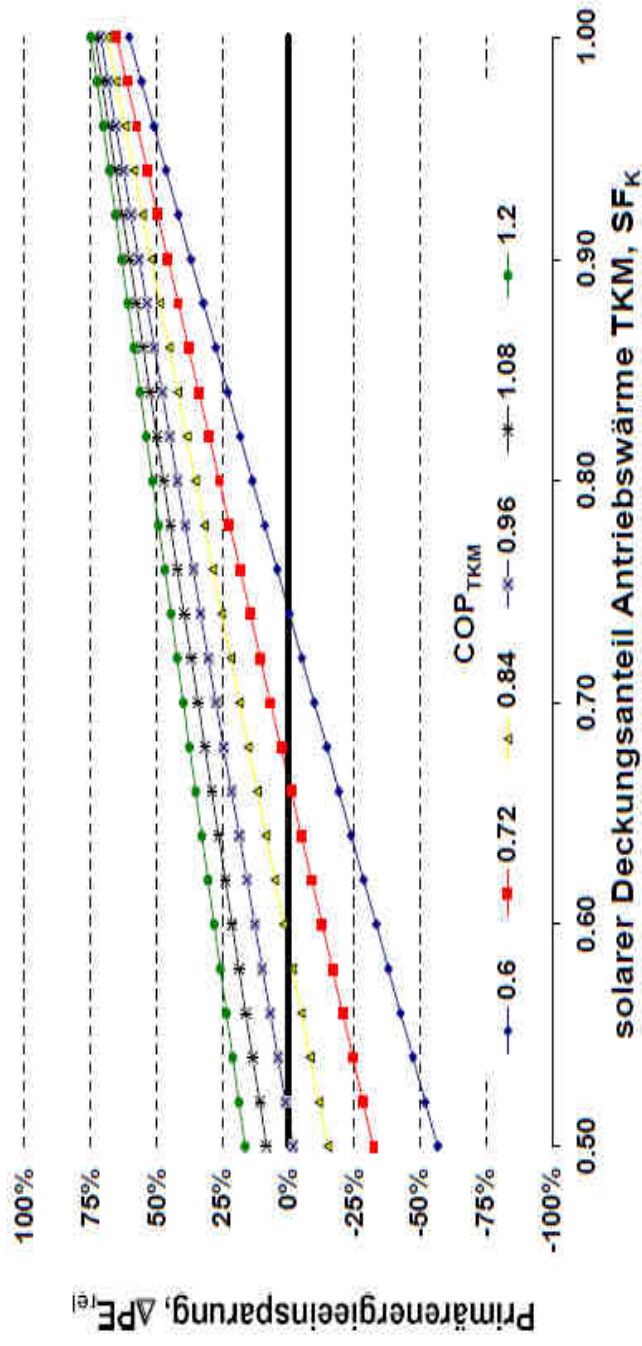
### solarthermisch angetriebene Kältetechnik

Annahme: COP<sub>th</sub> = 0.6

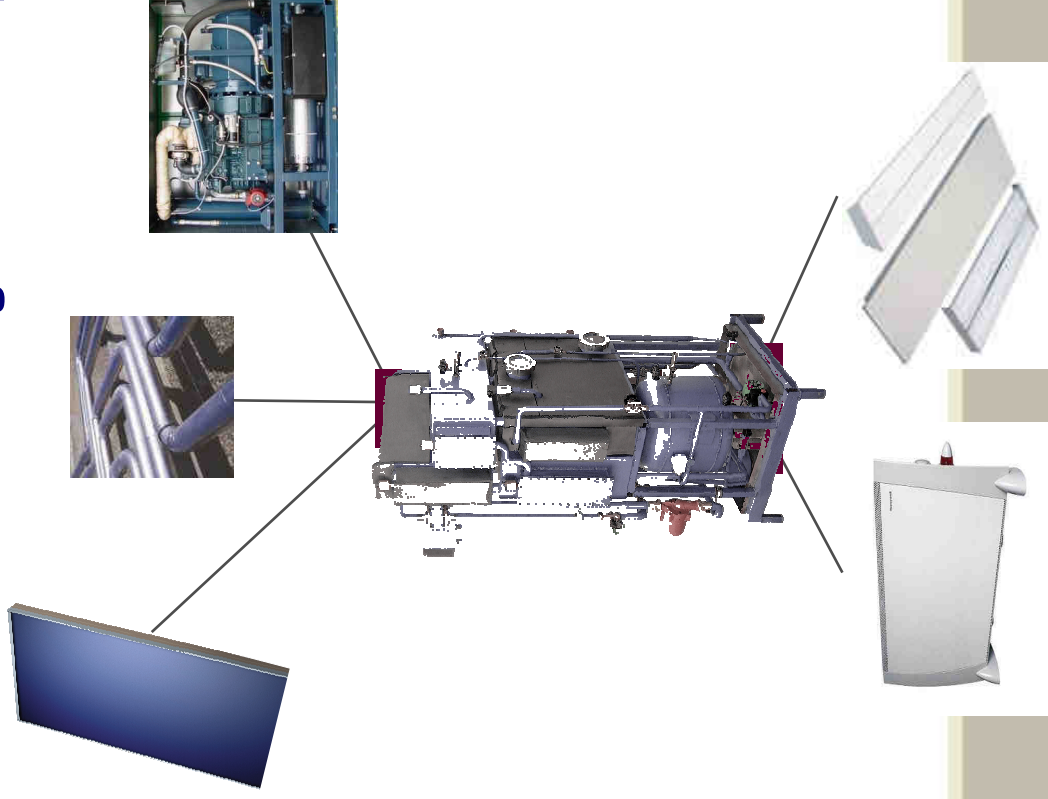


⇒ In diesem Beispiel:  
Einsparungen bis 60%

## 2. Relative Primärenergieeinsparung vs. KKM mit COP 3.5



### 3. Verbaute AKM: Multimodalität bzgl. Antriebsquellen und Kälteverteilung



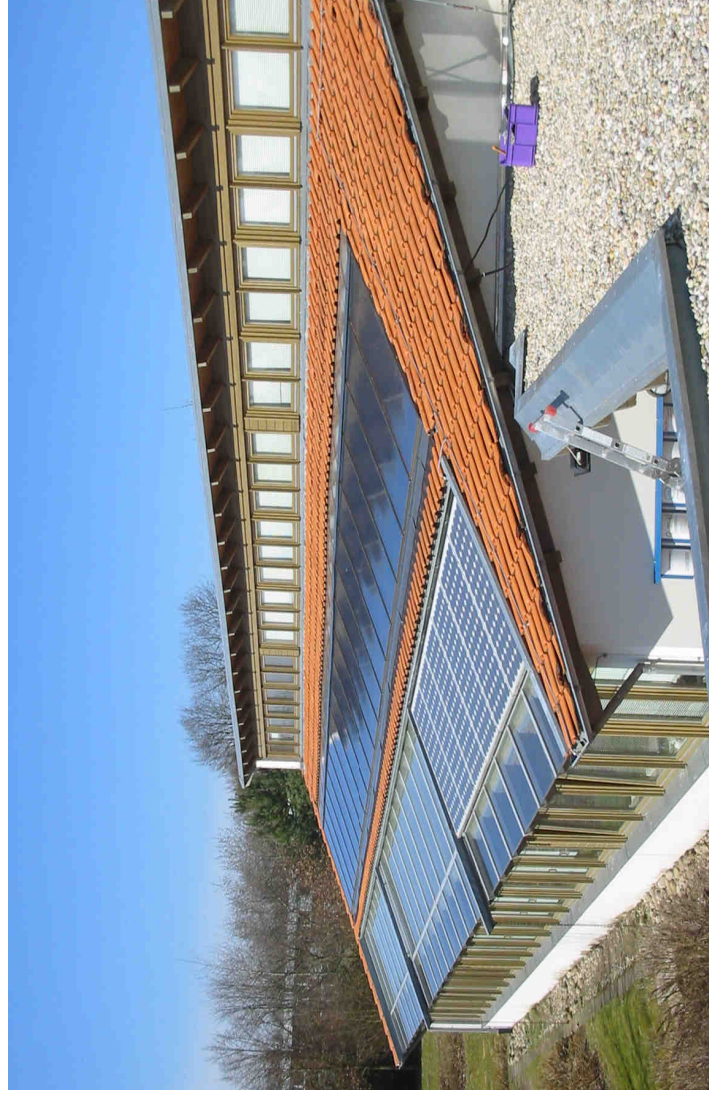
### 3. Beispiele realisierter Anlagen

- Phönix, Berlin, 40 qm FK, 35 qm VRK, 2003



### 3. Beispiele realisierter Anlagen

- Osnabrück, 34 qm FK, 2005



### 3. Beispiele realisierter Anlagen

- Haribo-Museum in Uzes, Frankreich, 56 qm FK, 2007



### 3. Beispiele realisierter Anlagen

- Maclas, Frankreich, 24 qm VRK, 2007



### 3. Beispiele realisierter Anlagen

- Technikerschule Butzbach, 60 qm VRK, 2008/09



## 4. Quellen

- Fraunhofer ISE
- BINE Informationsdienst
- Phönix SonnenWärme AG
- SK Sonnenklima

