

IEA HPP Annex 34 - Nationaler Beitrag Task D

## “Demonstrationsprojekt einer gasbefeuelten Absorptionswärmepumpe zur Gebäudeheizung”

René Rieberer  
Institut für Wärmetechnik – TU Graz  
A 8010 Graz, Inffeldgasse 25/B

[rene.rieberer@tugraz.at](mailto:rene.rieberer@tugraz.at)  
<http://www.iwt.tugraz.at>

## Inhalt

Motivation / Einordnung in Annex 34

Nationaler Beitrag <sup>1)</sup>

- Grundlagen Absorptionswärmepumpenprozess
- Anlagenbeschreibung
- Messtechnik
- Messergebnisse und Diskussion
- Zusammenfassung

Bsp. für Demonstrationsprojekte aus anderen Ländern

<sup>1)</sup> Quelle: Moser & Rieberer, DKV-Tagung 2011

## Einordnung in Annex 34

### Task D: System Technology

... beschäftigte sich mit der Systemintegration, insbesondere mit der Fragestellung wie die Komponenten optimal miteinander kombiniert werden können z.B.: Integration der Rückkühlung, Luft oder Erdreichwärmequelle, Brennerintegration, Systemregelung usw.

Weiters wurden im Task D

**Demonstrationsprojekte** durchgeführt.



<b>Task A: Market overview/state of the art</b>	
WP 1 – state of the art/ country reports WP 2 – Outlook WP 3 – politics/ labeling	
<b>Task B: Performance evaluation</b>	
WP 1 – existing standards WP 2 – Performance definition WP 3 – Test procedures WP 4 – Comparisons WP 5 – Labeling	
<b>Task C: Apparatus technology</b>	<b>Task D: System technology</b>
WP 1 – Methodology Characterization WP 2 – Database WP 3 – Stability WP 4 – development of components	WP 1 – System design WP 2 – Integration WP 3 – Simulation WP 4 – Demonstration
<b>Task E: Implementation/ marked transfer activities</b>	
WP 1 – Best case examples WP 2 – Guidelines WP 3 – Dissemination	

## Motivation

Ziele des Annex 34:

- Reduktion der Umweltbelastung von Heiz- und Kühlsystemen durch die Verwendung von thermisch angetriebenen Wärmepumpen.
- Quantitative energetische, ökologische und ökonomische Beurteilung von integrierten thermisch angetriebenen Wärmepumpen.

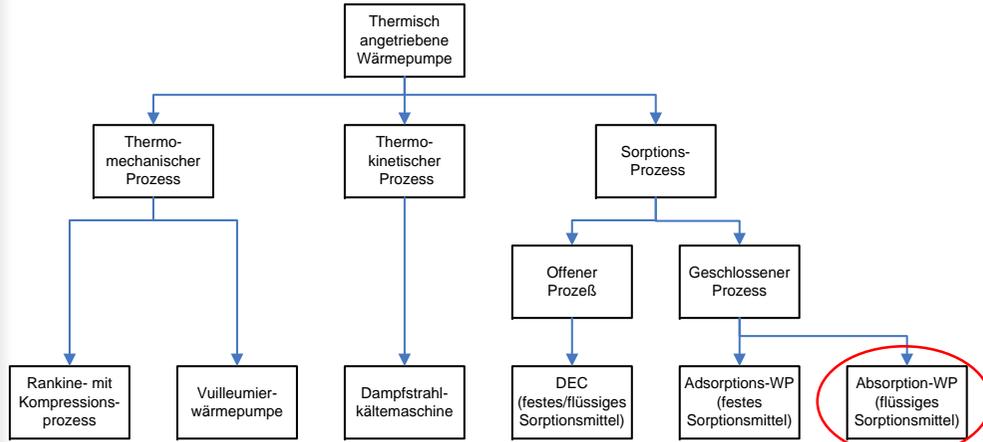
Inhalt des „eingebrachten“ Demo-Projekts:

Messtechnische Untersuchung eines NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O-AWP-Systems – zur kombinierten Heizung und Brauchwassererwärmung – hinsichtlich

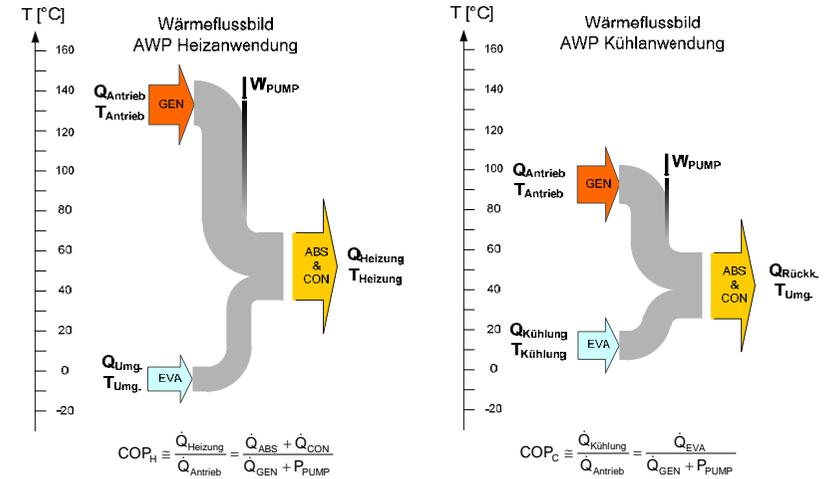
- Betriebsverhalten und
- Effizienz (Jahresarbeitszahl)



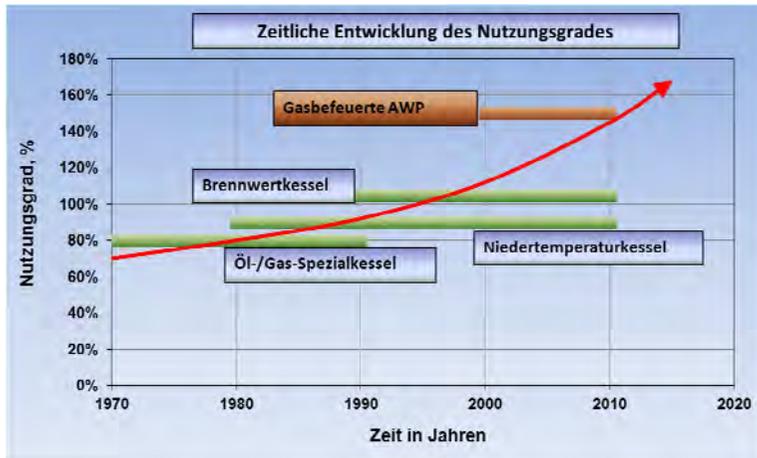
## Grundlagen – Thermisch angetriebene Wärmepumpe (Kälteanlagen)



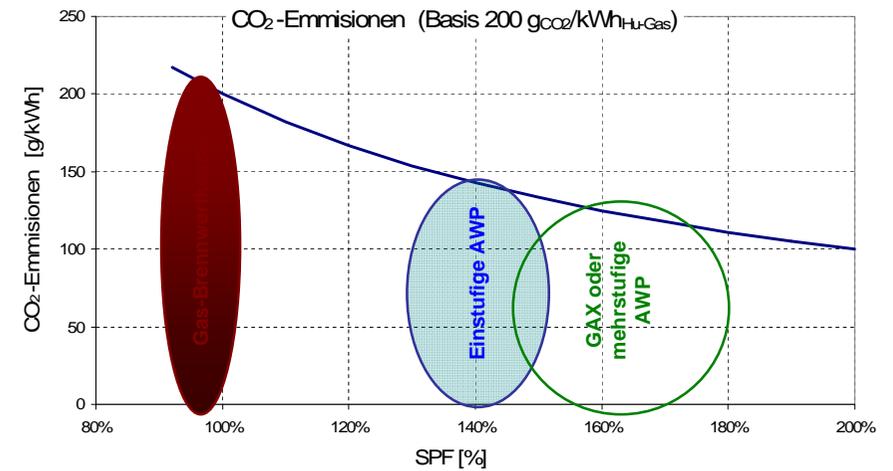
## Heizen vs. Kühlen mit AWP



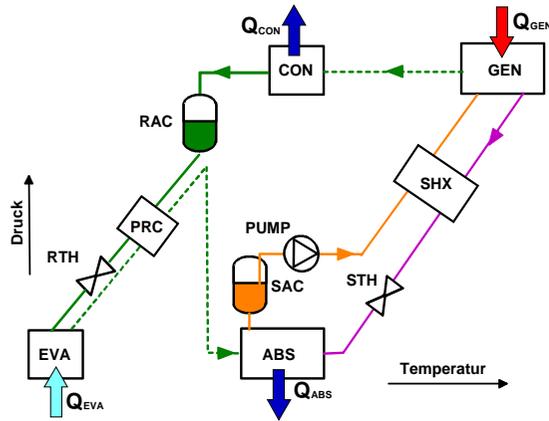
## "Ausnutzung" von Erdgas bei Heizanwendungen



## CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Nutzung von Erdgas für Heizzwecke



### Einstufiger AWP-Prozess



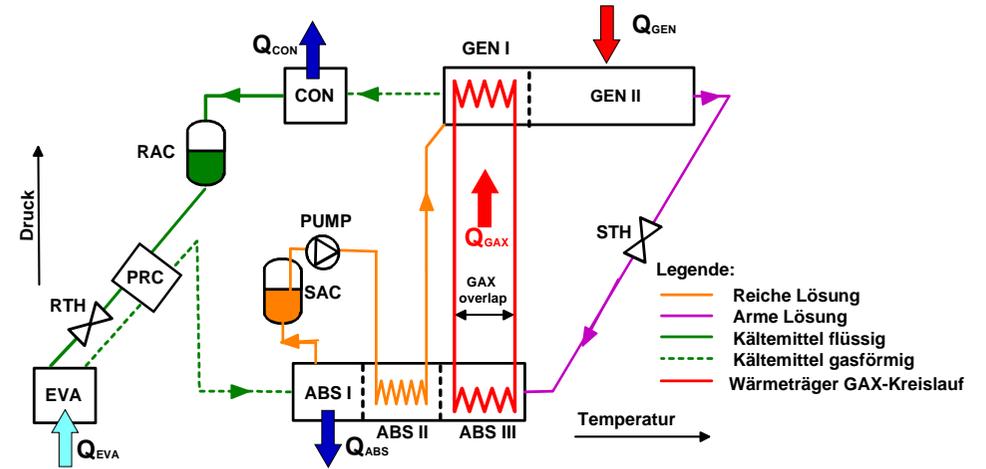
$$COP_C = \frac{\dot{Q}_{EVA}}{\dot{Q}_{GEN} + P_{PUMP}}$$

$$COP_H = \frac{\dot{Q}_{ABS} + \dot{Q}_{CON}}{\dot{Q}_{GEN} + P_{PUMP}}$$

#### Absorptions-WP:

- Thermischer Antrieb
- Drei Temperaturniveaus
- Ein Arbeitsstoffpaar

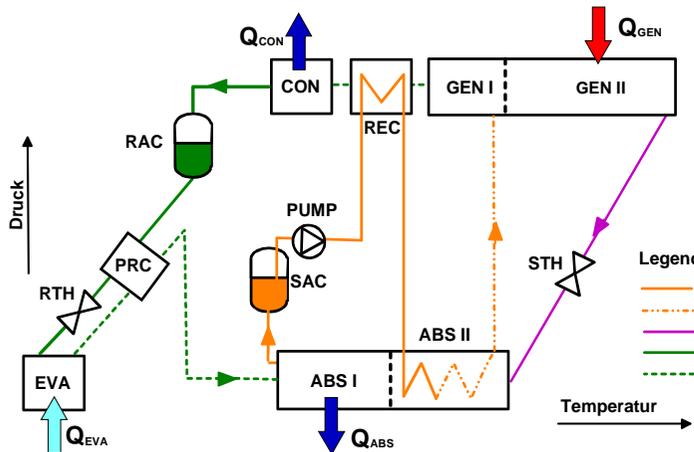
### Generator-Absorber-HX (GAX) - Prozess



Legende:

- Reiche Lösung
- Arme Lösung
- Kältemittel flüssig
- - - Kältemittel gasförmig
- Wärmeträger GAX-Kreislauf

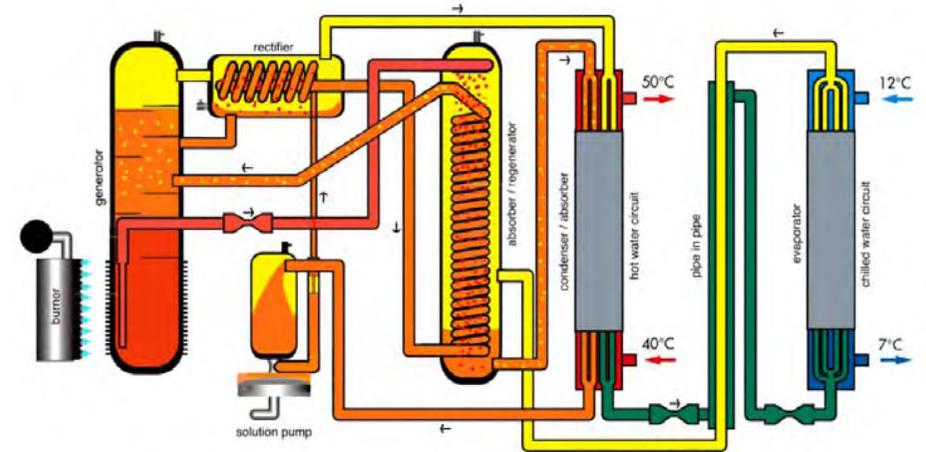
### Modifizierter GAX-Prozess



Legende:

- Reiche Lösung (flüssig)
- - - Reiche Lösung (zweiphasig)
- Arme Lösung
- Kältemittel flüssig
- - - Kältemittel gasförmig

### GAX AWP-Prozess (Robur)



Bildquelle: Ainardi und Guerra (Robur S.p.A.), International Sorption Heat Pump Conference, Seoul, 2008

## Anlagenbeschreibung

### Heizung:

- Schichtspeicher 1,2 m<sup>3</sup>
- Bierlager ca. 2000 m<sup>2</sup>
- Lagertemp. = 18°C
- Heizlast = 57 kW (bei -12°C)
- Büro ca. 600 m<sup>2</sup>
- Raumtemp. = 22°C
- Heizlast = 19 kW (bei -12°C)

### Brauchwasserbereitung:

- Speichervol. = 0,5 m<sup>3</sup>
- Speichertemp. = 50°C



## Anlagenbeschreibung

### Zwei – parallel arbeitende – NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O AWP á 40 kW

### Antrieb:

- Direkt mit Erdgas beheizt

### Wärmeabgabe:

- Heizungswasserspeicher
- Brennwertnutzung

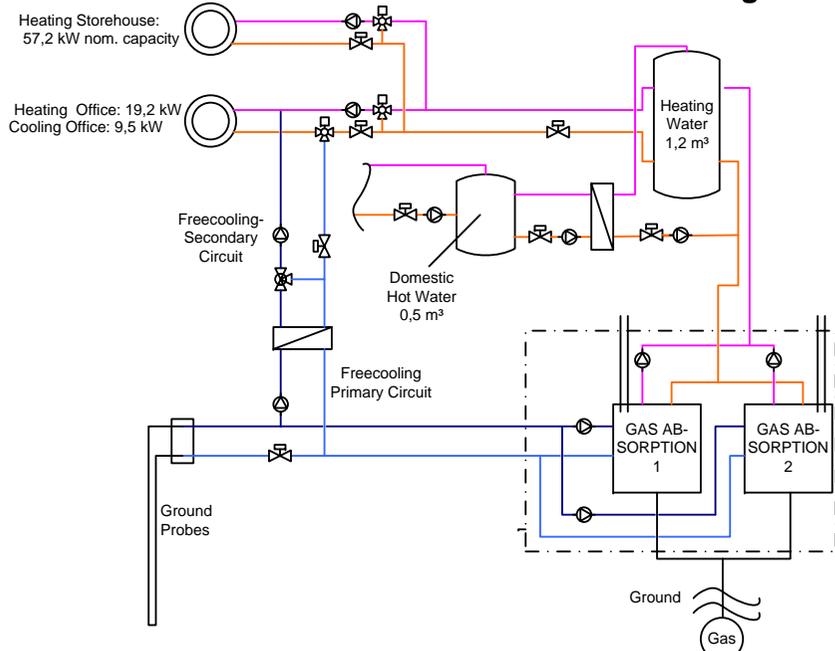
### Wärmequelle:

- 7 Erdsonden á 100 m
- Propylenglykol / Wasser (20/80%)

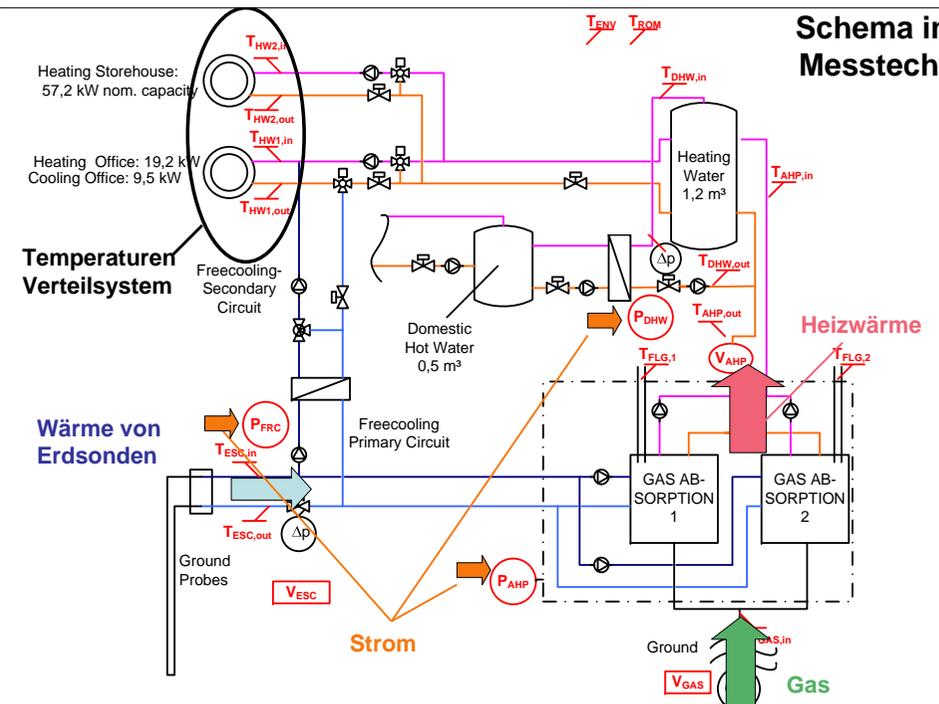


(Im Sommer „Freie Kühlung“ via Erdsonden möglich)

## Schematische Darstellung der Hydraulik



## Schema inkl. Messtechnik



## Systemverhalten

Untersuchungszeitraum vom 28.12.2009 bis 03.01.2011

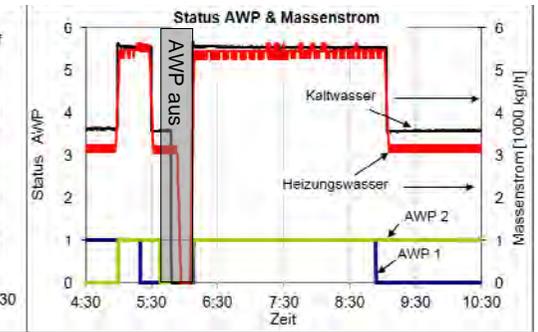
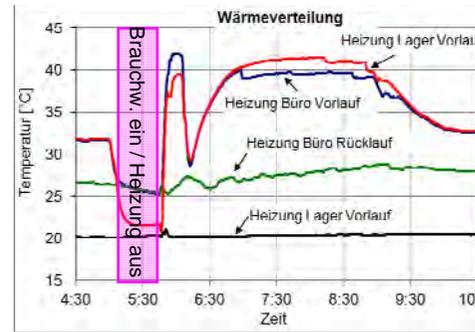
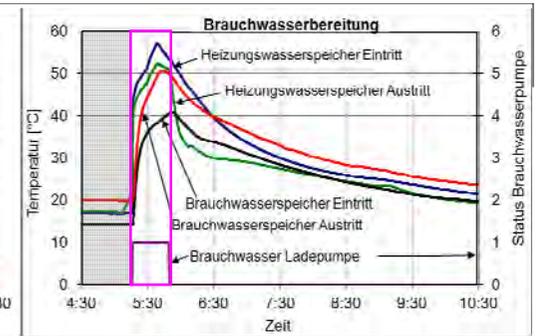
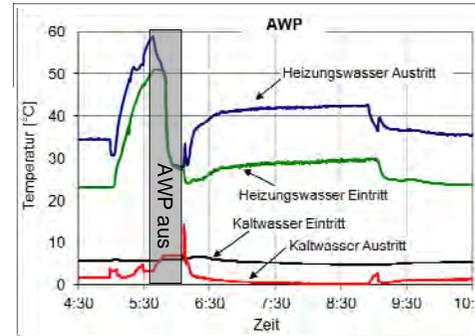
Das System arbeitete zuverlässig ohne Betriebseinschränkungen.  
Regelungstechnische Optimierung whrd. Untersuchungszeitraum.

Typische Temperaturniveaus (zwei AWP zum Heizen):

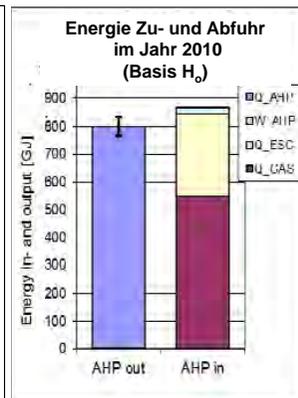
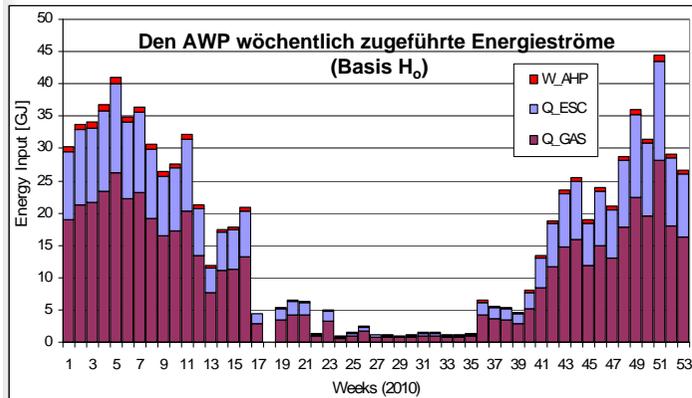
Kaltwasser: 5 auf 0°C

Heizungswasser: 30 auf 40°C

Brauchwasser: bis 55°C

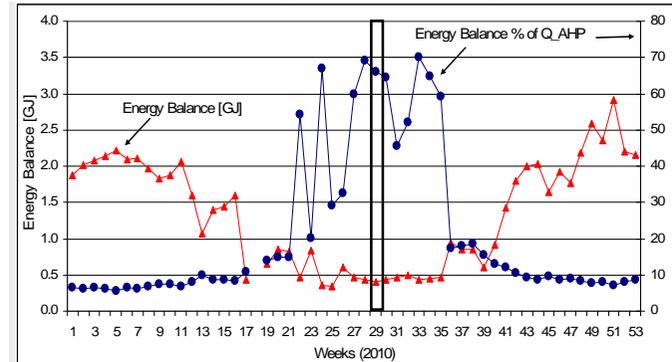


## Messergebnisse für das Jahr 2010

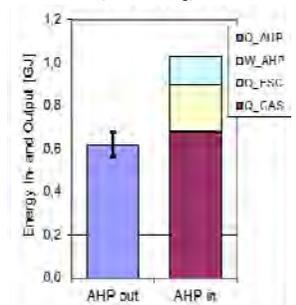


## Messergebnisse für das Jahr 2010

Wöchentliche Energiebilanzen = Energie EIN – Nutzbare Energie AUS  
(Bilanzgrenze AWP, Basis H<sub>0</sub>)

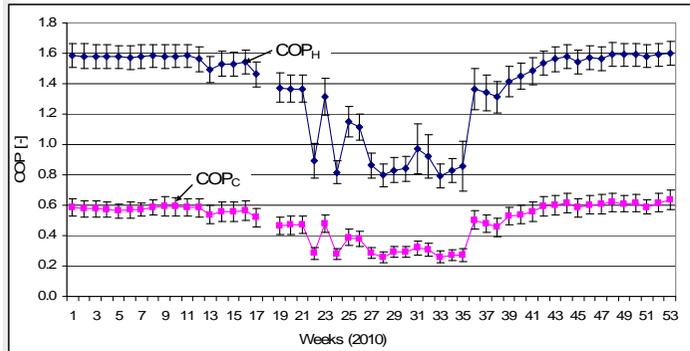


Energiebilanz für KW 29 (Basis H<sub>0</sub>)

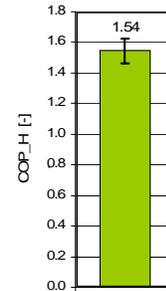


## Messergebnisse für das Jahr 2010

SCOP für jede Woche (Basis H<sub>ij</sub>)



SCOP<sub>H</sub> für das Jahr 2010  
(Jahresarbeitszahl)



$$\text{COP}_H = \frac{Q_{\text{AHP}}}{Q_{\text{GAS}} + W_{\text{AHP}}} \quad \text{COP}_C = \frac{Q_{\text{ESC}}}{Q_{\text{GAS}} + W_{\text{AHP}}}$$

## Zusammenfassung

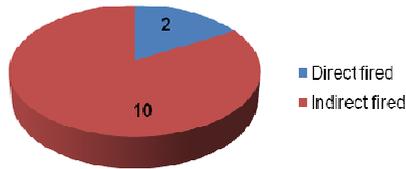
1. Monitoring-Projekt zweier direkt Erdgas beheizten NH<sub>3</sub> /H<sub>2</sub>O AWP für Heizung und Brauchwasserbereitung.
2. Im Laufe des Projekts wurden regelungstechnische Optimierungen vorgenommen.
3. System arbeitete zuverlässig und mit hoher Effizienz.
4. Start / Stopp Betrieb im Sommer zur WW-Bereitung deutlich ineffizienter als kontinuierlicher Betrieb im Winter.
5. SPF im Jahr 2010: 1,54 (Basis H<sub>ij</sub>)

## Bsp. für Demonstrationsprojekte in anderen Ländern

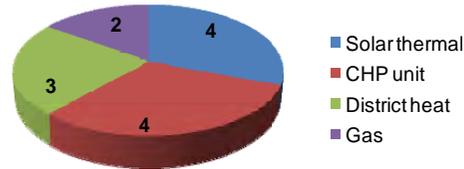
Teilnehmende Organisationen bei Demo-Projekten:

ISE, ZAE BAYERN und TU Berlin (Deutschland), EURAC (Italien),  
CanmetENERGY (Kanada), TU Graz & AIT (Österreich).

Mode of driving



Driving heat source



Quelle: Final Report Annex 34 – Entwurf!

## Fraunhofer ISE (Polysmart)

- Anwendung: Gebäudekühlung
- Antrieb: KWK
- Typ AWP: Adsorption

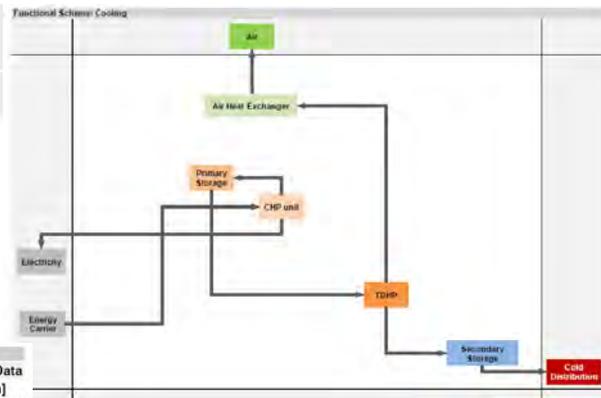
Type of building	office
Location	Freiburg, Germany
In operation since	2008
System operated by	Fraunhofer-Institute for Solar Energy Systems
TDHP used for Space Heating?	No
TDHP used for Space Cooling?	Yes
TDHP used for DHW preparation?	No
Air-conditioned area (volume)	220 m <sup>3</sup> , 600 m <sup>3</sup>
Chilling Power of TDHP	2 x 5.5 kW
Heating Power of CHP	19 kW
System used for space heating?	Yes
System used for space cooling?	Yes
System used for DHW preparation?	No



Quelle: Schickanz (2012)

## Fraunhofer ISE (Polysmart)

Quelle: Schickanz (2012)



Thermal SPF of the TDHP (cooling)

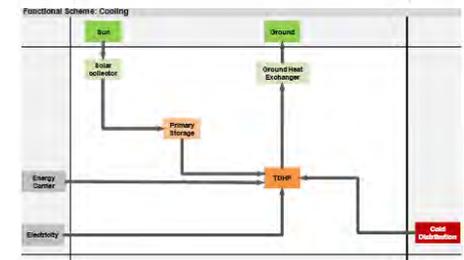
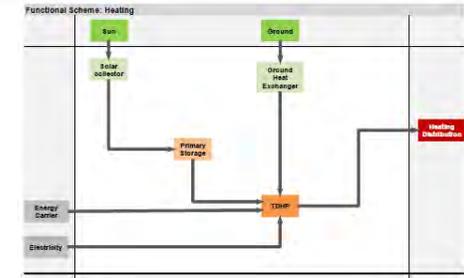
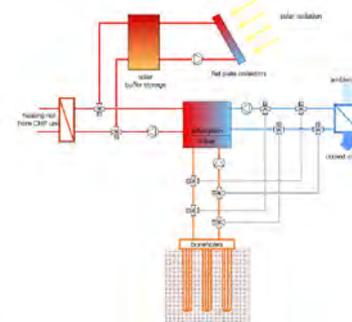
$$SPF_{th,TDHP} = \frac{TD,SS}{PS,TD} = \frac{12,820.50 \text{ kWh}}{25,508.09 \text{ kWh}} = 0.50$$

Electrical SPF of the system (without cold distribution)

$$SPF_{el,system} = \frac{SSDc}{EI,TD + EI,CHPPS + EI,PS,TD + EI,TD,Ah + EI,Ah + EI,TD,SS} = \frac{10,327.36 \text{ kWh}}{(43.69 + 27.34 + 55.64 + 653.12 + 738.45 + 272.85) \text{ MWh}} = \frac{10,327.36 \text{ kWh}}{1,790.09 \text{ kWh}} = 5.8$$

## Fraunhofer ISE (Canteen)

- Gas-KWKK-Anlage und 22 m<sup>2</sup> Solarkollektoren als Wärmequelle
- 2 x 5,5 kW AdsorptionsWP
- 2 m<sup>3</sup> Speicher
- 3 x 80 m Bohrlöcher



Quelle: Schickanz (2012)

## Fraunhofer ISE (Canteen)

### Kühlbetrieb

$$SPF_{th,TDHP} = \frac{TDDc}{Fu.TD + PS.TD} = \frac{959.6 \text{ kWh}}{(1,337.8 + 1,043.1) \text{ kWh}} = 0.40$$

$$SPF_{el,system} = \frac{TDDc}{ELTD + ElScPS + ElPS.TD + ElTD.Gh} = \frac{959.6 \text{ kWh}}{(23.6 + 41.7 + 16.2 + 67.2) \text{ kWh}} = \frac{959.6 \text{ kWh}}{148.7 \text{ kWh}} = 6.5$$

### Heizbetrieb

$$SPF_{th,TDHP} = \frac{TD.Dh}{Fu.TD + PS.TD} = \frac{15,527.1 \text{ kWh}}{(11,841.2 + 687.4) \text{ kWh}} = 1.24$$

$$SPF_{el,system} = \frac{TD.Dh}{ELTD + ElScPS + ElPS.TD + ElGh.TD} = \frac{15,527.1 \text{ kWh}}{(67.6 + 68.3 + 116.3 + 343.7) \text{ kWh}} = \frac{15,527.1 \text{ kWh}}{595.9 \text{ kWh}} = 26.1$$

Werte ohne Wärme- bzw. Kälteverteilung

Quelle: [Schicktanz \(2012\)](#)

## EURAC

- Anwendung: Kühlung
- Antrieb: Fernwärme

Type of building	office	
Location	[Bolzano, Italy]	
In operation since	[2009]	
System operated by	absorption TDHP [Yazaki]	
TDHP used for Space Heating?	no	
TDHP used for Space Cooling?	yes	
TDHP used for DHW preparation?	no	
Chilling Power of TDHP	[35] kW	
Heating Power of TDHP	[-] kW	
Air-conditioned area	[-] m <sup>2</sup>	

Quelle: Melograno (2010)

Für Details zu den durchgeführten Demo-Projekten bzw. „Case-Studies“ siehe

<http://www.annex34.org>

## Danksagung

Dieses Projekt wurde im Rahmen der IEA-Forschungskooperation im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation & Technologie durchgeführt.



**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**