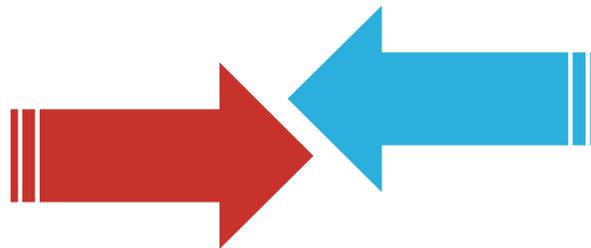


## Innovative Absorptionsmaschinen in Fernwärme- und Fernkältenetzen



Harald Blazek, CEO - StepsAhead Energiesysteme GmbH

[h.blazek@stepsahead.at](mailto:h.blazek@stepsahead.at)

1

### Übersicht:

- Wer ist StepsAhead ?
- Funktionsweise LiBr-Absorptionsmaschinen
- Absorptionswärmepumpen / Absorptionskältemaschinen
- Absorptions-Wärmetauscher
- Schlüsselfaktoren zur Umsetzung erfolgreicher Projekte

2

Die StepsAhead Energiesysteme GmbH wurde im Oktober 2016 gegründet.

Geschäftsbereich:

- Lieferung schlüsselfertiger Anlagen zur industriellen Wärme- und/oder Kälteproduktion mit Lithiumbromid Absorptions-Wärmepumpen bzw. -Kältemaschinen.
- Vollständige Simulation der LiBr Maschinen inkl. den kundenseitigen Systemen.
- Herstellerunabhängige Gesamtbetrachtung der Anlagen.



Lithiumbromid-Kältemaschine, © BROAD

Brennstoff-Einsparung bei den Kunden bisher:

- Ca. 26 GWh
- Ca. 1 Mio €

3

Fernwärme Heizkraftwerk:

Biomasse HKW Klagenfurt Nord in Liebenfels



Rauchgaskondensation in einem Biomasse Heizkraftwerk.

Wärmeleistung 12 MW .

IBN Jänner 2018

Antriebsenergie:  
Heißwasser mit  
VL/RL = 130°/120°

Niedertemperaturquelle:  
Rauchgaskondensation mit  
VL/RL = 35°/45°

Fernwärmeeinspeisung:  
Rücklaufanhebung mit  
VL/RL = 60°/80°

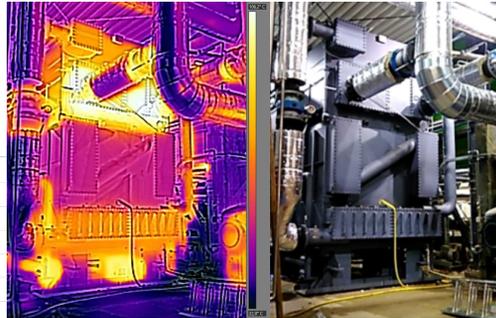
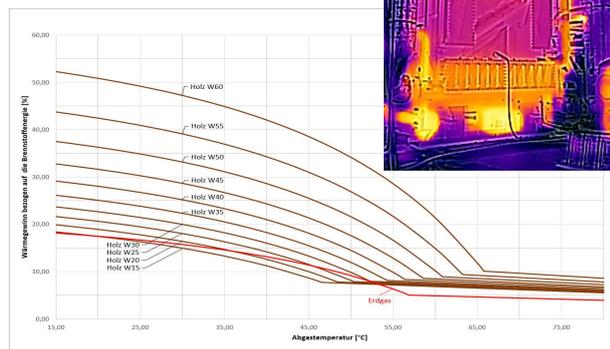
4

## Fernwärme Heizkraftwerk:

Biomasse HKW Klagenfurt Nord in Liebenfels

Die aktive Rauchgaskondensation mit AWP verbessert den Brennstoffnutzungsgrad um 20 % !

(Bei günstigen Bedingungen wären bis > 30% möglich)



5

## Industrielle Prozesswärme:

Absorptionswärmepumpe (AWP)  
mit 3,8 MW zur Ziegeltrocknung.

In der feuchten Abluft des Tunnelrockners gehen ohne AWP ca. 36% des gesamten Brennstoffeinsatzes an die Umwelt verloren!

Die AWP macht den Großteil davon wieder nutzbar.

Installation 2017/2018.

Antriebsenergie:  
Heißluft mit VL/RL = 400°/180°

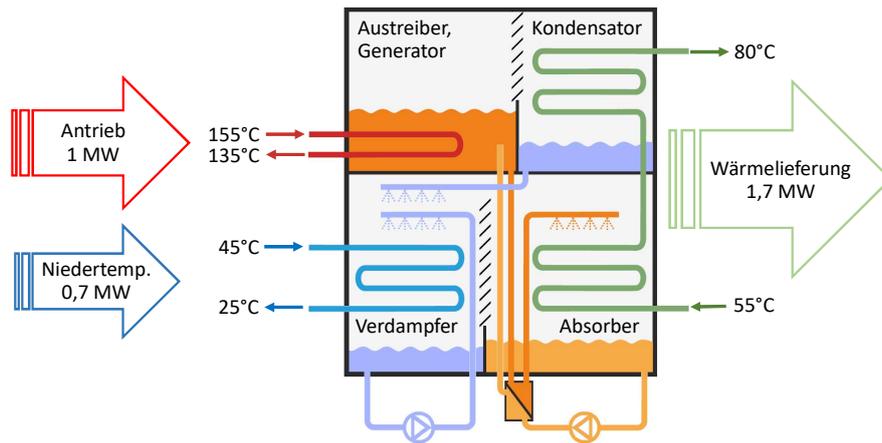
Niedertemperaturquelle:  
Kondensation aus feuchter Abluft des Tunnelrockners

Wärmeabgabe:  
Heizkreis mit VL/RL = 60°/90°



6

### LiBr Absorptions Wärmepumpe (single stage, COP 170 – 175%)



7

#### Funktionsprinzip der LiBr-Absorptions-Kältemaschine:

##### Schritt 1, Verdampfer und Absorber:

- Um Wärme auf niedrigem Temperaturniveau aufnehmen zu können, wird im Verdampfer Wasser bei niedrigem Druck verdampft.
- Dieser Dampf wird im Absorber von konzentrierter LiBr-Salzlösung absorbiert.
- Eine Pumpe bringt die nun verwässerte Salzlösung zum Generator.

##### Schritt 2, Generator und Kondensator:

- Im Generator wird bei höherem Druck (unter 1 bar absolut) durch Wärmezufuhr das Wasser aus der verwässerten Salzlösung verdampft. Dadurch wird die Salzlösung konzentriert und kann somit wieder im Absorber verwendet werden.
- Im Kondensator wird der entstandene Dampf an einem Wärmetauscher kondensiert. So steht auch das im Verdampfer benötigte Wasser wieder in flüssiger Phase zur Verfügung.

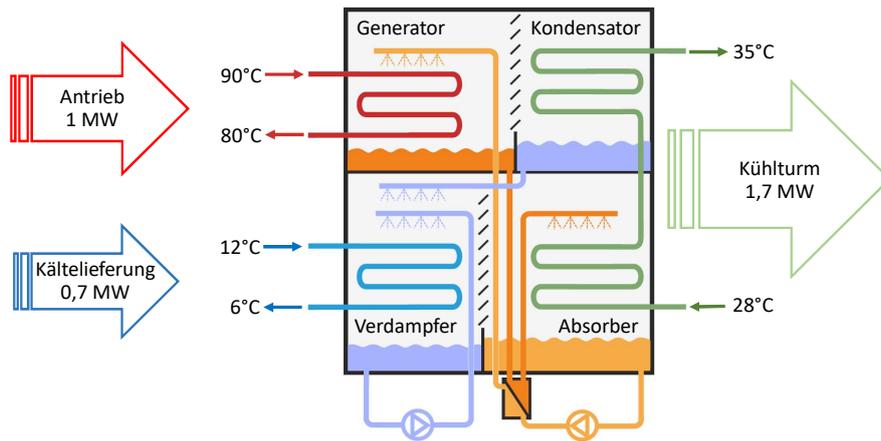
Die im Absorber und im Kondensator freiwerdenden Wärmemengen werden von Wärmetauschern aufgenommen und an das Heizsystem abgegeben.

#### Umweltbetrachtung und verwendete Betriebsstoffe:

Die verwendeten Betriebsstoffe sind Wasser und Lithiumbromid Salz. Diese Wärmepumpe verwendet somit weder ozonschädigende Stoffe, noch Stoffe die zu einer Verstärkung des Treibhauseffekts führen würden.

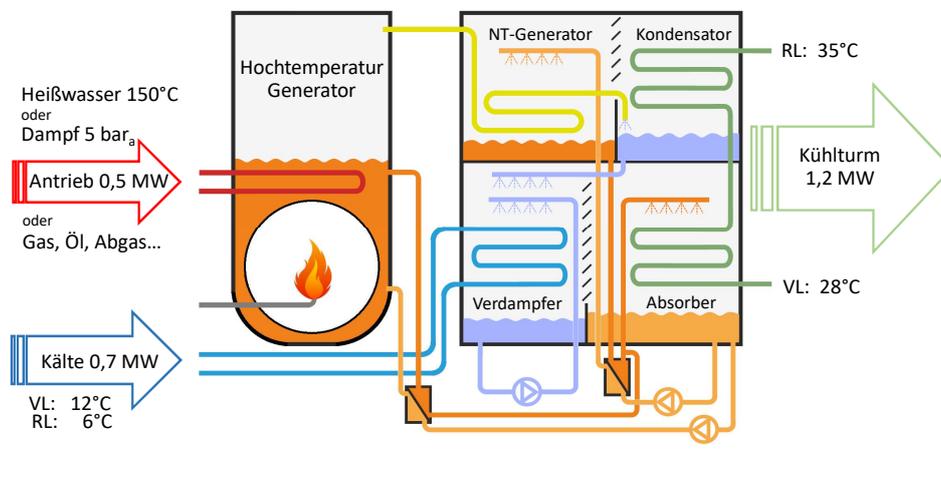
8

**LiBr Absorptions Kältemaschine**  
(single stage, COP 70 – 75%)



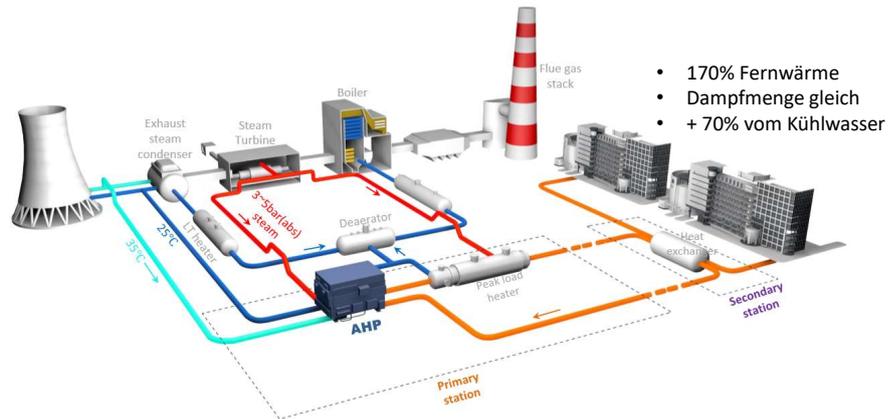
9

**LiBr-Kältemaschine**  
(double stage, COP 140 – 150 %)



10

**Fernwärme Heizkraftwerk:**  
Aktive Kühlung Kondensatorkreislauf



Bilder: Ebara

12

**Fernwärme Heizkraftwerk Baotou, China:**  
Derzeit größte Absorptionswärmepumpe weltweit, IBN 2018/2019, 2 Stk. à 73 MW



Foto: Blazek, April 2018

**Daten einer Maschine:**

- Betriebsgewicht: 288 to
- L x B x H: 12 x 4,2 x 8,5 m
- Fernwärme: 55°/82°C / 73,2 MW
- Antrieb: Dampf 3 bar<sub>a</sub> / 98 K überhitzt / 42,9 MW
- Quelle: Sattdampf 51°C / 30,3 MW
- COP: > 1,7

13

**Fernwärme Heizkraftwerk Baotou, China:**

Derzeit größte Absorptionswärmepumpe weltweit, IBN 2018/2019, 2 Stk. à 73 MW

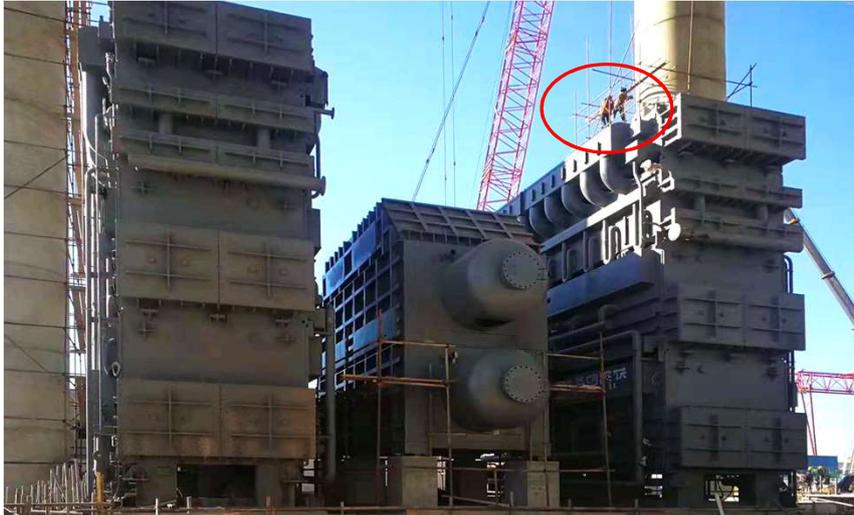


Foto: Deep Blue, Oktober 2018

14

**Fernwärme Heizkraftwerk:**

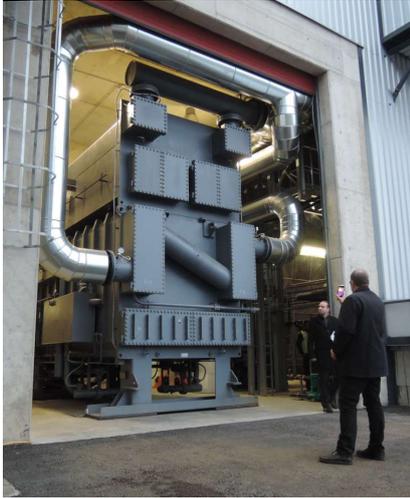
Tianjin, China: Aktive Kühlung Kondensatorkreislauf, 8 \* 38,8 MW



Foto: Blazek, Februar 2017

15

**Fernwärme Heizkraftwerk:**  
Biomasseheizkraftwerk Klagenfurt Ost



Projekt: SOLID, Bioenergiezentrum GmbH

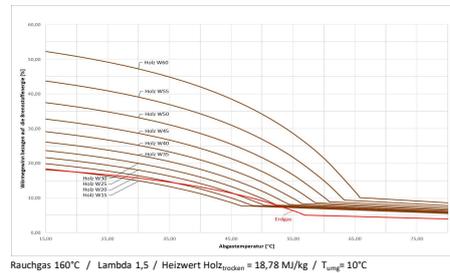
Österreichs größte Abs.wärmepumpe mit 23,4 MW.  
Inbetriebnahme Q1/2017.

**Antriebsenergie:**  
Heißwasser mit VL/RL = 130°/120°

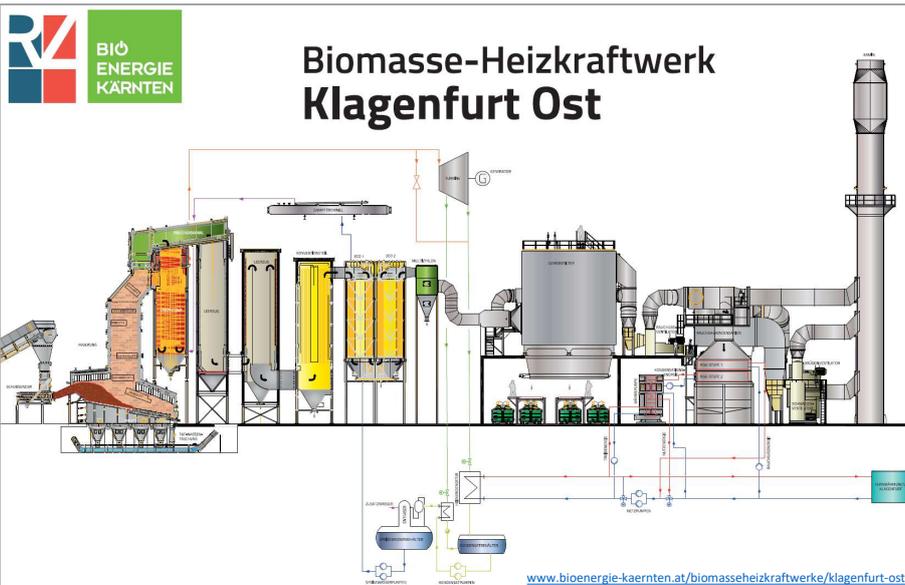
**Niedertemperaturquelle:**  
Rauchgaskondensation mit VL/RL = 35°/45°

**Fernwärmeeinspeisung:**  
Rücklaufanhebung mit VL/RL = 60°/75°

Bei erwarteten 3.500 Volllaststunden im Jahr werden  
aus dem Rauchgas 36.000 MWh/Jahr gewonnen.



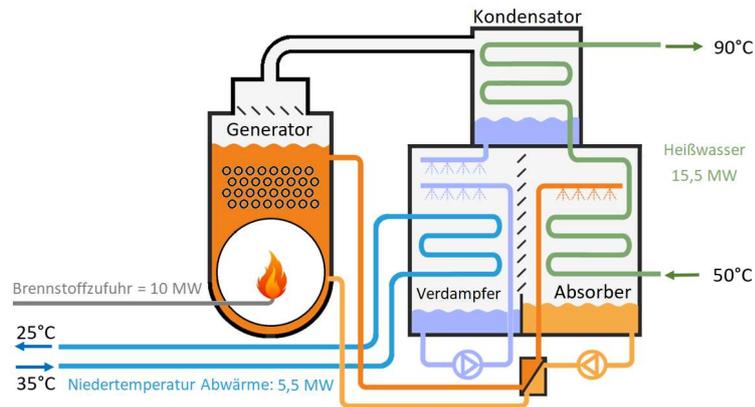
16



17

### Der Heißwasserkessel mit 155% Brennstoffnutzungsgrad

Oft bleibt Abwärme ungenutzt und nebenan macht ein Gaskessel Heißwasser...  
→ Das geht besser!



18

### Rauchgaskondensation für Gasmotor BHKWs

- Abgas des Motors als Antriebsenergie für die Wärmepumpe nutzbar
- Brennstoffnutzungsgrade mit Rauchgaskondensation (deutlich) über 100%



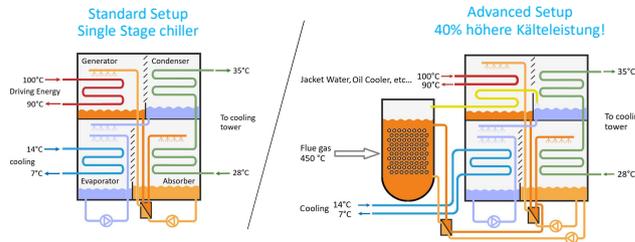
19

**Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung:**

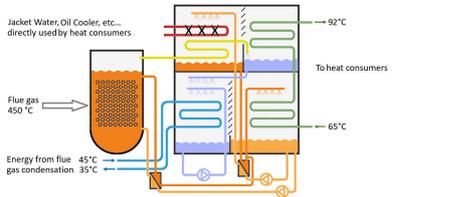
Die selbe Absorptionmaschine:  
Sommer → Klimatisierung  
Winter → Wärmepumpe.



**Sommer: Nutzung als Kältemaschine**



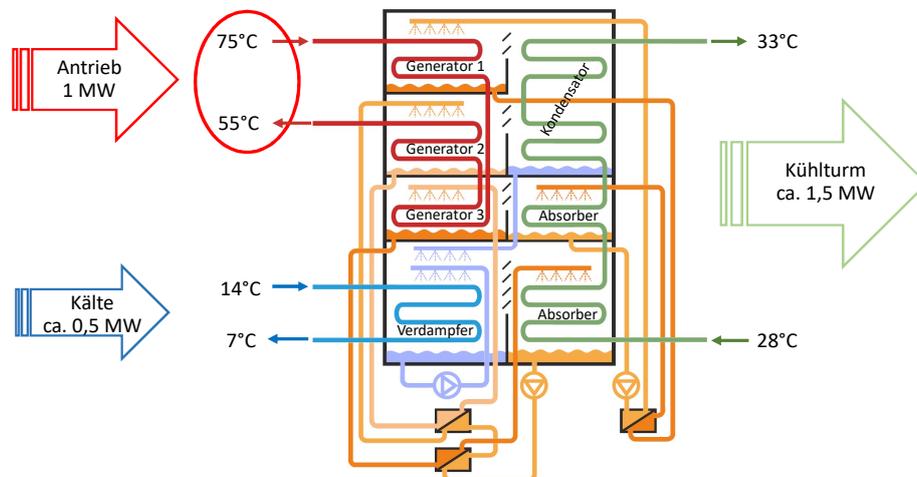
**Winter: Nutzung als Wärmepumpe**  
Aktive Rauchgaskondensation erhöht die Brennstoffnutzung > 10 % !  
Gesamt-Nutzungsgrad > 100% gut erreichbar.



20

**Fernkälte bei niedriger Antriebstemperatur:**

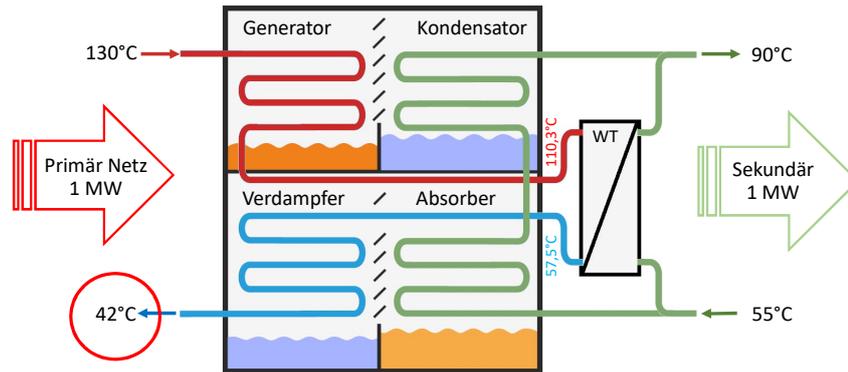
- + Fernwärme Sommertemperatur reicht
- + hohe Temperatur Spreizung auf der Antriebswärme
- Niedriger COP



21

**Absorptionswärmetauscher (= AWT):**

- Absenkung der Rücklauftemperatur
- Kapazitäts-Steigerung des bestehenden Netzes



22

**Absorptionswärmetauscher:**

- Absenkung der Rücklauftemperatur
- Kapazitäts-Steigerung des bestehenden Netzes



**Taiyun-Gujiao Project: Long distance heat transportation**

**Long distance heat transportation based on AHE**

- Heat source: 4\*600MW CHP
- Heat production: 3.2GW
- Heat transported: 3.2 GW
- Building floor area heated: 80 million m<sup>2</sup>
- Distance from CHP plant to city center: 50 km
- Tunnel for pipe: 18 km
- Pipe size: 4\*1400 mm
- Temperature: 130/20 °C
- Circulated flow rate: 8 t/s



A Novel District Heating Solution Based on Absorption Heat Exchanger(AHE) for Different Types of Cogeneration Plants

11

23

**Absorptionswärmetauscher:**

- Kapazitäts-Steigerung des Netzes
- Fernkälte im Sommer mit der selben Maschine



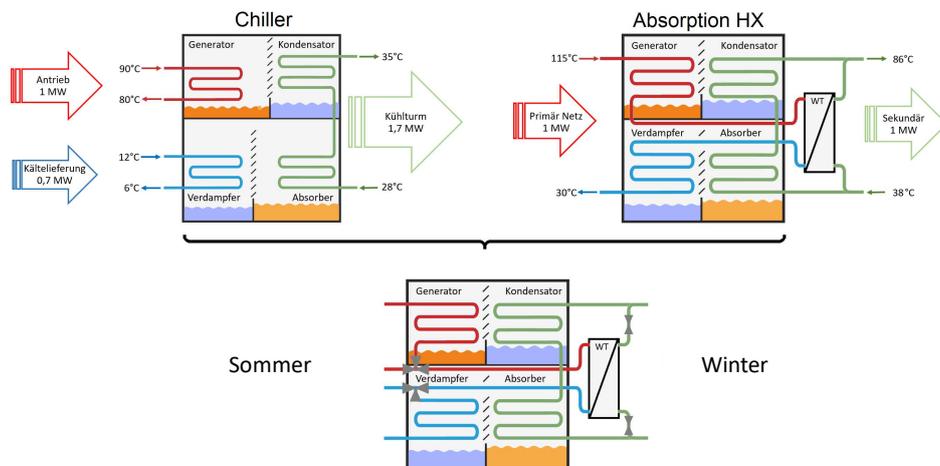
Quelle: [https://www.wienenergie.at/media/fmg/2017/image\\_215679\\_c0,0,1754,1196\\_w800.jpg](https://www.wienenergie.at/media/fmg/2017/image_215679_c0,0,1754,1196_w800.jpg)

- Anschlüsse mit Absorptionswärmetauscher erhöhen die Netzkapazität
- Doppelnutzung für Fernkälte im Sommer möglich

24

**Sommer/Winter Nutzung:**

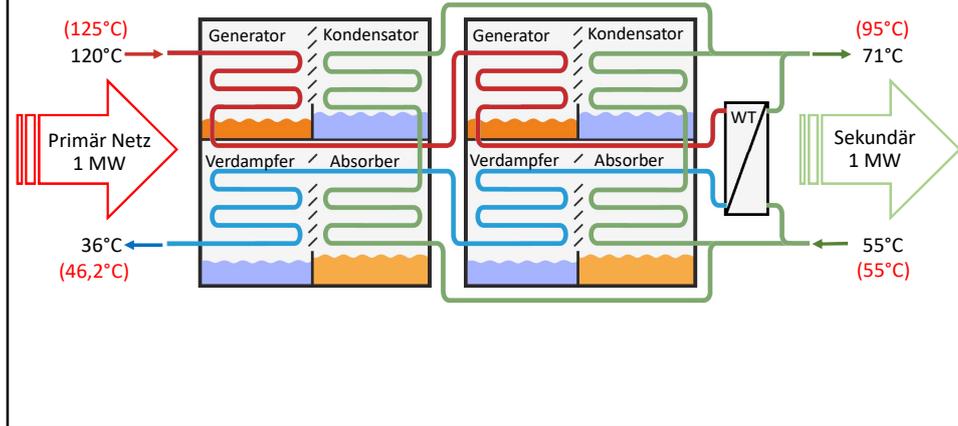
Die selbe Absorptions-Maschine, für 2 verschiedene Zwecke genutzt...



25

**Absorptionswärmetauscher:**

- Absenkung der Rücklauftemperatur
- Kapazitäts-Steigerung des bestehenden Netzes



26

Schlüsselfaktoren für  
erfolgreiche Projekte

28

Projektentwicklung und -management

- Kontakt vor Ort in China bei Planung und Bau
- Inbetriebnahme vor Ort
- Fernwartung und Datenaufzeichnung
- Nachbetreuung und Optimierung

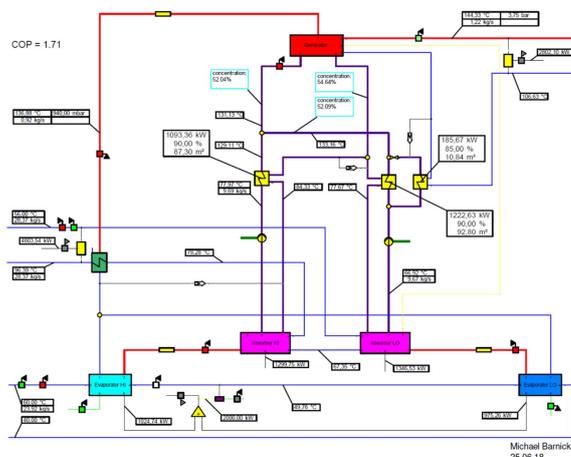


29

Epsilon Simulation Absorptionswärmepumpe:

Vollständige Simulation der Absorptionsmaschinen

- Optimierte Auslegung
- Teillastverhalten
- Betriebsgrenzen
- Modellbasierte Regelung möglich



Michael Barrick  
25.06.18

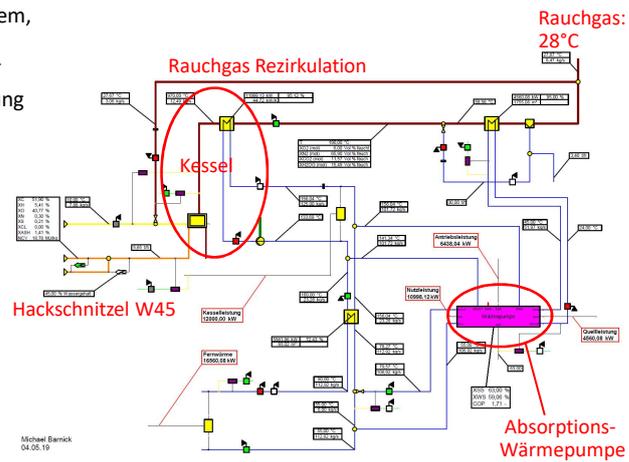
30

**Epsilon Simulation Gesamtsystem:**

Beispiel: Rauchgaskondensation Biomasse mit AWP

Simulation inkl. der gesamten Peripherie:

- Wechselwirkung aller Komponenten werden berücksichtigt
- Optimierung Gesamtsystem, nicht nur Komponenten
- Vermeidung Designfehler
- Wirtschaftliche Berechnung für realen Jahresgang



31

**StepsAhead Energiesysteme GmbH**

Merangasse 84, 8010 Graz, Austria

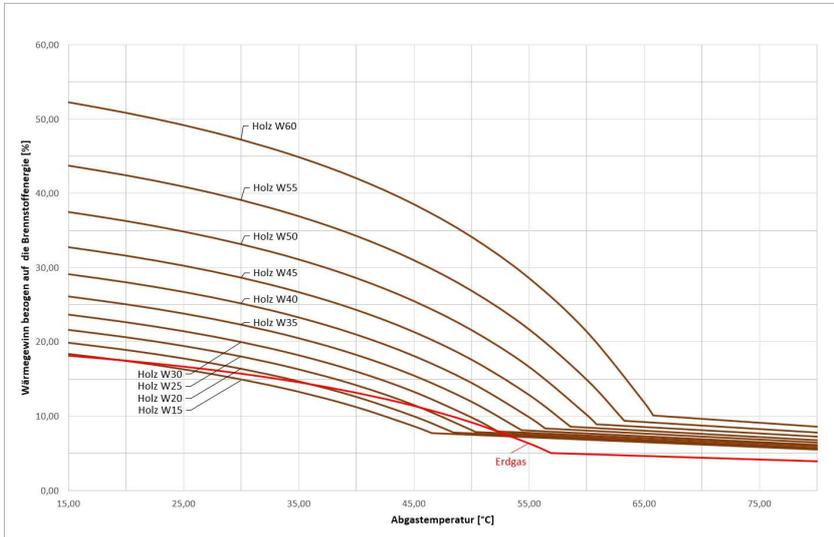
Tel.: +43 316 318 719

Fax: +43 316 318 719

office@stepsahead.at

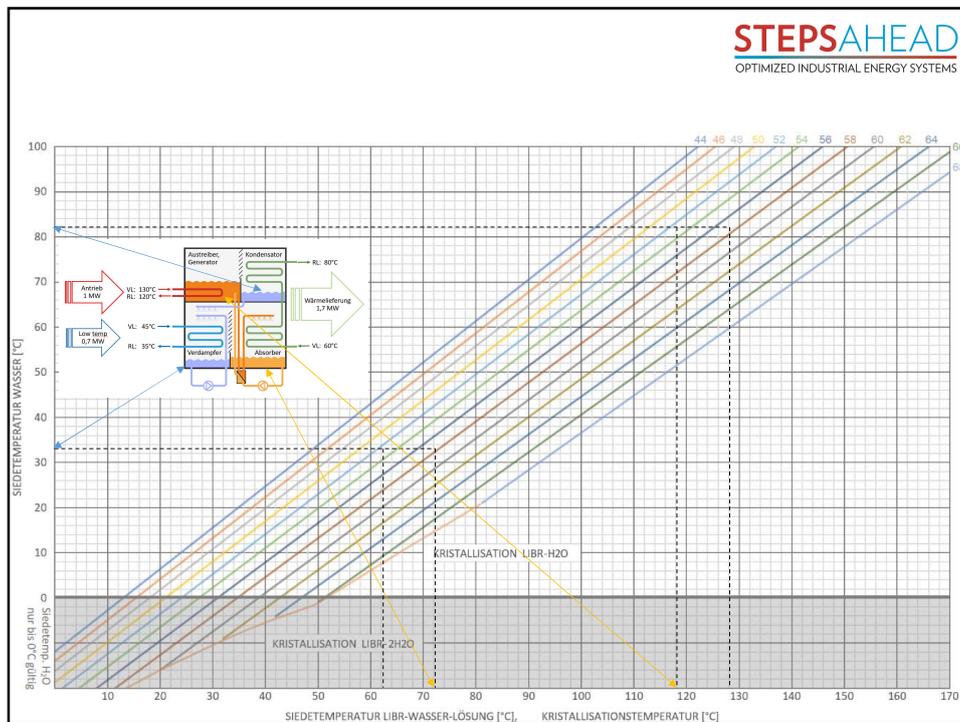
32

**Rauchgaskondensation Biomasse / Erdgas:**



Randbedingungen: Rauchgas 160°C / Lambda 1,5 (= z.B. Rest O<sub>2</sub> feucht = 5,99% bei W45) / Heizwert Holz<sub>trocken</sub> = 18,78 MJ/kg / T<sub>umg</sub> = 10°C / 13% rel. Luftfeuchte

33



35