



green  
energy  
lab.at

## Absorptionswärmepumpen: Technologie und Einsatzmöglichkeiten sowie Berechnung einer Anlagenauslegung



Harald Blazek, CEO  
StepsAhead Energiesysteme GmbH

Green Energy Lab- Insight Talk  
28.05.2020 | online Event

klimaaktiv



Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie

Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert  
und im Rahmen der FTI Initiative „Vorzugregion Energie“  
durchgeführt



VORZUGREGION  
ENERGIE



klima+  
energie

**STEPSAHEAD**  
OPTIMIZED INDUSTRIAL ENERGY SYSTEMS

# ABSORPTIONSWÄRMEPUMPEN

---

## Wärme als Antriebsenergie

Webinar QB Heizwerke, 28.5.2020

StepsAhead Energiesysteme GmbH - Harald Blazek, CEO

Die StepsAhead Energiesysteme GmbH wurde 2016 gegründet.

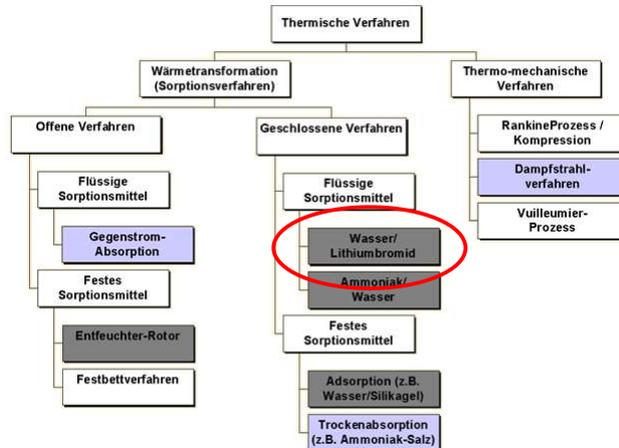
Geschäftsbereich:

- 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

Wärmebetriebene Kältemaschinen:

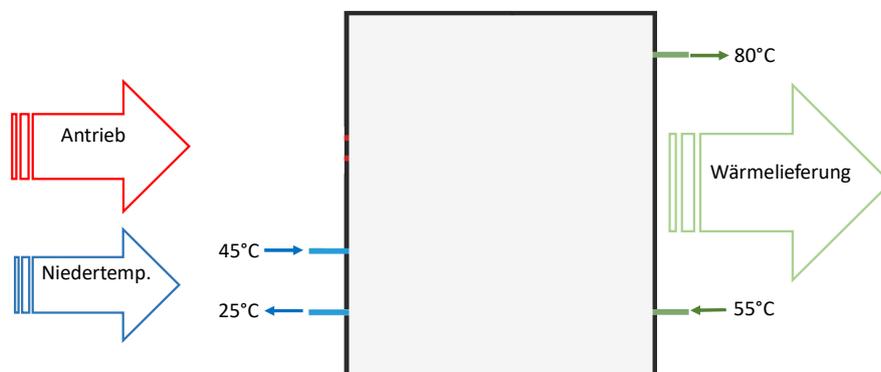


Übersicht von:  
<http://www.iea-shc.org/publications/task.aspx?Task=38>, 2011

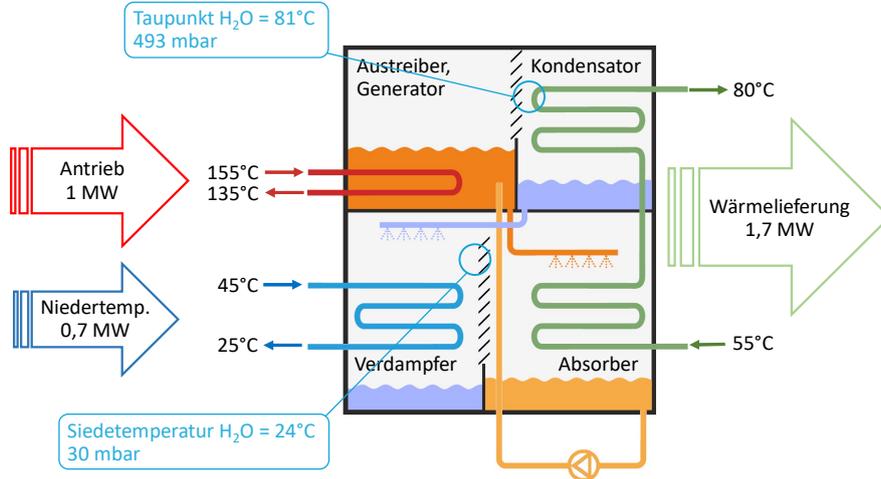
## Funktionsweise

# Absorptions-Wärmepumpe bzw. Absorptions-Kältemaschine

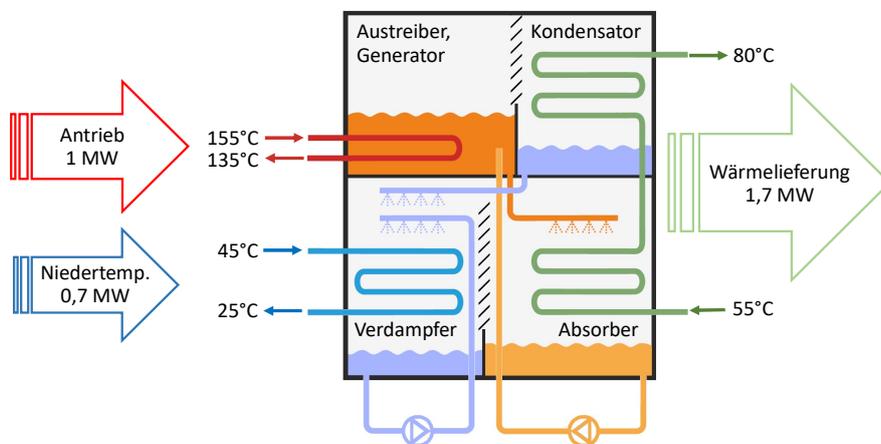
### LiBr Absorptions Wärmepumpe (single stage, COP 170 – 175%)



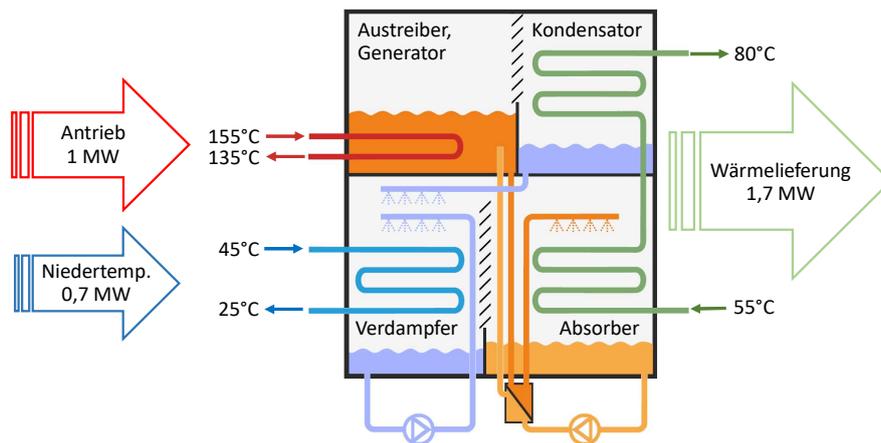
**LiBr Absorptions Wärmepumpe**  
(single stage, COP 170 – 175%)



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



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



#### 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:

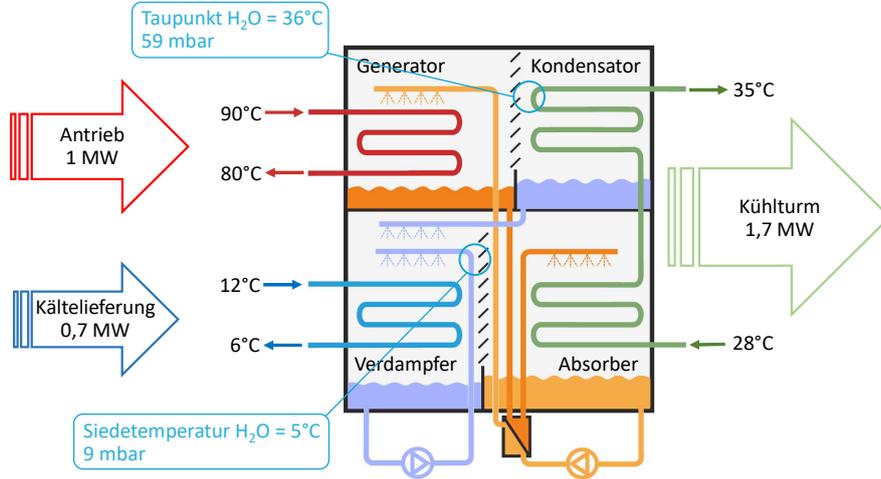
- Im Generator wird bei höherem Druck (unter 1 bar absolut) durch Wärmezufuhr das Wasser aus der verwässerten Salzlösung verdampft. Dadurch wird die Salzlösung konzentriert und kann somit wieder im Absorber verwendet werden.
- Im Kondensator wird der entstandene Dampf an einem Wärmetauscher kondensiert.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

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

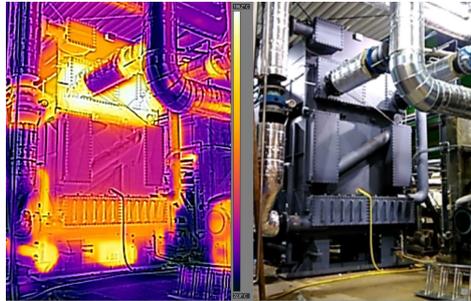




## Projekt-Beispiele Absorptionswärmepumpen:

**Fernwärme Heizkraftwerk:**

Biomasse HKW Klagenfurt Nord in Liebenfels



Rauchgaskondensation in einem Biomasse Heizkraftwerk.

Wärmeleistung 12,7 MW .

IBN Jänner 2018

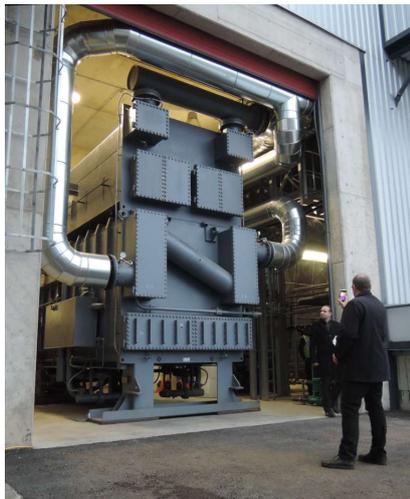
**Antriebsenergie:**  
Heißwasser mit VL/RL = 130°/120°

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

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

**Fernwärme Heizkraftwerk:**

Biomasseheizkraftwerk Klagenfurt Ost



Projekt: SOLID, Bioenergiezentrum GmbH

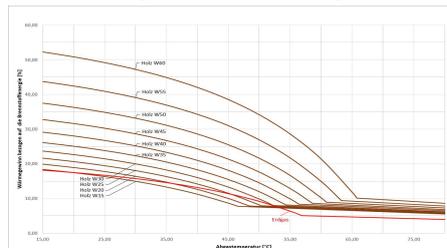
Österreichs größte Abs.wärmepumpe mit 23,4 MW.  
Inbetriebnahme Q1/2017.

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

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

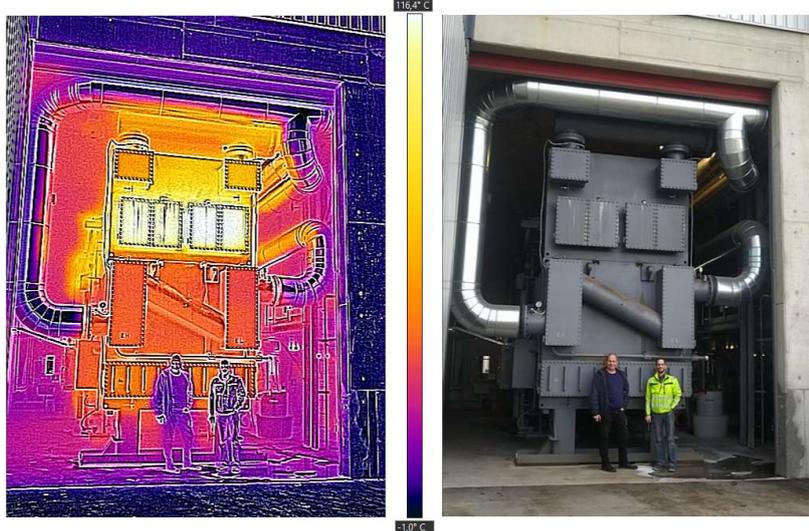
**Fernwärmeeinspeisung:**  
Rücklaufanhebung mit VL/RL = 60°/75°

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



Rauchgas 160°C / Lambda 1,5 / Heizwert Holz<sub>Erdboden</sub> = 18,78 MJ/kg / T<sub>Umgeb</sub> 10°C

**Fernwärme Heizkraftwerk:**  
Biomasseheizkraftwerk Klagenfurt Ost



**Industrielle Prozesswärme:**  
Ziegelproduktion Österreich

Absorptionswärmepumpe mit  
3,8 MW zur Ziegel Trocknung.

Installation 2017/2018.

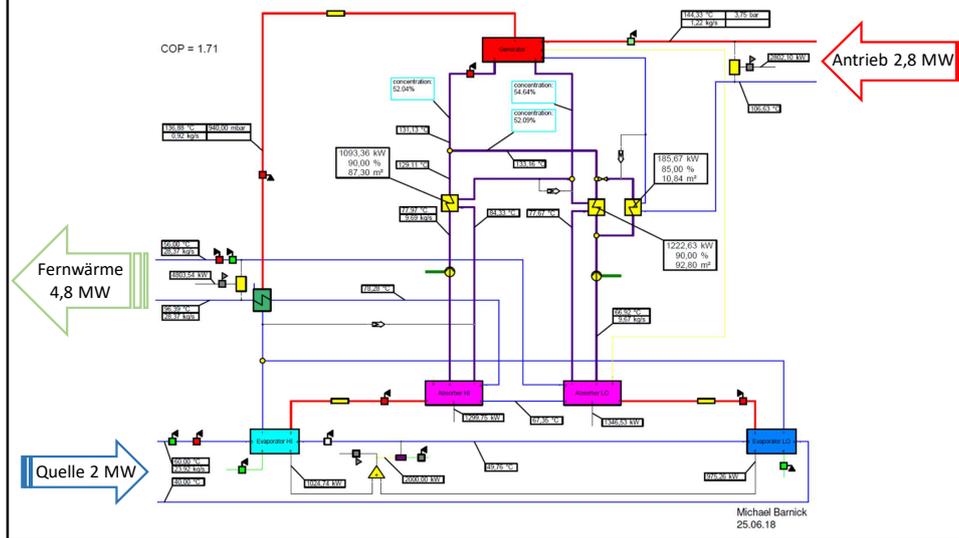
**Antriebsenergie:**  
Heißluft mit VL/RL = 400°/180°

**Niedertemperaturquelle:**  
Kondensation aus feuchter Abluft  
des Trockentunnels

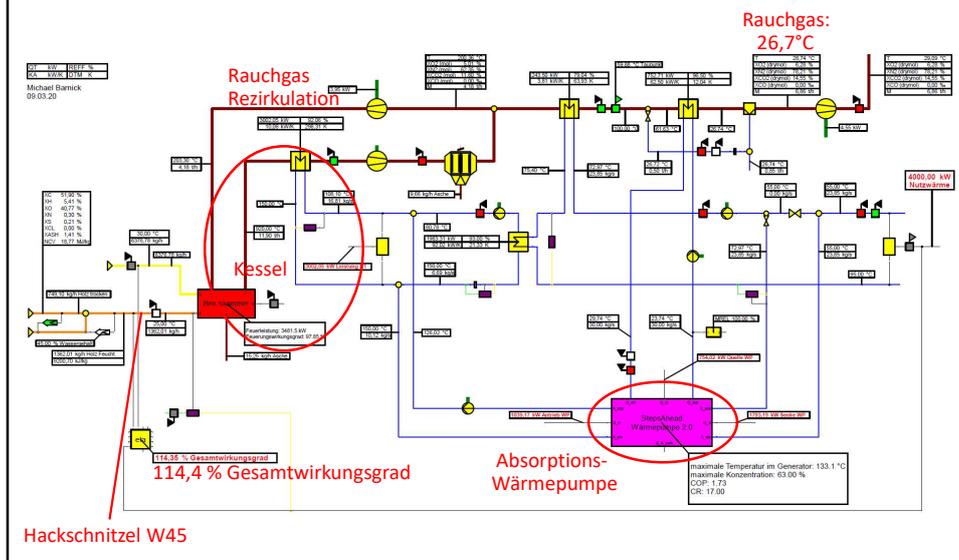
**Wärmeabgabe:**  
Heizkreis mit VL/RL = 60°/90°



**Beispielsimulation Absorptionswärmepumpe:**



**Studie Kesselanlage Neu:**  
Neuanlage mit einem Kessel und RG-Kondensation mit AWP





## Absorptions -Wärmetauscher:

### Absorptionswärmetauscher:

- Absenkung der Rücklauftemperatur
- Kapazitäts-Steigerung des bestehenden Netzes



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

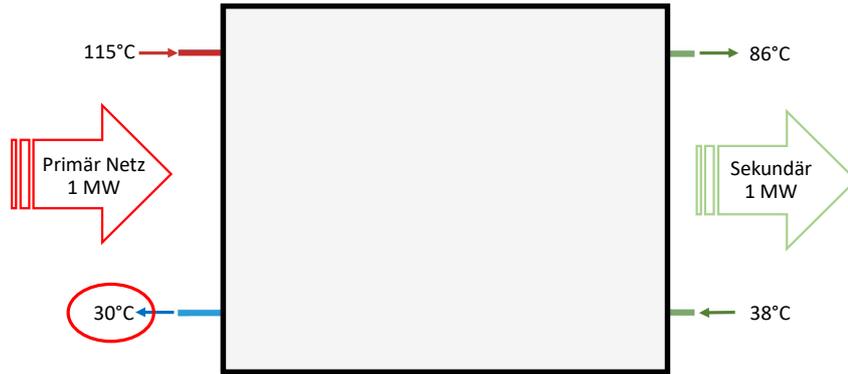
#### Long distance heat transportation based on AHE

- 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



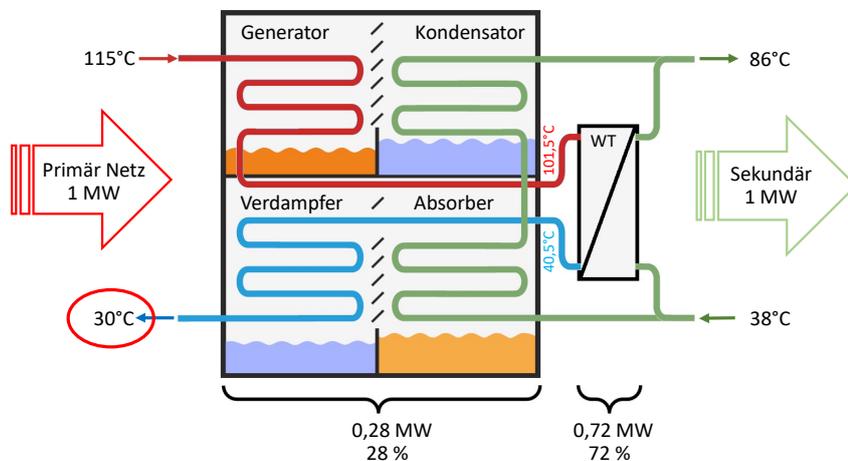
**Absorptionswärmetauscher:**

- Absenkung der Rücklauftemperatur
- Kapazitäts-Steigerung des bestehenden Netzes
- Integration sonst ungenutzter Abwärme
- Geothermie: Mehr Ertrag pro Bohrloch



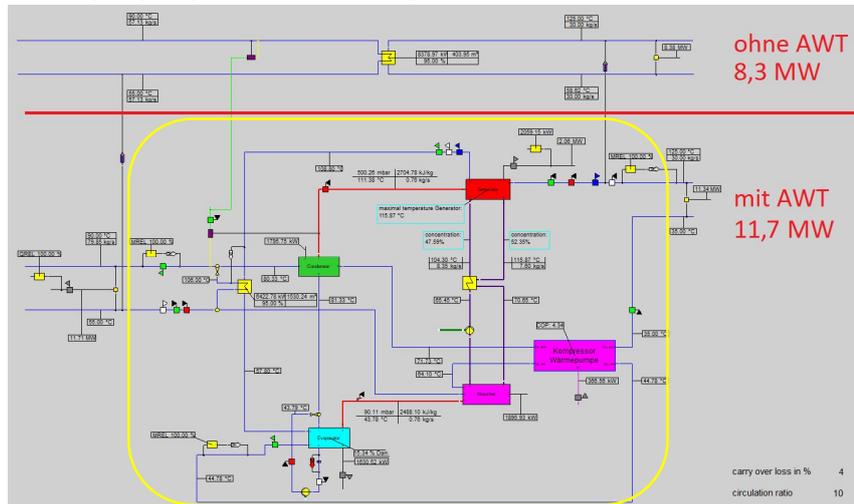
**Absorptionswärmetauscher:**

- Absenkung der Rücklauftemperatur
- Kapazitäts-Steigerung des bestehenden Netzes
- Integration sonst ungenutzter Abwärme
- Geothermie: Mehr Ertrag pro Bohrloch



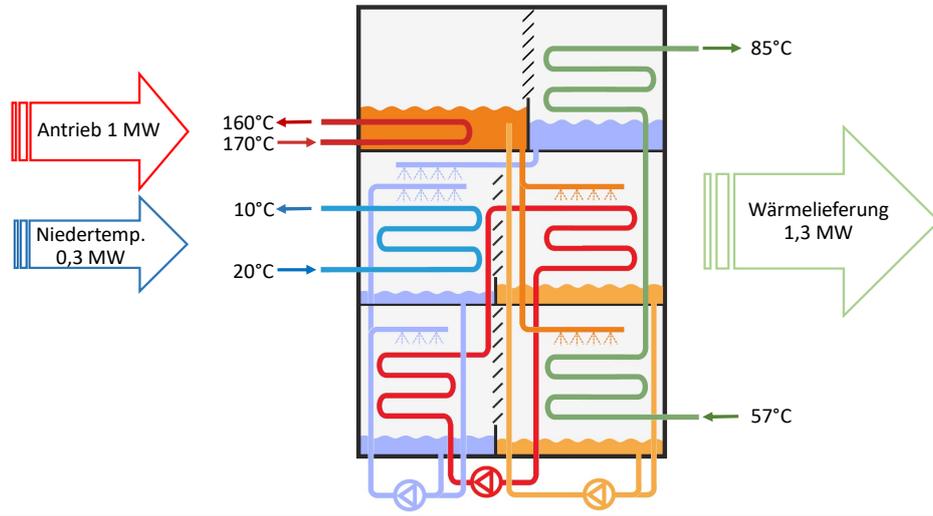
**„Absorptionswärmetauscher Projektbeispiel Geothermie“:**

- Sonderprojekt: **Kombination Absorptions- und Kompressionsmaschine**
- Stromverbrauch Kompressor: 0,37 MW
- Leistungssteigerung der Geothermiebohrung von 8,3 MW auf 11,7 MW

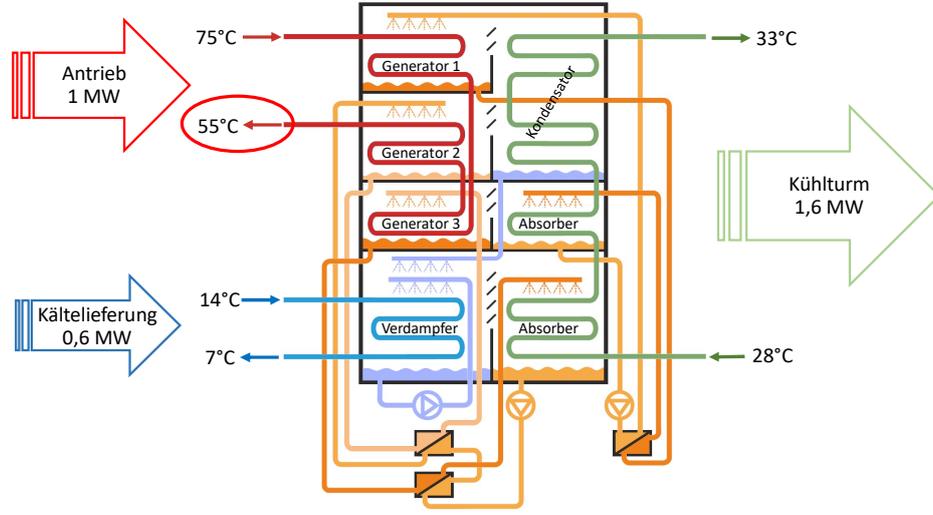


Weitere Absorptionsmaschinen:

**LiBr-Double Lift Wärmepumpe**  
(COP 130%)



**Kältemaschine für niedrige Antriebstemperaturen**  
(3 \* Generator, COP ca. 55%)



Ende Teil 1 Absorptionsmaschinen  
Fragen zu den Maschinen?

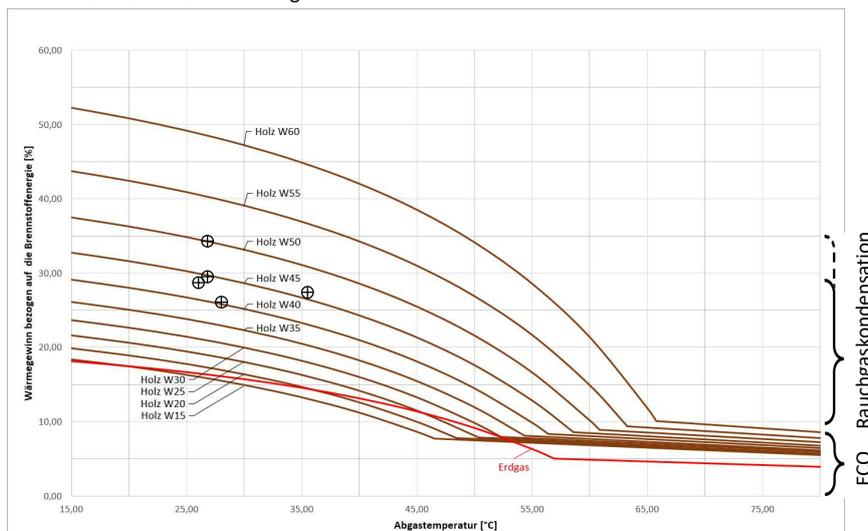
**AKTIVE RAUCHGASKONDENSATION  
mit Absorptionswärmepumpen**

### Übersicht:

- Wozu aktive Rauchgaskondensation mit Wärmepumpe?
- Analyse des Lastprofils
  - Leistung?
  - Netztemperatur?
  - Wassergehalt des Brennstoffs?
- Maschinenauslegung mit einfacher Energiebilanz
  - Antrieb der Absorptionswärmepumpe
  - Nachheizung
- Abschätzung Jahresertrag durch aktive Rauchgaskondensation
- Beispiele und Diskussion

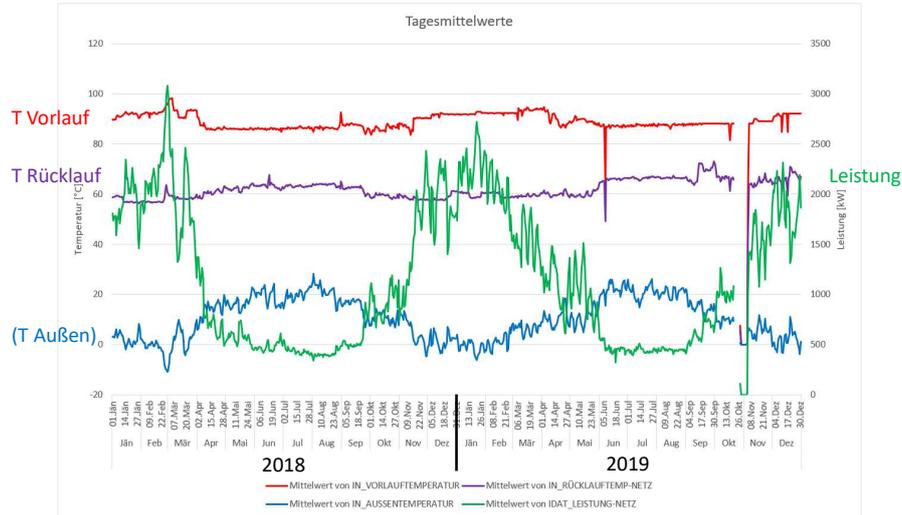
### Rauchgaskondensation Biomasse:

Wie viel zusätzliche Ernte ist möglich?



### Analyse des Lastprofils:

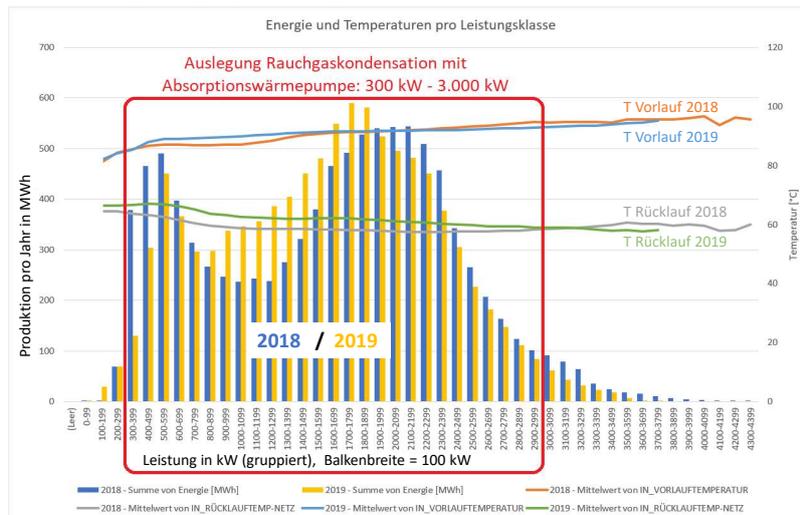
Jahresdaten 2018 und 2019



### Analyse des Lastprofils:

Bei welcher Last wird Geld verdient/verloren?

Jährliche Energiemengen pro Leistungsklasse



### Rauchgaskondensation (RGK) Biomasse:

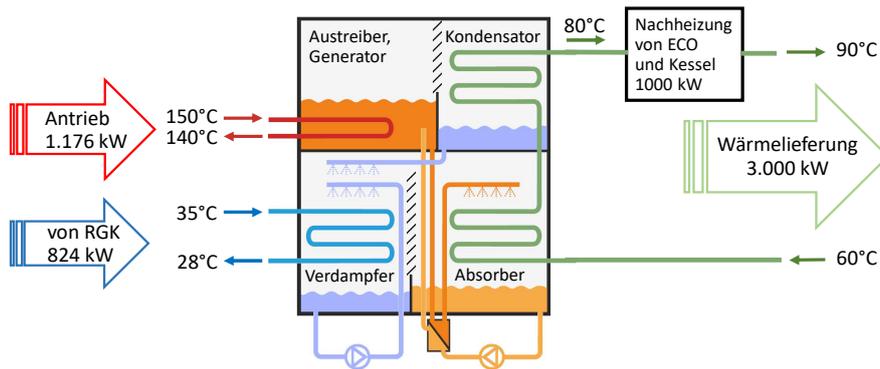
#### Auslegungsdaten:

- Rücklauftemperatur 60 °C
- Vorlauftemperatur 90 °C
- Leistung 3.000 kW
- Waldhackgut ATRO 18,77 MJ/kg
- Wassergehalt W45 45 %



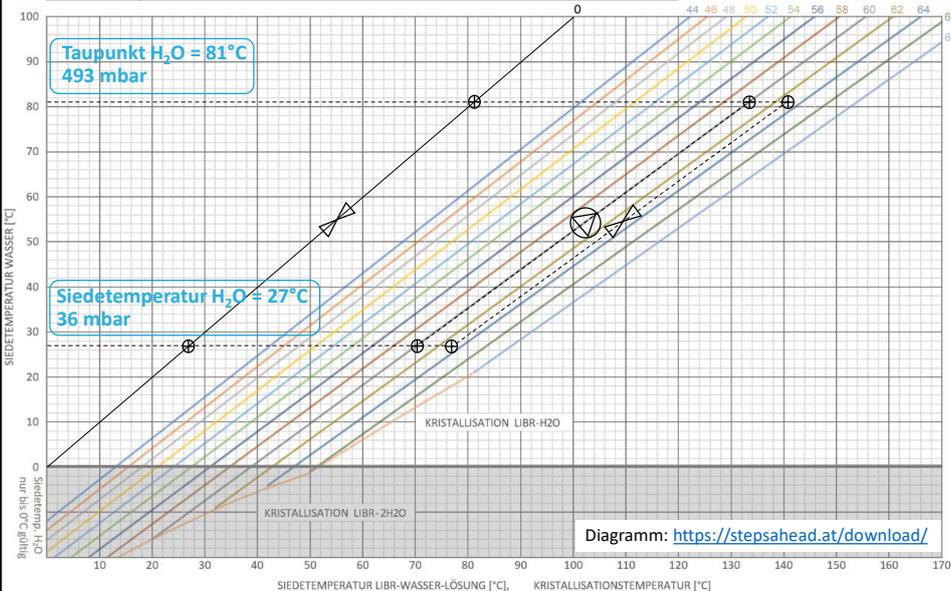
- Je kälter die RGK, desto höher der Ertrag!
- Kesselleistung benötigt für:
  - Antrieb der AWP
  - Nachheizen auf Zieltemperatur

Konzeptauslegungen werden normalerweise in 1 Arbeitstag bearbeitet: [office@stepsahead.at](mailto:office@stepsahead.at)



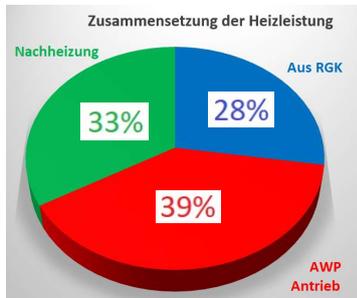
### Siedetemperaturen LiBr/H<sub>2</sub>O bei verschiedenen Konzentrationen

[kg LiBr / 100 kg Lösung]

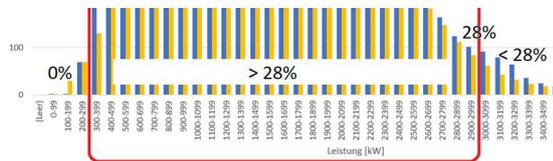


## Rauchgaskondensation (RGK) Biomasse:

Ertrag in MWh/Jahr aus der Rauchgaskondensation

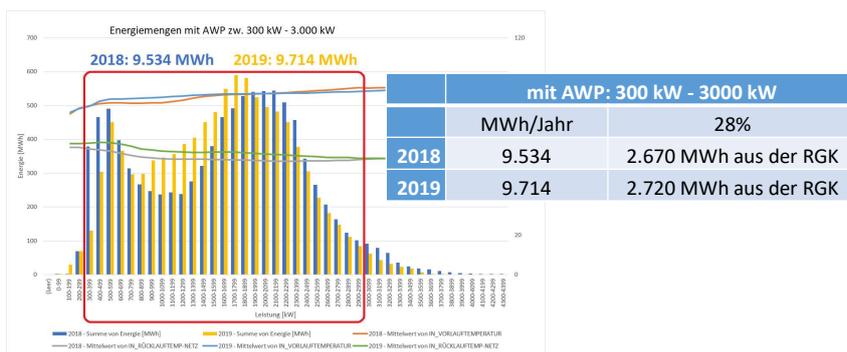


- Auslegungspunkt 3000 kW
  - (33% + 39%) = 72 % der Heizleistung vom Kessel
  - 28% der Heizleistung aus RGK
- Bei Teillast sind meist tiefere Temperaturen für die RGK und somit höhere %-Erträge erreichbar.
- Für eine vereinfachte Abschätzung wird der Ertrag mit dem %-Satz bei Nennlast berechnet. (Der real höhere Ertrag bleibt als Sicherheitszuschlag.)



## Jahresertrag (RGK) Biomasse:

Ertrag in EUR/Jahr aus der Rauchgaskondensation mit Absorptionswärmepumpe.



Bei EUR 30/MWh ergeben sich für durchschnittlich 2.700 MWh/Jahr aus der RGK somit ein **Jahresertrag** von EUR 2.700 \* 30 = **EUR 81.000**

Die **Projektkosten** müssen individuell ermittelt werden.  
Dies betrifft den Kessel, die Rauchgasanlage, die Wärmepumpe, allfällige Umbauten im Heizwerk, erzielbare Förderungen, etc...  
Für die meisten Heizwerke sind ROIs von 5 – 10 Jahren erreichbar.

**STEPSAHEAD**  
OPTIMIZED INDUSTRIAL ENERGY SYSTEMS

**StepsAhead Energiesysteme GmbH**

Merangasse 84, 8010 Graz, Austria

Tel.: +43 316 318 719

Fax: +43 316 318 719

office@stepsahead.at

Harald Blazek: +43 664 8427 954

Michael Barnick: +43 680 3030 627