

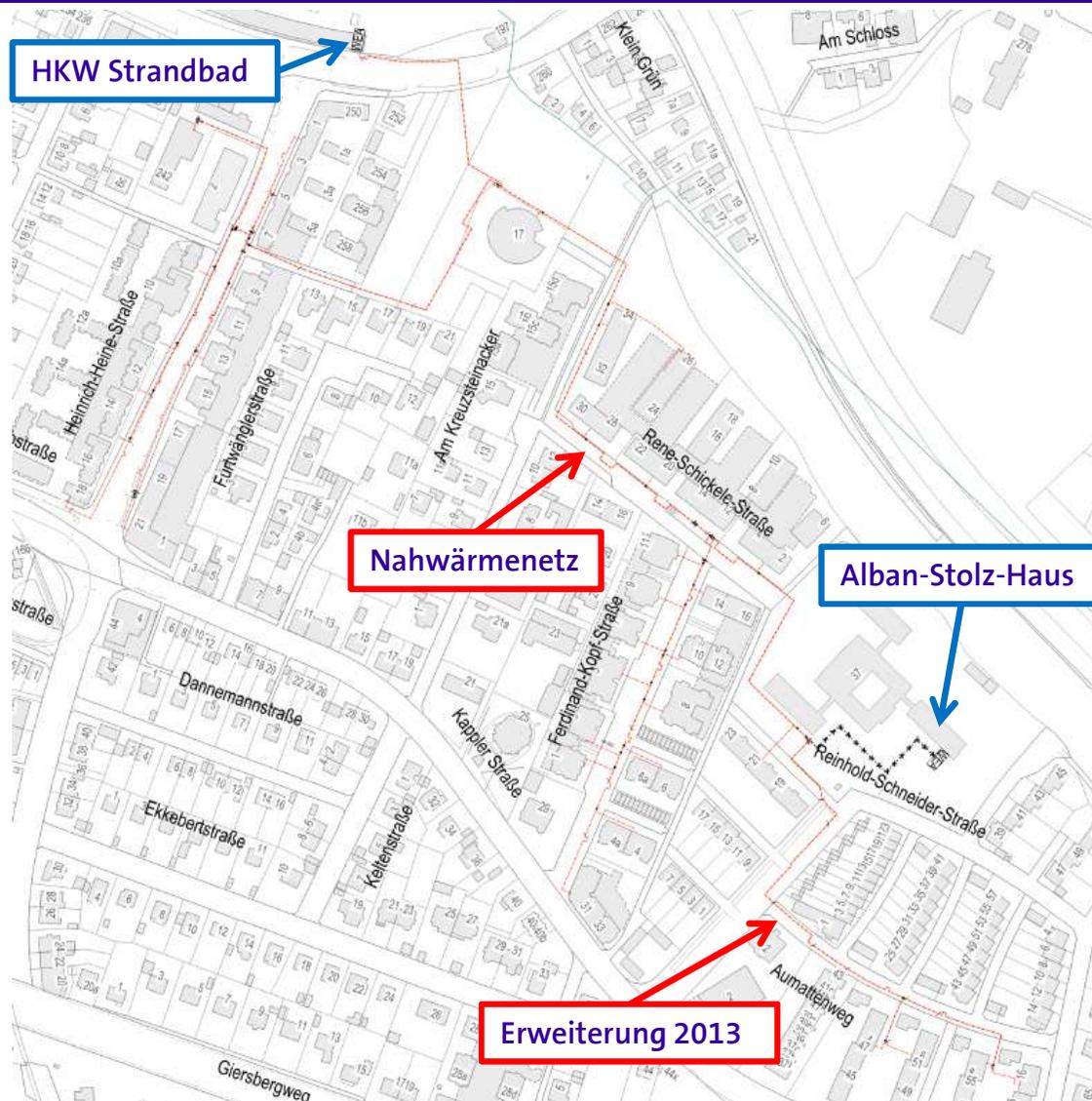
# BHKW-Stromerzeuger-Forum 2018

## Regio Freiburg

Blockheizkraftwerk Strandbad

Martin Barnsteiner

# Nahwärmenetz Kreuzsteinäcker Freiburg



## Daten Nahwärmenetz

- Hausanschlüsse 34 Stück
- Anschlussleistung 3.482 kW
- Leistungsbedarf Heizwerk 2.200 kW
- Wärmeabsatz 5.900 MWh/a.
- Länge Wärmenetz 2.652 m
- Wärmedichte 2,2 MWh/Tm

# Modernes Heizkraftwerk im Strandbad



Brennwertkessel Erdgas  
Fabrikat Hoval, 2 x 750 kW  
NT-Kessel Heizöl  
Fabrikat Buderus 1.700 kW

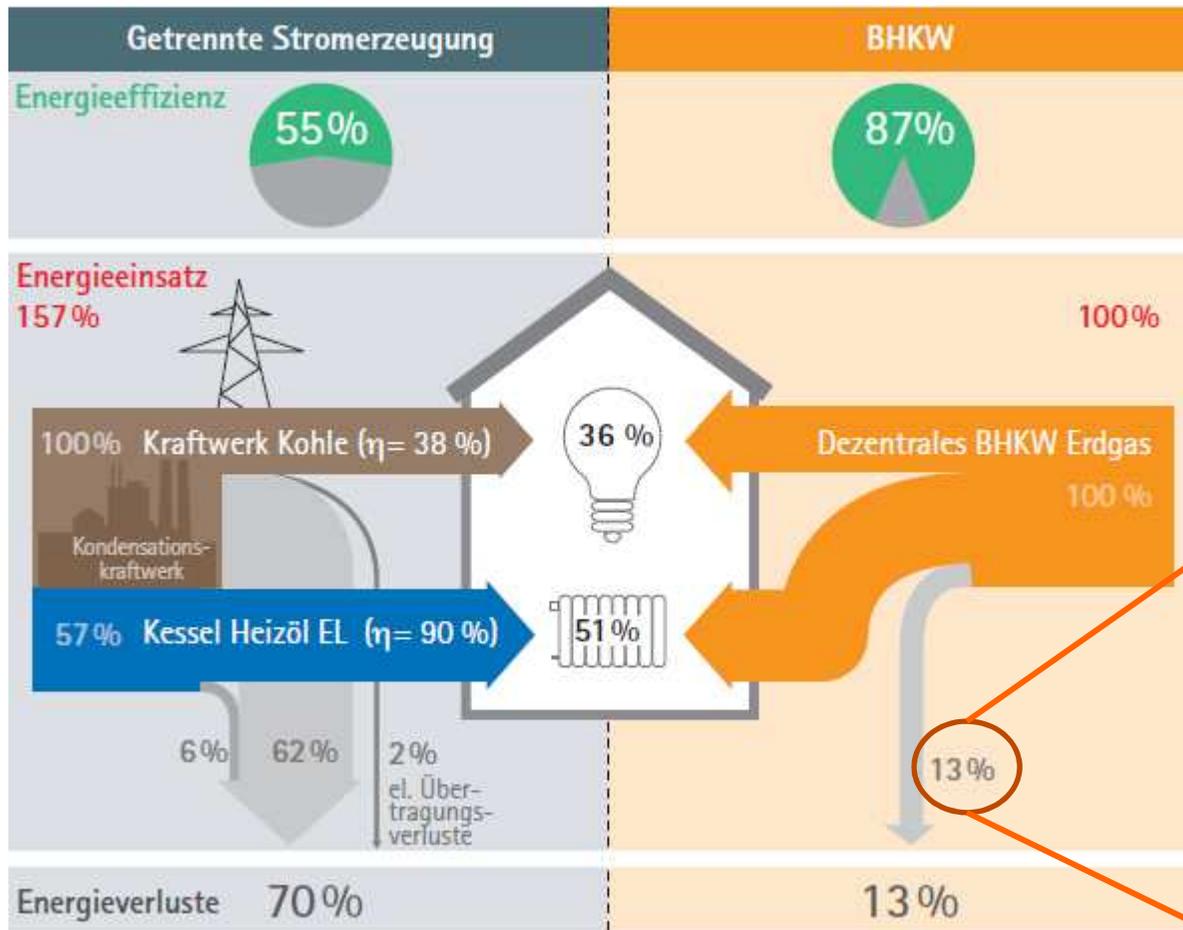


Blockheizkraftwerk  
Fabrikat MTU  
526 kWth, 420 kWel



Elektrische Wärmepumpe  
Fabrikat Combitherm  
215 kWth, - 54 kWel

# Primärenergieeinsparung Kraft-Wärme-Kopplung



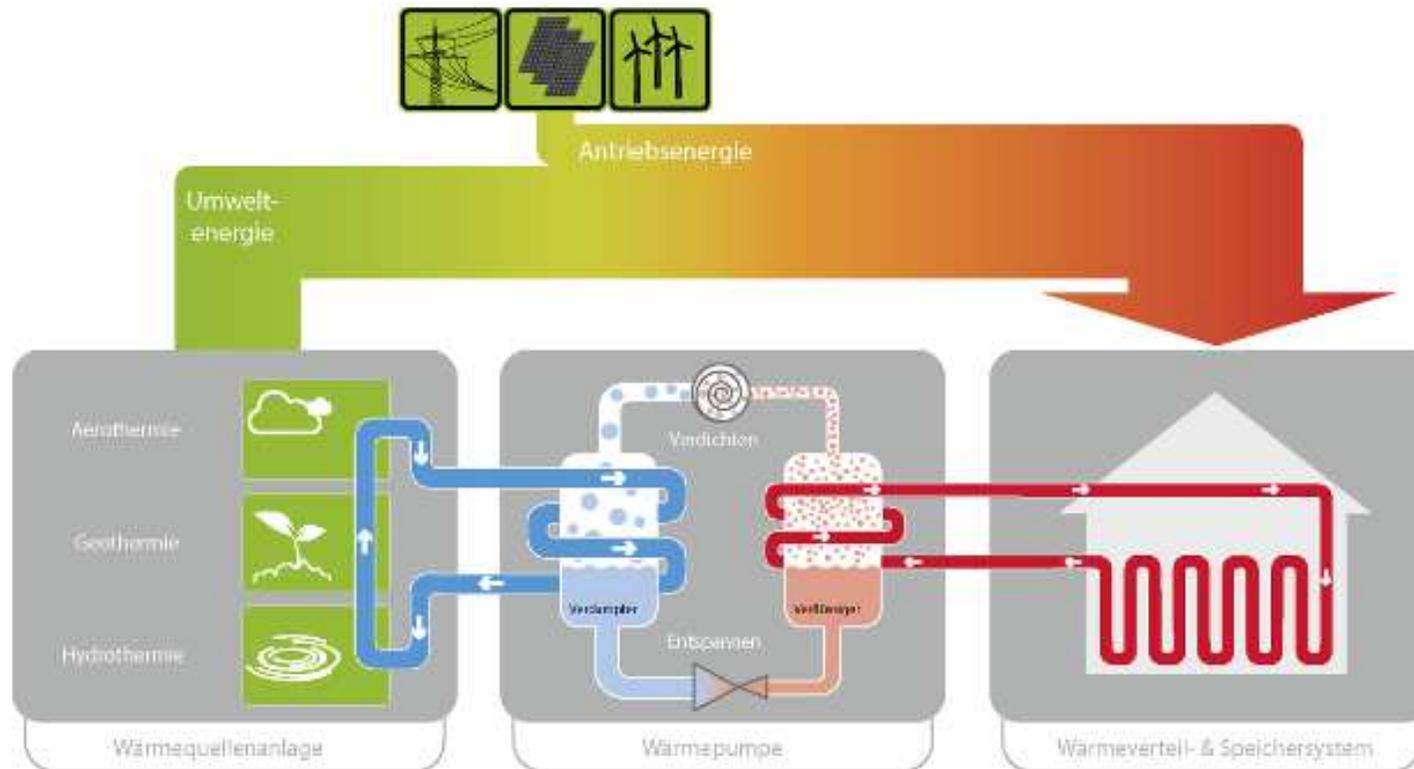
Durch die Einsparung von Primärenergie werden im Heizkraftwerk Strandbad ca. 790 t pro Jahr CO<sub>2</sub> Emission vermieden.

Wie können diese 13 % reduziert werden?

- Abgasverluste
- Wärmeabstrahlung
- 2. Gemischkühlerstufe

Einsparung Primärenergie\* durch BHKW: 36 %

# Funktionsweise einer Wärmepumpen



Wärmeaufnahme in der Wärmequelle => Übergabe der Wärme im Verdampfer der WP auf das Kältemittel => Erhöhung der Kältemitteltemperatur durch Verdichtung im Verdichter, hierfür wird elektrischer Strom benötigt => Abgabe der Wärme im Verflüssiger der WP vom Kältemittel auf die Wärmeverteilung (z. B. Heizung) => Abkühlung des Kältemittels durch Entspannung im Entspannungsventil => Wärmeaufnahme in der Wärmequelle

# Übliche Wärmeverluste beim BHKW

Abgas  
Temperatur 102 °C  
148 kW Abwärme



2. Gemischkühlerstufe  
Temperatur 42 °C  
32 kW Abwärme



Abluft  
Temperatur ca. 35 °C  
70 kW Abwärme vom  
Generator und Motor

# Deutliche Reduktion der Verluste

Abgas  
Temperatur 32 °C  
~~148 kW~~ 18 kW Abwärme



32 kW genutzt



2. Gemischkühlerstufe  
Temperatur 42 °C  
~~32 kW~~ 0 kW Abwärme

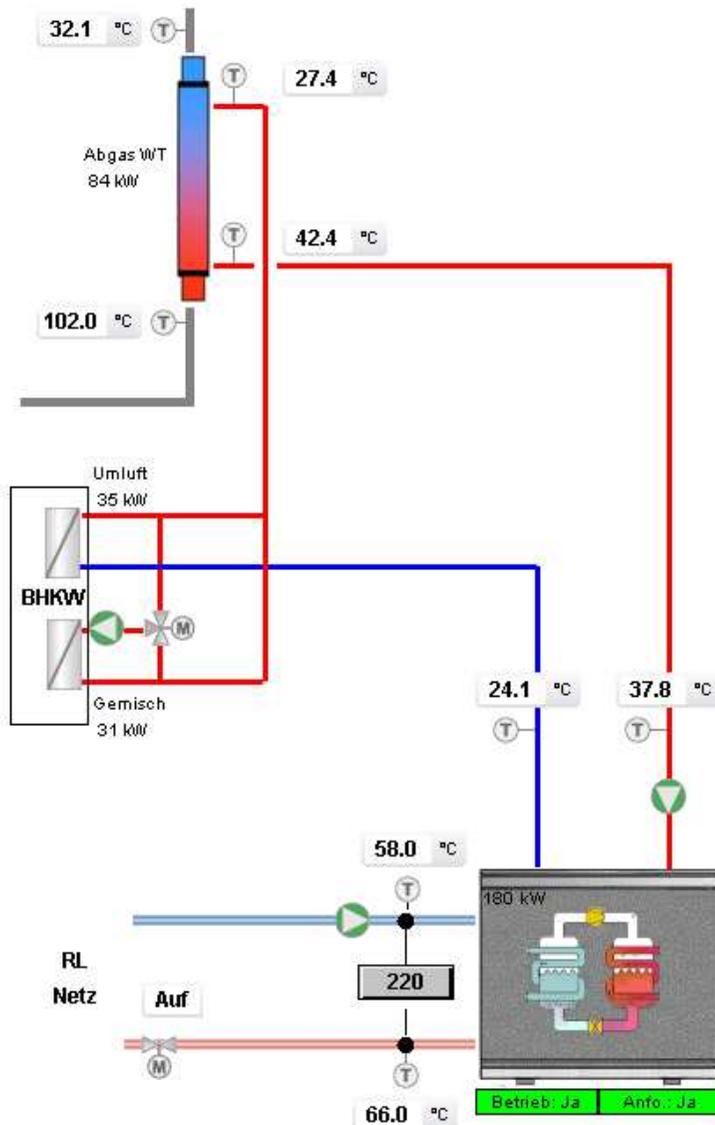


18 kW genutzt



Abluft  
Temperatur ca. 35 °C  
~~70 kW~~ 52 kW Abwärme  
vom Generator und Motor

# Höchste Effizienz durch Einsatz einer Wärmepumpe



Es werden alle Abwärmeströme mittels Wärmepumpe genutzt und das Abgas auf 32 °C abgekühlt, was zu einer sehr guten Brennwertnutzung führt und den Wirkungsgrad des Gesamtsystems auf **101 %** (bezogen auf  $H_i$ ) erhöht!

# IST-Werte aus Messdaten 2015



$$\text{COP} = \frac{\text{Energieabgabe}}{\text{Energieaufnahme}} = \frac{\text{Wärmeabgabe}}{\text{Stromaufnahme}}$$

2015	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
<b>COP</b>	4,01	4,00	4,04	3,97	3,88	3,78	3,59	3,93	3,95	4,07	4,03	4,09
<b>JAZ</b>	3,99											

Wirkungsgrad Wärmepumpe:

COP = Coefficient of Performance  
 JAZ = Jahresarbeitszahl, 3,99 bedeutet 399 %, d. h. aus einer kWh Strom ca. 4 kWh Wärme erzeugt werden

$$\text{eta} = \frac{\text{Energieabgabe}}{\text{Energieaufnahme}} = \frac{\text{Wärmeabgabe}}{\text{Erdgasaufnahme}}$$

2015	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
<b>eta</b>	87,70%	87,11%	87,25%	86,38%	85,06%	85,30%	83,82%	84,49%	86,08%	86,73%	87,14%	88,03%
<b>JNG</b>	86,69%											

Wirkungsgrad BHKW:

eta = Wirkungsgrad  
 JNG = Jahresnutzungsgrad 86,69 % bedeutet, dass aus 100 kWh(Hi) Erdgas im BHKW 86,69 kWh Strom und Wärme erzeugt werden

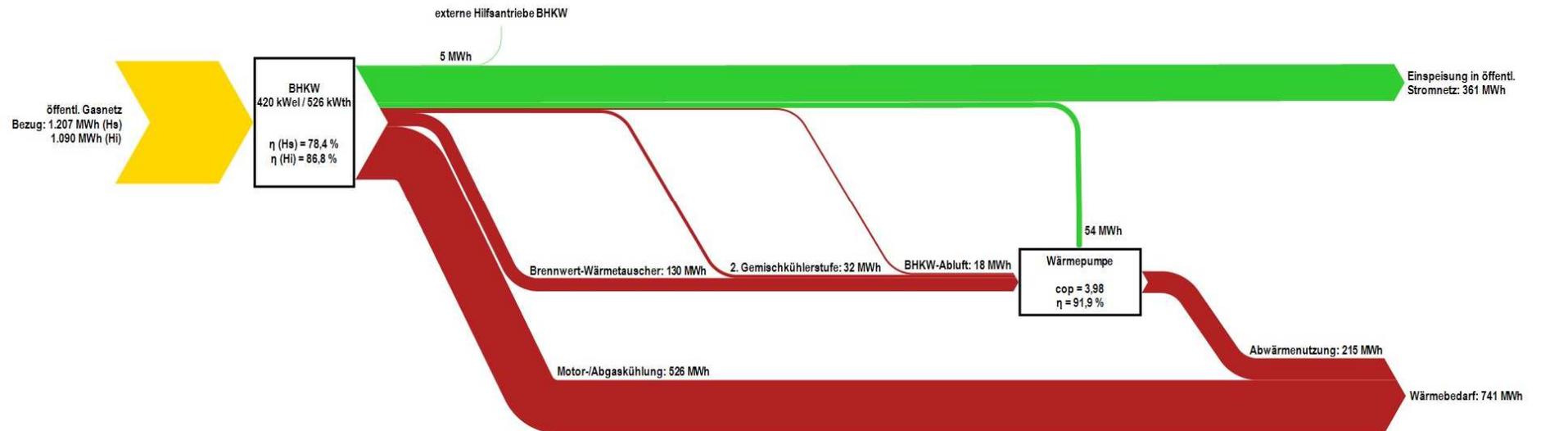
Wirkungsgrad Gesamtsystem  
 91,3 % bezogen auf den Brennwert Hs  
 101,1 % bezogen auf den Heizwert Hi

# Energieströme BHKW / Wärmepumpe

## BHKW-Strandbad

Jahresmengen

- █ Strom
- █ Wärme
- █ Erdgas



Input: 1.207 MWh (Hs)

$$\eta (Hs) = 1.102 \text{ MWh} / 1.207 \text{ MWh} = 91,3 \%$$

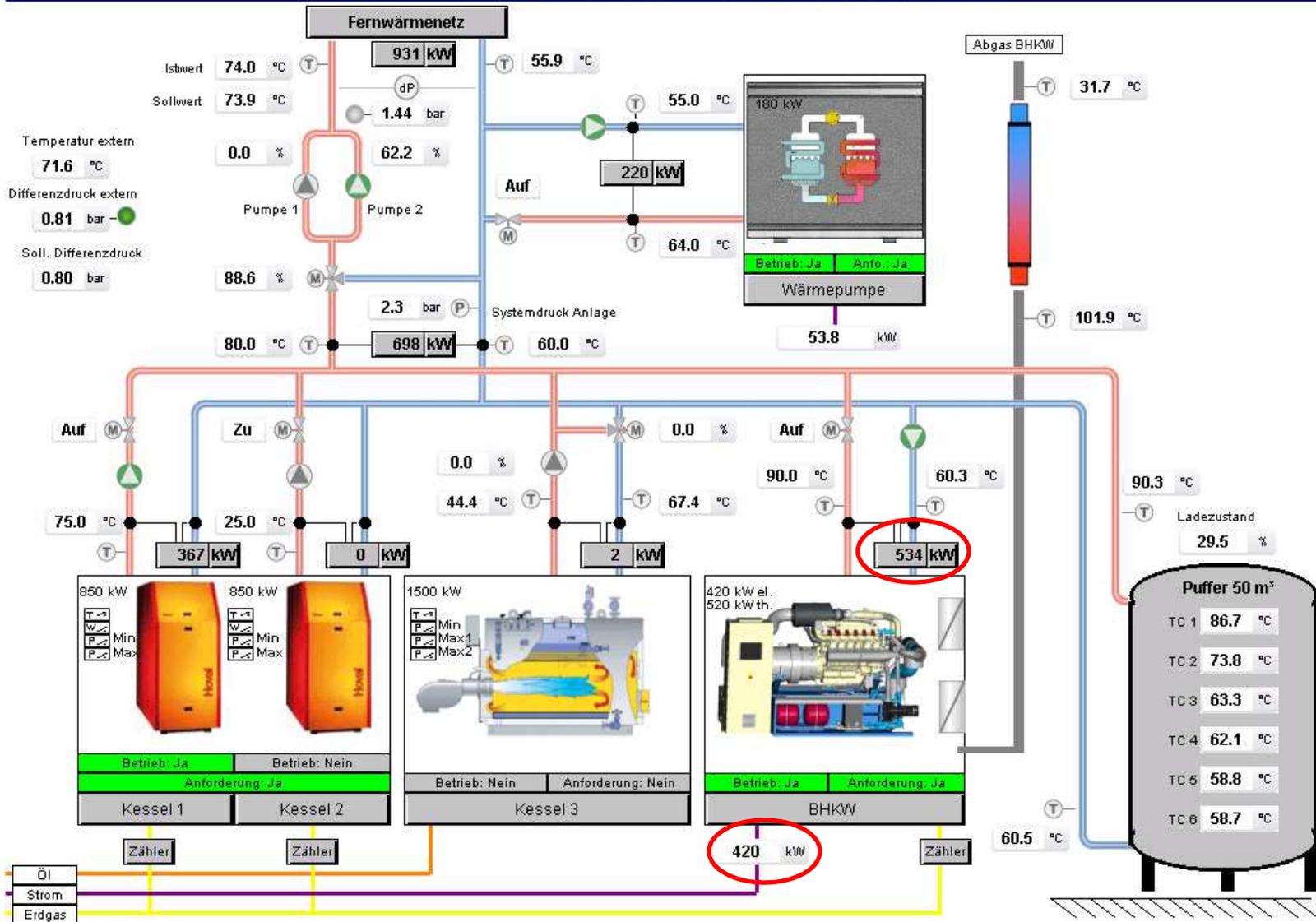
$$\eta (Hi) = 1.102 \text{ MWh} / 1.090 \text{ MWh} = 101,1 \%$$

Output: 1.102 MWh

\* Einheit kW ist im Sankey-Diagramm nicht darstellbar, Einheit MWh entspricht 1.000 Betriebsstunden

# Anlagenbetrieb am Mittwoch, 14.10.2015

10.3 °C      **Übersicht Heizung Kreuzsteinäcker Freiburg Schwarzwaldstr. 195**      14:44:53      14.10.15



## Erneuerung des BHKW

Am 09.11.2018 hatte das BHKW im Strandbad 36.530 Betriebsstunden.  
Der KWK-Bonus ist nach 30.000 Vollbetriebsstunden ausgelaufen.  
Die Grundüberholung würde bei 45.000 Betriebsstunden anstehen.



Das bestehende BHKW wird im März 2019 demontiert und durch ein neues, größeres und effizienteres BHKW mit einer elektrischen Leistung von 530 kW ersetzt.



Martin Barnsteiner/badenova Wärmeplus



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.  
Haben Sie noch Fragen?**

**Martin Barnsteiner**

Leitung Projektmanagement Urbane Energiesystem

badenovaWÄRMEPLUS

Tel. 0761 279-2204

[martin.barnsteiner@badenova.de](mailto:martin.barnsteiner@badenova.de)