

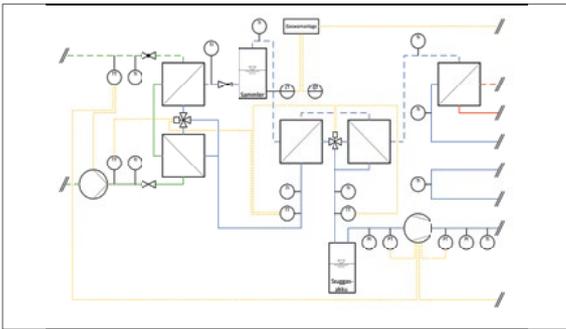


Benjamin Furmanky

| | |
|--------------|---|
| Diplomand | Benjamin Furmanky |
| Examinator | Prof. Stefan Bertsch |
| Experte | Prof. Dr. Max Ehrbar, Enertec AG, Sargans, SG |
| Themengebiet | Wärmepumpen und Geothermie |

Auslegung einer Hochtemperatur CO₂-Wärmepumpe mit Speicher

Variantenstudie und Detailkonzept für den Einsatz in einem Dampfbad

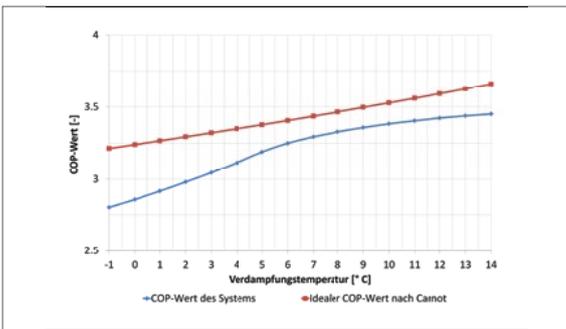


Verfahrensflussbild des Wärmepumpenkreislaufes mit effizientem Betrieb im Winter und im Sommer (Symbole nach SIA 410)

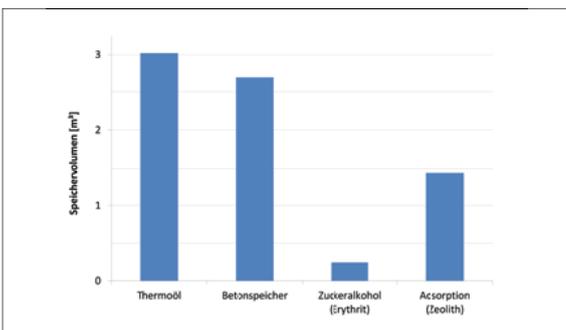
Ausgangslage: Im Bereich der Wärmeerzeugung werden herkömmliche Wärmepumpen überwiegend für tiefe Heiztemperaturen eingesetzt. Für Dampf- oder Industrieanlagen mit Verbrauchertemperaturen weit oberhalb von 65°C sind entsprechend hohe Temperaturhübe notwendig, wobei konventionelle Wärmepumpensysteme an ihre Grenzen stossen. Dementgegen können die nötigen Betriebsbedingungen mithilfe einer transkritischen CO₂-Wärmepumpe erreicht werden, die in der Lage ist, Systeme mit sehr hohen Vorlauftemperaturen zu versorgen. Um dabei einen entsprechend hohen Wirkungsgrad zu erzielen, sind seitens Wärmesenke tiefe Rücklauftemperaturen notwendig.

Ziel der Arbeit: Im Rahmen dieser Arbeit soll das vorhergehende Prinzip der transkritischen CO₂-Wärmepumpe an einem praktischen Beispiel aufgezeigt werden. Konkret wird ein möglicher Einsatz in einem Dampfbad vorgesehen, in dem drei Temperaturniveaus mit Wärmeenergie beliefert werden. Als Beispiel bietet sich die Versorgung eines Bodenheizungssystems mit 30–40°C, Heizkörper mit Systemtemperaturen von 60–80°C und eine Dampferzeugungsanlage mit 100–120°C. Als Wärmequelle wird mit einem Argenienetz gerechnet. Dieses weist, je nach Jahreszeit, Temperaturen von 5–20°C auf.

Ergebnis: Im Vergleich sticht besonders die Effizienz der Wärmepumpe mit Sauggasüberhitzung hervor. Lediglich die Handhabung der unterschiedlichen Quelltemperaturen erweist sich als komplex. Hierzu wird eine entsprechende Möglichkeit zur Steuerung des Systems vorgestellt. Im Speziellen eignen sich zwei in Serie geschaltete Wärmetauscher, die hydraulisch reguliert werden. Somit können COP-Werte von 2,8 bis 3,4 erreicht werden. Gegenüber herkömmlichen Wärmepumpensystemen findet die Wärmeabfuhr im transkritischen Kreislauf unter einem Temperaturglide statt. Aus diesem Grund kann bis zu 96 % des idealen Wirkungsgrades erreicht werden. Hinsichtlich der Energiespeicherung auf Temperaturen oberhalb von 100°C ergeben sich wiederum äusserst unterschiedliche Resultate. Soll beispielsweise Thermoöl als Speichermedium genutzt werden, so ist nach wie vor ein Speichervolumen von 3 m³ notwendig. Mit der Nutzung der latenten Wärme von Erythrit wird hingegen lediglich ein Volumen von 0,24 m³ benötigt. Ebenfalls erweist sich eine Speicherung mittels Adsorption als überaus komplex und aufwendig.



COP-Wert des Wärmepumpenkreislaufes im Zusammenhang mit der Verdampfungstemperatur (Toben = 122° C)



Vergleich der Speichervolumen für das Temperaturniveau von 100–120°C (für 30 kWh und ΔT von 20 K)