

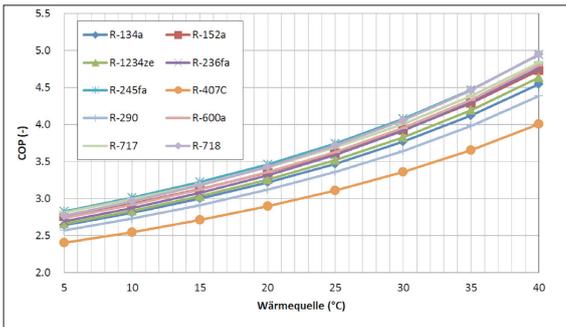


Roman Schwarz

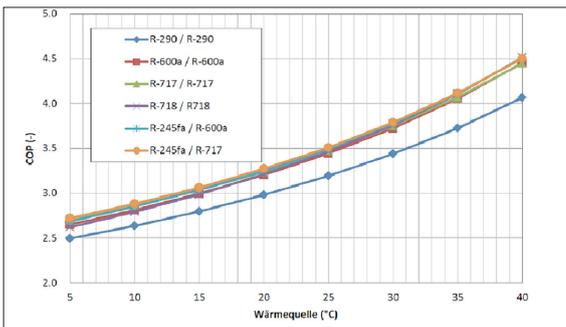
Diplomand	Roman Schwarz
Examinator	Prof. Stefan Bertsch PhD
Experte	Prof. Dr. Max Ehrbar, Enertec AG, Sargans, SG
Themengebiet	Wärmepumpen und Geothermie

Hochtemperatur-Wärmepumpe

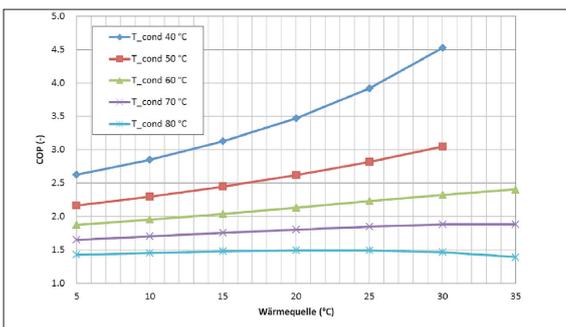
Möglichkeiten der Auslegung einer Hochtemperatur-Wärmepumpe im Bereich von 50–100 kW



Leistungszahl (COP) der zweistufigen Wärmepumpe mit Economizer bei einer Vorlauftemperatur von 80 °C



Leistungszahl (COP) der zweistufigen Wärmepumpe (Kaskade), Vorlauftemperatur 80 °C



Leistungszahl (COP) der transkritischen Wärmepumpe mit Kältemittel CO₂, Hochdruck begrenzt bei 200 bar

Ausgangslage: In der Industrie und im Gewerbe besteht ein Bestreben, ungenutzte Wärmequellen wie die Abwärme aus Kühlprozessen gewinnbringend zu nutzen. Diese oftmals nicht direkt einsetzbaren Wärmequellen können durch den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen innerhalb des Betriebes für andere Prozesse, z. B. im Hochtemperaturbereich (80–100 °C), energetisch genutzt werden. Bislang wird das grosse Potenzial der günstigen Industrieabwärme jedoch kaum genutzt, da die Technologie noch nicht weit verbreitet ist. Es besteht daher ein Entwicklungsbedarf.

Ziel der Arbeit: Ziel dieser Arbeit ist, eine Hochtemperatur-Wärmepumpe mit einer Wärmeleistung im Bereich von 100 kW auszulegen. Dabei stehen folgende Fragestellungen im Vordergrund:

- Welche Effizienz kann erreicht werden?
- Welche Komponenten und Kältemittel sind geeignet?
- Welche Bedingungen müssen in der Praxis eingehalten werden?
- Wie hoch ist die Wirtschaftlichkeit einer Anlage?

Ergebnis: Die Auswertungen der Simulationen haben gezeigt, dass mit dem Konzept «zweistufige Wärmepumpe mit Economizer» die höchste Effizienz erzielt werden kann. COP-Werte bis knapp 5 sind möglich bei einer Wärmequelle von 40 °C und einer Vorlauftemperatur von 80 °C. Eine ähnlich gute Effizienz (COP-Werte bis 4,5) kann mit dem Konzept «zweistufige Wärmepumpe (Kaskade)» erreicht werden. Die beiden zweistufigen Konzepte schneiden gegenüber den beiden anderen Konzepten («einfacher Kreislauf» und «transkritische Wärmepumpe») nicht nur punkto Effizienz besser ab, es ist auch einfacher, Verdichtertypen für den gegebenen Einsatzbereich zu finden. Zwischen natürlichen und synthetischen Kältemitteln konnten in Bezug auf die Effizienz nur geringe Differenzen festgestellt werden. Dies spricht für einen Einsatz von natürlichen Kältemitteln wegen der teilweise deutlich tieferen GWP/TEWI-Werte. Als Komponenten in Hochtemperatur-Wärmepumpen eignen sich als Verdichter vor allem Scroll-Verdichter wegen der verfügbaren Produktpalette. Bei den Wärmetauschern ist der Einsatz von Plattenwärmetauschern wegen ihres kleinen Bauvolumens und der grossen Wärmeübertragungsleistung sinnvoll. Bei den Expansionsventilen ist das elektronische dem thermostatischen Expansionsventil wegen der tieferen Sauggasüberhitzung vorzuziehen. Eine Wirtschaftlichkeitsrechnung hat gezeigt, dass die Amortisationsdauer einer Hochtemperatur-Wärmepumpe mit 100 kW thermischer Leistung im Bereich von fünf bis zehn Jahren liegt.