

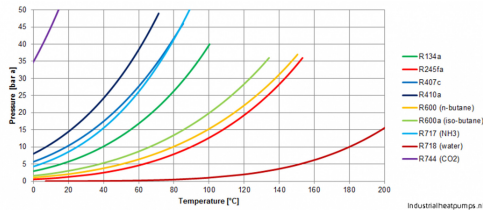


Flavio Ryser

Diplomand	Flavio Ryser
Examinator	Prof. Stefan Bertsch
Experte	--
Themengebiet	Wärmepumpen und Geothermie

# Wärmepumpen mit Kältemittel Wasser

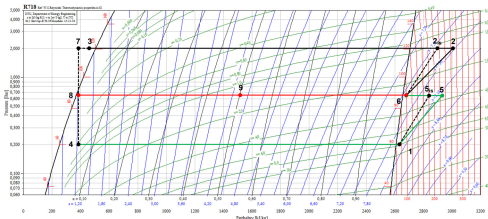
## Untersuchung von möglichen Anwendungen



Temperaturverlauf bei der Verdampfung von häufig verwendeten Kältemitteln

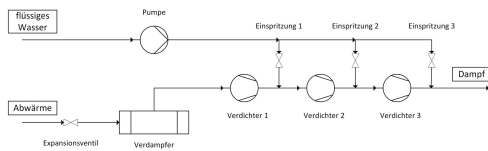
**Ausgangslage:** Aus der heutigen Zeit sind Kältemaschinen und Wärmepumpen, welche durch thermodynamische Kreisläufe die Verdampfungs- und die Kondensationswärme nutzen, nicht mehr wegzudenken. Die zum Betreiben dieser Anlagen benötigten Kältemittel haben in letzter Zeit immer wieder für Gesprächsstoff gesorgt. Durch die neuen Verordnungen wurden die herkömmlichen Kältemittel immer mehr durch natürliche Kältemittel abgelöst. Da Wasser zu diesen natürlichen Kältemitteln gehört, wurde der Einsatz von Wasser als Kältemittel in den letzten Jahren immer interessanter. Jedoch gibt es noch mehrere Hindernisse zu überwinden, um marktfähige Produkte mit dem Kältemittel Wasser auf den Markt bringen zu können.

**Ziel der Arbeit:** Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung von Wasser als Kältemittel in Hochtemperatur-Wärmepumpen. Zusätzlich sollen ausgewählte Konzepte berechnet und durch energetische Simulationen besser veranschaulicht werden. Diese Arbeit soll jedoch nicht nur Hochtemperatur-Wärmepumpen behandeln, sondern auch auf andere mögliche Konzepte und Prozesse eingehen, welche mit dem Kältemittel Wasser möglich sind.



Economizer Kreislauf im log(p)-h-Diagramm

**Ergebnis:** Der Einsatz von Wasser als Kältemittel in Hochtemperatur-Wärmepumpen kann durch die heute verfügbaren Apparaturen umgesetzt und auch wirtschaftlich betrieben werden. Jedoch entstehen durch die physikalischen Eigenschaften von Wasser sehr grosse Belastungen für die Verdichter. Deshalb werden in Hochtemperatur-Wärmepumpen, welche mit dem Kältemittel Wasser arbeiten, hauptsächlich Turboverdichter oder Ringflüssigkeitsverdichter eingesetzt. Diese sind in der Lage, die entstehenden Druckverhältnisse und die grossen Volumenströme zu bewältigen. Wasser kann sowohl in offenen, wie auch in geschlossenen Prozessen, als Kältemittel verwendet werden. Für einen geschlossenen Prozess empfiehlt sich eine Wärmepumpe, welche mit einem Economizer als Zwischenwärmetauscher ausgerüstet ist. Dabei werden die maximal erreichbaren Temperaturen durch die entstehenden Belastungen für die Verdichter beschränkt. Die Leistungszahlen nehmen ausserdem mit steigender Kondensationstemperatur stark ab. Die Dampferzeugung in einem offenen Prozess ist ebenfalls eine mögliche Anwendung. Dabei kann Dampf effizienter erzeugt werden, wenn man zwischen den Verdichtungsstufen flüssiges Wasser als Zwischenkühlung einspritzt. Je nach dem ob Turboverdichter oder Flüssigkeitsringverdichter eingesetzt werden, muss mit einer unterschiedlichen Anzahl Verdichter gearbeitet werden. Der Grund dafür ist, dass die Flüssigkeitsringverdichter grössere Druckverhältnisse als die Turboverdichter bewältigen können.



Verfahrensflussbild: Zwischenkühlung durch Einspritzen von flüssigem Wasser