

# Kleinwärmepumpe mit Ammoniak

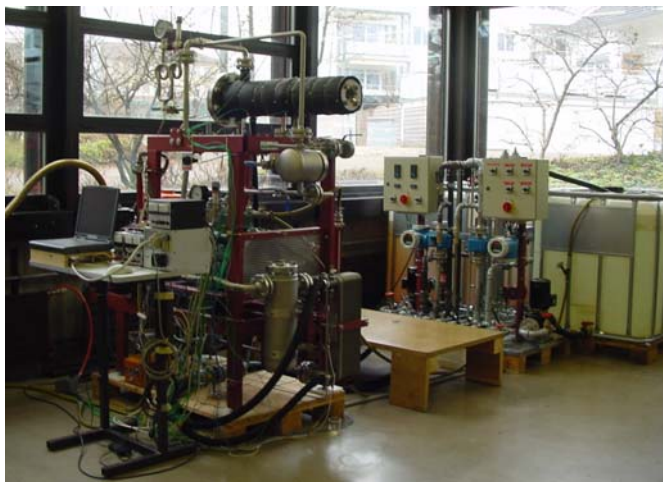
**Name des Diplomanden:** Christian Savino

**Name des Examinators:** Prof. Dr. Th. Kopp

**Vertiefungsrichtung:** Energietechnische Apparate und Anlagen

## Kurzfassung der Diplomarbeit

Im Rahmen dieser Diplomarbeit ging es in der ersten Phase um die Fortführung und Beendigung der Arbeit an der  $\text{NH}_3$ -Wärmepumpe mit Dieselmotorantrieb. In der zweiten Phase wurde die Möglichkeit untersucht, die bestehende Anlage mit einstufiger Kompression in eine Anlage mit zweistufiger Kompression mit Zwischendruckgefäss umzubauen. Die wesentlichen Arbeiten waren die Herstellung und Konstruktion der noch fehlenden Bauteile (Schlauchverbindungen, Datenerfassung, etc.), der Zusammenbau der Anlage, das Ausmessen und Bewerten der Anlage und die Berechnung und Konstruktion des Umbaus in eine zweistufige Wärmepumpe.



Ammoniak ist ein natürliches Kältemittel und wird seit langem in grossen Kälteanlagen eingesetzt. Das Institut für Energietechnik der HSR entwickelt eine Kleinwärmepumpe mit Ammoniak mit einer thermischen Leistung von etwa 17 kW. Die Anlage kann wahlweise mit einem Dieselmotor und einem Elektromotor mit Frequenzumformer angetrieben werden. Um die einstufige Kleinwärmepumpe ausmessen und bewerten zu können, wurden sechs Messungen durchgeführt. Die Eckdaten der einzelnen Messungen betragen  $B_0/W_{30}$  ( $B$  =

Vorlauftemperatur Sole,  $W$  = Vorlauftemperatur Wasser),  $B-5/W_{30}$ ,  $B-5/W_{35}$ ,  $B-10/W_{35}$ ,  $B-10/W_{40}$  und  $B-10/W_{45}$ . Die ersten drei Messungen wurden mit der maximal möglichen Drehzahl durchgeführt. Bei den anderen Messungen musste die Drehzahl angepasst werden, da die Vibrationen der Anlage zu gross wurden. Die Auswertungen ergaben reale Wirkungsgrade (COP) von etwa 2 bis 3.5. Die abgegebenen Wärmeleistungen an den Warmwasserkreislauf erreichten Werte zwischen 5.6 und 11.7 kW. Der Gütegrad der Messungen schwankte zwischen 0.36 und 0.41. Bei allen Messungen ging die Energiebilanz nicht auf. Alle Bilanzen wiesen einen relativ grossen Energieverlust auf. Die Kleinwärmepumpe funktioniert recht gut, ist aber noch nicht praxistauglich. Die vom Dieselmotor verursachten Schwingungen sind für die ganze Anlage nicht optimal. Die grossen Energieverluste sind vermutlich hauptsächlich auf die Reibung bei der Übersetzung und der Lagerung der Antriebswelle zurückzuführen.

Wenn bei Kolbenverdichtern ein Druckverhältnis von etwa 6 bis 7 überschritten wird, ist es ratsam zu prüfen, ob eine mehrstufige Verdichtung wirtschaftlicher und betriebssicherer wäre. Es lässt sich dann die Überhitzungstemperatur und die Antriebsleistung vermindern. Für die Berechnungen wurden die Temperaturen  $-12^\circ\text{C}$  und  $60^\circ\text{C}$  bestimmt. Beim Kolben für die Hochdruckseite muss der Durchmesser auf 41.8 mm abgeändert werden. Dementsprechend müssen auch der Massenausgleich und der Momentenausgleich des Verdichters angepasst werden. Mit dieser Arbeit konnten erstmals Messdaten von der vorliegenden Diesel-Kleinwärmepumpe mit Ammoniak ermittelt werden.