Kleinwärmepumpe mit Ammoniak : Phase 2: Bau eine Funktionsmusters

Autor(en): **Zogg, Martin**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **94 (2002)**

Heft 5-6

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-939641

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Kleinwärmepumpe mit Ammoniak, Phase 2: Bau eines Funktionsmusters

■ *Martin Zogg*

Die heute in Kälteanlagen und Wärmepumpen noch zugelassenen Fluorkohlenwasserstoff-Kältemittel (FKW) sind zwar keine Gefahr mehr für die Ozonschicht. Es sind aber naturfremde Stoffe, die schlecht abgebaut werden und ein hohes Treibhauspotenzial aufweisen. Befürchtungen über schädliche Auswirkungen toxischer Abbauprodukte (insbesondere Trifluoressigsäure) lassen einen Übergang zu natürlichen Kältemitteln ratsam erscheinen. Ammoniak nimmt unter den natürlichen Kältemitteln dank seinen für Kaltdampfprozesse (Kältemaschinen, Wärmepumpen) hervorragenden Stoffwerten eine besondere Stellung ein. Es hat sich deshalb bei Grossmaschinen längst durchgesetzt. Der Verwendung in Kleinwärmepumpen standen bisher folgende Nachteile entgegen: Giftigkeit, Brennbarkeit, hohe Kompressoraustrittstemperatur und Notwendigkeit der Verwendung von kupferfreien Werkstoffen.

Voruntersuchungen im BFE-Projekt «Kleinwärmepumpe mit Ammoniak» zeigten, dass sich Ammoniak bei Kleinwärmepumpen im Falle eines Lecks durch Adsorption an geeignete Feststoffe binden lässt. Die Idee ist, das Wärmepumpengehäuse mit einer Adsorptionsmittelschicht als Ammoniakfalle einzusetzen. Versuche mit chemischer Bindung des Ammoniaks an Kupfersulfat haben die grundsätzliche Realisierbarkeit dieses Prinzips nachgewiesen. Giftigkeit und Brennbarkeit dürften damit auch für die hohen Anforderungen in Wohnhäusern beherrschbar sein. Als Hindernisse für den Einsatz von Ammoniak in Kleinwärmepumpen bleiben dann noch die durch die geringe Wärmekapazität des gasförmigen Ammoniaks bedingte hohe Kompressoraustrittstemperatur bei einstufigem Betrieb und die geringe Auswahl an ammoniakbeständigen Anlagekomponenten.

Zur drastischen Reduktion der Kompressoraustrittstemperatur wurde bereits in der ersten Projektphase die Verwendung eines Flügelzellenverdichters (Vielzellenverdichter) mit starkem Ölumlauf zur Gaskühlung während des Verdichtungsvorgangs als mögliche Lösung erkannt. Sie wurde nun in der zweiten Projektphase realisiert. Es waren dazu allerdings unerwartet viele technische Schwierigkeiten zu überwinden. Als bedeutendste Probleme seien erwähnt:

- Genügende Ölabscheidung für den in Bezug auf den Kältemittelmassenstrom sehr grossen Öldurchsatz des Flügelzellenverdichters
- Beschaffung kleiner Armaturen, welche mit Ammoniak verträglich sind
- Schlechte Ammoniakverträglichkeit der Messgeräte (trotz gegenteiliger Beteuerungen der Lieferanten)
- Verschmutzung (auch Wasser) im Kältekreislauf
- Keine ammoniakbeständigen Wärmeübertrager mit genügender Festigkeit für einen Kondensationsdruck von 23,1 bar (entspricht einer Kondensationstemperatur von 65 °C) verfügbar.

Nach erheblichen Problemen mit den zwei ersten Funktionsmustern gelang es beim dritten Funktionsmuster erstmals, eine Kleinwärmepumpe für den Sanierungsmarkt mit Ammoniak als Kältemittel mit einem Temperaturhub von –15 °C (Sole als Wärmequelle) auf +65 °C (Wasser zur Heizung als Wärmesenke) zu betreiben. Und dies erst noch mit vielversprechender Effizienz!

Eine befriedigende Lösung insbesondere des Ölabscheidungsproblems wurde allerdings erst beim vierten Funktionsmuster gefunden (Bild 1). Die Ölabscheidung erfolgt nun aufwendig in zwei Stufen: Grobabscheidung in einem Zentrifugalabscheider mit nachgeschalteter Feinabscheidung in einem Koagulationsabscheider. Zudem wurden die Komponenten und Rohrleitungen der Wärmepumpe so angeordnet, dass die geringe Menge von doch noch durchgehendem Schmieröl problemlos zum Ölreservoir herausfliessen kann. Auch für die Nutzung der Abwärme aus dem Schmierölumlauf und des drehzahlvariablen Elektromotors musste ein für Kleinwärmepumpen erheblicher Aufwand in Kauf genommen werden. Zur Erhöhung der Wärmeleistung bei grossen Temperaturhüben wurde eine zweistufige Entspannung mit Zwischenansaugung eines Teilstroms ab dem Mitteldruckniveau realisiert (Economizerschaltung).

Die Energieeffizienz der neuen Lösung vermag mit den besten Wärmepumpen mit FKW-Kältemitteln zu konkurrieren. Wurde doch beispielsweise bei einer Soleeintrittstemperatur von –16 °C und einer Heizwasseraustrittstemperatur von 51,5 °C eine erfreuliche Leistungszahl von 2,4 beziehungsweise ein Gütegrad von 0,499 ermittelt. Diese Werte gelten allerdings ohne die Verluste für die Hilfsantriebe, und sie wurden durch Hochrechnung der Versuchsergebnisse auf geringere Temperaturdifferenzen in besseren Wärmeübertragern gewonnen.

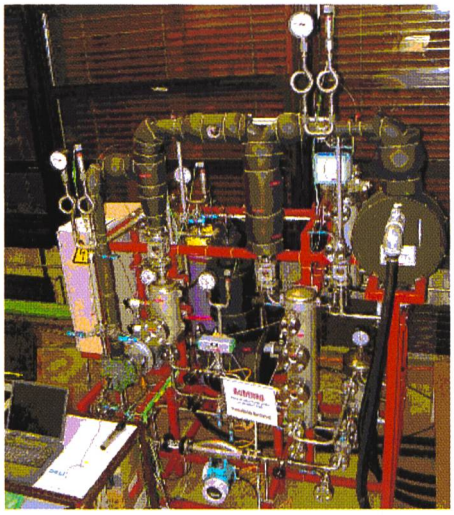

Bild 1. Versuchsanlage einer Ammoniak-Kleinwärmepumpe an der Hochschule Rapperswil [aus Schlussbericht].

Ausführlicher Schlussbericht zu diesem BFE-Forschungsprojekt:
Th. Kopp: Kleinwärmepumpe mit Ammoniak, Schlussbericht zur Phase 2, Bundesamt für Energie 2001.
Download aus www.waermepumpe.ch/fe Rubrik «Berichte»
Bestellung der schriftlichen Fassung unter der Projektnummer 38370 bei:
ENET, Egnacherstrasse 69, 9320 Arbon, 071 440 02 55, enet@temas.ch

Die Machbarkeit einer Ammoniak-Kleinwärmepumpe für den Sanierungsmarkt wurde mit diesem Projekt nachgewiesen. Das neue Funktionsmuster ist in einer nächsten Phase noch gründlich auszumessen. Bei vielversprechenden Ergebnissen müssen rigorose Vereinfachungen realisiert werden. Sonst ist der Aufwand für eine solche Kleinwärmepumpe mit Ammoniak als Kältemittel für eine Kommerzialisierung zu gross.

Anschrift des Verfassers
Dr. *Martin Zogg*, Forschungsprogrammleiter Umgebungswärme, Abwärme, WKK (UAW) des Bundesamts für Energie, www.waermepumpe.ch/fe, martin.zogg@bluewin.ch