

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 94 (2002)
Heft: 5-6

Artikel: Kleinwärmepumpe mit Ammoniak : Phase 2: Bau eine Funktionsmusters
Autor: Zogg, Martin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-939641>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://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 Kompressorausstrittstemperatur 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 Kompressorausstrittstemperatur bei einstufigem Betrieb und die geringe Auswahl an ammoniakbeständigen Anlagekomponenten.

Zur drastischen Reduktion der Kompressorausstrittstemperatur wurde bereits in der ersten Projektphase die Verwendung eines Flügelzellenverdichters (Vielzellenverdichter) mit starkem Ölumlauf zur Gaskühlung während des Verdichtungs Vorgangs 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 Temperaturhuben 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 Heizwasser-austrittstemperatur 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

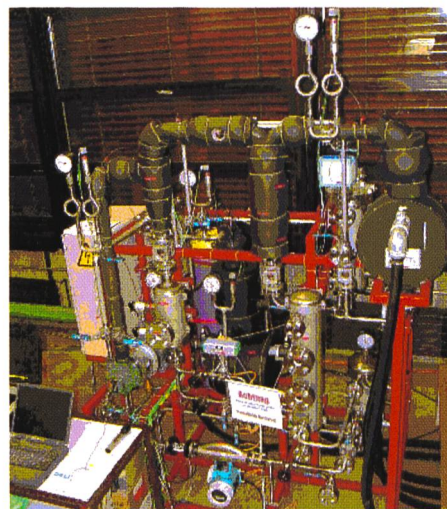


Bild 1. Versuchsanlage einer Ammoniak-Kleinwärmepumpe an der Hochschule Rapperswil [aus Schlussbericht].

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

Hilfsantriebe, und sie wurden durch Hochrechnung der Versuchsergebnisse auf geringere Temperaturdifferenzen in besseren Wärmeübertragern gewonnen.

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