

Wärmepumpen-Fachtagung in Burgdorf

Alan C. Hawkins,
beratender
Energieingenieur

Optimieren, Testen und neue Ideen

An der 12. Tagung des Forschungsprogramms «Umgebungswärme, Wärmekraftkopplung, Kälte» in Burgdorf wurde der Schwerpunkt auf Wärmepumpentechnologie gesetzt.



Fritz Güdel, Leiter Fachbereich Maschinentechnik begrüsst die zahlreich erschienenen Tagungsteilnehmer.

Die traditionelle Burgdorfer Tagung ist nach wie vor sehr beliebt und lockte auch dieses Jahr rund 150 Teilnehmer aus der Heizungs-, Klima- und Kältebranchen sowie Vertreter der Energiewirtschaft an die HTI Burgdorf. Eine gelungene Mischung aus Praxisberichten, neusten Erkenntnissen aus der Forschung und aktuellen Ansätze für die Energienutzung wurde dem interessierten Fachpublikum präsentiert.

Wärmepumpendesign – Exergieanalyse als Hilfe

Thomas Kopp, Programmleiter beim Bundesamt für Energie BFE eröffnete die Tagung mit der Frage, wie der Wirkungsgrad von Wärmepumpen erhöht werden könne. Der reale Praxiswirkungsgrad liegt immer noch drei- bis viermal tiefer als der (theoretisch) optimale Carnot-Wirkungsgrad. Kopp präsentierte die Ergebnisse einer Exergie-Analyse, deren Resultate zeigen, dass Verbesserungen möglich sind – vor allem in den Bereichen Verdichtung, Wärmetauscher-Design und in der Nutzung der Expansionsarbeit. Es seien gemäss Kopp seitens der Industrie grössere Anstrengungen nötig, um bereits bekannte Verbesserungen umzusetzen. Diese führen jedoch oft zu höheren Produktionskosten. Trotzdem wurden in letzter Zeit neue Apparate und Methoden lanciert wie zum Beispiel magnetgelagerte Turboverdichter, neue Scroll-Verdichter für das Arbeitsmittel Ammoniak und neuartige Wärmeaustauscher.

Vereisungen im Griff

Lamellen-Wärmetauscher von Luft-Wasser-Wärmepumpen neigen bei Temperaturen knapp über null Grad oft zu Eisbildung. An der Hochschule für Technik und Architektur in Luzern befasst sich eine Gruppe von Fachleuten mit der Optimierung der Luftkühlergeometrie, sowohl theoretisch als auch experimentell. Rasid Sahinagic präsentierte die Ergebnisse erster

Forschungsarbeiten in diesem Bereich. Die thermischen Eigenschaften der Frostschicht, ihre Struktur und die Möglichkeiten, durch geschickte Geometrien der Luftkühler Verstopfungen und Druckverluste zu vermeiden, wurden präsentiert und diskutiert. In einem zweiten Teil des Projektes sollen laut Sahinagic die Geometrien der Luftkühler mittels mathematischer Modellierung optimiert und Fragen zur Optimierung der Produktionskosten untersucht werden.

Abtauung ohne Heissgas

Passend zum vorangehenden Beitrag referierte Peter Hubacher anschliessend über Prüf- und Feldmessungen, die im Rahmen eines Projektes an der Interstaatlichen Hochschule für Technik NTB in Buchs gemacht wurden. Hier ging es nicht um die Vereisung von luftbeaufschlagten Verdampfern, sondern um deren Abtauen. Als Alternative zur Heissgasabtauung stellte Hubacher die Abtauung mit Hilfe des Ventilators der Luft-Wasser Wärmepumpe vor. Gute Resultate sollen laut Hubacher bis auf +2 °C hinunter möglich sein und es kann damit einiges an (Abtau-)Energie eingespart werden. Bei tieferen Temperaturen könne die dann notwendige aktive Abtauung energetisch kostengünstiger realisiert werden, wenn eine Saugdrucksteuerung eingesetzt würde, meinte Hubacher.

Wärme aus Abwasser

Eine noch etwas ungewohnte Wärmequelle für wärmepumpenbasierte Wärmenutzung stellte Oskar Wanner vor. Wanner, wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz EAWAG referierte über die Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung der Wärme aus der Kanalisation. «Abwasser enthält grosse Wärmemengen, die mittels Wärmeaustauscher und Wärmepumpen genutzt werden können»,

meinte der Abwasserfachmann. Die Wirkung der Kläranlagen ist von der Temperatur des eintreffenden Abwassers abhängig – es muss deshalb genau abgeklärt werden, wie viel Energie dem Abwasser entnommen werden kann und welche minimalen Temperaturregime aufrechterhalten werden müssen. Es sind sowohl physikalische als auch chemische Prozesse am Abbau des Schmutzes beteiligt, welche temperaturabhängig sind. Wanner lieferte einige Eckdaten zum Thema; so wäre es möglich im Zufluss zur Kläranlage der Stadt Zürich eine Leistung von bis 8 400 kW aus dem mit 2 000 l/s eintreffenden Abwasser zu holen, und dabei die Temperatur um lediglich etwa 1°C zu reduzieren.

Drehzahlvariabler Kleinstverdichter

Jürg Schiffmann von der Ecole Polytechnique Fédérale in Lausanne legte in seinem Referat den Fokus auf die Kältemaschine, bzw. auf einen neuartigen Radialverdichter für Wärmepumpen. Ausgehend von einer gewissen «Sättigung» in der Kompressor-Technologie, wurden Effizienz steigernde Massnahmen wie mehrstufige Kreisläufe und effizientere Kompressionsprozesse angeschaut. Laut Schiffmann bilden effiziente, ölfreie Verdichtertechnologien kombiniert mit zweistufigen Kreisläufen klar die Eckpfeiler der nächsten Wärmepumpengeneration. Der Ingenieur stellte einen kleinen, drehzahlregulierten Verdichter vor (Rotordurchmesser lediglich 20 mm), der in einer Retrofit, zweistufigen Wärmepumpe mit einer Nennleistung von 12 kW bei A-12/W60 Anwendung finden soll.

Stetige Regelung für hohe Effizienz

Über einen weiteren Ansatz, das Problem der gegenläufigen Wirkung von Wärmeproduktion und Wärmebedarf anzugehen, referierte Hansjakob Eggenberger, Geschäftsleiter der Solartis GmbH in Füllinsdorf. Eine Prototypanlage wurde beschrieben, welche gemeinsam mit der Fachhochschule beider Basel realisiert wurde. Durch eine stetige Regelung und einen zweistufigen Aufbau konnte zwar das Takten der Anlage bei höheren Temperaturen nicht gänzlich verhindert, aber doch massiv reduziert werden. Die Problematik des Feststellens eines optimalen Betriebspunktes für den Verdampfer wurde eingehend diskutiert.

Wärmepumpe auf Magnetbasis

Gänzlich anders als die heutige herkömmliche Kälte-technik ist die magnetische Wärmepumpe, die Prof. Dr. Peter Egloff von der Ecole d'Ingénieurs du Canton de Vaud vorstellte. Die Resultate einer Studie über den heutigen Stand der magnetischen Heizung und Kühlung bei Raumtemperatur wurde präsentiert. Der Magnetokalorische-Effekt wurde 1881 entdeckt und für Tiefsttemperaturexperimente bis ein Tausendstel Grad über den absoluten Nullpunkt bereits 1930 benützt. Wenn magnetokalorische Materialien in ein Magnet-



«Full-House» im grossen Hörsaal der Hochschule für Technik und Informatik in Burgdorf

feld hinein bewegt werden, heizen sie sich auf. Diese Wärme kann dem Material entzogen und beispielsweise für eine Heizung benützt werden. Wenn das Material aus dem Magnetfeld wieder hinaus bewegt wird, kühlt es sich ab – und kann so Wärme aus einer anderen Wärmequelle aufnehmen. Der Wärmetransfer gliedert sich in vier Phasen wie bei einer Kompressionswärmepumpe – jedoch ohne kreisende Kältemittel und Kompressoren und die damit verbundenen Emissionen. Egloff diskutierte auch über mögliche mechanische Realisierungsvarianten solcher Wärmepumpen und die damit verbundenen Probleme, die noch zu lösen wären.

Kleine Ammoniak-Wärmepumpe

Damian Stauffer, Ingenieur beim Institut für Energietechnik an der Fachhochschule Rapperswil, referierte über die Arbeiten an einer mit Ammoniak betriebenen Kleinwärmepumpe mit hohem Temperaturhub. Der angestrebte hohe Temperaturhub von –20 auf +60 °C soll zweistufig mittels eines ölfreien Kolbenkompressors überwunden werden, wobei eine Zwischenkühlung nötig sei. Stauffer berichtete über unerwartete Probleme mit der Ammoniakverträglichkeit des Kompressors und stellt möglich Alternativen vor. Ebenfalls Teil des Projektes ist ein Versuch mit Ammoniak bindenden Matten, welche das bei einem möglichen Störfall austretende Ammoniak binden sollen.

CO₂-Wärmepumpe für Passivhäuser

Eine auf das Passivhaus zugeschnittene Wärmepumpe für die Warmwassererwärmung und Restheizwärmeerzeugung präsentierte Kai Schiefelbein, Leiter Systemtechnik bei der Stiebel-Eltron GmbH & Co. KG. Diese Wärmepumpe benützt Kohlendioxid als Wärme

tragendes Arbeitsmittel. Ein Labormuster wurde bereits aufgebaut und Messungen wurden durchgeführt. Schiefelbein präsentierte die Resultate für verschiedene Einsatztemperaturen und diskutierte die weiteren Schritte, die bis zu einer eventuellen kommerziellen Realisierung des Gerätes durchschritten werden müssen.

Exergie, Anergie, die Wärmepumpe und die warmen Stube

Energie = Exergie + Anergie

Der Exergiegehalt der thermischen Energie Q , die man zur Raumheizung benötigt, ist sehr gering. Bei einer Umgebungstemperatur von $T_0 = 0^\circ\text{C}$ und einer Raumtemperatur von $T = 20^\circ\text{C}$ ergibt sich

$$\text{Exergie } E_f = 1 - (T_0 / T) = \Delta T / T_0 = 0,073$$

Es ist daher äusserst ineffizient, diese thermische Energie aus einer Energieform umzuwandeln, die einen Exergiegehalt von rund 1 besitzt, wie z.B. elektrische Energie. Viel effizienter ist es, die notwendige Anergie $A = Q - E_f$ der Umgebung zu entnehmen und die Exergie $W = E_i = E_f$ mittels einer Wärmepumpe hinzuzufügen. Die Energiewirkungsgrade, die eine verlustfreie Wärmepumpe auf diese Weise erreicht, sind immer >1 , in unserem Beispiel oben ergibt sich

$$\text{Max. Wirkungsgrad} = Q / W = T / \Delta T = \text{ca. } 13$$

Tagungsunterlagen

Die kompletten Tagungsunterlagen sind sowohl auf Papier als auch elektronisch verfügbar.

Kontaktadresse: Thomas Kopp

Programmleiter des Forschungsprogramms

«Umgebungswärme, WKK, Kälte»

c/o IET-HSR, Oberseestrasse 10, 8640 Rapperswil

Download via www.waermepumpe.ch

Warmwasser für ein Spital mit CO₂-Wärmepumpe

Ein weiteres Projekt, das eine mit Kohlendioxid betriebene Wärmepumpe zum zentralen Thema hat, präsentierte Patrice Ansett von der Tecnoservice Engineering SA in Marin-Épagnier. Hauptziel des Projektes ist die Charakterisierung einer 60-kW-Wärmepumpe, die Kohlendioxid als Arbeitsmittel benützt. Die Wärmepumpe produziert Warmwasser für das Spital in Le Locle. Eine Messkampagne soll Daten liefern über das System, das 60 bis 80 °C warmes Wasser liefert bei einer Quelltemperatur von 10 °C. Die Leistungsfähigkeit des Systems soll für verschiedene Arbeitspunkte untersucht und das Langzeitverhalten der Wärmepumpe über mehrere Saisons beobachtet werden. Die Wärmepumpentagung wurde mit einer Podiumsdiskussion unter der Leitung von Fabrice Rognon vom Bundesamt für Energie abgeschlossen. ■