

Heizen und kühlen

# Die Wärmepumpe wird erwachsen

Große Leistungen – Industrielle Anwendungen – Komplexe Lösungen

**Undine Stricker-Berghoff,  
Lübeck-Travemünde**

Wärmepumpen WP größerer Leistungen können zum Heizen und Kühlen in Industrie und Gewerbe eingesetzt werden. Durch die dabei erzielten Einsparungen an Energie- und Betriebskosten sind Groß-Wärmepumpen GWP besonders wirtschaftlich. Sie eignen sich auch zur Nutzung von (Prozess-)Abwärme jeglicher Art, weshalb ihr Einsatz auch zur Effizienzsteigerung von Produktionsbetrieben beitragen kann.



Bild 1

Prof. Voß, Karl Ochsner und Dipl.-Ing. Jochen Lambauer/IER/ Stuttgart (von links) beim Pressegespräch auf dem Symposium

Am 12. Juni 2008 hat im VDI-Haus in Stuttgart das erste GWP-Symposium „Wärmepumpen in Industrie- und Großbauten – Energie sparen und Umwelt schützen“ stattgefunden. Veranstalter waren das Institut für Energiewirtschaft & Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart, die Ochsner Wärmepumpen GmbH und der VDI-Arbeitskreis Energietechnik des WIV Württembergischer Ingenieurverein e.V. in Stuttgart.

**Autorin**



Dipl.-Ing. (TU) Undine Stricker-Berghoff CEng MEI VDI, Coach und Consultant, ProEconomy, Lübeck-Travemünde.

Die beiden Tagungsleiter DI Karl Ochsner von der Ochsner Wärmepumpen GmbH aus Haag in Österreich und Prof. Dr.-Ing. Alfred Voß vom IER Universität Stuttgart und VDI-Arbeitskreis Energietechnik des WIV Württembergischer Ingenieurverein e.V. (Bild 1) waren sich einig: „Fossile Energie wird immer teurer. Die Wärmepumpen-Technik ist vorhanden. Sie hilft Geld und CO<sub>2</sub>-Emissionen gerade auch im industriellen Umfeld sparen.“

Über 110 fachlich hoch qualifizierte Besucher/innen, 11 Referenten und Vorsitzende sowie acht Aussteller waren vor Ort. Ziel des Symposiums war, technische Rahmenbedingungen, Anwendungsmöglichkeiten und Potenziale von GWP sowie Erfahrungen bei deren Planung und Einsatz in Industrie und Gewerbe darzustellen und zu vermitteln. Die Vorträge können auf [www.industrielle-waermpumpen.de](http://www.industrielle-waermpumpen.de) nachgelesen werden.

**Große Leistungen bei Wärmepumpen sind wirtschaftlich und umweltfreundlich**

Das Wort „Groß“ bei Wärmepumpen bedeutet ca. 100 KW<sub>th</sub> bis ca. 1 MW<sub>th</sub>.

Zur Zeit liefern ca. 5 bis 10 Hersteller WPen mit größeren Leistungen, aber nur wenige wie z.B. Ochsner aus Österreich bieten solche WPen auch als Standard-Produkte aus dem Katalog. Es gibt aber auch Einzelaggregate und Anlagen im Bereich bis zu mehreren MW meist in Skandinavien.

Die zur Zeit weltgrößte Kombi-Wärmepumpenanlage mit 90 MW Wärmeleistung und einer gleichzeitig genutzten Kühlleistung von 60 MW steht in Helsinki/Finnland. Sie ist von der Frio-therm AG/Winterthur/Schweiz geplant und erstellt worden. Mit einer elektrischen Leistungsaufnahme von 30 MW wird im Sommerbetrieb ein Gesamt-COP von 5 erreicht. Im Winterhalbjahr wird das Fernkältenetz durch freie Kühlung mittels Seewasser auf natürlichem Weg gekühlt. Die Wärmepumpe nutzt während dieser Zeit wärmeres, gereinigtes Abwasser als Wärmequelle, wodurch sich ein optimaler COP ergibt (Bild 2). Das Anlagenkonzept basiert auf einer Betriebszeit von über 8 000 Std./Jahr.

Die Investitionskosten von WPen sind vergleichbar mit denen konventioneller Technik. Bei Neubauten wird die Kostendeckung zuerst erreicht. Im Einfamilienhaus sind WPen heute meist kaum teu-

rer als Öl, Gas ist (noch) etwas billiger. Bei der Sanierung sind die Kosten verhältnismäßig eher gering. Die Amortisation erfolgt in wenigen Jahren. Bei GWP ist die Amortisation schon heute erreicht. Hinzu kommt, WPen arbeiten 20 Jahre, was auch bei der Entwicklung der Energiepreise berücksichtigt werden muss. Durch die Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ist ein Verkauf von Emissionsrechten möglich. Es wird durch Brennstoffeinlagerung kein Kapital gebunden.

Auch die Betriebskosten von WPen sind niedrig. Bei Industrie- und Geschäftskunden wird der Stromverbrauch meist über einen Arbeits- und einen Leistungspreis verrechnet. Eine WP kann auch z.B. kurz bei Produktionsspitzen abgeschaltet werden, was eine zusätzliche deutliche Kostenersparnis ermöglicht. Es gibt keine Brennstofflager. Es muss keine Asche entsorgt werden. Es gibt keinen wiederkehrenden Brennerservice, keinen Abgastest und auch keine aufwändige Feinstaub-Filtertechnik.

Am Standort sind WPen völlig emissionsfrei. Es gibt keinen Feinstaub und keine lästigen Gerüche. WPen ermöglichen ein gesundes Mikroklima für Anwohner, Gäste und Mitarbeiter/innen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen lassen sich durch den Einsatz von Öko-Strom weiter reduzieren. Die Arbeitsmittel sind ozonneutral, FCKW-frei und unbrennbar.

### Industrielle Anwendungen von Wärmepumpen sind vielfältig und viel versprechend

Energieeffizienz ist die Aufgabe. Weitere Ziele im Unternehmen sind z.B. Anlagenverfügbarkeit, Betriebssicherheit, Rentabilität oder Erfüllen von Prozessparametern. Eine systematische Suche und Verknüpfung von Potenzialen im Unternehmen ist dabei die Grundvoraussetzung. Zuerst sollten die (Ab-)Wärmequellen sowie die Wärmesenken bzw. Verbraucher erfasst werden. Dann sollte die verfügbare Leistung, das Temperaturniveau, die räumliche Lage sowie das Medium der Abwärmequelle geprüft werden. Eine entscheidende Rolle spielen die Minimierung des Temperaturhubs und die Optimierung der Betriebsparameter (**Bild 3**).

Beim Heizen arbeitet die Wärmepumpe bildlich gesprochen „von unten nach oben“, beim Kühlen bzw. Klimatisieren „von oben nach unten“ (**Bild 4**).

Oft sind in Industrie und produzierendem Gewerbe Wärmequellen mit höheren Temperaturen z.B. Abwärme aus Kühlprozessen und Prozessabluft verfügbar. Prozess-, Kühl- und Abwasser können als Wärmequellen genutzt werden. Weitere Abwärmequellen sind Abluft, Druckluft- und Kältekompressoren, Hydraulikaggregate sowie Abgase von Kesseln, Verbrennungsmotoren oder Industrieöfen. Diese oft nicht direkt nutzbaren Wärmequellen können durch GWP im Unternehmen selbst und auch in Betrieben oder Wohngebieten in der Nachbarschaft genutzt werden.

GWP lassen sich für Raum- und Prozesswärme sowie zur Abwärmenutzung einsetzen. WP können auch Luft z.B. in der Trocknung entfeuchten. Weitere gute Einsätze für GWP finden sich in Büro- und Industriegebäuden, Produktionshallen, Produktionsprozessen, Landwirtschaft z.B. Glashäusern und Fischzucht, Molkereien, Schlachthöfen, Zoos, Supermärkten, Hotels und Pensionen, Museen, Schulen und Bildungsstätten, Kindergärten, Kirchen, Ämtern, Wasserwerken, Autowaschanlagen, Schwimmbädern, Kurzentren, Straßen und Wegen zur Eisfreihaltung und nicht zuletzt auch Wohnblöcken.



## WEITERBILDUNG BRANDSCHUTZ

berufsbegleitend · praxisnah · anwendungsorientiert

### ■ Fachplaner für gebäudetechnischen Brandschutz

Interdisziplinäres Fachwissen im Bereich des vorbeugenden Brandschutzes und gewerkeübergreifende Planung haustechnischer und baulicher Brandschutzmaßnahmen

- Grundzüge von Brandschutznachweisen
- Anlagentechnischer Brandschutz
- Brandschutztechnische Abschottung von Rohrleitungen, elektrischen Anlagen, Lüftungsanlagen, Feuerungsanlagen sowie Sonderbereiche
- Planungsübungen: Brandschutz bei haustechnischen Anlagen

#### Veranstaltungsorte / Termine

Düsseldorf 21. November 2008–18. April 2009  
Dresden 05. Juni 2009–19. Dezember 2009

### ■ Sachverständiger für gebäudetechnischen Brandschutz

Voraussetzung: Erfolgreicher Abschluss "Fachplaner für vorbeugenden Brandschutz (EIPOS)

Beurteilung und Fortschreibung von Planungen des gebäudetechnischen und anlagentechnischen Brandschutzes bis hin zur Begleitung und Beratung bei der Ausführung

- Gebäudetechnik und Brandschutzplanung
- Brandschutztechnische Ausführung von Anlagen der Gebäudetechnik
- Sicherheitstechnische Anlagen – Funktionsmatrix

#### Veranstaltungsort / Termine

Dresden 03. April 2009–12. Dezember 2009

Tel.: +49 351 44072-10 | E-Mail: brandschutz@eipos.de

Europäisches Institut für  
postgraduale Bildung an der  
Technischen Universität Dresden e. V.

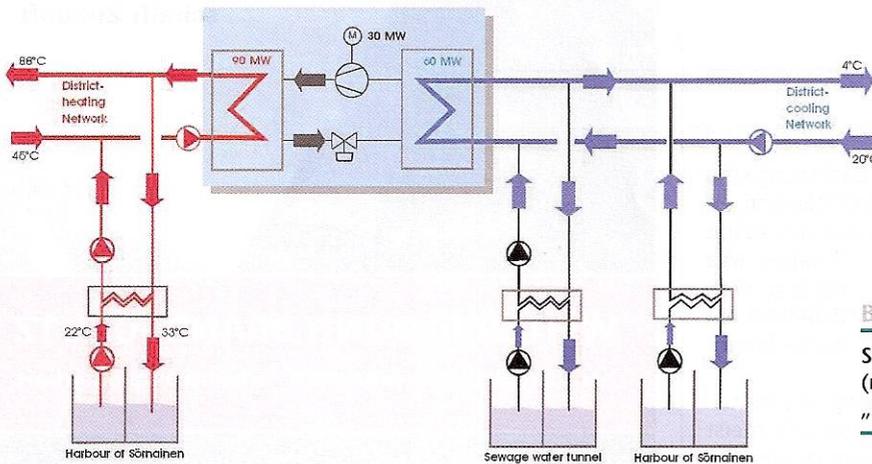


Bild 2

Sommer- (links) und Winter-Betrieb (rechts) Fernwärme Heizung/Kühlung „Katri Vala“, Helsinki, Finnland

## Komplexe Lösungen bei Wärmepumpen-Anlagen verlangen vernetztes Denken bei der Planung

Grundvoraussetzung für die Auswahl der Wärmepumpe ist die benötigte Heizleistung im Auslegungspunkt. Die Wärmequelle, die Wärmequelltemperatur und die gewünschte Vorlauftemperatur haben einen entscheidenden Einfluss auf die Effizienz. Das Temperaturniveau des als Wärmequelle eingesetzten Wassers sollte über 8 °C liegen. Auf der Verdampferseite wird mit einer Temperatursteigerung (Verdampfeintrittstem-

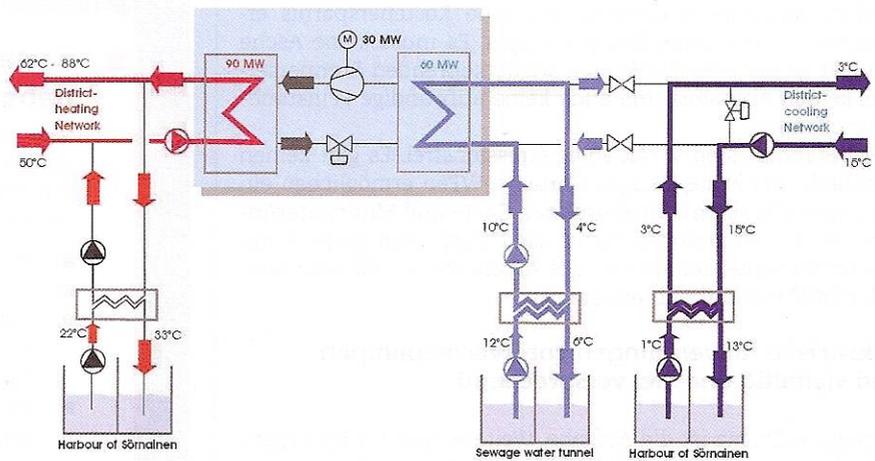


Bild 3

Einsatzbeispiele Wärmeverteilsystem

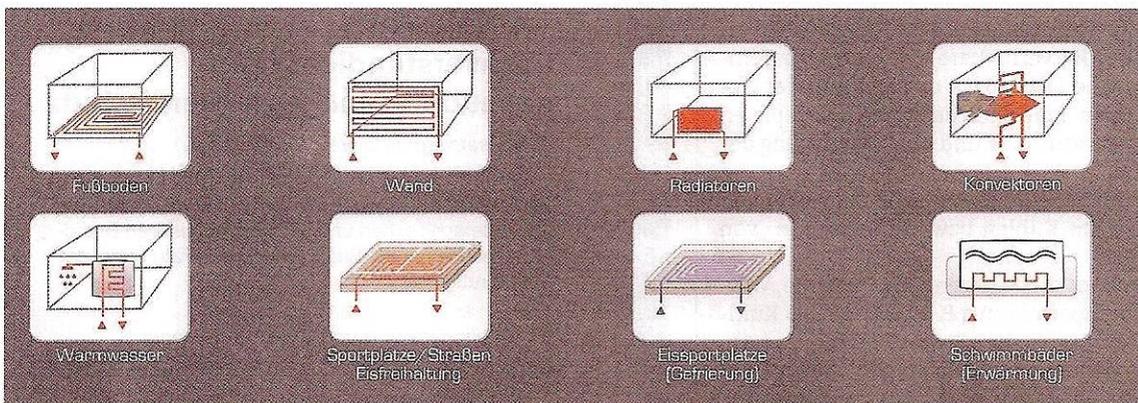
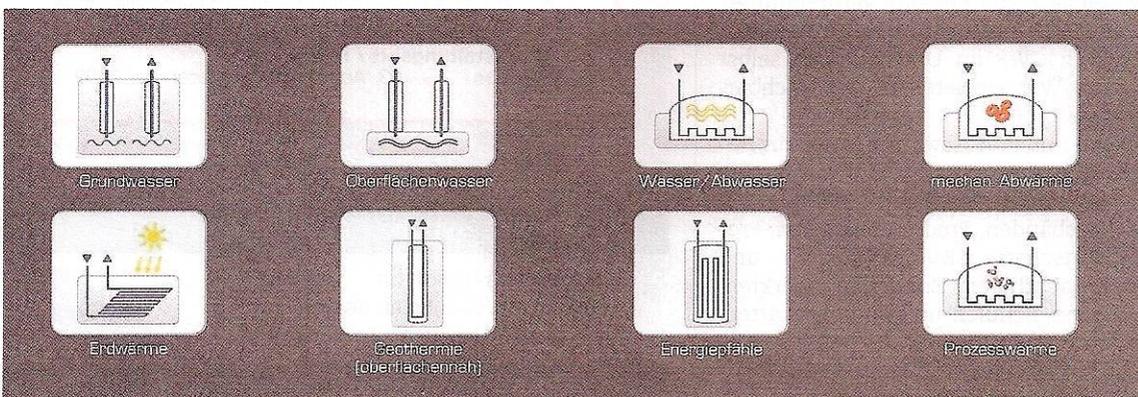


Bild 4

Wärmequellen/ Wärmesenken für Umgebungs- bzw. Abwärme



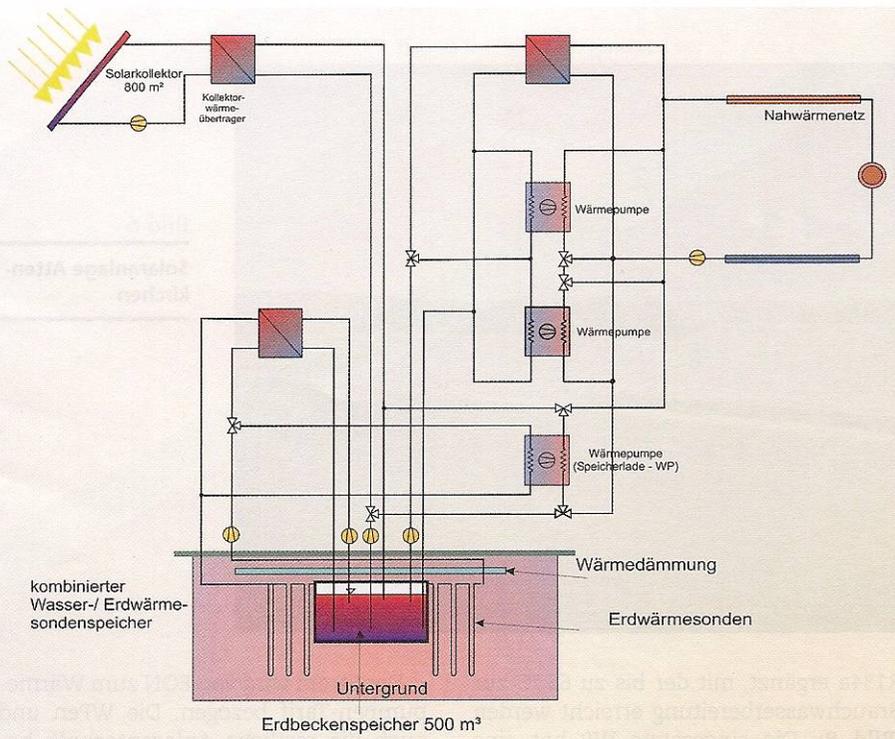


Bild 5

**Vereinfachtes Schaltschema solare Nahwärmeversorgung in Attenkirchen**

geleitet. Im Jahr 2006 wurde in einem größeren Umbau die Optimierung umgesetzt. Der Projektleiter ist Dipl.-Phys. Manfred Reuß.

Die Anlage ist für die Versorgung eines Neubaugebiets mit 20 Einfamilienhäusern, fünf Doppelhäusern und einer älteren Tennishalle ausgelegt. Der Wärmebedarf der Häuser liegt 25 % unter der damals gültigen WSVO 95 bei ca. 75 kWh/m² Jahr. Bei diesem Konzept liefert die Solaranlage (Bild 6) die Wärme in den Langzeitspeicher. Dieser besteht aus zwei thermisch gekoppelten Speichersystemen, einem unterirdischen Wasserspeicher mit 500 m³ umgeben von einem Feld von 90 Erdwärmesonden (30 m tief) mit etwa 10 000 m³ Volumen (Bild 7). Der Wasserspeicher dient als Kurzzeit- und Pufferspeicher, während das Erdwärmesondenfeld die Funktion des Langzeitspeichers übernimmt. Über ein in den Straßen des Baugebietes verlegtes Nahwärmenetz wird die Wärme in jedes Haus transportiert. Im Keller befindet sich eine Hausübergabestation mit Umwälzpumpe, Heizungsregler und Brauchwasserboiler sowie dem Wärmemengenzähler für die Abrechnung.

In der Übergangszeit und in den Sommermonaten bei ausreichend hohen

**DIE NEUE DEFINITION VON**



**VAV**

In der VAV-Kompaktklasse herrscht ein neuer Wind. Am patentierten 227VM von Gruner wird sich jeder messen lassen müssen. Denn in der Summe der Features setzt unsere neue Lösung Standards in der Volumenstrom-Regeltechnik:

**Innovatives Messkonzept**

- Hochgenau, hochauflösend
- Breiter Messbereich
- Verschmutzungs- und beschädigungssicher
- Lageunabhängig
- Messluftzuleitung beliebig lang wählbar

**Volldigitales Regelkonzept**

- Direkte Anzeige der Luftmenge in m³/h oder l/s (frei wählbar)
- Erweiterte Diagnosefunktionen für Fehlersuche vor Ort
- Direkt am Gerät parametrierbar (227VM)
- Freie Rechenressourcen für alternative Regelgrößen

**Hochleistungs-Aktor**

- Enorme Drehmomentdichte, satte 5 / 8 / 15 Nm Leistung
- Kleinste Abmessungen seiner Klasse



GRUNER – die freundliche Alternative

**GRUNER G**

**Schalten und Bewegen**

Postfach 1149 · 78560 Wehingen  
 Tel. (+49) 74 26 / 948 - 0  
 Fax (+49) 74 26 / 948 - 200  
 www.gruner.de · info@gruner.de

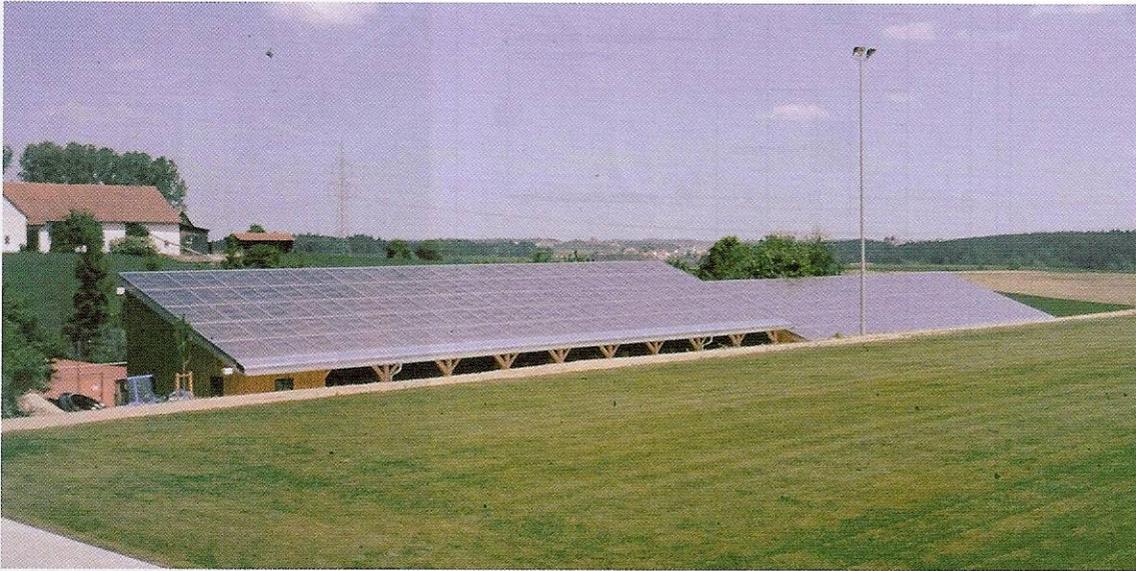


Bild 6

Solaranlage Attenkirchen

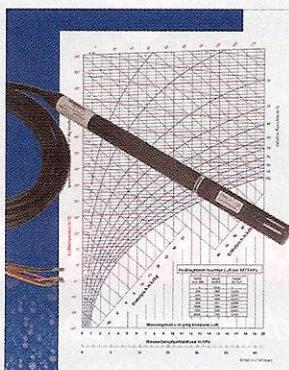
Temperaturen erfolgt die Wärmeversorgung aus dem Speicher direkt. Das Netz wird bedarfsangepasst gleitend in zwei Temperaturbereichen in Abhängigkeit von der Außentemperatur bis 45 °C für die Heizung und im Bereich 60 – 65 °C für die Brauchwasserbereitung gefahren. Fällt die Speichertemperatur unter den jeweiligen Sollwert, wird das Temperaturniveau mit Wärmepumpen angehoben. Der Speicher dient dann als Niedertemperaturreservoir. Nachdem alle Häuser mit einer Niedertemperaturheizung ausgerüstet sind, ist im Netz eine dauerhaft hohe Vorlauftemperatur nicht sinnvoll. Damit sinkt der COP der Wärmepumpe und die Wärmeverluste im Netz steigen.

Ursprünglich liefen nur vier Dimplex-WP mit je 100 kW Heizleistung, die wegen des Kältemittels R407C nur Wärme bei etwa 50 °C bereitstellen konnten. Diese wurden jetzt um eine Ochsner-WP Typ IWWS112EP2 mit dem Kältemittel

R134a ergänzt, mit der bis zu 65 °C zur Brauchwasserbereitung erreicht werden (Bild 8). Die eingesetzte WP hat eine Heizleistung von 105,9 kW. Bei der Brauchwasserbereitung beträgt die Antriebsleistung 33 kW und damit die Leistungszahl  $\epsilon$  ca. 3, bei Heizung 4,4. Durch den Einsatz der Wärmepumpen kann der nutzbare Temperaturhub des Speichers erweitert werden. Es kann somit auch Wärme im Speicher unterhalb der Rücklauftemperatur des Nahwärmenetzes genutzt werden.

Als die ersten Anlagenteile geplant und gebaut wurden, lagen noch wenige Erfahrungen vor. Der Zeitaufwand für die Auseinandersetzung mit dem Konzept und für die Planung wurde deutlich unterschätzt. Vor allem die Programmierung der Regelung war eine Herausforderung. Auch die Hydraulik wurde beim Umbau verbessert. Bisher gab es wenig Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten.

Der Strom wird von EON zum Wärmepumpen-Tarif bezogen. Die WPen und auch die restliche Anlagentechnik haben keine Leistungsmessung. Der abgerechnete Wärmepreis hängt nur vom Strompreis ab, d.h. auf die bei Nahwärmeverbinder übliche Kopplung des



### Im h-x-Diagramm zuhause

mit den **Plug-and-Measure Transmittern für relative Feuchte und Temperatur, Enthalpie, Wassergehalt, absolute Feuchte und Feuchtkugeltemperatur.**

[www.plugin-and-measure.de](http://www.plugin-and-measure.de)

**Galltec**  
+mela

Auf der Chillventa, Nürnberg  
15.-17.10.08 Halle 6 Stand 202



Bild 7

Schematischer Aufbau der eingesetzten Erdwärmesonden



**Bild 8**  
**Groß-Wärmepumpe in Attenkirchen**

Wärmepreises an Öl- und Gaspreise wurde hier bewusst verzichtet, ein wesentlicher Vorteil für den Nutzer. Zusätzlich gibt es in den Häusern nur noch Lichtstrom. Die Wirtschaftlichkeitsrechnung erfolgte nach der VDI-Richtlinie 2067. Die Umsetzung des neuen Betriebskonzeptes mit bedarfsangepassten Netzvorlauftemperaturen hat rund 50 000 Euro gekostet und wurde vom Bayerischen Wirtschaftsministerium unterstützt.

### Die deutsche Industrie bietet erhebliche Einspar-Potenziale bei Energie und CO<sub>2</sub>

Die WP ist eine Technik, die eingesetzte Energie besser zu nutzen. Über die gesamte Prozesskette arbeitet die WP häufig effizienter als eine Kraft-Wärme-Kopplung KWK. In der Europäischen Union haben WPen allein in Einfamilienhäusern bis zum Jahr 2020 das Potenzial, bis zu 20 % zur Erreichung der Gesamtziele bezüglich Energieeffizienz/Erneuerbare/CO<sub>2</sub>-Emission beizutragen.

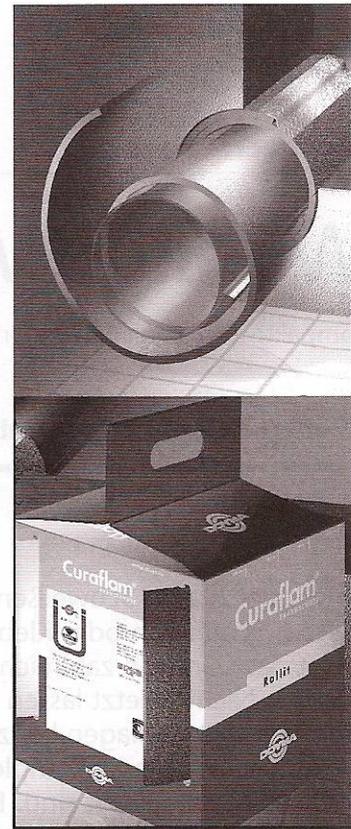
Für Deutschland hat dazu das IER eine Potenzialanalyse für den industriellen Bereich durchgeführt. Sie zeigt, dass beim Brauchwarmwasser ca. 14,6 PJ/Jahr durch GWP bereitgestellt werden könnten. Für Raumwärme und Niedertemperatur-Prozesswärme wurde bei drei Temperaturen 70 – 80 – 100 °C ein Poten-

zial berechnet, das bei einer darstellbaren Ausgangstemperatur der GWP von 100 °C z.B. 389,6 PJ/Jahr beträgt. Dies sind ca. 15 % des gesamten Energiebedarfs und ca. 30 % des Nutzwärmebedarfs der deutschen Industrie im Jahr 2006. Bisher wird davon jedoch nur ein sehr geringer Anteil genutzt.

Bei den deutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen wäre dadurch eine Einsparung von ca. 6,3 Mio. t CO<sub>2</sub>/Jahr möglich. Dies entspricht 6,2 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der deutschen Industrie im Jahr 2005. Diesen Berechnungen wurde der deutsche Energiemix mit 0,5760 kg CO<sub>2</sub>/kWh zugrunde gelegt.

### Forderungen für den schnellen und weit verbreiteten Einsatz von Groß-Wärmepumpen

Die Wärmepumpentechnik muss in Richtung 100 °C entwickelt werden. Dazu sind neue Kältemittel notwendig. Auch der Mangel an Informationen und Planungs- sowie Betriebserfahrungen über den möglichen Einsatz von GWP in industriellen Prozessen verhindert die Verbreitung der Technologie. Die Wärmepumpe braucht außerdem eine aktivere Hersteller-Lobby und einen politischen Promotor, um in Deutschland eine bessere Förderung des Einsatzes sowie der Forschung und Entwicklung zu erreichen.



**Brandschutz:**  
**Curafloam® Rollit**  
**macht's einfach!**

**DOYMA GmbH & Co**  
Durchführungssysteme  
Industriestr. 43 - 57  
D-28876 Oyten

Fon: 04207 91 66-300  
Fax: 04207 91 66-199  
www.doyma.de  
info@doyma.de



Führend durch Wand und Decke