

# Wärmepumpe

# aktuell

IZW e.V.  Informationszentrum Wärmepumpen + Kältetechnik

## Industrielle und gewerbliche Wärmepumpen

Der vom Wärmepumpenzentrum der Internationalen Energieagentur (IEA Heat Pump Centre) veröffentlichte, weitgehend geschätzte Bestand an industriellen Wärmepumpen in Deutschland und einigen weiteren

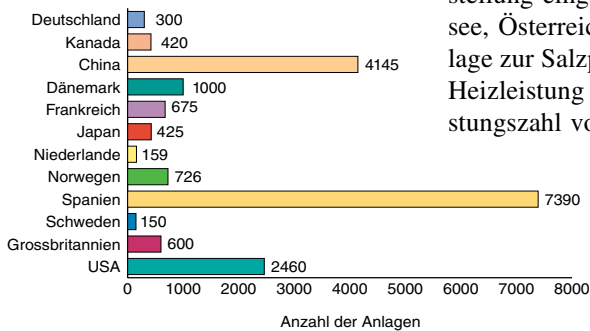


Abb. 1: Bestand an industriellen Wärmepumpen 1996 (inkl. Fernwärmesysteme) [1]

Staaten ist für das Jahr 1996 in Abb. 1 wiedergegeben [1].

Unter industriellen Anwendungen werden alle Wärmepumpenanlagen zusammengefasst, bei denen mindestens entweder die Wärmequelle aus einem Industriebetrieb stammt oder die Nutzung der Wärmesenke einem Industriebetrieb dient. Fernwärmenetze werden auch als industrielle Nutzung angesehen. Für gewerbliche Anwendungen gilt eine entsprechende Definition.

Auf den ersten Blick sind in Deutschland mit 300 Anlagen im Vergleich zu 50.000 Wärmepumpenanlagen in Haushalten nur wenige Anlagen installiert. Die industriellen Anlagen haben jedoch im Schnitt Heizleistungen zwischen 100 kW und 10 MW. Als Beispiel kann auf eine Anlage aus Schweden verwiesen werden, die auf Seite 2 vorgestellt wird. Die Wärmepumpenanlage dient zur Fernwärmebeheizung mit einer Heiz-

leistung von 26,7 MW. Das entspricht ca. 3.800 Haushalts-Wärmepumpen mit einer mittleren Heizleistung von 7 kW. Neben der Gebäudebeheizung können industrielle Wärmepumpen vorteilhaft zur Prozesswärmebereitstellung eingesetzt werden. In Ebnensee, Österreich, wurde z.B. eine Anlage zur Salzproduktion mit 100 MW Heizleistung installiert, die eine Leistungszahl von ca. 6,5 erreicht.

Als Wärmequelle kann neben natürlichen Quellen besonders vorteilhaft industrielle Abwärme aus Kälte- und Wärmeprozessen eingesetzt werden. Wird die resultierende Nutzwärme dem industriellen Prozess wieder zugeführt, z.B. Destillation in der chemischen Industrie, kann ein direktes Wärmerecycling verwirklicht werden.

Die Einsatzbereiche der Wärmepumpen in der Industrie sind vielfältig: chemische Industrie, Molkereien, Fischfarmen, Landwirtschaft, Salzproduktion, Brauereien, Papierproduktion, Holz Trocknung und Textilindustrie. Die erforderlichen Nutzwärmetemperaturen liegen dabei zwischen ca. 15°C bei Beheizung von Fischfarmen, ab 35°C zur Gebäudebeheizung, 60-75°C zur Reinigung und ca. 120°C-140°C für Prozesswärme. Daher werden in diesem Segment speziell auch Hochtemperatur-Wärmepumpen benötigt. Als Ersatzkältemittel für das früher verwendete R 114, das wegen seinem Ozonschädigungspotenzial aus dem Markt genommen wurde, werden Kohlenwasserstoffe, synthetische fluorierte Kohlenwasserstoffe und Ammoniak/Wasser untersucht.

Gemäß Abb. 2, Bedarfsstruktur der Endenergienutzung, stellen die Bereiche Raumheizwärme und Prozesswärme zusammen ca. 60 % des gesamten Endenergieverbrauchs dar, die potenziell durch Wärmepumpen abgedeckt werden können. Da oftmals Abwärmquellen hoher Temperatur zur Verfügung stehen, können zum Teil sehr hohe Arbeitszahlen bei ausgeführten Anlagen erreicht werden (siehe auch Wärmepumpe aktuell Juni 2000, Innovative Wärmepumpenprojekte auf der EXPO 2000). Weitere Einsparungen sind durch kombinierte Nutzung der Wärmequelle und -senke möglich, z.B. gleichzeitige Kühlung und Beheizung oder Kühlung und Trocknung.

Die geringe Zahl an installierten Anlagen zeigt jedoch, dass gerade im Bereich der gewerblichen und industriellen Wärmepumpen Anstrengun-

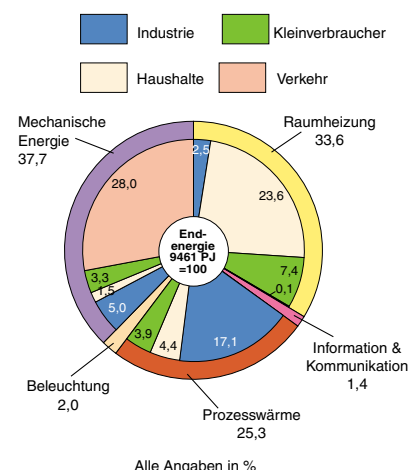


Abb. 2: Bedarfsstruktur der Endenergienutzung in Deutschland 1998  
 Quelle: IfE/TU München

gen unternommen werden müssen, um potenziellen Betreibern die Wär-

Fortsetzung auf Seite 3



# Kombinierte Fernkälte- und Fernwärmeversorgung mit Großwärmepumpen in Stockholm

Dipl. Ing. P. Bailer, Sulzer Fritherm, Winterthur/Schweiz

Für die Stadt Stockholm mit allen Vororten gibt es bereits seit mehreren Jahren ein Fernwärmenetz.

In der Anfangszeit wurde die Wärme durch Verbrennung von Öl und Gas in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erzeugt.

Im Gegensatz zur gegenwärtigen Energiepolitik in Deutschland, wo die Wärmepumpe als eine Behinderung beim Ausstieg aus der Kernenergie angesehen wird, hat man in Schweden mit dem beschlossenen Ausstieg aus der Kernenergie in den achtziger Jahren die energetischen und ökonomischen Vorteile der Wärmepumpen zur Fernwärmeerzeugung erkannt. Heute decken in Stockholm Wärmepumpen mit einer Gesamtleistung von 800 MW ca. 50 % des städtischen Wärmebedarfs.

Aber auch die Betriebskosten wurden optimiert, indem die Wärmepumpen während der Sommerperiode zu einem sehr niedrigen elektrischen Tarif nachts die Warmwasserspeicher laden, und diese tagsüber zur Warmwasser-

versorgung entladen werden. Während dieser Zeit sind dann die Wärmepumpen außer Betrieb.

Die erste Generation der Wärmepumpen nutzten hauptsächlich die im Meerwasser gespeicherte Sonnenenergie und zusätzlich die kommunalen Abwässer als Wärmequelle.

In den letzten Jahren entstand jedoch ein größerer Bedarf an Kälte, einerseits durch Stilllegung von lokalen dezentralen Kälteanlagen, die mit ozonschädlichen FCKW-Kältemitteln betrieben wurden, andererseits durch den vermehrten Einsatz der Computertechnologie. Kälte wird heute neben der Nutzung des kalten Meerwassers während der kalten Jahreszeit durch die Kälteproduktion der bestehenden Wärmepumpenanlagen erzeugt.

Die Kälteübertragung vom Meerwasser zum Kaltwasserkreislauf erfolgt in diesen Fällen über Plattenwärmetauscher.

Da diese natürliche Kälteerzeugung in der Zwischenzeit für die Kältever-

sorgung der Stadt nicht mehr ausreicht, hat die Stadt Stockholm ein Konzept ausgearbeitet, welches den langfristigen Kältebedarf sichert. Dieses Konzept erlaubt die bei der Kälteproduktion entstehende Abwärme weitgehend durch Wärmerecycling auszunutzen, indem diese in das bestehende Fernwärmenetz eingeleitet wird.

Die von Sulzer Fritherm anfangs 2001 zu liefernden Turbokälteanlagen, mit dem ozonunschädlichen Kältemittel R134a, bestehen aus drei Einheiten mit einer Kälteleistung von je 12 MW bei einer Kaltwassertemperatur von 5°C.

Während der reinen Kälteerzeugung im Sommer werden zwei einstufige Turboverdichter mit 7 bzw. 5 MW parallel geschaltet. Diese können bei kleineren Lasten auch einzeln bis zu ca. 20 % ihrer Leistung gefahren werden, was ein ausgezeichnetes Teillastverhalten ergibt. Die im Kondensator entstehende Wärme wird im Sommer an das Meerwasser abgeführt.

Im Frühling, Herbst und Winter oder auf Wunsch auch im Sommer werden einzelne oder alle Einheiten auf kombinierten Kälte- und Heizbetrieb umgeschaltet.

Der 7 MW-Turboverdichter wird dann als erste Stufe, der kleinere als zweite Stufe in Serie geschaltet. Diese Schaltung erlaubt eine gewünschte Heizwassertemperatur von 78°C.

Diese Umschaltung erfolgt im Prinzip mit Knopfdruck durch Umschaltung von entsprechenden Ventilen (siehe Schemata).

Um den Einsatz der drei Turbokälteanlagen noch weiter zu optimieren, besteht zusätzlich die Möglichkeit einen reinen Wärmepumpen-

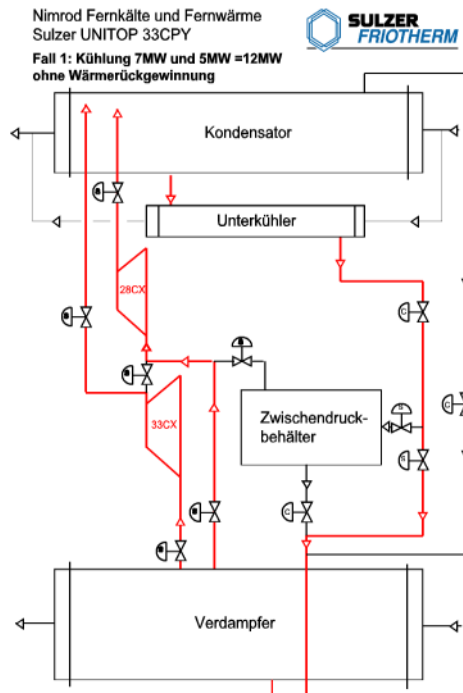


Abb. 1: Einstufiger Kühlbetrieb mit zwei parallel geschalteten Verdichtern

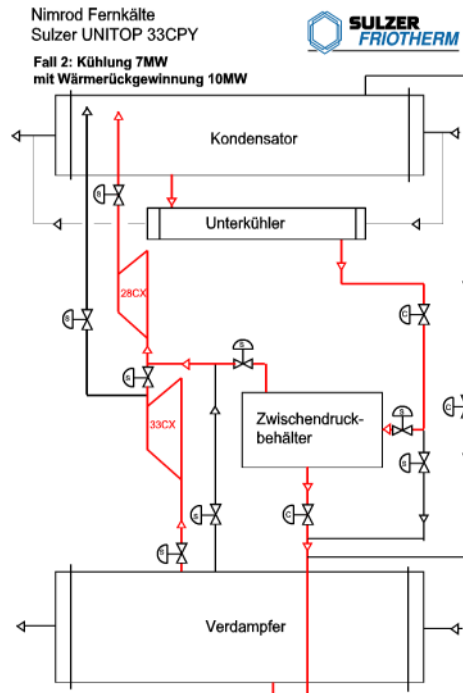


Abb. 2: Zweistufiger Kühl und Heizbetrieb

betrieb zu fahren, entweder durch Benutzung von Meerwasser als Wärmequelle oder durch eine Wärmerückgewinnung aus der Rauchgaswäsche eines Kohlekraftwerkes. Diese Wärme steht auf einem Temperaturniveau von 35°C zur Verfügung und erlaubt somit einen effizienten einstufigen Betrieb der beiden Turboverdichter.

**Resümee:**

Die oben beschriebenen Anlagen erlauben einen optimalen Betrieb für jeden gewünschten Betriebsfall und sind ein sehr gutes Beispiel für eine optimale Erzeugung von Kälte und Wärme.



Abb. 3: Typische zweistufige Kälteanlage mit Wärmerückgewinnung

**Zusammenstellung der Daten:**

SULZER UNITOP® 33CY  
als komplette Einheit im Werk zusammgebaut und geliefert  
Anzahl Einheiten 3  
Zwei einstufige Turboverdichter UNITURBO® 33CX und 28CX  
wahlweise parallel oder in Serie geschaltet

Kältemittel R134a

Gesamte Leistungsdaten:

Betriebsweise	Sommer	Winter
Kälteleistung	36.000 kW	17.700 kW
Kaltwasser ein / aus	11 / 5°C	11 / 5°C
Kühl- / Heizleistung	43.300 kW	26.700 kW
Kühl- / Heizwasser ein / aus	22 / 37°C	68 / 78°C
Leistungsziffer bezogen auf Kälte	4,9	auf Wärme 3,0

**Impressum**

**Herausgeber:**

IZW e.V. - Informationszentrum  
Wärmepumpen und Kältetechnik

**Anschrift:**

IZW e.V.  
Welfengarten 1A  
30167 Hannover  
Fon: (0511) 762 2538  
Fax: (0511) 762 5203  
E-Mail: email@izw-online.de  
Internet: http://www.izw-online.de

**Verantwortlich:**

Prof. Dr.-Ing. H.-J. Laue  
Dipl.-Ing. R. Heidelck

*Fortsetzung von Seite 1*

mepumpentechnik nahe zu bringen. Bisher fehlt aber ein funktionierender Markt und oftmals werden Wärmepumpenanlagen gar nicht als solche vom Betreiber wahrgenommen, da sie in einem Gesamtprozess eingebunden sind. Außerdem sind die Investitionskosten, für viele Betreiber noch zu hoch und damit die Amortisationszeiten zu lang. Dabei sind die Investitionskosten pro reduzierter Tonne CO<sub>2</sub> bei industriellen Wärmepumpen um den Faktor zwei kleiner als bei Wärmekraft-Kopplungsprojekten, wie eine Untersuchung aus den Niederlanden zeigt. Eine staatliche Förderung wäre deshalb schon aus volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten von der Politik erwägenswert. Die gegenwärtig stei-

genden Öl- und Gaspreise müssten jedoch einen positiven Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen ausüben. Weitere Effekte können von den Anbietern erwartet werden, wenn durch Standardisierung, z.B. in der Lebensmittelindustrie, die Investitionskosten gesenkt werden können.

Betreiber könnten vom Wärmepumpeneinsatz neben der Energieeinsparung auch von geringerem Kühlwasserbedarf, gleichmäßigeren Prozessbedingungen und Leistungssteigerung (z.B. bei der Entfeuchtung), Nennleistung auch bei warmer Witterung und durch ein verbessertes Öko-Audit bei der Bewertung von Industrieprozessen profitieren.

Das IZW wird sich deshalb in Zu-

kunft neben den Haushaltswärmepumpen verstärkt den industriellen und gewerblichen Wärmepumpen widmen, um weitere Anwendungsbereiche für die Wärmepumpentechnik zu erschließen und somit das volkswirtschaftliche Potenzial zur Energieeinsparung mit Wärmepumpen zu erhöhen. Als erste Schritte organisiert das IZW die auf Seite 4 vorgestellte IKK Sonderschau und das DKV-IZW Wärmepumpenforum. Alle Wärmepumpeninteressierten sind herzlich zu diesen Veranstaltungen eingeladen.

[1] Breembroek, G.; Lazáro, F.: International Heat Pump Status and Policy Review 1993-1996. IEA Heat Pump Centre, Juli 1999.



## DKV – IZW e.V. Wärmepumpenforum

Der Deutsche Kälte- und Klimatechnische Verein (DKV e.V.) und das Informationszentrum Wärmepumpen und Kältetechnik (IZW e.V.) werden in Zukunft bei der Förderung der Wärmepumpe zum Heizen und zur Warmwassererzeugung, und bei der industriellen und gewerblichen Anwendung eng zusammenarbeiten.

Neben der gemeinsamen Veröffentlichung von Forschungs- und Statusberichten, stehen gemeinsame Informationsveranstaltungen im Mittelpunkt. So organisieren beide Vereine anlässlich der

### Deutschen Kälte-Klima-Tagung 2000 in Bremen

am Donnerstag, 23.11.2000,

13.30 bis 18.00 ein Forum

### Wärmepumpen in gewerblichen und industriellen Anwendungen

im Maritim Hotel & Congress Centrum Bremen, Saal Danzig.

Industrielle und gewerbliche Wärmepumpen werden vor allem im höheren Temperaturbereich eingesetzt, wobei mit Abwärme Wärme höherer Temperatur für industrielle und gewerbliche Prozesse und zur Gebäudeheizung zur Verfügung gestellt wird. Auf Grund des hohen Wärmebedarfs

im Gewerbe und der Industrie können mit der Wärmepumpentechnik große Einsparungen an fossiler Primärenergie und eine Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen erreicht werden.

Nachteilig für Einsatz sind vor allem die hohen Investitionskosten sowie die fehlenden Erfahrungen und Komponenten für spezielle Anwendungen.

Das Forum wird neben einem nationalen und internationalen Überblick

über die Nutzung von Wärmepumpen in Gewerbe und Industrie, die verschiedenen Systeme vorstellen und über praktische Erfahrungen berichten (siehe Programm).

Alle Einzelheiten zum Forum erhalten Sie auf Anfrage beim IZW e.V., Fax 0511-762-5203, e-mail: email@izw-online.de oder im Internet unter

<http://www.izw-online.de>.

#### Programm

- 1 - Wärmepumpen in Gewerbe und Industrie – ein Überblick; (Dipl.-Ing. R. Heidelck, IZW e.V., Hannover).
- 2 - Wärmepumpen in Industrie und Gewerbe – ein internationaler Überblick; (J. Bouma, M.Sc., Heat Pump Centre der International Energy Agency, Sittard, Niederlande).
- 3 - Industrial heat pumps in The Netherlands, exceeding the one-plant level (Industriewärmepumpen in den Niederlanden); (S. Lobregt, P. Oostendorp, S.M. van der Sluis, TNO, Apeldoorn, Niederlande).
- 4 - Sorptions-Wärmepumpen für Gewerbe und Industrie; (Dr.-Ing. C. Schweigler und Dr.-Ing. habil F. Ziegler, ZAE Bayern, München).
- 5 - Nutzung industrieller Abwärme durch Wärmepumpen mit Kaltwasser-Nahwärme; (Dipl.-Ing. R. Bertuleit, Art-Bertuleit, Bielefeld).
- 6 - Großwärmepumpe in einer Müllverbrennungsanlage (Dipl.-Ing. P. Bailer, Sulzer Fritherm, Winterthur, Schweiz).
- 7 - Gasmotor-Wärmepumpen in Gewerbe und Industrie; (Dipl.-Ing. H. Jacobowsky, York-International, Mannheim).
- 8 - Hochtemperatur-Wärmepumpen für Industrie und Gewerbe; (Prof. Dr.-Ing. H. Kruse, FKW, Hannover).

## IKK Sonderschau Wärmepumpen

Der Verband Deutscher Kälte-Klima-Fachbetriebe (VDKF) e.V. und das Informationszentrum Wärmepumpen und Kältetechnik (IZW) e.V. organisieren zum ersten Mal gemeinsam auf der

### Internationalen Fachmesse Kälte-Klimatechnik (IKK 2000)

vom 18. bis 20. Oktober 2000

im Messezentrum Nürnberg, Halle 4 Stand 4-129  
eine

### Sonderschau Wärmepumpen mit Fachvorträgen

Dabei wird auf einer Fläche von 180 m<sup>2</sup> neben der erfolgreichen Wärmepumpentechnik zum Heizen von Gebäuden und Warmwassererzeugung, auch die zunehmende Bedeutung der Wärmepumpe für industrielle und gewerbliche Anwendung und zum Kühlen von Gebäuden mit ausgeführten Anlagen und Postern dargestellt und erläutert.

Die Ausstellung wird ergänzt durch eine Vortragsreihe am 18., 19., und 20. Oktober, von 10.00 bis 13.00, (Mittwoch 11.30-13.00). Sie bietet Informa-

tionen über den Entwicklungsstand und das Potenzial von Wärmepumpen, Erfahrungen aus der Sicht der Hersteller, die Bedeutung der Wärmepumpen zur Energieeinsparung und CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung und die industrielle und gewerbliche Nutzung der Wärmepumpen. Das genaue Programm finden Sie in den Messeunterlagen und im Internet unter

<http://www.izw-online.de>.

Wollen Sie mehr über den **IZW e.V.** und seine Maßnahmen zur Förderung der Wärmepumpen wissen, stehen wir Ihnen darüber hinaus auf unserem Informationsstand in der Halle 2, Stand 2-103 gern zur Verfügung.