



■ Großwärmepumpen wie die des Fellbacher Herstellers Combitherm werden oft nach kundenspezifischen Anforderungen gefertigt. Bild: Combitherm GmbH, Fellbach

Wärmepumpen für Industrie und Gewerbe

Marktübersicht sowie mögliche Anwendungsgebiete und Potenziale von Groß-Wärmepumpen in Deutschland

Die Chillventa-Premiere im letzten Jahr hat es mit dem „Industrial-Heat-Pump Village“ gezeigt. Auch in Industrie und Gewerbe lassen sich Wärmepumpenanlagen vorteilhaft zur Bereitstellung von Raum- und Prozesswärme sowie zur Abwärmenutzung einsetzen. Neben der Verwendung der üblichen Wärmequellen sind in der Industrie häufig Wärmequellen auf höherem Temperaturniveau, z. B. Abwärme von Kühlprozessen und Prozessabluft sowie Abwasser oder Flusswasser verfügbar. Dieses große Potenzial der Industrieabwärme wird bislang jedoch noch zu wenig genutzt. Unsere Marktübersicht über Sole/Wasser- bzw. Wasser/Wasser-Wärmepumpen mit Heizleistungen von 100 bis über 1000 kW beleuchtet vorteilhafte Einsatzmöglichkeiten sowie das Herstellerangebot.

Industrie- und Gewerbebetriebe stehen heute unter großem Energiekosten-Druck. Energieeffizienz ist daher für viele Unternehmen ein bedeutendes Thema mit großem Informationsbedarf geworden. Viele Betriebe verfügen über enorme Abwärmemengen aus

den verschiedensten Produktionsprozessen, ohne wirklich zu wissen, wie diese nutzbar gemacht werden können. Das riesige Potenzial der Industrieabwärme wird insbesondere in Deutschland bislang kaum genutzt. Während Groß-Wärmepumpen-Anlagen in der Schweiz und in Skandinavi-

en mit den verschiedensten Wärmequellen bereits vielfach ressourcenschonend eingesetzt werden, tut man sich hierzulande noch schwer mit dieser Technologie. So beläuft sich die Anzahl der Anbieter von Großwärmepumpen mit Leistungsbereichen bis 1500 kW auf max. 5-10.

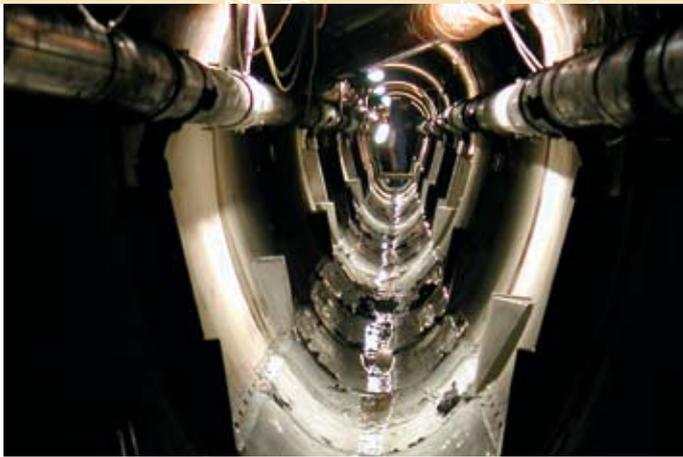
Potenzialstudie für industrielle Nutzung

Ziel eines für die Stiftung Energieforschung Baden-Württemberg durchgeführten Forschungsvorhabens war es deshalb, vorteilhafte Einsatzmöglichkeiten für Wärmepumpenanlagen in Industrie und Gewerbe in Deutschland zu identifizieren und deren Potenzial abzuschätzen. Die Untersuchung wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes des Instituts für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung an der Universität Stuttgart (IER), in Zusammenarbeit mit der Ochsner Wärmepumpen GmbH durchgeführt [1].

Sie beinhaltet neben dem derzeitigen Stand der Groß-Wärmepumpentechnik eine Marktanalyse, „Best-Practice“-Beispiele sowie eine Analyse möglicher Potenziale sowie der bisherigen Hemmnisse. Darüber hinaus wurden für ausgewählte Anwendungsfälle, detaillierte Machbarkeitsstudien für Leistungsbereiche von 90 bis 970 kW durchgeführt. Die Untersuchungen zeigen, dass die meisten der analysierten Anlagen Abwärme als Wärmequelle nutzen und sehr spezifisch auf die Anforderungen der Unternehmen angepasst und ausgelegt sind. Womit gleich eines der Hemmnisse deutlich wird: Unzureichende Information über mögliche Anwendungen in den Unternehmen sowie die komplexe, individuelle Planung und Ausführung schränken den Kreis derzeitiger Anbieter und Auftraggeber stark ein.

Wärmesenken-Temperatur oft zu gering

Die Nutzung von Großwärmepumpen ist in hohem Maße vom möglichen Temperaturniveau der Wärmesenke abhängig. Mit der derzeit verfügbaren Technologie auf Basis verfügbarer Kältemittel wie beispielsweise R134a



■ Dem Abwasser Energie entziehen – in der Schweiz seit langer Zeit Praxis; in Deutschland befindet sich diese Technologie noch im Anfangsstadium. Im Bild zu sehen: Abwasserwärmeübertrager einer 1999 in Binningen realisierten Anlage.

und R407c sind Temperaturniveaus von ca. 65°C bis 75°C und ca. 80°C im zweistufigen Betrieb erreichbar.

Im Forschungsbericht des IER wurde das Potenzial für drei verschiedene Temperatur-Stufen von 70°C, 80°C und 100°C sowie deren mögliche Anwendungsbereiche näher untersucht.

So ergebe sich bei 70°C ein Wärmelieferungs-Potenzial für die industrielle Anwendung von 231,1 PJ/a. Eine Anhebung des Temperaturniveaus auf 80°C bringe ein zusätzliches Potenzial in Höhe von 10,6 PJ/a, während Nutzwärmetemperaturen von 100°C im industriellen Bereich mit weiteren 147,9 PJ/a den größten Zuwachs möglicher Anwendungen und damit verbunden ein Reduktionspotenzial von 6,3 Mio. t CO₂ jährlich liefern würde.

Daran wird deutlich, dass die heute erreichbaren Temperaturniveaus für viele Prozesse wie beispielsweise in der Papierindustrie (Zellstoff-Trocknung) sowie in Brauereien (Flaschenreinigung und thermische Behandlung der Maische) zu gering sind. Eine Ausnahme bilden hier Wärmepumpen, die mit dem natürlichen Kältemittel Wasser arbeiten, wie sie beispielsweise von Johnson Controls hergestellt wird.

Um diese Potenziale auch für herkömmliche Wärmepumpen zu erschließen, sind derzeit verschiedene Kältemit-

tel in der Entwicklung. Untersuchungen zum Beispiel mit R227ea lassen mögliche Temperaturen von ca. 90°C realistisch erscheinen. Durch den Einsatz von R245fa sollten Temperaturen von über 100°C realisierbar sein. Wann diese neuen Kältemittel auf dem Markt verfügbar sein werden, kann im Moment jedoch noch nicht abgeschätzt werden.

Innovative Wärmepumpenkonzepte sind gefragt

Noch wichtiger als die Entwicklung neuer Kältemittel für die Bereitstellung von Prozesswärme in Industrieanlagen dürfte die Suche nach intelli-



■ Serienmäßige Wärmepumpen von 80 bis 960 kW Heizleistung, bei 65°C Vorlauftemperatur bietet der österreichische Hersteller Ochsner an.

Bild: Ochsner Wärmepumpen GmbH, Linz (Österreich)

genten Wärmepumpen-Konzepten für die heute möglichen Temperaturniveaus sein. So zeigen innovative Konzepte, dass Wärmepumpen in großem Maßstab, auch mit den derzeit erreich-

baren Temperaturniveaus, durchaus erfolgreich eingesetzt werden können, um zunächst den Bedarf an Raumwärme und Warmwasser in den Betrieben abzudecken. Ein Beispiel hierfür ist das pa-

Verbände und Organisationen

Weiterführende Informationen zum Einsatz von Groß-Wärmepumpen

Verband/Organisation:		Internetinformationen:
Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. (DKV)	Wissenschaftliche und technische Arbeiten auf dem Gebiet der Kälte-, Klima- und Wärmetechnik	www.dkv.org
European Heat Pump Association (EHPA)	Europäischer Herstellerverband zur Förderung des Einsatzes von Wärmepumpen-Technologien	www.ehpa.org
Bundesverband Wärmepumpe e. V. (BWP)	Interessenvertretung deutscher Wärmepumpenhersteller, Schnittstelle zwischen Industrie, Planern und Handwerk	www.waermepumpe.de
Forschungszentrum für Kältetechnik und Wärmepumpen GmbH	Technologietransferzentrum zwischen Forschung, Lehre und der Industrie	www.fkw-hannover.de
International Energy Agency, (IEA) Heat Pump Centre (HPC)	<ul style="list-style-type: none"> ● Berichte ● Broschüren ● Newsletter ● Tagungen und Konferenzen ● Technische Informationen 	www.heatpumpcentre.org
IZW e.V.-Informationszentrum Wärmepumpen- und Kältetechnik	<ul style="list-style-type: none"> ● Fachveranstaltungen ● Zeitschrift „Wärmepumpe aktuell“ ● Statusberichte ● Forschungsberichte ● Informationsbroschüren 	www.izw-online.de

Fabrikat:	Alpha-InnoTec	CIAT	COMBITHERM GmbH	Carrier	GEA
Typenbezeichnung:	Professional-Serie SWP (1) WWP (2)	Hydrociat (1) Dynaciat (2)	HWW, HSS	30 XWH Premium Range	GLWH 0401 - 9604 BA2
Wärmequellen:	Erdreich Wasser, Prozesse mit Wärmerückgewinnung	Grundwasser / Erdwärme / ...	Luft, Wasser, Sole	Wasser, Sole	Wasser / Sole-Wasser
Kältemittel:	R 407 C, R134 a	R 470 C, R 134 a (1) R 410 A, R 407 C (2)	R 134 a, R 407 C, R 410 A, R 723	R134a	R134 a
Heizleistung in kW:	100 bis 160, bis zu 4 Maschinen kaskadierbar	350 bis 1420 (1) 40 bis 413 (2)	50 kW bis 5000 kW	554 bis 1276	100 bis 2750
Max. erreichbare Vorlauftemperatur in °C:	55 °C, 60 °C und 65 °C	50 °C (1), 55 °C (2)	75 °C	63 °C	55 °C
Innen/Außenaufstellung:	Innen	Innen	Innen- und Außen	Innen	Innen
Verdichterbauart:	Scroll-Verdichter	Doppel-Schrauben- (1) und Scroll Verdichter (2)	Kolben-, Schrauben-, Scroll- verdichter	Doppel-Schraubenkompressor	Vollhermetische Kompakt- schraube
Verdichteranzahl:	2	2 bis 3 (1), 1 bis 4 (2)	1 bis 6	1 bis 2	1 bis 4
Schall-Leistungspegel dB (A):	K. A.	96 bis 105 (1) , 67 bis 82 (2)	50 bis 95	99 bis 102	91 bis 102 mit optionalem Zu- behör bis zu 16 dB(A) Redu- zierung
Mögliche Leistungsanpassung oder Stufung:	50 bis 100 % bei Kaskaden bis zu 12,5 %	17 % bis 100 % (1), 1 bis 4stufig (2)	10-100 %, stufenlos oder min- destens 4-stufig	Mehrstufige Leistungsrege- lung je Verdichter	50 bis 100 % je Verdichter, max. 12,5 %
Möglicher Temperaturbereich der Wärmequelle:	-5 °C bis +25 °C (1); +7 °C bis +25 °C (2)	-8 °C bis +12 °C (1), -10 °C bis +18 °C (2)	-50 °C bis +50 °C		Von -5 °C bis +23 °C
Heizbetrieb:					
COP gem. EN 255:					
Bei 0 °C / W 35 °C bzw. W 10 °C / W 35 °C:	4,5 bis 5,4	K. A.	4,9	K. A.	4,36
Bei 0 °C / W 50 °C bzw. W 10 °C / W 50 °C:	3,3 bis 3,9	K. A.	3,4	K. A.	3,00
Kühlbetrieb:					
Kühlfunktion:	Ja, durch hydraulische Umschaltungen	Ja	Optional	Ja	Ja
Kühlleistung in kW:	80 bis 125	270 bis 1140 (1) 30 bis 350 (2)	30 bis 5000	509 bis 1748	87 bis 2450
EER (Kälteleistungszahl)	5,0 bis 6,0	Max. 5,79 (1) Max 5,94 (2)	Eurovent-Klasse A	5,8 bis 6,2	5,15 bis 6,06
Max. Abmessungen L x B x H in mm:	1400 x 913 x 1847	4060 x 1720 x 2270 (1) 1680 x 2200 x 880 (2)	Individuelle Planung	4832 x 1039 x 2000 mm	4500 x 2250 x 2250
Gewicht in kg:	(1) 610 bis (2) 1000	6750 (1) , 1509 (2)	Individuelle Planung	3100 bis 7200 kg	Von 800 bis 12520
Vertrieb/Kontakt:	Alpha-InnoTec GmbH Heiz- und Kühlsysteme Industriestraße 3 95359 Kasendorf Tel.: 09228 9906-0	CIAT Kälte- und Klimatech- nik GmbH Heinrich Hertz Str. 2 44227 Dortmund Tel.: 0231 1815381	COMBITHERM GmbH Friedrichstr. 14 70736 Fellbach Tel.: 0711 951918-0	Carrier GmbH & Co. KG Edisonstraße 2 85716 Unterschleißheim Tel.: 089 32154-0	GEA Happel Klimatechnik GmbH Südstr. 48 44625 Herne Tel. 02325 468-00
Internetinformationen:	www.alpha-innotec.de	www.ciat.de	www.combitherm.de	www.carrier.de	www.gea-happel.de

tentierte Verfahren „Wärmetrans“ des Leipziger Dipl.-Ing. Karsten Rasche. Es verknüpft konventionelle Wärmeerzeuger oder BHKWs mit Wärmepumpen, indem deren Abgaswärme über nachgeschaltete Wärmetauscher als Wärmequelle für die Wärmepumpe nutzbar gemacht wird. 2-fach positiver Effekt: die Abgasverluste von Heizkesseln und BHKW werden minimiert und die Abwärme zur Bereitstellung von Heizwärme sinnvoll genutzt. Interessant ist auch die mögliche Verknüpfung mit bestehenden BHKWs, die den selbst erzeugten Strom für den Antrieb des Wärmepumpen-Verdichters kostengünstig bereitstellen. Auch Wärme-Kälte-Kopplungen mit zeitgleichem Bedarf an Raumwärme und Klima-Käl-

te bieten günstige Randbedingungen für den Einsatz von Großwärmepumpen.

Individuelle Planung ist Voraussetzung

Die Hauptanwendung von Wärmepumpen im industriellen Bereich dürfte die Abwärmennutzung zur Brauchwarmwasser- und Raumwärmebereitstellung sein. Die Nutzung von industrieller Abwärme zur Beheizung, Klimatisierung muss, im Vergleich zur Raumheizung durch Wärmepumpen in Einfamilienhäusern, für jeden einzelnen Anwendungsfall individuell geplant und ausgelegt werden. Die Hersteller bieten bereits standardisierte Anlagen unterschiedlicher Leistungsgröße an. Deren Integration in einen bestehenden Pro-

zess bzw. in den Wärmekreislauf eines Industriegebäudes muss jedoch durch Planer bzw. Anlagenbauer individuell durchgeführt werden. Hinsichtlich der zu nutzenden Abwärme muss beispielsweise abgeklärt werden, ob die notwendige Menge mit entsprechender Temperatur zur Verfügung steht. Bei der nutzbaren Wärmequellentemperatur sind aktuelle Wärmepumpen meist auf eine maximale Eingangstemperatur von ca. 35 °C beschränkt. Höhere Wärmequellentemperaturen können nicht direkt in einer Wärmepumpe eingesetzt werden, da dies zu Schäden am Verdichter führen kann. Je höher die Betriebsstunden sind, umso wirtschaftlicher kann eine Wärmepumpe Abwärme nutzbar

machen. So muss auch die Verbraucherseite in ein seriöses Energieversorgungskonzept mit einbezogen werden. Ein für den wirtschaftlichen Betrieb wichtiger Punkt ist der Temperaturhub der einzusetzenden Wärmepumpe. Da der COP von Wärmepumpenanlagen bei hohen Ausgangstemperaturen absinkt, kann es daher oftmals sinnvoll sein, eine Wärmepumpe z. B. nur zur Anhebung der Vorlauftemperatur einzusetzen, anstatt sie am Temperaturlimit zu betreiben.

Wärmequelle Abwasser

Neben der Abwärmennutzung zeigt die Nutzung von Abwasser als Wärmequelle wachsende Bedeutung [2]. Vor allem in der Schweiz sind auf diesem Gebiet bereits eine

Axima Refrigeration	Johnson Controls Wärmepumpe	OCHSNER	STIEBEL ELTRON	KWT AG - Viessmann Group	WATERKOTTE GmbH
Quantum	Hochtemperatur-Wärmepumpe	IWWS ER2 bzw. ISWS ER2	WPF 20/27/40/25/66	Keine	Baureihen DS 5110, DS 5240 und DS 6500
Wasser	Div. Anwendungen individuell anpassbar z. B. Kälteanlagen, Prozessabwärme	Wasser bzw. Sole / Wasser, Grundwasser, Abwasser, Kühlwasser	Sole-Wasser, Erdsonden, Kollektoren	Erdsonden, Grund- und Abwasser, Abwärme	Grundwasser, Erdsonden
R 134 a	R 718 (Wasser)	R 134 a bzw. R 407 C	R 410 C	Entspr. Anforderung, auch natürliche Kältemittel	R 407 c und R 134 a
300 bis 3000	200 bis 1000	80 bis 960	21,9 bis 69 kaskadierbar bis 400 kW	100 bis 6000	100 bis 500
50 °C	100 °C	65 °C	60 °C	75 °C	55 ° und 70 °C
Innen	Innen	Innen	Innen	Innen/Außen	Innen
Halbhermetischer Turbo, ölfrei	Offener Schraubenverdichter	Hermetischer Schraubenverdichter	Scroll-Verdichter	Scroll, Schrauben-, Hubkolben- oder Turboverdichter	Tandem-Scroll, Hubkolben, Schraubenkompressoren
1 bis 7	1 bis 2	1	1	Individuelle Planung	Von 1 bis 2
83 bis 95	K. A.	78	55 bis 62	K. A.	67 bis 92
20 bis 100 %	Von 1100 bis 4600 min - Stufenlos regelbar	35 bis 100 %	Nein	10 bis 100 %	50 bis 100 %
+8 bis +20 °C	+30 bis +75 °C	-15 °C bis +28 °C	-5 °C bis +20 °C	-15 bis +35 °C	-5 °C bis +25 °C
Heizbetrieb:					
COP gem. EN 255:					
5,7	K. A.	K. A.	4,8	K. A.	4,0 bis 4,6
4,0	K. A.	K. A.	3,2 bis 3,4	K. A.	3,0 bis 3,6
Kühlbetrieb					
Ja	Ja	Nein	Optional mit Zubehör	Passive Kühlung über Erdsonde und aktive Kühlung möglich	Optional
250 bis 2800	Bis zu 700 kW	Nein	K. A.	Bis 4000	90 bis 400
K. A.	K. A.	K. A.	K. A.	K. A.	K. A.
6900 x 2600 x 2300	2500 x 6000 x 3000	K. A.	0,86 x 1,242 x 1,454	Individuelle Ausführung	1000 x 850 x 1300 bis 2300 x 1100 x 1815
Bis 12 500	8000	K. A.	345-655	Nach Leistungsgröße min 500 kg	375 bis 1800
Axima Refrigeration GmbH Kemptener Straße 11-15 88131 Lindau Tel.: 08382 706-0	Johnson Controls Systems & Service GmbH Bamler Straße 5c Ralf Zimmermann 45141 Essen Tel.: 0201 2400-0	OCHSNER Wärmepumpen GmbH Krackowizerstraße 4, A-4020 Linz Tel. (43) 706 1092-0	STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG Dr.-Stiebel-Straße, 37603 Holzminden Tel.: 0180 3 702003	Viessmann Deutschland GmbH Viessmannstraße 1 35108 Allendorf (Eder) Tel.: 06452 70-0	WATERKOTTE GmbH Gewerkenstraße 15 44628 Herne Tel.: 02323 9376-0
www.aximaref.de	www.york.de	www.ochsner.com	www.stiebel-eltron.de	www.kwt.ch	www.waterkotte.de

Vielzahl von Projekten erfolgreich realisiert worden.

So liegt in den weit verzweigten Kanalisationsnetzen ein bis heute noch unterschätztes Abwärmepotenzial. Die Wärme im Abwasser stammt aus Abwärme von Industrie und Privathaushalten, sodass auch im Winter Temperaturen von 10 bis 15 °C erreicht werden können. Dank des günstigen Temperaturniveaus im Winter ist im Vergleich zu herkömmlichen Wärmepumpensystemen mit den Wärmequellen Luft, Erdreich oder Grundwasser oftmals ein effizienterer Betrieb möglich. Abwasser-Wärmepumpen erreichen in Neubauten Jahresarbeitszahlen von bis zu 5. Ein weiterer Vorteil der Abwärmenutzung liegt

im beständigen und reichlichen Wärmeangebot sowie in der geeigneten Abnehmerstruktur in der Nähe der Wärmequelle [3].

Als grober Richtwert für Abwasser als Wärmequelle gilt, dass je m³ Abwasser und je Kelvin Abkühlung etwa 1,16 kW Wärme entzogen werden können. Je nach Auslegung der Wärmepumpe kann die Gesamtanlage eine Wärmeleistung von insgesamt 2 bis 5 kW je Kelvin Abkühlung und m³/h Abwasser zur Verfügung stellen.

Mögliche Anwendungsgebiete:

Vorteilhafte Anwendungsgebiete im gewerblichen und industriellen Bereich sind demnach zum Beispiel:

- Wärmepumpen zur Heizung und Wärmerückge-

winnung als Bestandteil von Großklimaanlagen in Bürogebäuden und Warenhäusern.

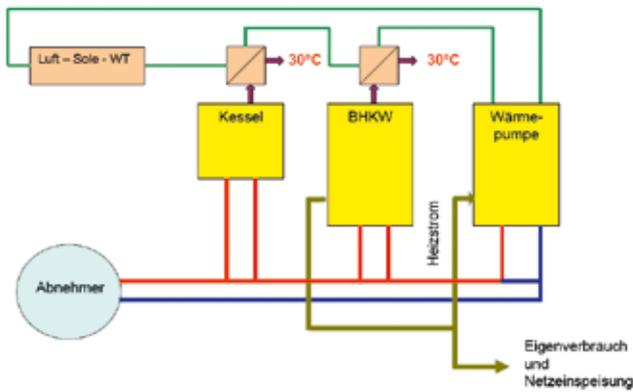
- Wärmepumpen zum gleichzeitigen Heizen und Kühlen von Räumen (Kälte-Wärme-Kopplung).
- Wärmepumpen zur Ausnutzung der Niedertemperaturabwärme von Prozessen (z. B. Kühltürme).
- Wärmepumpen in Destillieranlagen zur teilweisen Wiederverwendung der eingesetzten Verdampfungsenergie.
- Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK) als Tandemanlage (BHKW und Wärmepumpe) zum gleichzeitigen Parallelbetrieb eines Generators mit einer Wärme- bzw. Kältemaschine.

Kaskadierung von Wärmepumpen

Hersteller wie Alpha-Innotec oder Stiebel-Eltron erschließen sich große Leistungsbereiche durch die Kaskadierung mehrerer Maschinen im Bereich von 100 bis 150 kW und erreichen durch die Aufteilung neben den erforderlichen großen Wärmeleistungen für Großgebäude oder Gewerbeanwendungen auch die für Großanlagen so wichtige Versorgungssicherheit.

In diese Kategorie fällt zum Beispiel die Wärmepumpe „WPF 66“ von Stiebel-Eltron. Die Einzelgeräte mit max. 66 kW sind eigentlich noch keine „Groß-Wärmepumpen“, sie lassen sich jedoch bis zu 6-mal parallel schalten und decken so Leistungsbereiche

„Wärmetrans“ – Grundsaltbild für Heizhäuser



■ **Innovative Einbindung der Wärmepumpe in die Wärmeerzeugung – Die Wärmepumpe verringert einerseits Abgasverluste und wärmt unter wirtschaftlichen Betriebsbedingungen Kesselwasser vor.**

von bis zu 400 kW ab. Die kompakte Bauweise ermöglicht eine platzsparende Aufstellung. So können je zwei Maschinen übereinander gestapelt werden. Die Wasser/Wasser-Wärmepumpen aus der „Professional“-Serie von Alpha-InnoTec sind in Einzelgrößen bis 108 kW lieferbar. Die Sole/Wasser-Wärmepumpe erreicht eine Heizleistung von 160 kW. Hier können durch Kaskadierung von bis zu vier Maschinen max. 640 kW Wärmeleistung erreicht werden.

Integrierte Lösungen zum Heizen und Kühlen

Für große Nicht-Wohngebäude mit Kühlbedarf bietet sich in Verbindung mit Geothermie eine weitere interessante Einsatzmöglichkeit an, die im Neubau bereits vielfach Anwendung findet. Durch die Umleitung der Sole-Flüssigkeit über einen zusätzlichen Wärmetauscher kann eine umweltfreundliche und sparsame passive Kühlung über Betonkernaktivierung realisiert werden.

Auch die Combitherm GmbH aus Fellbach verzeich-

nete nach eigenen Angaben in 2008 eine deutliche Nachfragerhöhung nach Geothermiezentralen mit Wärmepumpen zum Heizen und Kühlen. Neben Geothermie-Erdsonden werden bei Combitherm auch Fluss- und Brunnenwasser, sowie Kühlturm-abwärme als Wärmequelle und Wärmesenke herangezogen. Ein stark steigendes Interesse an Großwärmepumpen ab 100 kW Heizleistung bekundet das Unternehmen auch durch die Möglichkeit, mit den Wärmepumpen auch Warmwassertemperaturen bis zu 75°C wirtschaftlich zu erzeugen.

Der österreichische Wärmepumpenhersteller Ochsner bietet Wasser/Wasser-Großwärmepumpen im Leistungsbereich von 80 bis 960 kW an. Das Unternehmen setzt im Kältekreislauf die sogenannte „OVI“-Technik ein, die hohe Vorlauftemperaturen und stabile Heizleistungen ermöglicht. Sie beruht auf einer Teilstrom-Dampf-Einspritzkühlung und verbessert die Kälteleistung und den COP mittels Unterkühlungs-Kreislauf (2-stufige Kältemit-

telentspannung). Durch die Massenstromerhöhung gewinnt die Wärmepumpe zusätzliche Heizleistung.

Kältemittel Wasser

Die Schonung der Ressourcen und maximale Umweltfreundlichkeit verbunden mit niedrigen Energiekosten stehen heute im Mittelpunkt vieler industrieller Anwendungen und Verfahren. So rücken natürliche Kältemittel wie Wasser, CO₂, Ammoniak oder Propan in den Mittelpunkt der Diskussion.

Die Vorteile von Wasser als Kältemittel sind zum einen die Verfügbarkeit und einfache Handhabung sowie die gegenüber anderen Kältemitteln wesentlich höheren Vorlauftemperaturen.

Nachteilig ist insbesondere dessen niedrige volumetrische Kälteleistung und die Druckverhältnisse auf Verdampfer- und Kondensatorseite. So müssen Verdichter für Wasser als Kältemittel einen bis zu 300-mal größeren Kältemittelvolumenstrom ansaugen, als ein vergleichbarer Verdichter mit herkömmlichen Kältemitteln [4]. Der Dampfdruck bei einer Verdampfungs-temperatur von beispielsweise 10°C liegt bei 0,012 bar, sodass dieser Teil des Kälteprozesses unter Vakuum stattfindet. Johnson Controls hat eine Wärmepumpe entwickelt, die durch den Einsatz von Wasser (R718) als Kältemittel neben der klassischen Anwendung zur Gebäudebeheizung gerade im industriellen Bereich zur Erzeugung von Prozesswärme oberhalb 100°C eingesetzt werden kann.

Die Großwärmepumpe, die in Leistungsbereichen von 200 bis 1000 kW verfügbar ist, verdichtet das Arbeitsgas mithilfe

eines Schraubenkompressors und arbeitet mit einem Temperaturhub von 65°C auf 100°C.

Fazit

Die Deutsche Industrie bietet ein enormes Potenzial für die Abwärmennutzung mit Wärmepumpen. Die zurzeit am Markt verfügbare Wärmepumpentechnik für große Leistungsbereiche deckt mit wenigen Ausnahmen Temperaturbereiche ab, die für die Bereitstellung von Prozesswärme in Industriebetrieben nicht ausreichen. Gleichwohl können mit dem Stand der Technik die Abwärmemengen für die Beheizung, Warmwasserbereitung und Klimatisierung von Industrie- und gewerblichen Gebäuden ressourcenschonend und wirtschaftlich genutzt werden. Dazu sind individuelle und auf die Unternehmen zugeschnittene Konzepte zur Einbindung der Wärmepumpe in die bestehende Wärmeversorgung und -verteilung erforderlich. ■

Literatur:

- [1] Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) Forschungsbericht „Industrielle Großwärmepumpen – Potenziale, Hemmnisse und Best-Practice-Beispiele, J. Lambauer, U. Fahl, M. Ohl, M. Blesl, A. Voß
- [2] Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V., Heizen und Kühlen mit Abwasser – Ratgeber für Bauherren und Kommunen, Oktober 2005
- [3] Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Energie aus Kanalabwasser – Leitfaden für Ingenieure und Planer, Osnabrück/Bern, November 2005
- [4] Wasser als Kältemittel, Dr.-Ing. Bodo Burandt, Institut für Luft- und Kältetechnik (ILK-Dresden), BHKS-Almanach 2004

■ **Stiebel-Eltron erschließt größere Leistungsbereiche durch Kaskadierung von Aggregaten. So sind derzeit max. 400 kW Heizleistung möglich.**

Bild: Stiebel-Eltron, Holzminde

