

Für den Kälteanlagenbauer: Direktexpansion und Direktkondensation

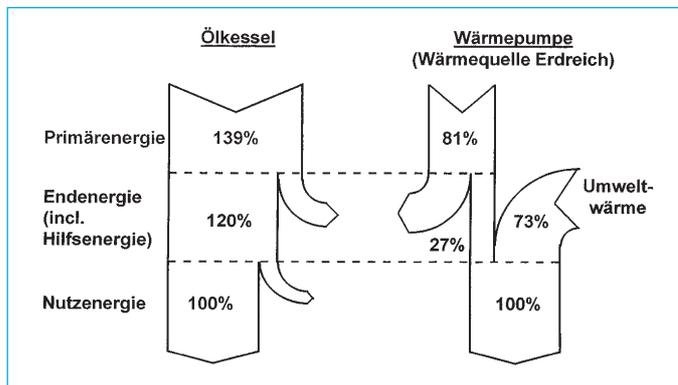
Keine (Heizungs)Wärmepumpen von der Stange

Man muß schon nach Österreich reisen, um dort auf Wärmepumpen zu treffen, deren Technologie genau auf die Sachkunde-Kompetenz von Kälteanlagenbauern zugeschnitten ist. Mit anderen Worten: (Heizungs)Wärmepumpen, bei denen das umweltfreundliche Kältemittel R 407C innerhalb des Erdreichs verdampft, findet man bei nur zwei Herstellern in Österreich. Noch mehr: das Kältemittel durchströmt kondensatorseitig teilweise auch den Fußboden.

Zur Einführung einiges über die theoretischen Grundlagen der Wärmepumpe-(Heiz) Technik [1, 2]

Das Prinzip des thermodynamischen Heizens besteht bekanntlich darin, daß die Wärmepumpe Wärme niedriger Temperatur in Wärme hoher Temperatur umwandelt. Dies geschieht in einem geschlossenen Kreisprozeß durch ständiges Ändern des Aggregatzustandes des Arbeitsmittels (Verdampfen, Verdichten, Verflüssigen, Expandieren).

Zur Funktion: Die Wärmepumpe entzieht der Umgebung – Erdreich, Wasser, Luft – gespeicherte Sonnenwärme und gibt diese plus der Antriebsenergie in Form von Wärme an den Heiz- und Warmwasserkreislauf ab. Die höchste Effizienz

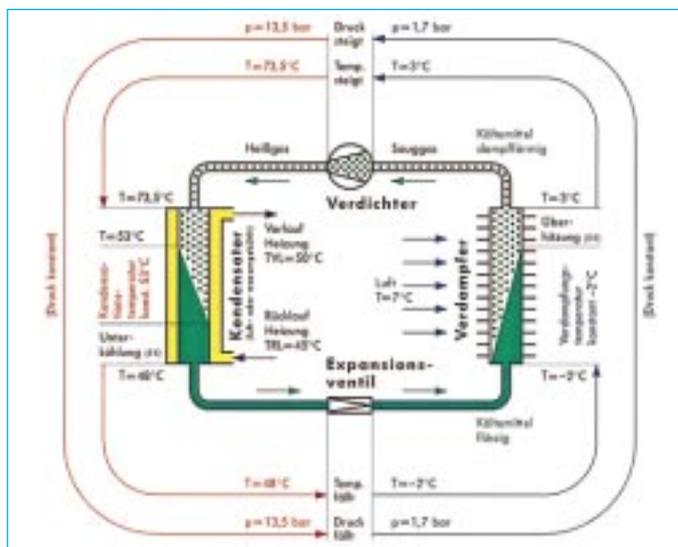


Durch die Nutzung von Umweltwärme aus dem Wärmespeicher Erdreich benötigt die Heizungs-Wärmepumpe nur 81 % Primärenergie, um 100 % Nutzenergie zu erzeugen

erzielt hierbei das Erdreich als Wärmequelle. Dies veranschaulicht die hier veröffentlichte Grafik sehr anschaulich in einem Primärenergie-Vergleich mit einem konventionellen Ölkessel. Selbst ein Gas-Brennwertkessel verbraucht trotz seines hohen Nutzungsgrades mehr Primärenergie (121 %) als die Wärmepumpe mit dem Erdreich als Wärmequelle (81 %), um 100 % Nutzenergie zu erzeugen. Die Grafik macht im übrigen deutlich, daß die Heizwärmepumpe ca. 3/4 der Heizenergie aus der Umwelt bezieht. Dies be-

sagt weiter, daß eine Wärmepumpe bei Nutzung des Erdreichs als Wärmequelle neben der (kostenlosen) Umweltwärme für seine Betriebsfunktion nur noch 27 % Hilfsenergie benötigt, – und das ist in der Regel dann der elektrische Strom.

Über den Verlauf eines realen Wärmepumpen-Kreisprozesses gibt das hier abgebildete Kältekreis-Schema [1, 2] mit einer Darstellung des typischen Druck- und Temperaturverlaufs bei Verwendung des Kältemittels R 134a sehr anschaulich Auskunft.



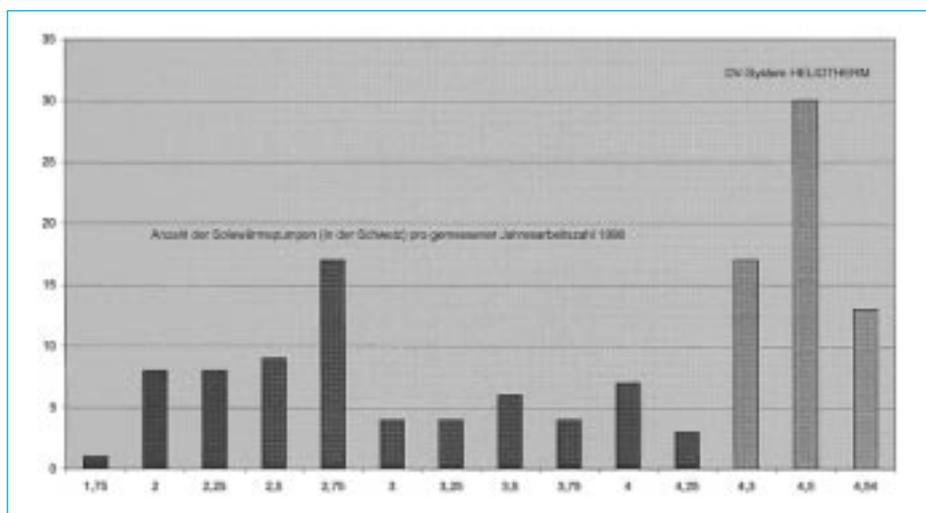
Der Kältekreis der Wärmepumpe mit dem Arbeitsmittel R 134a, Schema mit typischem Druck- und Temperaturverlauf (Werkbild Ochsner)

Die Effizienz einer Wärmepumpe wird durch die Funktion E (Epsilon) = Leistungszahl dargestellt. Die Leistungszahl E gibt die abgegebene Heizleistung im Vergleich zur aufgewendeten Antriebsleistung an. Eine Leistungszahl von 4 bedeutet daher, daß das Vierfache der eingesetzten elektrischen Leistung in nutzbare Wärmeleistung umgewandelt wird. Die Leistungszahl läßt sich aber auch über die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle (das ist der Verdampfer) und der Wärmenutzungsanlage (das ist der Kondensator oder Verflüssiger) in Anwendung des Carnot-Prozesses berechnen. Hierbei wird der Verdichtungsprozeß nach Carnot im T-S-Diagramm als Temperaturhub dargestellt. Dies würde bei einer Wärmepumpe mit Erdreich-Flachkollektor zum Beispiel bedeuten, daß schon ein Temperaturhub von 30 K (0 °C Erdreich, 30 °C Heizungstemperatur) ausreichen würde, um eine Leistungszahl von $E = 10,1$ zu erzielen.

Ideale Prozesse sind nicht möglich. Die Leistungszahlen für den wirklichen Wärmepumpenprozeß – also einschließlich aller Verluste – werden daher geringer sein. Aufgrund der thermischen, mechanischen und elektrischen Verluste sowie aufgrund des Energiebedarfs der Hilfsantriebe ist die effektiv erreichte Leistungszahl E kleiner als E_c („c“ steht für den Carnot-Prozeß). Ochsner führt in seinem Praxishandbuch für Planer und Installateure („Wärmepumpen in der Heizungstechnik“) an, daß man für Übersichtsrechnungen E gleich $0,5 \times E_c$ ansetzen kann.

In jedem Fall ist somit die Leistungszahl von der Temperaturdifferenz (Temperaturhub) zwischen der Wärmequelle und der Wärmeverteilung abhängig. Je geringer der Temperaturhub ausfällt, umso wirtschaftlicher arbeitet jede Wärmepumpe. Eine optimale Planung der Gesamtanlage ist daher von großer Bedeutung. Beispielsweise offenbarten in der Schweiz im Jahr 1998 durchgeführte Feldmessungen gravierende Schwächen, die auf die Wirkungsweise der Gesamt-Wärmepumpenanlage zurückzuführen sein dürfte. Bei gemessenen Jahresarbeitszahlen von 68 Solewärmepumpen betrug diese nur bei 7 Anlagen 4,00 und verschlechterte sich in einem vergleichenden

Balkendiagramm bis auf 2,75 bei 17 Sole-WP-Anlagen – und noch einiges weiter abwärts. Bei 63 Luftwärmepumpen-Anlagen betrug die Jahresarbeitszahl (JAZ) nur in zwei Fällen 3,75, dafür bei 26 WPs 2,50 und in zwei Fällen 1,75. **Mit derartig schlecht ausgeführten Anlagen macht man die Wärmepumpen-Technologie schnell kaputt!** Über welche Effizienz Wärmepumpen-Systeme mit Direktverdampfung verfügen, zeigt die hier veröffentlichte Abbildung der Firma Heliotherm (Langkampfen/Tirol), in der die Schweizer Feldmessungen an 68 Solewärmepumpen um ebenfalls gemessene Jahresarbeitszahlen von 60 Direktexpansions-Wärmepumpen erweitert wurden.



Gemessene Jahresarbeitszahlen von 68 Sole- und 60 Direktexpansions-Wärmepumpen im Jahr 1998 in der Schweiz (Balkengrafik Heliotherm)



Zur richtigen Nutzung einer Systemheizung mit Wärmepumpen gehört ein wenig mehr als nur Technik. Wärmepumpen-Pionier Karl Ochsner erläutert hier einige Zusammenhänge zwischen menschlichem Behaglichkeitsempfinden und Sicherheit durch darauf bezogene Technik

Nachzutragen ist die Erläuterung zur Kenngröße „Jahresarbeitszahl“ (JAZ) für diejenigen Leser, die bisher noch nicht so intensiv mit dem Kältesystem „Heizung-Wärmepumpe“ vertraut sind: Die im Laufe einer gesamten Heizperiode gelieferte Nutzungsenergie im Verhältnis zu der zugeführten elektrischen Antriebsenergie ergibt die Jahresarbeitszahl. Weiterhin dient sie dazu, daß zwischen der Wärmepumpen-Arbeitszahl des Gerätes (Herstellerangabe) und der Gesamt-Anlagen-Arbeitszahl unterschieden werden kann. Das ermöglicht JAZ.

Der hier vorliegende Beitrag befaßt sich schwerpunktmäßig mit Wärmepumpen-Erdwärmesystemen, zu deren Anwendung für die Wohnhaus- und (Gewerbe)Hallenbeheizung – infolge Direktexpansion des Kältemittels – das besondere thermodynamische Know-how des

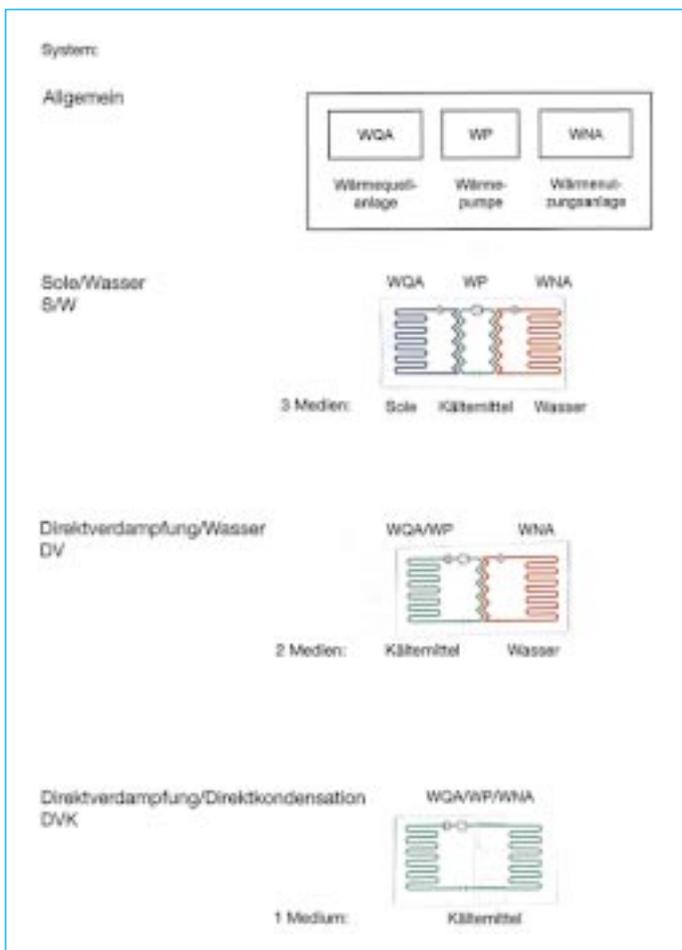
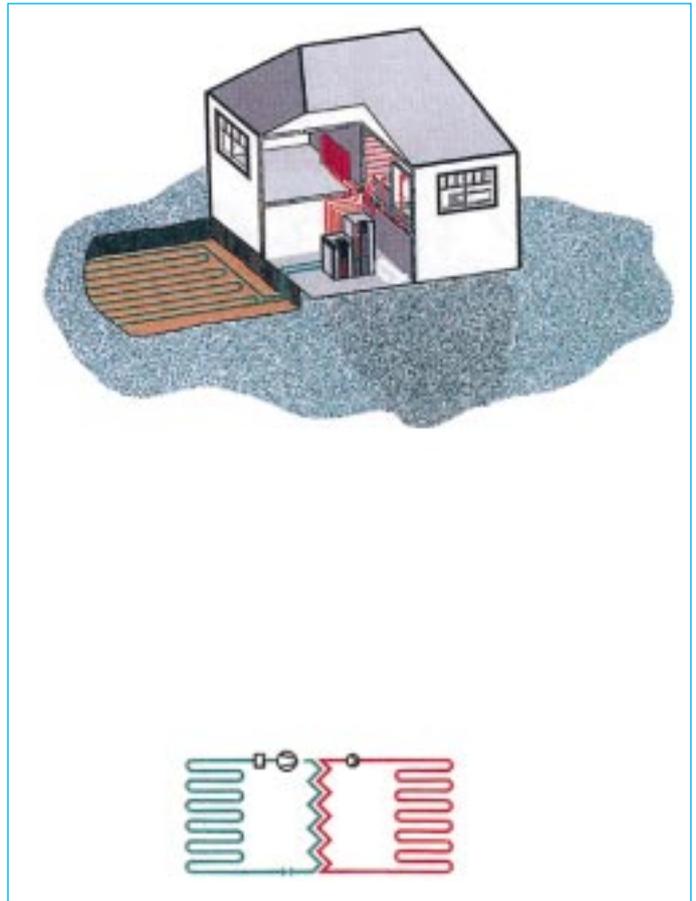
Kälteanlagenbauers gefragt ist. Dieser ist hiermit schon längst im Bereich der umschaltbaren Split-Klimageräte mit Wärmepumpenfunktion (Luft/Luft, Wasser/Luft) vertraut, selten jedoch im Zusammenhang mit einer monovalenten Heizungs-Funktion. Insbesondere nicht bei der Direktverdampfung im Erdreich.

Für Wärmepumpen-Heizanlagen, die das Erdreich als Wärmequelle nutzen, gibt es drei Systeme:

- Sole/Wasser,
- Direktverdampfung/Wasser,
- Direktverdampfung/
Direktkondensation.

Die Unterscheidung bei diesen Erdwärmesystemen ist sehr schön aus dem hier abgebildeten Systemvergleich des WP-Herstellers Ochsner ersichtlich. Für die Sachkunde-Kompetenz des Kälteanlagenbauers spricht vor allem die Direktexpansion mit Kältemittel (in der Regel R 407C) zur Beheizung von Wasser (in der Regel Fußbodenheizung). Den effizientesten Wirkungsgrad erzielt man hierbei über die Verlegung von Flachkollektoren im Erdreich.

System Direktverdampfung/Wasser bei der Wohnhausbeheizung mit der Wärmequellenanlage Flachkollektor im Erdreich



Wärmepumpen-Heizanlagen nach dem System Erdwärme-Direktverdampfung

Der Begriff **Direktverdampfung** besagt, daß das Kältemittel (hier in der Funktion als „Arbeitsmittel“) der Wärmepumpe direkt an der Wärmequelle, bei Erdwärmesystemen im Erdkollektor, verdampft. Dabei wird die Solar- und Umweltenergie **direkt** über ein Kupferrohr aufgenommen. Kupfer stellt einen hochwertigen Werkstoff dar, der Wärme gut leitet. Zum Schutz gegen mechanische Beschädigungen von außen werden PE(Polyäthylen)-ummantelte Rohre (Cu-Rohrqualität gemäß DIN 59753) verwendet. In der Regel besitzen die einzelnen Kollektorrohre eine Länge von 75 m und werden üblicherweise in einer Bodentiefe von ca. 1,00 bis 1,20 m mäanderförmig verlegt. Das Erdreich verfügt dort immer über eine Temperatur, die praktisch nie unter $\pm 0 \text{ }^\circ\text{C}/+ 1 \text{ }^\circ\text{C}$ liegt. Zitat WP-Hersteller Ochsner: „Erdreich ist eine absolut sichere Wärmequelle!“ Derartige kältemittelführende Flachkollektoren sind im Erdreich verrottungssicher und ihre Lebensdauer gilt als unbegrenzt.

Systemvergleich von Erdwärme-Wärmepumpen-Heizungsanlagen (Werkbild Ochsner)



Kälteanlagenbauermeister Herbert Piergalski zeigt hier, in welcher Weise Erdreich-Flachkollektoren „abgerollt“ und mäanderförmig im Abstand von ca. 1,00 m verlegt werden müssen



Flachkollektoren für direkt verdampfendes Kältemittel sind Erdabsorber aus PE-ummanteltem Kupferrohr gemäß DIN 59753 (Kühlschrankqualität), 12 mm im Durchmesser

Im Gegensatz hierzu wird bei Sole-Erdwärmesystemen die Umweltenergie über ein PE-Rohr und die darin zirkulierende Sole aufgenommen. Damit die Sole nicht einfriert, muß ein entsprechendes Frostschutzgemisch vorgesehen werden. Entspricht dieses nicht den Betriebsbedingungen, oder fällt die Soletemperatur aufgrund überhöhter Wärmebedarfs oder zu klein ausgelegter Kollektoren unter einen bestimmten Punkt, so friert die Anlage ein. Ausfall der Heizung und mögliche Frostschäden sind die Folge. **Direktverdampfungs-Anlagen können im Gegensatz dazu nicht einfrieren!**

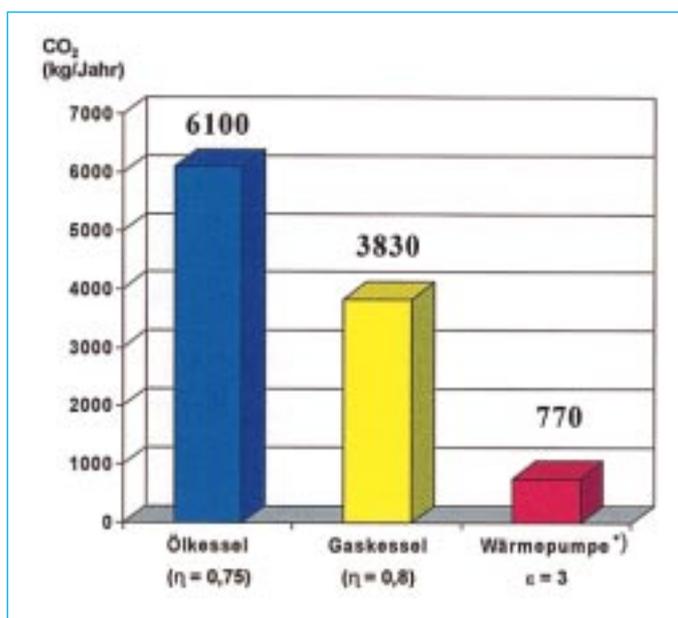
Ochsner ergänzt: „Wärmepumpen nach dem System Direktverdampfung haben weiterhin den Vorteil, daß Sole-Umwälzpumpen und deren Leistungsbedarf (ca. 0,32 kW bei 8 kW Heizleistung) wegfallen und somit die Anlagenleistungsziffern höher liegen.“ Darüber hinaus fällt damit eine mögliche Fehlerquelle weg, da die Pumpen aus Elektromotor und mechanisch bewegten Teilen bestehen. Weiterhin ist die Inbetriebnahme für einen kältetechnisch Fachkundigen (z. B. Mitglied des Kompetenz-Arbeitskreises Wärmepumpen-Anlagenbauer im VDKF) leichter durchzuführen: Der Erdkollektor Direktverdampfung ist rasch evakuiert und mit Kältemittel gefüllt, während ein Solekollektor oft nach Stunden bzw. Tagen noch **Luftblasen** enthält!

Was jedem Kälte-Klima-Fachmann klar ist: Durch den **Wegfall der Wärmetauscher-Verluste**, welche bei einer Sole-Anlage im Plattenverdampfer entstehen, wird die **Leistungsziffer** ebenfalls **positiv beeinflusst**.

Generelles über das Anlagensystem: Das **Wärmeverteilsystem** (Wärmenutzungsanlage) ist bei Wärmepumpenanlagen Direktverdampfung/Wasser als **Warmwasserheizung** (Fußboden, Wand, Radiatoren) ausgebildet. Es besitzt eine oder mehrere Heizungs-Umwälzpumpen, Ausdehnungsgefäße, Überdrucksysteme usw. Der Aufbau des Wärmeverteilsystems ist demnach gleich wie bei Wärmepumpen mit den Wärmequellen Luft, Wasser oder Erdwärme/Sole.

Haben Wärmepumpen mit Direktverdampfung im Erdkollektor eine Zukunft?

Die Antwort ist eigentlich klar: Aber ja! Und das warum liegt auf der Hand: die deutsche Wärmeschutzverordnung ist der beste System-Katalysator und das wird sich in den kommenden Jahren hierzulande (Deutschland ist gemeint) auch zeigen. Die Fußbodenheizung (oder auch Wandheizung) ist der ideale Niedertemperatur-Strahlungswärmeträger, die sich besonders für die Anwendung in Niedrigenergiehäusern eignet. Wer nicht ideologisch durch die mögliche Erhöhung des Einsatzes von Atomstrom verbrannt ist, muß zugeben, daß sich kein anderes

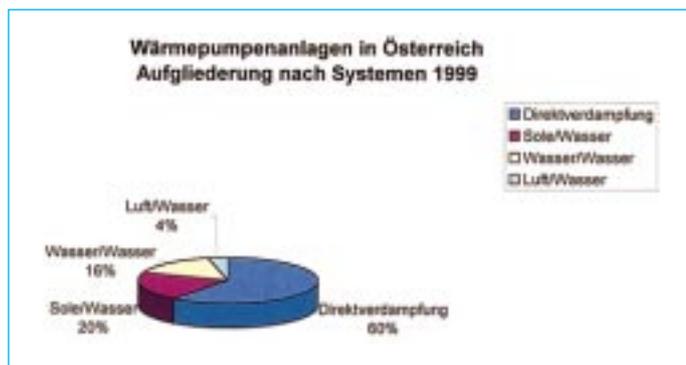


Emissionsvergleich „global“ Einfamilienhaus mit 8,8 kW Heizenergiebedarf (Quelle: Institut für Wärmetechnik TU, Graz, 1990)

*Strom: 50 % emissionsfrei, z. B. Wasserkraft, 50 % kalorische Kraftwerk

Heizungssystem ökologisch so gut rechnet, wie die (Elektro)Wärmepumpe als solche. Denn wer es mit der Senkung der CO₂-Emissionen wirklich ernst meint (auch das Papier des Kyoto-Protokolls ist auf Dauer nicht geduldig!), der müßte sich (immer öfter) mit der effizientesten Umsetzung der (deutschen) Wärmeschutzverordnung intensiv beschäftigen. Schon im Jahr 1990 hatte das Institut für Wärmetechnik der TU Graz (Prof. Dr. Hermann Halozan) in einem Energiebericht der österreichischen Bundesregierung einen packenden Emissionsvergleich bei einem Einfamilienhaus mit 8,8 kW Heizenergiebedarf überzeugend dargestellt.

Damals gab es noch kein Kyoto-Protokoll, stattdessen wurde in Österreich aber gehandelt: Der Markt an Heizungswärmepumpen stieg stetig, allein im Jahr 1999 wurden 1924 Heizwärmepumpenanlagen erstellt. Das Markante daran: Der Anteil an Direktverdampfungssystemen entwickelte sich überproportional zu den anderen Wärmequellenanlagen und erreichte im Jahr 1999 bereits 60,2 %, siehe Grafik.



Eine ähnliche Tendenz ist in der Schweiz zu erkennen, auch dort erfährt die Wärmepumpen-Heizungsanlage eine wachsende ökologische Bedeutung. Was macht nun Deutschland? Nun, KK hat es ja auch in KK 5/2000 berichtet, gegenwärtig stagniert der Wärmepumpenmarkt ein wenig: 1999 wurden nur 4720 Heizungswärmepumpen verkauft, im Jahr 1998 waren es 4320. Man mag hier der ausgetauenen Wärmepumpen-Förderung der deutschen Bundesregierung eine gewisse Schuld zuweisen, andererseits wagt die KK folgende ketzerische Aussage: Trotz aller Anstrengungen unterschiedlicher Interessenverbände wurde die Wärmepumpentechnologie nicht überzeugend genug ausgereizt. Woher kommt es sonst, daß Direktexpansions-Wärmepumpen,

das sind nun einmal die effizientesten Systeme, in Österreich, aber nicht in Deutschland hergestellt werden? Eine Antwort mag wohl sein, daß das hierzulande anzutreffende „Blackbox-Denken/Verhalten“ der Installateure (überwiegend Heizungsbauer und Elektroinstallateure) die kompetenzgerechte Installation von Direktexpansions-Wärmepumpen-Anlagen zu wenig fördert.

Zähneknirschend wird inzwischen in Deutschland zur Kenntnis genommen (am liebsten würden einige die Direktexpansions-WPs aus Wettbewerbsgründen „verbieten“), daß sich zwei österreichische Wärmepumpen-Hersteller, es sind das die Firmen Heliotherm Wärmepumpen GmbH. (Firmensitz in Langkampfen bei Kufstein/Tirol) und Ochsner Wärmepumpen GmbH. (Firmensitz in Linz und Stadt Haag) mit den von ihnen hergestellten Direktexpansions-Wärmepumpen in Deutschland, und mit engen Stützpunkt-Systempartnerschaften verbunden, zunehmend etablieren: Das ist die Chance für den Kälteanlagenbauer, auch für sich und

Wärmepumpenanlagen in Österreich. 1999 wurden 1924 Heizungswärmepumpen installiert

Heliotherm-Wärmepumpen GmbH

Ca. 90 % des Umsatzes wird mit dem Vertrieb von Direktexpansions-Wärmepumpen getätigt, die als Wärmequelle das Erdreich nutzen. Technologie also: Direktverdampfen mit R 407C im Erdreich (Wärmequellenanlage), Heizen mit Wasser (Wärmenutzungsanlage).

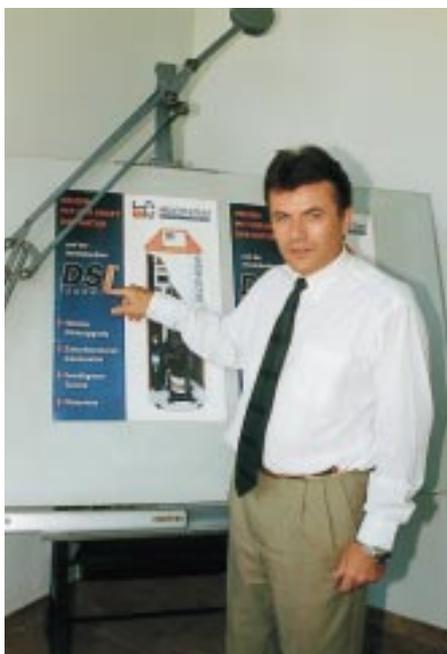


90 % des Umsatzes tätigt Heliotherm mit Direktexpansions-Wärmepumpen

Die Firma Heliotherm hat ihren Firmensitz und die Fertigung in Langkampfen, genauer gesagt im Ortsteil Niederbreitenbach, direkt an der Autobahn zwischen Kufstein und Wörgl und damit verkehrsgünstig gelegen. Die Firma besteht aus 12 Personen und einem externen wissenschaftlichen Beirat. Die Produktionskapazität beträgt 1000 Wärmepumpen pro Jahr.

Geschäftsführender Gesellschafter ist Andreas Bangheri, ein Ingenieur auf dem Gebiet der Elektrotechnik, der schon 1987 bei Technibel in Frankreich die ersten elektromotorischen Wärmepumpen mit der Scroll-Technologie konstruiert hat. Heliotherm bezeichnet sich als erster Wärmepumpenhersteller, der ausschließlich Scroll-Verdichter in der Produktion einsetzt. Dies ist sicherlich auch leistungsabhängig. Schon 1994 wird ein erster Prototyp einer Wärmepumpe mit dem Kältemittel R 410A erprobt.

Was am Fabrikat Heliotherm im Bereich der Wärmepumpen-Technologie besonders bemerkenswert ist: 1996 wurde ein elektronisch gesteuertes Kältemittelspritzsystem mit spezieller Verteilungstechnik entwickelt, das seit 1997 in Verbindung mit einer Fernüberwachungseinrichtung (Modem) serienmäßig produziert wird. Es bezeichnet sich DSI-Technik (Discharge Superheat Injection), was auf österreichisch ausgedrückt bedeutet: Druckgas-Überhitzung-Einspritzung. In Kombination mit dem in der Wärmepumpe integrierten Kältemittelverteiler können so alle Kanäle des Plattenwärmtauschers mit Kältemittel gleichmäßig beaufschlagt werden. Die in dieser Kombination erzielbaren Effekte:

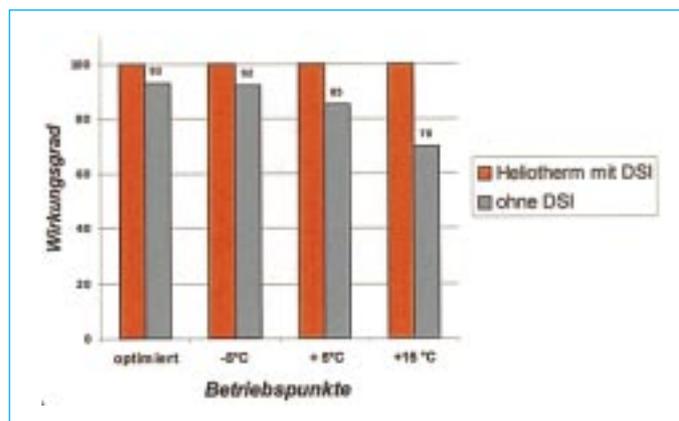


Heliotherm-Geschäftsführer Andreas Bangheri: „Das elektronische Kältemittelregulierungsverfahren DSI – „Discharge Superheat Injection“ – ist europapatentrechtlich geschützt

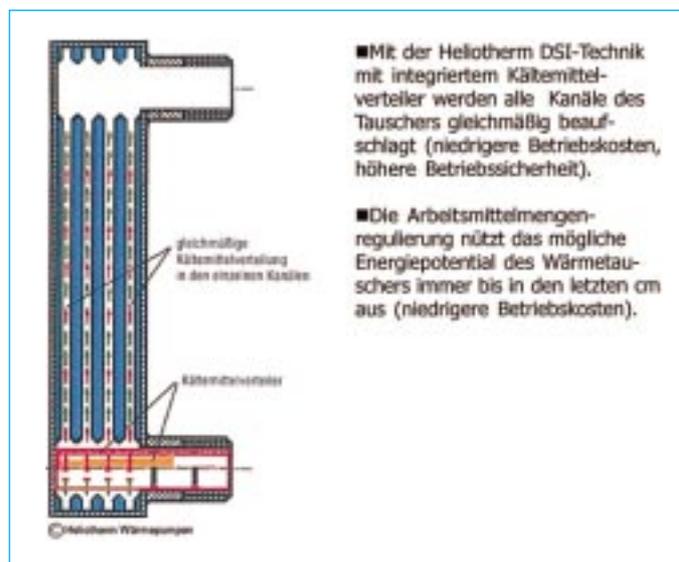
- 100 % Ausnutzung des Verdampfers bei allen Betriebszuständen, dies erzielt einen höheren COP.
- Erweiterter optimierter Betriebsbereich. Dies bedeutet, daß DSI immer 100 % des Energiepotentials bei jeder Temperatur nutzen kann. Nach der Heliotherm-Philosophie (Wirkungsgrad-Optimierung) soll dies einem Wirkungsgradverlust (ab einer Sole-Energiequellentemperatur von + 5 °C) von bis zu 50 % bei konventionellen mechanisch-thermostatisch geregelten Einspritzsystemen entgegenwirken.

- Höhere Betriebssicherheit. Verdichter kann immer zu optimalen Bedingungen betrieben werden. Schließlich auch eine
- integrierte Heißgastemperaturüberwachung.

Der hier veröffentlichte Betriebspunkte-Vergleich – mit und ohne DSI – gibt über den erzielbaren Wirkungsgrad Auskunft.



Vorzüge der elektronischen DSI-Technik von Heliotherm in Verbindung mit der integrierten Verteilungstechnik



Heliotherm Kältemittel-Verteilungstechnik. Energetischer Nutzen in Verbindung mit DSI

Ein weiteres trägt zur Funktionssicherheit der Heliotherm-Wärmepumpen bei: das ist die Breitenanwendung der Fernwartungstechnik. Die Heliotherm Wärmepumpen der Baureihe Excel können mit dem lieferbaren Kommunikationspaket XBS via Modem angesprochen werden.

Der Kälteanlagenbauer müßte sich eigentlich von derartigen Möglichkeiten direkt angesprochen fühlen. Heliotherm-Geschäftsführer Bangheri hat gewiß nicht unrecht, wenn er meint: „**Der Kälte- und Klimaanlagebauer ist eigentlich prädestiniert, um den Anforderungen an die Gebäudetechnik des 21. Jahrhunderts gerecht zu werden.**“ Deshalb ist der Kälteanlagenbauer der für Heliotherm (auch für die Firma Ochsner) ideale Partner im Sinne einer System-Kompetenz. Bangheri: „Durch die fachliche Sachkunde – oder auch Kompetenz – im Bereich der



Bangheri über seinen Wunschpartner:
„Der Kälte- und Klimaanlagebauer ist eigentlich prädestiniert, um den Anforderungen an die Gebäudetechnik des 21. Jahrhunderts gerecht zu werden“

Thermodynamik ist der Kälteanlagenbauer als einziger (im Vergleich mit dem Heizungs- und Elektroinstallateur-Handwerk) in der Lage, eine Direktexpansions-Wärmepumpen-Anlage technisch fehlerfrei zu erstellen – und sie auch dementsprechend zu warten.“ Den Kälteanlagenbauer hält Andreas Bangheri also besonders prädestiniert für die Störquellenfeststellung und die -Behebung. Für den Betreiber, überwiegend den Wohnhausbesitzer, also sehr kostensparend. Aber auch für den Hersteller, der keine „Feuerwehr“ zum Wärmepumpen-Check mehr bereithalten muß. Der Kundennutzen auf den Punkt gebracht: Mit dem Service-Mann **Kälteanlagenbauer** verfügt er jahrelang über einen zuverlässigen **Ansprechpartner mit umfassender Kompetenz!** Vorausgesetzt, der Kälteanlagenbauer setzt sich mehr als bisher mit der Wärmepumpen-Direktverdampfungs-Technologie auseinander.

So bedeutet dies bisher für Heliotherm, daß man herstellerseitig einiges investieren muß, um Fachfirmen aufzubauen/-auszubilden, die sich ausschließlich mit der Wärmepumpentechnik befassen. Allerdings sind dies heute schon im inter-

nationalen Geschäft ca. 50 % der Berufssparte Kälteanlagenbauer. Sonst aber Heizungsfachfirmen und Elektroinstallateure, die sich für das Anlernen eines kältetechnischen Know-hows eignen. Dieses erwerben sie unter anderem durch die Besuche von Fortbildungsseminaren an der Süddeutschen Kälte-Fachschule in München, oder über eine Firmen-Intensivschulung. Allgemein betrachtet warnt Andreas Bangheri die Kälteanlagenbauer aber davor, zu viel Eigeninitiative mit der Entwicklung individueller Wärmepumpen zu entwickeln. Denn mehr gefragt ist ein Qualitätsmanagement, das auf eine bewährte und optimierte Technik zurückgreift, die bei Systemherstellern (siehe Heliotherm und Ochsner) bereits vorhanden ist! Hierzu ist es ratsam, sich zuvor mehr mit der Technik insgesamt auseinander zu setzen. Die eigentliche Herausforderung besteht vor allem in einer System-Kompetenz – und hierzu bedarf es eines oder mehrerer Partner.

Das Gespräch mit der KK abschließend gibt sich Heliotherm-Geschäftsführer Bangheri von der auch durch ihn vertretenen Technologie überzeugt: „Die Direktexpansionswärmepumpen-Anlage verfügt über einen höheren Wirkungsgrad, da ein Zwischenmedium – Sole – wegfällt. Dadurch eine um 4 K höhere Verdampfungstemperatur (in der Regel $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$) bei gleicher Quelltemperatur (Erdreich mit $\pm 0\text{ }^{\circ}\text{C}/+1\text{ }^{\circ}\text{C}$) gegenüber dem Zwischenmedium R 407C ($-8\text{ }^{\circ}\text{C}$) zum Abkühlen der Sole. Eine um 4 K höhere Verdampfungstemperatur bedeutet aber bei gleicher Wärmequellentemperatur ($\pm 0\text{ }^{\circ}\text{C}$) eine Ein-



Die Beweisführung der Leistungszahl wird auf dem Heliotherm-Prüfstand dokumentiert

sparung an Primärenergie um ca. 25 %! Dies bestätigt auch eine Untersuchung des Instituts für Wärmetechnik an der Technischen Universität Graz.

Noch kurz zu den Produkten: Heliotherm Erdreich-Wärmepumpen gibt es in 9 Baugrößen. Sie reichen für eine Nennleistung von 6,6 kW (Aufnahmeleistung 1,6 kW) bis zu 30,0 kW (Aufnahmeleistung 6,6 kW) zum Erzielen einer Wasservorlauf-temperatur von $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Das gegenwärtige Ziel von Heliotherm: Einführung einer **Performance-Garantie** gemeinsam mit dem Systempartner, die beide in die Lage versetzt, dem Wärmepumpenbetreiber einen **Jahres-Mindestwirkungsgrad nachzuweisen** und in der Folge **zu garantieren**. Das wär's doch, oder?

Ochsner Wärmepumpen GmbH

Man müßte eigentlich sagen: Wärmepumpen-Hightech aus der Stadt Haag. Diese wunderhübsche Kleinstadt liegt im niederösterreichischen Mostviertel (Äpfel und Birnen) und etwa 25 km von Linz entfernt. Dipl.-Ing. ETH Karl Ochsner, Maschinenbaustudium und Diplom an der Eidgenössischen Hochschule in Zürich, gilt eigentlich als ein Wärmepumpen-Pionier. Er hat schon vor 26 Jahren (1974) die Firma Ochsner Wärmepumpen gegründet und damals zum Auftakt der ersten Energiekrise mit der Fertigung von Wärmepumpen als erster österreichischer Hersteller begonnen. Anfangs lag der Schwerpunkt der Geschäftstätigkeit bei Brauchwasser-Wärmepumpen. Damit wurde die Firma Ochsner von Beginn an Marktführer. Danach erst wurde mit der Entwicklung und Fertigung von Heizungs-Wärmepumpen begonnen und schrittweise das Programm auf alle im Einfamilienhaus gängigen Wärmepumpen-Systeme erweitert. Seit 1994 wurde verstärkt mit den Export-Aktivitäten begonnen und 1995 die erste Außenstelle in Deutschland (Lauta) gegründet. Deutschland – mit Firmensitz in München und diversen Außenstellen – ist heute der bedeutendste Standort für Ochsner. Die Gesellschaft beschäftigt insgesamt 42 Mitarbeiter und bietet ein komplettes Programm an Wärmepumpen bis zu einer Heizleistung von 950 kW an. 55 000 Geräte sind erfolgreich im Einsatz.



Gesamteindrücke aus der Fertigung. Neben Direktexpansions-Heizwärmepumpen, hier mit der Direktkondensations-technologie, werden seit 1974 auch Brauchwasserwärmepumpen gefertigt



Ochsner verfügt in seiner Fertigungsstätte Haag über ein Entwicklungs- und Prüflabor, in dem alle möglichen Systeme einschließlich zum Zwecke der kontrollierten Wohnraumlüftung sorgfältig bis zur Serienreife getestet werden können

Dieser Report befaßt sich aber schwerpunktmäßig mit der Direktexpansions-Wärmepumpe, die die im Erdreich gespeicherte Sonnenenergie als Wärmequelle nutzt. Es stimmt tatsächlich: Das Erdreich ist der zuverlässigste Sonnenkollektor.

Beim Einsatz von Flachkollektoren, das sind die bereits beschriebenen PE-ummantelten Cu-Rohre mit Kühlschrankqualität, kann zu 99 % die im Erdreich gespeicherte Sonnenenergie als Wärmequelle genutzt werden; nur 1 % ist geothermische Energie!

Ochsner gilt als Technologieführer auf dem Markt, sowohl das Design der Wärmepumpen als auch die Konstruktion wurden mehrfach ausgezeichnet. Der geschäftsführende Gesellschafter Karl Ochsner ist auch international sehr bekannt, dazu Autor eines Fachbuchs [1] „Wärmepumpen in der Heizungstechnik“ sowie eines „Handbuchs Wärmepumpen“ [2] mit 171 Seiten für die eigenen Produkte. Der thermodynamische Clou bei Ochsner ist aber bei Heizungs-Wärmepumpen das

System Direktverdampfung/ Direktkondensation

Bei diesem System ist die Wärmequelleanlage (WQA) – das heißt der Erdkollektor – gleich ausgebaut wie bei dem gängigen Direktverdampfungssystem (Flachkollektor im Erdreich) mit wassergetragener Heizung (siehe auch System Heliotherm), somit verdampft das Kältemittel (R 407C) in den Kupferrohren des Erdkollektors. Der Unterschied besteht nun aber bei der Wärmeverteilung oder Wärmenutzungsanlage: **Der Kondensator (Verflüssiger) besteht hier ebenfalls aus ummantelten Kupferrohren!**

Durch die direkte Kondensation des Arbeitsmittels in der Fußbodenheizung wird auf Wasser im Wärmeverteilsystem

Anzeige



Die Wärmepumpen der Baureihe Golf verfügen über ein besonders form-schönes Design und wurden hierfür bereits mehrfach ausgezeichnet

verzichtet. Anstatt dessen wird das durch den Verdichter der Wärmepumpe (neben kleineren Vollhermetiks nur Scroll) erhitze Arbeitsmittel (Kältemittel R 407C) direkt in die als Fußbodenheizung ausgeführten Kupferrohre geleitet, **ohne Zwischen-Wärmetauscher** und ohne eine Heizungsumwälzpumpe zu benötigen. Somit ein zusätzliches Plus für die thermodynamische Kompetenz des Kälteanlagenbauers: Das Kältemittel R 407C (genannt „Arbeitsmittel“) gibt beim Kondensieren die Kondensationswärme direkt an Fußboden, Wand oder Konvektor ab.

Karl Ochsner weist bei Nutzung dieser Technologie auf folgende weitere Vorteile hin: „Die Wärmepumpe besteht aus **mehreren** kleinen eigenen **Kältekreisen** mit jeweils einem eigenen Verdichtermodul. Jedem Modul sind eigene Kondensationskreise im Haus sowie Verdampferkreise im Erdreich zugeordnet. Jeder dieser „Zonen“ ist eine eigene, effiziente und betriebssichere Raumthermostatregelung zugewiesen. Alle Module sind in einer Modulzentrale geräuschkämmend – auch hierauf legen wir sehr großen Wert – untergebracht.“

Ein nicht unangenehmer Nebeneffekt hierbei: Sollte es zum Ausfall eines Moduls kommen, so verhindern die anderen jedenfalls funktionstüchtigen Module ein Auskühlen des Hauses.

Die Ochsner-Baureihe Direktverdampfung, das ist die neue Wärmepumpen-Generation Golf (Slogan „Heizen mit der Natur, 3/4 gratis aus der Umwelt“) zeichnet sich durch eine dem Kälteanlagenbauer nicht unvertraute Besonderheit aus: Ochsner verwendet einen großdimensionierten Flüssigkeitsabscheider als so genannten **Gasphasenmanager**, der die Betriebssicherheit und die Leistungsziffer der Wärmepumpenanlage erhöht.

Weiterhin gleicht ein ebenfalls reichlich dimensionierter **Kältemittelsammler** jahreszeitlich bedingte Veränderungen aus. Hiervon sind mehrere tausend Anlagen von Ochsner überall erfolgreich in Betrieb; vor allem in Deutschland, dank gepflegter Systempartnerschaft, auch mit Kälteanlagenbauer-Betrieben. Zu erwähnen ist auch, daß Ochsner-Wärmepumpen auch in mehrere Forschungs- und Entwicklungsprojekte in Zusammenarbeit mit diversen Universitäten im Laufe der Jahre eingebunden waren. Dies vermittelt auch Vertrauen in die Direktexpansions-Wärmepumpen-Systemtechnologie.



Für Karl Ochsner ist die Anlagen-Qualitätssicherung über die Anlagen-Dokumentation eine Notwendigkeit: „Alle unsere Leistungszahlen wurden u. a. durch TNO in Holland bestätigt. Die EN-Norm läßt dagegen Toleranzen bis zu 10 % zu“



Kälteanlagenbauermeister Herbert Piergalski (Manching) erläutert hier die besondere Technologie der Direktexpansions/Direktkondensationswärmepumpe: 3 Verdichtermodule, 3 voneinander getrennte Verdampfungs- und Kondensationskreisläufe. Eingespritzt wird das Kältemittel R 407C mechanisch-thermisch





Der Gasphasenmanager von Ochsner erhöht die Betriebsicherheit und die Leistungsziffer der Wärmepumpenanlage

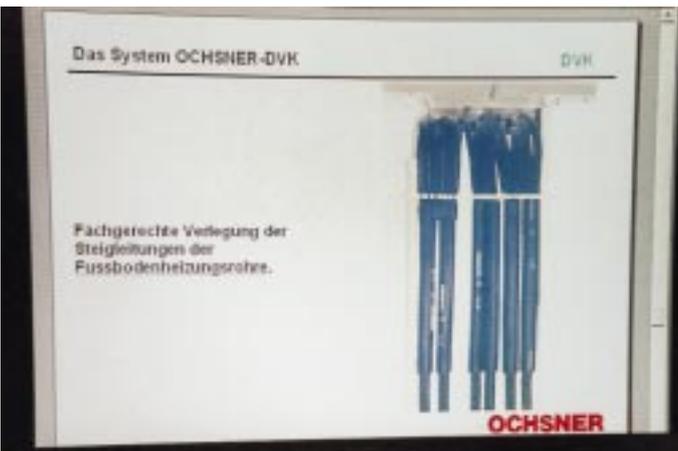
Direktverdampfungs / Direktkondensations-Wärmepumpen-Module gibt es bei Ochsner in den Leistungsgrößen 2,2 kW bis 7,6 kW, es gibt hierbei Modulzentralen für 4 bis 6 Module.

Zum Typenprogramm der Direktverdampfungssysteme für Fußbodenwärmewasserheizung fertigt Ochsner drei Bauweisen der Type Golf und M mit den Leistungsgrößen 5 bis 9 kW Heizleistung, 11 bis 18 kW Heizleistung und 11 bis 54 kW Heizleistung.

Auch für Ochsner ist die Anlagen-Qualitätssicherung über eine Anlagen-Dokumentation von großer Wichtigkeit und Bedeutung. Die im Prospekt aufgeführten Leistungsdaten entsprechen der Realität, sie wurden u. a. bei TNO in Holland nachgemessen und bestätigt. Dies schafft auch beim Anlagenbauer Vertrauen. Ochsner kennt seine System-Partner und weiß hierbei die fachliche Kompetenz des Kälteanlagenbauers besonders zu schätzen. Mit dem kann er gut zusammenarbeiten und möchte diese Kooperation in der Zukunft noch weiter ausbauen.



In jeder Wärmepumpe Golf Midi von Ochsner ist eine witterungsgeführte Regelung eingebaut



Bei DKV-Wärmepumpensystemen (Direktexpansion/ Direktkondensation) ist unbedingt das Fachwissen des Kälteanlagenbauers/ Kältetechnikers gefragt. Dies zeigen die hier abgelichteten Folien von Ochsner ganz deutlich

Anzeige





Direktexpansion ist bei Ochsner auch mit der Wärmequelle Luft gegeben. Diese Split-Wärmepumpe hier im Versuchsraum eignet sich sowohl für die Fußbodenbeheizung als auch im Sommer für das Kühlen

Auf die IKK kommen und in Halle 2 diskutieren

Dort trifft der interessierte Kälteanlagenbauer direkt gegenüber dem VDKF-Stand auf den Systemstand Nr. 2-106, den der „Kompetenz-Arbeitskreis Wärmepumpen-Anlagenbauer“ betreut. Dort ausgestellt auch Wärmepumpen der Fabrikate Heliotherm und Ochsner mit der Direktverdampfung über Flachkollektoren im Erdreich und auf der „warmen Seite“ zum Anschluß an die Warmwasserfußbodenheizung bzw. eine Wärmepumpensystem mit getrennten Modulen zur Direktverdampfung und Direktkondensation. Neben Repräsentanten der Hersteller geben vor allem Kälteanlagenbauer, die über Erfahrung mit mehr als 500 in Deutschland installierten Wärmepumpenanlagen verfügen, mit gutem Rat auch im Gespräch mit Ersteinsteigern in diese Technologie zur Verfügung.

Die Entscheidung zur Besetzung eines aussagekräftigen Systemstands fiel auf der zweiten Arbeitssitzung des „Kompetenz-Arbeitskreises Wärmepumpen-Anlagenbauer am 15. August in Würzburg. Hier wurde noch einmal zusammengefaßt, was den Kälteanlagenbauer/Kälte-Klima-Fachbetrieb für den Heizungs-Wärmepumpen-Anlagenbau bei Einbindung der Kältemittel-Direktverdampfung / Direktkondensation gegenüber allen anderen Handwerkern besonders befähigt:

- Er ist in der Lage, eine Wärme- und Kältebelastberechnung unter Einbeziehung der Durchkühlzeit unterschiedlicher Gebäudemassen selbst zu erstellen,
- er kennt sich in der Kältemittelkreislaufberechnung aus,
- er verfügt über ein erweitertes thermodynamisches Wissen, das notwendig ist, um auch den Kältemittelvolumenstrom kondensatorseitig berechnen zu können,
- schließlich ist er in der Lage, eine 100%ige Betreuung der Wärmepumpenanlage kraft seiner Kälteanlagenbauer-Ausbildung vorzunehmen, die Voraussetzung dafür ist, daß der Kälteanlagenbauer imstande ist, im Reparaturfall nicht nur den Defekt an der Wärmepumpenanlage feststellen und beheben kann, sondern hierfür auch den Grund für die aufgetretene Störungsquelle erkennt. Ein „Black-Box-Denken“ ist ihm fremd.
- Nur er kann eine Individual-Anlage projektieren (zum Beispiel für ein Mehrfamilienhaus oder eine gewerbliche Halle),

- er beherrscht das Marktsegment nach dem Direktverdampfungsprinzip,
- er allein ist auch in der Lage, eine Anlage zu deinstallieren und ordnungsgemäß vollständig und umweltverträglich zu recyceln/zu entsorgen,
- vor allem er kann eine qualifizierte Kundenberatung durchführen,
- schließlich verfügt er über die Sachkunde zur Beratung in privatwirtschaftlichen und staatlichen Förderungsmaßnahmen.

All diese Kompetenz-Pluspunkte hat der erst am 28. Juni gebildete Kompetenzarbeitskreis in nur zwei Arbeitssitzungen zusammengetragen, – nach der IKK wird sich herausstellen, ob dies für die 314 Kälte-Klima-Fachbetriebe, die sich an der VDKF-Wärmepumpen-Umfrage beteiligt haben, auch von zukünftigem marktwirtschaftlichen Nutzen ist. Dies hofft und erwartet auch *P. W.*

Literatur

- [1] Karl Ochsner, Wärmepumpen in der Heizungstechnik, Praxishandbuch für Installateure und Planer, C. F. Müller Verlag, Heidelberg, 2000
- [2] Handbuch Wärmepumpen, Eigenverlag Dipl.-Ing. Karl Ochsner, 2. erweiterte Auflage 1999 Linz



Der Kompetenzarbeitskreis Wärmepumpen-Anlagenbauer“ war am 15. August in Würzburg bereits zu seiner zweiten Arbeitssitzung zusammengetreten