

Wärmepumpe

aktuell

IZW e.V.  Informationszentrum Wärmepumpen + Kältetechnik

Zukunftsenergie Wärmepumpe

Im Jahr 2000 hat sich in Deutschland die Zahl der verkauften elektrischen Heizungswärmepumpen im Vergleich zum Vorjahr um nahezu 22 % auf 5.736 Anlagen erhöht (siehe S. 4). Mehr als 70 % der neuen Anlagen nutzen die Erdwärme als Wärmequelle. Aktuelle Fragen dieser Wärmequelle stehen deshalb im Mittelpunkt der Vorträge und Diskussionen des IZW-Seminars am 29. März 2001 im Leibnizhaus in Hannover.

Im Vergleich zur Gesamtzahl der Neubauten verdeutlichen jedoch diese Zahlen, dass die Wärmepumpe in Deutschland noch immer nicht die Rolle spielt, die sie auf Grund ihres technischen Potenzials zur fossilen Energieeinsparung und Minderung der CO₂-Emissionen bei der Wärme- und Kälteerzeugung einnehmen könnte. Bekanntlich zeigen objektive Untersuchungen, dass im Mittel mit Elektro-Wärmepumpen die CO₂-Emissionen im Vergleich zum besten Brennstoff-Heizungssystem, dem Brennwertkessel, um etwa 30 % reduziert werden.

Diese Aussage gilt für Strom aus dem deutschen Kraftwerksmix. Er ist jedoch nicht mehr die richtige Bezugsgröße, da die Förderung der Elektro-Wärmepumpe durch die Bundesregierung Strom aus regenerativer Erzeugung voraussetzt und gegenwärtig weit mehr als notwendig dafür zur Verfügung steht. So könnten mit der in Deutschland bis Ende 2000 installierten Windleistung von mehr als 6.000 MW ca. 1,5 Millionen Wärmepumpen betrieben werden, die den größten Beitrag zur CO₂-Minderung bei der Gebäudeheizung leisten würden.

Diese Tatsache wird jedoch von selbsternannten „Energieexperten“

immer wieder bestritten und ganze „Institute“ mühen sich, diese rationelle Energieanwendung schlecht zu rechnen. Der physikalisch einzig richtige Vergleich auf Basis ein und desselben Energieträgers ergibt sich zum Beispiel für Erdgas mit einer Verringerung von mehr als 50 % durch ein modernes GuD-Kraftwerk in Verbindung mit Erdreichwärmepumpen im Vergleich zu einer modernen Nieder-temperatur-Gasheizung.

Leider gibt die gegenwärtige Poli-

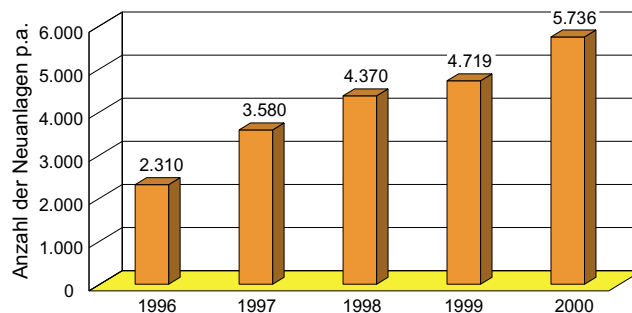
sie aus der jahreszeitlichen Abhängigkeit des Wärmebedarfs nur zeitweise vollständig genutzt werden und drittens wird die Effektivität wegen dem Bestreben nach immer kleineren Leistungen, wie sie mit der Energieeinsparverordnung - EnEV vorgegeben sind, immer schlechter.

Auch die Brennstoffzelle ist nur eine weitere Variante dieser Technik und prinzipiell nichts anderes. Sie wird – hoffentlich – eine bessere Exergienutzung gestatten, im Moment hat sie eher noch Nachteile, was den bereitzustellenden Brennstoff anbetrifft. Das fällt besonders beim Wasserstoff auf, der für manche Enthusiasten „einfach da“ zu sein scheint.

Es ist zu begrüßen, dass das größte Bundes- und Energieland Nordrhein-Westfalen mit der von mehreren Ministerien getragenen Landesinitiative Zukunftsenergien mit großem Erfolg

die Entwicklung, Herstellung und Nutzung innovativer Energietechnologien fördert und auch der Wärmepumpe besondere Aufmerksamkeit widmet. So z.B. durch die Aktionen im Rahmen des Wärmepumpen-Marktplatz NRW und beim 5. Fachkongress Zukunftsenergien im Rahmen der Messe E-World of Energy am 14.02.01 in Essen (Siehe S. 4).

NRW folgt somit nicht den ideologischen Grundsätzen in Teilen der Bundesregierung, sondern ist bemüht, im Sinne der übergeordneten energiepolitischen Ziele etwas zu erreichen und sich nicht nur um die Bereitstellung sondern vor allem um die Anwendung von Energie zu kümmern.



Verkaufte Heizungs-Wärmepumpen 1996 bis 2000
(Quelle: IWP e.V., Stiebel Eltron)

tik keine eindeutigen Zeichen, dass das ein richtiger Weg ist, sondern verunsichert die Bauherren. Dazu gehört als unruhliches Beispiel, die sog. „Ökosteuern“ auf diesen Strombezug zu erheben, was einer Erhöhung der Stromkosten um etwa 25 % entspricht und damit die Wärmepumpenheizung allein aus wirtschaftlichen Gründen daran hindert, einen wichtigen Beitrag zur Minderung der CO₂-Emissionen zu leisten.

Dagegen wird nach wie vor der Kraft-Wärme-Kopplung geradezu euphorisch das Wort geredet und entsprechende gesetzliche Regelungen vorbereitet. Niemand zweifelt deren Möglichkeiten an, aber erstens ist sie aus wirtschaftlichen Gründen für größere Gebäude prädestiniert, zweitens kann



Wärmepumpenanlagen mit Direktverdampfung zur Nutzung von Erdwärme

Ing. Heinrich Huber, arsenal research, Wien/Österreich

Die eigentliche Nutzung des Erdreichs als Wärmequelle begann in den 70-er Jahren, als nach den Ölpreisschocks im Zuge der Energiesparbemühungen vieler Länder Wärmepumpen eine weite Verbreitung erreichten. Die damals installierten Systeme waren durchwegs indirekte Systeme mit einem Solekreislauf sowie einer Soleumwälzpumpe. Für den Erdreichwärmeaustauscher wurden Kunststoffrohre verwendet, die zwar wesentlich schlechtere Wärmeübertragungseigenschaften als Metallrohre aufweisen, jedoch beim Einbau wesentlich unproblematischer zu handhaben und vor allem nicht korrosionsgefährdet sind. Diese indirekten Systeme, die zu dieser Zeit installiert wurden, haben Flachkollektoren, Grabenkollektoren oder Tiefensonden zur Gewinnung der Wärme aus dem Erdreich.

Von den derzeit in Österreich verkauften Wärmepumpenanlagen sind etwa 80 % Erdreich-Wärmepumpenanlagen, wobei in den letzten Jahren Direktverdampfungssysteme die Systeme mit dem Zwischenkreislauf überflügelt haben.

Direktverdampfungssysteme haben gegenüber Systemen mit Zwischenkreislauf einige Vorteile aber auch Nachteile. Vorteile sind

- Der Wegfall eines Wärmeüberganges und zwar der von Sole auf das Kältemittel, da bei Direktverdampfungssystemen das Kältemittel durch die im Erdreich verlegten Wärmeaustauscher strömt.
- Entfall der Umwälzpumpe, die besonders bei tiefen Temperaturen wegen der steigenden Zähigkeit der Sole einen beachtlichen Energieaufwand hat.
- Die bei Direktverdampfungssystemen verwendeten Metallrohre haben günstigere Wärmeübertragungseigenschaften gegenüber Kunststoffrohren.

Probleme und Schwierigkeiten ergeben sich insbesondere bei der Auslegung des Kältekreislaufs, da im Ver-

gleich zu Kompaktwärmepumpen der Erdreichverdampfer wesentlich voluminöser ist. Dadurch nimmt der für diesen Wärmeaustauscher erforderliche Kältemittelinhalt stark zu, zusätzlich vergrößert sich auf Grund der Baulänge der Wärmeaustauscherrohre dessen Durchlaufzeit.

Im relativ großen Verdampfer muss der Druckabfall möglichst gering gehalten werden, damit durch eine konstante Verdampfungstemperatur dem Erdreich gleichmäßig Wärme entzogen werden kann. Die Geschwindigkeit im Verdampfer wird damit auf einen für eine sichere Ölrückführung minimal erforderlichen Wert gehalten.

Das zweite Problem ist die optimale Beaufschlagung des Verdampfers mit Kältemittel. Durch die niedrigen Wärmeübergangszahlen in der Überhitzungszone geht die Wärmeentzugleistung stark zurück. Womit dieser Teil eine mehr oder weniger ungenutzte und damit verlorene Wärmeaustauscherlänge darstellt.

Die thermostatischen Expansionsventile sind wegen der langen Durchlaufzeiten des Kältemittels durch den Erdreichkollektor und den daraus resultierenden Totzeiten nur sehr bedingt geeignet. Bessere Ergebnisse werden durch die Parallelschaltung von Kapillaren und thermostatischen Expansionsventilen erreicht. In letzter Zeit kommen immer öfter elektrische Expansionsventile zum Einsatz.

Eine weitere Verbesserung kann erreicht werden, wenn der Verdampfer nass betrieben wird und die notwendige Sauggasüberhitzung für den Verdichter mit einem internen Wärmeaustauscher erzeugt wird.

Für Flachkollektoren werden üblicherweise endlose Rohre in Längen von 60 bis 75 m aus Kupfer verwendet, wobei in den USA und Kanada blankes Kupferrohre, in Europa meistens aus Korrosionsgründen mit einem Kunststoffüberzug versehene Kupferrohre eingesetzt werden. Die Durchmesser betragen 10 bis 12 mm. Diese Rohre sind einfach zu verlegen,

kritisch ist jedoch die erste Erdschicht beim Wiederauffüllen des Kollektorbereiches. Hier muss eine Beschädigung der Rohre vermieden werden.

Optimal dimensionierte Direktverdampfungs-Erdreichwärmepumpen mit horizontal installierten Kollektoren in Verbindung mit Niedertemperatur-Fußbodenheizungen in zeitgemäß gedämmten Gebäuden erreichen bereits heute Jahresarbeitszahlen von 4 und mehr.

Dazu muss gesagt werden, dass es sich dabei nicht um Versuchsanlagen, sondern um kommerziell vertriebene Anlagen handelt. Wenn man bei diesen Wärmepumpensystemen die Regeln der Technik beachtet und

- Erdreichkollektor mit einer Entzugsleistung von 17 W/m² Erdreichoberfläche bzw. rund 10 W/m Rohr,
- eine Fußbodenheizung mit einer Auslegungs-Vorlauftemperatur von 35 °C, was praktischen Betriebstemperaturen von 30 °C entspricht,
- lange Wärmepumpenlaufzeiten durch die Nutzung des Estrichs als Speicher und
- die Vermeidung von Mischungsverlusten durch hohe Massenflüsse durch den Wärmepumpenkondensator, allerdings nur während der Laufzeit der Wärmepumpe in der Anlagenplanung berücksichtigt.

Um in Zukunft diese Technologie auf einem qualitativ hohen Stand zu halten, wurde auf Anregung der Leistungsgemeinschaft Wärmepumpe, sich mit dem Thema der Wärmepumpe auseinander zu setzen, im arsenal research beschlossen ein Wärmepumpentestzentrum einzurichten. Eine wesentliche Rolle nimmt dabei die Prüfung von Wärmepumpen mit Direktverdampfung zur Nutzung der Erdwärme ein. Auch die gemeinsame Entwicklung mit der Industrie an Wärmepumpen und deren Komponenten wird angeboten.

Erdwärmesonden zum Heizen und Kühlen

Erfahrungen und langjährige Messungen

Dr.-Ing. Klaus F. Stärk, Untersiggenthal/Schweiz

Für das 1985 gebaute, freistehende Einfamilienhaus bot sich die Wärmepumpe als alternatives, umweltfreundliches Heizsystem an. Aus grundsätzlichen Überlegungen zur Versorgungssicherheit und dem Platzbedarf blieb die noch nicht sehr bekannte untiefe Geothermie mit Erdwärmesonden und Solekreislauf als Wärmequelle, die in den letzten Jahren einen Boom erlebt, nicht nur in der Schweiz, Österreich und Deutschland sondern vor allem in den USA, wo die Klimatisierung von Gebäuden jedoch wichtiger als Heizung ist.

Bei einem Wärmebedarf von ca. 11 kW ergab sich eine Wärmepumpe mit 4 kW Antriebsleistung und mit einer eingerechneten Unsicherheitsreserve von ca. 20% zwei Erdwärmesonden mit je 60 m Tiefe und ca. 15 m Zuleitungslänge. Zur Reduzierung der Zyklenzahlen der Wärmepumpe und besseren Ausnutzung der Niedertarifzeiten wurde ein 1500 l Wasserspeicher eingebaut.

Die Richtigkeit der Auslegung und der Randbedingungen wurden durch langjährige Messungen voll bestätigt. Über nunmehr 15 Winter gab es außer kleineren Reparaturen keine Probleme. Der Schwedenofen als Zusatzheizung im Wohnzimmer war nie erforderlich. Mit dem „Bordcomputer“ der sehr leisen Wärmepumpe lassen sich die Tages- und Jahreslaufzeiten und die Momentanwerte der Aussen-, Sole- und Heizungskreislaufemperaturen einfach ermitteln. Der separate Stromzähler ergibt den Verbrauch von Wärme- und Umwälzpumpen. Durch eine Instrumentierung der vier Vor- und Rücklaufrohre der Erdwärmesonden ausserhalb des Hauses mit Thermoelementen war eine gute und einfache Kontrolle der Temperaturverteilung und mit einem PC-Messpro-

gramm eine sehr genaue Verfolgung der Temperaturänderungen der Sondenrohre möglich. Über zwei Jahre wurden zusätzlich mit integrierenden Wärmemengenzählern (Durchflussmessungen mit Temperaturdifferenzbewertung) die Wärmemengen im

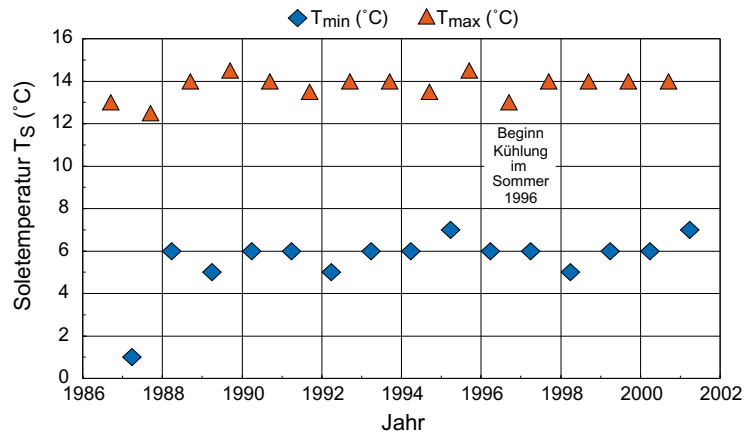


Abb. 1: Darstellung der Messergebnisse der Erdsondentemperaturen 1986 bis 2001

Sonden- und Heizungskreislauf gemessen. Die Auswertungen ermöglichten es, die Jahresarbeitszahl der Heizungsanlage zu berechnen. Die Wärmepumpe (Baujahr 1984) wird noch mit Kältemittel R22 betrieben. Mit Ablauf der Bewilligung für dieses Kältemittel in ca. fünf Jahren wird die Wärmepumpe durch eine moderne Bauweise mit höherer Leistungsziffer ersetzt werden.

Besonders wichtig für den Betreiber ist der Nachweis, dass sich die Erdwärmesonde in der heizungsfreien Zeit gut regeneriert. In Abb. 1 sind die Soletemperaturen T_{\max} vor Beginn der

Heizungsperiode und T_{\min} während der Heizungsperiode (jeweils gemessen nach ca. 6h Pause und nach einer Zirkulation von ca. 1,5h ohne Wärmeentzug durch die Wärmepumpe) aufgetragen. Abgesehen von dem sehr kalten Winter 1986/87 mit mehreren

Wochen unter -15°C gingen die gemessenen Soletemperaturen im „Erholungszustand“ nicht mehr unter $+4^{\circ}\text{C}$.

Im Sommer 96 wurde zusätzlich ein Plattenwärmetauscher zwischen Sole- und Heizungskreislauf eingebaut, so dass eine Kühlleistung von ca. 5 kW für das Erdgeschoss an heissen Tagen zur Verfügung steht. Unter Umgehung der Wärmepumpe werden nur die Umwälzpumpen benutzt,

um den Pufferspeicher auf ca. 13 bis 15°C abzukühlen. Die Vorlauftemperatur wird mit minimal 20°C so gewählt, dass der Fussboden nicht kälter wird als 22°C , um mit genügend Sicherheitsabstand Kondenswasserbildung zu vermeiden. Die Kühlung des Hauses in heissen Sommerperioden führt zu einer schnelleren Regeneration der Erdsonden, wobei sich die Starttemperatur zu Beginn der Heizperiode kaum ändert (ca. $14-15^{\circ}\text{C}$).

Einzelheiten über die Messungen, Kosten und Erfahrungen können in den IBK-Tagungsbänden [1] - [3] nachgelesen werden.

Literatur

- [1] Tagungsband IBK Bau –Fachtagung 118, 14./15.11.1990, Inst. f. d. Bauen mit Kunststoffen, Darmstadt. Das „Niedrigenergiehaus“ heute und morgen. Monovalente Heizung mit Erdsonden. S. 4/1 bis 4/10, 1990.
- [2] Tagungsband IBK Bau-Fachtagung 157, 2./3.12.1992, Inst. f. d. Bauen mit Kunststoffen, Darmstadt. Der neue Wärmeschutz, Niedrigenergiehäuser in der Praxis. Erdwärmenutzung für Niedrigenergiehäuser: einfach, preiswert, umweltfreundlich. Ein Erfahrungsbericht über 6 Jahre Nutzungszeit. S. 8/1 bis 8/8, 1992.
- [3] Tagungsband IBK Bau-Fachtagung 168, 20./21.10.1993, Inst. f. d. Bauen mit Kunststoffen, Darmstadt. „Niedrigenergiehaus-Praxis heute und morgen“. 7 Jahre Erdwärmenutzung: einfach, preiswert, umweltfreundlich. S. 10/1 bis 10/9.

Wärmepumpenmarkt entwickelt sich weiter gut

Die Zahl der verkauften Heizungs-wärmepumpen hat sich im letzten Jahr weiter um 21,6% auf 5.736 erhöht¹. Sogar um 31,3% stieg die Zahl der verkauften Heizungs-wärmepumpen im Vergleich des 4. Quartals 2000 zum 4. Quartal 1999 (Quelle: IWP

e.V.). Dabei entfielen im Jahr 2000 auf Sole/Wasser-Wärmepumpen 72,3%, auf Wasser/Wasser-Wärmepumpen 10,4% und auf Luft/Wasser-Wärmepumpen 17,3%.

¹: Die Meldungen für das 4. Quartal beruhen auf 16 Herstellern.

Wärmepumpen-Marktplatz NRW

Dipl.-Ing. P. Göricke, IZW e.V., Duisburg

Im Rahmen der Fachmesse „E-world of energy“ fand am 14. Februar 2001 der „5. Fachkongress Zukunftsenergien NRW“ der Landesinitiative Zukunftsenergien statt.

Diese Institution wird getragen von vier Landesministerien -Wirtschaft, Städtebau, Wissenschaft und Umwelt, das ist einmalig in Deutschland und gleichzeitig ein Zeichen breiter politischer Unterstützung. In 15 Arbeitsgruppen arbeiten mehr als 3.000 Experten aktiv mit, um das „EnergieLand“ Nordrhein-Westfalen, Schwerpunkt der Energiebranche in Europa, für die Entwicklung und Nutzung zukunftsfähiger Energietechnologien stark zu machen.



Wärmepumpen-Marktplatz NRW auf der E-world of energy

Neben dem Fachkongress wurden auf einem beeindruckenden Gemeinschaftsstand als Themenpark verschiedene Projekte vorgestellt, 16 Unternehmen sowie die Energieagentur präsentierten, dass Zukunftsenergien heutzutage

kein Nischendasein mehr fristen sondern einen beachtlichen Wirtschaftsfaktor darstellen.

Den mehr als 450 angemeldeten Teilnehmern wurden in der Vormittagsveranstaltung in einem grundsätzlichen Referat von Bauminister Dr. M. Vesper die Herausforderungen dargelegt, die aus dem steigenden Energieverbrauch und den zu befürchtenden Klimaveränderungen resultieren, die Chancen geschildert, die Zukunftsenergien eröffnen und über die Maßnahmen berichtet, wie diese in NRW ernst genommen und gefördert werden.

Am Nachmittag waren vier Foren zu den Themen „Wasserstoff-Energiewirtschaft NRW“, „Solarstädte – eine realistische Vision?“, „Wärmepumpen-Marktplatz NRW“ und „Biomasse NRW – Stand und Perspektiven“ angesetzt.

Mit der Aufnahme des Themas Wärmepumpen in das Programm hat die Landesinitiative verdeutlicht, dass sie aktiv und erfolgreich bemüht ist, sich neben dem energiepolitischen Vorgehens auch um die Anwendung von Energie zu kümmern, bei der sicher ebensoviel zu erreichen ist wie bei deren Bereitstellung.

In den Vorträgen des Wärmepumpenforums wurde über die schon weit gediehene Aktivität eines Geothermieatlanten für NRW berichtet, in dem die Ergiebigkeit des Erdreichs als Wärmequelle kartographiert wird.

Elektro-Wärmepumpen für neue Einfamilienhäuser sind eine optimale Lösung für die Umwelt und bieten dank der aktuellen Gas- und Ölpreise deutliche

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. Heideck

che Kostenvorteile für die Nutzer.

Die gasbetriebene Wärmepumpe, vom Verbrennungsmotorantrieb über Absorptions- und Adsorptionsprozesse bis zum Vuilleumier-Prinzip interessant, ist leider noch immer in der Entwicklung und nicht am Markt verfügbar, insbesondere für die kleinen Leistungen, die ein Einfamilienhaus heute benötigt bzw. zukünftig nach der Energieeinsparverordnung benötigen darf.

Die Notwendigkeit der Wohnungslüftung und die Möglichkeiten der Energieeinsparung durch Kombination von Wärmerückgewinnung mit einer Wärmepumpe, wurde ebenso dargestellt wie das Demonstrationstechnikum im Innovationszentrum Wiesenbusch in Gladbeck, das von Forschung bis Weiterbildung von Installateuren alles bietet. Eine Darstellung der Aktivitäten im Rahmen des „Wärmepumpen-Marktplatzes NRW“ durch die Landesinitiative rundete das Programm ab.

Es ist sehr zu begrüßen, dass das Bundesland Nordrhein-Westfalen durch seine Landesinitiative gerade auf dem Gebiet der Wärmepumpe nicht den ideologischen Grundsätzen folgt sondern sich bemüht, im Sinne der übergeordneten Ziele etwas zu erreichen. Auch kann diese Technik noch viel stärker wirken, wenn sie im Wohnungsbestand eingesetzt wird, Dazu müssen jedoch noch Detaillösungen erarbeitet und der Markteinstieg sehr bald begonnen werden. Die Landesinitiative Zukunftsenergien NRW kann und sollte auch hier entscheidende Anstöße geben.