

Eine Analyse des Marktes und des Stands der Technik

Stand und Zukunft der Heizungswärmepumpe*

Prof. Dr. Hans-Jürgen Laue, Hannover

In Deutschland hat der Raum- und Prozeßwärmebedarf einen Anteil von ca. 60 % am gesamten Endenergieverbrauch, der zu 85 % von fossilen, vor allem importierten Brennstoffen gedeckt wird. 32 % der Endenergie, das sind etwa 24 % der Primärenergie, werden in Deutschland allein dafür eingesetzt, Räume zu heizen, d. h. auf eine Temperatur von etwa 20 °C zu bringen.

Vom gesamten Endenergiebedarf eines privaten Haushalts entfallen mehr als 80 % auf die Bereiche Raumwärme und Warmwasser, die gegenwärtig vor allem mit Gas oder Öl gedeckt werden. Dabei wird die Energie des Brennstoffs durch Verbrennung bei Temperaturen über 1000 °C freigesetzt und von einer Wärmenutzungs-

anlage, z. B. einer Warmwasser-Radiatorenheizung, bei wesentlich niedriger Temperatur auf den zu beheizenden Wohnraum verteilt. Mit der direkten Umwandlung der Verbrennungswärme in Niedertemperaturheizung ist also thermodynamisch gesehen eine starke Entwertung dieser Energie verbunden.

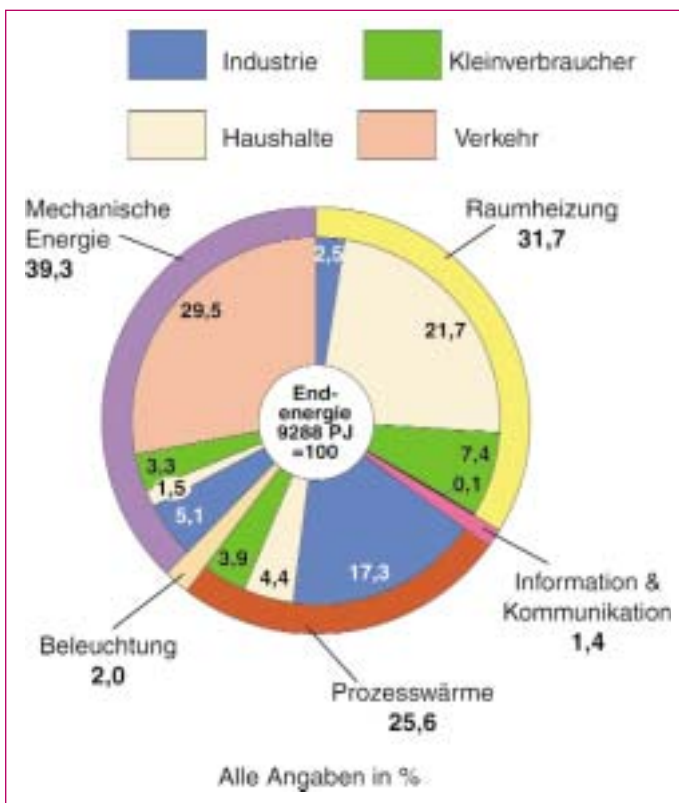


Bild 1
Aufteilung des Endenergieverbrauchs auf Verbrauchersektoren und Bedarfsarten in Deutschland 1999
(Quelle: IFE/TU München)

zum Autor

Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Laue, wissenschaftlich-technischer Berater des Informationszentrums Wärmepumpen und Kältetechnik IZW e. V., Hannover



Neben der notwendigen Schonung von fossilen Energieressourcen kommt in jüngster Zeit die mögliche Beeinflussung des Klimas durch CO₂-Emissionen bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen hinzu. Noch sind die Zusammenhänge nicht endgültig geklärt, aber auch für dieses Problem gilt, daß als vorbeugende Maßnahmen die Verbrennung von fossilen Brennstoffen und somit die CO₂-Emissionen möglichst weitgehend verringert werden müssen. So gehen in Deutschland gegenwärtig ca. 50 % der gesamten, energiebedingten CO₂-Emissionen zu Lasten der Deckung des Raum- und Prozeßwärmebedarfs.

Dagegen bietet das thermodynamische Heizen mit Wärmepumpen eine wesentliche Möglichkeit, den sich ständig erneuernden Vorrat an innerer Energie der Umgebung und die bei vielen technischen Prozessen entstehende Abwärme niedriger Temperatur nutzbar zu machen und zu einer Senkung des fossilen Energieverbrauchs bei der Wärmeerzeugung und damit zur Minderung der CO₂-Emissionen beizutragen.

* Der Vortrag wurde gehalten im Rahmen der 2. KK-Fachtagung am 19. Februar 2002 in Bingen.

Thermodynamisches Heizen mit Wärmepumpe

Der Kreisprozeß der Wärmepumpe entspricht thermodynamisch dem eines Kälteschrankes, wobei die Wärmezufuhr im Verdampfer (Wärmequelle) sowie die Wärmeabgabe im Verflüssiger (Heizungswasser) in der Regel auf einem höheren Temperaturniveau erfolgen und die Wärme – nicht die Kälte – genutzt wird. Dabei wird das Arbeitsmittel, auch Kältemittel genannt, eine schon bei niedrigen Temperaturen siedende Flüssigkeit, in einen Kreislauf geführt und dabei nacheinander verdampft, verdichtet, verflüssigt und entspannt. (Bild 2)

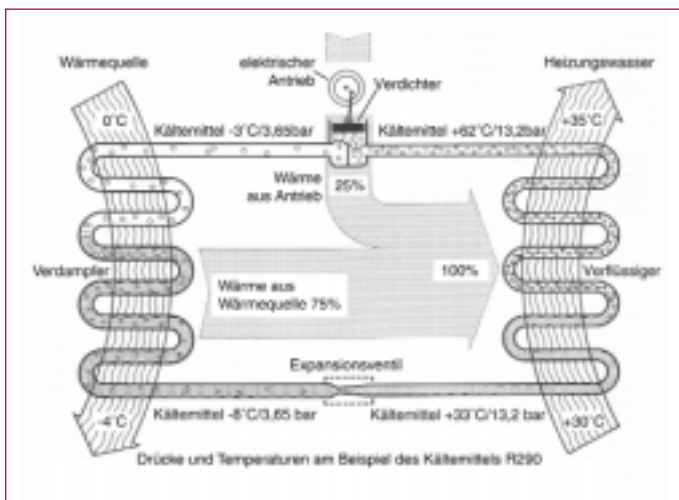


Bild 2
Funktionsschema einer Wärmepumpe

Da bei Neubauten aus Platzgründen horizontal verlegte Erdwärmekollektoren oft nicht möglich sind, werden heute zunehmend vertikale Erdwärmesonden mit Tiefen von 30 bis 100 m eingesetzt. Für erdgekoppelte Wärmequellen können indirekte und direkte Systeme zum Einsatz kommen, wobei gegenwärtig in Deutschland vor allem indirekte, in Österreich dagegen direkte Systeme überwiegen.

Bei den indirekten Systemen erfolgt der Energietransport vom Boden zum Verdampfer der Wärmequelle über eine Sole, ein Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel, die in den im Boden verlegten Rohren strömt. Das gesamte Wärmepumpensystem besteht somit aus zwei Fluid-

kreisen. Die Rohre können aus Kunststoff gefertigt werden und der Verlegeaufwand ist dabei relativ gering, allerdings ist eine Umwälzpumpe notwendig.

Bei den direkten Systemen stellen die im Boden verlegten Kollektorrohre den Verdampfer der Wärmequelle selbst dar, in welchem das Kältemittel strömt und die Wärmeenergie aus dem Boden direkt aufnimmt. Es entfällt gegenüber den indirekten Systemen die Umwälzpumpe und ein Wärmeübergang, was sich positiv auf die erreichbare Leistungszahl auswirkt. Allerdings müssen die Rohre speziell für Kältemittel geeignet und befüllbar sein. Durch die besonderen Eigenschaften des Kältemittels (hoher Druck, Dampfzustand) ist der Verlegeaufwand höher, um das System dauerhaft abzudichten. Direkte Systeme werden als Erdwärmekollektoren ausgeführt.

Da sowohl Frostschutz- als auch Kältemittel gemäß der neuen Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe in die Wassergefährdungsklasse 1 (schwach wassergefährdend) eingestuft sind, kann es bei beiden Systemen Genehmigungsprobleme durch die zuständigen Wasserbehörden geben. Merkblätter für die Genehmigungspraxis zur Nutzung der Erdwärme mit Wärmepumpen sind in den führenden Wärmepumpenländern, z. B. Bayern und Nordrhein-Westfalen, bereits vorhanden oder in Vorbereitung.

Grundwasser-Wärmepumpen sind zwar wegen der nahezu konstanten Wassertemperaturen über das gesamte Jahr

Bei den thermodynamischen Zusammenhängen zeigt sich, daß die Effektivität der Wärmepumpe vor allem von der Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und -senke abhängt. Neben der Verwendung einer Niedertemperaturheizung fällt damit der Wärmequelle eine besondere Bedeutung für den energieeffizienten und wirtschaftlichen Einsatz der Wärmepumpe zu.

Die Wärmequellen

Für die Nutzung von Heizungswärmepumpen stehen vor allem die Wärmequellen Erdreich, Wasser, Umgebungsluft aber auch Abwärme zur Verfügung. Die Nutzung des Erdreichs als Wärmequelle mit Hilfe von horizontalen Flachkollektoren und vertikalen Erdsonden hat in den letzten Jahren ständig an Bedeutung gewonnen. Gemäß Bild 3 wurden 2001 mehr als 65 % der installierten Heizungswärmepumpen monovalent mit der Wärmequelle Erdreich ausgestattet.

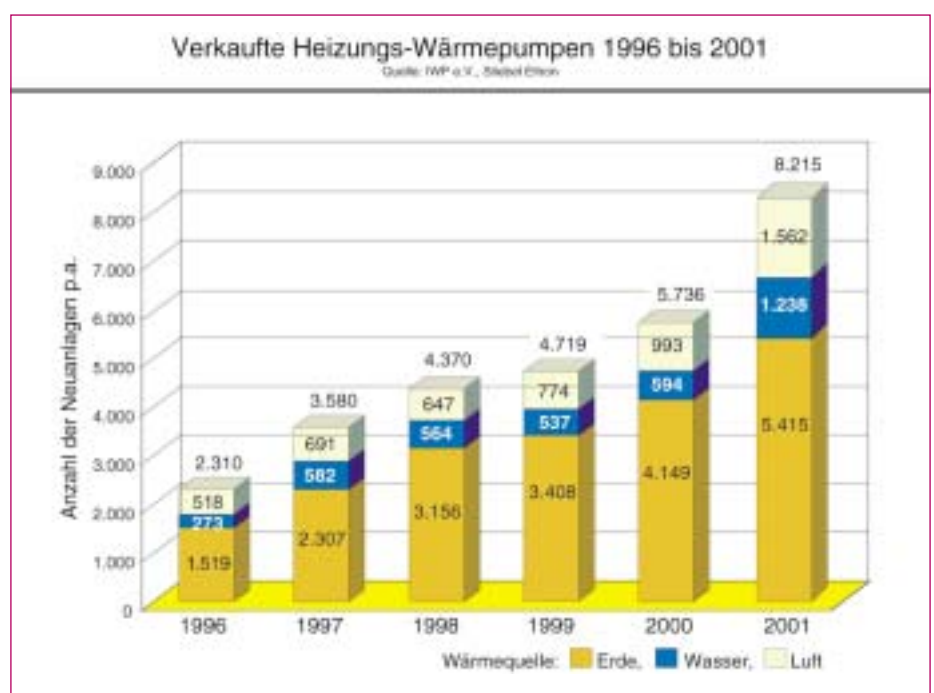


Bild 3 Verkaufte Heizungs-Wärmepumpen 1996 bis 2001 (Quelle: IWP e. V. und Stiebel Eltron)

aus energetischen Gründen besonders günstig, mitunter verursacht jedoch die unzureichende Wasserqualität Störungen an der Wärmepumpe und insbesondere an der Brunnenanlage. Vor der Entscheidung für den Einsatz einer Grundwasser-Wärmepumpe sollte deshalb eine Wasseranalyse durchgeführt werden. Die zuständigen Wasserwirtschaftsbehörden können darüber hinaus die Genehmigung verweigern, z. B. bei Nutzung in Wasserschutzgebieten bzw. aus sehr großen Tiefen.

Die Außenluft bietet sich als überall verfügbare, leicht nutzbare und preiswerteste Wärmequelle für Wärmepumpen an, ihre Erschließung ist bei der Fertigung im Werk bereits fehlerfrei und funktionstüchtig lösbar („steckerfertig“). Auf Grund der jahreszeitlich unterschiedlichen Außentemperaturen lag ihr Hauptanwendungsgebiet bisher in sogenannten bivalenten Anlagen, bei denen die Wärmepumpe als Grundlastwärmeerzeuger unter günstigen Bedingungen die meiste Zeit im Jahr läuft und nur in den „kritischen“ Zeiten mit tiefen Außentemperaturen der konventionelle Wärmeerzeuger die Spitzenlast übernimmt.

Bei den gegenwärtigen Energiepreisen bieten jedoch diese bivalenten Wärmepumpensysteme im Vergleich zu konventionellen Heizungsanlagen in den meisten Fällen keine Kostenvorteile, während monovalente Luft/Wasser-Systeme langfristig die besten Marktchancen haben dürften.

Die künstlichen Wärmequellen erhalten ihre Energie aus anfallender Abwärme und benutzen als Trägermedium entweder Wasser oder Luft. Interessant sind sie vor allem durch ihre, im Vergleich zu natürlichen Wärmequellen, hohen Temperaturen. Grundsätzlich können Ab- bzw. Fortluft, industrielle Abwärme, Kühlwasser und Abwasser als Wärmequelle genutzt werden. Speziell die kontrollierte Wohnungslüftung wird in Zukunft für Niedrigstenergie- bzw. Passivhäuser an Bedeutung gewinnen.

Wärmepumpen für den Gebäudebestand

Für die Modernisierung von Heizungsanlagen im Gebäudebestand befinden sich Wärmepumpen, die sich unter wirtschaftlichen Bedingungen dem wechselnden Wärmebedarf der Gebäude anpassen können, in der Entwicklung oder werden zur Zeit erprobt. Neben monovalenten, „steckerfertigen“ Luft/Wasser-Wärmepum-

pen zur Nutzung von Abwärme mit ganzjähriger Verfügbarkeit, mit drehzahl-geregelten Verdichtern oder mehrstufige Systeme, sollten gasbetriebene Sorptionsanlagen oder CO₂ als Kältemittel langfristig von Bedeutung sein.

Vor allem der Gebäudebestand in Deutschland mit mehr als 35 Millionen Wohnungen muß in der Zukunft einen entscheidenden Beitrag zur Minderung der CO₂-Emissionen leisten. Die Forderungen der neuen Energieeinsparverordnung EnEV 2002, die seit 1. Februar 2002 in Kraft ist, verbessern die Marktchancen der Wärmepumpen bei der Altbausanierung auf Grund ihres geringeren Primärenergieeinsatzes und der Nutzung von erneuerbarer Energie. Generell läßt sich sagen, daß bei der Altbausanierung die Forderungen der EnEV durch Wärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl > 3,3 erfüllt werden können.

Energieeinsparung und Umweltaspekte

Der gegenwärtige Heizungswärmepumpenmarkt konzentriert sich mit steigender Tendenz vor allem auf die elektrisch betriebenen Kompressionswärmepumpen für neue Ein- und Zweifamilienhäuser. Trotz der nachgewiesenen energetischen und umweltbezogenen Vorteile wird jedoch heute mit einem Marktanteil von 2 % noch lange nicht der Stand des Jahres 1981 mit nahezu 15 000 neuen Anlagen erreicht.

Voraussetzung für eine weitere Verbesserung der Marktsituation der Heizungswärmepumpen ist ein wirtschaftlicher Betrieb und ein niedrigerer Energieverbrauch im Vergleich zu konventionellen Heizsystemen, da sich nur so die vergleichsweise hohen Investitionen in einer vertretbaren Zeit durch geringere Betriebskosten amortisieren und gleichzeitig durch die entsprechende Minderung der Treibhausgase, vor allem CO₂, eine spürbare Entlastung für die Umwelt erreicht wird.

Da für Wärmepumpen und konventionelle Wärmeerzeuger unterschiedliche Endenergieträger eingesetzt werden, müssen für einen energetischen Vergleich unterschiedliche Faktoren berücksichtigt werden. Darüber hinaus sollte für eine vergleichende Betrachtung die gesamte Kette der Energieübertragung von der Primärenergiegewinnung bis zur Nutzwärme einbezogen werden.

Unter Berücksichtigung der oben erwähnten Rahmenbedingungen wurden in zwei Studien des IZW e. V. moderne Heizungssysteme im Hinblick auf den Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen untersucht*.

In den Bildern 4 und 5 sind die Ergebnisse der Berechnungen des Primärenergiefaktors und der Treibhausgasemissionen (= CO₂-Äquivalent) für verschiedene Wärmepumpen-Heizsysteme dargestellt. Die Werte gelten für ein 35 °C/28 °C Wärmeverteilungssystem, Mittelwerte von Jahresarbeitszahlen moderner Wärmepumpen – Typ 2000 – und dem aktuellen Strom-Mix der öffentlichen Versorgung. Das Referenzsystem ist eine Gasbrennwert-Heizungsanlage (Gas-BW), das den höchsten technischen Stand konventioneller, mit fossilen Brennstoffen angetriebener Heizungsanlagen darstellt. Die Ergebnisse zeigen, daß alle elektrischen Wärmepumpensysteme deutliche Einsparungen an Primärenergie und Minderungen der Treibhausgasemissionen gegenüber dem Referenzsystem bieten. Den geringsten Primärenergieverbrauch und CO₂-Emissionen zeigen Gasmotor-Wärmepumpen-Heizungsanlagen (Gas-WP-M), die bisher jedoch nicht für Ein- und Zweifamilienhäuser kommerziell angeboten werden.

Untersuchte Heizungsanlagen

Abkürzung	Heizungsanlage
Gas-BW	Gasbrennwert-Heizungsanlage (100 %)
EL-WP-L	Elektro-Luft/Wasser-Wärmepumpen-HA (3,8)
EL-WP-E	Elektro-Erdreich/Wasser-Wärmepumpen-HA (4,3)
EL-WP-W	Elektro-Wasser/Wasser-Wärmepumpen-HA (5,0)
Gas-WP-A	Gas-Absorptions-Wärmepumpen-HA (135 %)
Gas-WP-M	Gasmotor-Wärmepumpen-HA (160 %)

Hemmschwellen

Trotz der mehrfach nachgewiesenen energetischen und umweltbezogenen Vorteile der Wärmepumpe ist in Deutschland aus kaum nachvollziehbaren Gründen die Elektro-Wärmepumpe immer noch nicht politisch allgemein akzeptiert, weil die „alternative“ Energieszene nach wie vor ideologische Vorbehalte gegen „elektrische“ Heizungen hat, vor allem bedingt

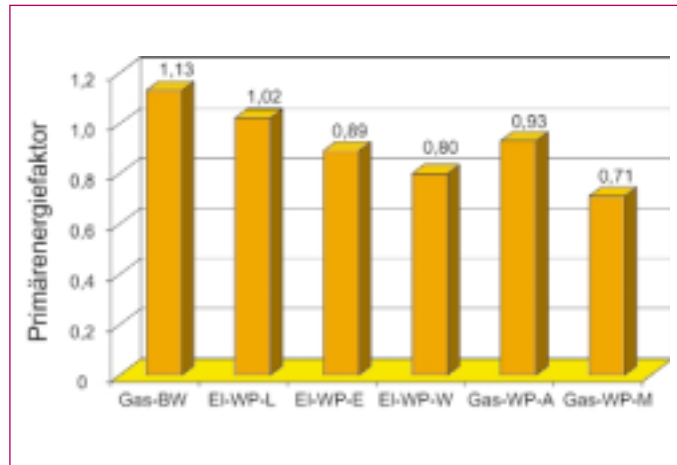


Bild 4 Primärenergiebedarf untersuchter Wärmepumpenanlagen mit 35/28 °C Vor-/Rücklauftemperatur im Vergleich zum Gas-Brennwertkessel

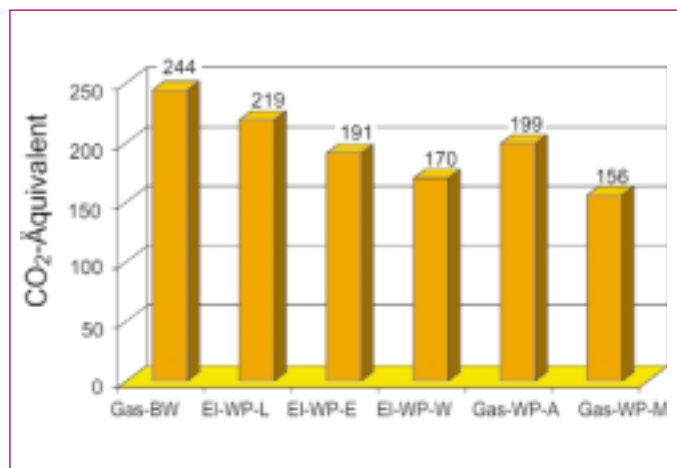


Bild 5 CO₂-Emissionen untersuchter Wärmepumpenanlagen mit 35/28 °C Vor-/Rücklauftemperatur im Vergleich zum Gas-Brennwertkessel

durch die Kernenergie-Diskussion. Entsprechend werden selbsternannte „Energieexperten“ nicht müde, deren Nachteile „nachzuweisen“.

Nachdem eine Vielzahl von objektiven Untersuchungen eindeutig die energetischen und umweltbezogenen Vorteile der Wärmepumpe nachgewiesen haben, müssen nun vor allem die hohen Investitionskosten der Wärmepumpe als Hauptargument gegen ihre Nutzung erhalten. In diesem Zusammenhang ist es völlig unverständlich, warum das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie im Marktanzreizprogramm zur Förderung erneuerbarer Energien seit März 2001 die Wärmepumpenförderung ersatzlos gestrichen hat.

Darüber hinaus wird von der gegenwärtigen Regierung als zusätzliche „Bestrafung“ eine Sondersteuer, fälschlicherweise als „Ökosteuer“ bezeichnet, neben Abgaben für die Förderung der Nutzung regenerativer Energie und Kraft-Wärme-Kopplung, auferlegt. Mit der Mehrwertsteuer gibt das seit dem 1. Januar 2002 eine Erhöhung der gegenwärtigen, von der Mehrzahl der Energieversorgungsunternehmen angebotenen Sondertarife für Wärmepumpen um 25 %, die nach wie vor von entscheidender Bedeutung für die Marktentwicklung und damit den Beitrag der Wärmepumpen zur Energieeinsparung und Minderung der CO₂-Emissionen sind.

Umso erfreulicher ist die Tatsache, daß trotz des ideologischen Banns der rot-grünen Koalition, die Wärmepumpen im privaten Bereich steigende Marktanteile gewinnen und damit durch Serienfertigung von Komponenten und Anlagen, Standardisierung der Wärmequellenschließung und der fundierten Kenntnisse des Installationshandwerks bei der Planung und Ausführung entscheidend zur Reduzierung der Investitionskosten beitragen.

* Die Studien sind über das IZW in Hannover zu beziehen.

Allgemein verbindliche Angaben über die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenanlagen im Vergleich zu konventionellen Heizungssystemen sind jedoch nach wie vor nicht möglich, da sie neben der erforderlichen Heizleistung und den Erschließungskosten der Wärmequelle vor allem von einer Vielzahl von Parametern, z. B. den örtlichen Gegebenheiten, den Anforderungen der Bauherren und von den individuellen Angeboten bestimmt wird. Bei optimaler Auslegung der Gesamtanlage sind bereits heute nur geringfügig höhere Investitionskosten gegenüber einer Brennstoffheizung zu erwarten, die jedoch durch die geringeren verbrauchsgebundenen Kosten bei entsprechender Amortisationszeit kompensiert werden.

Faßt man den Stand der Entwicklung und die vielfältigen praktischen Erfahrungen zusammen, so besteht kein Zweifel, daß Elektro-Wärmepumpen einen wichtigen Beitrag zur fossilen Primärenergieeinsparung und zur Umweltentlastung in der Gebäudeheizung und zur Warmwasserversorgung und damit zur nachhaltigen Energieversorgung leisten können. Die heute von verantwortungsbewußten Herstellern angebotenen Wärmepumpenanlagen arbeiten zuverlässig und betriebssicher, Hersteller, Energieversorgungsunternehmen und unabhängige Institutionen bieten vielfältiges Informationsmaterial und Schulungskurse für Installateure, Energieberater, Architekten und Bauherren an.

Am Beispiel Schweiz, mit mehr als 7000 verkauften Wärmepumpen im Jahr 2000 in mehr als 35 % aller neuen Ein- und Zweifamilienhäuser, wird deutlich, wie durch eine objektive Energiepolitik und die Zusammenarbeit von öffentlicher Hand, Energieversorgungsunternehmen und Privatwirtschaft langfristig die Entwicklung und Nutzung der Wärmepumpentechnik gefördert werden kann. Im Mittelpunkt stehen dabei klare, dem Stand der Technik und den Anwendungsmöglichkeiten entsprechende Rahmenbedingungen, eine umfassende und objektive Information über den Stand der Technik und die realistischen Möglichkeiten der Wärmepumpe zur Energieeinsparung und Minderung der CO₂-Emissionen. □

Beilagenhinweis

*Dieser Ausgabe liegt eine
Beilage der Firma RWM
Kühlmöbel GmbH,
Sulzbach-Rosenberg, bei.*