

Wärmepumpen arbeiten effizienter

Eine Feldanalyse bei über 200 Anlagen zeigt markante Vorteile auf

Von Othmar Humm

Wärmepumpen schneiden bezüglich ihrer Energieeffizienz sehr viel besser ab als noch vor einigen Jahren. Dies lässt sich mit Kennwerten über acht Betriebsjahre belegen, die ein Forschungsprojekt des Bundesamts für Energie dokumentiert. Ein erhebliches Verbesserungspotenzial orten die Autoren der Studie in der Planung der Wärmepumpenanlagen.

Betriebskennwerte von 236 Anlagen sind im Fawa-Projekt (Fawa steht für Feldanalyse Wärmepumpenanlagen) dokumentiert, wobei je 45% der untersuchten

Aggregate auf Sole-Wasser- und Luft-Wasser-Anlagen entfallen. Den Rest teilen sich Wasser-Wasser-Wärmepumpen und Erdregisteranlagen. Insgesamt wurden damit 1,3 Mio Betriebsstunden respektive 740 Betriebsjahre ausgewertet. Damit ist Fawa* die weltweit umfangreichste Untersuchung zur Qualität von Wärmepumpen. Im Zentrum des Interesses steht die JAZ, die Jahresarbeitszahl, als Verhältnis von produzierter Wärme und dafür notwendigem Strom.

Vorlauftemperaturen

Wärmepumpen in Neubauten und sanierten Gebäuden arbeiten mit unterschiedlichen Vorlauftemperaturen. Im

Mittel differieren diese bei den Fawa-Anlagen um 5 K, was zu einer um 9% besseren Jahresarbeitszahl (JAZ) in Neubauten führt. Eine Veränderung der Vorlauftemperatur um 1 K hat eine um 1,6% bessere oder schlechtere JAZ zur Folge. Also deutliche Unterschiede zwischen Neubau und Sanierung. Hingegen lässt sich keine signifikante Korrelation von Vorlauftemperatur und Energieverbrauch feststellen. Das ist nur scheinbar ein Widerspruch. Denn diese an sich nahe liegende Übereinstimmung von energetischer Qualität des Gebäudes und Heiztemperatur lässt sich weder in Neubauten noch in Sanierungsobjekten statistisch belegen. «Eine tiefe Energiekennzahl Wärme würde aber niedrigere Vorlauftemperaturen ermöglichen», kommentiert Fabrice Rognon vom Bundesamt für Energie (BFE) die auch für ihn überraschenden Ergebnisse. Gründe lassen sich nur vermuten. Vielfach bestimmt ein kritischer, tendenziell oder tatsächlich unterversorgter Raum die Vorlauftemperatur, was letztlich der Planung anzulasten ist. Wer hier nicht sorgfältig plant, schafft eine ineffiziente Wärmeabgabe und darüber hinaus eine zu wenig effiziente Wärmeerzeugung.

JAZ-Entwicklung

Sole-Wasser-Anlagen (S-W-WP) liegen mit einer mittleren JAZ von 3,5 um 32% über dem entsprechenden Wert von Luft-Wasser-WP (JAZ 2,7). Allerdings weisen die S-W-WP eine deutlich grössere Streuung auf. Dies ist auf die unterschiedliche Leistungsfähigkeit der Erdwärmesonden



Einsatz einer effizienten Wärmepumpe im Keller eines Einfamilienhauses.

(Foto CTA)

* Feldanalyse von Wärmepumpenanlagen, Fawa, 1996 bis 2003. Schlussbericht, April 2004. Ausgearbeitet durch Markus Erb, Dr. Eicher + Pauli AG, Lieetal, Peter Hubacher, 9032 Engelburg, Max Ehrbar, Interstaatliche Hochschule für Technik, Buchs. Bundesamt für Energie. Bestellnummer: 240016. Der Bericht ist verfügbar auf: energieforschung.ch/enet oder zu bestellen bei enet@temas.ch.

zurückzuführen. Denn die Beschaffenheit des Erdreiches ist naturgemäss höchst heterogen, sodass Planungen oftmals auf unsicheren Daten – wenn nicht sogar Vermutungen – basieren. Zudem sind auch für die präzise Dimensionierung der Sonde einschlägige Erfahrungen unverzichtbar.

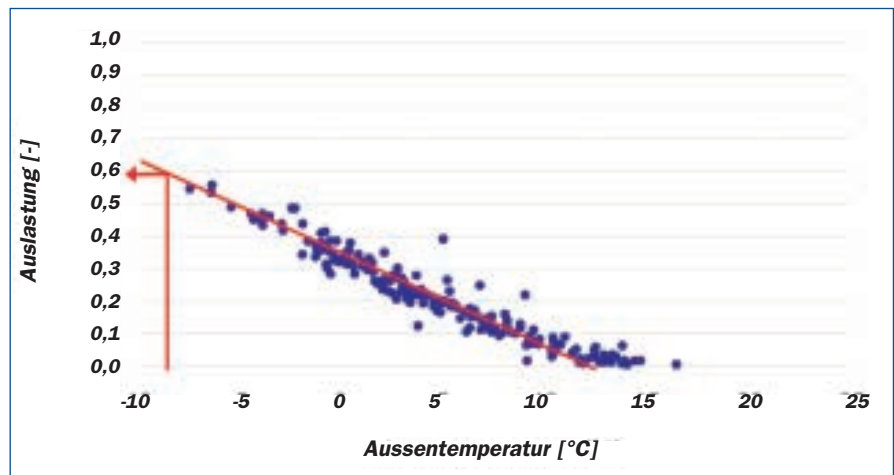
In den acht Jahren des Berichtszeitraumes verbesserten sich die JAZ beider Technologien um rund 15%. Hochgerechnet auf den gesamten Maschinenpark in der Schweiz ergibt sich eine Verbesserung von rund 20%, nämlich von 2,5 auf 3,0 zwischen 1996 und 2003. Die Branche hat, das belegen diese Zahlen, ihre Hausaufgaben gemacht.

Alterung

Interessant ist auch das Resultat bezüglich Alterung der WP. Die Systemingenieure konnten keine signifikante Abnahme der JAZ über die acht dokumentierten Betriebsjahre feststellen. Frühere Vermutungen über verschmutzte Verdampfer oder ausgekühlte Abschnitte im Erdreich sind damit zumindest relativiert.

Bivalenz

Über die Jahre hinweg war die ideale Wärmepumpe Teil einer bivalenten Heizung – so jedenfalls der Tenor vieler Energieberater. Die Zusatzheizung ist aber, so lautet ein weiteres Fawa-Resultat, völlig unnötig. Allenfalls zur Bedarfsdeckung während der Bauaustrocknung kann ein zusätzlicher Elektroheizstab sinnvoll sein. Die WP schafft den regulären Betrieb allein oder weist – auf Grund der weit verbreiteten Überdimen-



Die Grafik zeigt sehr schön die Abhängigkeit von Auslastung und Aussentemperatur. Dass der Maximalwert bei minus 8 °C lediglich 0,6 beträgt, weist auf eine Überdimensionierung hin.

sionierung – gar noch Leistungsreserven aus.

Wassererwärmung

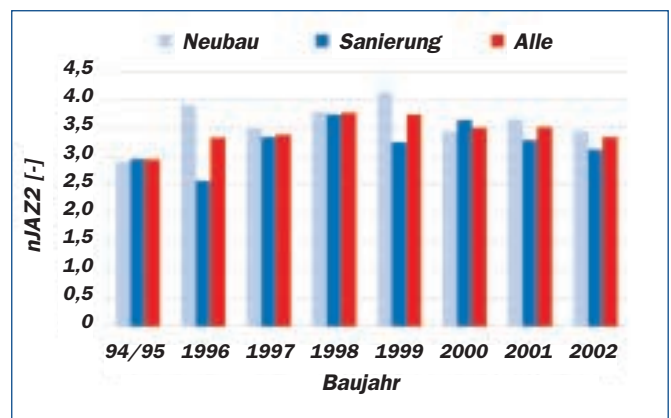
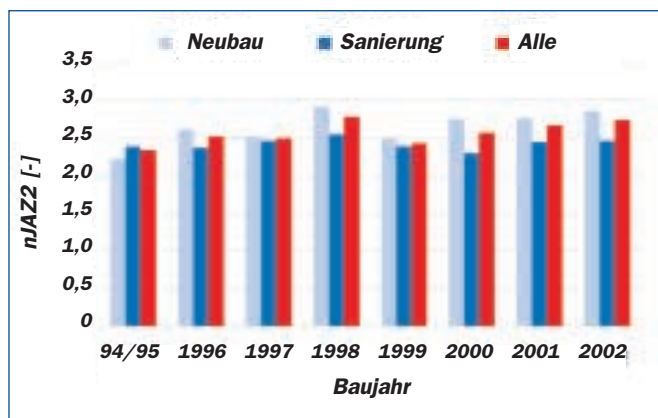
Knapp die Hälfte der untersuchten Anlagen erwärmt auch das Wasser für Küche und Bad. Dabei schneiden WP mit WW-Erwärmung keineswegs schlechter ab: Je höher der Anteil an der Wassererwärmung ist, desto höher ist die JAZ. Wird die Auswirkung der unterschiedlichen energetischen Qualität der Wärmepumpen eliminiert, sind keine wesentlichen Unterschiede zwischen den beiden Kategorien erkennbar. Der Befund ist einigermaßen überraschend und erklärungsbedürftig. Einige Gründe sind relevant, der wichtigste: Wie eine Analyse der Boilerladetemperaturen zeigt, liegen diese nur unwesentlich – das heisst: einige Kelvin – über der mittleren Vorlauftemperatur der Heizung. Die Wassererwärmung über die WP nutzt ausserhalb der Heiz-

periode – also im Sommer – höhere Quellentemperaturen, was den JAZ-Schnitt nach oben drückt.

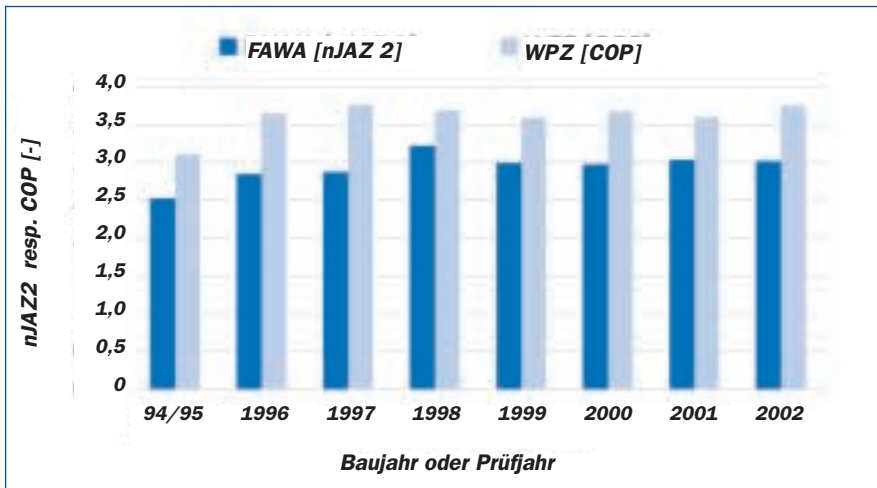
Noch deutlicher fällt der Unterschied aus bei einem Vergleich der Wassererwärmung mit WP respektive mit Elektroboiler. Der Systemnutzungsgrad «Wärmeerzeugung» – also Heizung und Wassererwärmung – der WP-Lösung übertrifft die ineffiziente Alternative mit Elektroboiler um 50%. Da lässt sich füglich Strom sparen.

Wärmespeicher

Für Haustechnikfachleute wohl die grösste Überraschung bilden die Ergebnisse bezüglich Einbindung von Wärmespeichern. Bislang galt die Regel: «WP ja, aber bitte mit Speicher.» Die Messungen zeigen nun, dass Anlagen mit Wärmespeicher die schlechteren JAZ aufweisen als diejenigen ohne Speicher. Am grössten sind die Unterschiede bei den Sole-



Die normierte Jahresarbeitszahl (JAZ2) der Luft-Wasser- (links) und der Sole-Wasser-Anlagen (rechts) in Abhängigkeit des Baujahres. Bei den L-W-Anlagen beträgt die Zunahme über die Jahre 17 Prozent, bei den S-W-Anlagen 14 Prozent.



Vergleich der Jahresarbeitszahlen (JAZ2) aller Fawa-Anlagen im Vergleich zu den auf dem WPZ-Prüfstand gemessenen COP-Werten nach dem Bau- oder Prüffahr. (WPZ steht für Wärmepumpen-Prüf-Zentrum.) Die Differenzen liegen bei 20 Prozent, was allerdings zum Teil auf die unterschiedlichen Systemgrenzen für die beiden erhobenen Werte zurückzuführen ist.

Wasser-WP. Mit normierten Werten (JAZ sind dann unabhängig von der WP-Qualität) sind überhaupt keine Unterschiede zwischen den beiden Speicherstrategien erkennbar. Also kein Vorteil, Speicher kosten aber Geld und brauchen Platz, sodass sie nur dort verwendet werden sollen, wo sie tatsächlich notwendig sind. Übrigens: Wärmespeicher verlängern auch nicht die mittlere Laufzeit, wie dies allgemein vermutet wird, und diese Taktfrequenz hat auf die JAZ keinen signifikanten Einfluss, hält der Bericht fest.

Erdwärmesonden

Revisionsbedürftig sind auch die Einschätzungen der Branche zu den Erdwär-

mesonden. Ausgangspunkt der Überlegungen war der Befund, dass Sole-Wasser-Anlagen bei den JAZ eine sehr grosse Streuung aufweisen. Die Gründe hierfür waren kaum bekannt. Nahe liegend ist die Beschaffenheit des Erdreiches als Parameter für die Sondenqualität, quantifiziert durch die Wärmeleitfähigkeit und unterstützt durch eine sorgfältige Hinterfüllung der Bohrung nach Abteufen der Sonde. Im Mittel liegt die Soletemperatur bei 4,8 °C, das Maximum beträgt 9 °C, das Minimum -1,5 °C.

Erwartungsgemäss korrelieren die Soletemperaturen mit den JAZ. Je K Soletemperaturdifferenz verbessert sich die

JAZ um 2,5%. Das erklärt naturgemäss einen Teil der erwähnten grossen Streuung. Keine Korrelation besteht dagegen zwischen der spezifischen Sondenentzugsleistung und der real bezogenen Wärmemenge. Der Grund: Die Leistung der WP – nicht aber die tatsächlich bezogene Energie aus der Sonde – weicht stark vom tatsächlichen Leistungs- und Wärmebedarf des Objektes ab. Daraus ergibt sich eine grosse Streuung bei der spezifischen Entzugsenergie, denn die Sonde wird in aller Regel nach der spezifischen Entzugsleistung – 50 W je m² – dimensioniert.

Überdimensionierung

Die untersuchten Wärmepumpen sind lediglich zu 66% ausgelastet. Und das bei Auslegebedingungen, das heisst im Mittelland: bei minus 8 °C. Unterhalb dieses Wertes steigt der Leistungsbedarf kaum mehr an, weil sehr tiefe Aussentemperaturen üblicherweise mit intensiver Solarstrahlung auftreten. Solarenergiegewinne decken dann höhere Transmissionsverluste ab. Eine allfällige Überdimensionierung von Luft-Wasser-WP lässt sich eher rechtfertigen, weil mit abnehmender Aussentemperatur auch die Heizleistung sinkt. Bei Sole-Wasser-Anlagen dagegen sind die allseits so beliebten Sicherheitszuschläge völlig sinnlos und unbedingt zu vermeiden.



Kühle Schönheit, 25 Jahre jung ...

... erwartet Sie in Nürnberg zur Jubiläumsfeier. Denn seit 25 Jahren ist die IKK eine der ersten Adressen für zukunftssträchtige Lösungen. Als **Weltleitmesse für Kältetechnik** und international führende Messe für Klima und Lüftung, für Industrie, Anlagenbauer, Fachhandel, Planer und Architekten. Ein guter Grund zum Feiern.

Feiern Sie mit – bei Ihrem Besuch in Nürnberg.

Nürnberg, Germany

13.–15.10.2004



IKK 2004 Nürnberg

25. Internationale Fachmesse
Kälte, Klima, Lüftung

www.ikk-online.com

www.ikk-tradefair.com

Organisation/Durchführung
NürnbergMesse

Veranstalter
VDKF Wirtschafts- und
Informationsdienste GmbH
info@vdkf.com

Interessiert?

Wir helfen Ihnen gern:
Handelskammer Deutschland-Schweiz
Tel +41 (0) 1.2 83 61 75
Fax +41 (0) 1.2 83 61 00
fairexpert@handelskammer-d-ch.ch



NÜRNBERG MESSE