

KLIMAFREUND WÄRMEPUMPE?

FORTSETZUNG: ZWEIJÄHRIGER FELDTTEST FÜR ELEKTRO-WÄRMEPUMPEN
EIN VERGLEICH MIT ANDEREN PRAXISUNTERSUCHUNGEN
BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE ANALYSE
BEDEUTUNG DER WÄRMEPUMPEN-SYSTEMTECHNIK

Die SONNENENERGIE berichtete im letzten Heft März/April 2009 zusammenfassend über die Ergebnisse des Schlussberichtes des zweijährigen „Feldtest Elektro-Wärmepumpen“ von 2006–2008 der Lokalen Agenda 21 – Gruppe Energie Lahr (Schwarzwald). Anlass zu der Praxisuntersuchung waren Zweifel, ob alle Wärmepumpensysteme geeignet sind, volkswirtschaftlichen Zielen (Einsparung von Primärenergie und Kohlendioxid) und privatwirtschaftlichen Zielen (Einsparung von Geld über die Lebensdauer der Anlage) gerecht zu werden. Übertriebene Äußerungen von Herstellern, Verbänden und Energieversorgungsunternehmen über Jahresarbeitszahlen JAZ (siehe Infobox) von 4 und mehr und Slogans wie „Mit 100% Sonne heizen“ oder „Das umweltfreundlichste Heizsystem, das das Klima entlastet“ schaden der Wärmepumpentechnik mehr, als sie ihr nützen. Das hat schon eine ähnliche Kampagne in den Jahren 1979 und 1980 bewiesen.

Wie Bild 1 zeigt, fallen die Ergebnisse

unter realistischen Betriebsbedingungen auch heute noch ernüchternd aus. Die Graphik unterscheidet unterschiedliche Kaltquellen (Luft, Erde und Grundwasser), Erzeuger- und System-Jahresarbeitszahlen und bei den Luft-Wärmepumpen auch noch Fußbodenheizung- und Heizkörper. Die gepunkteten Säulen stellen die gemittelten Erzeuger-Jahresarbeitszahlen (EJAZ) dar, gemessen direkt hinter der Wärmepumpe ohne die Verluste

- des Heizungspufferspeichers,
- des Abtauvorgangs bei den Lamellen-Verdampfern von Luft-Wärmepumpen und
- des Warmwasserspeichers und der Zirkulationsleitung.

Die farbigen Säulen stellen die System-Jahresarbeitszahlen (SJAZ) dar, die die zuvor genannten Verlustquellen berücksichtigen. Diese System-Jahresarbeitszahl ist bei Vergleichen mit anderen Wärmeerzeugern die maßgebliche Bezugsgröße von Wärmepumpensystemen. Die Zahlen am Fuß der graphischen Darstellung informieren über die Anzahl der gemittel-

Jahresarbeitszahl

Die Jahresarbeitszahl JAZ einer Wärmepumpe ist definiert als das Verhältnis von jährlich erzeugter Wärme am Ausgang zum notwendigen Strom an deren Eingang.

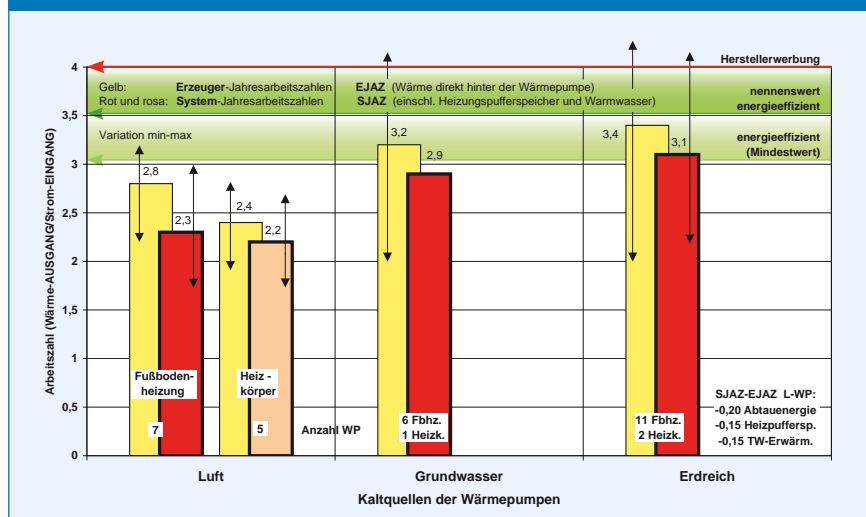
Laut der Deutschen Energieagentur (dena) in Berlin und des RWE in Essen muss die Jahresarbeitszahl größer als $JAZ = 3$ sein, um Wärmepumpen als „energieeffizient“ und größer als $JAZ = 3,5$ sein, um sie als „nennenswert energieeffizient“ bezeichnen zu können.

ten Wärmepumpen und die senkrechten Pfeile an den Säulen über die Variation der Einzelwerte.

Je nach System liegen die JAZ bei Luft-Wärmepumpen im Mittel nur zwischen 2,2 und 2,8. Selbst die beste unter den 12 untersuchten erreicht in Verbindung mit einer Fußbodenheizung nur eine $SJAZ = 3,0$ – zu wenig für einen Beitrag zum Klimaschutz (siehe Infobox). Besser schneiden dagegen die Grundwasser-Wärmepumpen ab. Das Mittel liegt um die 3 herum; ein Spitzenwert von um die 4 ist aber möglich. Die Gründe für das mäßige Ergebnis liegen in zu kleinen Bohrlöchern, überdimensionierten Wasser-Förderpumpen und mangelhafter Wartung (z.B. verschmutzte Filter).

Spitzenreiter beim Feldtest sind die Erdreich-Wärmepumpen. Sie liegen auch im Mittel je nach System im „energieeffizienten“ Bereich. Zwei Erdsonden-Wärmepumpen übertreffen sogar die Werbearbeitszahl von 4 auch in der Praxis! Das zeigt, dass nicht nur bei Grundwasser-Wärmepumpen, sondern auch bei Erdreich-Wärmepumpen noch ein erhebliches Verbesserungspotential besteht. Unabhängig davon: Erdwärmepumpen haben gegenüber den anderen

Bild 1: Gemittelte Jahresarbeitszahlen von Elektro-Wärmepumpen 2006–2008





Wärmepumpensystemen einen nicht zu unterschätzenden Zusatznutzen. Bei ihnen besteht mit nur geringem Mehraufwand an Investition und Stromverbrauch die Möglichkeit der Sommerkühlung, die drei der dreizehn Erdreich-Wärmepumpenbetreiber auch eingebaut haben.

Vergleich mit anderen Feldtests

Die Ergebnisse des „Feldtest Elektro-Wärmepumpen“ am Oberrhein sind vergleichbar mit den Ergebnissen früherer Praxisuntersuchungen in Norddeutschland (Eon), der Schweiz (BfE/ FAWA), in Hessen (GERTEC/ Hess. Landesregierung/ VDEW) oder in Baden (EWM). Das geht aus Bild 2 hervor. Trotz dieser an und für sich unter Fachleuten bekannten Tatsachen behauptete ein Wärmepumpen-Hersteller, die Agenda-Gruppe messe falsch, und ein Energieversorger meinte, er habe bessere Ergebnisse ermittelt. Auf konkrete Nachfragen, an welchen Stellen eine Korrektur erforderlich sei, und der Bitte um Vorlage von höheren gemessenen Jahresarbeitszahlen, blieben die Antworten aus. Zwei andere Hersteller drohten gar mit einer gerichtlichen Auseinandersetzung.

Der Bundesverband Haustechnik, Energie und Umwelt (BDH) wollte die Ergebnisse des Feldtests der Agenda-Gruppe nicht kommentieren (siehe Infobox). Anders dagegen der Bundesverband Wärmepumpen (BWP). Er hat die Ergebnisse von Anfang an schlecht geredet und verstieg sich in der Badischen Zeitung sogar zu der unhaltbaren Behauptung, „dass in Feldtests häufig besonders schlechte Wärmepumpen ausgewählt“ würden.

Wie das Bild 2 weiter zeigt, kommt auch die zur Zeit laufende Praxisuntersuchung des Fraunhofer-Institutes für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg zu vergleichbaren Ergebnissen, wenn man

Reaktion auf die Ergebnisse des Feldtests

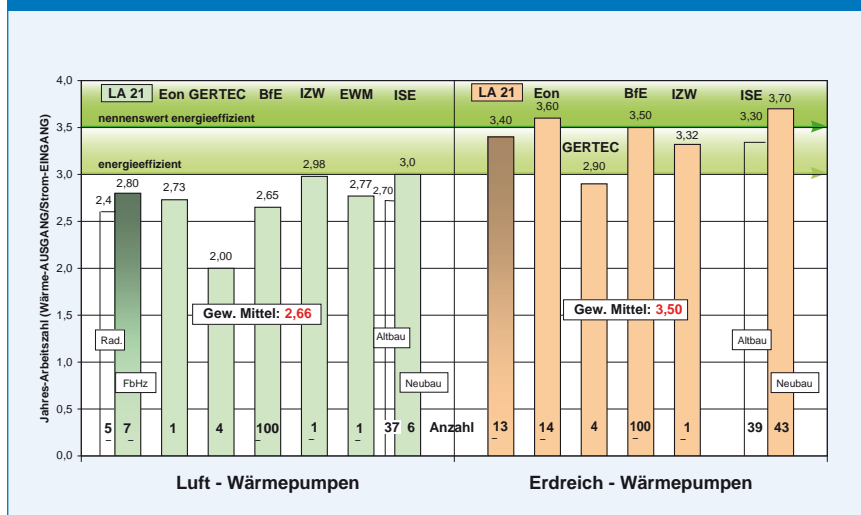
Empfehlung des Bundesverbandes Haustechnik, Energie und Umwelt (BDH), der die Interessen der Heizkessel- und Wärmepumpenhersteller vertritt:

„Keine Stellungnahme zu den Ergebnissen der Lokalen Agenda 21 – Gruppe Energie Lahr. Eine Stellungnahme wäre kontraproduktiv, weil dadurch die Praxisuntersuchung aufgewertet würde.“

die folgenden Punkte berücksichtigt:

- Die Hersteller nannten dem ISE die Wärmepumpen, die sie auch laufend online überwachen und natürlich auch ertüchtigen falls erforderlich. So etwas gibt es beim Feldtest der Agenda-Gruppe nicht. Nachbesserungen waren freilich in einigen Fällen notwendig, schließlich will sich die Agenda-Gruppe nicht dem Vorwurf aussetzen, sie vermesse offensichtlich fehlerhafte Wärmepumpen.
- Der Anteil der Fußbodenheizungen mit geringer Vorlauftemperatur ist beim ISE mit 96% deutlich höher als bei der Agenda-Gruppe. Das erhöht natürlich die JAZ.
- Das ISE gibt Jahresarbeitszahlen ohne und mit Brauchwassererwärmung an. Ohne entsprechen sie der günstigeren Erzeuger-Jahresarbeitszahl. Die Agenda-Gruppe erfasst darüber hinaus auch die System-Jahresarbeitszahl. Der Unterschied: die für die Energieeffizienz von Wärmepumpensystemen maßgebliche System-Jahresarbeitszahl berücksich-

Bild 2: Vergleich der Jahresarbeitszahlen mit anderen Feldtests



Sie suchen eine clevere und wirtschaftliche Antriebslösung für sonnenstandsnachgeführte Solaranlagen?

Dann entscheiden Sie sich für die „richtungsweisende“ Antriebsgeneration Aton, die für Nachführsysteme entwickelt wurde!

Die wichtigsten Merkmale:

- Für Azimut und Elevation einsetzbar
- Extrem hohe statische Haltelasten
- Flexible Integration in neue und bestehende Anlagen
- Frei programmierbare elektronische oder mechanische Endschalter
- Integrierte Wegmesssysteme
- Völlige Wartungsfreiheit
- Korrosionsbeständigkeit
- Hohe Zuverlässigkeit

Nehmen Sie gleich Kontakt mit uns auf!

Der Sonne hinterher – den anderen voraus!



tigt nicht nur die unvermeidlichen Verluste der Brauchwassererwärmung (-0,1 bis -0,2 - JAZ-Punkte), sondern auch noch die des Heizungspufferspeichers (-0,1 bis -0,2 - JAZ-Punkte), der Ladepumpe und bei Luft-Wärmepumpen auch noch die Energie zum Abtauen des Lamellen-Verdampfers (-0,2 -JAZ-Punkte).

Trotz dieser drei Punkte erreichen auch beim ISE die Luft-Wärmepumpen unter Berücksichtigung der Brauchwassererwärmung bei Neubauten nur eine Jahresarbeitszahl von im Mittel 3,0; beim Altbau sind es nur 2,7. Zieht man davon aber noch die zuvor genannten Verluste ab, dann ergibt sich beim ISE eine System-Jahresarbeitszahl von nur noch 2,6 (berechnet aus den Ergebnissen der Agenda-Gruppe). Beim Altbau ist der Wert noch niedriger.

Die kritisch zu bewertenden Luft-Wärmepumpen übertreffen somit auch beim ISE bei weitem nicht die erforderliche Jahresarbeitszahl von 3. Die System-Jahresarbeitszahlen erreichen auch nicht die vom BWP genannte Mindest-JAZ von 2,7. Somit werden es der BDH und BWP schwer haben, den Bauleuten zu erklären, warum diese 8.000–16.000 Euro mehr gegenüber einem Brennwertkessel investieren sollen, wenn sie damit keine Primärenergie einsparen und deshalb nichts zum Klimaschutz beitragen werden. Daher rührt die Forderung der Deutschen Energie-Agentur/RWE nach einer Mindest-JAZ von 3,0, um wenigstens 10% besser als ein fossilbetriebenes Referenzsystem zu sein.

Betriebswirtschaftliche Untersuchung

Die gemessenen mittleren System-Jahresarbeitszahlen von Elektro-Wärmepumpen sind die Grundlage für eine Wirtschaftlichkeitsberechnung und für einen Vergleich mit anderen Wärmeenergieerzeugern. Der Kooperationspartner der Agenda-Gruppe, die Ortenauer Energieagentur, ermittelte anhand von zwei Fallbeispielen die Investitions- und Betriebskosten über die Lebensdauer der

Anlagen und diskontierte sie auf das erste Jahr ab (Annuitätsrechnung). Es handelt sich um einen sanierten Altbau mit Heizkörpern und um einen Neubau mit Fußbodenheizung. Als Zwischenergebnis erhält man zunächst die Jahreskosten und die spezifischen Nutzenergiekosten für Raumwärme und Warmwasser von sieben Vergleichssystemen. In Verbindung mit Primärenergie- und CO₂-Emissionsfaktoren des deutschen Strommixes ist dann eine Aussage über eine optimale Investition möglich, die sowohl die Belange der Betriebswirtschaftlichkeit als auch die des Klimaschutzes berücksichtigt. Die genauen Eingabedaten gehen aus dem Schlussbericht unter www.agenda-energie-lahr.de hervor.

Sanierter Altbau:

Bild 3 zeigt auf der linken Seite die spezifischen Nutzenergiekosten und die Kohlendioxid-Emissionen von vier der sieben untersuchten Wärmeenergieerzeuger für das Fallbeispiel „Sanierter Altbau“. Sie verfügen über die geringsten Kosten und Emissionen. Den ersten Platz nimmt die Erdreich-Wärmepumpe ein. Das mag manchen erstaunen. Doch sie punktet durch eine hohe Energieeffizienz (geringe Stromkosten) und eine hohe Lebens-

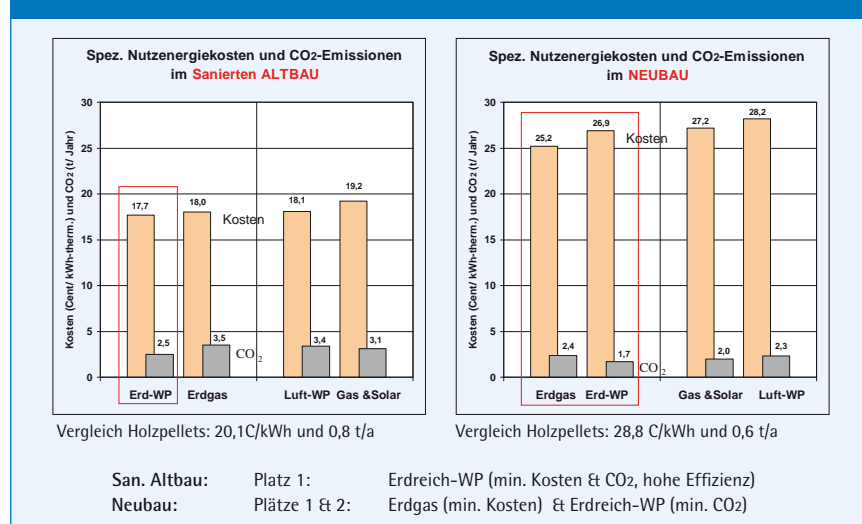
Gesamtkostenrechnung

Wie immer wieder in Gesprächen erlebt, bescheinigen die Energieberater den Erdreich-Wärmepumpen zwar eine hohe Energieeffizienz, raten aber wegen der hohen Anfangsinvestition dann doch zu den zwar billigeren, aber energieineffizienten Luft-Wärmepumpen.

Bei einer notwendigen **Betrachtung der Kosten über den Lebenszyklus der Wärmeerzeuger sind aber die Kosten der beiden Wärmepumpen entweder vergleichbar oder die Erdreich-Wärmepumpe schneidet sogar besser ab.** Hier gilt es mehr als bisher aufzuklären und dem potentiellen Interessenten eine Gesamtkostenrechnung zu unterbreiten, die nicht nur die Investitions-, sondern auch die laufenden Betriebskosten beinhaltet.

dauer des Wärmepumpensystems (geringere spezifische Nutzenergiekosten). Die Ortenauer Energieagentur rechnet zwar bei der Wärmepumpe selbst – wie auch bei den anderen Wärmeerzeugern – mit einer Lebensdauer von 20 Jahren, bei der

Bild 3: Kosten und Emissionen im sanierten Altbau und im Neubau



Leistung oder Ertrag der PV-Anlage zu gering?

Lösung: Kontrolle und Fehlersuche mit professionellen Messgeräten.

- Prüfung von Strings wie auch von Einzelmodulen – vor Ort!
- Peakleistung, Widerstand und Kennlinie mit nur einer Messung
- Automatische Umrechnung auf STC (patentierte Methode)
- Schnelle Fehlererkennung
- Einfache Anwendung und hoher Nutzen



... mehr als nur Kennlinien

Patentiertes System



Erdsonde, die fast die Hälfte der Investition ausmacht, aber mit einer Standzeit von mindestens 40 Jahren.

Erst an zweiter Stelle kommt der Erdgas-Brennwertkessel und an dritter Stelle die energieineffiziente Luft-Wärmepumpe. Sie liegt preislich noch im Rennen, weil die Energieversorger den Sondertarif beträchtlich zu Lasten der anderen Stromverbraucher und der Anteilseigner herunter subventioniert haben. Die rechtliche Tragfähigkeit dieser Marketingaktion darf angezweifelt werden, zumindest bei allen Preisabsenkungen von mehr als etwa 5 Cent/kWh unter dem Haushaltstarif. Da könnte es zukünftig seitens der Bundesnetzagentur noch Änderungen geben.

Der Holzpelletkessel gehört neben dem Erdölkessel zu den teuersten Vergleichssystemen. Er hat aber im Gegensatz zum Erdölkessel mit 0,8 Tonnen/Jahr die mit Abstand geringste CO₂-Emission. Bauleute, die in hohem Maße dem Klimaschutz und der Zukunft ihrer Kinder und Enkel verpflichtet sind, sollten deshalb ungeachtet der höheren Kosten den Einbau einer automatisch gesteuerten Holzpelletheizung mit zweistufiger Verbrennung in Verbindung mit einer Sonnenkollektoranlage für die Brauchwassererwärmung als Alternative erwägen.

Neubau:

Die rechte Seite von Bild 3 zeigt die Ergebnisse bei einem Neubau. Wegen des geringeren Wärmebedarfes sind die spezifischen Kosten höher, die Kohlendioxid-Emissionen aber geringer. Hier teilen sich der Erdgas-Brennwertkessel und die Erdreich-Wärmepumpen die ersten beiden Plätze: der Brennwertkessel erfordert zwar geringere Investitionen, emittiert dafür aber mehr CO₂; bei der Erdreich-Wärmepumpe ist es umgekehrt. Für die Wahl des einen oder anderen Wärmezeugersystems spielen dann technische Gründe eine Rolle (kein Erdgasanschluss möglich oder keine Bohrgenehmigung) und persönliche Präferenzen.

Fazit:

Sowohl im sanierten Altbau als auch im Neubau liegen die Erdreich-Wärmepumpen ganz weit vorn. Die Lokale Agenda 21 – Gruppe Energie Lahr empfiehlt deshalb – wenn es unbedingt eine Elektro-Wärmepumpe sein muss – deren Einsatz in Verbindung mit Fußbodenheizungen. Die jetzige Situation ist freilich noch unbefriedigend. Die Mittel der Erzeuger- und System-Jahresarbeitszahlen liegen bei nur 3,4 bzw. 3,1; Spitzenwerte von über 4 sind aber möglich. Hier liegt also noch ein erhebliches Optimierungspotential.

Wärmepumpen – Systemtechnik

Wärmepumpen sind keine Technik, bei der die Güte der Wärmepumpen allein entscheidend ist für die Energieeffizienz des gesamten Systems. Die Agenda-Gruppe hat deshalb im Schlussbericht auch keine „Testsieger“ und Hersteller bekannt gegeben. Genau so wichtig sind nämlich auch die Rahmenbedingungen, z.B. eine möglichst hohe Temperatur der Kaltquelle (Grundwasser und Erdreich), eine möglichst niedrige Temperatur der Wärmesenke (Fußbodenheizung), die optimale Auslegung und Anbindung dieser peripheren Komponenten an die Wärmepumpe und deren Wartung. Dazu zwei Beispiele:

- Ein Hersteller war im „Feldtest Elektro-Wärmepumpen“ mit drei Luft-Wärmepumpen vertreten und deckte das gesamte Spektrum von „schlecht“ über „mittel“ bis „relativ gut“ ab. Also kann man nicht sagen, dass der Hersteller und dessen Wärmepumpen schlecht oder gut sind, sondern es haben bei der Mehrzahl der Wärmepumpen die Rahmenbedingungen nicht gestimmt oder es wurden Fehler gemacht.
- Ein Hersteller schnitt bei der Stiftung Warentest nur mit einem „befriedigend“ ab, in der zweijährigen Praxisuntersuchung der Agenda-Gruppe erreichte er aber gleich mit zwei Erdsonden-Wärmepumpen die Spitzenplätze.

Es sind deshalb noch weitere, bundesweite Schulungen von Planern und Handwerkern erforderlich, die auch die Ergebnisse aus der Praxis berücksichtigen. Mehr als bisher müssen sie zusammen mit den Herstellern das Gesamtsystem „Kaltquellen – Wärmepumpen – Wärmesenke“ betrachten und es optimieren. Diese Maßnahme würde einer Reihe von Wärmepumpen einen deutlichen Umweltvorteil verschaffen. Nur mit fachgerecht geplanten und gebauten Anlagen werden Elektro-Wärmepumpen mit fossilbasierten Heizwärmesystemen konkurrieren können.

ZUM AUTOR:

► Dr. Falk Auer (Projektleiter) und Herbert Schote
Lokale Agenda 21 – Gruppe Energie,
Lahr (Schwarzwald)

Kontakt:

Dr. Falk Auer,
E-Mail: nes-auer@t-online.de,
Tel. 07821 991601
Internet: www.agenda-energie-lahr.de



DIE FACHMESSE FÜR
SANITÄR, HEIZUNG, KLIMA
UND ERNEUERBARE ENERGIEN

10. – 13. MÄRZ 2010

Weitere Infos

Messe Essen GmbH
Postfach 10 01 65, D-45001 Essen
Telefon +49(0)201.72 44-0
Telefax +49(0)201.72 44-513
www.shkessen.de

ANMELDESCHLUSS: 15. MAI 2009

