

# Wie gut sind Wärmepumpen im Feld wirklich? : Informationen aus dem Messprojekt Feldanalyse von Wärmepumpenanlagen (FAWA) des Bundesamts für Energie

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: Article

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des  
Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de  
l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des  
Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **90 (1999)**

Heft 24

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-902020>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Wie gut sind Wärmepumpen im Feld wirklich?

## Informationen aus dem Messprojekt Feldanalyse von Wärmepumpenanlagen (FAWA) des Bundesamtes für Energie

Im Auftrag des Bundesamtes für Energie werden im Projekt FAWA (Feldanalyse von Wärmepumpenanlagen) seit fünf Jahren umfangreiche Untersuchungen von Wärmepumpenanlagen im praktischen Betrieb durchgeführt. Jährlich werden jeweils etwa 30 neu installierte Wärmepumpenanlagen zufällig ausgewählt und untersucht. Bis heute wurden in der Deutschschweiz und der Suisse Romande rund 130 Anlagen ins Programm aufgenommen.

1999 in Burgdorf abgelegt [1]. Nachfolgend die wichtigsten qualitativen Ergebnisse.

### Die Zielsetzungen

Das Projekt liefert statistisch unterlegte Daten und Informationen in folgenden Bereichen (Tabelle I):

- **Anlagepark:** FAWA zeigt den Stand und die Entwicklung des WP-Anlageparks Schweiz und liefert Werte für die Jahresarbeitszahl dieser Anlagen.
- **Anlagequalität:** FAWA liefert Erkenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Bauart und energetischer Qualität der Anlagen.
- **Anlageoptimierung:** FAWA führt die wichtigsten Optimierungsmassnahmen

am bestehenden Anlagepark durch und dokumentiert die erzielten Verbesserungen.

### Die Resultate

Während die Erfassung des Anlagenparks (Bild 1) und die Ermittlung der Jahresarbeitszahlen mit mehr als 130 Anlagen weit fortgeschritten ist, sind noch umfangreiche Arbeiten in den Bereichen Anlagequalität und Anlageoptimierung zu leisten.

Ein umfassender Zwischenbericht über die bisherigen Resultate wurde am 4. Mai

### Kundenzufriedenheit

Die Zufriedenheit der Wärmepumpen-Besitzer mit ihren Anlagen ist gross. Auch in technischer Hinsicht sind die Wärmepumpenanlagen sehr zuverlässig. Es sind wenig Störungen und technische Ausfälle zu verzeichnen.

Seit 1994 hat der Durchschnittswert für die Jahresarbeitszahlen (Heizung und Warmwasser) der im entsprechenden Jahr installierten Anlagen um 13%, von 2,6 auf 3,0 zugenommen. Dies wird vor allem auf den Einsatz energetisch verbesserter Wärmepumpen (Einfluss WP-Testzentrum Töss) zurückgeführt. An der Gesamtanlage hat sich in diesem Zeitraum nichts Wesentliches geändert. Wärmepumpen mit Erdsonden weisen gegenüber Luft/Wasser-Anlagen bei Altbauten eine um rund 0,2 Einheiten und bei Neubauten eine um etwa 0,8 Einheiten höhere JAZ auf.

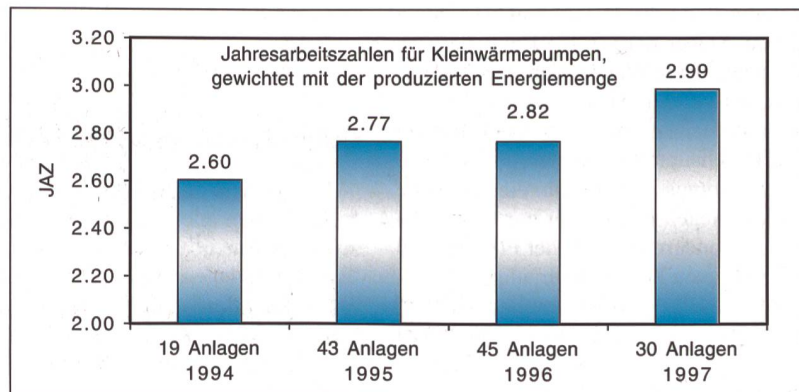
Die JAZ-Werte der einzelnen Anlagen streuen sehr stark und liegen im Bereich von 1,69 bis 4,48 (Bild 2). Ein Teil dieser Streuung ist durch die Wahl unterschiedlich effizienter WP-Aggregate zu erklären, ein grosses Potential liegt jedoch in der Verbesserung der Anlagequalität.

Die Frage nach dem Einfluss der Wärmequelle ist ebenfalls von grossem Interesse (Bild 3). Die überwiegende Meinung, dass Aussenluft als Wärmequelle viel schlechter sei, kann hier relativiert

• Aufteilung nach Wärmequelle	Erdsonden	53 Stück
	Luft	61 Stück
	Wasser	6 Stück
• Aufteilung nach Betriebsart	monovalent	64 Stück
	bivalent	15 Stück
	monoenergetisch	41 Stück
• Aufteilung nach BWB-Bereitung	mit BWB-Bereitung	53 Stück
	ohne BWB-Bereitung	67 Stück
• Aufteilung nach Baukriterien	Neubau	62 Stück
	Sanierung	58 Stück

Tabelle I Aufgliederung der bisher ins Programm FAWA aufgenommenen Anlagen.

Bild 1 Anlagepark und Jahresarbeitszahlen (JAZ).



#### Kontaktadresse

Bundesamt für Energie  
 Programm Umgebungs- und Abwärme  
 Wärme-Kraft-Koppelung (UAW)  
 Postfach  
 3003 Bern

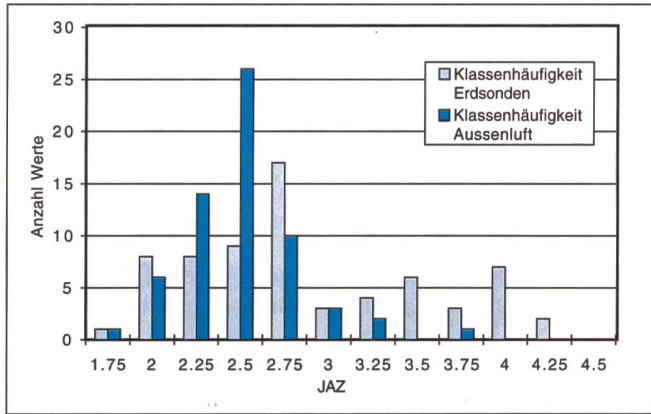


Bild 2 Klassenhäufigkeit für 42 Erdsonden- und 35 Luft/Wasser-Wärmepumpen.

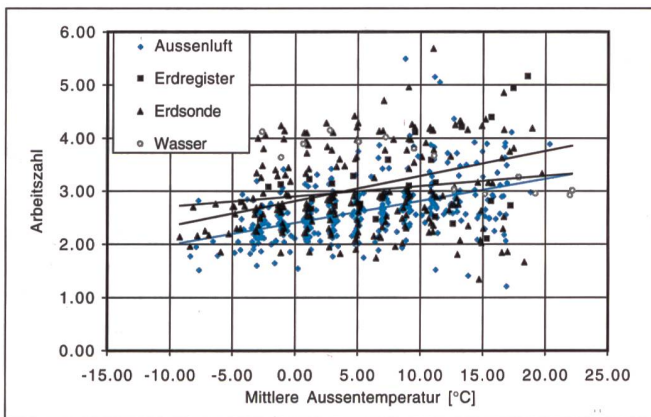


Bild 3 Arbeitszahlen bei Wärmepumpen (WP) ohne BWW-Bereitung in Funktion der mittleren Aussentemperatur bei verschiedenen Wärmequellen.

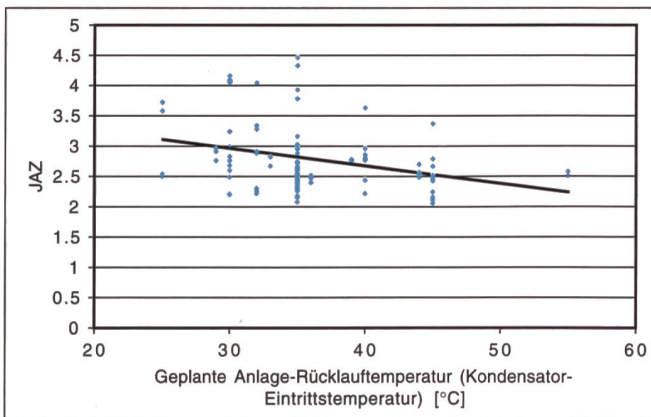


Bild 4 JAZ in Abhängigkeit der geplanten Anlage-Rücklauftemperatur.

werden. Der Unterschied der Arbeitszahl beträgt nur rund 0,4 Punkte.

Bild 3 zeigt auch grosse Streuungen der Arbeitszahlen, wobei die Werte am unteren Rand des Diagramms zu denken geben. Sicher müssen die Hersteller von Anlagen, deren Werte im unteren Teil liegen, mit grossen Anstrengungen den Anschluss suchen, um sich weiterhin im Markt behaupten zu können.

Die Voraussetzungen für eine optimale Anlage liegen meist nicht nur beim Hersteller, sondern auch bei der Planung und speziell auch bei der hydraulischen Einbindung. Bild 4 zeigt deutlich die Abhängigkeit der Jahresarbeitszahl (JAZ) von der Anlage-Rücklauftemperatur, die einerseits von der Auslegung der Heizflä-

chen und damit der Heiztemperaturen und andererseits von der Hydraulik, wo es wichtig ist, dass der Rücklauf möglichst tief gehalten werden kann, bestimmt wird.

## Qualität der Heizungsanlage

Neben dem Erfassen des Anlagenparks werden auch die Zusammenhänge zwischen Bauart und energetischer Qualität der Anlagen untersucht. Aufgrund dieser Analysen und theoretischen Überlegungen kann davon ausgegangen werden, dass die Jahresarbeitszahl von folgenden Faktoren dominiert wird:

- **Wahl der Wärmepumpe:** Durch die noch relativ grossen Unterschiede zwischen den verschiedenen Produkten auf dem Markt hat die Wahl der Wärmepumpe einen grossen Einfluss auf die resultierende JAZ. Grosse Unterschiede bestehen einerseits zwischen den WP-Systemen, also Luft/Wasser (L/W), Sole/Wasser (S/W) und Wasser/Wasser (W/W), andererseits aber auch zwischen einzelnen Produkten innerhalb dieser Kategorien. Der Ersatz des Aggregats einer durchschnittlichen L/W-Maschine durch ein Spitzenprodukt brächte eine Verbesserung der JAZ um etwa 30%. Würde ein sehr gutes S/W-Aggregat verwendet, betrüge die Verbesserung der JAZ sogar mehr als 80%.
- **Quellen- und senkenseitige Temperaturen:** Die Verflüssigertemperatur wird senkenseitig durch die Regelung bestimmt. Häufig liegen Vorlauftemperaturen über dem Wert, der zur Deckung des Wärmebedarfs notwendig ist, wie in Bild 5 gezeigt wird. Die Gründe dafür sind die Einstellung der Heizkurve und des Regelungstyps sowie auch die Hydraulik. Die Quellentemperatur ist bei L/W- und W/W-Anlagen kaum beeinflussbar. Bei S/W-Systemen hingegen hängt diese stark von der Auslegung der Erdsonde bzw. des Erdregisters ab. In einer Simulation hat sich gezeigt, dass durch den Einsatz einer Laderegelung mit variablem Volumenstrom über dem Kondensator, die  $JAZ_h$  (JAZ der Raumwärmebereitstellung) um etwa 5% verbessert werden könnte. Ein kritischer Punkt bleibt aber weiterhin die Einstellung der Heizkurve. Eine Selbstadaptation an den tatsächlichen Leistungsbedarf des Gebäudes wäre wünschbar.

- **Auslegung der Fördereinrichtungen:** Die richtige Dimensionierung der Heizungspumpe, insbesondere aber der quellenseitigen Fördereinrichtung (Pumpe oder Ventilator) haben einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die JAZ. Bei S/W-Anlagen wurden sehr grosse Unterschiede bei der Auslegung der Solepumpe festgestellt. Bei Anlagen mit sehr hohem Pumpenstromverbrauch wurden aber keine höheren Soletemperaturen gemessen. Es kann deshalb vermutet werden, dass mit einer kleineren Pumpe die Soleaustrittstemperaturen nicht sinken würden und deshalb eine Verbesserung der JAZ erreicht würde. Der Anteil der Solepumpen am gesamten

**Hinweis**  
Die Informationen, die im Rahmen des FAWA-Forschungsprojekts des BFE erarbeitet worden sind, stammen von der ARGE Hubacher Engineering/ Dr. Eicher+Pauli AG.

Stromverbrauch liegt im Bereich von 10 bis 20%. Überdimensionierungen um den Faktor zwei bis drei sind keine Seltenheit und führen demzufolge zu grossen Einbussen bei der JAZ.

- **Warmwasser:** Wird nicht die  $JAZ_h$ , sondern der Jahresnutzungsgrad (JNG) der gesamten Heizungsanlage betrachtet, zeigt sich, dass die Art der Warmwasserbereitstellung ein wichtiger Faktor für die energetische Effizienz darstellt. Durchschnittliche L/W-Maschinen können  $JAZ_{ww}$  von grösser 3,0 erreichen. Die besten verfügbaren Geräte erreichen unabhängig, ob L/W- oder S/W-Maschine,  $JAZ_{ww}$  bis knapp 4,0. Die Warmwasserbereitstellung mit Wärmepumpe ist somit sinnvoll und bringt eine Verbesserung des Jahresnutzungsgrads (JNG) von rund 40%.

### Wie wird eine optimale Wärmepumpenanlage geplant?

Eine energetisch optimierte Wärmepumpenanlage weist folgende Merkmale auf:

- Wahl einer energetisch effizienten (Töss-Messungen) und mit Gütesiegel (D-A-CH) ausgezeichneten Wärmepumpe. Dazu sind das Töss-Bulletin und die Liste für das Gütesiegel erhältlich, welche laufend aktualisiert werden.
- Standardisierte Ausführung der Wärmepumpenanlage, das heisst möglichst industrielle Serienfertigung der Wärmepumpe und einfache, bewährte Hydraulik sowie eine Regulierung, die eine möglichst tiefe Vorlauftemperatur einhalten kann. Mit einer möglichst geringen Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Vorlauftemperaturen der Heizung ist eine optimalere Energieproduktion, das heisst höhere JAZ, gewährleistet.
- Vermeidung von Überdimensionierung der Fördereinrichtungen. Insbesondere sind die Solepumpen genau zu dimensionieren und mit gutem Wirkungsgrad auszuliegen.

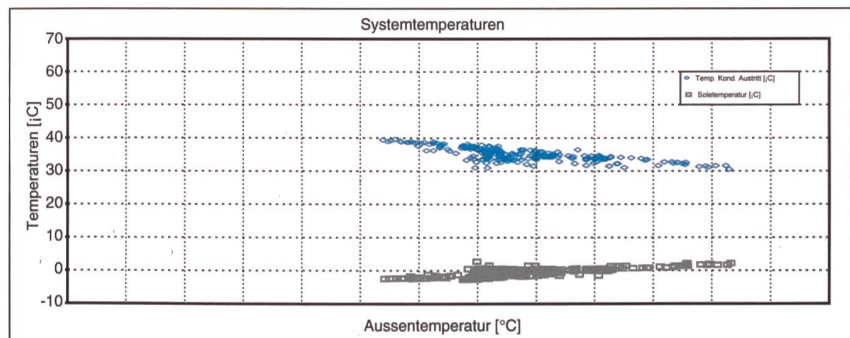
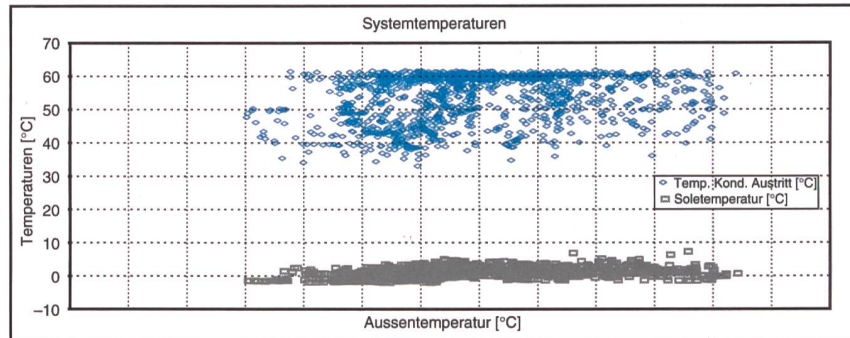


Bild 5 Beispiel: Gemessene Vorlauftemperatur (nach Kondensatoraustritt) und Soletemperatur der Anlage vor (oben, 29.10.1997 bis 17.12.1997) bzw. nach der Optimierung (unten, 3.3.1999 bis 23.4.1999).

### Wo stehen wir heute und welche Erkenntnisse liegen vor?

Statistisch erhärtete Ergebnisse zur Anlagequalität liegen aus den Feldmessungen zurzeit noch nicht umfassend vor. Folgende Hinweise können aber bereits gegeben werden:

- Die auf den Anlagen gemessenen Arbeitsziffern liegen etwa 10% unter den Angaben von Töss bzw. der WP-Hersteller. Gründe dafür können momentan noch nicht definitiv genannt werden.
- Die Zufriedenheit der Wärmepumpenbesitzer mit ihren Anlagen ist gross und die technische Zuverlässigkeit der Wärmepumpen ist gut.

- Der Standardisierungsgrad ist gering. Es werden noch zu viele Individualanlagen realisiert und es fehlt die Unternehmung, die für die gesamte Anlage die Verantwortung übernimmt.
- Die heute vielfach eingesetzten Zweipunkt-Rücklauftemperaturregelungen führen zu unnötig hohen Vorlauftemperaturen, zudem liegen die Temperatur-Einstellwerte vielfach zu hoch.
- Solepumpen sind häufig überdimensioniert.

### Literatur

[1] Fabrice Rognon (Hrsg.): Wärmepumpen – heute und morgen. Tagungsband zur 6. UAW-Tagung vom 4. Mai 1999 bei der HTA Burgdorf. Zu beziehen bei ENET, Artikelnummer 30931, Fax: +41 31 352 77 56.

## La pompe à chaleur: éprouvée et toujours plus efficace

Réalisé à la demande de l'Office fédéral de l'énergie, le projet FAWA (Feldanalyse von Wärmepumpenanlagen) porte depuis 5 ans sur un examen approfondi d'installations de pompes à chaleur en service.

Une trentaine de nouvelles installations de pompes à chaleur opérationnelles sont choisies chaque année au hasard afin d'être examinées plus en détail. Environ 130 installations de Suisse alémanique et Suisse romande ont jusqu'à présent été prises en considération.