

Zusammenfassung

Die Jahresarbeitszahl (JAZ) ist die wichtigste Größe für die energetische Bewertung von Wärmepumpenanlagen, da somit das Verhalten einer Anlage über das ganze Jahr hinweg genau errechnet wird. In der Fachliteratur wird oft der Begriff des Seasonal Performance Factors (SPF) verwendet. Sie ist definiert als die abgegebene Wärme im Jahr [kWh/Jahr] zur aufgenommenen elektrischen Energie [kWh/Jahr]. Die Jahresarbeitszahl beschreibt somit die Effizienz der gesamten Wärmepumpenanlage über den Zeitraum eines Jahres oder einer Heizperiode. Um die exakte Jahresarbeitszahl zu bestimmen, ist der verbrauchte Strom am Zähler abzulesen und die bereitgestellte Wärmemenge durch die Wärmepumpe mittels eines Wärmemengenzählers zu erfassen. Diese praktische Messung wird auch als Feldtest bezeichnet, welcher in der Regel von Stromlieferanten, Institutionen oder Heizungsinstallateuren durchgeführt wird.

Neben der tatsächlichen Bestimmung der Jahresarbeitszahl wird diese auch über verschiedene Berechnungsverfahren bestimmt. In dieser Arbeit wurden fünf Berechnungsmethodiken genauer beschrieben. Dies sind:

- Handrechenmethode
- VDI 4650
- OIB Richtlinie 6
- JAZcalc
- EN 15316-4-2

Besonderes Hauptaugenmerk wurde dabei auf das Tool JAZcalc gelegt, da dieses in Vorarlberg für den Nachweis der Wärmepumpenförderung verwendet wird. Bei der Gegenüberstellung von Berechnungsmethodiken der Jahresarbeitszahlen wurden daher die Abweichungen im Vergleich zur Berechnung nach JAZcalc bestimmt. Des Weiteren wurde auch eine Gegenüberstellung mit einem Feldtest durchgeführt, um die errechneten Werte mit einer in Betrieb befindlichen Anlage zu vergleichen. Darüber hinaus wurde auch der Einfluss von unterschiedlichen Vor- und Rücklauftemperaturen bei Wärmepumpenanlagen erfasst. In der Projektarbeit wurden daher folgende drei Vergleiche durchgeführt:

- Vergleich JAZ für Heizung mit Sole-Wasser Wärmepumpe nach drei Beispielgebäuden mit unterschiedlichem Heizwärmebedarf (HWB 20, HWB 55 und HWB 95) und folgenden Berechnungsverfahren:
 - JAZcalc
 - VDI 4650
 - Handrechenmethode
 - OIB Richtlinie 6
- Vergleich JAZ für Heizung, Warmwasser und Gesamtjahresarbeitszahl jeweils für Sole-Wasser und Luft-Wasser Wärmepumpen bei Vor- und Rücklauftemperaturen (VL/RL) von 35 °C/28 °C und 50 °C/43 °C für folgende Berechnungsverfahren:
 - JAZcalc
 - VDI 4650
- Vergleich JAZ für Heizung, Warmwasser und Gesamtjahresarbeitszahl mit Messung (Feldtest) für ein Einfamilienhaus mit Sole-Wasser Wärmepumpe für folgende Berechnungsverfahren:
 - JAZcalc
 - VDI 4650
 - DIN 18599

Zusammenfassend kann aus den drei zuvor erwähnten Gegenüberstellungen folgendes festgehalten werden:

Bei der Bestimmung der Jahresarbeitszahl für die Heizung mit einer Sole-Wasser Wärmepumpe wurden anhand von drei Beispielgebäuden die Berechnungen mit den verschiedenen Berechnungsmethoden durchgeführt. Dabei wurden alle Varianten, bis auf die EN 15316-4-2, miteinander verglichen. Für diese Norm existiert kein marktgängiges Programm, mit dem eine Jahresarbeitszahlbestimmung durchgeführt werden kann. Dennoch wird ein Teil der Berechnungsstruktur in der DIN 18599 berücksichtigt.

Bei der Berechnung der Jahresarbeitszahl für den Heizbetrieb (VL 35°C und RL 28°C) von Sole-Wasser Wärmepumpen rechnen das Tool JAZcalc und die VDI 4650 praktisch, bis auf ein paar wenige Prozentunterschiede, gleich. Bei der Handrechenmethode treten Abweichungen auf, die in der Größenordnung von 0 bis 7 % liegen. Die OIB Richtlinie 6 weist bei ihrer Betrachtung im Vergleich zu JAZcalc Unterschiede von -16 % (bei HWB 55) bis hin zu +21 % (HWB 20) sowie + 24 % (HWB 95) auf. Aufgrund der großen Streubreite kann hier keine konkrete Aussage über die Ursachen der Schwankungen getroffen werden. Trotzdem ist festzuhalten, dass die ermittelten Werte von -16 % bis hin zu ca. +24 % doch deutlich über denen der anderen Berechnungsverfahren liegen.

Im nächsten Schritt wurden eine Gesamtjahresarbeitszahl und jeweils eine Jahresarbeitszahl für die Heizung und das Warmwasser, für die Wärmequelle Sole und Luft, bei unterschiedlichen Wärmeabgabetemperatur, bestimmt. Hierfür wurden aber nur die beiden Berechnungsmethoden nach JAZcalc und der VDI 4650 herangezogen, da die anderen beiden Berechnungsvarianten (Handrechenmethode und OIB RL 6) bei einer ersten Grobabschätzung unrealistische Werte bezüglich der Berechnung der Jahresarbeitszahlen für das Warmwasser lieferten. Wie bereits bekannt ist, rechnen auch hier die VDI 4650 und das Tool JAZcalc bei einer Vor- und Rücklauftemperatur von 35°C und 28°C fast identisch. Bei der Warmwasserbereitung liefert die VDI 4650 hingegen Jahresarbeitszahlen, die ca. 20 % höher ausfallen als bei der Berechnung nach JAZcalc. In der Gesamtjahresarbeitszahl fällt die erhöhte JAZ des Warmwassers nicht so stark ins Gewicht. Die Abweichung beträgt in diesem Fall ca. 5 %.

Wird aber bei den Gebäuden eine höhere Vor- und Rücklauftemperatur verwendet, z.B. 50/43, so errechnet hier die VDI 4650 Jahresarbeitszahlen für den Heizbetrieb, die mit ca. 20 % über denen des Tools JAZcalc liegen. Gesamthaft betrachtet ergibt sich hier eine um +20 % erhöhte Gesamtjahresarbeitszahl.

Bei den Luft-Wasser Wärmepumpen verhält sich das Bild ähnlich, wie bei den zuvor beschriebenen Sole-Wasser Wärmepumpen. Bei Vor- und Rücklauftemperaturen von 35°C und 28 °C rechnen beide Methoden (VDI 4650 und JAZcalc) praktisch wieder gleich. Bei der Warmwasserbereitung hingegen wirkt sich die Berechnung der Jahresarbeitszahl nochmals wesentlich schlechter auf das Ergebnis aus. Die Abweichung liegt hier bei +35 %. Gesamthaft beträgt die Abweichung somit ca. 9 %. Sind wiederum erhöhte Temperaturen des Wärmeabgabesystems vorhanden (z.B. VL 50 °C und RL 43 °C), so ergibt sich wiederum eine erhöhte Abweichung bei der Berechnung der Jahresarbeitszahl nach VDI 4650 von ca. +23 %. Die Unterschiede bei der Gesamtjahresarbeitszahl liegen in diesem Zusammenhang bei +26 %.

Bei den bisherigen Vergleichen wurden nur errechnete Werte aus den verschiedenen Verfahren miteinander verglichen. Um abschätzen zu können, wie gut die errechneten Werte mit den gemessenen Werten aus der Praxis übereinstimmen, wurden für ein Testgebäude mit vorhandenem Feldtest, unterschiedliche Jahresarbeitszahlberechnungen durchgeführt. Dabei wurden mit dem Feldtest die Berechnungen nach dem Tool JAZcalc, der VDI 4650 und der DIN 18599, in der die Rechenmethodik der EN 15316-4-2 zum Teil enthalten ist, miteinander verglichen. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Berechnung der Jahresarbeitszahl nach JAZcalc die genauesten Werte

im Vergleich zum Feldtest liefert und sich bei der Berechnung nach der DIN 18599 die höchsten Abweichungen ergeben. Die VDI 4650 liefert vor allem bei der Warmwasserbereitung deutlich zu hohe Werte (+35 %). Dies wurde bereits beim Vergleich von unterschiedlichen Vor- und Rücklauftemperaturen festgestellt. Mit dem Vergleich des Feldtests konnte dies jetzt nochmals belegt werden.

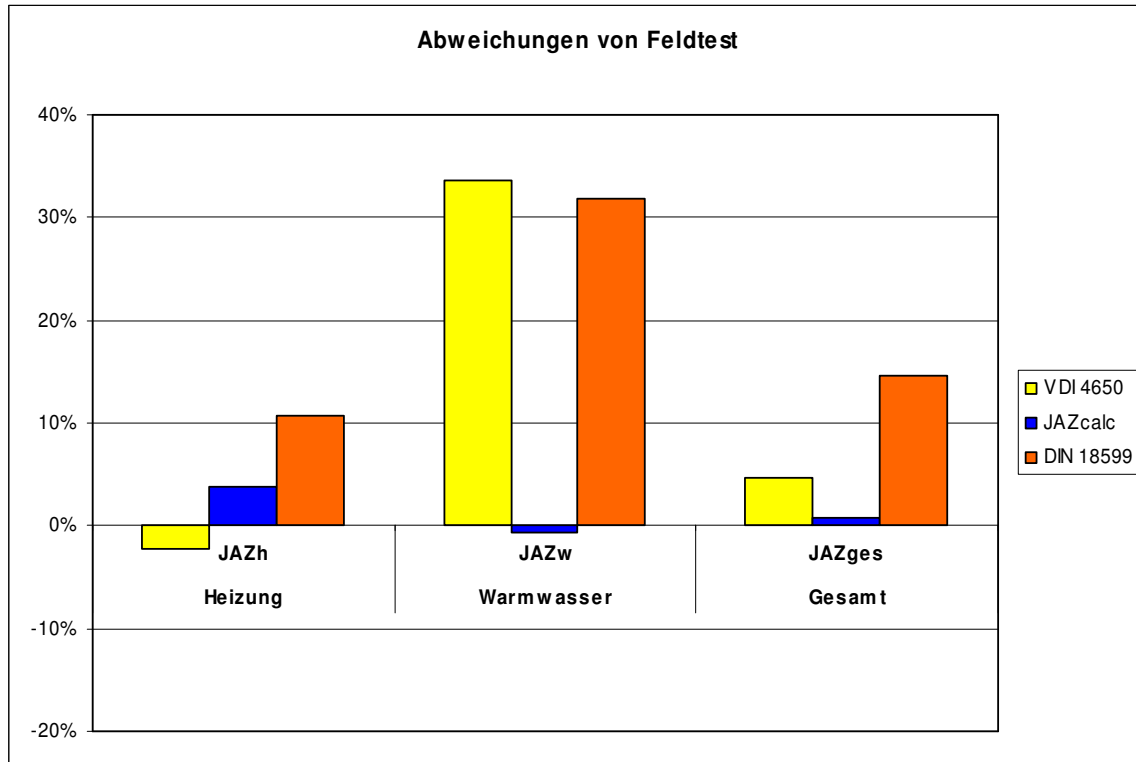


Abbildung: Abweichungen von VDI 4650, JAZcalc, DIN 18599 und Feldtest
Quelle: Eigene Darstellung

Neben den Vergleichen der Abweichungen von den verschiedenen Berechnungsverfahren wurden auch noch die jeweiligen Stärken und Schwächen eruiert, in einer Tabelle zusammengefasst und bewertet. Dabei wurde aus 17 Kriterien der Mittelwert gebildet und mit Hilfe des Schulnotensystems eine Bewertung durchgeführt. Die Auswertung ergab somit folgende Ergebnisse:

JAZcalc	Note: 1,29
VDI 4650	Note: 2,58
EN 15316-4-2	Note: 3,00
Handrechenmethode:	Note: 3,26
OIB RL 6:	Note: 3,82

Die Gesamtbewertung zeigt, dass das Tool JAZcalc am besten abschneidet. Auf den weiteren Positionen folgen dann die VDI 4650, EN 15316-4-2 und die Handrechenmethode. Das Schlusslicht bildet die OIB Richtlinie 6.

Neben den allgemeinen Stärken und Schwächen wurde zusätzlich eine detaillierte Gegenüberstellung der Berechnungsmethoden durchgeführt, bei denen gewisse Berechnungsschritte und Parameter im Detail analysiert wurden.