

Wie gut sind aktuelle Wärmepumpen im Feld?

Seit 2015 führt das Wärmepumpen-Testzentrum Buchs (WPZ) im Auftrag von EnergieSchweiz Feldmessungen an WP durch. Jährlich werden dabei 5 neuinstallierte Anlagen ins Messprogramm aufgenommen und im Feld mit genauen, zeitlich hochauflösenden Messungen begleitet. So können Aussagen über Installation und Verhalten in der Praxis abgeleitet werden.

Text Matthias Berthold, Manuel Prinzing, Mick Eschmann und Stefan Bertsch, WPZ Buchs
Bilder WPZ Buchs

Jedes Jahr werden über 20 000 Wärmepumpen in der Schweiz installiert, 80 % davon sind kleiner 20 kW (Quelle: fws). Seriell hergestellte Wärmepumpen müssen für den Verkauf in der Schweiz eine Energieetikette aufweisen. Das Gütesiegel Wärmepumpe gewährleistet eine über dem Gesetz liegende Energieeffizienz sowie Service- und Ersatzteilanforderungen.

Mit der Feldmessung hat EnergieSchweiz das Wärmepumpen-Testzentrum Buchs (WPZ) beauftragt, die Effizienz der Gesamtanlage im «Feld», also unter realen Bedingungen, zu ermitteln. Im Vergleich zur früheren Fawa-Studie wird heute auf die elektronische Erfassung vieler Signale mit einer Abtastzeit von wenigen Sekunden gesetzt. Alle Daten werden gespeichert und stehen für diverse Auswertungen zur Verfügung (Details zu Messungen, Auswahl und Vorgehensweise werden in einem der nächsten Artikel beschrieben).

Ein Punkt gleich vorneweg: In diesem Artikel wird aufgezeigt, dass neuinstallierte Wärmepumpen im Feld ein Verbesserungspotenzial aufzeigen, die erzielte Effizienz aber mehrheitlich auf hohem Niveau ist. Zudem wird hier betont, dass es bei der Diskussion um Wirkungsgrade wichtig ist, die Systemgrenzen genau zu kennen.

Systemgrenzen: JAZ, WNG und SNG

In den folgenden Auswertungen werden Kennzahlen für zahlreiche unterschiedliche Systemgrenzen ermittelt. Dies ermöglicht einen fairen Vergleich der Wärmepumpen untereinander, aber auch mit anderen Heizgeräten.

So wird z. B. die Jahresarbeitszahl (JAZ) berechnet, welche die gesamten elektrischen Aufwände für die Wärmepumpe und die Wärmequelle enthält, ohne Senkenpumpen und Elektroheizstäbe zu berücksichtigen. Auf diese Art und Weise kann die Effizienz der eigentlichen Wärmepumpe gut bewertet und mit anderen Heizungs-

systemen verglichen werden (bei fossilen Heizungen werden die Pumpen ja auch nicht in die Effizienz eingerechnet).

Im Wärmenutzungsgrad (WNG) sind zusätzlich auch Senkenpumpen und Elektroheizstäbe (z. B. für Legionellschaltungen), aber auch potenziell thermische Sonnenkollektoren erfasst. Der WNG eignet sich somit zur Bewertung des gesamten Wärmeerzeugungssystems, da alle elektrischen Aufwände zur Erzeugung und Bereitstellung der Wärme berücksichtigt und in Relation zur gesamten Wärmeerzeugung gestellt werden.

Eine noch umfassendere Grösse ist der Systemnutzungsgrad (SNG), der auch allfällige Speicher und deren Verluste miteinbezieht. Mit dem SNG können Gesamtsysteme im praktischen Einsatz oder in Simulationen mit definierten Randbedingungen bewertet und verglichen werden. Diese Kennzahl hängt aber stark vom Nutzerverhalten ab: Je weniger Nutzwärme benötigt wird, desto stärker wirken sich die anfallenden thermischen Verluste (die zum grössten Teil unabhängig vom Verbrauch sind) aus. Dies ist auch der Grund, weshalb man unterschiedliche Kennziffern benötigt, um ein umfassendes Bild eines Heizsystems zu erhalten (einzelnen Systemgrenzen in Abb. 1 grafisch dargestellt).

Jahresarbeitszahl bei unterschiedlichen Auslegetemperaturen

Abbildung 2 zeigt die gemessenen Jahresarbeitszahlen für Sole/Wasser-(SW)- und Luft/Wasser-(LW)-Wärmepumpen für die Heizperioden 2017/18 und 2018/19. Die Auswertungen sind jeweils für die Betriebsarten «Heizen» und «Heizen plus Trinkwarmwasseraufladung» dargestellt. Die Daten sind als Funktion der in der Wärmepumpe eingestellten Heizkurve ersichtlich.



Wie man sehen kann, erreichen Sole/Wasser-Wärmepumpen bei Neubauten (Vorlauftemperatur von ca. 30 °C im Auslegungspunkt) im reinen Heizbetrieb eine JAZ von über 6. Wird auch Trinkwarmwasser produziert, dann sinkt dieser Wert aufgrund der höheren TWW-Vorlauftemperaturen auf ca. 5,2 ab. Luft/Wasser-Wärmepumpen zeigen im Neubau eine Effizienz von 4,0 im Heizbetrieb respektive 3,7 für Heizung und Trinkwarmwasser. Mithilfe dieser JAZ-Werte ist ein Vergleich mit anderen (z. B. fossilen) Heizungssystemen möglich.

Eine detaillierte Aufstellung der Effizienzwerte nach Anwendungsbereich bei unterschiedlichen Vorlauftemperaturen ist in Tabelle 1 ersichtlich. Wie zu erwarten, nimmt die JAZ bei Anlagen mit hohen Vorlauftemperaturen ab. Mit einer JAZ von über 4,0 sind aber vor allem Sole/Wasser-Wärmepumpen auch im Sanierungsbereich sehr gut geeignet. Im Vergleich zu neuen, leistungsvariablen Luft/Wasser-Wärmepumpen zeigen Sole/Wasser-Wärmepumpen immer noch einen signifikanten Effizienzvorteil von gut 30%. Bei allen in diesem Artikel präsentierten Resultaten handelt es sich um Standardgeräte ohne durchgeführte Optimierungsmassnahmen basierend auf diesen Feldmessungen.

Vergleich der Systemgrenzen

Beim Vergleich der Systeme in der Praxis müssen unbedingt identische Systemgrenzen betrachtet werden. Zwischen der Effizienz der Wärmeerzeugung durch eine Wärmepumpe und der tatsächlich genutzten Wärme besteht insbesondere beim Trinkwarmwasser teilweise ein signifikanter Unterschied. Dieser ist einerseits auf den Einsatz der Elektroheizstäbe (z. B. für Legionellenschaltungen), aber vor allem auch auf Speicherverluste zurückzuführen.

Abbildung 3 zeigt einen Vergleich von Jahresarbeitszahl (JAZ), Wärmenutzungsgrad (WNG) und Systemnutzungsgrad (SNG) für Sole/Wasser- und Luft/Wasser-Wärmepumpen. Es handelt sich dabei um die gemittelten Werte der gemessenen Wärmepumpen. Wie zu erwarten, liegt die Effizienz der Trinkwarmwasserbereitung aufgrund der höheren Aufladetemperaturen tiefer als die Gesamteffizienz für Heizen und Trinkwarmwasser. Bei Sole/Wasser-Wärmepumpen fällt diese Differenz wesentlich grösser aus, da diese im Heizbetrieb einen deutlich kleineren Temperaturhub als für die Trinkwarmwasserbereitung aufweisen.

Beim Vergleich der unterschiedlichen Systemgrenzen fällt auf, dass der WNG um 0,2 bzw. 0,3 Punkte tiefer ist als die JAZ. Der Unterschied ist vor allem auf die Elekt-

..... kompakt

3,1

Mit einer JAZ von 3,1 für Heizen und Warmwasser schneiden Luft/Wasser-Wärmepumpen auch bei Sanierungen noch ausreichend gut ab.

.....

roheizstäbe zur Legionellenschaltung und die Umwälzpumpe im Heizsystem zurückzuführen. Besonders zu erwähnen ist, dass bei keiner Wärmepumpe im Betrachtungszeitraum der Elektroheizstab zur Heizungsunterstützung verwendet werden musste. Dies galt auch für die Kälteperioden Ende Februar, Anfang März 2018. Bei mittleren Tagestemperaturen von unter -7 °C (z. T. knapp unter dem Auslegepunkt) liefen einige Wärmepumpen 24 h am Tag. Durch die hochauflösende Datenbank ist eine detaillierte Auswertung auch solcher Ergebnisse möglich.

Der Systemnutzungsgrad kann aufgrund des Messkonzeptes nur für die Trinkwassererzeugung berechnet werden. Er liegt signifikant tiefer als der WNG. Dies ist vor allem durch die Speicherverluste

bedingt. Gerade in Gebäuden mit sehr geringem Trinkwarmwasserbezug sinkt die Systemeffizienz stark ab, da diese Verluste dann einen relativ hohen Anteil ausmachen. Bei Anlagen mit Trinkwarmwasserzirkulation wurde mehrfach sogar ein SNG <1 gemessen. Der SNG ist vor allem deshalb wichtig, da er z. B. bei Wärmepumpenboilern die einzige messbare Größe zur Effizienzbestimmung ist und wie hier dargestellt nicht einfach mit der Effizienz eines Wärmeerzeugers (COP) verglichen werden kann. Eine Trinkwarmwasserzirkulation ist somit im Einfamilienhaus aus energetischer Sicht absolut nicht empfehlenswert. Einer detaillierteren Analyse zum Thema Trinkwarmwasserbereitung widmet sich eine der nächsten Ausgaben dieser Serie.

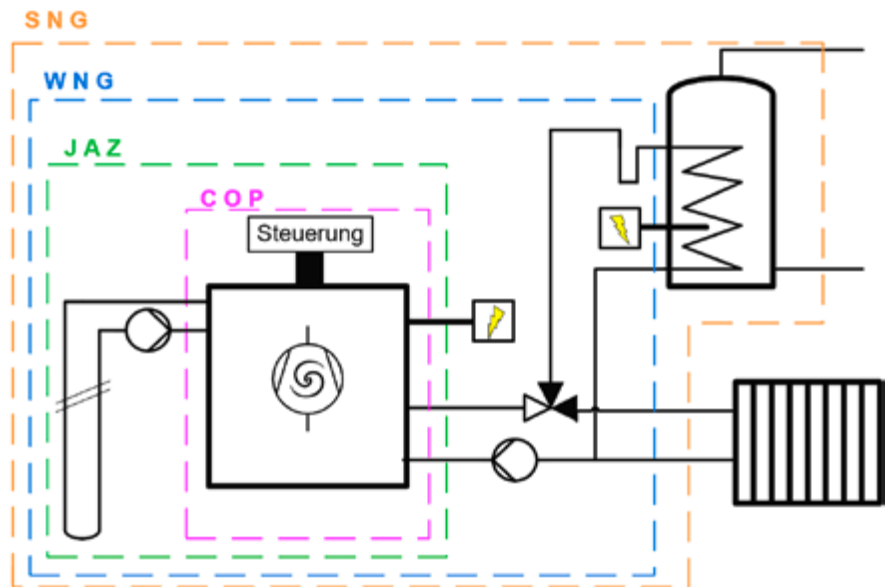


Abb. 1: Nutzungsgrade für Wärmepumpen [adaptiert von BFE].

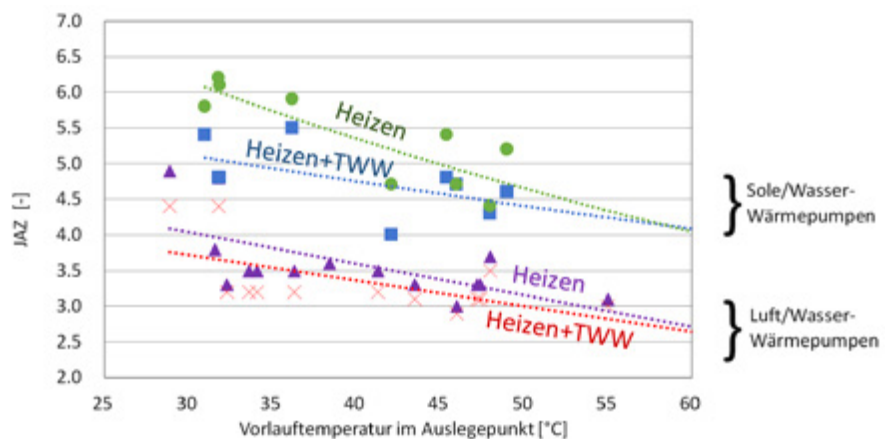


Abb. 2: Effizienz von Luft/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen in Abhängigkeit der eingestellten Heizkurve.

Administration? KEINE SACHE.



BRANCHENLÖSUNG FÜR SANITÄR / HEIZUNG / LÜFTUNG.

Unsere Software unterstützt Sie bei der Verwaltung und Steuerung Ihres Unternehmens.

Ob mit ALBAU-Flex, der flexiblen, kostengünstigen Branchensoftware oder mit ALBAU-Plus, der integrierten, flexiblen Lösung mit SIA-451 Schnittstelle. Mit ALBAU ist Administration keine Sache!

Mehr Infos auf www.alsoft.ch.
Testen Sie uns!

Herstellung und Vertrieb:



info@alsoft.ch | 081 650 10 10 | 7417 Paspels

Vertriebspartner:

ORBIT Informatik AG | 8832 Wollerau | 043 888 29 88
info@orbitag.ch | www.orbitag.ch

Fazit: noch Effizienzpotenzial bei TWW-Erwärmung

Die Feldmessungen zeigen, dass heute installierte Wärmepumpen bis 20 kW insgesamt gut funktionieren, aber gerade im Bereich der Trinkwarmwassererwärmung noch ein Effizienzpotenzial besteht.

Alle untersuchten Wärmepumpen konnten auch bei Temperaturen knapp unter dem Auslegepunkt die Wärme ohne Elektroinsatz sicherstellen. Mit einer Jahresarbeitszahl von 2,8 für Heizen und Warmwasser schneiden Luft/Wasser-Wärmepumpen auch bei Altbauten mit Radiatoren noch ausreichend gut ab. Erdwärmesonden-Wärmepumpen-Anlagen sind bei allen Gebäudetypen effizienter als Luft-Wärmepumpen. Je höher die Vorlauf-

temperatur im Heizsystem, desto grösser der Effizienzvorteil von Erdwärmesonden-Wärmepumpen.

Für den Vergleich von Heizsystemen untereinander ist es wichtig, die jeweils richtigen Systemgrenzen zu verwenden, um die korrekten Schlüsse zu ziehen. Vergleich zu Öl- und Gasheizungen sind kaum möglich, weil dort vergleichbaren Messungen nicht vorliegen. ■

www.wpz.ch

In einer Serie von mehreren Artikeln wird über die Ergebnisse dieser Studie informiert.

Vorlauftemperatur im Auslegepunkt	Neubau		Sanierung		Altbau	
	35-30 °C		45-40 °C		55-50 °C	
	Heizen	Heizen & TWW	Heizen	Heizen & TWW	Heizen	Heizen & TWW
LW-WP	3.7	3.5	3.3	3.1	2.9	2.8
SW-WP	5.7	4.9	5.0	4.6	4.4	4.3

Tabelle 1: Jahresarbeitszahl (JAZ) der gemessenen Wärmepumpen je nach Einsatzbereich.

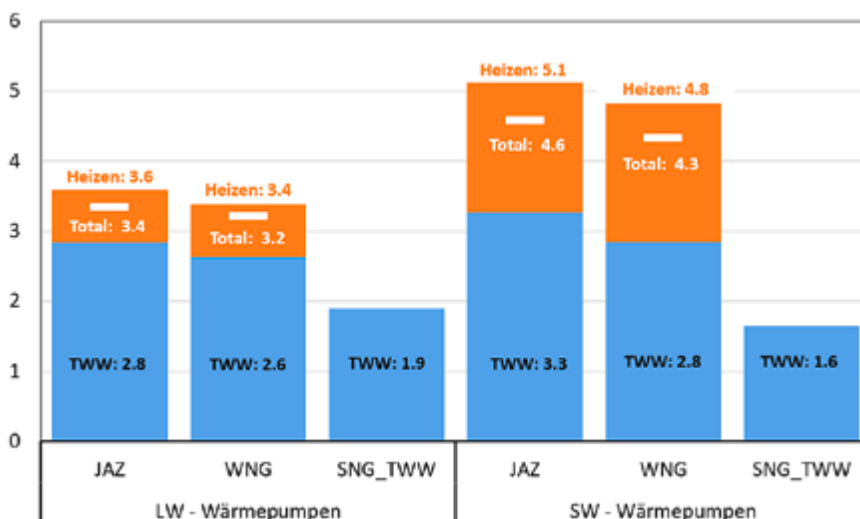


Abb. 3: Vergleich von JAZ, Wärmenutzungsgrad (WNG) und Systemnutzungsgrad (SNG) gemittelt über alle Anlagen. Unterschieden wird zwischen Heizbetrieb («Heizen»), Trinkwarmwasserbetrieb («TWW») und Gesamteffizienz «Total».