

Wärmepumpen als Ersatz fossiler Heizungen in Bestandsgebäuden

Seit 2015 führt das Wärmepumpen-Testzentrum Buchs (WPZ) im Auftrag von Energie-Schweiz Feldmessungen an Wärmepumpen durch. Im dritten Beitrag dieser Serie werden Wärmepumpen betrachtet, welche in Bestandsgebäuden alte fossile Heizungsanlagen ersetzen.

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

Während in Neubauobjekten die Wärmepumpentechnologie bereits viele Jahre erfolgreich eingesetzt wird und klarer Marktführer ist, bestehen im Gebäudebestand beim Ersatz bestehender fossiler Wärmeerzeugungsanlagen oft noch Unsicherheiten und Vorurteile. Bei den laufenden Feldmessungen hat sich jedoch gezeigt, dass insbesondere Sole/Wasser- aber auch Luft/Wasser-Wärmepumpen im Bestandsgebäude effizient betrieben werden können. Entscheidend für eine hohe Effizienz sind der Grad der Wärmedämmung sowie die Fläche des Wärmeabgabesystems. Bei guter Dämmung und grosser Wärmeabgabefläche benötigt man nur geringe Vorlauftemperaturen, womit sich die Effizienz sogar an jene der Neubauten annähert.

Gebäude mit Radiatoren benötigen meist eine höhere Vorlauftemperatur, weshalb die Effizienz etwas tiefer, jedoch noch immer ausreichend gut ist. Bei hohen Vorlauftemperaturen erhöht sich die Effizienzdifferenz zwischen Sole/Wasser-Wärmepumpen und Luft/Wasser-Wärmepumpen. Für eine hohe Effizienz empfehlen wir bei hohen Vorlauftemperaturen daher eine Erdwärmesondenanlage. Diese weisen aufgrund des höheren Temperaturniveaus der Quelle in der Heizperiode eine höhere Effizienz auf. Doch auch Luft/Wasser-Wärmepumpen erreichen akzeptable Werte und die Feldmessungen zeigen, dass ein Wechsel von Öl-/Gasheizungen auf Wärmepumpen in jedem Fall zu priorisieren ist.

Heizwärmebedarf nach Aussentemperatur

In Abbildung 1 ist die Verteilung der thermischen Jahresheizenergie einer Luft/Wasser-Wärmepumpe anhand der mittleren Tagesaussentemperatur des Jahres 2018 dargestellt. Das Kalenderjahr 2018 wurde herangezogen, da Ende Februar eine signifikante Kältewelle auftrat. Man erkennt, dass der grösste Anteil des Heiz-

energiebedarfs an den eher milden Wintertagen mit mittleren Aussentemperaturen im Bereich von 0°C bis 10°C auftreten. Beim betrachteten Gebäude beträgt der Anteil während dieses Temperaturbereichs 70% der gesamten Jahresheizenergie. Der Wärmeanteil für die Tage mit einem Tagesmittelwert unter 0°C beträgt 15%, der Anteil für die Tage in der Übergangszeit mit einem Tagesmittelwert der Umgebungstemperatur über 10°C beträgt ebenfalls 15%. Den überwiegenden Heizenergie-Anteil verursachen somit nicht die sehr (wenigen) kalten Tage (wie man intuitiv vermuten könnte), sondern die relativ häufig auftretenden milderen Wintertage im Bereich von 0 bis 10°C. An diesen laufen die gemessenen Luft/Wasser-Wärmepumpen auch in Verbindung mit Radiatoren bereits mit einer hohen Jahresarbeitszahl – da die benötigten Vorlauftemperaturen typischerweise nur noch bei rund 40°C liegen. Das hier dargestellte Objekt befindet sich im Schweizer Mittelland, die Auslegetemperatur beträgt –8°C. Die Anlage wurde übrigens noch nicht im Rahmen der Feldmessungen optimiert. Gut zu erkennen ist dies unter anderem auch daran, dass keine obere Heizgrenze festgelegt ist und die Anlage bei 20°C Tagesmitteltemperatur immer noch heizt. Dieser Effekt führt im vorliegenden Fall zu einem Einsparpotenzial von ca. 2 bis 3%.

Wichtig ist darauf zu achten, dass ein guter und effizienter Betrieb einer Wärmepumpenanlage vor allem in der Übergangszeit ermöglicht wird. Der Betrieb an den (wenigen) sehr kalten Wintertagen ist für die Jahreseffizienz meist nur von geringer Bedeutung (allenfalls jedoch für die Stromversorgung). Die hier abgebildeten respektive effektiv gemessenen, hohen Arbeitszahlen von über 5 in der Übergangszeit resultieren bei der ausgewählten Luft/Wasser-Wärmepumpenanlage auch durch den Einsatz einer leistungsregulierten



Umsetzung einer Sole/Wasser-Wärmepumpe im Sanierungsgebäude.

Wärmepumpe mit drehzahlvariablem Verdichter. Dieser zeigt vor allem im Teillastbetrieb ein sehr effizientes Verhalten.

Der konkrete Einfluss durch den Einsatz von drehzahlvariablen Verdichtern, insbesondere bei Luft/Wasser-Wärmepumpen, wird in einem späteren Artikel beschrieben.

Für eine Abschätzung der Effizienz ...

... einer Wärmepumpenanlage über die gesamte Heizperiode ist vor allem die Vorlauftemperatur im Auslegepunkt entscheidend (vgl. Artikel 1 dieser Serie in p+i 11-12/20). Ein weiterer Indikator zur groben Abschätzung der Anlageneffizienz ist der Heizwärmebedarf des Objekts. Die Daten der Feldmessung zeigen für Sole/Wasser-Wärmepumpen eine deutliche Abnahme

der Jahresarbeitszahl JAZ_Heizen mit steigendem spezifischem Heizwärmebedarf (HWB) in Abbildung 2. Dieser Zusammenhang kann häufig dadurch erklärt werden, dass der höhere jährliche spezifische Wärmebedarf durch höhere Vorlauftemperaturen übertragen wird. Anlagen mit Radiatoren als Wärmeabgabesystem und damit höheren Vorlauftemperaturen sind mit einer «Raute», Fussbodenheizungen mit einem «Rechteck», dargestellt. Weitere Effizienz-Einflussfaktoren sind aber auch die Qualität der Erdwärmesonde (und damit einhergehend die Quelltemperatur), unterschiedliche Raumtemperaturen und eine mögliche Teilbeheizung des Gebäudes. Die letzten zwei Grössen hängen vom Benutzerverhalten ab und werden im Rahmen der Feldmessungen nicht erfasst.)

..... kompakt

Dimensionierung

Die benötigte Leistung einer neuen WP sollte aus Kosten- und Effizienzgründen möglichst exakt ermittelt werden. Eine einfache Übernahme der gleichen Heizleistung einer bestehenden, fossilen Heizungsanlage ist nicht zielführend.



Jetzt Offerte
bestellen unter
0848 820 820

Weniger Sorgen für Selbstständige.

Die Unternehmensversicherung der Suva bietet Selbstständig-erwerbenden einzigartigen finanziellen Schutz bei Unfällen in Beruf und Freizeit sowie bei Berufskrankheiten. Übrigens: Auch mitarbeitende Familienmitglieder, die keinen AHV-pflichtigen Lohn beziehen, können sich versichern lassen. Weitere Informationen erhalten Sie unter www.suva.ch/unternehmensversicherung.

suva

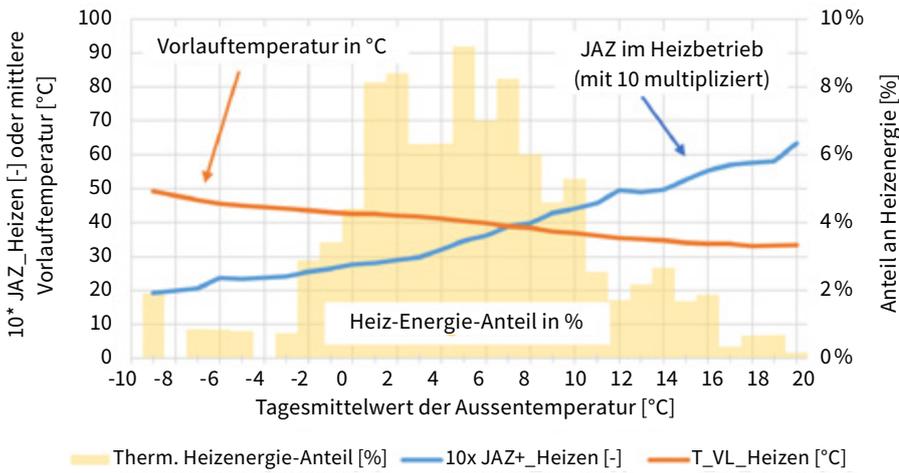


Abbildung 1: Verteilung des Heizenergieanteils einer Luft/Wasser-Wärmepumpenanlage mit Radiatoren im Mittelland für das Jahr 2018.

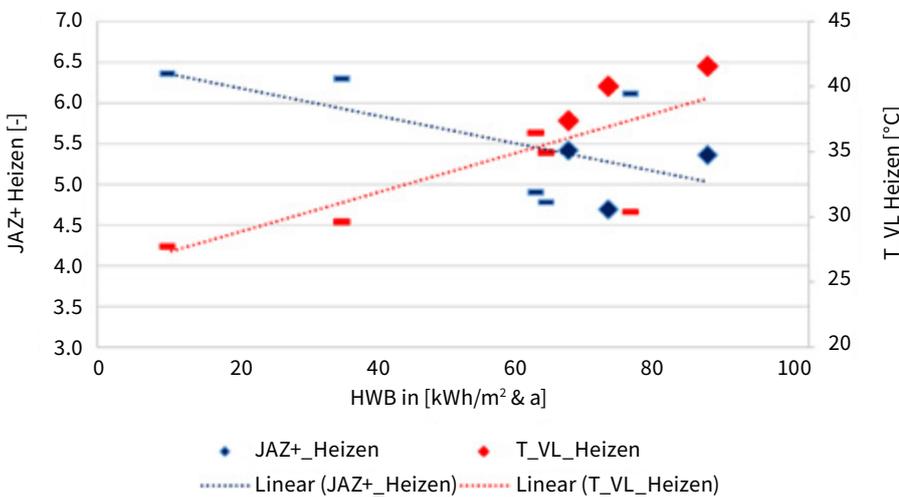


Abbildung 2: Effizienz von Sole/Wasser-Wärmepumpen in Abhängigkeit des spezifischen Heizwärmebedarfs der Heizsaison 2019/2020.

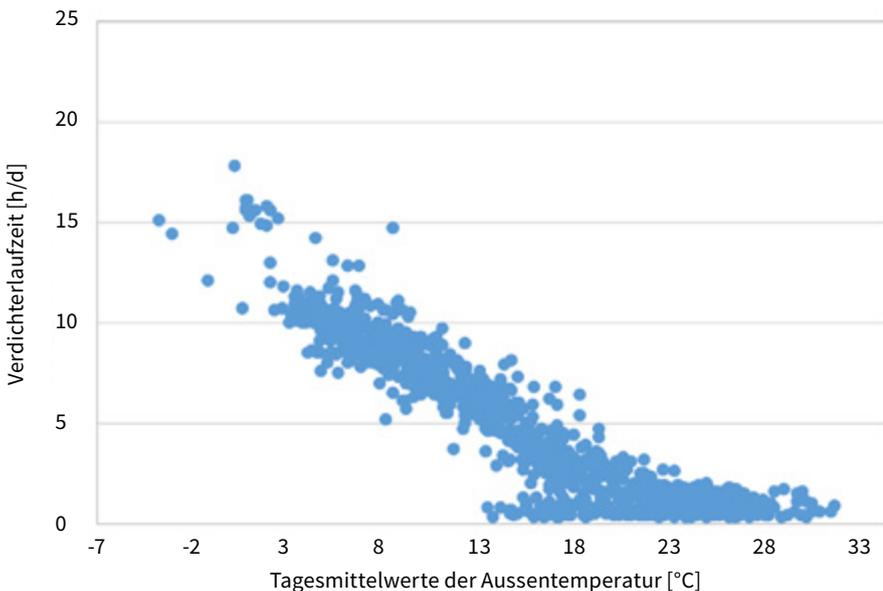


Abbildung 3: Tägliche Verdichterlaufzeit einer On/Off-Sole/Wasser-Wärmepumpe im Kanton Aargau, Auslegungstemperatur -7°C, seit Messbeginn (01.2017).

Dimensionierung Wärmepumpenheizleistung

Die benötigte Leistung einer neuen Wärmepumpe sollte aus Kosten- und Effizienzgründen möglichst exakt ermittelt werden. Eine einfache Übernahme der gleichen Heizleistung einer bestehenden fossilen Heizungsanlage ist nicht zielführend. Auch sogenannte «Angstzuschläge» für kalte Wintertage führen zu einem häufigeren Takten des Verdichters, was die Lebensdauer sowie Effizienz beeinträchtigt. Im Idealfall sollte eine Wärmepumpe im Auslegungspunkt den ganzen Tag (ausser den Sperrzeiten) durchlaufen. Bei den Feldmessungen konnte bis dato noch kein notwendiges Zuheizen mit einem elektrischen Heizstab festgestellt werden. Auch während der Kälteperiode Ende Februar 2018 mit Temperaturen unterhalb des Auslegungspunkts fand kein «Zuheizen» statt. Dies deutet im Umkehrschluss darauf hin, dass keine einzige Anlage unterdimensioniert ist. In Abbildung 3 sind die Verdichterlandlaufzeiten (Vollbetriebsstunden) einer On/Off-Sole/Wasser-Wärmepumpe über die mittlere Tagestemperatur seit Messbeginn dargestellt. Sie betragen pro Jahr ca. 1700 h. Es ist zu erkennen, dass der Verdichter auch im Auslegungspunkt des Objekts von -7°C unter 20 Stunden Laufzeit besitzt. Die Laufzeiten für die Warmwasserbereitung sind dabei inkludiert. Bei leistungsregulierten Wärmepumpen ist die Auslegekennziffer der Vollbetriebsstunden nicht mehr zielführend, hier betragen die Betriebsstunden über 4000 h und der Verdichter läuft in der Regel im Winter bis auf die Sperren des Elektrizitätswerks durch.

Um ein eventuelles Überdimensionieren von Anlagen möglichst zu verhindern, wäre es sinnvoll, zukünftige Erkenntnisse aus den Feldmessungen in die bisherigen Auslegungsmethoden einfließen zu lassen. Insbesondere beim Einsatz leistungsgeregelter Wärmepumpen scheint basierend auf den Messresultaten die bedarfsgerechte Auslegung der Heizleistung stärker vernachlässigt zu werden.

Sole/Wasser-Wärmepumpen im Vergleich zu Luft/Wasser-Wärmepumpen

Mittlerweile verwenden ca. 3/4 der jährlich verkauften und installierten Wärmepumpen die Umgebungsluft als Wärmequelle (Quelle: Statistik FWS). Bei bereits bestehenden Wärmeabgabesystemen (Radiatoren, ältere Fussbodenheizungen, Mischsystemen etc.) werden häufig höhere Vorlauftemperaturen benötigt als im Neubaubereich. Für die Effizienz der Anlage ist dann vor allem die Quellentemperatur mitentscheidend. Hier haben Sole/Wasser-Wärmepumpen im Heizbetrieb durch-

schnittlich 7 °C. Bei Luft/Wasser-Wärmepumpen ist die Aussentemperatur im Heizbetrieb kälter mit 4 °C. Zudem wird für die Abtauung zusätzliche Energie benötigt. Somit sind vor allem Sole/Wasser-Wärmepumpen bei Sanierungsobjekten und Altbauten im Vorteil. Allgemein gilt, im Vergleich zu fossilen Heizungen schneiden Wärmepumpen auch bei Objekten mit höheren Vorlauftemperaturen sehr gut ab.

Beispielanlage

Das Einstiegsbild im Beitrag zeigt eine umgesetzte Heizungssanierung. Als Ersatz für den bestehenden Ölkessel ist eine leistungsgeregelte Sole/Wasser-Wärmepumpe im Direktheizkreis ohne Speicher mit einem Wassererwärmer installiert worden. Die Trinkwarmwasserversorgung verfügt aus der Bestandsinstallation über eine Schwerkraftzirkulationsleitung, daher ist hier kein Wärmesiphon verbaut. Für Neubauten ist in einem Einfamilienhaus aus energetischen und hygienischen Gründen von einer Zirkulation abzuraten. Die ergiebige Erdwärmesonde liefert im Mittel eine Quelltemperatur von 10 °C während des Heizbetriebs, die Vorlauftemperatur im Auslegepunkt von -8 °C beträgt 46 °C. Für die Heizperiode 2018/19 ist eine JAZ im Heizbetrieb von sehr vorbildlichen 4,7 gemessen worden. Vor allem der Wegfall eines technischen Speichers führt dazu, dass die Vorlauftemperatur ab Wärmepumpe keine unnötige Überhöhung besitzt.

Fazit: Wärmepumpen ungeeignet im Bestand widerlegt

Die noch häufigen Bedenken, eine Wärmepumpe eigne sich nicht als Ersatz für eine bestehende fossile Heizungsanlage mit Radiatoren, können mit den umfangreichen Erkenntnissen aus der Feldmessung klar widerlegt werden.

Wichtig für eine gute Effizienz ist jedoch eine detaillierte Planung der neuen Wärmepumpenheizung. Falls die Gebäude über keine Fussbodenheizung verfügen, liefern Sole/Wasser-Wärmepumpen eine deutlich höhere Effizienz als Luft/Wasser-Anlagen. Dies wirkt sich positiv auf die Betriebskosten aus. Jedoch auch Luft/Wasser-Anlagen sind gegenüber fossilen Heizungen klar im Vorteil. Daher sollten vor allem bei Sanierungen für eine korrekte Einschätzung neben den Investitionskosten auch die Betriebskosten berücksichtigt werden. ■

ost.ch/ies

wpz.ch

erneuerbarheizen.ch/heizkostenrechner

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



Bild: WEAD/Shutterstock.com



Vermietung und Verkauf mobiler Heiz-, Kälte- und Dampfzentralen

- Mobile Energie in allen Leistungsklassen
- Rund-um-Service: Beratung, Planung, Inbetriebnahme
- Eigenes Servicepersonal



► NEUER STANDORT

Hotmobil Deutschland GmbH
Zweigniederlassung Thayngen
Bohlstrasse 16
CH-8240 Thayngen
Tel.: +41 79 798 00 02
anfrage@hotmobil-schweiz.ch