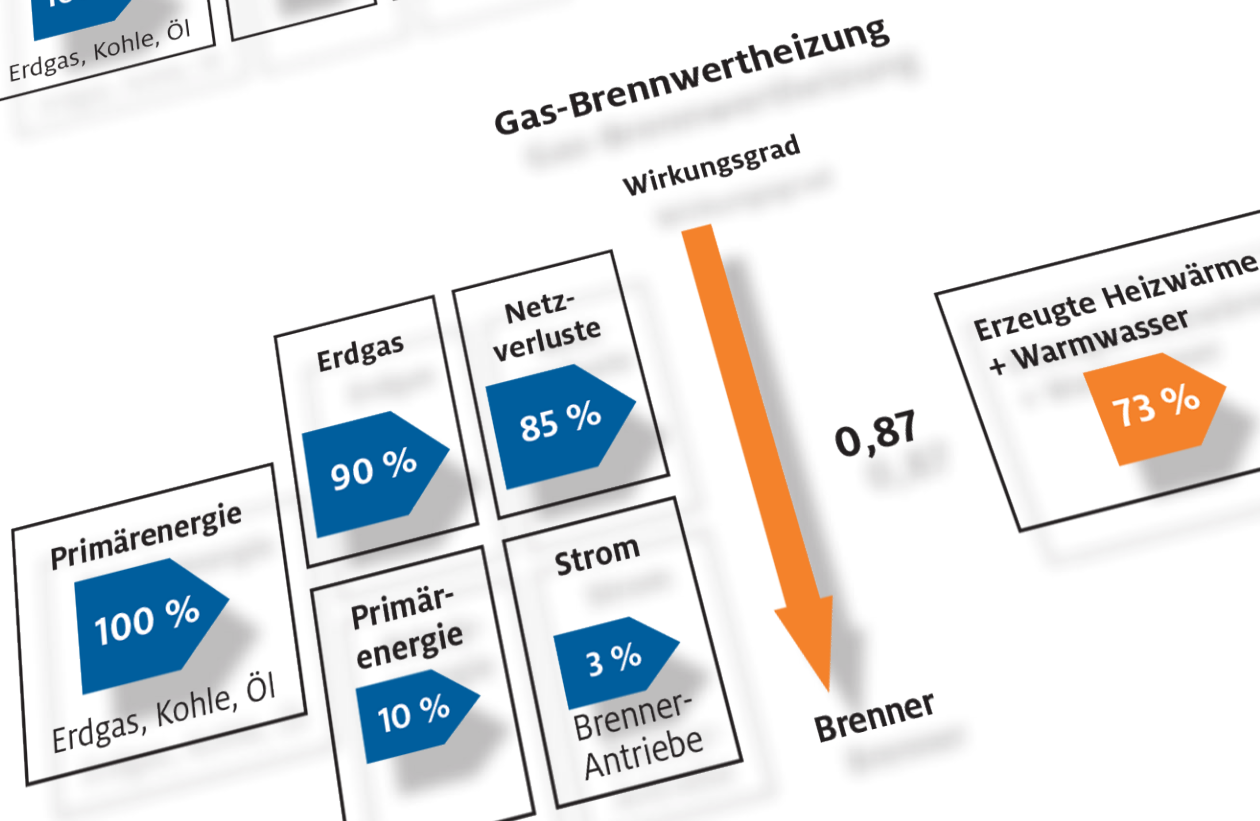
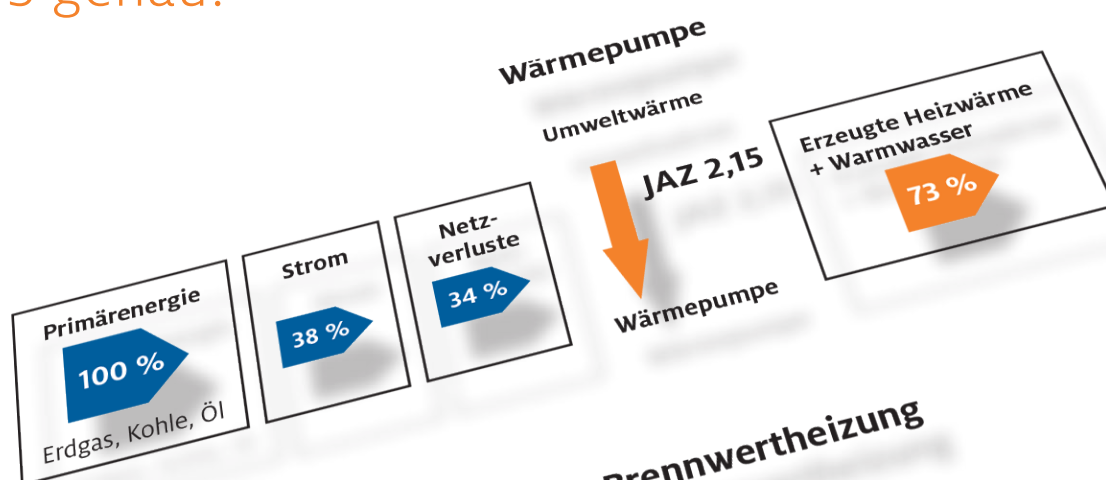


Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen

Definition / Berechnung

A+S genau!



Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen

Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen

Laut Heizkostenverordnung (§ 11) müssen Gebäude, die „überwiegend“ von Wärmepumpen beheizt werden, nicht zwingend nach der Heizkostenverordnung und somit nicht verbrauchsabhängig abgerechnet werden. In Mehrfamilienhäusern kommen oft bivalente Systeme zum Einsatz, das heißt bei Spitzenlast unterstützt ein zusätzlicher Heizkessel die Wärmepumpe – ob in solchen Fällen das Gebäude „überwiegend“, also zu mehr als 50 % durch die Wärmepumpe versorgt wird, hängt vom Anlagenkonzept ab. Doch ob mono- oder bivalent, eine verbrauchsabhängige Abrechnung der Betriebskosten von Wärmepumpen ist in jedem Fall zu empfehlen. Selbst besonders effiziente Geräte benötigen rund 25 % Antriebsenergie (in der Regel Strom oder Gas), um 100 % Heizwärme zu erzeugen. Dazu kommen die Kosten der Überwachung und Pflege der Anlage. Werden diese Kosten nach individuellem Verbrauch abgerechnet, motiviert das die Nutzer zum sparsamen Umgang mit Energie.

Die Jahresarbeitszahl ist der Maßstab für die Effizienz einer Wärmepumpenanlage. Sagt sie doch aus, wieviel Heizwärme im Verhältnis zum eingesetzten Strom von der Wärmepumpe im Laufe eines ganzen Jahres im betreffenden Haus erzeugt wurde. Mit den verbrauchten Kilowattstunden stehen damit auch die Betriebskosten fest. Und es lassen sich Rückschlüsse auf die durch die Stromerzeugung entstehenden

Emissionen ziehen. Deshalb dient die Jahresarbeitszahl auch als Messlatte für Förderungen bei Wärmepumpen.

Mit einem Strom- und einem Wärmemengenzähler lässt sich die Jahresarbeitszahl errechnen. Doch nicht immer werden die Erwartungen des Wärmepumpen-Betreibers erfüllt:

Hilferufe wie **„Horrorverbrauch einer Wärmepumpe“**, **„Hilfe, ich bekomme mein Haus nicht warm“**, **„Hoher Stromverbrauch“**, **„Hilfe, meine Luftwasserwärmepumpe wächst mit Eis zu“** oder noch besser **„Jetzt darf es nicht mehr so kalt werden! Heizstab springt nicht mehr an.“** sind nur ein Indiz für Potenzial nach oben und resultieren leider sehr schnell in **pauschalen Verurteilungen** wie etwa „Luftwärmepumpen nicht empfehlenswert.“ oder „Jahresarbeitszahlen garantieren lassen.“

Definition der Jahresarbeitszahl

Erzeugte Heizwärme geteilt durch den dafür benötigten Strom für den Zeitraum eines ganzen Jahres ergibt nur scheinbar eine Jahresarbeitszahl.

Das oft genannte Verhältnis 75 % Umweltenergie und 25 % Strom ergibt eine JAZ (= Jahresarbeitszahl) von 4.

JAZ = kWh/a Wärme : kWh/a Strom (a steht für anno = Jahr)

Für das obige Beispiel bedeutet dies: 3 Teile Umweltenergie

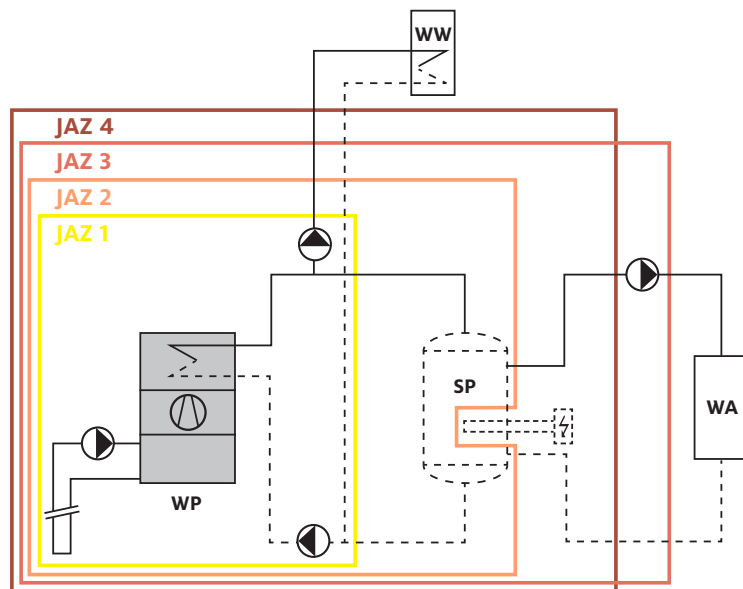
plus 1 Teil Strom ergeben 4 Teile Wärme, die das Haus erhalten hat. Diese 4 Teile dividiert durch 1 Teil Strom ergibt die JAZ 4. Zur Ermittlung werden ein Stromzähler und Wärmemengenzähler benötigt. Wärmemengenzähler erfassen die an die Heizungs- und Brauchwasser abgegebene Wärmemenge. Der Stromzähler erfasst den von der Wärmepumpe verbrauchten Strom.

Das BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie BMWI angehörig) definiert die Jahresarbeitszahl wie folgt: *„Danach ist die Jahresarbeitszahl bei elektrisch angetriebenen Wärmepumpen das Verhältnis aller abgegebenen Wärmemengen zu der eingesetzten Strommenge einschließlich der Strommenge für den Betrieb der peripheren Verbraucher, insbesondere der Grundwasserpumpe, der Sole-Umwälzpumpe, des Notheizstabes und der Regelung (aber nicht der Heizungsumwälzpumpe). Es wird jedoch auch akzeptiert, wenn der Stromverbrauch für die Regelung nicht von dem Stromzähler der Wärmepumpe erfasst wird. Dies gilt ebenso für Gaswärmepumpen, bei denen die Ermittlung der Jahresarbeitszahl eigentlich auch unter Berücksichtigung des Stromverbrauchs für die Regelung erfolgen soll.“*

Demnach ist es zur Einhaltung der Förderrichtlinie zulässig, die Verdichterheizung (Ölsumpfheizung des Verdichters) sowie die Steuerung nicht zu berücksichtigen. Auch wenn dies nicht den Anforderungen an eine Jahresarbeitszahl entspricht.

Denn welche Verbraucher wie berücksichtigt werden, bestimmen die **Systemgrenzen**.

Wie ist die Jahresarbeitszahl zu bewerten? Sie ist ein individueller Wert, kann nur als **Richtwert** gelten und ist nicht reproduzierbar. Sie ist abhängig vom Gebäude, der klimatischen Lage, der Bauweise und der Dämmung des Hauses, der Wärmequelle, der Raumheizung mit Warmwasser, dem Nutzerverhalten und dem Wetter. **Deshalb kann das Erreichen einer bestimmten Jahresarbeitszahl auch nicht garantiert werden!**



Auch kann sie nicht zum Vergleich verwendet werden, sondern liefert nur einen relativen Wert, der zur Einschätzung des Heizsystems in einem bestimmten Haus unter Berücksichtigung der Heizgewohnheiten seiner Bewohner dient.

Als direkter Vergleich kann der Kraftstoffverbrauchs eines Autos gesehen werden. Dieser Wert ist für jeden Fahrer unterschiedlich und von vielen Faktoren abhängig, der Fahrweise, der Beladung, den Reifen samt Luftdruck bis hin zur Strecke z. B. Autobahn, Landstraße oder innerorts.

Systemgrenzen

Jahresarbeitszahl ist nicht gleich Jahresarbeitszahl!

Es werden unterschiedliche Systemgrenzen bei der Betrachtung der Jahresarbeitszahl verwendet, so auch bei der FAWA-Studie. Dort gelten folgende Einteilungen:

- JAZ 1: Wärmepumpe mit Steuerung, Verdichterheizung, Wärmequellenerschließung mit Förder- und Zirkulations- und Entladepumpen

- JAZ 2: Wie JAZ 1, zusätzlich Speicherverluste der Heizung
- JAZ 3: Wie JAZ 2, zusätzlich E-Heizstab und Umwälzpumpen der Heizungsanlage

Die in der FAWA-Studie verwendete Systemgrenze ist die JAZ 2, bei der E-Heizstab nicht in die Bilanz eingeht. Wird die von ihm abgegebene Wärme mit eingerechnet, sein Stromverbrauch (nahezu gleich) aber nicht abgezogen, wird das Ergebnis kurios: Je mehr der E-Heizstab im Betrieb ist, desto besser wird dabei die Arbeitszahl der Wärmepumpe! Deshalb muss der Verbrauch des E-Heizstabes unbedingt berücksichtigt werden, schon alleine weil er Bestandteil der Anlage ist!

Die JAZ 3 wäre eigentlich die richtige Betrachtungsweise. Der Vergleichbarkeit halber nicht gerechnet werden nach der DIN V 4701-10 – Jahresarbeitszahl für Heizungswärmepumpen, die Heizungsumwälzpumpen, diese werden auch bei fossilen Heizungen nicht berücksichtigt. Im eigentlichen Sinne gehören die Umwälzpumpen zum Heizsystem, da ohne sie ja die Wärme eines zentralen Erzeugers nicht verteilt werden kann.

Deshalb ist die zwar nicht dem tatsächlichen Verbrauch, aber der Vergleichbarkeit dienliche Lösung:

- JAZ 4: Wie JAZ 2, zusätzlich E-Heizstab aber **ohne** Umwälzpumpen der Heizungsanlage.

Förderungen

Für die staatliche Förderung von Wärmepumpeninstallationen durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ist die Jahresarbeitszahl (β) der Wärmepumpe entscheidend (Richtlinien zur Förderung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt vom 11. März 2011). Seit dem 1. Januar 2012 ist die Vorlage eines Zertifikates mit Angaben zum COP-Wert („Coefficient of Performance“) ein weiteres Förderkriterium. Die Jahresarbeitszahl (β) bezeichnet das Verhältnis von zugeführter Energie zur gewonnenen Nutzwärme.

Der COP-Wert ist eine Angabe des Herstellers zum Wirkungsgrad der Wärmepumpe. Er wird unter standardisierten Laborbedingungen gemessen und drückt das Verhältnis der abgegebenen

Wärmeleistung zur elektrisch aufgenommenen Leistung aus. Leistungs- sowie Jahresarbeitszahl und weitere Angaben muss das Fachunternehmen, das mit dem Einbau der Wärmepumpe beauftragt ist, nach VDI 4650 über eine Fachunternehmerklärung beim BAFA einreichen. Aktuelle Informationen zur Förderung von Wärmepumpen sowie eine gültige Übersicht über förderfähige Wärmepumpen bietet eine spezielle Website.

Messtechnik für Verbrauchserfassung und Verteilung der Kosten

Laut Heizkostenverordnung dürfen nur tatsächlich entstandene Kosten auf die Verbraucher umgelegt werden. In einem ersten Schritt gilt es also, den Energieverbrauch der Wärmepumpenanlage separat und nachweisbar zu messen. Nicht zu vergessen sind dabei zusätzliche Heizstäbe, z. B. in einem Pufferspeicher oder im Warmwasserspeicher. Für eine gezielte Kostenzuweisung ist eine separate Messung zu empfehlen.

Bei bivalenter Betriebsweise ist der Brennstoffverbrauch für das Zusatzheizsystem zu erfassen. Stehen die Gesamtkosten für das Heizsystem fest, müssen sie in einem zweiten Schritt den Bereichen Heizung und Warmwasser zugeordnet werden. Die Anforderungen an die Messausstattung im Gebäude unterscheiden sich dann nicht von einem Heizungssystem ohne Wärmepumpe.

Seit 31. Dezember 2013 ist bei allen verbrauchsabhängig abgerechneten Zentralheizungen gemäß Heizkostenverordnung § 9 (2) ein Wärmehähler Pflicht – er misst den Energieanteil für die Warmwasserbereitung.

Aus fachlicher Sicht empfiehlt A+S einen zusätzlichen Wärmehähler für den Heizkreis der Raumheizung. So wird auch dieser Kostenanteil exakt ermittelt und die Gesamtsystemverluste auf beide Anlagengruppen verteilt.

Thermischen Energieeintrag nachweisen

Allgemein sollte bei der Erstellung einer Heizkostenabrechnung immer der thermische Energieeintrag [kWh] der Wärmepumpe in das Heizsystem bekannt sein. Fehlt die dargestellte vollständige Ausstattung mit Wärmehältern an den Verbraucherheizkreisen, ist diese Angabe sogar zwingend erforderlich. Je nach Wärmepumpenart wandelt die Anlage eine Kilowattstunde Antriebsenergie unter Nutzung von Umweltenergie in ein Vielfaches (1,2- bis mehr als 4-faches) an Kilowattstunden thermische Energie um.

Wird nur die eingesetzte Antriebsenergiemenge vor der Wärmepumpe betrachtet, ergeben sich nicht plausible Ergebnisse in der Auswertung zur Summe der im Gebäude über geeichte Wärmehähler gemessenen Energiemenge. Das kann zu einem erhöhten Klärungsaufwand aller Beteiligten bei der Übergabe einer Heizkostenabrechnung führen.

Der Nachweis dieses thermischen Energieeintrages ist in der Regel unproblematisch, da die Förderkriterien des BAFA sowie das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) für Wärmepumpen – bis auf wenige Ausnahmen – folgende Zähler vorschreiben:

- Ein Strom- oder Brennstoffzähler direkt vor der Wärme-

pumpe, der den Energieverbrauch der Anlage erfasst,

- ein Wärmehähler direkt nach der Wärmepumpe, der den thermischen Energieeintrag in das Heizsystem misst.

Viele Hersteller von Wärmepumpen haben anstelle geeichter Wärmehähler entsprechende Anzeigen zur Energiebilanz in ihre Anlagen integriert. Diese sind in der Regel nicht geeicht, werden aber erfahrungsgemäß vom Bundesamt für Ausführungskontrolle (BAFA) bei einem Förderantrag anerkannt.

Diese Anzeigen bieten weniger Kontrollmöglichkeiten und das System kann bei Bedarf nicht einfach ausgetauscht werden. Fehlen Messergebnisse aus dem tatsächlichen Anlagenbetrieb, kann die Berechnung des Energieeintrages nur noch mittels der Gesamtjahresarbeitszahl der Wärmepumpe erfolgen. Diese ist aus den Planungsunterlagen oder der Fachunternehmerklärung zum BAFA-Förderantrag zu entnehmen. A+S empfiehlt allgemein die Verwendung von geeichten externen Wärmehältern nach der Wärmepumpe.

Das Mess- und Abrechnungskonzept lässt sich nur begrenzt verallgemeinern und muss für das jeweilige Gebäude und zugehörige Heizsystem individuell erstellt werden. Dies gilt insbesondere für Wärmepumpen im kombinierten Heiz- und Kühlbetrieb. A+S unterstützt seine Kunden mit fachlichem Rat und Produkten rund um die Abrechnung von Wärmepumpen.

COP und JAZ

COP engl. Coefficient of performance = Leistungszahl ϵ_{WP} (gesprochen: Epsilon)

Die Leistungszahl (der COP) von Elektrowärmepumpen ist das Verhältnis des bei bestimmten Betriebsbedingungen abgegebenen Nutzwärmestroms bezogen auf die eingesetzte elektrische Leistung für den Antrieb des Verdichters und der Hilfsantriebe (nach DIN EN 14511 / DIN EN 255-3). Die Leistungszahl kann nur bei konstanten Betriebsbedingungen – im sogenannten „Beharrungszustand“ – gemessen werden, was nur im Labor möglich ist, aber niemals in der Heizungsanlage im Haus, wo ständig wechselnde Betriebsbedingungen herrschen.

Typische Werte sind:

B0 / W35: B = Brine (engl. für Sole) mit 0 °C bei einer Temperatur von 35 °C des Heizwassers (W = engl. Water) am Austritt aus der Wärmepumpe (auch als Heizwasser-Vorlauftemperatur bezeichnet)

W10 / W35: Temperatur des Grundwassers von 10 °C bei einer Temperatur des Heizwassers am Austritt aus der Wärmepumpe von 35 °C

E4 / W35: E = Erdreich 4 °C für direktverdampfendes Kältemittel bei einer Heizungswasservorlauftemperatur von 35 °C

A2 / W35: Air, Lufttemperatur von 2 °C bei einer Heizungswasservorlauftemperatur von 35 °C

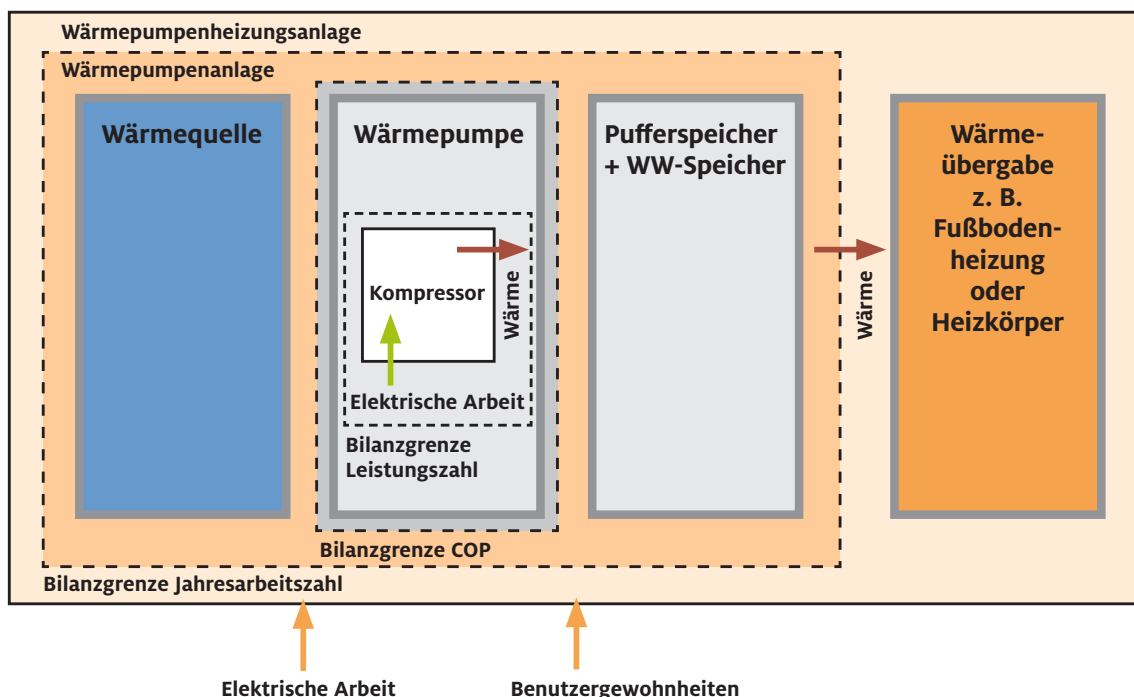
Gerne werden gerade bei Luft / Wasser-Wärmepumpen Angaben zu A7 / W35 gemacht, sehen die Werte dadurch deutlich besser aus, entsprechen aber nicht dem gebräuchlichem Standard. Die Leistungszahl wird nach 2 Normen definiert: Der DIN EN 255 und der DIN EN 14511. Die DIN EN 255, eigentlich für die Warmwasserbereitung konzipiert, wird bei einer Spreizung auf der Verflüssigungsseite von 10 K gemessen und stimmt mit den tatsächlichen Bedingungen bei einer Flächenheizung nicht unbedingt überein. Bei nur 25 °C Rücklauftemperatur ist eine Heizsituation kaum mehr

gegeben, aber die gemessenen Werte sind besser als bei der DIN EN 14511, hier wird mit einer Spreizung von 5 °K gemessen. Die Leistungszahl wird dadurch etwa 8 % schlechter.

Grundsätzlich gilt: Angaben zur Leistungszahl bzw. zum COP ohne Betriebspunkte und Norm sind nicht brauchbar!

Angaben von Herstellern alleine bergen ein Manko: Nur ein kalibrierter Prüfstand mit konditionierten Betriebsbedingungen führt zu vergleichbaren Ergebnissen. Darüber verfügen aber nur die wenigsten Hersteller. Angaben zum COP beruhen daher oft auf Simulationsprogrammen mit frei interpretierbaren Werten, Lob gebührt denjenigen, die sich freiwillig einem neutralen Test wie etwa dem EHPA-Gütesiegel stellen. Zur Verifizierung müsste anderenfalls letztlich der Nutzer selbst sein Gerät auf eigene Kosten von einem Prüfinstitut überprüfen lassen.

Eine hohe Leistungszahl bzw. COP führt auch zu einer hohen Jahresarbeitszahl. Vom



COP kann nicht auf die JAZ geschlossen werden, da der COP nur für die Wärmepumpe allein gilt und die JAZ aber auf die gesamte Hausheizanlage, bei der die Heizflächen samt benötigten Temperaturen, das Warmwasser (falls dies von der Heizungs-Wärmepumpe übernommen wird), das Nutzerverhalten und letztlich das Wetter mit einfließen.

Anwendbarkeit der Jahresarbeitszahl

Die Jahresarbeitszahl beschreibt nicht die Güte einer Wärmepumpe, sondern geht weit darüber hinaus.

Eine Wärmepumpenheizung ist ein Zusammenspiel vieler Komponenten, ähnlich einem Orchester. Die richtige Auslegung der Wärmequelle, die Wärmepumpe selbst, die Wärmenutzungsseite, also Heizflächen und Warmwasser, die richtige Hydraulik sind nur ein Teil. Weitere Randbedingungen liegen außerhalb des Systems „Wärmepumpe“: das Nutzerverhalten und der Gebäudestandard, der zwar nach EnEV berechnet wird, aber selten der Bauausführung und der Realität entspricht. Und dazu noch das jeweilige Wetter, welches in die Jahresarbeitszahl einfließt, dies alles kann nicht übertragen oder reproduziert werden. Betrachtet man die JAZ aber als Maßstab für die reine Effizienz eines Hauses mit seinen Nutzern, so macht sie durchaus Sinn.

Eine Vergleichbarkeit von Jahresarbeitszahlen ist nicht möglich. Selbst wenn man zwei identische, nebeneinander stehende Häuser mit identischer Anlagentechnik hätte, so müssten auch Bewohner mit dem gleichen Nutzerverhalten darin wohnen. Toleranzen bei der Anlagentechnik

müssten dabei sowieso unberücksichtigt bleiben.

Ein interessanter Aspekt, der die eingeschränkte Verwendbarkeit der Jahresarbeitszahl zeigt, ist die Bauweise eines Hauses: Ein Gebäude in schwerer Bauweise, also in massivem Mauerwerk, hat eine schlechtere Jahresarbeitszahl als ein leichtes Gebäude, z. B. in Holzständerbauweise. Allerdings ist der Stromverbrauch beim Massivhaus geringer.

Ein Widerspruch? Nein, denn die Speichermasse des massiven Hauses ist größer, deshalb hat es eine niedrigere Heizgrenztemperatur. Dadurch läuft die Wärmepumpe auch an Tagen mit Außentemperaturen knapp unterhalb der Heizgrenze seltener. Diese Tage bringen aber eine bessere Arbeitszahl, da der Temperaturhub geringer ausfällt, was die bessere Jahresarbeitszahl des leichten Gebäudes erklärt. Dafür sind die Betriebsstunden des Massivhauses weniger, was sich im niedrigeren Verbrauch ausdrückt. Ein geringerer Stromverbrauch hat aber weniger Emissionen bei der Stromerzeugung zur Folge und ist damit wichtiger als eine höhere Jahresarbeitszahl.

Die Jahresarbeitszahl lässt auch keine Vergleiche mit anderen Heizsystemen zu. Bei fossilen Heizungen wird nur die Anlagentechnik betrachtet. Wegen des sehr geringen Einflusses des Temperaturniveaus der Heizung auf den Verbrauch können Gebäude und Nutzerverhalten vernachlässigt werden. Ob z. B. der Brennwert-Effekt in der Praxis tatsächlich erreicht wird oder wie hoch die Effizienz einer thermischen Solaranlage (die auch Strom zur Lieferung von Wärme benötigt) ist, wird überhaupt nicht hinterfragt.

Obwohl die Jahresarbeitszahl als Maßstab für Wärmepumpenheizungen in der Praxis gedacht ist, taugt sie zur Beurteilung des Wärmepumpensystems nur bedingt. Die Jahresarbeitszahl alleine gestattet noch keine Aussage über die Betriebskosten. Beispielsweise verschlechtert sich die Jahresarbeitszahl während einer Austrocknungsphase nur minimal, weil die Reduzierung der JAZ durch die Trinkwassererwärmung infolge der höheren Heizlast geringer eingeht; aber die Betriebskosten steigen in diesem Fall sehr deutlich. Deshalb muss zusätzlich auch der Stromverbrauch betrachtet werden.

Zu beachten ist auch, ob die Jahresarbeitszahl nur für die Heizung ermittelt wurde oder ob auch das Warmwasser mit erfasst wurde. Gerade bei Gebäuden mit hoher Dämmung und Flächenheizungen, die ja mit einem niedrigen Temperaturniveau auskommen, kann der Anteil der Warmwasserbereitung leicht ein Drittel des Gesamtenergiebedarfs ausmachen.

Ein weiterer Punkt bei der Bewertung der Jahresarbeitszahl muss besonders hervorgehoben werden:

Hohe Jahresarbeitszahlen gibt es nicht für Umsonst! Denn dafür ist ein höherer Aufwand als üblich notwendig, welcher sich in großzügig dimensionierten Wärmequellen und Wärmenutzungen sowie einer effizienten Wärmepumpe niederschlägt und natürlich entsprechende Kosten nach sich zieht.

Feldstudien & Ergebnisse

In mehreren Feldstudien wurden Jahresarbeitszahlen für die verschiedenen Wärmepumpen ermittelt.

Eine Übersicht der Untersuchungen:					
Wärmepumpe / Literatur	Wasser / Wasser	Erdreich (Sole) / Wasser	Erdreich (Direktverdampfer) / Wasser	Außenluft / Wasser	Außenluft / Luft**
FAWA, 2004	3,4	3,4	3,7	2,6	-
Faninger, 2006*	3,8 - 4,5	2,8 - 3,2	3,0 - 4,2	2,6 - 3,5	2,5 - 2,9
European Heat Pump Association, 2006	4,0 - 4,5	3,5 ($\leq 55^\circ\text{C}$) - 4,0 ($\leq 40^\circ\text{C}$)	3,7 ($\leq 55^\circ\text{C}$) - 4,2 ($\leq 40^\circ\text{C}$)	3,0 - 3,5 (klimatisch abhängig)	-
Arsenal Research / VEO	-	-	4 - 5,5 Mittelwert: 4,7	-	-
Mindeststandards klima:aktiv Wärmepumpe***	4,2 (3,7)	4,0 (keine Differenzierung) (3,5)		3,5 (keine Differenzierung) (3,0)	
GEMIS (Version 4.3)	3,3 - 4,2	2,7 - 3,9 (keine Differenzierung)		2,35 - 3,70	-

* Mittelwert aller Ende 2005 in Österreich betriebenen Wärmepumpen. Die höheren JAZ-Werte gelten für günstige Einsatzbedingungen; dies sind Niedrigenergiegebäude mit Niedertemperatur-Heizungsauslegung (unter $40 / 30^\circ\text{C}$).

** Luft / Luft-Wärmepumpe mit im Erdreich vorgewärmter Außenluft (für den Einsatz zur kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung, Passivhäuser).

*** Bei gleichzeitiger Warmwasserbereitung wird von einem Abschlag bis zu 0,5 je nach System und Benutzerverhalten ausgegangen.

In der Schweiz wurde mit großem Aufwand die FAWA-Studie erstellt. Ihr Vorteil liegt neben einer hohen Anzahl von beteiligten Wärmepumpenanlagen in einer wissenschaftlich sehr exakten Methodik. So wird nicht nur die jeweilige Wärmepumpe betrachtet, sondern es auch die Wärmequelle und die Wärmenutzung zur Beurteilung heran gezogen.



FAWA-Studie

E-on hat in seiner Feldstudie 29 Erdreich-Wärmepumpen untersucht:



e-on-Studie

Eine vom deutschen Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderte Studie wird vom Fraunhofer Institut durchgeführt.

In einer Presseinformation des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme in Freiburg (ISE) vom 04.12.2008 heißt es: „Die beteiligten Wärmepumpen-Hersteller sind Alpha-Inno-Tec, Bosch Thermotechnik, Hautec, NIBE, Stiebel Eltron, Vaillant

und Viessmann. Die Energieversorger EnBW Energie AG und E.ON Energie AG unterstützen das Vorhaben. Das Bundeswirtschaftsministerium finanziert 50 % der Gesamtkosten des Projekts“.

Bei dieser Feldstudie schneiden Wärmepumpen teils etwas besser als in anderen ab. Der Mittelwert der Arbeitszahlen liegt im Zeitraum November 2007 bis Oktober 2008 bei 3,7 für Erdreich, 3,0 für Luft und 3,5 für Grundwasser als Wärmequelle. Der Grund für die Verbesserung liegt aber auch in den Auswahlkriterien der Häuser, zugelassen waren nur „sehr gute Niedrigenergie-Häuser mit einem Jahresheizwärmebedarf von 20 bis 50 kWh/m²“. Eine gute Dämmung bringt eine bessere Jahresarbeitszahl, ein repräsentativer Querschnitt des Dämmstandards bei Neubauten würde sehr wahrscheinlich zu ähnlichen Ergebnissen wie bei den anderen Feldstudien führen.



Bewertung der Fraunhofer-Studie



Abschlussbericht Stand 21.02.2011 der Fraunhofer-Studie

Zusätzlich hat das Fraunhofer-Institut auch Wärmepumpen im Gebäudebestand untersucht.



Abschlussbericht Stand August 2010

Die Agenda 21-Gruppe Lahr, hat ihren Schlussbericht zu einer zweijährigen Untersuchung im Dezember 2008 veröffentlicht. Dabei kommt sie zum Ergebnis „Nicht jede Wärmepumpe trägt zum Klimaschutz bei“. Allerdings weist diese Studie Fehler und Schwächen auf und erweckt einen tendenziösen Eindruck. Es wird in pauschalen Aussagen nur die Güte einer Wärmepumpe beurteilt, die Einflussfaktoren Wärmequelle, Wärmenutzung, Nutzverhalten oder Klima werden aber ausgeblendet. Die Schlussfolgerung, dass eine Luft / Wasser-Wärmepumpe nicht zu vertreten sei, entbehrt jeder sachlichen Substanz. Die Rahmenbedingungen sind ein entscheidender Faktor, sind diese günstig, kann eine Luft / Wasser-Wärmepumpe durchaus auch eine höhere Jahresarbeitszahl als eine Erdreich-Wärmepumpe erreichen.



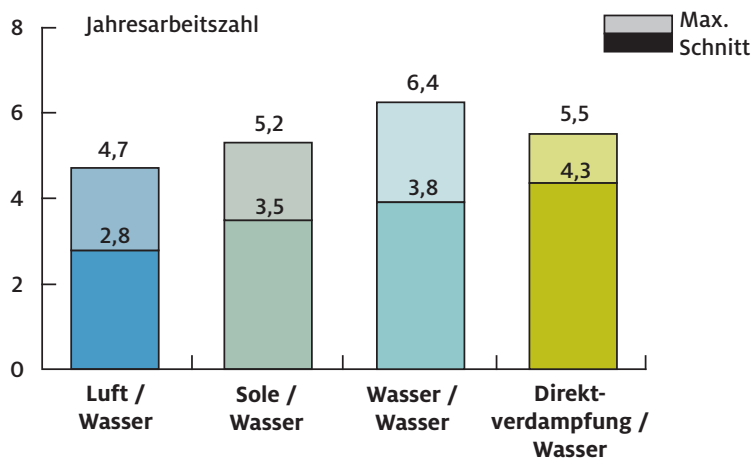
Schlussbericht Ziel 21 Lahr

Da sich die Studien in Methodik, Technik und Schwerpunkten teils deutlich unterscheiden, sind die Ergebnisse nur bedingt vergleichbar. Im Grunde müssten zur Beurteilung weitere Faktoren einfließen: Gebäudestandard, Lage, Wärmequellenauslegung, Hydraulik, Vorlauftemperaturen, Warmwasserbereitung.

Als Fazit lässt sich feststellen: Zu viele Wärmepumpenanlagen schneiden unter ihren Möglichkeiten ab. Die Ursachen sind meist in zu gering dimensionierten Wärmequellen, mangelnder Hydraulik, hohen

Vorlauftemperaturen oder gar zu großen Wärmepumpen, die die benötigte Heizlast deutlich überschreiten, zu suchen. Planern und Installateuren kommt

hier eine besondere Verantwortung zu. Bisher liegen die Jahresarbeitszahlen nach den Feldstudien etwa in folgendem Bereich:



Maßstab für Förderungen

Das Europäische Parlament hat Wärmepumpen als Regenerative Energie anerkannt (RES-Direktive), auch deshalb werden Wärmepumpen in vielen Ländern gefördert.

Als Maßstab für die Umweltfreundlichkeit wird allgemein die Effizienz und die daraus resultierenden Emissionen angesehen, welche bei einer Wärmepumpe von den jeweiligen CO₂-Emissionen der Stromerzeugung bestimmt werden. Die Emissionen fallen je nach Kraftwerksmix und dem regenerativen Anteil sehr unterschiedlich aus, bezogen auf das jeweilige Land ergeben sich für die Schweiz und Österreich deutlich geringere Emissionen als für Deutschland. Deshalb haben Wärmepumpen dort ein viel höheres Einsparpotenzial als in Deutschland. Allerdings sind Zuordnungen zu länderspezifischen Emissionswerten schwierig, da der Strom sich im europäischen Verbundnetz bewegt.

Ab wann eine Wärmepumpe ökologisch oder energetisch

besser abschneidet als andere Heizsysteme, hängt von der Betrachtungsweise ab:

Vereinfacht lässt sich das an der nötigen Primärenergie darstellen: Soll die Energiebilanz einer Wärmepumpe gegenüber der investierten Primärenergie ausgeglichen sein, muss sie die Verluste der Stromerzeugung (in Deutschland 38 %) und die Netzverluste kompensieren, dies gelingt ab einer Jahresarbeitszahl von 2,94.

Eine kalorische Heizung kommt wegen ihrer Verluste immer auf negative Werte. Die effizientesten, die Gas-Brennwertgeräte, arbeiten nach einer Feldstudie der Hochschule Wolfenbüttel mit einem Jahresnutzungsgrad von 86 %. Selbstverständlich benötigt eine Gas-Brennwertheizung, wie ebenso alle anderen zentral betriebenen kalorischen Heizsysteme, auch Strom, der in die Bilanz mit einbezogen werden muss. Auch beim Transport von Gas fallen über die Pumpwerke und die Kompensation von Leitungsdrücken Netzverluste an. In der Summe resultiert ein Wirkungsgrad von 73 %, der durchschnittlich erreicht wird.

Zur Kompensation dieser 73 % genügt eine Wärmepumpe, die eine Jahresarbeitszahl von 2,15 erreicht. Geht man von besten Gas-Brennwertgeräten mit 95 % Wirkungsgrad als Maßstab aus, so müsste eine Jahresarbeitszahl von 2,25 erreicht werden.

Setzt man dagegen die CO₂-Emissionen als Grundlage an, so ergibt sich unter der Verwendung der CO₂-Emissionsfaktoren nach Gemis 4.4.2 und der Kesselwirkungsgrade nach DIN V 4701, Blatt 10 unter der Berücksichtigung des Stromverbrauchs der Gas-Brennwertheizung eine Jahresarbeitszahl von 2,59 die eine Wärmepumpe zur Kompensation erreichen muss.

Die Studie „Energiewirtschaftliche Bewertung der Wärmepumpe in der Gebäudeheizung“ des Lehrstuhls für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik der TU München kommt zu folgender Bewertung:

„Während im EEWärmeG^[1] für Luft/Wasser-Wärmepumpen eine Anlagen- Jahresarbeitszahl von mindestens 3,5 und für Erdreich / Wasser-Wärmepumpen von 4,0

gefordert ist, führt die Wärmepumpe bereits ab einer Jahresarbeitszahl von 2,0 zu einer Einsparung von CO₂-Emissionen (für das Jahr 2008). Durch die Modernisierung des Kraftwerksparks bis 2030 werden die Verhältnisse nochmals deutlich günstiger.

Die Wärmepumpe ermöglicht bei Betrieb mit dem allgemeinen Strommix in Deutschland 2008 Primärenergieeinsparungen zwischen 25 und 50 %. Bis zum Jahr 2030 sind durch eine weitere Effizienzsteigerung des Kraftwerksparks noch höhere Primärenergieeinsparungen möglich, ohne jegliches Zutun der Wärmepumpenbetreiber. Die Wärmepumpe ermöglicht die Erschließung des größten, allgemein zugänglichen regenerativen Energieträgers, der

Umweltwärme in Form von Luft, Erdreich und Grundwasser. In einem Beispielgebäude mit 86 kWh/(m²·a) reduziert die Wärmepumpe die CO₂-Emissionen je nach Technologie zwischen 7,5 und 12,5 kg/(m²·a), ausgehend von 22,5 kg/(m²·a) bei Gasbrennwertkesseln.“

In Deutschland fördert das BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) den Einsatz von effizienten Wärmepumpen im Marktanreizprogramm. Notwendig sind ein Strom- und ein Wärmemengenzähler und eine Fachunternehmererklärung.

Bis zum 09.07.2010 galten folgende Voraussetzungen:

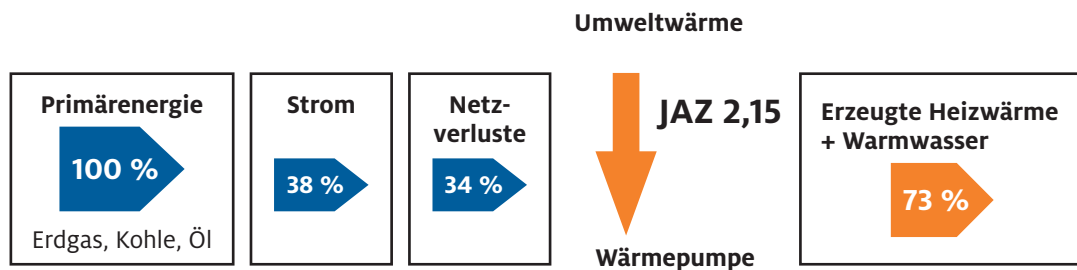
- Bei elektrisch angetriebenen Wärmepumpen: Nachweis

einer Jahresarbeitszahl von mindestens 4,0 bei Sole / Wasser- und Wasser / Wasser-Wärmepumpen im Neubau bzw. mindestens 3,7 im Gebäudebestand, bei Luft / Wasserwärmepumpen von mindestens 3,5 im Neubau bzw. 3,3 im Gebäudebestand.

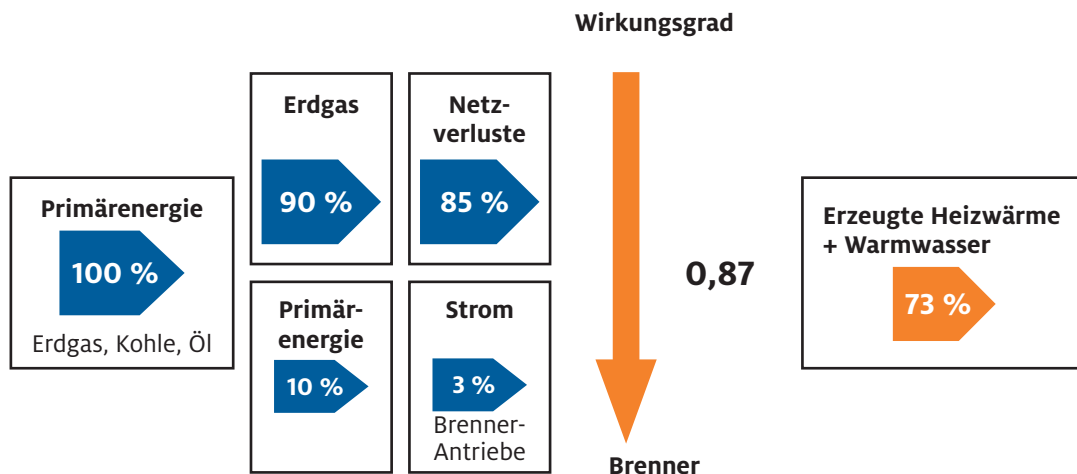
- Bei gasmotorisch angetriebenen Wärmepumpen Nachweis einer Jahresarbeitszahl von mindestens 1,2.
- Nachweis des hydraulischen Abgleichs der Heizungsanlage.
- Nachweis über die Anpassung der Heizkurve der Heizungsanlage an das entsprechende Gebäude.

Die Jahresarbeitszahl ist nach der dann geltenden Fassung der VDI 4650 (2009) unter Berück-

Wärmepumpe



Gas-Brennwertheizung



sichtigung der Jahresarbeitszahlen für Raumwärme und für Warmwasser zu bestimmen. Sie entspricht der Gesamt-Jahresarbeitszahl der VDI 4650 (2009).

Wird bei Anlagen in Neubauten eine Jahresarbeitszahl von mindestens 4,7 und im Gebäudebestand eine Jahresarbeitszahl von mindestens 4,5 nachgewiesen, so erhöhen sich die Fördersätze und Fördergrenzen um 50 %.

Ab 09.07.2010 gelten folgende Förderbedingungen, gefördert werden nur noch Anlagen im Bestand: Bei elektrisch angetriebenen Wärmepumpen der Nachweis einer Jahresarbeitszahl von mindestens 4,3 bei Sole / Wasser- und Wasser / Wasser-Wärmepumpen, bei Luft / Wasser-Wärmepumpen von mindestens 3,7, bei gasmotorisch angetriebenen Wärmepumpen 1,3.

Das BAFA führt aus, die geförderten Anlagen werden im Rahmen eines speziellen Evaluationsprogramms stichprobenartig untersucht. Eine Evaluierung findet derzeit nicht statt und würde nur zur Überprüfung der Förderkonditionen dienen. Da es sich bei den Angaben zur Jahresarbeitszahl um eine Prognose nach einer Rechenformel (VDI 4650) handelt, kann niemand deren Einhaltung garantieren. Zudem sind die Anfangsstände der Zähler nicht bekannt, ein Ableser müsste diese festhalten und nach genau 1 Jahr wieder notieren. Sollte die ermittelte Jahresarbeitszahl nicht den Anforderungen genügen, wäre es unmöglich, einen Verursacher zu benennen. Petrus ist nicht auf Schadenersatz zu verklagen, nur weil er den Winter zu streng hat ausfallen lassen.

Darüber hinaus wäre es leicht möglich, die Jahresarbeitszahl

zu manipulieren. Es würde z. B. genügen, die Wärmepumpe in den Sommermonaten etwas mitlaufen zu lassen, da der Temperaturhub nur sehr gering ausfallen würde und die Arbeitszahl dafür entsprechend hoch wäre.

Bei Bestandsgebäuden wird laut Richtlinie von max. 55 °C Vorlauftemperatur zur Berechnung ausgegangen. Tatsächliche höhere Vorlauftemperaturen werden nicht betrachtet, was dazu führt, dass sich diese nicht in den Jahresarbeitszahlen niederschlagen.

Auch für die Nutzungspflicht nach dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) sind Mindest-Jahresarbeitszahlen vorgeschrieben – diese betragen 3,5 für Luft/Wasser-Wärmepumpen und 4,0 für alle anderen Wärmepumpen. Bei gleichzeitiger Warmwasserbereitung reduzieren sich diese Werte um jeweils 0,2.

In Österreich erfolgt die Förderung je nach Bundesland sehr unterschiedlich, teils wird hier auch eine Prognose über die VDI 4650 verlangt.

Normen & Vergleichbarkeit

Es gibt verschiedene Normen zur Berechnung von Jahresarbeitszahlen, etwa die VDI 4650, deren Werte vom BAFA gefordert werden.

Im Grunde obliegt allen Normen das selbe Problem, sie liefern lediglich eine Prognose. Der berechnete Wert ist keine Jahresarbeitszahl, sondern eine Kennzahl! Diese Kennzahl wird selbstverständlich von der später gemessenen Jahresarbeitszahl abweichen, je nach Verfahren mehr oder weniger.

Die Definition der VDI 4650 als Richtlinie ist alleine schon irreführend.

VDI 4650

Die VDI 4650 Blatt 1 „Berechnung von Wärmepumpen, Kurzverfahren zur Berechnung der Jahresarbeitszahl von Wärmepumpenanlagen – Elektro-Wärmepumpen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung“ dient als Grundlage der BAFA-Förderung und wurde 2009 novelliert. Wie jede Norm hat auch die VDI 4650 Schwächen und Tendenzen, die von ihren Erschaffern vorgegeben werden:

Die berechneten Kennzahlen fallen in der Regel viel zu optimistisch aus. Als Grundlage werden zwar die COP-Werte der DIN EN 255-3 und DIN EN 14511 verwendet, das Berechnungsverfahren lässt aber Spielräume z. B. bei den Randbedingungen zu. Damit lassen sich nicht förderfähige Wärmepumpen in den Bereich der Förderung rechnen oder mittelmäßige Wärmepumpen in den Bereich des Innovationsbonus bringen. Möglich wird dies mit verschiedenen „Tricks“:

- Eine günstigere Prognose der benötigten Heizwassertemperatur oder der Quellentemperatur,
- veränderter Warmwasseranteil,
- Korrektur der Norm-Außentemperaturen,
- Veränderung des Deckungsanteil bei bivalentem Betrieb über Tabellen,
- teilparallele Betriebsweise statt parallele.

Die Berechnung der Jahresarbeitszahl nach VDI 4650 kann bei gleichen Randbedingungen deutlich verschiedene Ergebnisse liefern! In der Konsequenz hat dies laut BWP zu Anträgen

mit JAZ von 5,5 für Luft / Wasser-Wärmepumpen und 7,8 für Sole / Wasser-Wärmepumpen geführt. Das BAFA sah sich darauf hin veranlasst, einen Nachweis des COP von 4,7 (ohne Definition!) von einem neutralen Prüfinstitut bzw. über das EHPA-Gütesiegel als Grundlage zur Förderung über die VDI 4650 zu verlangen.

Auffällig sind auch anderen Normen widersprechende Betriebspunkte, die mit der Richtlinie VDI 4650 eingeführt wurden und zur Benachteiligung etwa der Direktverdampfung führen. Das geht soweit, dass neue Direktverdampfungs-Wärmepumpen gar nicht mehr gefördert werden können, da die verlangten Betriebspunkte europäischen Normen entsprechend nicht mehr vermessen werden.

DIN EN 15316

Die seit Dezember 2008 gültige DIN EN 15316-4-2:2008-09 (D) dient ebenso zur Berechnung von Jahresarbeitszahlen, dafür kann ein ausführliches Verfahren oder ein Kurzverfahren angewendet werden. Allerdings findet die Norm in der Praxis bisher kaum Verwendung.

Der Temperaturhub

Maßgeblich für die Wärmeleistung und damit der Effizienz ist der Temperaturhub.

Der Temperaturhub ist die Temperaturdifferenz zwischen der Wärmequelle (oder dem Verdampfer) und der Vorlauftemperatur des Heizwassers (Verflüssiger), auf deren Niveau die Wärmepumpe die Temperatur anheben muss. Je größer der Temperaturhub ausfällt, desto mehr Energie in Form von Strom benötigt die Wärmepumpe. Die

Carnot'sche Leistungszahl ist die maximal mögliche Leistungszahl und wird berechnet über:

$$\epsilon_{WP,C} = T_c / T_c - T_0$$

Dabei sind:

T_c = Verflüssigungstemperatur in K; Beispiel: $t_c = 40\text{ °C}$; $T_c = 273 + 40 = 313\text{ K}$

T_0 = Verdampfungstemperatur in K; Beispiel: $t_0 = -5\text{ °C}$; $T_0 = 273 - 5 = 268\text{ K}$

Somit ist die Carnot'sche Leistungszahl bei diesen Bedingungen:

$$\epsilon_{WP,C} = 313\text{ K} / 313\text{ K} - 268\text{ K} = \text{rd. } 7; \epsilon_{WP, \text{ tatsächlich}} = 0,5 \times \epsilon_{WP,C} = \text{rd. } 3,5$$

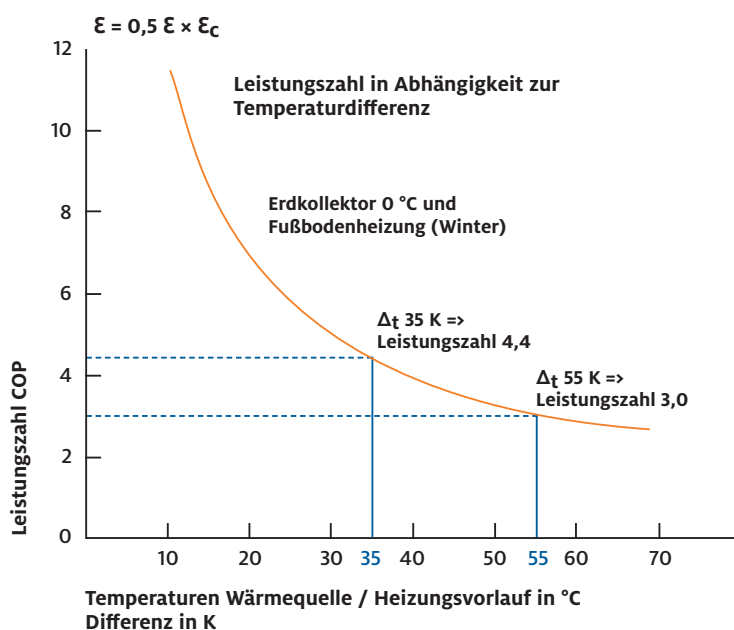
Beträgt die Verflüssigungstemperatur anstatt 40 °C nur $t_c = 30\text{ °C}$ – so ergibt sich (bei gleicher Verdampfungstemperatur von $t_0 = -5\text{ °C}$) – eine Carnot'sche Leistungszahl von $\epsilon_{WP,C} = \text{rd. } 9$ und damit eine reale Leistungszahl von $\epsilon_{WP, \text{ tatsächlich}} = 0,5 \times \epsilon_{WP,C} = \text{rd. } 4,5$.

Über diese Faustformel kann die Leistungszahl überschlägig

aus den Temperaturdifferenzen zwischen Verdampfer und Verflüssiger berechnet werden. Allerdings sind keine idealen Prozesse möglich, aufgrund thermischer, mechanischer und elektrischer Verluste und der Hilfsantriebe. Die effektiv erreichbare Leistungszahl muss mit dem Faktor 0,5 multipliziert werden und ist damit etwa halb so groß wie die des Carnotprozesses. Je kleiner der Temperaturhub ist, desto größer ist nicht nur die Leistungszahl der Wärmepumpe, sondern damit auch die Arbeitszahl der Wärmepumpen-Anlage und umso wirtschaftlicher arbeitet die Wärmepumpe.

Die Leistungszahl ist aber noch von weiteren Faktoren wie etwa der Temperaturspreizung von Wärmequelle und Wärmenutzung abhängig.

Eine hohe Leistungs- und damit auch hohe Jahresarbeitszahl erhält man in erster Linie durch eine Wärmequelle mit möglichst gleichbleibend hoher Temperatur, wie dem Grundwasser, dessen Temperatur im Jahresmittel etwa 10 °C beträgt, minimal ca. 8 °C , maximal ca. 12 °C . Auf der



Wärmenutzungsseite sind möglichst niedrige Heizungstemperaturen anzustreben. Aus diesem Grund bieten sich bei Wärmepumpen Flächenheizungen an, die mit Vorlauftemperaturen von unter 30 °C betrieben werden können. Zu klein dimensionierte Heizkörper sind gegen größere bzw. leistungsfähigere zu tauschen, damit auch dort mit möglichst niedrigen Heizwasser-Temperaturen gearbeitet werden kann. Genauso ist die Hydraulikseite (Heizwasservor- und -rücklauf) unbedingt auf eine niedrige Spreizung bei einem hohen Volumenstrom zu modifizieren.

Technisch ist es ohne weiteres möglich, 80 °C und mehr mit einer Wärmepumpe zu erzeugen. Wirtschaftlich macht es keinen Sinn!

Grob kann von der Formel ausgegangen werden, dass jedes Grad mehr an Temperaturhub etwa 3 % mehr an elektrischer Energie kostet. Es kann nicht deutlich genug gesagt werden:

Runter mit den Vorlauftemperaturen, mit allen vertretbaren Mitteln!

Heizlastberechnung & Dimensionierung der Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe muss richtig dimensioniert werden!

Jedes Gebäude benötigt eine bestimmte Heizlast, um die gewünschten Raumtemperaturen bei klirrender Kälte zu erreichen. Die Heizlast wird nach der DIN 12831 berechnet, dort kommen je nach klimatischer Lage Normtemperaturen zur Verwendung. Diese betragen z. B. für weite Teile Bayerns -16 °C. Zur Küste hin wird der Winter mil-

der, dort sinkt die Normtemperatur auf -10 °C.

Die verwendeten Baustoffe bzw. U-Werte fließen genauso in die Berechnung ein wie die Raumtemperaturen, die Gebäudegeometrie und lokale Lage. Die Heizlastberechnung darf nicht mit der Wärmebedarfsberechnung verwechselt werden! Die Wärmebedarfsberechnung beschreibt den Verbrauch eines Gebäudes mit kWh/qm/a, die Heizlastberechnung ergibt die Leistung, die eine Heizung erbringen muss in kW. Also wie beim Auto der Verbrauch in l/100 km und die Leistung des Motors in kW (früher PS).

Zu oft wird die Heizlast einfach geschätzt, zur Abgabe eines überschlägigen Angebotes geht das in Ordnung. Spätestens bei der Auftragsvergabe sollte die Heizlast berechnet worden sein. Diese Leistung erbringen Energieberater, Statiker, Dienstleister oder der Installateur.

Gerne wird einfach eine „passende“ Wärmepumpe nach Augenmaß gewählt und als Sicherheitszuschlag die nächst größere gewählt. Nicht selten ist die Wärmepumpe dann mehr als 50 % größer als benötigt. Für die wenigen wirklich kalten Tage im Jahr kann dies akzeptiert werden. In der Übergangszeit (Frühjahr und Herbst) führt ein zu groß gewählter Verdichter aber zum sog. „Takten“, d. h. häufigen, aber zu kurzen Laufzeiten. Dies geht zu Lasten der Lebensdauer des Verdichters und trifft speziell für nicht geregelte Verdichter zu. In einigen Jahren werden die meisten Verdichter über sog. Inverter leistungsgeregelt sein, d. h. mit veränderlicher Drehzahl arbeiten, z. B. zwischen 900 und 9.000 min⁻¹, so dass auch der nachteilige Leistungsabfall bei den heutigen Luft / Was-

ser-Wärmepumpen bei tiefen Außentemperaturen keine Rolle mehr spielt.

Das andere Extrem ist, eine zu kleine (und damit günstigere Wärmepumpe mitsamt Wärmequelle) anzubieten, damit die Aussicht auf den Zuschlag auf Grund des niedrigeren Preises höher wird. Ein genauer Vergleich der Angebote, zu dem oft fachmännische Hilfe sinnvoll ist, führt zu klaren Beurteilungen.

Oft wird vom EVU ein günstiger Wärmetarif angeboten (ohne dezidierte Spezifikation für Wärmepumpen). Dies hat den Hintergrund, Wärmepumpen über Sperrzeiten, in denen kein Strom geliefert wird, zur Glättung des Lastprofils zu nutzen. Per Gesetz sind den EVUs 3 x 2 Stunden Sperrzeiten erlaubt, die in einigen Versorgungsgebieten auch vorgesehen werden. Aber auch 2 x 2 Stunden oder 1 x 2 Stunden sind üblich.

Die fehlende Leistung muss dann über eine größere Wärmepumpe ausgeglichen werden. Es muss allerdings differenziert werden: Wird der Strom per Rundsteuerempfänger nur bei Spitzenlasten abgeschaltet oder – nicht sinngemäß – immer mit einer simplen Zeitschaltuhr? Ist das Gebäude massiv, hat es eine Fußbodenheizung? Da die Sperrzeiten bei Spitzenlasten seitens der EVUs nur selten in Anspruch genommen werden, kommen Gebäude mit großer Speichermasse und dem zusätzlichen Speicher des Estriches der FBH auch ohne eine größere Dimensionierung zurecht. Häuser in leichter Bauweise mit Heizkörpern bedürfen dagegen einer Anpassung der Leistung der Wärmepumpe.

Ein weiterer Punkt sind die wieso vorhandenen Zuschläge

und Reserven der Normen. Die Gefahr, die Wärmepumpe zu klein auszulegen ist gering und kann oft über längere Laufzeiten kompensiert werden.

Ebenso nachteilig wie eine zu große Wärmepumpe ist die Wärmepumpe zu klein auszulegen, um auch an der Wärmequelle, etwa den Bohrmetern zu sparen und stattdessen den Elektro-Heizstab zur Kompensation zu benutzen. Begründet wird dies mit dem Argument, dass die wenigen Tage im Jahr, in denen der E-Heizstab benötigt würde, der zusätzliche Stromverbrauch die Mehrkosten der Bohrung niemals amortisieren würde. Es darf aber nicht vergessen werden, dass eine Sonde leicht unbrauchbar werden kann, wenn sie überlastet und eingefroren wird. Weniger Bohrmeter sind wegen der geringeren Soletemperatur den ganzen Betriebszeitraum über nachteilig. An der Wärmequelle zu sparen, ist nicht zu empfehlen und geht zu Lasten der Jahresarbeitszahl!

Wärmequellen

Eine hohe Jahresarbeitszahl setzt eine großzügig bemessene Wärmequelle voraus.

Die Frage, ob es eine richtig bemessene Wärmequelle gibt, kann nur mit Nein beantwortet werden. Sie kann nicht groß genug sein! Dies trifft auf alle Wärmequellen zu, Sonde, Flächenkollektoren, Luftverdampfer, beim Grundwasser auf die Temperatur. Deshalb sollte grundsätzlich die Wärmequelle mit dem höchsten zur Verfügung stehenden Temperaturniveau genutzt werden.

Als Grundsatz gilt, dass eine größere Wärmequelle die spezifische

Entzugsleistung senkt, damit steigt zugleich die Verdampfungstemperatur. Dies hat eine höhere Arbeitszahl zur Folge. Grundsätzlich hat die Auslegung der Wärmequelle des Untergrundes nach VDI 4640 zu erfolgen, über die Richtlinie hinaus gehende Dimensionierungen sind von Vorteil. Leider sind allzu oft auch Anwendungen wie etwa Kapillarmatten zu finden, die bei weitem nicht einmal den Mindeststandard der VDI 4640 erfüllen.

Sonden: Ab ca. 15 m Tiefe hat das Erdreich eine konstante Temperatur bis etwa 10 °C in 100 m Tiefe. Die Temperatur der Sole, die die Sonden durchströmt, kann in den Wintermonaten auf Eintrittstemperaturen in die Wärmepumpe auf unter 0 °C fallen, deshalb ist auch eine Glykolbeimengung als Frostschutz nötig. Durch eine Verdoppelung der Bohrmeter würde sich der Wärmezug pro Sonde halbieren, die Soletemperaturen könnten leichter in Plusbereichen bleiben. Dadurch könnte ggf. auf den Glykolanteil verzichtet werden, der – gegenüber Wasser – den Wärmeübergang mindert. Da die Viskosität des Glykols kleiner als bei Wasser ist, könnte dabei auch die Umwälzpumpe kleiner ausfallen bzw. hätte eine kleinere Leistungsaufnahme.

Ein weiterer Punkt ist das Verpressmaterial der Sonden, zur Verwendung kommt üblicherweise eine Bentonit-Suspension. Es gibt allerdings Unterschiede, neben der Frost-Tauwechsel-Beständigkeit gerade in der Wärmeleitfähigkeit des Materials. Besseres Material schlägt in der Regel auch mit höheren Kosten zu Buche, bringt aber durch den höheren Wärmefluss eine höhere Arbeitszahl.

Kollektoren: Für waagrecht verlegte Erdreich-Kollektoren

gilt sinngemäß das Gleiche. Allerdings sind hier die Temperaturen etwas niedriger als in der Tiefe, was aber teilweise über die Fläche kompensiert werden kann. Der Betrieb ohne Glykol ist hierbei allerdings nicht möglich. Über eine dem Entzug angemessene Fläche wird ein permanentes Einfrieren und damit ein nennenswerter Einfluss auf die Vegetation vermieden. Da Kollektoren fast ausschließlich von oben regeneriert werden, spielt die Verlegetiefe eine untergeordnete Rolle, sie sollte 20 - 30 cm unterhalb der Frostgrenze liegen. Dies entspricht meist einer Verlegetiefe von 1 m bis 1,5 m, Verlegetiefen darüber haben sich als nachteilig herausgestellt, eine tiefere Verlegung bringt auch keine Vorteile. In der VDI 4640 ist die Verlegetiefe deshalb auf max. 1,5 m begrenzt.

Da bei Direktverdampfern der Wärmeaustausch auf die Sole entfällt, arbeiten diese prinzipiell effizienter als Sole-Kollektoren. Außerdem benötigen sie keine Sole-Umwälzpumpe. Zudem können Direktverdampfer auch latente Wärme nutzen.

Luftverdampfer: Wie für jede Kältetechnische Anwendung gilt auch hier, dass ein größerer Wärmetauscher, also der Verdampfer einen höheren Effizienz mit sich bringt. Auch der Lamellenabstand spielt eine Rolle. Ist er sehr gering, wie etwa bei Kühlanwendungen, baut der Verdampfer zwar kompakt, allerdings vereisen die Lamellen dann schneller. Das hat zur Folge, dass der Verdampfer entsprechend häufiger abgetaut werden muss.

Ein großer Verdampfer bringt auch Vorteile bei der Lautstärke: Ein kleiner benötigt viel Ventilation, macht also mehr Gerä-

sche, ein größerer kommt mit einem großen Ventilator aus, der langsamer dreht und damit leiser ist.

Grundwasser: Grundwasser hat ab etwa 6 - 8 m Tiefe – über das Jahr – eine mittlere Temperatur von etwa 10 °C. Grundwasser aus flacheren Schichten hat tiefere Temperaturen und verschlechtert damit die Jahresarbeitszahl. Dazu birgt es die Gefahr, das beim Wärmeentzug der Wärmetauscher einfriert und zerstört wird.

Wärmepumpe

Eine hohe Wärmepumpen-Leistungszahl ist die beste Voraussetzung für eine hohe Jahresarbeitszahl. Aber nicht von alleine, dazu müssen noch andere Voraussetzungen vorliegen.

Die Effizienz einer Wärmepumpe wird bei definierten Bedingungen gemessen und das Ergebnis ist eine bestimmte Leistungszahl = COP (Coefficient of Performance). Oft liest man Angaben wie „sehr hoher COP von 3,8“. Eine solche Angabe ist absolut unbrauchbar! Bei der Nennung des COP sind sowohl die Betriebspunkte als auch die verwendete Norm anzugeben! Noch besser ist es, wenn die Angaben nicht vom Hersteller kommen (der diese im übrigen garantieren muss), sondern von einem unabhängigen Prüfinstitut, wie dem Wärmepumpentestzentrum WPZ in Buchs / Schweiz oder dem AIT Austrian Institute of Technology in Wien / Österreich. Diese Messungen sind zur Erlangung des EHPA (European Heatpump Association) Gütesiegels notwendig, wobei hierzu definierte Mindestanforderungen eingehalten werden müssen.

Auch technische Aspekte führen zu höherer Effizienz:

Der Einsatz eines elektronischen Einspritzventils gegenüber einem mechanischen bringt eine genauere Regelung der Kältemenge im Verdampfer mit sich. Ein mechanisches Ventil benötigt nach dem Start bis zu 10 Minuten, bis es einen optimalen Füllungsgrad hergestellt hat. Das elektronische schafft dies in weniger als einer Minute und kann Schwankungen besser ausgleichen.

Den Wärmetauschern (WT) kommt eine besondere Bedeutung zu. Kleinere Wärmetauscher sind zwar günstig, haben aber einen schlechteren Wärmeübergang zur Folge.

Die Leistungsregelung hat gerade bei dem breiten Arbeitsbereich von Luft / Wasser-Wärmepumpen eine besondere Bedeutung. Geräte mit fester Drehzahl takten im Teillastbetrieb, benötigen genügend Pufferspeicher und werden meist ab einem Bivalenzpunkt von etwa -5 bis -8 °C von einem E-Heizstab unterstützt. Dies hat den Hintergrund, dass die Leistung einer Wärmepumpe mit Luft als Wärmequelle mit steigenden Außentemperaturen zunimmt, die Heizlast des Gebäudes aber konträr dazu abnimmt. Würde man die Wärmepumpe auf die volle Heizlast auslegen, die nur selten benötigt wird, wäre sie schon bei Temperaturen knapp über dem Gefrierpunkt weit überdimensioniert. Deshalb bevorzugt man eine kleinere Wärmepumpe, die bei den häufiger vorkommenden Tagen um den Nullpunkt effizienter arbeitet. Der E-Heizstab ist dann nur an den wenigen kälteren Tagen in Betrieb. Leistungsgeregelte Wärmepumpen können – je nach Auslegung – auch bei tiefsten Temperaturen monovalent arbei-

ten und benötigen keinen Elektroheizstab. Sie haben zwar keine höhere Leistungszahl (COP), bringen aber dafür Vorteile bei der Jahresarbeitszahl.

Zu beachten ist allerdings, dass es bisher keine normierten Bedingungen gibt. Je geringer der Punkt ist, an dem die Leistung betrachtet wird, desto größer und damit effizienter wird die Tauscherfläche. Deshalb sind die COP bei minimalen Drehzahl höher als bei maximalen. Angaben zum COP sollten daher immer zu definierten Betriebsbedingungen erfolgen,

Alleine die richtige Auslegung des Bivalenzpunktes ist ein wichtiger Punkt, diese sollte zum einen sorgfältig erfolgen und unbedingt im Auftrag vereinbart werden!

Zirkulationspumpen, etwa für Sole, Heizungswasser oder Warmwasser werden gerne zu groß gewählt. Eine genaue Abstimmung der Pumpe auf den Druckverlust spart Energie, gleichzeitig sollten die Pumpen die höchste Energieeffizienzklasse haben.

Bei Grundwasser-Wärmepumpen ist oft die Brunnenpumpe das Problem, da auch hier die Leistung selten der benötigten Förderhöhe entspricht. Die Auswahl der Brunnenpumpe sollte deshalb mit Sorgfalt vorgenommen werden.

Wärmenutzung

Die Wärmenutzung – Flächenheizung, Heizkörper – hat einen entscheidenden Einfluss auf die Jahresarbeitszahl.

Ziel muss einfach sein, mit möglichst geringen Vorlauftemperaturen auszukommen.

Flächenheizung:

Meist werden Flächenheizungen auf 35 °C Vorlauftemperatur ausgelegt. Bei einer Wärmepumpe sollten es aber maximal 30 °C sein. Auch wenn von vielen Installateuren bezweifelt wird, dass sich ein Haus mit solch niedrigen Temperaturen warm bekommen lässt, es funktioniert bestens. Nötig sind dichte Verlegeabstände einer Fußbodenheizung, z. B. 10 cm in den Räumen. Bäder erfordern wegen der höheren Raumtemperatur noch dichtere Verlegeabstände, am besten 5 cm. Dazu installiert man sinnvoller Weise noch einen Kreis Wandheizung hinter der Badewanne oder einen Handtuchheizkörper.

Keramische Beläge haben einen besseren Wärmedurchgang als Holz oder Teppich und liefern dadurch eine höhere Oberflächentemperatur. Bei Parkett oder Laminat ist darauf zu achten, dass dieses möglichst dünn gewählt wird. Außerdem ist eine vollflächige Verklebung unerlässlich.

Die EnEV schreibt den Einsatz von selbsttätig wirkenden Thermostaten für jeden Heizkreis vor. Eine optimierte Hydraulik bedingt viele Heizkreise, was ebenso viele Thermostate zur Folge hat, die Strom verbrauchen. Und die Thermostate zerstören den Selbstregelleffekt einer Fußbodenheizung! Der Umstand, dass Heizkreise bei Sonneneinstrahlung geschlossen werden, hat mehrere Folgen:

- Die von der Sonne gelieferte Wärme wird nicht mehr über die Fußbodenheizung abgeführt und kommt damit nicht gratis den übrigen Räumen zu Gute.
- Der Volumenstrom der Fußbodenheizung sinkt, damit verschlechtern sich die Betriebsbe-

dingungen für die Wärmepumpe, die Arbeitszahl sinkt.

In der Summe kann die Jahresarbeitszahl durch den Einsatz der Thermostate bis zu $\frac{1}{3}$ schlechter ausfallen! Deshalb sollte auf den Einsatz der Thermostatköpfe unbedingt verzichtet werden.

De facto wird hier die Jahresarbeitszahl per Vorschrift im Negativen beeinflusst. Das Problem hat die Ursache darin, dass die Vorschrift nicht für Niedrigst-Flächenheizungen, wie sie bei Wärmepumpen sinnvoll sind, geschaffen wurde. Leider stehen die Hersteller von Flächenheizsystemen einer Änderung aus technischen und kaufmännischen Gründen ablehnend gegenüber. Es besteht allerdings die Möglichkeit, sich bei Landratsämtern von der Vorschrift befreien zu lassen.

Heizkörper:

In Neubauten verbieten sich Heizkörper (HK) für den Betrieb mit einer Wärmepumpe von selbst. Es macht überhaupt keinen Sinn, HK mit Flächenheizung zu mischen. Die Mehrkosten bei Heizkörpern für zusätzlichen Pufferspeicher, Verrohrung und Entladepumpe wiegen eine vermeintliche Einsparung mehr als auf. Noch schlimmer, wenn wenige Heizkörper über einen Mischer mit einer Flächenheizung kombiniert werden, ihr Vorteil der geringeren Vorlauftemperaturen wäre damit weitestgehend ruiniert.

In Bestandsbauten sind die Heizkörper auf Eignung zu prüfen um eine gut nutzbare Systemtemperatur zu erreichen, diese sollte in jedem Fall unter 50 °C bleiben. Heizkörper sind oft überdimensioniert, weil sie an die Fensterflächen angepasst wurden. Diese Überdimensionierung wirkt sich positiv auf

die gewünschten niedrigeren Vorlauftemperaturen aus.

Arbeitet der Heizkörper bisher nur mit halb geöffnetem Thermostatventil, kann dieses für die Wärmepumpe ganz geöffnet und gleichzeitig die Temperatur gesenkt werden. Selbstverständlich muss in jedem Raum der Heizbedarf im Verhältnis zur gewünschten Systemtemperatur geprüft werden. Normalerweise erweisen sich nur wenige der Radiatoren als ausgereizt, gerade in den Schlafzimmern werden oft geringere Raumtemperaturen gewünscht und können mit bestehenden Heizkörpern leicht mit niedrigen Vorlauftemperaturen erreicht werden. Erweisen sich Heizkörper als zu klein, weil der Raum mit der gewünschten Systemtemperatur nicht mehr warm genug wird, können diese entweder gegen größere, effektivere getauscht oder durch Gebläsekonvektoren ersetzt werden. Gebläsekonvektoren arbeiten bei kleineren Dimensionen wesentlich effizienter und benötigen daher nur geringe Vorlauftemperaturen. Gleichzeitig bieten sie die Möglichkeit, im Sommer auch zu kühlen. Dieser Umstand wird gerne in heißen Dachgeschossen genützt, um auf diesem Weg eine gute Klimatisierung zu geringsten Kosten zu erhalten.

Da der Kühlbetrieb aber Energie verbraucht und nicht zur Beheizung beiträgt, verschlechtert er die Jahresarbeitszahl!

Die Kosten für den Austausch einiger Heizkörper relativieren sich sehr schnell. Zum einen durch die sinkenden Betriebskosten, zum anderen durch eine geringere Leistung, die die Wärmepumpe durch den geringeren Temperaturhub erzielen muss. Das hat Folgen für die Wärmequelle, die dadurch kleiner ausfallen kann.

Warmwasserbereitung

Mit sinkendem Wärmebedarf der Häuser wird der energetische Anteil für die Warmwasserbereitung immer wichtiger.

Bei schlecht gedämmten Häusern spielte der Warmwasserbedarf eine untergeordnete Rolle, mit zunehmender Dämmung braucht die Raumheizung weniger Energie, der Warmwasseranteil bleibt aber konstant. In Relation steigt sein Anteil am Gesamtenergiebedarf des Hauses, oft macht er schon $\frac{1}{3}$ und mehr aus. Deshalb ist es wichtig, auf eine effiziente Warmwasserbereitung zu achten.

Die Warmwasserbereitung sollte über eine Wärmepumpe erfolgen, es gibt dafür mehrere Ansätze.

Kompaktwärmepumpen mit integriertem Warmwasserspeicher: Diese Geräte verfügen meist nur über relativ kleine Speicher, meist 180 bis 220 l. Dieses Volumen reicht kaum für ein Vollbad. Da die Wärmepumpe nicht in der Lage ist, Wasser schnell zu erwärmen, ist ein größerer Speicher als bei Flammheizungen notwendig, dazu wird ein Heizstab benötigt. Zur Legionellenprophylaxe wird der E-Heizstab oft wöchentlich aktiviert, um den Speicher über 65 °C zur Abtötung der Keime zu bringen.

Warmwasser-Wärmepumpen (bzw. Brauchwasser-Wärmepumpen): Warmwasser-Wärmepumpen (WWP) sind meist im Kellers eines Hauses aufgestellt. In Verbindung mit einer fossilen Heizung oder weiteren wärmeabgebenden Geräten, wie Trockner, Waschmaschine oder einer Sauna, die für einen wärmeren Heizungskeller sorgen, ergeben sich zufriedenstellende Arbeits-

zahlen. Wird der Kellerraum weder durch eine darüber liegende Fußbodenheizung mit erwärmt und es befinden sich keinerlei wärmeabgebende Geräte in diesem oder in einem Nebenraum, so ist die Temperatur des Kellerraums zwangsläufig niedriger und somit sind auch die Arbeitszahlen der WWP kleiner. Dazu sind die Brauchwasserwärmepumpen speziell auf das höhere Temperaturniveau des Warmwassers optimiert.

Im Sommer, wo die Heizungswärmepumpe überdimensioniert ist, braucht diese nicht zu arbeiten wenn eine WWP installiert ist. Im Winter allerdings kühlt die WWP die von der Heizungswärmepumpe erzeugte Raumwärme wieder ab.

Frischwassersystem: Bei einem Frischwassersystem fungiert die Wärmepumpe ähnlich wie ein Durchlauferhitzer. Sie bevorratet einen Speicher mit z. B. 500 l Inhalt mit 48 °C Temperatur. Durch einen Wärmetauscher strömt beim Zapfen frisches, kaltes Wasser, nimmt die Wärme des Speichers auf und kommt mit etwa 45 °C aus dem Hahn. Das hat den Vorteil, dass Legionellenbildung ausgeschlossen ist, denn das Wasser wird unmittelbar vor der Entnahme erwärmt, abgesehen von dem im Wärmeaustauscher befindlichen Wasser. Dazu bringt es energetische Vorteile, weil die Warmwasserbereitung auf niedrigstem möglichem Temperaturniveau erfolgt, zudem entfällt die Energie fressende Zirkulation. Deshalb wird das Leitungsnetz sternförmig aufgebaut und mit relativ geringen Rohrquerschnitten versehen, damit schnell warmes Wasser aus dem Hahn gelangt.

Bei einem Frischwassersystem fungiert die Wärmepumpe ähnlich wie ein Durchlauferhitzer.

Sie bevorratet einen Speicher mit z. B. 500 l Inhalt mit 50 °C Temperatur. Durch einen Wärmetauscher strömt beim Zapfen frisches, kaltes Wasser, nimmt die Wärme des Speichers auf und kommt warm aus dem Hahn. Das hat den Vorteil das Legionellenbildung ausgeschlossen ist, das Wasser wird unmittelbar vor der Entnahme erwärmt und bringt energetische Vorteile, die Energiefressende Zirkulation entfällt. Deshalb wird das Leitungsnetz sternförmig aufgebaut und mit relativ geringen Rohrquerschnitten versehen damit schnell warmes Wasser aus dem Hahn gelangt. Da die Wärmepumpe nicht in der Lage ist Wasser schnell zu erwärmen ist ein grösserer Speicher als bei Flammheizungen notwendig, kleinere werden über einen Heizstab erwärmt. Bei einem Frischwassersystem fungiert die Wärmepumpe ähnlich wie ein Durchlauferhitzer. Sie bevorratet einen Speicher mit z. B. 500 l Inhalt mit 50 °C Temperatur. Durch einen Wärmetauscher strömt beim Zapfen frisches, kaltes Wasser, nimmt die Wärme des Speichers auf und kommt warm aus dem Hahn. Das hat den Vorteil das Legionellenbildung ausgeschlossen ist, das Wasser wird unmittelbar vor der Entnahme erwärmt und bringt energetische Vorteile, die Energiefressende Zirkulation entfällt. Deshalb wird das Leitungsnetz sternförmig aufgebaut und mit relativ geringen Rohrquerschnitten versehen damit schnell warmes Wasser aus dem Hahn gelangt. Da die Wärmepumpe nicht in der Lage ist Wasser schnell zu erwärmen ist ein grösserer Speicher als bei Flammheizungen notwendig, kleinere werden über einen Heizstab erwärmt.

Zweite Wärmepumpe für Warmwasser: Diese Lösung kann in

Verbindung mit einem einzelnen Absorberkreis im Erdreich als Direktverdampfer sehr wirkungsvoll sein, ist aber oft mit Mehrkosten verbunden.

Heißgasenthitzung: Mittels eines zweiten, vorgeschalteten Wärmetauschers wird der heißere Anteil des Kältemittels nach der Verdichtung ausgekoppelt und damit das Warmwasser erwärmt, der kältere Anteil steht für eine Flächenheizung zur Verfügung. Zur Effizienz kommt es auf die Umstände an, bei guter Auslegung kann das System Vorteile haben. Bei nicht adäquaten Verhältnissen, z. B. in Verbindung mit Heizkörpern, kann es aber auch keine Verbesserung bringen.

Hydraulik

Wassergeführte Heizsysteme brauchen für den effizienten Betrieb mit einer Wärmepumpe eine spezielle Hydraulik.

Der Temperaturhub ist ein wichtiger Faktor für die Arbeitszahl, ein anderer ist die Hydraulik des Heizsystems. Für eine Wärmepumpe muss diese optimiert werden. Wichtig ist dabei die Spreizung, also der Temperaturunterschied zwischen Vor- und Rücklauf der Heizung. Diese sollte möglichst gering ausfallen. Allerdings sind der Spreizung auch Grenzen gesetzt, sie muss immer in Relation zur mittleren Kondensationstemperatur betrachtet werden.

Folgt man den Messungen des Wärmepumpen Testzentrum Buchs, so ergibt eine Spreizung von 5 K den höchsten relativen COP. Der Anteil der Umwälzpumpe zur Überwindung der internen Druckverluste kann einen schlechteren COP durchaus kompensieren.

Bei einer Flächenheizung ist eine Auslegung von 30 °C im Vorlauf (Austritt aus der WP) und 27 °C im Rücklauf (Eintritt in die WP) optimal für eine Wärmepumpe. Eine kleine Spreizung von 3 K erfordert einen großen Volumenstrom, dieser setzt größere Rohrquerschnitte als etwa bei Brennwertheizungen voraus, die eine hohe Spreizung benötigen. Genauso ist auf einen möglichst kleinen Druckverlust zu achten, deshalb sollte kein Heizkreis länger als 100 m sein. Als konkretes Beispiel für ein gutes System gelten Rohre mit 17 mm Durchmesser und einem Verlegeabstand von 10 cm, am besten schneckenförmig verlegt. Die Kreise müssen hydraulisch abgeglichen werden und sind am besten mit voll geöffneten Ventilen zu betreiben. Nur im Räumen, in denen eine niedrige Temperatur gewünscht wird, sollten die Kreise gedrosselt werden.

Eine solche Auslegung ist ambitioniert und auch teurer als die übliche Auslegung 35 / 27 °C, rechnet sich aber schnell über die Betriebskosten und bringt ein nochmals verbessertes Raumklima. Zudem sind in den Bädern meist zusätzliche Heizflächen, z. B. ein Stück Wandheizung nötig.

Die Verwendung eines Pufferspeichers ist gerade bei Flächenheizungen kontraproduktiv, die Estrichmasse und die korrelierenden Wände bilden den eigentlichen Speicher.

Bei Heizkörpern ist ein hoher Volumenstrom genauso wichtig um mit möglichst niedrigen Vorlauftemperaturen auszukommen. Das setzt natürlich eine entsprechende Verrohrung voraus. Würde der Heizkörper nur im oberen Drittel warm, verschenkt man nicht nur kostbare

Heizfläche, sondern benötigt zu hohe Vorlauftemperaturen. Deshalb sind die Heizkörper mit voll geöffneten Ventilen zu betreiben, die witterungsgeführte Steuerung der Wärmepumpe sorgt für angepasste Vorlauftemperaturen. Nur in Räumen, in denen es etwas kühler sein soll, werden die Ventile zurück gedreht. Der Volumenstrom der Zirkulationspumpe ist so zu regeln, dass sich eine Spreizung von 5 K ergibt.

Gelingt es nicht mit 50 °C Vorlauftemperatur auszukommen oder bleiben einige Räume zu kühl, sind die Heizkörper entweder durch größere oder durch Gebläsekonvektoren zu ersetzen.

Bei Heizkörpern ist ein Pufferspeicher in der Regel sinnvoll und notwendig, damit die Wärmepumpe die erzeugte Wärme auch abgeben kann und nicht auf Hochdruckstörung geht. Der Einsatz von Kombispeichern zur gleichzeitigen Warmwasserbevorzugung verschlechtert dagegen die Arbeitszahl deutlich! Besonders prekär wird die Kombination mit einer Luft / Wasser-Wärmepumpe. Ist die Schichtung im Speicher sowieso schon schwierig, so wird sie hier bei jedem reversiblen Abtauvorgang des Verdampfers, bei dem die Wärmepumpe die Wärme aus dem Speicher benutzt, komplett zerstört. Das führt nach der Abtaugung sofort zu einer Heizanforderung des Warmwasserspeichers, was wiederum zu einer schnellen Vereisung des Verdampfers führt, usw. usf..

Ein hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage ist Pflicht und muss vom Installateur belegt werden!

Wärmemengenzähler

Traue keinem, der Wärme zählt.

Das BAFA schreibt zur Feststellung der Jahresarbeitszahl den Einsatz eines Wärmemengenzählers vor. Es werden aber keine Anforderungen an den Wärmemengenzähler gestellt, je nachdem wie die Auslegung oder Technik gewählt wird, können teils erheblich Abweichungen vorkommen.

- Die richtige Dimensionierung an den Volumenstrom ist wichtig. Fällt der Wärmemengenzähler zu klein oder zu groß aus, arbeitet er nicht in dem für ihn vorgesehen Durchflussbereich und liefert falsche Werte.
- Ein Wärmemengenzähler mit Flügelrad ist relativ ungenau, so können zum Beispiel geringe Durchflussmengen nicht detektiert werden. Der Einsatz eines Wärmemengenzählers mit Ultraschall ist wesentlich genauer. Durch den Widerstand des Flügelrades steigt der Druckabfall und muss über Mehrleistung der Zirkulationspumpe kompensiert werden. Die geht zwar nicht in die Jahresarbeitszahl ein, schlägt aber bei den Stromkosten zu Buche.

Leider sind die Kosten für einen genauen Wärmemengenzähler teils so hoch, dass von der Fördersumme kaum mehr etwas überbleibt. Trotzdem sollte der Wärmemengenzähler sorgfältig ausgewählt und angepasst werden. Bei einer schlechten Jahresarbeitszahl muss auch der Wärmemengenzähler im Ausschussverfahren als mögliche Ursache betrachtet werden. Es besteht auch die Möglichkeit, die Jahresarbeitszahl über Drü-

cke im Kältemittelkreislaufes und über die vom Hersteller mitgeteilten Verdichterkennlinien zu bestimmen.

Klimatische Lage

Der Winter macht die Jahresarbeitszahlen.

Je nach Strenge des Winters fallen nicht nur mehr oder weniger Heizstunden an, die Temperaturen sind entscheidend für die Jahresarbeitszahl. Je kälter, desto größer muss der Temperaturhub ausfallen. Deshalb kommt es für die Jahresarbeitszahl schon vorweg auf die klimatische Lage eines Hauses an. Je milder, desto größer ist die Jahresarbeitszahl.

peraturen aber oft noch tiefer bzw. höher. Gerade beim Einsatz von Wärmepumpen mit Luft als Wärmequelle spielt dieser Unterschied eine Rolle, die Jahresarbeitszahl kann bei entsprechenden Umständen im Allgäu um den Faktor 1 vor dem Komma niedriger liegen als an der Nordseeküste.

Nutzerverhalten

Die Bewohner haben die Jahresarbeitszahlen selbst in der Hand.

Würden Sie in einem Passivhaus die Fenster zum Lüften dauergekippt lassen? Das verbietet schon im Ansatz der gesunde Menschenverstand. Bei einer



Zur Berechnung der Heizlast werden nach der DIN 12831 Normtemperaturen verwendet. Diese reichen in Deutschland, Österreich und der Schweiz von $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ in den höheren Regionen bis zu $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ in milden Lagen. In der Praxis liegen die Tem-

Wärmepumpe sind auch ein paar Dinge zu beachten, die einen Einfluss auf die Jahresarbeitszahl mit sich bringen:

- Die Auslegung der Raumtemperaturen bei der Berechnung von Wärmebedarf und Heiz-

last erfolgt meist nach DIN, also z. B. 20 °C für die Wohnräume. Selbstverständlich kann man mit einer Wärmepumpe die Räume auch auf 26 °C heizen, allerdings sind die Konsequenzen dann höhere Heizkosten und eine schlechtere Jahresarbeitszahl.

- Warmwasserbereitung: Wer viel und ausgiebig badet und das Warmwasser von der Wärmepumpe erwärmt wird, nimmt damit natürlich Einfluss auf die Jahresarbeitszahl. Bei einem hohen Wasserverbrauch ist auch die Jahresarbeitszahl einer WWP höher, die Stillstandsverluste sind relativ kleiner.
- Falsches Lüften oder kontrollierte Wohnraumlüftungen mit zu hohen Luftwechselraten schlagen sich genauso in der Jahresarbeitszahl nieder. Beheizte Räume weisen im Winter oft eine zu trockene Luft auf, Schimmel ist meist ein Zeichen von Baumängeln. Wenn die Luftfeuchte im Haus zu hoch ist, sollte dann gelüftet werden, wenn die Außenluft am trockensten ist, also morgens wenn sie kalt ist. Luftwechselraten von kontrollierten Wohnraumlüftungen sollten auf das notwendige Minimum beschränkt werden. Oft reicht auch der Einsatz von dezentralen Geräten in den Räumen mit hoher Feuchte, etwa dem Bad oder dem Elternschlafzimmer.
- Die Heizungseinstellung, ob Flächenheizung und Heizkörper, ist den Betriebsbedingungen einer Wärmepumpe entsprechend vorzunehmen. Die Raumtemperatur wird dabei nicht über die Heizungsventile vorgenommen, sondern über die Vorlauftemperatur, die die witterungsgeführte

Steuerung der Wärmepumpe automatisch liefert. Dabei sind die Ventile bis auf Räume, in denen eine niedrigere Temperatur gewünscht wird, in voll geöffneten Zustand zu betreiben. Nachtabsenkungen erweisen sich meist als nicht sinnvoll, eine konstante Beheizung auf gleichmäßigem Niveau vermeidet das Wiederaufheizen zu schlechteren Arbeitsbedingungen für die Wärmepumpe.

Wärmebedarf & EnEV

Gerechnet und doch nicht zu erreichen: Der Wärmebedarf.

Die EnEV gibt für den Energieverbrauch eines Hauses lediglich einen Mindeststandard vor. Es gibt aber zum Beispiel von der KfW-Bank über zinsgünstige Kredite und Zuschüsse Anreize, den Dämmstandard zu verbessern um dadurch den Energieverbrauch zu senken. Diese sind von Kriterien abhängig, z. B. die Programme KfW60 oder KfW40, was den zulässigen Verbrauch auf 60 bzw. 40 kWh/qm/a begrenzt, bzw. derzeit die Programme KfW70 und KfW55, wobei der Verbrauch gegenüber dem EnEV-Standard auf maximal 55 bzw. 70 % beschränkt werden muss.

Zum Erreichen der Fördergrenzen wird der Energieverbrauch berechnet und unter Ausnutzung von verschiedenen Einflussfaktoren auf die gewünschte Grenze getrimmt. Dieser berechnete Wert ist nicht mit dem tatsächlichen Verbrauch gleichzusetzen, sondern wie die Jahresarbeitszahl eine Kennzahl!

Je nachdem, in wie weit die Parameter zur Berechnung gedehnt wurden, wird der spätere Verbrauch des Hauses natürlich

höher ausfallen. Zudem wird manchmal die angesetzte Dämmung nicht ausgeführt, sondern durch günstigeres Material ersetzt oder es werden einfach nur Mängel bei der Ausführung gemacht. Die Folge sind ein höherer Verbrauch, oft verbunden mit höheren Systemtemperaturen für die Heizung, die notwendig werden. Und das schlägt dann wiederum auf die Jahresarbeitszahl durch.

Abdruck mit freundlicher Genehmigung von Klima Innovativ e.V. www.jahresarbeitszahlen.info.



Wir sind für Sie da!

A+S: Ihr Partner für Heiz-, Warmwasser- und Hausnebenkostenabrechnungen

- Niederlassungen und Verkaufsbüros – für Gewerbe und Privatkunden auch in Ihrer Nähe
- Erfahrung seit 1976
- Gerne stehen wir Ihnen in einem ausführlichen Beratungsgespräch zur Verfügung: Anruf genügt!

