

Wassererwärmung mit Solarthermie und Wärmepumpen

Während Solarthermieranlagen die ständig einfallende Sonnenstrahlung auf direktem Weg in thermische Energie umwandeln können, müssen Wärmepumpen einen Umweg nehmen und mit einem gewissen Aufwand die Sonnenenergie zunächst der Umwelt entziehen. Doch ob direkte oder indirekte Nutzung – beide Technologien haben auch bei der Brauchwassererwärmung ihren Platz und gewinnen zunehmend an Bedeutung. Sie tragen dazu bei, dass Energieressourcen geschont, schädliche Emissionen reduziert und gefährliche Klimaveränderungen verhindert werden.

1 Einführung

Während der Ölkrise im Jahre 1973 wurde erstmals auch der breiten Öffentlichkeit bewusst, dass fossile Energiequellen nicht unbegrenzt zur Verfügung stehen. Die auf ein bislang nicht gekanntes Niveau steigenden Energiepreise sorgten für einen regelrechten „Ölpreisschock“. Der Staat reagierte mit Fördermitteln, die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Sektor der „Erneuerbaren Energien“ vorantreiben und die Abhängigkeit von Öl und Gas reduzieren sollten. Eine weitere Motivation zur Nutzung regenerativer Energiequellen entstand durch die Mitte der 1980er Jahre einsetzende Diskussion über Umwelt- und Klimaprobleme, die mit der zunehmenden Verbrennung fossiler Energieträger entstehen.

Vor diesem Hintergrund ist anzunehmen, dass regenerative Energiequellen in Zukunft einen großen Anteil an der Energieversorgung von Gebäuden haben werden. Das gilt in erster Linie für die Sonnenenergie, die nach menschlichem Ermessen unerschöpflich ist: Die Sonne könnte jährlich ein Vielfaches des Weltenergiebedarfs decken. Ihre Lebenserwartung liegt bei etwa fünf Milliarden Jahren, weshalb auch eine zeitliche Begrenzung der Sonneneinstrahlung nicht vorstellbar ist.

1.1 Direkte Sonnenenergienutzung

Sonnenenergie lässt sich direkt oder indirekt nutzbar machen. Bei der direkten Nutzung ist zudem noch eine Unterscheidung in eine aktive und eine passive Nutzung zu berücksichtigen. Unter einer direkten aktiven Nutzung versteht man den Einsatz von Systemen, bei denen die Aufnahme, die Verteilung und eventuell die Speicherung der Sonnenenergie mit technischen Mitteln erfolgen. Bei der passiven Nutzung erwärmt die Sonne ein Gebäude ohne technische Apparate, beispielsweise durch entsprechend ausgerichtete Fensterflächen oder sonstige Tageslichtöffnungen. Beispiele für die direkte aktive Nutzung der Sonnenenergie sind Photovoltaik (PV)- und Solarthermieranlagen (Bild 1). PV-Anlagen stehen zurzeit im Mittelpunkt des Interesses,

da sie eine besonders hohe staatliche Förderung genießen. Sie wandeln die Sonnenstrahlung direkt in elektrische Energie um. Davon zu unterscheiden sind Solarthermieranlagen. Sie werden in der Regel dafür eingesetzt, Heizungs- oder Brauchwasser zu erwärmen, transformieren also die eingestrahelte Sonnenenergie in thermische Energie.

1.2 Indirekte Sonnenenergienutzung

Eine indirekte Sonnenenergienutzung basiert auf natürlichen Vorgängen in der Umwelt. So wird die auf die Erde einstrahlende Sonnenenergie von der Erd- und Wasseroberfläche absorbiert, in Wärme umgewandelt und im Erdreich sowie im Wasser gespeichert. Diese thermische Energie lässt sich mit Wärmepumpen nutzbar machen. Auch Windenergie ist nichts anderes als Solarenergie. Sie entsteht dadurch, dass Sonnenstrahlen auf dem Weg zur Erde von der Atmosphäre aufgenommen werden, zu energiereichen Luftströmungen mutieren und auf diesem „Umweg“ indirekt Windenergieanlagen antreiben. Als drittes Beispiel wäre die indirekte Nutzung von Sonnenenergie über Wasserkraftwerke zu nennen.

1.3 Sonnenenergienutzung für die Warmwasserversorgung

Die nutzbare Sonnenenergiemenge ist sowohl von astronomischen als auch meteorologischen Gegebenheiten abhängig und deshalb unterschiedlich groß. Eine Raumheizung wird gerade in der eigentlichen Heizperiode, in den Wintermonaten also, bei niedrig stehender

Sonne, oft trübem Wetter und minimaler Dauer der Tageslichteinstrahlung, von einer Solaranlage nur bedingt profitieren können. Eine Warmwasserversorgung hingegen leidet weniger unter diesen Einschränkungen. Weil ihre Nutzungsperiode sich über das ganze Jahr erstreckt, kann das relativ hohe Strahlungsangebot während des Sommers das Manko des Winters kompensieren. Ähnlich verhält es sich mit der Sonnenenergienutzung für die Schwimmbaderwärmung.

2 Brauchwassererwärmung mit einer Solarthermieranlage

Eine Warmwasserversorgung gehört zu den wesentlichen Bestandteilen einer Gebäudeausstattung. Die Erwärmung des Wassers erfolgte in der Vergangenheit meistens über die vorhandene Öl- oder Erdgasheizungsanlage, über Durchlauferhitzer oder über elektrische Warmwasserspeichergeräte in unterschiedlichen Ausführungen. In jüngster Zeit hat sich das Bild geändert: Unterstützt von Förderprogrammen haben auch Solarthermieranlagen einen festen Platz im technischen Ausbau von Ein- und Mehrfamilienhäusern gefunden.

2.1 Funktion einer Solarthermieranlage für die Warmwasserbereitung

Für kleine und mittlere Anlagen hat sich der Einsatz eines so genannten Zweikreisystems als besonders vorteilhaft erwiesen. Es besteht aus dem Solarkreislauf, der über ein Rohrleitungssystem und einen Wärmetauscher mit einem Warmwasserspeicher verbunden ist. Der zweite Kreislauf ist ebenfalls am Warmwasserspeicher angeschlossen und versorgt den Verbraucher mit warmem Wasser. Die Funktion einer solchen Standard-Solarthermieranlage ist wie der Aufbau recht übersichtlich und auch einfach zu verstehen: Auf dem Hausdach installierte Sonnenkollektoren „kollektieren“ das auftreffende Sonnenlicht, sammeln es also ein. Ihre transparenten Abdeckungen, meistens aus Glas bestehend, lassen dabei das kurzwellige Sonnenlicht passieren, verhindern aber weitgehend die Reflexion der innerhalb des Kollektors entstehenden langwelligeren Wärmestrahlung. Dieses Phänomen ist als Treibhauseffekt wohl den

1 Solarthermieranlage mit Hochleistungsflachkollektoren

Quelle: Stiebel Eltron



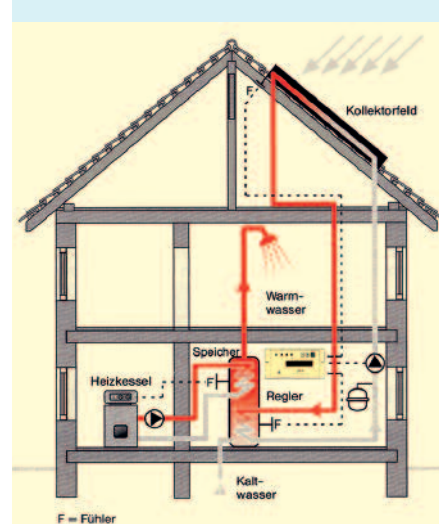
meisten bekannt. Der Absorber, das Herzstück eines Kollektors, absorbiert die Sonnenstrahlung und wandelt sie in Wärme um. Im nächsten Schritt nimmt ein Wärmeträgermedium, das im Solarkreislauf und somit auch durch den Absorber zirkuliert, die gewonnene thermische Energie auf, transportiert sie zum Solarspeicher und überträgt sie dort über einen Wärmetauscher an das Brauchwasser. Bedingt durch seine Erwärmung steigt das Wasser im Speicher nach oben und steht dann dort dem Verbraucher als warmes Brauchwasser zur Verfügung. Das abgekühlte Trägermedium fließt zum Kollektor zurück und kann erneut thermische Energie aufnehmen. Um zu einem wirtschaftlich sinnvollen und sicheren Betrieb zu kommen, braucht eine Solarthermieanlage eine automatische Regelung, die auf wichtige Betriebszustände reagiert. So soll die Solarkreispumpe, die den Wärmetransport besorgt, nur dann in Betrieb gehen, wenn die Temperatur am Absorber um 5 bis 8 °C höher ist als die Temperatur im Einspeisebereich des Solarspeichers. Ein weiterer Punkt ist die Regelung der Brauchwassertemperatur. Wenn sie den vom Betreiber oder Verbraucher eingestellten Wert, beispielsweise 45 °C, unterschreitet, muss kurzfristig weitere Energie zugeführt werden. Für diesen Zweck besitzt der Speicher einen zweiten Wär-

metauscher, über den eine Nachheizung durch die vorhandene Heizungsanlage oder eine andere externe Heizquelle möglich ist (Bild 2). Die automatische Regelung für eine Solarthermieanlage hat nicht zuletzt auch eine Sicherheitsfunktion: Die Temperatur des Brauchwassers im Solarspeicher lässt sich über einen thermostatischen Dreiwegemischer auf eine einstellbare Maximaltemperatur begrenzen. Damit wird die Gefahr einer Verbrühung durch zu heißes Wasser ausgeschlossen.

2.2 Komponenten einer Solarthermieanlage

Zu den wichtigsten Bauteilen einer Standard-Solarthermieanlage für die Brauchwasserwärmung gehören die Sonnenkollektoren, der Solarkreislauf, der Brauchwasserspeicher, die Regelung und diverse Armaturen.

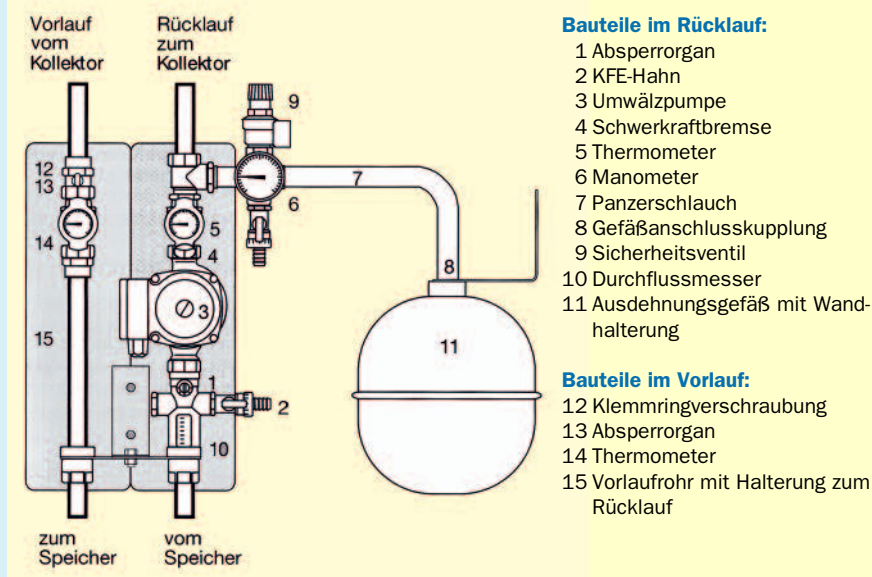
Flachkollektoren. In Solarthermieanlagen für Brauchwasserwärmung kommen in erster Linie Flachkollektoren zum Einsatz. Die gängigsten Ausführungen sind 2 m² groß und wiegen dabei rund 40 kg. In der Regel sind aber auch andere Größen lieferbar. Hauptbestandteil eines Flachkollektors ist ein aus Kupfer oder Aluminium gefertigter Absorber, der in einem wärmeisolierten Gehäuse aus Metall



② Standard-Solarthermieanlage

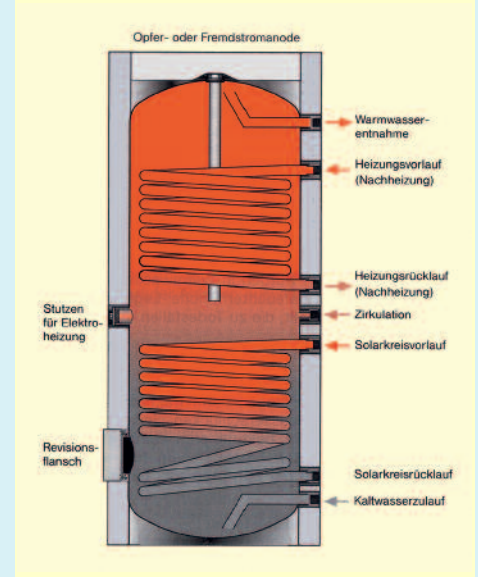
Quelle: RWE-Bauhandbuch

oder Kunststoff eingebettet ist. Für einen guten Wirkungsgrad eines Kollektors ist es wichtig, die auftretenden Konvektions- und Wärmeleitungsverluste so niedrig wie möglich zu halten. Erreicht wird dieses Ziel in der Regel durch zwei Maßnahmen: Der Absorber erhält eine selektive Beschichtung, die einerseits die Sonnenstrahlung sehr gut absorbiert und andererseits die Wärmeabstrahlung minimiert. Eine ähnliche Funktion hat die Solar-



③ Vormontierte Solarstation

Quellen: RWE-Bauhandbuch



④ Standard-Solarspeicher

glasabdeckung des Kollektors: Sie lässt das kurzwellige Sonnenlicht passieren, verhindert aber gleichzeitig die Reflexion der langwelligen Wärmestrahlung des Absorbers. Mit diesen beiden Maßnahmen lässt sich eine fast vollständige Umwandlung der Sonnenstrahlung in Wärmeenergie erreichen. Einen noch besseren Wirkungsgrad zeigen Vakuum-Flachkollektoren, bei denen die Luft zwischen dem Absorber und dem Außenmantel des Kollektorgehäuses evakuiert und auf diese Weise eine zusätzliche Wärmedämmung durch Unterdruck erzeugt wird.

Der Wirkungsgrad eines Kollektors ist das Verhältnis von nutzbarer Wärmeleistung Q_N [W/m²] zu eingestrahelter Sonnenenergie E_0 [W/m²]:

$$\eta = Q_N / E_0$$

Genau betrachtet ist der Wirkungsgrad also abhängig von den optischen und thermischen Verlusten, die an einer Solaranlage auftreten und deren Höhe zu einem großen Teil von der Bauart des Kollektors abhängt. Die optischen Verluste (Intensitätsverluste) beschreiben den Anteil der Sonnenstrahlung, der durch den

Absorber nicht aufgenommen werden kann. Sie sind abhängig von der Durchlässigkeit der Glasabdeckung (Transmissionsgrad τ) und von der Absorptionsfähigkeit der Absorberfläche (Absorptionsgrad α). Sie werden durch den optischen Wirkungsgrad η_0 beschrieben:

$$\eta_0 = \tau \cdot \alpha$$

Die thermischen Verluste sind von der Temperaturdifferenz zwischen Absorber und Außenluft und von der Konstruktion des Kollektors abhängig. Der Einfluss der Konstruktion wird durch den Wärmeverlustkoeffizienten k (kurz: k -Wert) in W/(m²K) beschrieben.

Damit lässt sich die Kennliniengleichung eines Kollektors folgendermaßen darstellen:

$$\eta = \eta_0 - k \cdot \Delta T / E_0$$

Mit zunehmender Temperaturdifferenz ΔT zwischen Absorber und Außenluft erhöhen sich die Wärmeverluste, sodass der Wirkungsgrad sinkt.

Wird keine Nutzleistung entzogen, so steigt die Absorbertemperatur auf die so genannte Stagnationstemperatur, bei der die gesamte absorbierte Strahlung in Form von Verlustwärme wieder an die Umgebung abgegeben wird.

Solarkreis. Die im Kollektor erzeugte thermische Energie wird von einer Wärmeträgerflüssigkeit aufgenommen. Dieses Trägermedium, in der Regel ein Gemisch aus Wasser und ökologisch unbedenklichem Frostschutzmittel, fließt vom Absorber – angetrieben durch eine Umwälzpumpe – zum Solarspeicher, gibt dort die thermische Energie über einen Wärmetauscher an das Brauchwasser ab und gelangt dann über die Rücklaufleitung wieder zum Kollektor. Zu einem solchen Solarkreislauf gehören neben dem Rohrsystem und der Umwälzpumpe weitere Komponenten wie Armaturen, Ventile, Anzeige- und Messgeräte sowie ein Ausdehnungsgefäß. Sie werden üblicherweise zu einer so genannten Solarstation vormontiert. Das hilft, Installationszeiten zu verrin-

gern und Montagefehler weitgehend zu vermeiden (Bild ③).

Wärmeträgermedium. An das Wärmeträgermedium, das im Solarkreislauf zirkuliert, werden bestimmten Anforderungen gestellt: Es muss ökologisch unbedenklich einsetzbar sein und eine hohe spezifische Wärmekapazität sowie gute Fließ- und Strömungseigenschaften (niedrige Viskosität) besitzen. Es darf keine Korrosion begünstigen und im Betriebstemperaturbereich weder brennen noch gefrieren noch siedeln. Wasser erfüllt diese Anforderungen sehr gut, bis auf eine Ausnahme: Bei Temperaturen unter 0 °C beginnt es bekanntlich zu gefrieren und muss deshalb unbedingt mithilfe eines Frostschutzmittels gefriersicher gemacht werden, zumindest in hiesigen Breitengraden. Das führt allerdings zu einem weiteren Problem: Mischungen aus Wasser und Frostschutzmittel wirken korrosiver als reines Wasser. Abhilfe schafft hier die Zugabe eines Korrosionsschutzmittels.

Standardsolarspeicher. Eine Solarthermieanlage benötigt auf jeden Fall eine Möglichkeit, die erzeugte thermische Energie zu speichern, da das Solarangebot der Sonne selten mit den Zeiten des Wärmebedarfs übereinstimmt. Viele Hersteller haben spezielle Solarspeicher im Programm, die sich durch eine Reihe von Konstruktionsmerkmalen von herkömmlichen Speicherbehältern, wie beispielsweise Pufferspeichern für konventionelle Heizungsanlagen, eindeutig unterscheiden (Bild ④): Ihre schlanke Bauform begünstigt die notwendige Temperaturschichtung. Sie besitzen im unteren Bereich für den Anschluss des Solarkreises einen Wärmetauscher, der bis zum Speicherboden heruntergeführt ist. Im oberen Drittel ist ein weiterer Tauscher eingebaut, über den mithilfe einer externen Wärmequelle zusätzliche Energie zugeführt werden kann, für den Fall, dass die Solarenergie nicht reicht. Auf der Höhe sowohl des Solar- als auch des

Nachheizwärmetauschers sind Fühler zur Messung der Speicherwassertemperatur eingebaut. Der Kaltwasserzulauf ist so gestaltet, dass das kalte Wasser vorrangig in Richtung Speicherboden einströmt und so eine übermäßige Durchmischung nach oben hin vermeidet.

Ein Solarspeicher für einen Drei- oder Vier-Personen-Haushalt dürfte mit einem Fassungsvermögen von 300 bis 400 Litern ausreichend dimensioniert sein. Viele Hersteller bieten natürlich auch größere Behälter an, die dann häufig als so genannte Schichtenspeicher ausgeführt sind und mit besonderen Speicherladesystemen arbeiten. Ziel ist es dabei, möglichst schnell heißes Wasser nutzen zu können, ohne dass erst der ganze Speicherinhalt aufgeheizt werden muss.

Automatische Regelung. Für die Regelung einer Solarthermieanlage kommen zunehmend Regler auf den Markt, die verschiedene Systemschaltungen beherrschen und darüber hinaus mit zusätzlichen Funktionen wie Wärmemengenmessung, Messwertspeicherung oder Fehlerdiagnosefunktionen ausgestattet sind. In den meisten Fällen aber wird für eine zufrieden stellende Funktion einer Solarthermieanlage der Einsatz einer einfachen elektronischen Temperaturdifferenzregelung genügen. Sie arbeitet mit zwei Fühlern, von denen der eine die Istwerte der Temperatur innerhalb des Sonnenkollektors und der andere die Temperatur im unteren Bereich des Solarspeichers misst. Überschreitet die Temperaturdifferenz zwischen Kollektor und Speicher einen voreingestellten Wert, geht die Umwälzpumpe des Solarkreises in Betrieb. Die Höhe der einzustellenden Temperaturdifferenz ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Standardeinstellungen bewegen sich zwischen 5 und 8 °C. Prinzipiell gilt: Die Temperaturdifferenz sollte um so größer sein, je länger die Rohrleitung vom Kollektor zum Speicher ist. Die Regelung kann außerdem die gesamte Anlage bei Erreichen der Speichermaximaltemperatur (etwa 60 °C) abschalten.

Nacherwärmungssysteme. Bei Solarthermieanlagen wird es immer wieder dazu kommen, dass die Speicherwassertemperatur infolge fehlender Sonneneinstrahlung unter einen voreingestellten Minimalwert absinkt. Ein Temperaturfühler im Solarspeicher meldet diesen Mangel an die Regelung, die dann einen zusätzlichen Wärmeerzeuger in Betrieb setzt. Dabei gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Die wohl am häufigsten eingesetzte Lösung ist die Nachheizung über einen internen Wärmetauscher im Brauchwasserspeicher, der über die vorhandene Heizungsanlage mit Energie versorgt wird. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die zusätzlich erforderliche Wärmemenge über einen in den Speicher eingebauten, thermostatisch geregelten Elektroheizstab zuzuführen. Das ist besonders von Vorteil, wenn verbilligter Strom in Niedriglastzeiten genutzt werden kann. Bei der dritten Möglichkeit erfolgt die Nacherwärmung außerhalb des Solarspeichers. Zum Einsatz kommt hierbei entweder ein elektronischer Durchlauferhitzer, der speziell für die solare Nacherwärmung geeignet ist, oder ein geschlossener Warmwasserspeicher. Es wird dann nur die tatsächlich benötigte Wassermenge nacherwärmt. Durch eine dezentrale Platzierung der Geräte nahe der Zapfstellen lassen sich Leitungsverluste gering halten.

3 Wassererwärmung mit Wärmepumpen

Wie bereits dargelegt, basiert die Brauchwassererwärmung mithilfe von Solarthermieanlagen auf einer direkten Nutzung eingestrahelter Sonnenenergie. Für die Nutzung von Sonnenenergie, die im Erdreich, im Wasser oder in der Umgebungsluft gespeichert ist – für die indirekte Nutzung also – ist eine andere Technik erforderlich. Hier gewinnen zunehmend Wärmepumpen an Bedeutung. Für die Brauchwassererwärmung haben sich in der Vergangenheit Anlagentechniken durchgesetzt, die Luft aus der unmittelbaren Umgebung, warmes Wasser aus dem Heizungsrücklauf oder auch Abluft aus Lüftungsanlagen als Wärme-

quelle verwenden. Diese Brauchwasser-Wärmepumpen können wie Solarthermieranlagen die Betriebskosten für die Warmwassererwärmung drastisch senken.

3.1 Funktionsweise, Typen und Kennziffern

Grundsätzliche Funktionsweise. Die Funktion einer Wärmepumpe entspricht der eines Kühlaggregats. Doch während ein Kühlaggregat einen Raum kühlt, ihm also Wärme entzieht und diese über eine großflächige Lamellenkonstruktion ungenutzt an die Umwelt abgibt, arbeitet eine Wärmepumpe mit umgekehrtem Nutzen: Sie kühlt die Umwelt (Erdreich, Grundwasser, Umgebungsluft) ab, lässt die dabei gewonnene Wärme aber nicht ungenutzt, sondern überträgt sie beispielsweise an eine Heizungs- oder Brauchwassererwärmungsanlage. Eine Wärmepumpe besteht, wie eine Kältemaschine auch, im Wesentlichen aus dem Verdichter (Kompressor) mit Antriebsmotor, dem Verdampfer, dem Verflüssiger (Kondensator) und dem Drosselorgan (Expansionsventil). Diese Bauteile sind über Rohrleitungen zu einem geschlossenen System verbunden, das mit einem Arbeitsmedium (Kältemittel) gefüllt wird.

Wärmepumpentypen. Als Wärmequellen für Wärmepumpen stehen das Erdreich, Grundwasser und die Umgebungsluft zur Verfügung. Für die Auswahl einer Wärmequelle sind wichtige Kriterien wie ausreichende Verfügbarkeit, möglichst hohe Speicherkapazität, möglichst hohes Temperaturniveau und möglichst kostengünstige Erschließung zu berücksichtigen. Je nach Wärmequelle und Heizmedium sind die Wärmepumpentypen nach **Tafel 1** zu unterscheiden.

Wichtige Kennziffern. Für die Wärmepumpe gibt es wichtige Kennziffern, die eine schnelle Beurteilung ihres Leistungsvermögens und ihrer Wirtschaftlichkeit erlauben. Neben dem **Nutzungsgrad**, der das Verhältnis von Nutzenergie (Heizwärme) zu aufgenommener Energie ausdrückt, sind in erster Linie die **Arbeitszahl** und die **Leistungszahl** von Bedeutung.

Tafel 1 Wärmepumpentypen

Wärmequelle	Heizmedium Wasser	Heizmedium Luft
Erdreich (Solekreislauf)	Sole/Wasser-Wärmepumpe	Sole/Luft-Wärmepumpe
Wasser	Wasser/Wasser-Wärmepumpe	Wasser/Luft-Wärmepumpe
Luft	Luft/Wasser-Wärmepumpe	Luft/Luft-Wärmepumpe

Die **Arbeitszahl β** (englisch *spf*, für *seasonal performance factor*) gibt an, wie viel Wärmeenergie durch die eingesetzte elektrische Energie gewonnen wird. Sie ist der Quotient aus der von der Wärmepumpenanlage abgegebenen Wärmemenge und der vom Verdichter aufgenommenen elektrischen Antriebsarbeit. Wird die Arbeitszahl über den Zeitraum eines Jahres betrachtet, so spricht man von einer Jahresarbeitszahl.

Die **Leistungszahl ϵ** (englisch *cop*, für *coefficient of performance*) gibt das momentane Verhältnis der vom Verflüssiger abgegebenen Wärmeleistung zur vom Verdichter aufgenommenen elektrischen Leistung an. Man spricht von einem momentanen Verhältnis deshalb, weil sich die Leistungszahl auf den Zeitpunkt der Messung bezieht. Zu einem späteren Zeitpunkt können sich die nach DIN EN 255 definierten Bedingungen geändert haben. Eine Leistungszahl 4 bedeutet, dass das Vierfache der eingesetzten elektrischen Leistung in nutzbare Wärmeleistung umgewandelt wird. Daraus folgt: je höher die Leistungszahl, desto wirtschaftlicher die Wärmepumpenanlage.

Wärmequelle Umgebungsluft. Brauchwasserwärmepumpen, die Umgebungsluft als Wärmequelle nutzen, haben in Deutschland mittlerweile eine hohe Marktbedeutung erlangt. Solche Luft/Wasser-Wärmepumpen entziehen die benötigte thermische Energie der Luft eines Kellerraums beispielsweise, die möglicherweise zu großen Teilen mit der Abwärme der Heizungsanlage, einer Waschmaschine und eines Wäschetrockners angereichert ist. Aber auch die „normale Temperatur“ eines Kellerraums oder eines anderen Aufstellorts innerhalb des Hauses würde genügend Wärme enthalten, um dort eine Brauchwasserwärmepumpe betreiben zu können. Der Betrieb einer Brauchwasserwärmepumpe führt zu einer geringen Absenkung der Raumtemperatur, was häufig als Nebeneffekt sehr willkommen ist.

Viele Hersteller bieten Kompaktgeräte mit einem Warmwasserspeicher von 300 Litern Fassungsvermögen an. Bei dieser Ausführung ist das Wärmepumpenaggregat in der Regel mit allen Bauteilen wie Verdichter, Verdampfer, Expansionsventil und Ventilator oberhalb des Speichers installiert. Der Verflüssiger, durch den das Wasser aufgeheizt wird, befindet sich im Innern des Speichers. Um auch bei extrem hohem Verbrauch schnell wieder genügend Warmwasser zur Verfügung stellen zu können, ist in den meisten Fällen im Speicher ein zusätzlicher Elektroheizstab mit einer Heizleistung von 1 bis 2 kW eingebaut.

Eine Kompakt-Brauchwasserwärmepumpe sollte immer in der Nähe des Verbrauchschwerpunkts aufgestellt werden, um lange

Rohrleitungswege und unnötige Wärmeverluste zu vermeiden. Das gilt im Übrigen für Warmwasserversorgungen generell. Weiterhin ist daran zu denken, dass bei Luft/Wasser-Wärmepumpen dieser Größenordnung, bedingt durch die Abkühlung der Luft und abhängig von der Luftfeuchtigkeit, mehrere Liter Kondenswasser pro Tag entstehen können, für die eine Abflussmöglichkeit vorhanden sein muss.

Wärmequelle Heizungsrücklauf. Einige Hersteller bieten in jüngster Zeit Wasser/Wasser-Wärmepumpen kleiner Leistung zur Warmwasserbereitung an, die als Wärmequelle den Rücklauf einer Wärmepumpen-Heizungsanlage nutzen. Der Vorteil dieser Konzeption ist die Nutzung von relativ warmem Heizungswasser. Die im Vergleich zu anderen Arbeitsweisen geringe Differenz zwischen der Wassertemperatur auf der Verdampferseite (ca. 30 °C während der Heizperiode) und der auf der Verflüssiger- bzw. auf der Wasserentnahmeseite (um 50 °C) führt zu einer sehr guten Leistungszahl der Wärmepumpe. Ihre energetische Effizienz ist also sehr hoch. In der heizungsfreien Zeit des Jahres wird während der Betriebszeiten der Heizungskreislauf mit vermindertem Durchfluss umgewälzt, das System entzieht dann die notwendige Wärme indirekt dem gesamten Baukörper. Die Geräte sind sehr kompakt und können mit dem Warmwasserspeicher unabhängig von der Heizzentrale am Schwerpunkt des Warmwasserbedarfs untergebracht werden.

Wärmequelle Abluft. Derzeit gewinnen Brauchwasserwärmepumpen an Bedeutung, die in Lüftungsanlagen integriert sind. Sie entziehen der Abluft, bevor sie als Fortluft das Haus verlässt, einen großen Teil der noch enthaltenen Wärme. Bei Anlagen ohne Einrichtungen zur Wärmerückgewinnung stellen sie eine energetisch sehr sinnvolle Ergänzung dar. In Anlagen mit Bauteilen zur Wärmerückgewinnung werden sie hinter dem Plattenwärmetauscher eingesetzt und gewinnen die dort in der Fortluft noch vorhandene restliche Energie, die ansonsten ungenutzt in der Außenluft verschwinden würde. Einige Hersteller bieten für die Haustechnik Kompaktaggregate an, bei denen die kleine Lüftungswärmepumpe zusammen mit dem Lüftungszentralgerät und dem Warmwasserspeicher in einem gemeinsamen Gehäuse integriert ist. Wärmepumpen zur Nutzung thermischer Energie aus Lüftungsanlagen erreichen eine gute Leistungszahl, da sie gleichmäßig mit einer hohen Wärmequellentemperatur von etwa 20 °C arbeiten. Sie werden so dimensioniert, dass ihre Leistung dazu ausreicht, ganzjährig den Warmwasserbedarf sicherzustellen. ■