

Wärmepumpe

Vorfahrt für den Hoffnungsträger

Im Neubau sind Elektro-Wärmepumpen schon länger auf der Überholspur. Die Folgen der Energiekrise und politische Weichenstellungen geben ihnen nun auch einen Freifahrtschein für Altbauten. Doch eignen sie sich wirklich für alle Arten von Wohngebäuden? Und wie wirtschaftlich arbeiten sie unter realen Bedingungen?

Klimaneutral bis spätestens 2045. Und möglichst sofort weg vom Gas. Um beides zu erreichen, werden Elektro-Wärmepumpen künftig die zentrale Rolle im deutschen Wärmemarkt spielen. Bis 2030 sollen sechs Millionen Geräte installiert sein; derzeit sind es etwa 1,2 Millionen. Um die langjährige Vorliebe der deutschen Hausbesitzer für die Gasheizung aufzubrechen, soll ab 2024 in der Regel jede neu eingebaute Heizung über einen erneuerbaren Wärmeanteil von mindestens 65 Prozent verfügen. Zudem gibt es seit Mitte August 2022 für fossile Heiztechniken keine öffentliche Förderung mehr. Die Absatzzahlen sprechen für einen Erfolg der politischen Bemühungen: Schon seit Jahresbeginn 2022 gibt es einen Ansturm auf Heizwärmepumpen. Aufgrund begrenzter Produktionskapazitäten und Bauteilmangels müssen Hausbesitzer inzwischen mit langen Wartezeiten rechnen. Zudem sind die Preise deutlich gestiegen.

Erneuerbare Energie?

Schon heute wird die Wärmepumpe von der Politik als „erneuerbar“ ein-

gestuft, weil sie Umweltenergie wie Außenluft, Erdwärme oder Grundwasser nutzt. Um jedoch ein Gebäude mit Heizwärme und Warmwasser versorgen zu können, „pumpt“ das Aggregat die eingesammelte Umweltenergie auf ein höheres Temperaturniveau. Ermöglicht wird das vor allem mittels eines ausgeklügelten Kältemittelkreislaufs und einem Verdichter. Für diesen Prozess wird Antriebsstrom benötigt, der normalerweise aus dem öffentlichen Netz stammt.

Doch der Anteil von erneuerbaren Energien am deutschen Netzstrommix betrug im ersten Halbjahr 2022 erst knapp 52 Prozent. Wird eine Wärmepumpe mit diesem Mix versorgt, ist der Status „erneuerbar“ getrübt – umso mehr, wenn Kohlekraftwerke zur Stromerzeugung reaktiviert werden. Bei der Wärmeerzeugung vor Ort werden dann tatsächlich keine Treibhausgasemissionen mehr verursacht. Und wenn – zumindest teilweise – Strom aus einer hauseigenen Photovoltaikanlage die Wärmepumpe speist, verbessert sich die Ökobilanz.

Attraktiv für den Nutzer

Was macht den Wärmepumpeneinsatz attraktiv? Zum einen lassen sich die Vorschriften des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) leicht erfüllen. Beim Heizungstausch ist im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) ein Zuschuss von bis zu 40 Prozent für die gesamte Wärmepumpen-Modernisierung möglich. Die jährlich steigende CO₂-Abgabe auf fossile Brennstoffe fällt nicht an. Außerdem benötigt eine Wärmepumpenheizung weder Brennstofflager, Gasanschluss noch Schornstein – der Schornsteinfegerbesuch gehört damit der Vergangenheit an.

Niemand weiß derzeit, wohin sich die Energiepreise künftig bewegen werden. Vom Gasmarkt haben sich Wärmepumpenbetreiber abgekoppelt – vom Strommarkt dagegen nicht. Wer eine Photovoltaikanlage auf dem eigenen Dach besitzt, macht sein Wärmepumpen-Heizsystem unabhängiger von der Netzstromversorgung und von eventuell weiter steigenden Stromkosten. In Kom-

WEB-LINKS

www.waermepumpe.de

www.wp-monitoring.ise.fraunhofer.de

[www.co2online > Modernisieren und Bauen > Wärmepumpe](#)



Bilder: Remko

Dieser Altbau aus den 1950er-Jahren mit 120 Quadratmeter Wohnfläche wurde mit neuen Fenstern, guter Dämmung und Fußbodenheizung modernisiert – beste Voraussetzungen für den Einsatz einer Wärmepumpe. Die Remko-Anlage „LWM 150“ steht als Monobloc-Gerät in einer Nische zwischen Wohnhaus und Carport. Die große PV-Anlage soll nicht nur den Strom für ihren Betrieb liefern, sondern auch fürs E-Mobil. Im Keller steht neben der Regelung auch ein Pufferspeicher. Für die Warmwasserbereitung muss die Wärmepumpe zeitweise 65 Grad bereitstellen, für die Heizung reichen 35 Grad.

bination mit einem Heimspeicher und einer Notstromfunktion lassen sich auch kürzere Netzstromausfälle überbrücken. Haushalte, die zusätzlich oder alternativ zur eigenen Solarstromanlage einen „echten“ Ökostromtarif abschließen, heizen mit ihrer Wärmepumpe heute schon komplett klimaneutral.

Luft-Wärmepumpen sind am beliebtesten

Welche Arten von Heizwärmepumpen kommen in der Praxis am häufigsten zum Einsatz? Aufschluss darüber geben die vom Bundesverband Wärmepumpe veröffentlichten Absatzzahlen: Von den insgesamt 154.000 im Jahr 2021 verkauften Anlagen waren 82 Prozent Modelle, welche die Umgebungsluft als Wärmequelle nutzen (= Luft-Wasser-Wärmepumpen). Die restlichen 18 Prozent entfielen auf erdgekoppelte Wärmepumpensysteme (= Sole-Wasser-Wärmepumpen). Vernachlässigbar klein ist die Zahl der Grundwasser-Wärmepumpen, weil sich diese im Eigenheimbereich aufgrund der sehr speziellen technischen und rechtlichen Anforderungen nur sehr selten realisieren lassen.

Von der Statistik nicht erfasst werden übrigens Luft-Luft-Wärmepumpen: Diese sind Bestandteil von Luftheizsystemen in Niedrigstenergiehäusern oder kommen als sogenannte Raumklimageräte zum Kühlen, aber auch zum Beheizen einzelner Räume im Neu- und Altbau zum Einsatz (siehe dazu S. 204). Die klassischen Heizwärmepumpen werden mit einem wasserführenden Heizkörper- oder Flächenheizsystem kombiniert.

Warum sind Luft-Wasser-Wärmepumpen im Neubau und in der Modernisierung so beliebt? Hauptgrund sind sicherlich die um mehrere tausend Euro niedrigeren Investitionskosten im Vergleich zu den erdgekoppelten Systemen. Die Erschließung der Wärmequelle Luft ist unkompliziert und genehmigungsfrei.

Dinnen und draußen

Luft-Wasser-Wärmepumpen lassen sich flexibel platzieren. Bei der In-

nenaufstellung steht das komplette Aggregat im Gebäude: im Keller, im Hauswirtschaftsraum oder auf dem Dachboden. Vorteilhaft sind hierbei vor allem die Frostfreiheit und die kurzen Leitungswege. Zudem gibt es kein Geräuschbelästigungsrisiko der Nachbarn. Allerdings sind größere Wanddurchbrüche für die Außen- und Abluftführung notwendig. Eine gute Körperschalldämmung ist ebenfalls wichtig.

Wo Raum knapp ist, kann man Luft-Wasser-Wärmepumpen platzsparend im Freien aufstellen: komplett als Monoblock- oder alternativ als Split-Variante, die aus einer Innen- und Außeneinheit besteht. In beiden Fällen sind lediglich kleine Wanddurchführungen erforderlich. Bei der Außenaufstellung gilt es bei der Produkt- und Standortwahl penibel darauf zu achten, dass weder die Bewohner und vor allem nicht die Nachbarn durch die technologisch bedingten Luftschallemissionen gestört werden – sonst ist gerade bei engen Bebauungen der Rechtsstreit vorprogrammiert.

Mindestens einzuhalten sind die zulässigen Schallemissionsgrenzwerte der „Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm“ (TA-Lärm). Tipp: Bei empfindlichen Nachbarn können zusätzliche Maßnahmen ratsam sein, wie zum Beispiel ein guter Sichtschutz, eine geräuschreduzierende „Nachtschaltung“ sowie spezielle, auch nachrüstbare Schallschutzhauben.

Erdwärme nutzbar machen

Hauptgrund für die höheren Kosten der erdgekoppelten Systeme ist die aufwendigere Technik zur Erschließung der Wärmequelle. Um Erdwärme für die sogenannten Sole-Wasser-Wärmepumpen nutzbar zu machen, sind zwei verschiedene Wärmequellen-Technologien einsetzbar: vertikale Erdwärmesonden oder horizontale Erdwärmekollektoren. In beiden Fällen wird die übertragene Erdwärme mittels eines Sole-Wasser-Gemisches, das innerhalb von Kunststoffrohren zirkuliert, an die im Inneren des Gebäudes aufgestellte Wärmepumpe übertragen. Am oberen Ende der Preisskala liegen



Bild: Nibe

Beim Aufstellort der Luft-Wärmepumpe ist darauf zu achten, dass weder die Nachbarn noch die Bewohner selbst unter den unvermeidlichen Geräuschen leiden.



Bild: Wolf

Auch Mehrfamilienhäuser lassen sich mit Wärmepumpen beheizen. Diese sind entweder leistungsstärker oder es werden mehrere Einheiten in einer sogenannten Kaskade zusammengeschaltet.



Bild: Stiebel Eltron

Hier eine innen aufgestellte Wärmepumpe. Sie erfordert größere Wanddurchbrüche, reduziert dagegen die Schallemission.



Sole-Wasser-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden, die wenig Grundstücksplatz benötigen, weil sie in ein senkrechtes, bis zu 100 Meter tiefes Bohrloch eingebracht werden. Bohrtiefe sowie Anzahl der Sonden hängen im Wesentlichen vom Wärmebedarf und von der Art des Untergrunds ab. Aus Sicherheitsgründen, zum Beispiel wegen möglicher Bewegungen im Erdboden, ist die sogenannte oberflächennahe Geothermienutzung nicht überall in Deutschland erlaubt. Erdsondenbohrungen müssen von der Unteren Wasserbehörde genehmigt werden. Wichtig: Hausbesitzer sollten nur ein erfahrenes und ausreichend versichertes Bohrunternehmen beauftragen. Es ist ratsam, den Fachhandwerker oder Wärmepumpenhersteller nach Empfehlungen zu fragen.

Als genehmigungsfreie und auch preislich günstigere Alternative bietet sich der Einsatz von Erdwärmekollektoren an: Hierbei wird ein waagerechtes Rohrsystem unterhalb der Frostgrenze in einer Tiefe von rund 1,5 Metern verlegt. Allerdings setzt diese Art der Wärmequellen-Erschließung ein geeignetes und ausreichend großes Grundstück voraus. Die benötigte Kollektorfläche hängt neben dem Heizwärmebedarf des Gebäudes vor allem von der Regenwasserdurchlässigkeit des Bodens ab. In der Regel liegt sie beim Ein- einhalbfachen der zu beheizenden Fläche. Der Bereich über dem Kollektor darf nicht versiegelt, asphaltiert oder bebaut werden.

Weniger Platz beanspruchen Systeme mit speziellen Erdwärmekörpern oder Grabenkollektoren, weil diese leistungstärker konstruiert sind.

Das passende System

Der größte Nachteil von Luft-Wasser-Wärmepumpen ist, dass die Außentemperaturen im Tages- und Jahresverlauf stark schwanken und gerade während der leistungshungrigen Heizperiode relativ niedrig sind. Günstigere und ganzjährig relativ konstante Temperaturen herrschen dagegen im Erdreich. Deshalb weisen die erdgekoppelten Sole-Wasser-Modelle prinzipiell eine höhere Energieeffizienz auf und sorgen im Nor-

malfall für geringere Energiekosten. Dies relativiert dann auch den Unterschied bei den Investitionskosten. Egal ob Luft- oder Erdwärmepumpe: generell günstig für eine hohe Effizienz sind ein hoher energetischer Gebäudestandard kombiniert mit einem Flächenheizsystem mit Vorlauftemperaturen von maximal 35 Grad. Als Faustformel gilt: Sinkt die Vorlauftemperatur (bzw. der „Temperaturhub“) um ein Grad, verbessert sich die Leistungszahl der Wärmepumpe um 2,5 Prozent. Deshalb sollte in Verbindung mit Heizkörpern im Altbau die Vorlauftemperatur möglichst bei maximal 50 bis 55 Grad liegen (bezogen auf den normierten Auslegungsfall bei niedrigster Außentemperatur am Gebäudestandort).

Um dies zu erreichen, müssen bei einer Sanierung eventuell einzelne oder alle Heizkörper gegen größere, leistungstärkere Modelle ausgetauscht oder durch spezielle Wärmepumpenheizkörper mit integriertem Gebläse ersetzt werden. Außerdem kann es sinnvoll sein, im ersten Schritt den Heizenergiebedarf des Gebäudes zu reduzieren – durch Wärmedämmmaßnahmen und/oder neue Fenster.

Die gute Planung

Sehr wichtig ist eine professionelle Beratung und Planung durch einen

Abkühlung bei Hitze

An heißen Tagen lassen sich mit manchen Wärmepumpen die Raumtemperaturen um einige Grad absenken. Möglich wird das aktive Kühlen mit einer reversibel arbeitenden Luft-Wasser-Wärmepumpe, bei der sich der Kältekreislauf in die Gegenrichtung umschalten lässt. Dann strömt nicht warmes, sondern kühles Wasser durch die Rohrschlangen der Flächenheizung. Eine Erdreich-Wärmepumpe ermöglicht alternativ noch die passive Betriebsweise („natural cooling“). Das ist stromsparender, weil nur die Solepumpe aktiv sein muss, um das kühle Erdreich zum Abkühlen zu nutzen. Kosten- sowie umweltneutral wird das sommerliche Kühlen, wenn überschüssiger Solarstrom vom eigenen Dach eingesetzt wird.

Vorsicht! Eine gradgenaue Klimatisierung der Wohnräume ist mit einem Wärmepumpen-Flächenheiz-System nicht möglich. Denn die Kühlleistung ist begrenzt: sowohl technisch als auch bauphysikalisch, damit es nicht zur Kondensatbildung im Bodenaufbau kommt.

erfahrenen, geschulten Fachhandwerker. Denn die Heizleistung und die Wärmequelle der Wärmepumpe dürfen mit Blick auf Effizienz, Kosten und Wärmekomfort weder zu groß noch zu klein dimensioniert sein. Von Vorteil sind zudem leistungsgeregelte Modelle („Inverter-technik“), weil sie die Heizleistung dem herrschenden Bedarf anpassen können. Sollten in Mehrfamilienhäusern größere Heizleistungen erforderlich sein, empfiehlt sich die Aufteilung auf mehrere Wärmepumpen, die dann zu einer hydraulischen und

Erdärme-Absorber statt klassischer Sonden. Die „GeoCollect“-Kunststoffkollektoren holen auf wenig Fläche viel Energie aus dem Erdreich, laut Hersteller reichen für ein 150-Quadratmeter-Haus fünf mal zehner Meter Gartenfläche.



Bild: GeoCollect

regeltechnischen Einheit, einer sogenannten Kaskade, zusammenschaltet werden.

Der Profi prüft des Weiteren, auf welche Art die Warmwasserbereitung erfolgen soll: über einen Warmwasserspeicher, als Durchlaufsystem mittels Frischwasserstation oder unabhängig vom Heizsystem, etwa dezentral mit Durchlauferhitzern oder mit einer separaten Warmwasser-Wärmepumpe. Dazu sind in Mehrfamilienhäusern zur Vermeidung von Legionellen bestimmte Hygienevorschriften zu beachten.

Wichtige Details

Bei der Planung ist außerdem die Frage zu klären, ob der Einbau eines Heizwasserpufferspeichers energetisch sinnvoll oder technisch notwendig ist. So kann zum Beispiel ein wasserführender Zimmerofen ins Zentralheizsystem eingebunden werden, der während der Heizperiode die Wärmepumpe entlastet und damit deren Stromverbrauch reduziert. Als Zusatzheizung speziell an sehr kalten Tagen eignet sich übrigens auch ein ins Wärmepumpensystem integrierter Elektroheizstab.

Wichtig: Soll selbst produzierter Solarstrom genutzt werden, müssen das Wärmepumpenmodell und das Regelgerät oder ein spezieller Energiemanager für diese Art der Einspeisung geeignet und optimiert sein („Smart Grid Ready“).

Mit Blick auf eine möglichst hohe Energieeffizienz muss der Fachhandwerker alle Heizrohre und Armaturen optimal dämmen und nach der professionellen Montage das Wärmepumpensystem sorgfältig in Betrieb nehmen. Dabei stellt er vor allem die Regelung auf die individuellen Gegebenheiten des Gebäudes und die Nutzergewohnheiten ein und führt an den Heizflächen einen hydraulischen Abgleich durch. Zusätzlich hilft eine angepasste und aufmerk-

same Betriebsweise durch die Nutzer beim Stromsparen, unterstützt durch vernetzte und App-gekoppelte Wärmepumpensysteme. Diese erhöhen den Bedienkomfort und erlauben Kontrollen und Auswertungen des Strom- und Wärmeverbrauchs. Ungewöhnlich hohe Werte über einen längeren Zeitraum hinweg könnten auf Störungen oder falsche Einstellungen hindeuten. Dann kann es ratsam sein, den Fachmann einzuschalten, um das Problem so frühzeitig wie möglich zu lösen und unnötig hohe Stromkosten zu vermeiden.

Hybrides Heizen mit Wärmepumpen

Die Kombination einer bestehenden Öl- oder Gasheizung mit einer Wärmepumpe ist als Übergangslösung überlegenswert. Ein solches Hybridsystem kann hier interessant sein:

- In unsanierten Wohngebäuden mit hohen Vorlauftemperaturen von über 55 Grad Celsius.
- Wenn regelmäßig kurzfristig hohe Wärmeleistungen erforderlich sind, zum Beispiel zum raschen Aufheizen mehrerer Wohnungen oder zur Warmwasserbereitung.
- In Gebäuden, die in absehbarer Zeit energetisch saniert werden sollen. Die alte fossile Heizung assistiert dann noch übergangsweise der Wärmepumpe, die dann nach der Sanierung die gesamte Beheizung übernimmt.

Eine solche Öl-/Gas-Wärmepumpen-Hybridlösung verringert die Abhängigkeit von der Verfügbarkeit und eventuellen Preissteigerungen bei den fossilen Energieträgern und erhöht zudem die Versorgungssicherheit. Ob sie auf längere Sicht auch wirtschaftlich ist, hängt letztlich vom Einzelfall und den Preisentwicklungen ab. Aber das trifft auf jedes Heizsystem zu ...

Jürgen Wendnagel



Bild: Bundesverband Wärmepumpe

Sondenbohrungen zur Nutzung von Erdwärme sind anzeige- bzw. genehmigungspflichtig. Interessenten sollten sich frühzeitig vor Ort erkundigen.

COP, SCOP, JAZ: Wärmepumpen-Kennwerte

Um die Effizienz von Wärmepumpen unter festgelegten Prüfbedingungen zu vergleichen, sind vor allem der COP- und SCOP-Wert von Bedeutung:

Der **Coefficient of Performance (COP)** drückt das Verhältnis zwischen erzeugter Wärmeleistung und eingesetzter elektrischer Energie bei einer Wärmepumpe aus. Er erlaubt den Vergleich zwischen Systemen aber nur, wenn er für die gleichen Betriebspunkte angegeben wird. Zum COP-Wert gehört immer die Art und das Temperaturniveau der Wärmequelle sowie die Vorlauftemperatur für die Raumheizung.

Aussagekräftiger als der COP ist der sogenannte **Seasonal Coefficient of Performance (SCOP)**. Er geht von vier Messpunkten aus. Darüber hinaus wird für die Bewertung von Wärmepumpen in Europa in drei Klimazonen unterteilt: Nord-, Mittel- und Südeuropa. Deutschland gehört zur mittleren Zone, die sich am Temperaturverlauf von Straßburg als Referenz orientiert. Die Ergebnisse werden gewichtet miteinander verrechnet und geben damit die Energieeffizienz einer Wärmepumpe über einen möglichst realistischen Jahreszyklus wieder.

Der wichtigste Effizienzkennwert ist die **Jahresarbeitszahl (JAZ)**, die beim „echten“ Wärmepumpenbetrieb ermittelt wird und sich damit auf das gesamte Heizungssystem bezieht. Sie betrachtet das Verhältnis von abgegebener Wärme zu aufgenommener elektrischer Energie im Zeitraum von einem Jahr. Es gilt: Je höher die JAZ, desto niedriger die Stromkosten. Eine JAZ von 4,0 bedeutet zum Beispiel, dass unter Einsatz von einem Teil Strom und drei Teilen Umweltwärme vier Teile Heizwärme entstehen. Zur Orientierung: Das Fraunhofer ISE hat bei der Untersuchung von 29 Luft-Wasser-Wärmepumpen in Bestandsgebäuden Jahresarbeitszahlen von 2,5 bis 3,8 ermittelt (Mittelwert: 3,1). Es gibt auch einen theoretischen, nach der Norm VDI 4650 ermittelten JAZ-Wert. Er weicht gewöhnlich vom tatsächlich ermittelten Wert eines eingebauten Systems ab, weil er etwa das Nutzerverhalten, die Witterungsverhältnisse oder die Qualität der Installation nicht berücksichtigt.