

## Heizen mit der Wärmepumpe

Es heißt, Wärmepumpen machen aus 1 kWh Strom 3 kWh Wärme(energie) und mehr, wenn sie effektiv arbeiten. Wie machen sie das?

Oft ist die Antwort, dass Wärmepumpen wie ein Kühlschrank arbeiten, von dem man Wärme erwartet und nicht Kälte. Auch Kühlschränke geben mehr Wärme ab als der aufgenommenen elektrischen Energie entspricht, was aber niemand interessiert.

Das ist der technische Aspekt, der aber nicht erklärt, warum die Energie scheinbar vervielfacht wird, wo doch der Satz von der Erhaltung der Energie gilt.

Die Physik zeigt uns, dass es Temperatur ohne Wärme nicht gibt. Da Temperatur überall ist, steckt Wärme nicht nur in einem warmen Haus, sondern auch in einem kalten, allerdings weniger. (Man darf *Wärme* nicht mit *warm* gleichsetzen, sondern muss sie als eine Energieart ansehen.) Für Luft-Wärmepumpen ist die Wärme der Außenluft von großer Bedeutung,

Es entsteht sofort die Frage, wie kalt ein Stoff sein muss, damit er keine Wärme mehr enthält. Das ist der Fall bei einer Temperatur von etwa  $-273\text{ °C}$ , die absoluter Nullpunkt genannt wird und nicht unterschritten werden kann.

Bei einer Gastherme entsteht Wärme durch Verbrennung. Dieser Wärme muss eine Temperaturspanne zugesprochen werden, die vom absoluten Nullpunkt bis zur Temperatur des Heizungswassers (Vorlauftemperatur) reicht. (Für Strom- und Reibungswärme gilt dasselbe. Die Erklärung würde an dieser Stelle zu weit führen.) Bei einer Vorlauftemperatur von  $50\text{ °C}$ , zum Beispiel, beträgt diese Spanne  $50 + 273 = 323$

Auch eine Luft-Wärmepumpe anstelle der Gastherme muss Wärme mit dieser Temperaturspanne erzeugen. Sie bekommt aber den Teil der Wärme, die theoretisch der Spanne von  $-273\text{ °C}$  bis zur Außentemperatur entspricht, von der Außenluft. Nur den Rest zum Erreichen von  $50\text{ °C}$  Vorlauftemperatur, muss die Wärmepumpe theoretisch beisteuern. Diese Wärme wird von einem elektrisch angetriebenen Kompressor erzeugt. Ihre Temperaturspanne beträgt 55, wenn eine Außentemperatur von  $-5\text{ °C}$  angenommen wird. Das Verhältnis von Nutzen zu Aufwand ist mit diesen Temperaturen  $323:55 = 5,9$ .

Eine Wärmepumpe kann aber nur arbeiten, wenn die Wärme der Außenluft dazu gebracht wird, in die Wärmepumpe zu fließen, weshalb ihre untere Arbeitstemperatur tiefer als die Außentemperatur ist. (Man denke an den Kühlschrank.) Dadurch ist die Temperaturanhebung, die die Wärmepumpe zu leisten hat, größer als 55 (siehe Beispiel oben), und das Verhältnis von Nutzen zu Aufwand ist entsprechend kleiner. Es ist, trotz dieser Einschränkung, nicht von technischen Umständen abhängig, sondern nur von den Temperaturen, und wird *Carnot Wirkungsgrad der Wärmepumpe* genannt. Auch der Carnot Wirkungsgrad ist praktisch unerreichbar, weil die thermodynamischen Vorgänge in der Wärmepumpe nicht ideal verlaufen und es verschiedene Verluste des Kompressors gibt.

Der Wirkungsgrad einer Wärmepumpe, der auf dem Prüfstand für bestimmte Temperaturen ermittelt wird, heißt coefficient of performance (COP). Für eine installierte Wärmepumpe ist es nur sinnvoll, den mittleren Wirkungsgrad eines Jahres anzugeben, und das ist die **Jahresarbeitszahl**.

Zur Zeit ist die Kilowattstunde Strom etwa dreimal so teuer wie die Kilowattstunde

---

Gas. Das bedeutet, gegenüber einer Gastherme ist das Heizen mit einer Wärmepumpe nur dann günstiger, wenn sie eine Jahresarbeitszahl größer 3 hat. Oder so: Bei einer Jahresarbeitszahl von 3 verursachen Wärmepumpen- und Gasheizung etwa gleiche Heizkosten.

Man sieht, worauf es ankommt, um eine Jahresarbeitszahl von **mindestens 3** zu erreichen: **Die Vorlauftemperatur muss entsprechend klein sein.** (Leider verlangen sinkende Außentemperaturen steigende Vorlauftemperaturen.)

Weil Neubauten diese Forderung leicht erfüllen, kommt kaum ein anderes Heizsystem als die Wärmepumpe in Frage. Da ein Stromnetz in jedem Fall vorhanden ist, wäre ein zusätzliches Wärmenetz völlig unwirtschaftlich, es sei denn, es gibt Abwärme in nächster Nähe, die zu verwerten ist. Bei Reihenhäusern kann es Einbauprobleme geben. Eine Groß-Wärmepumpe und ein Nahwärmenetz können die Lösung sein.

Es heißt, Bestandsgebäude müssten vor dem Einbau einer Wärmepumpe sehr aufwendig saniert werden. Von Fußbodenheizungen, neuen Fenstern und umfassender Wärmedämmung ist die Rede. So pauschal trifft das nicht zu, auch weil Sanierungen, die sowieso erforderlich wären, nicht der Wärmepumpe angelastet werden dürfen.

Die Vorlauftemperaturen, mit denen alte Heizungen betrieben werden, sind aus verschiedenen Gründen oft hoch und dürfen nicht der Maßstab sein. Es braucht in vielen Fällen keine Fußbodenheizung, um niedrigere Vorlauftemperaturen zu erzielen. Oft genügen der hydraulische Abgleich und der Austausch kritischer Heizkörper gegen solche mit größerer Heizfläche. Vorlauftemperaturen sind manchmal nur deshalb hoch, damit kalte Räume schnell aufzuheizen sind. Bei einer Wärmepumpenheizung sind nur gleichmäßig beheizte Räume sinnvoll, zumal ein einzelner Raum, der abwechselnd kalt und warm ist, kaum Energie spart. Das bedeutet, nur **kompetente** Fachleute können ermitteln, ob eine Wärmepumpe, die in einem einfach sanierten Gebäude installiert würde, eine Jahresarbeitszahl größer 3 hätte. Die Meinung von Politikern darf keine Rolle spielen.

Es ist schon so, dass umfangreiche Energiesparmaßnahmen auch zu geringeren Vorlauftemperaturen beitragen, die aber nur „nice to have“ sind, wenn die angestrebte Jahresarbeitszahl auch ohne eine größere Sanierung erreicht wird. Nicht nur das: Eine Außenwanddämmung ist, wie in folgendem Fall, völlig unwirtschaftlich, woran auch die staatliche Förderung kaum etwas ändert. Bei einem Einfamilienhaus mit Einliegerwohnung und ausgebautem Dachgeschoss, gebaut nach dem Energiestandard von 1980, werden etwa 20% der Heizenergie eingespart, wenn die Dicke der Dämmung 14 cm beträgt. Diese geringe Einsparung steht in krassem Missverhältnis zu den Kosten der Sanierung von etwa 30000 €.

Der Verzicht auf eine umfangreiche Wärmedämmung erleichtert die Entscheidung sehr, eine Wärmepumpe einzubauen. Diese Investition vermeidet zukünftig CO2 **vollständig**, und zwar bei gleichen oder geringeren Heizkosten, im Gegensatz zu einem wärme gedämmten Gebäude mit Gasheizung. Die nicht realisierte Energieeinsparung ist im Bewusstsein, dass sie unwirtschaftlich ist, leicht zu verschmerzen.

Energiesparen um jeden Preis darf in Zeiten des beschleunigten Klimawandels nicht mehr das oberste Ziel sein, sondern die vollständige **CO2-Vermeidung** bei möglichst vielen Gebäuden in kurzer Zeit. In dieser Hinsicht müssen auch Energieberater umdenken, ebenso die Politik mit ihren Fördertöpfen.

Was noch zu sagen ist: Den Text habe ich mit großer Sorgfalt erstellt, in der Hoffnung, dass er nützlich ist, aber ohne Garantie für Fehlerfreiheit. Der Text kann frei verwendet werden, wenn der Name des Autors genannt wird. Hinweise und Kommentare meiner Leser sind willkommen.