

Info Wärmepumpe

## Wärmepumpe richtig einschätzen!

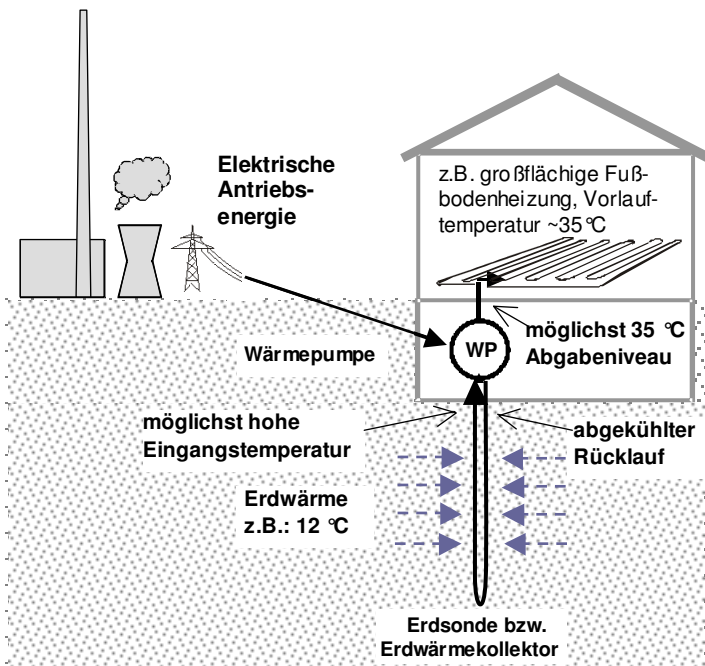


Bild 1

### 1. Prinzip der elektrisch betriebenen Wärmepumpe

Ein elektrisch angetriebenes Pumpen-System entzieht dem Erdboden Wärmeenergie und hebt sie auf ein höheres Temperatur-Niveau, wo sie dann z.B. zur Raumheizung verwendet werden kann. Dabei kann ein Mehrfaches der eingesetzten elektrischen Antriebsenergie gewonnen werden.

Für eine gute Gesamtbilanz des Wärmepumpensystems ist es wichtig, aus einer Kilowattstunde (kWh) elektrischer Energie möglichst viele kWh Wärme zu gewinnen.

Dabei muss zuvor berücksichtigt werden, dass von der in den Kraftwerken eingesetzten Primärenergie nur ein Teil in Strom umgewandelt wird. So erzeugt ein Kohlekraftwerk aus 2,7 kWh primär in der Kohle enthaltener Energie nur 1 kWh elektrische Energie. Der Rest geht heute meistens als Abwärme verloren.

Die Effizienz des Systems wird dabei um so schlechter, je höher die Differenztemperatur zwischen dem Eingangsniveau der Wärmepumpe (WP) (z.B. Temperatur einer Erdsonde) und dem Abgabenniveau am Heizkörper ist. Daraus folgt, dass die Heizungswasser-Vorlauftemperatur möglichst gering sein sollte, z.B. 35 °C. Unter diesen Randbedingungen könnte eine moderne WP aus 1 kWh Strom im Jahresmittel 4 – 4,5 kWh Wärme abgeben.

Erzielt aber eine WP dagegen nur 3 kWh Wärme im Jahresmittel aus 1 kWh elektrischer Energie, so ist bzgl. des Primärenergieverbrauchs nichts gewonnen. Das bedeutet auch, **dass nur mit einer richtig dimensionierten WP-Heizungsanlage ein positives Ergebnis erreicht wird**. Gute Werte im Datenblatt einer WP alleine sagen leider nur wenig über die Ergiebigkeit der Gesamtanlage aus!

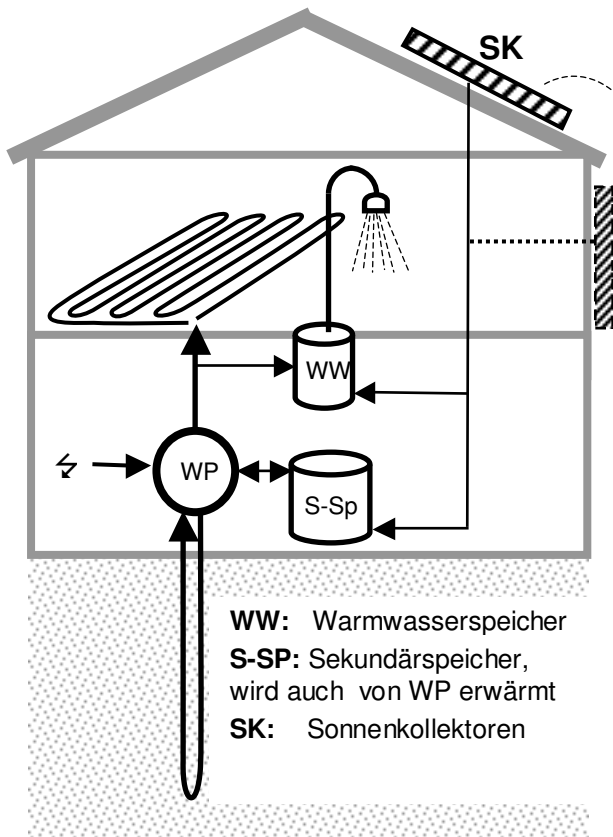


Für die Warmwassererzeugung und Heizungen mit bisher üblichen Heizradiatoren (besonders in Altbauten) werden Temperaturen von ca. 60 °C und mehr benötigt. Zu beachten ist, dass die von der WP stark abgekühlte Sole (frostsichere Flüssigkeit), die durch die Erdsonde zirkuliert, von der Erdwärme erfahrungsgemäß nur auf wenig über 0 °C aufgewärmt wird.

Die Leistungscharakteristik der WP bewirkt, dass die WP bei großen Temperaturhuben mit einem schlechten Wirkungsgrad (niedriger Arbeitszahl) läuft. Sie entspricht dann etwa einer elektrischen Direktheizung. Es ist auf jeden Fall effizienter, in Neu- und Altbauten für die Warmwasserbereitung eine thermische Solaranlage einzusetzen. Diese kann ca. 65% des jährlichen Warmwasserbedarfs decken. Die WP unterstützt dann nur noch in sonnenarmen Perioden die Warmwasserbereitung, d.h. der Betrieb der WP mit niedriger Arbeitszahl ist auf ein Minimum reduziert.

Ratsam ist es jedoch, die thermische Solaranlage so groß auszulegen, dass sie besonders in den Übergangsjahreszeiten auch einen wesentlichen Beitrag zur Heizung leisten kann. Das entlastet die WP und spart „Heizstrom“! Es gibt dabei die verschiedensten Anlagenversionen, z. B. kann der Wärmepumpe über einen zusätzlichen Speicher die solar gelieferte Wärme zur Verfügung gestellt werden (siehe Bild 2).

## 2. Wärmepumpe mit solarer Unterstützung für Brauchwassererwärmung und Heizung



WW: Warmwasserspeicher  
S-SP: Sekundärspeicher, wird auch von WP erwärmt  
SK: Sonnenkollektoren

Bild 2 zeigt das Funktionsprinzip. Die technische Umsetzung unterscheidet sich je nach Hersteller.

### Solare Warmwasserbereitung

Zur Warmwasserbereitung gibt der Solarkollektor seine Wärme vorrangig an den Warmwasserspeicher (WW) ab. Erst wenn der Speicher seine Maximaltemperatur erreicht hat, wird die Solarwärme dem Sekundärspeicher (S-SP) zugeführt.

Reicht die Solarwärme nicht, um die erforderliche Brauchwassertemperatur zu erreichen, heizt die WP den oberen Teil des Warmwasserspeichers nach.

Die Größe des Warmwasserspeichers wird, wie bei allen Solaranlagen üblich, dimensioniert.

Eine gängige Speichergröße liegt bei 300 l für ein Einfamilienhaus.

### Solare Heizungsunterstützung

Der gesamte „Solarwärmeüberschuss“, den die Warmwasserbereitung nicht aufnehmen kann, wird dem Sekundärspeicher zugeführt. Diese Wärme entlastet die WP. Auch Temperaturen, die für die direkte Unterstützung der Warmwassererzeugung oder der Heizung zu gering sind, können noch für die Anhebung der Temperatur des Ausgangs des Erdwärmekollektors zur WP hin genutzt werden.

Die gängige Speichergröße liegt bei 750 bis 1500 l für ein Einfamilienhaus.

Um in den Übergangsjahreszeiten viel Sonnenwärme zu ernten, sollten die Sonnenkollektoren statt auf dem Dach möglichst senkrecht montiert werden, z.B. an der Hausfassade (s. gestrichelte Position der Kollektoren).

## 3. Stand der Technik von Wärmepumpen-Heizanlagen

Für die Beurteilung der Energiebilanz über das ganze Jahr wird die sog. **Jahresarbeitszahl (JAZ)** verwendet. Zu ihrer Berechnung wird der elektrische Energieaufwand einschließlich der elektrischen Hilfsenergie ins Verhältnis zur gewonnenen Wärmeenergie gesetzt. Unter Elektrischer Hilfsenergie ist die Versorgung von Pumpen, Reglern, Steuerungen, Lüftern und ggf. eine elektrische Direktheizung für den Warmwasserboiler zu verstehen.

Um den Primärenergieeinsatz zu ermitteln, wird die Summe der elektrischen Energie mit 2,7 multipliziert. Der Faktor 2,7 ergibt sich, wie eingangs beschrieben, aus dem bundesweit ermittelten durchschnittlichen Primärenergieeinsatz für 1 kWh elektrischer Arbeit.

Daher sollte aus ökologischer Sicht, also der Primärenergieeinsparung, die JAZ einer WP-Heizanlage im praktischen Betrieb nicht unter **3,5** liegen.

Eine gute JAZ (> 3,5) kann nur mit einer hohen Eingangstemperatur (Erdwärme und möglichst Solarwärme) an der WP und einer geringen Vorlauftemperatur, wie sie bei einer Fußbodenheizung oder Wandheizung (max. 35° C) gegeben ist, erreicht werden. Nur dann wird Primärenergie in nennenswertem Maße eingespart.

Mittelwerte aus verschiedenen Feldtests zeigen die gegenwärtig erreichbaren Jahresarbeitszahlen (JAZ) bei Systemen mit Fußbodenheizung und

- Erdreich- Wärmesonden : ~ 3,5 (bis 4,7 Bestwert aus Warentest, Heft 6/07, aber Modellbetrieb)
- Erdreich- Flächenkollektoren: ~ 3,4
- Luft: ~ 2,83

(Radiatorenheizkörper verschlechtern die JAZ, z.B. von 4,5 auf 3,0!)

Mit einer Kombination von WP und thermischer Solaranlage lässt sich für die Gesamtheizanlage die JAZ deutlich verbessern.

#### 4. Beispiel für Betriebskostenberechnung von einem Modellhaus (ohne Solaranlage)

- 150 m<sup>2</sup> Wohnfläche, Energiestandard KfW 60 (60 kWh pro m<sup>2</sup> und Jahr) für Heizung und Warmwasser Erdsonde, Fußbodenheizung
- Jahresarbeitszahl 4,0

Heizungsart	Jahresverbrauch	Abgas-Verluste	Jahreskosten
Wärmepumpe (JAZ~4)	9000 kWh / 4, x ~18 ct/kWh (incl. Festkosten)		~ 405.- €
Gasheizung	9000 kWh x 0,0669 ct/kWh	x 1,05	= 632.- €* = 575.- €* = 433.- €* (C.A.R.M.E.N.: Preis für Holzpellets 2008, Mittelwert Februar 2008: 194,70 €/t)
Ölheizung	842 Liter x 0,65 ct/l	x 1,05	
Holzpellets	~2 t x 195 €/t	x 1,11	

\* eingerechnete Abgasverluste für Öl und Gas bei Brennwertechnik 5%; für Holzpellets 11%

- Die Kosten hängen natürlich von den jeweils aktuellen Energiekosten ab!
- Berücksichtigt werden müssen auch die bei der WP um den Faktor 4-5 höheren Investitionskosten und bei allen der Wartungsaufwand.
- Über die Lebensdauer der WP gibt es keine konkreten Angaben.

#### Primärenergieeinsatz

und

#### CO<sub>2</sub>-Ausstoß:

Wärmepumpe (JAZ~4)	~ 6075 kWh	~ 1,4 t
Gasheizung	~ 9900 kWh	~ 1,8 t
Ölheizung	~ 9262 kWh	~ 2,3 t
Holzpellets	~ 9000 kWh	weitgehend CO <sub>2</sub> – neutral

#### Förderung

Die Kreditbank für Wiederaufbau (KfW) fördert folgende Wärmepumpenanlagen:

- Sole/ Wasser und Wasser/Wasser-WP mit Jahresarbeitszahl ab 4,0 im Neubau und ab 3,7 im Gebäudebestand (elektrische Leistungs- und Wärmemengenmessung obligatorisch!)
- Luft/Wasser-WP mit Jahresarbeitszahl ab 3,5 im Neubau und 3,3 im Gebäudebestand
- Erreicht Ihre Anlage die o.g. JAZ nicht, droht eine Rückforderung des Förderbetrags.

#### Quellen für die Werte der obigen Zahlen und Berechnungen sind:

##### Primärenergiefaktoren von Brennstoffen nach DIN V 4701-10:

[http://www.energieberater.de/artikel\\_detail.php?artikel\\_id=66](http://www.energieberater.de/artikel_detail.php?artikel_id=66)

##### CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm:

[http://www.energieberater.de/artikel\\_detail.php?artikel\\_id=69](http://www.energieberater.de/artikel_detail.php?artikel_id=69)

##### CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Deutschland:

[http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/verursacher\\_deutschland.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/verursacher_deutschland.pdf)

##### KfW- Förderbank und BAfA- Förderung:

<http://www.kfw.de/> ; [http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare\\_energien/waermepumpen/index.html](http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/waermepumpen/index.html)

[http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare\\_energien/waermepumpen/formulare/energie\\_ee\\_wp.pdf](http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/waermepumpen/formulare/energie_ee_wp.pdf)

##### Das Wichtigste zum Thema Energieausweis

[http://www.energieberater.de/artikel\\_detail.php?artikel\\_id=43](http://www.energieberater.de/artikel_detail.php?artikel_id=43)

#### 5. Daten, die Sie vor einer Entscheidung für eine WP-Heizanlage unbedingt ermitteln sollten:

- Wärmebedarf des Hauses unter Berücksichtigung der Dämmung usw. ermitteln lassen
- notwendige max. Temperatur des Heizelements (Fußbodenheizung, Wandheizung) mit Sicherheitszuschlag berechnen
- Möglichkeit einer Erdreichbohrung oder Grundwassernutzung prüfen
- Deckung des Investitionsvolumens absichern
- Möglichkeiten, eine Solaranlage einzubinden, klären

#### Empfehlungen

- Nutzen Sie eine unabhängige Energieberatung vor Ort. Eine Liste der Erlanger Energieberater finden Sie unter: <http://www.energieberater-erlangen.de>
- Den Energiebedarf des Gebäudes durch Dämmen minimieren! Eine bessere Wärmedämmung kann den Gesamtverbrauch des Gebäudes beträchtlich senken (z.B. auf KfW 40-Standard bringen) und so den in wenigen Jahren geforderten Standard schon heute erfüllen.

- Eine Solaranlage (s. Bild 2) für Warmwasser **und** Heizungsunterstützung kann alle Werte um ca. 20% und mehr verbessern. Bei der Wärmepumpenanlage steigt durch die Solaranlage zusätzlich die JAZ, weil auch niedrige Temperaturen der Solaranlage, die für die direkte Heizung nicht mehr ausreichen, die WP noch unterstützen können.
- Nur WP mit einer individuell, also für das vorgesehene Bauvorhaben, vertraglich garantierten JAZ von mindestens 4 akzeptieren. Wärmemengenzähler und Elektrozähler zum Nachweis einbauen.
- Möglichst Garantieverlängerung für das Gesamtsystem und die Jahresarbeitszahl auf etwa 15 Jahre fordern.
- Bauträgerseitige Garantie der niedrigen Temperaturen der Heizelemente (Fußbodenheizung etc.)
- Kein elektrisches Heizelement zur Unterstützung der Heizung oder Brauchwassererwärmung einsetzen!
- Keine Luft/ Wasser-WP einsetzen! In der Heizperiode ist die Außenluft am kältesten und damit die Leistungszahl der WP am schlechtesten.

## 6. Wie ökologisch ist eine Wärmepumpenheizung?

Die WP wird zu einem unökologischen und sehr teuren Gerät, wenn die eingangs beschriebenen Betriebsbedingungen nicht eingehalten werden. Dies kommt leider häufig vor, wenn ein ausgedienter Öl- oder Gaskessel einfach durch eine WP ersetzt wird.

**Elektro- oder Gas-Wärmepumpe?** Es gibt Wärmepumpen mit **Elektromotor** oder mit **Gasmotor**.

**Die Elektro-WP** ist einfach ans Stromnetz anschließbar und wartungsärmer als eine Gas-WP. Bei dem heutigen „Strommix“ werden 63% der Primärenergie und entsprechend auch Schadstoffe an die Umwelt abgegeben. Die Elektro-WP muss also die Verluste von 63% wettmachen, bevor sie einen Beitrag zum Sparen von Primärenergie leistet.

**Die Gas-WP** arbeitet direkt mit Primärenergie und kann auch die Abwärme des Gasmotors als Heizwärme in die Anlage einbringen. Die mechanische Energie betreibt unmittelbar die WP. Dadurch wird ein Gesamtwirkungsgrad von ca. 150% für die Wärmeerzeugung aus Primärenergie erzielt und entsprechend fossile Energie eingespart.

Der Nachteil ist, dass ein Gasanschluss vorhanden sein muss und es kaum kleine Gas-WPs für Einzelhäuser auf dem Markt gibt.

**Eine Heizanlage mit Elektro-WP und thermischer Solaranlage** gleicht durch die Solarenergie die Verluste bei der Stromerzeugung weitgehend aus, weil sie die WP zum großen Teil von der Warmwassererzeugung entlastet. Die Solaranlage erhöht selbst bei geringem Solarertrag noch die Eingangstemperatur der WP. Dadurch läuft die WP in einem günstigeren Arbeitsbereich und hat wesentlich längere Stillstandszeiten.

### **Sollten wir mit elektrischem Strom heizen?**

Auch eine gut konzipierte elektrische WP-Heizanlage ohne Solarunterstützung bezieht ca. 25% der abgegebenen Heizleistung aus der Steckdose. Werden immer mehr elektrische WP-Anlagen installiert, steigt der Gesamtstromverbrauch in Deutschland noch kräftiger an, als bisher befürchtet. Das verleitet zu Forderung nach neuen fossilen und nuklearen Großkraftwerken. Neue Großkraftwerke erschweren aber den Umstieg auf eine nachhaltige dezentrale Versorgung mit elektrischer Energie und Energieeinsparung. Solange diese Situation anhält, sollte auf WP-Heizanlagen ohne Solarunterstützung verzichtet werden. Zusätzlich zur thermischen Solarunterstützung schiene auch die Ergänzung einer Photovoltaikanlage sinnvoll.

Die Höhe der Investitionen legen dann bei Neubauten nahe, sehr gut zu dämmen, eine Wärmerückgewinnung und eine thermische Solaranlage mit einer Gastherme für gelegentliches Nachheizen vorzusehen.

Weitere Alternativen sind z.B. Nahwärmesysteme in Wohnblöcken oder Siedlungen mit Kraft-Wärmekopplung und Solarunterstützung.

**Weiter Informationen/Links finden Sie auf unserer Homepage:** [www.fen-net.de/bn-erlangen](http://www.fen-net.de/bn-erlangen)

**Haben Sie Fragen zum umweltverträglichen Umgang mit Energie, dann sprechen Sie uns an, oder arbeiten Sie in der Arbeitsgruppe NEUE ENERGIE mit!**

Wir treffen uns jeden 4. Do. im Monat um 20<sup>00</sup>, Treffpunkt: siehe BN Homepage, oder Info Ziele  
Adressen: Bund Naturschutz, Tel.: 09131/23668, Fax: 09131/4011231,

Homepage BN Erlangen: [www.fen-net.de/bn-erlangen](http://www.fen-net.de/bn-erlangen); eMail: [bn-erlangen@fen-net.de](mailto:bn-erlangen@fen-net.de)