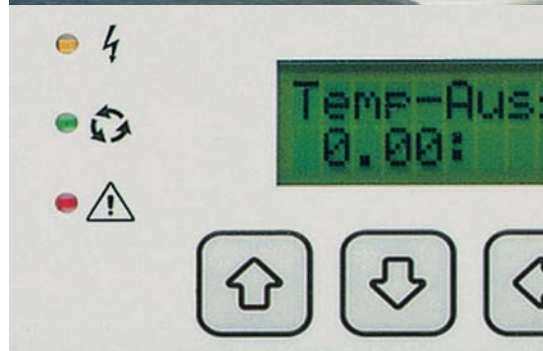
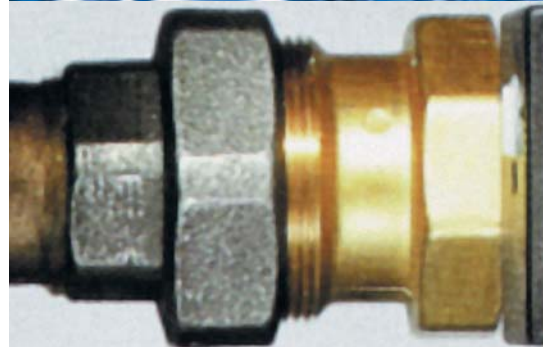
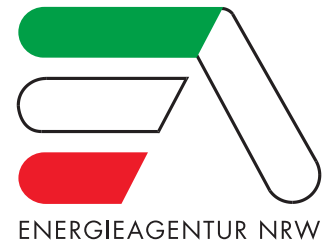


# Wärmepumpe – Umweltwärme zum Heizen nutzen



**NRW.**



# Wärmepumpe – Umweltwärme zum Heizen nutzen

Im Winter die Wärme des Sommers zum Heizen nutzen. Wer hat nicht schon darüber nachgedacht? Die Wärmepumpentechnologie nutzt bereits seit Jahrzehnten saisonal gespeicherte Sonnenenergie, die an warmen Tagen ins Erdreich und ins Grundwasser gelangt und an kalten Tagen wieder zu Tage gefördert wird. Auch im Winter bei besonders niedrigen Temperaturen befindet sich in der Umwelt ausreichend Wärme. Durch die Wärmepumpe wird diese Wärme auf ein nutzbares Temperaturniveau gebracht und für die Beheizung und Warmwasserbereitung eingesetzt.

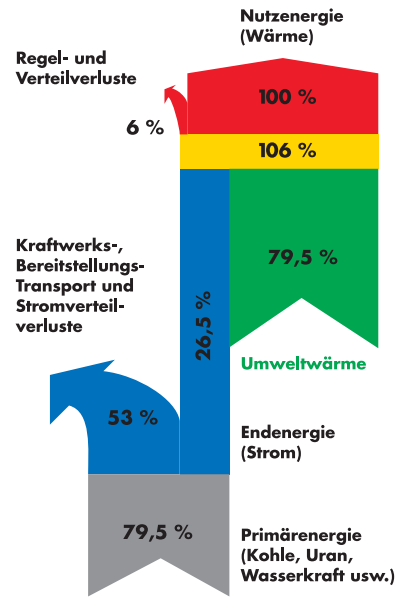
Es werden derzeit auf dem Heizungsmarkt verschiedene Wärmepumpentypen angeboten:

- die Elektrowärmepumpe (nutzt Strom als Hilfsenergie)
- die Absorptionswärmepumpe (nutzt Heißwasser 160 bis 180 °C als Hilfsenergie)
- die Gasmotorwärmepumpe (nutzt Erdgas als Hilfsenergie)

Für Ein- und Mehrfamilienhäuser hat sich in den letzten Jahren die elektrisch betriebene Kompressionswärmepumpe, auch kurz *Elektrowärmepumpe* genannt, am Markt durchgesetzt. Die *gasmotorisch betriebene Kompressionswärmepumpe* wird in größeren Leistungsbereichen (größer 300 kW) eingesetzt und bei der *Absorptionswärmepumpe* liegen die Einsatzgebiete im Bereich großer Schwimmbäder oder auch Fernwärmeversorgungen.

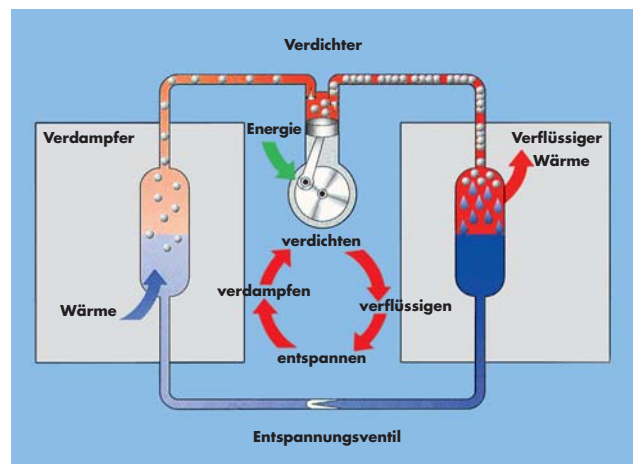
Im Rahmen dieser Broschüre wird deshalb nur die *Elektrowärmepumpe* behandelt.

In Verbindung mit der Elektrowärmepumpe wird oft der Begriff „mit Strom heizen“ geäußert. Das ist grundlegend falsch. Genau wie die Öl- oder Erdgasheizung benötigt die Elektrowärmepumpe den elektrischen Strom als Hilfsenergie. Die Wärmepumpe bringt die saisonal gespeicherte Sonnenenergie durch einen strombetriebenen Kompressor (auch Verdichter genannt) auf ein für die Gebäudeheizung nutzbares Temperaturniveau. Der Einsatz der elektrischen Energie beschränkt sich bei guten Randbedingungen und guter Planung auf einen kleinen Anteil. So können z.B. mit einer Kilowattstunde (kWh) elektrischer Energie im Jahresmittel bis zu vier Kilowattstunden an Wärme erzeugt werden. Dieses Verhältnis von eingesetztem Strom zur gewonnenen Wärme – die so genannte *Jahresarbeitszahl* – sollte bei Elektrowärmepumpen größer 3,8 betragen. Die häufig genannte Leistungszahl liegt höher. Sie wird im Labor, und nicht wie die Jahresarbeitszahl unter realen Bedingungen, ermittelt. Somit ist sie nicht zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines eingebauten Wärmepumpensystems heranzuziehen.



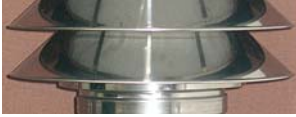
## Wie funktioniert die Elektrowärmepumpe?

Um das Prinzip der Wärmepumpe zu beschreiben muss sich der *Physik* bedient werden. Vor allem drei physikalische Prinzipien sind zum Verständnis einer Wärmepumpe grundlegend. Erstens: Alltägliche Erfahrung ist, heiße Getränke werden mit der Zeit kälter und gekühlte Getränke wärmer. Beide Temperaturen gleichen sich an die Raumtemperatur an und es entsteht ein *Wärmestrom*. Dieser fließt selbstständig nur von warm nach kalt. Zweitens: Die *Siedetemperatur* von Flüssigkeiten liegt bei niedrigerem Druck tiefer als bei hohem Druck. Im Hochgebirge siedet Wasser bei niedrigeren Temperaturen als auf Meereshöhe. Drittens: Ein Verdampfungsprozess erfordert Energie, die bei einer Kondensation wieder frei wird. Die Energie, die beim Kochen von Wasser in dem Dampf enthalten ist, wird bei der *Kondensation* am Deckel des Kochtopfes wieder freigesetzt.



Funktionsprinzip der Wärmepumpe





Bei der Wärmepumpe sieht das wie folgt aus:

In einem geschlossenen Kreislauf zirkuliert ein Kältemittel. Die wichtigste Eigenschaft von Kältemitteln ist, dass sie auch bei niedrigen Temperaturen leicht verdampfen. Die Temperaturdifferenz zwischen der Wärmequelle und dem Kältemittel ermöglicht einen Wärmestrom zum Verdampfer. Durch schon geringe Temperaturen (z.B. im Erdreich 8 bis 10°C) verdampft das Kältemittel. Anschließend wird der Kältemitteldampf vom Verdichter angesaugt und komprimiert. Die Temperatur des Kältemittels wird dabei über das Temperaturniveau der Wärmeverteilung „gepumpt“. Am Verflüssiger liegt wieder eine Temperaturdifferenz vor und es kommt zu einem Wärmestrom, zur Wärmeverteilung. Das unter Hochdruck stehende Kältemittel kühlt wieder ab, kondensiert und wird über ein Drosselventil (Entspannungsventil) entspannt. Der gesamte Vorgang erfolgt erneut und befindet sich dadurch in einem Kreisprozess. Eine Wärmepumpe funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie ein Kühlschrank. Nur, dass hierbei die Wärme und nicht die Kälte genutzt wird.

## Wärmepumpe als Alternative zur konventionellen Heizung

Generell ist die Wärmepumpe mit einer konventionellen Heizungsanlage gleichzusetzen. Allerdings sind für den Einsatz von Elektrowärmepumpen einige Randbedingung zu erfüllen, um den ökologischen und ökonomischen Betrieb zu gewährleisten.

### Hoher Wärmeschutz bei Altbauten

Der spezifische *Heizenergieverbrauch* sollte 150 kWh pro m<sup>2</sup> und Jahr nicht überschreiten. Bei Altbauten ist der Wert durch eine energetische Sanierung problemlos zu erreichen. Nach Energieeinsparverordnung (EnEV) liegt der Heizenergieverbrauch von Neubauten bei ca. 80 kWh pro m<sup>2</sup> und Jahr. Dieser Wert berechnet sich aus dem Brennstoffverbrauch und der beheizten Nutzfläche.

#### Beispiel:

Heizölverbrauch 1.160 Liter/Jahr (11.600 kWh/a), Nutzfläche 145 m<sup>2</sup>. Daraus ergibt sich ein Heizenergieverbrauch von 80 kWh/m<sup>2</sup>a (11.600 kWh/a / 145 m<sup>2</sup>).

## Wärmeverteilung über Niedertemperaturheizsysteme

Entscheidend für die *Effizienz einer Wärmepumpe* ist die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmenutzung. Je geringer die Temperaturdifferenz ausfällt, um so höhere Arbeitszahlen werden ermöglicht. Von Vorteil sind demnach Wärmequellen, die im Winter über möglichst hohe Temperaturen verfügen, und Heizungssysteme, die mit möglichst niedrigen Temperaturen arbeiten.

Das bedeutet, dass Heizungssysteme wie z.B. Fußboden- und Wandstrahlungsheizungen mit *geringer Vorlauftemperatur* (von max. 30 bis 35°C) ideal für die Nutzung von Wärmepumpen sind.

## Warmwasserbereitung

Viele Hersteller bieten Elektrowärmepumpen für die reine Beheizung an und die Warmwasserbereitung muss dann separat erfolgen. Es werden auch Wärmepumpen angeboten, die sowohl für die Beheizung als auch für die Warmwasserbereitung ausgelegt sind. Bei der Brauchwarmwasserbereitung über die Wärmepumpe ist die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Warmwasser höher (ca. 50 K) als beim reinen Heizbetrieb, und dadurch sinkt die Arbeitszahl. Generell ist die Kombination von thermischen *Solaranlagen und Elektrowärmepumpen* empfehlenswert. Dadurch werden schon 60 Prozent der Warmwasserbereitung über die Solaranlage abgedeckt und die restlichen 40 Prozent sollten dann von der Elektrowärmepumpe übernommen werden.

## Welche Wärmequellen kann ich nutzen?

Die Wärmepumpenheizungsanlagen unterscheiden sich im Hinblick auf die Planung und Installation von herkömmlich befeuerten Heizungsanlagen im Wesentlichen durch die *Erschließung der Wärmequelle*. Für die sinnvolle Nutzung der Umgebungswärme stehen die Wärmequellen Erdreich, Grundwasser und Umgebungsluft zur Verfügung.

Bei deren Auswahl ist auf ein möglichst hohes Temperaturniveau und die Verfügbarkeit der erforderlichen Wärmemenge während des Jahres zu achten. Ihre Erschließung sollte kostengünstig möglich sein und im Betrieb einen geringen Wartungsaufwand verursachen. Außerdem sollte die Wärmequelle eine hohe Speicherfähigkeit und ausreichende Regenerationsfähigkeit (keine dauerhafte Auskühlung der Wärmequelle) aufweisen.





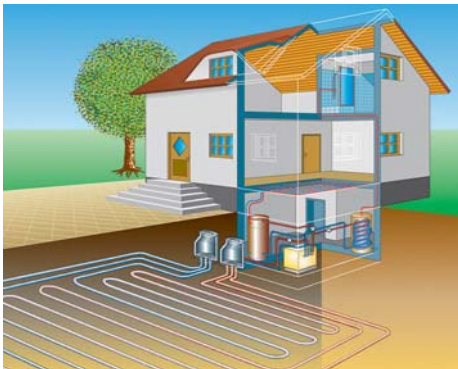
## Das Erdreich

Das Erdreich hat die Eigenschaft, Sonnenwärme in gleichmäßiger Temperatur über einen längeren Zeitraum zu speichern und über das ganze Jahr einen Wärmepumpenbetrieb mit hohen *Jahresarbeitszahlen* zu ermöglichen. Der Wartungsaufwand bei einer solchen Sole-Wasser-Wärmepumpe ist gering. Die Erdwärme wird in der Regel mit Sole, einem Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel, in einem geschlossenen Kreislauf transportiert. Dabei gibt es zwei verschiedene Wege, dem Erdreich die gespeicherte Sonnenwärme zu entziehen.

### Erdwärmekollektor

In einer Tiefe von 1,2 bis 1,5 Metern werden Erdwärmekollektoren in Form von Kunststoff-Rohrsystemen als horizontale Absorber im Boden verlegt. Der Gebäudewärmebedarf gibt dabei die notwendigen Freiflächen an.

In Abhängigkeit von der Bodenbeschaffenheit ist mit einer Wärmeentzugsleistung von  $10 \text{ W/m}^2_{\text{Bodenfläche}}$  bei trockenen sandigen Böden und bis zu  $40 \text{ W/m}^2_{\text{Bodenfläche}}$  bei wasser gesättigten Böden zu rechnen. Diese Wärmequellenerschließung bietet sich speziell für Neubauten mit ausreichenden Freiflächen an. Die Kosten für die Wärmequellenerschließung richten sich größtenteils nach den Erdarbeiten (durchschnittlich 2.500 € pro Einfamilienhaus), die wesentlich höher liegen als z.B. die Materialkosten (durchschnittlich 300 € pro Einfamilienhaus). Für das Beispielgebäude mit  $145 \text{ m}^2$  Nutzfläche würden je nach Bodenbeschaffenheit zwischen 125 bis 470 m Kunststoff-Rohr benötigt, das auf einer Fläche von 100 bis  $375 \text{ m}^2$  ausgelegt werden würde.

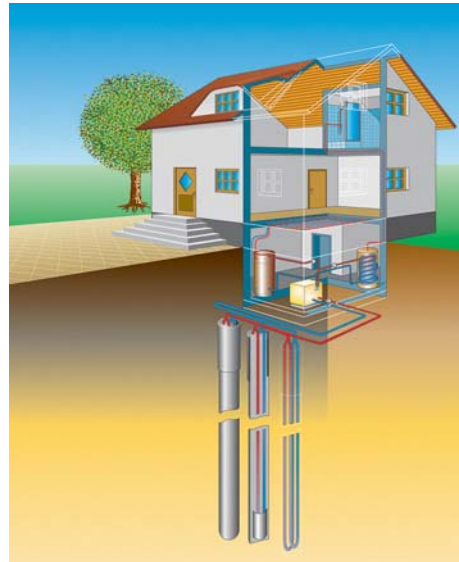


Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdreichkollektor

### Erdwärmesonden

Als Erdwärmesonde wird eine vertikale Bohrung ins Erdreich bezeichnet, in die ein Kunststoffrohr als Wärmetauscher eingebracht wird. Die Wärmeentzugsleistung solcher Erdwärmesonden liegt bei  $50 \text{ bis } 100 \text{ W/m}_{\text{Sondenlänge}}$ . Die Sonden reichen in Tiefen von 30 bis 100 Metern. Für das Beispielgebäude würde je nach Bodenbeschaffenheit eine Bohrung von 40 bis 80 Metern ausreichen. Für den Gebäudebestand und für Neubauten in Ballungsräumen mit geringem Freiflächenangebot eignen sie sich besonders. Erdwärmesonden bedürfen einer wasserrechtlichen Erlaubnis durch die Untere Wasser-

behörde der jeweiligen Kreis- beziehungsweise Stadtverwaltung, die in der Regel problemlos erteilt werden. Der Wartungsaufwand ist gering und die Kosten liegen zwischen 40 und 75 € pro  $\text{m}_{\text{Bohrtiefe}}$  (Kosten für das Beispielgebäude liegen bei 1.600 bis 6.000 €) Die Regeneration des Erdreichs ist abhängig von der Bodenbeschaffenheit und muss bei der Planung vom Fachmann berücksichtigt werden.



Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden

## Die Luft

Die *Luft-Wasser-Wärmepumpe* hat ihr Haupteinsatzgebiet in Gebäuden mit einem überdurchschnittlich guten Dämmstandard (z.B. 3 Liter Haus, d.h.  $30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ). Die Außenluft ist besonders leicht zu erschließen und überall in unbegrenzter Menge verfügbar. Herstellerseitig werden diese Geräte mit Ventilatoren ausgerüstet, um die erforderliche Luftmenge direkt zum Verdampfer der Wärmepumpe zu fördern. Der Wartungsaufwand bei Luft-Wasser-Wärmepumpen ist sehr gering. Der Nachteil bei der Wärmequelle Luft ist, dass an den Tagen wo tiefe Außenlufttemperaturen herrschen der größte Wärmebedarf ansteht und die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Vorlauftemperatur der Heizung am höchsten ist. Dadurch sinkt die Arbeitszahl ab. Oft reicht ein Elektroheizstab, der ab einer Grenztemperatur die Heizaufgaben übernimmt. Die Kosten für die elektrische Zusatzheizung betragen bei einem Drei-Liter-Haus ca. 5 Prozent der jährlichen Heizkosten.



Luft-Wasser-Wärmepumpe



## Das Grundwasser

Grundwasser ist wegen der über das Jahr annähernd gleich bleibenden Wassertemperatur von mindestens 8 bis 10 °C als Wärmequelle energetisch besonders geeignet für den Betrieb in einer Wärmepumpen-Heizungsanlage. Hierzu wird es vom Förderbrunnen zur Wärmepumpe und von dort zurück zum sogenannten Schluckbrunnen transportiert und dort versickert es.

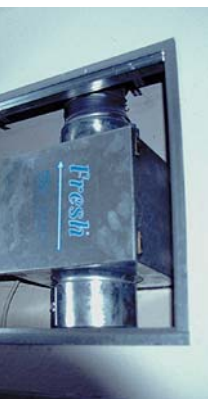
Auf dem Grundstück des zu beheizenden Hauses ist ein ausreichendes Grundwasservorkommen sicherzustellen. Ein weiteres entscheidendes Kriterium ist die Qualität des Grundwassers. Durch eine Wasseranalyse lässt sich hierbei das Material für den Wärmepumpenverdampfer festlegen und die Zuverlässigkeit der Anlage abschätzen.

Hierbei ist zu bedenken, dass sich durch die Wasserentnahme im Erdreich die Wasserqualität im Laufe des Betriebes verändern kann. Die Grundwasser-Wärmenutzung setzt grundsätzlich die Genehmigung der Unteren Wasserbehörde zur Wasserentnahme und -wiedereinleitung voraus. Die Kosten für die Wärmequellenerschließung richten sich stark nach den örtlichen Gegebenheiten und schwanken zwischen ca. 1.000 und 5.000 €. Der Wartungsaufwand bei der Wasser-Wasser-Wärmepumpe ist hoch, da die Wärmetauscher je nach Wasserqualität oft gereinigt werden müssen.

## Wärmepumpen – ein Beitrag zum Umweltschutz

Unter der Beachtung der Randbedingungen arbeiten Wärmepumpen sparsam und ressourcenschonend. Sie schneiden bezüglich ihrer Primärenergie- und Emissionsbilanz gegenüber konventionellen Erdgas- oder Ölheizungen gut ab. Gegenüber einem Öl-Niedertemperatur-Heizkessel kann, bei guter Auslegung der Wärmepumpe, der Primärenergieverbrauch um rund 45 Prozent, die CO<sub>2</sub>-Emissionen um etwa 55 Prozent gesenkt werden. Im Vergleich zu Gas-Brennwert-Heizkesseln sind dies beispielsweise jeweils bis zu 30 Prozent.

Die Investitionskosten für Wärmepumpen liegen oft noch über denen von Gas- oder Ölheizungen, die laufenden Betriebskosten sind jedoch deutlich niedriger. Die jährlichen Energiebezugskosten beispielsweise machen, wenn der Energieversorger einen speziellen Wärmepumpentarif anbietet, der unter dem normalen Haushaltstarif liegt, etwa 40 Prozent einer konventionellen Heizung aus.



## Weitere Informationen

**Auf den Internetseiten der Energieagentur NRW unter [www.ea-nrw.de](http://www.ea-nrw.de)**

**... können Sie Broschüren zu weiterführenden Themen herunterladen. Z.B.:**

- Wärmepumpe – Systemlösungen aus einer Hand
- Erdwärmetauscher – Geothermie intelligent nutzen
- Mehr Wärme – weniger Kosten. Rund ums Heizen
- Sanierung – Altes Haus wird wieder jung!
- Die Kraft der Sonne nutzen! – Solarthermie und Photovoltaik
- Die Energieeinsparverordnung

**... erfahren Sie mehr über Fördermöglichkeiten.**

**... werden laufend Seminare zu aktuellen Energiethemen angeboten.**

**Wer hilft noch:**

**BINE Informationsdienst  
Fachinformationszentrum Karlsruhe**

Büro Bonn

Meckenstr. 57

53129 Bonn

Telefon: 02 28 / 923 79-0

Telefax: 02 28 / 923 79-29

[www.bine.info](http://www.bine.info)

**Landesinitiative Zukunftsenergien NRW**

c/o Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

Haroldstraße 4

40213 Düsseldorf

Telefon: 02 11 / 866 42-0

Telefax: 02 11 / 866 42-22

[www.energieland.nrw.de](http://www.energieland.nrw.de)

**... hier erhalten Sie Informationen zu den regelmäßig stattfindenden Wärmepumpenwochen.**



## **Energieagentur NRW**

Die Energieagentur NRW wurde 1990 vom Land NRW gegründet. Sie gibt als unabhängige, neutrale und nicht-kommerzielle Anlaufstelle Hilfestellung in Sachen Energieeffizienz, zur rationellen Energieverwendung und zur wirtschaftlichen Nutzung unerschöpflicher Energiequellen – erstens durch Beratung, zweitens durch Angebote zur beruflichen Weiterbildung sowie drittens durch ihre Informations- und Öffentlichkeitsarbeit. Die Energieagentur NRW wird getragen vom Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes NRW.

## **Impressum**

©**Energieagentur NRW**

REN Impuls-Programm „Bau und Energie“

Kasinostraße 19–21

42103 Wuppertal

Tel: 0202/24552-60

Fax: 0202/24552-99

E-mail: [info@ea-nrw.de](mailto:info@ea-nrw.de)

Internet: [www.ea-nrw.de](http://www.ea-nrw.de)