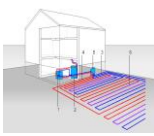
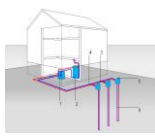
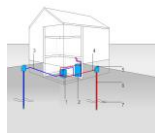
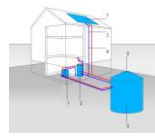
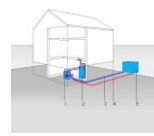
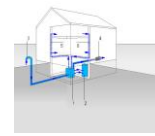


## 501 Elektrisch betriebene Wärmepumpen

Wärmepumpen sind die einzigen Heizungsanlagen, die Wärme ohne direkten Verbrennungsvorgang zur Verfügung stellen. Ihre Funktionsweise nach dem Wärmetauscherprinzip entspricht der eines Kühlschranks mit umgekehrter Wirkungsweise. Dabei dient entweder Geothermie (Erdwärme), Hydrothermie (Wasserwärme) oder Aerothermie (Luftwärme) als Wärmequelle. Dem jeweiligen Medium entzieht ein Kollektor (Verdampfer) Energie, indem er diese durch einen physikalischen Vorgang abkühlt. Die gewonnene Energie wird dann als Wärme dem Heizsystem des Gebäudes zugeführt. Die Funktionsweise der Wärmepumpen-Maschine ist dabei immer gleich, lediglich die Art und Bauweise des Kollektors unterscheidet die einzelnen Systeme. Die Auswahl des richtigen Systems hängt stark von den örtlichen Verhältnissen ab. Wärmepumpen sind eine seit Jahren bewährte Technologie, beim Neubau, aber auch bei der Sanierung von Gebäuden.

|  | Geothermie (Sole-Wärmepumpen)  |  | Hydrothermie (Wasser-Wärmepumpen)  |   | Aerothermie (Luft-Wärmepumpen)   |  |
|--|--|--|--|---|--|--|
|  | Erdkollektor-Wärmepumpe [1]  | Erdsonden-Wärmepumpe [2]   | Grundwasser-Wärmepumpe [3]   | Eisspeicher-Wärmepumpe [4]  | Luft-Wasser-Wärmepumpe [5]   | Wärmepumpen-Lüftungsgerät [6]  |
| Abbildung                                    |  |  |  |  |  |  |
| Wärmepumpe, Voraussetzung für den Einbau [7] | ausreichend unversiegelte Fläche und geeignete Bodenverhältnisse                   | geeignete geologische Schichten  | geeignetes Grundwasser in maximal 20 m Tiefe                                       | Erdspeicher und Solaranlage möglich   | Umgebung erlaubt Luftgeräusche   | sehr niedriger Energieverbrauch (z. B. Passivhaus)                                   |
| Bauweise des Kollektors                      | waagrecht verlegte Leitungen in 1,2 bis 1,5 m Tiefe                                | Soleflüssigkeit in PE-Leitungen, die 50-100 m in die Tiefe gebracht werden         | Schluck- und Saugbrunnen   | Erdspeicher aus Beton   | Außengerät oder Innenaufstellung mit Abluftauslässen                                 | Luftabsorber im kombinierten Lüftungsgerät   |
| Leistungszahl (COP) nach EN 14511 [8]        | 4,4 bis 5,0  | 4,4 bis 5,0  | 5,4 bis 6,3  | 4,5 bis 6,0   | 2,3 bis 4,4  | nicht vergleichbar   |
| Gebäudekühlung durch Wärmepumpe [9]          | aktiv: gut<br>passiv: mäßig  | gut geeignet   | gut geeignet   | sehr gut geeignet   | begrenzt geeignet  | nein   |
| Wärmepumpe, Genehmigungspflicht [10]         | nein   | ja   | ja   | nein  | nein   | nein   |
| Produktbeispiele                             | ► <b>IDM Terra DE</b><br>► <b>Ochsner Golf Midi Plus</b>                           | ► <b>IDM Terra DE</b><br>► <b>Ochsner Golf Midi Plus</b>                           | ► <b>Stiebel Eltron WPF 5-16 basic</b>   | Consolar<br>Viessmann   | ► <b>Stiebel Eltron WPL 13-23 E</b><br>► <b>IDM Terra IL Complete</b>                | ► <b>Drexel und Weiss aerosmart</b>  |

[1] Unter Erdkollektor-Wärmepumpen werden alle Wärmepumpensysteme zusammengefasst, die ihre Energie dem oberflächennahen Erdreich entnehmen. Alle Erdkollektoren sind dabei auf nicht versiegelte Grundstücksflächen angewiesen, weil Feuchtigkeitseinträge aus Regenwasser und solare Erwärmung von oben die Leistung der Wärmeübertragung steigern bzw. das Erdreich regenerieren. Dabei darf die Fläche über dem Kollektor auch bepflanzt werden, lediglich tiefwurzelnde und/oder empfindliche Pflanzen und Bäume sollten vermieden werden, damit ihr Wachstum durch das teilweise abgekühlte Erdreich nicht beeinträchtigt wird, aber auch um die Erdleitungen nicht zu beschädigen. Die Abkühlung des Erdreichs kann bis zur Vereisung der direkten Umgebung der Rohre führen, dies ist bis zu einem bestimmten Maß völlig unproblematisch. Führt der Wärmeentzug auf Grund einer unterdimensionierten Anlage oder einer überdurchschnittlichen Entnahme zu einer zu starken Vereisung, kann der Kollektor

Schaden nehmen, weil Regenwasser und Sonne die Regenerierung des Bodens außerhalb der Heizperioden nicht mehr ausreichend herstellen können. Ein Leistungseinbruch des Kollektorsystems ist die Folge. Vor allem bei der Erstaufheizung des Estrichs ist darauf Rücksicht zu nehmen. Auf die Größe der Erdkollektorfläche bzw. die Länge der Erdleitungen haben folgende Faktoren Einfluss:

- Heizwärmebedarf des Gebäudes
- COP-Zahl als Leistungszahl der Wärmepumpe
- Volumenstrom der Wärmepumpe
- Spezifische Entzugsleistung des Bodens

Folgende gängige Erdkollektor-Systeme stehen zur Verfügung:

- Flächenkollektor
- Erdkörbe
- Grabenkollektor
- Ringgrabenkollektor
- Spiralsonden

Es existieren aber auch noch diverse andere Methoden, Energie aus Erdwärme zu gewinnen, wie z. B. die sogenannten Aquifere oder Direktverdampfer-Anlagen.

Der Erdkollektor muss als oberflächennaher Kollektor in der Regel nicht genehmigt bzw. angezeigt werden. Nur in Ausnahmefällen, z.B. in Wasserschutzgebieten, muss eine Genehmigung eingeholt werden.

[2] Erdsonden-Wärmepumpen entnehmen ihre Energie Erdsonden, die in die tiefer liegenden Erdschichten geführt werden. Diese Erdsonden bestehen aus einer Soleleitung, die in teilweise sehr tiefen senkrechten Bohrlöchern nach unten und, nach dem Umkehrpunkt in ca. 40 - 100 m Tiefe, wieder zurück an die Oberfläche geführt werden. Die Temperatur im Erdreich ist ab einer Tiefe von ca. 10 m konstant und unterliegt keinen jahreszeitlichen Schwankungen. Damit ist die Erdsonde eine vor allem im Winter sehr effektive Energiequelle. Im Sommer kann aus dem relativ kühlen Erdreich auch ein passiver Kühleffekt durch die Wärmepumpe ins Gebäude getragen werden. Auf Anzahl und Tiefe der Erdsonden haben folgende Faktoren Einfluss:

- Heizwärmebedarf des Gebäudes
- COP-Zahl als Leistungszahl (Jahresarbeitszahl) der Wärmepumpe
- Volumenstrom der Wärmepumpe
- Spezifische Entzugsleistung des Bodens

Bestimmte Erdschichten dürfen mit den Sonden nicht durchstoßen werden, weshalb die Erdwärmesonden auch immer genehmigungspflichtig sind. Grundsätzlich gilt, dass wenige Sonden mit großer Tiefe wirtschaftlicher herzustellen sind, als mehrere weniger tief geführte Sonden. Am Kopfpunkt der Erdsonde wird in der Regel ein Schacht aus Betonringen einschl. Abdeckung erstellt, sodass das Bohrloch zugänglich bleibt.

Bei einem durchschnittlichen neu gebauten Einfamilienhaus beträgt die gesamte Bohrtiefe ca. 100 bis 150 m. Diese kann je nach Bodenverhältnissen und Genehmigung auf ca. 2 bis 6 Sonden aufgeteilt werden. Als erster Schritt sollte ein zugelassener Gutachter beauftragt werden, der die Möglichkeiten untersucht und aufzeigt und die Genehmigung einholt, unter Berücksichtigung der länderspezifisch sehr unterschiedlichen Anträge und Anzeigeverfahren. Die Wasserwirtschaftsämter führen in der Regel Listen über zugelassene Gutachter der entsprechenden Gegend. Aber auch die ausführenden Fachbetriebe holen bei entsprechender Beauftragung die erforderlichen Genehmigungen für den Antragssteller ein.

*Genehmigung der Erstellung von Erdsonden:* Die Erstellung von Erdsonden (Tiefenbohrungen) muss durch die Untere Wasserbehörde genehmigt werden. Die zu Grunde liegenden Gesetze sind das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sowie bei Tiefen über 100 m auch das Bundesbergbaugesetz (BBergG). In Regionen mit besonderem Schutzanspruch (z.B. Wasserschutzgebieten) sind zusätzliche Gesetze zu berücksichtigen.

*Anzeige der Bohrungen:* Die Bohrungen für Erdsonden sind grundsätzlich anzeigepflichtig. Die sogenannte „Bohranzeige“ muss mindestens einen Monat vor Beginn der Bohrarbeiten beim zuständigen Landesamt bzw. Landratsamt erfolgen.

[3] Grundwasser-Wärmepumpen entnehmen Ihre Energie dem oberflächennahen Grundwasser. Das Grundwasser, das durch einen Förderbrunnen in die Wärmepumpe geführt wird, liefert konstant Energie, indem es durch den Kälteprozess leicht abgekühlt wird. Anschließend wird es über einen Schluckbrunnen oder einen Sickerschacht wieder dem ursprünglichen Grundwasserstrom zugeführt. Die Temperatur des Grundwassers ist über das ganze Jahr konstant und liegt bei ca. 10- 12°C. Damit ist die Grundwasserwärmepumpe die effektivste Wärmepumpentechnik und erreicht COP-Zahlen von über 5. Im Sommer kann aus dem relativ kühleren Grundwasser auch ein passiver Kühleffekt durch die Wärmepumpe ins Gebäude getragen werden. Allerdings müssen in Bezug auf das Grundwasser folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- ausreichende Menge an Wasser steht zur Verfügung
- Grundwasserführende Schicht in maximaler Tiefe von ca. 20 m
- Geeignete chemische Zusammensetzung, v. a. in Bezug auf Eisen, Mangan und Sauerstoff
- Geeignete örtliche Verhältnisse für den Bau von zwei Brunnen

Bestimmte Erdschichten dürfen für den Bau der Brunnenanlagen nicht durchstoßen werden, weshalb Grundwasserbrunnen auch immer genehmigungspflichtig sind. Der Brunnenkopf wird in der Regel als Schacht aus Betonringen einschl. Abdeckung ausgeführt, so dass das Bohrloch zugänglich bleibt.

Als erster Schritt sollte ein zugelassener Gutachter mit hydrogeologischen und hydrochemischen Kenntnissen beauftragt werden, der die Möglichkeiten untersucht und aufzeigt und die Genehmigung einholt, unter Berücksichtigung der länderspezifisch sehr unterschiedlichen Anträge und Anzeigeverfahren. Die Wasserwirtschaftsämter führen in der Regel Listen über zugelassene Gutachter der entsprechenden Gegend. Die Genehmigungen werden oft auch von den ausführenden Firmen eingeholt, wenn der Betreiber dies beauftragt.

*Genehmigungsverfahren Grundwasserwärmepumpen:*

*Genehmigung zur Nutzung des Grundwassers:* Die Nutzung von Grundwasser zur thermischen Nutzung, z. B. durch Wärmepumpen, stellen in Deutschland einen erlaubnispflichtigen Tatbestand gem. § 9 Abs. 1 Nr. 5 WHG (Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts) dar. Der Betreiber muss eine wasserrechtliche Erlaubnis in der Regel beim zuständigen Landratsamt einholen. Art und Umfang der Antragsunterlagen werden länderspezifisch geregelt. In Bayern ist z.B. die Vorlage des Gutachtens eines privaten Sachverständigen in der Wasserwirtschaft (PSW) vorgeschrieben.

*Anzeige der Bohrungen:* Bohrungen für Grundwasserbrunnen sind gem. § 49 Abs. 1 WHG grundsätzlich anzeigepflichtig. Die sogenannte „Bohranzeige“ muss mindestens einen Monat vor Beginn der Bohrarbeiten beim zuständigen Landesamt bzw. Landratsamt erfolgen.

[4] Eisspeicher-Wärmepumpen entnehmen ihre Energie einem (oder mehreren) mit Wasser gefüllten Erdspeicher. Dieser besteht in der Regel aus einem ca. 8-12 m<sup>3</sup> großen Betonschacht (Betonzisterne etc.) und wird im Grundstück vergraben. Im Eisspeicher befindet sich ein Entzugs- und ein Regenerationswärmetauscher in Form einer mit Soleflüssigkeit durchströmten PE-Leitung. Dadurch wird mit Hilfe einer Sole/Wasser-Wärmepumpe dem Wasser im Erdtank Energie entzogen. Das Wasser kühlt bis zum Gefrierpunkt ab. Vor allem die sogenannte Kristallisationswärme wird ausgenutzt, die während des Phasenübergangs von Wasser zu Eis entsteht. Allein mit dieser Entzugsleistung könnte man die gleiche Menge Wasser von 0 auf 80° erhitzen. Während also in der Heizperiode das Wasser zu Eis gefriert, muss dieses in der Sommerzeit wieder zu Wasser schmelzen. Dazu tragen verschiedene Wärmequellen bei:

- Der Eisspeicher erhält ständigen Nachschub an Wärme durch die umgebende Erdwärme
- Eine Solaranlage (oder Solar-Luft-Absorber) führen dem Eisspeicher selbst bei niedrigen Vorlauf-Temperaturen stetig Energie zu.
- Die niedrigen Temperaturen im Eisspeicher eignen sich ideal zur Gebäudekühlung. Das System entzieht dem Gebäude Wärme um es in den Eisspeicher einzulagern. Dadurch entsteht ein natürlicher Kühlvorgang (natural cooling) während sich gleichzeitig der Eisspeicher regeneriert.

Durch diese drei Wärmeinflüsse taut der Eisspeicher in der Sommerzeit auf und hat sich vor der nächsten Heizperiode wieder regeneriert. Als Anhaltspunkt für die Dimensionierung des Eisspeichers gilt:

1 kW Heizleistung = 1 m<sup>3</sup> Speichervolumen

Solar-Eisspeicher-Anlagen sind effiziente und wartungsarme Heizungsanlagen, sowohl für die Gebäudeheizung als auch zur Warmwasserbereitung, die auch hervorragend zur Gebäudekühlung eingesetzt werden können. Im Unterschied zu Erdwärme- oder Grundwasseranlagen können sie unabhängig von örtlichen Gegebenheiten und in der Regel genehmigungsfrei errichtet werden.

[5] Luft-Wärmepumpen entziehen der Umgebungsluft Energie und kühlen diese dadurch ab. Man unterscheidet folgende Bauarten:

- Kompaktanlage mit Innenaufstellung: Die Wärmepumpe und der Verdampfer werden im Gebäude installiert (z. B. im Keller). Durch zwei Außenluftgitter wird Luft angesaugt und wieder ausgeblasen. Diese Variante ist sehr kompakt und hat relativ geringe Investitionskosten, setzt aber voraus, dass die Luftstrom-Gitter am Einbauort keine optische oder schalltechnische Beeinträchtigung darstellen.
- Kompaktanlage mit Außenaufstellung: Die Wärmepumpe einschl. dem Verdampfer wird als Kompaktanlage außen aufgestellt. Dieser Bautyp wird vor allem bei Platzmangel im Haus eingesetzt, ist aber teurer als die Bauart Innenaufstellung.
- Splitanlage: Hier steht die Wärmepumpe im Gebäude und der Verdampfer wird außerhalb aufgestellt z. B. im Garten, beide Geräte werden über eine Kälteleitung miteinander verbunden. Dadurch kann der Ort der Luftabsorption bestimmt werden, bzw. vom Haus weggeführt werden. Im Gebäude reduziert sich der Platzbedarf. Dieser Bautyp eignet sich besonders für nachträglichen Einbau, da keine Luftkanäle und keine Ansaug-/ Ausblasöffnungen erforderlich werden.

Besonders zu beachten ist bei Luftwärmepumpen die Geräuschemission durch die Arbeit des Rotors am Verdampfer. Dieser ist zur Ansaugung der Umgebungsluft notwendig. Der Rotor verursacht nicht unerhebliche Strömungsgeräusche, der Aufstellort muss daher so gewählt werden, dass Nutzer und Nachbarn nicht gestört werden. Aber auch Unterschiede bei den Fabrikaten, die Bauweise und die Sorgfalt bei der Ausführung sind mitausschlaggebende Faktoren für die entstehenden Geräuschemissionen.

Wie für alle Wärmepumpen gilt der Grundsatz: Je höher die Temperatur des Mediums, desto höher die Effizienz der Anlage. Bei der Luftwärmepumpe ist dieser Zusammenhang besonders entscheidend, da die Maschine vor allem dann hohe Leistung erbringen muss, wenn die Temperatur der Luft besonders niedrig ist, also im Winter. In diesem Bereich ist der Anteil der Antriebsenergie (Strom) höher als bei hohen Lufttemperaturen. Trotz dieser Divergenz haben die Anlagen mittlerweile eine so hohe Effektivität erreicht, dass auch bei Minustemperaturen eine akzeptable Leistungszahl erzielt wird. Im Jahresdurchschnitt liegt diese sog. COP-Zahl je nach Typ und Aufstellort zwischen 2,3 und 4,4. Dafür sind die Anschaffungskosten der Luft-Wärmepumpe, im Vergleich zu Anlagen für eine Erdwärme oder Grundwassernutzung, besonders günstig.

[6] Luft-Wärmepumpen können auch mit einer Lüftungsanlage kombiniert werden. Diese entnehmen ihre Energie über die zentrale Lüftungsanlage aus der Abluft der Innenräume eines Gebäudes. Damit kann diese Anlage auf konstant hohe Temperaturen zurückgreifen, so dass der Wirkungsgrad im Vergleich zu Wärmepumpen mit Außenluftansaugung relativ hoch ist. Allerdings sind die darüber Aufschluss gebenden reinen COP-Werte auf Grund der Kombination der Geräte nicht mit anderen Lüftungsanlagen vergleichbar.

Die Entzugsleistung ist auf Grund des definierten Luftvolumens begrenzt. Somit eignet sich diese Technologie ausschließlich für Gebäude, die sehr wenig Heizenergie im Vergleich zu dem zur Verfügung stehenden Abluft-Volumen benötigen, also vor allem für Passivhäuser. Das Zuführen der gewonnenen Energie in zu beheizende Räume erfolgt wieder über die Lüftungsanlage. Auch dadurch ist die mögliche Einbringung von Heizenergie begrenzt. Zur Unterstützung des Systems enthalten die Systeme einen Wärmetauscher, der vor die Wärmepumpe geschaltet ist und ohne den Einsatz elektrischer Energie bereits eine anteilige Wärmeübertragung übernimmt. Wie bei einer klassischen Lüftungsanlage wirkt sich ein außenliegender Erdwärmetauscher positiv aus, der bei kalter Witterung die Frischluft vorwärmt und im Sommer vorkühlt.

[7] Wärmepumpen eignen sich abhängig von ihrer Bauart und der Kollektorart nicht für jeden Anwendungsfall. Je nach System gibt es unterschiedliche wichtige Voraussetzungen (z.B. Boden- oder Grundwasserverhältnisse, Zulässigkeit von Geräuschemissionen, Energiebedarf des Gebäudes), um das gewählte System sinnvoll einsetzen zu können.

[8] Die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen wird durch die sogenannte Leistungszahl  $\epsilon$  beschreiben. Man nennt die Leistungszahl auch Coefficient of Performance (COP). Sie definiert sich durch das Verhältnis zwischen der erzeugten Heizleistung und dem aufgenommenen elektrischen Antriebsstrom einer Wärmepumpe. Je höher diese Zahl ist, desto besser ist der Wirkungsgrad. Grundsätzlich kann die Leistungszahl nach DIN EN 255-3 oder DIN EN 14511 ermittelt werden, die jeweils von unterschiedlichen Spreizungen bei der Vorlauftemperatur ausgehen, so dass auch unterschiedliche Leistungszahlen entstehen. Um vergleichbare Werte verschiedener Systeme gegenüberstellen zu können, müssen also die sowohl die Norm als auch die Rahmenbedingungen übereinstimmen, unter denen die Werte unter Laborbedingungen ermittelt wurden. Hierzu werden folgende genormte Prüfkurzzeichen verwendet, die den Betriebszustand der Prüfung beschreiben:

W= Water, Wasser  
B= engl. Brine (=Sole)  
S= Sole  
A= engl. Air (=Luft)  
E= Erdreich

Beispiel: A0/W35 = 3,0

Die Kennzeichnung bedeutet, dass eine Luftwärmepumpe bei einer Außenlufttemperatur von 0°C (A0) und einer Vorlauftemperatur von 35°C (W35) aus einem Kilowatt elektrischer Antriebsleistung 3,0 kW Heizleistung erwirtschaftet. Die Leistungszahl bzw. der COP ist in diesem Beispiel 3,0. Grundsätzlich ist beim Vergleich der Leistungszahlen genau darauf zu achten, nach welcher Norm und welchen Betriebspunkten die Werte ermittelt wurden. Dagegen sind die Ergebnisse aus den unabhängigen Prüfungen des EHPA (European Heat Pump Association LINK) nach normierten Bedingungen entstanden, so dass die dort veröffentlichten Werte immer vergleichbar sind.

Formel:  $COP = \text{Heizleistung} / \text{elektr. Antriebsleistung}$

Einheit: keine

[9] Wärmepumpen eignen sich auch zur kühlenden Temperierung von Gebäuden im Sommerfall. Dabei wird der Prozessvorgang im Gerät umgedreht und die Wärme wird aus dem Gebäude in die Umgebung „gepumpt“. Dabei ist die Art des Kollektors entscheidend. Während eine Luftwärmepumpe auf Grund der gleichzeitig hohen Umgebungstemperatur ungeeignet ist, kann die Grundwasser-Wärmepumpe auf das immer kühle Grundwasser zurückgreifen und einen deutlichen Kühleffekt für die Innenräume bewirken. Dabei ist der begrenzende Faktor meist die Art der Übertragungsflächen. Wenn die „Kälte“ z. B. über die Bodenheizung abgegeben werden soll, ist mit Hilfe eines Sensors darauf zu achten, dass es durch die geringe Vorlauftemperatur nicht zu Kondensation im Bodenaufbau kommt. Insofern können Wärmepumpen niemals Klimaanlage ersetzen oder vergleichbare Leistungen erbringen. Man unterscheidet aktive und passive Kühlung mit Wärmepumpen, s. Lexikonbeiträge *Wärmepumpe, Aktiv-Kühlung* und *Wärmepumpe, Passiv-Kühlung*.

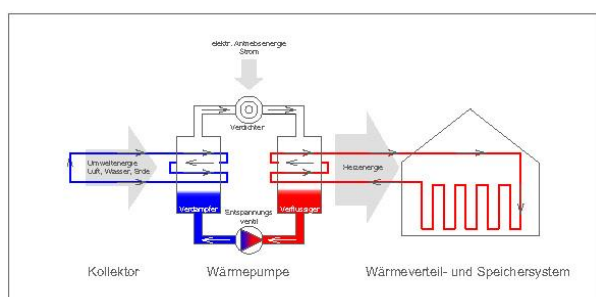
[10] Manche Wärmepumpensysteme erfordern vorab eine Genehmigung, z.B. für die Tiefenbohrungen bei Erdsonden-Wärmepumpen oder für die Nutzung des Grundwassers bei Grundwasser-Wärmepumpen. Näheres hierzu kann den Lexikonbeiträgen *>Erdsonden-Wärmepumpe* und *>Grundwasser-Wärmepumpe* entnommen werden.

## Planung

Die Wärmepumpentechnologie beruht auf dem gleichen Wirkungsprinzip wie ein Kühlschrank, nur in umgekehrter Funktionsweise. Beide machen sich den Joule-Thomson-Effekt zunutze. Dieser beschreibt den physikalischen Vorgang, dass ein Gas durch Änderung der Druckverhältnisse seine Temperatur ändert, ohne dass dazu Energie zugeführt werden muss. Durch Kompression eines Gases steigt seine Temperatur, durch Dekompression sinkt sie. Dementsprechend ist das Herzstück einer Wärmepumpe der sogenannte Verdichter, der die Temperatur des gasförmigen Arbeitsmediums durch Verdichtung erhöht. Neben der eigentlichen Wärmepumpe ist auch ein Kollektor notwendig, der einem anderen Medium, wie Luft, Wasser oder Erdreich, Energie entziehen kann. Beim Kühlschrank ist dies die rückseitige Drahtwendel, der Kondensator, der der Umgebungsluft Energie in Form von Wärme zuführt. Zum Betrieb der Wärmepumpe und vor allem des Verdichters ist die Zufuhr von Energie notwendig, z.B. als elektrischer Strom. Je weniger Energie für den Betrieb notwendig ist, desto höher ist die sogenannte Jahresarbeitszahl, also der Wirkungsgrad einer Wärmepumpe. Für alle Wärmepumpen gilt der Grundsatz: Je höher die Temperatur des Mediums, desto höher die Effizienz der Anlage.

Neben elektrischem Strom kann auch Erdgas als Energiequelle eingesetzt werden, Thema dieser bauwion-Wissenseite sind jedoch ausschließlich elektrisch betriebene Wärmepumpen.

### Funktionsweise im Schema:



**Gütesiegel:** Wärmepumpen können mit dem EHPA-Gütesiegel (früher DACH-Gütesiegel) ausgezeichnet sein. Dieses wird von der European Heat Pump Association verliehen, wenn die geprüfte Anlage einheitlich

eingeführte Standards erfüllt. Bei den Tests werden sowohl technische Werte wie Mindestwirkungsgrad, Einsatzgrenzen oder Schallemissionen geprüft, aber auch die Herstellerangaben, die Service- und Ersatzteilsicherheit sowie die Qualität der Planungsunterlagen. Grundlage der Prüfungen ist insbesondere die DIN EN 14511.

**Aufstellort:** Durch Einsatz von sogenannten Scroll-Kompressoren sind moderne Sole- und Wasser-Wärmepumpen sehr leise, das Emissionsgeräusch ist vergleichbar mit dem eines Kühlschranks. Eine elektrisch betriebene Wärmepumpe kann also auch in untergeordneten Wohnbereichen stehen, wie z. B. im Waschraum oder Abstellraum. Ein Aufstellort in der unmittelbaren Nähe von Schlafräumen ist dagegen nicht ratsam.

Dagegen können Luft-Wärmepumpen je nach Leistung einen Lärmpegel erreichen, der durchaus als störend empfunden werden kann. Der Wahl des richtigen Aufstellortes, vor allem des Kollektors in Form des Ventilators, kommt also erhöhte Aufmerksamkeit zu. Ausführliche Untersuchungsergebnisse und Handlungsempfehlungen dazu hat der Bundesverband Wärmepumpe e. V. in seinem sog. „Leitfaden Schall“ erarbeitet: [http://www.waermepumpe.de/uploads/tx\\_bwppublication/2012-08-23\\_MK\\_Leitfaden\\_Schall.pdf](http://www.waermepumpe.de/uploads/tx_bwppublication/2012-08-23_MK_Leitfaden_Schall.pdf)

**Heizsystem:** Wärmepumpen arbeiten am effektivsten, wenn sie niedrige Vorlauftemperaturen erzeugen müssen. Die optimalen Vorlauftemperaturen liegen bei max. ca. 30° bis 35°C. Aus diesem Grund sollten Wärmepumpen vorrangig mit Niedertemperaturheizungen wie Fußboden- oder Wandheizungen kombiniert werden. Moderne Wärmepumpen leisten zwar auch höhere Vorlauftemperaturen für z. B. Konvektoren, sind dann aber weniger effektiv und verbrauchen relativ gesehen mehr elektrische Antriebsenergie.

**Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz:** Das EEWärmeG schreibt vor, dass neu errichtete Gebäude mit > 50 m<sup>2</sup> Nutzfläche ihren Gesamtenergieverbrauch (Wärme und Kälte) zum Teil durch erneuerbare Energien decken müssen. Ziel ist es, den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Sinne einer klimafreundlichen Energiewirtschaft bis 2020 auf 14 % zu erhöhen. Dieses Gesetz gilt allein dadurch als erfüllt, wenn dabei der Anteil der Nutzung von Umwelt- und Geothermie (Wärmepumpentechnologie) mindestens 50 % beträgt. Bei grundlegend renovierten öffentlichen Gebäuden muss dieser Anteil 15 % betragen. Eine Ersatzmaßnahme, wie z. B. eine zusätzliche Solaranlage, ist beim Einsatz von Wärmepumpen als Heizanlagen also nicht notwendig, wenn auch die technischen Bedingungen nach der Anlage „Anforderungen an die Nutzung von Erneuerbaren Energien“ des EEWärmeG erfüllt sind.

## Ausführung

**Förderung BAFA:** Der Einbau von Wärmepumpen kann durch das BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) für den Einbau in Bestandsgebäude gefördert werden, wenn die entsprechenden Förder Voraussetzungen erfüllt sind. Über diese sogenannte Basisförderung hinaus bietet das BAFA ebenfalls eine Innovations- und Zusatzförderung für Wärmepumpenanlagen mit hoher Jahresarbeitszahl **oder** verbesserter Systemeffizienz nach den BAFA-Kriterien. Diese Zusatzförderung kann auch für Neubauten beantragt werden, sofern beide Kriterien, eine hohe Jahresarbeitszahl **und** eine verbesserte Systemeffizienz nach den BAFA-Kriterien, erfüllt werden.

Die genauen Voraussetzungen und Fördersätze der einzelnen Anlagen findet man auf der Internetseite des ► BAFA. ([www.bafa.de/bafa/de/index.html](http://www.bafa.de/bafa/de/index.html))

**Förderung KfW:** Die KfW-Förderbank fördert den Einbau von Wärmepumpen in Bestandsgebäude durch zinsgünstige Kredite, aber auch durch Investitionszuschüsse. Gefördert werden Privatpersonen, die Wohnraum energetisch sanieren oder sanierten Wohnraum kaufen. Hierfür können verschiedene Programme mit den unterschiedlichsten Voraussetzungen und Förderkonditionen gewählt werden. Gemeinsame Grundlage ist bei allen Programmen, dass nur die Sanierung und nicht der Neubau gefördert wird und jeweils eine, aus umweltenergetischer Sicht betrachtete, deutliche Verbesserung mit der Erneuerung verbunden ist. Weitere Informationen zur Förderung findet man auf der Internetseite der ► KfW-Bank. ([www.kfw.de/kfw.de.html](http://www.kfw.de/kfw.de.html))

**Stromtarif und Sperrzeiten:** Zum Betrieb von Wärmepumpen wird Antriebsstrom benötigt, der von den meisten Elektroversorgungsunternehmen (EVU) mit einem gesonderten, deutlich niedrigeren, Heiztarif abgerechnet wird, sodass die Anlagen derzeit sehr wirtschaftlich zu betreiben sind. Dafür stellt das EVU einen eigenen Stromzähler bereit. Damit verbunden ist aber in der Regel eine sogenannte Sperrzeit, in der das EVU zur Entlastung von Verbrauchsspitzen die Wärmepumpen vorübergehend nicht mit Strom versorgt, die Anlage also keine Wärme liefert. Diese Sperrzeit darf täglich höchstens 3 mal 2 Stunden betragen. Da dieser Ausfall überbrückt werden muss, sollte mindestens die in dieser Zeit benötigte Wärmemenge in einem Pufferspeicher vorgehalten werden können. Auch der Betrieb von Fußbodenheizungen führt auf Grund der Trägheit und Speichermasse des Estrichs zu einer Pufferung der Ausfallzeit, sodass bei entsprechender Dimensionierung keine Komforteinschränkungen spürbar sind. Bei der Planung einer Wärmepumpenanlage müssen also die individuellen Sperrzeiten berücksichtigt werden. Andernfalls würde der Elektroheizstab die fehlende Leistung überbrücken, was den Stromverbrauch deutlich steigern würde.

**Wartung:** Wärmepumpen müssen, wie alle technischen Anlagen, regelmäßig gewartet werden. Da keine Verbrennung stattfindet sind die Frequenz und die Kosten für die Wartungsarbeiten jedoch eher gering.

## Wichtige Anschlussbauteile

► **511 | Zentrale Lüftungsanlagen für Wohngebäude** Alternativ kann ein Wohngebäude auch über zentrale Anlagen gelüftet werden.

## Normen und Literatur

**DIN EN 14511-1,** Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumbeheizung und -kühlung - Teil 1: Begriffe und Klassifizierung

**DIN EN 14511-4,** Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumbeheizung und -kühlung - Teil 4: Betriebsanforderungen, Kennzeichnung und Anleitung

**VDI-Richtlinie: VDI 4640 Blatt 1:** Berichtigung Thermische Nutzung des Untergrunds - Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte, Berichtigung zur Richtlinie VDI 4640 Blatt 1:2010-06

- ▶ **Leitfaden Erdwärmesonden in Bayern**, Bundesverband WärmePumpe (BWP) e.V.  
[www.geothermie.de/fileadmin/useruploads/wissenswelt/gesetze/Leitfaden/Bayern\\_Leitfaden\\_Erdwaermesonden.pdf](http://www.geothermie.de/fileadmin/useruploads/wissenswelt/gesetze/Leitfaden/Bayern_Leitfaden_Erdwaermesonden.pdf)
  
- ▶ **Leitfaden zur geothermischen Nutzung des oberflächennahen Untergrundes**, Erdwärmekollektoren – Erdwärmesonden Empfehlungen für Planer, Ingenieure und Bauherren, Landesamt Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Schleswig-Holstein  
[www.umweltdaten.landsh.de/nuis/upool/gesamt/geologie/geothermie\\_2011.pdf](http://www.umweltdaten.landsh.de/nuis/upool/gesamt/geologie/geothermie_2011.pdf)
  
- ▶ **EEWärmeG Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz**  
[www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/eew\\_rmeg/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/eew_rmeg/gesamt.pdf)
  
- ▶ **JAZ-Rechner** des Bundesverbandes Wärmepumpe e. V.  
[www.waermepumpe.de/nc/waermepumpe/effizienz/jaz-rechner.html](http://www.waermepumpe.de/nc/waermepumpe/effizienz/jaz-rechner.html)

## Lexikon

Zu nachfolgenden Fachbegriffen sind auf [www.bauwion.de](http://www.bauwion.de) auf der Themenseite dieses pdf-Dokuments und im allgemeinen Lexikon weitere Erklärungen verfügbar:

- Eisspeicher-Wärmepumpe**
- Erdkollektor-Wärmepumpe**
- Erdsonden-Wärmepumpe**
- Erd-Wärmepumpe, Erdwärmekorb**
- Erd-Wärmepumpe, Flächenkollektor**
- Erd-Wärmepumpe, Grabenkollektor**
- Erd-Wärmepumpe, Ringgrabenkollektor**
- Erd-Wärmepumpe, Soleflüssigkeit**
- Erd-Wärmepumpe, Spiralsonden**
- Funktionsweise Wärmepumpe**
- Gebäudekühlung durch Wärmepumpe**
- Grundwasser-Wärmepumpe**
- Jahresarbeitszahl (JAZ) bei elektrisch angetriebenen Wärmepumpen**
- Leistungszahl (COP) nach EN 14511**
- Luft-Wasser-Wärmepumpe**
- Luft-Wärmepumpe, Schallemissionen**
- Wärmepumpe, Aktiv-Kühlung**
- Wärmepumpe, Genehmigungspflicht**
- Wärmepumpe, Passiv-Kühlung**
- Wärmepumpe, Voraussetzung für den Einbau**
- Wärmepumpen-Lüftungsgerät**

Stand: 11.06.2014