

Nutzung von Umweltwärme mit Wärmepumpen

Überblick zu Technik
und Anwendung

TEAM ENERGIEWENDE BAYERN



Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie
Bayerisches Staatsministerium für
Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus



C.A.R.M.E.N.



Nutzung von Umweltwärme mit Wärmepumpen

Überblick zu Technik und Anwendung

Einleitung

Der Umbau der Energieversorgung hin zu Erneuerbaren Energien betrifft neben der Stromerzeugung und der Mobilität insbesondere den Wärmesektor. Die Nutzung der Umgebungswärme aus Luft, Wasser oder Erdreich mithilfe einer Wärmepumpe bietet die Möglichkeit einer umweltfreundlichen Wärmeversorgung. Voraussetzung ist, dass als Hilfsenergie Strom aus Erneuerbaren Energien eingesetzt wird. Die gesamte Anlage umfasst eine Wärmequelle, eine Wärmesenke (Heizflächen) und die Wärmepumpe als zentrale Komponenten. Je nach Dimensionierung können Wärmepumpensysteme neben dem Einsatz in Wohn- und Bürogebäuden auch für gewerbliche oder kommunale Heiz- und Kühlzwecke geeignete Alternativen darstellen.

Technik und Funktionsweise

Die Energie aus der jeweiligen Wärmequelle wird durch den Einsatz einer Wärmepumpe zur Beheizung eines Gebäudes nutzbar. Dies gelingt mithilfe des in Abbildung 1 dargestellten sogenannten linkslaufenden Kreisprozesses, auf dem z. B. auch die Funktionsweise von Kühlgeräten basiert.

Ein Arbeitsmedium (Kältemittel) nimmt zuerst die Wärme aus der Wärmequelle (z. B. Erdreich) auf und verdampft dabei aufgrund seines niedrigen Siedepunktes. Der Verdichter in der Wärmepumpe komprimiert den Dampf unter Anwendung von elektrischer Energie. Die Temperatur steigt dabei so weit an, dass Wärme an das im Heizsystem zirkulierende Wasser übertragen werden kann. Dieser Vorgang kühlt das Kältemittel wieder ab, bis es schließlich kondensiert, also einen flüssigen Zustand annimmt.

Schließlich wird der Druck des Kältemittels über ein Entspannungsventil weiter gesenkt, bis der Anfangszustand erreicht ist und der Prozess von vorne beginnen kann.

Wärmequellen

Natürliche Wärmequellen wie Erdwärme, Grundwasser oder Umgebungsluft werden bisher am häufigsten für Wärmepumpenheizungen eingesetzt. Neben diesen können auch künstliche Quellen, wie industrielle Abwärme und kommunales Abwasser, in einer Wärmepumpenheizung genutzt werden.

Während die Temperaturen der Luft und des Erdreichs bis zur Frostgrenze (0,8 bis 1,2 m Tiefe) über das Jahr hinweg stark schwanken, kann ab einer Tiefe von etwa 10 m ein konstanter Temperaturverlauf über das Jahr hinweg beobachtet werden (Abbildung 2). Mit zuneh-

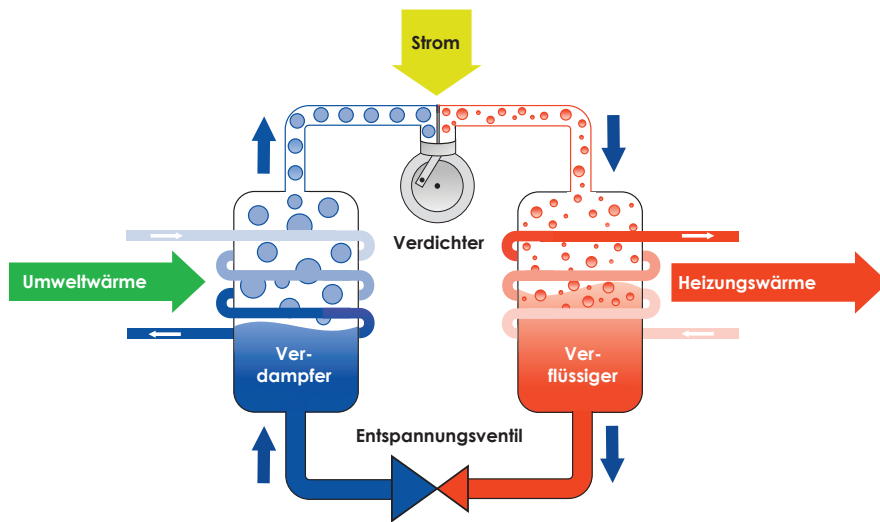


Abb. 1: Schema Wärmepumpe (Kreisprozess)

mender Tiefe steigt die Temperatur des Erdreichs an.

Kennzeichnend für die Leistungsfähigkeit einer geothermischen Wärmequelle sind die thermophysikalischen Eigenschaften des Untergrundes, wie die Wärmeleitfähigkeit und die volumetrische Wärmekapazität. Diese Werte geben an, wie viel Wärmeenergie aus der Quelle gewonnen werden kann. Das bedeutet: Es fließt immer eine bestimmte Energiemenge in Form von Wärme aus der Umgebung nach, sodass die Temperatur der Wärmequelle nicht stetig absinkt. Somit ist zu beachten, dass nicht dauerhaft mehr Wärme entzogen wird als es die thermophysikalischen Eigenschaften erlauben, da die Wärmequelle sonst im Laufe der Nutzung vollständig oder zeitweise versiegen kann.

Die in Tabelle 1 angegebene mögliche Wärmeentzugsleistung gibt die Wärmequellenleistung im Verhältnis zur jeweiligen Bezugsgröße an: Bei Erdwärmesonden ist dies die Bohrtiefe, bei Erdwärmekollektoren die Kollektorfläche.

Erschließung der Wärmequellen

Um die verschiedenen Wärmequellen zu nutzen, gibt es unterschiedliche Wärmepumpentypen. Mithilfe einer **Sole/Wasser-Wärmepumpe** kann die im **Erdboden** gespeicherte Energie nutzbar gemacht werden. Dafür werden häufig Erdwärmesonden eingesetzt, welche die Wärmeenergie aus Tiefen von bis zu 400 m aufnehmen. Die benötigte Sondenlänge hängt vom Untergrund und vom Wärmebedarf des Gebäudes ab. Alternativ können auch oberflächennahe, horizontale Erdwärmekollektoren

genutzt werden, die unterhalb der Frostgrenze in einer Tiefe von mindestens einem Meter verlegt werden. Da diese Kollektoren viel Freifläche benötigen, gibt es alternativ kompakte Quellsysteme wie z. B. Erdwärmekörbe oder Grabenkollektoren, welche bis zu 5 m tief ins Erdreich eingebracht werden. Eine weitere Anlagenvariation ist die Nutzung erdberührter Betonteile (Bauteilaktivierung) als Wärme-/Kältequelle, beispielsweise bei Bürogebäuden. Bekannt ist die Technik durch sogenannte Energiepfähle: Dabei werden Rohrleitungen zur Nutzung des Untergrunds in vorhandene Betonpfeiler des Fundaments integriert.

Dient Wasser als Wärmequelle, kommen meist **Wasser/Wasser-Wärmepumpen** zum Einsatz. Für die direkte Nutzung des **Grundwassers** werden zwei Bohrungen benötigt. Das Wasser wird dem Förder-/Saugbrunnen mittels einer Pumpe entnommen. Da das Wasser direkt zum Wärmetauscher gepumpt wird, spricht man von einem offenen System. Nach der Wärmeentnahme durch das Heizungssystem wird es über den sogenannten Schluckbrunnen wieder dem Grundwasserleiter zugeführt.

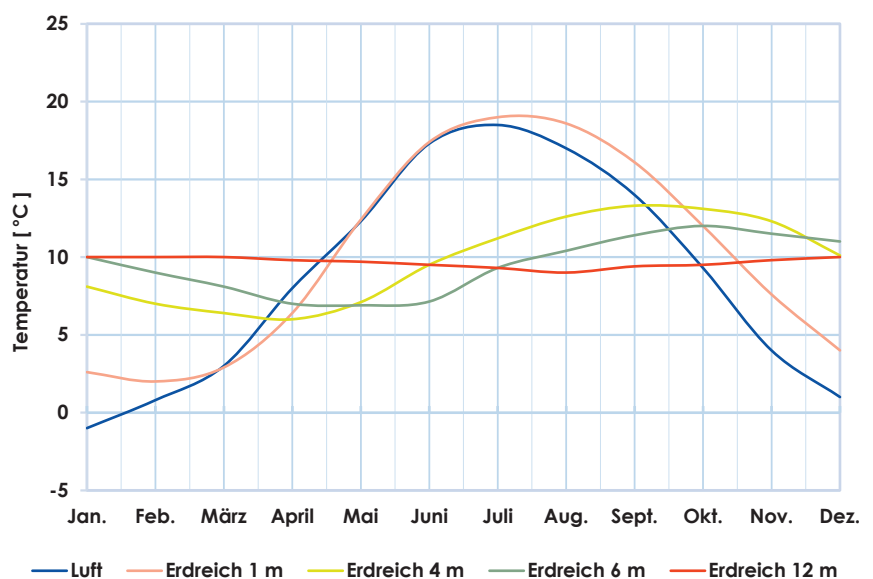


Abb. 2: Luft- und Erdreichtemperatur im Jahresverlauf (eigene Darstellung nach Baumann M., Laue H.-J., Müller P., 2008: Wärmepumpen – Heizen mit Umweltenergie)

Allgemeine Voraussetzungen sind eine ausreichende Verfügbarkeit von Grundwasser und genügend Platz für einen hinreichenden Abstand der Brunnen, um einen thermischen Kurzschluss zu vermeiden. Diese Art der Wärmenutzung bedingt eine genaue Analyse des Grundwasservorkommens, der wasserführenden Schichten sowie der Wasserqualität, da die Brunnenalterung und die Korrosion einzelner Komponenten direkt mit dem Mineralgehalt und den chemischen Bestandteilen des Grundwassers zusammenhängen. Alternativ kann auch Oberflächenwasser aus Seen, Bächen oder Flüssen zur Wärmeentnahme genutzt werden.

Eine **Luft/Wasser-Wärmepumpe** nutzt die **Umgebungsluft** als Wärmequelle. Die Erschließung ist im Vergleich zu Erdwärme und Wasser relativ einfach. Ein entscheidender Nachteil der Luft/Wasser-Wärmepumpe zeigt sich jedoch speziell im Winter, wenn ein hoher Wärmebedarf besteht: Die niedrigen Lufttemperaturen und die geringe Wärmekapazität der Luft begrenzen die erschließbare Energiemenge. Es wird deutlich mehr Hilfsenergie in Form von Strom benötigt, wodurch die laufenden Kosten steigen und der Systemwirkungsgrad der Wärmepumpe sinkt.

Weitere Wärmequellen

Neben den beschriebenen natürlichen Quellen kann eine Wärmepumpe auch vom Menschen geschaffene Wärmequellen nutzen. Im kommunalen Bereich fällt **Abwasser** an, dessen häufig ungenutzte Wärmeenergie unter bestimmten Voraussetzungen für die Wärmeversorgung eingesetzt werden kann. Da Abwässer in der Regel sehr konstante und vergleichsweise hohe Temperaturen aufweisen, stellen sie eine ergiebige Wärmequelle dar. Die Wärmeentnahme kann entweder innerhalb der Kläranlage, der Kanalisation oder auch direkt in Gebäuden erfolgen, in denen Abwässer anfallen. Die Wärmeentnahme vor Kläranlagen ist nur zu einem

gewissen Grad möglich, da für die mikrobiologische Wasserreinigung im Klärwerk die Temperatur des Abwassers nicht zu weit absinken darf.

Eine andere künstliche Wärmequelle ist die **Abluft**, die zum Beispiel in der Industrie anfällt und sich wie auch Abwasser durch vergleichsweise hohe Temperaturen auszeichnet. Wenn das Temperaturniveau nicht ausreichend ist, um die Wärme direkt an Verbraucher abzugeben, kann der Einsatz einer Wärmepumpe eine effiziente Maßnahme darstellen, um die Abluft nutzbar zu machen.

Eisspeicher sind eine weitere Form alternativer Wärmequellen. Diese dienen sowohl der Beheizung im Winter als auch der Kühlung im Sommer. Die Funktionsweise der Eisspeicher beruht auf der Nutzung der Latentwärme, die beim Phasenübergang zwischen fest (Eis) und flüssig (Wasser) freigesetzt bzw. gespeichert wird. Die technische Umsetzung erfolgt mithilfe eines Wasserreservoirs, welches in das Erdreich eingegraben wird. Im Winter entzieht die Wärmepumpe dem Wasser im Eisspeicher die Energie, sodass das Reservoir nach und nach gefriert. Damit die Volumenänderung beim Gefrieren keine Probleme bereitet, muss dies von innen nach außen geschehen. Im System sind Solar-Luftabsorber integriert, die die Umgebungswärme entweder zur Beladung des Eisspeichers verwenden oder direkt an die Wärmepumpe abgeben. Das Eis vom Winter kann bei Bedarf zur Klimatisierung der Räume genutzt werden. Dazu wird die Raumwärme über den Wärmepumpenkreislauf an den Eisspeicher abgeführt.

Der Vorgang des Beladens, also der Transfer überschüssiger Wärme (z. B. Überschusswärme aus Solarthermie oder Raumwärme) in die Wärmequelle, wird als Rekuperation der Wärmequelle bezeichnet und ist ebenfalls bei einer Erdwärmenutzung ohne Eisspeicher möglich. Die Effizienz des Wärmepumpensystems kann sich dadurch während der Heizperiode verbessern, da ein höheres Tem-

peraturniveau der Quelle vorliegt. Der Wärmezufuhr sind jedoch natürliche Grenzen gesetzt.

Genehmigung

Da die Nutzung von Erdwärme und Grundwasser einen Eingriff in den Naturhaushalt darstellt, werden bei der Erschließung zum Teil Genehmigungen benötigt.

Für die Verlegung von Erdwärmekollektoren ist generell keine Genehmigung notwendig, jedoch ist eine Anzeige bei der zuständigen Kreisverwaltungsbehörde (KVB) zwingend erforderlich. Im jeweiligen Einzelfall muss überprüft werden, ob eine Benutzung im wasserrechtlichen Sinne vorliegt.

Bohrungen für Erdwärmesonden unterliegen der wasserrechtlichen Anzeigepflicht bei der Kreisverwaltungsbehörde. Je nach Einbringung der Sonde und Art der berührten Grundwasserleiter ist eine wasserrechtliche Erlaubnis notwendig. Wird eine Bohrtiefe von 100 Metern überschritten, muss zusätzlich eine Anzeige bei der zuständigen Bergbehörde erfolgen. In Bayern sind die Privaten Sachverständigen der Wasserwirtschaft (PSW) für die Erstellung der notwendigen Gutachten für die entsprechende Prüfung sowie für die bauliche Begleitung zuständig. Die Erlaubnis erfolgt anschließend durch die Kreisverwaltungsbehörde. Für eine Grundwassernutzung ist eine solche wasserrechtliche Erlaubnis unumgänglich.

Eine Anlage zur Nutzung der Umgebungsluft kann ohne Genehmigung errichtet werden. Zu beachten ist der vorgeschriebene Abstand zur Grundstücksgrenze gemäß der Bauverordnung und die Geräuscentwicklung entsprechender Anlagen.

Anwendung

Mittlerweile gibt es verschiedene Ausführungen von Wärmepumpen, die je nach Art und Größe des zu beheizenden oder zu kühlenden

Gebäudes unterschiedlich gut geeignet sind. Unterschieden wird zwischen Niedertemperatur-, Mitteltemperatur- oder Hochtemperaturwärmepumpen. Während die Niedertemperaturwärmepumpen nur mit niedrigen Vorlauftemperaturen im System arbeiten können, sind Hochtemperaturgeräte auch für Systeme mit hohen Vorlauftemperaturen geeignet.

Außerdem kann zwischen gas- und elektrisch betriebenen Wärmepumpen unterschieden werden. In Gebäuden mit großem Leistungsbedarf wie Schwimmbädern sind gasbetriebene Wärmepumpen grundsätzlich Standard. Elektrisch betriebene Wärmepumpen finden eher im kleineren Leistungsbereich Anwendung, wie zum Beispiel in Wohngebäuden. Zusätzlich gibt es eine Reihe von technischen Sonderentwicklungen, z. B. in Form von thermisch betriebenen Wärmepumpen, die häufig in der Industrie verwendet werden.

Kann die Wärmepumpe den Wärmebedarf als einziger Wärmeerzeuger decken, handelt es sich um eine monovalente Betriebsweise. Wenn ein zweiter Wärmeerzeuger, zum Beispiel ein Pelletofen oder ein elektrischer Heizstab, verwendet wird, um die Wärmeversorgung zu jeder Zeit sicherzustellen, wird dies als bivalente Betriebsweise bzw. Hybridsystem bezeichnet. In einem Passivhaus kann auch nur die Brauchwassererwärmung mittels Wärmepumpe erfolgen.

Die Effizienz von Wärmepumpenheizungen ist von den Randbedingungen vor Ort abhängig. Daher ist es in jedem Fall wichtig, gute Kenntnisse über den Standort zu haben und die Anlage genau darauf sowie auf das zu beheizende oder zu kühlende Gebäude auszulegen. Bei der Erdwärme- und Grundwassernutzung gehören zu den benötigten Vorkenntnissen außerdem die hydrogeologischen und geologischen Standortbedingungen.

Im Hinblick auf die Gebäudeeigenschaften sind grundsätzlich ein guter Dämmstandard und Flächen-

heizungen wie Fußboden- oder Wandheizungen zu empfehlen. Je niedriger die Vorlauftemperatur im System, desto effizienter ist der Betrieb der Wärmepumpe. Optimale Vorlauftemperaturen für eine Wärmepumpe liegen $\leq 35^{\circ}\text{C}$.

Zur Kennzeichnung der Effizienz von Wärmepumpen dient die Jahresarbeitszahl (JAZ), die das Verhältnis zwischen der für den Betrieb der Wärmepumpe eingesetzten elektrischen Energie und der von ihr erzeugten thermischen Energie innerhalb eines Jahres angibt. Je höher die JAZ, desto effizienter arbeitet die Wärmepumpe. Moderne Wärmepumpen, welche auf Erdwärme zurückgreifen, weisen Jahresarbeitszahlen von 3 bis 4,5 auf. Eine Jahresarbeitszahl von 4 bedeutet, dass die Nutzwärme anteilig aus 25 Prozent Strom und 75 Prozent Umgebungswärme erzeugt wird (vgl. Abbildung 3). Bei Luft/Wasser-Wärmepumpen fällt die Jahresarbeitszahl geringer aus. Ist ein Wärmemengenzähler installiert kann die tatsächlich erreichte JAZ errechnet werden, indem die jährlich abgegebene Wärmemenge durch den im gleichen Zeitraum verbrauchten Strom geteilt wird. In Herstellerdatenblätter wird für die Effizienz hingegen häufig der Coefficient of performance (COP) angegeben. Im Gegensatz zur JAZ ist der COP ein theoretischer Wert, der bei einem bestimmten Betriebs-

punkt im Labor gemessen wird und somit die realen Standortbedingungen nicht berücksichtigt. Die Bezeichnung B10/W35 gibt zuerst die Wärmequelle „B = Birne/Sole“ und deren Temperatur „10 = 10°C “ im Betrieb an. „W35“ definiert die Wärmesenke, also das Heizungssystem, hier mit „W = Water/Wasser“ und einer Vorlauftemperatur von 35°C . Eine Luft/Wasser-Wärmepumpe wird entsprechend mit „A = Air/Luft“ gekennzeichnet. Für die Ökobilanz einer Wärmepumpe ist es wesentlich, dass der genutzte Strom aus Erneuerbaren Energien stammt.

Kühlung

Je nachdem, welche Wärmepumpensysteme zur Kühlung von Gebäuden verwendet werden, findet eine Unterscheidung zwischen aktiven (Verdichtung eines Arbeitsmediums) oder passiven Kühlsystemen (ohne Verdichtung) statt.

Bei der **aktiven Kühlung** wird der thermodynamische Kreisprozess umgekehrt. Hierfür muss die Wärmepumpe über einen umkehrbaren Kältekreislauf verfügen. Im Sommer kann so die Wärme der Innenraumluft mithilfe der Wärmepumpe an die Umgebung abgegeben werden. Es ist zu berücksichtigen, dass der Betrieb der

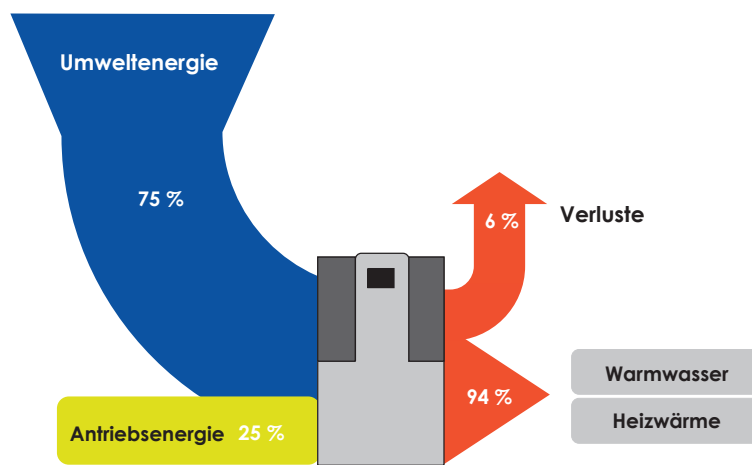


Abb. 3: Energieflussdiagramm einer Wärmepumpe

Wärmepumpe bei dieser Art der Kühlung zu einem nennenswerten Stromverbrauch und damit verbundenen Kosten führt.

Demgegenüber ist der Energieaufwand bei der **passiven Kühlung** deutlich geringer. Die überschüssige Wärme aus dem Gebäude wird über einen zusätzlich zu installierenden Plattenwärmetauscher an den Solekreislauf und von dort aus an das kühlere Erdreich abgegeben. Zur Umwälzung der Sole wird geringfügig Energie benötigt.

Einen Überblick über die verschiedenen Ausführungen und Einsatzgebiete der Wärmepumpentechnik zeigt Tabelle 1. Zudem beinhaltet sie Informationen zur möglichen Entzugsleistung sowie zu eventuell erforderlichen Genehmigungen bei der Erschließung der jeweiligen Wärmequelle.

Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenanlagen wird von der Investition und den Stromkosten bestimmt. Die Investition für die Errichtung einer Wärmepumpenheizung variiert stark und hängt vor allem von der genutzten Wärmequelle sowie dem Wärmebedarf und der entsprechenden Dimensionierung der Anlage ab. Wird die Anlage zu groß dimensioniert, verursacht dies nicht nur unnötig hohe Investitionen, sondern aufgrund des schlechten Wirkungsgrads bei niedriger Auslastung auch höhere Stromkosten. Ist die Anlage zu klein dimensioniert, reicht die Energie nicht aus, um den gesamten Wärmebedarf zu decken. Ist das Quellsystem zu klein, sinkt das Temperaturniveau der Wärmequelle im Verlauf der Heizperiode, weil zu viel Wärme entzogen wird, was schließlich die Laufzeit der Wärmepumpe erhöht. Dadurch entstehen

unverhältnismäßig hohe Kosten im Betrieb. Zudem wird eine zusätzliche Heizungsanlage (z. B. ein elektrischer Heizstab) benötigt, was sich wiederum negativ auf die Wirtschaftlichkeit auswirkt.

Abbildung 4 zeigt einen Vergleich der Wirtschaftlichkeit von zwei Wärmepumpensystemen auf der Basis einer beispielhaften Berechnung. Grundlagen dieser Berechnung sind einerseits die Angaben aus Tabelle 1, andererseits Annahmen zu Heizwärmebedarf, Nutzungsdauer, Kapitalzinssatz, Wartungskosten, Strompreis sowie Jahresarbeitszahlen, welche dem derzeitigen Stand der Technik gerecht werden.

Je höher der Strompreis, desto schwerer wiegt der Effizienz-Nachteil von Luft/Wasser-Wärmepumpen. Energieversorger bieten häufig vergünstigte Stromtarife für Wärmepumpen an. Diese sind meist an die Bedingung geknüpft,

	Erdwärmesonden	Erdwärmekollektoren	Grundwasser	Umgebungsluft
Wärmeerzeugung	✓	✓	✓	✓
Kühlung	Aktive & Passive Kühlung	Aktive & Passive Kühlung	Aktive & Passive Kühlung	Aktive Kühlung
Wärmespeicherung	✓	✓	✗	✗
Bebauung möglich	✓	✗	✓	✓
Mögliche Entzugsleistung/ Förderraten	20 – 85 W/m Bohrtiefe je nach (hydro-) geologischen Verhältnissen	10 – 40 W/m ² Kollektorfläche je nach Höhenlage, geologischen Verhältnissen & Kollektortyp	Grundwasser- förderrate 0,2 m ³ /(h*kW _{Verd.})	Luftförderrate 400 m ³ /(h*kW _{Verd.})
Genehmigungen	Erlaubnis durch Kreisverwaltungs- behörde	Nicht genehmigungs- pflichtig, ggf. wasser- rechtliche Erlaubnis notwendig	Erlaubnis durch Kreisverwaltungs- behörde	Nicht genehmigungs- pflichtig
Angaben ohne Gewähr				

Tabelle 1: Übersicht Wärmepumpentechnik und Quellsysteme

dass die Anlagen durch den Netzbetreiber während sogenannter Sperrzeiten für bis zu sechs Stunden pro Tag abgeschaltet werden können, um damit auf eventuelle Hochlastzeiten zu reagieren. Besonders bei den Wärmepumpentarifen sollten Wärmepumpenbetreibende darauf achten, dass der gelieferte Strom aus Erneuerbaren Energien stammt.

Ist eine **PV-Anlage** vorhanden, kann der eigenerzeugte Strom für den Betrieb der Wärmepumpe genutzt werden. Durch steiler aufgestellte Module ($>40^\circ$) kann der Ertrag in den Wintermonaten, wenn die Wärmepumpe mehr Strom benötigt, erhöht werden.

Die durch Sonnenstrom erzeugte Wärme wird in einem ausreichend dimensionierten Pufferspeicher zwischengespeichert und bei Bedarf abgerufen. Über eine entsprechende Schnittstelle kann die Wärmepumpe mit dem Wechselrichter oder einem intelligenten Stromzähler verbunden werden, um die Wärmepumpe entsprechend dem Sonnenangebot zu steuern.

Die Einsatzgebiete von Wärmepumpen sind vielseitig. Nicht nur in Wohngebäuden, sondern auch im Gewerbe und der Industrie lässt sich diese Anwendung finden. Durch gezielte Maßnahmen zur Absenkung der Vorlauftemperatur können auch in Bestandsgebäuden Wärmepumpen problemlos installiert werden.

Weitere Informationen zu Wärmepumpen finden Sie auf:

www.carmen-ev.de

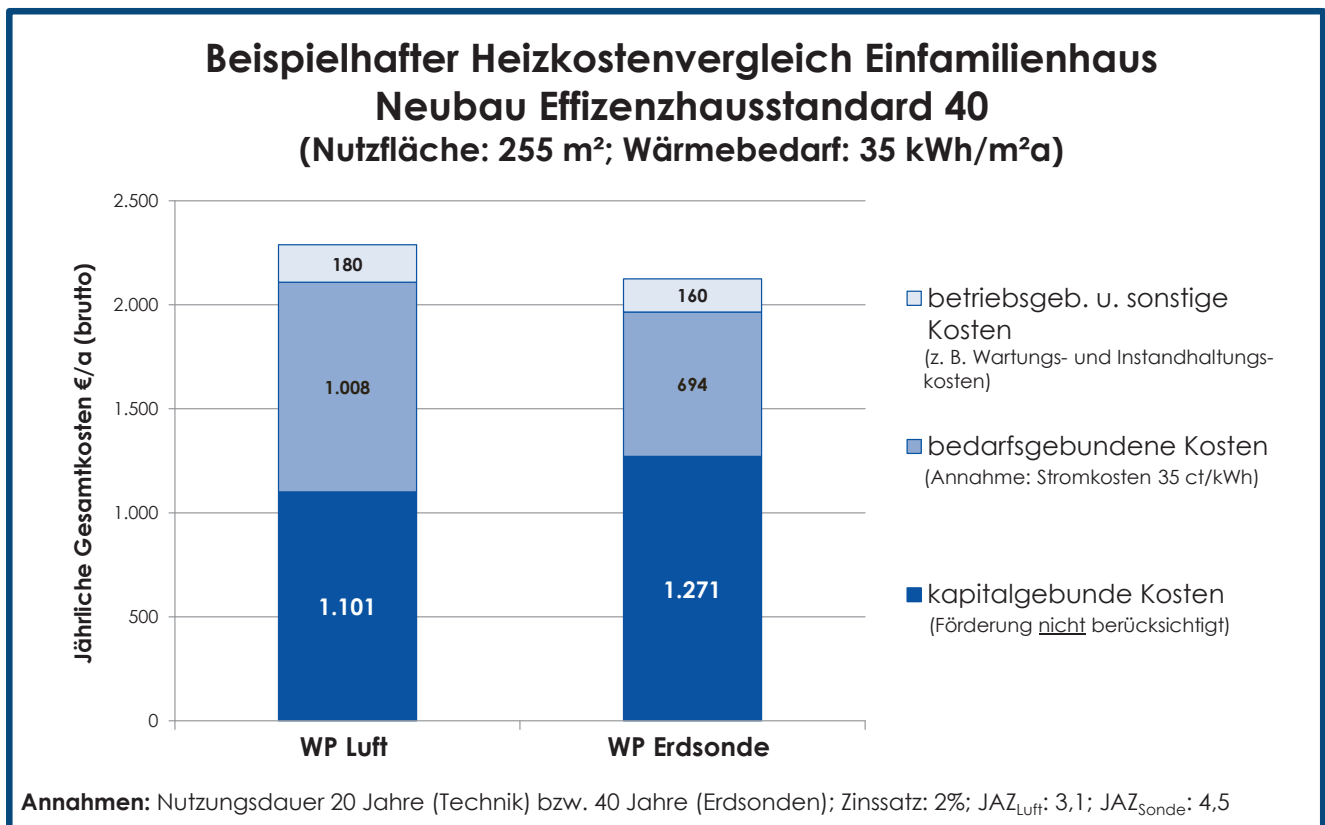


Abb. 4: Beispielhafter Heizkostenvergleich



C.A.R.M.E.N. e.V., das Centrale Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk, wurde am 6. Juli 1992 in Rimpf bei Würzburg durch den Freistaat Bayern gegründet. Anfang 2001 wurde der eingetragene Verein Teil des Kompetenzzentrums für Nachwachsende Rohstoffe (KoNaRo) mit Sitz in Straubing. Seit 2012 unterstützt C.A.R.M.E.N. e.V. zudem aktiv die Umsetzung der Ziele der Energiewende.

Der von 75 Mitgliedern getragene Verein beschäftigt aktuell 40 Mitarbeitende. Diese befassen sich mit den Themen biogene Festbrennstoffe, Biogas und übrige Erneuerbare Energien sowie Mobilität, Stoffliche Nutzung, Bioökonomie, Energieeffizienz, Akzeptanz und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Einbindung in das KoNaRo bietet günstige Voraussetzungen für die Arbeit des Netzwerks. C.A.R.M.E.N. e.V. ist zwar zunächst eine bayerische Einrichtung, doch die Aktivitäten reichen längst über Landes- und Bundesgrenzen hinaus.

Dienstleistungen

C.A.R.M.E.N. e.V. bietet unterschiedliche Dienstleistungen für land- und forstwirtschaftlich Beschäftigte, Kommunen und die öffentliche Hand, Forschung, Unternehmen sowie Privatpersonen an. Die Beschäftigten tragen mit ihrem Fachwissen und ihren Erfahrungen zur Umsetzung und zum Gelingen verschiedenster Vorhaben bei. Die Erstinformation ist eine kostenfreie Dienstleistung des Netzwerks. Auch für Veranstaltungen Dritter stehen die Mitarbeitenden als Referenten und Kontakt u. a. rund um die Themen Bioenergie, Solarenergie, Windenergie, Stromspeicherung, Energieeffizienz, Akzeptanzmanagement und stoffliche Nutzung zur Verfügung.



- Unabhängige Beratung und Projektbegleitung:
Einschätzungen zur Wirtschaftlichkeit, fachliche und methodische Unterstützung und Optimierung von Projekten, z. B. bei der Realisierung von Energiekonzepten in Kommunen
- Umfangreiche Publikationen und Informationsangebote:
Broschüren, Pressemitteilungen, Fachartikel, Tagungsbände sowie Internetpräsenz mit aktuellen Informationen, Branchenverzeichnissen, Terminkalender u.v.a.
- Informationsveranstaltungen und Fachtagungen
- Messeauftritte und -beteiligungen, Ausstellungen, Führungen, Exkursionen



C.A.R.M.E.N.

Herausgeber: C.A.R.M.E.N. e.V.,
Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk
Schulgasse 18 · 94315 Straubing
Tel.: 09421 960 300 · Fax -333
E-Mail: contact@carmen-ev.de
Internet: www.carmen-ev.de
V.i.S.d.P.: Edmund Langer
Text und Konzeption:
C.A.R.M.E.N. e.V.
Bildnachweis: C.A.R.M.E.N. e.V.
Stand: Januar 2024