

Umweltbewusst heizen mit  
erneuerbaren Energien

## Titelbild

Die Sonne ist als „zentraler Motor“ der erneuerbaren Energieversorgung dargestellt. Verschiedene Alternativen und Kombinationsvarianten der technischen Anlagen ergänzen diese Energiequelle.

## Gestaltung

Designbuero Josef Grillmeier, München

## Text und Graphiken

ee concept GmbH, Darmstadt

## Druck

Gebr. Geiselberger GmbH, Altötting

Gedruckt auf Hello Fat matt, ein Papier mit FSC-Umweltzertifizierung.

Diese Broschüre wurde im Auftrag der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Inneren, für Bau und Verkehr erstellt.



## Bildnachweise

Seite 6 unten, 14 oben: Wagner & Co Solartechnik GmbH

Seite 7 oben: IB Burkhardt

Seite 7 mitte: Kermi GmbH

Seite 7 unten: Uponor GmbH

Seite 8 unten: Energie-Atlas Bayern

Seite 11, 12 alle außer unten, 14 unten: Viessmann Werke GmbH:

Außenluft-Wärmepumpe, Pellets, Stückholz, Hackschnitzel,

Vakuumröhrenkollektor

Seite 13 unten: Paradigma Deutschland GmbH

Seite 15: Jochen Schurr, m2s müllerschurr.architekten, Marktoberdorf

Die Urheberrechte liegen bei den oben genannten Inhabern der Bildrechte

Die Veröffentlichungs- und Verwertungsrechte der Broschüre liegen beim Herausgeber.

## Hinweis

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Die Raumheizung und Warmwasserbereitung machen durchschnittlich über 80 % des gesamten Energieverbrauchs eines Privathaushaltes aus. Durch den Einsatz erneuerbarer Energien können der Energiebedarf reduziert, die Umwelt geschützt und langfristig Geld gespart werden.

Bauherren/innen und Hausbesitzer/innen finden in dieser Informationsschrift Hinweise zu Möglichkeiten des Einbaus einer Heizungsanlage mit erneuerbaren Energien in ihrem Neubau oder Bestandsgebäude.

## Inhalt

Einführung	4
Wärmeversorgungssysteme	6
Wärmeerzeugung	8
Wärmepumpen	9
Biomassekessel	12
Solarkollektoren	14
Wirtschaftlichkeit	16
Praktische Empfehlungen	18

### **Hinweis zu allen Kosten und Flächen**

Die Angaben für die Investitionskosten (brutto) sowie die benötigten Flächen sind Durchschnittswerte und beziehen sich auf ein nach EnEV (Anforderung zum 01.01.2016) gebautes Einfamilienhaus mit einer Wohnfläche von ca. 150 m<sup>2</sup> und einer Heizleistung von ca. 7 kW und beinhalten das komplette Wärmeerzeugungssystem.

## Erneuerbare Energien

Als erneuerbar oder regenerativ werden Energieträger bezeichnet, die dauerhaft verfügbar sind wie beispielsweise die Sonne oder die kontinuierlich nachwachsen wie Holz. Im Gegensatz dazu sind die fossilen Energieträger – z.B. Erdöl und Erdgas – endlich und werden zukünftig nicht mehr in ausreichendem Maße für die Energieversorgung zur Verfügung stehen.

## Vorteile von erneuerbaren Energien

Bei der Verbrennung fossiler Energieträger werden klimawirksame und umweltschädliche Gase wie Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) und Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) freigesetzt. Im Gegensatz hierzu entstehen durch die Nutzung regenerativer Energien sehr viel geringere Emissionen, insbesondere an Treibhausgasen. Auch bei der Verbrennung von Biomasse (Holz) wird lediglich die während des Wachstums aufgenommene Menge an Kohlenstoffdioxid freigegeben. Somit leisten die erneuerbaren Energien einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz.

## Energie-3-Sprung

Die beste Energie ist die, die nicht verbraucht wird. Deshalb gilt es zuerst den Energiebedarf zu senken, die Energieeffizienz zu steigern und dann die Nutzung der erneuerbaren Energien auszubauen.



Insbesondere infolge der Endlichkeit der fossilen Energieträger und des steigenden Energiebedarfs ist mit einem weiteren Anstieg der Preise für fossile Energien zu rechnen. Es wird erwartet, dass erneuerbare Energien kostengünstiger als fossile Energieträger bleiben. Darüber hinaus werden durch die stetige Weiterentwicklung und den verstärkten Einsatz die Investitionskosten für Heizungsanlagen mit erneuerbaren Energien sinken. Aus diesen Gründen können die erneuerbaren Energien für Privathaushalte über deren gesamte Nutzungsdauer betrachtet finanzielle Vorteile bieten. Außerdem lässt sich mit heimischen regenerativen Energien eine dezentrale und von Importen unabhängige Energieversorgung realisieren.

- Heizöl
- Erdgas
- Holzpellets

## Preisentwicklung bei Holzpellets, Heizöl und Erdgas (in Cent/kWh)

Quelle: Holzpelletpreise (5t Liefermenge, inkl. Lieferung und MwSt.); C.A.R.M.E.N. e.V.; Heizöl- und Erdgaspreise: Statistisches Bundesamt

## Gesetzliche Rahmenbedingungen

Für die Nutzung erneuerbarer Energien sind im Wesentlichen zwei Rechtsgrundlagen zu beachten. Die Energieeinsparverordnung (EnEV) begrenzt den Primärenergiebedarf für Neubauten und Bestandsmodernisierungen. Mit der Nutzung regenerativer Energien kann der Primärenergiebedarf reduziert werden, da diese mit einem niedrigeren Faktor in die Berechnung einfließen. Des Weiteren schreibt die EnEV seit 2014 die Außerbetriebnahme von Konstanttemperatur-Heizkesseln vor, die vor dem 01.10.1978 eingebaut wurden oder ab 2015 älter als 30 Jahre sind. Hiervon ausgenommen sind Ein- und Zweifamilienhäuser, die vom Eigentümer mindestens seit dem 01.02.2002 selbst genutzt werden.

Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) verpflichtet Bauherren dazu, einen Teil des Wärmebedarfs von Neubauten mit regenerativen Energien zu decken. Folgende Deckungsraten sind alternativ oder in Kombination miteinander einzuhalten:

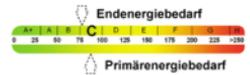
Energieform	Erforderliche Deckungsrate
Solarenergie	15 %
Geothermie + Umweltwärme	50 %
Biomasse fest + flüssig	50 %
Biogas	30 %

Können regenerative Energien nicht im erforderlichen Umfang eingesetzt werden, sind Ersatzmaßnahmen möglich. Dies sind beispielsweise erhöhte Dämmmaßnahmen sowie die Nutzung von Abwärme, Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und Fernwärme (§7 EEWärmeG in Verbindung mit der Anlage des Gesetzes).

In manchen Regionen besteht ein Anschlusszwang an ein Nah- oder Fernwärmenetz. Auskunft hierzu gibt die jeweilige Kommune. Eine Ergänzung mit solarthermischen Anlagen ist in den meisten Fällen trotzdem möglich.

## EnEV

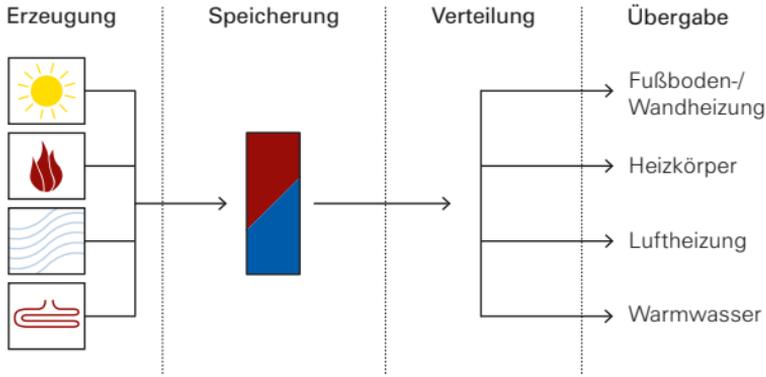
Die aktuell gültige Energieeinsparverordnung (EnEV) wurde am 18.11.2013 geändert und veröffentlicht; sie trat am 01.05.2014 in Kraft. Einschlägige Fachpublikationen bezeichnen die EnEV nicht nach ihrem Veröffentlichungszeitpunkt im Jahr 2013, sondern nach Zeitpunkt des Inkrafttretens als „EnEV 2014“. Zum 01.01.2016 hebt die EnEV von 2013 die Anforderungen an den Primärenergiebedarf von Neubauten um 25 % an.



Zusätzlich zum Energiebedarf des Gebäudes (**Endenergiebedarf**) berücksichtigt der **Primärenergiebedarf** die Energie, die von der Gewinnung bis zur Verteilung des Energieträgers benötigt wird. Beide Werte sind im **Energieausweis** dargestellt. Die Anteile erneuerbarer Energien werden im Energieausweis nicht angegeben.

# Wärmeversorgungssysteme

Die Wärmeversorgung eines Gebäudes gliedert sich in die Erzeugung, Speicherung, Verteilung und Übergabe.



## Erzeugung

Der wichtigste Bestandteil eines Wärmeversorgungssystems ist der Wärmeerzeuger. Er liefert die für die Beheizung und Warmwasserbereitung des Gebäudes nötige Wärme. Eine Beschreibung verschiedener regenerativer Wärmeerzeuger finden Sie in dieser Broschüre ab Seite 8.

## Speicherung

Oft ist eine Speicherung der Wärme erforderlich, denn Kesselanlagen arbeiten unter konstanter Last effizienter – der Wärmebedarf eines Gebäudes unterliegt im Tagesverlauf aber zeitlichen Schwankungen. Zudem stehen nicht alle regenerativen Energien zu jeder Zeit gleichermaßen zur Verfügung. Das Heizungs- und Trinkwarmwasser können kombiniert in einem Gerät oder getrennt gespeichert werden.

## Verteilung

Die Heizwärme und das Trinkwarmwasser werden durch Leitungen im Gebäude verteilt. Eine Dämmung der Leitungen und Armaturen in nicht beheizten Räumen ist in der EnEV vorgeschrieben und spart Energie. Für Ein- und Zweifamilienhäuser, die vom Eigentümer mindestens seit dem 01.02.2002 selbst genutzt werden, besteht diese Verpflichtung nicht, dennoch ist eine Dämmung der Leitungen zu empfehlen.



Schnitt durch einen Kombispeicher

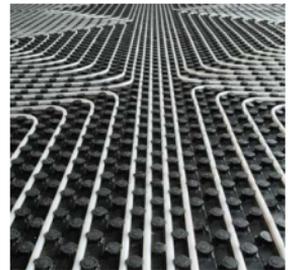
## Übergabe

Das Übergabesystem überträgt die erzeugte Wärme an die Räume (Vorlauf). Heizkörper benötigen hohe Vorlauftemperaturen von bis zu 70 °C, um die Raumluft zu erwärmen. Nach Erwärmung der Raumluft durch die Heizkörper fließt die Flüssigkeit mit verminderter Temperatur zur Heizzentrale zurück (Rücklauf). Die Heizkörper sind meist an den Stellen angebracht, wo Temperaturverluste punktuell ausgeglichen werden müssen, zum Beispiel unter den Fenstern.



Alter und moderner Heizkörper

Flächenheizungen dagegen geben ihre Wärme über ein gesamtes Bauteil in Form von Strahlung ab, weshalb geringere Vorlauftemperaturen im Bereich von bis ca. 35 °C ausreichen. Solche Systeme können im Fußboden, in den Wänden oder in der Decke eingesetzt werden. Fußbodenheizungen bieten einen hohen Komfort, weisen jedoch auch höhere Kosten als Heizkörper auf. Der nachträgliche Einbau einer Fußbodenheizung in ein Bestandsgebäude ist meist mit hohem Aufwand verbunden und ein ggf. erforderlicher erhöhter Fußbodenaufbau ist nicht immer möglich.



Fußbodenheizung

Der Einsatz von Heizsystemen mit niedrigen Vorlauftemperaturen (sog. Niedertemperatursysteme) ist vor allem bei energetisch effizienten Gebäuden sinnvoll. Bei Passivhäusern besteht auch die Möglichkeit, die Räume über eine Lüftungsanlage mit Wärme zu versorgen.



Luftauslass

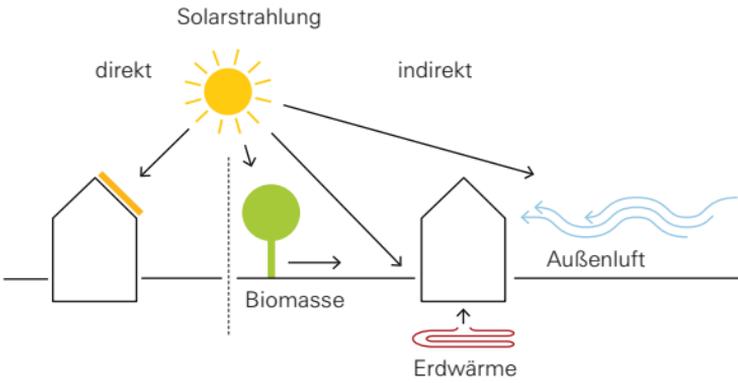
## Abstimmung der Komponenten

Um eine sinnvolle Integration der erneuerbaren Energien in ein technisches Gesamtkonzept zu gewährleisten ist es wichtig, die einzelnen Komponenten des Wärmeversorgungssystems aufeinander abzustimmen. Wärmepumpen beispielsweise arbeiten auf einem niedrigen Temperaturniveau mit Vorlauftemperaturen von bis ca. 35 °C am effizientesten. Da Flächenheizungen das geringe Temperaturniveau besser nutzen können als kleinflächige Heizkörper, eignen sich diese in Kombination mit Wärmepumpen besonders gut zur Wärmeübergabe an die Räume.

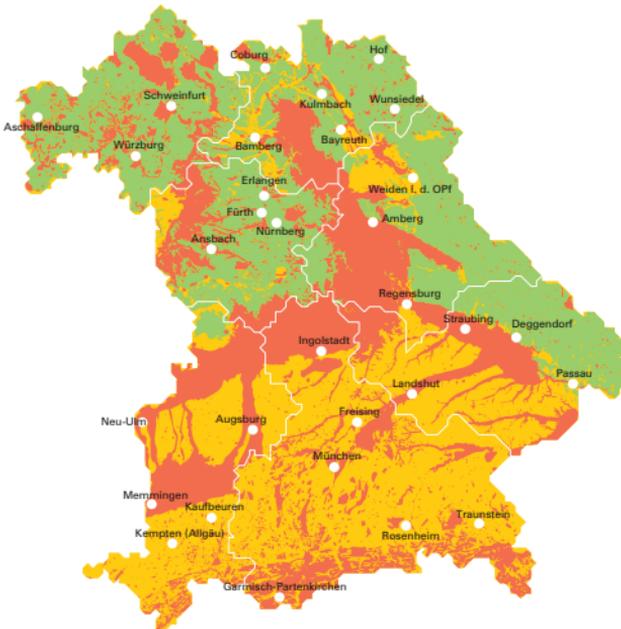
# Wärmeerzeugung

## Energieträger

Zentrale Energiequelle aller erneuerbaren Energien ist die Sonne. Diese Strahlung kann direkt, z.B. über Solarthermie, genutzt werden. Die Sonne ermöglicht aber auch das Wachstum von Pflanzen und erwärmt die oberflächennahen Erdschichten und die Luft, so dass ihre Energie auch indirekt über Heizkessel oder Wärmepumpen genutzt werden kann.



Einen Überblick über die am jeweiligen Standort nutzbaren erneuerbaren Energieträger finden Sie im Energie-Atlas Bayern unter [www.energieatlas.bayern.de](http://www.energieatlas.bayern.de).



**Nutzung der oberflächennahen Erdwärme**  
Während Sonnenenergie grundsätzlich überall in Bayern verfügbar ist, ist z.B. die Verfügbarkeit von Erdwärme über Erdwärmesonden nicht an allen Standorten möglich.

- ist voraussichtlich möglich
- bedarf einer Einzelprüfung durch die Fachbehörde
- ist voraussichtlich nicht möglich

## Wärmeerzeugungssysteme

Im Folgenden werden die wichtigsten Wärmeerzeugungssysteme beschrieben.

# Wärmepumpen

Geeignet für

■ Neubau

■ Bestand energetisch saniert

■ Bestand unsaniert

■ sinnvoll

■ möglich (geringere Effizienz)

■ Flächenheizung

■ Luftheizung

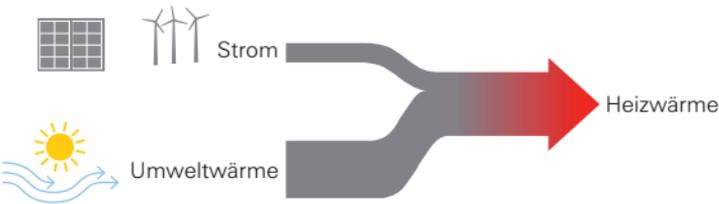
■ Heizkörper

■ Warmwasser

## Funktionsweise

Wärmepumpen (WP) entziehen der Umwelt mit Hilfe von Antriebsenergie (meist Strom) Wärme und heben sie auf ein höheres, für die Raumheizung nutzbares Temperaturniveau an. Als Wärmequelle können die Außenluft, die Abluft, das Erdreich oder das Grundwasser sowie die seit einigen Jahren angewandte Eisspeicher-Technologie genutzt werden.

Das Erdreich, das Grundwasser und ein Eisspeicher können im Sommer auch zusätzlich zur Kühlung des Gebäudes verwendet werden, wodurch eine Regeneration der Quelle stattfindet.



Sowohl die Temperatur der Energiequelle als auch die Vorlauftemperatur des Heizsystems beeinflussen die Effizienz der Wärmepumpe. Je geringer diese Temperaturdifferenz ist, desto weniger Strom benötigt die Wärmepumpe und desto höher ist deren Jahresarbeitszahl (JAZ). Ein vollständig regenerativer Betrieb ist nur gewährleistet, wenn dieser Strom aus erneuerbaren Energien stammt, entsprechende Stromanbieter sind am Markt. Eine Unterstützung durch eigene Anlagen zur Stromerzeugung wie beispielsweise Photovoltaik ist ebenfalls möglich.

## Komponenten und Platzbedarf

Bei den meisten Wärmepumpen ist ein Pufferspeicher (ca. 60 l pro kW Heizleistung) nötig. Zusammen mit dem Wärmepumpengerät selbst ist nur eine geringe Stellfläche von ca. 2 m<sup>2</sup> erforderlich, wodurch die Anlage auch leicht in ein Bestandsgebäude integriert werden kann. Ein eigener Raum ist für die Wärmepumpe nicht notwendig, so dass auch andere Kellerräume hierfür mitgenutzt werden können.

# Wärmepumpen

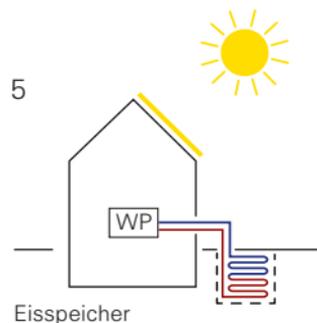
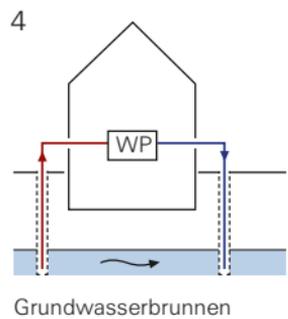
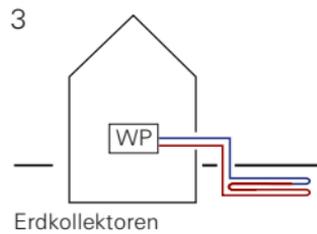
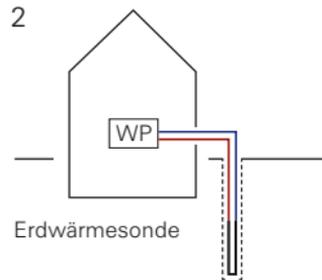
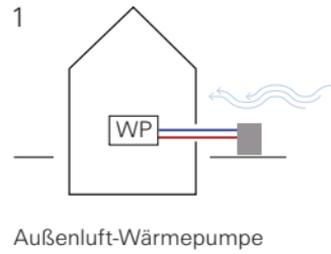
Außenluft-Wärmepumpen können sowohl außen als auch innen aufgestellt werden. In beiden Fällen wird die Außenluft über einen außen liegenden Ventilator angesaugt. Bei niedrigen Außentemperaturen haben Außenluft-Wärmepumpen eine geringe energetische Effizienz und sind daher nur für Gebäude mit geringem Wärmebedarf wie beispielsweise Passivhäuser zu empfehlen. (Abb.1)

Zur Nutzung der Wärme des Erdreichs gibt es unterschiedliche Möglichkeiten: Erdwärmesonden verlaufen vertikal und nutzen Erdschichten bis ca. 100 m Tiefe. Sie benötigen lediglich eine geringe Grundstücksfläche (1 – 2 Sonden für ein Einfamilienhaus) und können auch unter dem Gebäude installiert werden. Zur Vermeidung negativer Einflüsse wird empfohlen, zwischen den einzelnen Sonden einen Mindestabstand von 6 m und zur Grundstücksgrenze einen Abstand von 3 m einzuhalten. (Abb. 2)

Erdkollektoren dagegen verlaufen horizontal in einer Tiefe von 1,2 – 1,5 m und benötigen je nach Bodenbeschaffenheit eine Fläche von 15 bis 30 m<sup>2</sup> pro kW Heizleistung. Zur Grundstücksgrenze ist ein Abstand von 1 m einzuhalten. (Abb. 3)

Grundwasser-Wärmepumpensysteme bestehen aus einem Saug- und einem Schluckbrunnen und benötigen daher nur eine geringe Fläche. Der Mindestabstand zwischen den beiden Brunnen beträgt 10 m. (Abb. 4)

Ein Eisspeicher ist ein mit Wasser gefüllter Behälter (ca. 10 m<sup>3</sup> für ein Einfamilienhaus), der in das Erdreich eingegraben wird. Er nutzt die beim Gefrieren von Wasser freiwerdende Energie. Zum Wiederauftauen (Regenerieren) wird dem Speicher Wärme zugeführt, z.B. über das Erdreich oder Solar Kollektoren. (Abb. 5)



## Installationsaufwand

Außenluft-Wärmepumpen sind leicht einzubauen und benötigen kein Genehmigungsverfahren. Besondere Anforderungen an den Schallschutz sind zu beachten. Erdwärmesonden und -kollektoren sowie Grundwasserbrunnen und Eisspeicher verursachen durch die Erdarbeiten einen höheren Installationsaufwand. Für Erdwärmesonden bzw. Grundwasserbrunnen muss außerdem bis 100 m Tiefe eine wasserrechtliche Erlaubnis bei der Kreisverwaltungsbehörde (Landratsamt oder kreisfreie Stadt), darüber hinaus eine bergrechtliche Bewilligung eingeholt werden.



Die Außeneinheit einer Außenluft-WP ist über Leitungen mit der Inneneinheit verbunden.

## Investitionskosten der Anlage

Außenluft-WP	17.000 Euro
Erdwärmesonden + WP	23.000 Euro
Erdkollektor + WP	20.000 Euro
Grundwasserbrunnen + WP	23.000 Euro
Eisspeicher + WP + Kollektoren	28.000 Euro

Den Berechnungen liegen durchschnittliche Kosten und Flächen zu Grunde (siehe Seite 3)

Für den Betrieb von Wärmepumpen bieten einige Stromanbieter vergünstigte Stromtarife an.

## Kombinationsmöglichkeiten

Grundsätzlich kann eine Wärmepumpe mithilfe eines integrierten Heizstabes die Wärmeversorgung des Gebäudes alleine übernehmen. Durch die Kombination mit Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung lässt sich die Laufzeit der Wärmepumpe reduzieren.

## Entscheidungsfindung

Die Wahl des geeigneten Wärmepumpensystems hängt von verschiedenen Faktoren ab. Unter anderem muss geprüft werden, welche Energieträger am Standort zur Verfügung stehen und ob deren Nutzung möglich ist (Genehmigung, Platzbedarf). Außenluft-Wärmepumpen weisen den geringsten Platzbedarf und Installationsaufwand, jedoch auch den höchsten Strombedarf auf. Für eine Entscheidungsfindung empfiehlt es sich, einen entsprechenden Fachmann zu kontaktieren (siehe Seite 18).

# Biomassekessel

Geeignet für

- Neubau
- Bestand energetisch saniert

■ Bestand unsaniert

- sinnvoll
- möglich (geringere Effizienz)

- Flächenheizung
- Luftheizung

- Heizkörper
- Warmwasser

## Funktionsweise

Durch die Verfeuerung von Biomasse im Kessel entsteht Wärme, mit der das Heizwasser erhitzt wird. Am häufigsten werden Holzpellets als Brennstoff eingesetzt. Diese sind überall erhältlich und können in komfortablen vollautomatischen Kesseln verarbeitet werden. Ebenso möglich – aber weniger verbreitet – ist die Verwendung von Stückholz (Scheitholz), Holz hackschnitzeln, Pflanzenöl oder Biogas.



Holzpellets werden aus Sägemehl zusammengespreßt.

## Komponenten und Platzbedarf

Neben dem Heizkessel werden ein Heizwasserspeicher (Pufferspeicher, ca. 60 l pro kW Heizleistung) und eine Lagerfläche für den jeweiligen Brennstoff benötigt. Die Stellfläche für den Heizkessel und den Speicher beträgt ca. 3 m<sup>2</sup>.



Stückholz muss ausreichend trocknen, bevor es als Brennstoff dient.

Für Pellets ist ein geschlossener Lagerraum mit ca. 0,7 m<sup>3</sup> Lagervolumen pro kW Heizleistung für eine Heizperiode erforderlich. Steht weniger Volumen zur Verfügung, muss die Anlieferung häufiger erfolgen. Hackschnitzel benötigen ein ca. dreimal so großes Lagervolumen und werden bei kleinen Wohngebäuden nicht eingesetzt.



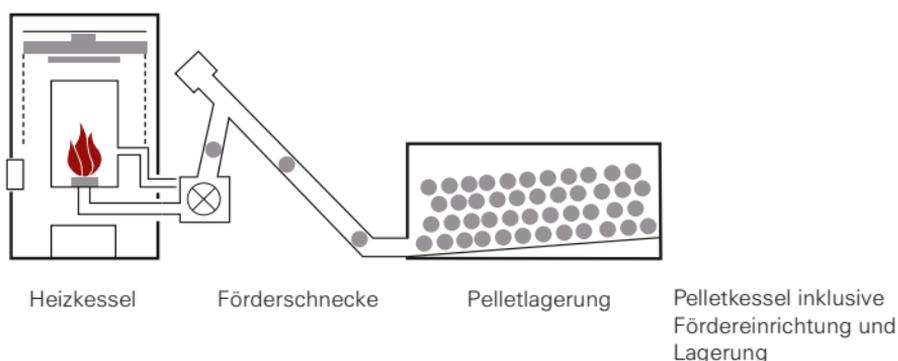
Hackschnitzel bestehen aus zerkleinerten Holzresten.

Um eine problemlose Anlieferung durch Silofahrzeuge zu ermöglichen, muss eine ausreichend große Zufahrt vorhanden sein. Die Entfernung zwischen Anlieferzone und Einfüllstutzen sollte so kurz wie möglich sein.

Die Pellets bzw. Hackschnitzel werden beispielsweise mit Hilfe einer Förderschnecke vom Lager zum Kessel transportiert. Der Lagerraum sollte sich in unmittelbarer Nähe zum Kessel befinden. Stückholz kann an einem überdachten, gut belüfteten Ort im Freien gelagert werden. Der Transport zum Kessel erfolgt manuell.



Pflanzenöl, z.B. aus Raps, ist eine Alternative zu fossilen Brennstoffen.



### Installationsaufwand

An Heiz- und Lagerräume werden Brandschutzanforderungen gestellt. Diese regelt die Feuerungsverordnung (FeuV). Zum Abtransport von Emissionen und Gerüchen werden Lüftungsöffnungen im Lager empfohlen. Für alle Biomassekessel ist ein Schornstein erforderlich. Die Umweltverträglichkeit kann weiter verbessert werden, wenn eine Anlage mit Rauchgasentstaubung oder Brennwerttechnik zum Einsatz kommt.

### Investitionskosten\*

Pelletkessel	17.000 – 20.000 Euro
--------------	----------------------

\* Kosten für Lagerraum der Pellets nicht berücksichtigt

Den Berechnungen liegen durchschnittliche Kosten und Flächen zu Grunde (siehe Seite 3)

### Kombinationsmöglichkeiten

Biomassekessel können grundsätzlich alleine die Gebäudebeheizung und Warmwasserbereitung bewältigen. Sinnvoll ist jedoch die Kombination eines Biomassekessels mit einer solarthermischen Anlage für die Warmwasserbereitung. So ist es möglich, den Kessel im Sommer vollständig abzuschalten und damit Heizkosten zu sparen.



Heizungskeller mit Pufferspeicher

# Solarkollektoren

Geeignet für

- Neubau
- Bestand energetisch saniert

■ Bestand unsaniert

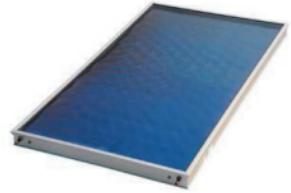
- sinnvoll
- möglich (geringere Effizienz)

- Flächenheizung
- Luftheizung

- Heizkörper
- Warmwasser

## Funktionsweise

Infolge der direkten Sonneneinstrahlung auf die Kollektoren erhitzt sich die durchströmende Flüssigkeit. Der Ertrag von solaren Systemen ist stark abhängig von Ausrichtung, Neigung, Jahreszeit und Standort (u. a. Verschattung). Bei einer Südausrichtung und einer systemabhängigen Kollektorneigung von ca. 45 ° werden die höchsten Erträge erreicht. Auch bei geringerem Neigungswinkel oder einer Abweichung von der Südausrichtung in Richtung Osten oder Westen lassen sich noch hohe Energiegewinne erzielen.



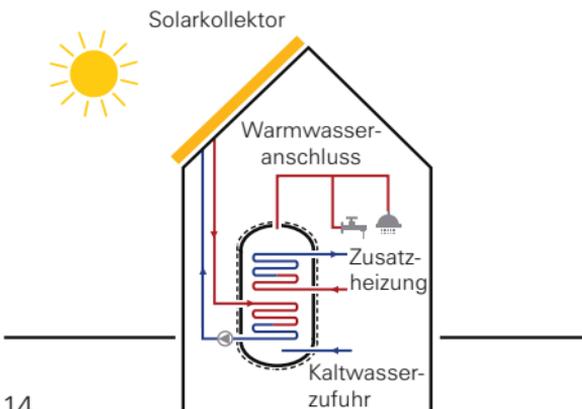
Flachkollektoren sind günstiger in der Anschaffung, haben jedoch einen geringeren Wirkungsgrad.

## Komponenten und Platzbedarf

Neben den Kollektoren selbst ist ein ausreichend dimensionierter Warmwasserspeicher nötig. Die Größe der Anlage unterscheidet sich je nach Betriebsart. Bei einer Anlage zur Warmwasserbereitung werden je nach Kollektortyp pro Person ca. 1 – 1,5 m<sup>2</sup> Kollektorfläche und mind. 80 l Speichervolumen benötigt, um den Warmwasserbedarf in den Sommermonaten zu decken. Anlagen, die zusätzlich die Heizung unterstützen, sollten 0,5 – 1,1 m<sup>2</sup> Kollektorfläche pro 10 m<sup>2</sup> beheizte Wohnfläche und mindestens 50 l Speichervolumen pro m<sup>2</sup> Kollektorfläche aufweisen. Damit kann der Gesamtwärmebedarf für Heizung und Warmwasser zu ca. 25 % durch Solarenergie gedeckt werden.



Vakuumpöhrnenkollektoren sind besonders effizient, dafür aber teuer.



### Installationsaufwand

Die Kollektoren, die über Vor- und Rücklaufleitungen mit der Heizzentrale verbunden sind, werden auf dem Dach oder an der Fassade montiert. Sie können auf der bisherigen Dach- eindeckung aufgebracht oder darin integriert werden. Beim Einbau sollte nicht nur auf eine optimierte Technik, sondern auch auf eine überzeugende Gestaltung geachtet werden. Kollektoren, die nicht dem Gebäude und seiner Umgebung angemessen angebracht werden, können einen erheblichen ästhetischen Eingriff in die Dachlandschaft darstellen.

Bei denkmalgeschützten Gebäuden oder Ensembles muss vor der Installation von Solarkollektoren bei der Unteren Denkmalschutzbehörde eine denkmalschutzrechtliche Erlaubnis eingeholt werden. In manchen Kommunen sind zudem Gestaltungsvorschriften zu beachten.

### Investitionskosten

Solarkollektoren Warmwasser	4.000 – 6.000 Euro
Solarkollektoren Warmwasser und Heizung	8.000 – 14.000 Euro

### Kombinationsmöglichkeiten

Solarthermieanlagen ersetzen kein Heizungssystem – sie dienen lediglich zur Warmwasserbereitung bzw. zur Heizungsunterstützung. Daher ist immer ein weiterer Wärmeerzeuger vorzusehen, beispielsweise ein Biomassekessel.

Um die **Effizienz der Anlage** zu gewährleisten, ist eine regelmäßige Wartung (u.a. Entlüftung) zu beachten (siehe Seite 19).

Weitere Informationen zur gestalterischen Einbindung und optimalen Ausrichtung bietet die ebenfalls in der Gelben Reihe erschienene Broschüre „Solaranlagen gut gestalten“.

Den Berechnungen liegen durchschnittliche Kosten und Flächen zu Grunde (siehe Seite 3)



Gestalterisch überzeugende Integration einer Solarthermieanlage in die Fassade

# Wirtschaftlichkeit

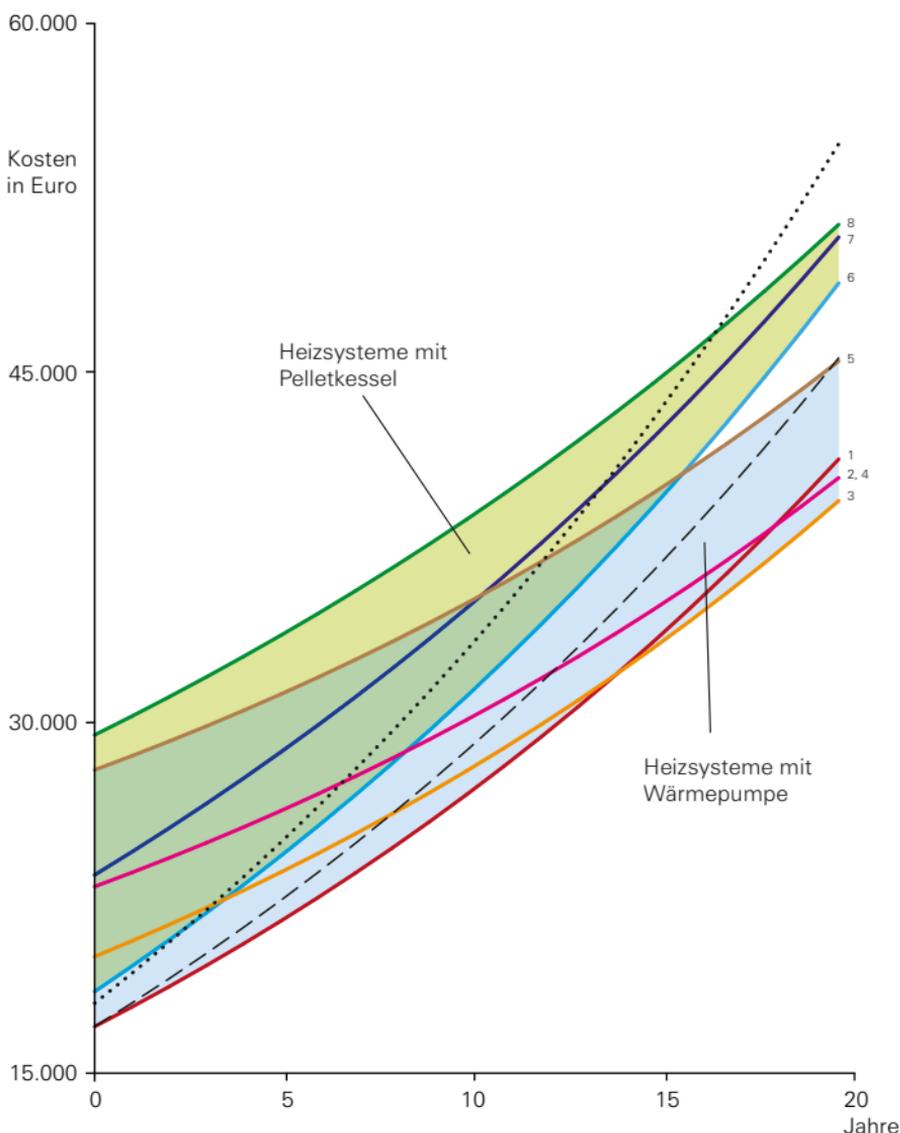
Neben ökologischen und funktionalen Aspekten spielt die Wirtschaftlichkeit eine entscheidende Rolle bei der Auswahl des passenden Wärmeerzeugungssystems. Um festzustellen, ob ein System wirtschaftlich ist, müssen die Kosten über die gesamte Lebensdauer betrachtet werden. Diese beinhalten neben den Investitionskosten auch die Energie- und Wartungskosten über die gesamte Nutzungsdauer (inkl. Preissteigerungen). Bei Wärmeversorgungsanlagen wird von einer Nutzungsdauer von ca. 20 Jahren ausgegangen.

Die ermittelten Kosten beruhen auf Prognosen, statistischen Werten und technischen Annahmen für das auf Seite 3 beschriebene, beispielhafte Gebäude. Die Beispielrechnung nimmt für alle Energieträger eine fiktive Preissteigerung von jährlich 4 % an. Mögliche Fördergelder und Darlehenskosten wurden nicht berücksichtigt. Die Kosten der einzelnen Varianten, die für die Wirtschaftlichkeitsberechnung gemittelt wurden, können bei allen Modellrechnungen, aber insbesondere bei der Nutzung von Grundwasser und Erdwärmesonden, stark von den örtlichen Gegebenheiten abhängen. Erdgas- und Heizölkessel wurden mit Solarthermie kombiniert, um die Anforderungen des EEWärmeG zu erfüllen.

Heizsystem	Investitionskosten** (brutto)	Energiekosten* (brutto)	Wartungskosten* (brutto)	Gesamtkosten*, ** (brutto)	
Außenluft-WP	17.000	22.000	2.500	41.500	1
Erdwärmesonden + WP	23.000	16.000	1.500	40.500	2
Erdkollektor + WP	20.000	18.000	1.500	39.500	3
Grundwasserbrunnen + WP	23.000	16.000	1.500	40.500	4
Eisspeicher + WP + Solarkollektoren	28.000	16.000	1.500	45.500	5
Pelletkessel	18.500	23.500	7.000	49.000	6
Pelletkessel + Solarkollektoren f. Warmwasser	23.500	20.500	7.000	51.000	7
Pelletkessel + Solarkollektoren f. Warmwasser und Heizung	29.500	15.000	7.000	51.500	8
Zum Vergleich:					
Heizölkessel + Solarkollektoren f. Warmwasser	18.000	32.000	4.500	54.500	.....
Erdgaskessel + Solarkollektoren f. Warmwasser	17.000	24.000	4.500	45.500	--

\* über 20 Jahre

\*\* jeweils ohne Kosten für Lagerraum



Während die Investitionskosten von Heizöl- und Gaskesseln im Vergleich zu den meisten anderen Wärmeerzeugern relativ niedrig sind, sind die Betriebskosten – v.a. bei Heizöl – aufgrund der voraussichtlich stark ansteigenden Energiekosten sehr hoch. Am Ende der Nutzungsdauer weist der Heizölkessel somit die höchsten Gesamtkosten auf. Das Gegenteil ist beispielsweise bei Wärmepumpensystemen der Fall. Diese weisen hohe Investitionskosten auf, die jedoch durch die niedrigen Betriebskosten ausgeglichen werden. Über die gesamte Nutzungsdauer betrachtet zählen sie zu den günstigsten Systemen.

Die Grafik zeigt deutlich die Bedeutung der Energie- und Wartungskosten bei der Wahl des Heizsystems; die Farben entsprechen der Zuordnung der Tabelle auf Seite 16.

# Praktische Empfehlungen

## Fördermöglichkeiten

Um den zügigen Ausbau der erneuerbaren Energien zu unterstützen bieten zahlreiche Institutionen, z.B. die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW-Bank) oder das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), günstige Kredite und Förderprogramme an. Auskunft über die Fördermöglichkeiten können Kommunen und Kreisverwaltungsbehörden sowie Energieversorger geben. Zudem steht im Internet unter [www.energiefoerderung.info](http://www.energiefoerderung.info) eine umfangreiche Förderdatenbank zur Verfügung.

Bitte beachten Sie, dass solche Förderungen immer vor der Umsetzung, meist auch vor einer entsprechenden Auftragserteilung, beantragt werden müssen.

## Planung

Empfehlenswert ist der frühzeitige Kontakt zu einem Architektur-, Ingenieur- oder Energieberatungsbüro. Dieses hilft Ihnen dabei, für Ihr Gebäude Einsparpotenziale aufzudecken, das funktional und energetisch sinnvollste und wirtschaftlichste Wärmeversorgungssystem zu finden und ein aufeinander abgestimmtes Gesamtkonzept zu entwickeln.

Bei Bestandsgebäuden sollte geprüft werden, ob die Effizienz der Gebäudehülle beispielsweise durch Dämmmaßnahmen verbessert werden kann, um den Energiebedarf zu reduzieren. Neben der Einsparung von Heizkosten hat dies den Vorteil, dass die Heizungsanlage auf den niedrigeren Bedarf ausgelegt und damit kleiner und kostengünstiger dimensioniert werden kann. Für Bestandsgebäude bietet das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) eine Förderung der Vor-Ort-Energieberatung an. Eine Liste zugelassener Energieberater finden Sie im Internet unter [www.energie-effizienz-experten.de](http://www.energie-effizienz-experten.de).

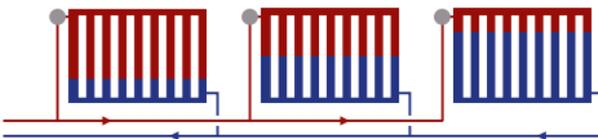
## Betrieb

Um einen reibungslosen Betrieb von neu installierten Heizungsanlagen zu gewährleisten, ist eine fachmännische Inbetriebnahme der Anlage ebenso notwendig wie eine regelmäßige Wartung. Mit einer Verbrauchsüberwachung über mehrere Jahre kann die Funktionsfähigkeit der Anlagen optimiert werden.

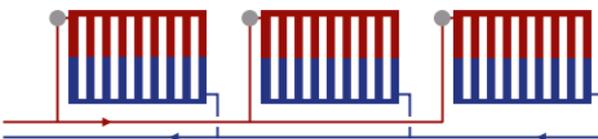
Eine gute Steuerungs- und Regelungstechnik ermöglicht eine optimale Abstimmung der einzelnen Komponenten der Heizungsanlage aufeinander sowie die Abstimmung der Anlage auf den Bedarf. Hierdurch werden unnötige Verluste vermieden, die Effizienz gesteigert und ein behagliches Innenraumklima gewährleistet.

Ein fachmännisch durchgeführter hydraulischer Abgleich sorgt dafür, dass alle Heizkörper oder Flächenheizungen und damit alle Räume gleichmäßig mit der erforderlichen Wärme versorgt werden und spart somit Energie ein. Er kann auch unabhängig von anderen Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden. Bei einigen Förderprogrammen wie beispielsweise des BAFA oder »Energie-BonusBayern« zählt die Durchführung eines hydraulischen Abgleiches zu den Fördervoraussetzungen.

vor dem Abgleich



nach dem Abgleich



Schematische Darstellung des Wärmeübertragungssystems vor und nach dem hydraulischen Abgleich

## Weitere Informationen

[www.wohnen.bayern.de](http://www.wohnen.bayern.de)  
[www.gebaeude-und-energie.bayern.de](http://www.gebaeude-und-energie.bayern.de)  
[www.energieatlas.bayern.de](http://www.energieatlas.bayern.de)  
[www.energie-innovativ.de](http://www.energie-innovativ.de)  
[www.energiebonus.bayern](http://www.energiebonus.bayern)  
[www.bafa.de](http://www.bafa.de)  
[www.kfw.de](http://www.kfw.de)

## Broschüren in der Gelben Reihe der Obersten Baubehörde

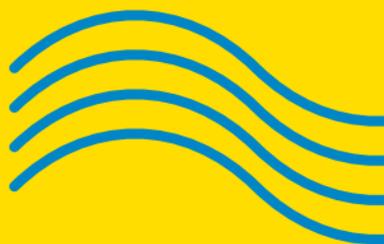
»Modernisieren und Sparen«  
»Energieberatung«  
»Energetische Modernisierung  
und Denkmalpflege«  
»Solaranlagen gut gestalten«

Die Broschüren der Gelben Reihe sind  
über das Bestellportal der Bayerischen  
Staatsregierung gedruckt oder als  
PDF-Datei verfügbar.

[www.bestellen.bayern.de](http://www.bestellen.bayern.de)



BAYERN | DIREKT ist Ihr  
direkter Draht zur Bayeri-  
schen Staatsregierung.  
Unter Telefon 089 122220  
oder per E-Mail an  
[direkt@bayern.de](mailto:direkt@bayern.de) erhal-  
ten Sie Informationsmate-  
rial und Broschüren, Aus-  
kunft zu aktuellen Themen  
und Internetquellen sowie  
Hinweise zu Behörden,  
zuständigen Stellen und  
Ansprechpartnern bei der  
Bayerischen Staatsregie-  
rung.



## Herausgeber

Oberste Baubehörde im  
Bayerischen Staatsministerium des  
Innern, für Bau und Verkehr  
Franz-Josef-Strauß-Ring 4  
80539 München  
[www.innenministerium.bayern.de](http://www.innenministerium.bayern.de)

## in Zusammenarbeit mit

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft  
und Medien, Technologie und Energie  
Prinzregentenstraße 28  
80538 München  
[www.wirtschaftsministerium.bayern.de](http://www.wirtschaftsministerium.bayern.de)

1. Auflage September 2015

**Bayern.**  
Die Zukunft.