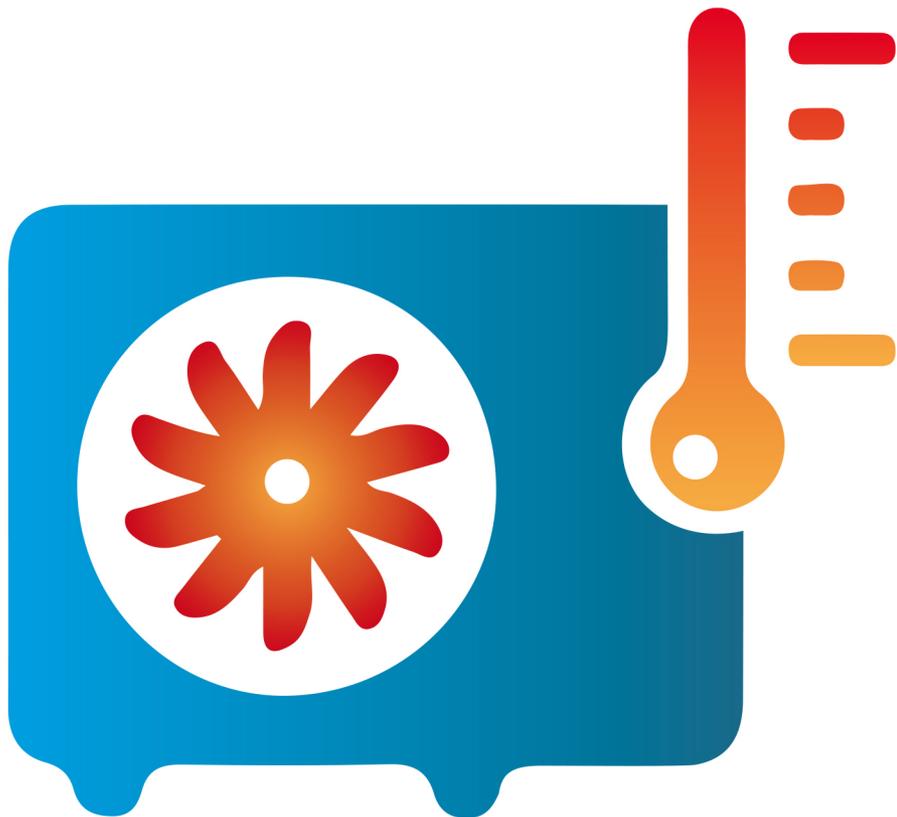


# Ratgeber Wärmepumpe

Klimaschonend, effizient,  
unabhängig



## **Ratgeber Wärmepumpe**

Klimaschonend,  
effizient,  
unabhängig

### **Unser Service für Sie**

Wenn neue Gesetze und Verordnungen in Kraft treten oder sich zum Beispiel Förderbedingungen oder Leistungen ändern, finden Sie die wichtigsten Fakten in unserem Aktualisierungsservice zusammengefasst.

Mit dem Klick auf [www.ratgeber-verbraucherzentrale.de/aktuell](http://www.ratgeber-verbraucherzentrale.de/aktuell) sind Sie dann ergänzend zu dieser Auflage des Buches auf dem neuesten Stand. Diesen Service bieten wir so lange, bis eine Neuauflage des Ratgebers erscheint, in der die Aktualisierungen bereits eingearbeitet sind. Wir empfehlen, Entscheidungen stets auf Grundlage aktueller Auflagen zu treffen.

Die lieferbaren aktuellen Titel finden Sie in unserem Shop:

[www.ratgeber-verbraucherzentrale.de](http://www.ratgeber-verbraucherzentrale.de)

# Ratgeber Wärmepumpe

Klimaschonend, effizient,  
unabhängig

FRANK-MICHAEL BAUMANN

**verbraucherzentrale**



## Inhalt



### 49 Welche Wärmepumpentypen gibt es?

- |  |   |   |
|--|---|---|
| 6 Über dieses Buch                                 | 41 Heizflächen und Heizkörper   | 61 Warmwasser-Wärmepumpe  |
| 8 Die wichtigsten Fragen und Antworten             | 44 Die Komponenten einer Wärmepumpe   | 61 Hochtemperatur- und Großwärmepumpe                                       |
| <b>15 Warum ist die Wärmepumpe gut fürs Klima?</b> | <b>49 Welche Wärmepumpentypen gibt es?</b>  | 62 Gaswärmepumpe  |
| 16 Der Klimawandel schreitet voran                 | 49 Grundwasserwärmepumpe  | 62 Hybridvarianten  |
| 22 Weniger CO <sub>2</sub> durch Wärmepumpen       | 50 Erdwärmepumpe: Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdkollektor und unterirdischen Speichersystemen | <b>65 Gesetzliche Rahmenbedingungen, Genehmigungs- und Anmeldepflichten</b> |
| 24 Herausforderungen und Chancen                   | 54 Erdwärmepumpe: Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonde   | 65 Gesetzliche Rahmenbedingungen  |
| <b>27 Wie funktioniert die Wärmepumpe?</b>         | 58 Luft-Wasser-Wärmepumpe   | 77 Fachunternehmererklärung   |
| 29 Wie effizient sind Wärmepumpen?                 | 60 Luft-Luft-Wärmepumpe   | 77 Anmeldung beim Stromnetzbetreiber  |
| 33 Wärmequellen für die Wärmepumpe                 | 60 Abluftwärmepumpe   |   |
| 38 Der Kältekreislauf                              |   |   |



135

Optimierung von Wärmepumpen



27

Wie funktioniert die Wärmepumpe?

### 81 Was ist wichtig für den Betrieb der Wärmepumpe?

- 81 Betriebsweisen
- 84 Betriebskosten und Stromtarife
- 87 Heizlast
- 88 Heizkörper oder Flächenheizung?
- 94 Kühlen mit der Wärmepumpe
- 96 Warmwassererzeugung und Trinkwasserhygiene

### 101 Ihr Weg zur Wärmepumpe

- 102 Bestandsaufnahme und Energieberatung
- 105 Die Anlage planen
- 111 Heizlastberechnung

116 Wie hoch muss die Leistung sein?

123 Umrüstung auf eine Wärmepumpenheizung in Bestandsgebäuden

129 Den Stromverbrauch abschätzen

130 Wie hoch sind die Investitionskosten?

131 Checklisten: Vorbereitung auf das Gespräch mit dem Fachplaner

132 Schallemissionen

### 135 Optimierung von Wärmepumpen

- 135 Anpassung der Vorlauftemperatur
- 137 Hydraulischer Abgleich
- 139 Optimierung des Betriebs

### 145 Fördermöglichkeiten für die Wärmepumpe

- 146 Bundesförderung
- 151 Landes- und kommunale Förderung

### 155 Wie finde ich die beste Wärmepumpenlösung für mein Haus?

- 155 Variantenvergleiche von Wärmeerzeugern, Wärmepumpenheizungen und Wärmeverteilern
- 161 Praxisbeispiele: Wärmepumpen in Bestandsgebäuden
- 177 Praxisbeispiele: Wärmepumpen im Neubau

### 185 Mit welchen Techniken lässt sich die Wärmepumpe kombinieren?

- 186 Wärmepumpe, Photovoltaik und Stromspeicher
- 196 Wärmepumpe und Solarthermie
- 199 Wärmepumpe und Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung

### 203 Anhang

- 204 Weiterführende Informationen und Links
- 207 Adressen
- 209 Stichwortverzeichnis
- 212 Bildnachweis



## Über dieses Buch

Wärmepumpen sind derzeit überall Gesprächsthema. Ursache dafür ist die kontroverse öffentliche Diskussion um das neue Gebäudeenergiegesetz (GEG). Und jeder weiß mittlerweile, dass eine Wärmepumpe eine Heiztechnik ist. Es kursieren aber nach wie vor viele Vorurteile dazu. „Eine Wärmepumpe kann nicht in Bestandsgebäuden eingesetzt werden!“ „Die funktioniert doch nur mit Fußbodenheizung!“ „Die Wärmepumpe braucht viel Strom, der aus schmutzigen Kohlekraftwerken kommt!“ „Mein Handwerker rät mir ab.“ Dies sind nur einige wenige Argumente, die vermeintlich gegen die Wärmepumpe sprechen.

Mit diesem Ratgeber geben wir Ihnen einen umfassenden Einblick in die Wärmepumpe als Heizsystem, damit Sie sich selbst ein Urteil bilden können, ob eine Wärmepumpe für Ihr Haus sinnvoll ist. Wenn Sie sich für eine Wärmepumpe entscheiden, erleichtern zahlreiche praktische Tipps sowie Checklisten die Planung und Umsetzung.

In einer Zeit, in der Klimaschutz und Energiewende immer größere Bedeutung gewinnen, ist die Wahl einer effizienten und nachhaltigen Heizung von großer Relevanz. Der Ratgeber zeigt Ihnen, dass Wärmepumpen eine innovative Lösung bieten, um Gebäude – alt oder neu – effizient und umweltschonend zu beheizen, da durch Heizen mit Wärmepumpen sehr viel weniger klimaschädliches CO<sub>2</sub> emittiert wird als mit konventionellen Öl- und Gasheizungen (→ Seite 15).

Wir geben Ihnen einen Einblick in die Funktionsweise und die technischen Komponenten einer Wärmepumpe (→ Seite 27). Sie nutzt unerschöpfliche und kostenlose Umweltwärme aus Erdreich, Grundwasser oder Luft als Wärmequelle. Diese Umweltwärme wird in der Wärmepumpe mithilfe eines stromgetriebenen Kältekreislaufs auf ein höheres Temperaturniveau angehoben, mit dem ein Wärmeverteilsystem (zum Beispiel Heizkörper oder Fußbodenheizungen) dann die Räume erwärmt.

Es gibt viele unterschiedliche Wärmepumpentypen, die sich im Wesentlichen durch die Art der Wärmequelle für die Gewinnung der Umweltwärme unterscheiden. Wir stellen alle wichtigen Wärmepumpentypen sowie Hybridvarianten – also Heizungen, die unterschiedliche Techniken kombinieren – vor (→ Seite 49) und erklären die aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen sowie die Genehmigungs- und Anmeldepflichten (→ Seite 65).

Wir erläutern, was für den Betrieb einer Wärmepumpe wichtig ist, welche Betriebsweisen es gibt und wie die Betriebskosten ermittelt werden (→ Seite 81). Außerdem zeigen wir, welche Wärmeverteilssysteme für die Wärmepumpe eingesetzt werden können und wie mit der Wärmepumpe an heißen Tagen auch gekühlt werden kann.

Sollten Sie sich für den Einbau einer Wärmepumpe entscheiden, zeigen wir Ihnen auf, wie Sie den Weg zur Wärmepumpe beschreiten können (→ Seite 101). Ob im Neubau oder im Bestandsgebäude – der Einbau einer Wärmepumpe muss gut geplant werden: Wie hoch muss die Leistung der Wärmepumpe sein? Welche Wärmequelle ist für mein Objekt geeignet? Wie rüste ich meine jetzige Heizung auf ein Wärmepumpensystem um? All diese Fragen werden beantwortet.

Ist die Wärmepumpe eingebaut, gilt es, einen optimalen energieeffizienten Betrieb

zu gewährleisten. Dafür gibt der Ratgeber praktische Tipps (→ Seite 135).

Noch sind die Kosten für ein Wärmepumpen-Heizsystem höher als für konventionelle Öl- oder Gasheizungen. Die Anschaffung einer Wärmepumpe wird aber von der Bundesregierung und anderen Institutionen zurzeit mit attraktiven Fördermitteln unterstützt (→ Seite 145).

Die Wärmepumpe lässt sich sehr gut mit weiteren umweltfreundlichen Technologien wie der Photovoltaik, Stromspeichern, der Solarthermie und der Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung kombinieren. Auch hierzu finden Sie praktische Beispiele (→ Seite 185).

Wir hoffen, dass dieser Ratgeber Ihnen dabei hilft, die richtige Entscheidung für eine umweltfreundliche und effiziente Heizung zu treffen. Auf dem Weg zur eigenen Wärmepumpe unterstützen wir Sie über diesen Ratgeber hinaus mit zahlreichen Informationen und Beratungsangeboten der Verbraucherzentralen:

[www.verbraucherzentrale-energieberatung.de](http://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de)

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg bei der Realisierung Ihrer Wärmepumpenanlage.



# Die wichtigsten Fragen und Antworten

→ Jährlich beantworten wir in unseren bundesweit rund 200 Beratungsstellen Tausende von Fragen und helfen bei Schwierigkeiten und Problemen, die Verbraucherinnen und Verbraucher an uns herantragen. In Online-Veranstaltungen und auch vor Ort informieren wir zum Beispiel zu Wärmepumpen und anderen Heizsystemen. Aus dieser täglichen Praxis wissen wir, wie konkrete Unterstützung aussehen muss, wenn es um die Planung, Anschaffung, Installation und den Betrieb einer Wärmepumpe geht. All diese Erfahrungen sind Grundlagen des Ratgebers, der vor Ihnen liegt.

Nutzen Sie darüber hinaus auch das stets aktuelle Online-Angebot der Verbraucherzentrale mit zahlreichen Informationstexten, kostenlosen Onlineseminaren und vielem mehr. Und profitieren Sie von der Beratungskompetenz unserer Energieberater und -beraterinnen. Weitere Informationen und Kontaktmöglichkeiten:

[www.verbraucherzentrale-energieberatung.de](http://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de)

## Funktionieren Wärmepumpen auch in Bestandsgebäuden?

Ja, Wärmepumpen können in den meisten Bestandsgebäuden → **Seite 107** eingesetzt werden. Moderne Wärmepumpen erreichen höhere Vorlauftemperaturen als die Geräte der ersten Generation. Dennoch ist es ratsam, vor Einbau einer Wärmepumpe zu prüfen, ob durch zusätzliche Dämmmaßnahmen an der Gebäudehülle der Heizwärmebedarf und die Vorlauftemperatur gesenkt werden können. Mit Unterstützung eines Fachberaters können Sie die notwendige Heizlast → **Seite 111** des Gebäudes ermitteln. Oft kann die Wärmepumpe das bestehende Heizsystem ersetzen oder ergänzen. Eventuell sind Heizflächen zur Absenkung der Vorlauftemperatur zu vergrößern oder auszutauschen → **Seite 41**.

Je geringer Heizwärmebedarf und Vorlauftemperatur sind, umso effizienter arbeitet die Wärmepumpe. Es ist hilfreich, bisherige Verbrauchsdaten zu dokumentieren. Dazu gehört die Ermittlung des Warmwasserbedarfs für die Wahl der Warmwassererzeugung → **Seite 96**.

Von der Beschaffenheit des Grundstücks hängt es ab, ob das Erdreich, die Luft oder das Grundwasser → **Seite 33** die geeignete Wärmequelle für die Wärmepumpe ist.

## Warum ist das Heizen mit Wärmepumpen ökologischer als mit Gas und Öl?

Laut Umweltbundesamt verursacht ein Heizölkessel pro Kilowattstunde Heizenergie 318 Gramm CO<sub>2</sub>. Bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von beispielsweise 15.000 Kilowattstunden emittiert die Ölheizung klimaschädliches CO<sub>2</sub> in Höhe von 4,7 Tonnen im Jahr. Eine Erdgasheizung emittiert durchschnittlich 247 Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilowattstunde. Dies verursacht bei gleichem Heizenergiebedarf eine CO<sub>2</sub>-Emission von 3,7 Tonnen pro Jahr.

Wärmepumpen nutzen Umweltwärme und werden elektrisch angetrieben. Sie benötigen hierfür Strom. Aus 1 Kilowattstunde Strom und der Umweltwärme macht die Wärmepumpe circa 4 Kilowattstunden Wärme → **Seite 27**. Die Produktion von 1 Kilowattstunde konventionellem Strom verursachte im Jahr 2021 circa 420 Gramm CO<sub>2</sub>. Bei einem Heizenergiebedarf von 15.000 Kilowattstunden werden mit einer Wärmepumpe etwa 3.750 Kilowattstunden Strom gebraucht. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen betragen dafür circa 1,6 Tonnen CO<sub>2</sub> und sind damit deutlich geringer als bei Öl- und Gasheizungen.

Wird die Wärmepumpe mit Ökostrom betrieben, so wird mit der Wärmepumpe kein CO<sub>2</sub> ausgestoßen.

## Funktioniert eine Wärmepumpe auch an kalten Wintertagen?

Eine Wärmepumpe kann auch an kalten Wintertagen ein Gebäude beheizen. Dies zeigt die hohe Beliebtheit von Wärmepumpen in den kalten nordischen Ländern Norwegen und Schweden. Wärmepumpen ziehen Energie aus der Umgebungsluft, dem Boden oder dem Grundwasser und heben sie auf ein höheres Temperaturniveau an, um das Gebäude zu heizen → [Seite 27](#). Selbst bei niedrigen Temperaturen enthält die Außenluft noch Wärmeenergie, die von einer Wärmepumpe genutzt werden kann.

Die Leistung einer Wärmepumpe ist von einem erfahrenen Fachplaner derart ausgelegt, dass auch bei kalten Außentemperaturen eine ausreichende Heizleistung erbracht wird → [Seite 102](#). Sollten an wenigen Tagen im Jahr extrem kalte Temperaturen auftreten, so kann eine Zusatzheizung – zum Beispiel ein elektrischer Heizstab – zusätzliche Wärme bereitstellen. Diese Zusatzheizung benötigt zwar ebenfalls Strom, aber da diese Situation nur sehr selten im Jahr auftritt, sind die zusätzlichen Kosten minimal → [Seite 81](#).

## Stört meine Wärmepumpe mich und meine Nachbarn?

In der Regel sollten moderne Wärmepumpen keine nennenswerten Störungen verursachen, weder für Sie noch für Ihre Nachbarn.

Wärmepumpen, insbesondere Luft-Wasser-Wärmepumpen, entwickeln im Betrieb Geräusche. Bei geringen Gebäudeabständen – vor allem in eng bebauten Siedlungsgebieten – ist es daher wichtig, eine Wärmepumpenanlage so zu planen, dass die Anforderungen der „Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm“ (TA Lärm) eingehalten werden. Wählen Sie daher einen geeigneten Standort für die Wärmepumpe. Die direkte Nähe zu Schlafzimmerfenstern oder Nachbargebäuden sollten Sie vermeiden.

Durch die Verwendung von schallabsorbierenden Materialien oder speziellen Schallschutzgehäusen für Wärmepumpen können Sie den Schall weiter reduzieren. Überprüfen Sie regelmäßig den Zustand der Lüfter und anderer Komponenten, um sicherzustellen, dass sie ordnungsgemäß funktionieren → [Seite 71](#).

## Handelt es sich bei Wärmepumpen um eine neue Technologie?

Nein, Wärmepumpen sind keine neue Technologie. Das Prinzip der Wärmepumpe existiert seit langer Zeit und wurde ursprünglich für Geräte zur Kühlung entwickelt und verwendet.

Die erste Verwendung einer Wärmepumpe zur Wärmeproduktion ist für das Jahr 1852 dokumentiert, als William Thomson (Lord Kelvin) zeigte, dass Kältemaschinen, die mit dem Prinzip der Kompression arbeiten, auch gut zum Heizen genutzt werden können.

Durch die Ölkrise in den 1970er-Jahren, die zu einer Brennstoffknappheit führte, wurde die Wärmepumpe als energieeffiziente und umweltfreundliche Technologie erkannt.

Die Wärmepumpe wurde seither weiterentwickelt und ist heute eine allseits bekannte Heiz- und Kühltechnologie. Viele Wärmepumpen können deshalb beides: nicht nur heizen, sondern im Sommer auch kühlen

→ Seite 94.

## Wie hoch sind die Anschaffungs- und die Betriebskosten einer Wärmepumpe?

Die Anschaffungskosten einer Wärmepumpe für ein Einfamilienhaus sind derzeit noch höher als die einer Gas- oder Ölheizung. Eine Luftwärmepumpe kostet etwa 8.000 bis 16.000 Euro. Eine Erdwärmepumpe inklusive der Wärmequelle liegt bei 14.000 bis 28.000 Euro. Der Preis für eine Grundwasserwärmepumpe inklusive der Brunnenanlage beträgt 15.000 bis 25.000 Euro.

Die zusätzlich anfallenden Installationskosten sind von dem vorhandenen Gebäude, den Heizflächen und den sonstigen Installationen, wie zum Beispiel dem Wärmeverteilsystem, abhängig und liegen im Bereich von 10.000 bis 30.000 Euro.

Die Betriebskosten einer Wärmepumpe → Seite 84 sind niedriger als bei herkömmlichen Öl- oder Gasheizungen, denn Wärmepumpen nutzen kostenlose Umweltwärme aus Erdreich, Grundwasser oder Luft. Die Betriebskosten sind abhängig von der gewünschten Raumtemperatur, der Dämmung des Gebäudes, den Strompreisen und der Effizienz der Wärmepumpe. Jährliche Stromkosten fallen zum Beispiel bei einer Luft-Wasser-Wärmepumpe in Höhe von circa 1.100 bis 3.000 Euro an.

## Welche Wärmequelle ist für die Wärmepumpe die beste?

Die Antwort auf die Frage ist davon abhängig, welches Kriterium (Kosten oder Effizienz) an die Wärmequelle angelegt wird. Kostenmäßig ist die Wärmequelle Luft die günstigste, denn im Gegensatz zu den Wärmequellen Erdwärme und Grundwasser ist keine Bohrung zur Erschließung der Quelle notwendig.

Wenn es um die Effizienz geht, so ist die Jahresarbeitszahl (JAZ) das entscheidende Kriterium. Hier liefert die Wärmequelle Grundwasser mit einer JAZ von circa 5 das beste Ergebnis. Damit sind die Betriebskosten am niedrigsten im Vergleich zu den Wärmepumpen mit anderen Wärmequellen.

Ein Fachmann kann eine detaillierte Bewertung Ihres Standorts und Ihrer Bedürfnisse vornehmen, um die am besten geeignete Wärmequelle für Ihre Wärmepumpe zu bestimmen → [Seite 27](#).

## Muss die gesamte Heizungsinstallation für den Betrieb einer Wärmepumpe geändert werden?

Wird eine Wärmepumpe anstelle einer konventionellen Heizung (Öl- oder Gasheizung) eingebaut → [Seite 123](#), so ist es nicht immer erforderlich, das gesamte Heizungssystem zu ändern. Wenn das meist wassergeführte Wärmeverteilsystem beibehalten wird, empfehlen wir, durch ein Fachunternehmen einen sogenannten hydraulischen Abgleich und weitere Optimierungen → [Seite 135](#) vornehmen zu lassen.

Wärmepumpen arbeiten am effizientesten mit Niedertemperatursystemen wie Fußbodenheizungen oder Wandheizungen. Diese arbeiten mit niedrigeren Vorlauftemperaturen im Vergleich zu traditionellen Heizkörpern. Wenn das bestehende Heizungssystem auf hohe Vorlauftemperaturen ausgelegt ist, kann es erforderlich sein, das Wärmeverteilsystem anzupassen oder zu ergänzen, um die Effizienz der Wärmepumpe zu erhöhen. Auch kann ein Pufferspeicher die Effizienz der Wärmepumpe verbessern. Ein Pufferspeicher speichert die erzeugte Wärme und gibt sie bei Bedarf wieder ab → [Seite 107](#).

## Wie lang ist die Lebensdauer und welche Reparaturkosten kommen auf mich zu?

Wärmepumpen haben in der Regel eine Lebensdauer von etwa 15 bis 20 Jahren oder sogar länger, wenn sie ordnungsgemäß gewartet werden.

Was die Reparaturkosten betrifft, können diese je nach Art der Wärmepumpe, der spezifischen Komponenten und des aufgetretenen Problems variieren. Während der Garantiezeit werden die Reparaturen meist durch die Herstellergarantie abgedeckt, sofern keine unsachgemäße Handhabung vorliegt. Von daher ist es ratsam, regelmäßige Wartungsarbeiten durchzuführen, um Probleme frühzeitig zu erkennen und die Wahrscheinlichkeit größerer Reparaturen zu verringern → [Seite 135](#).

## Welche Förderungen kann ich für die Anschaffung meiner Wärmepumpe nutzen?

Sowohl für den Einbau einer Wärmepumpe im Neubau als auch für den Austausch einer alten Heizung gegen eine Wärmepumpe gibt es derzeit attraktive Zuschüsse.

Die Bundesförderung für energieeffiziente Gebäude (BEG) unterstützt unter anderem den Einsatz neuer Heizungsanlagen, die Optimierung bestehender Heizungsanlagen, Maßnahmen an der Gebäudehülle und den Einsatz optimierter Anlagentechnik. Bei Ersatz einer funktionstüchtigen Öl-, Kohle- oder Nachtspeicherheizung beträgt der Fördersatz bis zu 40 Prozent der förderfähigen Kosten. Neue Fördersätze werden aktuell erarbeitet. (Stand: September 2023) → [Seite 152](#). Neben der Bundesförderung gibt es auch Förderprogramme der Bundesländer und der Kommunen. Die Förderdatenbank des Bundeswirtschaftsministeriums ([www.foerderdatenbank.de](http://www.foerderdatenbank.de)) gibt einen aktuellen Überblick über bestehende Programme. Auch bei der Verbraucherzentrale ([www.verbraucherzentrale.de](http://www.verbraucherzentrale.de)) können Sie sich informieren.

Weiterhin bieten einige Energieversorger Förderprogramme und Sondertarife für Wärmepumpen an. Es lohnt sich, wenn Sie bei Ihrem Energieversorger nach Fördermöglichkeiten fragen → [Seite 145](#).



# Warum ist die Wärmepumpe gut fürs Klima?

In Deutschland sind fast 20 Millionen Gas- und Ölheizungen installiert. Sie verbrennen zum Heizen von Häusern und Wohnungen die fossilen Brennstoffe Erdgas und Öl und emittieren dabei auch das klimaschädliche Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). CO<sub>2</sub> ist unter anderem für den Treibhauseffekt verantwortlich und damit für den globalen Temperaturanstieg und die Klimaveränderungen.

Klimaforscher warnen bereits seit längerer Zeit vor den Folgen des Klimawandels. Denn der verursacht zum Beispiel Wetterextreme, Flutkatastrophen und Gletscherschmelzen. Der Klimawandel wird schon jetzt und zunehmend auch in unseren Breitengraden sichtbar. Dem soll die Energiewende entgegenwirken. Ziel ist es, bis 2050 den Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch auf 80 Prozent zu steigern und den Treibhausgasausstoß um 80 bis 95 Prozent zu senken. Gelingen soll dies durch eine Transformation des bestehenden Energiesystems in den Bereichen Strom, Wärme

und Mobilität. Fossile und nukleare Energieträger sollen mehr und mehr durch erneuerbare Energien ersetzt werden.

Hinzu kommt: Der Ukrainekrieg hat zu Verknappungen auf dem Strom- und Gasmarkt geführt und die Preise stark steigen lassen. Er hat zudem gezeigt, wie problematisch die Abhängigkeit von diesen Energieformen sein kann. Viele Menschen suchen nun nach Alternativen zur Beheizung ihrer Häuser. Hier ist die Wärmepumpe eine Schlüsseltechnologie, denn sie nutzt die unerschöpfliche Umweltwärme aus der Erde, dem Grundwasser oder der Außenluft.

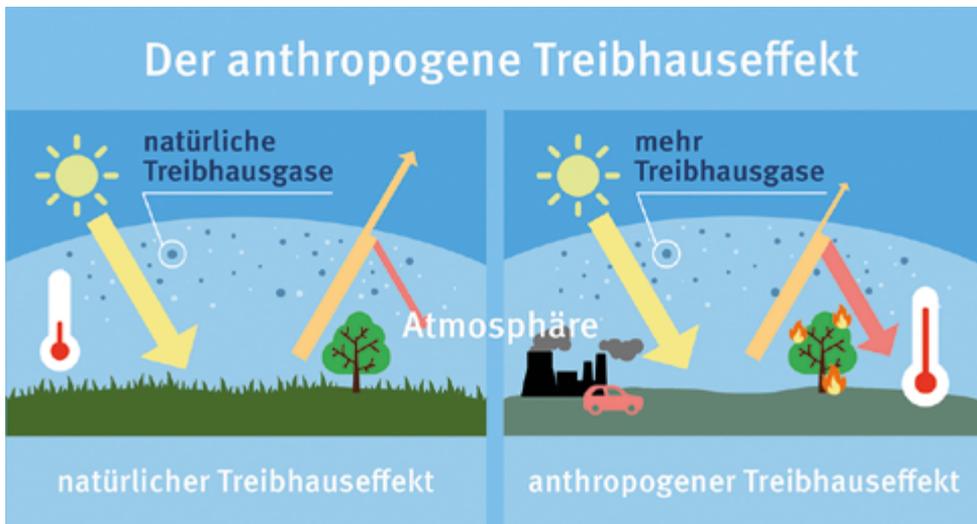


Abb. 1: Natürlicher und von Menschen verursachter Treibhauseffekt.

## Der Klimawandel schreitet voran

Die Erdoberfläche wird von der kurzwelligen Sonnenstrahlung erwärmt. Dabei reflektiert sie die einfallende Strahlung als langwellige Wärmestrahlung, die von den in der Atmosphäre vorhandenen Treibhausgasen teilweise absorbiert wird. Durch anschließende Abgabe der aufgenommenen Energie wird ein Teil der Strahlung zur Erde zurückgestrahlt und die Erdoberfläche und die untere Atmosphärenschicht erwärmt. Dieser Gesamtprozess wird als Treibhauseffekt bezeichnet. Der natürliche Treibhauseffekt er-

möglicht erst das Leben auf der Erde. Ohne Treibhausgase würde die Durchschnittstemperatur auf der Erde bei etwa -18 Grad Celsius liegen – und die Erde und das Leben auf ihr hätten sich nie so entwickelt, wie wir es heute kennen.

Der zusätzliche Ausstoß von Treibhausgasen durch den Menschen, zum Beispiel durch die Verbrennung von Öl, Gas und Kohle zum Heizen, verstärkt jedoch diesen natürlichen Effekt. Beim Verbrennen fossiler Energieträger wird das Treibhausgas  $\text{CO}_2$  freigesetzt, die Temperaturen steigen mehr und mehr und führen zum globalen Klimawandel. Unser Heizverhalten, das momen-

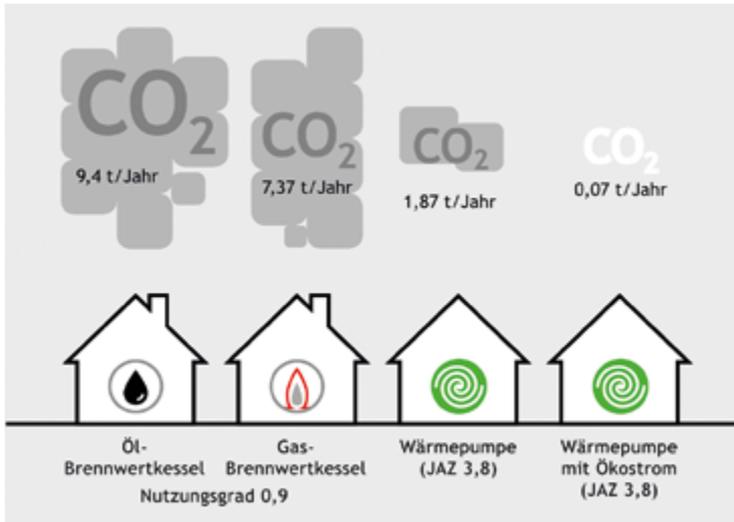


Abb. 2: CO<sub>2</sub>-Ausstoß (gemessen in Kilogramm pro Jahr, kg/a) einzelner Wärmeerzeuger im Bestand (156 m<sup>2</sup> Nutzfläche). Die Jahresarbeitszahl (JAZ) ist ein Maß für die Effizienz der Wärmepumpe (→ Seite 29).

tan noch stark durch das Verbrennen der fossilen Brennstoffe Öl und Gas dominiert ist, hat also unmittelbaren Einfluss auf den Klimawandel. Heizen mit der Wärmepumpe kann die CO<sub>2</sub>-Emissionen enorm reduzieren.

### Die Zielmarke: maximal 1,5 Grad Erderwärmung

Die Energiepolitik weltweit hat mehrheitlich die Gefahren, die mit dem Treibhauseffekt verbunden sind, erkannt und konzentriert sich deshalb auf vorbeugende Maßnahmen, die die Verbrennung von fossilen Brennstoffen wie Öl, Kohle und Gas und da-

mit die CO<sub>2</sub>-Emissionen möglichst weitgehend vermeiden.

Die Weltgemeinschaft hat dazu unter anderem den Weltklimarat ins Leben gerufen. Der Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) wurde vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) und der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) als zwischenstaatliche Institution 1988 gegründet, um für politische Entscheidungsträger den Stand der wissenschaftlichen Forschung zum Klimawandel zusammenzufassen. Hauptaufgabe des IPCC ist es, die naturwissenschaftlichen Grund-



## HINTERGRUND

### Fossile Energien erzeugen hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen

Laut Umweltbundesamt verursacht ein Heizölkessel pro Kilowattstunde Heizenergie 318 Gramm CO<sub>2</sub>. Bei einer Wohnfläche von 120 Quadratmetern und einem jährlichen Heizenergiebedarf von 15.000 Kilowattstunden verursacht die Ölheizung CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 4,7 Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr. Eine Erdgasheizung emittiert durchschnittlich 247 Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilowattstunde. Dies verursacht bei gleicher Wohnfläche und gleichem Heizenergiebedarf eine CO<sub>2</sub>-Emission von 3,7 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. Bei einer Wohnfläche von 156 Quadratmetern ist der CO<sub>2</sub>-Ausstoß entsprechend höher (siehe Abb. 2 → Seite 17). Eine Wärmepumpe, die mit Ökostrom betrieben wird, verursacht nur

minimale CO<sub>2</sub>-Emissionen. Deutschland ist mit 750 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> weltweit der sechstgrößte CO<sub>2</sub>-Emittent. Pro Kopf emittieren wir in Deutschland circa 9,2 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. Geht man davon aus, dass in Deutschland gegenwärtig mehr als 50 Prozent der gesamten energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen, wenn Raum- und Prozesswärme erzeugt wird, so wird deutlich, dass das Heizen mit fossilen Energieträgern wie Öl und Gas entscheidend für die Emission von Treibhausgasen und den Klimawandel ist. Die Reduktion dieser CO<sub>2</sub>-Emissionen beim Heizen ist daher der Schlüssel, um den fortschreitenden Klimawandel abzubrem- sen.

lagen und den weltweiten Forschungsstand über die Auswirkungen der globalen Erwärmung, ihre Risiken sowie Minderungs- und Anpassungsstrategien zusammenzutragen und aus wissenschaftlicher Sicht zu bewerten. Der IPCC veröffentlicht unter anderem Sachstandsberichte. Ein Sonderbericht des IPCC hat im Jahr 2015 das sogenannte 1,5-Grad-Ziel auf der 21. UN-Klimakonferenz in Paris (COP 21) ausgerufen. Demnach soll der menschengemachte globale Tempera-

turanstieg durch den Treibhauseffekt auf 1,5 Grad Celsius begrenzt werden, gerechnet vom Beginn der Industrialisierung (1850 bis 1900) bis zum Jahr 2100. Fast alle Staaten der Erde – so auch Deutschland – haben auf dieser Klimakonferenz 2015 mit dem Übereinkommen von Paris einem Vertrag zugestimmt, nach dem sie Anstrengungen zum Erreichen des 1,5-Grad-Ziels unternehmen wollen.

Diese Ziele sollen unter anderem erreicht werden:

- Die Zunahme von Durchschnittstemperaturen, Hitzeextremen, Dürren, Starkniederschlägen und Niederschlagsdefiziten soll reduziert werden.
- Der Meeresspiegel soll weniger als 0,1 Meter ansteigen.
- Es werden weniger Arten aussterben und die Schäden an Ökosystemen an Land, im Süßwasser und an Küsten sollen verringert werden.
- Es werden geringere Risiken für die menschliche Gesundheit erwartet. Die Nahrungsmittel- und Wasserversorgung soll gesichert werden.

All das soll dazu beitragen, die möglichen Folgen des Klimawandels weltweit einzudämmen. Der neueste Bericht des Weltklimarats (Stand: März 2023) konstatiert jedoch: Die bisherigen Klimaschutzbemühungen reichen nicht aus, um die Erderwärmung wirksam zu begrenzen. Und die Wissenschaftler warnen: Das Zeitfenster, in dem sich noch etwas bewirken lässt, werde sich bald schließen. Entscheidend sei, was in dieser Dekade passiere.



HINTERGRUND

**Physikalische Einheiten**

**Energie** ist eine fundamentale physikalische Größe. Sie gibt es in verschiedenen Energieformen, die ineinander umgewandelt werden können. Es gibt zum Beispiel Bewegungsenergie, potenzielle Energie, elektrische Energie, Wärmeenergie. Energie beschreibt die Fähigkeit, Arbeit zu leisten oder Wärme abzugeben. Sie wird gebraucht, wenn etwas in Bewegung gesetzt, beschleunigt, hochgehoben oder erwärmt werden soll. **Leistung** ist die umgesetzte Energie pro Zeitspanne. Es ist also die verrichtete Arbeit oder die Wärmeenergie dividiert durch die dazu benötigte Zeit.

PHYSIKALISCHE GRÖSSE	EINHEIT	
Energie	Kilowattstunde	kWh
Masse	Kilogramm	kg
	Gramm	g
Leistung	Watt	W
	Kilowatt = 1000 Watt	kW
Temperatur	Grad Celsius	°C
	Kelvin	K
Länge	Meter	m
Fläche	Quadratmeter	m <sup>2</sup>
Zeit	Stunde	h
	Jahr	a

Abb. 3: Physikalische Größen und ihre Einheiten.

Am besten wäre es natürlich, man müsste überhaupt nicht heizen. In sogenannten Passivhäusern ist das bereits möglich, sie kommen ohne ein klassisches Heizsystem aus. Passivhäuser verfügen über einen so guten baulichen Wärmeschutz, dass die benötigte Heizwärme über passive Sonneneinstrahlung durch die Fenster und ein Zuheizen über die Lüftungsanlage erfolgen kann. Mehr dazu unter: [www.passiv.de](http://www.passiv.de)

Wenn nun aber doch geheizt werden muss: Wie kann ein „richtiges“ Heizen dazu beitragen, dass CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert werden und der Klimawandel verlangsamt wird? Elektrische Wärmepumpensysteme leisten hierzu einen wichtigen Beitrag, indem sie Umweltwärme (aus der Erde, der Luft oder dem Grundwasser) und nicht genutzte Abwärme (zum Beispiel aus einem Lüftungssystem) verwenden, das heißt in den Energiefluss einkoppeln. So lässt sich der Verbrauch fossiler Energieträger reduzieren, was zu einer Reduktion der Emissionen vor Ort und damit auch insgesamt führt.

Zum Betrieb einer Wärmepumpe wird Strom benötigt. Mit einer Wärmepumpe können aus 1 Kilowattstunde elektrischer Energie bis zu 5 Kilowattstunden Wärme aus der Luft, dem Grundwasser oder dem Erdreich gewonnen werden. Damit die CO<sub>2</sub>-Emissionen beim Heizen mit Wärmepumpen möglichst gering sind, sollte auch

die Produktion von Strom, den die Wärmepumpe benötigt, möglichst CO<sub>2</sub>-arm erfolgen. Das ist der Fall, wenn möglichst viel Strom aus erneuerbaren Energien (Windenergie, Solarenergie, Geothermie, biogene Energie) erzeugt wird. Dann ist das Heizen mit einer Wärmepumpe besonders klimafreundlich und kann sogar klimaneutral sein (→ Seite 29).

Die Nutzung von elektrischer Energie hat zudem, im Unterschied zum Einsatz von Öl oder Gas, einen weiteren Vorteil: Die Emissionen, die bei der Erzeugung von Wärme entstehen, sind (ebenso wie bei der Fernwärme) in die Kraftwerke oder Heizzentralen verlagert, sodass vor Ort keine Schadstoffe freigesetzt werden – was im Winter in dicht bebauten Gebieten zu einer Verringerung der Luft-Schadstoffbelastung führt.

### Die Energiewende soll es richten

Weltweit werden derzeit die Energiesysteme zur Produktion von Strom und Wärme geändert. Dies wird als Energiewende bezeichnet. „Energiewende“ ist der Kurzbegriff für einen fundamentalen Wechsel in der Energieversorgung: Das Energiesystem in Deutschland, das bisher auf Kernenergie, Kohle, Öl und Gas beruht, wird transformiert zu einer neuen Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Energien (EE) – Windenergie, Sonnenenergie, Wasserkraft, Energie aus Biomasse und Erdwärme (Geothermie).