



Wärmeerzeugung im Gebäudebestand mit erneuerbaren Energien

## Elektrische Luft-Wasser-Wärmepumpe

Luft-Wasser-Wärmepumpen entziehen der Außenluft Wärme und übergeben sie an ein wasserführendes System zur Raumheizung und Warmwasserbereitung.

Je nach Bauweise und Aufstellungsort unterscheidet man in:

- Monoblockgeräte für die Innen- oder Außenaufstellung
- Split-Geräte mit einer Außen- und einer Inneneinheit

### Funktionsweise/Aufbau

Hauptbestandteile einer Luft-Wasser-Wärmepumpenanlage:

- Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Heizungs-Pufferspeicher
- Trinkwarmwasserspeicher

Luft-Wasser-Wärmepumpen nehmen die Wärme aus der Außenluft auf. Im Verdampfer wird damit das Kältemittel erwärmt und verdampft. Das nun gasförmige Kältemittel wird im Verdichter unter Einsatz von elektrischer Energie komprimiert und so auf ein höheres Temperaturniveau gebracht. Der erhitzte Kältemitteldampf überträgt seine thermische Energie auf das Heizungswasser, kühlt ab und kondensiert. Nach Entspannung des Kältemittels im Expansionsventil durchläuft es den Kreislauf erneut.

Luft-Wasser-Wärmepumpen mit Invertertechnologie verfügen über einen leistungsgeregelten Kältekreis, wodurch die Leistung der Wärmepumpe an den tatsächlichen Wärmebedarf des Gebäudes angepasst werden kann. Dies erfolgt durch Anpassung der Drehzahl des Verdichters. Bei einer leistungsgeregelten Wärmepumpe wird häufiges Takten im Teillastbereich vermieden und die Effizienz (Jahresarbeitszahl) der Wärmepumpe erhöht.

# Luft-Wasser-Wärmepumpe

## Monoblock-Wärmepumpen

Monoblock-Wärmepumpen vereinen alle Komponenten des Wärmepumpenkreislaufs in einem Gerät. Es sind keine externen Kältemittelleitungen notwendig. Je nach Ausführung sind Monoblock-Wärmepumpen für die Innen- oder Außenaufstellung konzipiert.

Bei einer **Außenaufstellung** werden die Heizungs-Vor- und -Rücklaufleitungen von der Wärmepumpe zum Puffer- und Warmwasserspeicher im Aufstellraum geführt. Im Aufstellraum selbst besteht daher nur ein geringerer Platzbedarf, weshalb eine Aufstellung im Außenbereich für die Sanierung von Bestandsgebäuden Vorteile bietet. Die Aufstellung der Wärmepumpe ist flexibel und direkt an der Hauswand des Wohngebäudes oder weiter entfernt im Garten möglich. Auch wenn moderne Wärmepumpen einen niedrigen Schallpegel aufweisen, sollte bei der Wahl des Aufstellortes neben optischen Kriterien auch der lärmtechnisch notwendige Abstand zu Wohn- und Schlafräumen sowie zu Nachbargrundstücken berücksichtigt werden. Ideal ist daher die Aufstellung zur Straßenseite. Die Heizungsleitungen zwischen Wärmepumpe und Gebäude dürfen eine Maximallänge nicht überschreiten. Eine außen aufgestellte Wärmepumpe benötigt einen Sockel bzw. ein Fundament.

Bei einer **Innenaufstellung** wird die Außenluft durch je einen gedämmten Zu- und Abluftkanal durch die Außenwand zur Luft-Wärmepumpe geleitet. Dazu sind zwei relativ große Wanddurchbrüche erforderlich, die zur thermischen Entkopplung möglichst an einer Hausecke anzubringen sind. Der Zugang zum Aufstellraum – in Bestandsgebäuden ist dies oft der Keller – muss die Einbringung des kompakten Wärmepumpengeräts zulassen.

Luft-Wärmepumpe Monoblock innen

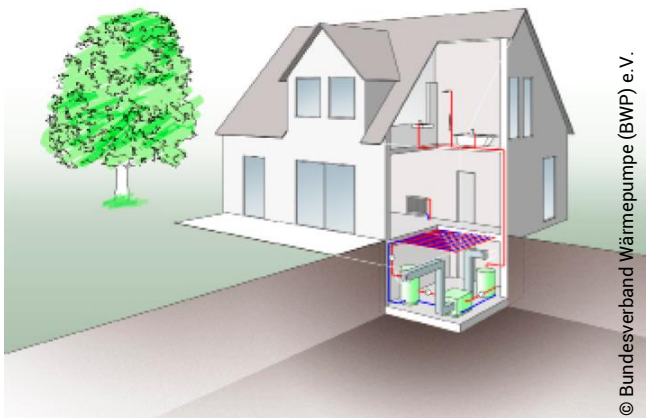


Abbildung 1: Luft-Wasser-Wärmepumpe als Monoblock innen

Auch wenn der Schallpegel moderner Wärmepumpen niedrig ist, sollten bei der Aufstellung des Geräts und der Anbindung an die Wärmeverteilung schalldämmende Maßnahmen vorgesehen werden, um Betriebsgeräusche in den Wohnräumen zu vermeiden.

## Split-Wärmepumpen

Luft-Wasser-Wärmepumpen in **Split-Ausführung** bestehen aus einer Außen- und einer Inneneinheit. In der Außeneinheit erfolgt die Wärmeaufnahme durch das Kältemittel im Verdampfer, das in der Inneneinheit an das Heizungswasser übertragen wird. Außen- und Inneneinheit sind mit einer Kältemittelleitung verbunden. Je nach Gerät findet die Verdichtung des Kältemittels entweder in der Außeneinheit oder in der Inneneinheit statt.

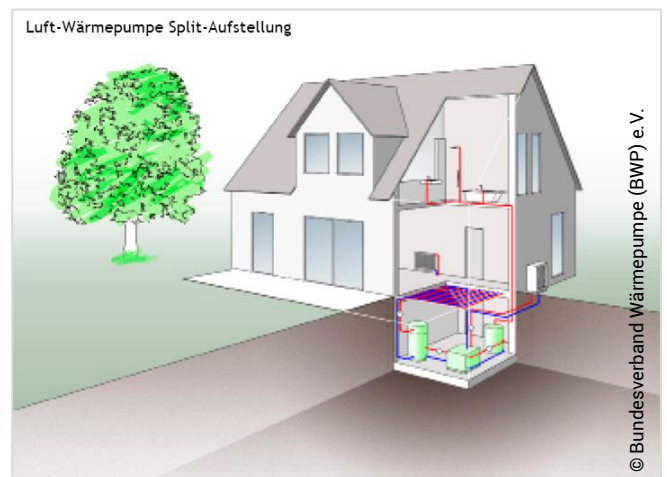


Abbildung 2: Luft-Wasser-Wärmepumpe Split-Ausführung

In Bestandsgebäuden bietet die Split-Ausführung den Vorteil, dass für die Inneneinheit ein deutlich geringerer Platzbedarf besteht und sie einfacher einzubringen ist. Im Vergleich zu einer außen aufgestellten Monoblock-Wärmepumpe ist die Außeneinheit wesentlich kleiner, was die Wahl des Aufstellortes auf dem Grundstück deutlich erleichtert. Die Außeneinheit wird in der Regel direkt an der Hauswand auf einem Sockel platziert. Analog zur Außenaufstellung von Monoblock-Geräten ist bei der Wahl des Aufstellortes neben optischen Kriterien auch der lärmtechnisch erforderliche Abstand zu Wohn- und Schlafräumen sowie zu Nachbargrundstücken zu berücksichtigen. Ideal ist daher die Aufstellung zur Straßenseite.

# Luft-Wasser-Wärmepumpe

## Betrieb und Kombinationsmöglichkeiten

Luft-Wasser-Wärmepumpen werden in der Regel für eine monoenergetische Betriebsweise ausgelegt. Bis zu einer Bivalenztemperatur arbeitet die Wärmepumpe allein, danach erfolgt eine elektrische Nachheizung. Dies kann im Teilparallel-, Parallel- oder Alternativbetrieb erfolgen. Für einen effizienten Betrieb ist es notwendig, die Wärmepumpe auf den Wärmebedarf des Gebäudes auszulegen, wodurch insbesondere bei einstufigen Wärmepumpen häufige Verdichterstarts vermieden werden und sich die Lebensdauer erhöht.

Ein effizienter Betrieb von Luft-Wasser-Wärmepumpen ist bei niedrigen Systemtemperaturen möglich. In Verbindung mit Heizkörpern sind Vorlauftemperaturen von 50 bis 60 °C anzustreben. Einige Luft-Wasser-Wärmepumpenarten können aber auch 65 bis 70 °C realisieren. In Bestandsgebäuden ist das deutliche Absenken der Systemtemperaturen oft nur mit einem (teilweisen) Heizflächenaustausch möglich. Es sind in jedem Fall eine Heizlastberechnung und ein hydraulischer Abgleich durchzuführen.

Für den Betrieb von Wärmepumpen werden von den Energieversorgern spezielle Wärmepumpentarife mit einem günstigeren Arbeitspreis je Kilowattstunde angeboten. Es ist ein zweiter Stromzähler erforderlich, für den ein jährlicher Grundpreis zu entrichten ist. Der Wärmepumpentarif ermöglicht es dem Energieversorger, bei hoher Stromnachfrage ein bis drei Stromabschaltungen pro Tag bis maximal zwei Stunden vorzunehmen. Dafür muss die Wärmepumpe von außen steuerbar sein. Die Zeit der Abschaltung wird durch Wärme im Pufferspeicher und/oder durch im Gebäude selbst gespeicherte Wärme überbrückt.

Mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe ist eine aktive Kühlung von Gebäuden möglich. Dies erfolgt bei reversiblen Wärmepumpen durch Umkehr des Wärmepumpenkreislaufs. Bei der Kühlung der Wohnräume ist eine Unterschreitung des Taupunktes zu vermeiden, um die Bildung von Kondenswasser zu verhindern. Im Kühlbetrieb betragen die Vorlauftemperaturen somit 18 bis 20 °C, wodurch Flächenheizungen für die Kühlung besonders geeignet sind. Bei Heizkörpern ist wegen des geringen Temperaturunterschieds und der relativ kleinen Fläche die Kühlleistung sehr begrenzt. Hier können beim gegebenenfalls ohnehin notwendigen Heizflächenaustausch sogenannte Nieder-temperaturheizkörper mit integrierten Ventilatoren zum Einsatz kommen, die die warme oder kühle Luft effektiv im Raum verteilen.

Bei einem Betrieb in Verbindung mit einer Photovoltaik-Anlage kann die Luft-Wasser-Wärmepumpe mit selbst erzeugtem Strom betrieben werden. Die Ansteuerung erfolgt über einen auf Smart Grid Ready (SG-Ready) oder Photovoltaik Ready (PV-Ready) ausgelegten Eingang. Eine optimierte

Nutzung des Stroms aus Photovoltaik-Anlagen ist bei Wärmepumpen mit Invertertechnologie möglich, da bei ihnen der Strombedarf durch die Anpassung an die benötigte Heizleistung sinkt und der PV-Strom kontinuierlich verbraucht wird. Zudem ist eine Kombination mit einem Stromspeicher zur Überbrückung von Zeiten ohne PV-Stromangebot sinnvoll. Der Strom kann auch indirekt durch die Erhöhung der Temperatur im Puffer- bzw. Warmwasserspeicher oder in einer Flächenheizung gespeichert werden. Die Nutzung des selbst erzeugten Stroms erhöht den Eigenstromanteil und damit die Wirtschaftlichkeit der Photovoltaik-Anlage.

## Umweltwirkung

**Kältemittel:** Die Regelung der Verfügbarkeit und Nachfrage sowie der Kontrolle von Emissionen durch Kältemittel erfolgt im Rahmen der F-Gase-Verordnung. Mit dem Global Warming Potential (GWP) wird das Treibhauspotenzial in Bezug auf CO<sub>2</sub>-Äquivalente angegeben. Die GWPs gängiger in Luft-Wasser-Wärmepumpen eingesetzter Kältemittel sind:

■ R290 (Propan)	3 kg CO <sub>2</sub> -Äq.
■ R32	675 kg CO <sub>2</sub> -Äq.
■ R407C	1.770 kg CO <sub>2</sub> -Äq.
■ R410A	2.088 kg CO <sub>2</sub> -Äq.

**Schallemissionen:** Luft-Wasser-Wärmepumpen weisen einen gemessenen Schallleistungspegel von etwa 45 bis 60 dB(A) auf. Die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) legt Grenzwerte für den Schall fest. In allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten gelten beispielsweise Immissionsrichtwerte am Tag von 55 dB(A) und in der Nacht von 40 dB(A). Die Beurteilung der Lärmimmissionen an schutzbedürftigen Räumen auf angrenzenden Grundstücken bzw. die Ermittlung des notwendigen Abstands der außen aufgestellten Wärmepumpe kann nach dem Verfahren der TA Lärm erfolgen. Ein entsprechender Schallrechner steht beispielsweise unter <https://www.waermepumpe.de/schallrechner/> zur Verfügung.

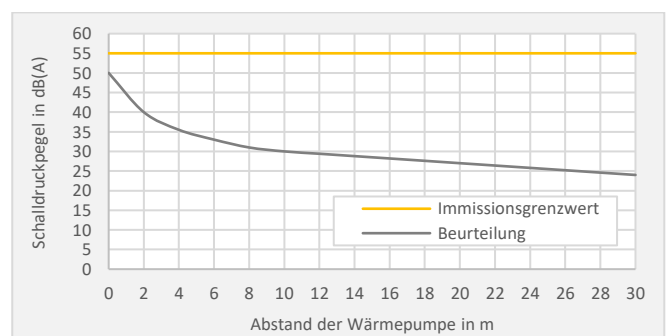


Abbildung 3: Beispiel Schall-Immissionswerte Tagbetrieb

# Luft-Wasser-Wärmepumpe

## Effizienz und Erfüllung der Vorgabe zum Betrieb mit 65 Prozent erneuerbarer Energie

Neu eingebaute oder aufgestellte Heizungsanlagen müssen im Regelfall entsprechend Gebäudeenergiegesetz (GEG) (ab 01.01.2024) mindestens 65 Prozent der von der Anlage bereitgestellten Wärme (Erzeugernutzwärmeabgabe) mit erneuerbarer Energie oder unvermeidbarer Abwärme erzeugen. Bei verbundenen Anlagen zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung gilt dies für das Gesamtsystem. Bei getrennter Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser gilt die Vorgabe jeweils für das Einzelsystem, das neu eingebaut oder aufgestellt wird.

Bei Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe gilt die Vorgabe als erfüllt, wenn die Wärmepumpe zur vollständigen Raumheizung und Trinkwassererwärmung eingesetzt wird. Eine gegebenenfalls notwendige elektrische Nachheizung bleibt unberücksichtigt. Erfolgt eine von der Wärmepumpe getrennte dezentrale elektrische Trinkwassererwärmung, gilt die Anforderung an die Warmwasserbereitung ebenfalls als erfüllt. Bei Einsatz elektrischer Durchlauferhitzer müssen diese elektronisch geregelt sein.

Die Effizienz von Wärmepumpen ist von der Außentemperatur und der Vorlauftemperatur des Heizungssystems abhängig. Mittlere Leistungszahlen für marktgängige Luft-Wasser-Wärmepumpen geprüft nach DIN EN 14825 sind:

Außen-temperatur	Temperaturniveau niedrig 35/28 °C		Temperaturniveau mittel 55/45 °C	
	Vorlauf-temperatur	COP	Vorlauf-temperatur	COP
-7 °C	34 °C	2,8	52 °C	2,0
2 °C	30 °C	4,3	42 °C	3,2
7 °C	27 °C	5,8	36 °C	4,4

Im Betrieb kann mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe bei einem mittleren Temperaturniveau typischerweise eine Jahresarbeitszahl von 2,8 bis 3,2 erzielt werden.

Bei vermieteten Ein- und Zweifamilienhäusern ist eine Mieterhöhung aufgrund der Modernisierungsmaßnahme nur zulässig, wenn die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe über 2,5 liegt. Ein Nachweis kann unter bestimmten Bedingungen entfallen. Ist ein Nachweis notwendig und wird er nicht erbracht, ist eine Mieterhöhung nur zu 50 Prozent der aufgewendeten Kosten möglich.

## Kennwerte und Kosten

Luft-Wasser-Wärmepumpen werden über die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM) – Zuschuss: Anlagen zur Wärmeerzeugung gefördert. Die Förderrichtlinie wurde 2023 überarbeitet und trat am 01.01.2024 in Kraft (weitere Informationen siehe Hintergrund-Factsheet).

Luft-Wasser-Wärmepumpen werden nur dann gefördert, wenn die Geräuschemissionen des Außengeräts zumindest 5 dB niedriger liegen als die Geräuschemissionsgrenzwerte für Wärmepumpen in der Europäischen Durchführungsverordnung Nr. 813/2013 (Ökodesign-Verordnung) in der Fassung vom 02.08.2013.

Neben der Wärmepumpen-Grundförderung von 30 Prozent erhalten Luft-Wasser-Wärmepumpen, die natürliche Kältemittel nutzen, einen Bonus von 5 Prozentpunkten. Zu den natürlichen Kältemitteln zählt unter anderem R290 (Propan). Für eine Förderung müssen Wärmepumpen ab 01.01.2024 eine Mindest-Jahresarbeitszahl von 3,0 einhalten. Der Nachweis erfolgt in der Regel nach dem Berechnungsverfahren der VDI 4650 Blatt 1. Ist zur Absenkung der Systemtemperaturen und damit zum effizienten Betrieb der (teilweise) Austausch der Heizkörper erforderlich, sind diese ebenso förderfähig.

Zusätzliche Förderkomponenten, abhängig vom Ambitionsniveau und der persönlichen Situation, sind im Hintergrund Factsheet übersichtlich dargestellt. Die Obergrenze einer Förderung liegt bei 55 Prozent, selbstnutzende Eigentümer können bis zu 70 Prozent Förderung erhalten.

Luft-Wasser-Wärmepumpe	
Energieverbrauch (Strom)	
geringer Verbrauch	4.600 kWh/a
hoher Verbrauch	8.700 kWh/a
Energiekosten mit WP-Tarif	
geringer Verbrauch	1.500 €/a
hoher Verbrauch	2.600 €/a
Investitionskosten	
Luft-Wasser-Wärmepumpe	25.000 €
Heizflächenaustausch	6.000 €
Instandsetzungsaufwand	1,0 % der Investitionskosten
Wartungskosten / sonstige jährliche Kosten	125 €
Lebensdauer	18 Jahre



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

Die Veröffentlichung dieser Publikation erfolgt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) unterstützt die Bundesregierung in verschiedenen Projekten zur Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele im Rahmen der Energiewende.

### Kontakt:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)  
Arne Höllen  
Seniorexperte, Klimaneutrale Gebäude  
Chausseestraße 128 a  
10115 Berlin  
Tel.: +49 30 66 777-641  
E-Mail: arne.hoellen@dena.de

E-Mail: info@dena.de / info@gebaueforum.de  
Internet: www.dena.de / www.gebaueforum.de

Alle Rechte sind vorbehalten.  
Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der dena.