



Wärmeerzeugung im Gebäudebestand mit erneuerbaren Energien

Elektrische Luft-Luft-Wärmepumpe

Luft-Luft-Wärmepumpen oder auch Multi-Split-Geräte nutzen die Außenluft zur Wärme- oder Kälteerzeugung.

Funktionsweise/Aufbau

Multi-Split-Geräte bestehen aus einer Außeneinheit und mehreren Inneneinheiten zur Konditionierung verschiedener Räume. Die Außeneinheit ist mit den Inneneinheiten über gedämmte Kältemittelleitungen verbunden. Mit der Inneneinheit wird die Raumluft direkt beheizt oder gekühlt.

In der Außeneinheit befinden sich ein Verdichter und ein Wärmeübertrager. Die Inneneinheiten enthalten jeweils einen Wärmeübertrager und ein Expansionsventil. Letzteres ermöglicht den Betrieb der Wohnräume mit unterschiedlichen Raum-Solltemperaturen. Je nach Anforderung kann zentral über ein Vierwegeventil zwischen Heizen und Kühlen umgeschaltet werden.

Heizfunktion: In der Außeneinheit wird das Kältemittel über den Wärmeübertrager verdampft. Durch Verdichten erhöht sich das Temperaturniveau. Über die Kältemittelleitungen gelangt das gasförmige Kältemittel zu den Inneneinheiten. Hier wird die Wärme direkt an die Raumluft (im Umluftbetrieb) abgegeben und dabei das Kältemittel wieder verflüssigt.

Kühlfunktion: Zum Kühlen wird der Kältekreislauf umgeschaltet und die beiden Wärmeübertrager tauschen ihre Funktion. In den Innengeräten verdampft das Kältemittel und entzieht dabei der Raumluft Wärme. Über die Kältemittelleitungen gelangt das Gas zur Außeneinheit und wird im Kondensator wieder verflüssigt.

Luft-Luft-Wärmepumpe

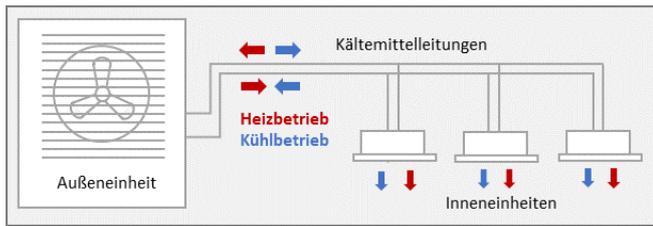


Abbildung 1: Funktionsschema Multi-Split-System: Heizen und Kühlen

Die Außeneinheit wird in der Regel direkt an der Hauswand platziert. Bei der Wahl des Aufstellortes ist neben optischen Kriterien auch der lärmtechnisch erforderliche Abstand zu Wohn- und Schlafräumen sowie zu Nachbargrundstücken zu berücksichtigen. Ideal ist daher im Regelfall die Aufstellung zur Straßenseite.

Als Inneneinheiten stehen eine Vielzahl verschiedener Modelle als Wand- oder Deckengeräte zur Verfügung, die flexibel miteinander kombiniert werden können. Bei der Sanierung von Wohngebäuden kommen aus Platzgründen meist Wand- oder Standgeräte zum Einsatz. An eine Außeneinheit können je nach Modell und Hersteller maximal fünf bis acht Inneneinheiten angeschlossen werden.

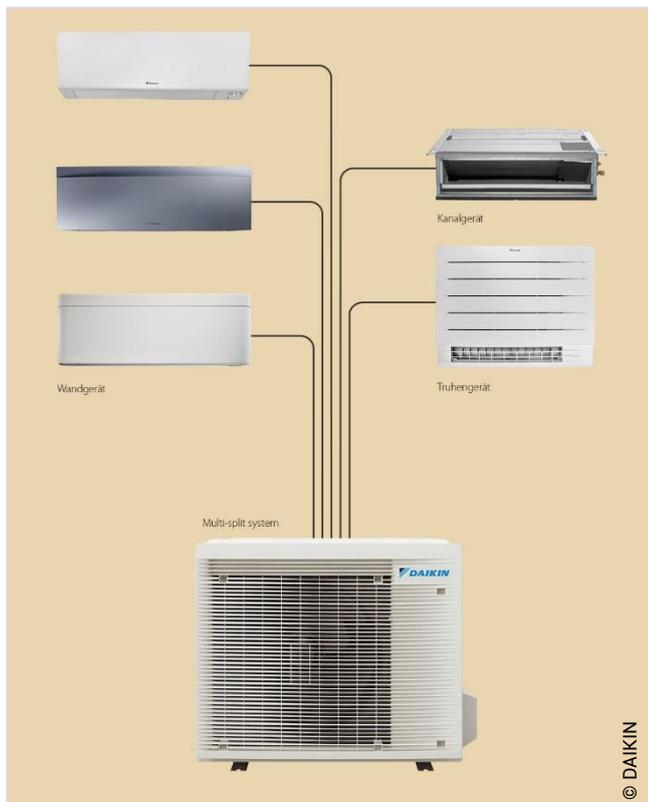


Abbildung 2: Außeneinheit mit verschiedenen Inneneinheiten

Die Ausblasrichtung der Inneneinheiten kann abhängig davon variiert werden, ob der Raum geheizt oder gekühlt werden soll. Im Heizmodus wird die Luft nach unten gelenkt und im Kühlmodus nach oben. Dadurch wird Zugluft vermieden und die Räume werden durch den Luftstrom gleichmäßig konditioniert. Zudem ist auch eine Filterung der Raumluft und im Sommer eine teilweise Entfeuchtung möglich.

Für die richtige Dimensionierung der Luft-Luft-Wärmepumpe und der Inneneinheiten ist eine raumweise Heizlastberechnung durchzuführen.

Betrieb und Kombinationsmöglichkeiten

Luft-Luft-Wärmepumpen können als alleiniger Erzeuger die Versorgung der Räume mit Wärme oder Kälte übernehmen. Bei der Modernisierung im Gebäudebestand, wenn noch kein wasserführendes Heizungssystem vorhanden ist, ersetzen sie Einzelraumheizungen wie Kohleöfen, Gasraumheizer oder Nachtstromspeicherheizungen.

Ein Multi-Split-Außengerät kann auch mit einem Warmwasserspeicher kombiniert werden. Dann verringert sich die Anzahl der anschließbaren Inneneinheiten. Die Trinkwassererwärmung kann auch separat dezentral elektrisch oder zentral über eine Warmwasser-Wärmepumpe erfolgen.

In Bestandsgebäuden ist der Einsatz einer Luft-Luft-Wärmepumpe auch als Ergänzung zu einem vorhandenen funktionstüchtigen Heizungssystem möglich. Dann übernimmt die Luft-Luft-Wärmepumpe die Raumheizung in der Übergangszeit komplett und unterstützt in der Heizzeit das vorhandene Heizsystem im bivalent parallelen Betrieb. Zudem kann die Warmwasserbereitung über das vorhandene Heizsystem zentral weiterbetrieben werden. Durch die zusätzlich mögliche Kühlung der Wohnräume im Sommer erhöht sich der Komfort.

Bei einem Betrieb in Verbindung mit einer Photovoltaik-Anlage kann die Luft-Luft-Wärmepumpe mit selbst erzeugtem Strom betrieben werden. Die Ansteuerung erfolgt über einen auf SG-Ready (Smart Grid Ready) oder PV-Ready (Photovoltaik 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. Durch Kombination mit einem Stromspeicher erhöht sich der Eigenstromanteil des selbst erzeugten Stroms und damit die Wirtschaftlichkeit der Photovoltaik-Anlage.

Luft-Luft-Wärmepumpe

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 CO₂-Äquivalente angegeben. In Luft-Luft-Wärmepumpen wird heute als Kältemittel R32 eingesetzt, das zunehmend R410A ersetzt. Der GWP-Wert von R32 beträgt 675 kg CO₂-Äq.

Schallemissionen: Die Außeneinheiten von Luft-Luft-Wärmepumpen weisen im Heiz- bzw. Kühlbetrieb einen gemessenen Schallleistungspegel von etwa 50 bis 65 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

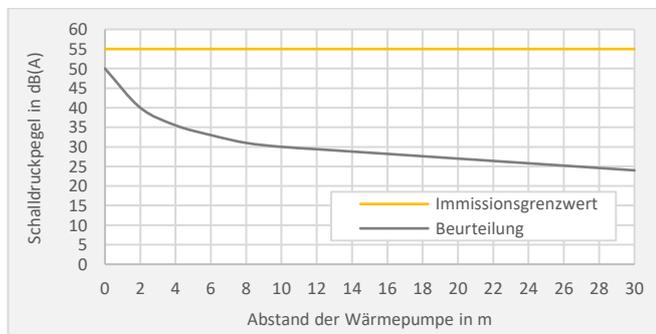


Abbildung 3: Beispiel Schall-Immissionswerte Tagbetrieb

Da die Inneneinheiten über einen Ventilator verfügen, ist bei der Auswahl der Geräte, insbesondere bei der Installation in Schlafräumen, auch der Geräuschpegel zu beachten. Die Geräte weisen in der Regel einen niedrigen Schallleistungspegel zwischen 25 und 32 dB(A) auf. Besonders leise konzipierte Geräte liegen bei etwa 20 dB(A), was dem Rauschen von Blättern entspricht.

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-Luft-Wärmepumpe als alleinigem neuen Wärmeerzeuger ist die Vorgabe an die Raumheizung erfüllt. Erfolgt die Trinkwassererwärmung über die Luft-Luft-Wärmepumpe, über eine Warmwasser-Wärmepumpe oder getrennt dezentral elektrisch, gelten die Anforderungen an die Warmwasserbereitung ebenfalls als erfüllt. Bei Einsatz elektrischer Durchlauferhitzer müssen diese elektronisch geregelt sein.

Als Ergänzung zu einem vorhandenen funktionstüchtigen Heizsystem auf Basis von gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen erfüllt der neu eingebaute Wärmeerzeuger Luft-Luft-Wärmepumpe ebenfalls die Anforderungen. Erfolgt die Trinkwassererwärmung weiter mit dem vorhandenen Heizsystem, gelten keine Anforderungen an die Warmwasserbereitung.

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

Raumlufttemperatur von 20 °C	
Außentemperatur	COP
-7 °C	2,4
2 °C	3,5
7 °C	5,4

Im Betrieb können mit Luft-Luft-Wärmepumpen typischerweise Jahresarbeitszahlen von 2,6 bis 3,0 erzielt werden.

Luft-Luft-Wärmepumpe

Kennwerte und Kosten

Luft-Luft-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).

Neben der Wärmepumpen-Grundförderung von 30 Prozent erhalten Wärmepumpen, die natürliche Kältemittel nutzen, einen Bonus von 5 Prozentpunkten. Zu den natürlichen Kältemitteln zählt auch R290 (Propan). Das derzeit zumeist eingesetzte Kältemittel R32 ist kein natürliches Kältemittel.

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-Luft-Wärmepumpe	
Energieverbrauch (Strom)	
geringer Verbrauch	4.300 kWh/a
hoher Verbrauch	8.300 kWh/a
Energiekosten	
geringer Verbrauch	1.300 €/a
hoher Verbrauch	2.400 €/a
Investitionskosten	
Luft-Luft-Wärmepumpe mit Inneneinheiten	in Abhängigkeit von Art und Anzahl der Inneneinheiten
Instandsetzungsaufwand	1,0 % der Investitionskosten
Wartungskosten / sonstige jährliche Kosten	125 € Außeneinheit + 50 € je Inneneinheit
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
Seniolexperte, 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@gebaeudeforum.de
Internet: www.dena.de / www.gebaeudeforum.de
Alle Rechte sind vorbehalten.
Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der dena.