

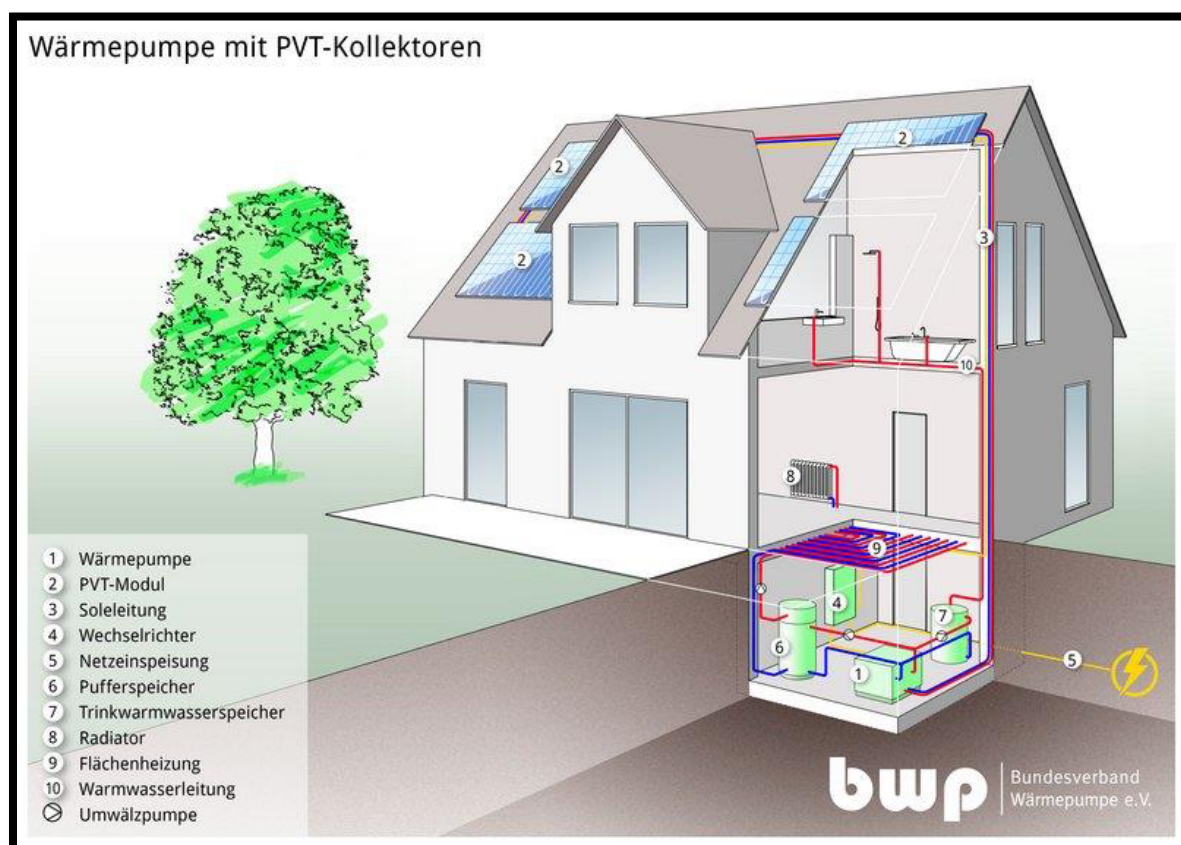
Steckbrief: PVT-Dachanlage mit Sole-Wärmepumpe

TECHNISCHES PRINZIP

Die Solaranlage besteht aus "hybriden" PVT-Modulen, die eine PV-Schicht mit einer zusätzlichen Wärmetauscher-Fläche ("Solar-Luft-Absorber") auf der Rückseite besitzen. Dadurch wird sowohl Strom produziert, als auch Wärme gewonnen. Die Module sind über Leitungen entlang der Hauswand an eine im Gebäude verbaute Sole-Wasser-Wärmepumpe gekoppelt.

In diesem System fließt die sog. "Sole" (i.d.R. Wasser-Glykol-Gemisch) durch den Solarluft-Absorber auf dem Dach, nimmt die Wärmeenergie der Sonne sowie der umgebenden Luftschicht auf dem Dach auf und transportiert diese Energie zur Wärmepumpe, wo die Wärme im Kompressor innerhalb der Wärmepumpe auf das gewünschte Temperaturniveau für den Heizkreis angehoben wird. Die Wärmeübertragung vom Dach funktioniert dabei **ohne Lüfter zur Ansaugung der Außenluft** und arbeitet nach außen komplett **geräuschlos**.

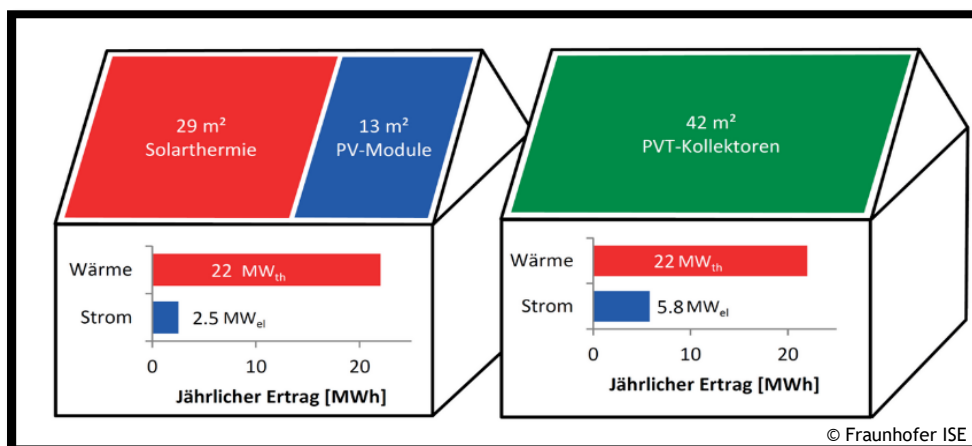
Das Besondere bei einer solchen Anlage ist, dass die Solar-Luftabsorber-Schicht auch **nachts** und **im Winter** leistungsfähig ist, wenn die Sonne nicht oder nur wenig scheint, indem sie zusätzlich zur un stetig verfügbaren Solarenergie die **ununterbrochen** verfügbare Umwelt-Wärme der umgebenden Luftschicht zwischen Dachhülle und PVT-Modul als Wärmequelle nutzt. Durch die natürlich auftretende Luftbewegung in dieser Luftschicht kann auf ein Außengerät mit Lüfter gänzlich verzichtet werden, da "automatisch", also ohne aktive Ansaugung neue Luft nachströmt.



VORTEILE



- 👍 geräuschloser Betrieb des Wärmeüberträgers
- 👍 Eigenstromerzeugung auf dem Dach (anteilig für Wärmepumpe nutzbar)
- 👍 Wartungsärmer als Luft-Wasser-Wärmepumpen (da keine rotierenden Bauteile)
- 👍 Keine Aufstellfläche im Gebäudeumfeld erforderlich
- 👍 Kein Platzbedarf für Brennstofflager (im Vgl. zu Holz-Pellet-Heizung)
- 👍 weniger anfällig (insb. im Vgl. mit PV-Anlage) für tageszeitlich variierende Teilverschattung ("Wanderschatten"¹) durch Bäume, Schornsteine o.ä., da die Wärmegewinnung anteilig aus der Umgebungsluft erfolgt²
- 👍 Höhere Flächen- und Kosteneffizienz im Vergleich zur separaten Dachbelegung mit PV + Solarthermie (siehe Abbildung unten)



NACHTEILE



- 👎 höhere Anschaffungskosten (im Vergleich zu Luft-Wasser-Wärmepumpen)
- 👎 höhere Installationskosten (im Vergleich zu Luft-Wasser-Wärmepumpen) durch erforderliche Leitungsführung des Sole-Kreislaufs vom Dach in den Heizungskeller
- 👎 höheres Gewicht im Vergleich zu reinen PV-Modulen (ca. +10 kg pro Modul; ca. 15-25 kg/m² erwartbare Dachlast)
- 👎 Leitungsführung des Solekreislaufs vom Dach in den Heizungskeller erforderlich → Zusatzaufwand bei Installation (im Vergleich zu Luft-Wasser-WP)
- 👎 bei hoher Heizlast bzw. schlechtem Sanierungszustand kann die verfügbare Dachfläche ggf. zu klein sein, um eine Versorgung allein auf Basis von PVT zu ermöglichen

¹ Schattenwurf durch gebäudenähe Objekte, der sich entsprechend des Tagesganges der Sonne über die Dachfläche bewegt und dadurch zu einer zeitweisen (Teil-)Verschattung von Modulen führen kann

² der Ertrag verringert sich proportional zum Anteil der verschatteten Kollektorfläche. Das heißt: 10% verschattete Kollektorfläche → -10% Ertrag (Quelle: www.co2online.de)

FINANZIELLE ASPEKTE

❖ **Förderfähig nach BEG (Bundesförderung für effiziente Gebäude)?:** Ja, bis zu 70%³

❖ **Anschaffungskosten:**

- **PVT-Module**[2024/25]: ca. 1.500 - 2.500 €⁴ je kWp⁵ (benötigte kWp bzw. Modul-Anzahl ist von Heizlast und Warmwasserbedarf des Gebäudes sowie Dacheigenschaften abhängig)
- **Sole-Wärmepumpe** [2024/25]: ca. 7000 - 13.500 €⁶

❖ **Installationskosten gesamt** [2024/25]: ca. 10.000 €⁷ (von Einbau-Bedingungen vor Ort abhängig, regional unterschiedlich)

❖ **Beispielhafte Energiekosten** mit Wärmepumpen-Stromtarif von 25 Cent/kWh (inkl. monatlichem Grundpreis) bei versch. Jahresarbeitszahlen (kurz: JAZ):

- bei JAZ = 3,0: ca. 8,3 Cent/kWh Nutzwärme⁸
- bei JAZ = 3,5: ca. 7,2 Cent/kWh Nutzwärme
- bei JAZ = 4,0: ca. 6,3 Cent/kWh Nutzwärme

Erdgaspreis [2025]:
ca. 11 Cent/kWh
Nutzwärme

❖ **Energieeffizienz:** Die Spanne der erwartbaren JAZ einer Luft-Wasser-Wärmepumpe liegt zw. 2,4 bis 4,0⁹ (je nach benötigter Vorlauftemperatur in Abhängigkeit des energetischen Sanierungszustands, vorhandenen Heizsystems und Thermostat-Regelung). Auf Grund der "doppelten Nutzung" von Solarwärme und Umweltwärme im PVT-System kann prinzipiell mit einer höheren Wärmequellen-Temperatur im Vergleich zur Luft-Wasser-Wärmepumpe gerechnet werden. Dies ist jedoch noch Gegenstand aktueller Untersuchungen, da PVT bisher noch wenig verbreitet ist und es somit wenig empirische Daten aus der Praxis gibt. Erste Monitoringergebnisse¹⁰ zur Messung der Effizienz von **PVT-Systemen** zeigen eine JAZ zw. 3,3 bis 3,5 für Systeme in **renovierten** Altbauten, die **zusätzlich Erdwärme** nutzen¹¹. Allerdings ist die Datenlage insgesamt noch sehr dünn, sodass Stand 2024/25 noch keine belastbare Aussage darüber getroffen werden kann, ob die Anlageneffizienz tatsächlich signifikant höher liegt, als bei Luft-Wasser-Systemen.

³ bezogen auf die förderfähigen Kosten (gedeckelt auf 30.000 €, also max. 21.000 € Zuschuss); da es sich um ein Komplett-System bestehend aus Modulen und Wärmepumpe handelt, können sowohl die Kosten der Module als auch die der Wärmepumpe geltend gemacht werden).

⁴Quelle: www.consolar.de

⁵ "Kilowatt-Peak": Maximal erreichbare Leistung des Moduls unter optimalen Bedingungen

⁶Quellen: www.hs-energiesysteme.de; www.idealo.de

⁷Quelle: www.energie-experten.de

⁸ Nutzwärme = Anteil der erzeugten Wärmemenge, der nach Abzug von Umwandlungs- und Leitungsverlusten tatsächlich zur Erwärmung der Räume genutzt werden kann. Zur Vergleichbarkeit von Wärmepumpe und Erdgasheizung wird die Nutzwärme anstelle der Endenergie betrachtet. Angenommener Wirkungsgrad der Erdgasheizung: 95%; Erdgaspreis basierend auf Online-Recherche für Neukunden-Tarife in Wedel [20.01.25];

⁹Quelle: [Fraunhofer ISE \(2024\)](https://www.fraunhofer-ise.de)

¹⁰Quelle: <https://wp-monitoring.ise.fraunhofer.de/integrate/german/index/index.html>

¹¹Quelle: <https://deinenergieportal.de/?p=19581>

ALLGEMEINE INFOS UND HINWEISE

- **Wärmebedarf:** Das System lohnt sich insbesondere bei **ganzjährig hohem** Wärmebedarf (z.B. bei Einfamilienhaus mit beheiztem Swimmingpool). Allerdings ist dies keine zwingende Voraussetzung, da die Kollektoren so ausgelegt sind, dass überschüssige Wärme im Sommer an die Umgebungsluft auch an heißen Tagen effektiv abgegeben werden kann. Eine Überhitzung oder gar Beschädigung des Solekreislaufs während solcher Witterung ist nicht zu erwarten, da die Lamellen des Wärmetauschers auf der Rückseite der Kollektoren so beschaffen sind, dass sie überschüssige Wärme kontinuierlich an die Umgebung abgeben.
- **Wärmespeicher:** Eine höhere Effizienz wird erzielt, wenn das System mit einem Warmwasserspeicher bzw. **Eisspeicher** kombiniert wird. Letzterer wird im Erdreich vergraben und ermöglicht durch Nutzung eines physikalischen Phasenübergangs (fest <-> flüssig) die **saisonale Speicherung** von überschüssiger Solarwärme im Sommer, sodass diese im Winter als eine Art "Erdwärmequelle"¹² für die Wärmepumpe genutzt werden. Umgekehrt kann der Speicher als **Kältequelle im Sommer** zur passiven Gebäudekühlung genutzt werden.¹³
- **Geothermie:** Auch die Kombination mit Geothermie-Anlagen bietet die zuvor genannten Vorteile durch die saisonale Speicherung von PVT-Wärme in den unterirdisch verlegten Rohrleitungen der Anlage. Zusätzlich (bzw. in erster Linie) entziehen diese Anlagen dem Erdreich Wärme, sobald sich ein Temperaturgefälle vom Boden zur Wärmeträger-Flüssigkeit in den Leitungen einstellt. Im Unterschied zu Eisspeichern müssen jedoch Genehmigungen bzw. Nutzungs-Erlaubnisse bei der Unteren Wasserbehörde des Kreises eingeholt werden.¹⁴
- **Kollektorflächenbedarf:** Durch die Kombination mit einem Eisspeicher oder einer Geothermie-Anlage kann das Problem einer unzureichenden Dachflächengröße für PVT-Module gelöst werden, da (wie bereits oben beschrieben) die im Boden eingebrachten Komponenten als saisonaler Wärmespeicher und somit als zusätzliche Wärmequelle in der Heizperiode dienen. Dadurch gelingt es, in der Heizperiode mit weniger Kollektorflächen die gleiche Heiz-Leistung zu erreichen¹⁵.
- **Hybrid-Betrieb:** Ein mehrjähriger, übergangsweiser **Hybrid-Betrieb** mit einer bestehenden, noch funktionsfähigen Gas-/Ölheizung ist technisch machbar und wird z.T. explizit beworben. Hierfür kommen grundsätzlich zwei Vorgehensweisen in Frage:
 - ➔ **Variante A:** Stufenweise Reduzierung des Heizbedarfs durch energetische Gebäude-Sanierung bis zu dem Punkt, an dem das PVT-System die Heizlast vollständig decken kann
 - ➔ **Variante B:** Durch schrittweise Ergänzung mit weiteren PVT-Modulen (und ggf. Wärmespeicher) wird die Heizleistung soweit gesteigert bis schließlich eine vollständige Deckung des Heizbedarfs erreicht ist

Erklärvideo zum Zusammenspiel von PVT
Kollektoren, Geothermie und Wärmepumpe:
<https://www.youtube.com/watch?v=TtX5JzITvb4>

Hinweis: Wenn Sie diesem Link folgen verlassen sie die das digitale Dokument der Stadt Wedel und werden auf die Plattform YouTube mit den dort geltenden Datenschutz-Standards weitergeleitet.

¹² "Erdwärme" in Anführungsstrichen, da die Wärme nicht originär aus dem Erdreich, sondern von der Sonne stammt

¹³ Quelle: www.hamburg.de

¹⁴ Quelle: www.kreis-pinneberg.de

¹⁵ Quelle: www.pv-magazine.de

REALISIERUNGS-VORAUSSETZUNGEN

- ✓ Ausreichend **Dachfläche**¹⁶: pro kW Heizlast ca. 2,7-4 m² Dachfläche¹⁷ (Wert variiert je nach Hersteller und Modultyp); ergibt bei einem für Reihenhäuser in nordwestdeutschem Klima typischen Wert von 5 kW Heizlast ca. 17,5 m² benötigte Dachfläche
- ✓ Ausreichend **Dachlastreserve**: ca. 50-100 kg/m² (regional unterschiedlich je nach Schnee- und Windlast); erwartbare zusätzliche Dachlast der Module: 15-25 kg/m²
- ✓ **Verschattungs-Freiheit**: Dach sollte möglichst frei von Verschattung durch Bäume, Schornsteine, Antennen oder andere Gebäude sein

WEITERE INFORMATIONEN UNTER:

- <https://www.gebaeudeforum.de/best-practice/pvt-waermepumpenkollektor/>
- <https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/integrate.html>
- <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/erneuerbare-energien/solarthermie-solarenergie-fuer-heizung-und-warmwasser-nutzen-5568>
- <https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/solarthermie/solarthermie-installieren/>

Abschließender Hinweis zu Hyperlinks

Diese Info-Broschüre enthält Hyperlinks zu Webseiten anderer Anbieter und dienen lediglich der Information. Vor dem Einrichten des entsprechenden Verweises sind die Web-Seiten der anderen Anbieter mit großer Sorgfalt und nach bestem Wissen und Gewissen überprüft worden. Anbieter sind für die eigenen Inhalte, die sie zur Nutzung bereithalten, nach den allgemeinen Gesetzen verantwortlich. Die Stadt Wedel distanziert sich von diesen Inhalten eindeutig und ausdrücklich und schließt jegliche Haftung aus. Wir haben keinen Einfluss auf die Gestaltung und die Inhalte der durch Link von diesem Dokument aus erreichbaren Seiten anderer Anbieter und machen uns deren Inhalt nicht zu eigen.

Von diesen eigenen Inhalten sind Querverweise auf die von anderen Anbietern bereitgehaltenen Inhalte zu unterscheiden.

Abschließend weisen wir darauf hin, dass die Inhalte nicht unbedingt die Meinung der Stadt Wedel wiedergeben.

¹⁶ Hinweis: Die Realisierung des PVT-Sole-WP-Systems ist auch in Bestandsgebäuden möglich bzw. nicht auf Neubauten beschränkt, jedoch muss im Einzelfall geprüft werden, ob die Dachfläche ausreichend groß ist, um die zur Deckung der Heizlast erforderliche Zahl an PVT-Modulen installieren zu können. Wie bereits unter "Allgemeine Infos und Hinweise" erwähnt, kann hierbei auch die entsprechende Dimensionierung eines zusätzlichen Warmwasserspeichers, Eisspeichers oder Geothermie-Anlage helfen, um die Limitierungen der Dachfläche zu umgehen.

¹⁷ www.pv-magazine.de