

## **Optionen für den Ersatz von Wärmepumpenkompaktgeräten bei Erneuerungsbedarf in Passivhäusern**

**Eine Kurzstudie des Passivhaus Instituts (PHI)  
im Auftrag des energycity-Fonds proKlima**

Autor: Dr. Jürgen Schnieders  
Januar 2026

## Inhalt

1	Wärmepumpen-Kompaktgeräte.....	3
2	Varianten im Vergleich .....	4
3	Weitere Untervarianten.....	8
3.1	PV-Anlage vorhanden .....	8
3.2	Variable Strompreise.....	12
3.3	Förderung .....	14
4	Fazit .....	16
5	Anhang: Methodik, Randbedingungen, Details zu den Varianten .....	17
5.1	PV-Anlage.....	17
5.2	Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	17
5.2.1	Investitionskosten.....	18
5.2.2	Strompreise.....	19
5.3	Charakterisierung der Varianten .....	20
6	Quellen.....	42

## 1 Wärmepumpen-Kompaktgeräte

Wärmepumpen-Kompaktgeräte für Passivhäuser vereinen die Funktionen Lüftung, Heizung, Warmwasserbereitung und teilweise auch Kühlung in einer Einheit. Die Wärmeverteilung in der Wohnung erfolgt über die ohnehin benötigte Zuluft. Als Wärmequelle dient dabei die Fortluft der Lüftungsanlage.

Dieses Konzept bietet eine Reihe von Vorteilen und wurde und wird daher häufig in Passivhäusern eingesetzt:

- Alle Komponenten sind aufeinander abgestimmt und werden von einer gemeinsamen Steuerung kontrolliert. Dadurch ist es wesentlich leichter, ein einwandfreies Zusammenspiel aller Komponenten zu erreichen, als wenn das Haustechniksystem individuell aus einzelnen Komponenten zusammengestellt wird.
- Durch die hohe Integration brauchen die Geräte wenig Platz.
- Der Installationsaufwand ist relativ gering. Insbesondere wird auf der Baustelle kein Fachunternehmen für Kältetechnik benötigt.
- Das Gerät ist komplett im Gebäudeinnern aufgestellt. Es nutzt die ohnehin für die Lüftung benötigten Wanddurchführungen. Außen installierte Komponenten wie bei vielen anderen Arten von Wärmepumpen sind nicht erforderlich.

Das Konzept des Wärmepumpen-Kompaktgeräts wurde Ende der 1990er Jahre nach den erfolgreichen Erfahrungen mit dem Passivhaus Kranichstein erdacht und dann von verschiedenen Herstellern realisiert. Vom Passivhaus Institut (PHI) zertifizierte Geräte bieten eine von unabhängiger Stelle bestätigte, hohe Effizienz. Eine Liste ist zu finden unter [PHI 2025].

Es gibt aber auch Nachteile:

Fällt ein Kompaktgerät irreparabel aus, weil beispielsweise der Kompressor defekt ist oder keine Ersatzteile mehr lieferbar sind, müssen in der Regel sämtliche Funktionen des Geräts ersetzt werden. Das kommt aktuell bei Passivhäusern, die zwischen 15 und 25 Jahren alt sind, vor. Vielfach kann das Gerät dann nicht durch eines mit identischen Dimensionen und Leistungsmerkmalen ersetzt werden, da die Geräte der ersten Generation inzwischen weiterentwickelt wurden und so nicht mehr hergestellt werden – wie es bei anderen technischen Geräten vergleichbaren Alters auch der Fall ist.

Die vorliegende Studie untersucht daher verschiedene Optionen, das Kompaktgerät in einem solchen Fall zu ersetzen. Drei Kriterien spielen hier eine Rolle:

- Die Wirtschaftlichkeit. Einen geeigneten Kennwert dafür liefern die Kosten, die pro Jahr für den Betrieb des Gebäudes und für die Abschreibung der Investition insgesamt anfallen.

- Der Gesamtstromverbrauch des Gebäudes. Dieser ist ein Indikator für die Betriebskosten und die Auswirkungen auf den Aufwand innerhalb der Versorgungsstruktur (z.B. Backup-Leistungen).
- Der PER-Bedarf des Gebäudes. PER steht für Primary Energy Renewable (erneuerbare Primärenergie). Dieser Wert beschreibt, wieviel Energie *in einem vollständig erneuerbaren Energiesystem* hergestellt werden muss, um eine bestimmte Energiedienstleistung zu erbringen. Dabei wird berücksichtigt, dass erneuerbarer Strom künftig im Sommer eher im Überfluss vorhanden sein wird, Stromverbrauch im Winter (insbesondere für die Heizung) aber teilweise dadurch gedeckt werden muss, dass Überschüsse aus dem Sommer unter erheblichen Verlusten in speicherbare Energieträger (Wasserstoff, Methan) umgewandelt und im Winter rückverstromt werden. Details zum PER-System finden sich in [Passipedia 2025]. Der PER-Bedarf ist auch das aktuelle Zertifizierungskriterium für Passivhäuser, das die Effizienz der Haustechnik bewertet. Er stellt das am besten geeignete Maß für die *Umwelteinflüsse* des Energieverbrauchs dar. Der PER-Bedarf kann auch schon bei einer nur teilweise erneuerbaren Versorgung, wie es sie in den nächsten Jahren noch geben wird, als Indikator dafür genutzt werden, wie hoch der nicht-erneuerbare Anteil an der Stromerzeugung ist. Der PER-Bedarf ist somit eine „ökologische“ Kenngröße. Je geringer der PER-Bedarf, desto weniger der begrenzt verfügbaren erneuerbaren Energie muss für die betreffende Dienstleistung „aufgewendet“ werden.

Nachfolgend werden zunächst die wichtigsten Ergebnisse dargestellt. Die verwendeten Randbedingungen sind im Anhang ab Seite 17 dokumentiert.

## 2 Varianten im Vergleich

Die folgenden Optionen für den Ersatz des abgängigen Kompaktgeräts wurden untersucht:

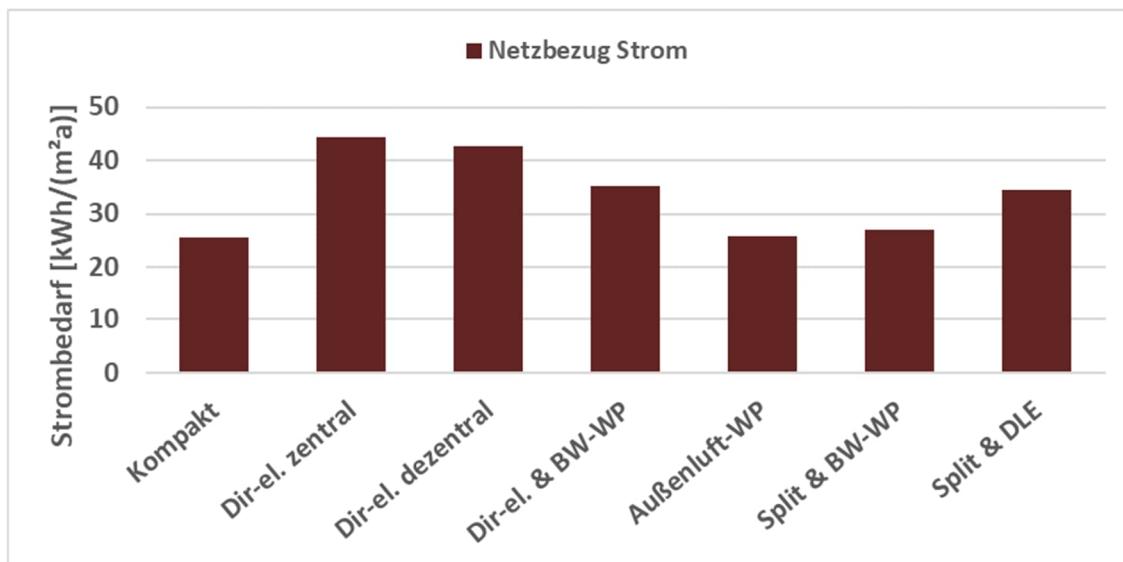
- **Kompakt:** Einbau eines neuen Kompaktgeräts, ggf. von einem anderen Typ. Sämtliche Funktionen des bisherigen Kompaktgeräts werden durch das neue Gerät übernommen. Die heutigen Kompaktgeräte sind etwas effizienter als das im Beispielgebäude eingesetzten Gerät von 2006.
- **Dir-el. Zentral:** Ein neues Passivhaus-Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung wird eingebaut. Die Heizung erfolgt dann mit einem zentralen Nachheizregister in der Zuluft der neuen Lüftungsanlage. Das Warmwasser wird direktelektrisch mit einem Elektro-Boiler (Speicher mit Heizpatrone) produziert.
- **Dir-el. Dezentral:** Es werden raumweise neue, direktelektrische Heizkörper eingebaut (auch Infrarot-Heizkörper). Ansonsten wie in der Variante Dir.-el.

Zentral: Warmwasserbereitung aus Elektro-Boiler, Einbau eines neuen Passivhaus-Lüftungsgeräts.

- **Dir-el. & BW-WP:** Einbau neues Passivhaus-Lüftungsgerät, direktelektrische Heizung mit einem zentralen Nachheizregister (vgl. Dir-el. Zentral), Warmwasserbereitung statt mit Elektro-Boiler mit einer Brauchwasser-Wärmepumpe.
- **Außenluft-WP:** Einbau neues Passivhaus-Lüftungsgerät, Heizung und Warmwasserbereitung durch eine Außenluft-Wärmepumpe. Die Wärmepumpe erzeugt warmes Wasser, das durch ein Heizregister die Zuluft erwärmt und auch die Warmwasserbereitung übernimmt.
- **Split & BW-WP:** Einbau neues Passivhaus-Lüftungsgerät, Einbau neues Klimasplitgerät für die Raumheizung, Einbau einer neuen Brauchwasser-Wärmepumpe für die Warmwasserbereitung. Das Klimasplitgerät, auch eine Wärmepumpe, gibt die Wärme im Gegensatz zur Variante Außenluft-WP direkt über ein Innen-Umluftgerät an einen Raum im Erdgeschoss ab.
- **Split & DLE:** Einbau neues Passivhaus-Lüftungsgerät, neues Klimasplitgerät für die Raumheizung, neue Durchlauferhitzer für die Warmwasserbereitung.

Als Beispielgebäude wurde eine Doppelhaushälfte mit 160 m<sup>2</sup> Wohnfläche verwendet, die im Jahr 2006 in Hannover errichtet wurde. Das Gebäude ist dreigeschossig mit einem flach nach Norden geneigten Pultdach und großen Südfenstern.

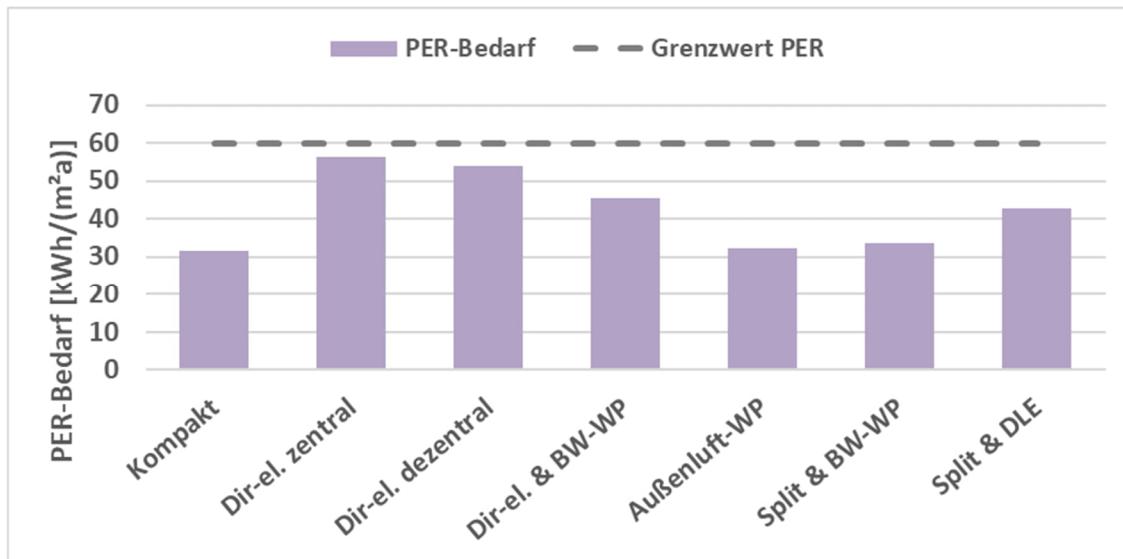
Abbildung 1 zeigt zunächst den *gesamten Strombedarf* der Varianten, für Heizung, Warmwasser, Hilfsstrom und Haushaltsstrom. Günstige Werte haben die Lösungen mit Wärmepumpe; sobald Teile des Wärmebedarfs direkt elektrisch gedeckt werden, steigt der Strombedarf deutlich sichtbar an. Besonders schlecht schneidet die direkt-elektrische Heizung mit zentralem Nachheizregister und direkt elektrisch beheiztem Warmwasserspeicher ab.



**Abbildung 1:** Der Strombedarf ist bei den direktelektrischen Varianten wesentlich höher als bei den Wärmepumpenlösungen.

Noch ausgeprägter sind die Unterschiede erkennbar, wenn man die Menge an Primärstrom betrachtet, die erzeugt werden muss, um das Gebäude mit allen Energiedienstleistungen zu versorgen (Abbildung 2). Da für die winterliche Heizung besonders viel Primärstrom erzeugt werden muss, macht sich die direktelektrische Heizung bei den Umweltauswirkungen besonders negativ bemerkbar.

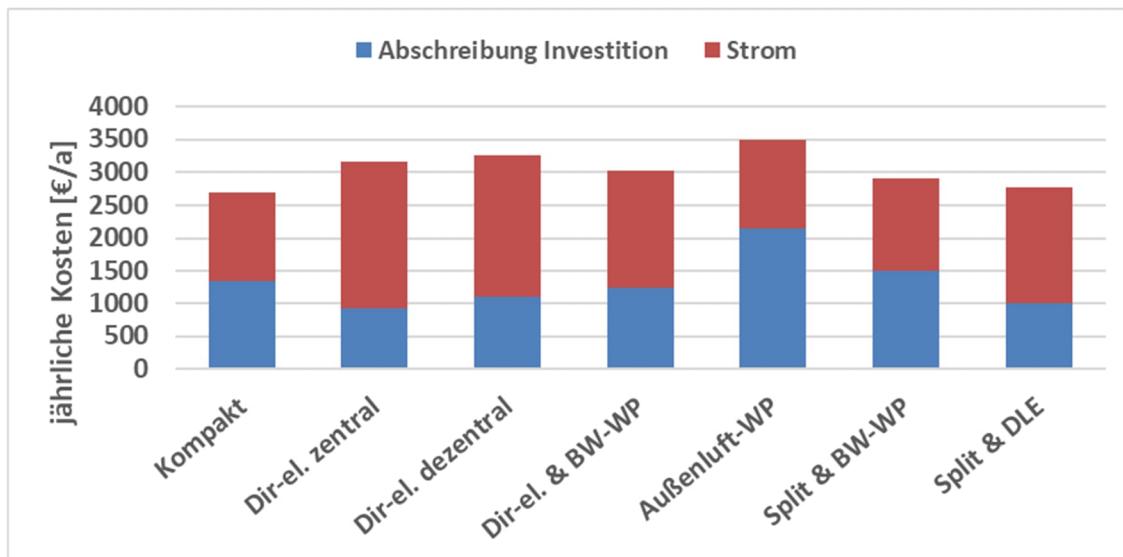
Auch die schlechteste Variante wäre jedoch noch als Passivhaus zertifizierbar.



**Abbildung 2:** PER-Bedarf im Vergleich: Um die schlechteste Variante zu versorgen, muss fast doppelt so viel erneuerbarer Strom erzeugt werden wie für die beste Variante; trotzdem erfüllen alle Varianten das PER-Kriterium.

Logischerweise sind auch die Stromkosten bei den direktelektrischen Varianten am höchsten. Legt man die Investitionskosten auf die Lebensdauer des Geräts um und vergleicht den Gesamtaufwand, ist das Bild differenzierter (Abbildung 3). Ein neues Kompaktgerät ist trotz der relativ hoch erscheinenden Ersatz-Anschaffungskosten insgesamt die kostengünstigste Lösung. Gleichauf liegt die Beheizung mit dem

Splitgerät in Verbindung mit einem elektrischen Durchlauferhitzer für das Warmwasser. Die vollkommen direktelektrischen Varianten sind etwas teurer. Die ökonomisch ungünstigste Option ist die Luft-Wasser-Wärmepumpe, und zwar aufgrund der aktuell sehr hohen Installationskosten, die marktbedingt dafür verlangt werden.



**Abbildung 3: Vergleich der Gesamtkosten: Berücksichtigt man Investitions- und Stromkosten, sind die Unterschiede der Varianten nicht mehr sehr groß. Günstige Wärmepumpenlösungen haben aber weiterhin die Nase vorn.**

Eine Wärmepumpenförderung wurde hier nicht berücksichtigt. Sie ist individuell sehr unterschiedlich, und die Konditionen ändern sich rasch. Klar ist, dass die Wärmepumpenlösungen noch vorteilhafter sind, wenn es eine Förderung dafür gibt.

Eine detaillierte Charakterisierung jeder Variante ist im Anhang in Abschnitt 5.3 zu finden.

## 3 Weitere Untervarianten

### 3.1 PV-Anlage vorhanden

Wenn das Gebäude eine PV-Anlage besitzt, ist Strom in den Sommermonaten günstiger. Dann wirkt sich beispielsweise ein hoher Stromverbrauch für die Warmwasserbereitung weniger stark auf die Gesamtkosten aus. Für zwei verschiedene Größen der PV-Anlage sind die Auswirkungen in den folgenden Grafiken dargestellt.

Die Investitionskosten der PV-Anlage sind mit berücksichtigt, aber separat ausgewiesen. Das erlaubt den Kostenvergleich der Systeme auch dann, wenn bereits eine PV-Anlage vorhanden ist.

Die PV-Anlage kann den Strombezug aus dem Netz und die damit verbundenen Kosten deutlich reduzieren. Diese Reduktion ist bei den Varianten mit direktelektrischer Warmwasserbereitung etwas größer. An der Rangfolge der Varianten ändert sich jedoch nichts.

Eine detaillierte Charakterisierung jeder Variante mit kleiner oder großer PV-Anlage ist im Anhang in Abschnitt 5.3 zu finden.

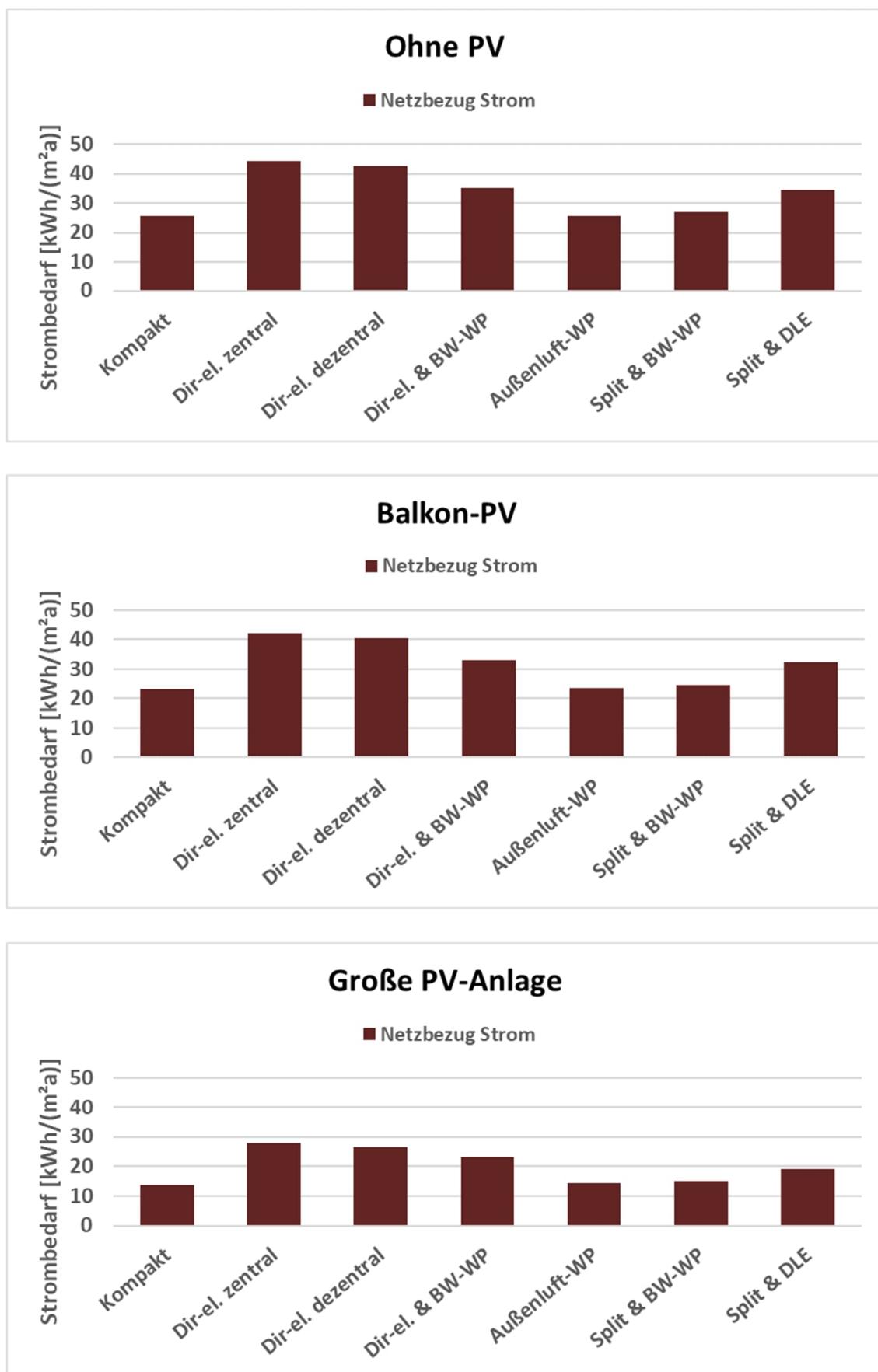
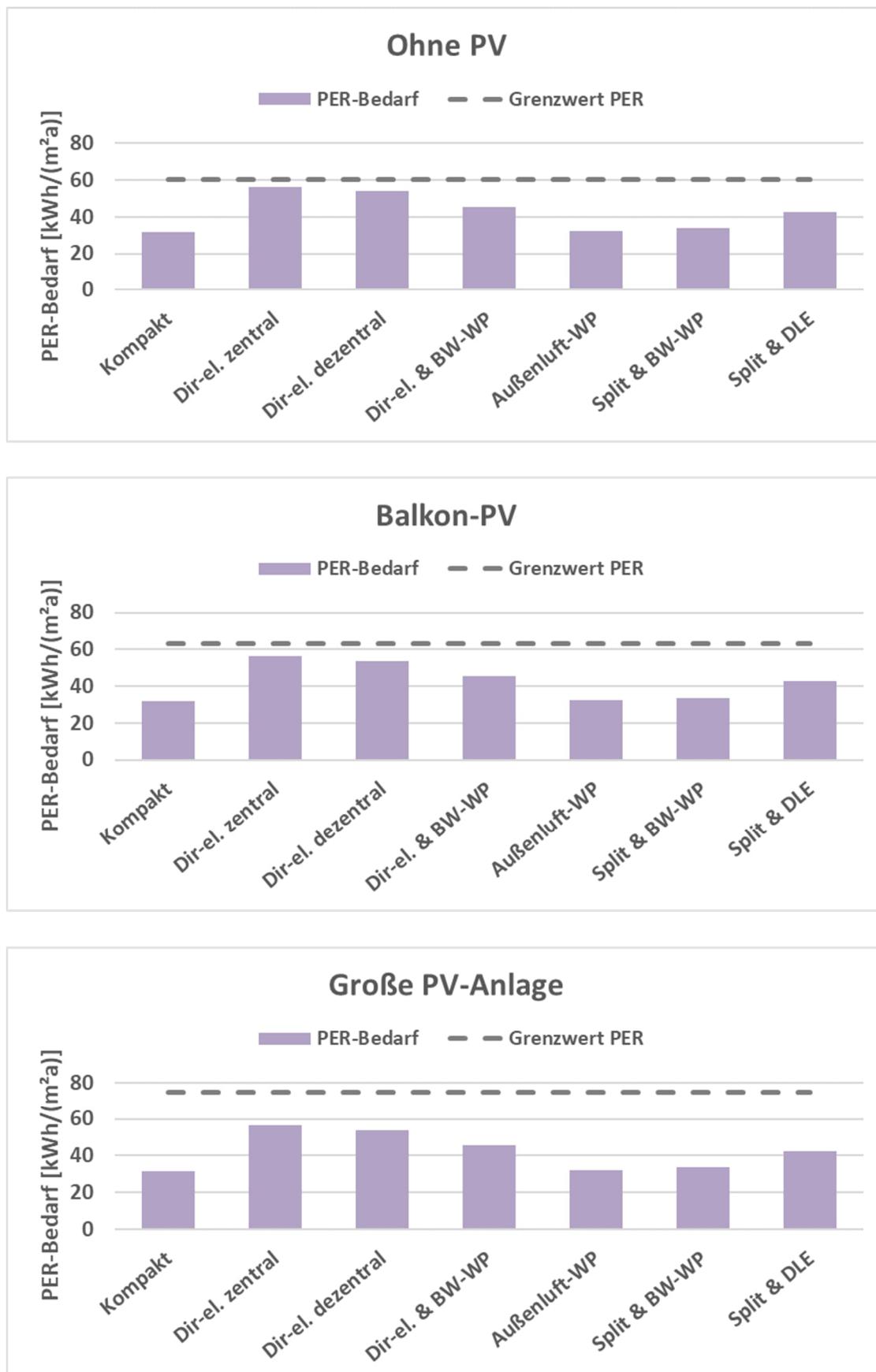
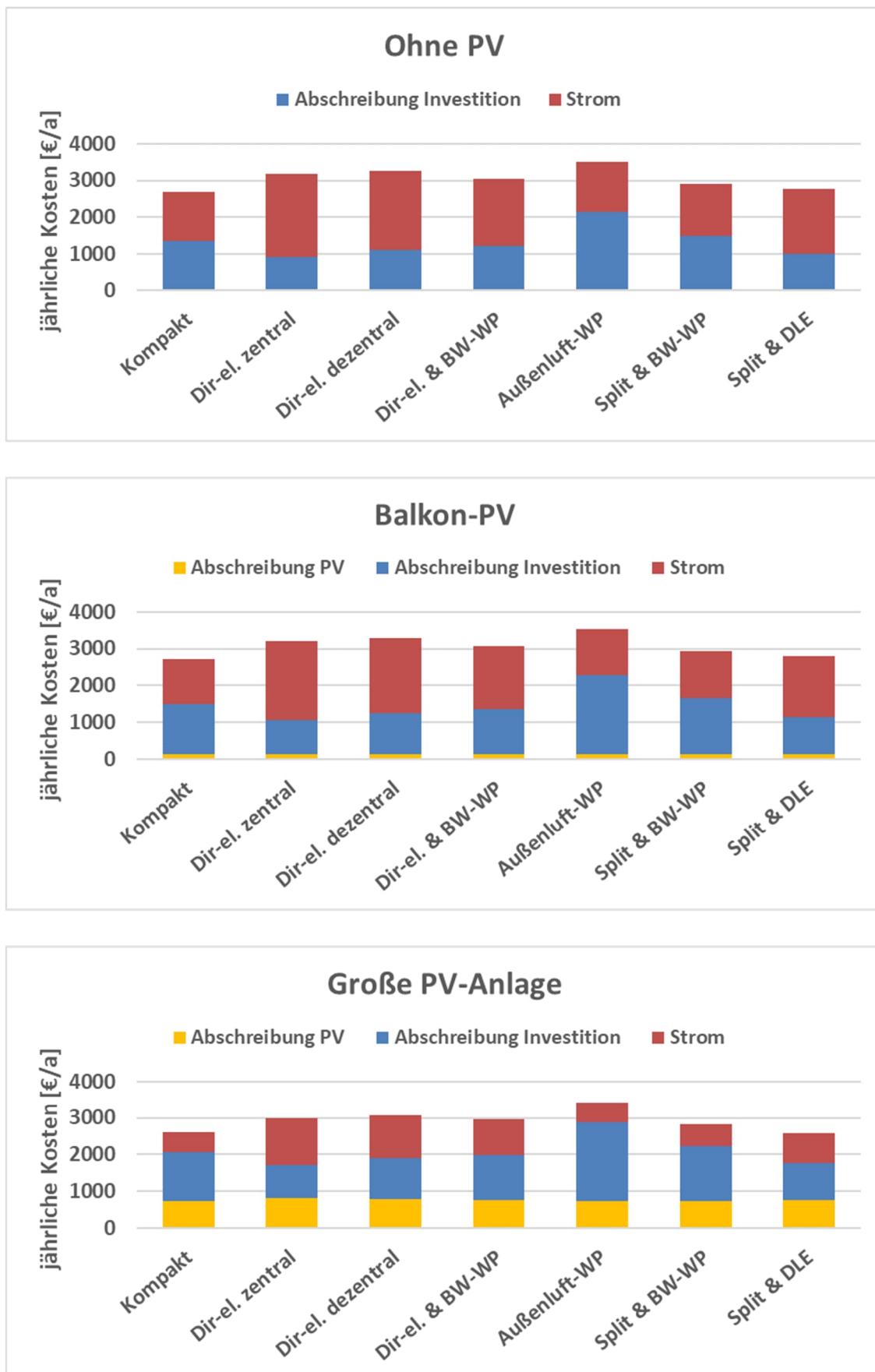


Abbildung 4: Strombezug im Vergleich: Mit PV-Anlage sinkt der Netzbezug an Strom primär im Sommer.



**Abbildung 5: PER-Bedarf im Vergleich:** Die PV-Anlage wird nicht direkt auf den PER-Bedarf angerechnet. Bei vorhandener PV steigt aber der PER-Grenzwert im Passivhaus-Nachweis.



**Abbildung 6: Kostenvergleich: Mit PV-Anlage sinken die Stromkosten, es verbleibt jedoch auch bei großen PV-Anlagen ein Sockel-Strombedarf in den Wintermonaten.**

### 3.2 Variable Strompreise

Durch zunehmende PV-Anteile in der Stromversorgung und eine wachsende Anzahl von Wärmepumpen im Netz ist damit zu rechnen, dass die Strompreise künftig im Sommer niedriger und im Winter höher liegen werden. Die wirtschaftlichen Konsequenzen von 10 % höheren Strompreisen im Winter und 10% niedrigeren im Sommer zeigt Abbildung 7. Die Varianten mit Wärmepumpe für die Heizung sind in diesem Szenario tendenziell im Vorteil. Da der geringe Strombedarf für das Heizen im Passivhaus in allen Fällen nur einen begrenzten Teil des gesamten Strombedarfs ausmacht und die Investitionskosten unverändert bleiben, ist der Einfluss variabler Strompreise jedoch eher gering.

Sollten die winterlichen Strompreise künftig stärker steigen als hier angenommen, wäre der Vorteil der effizienteren Systeme noch einmal größer.

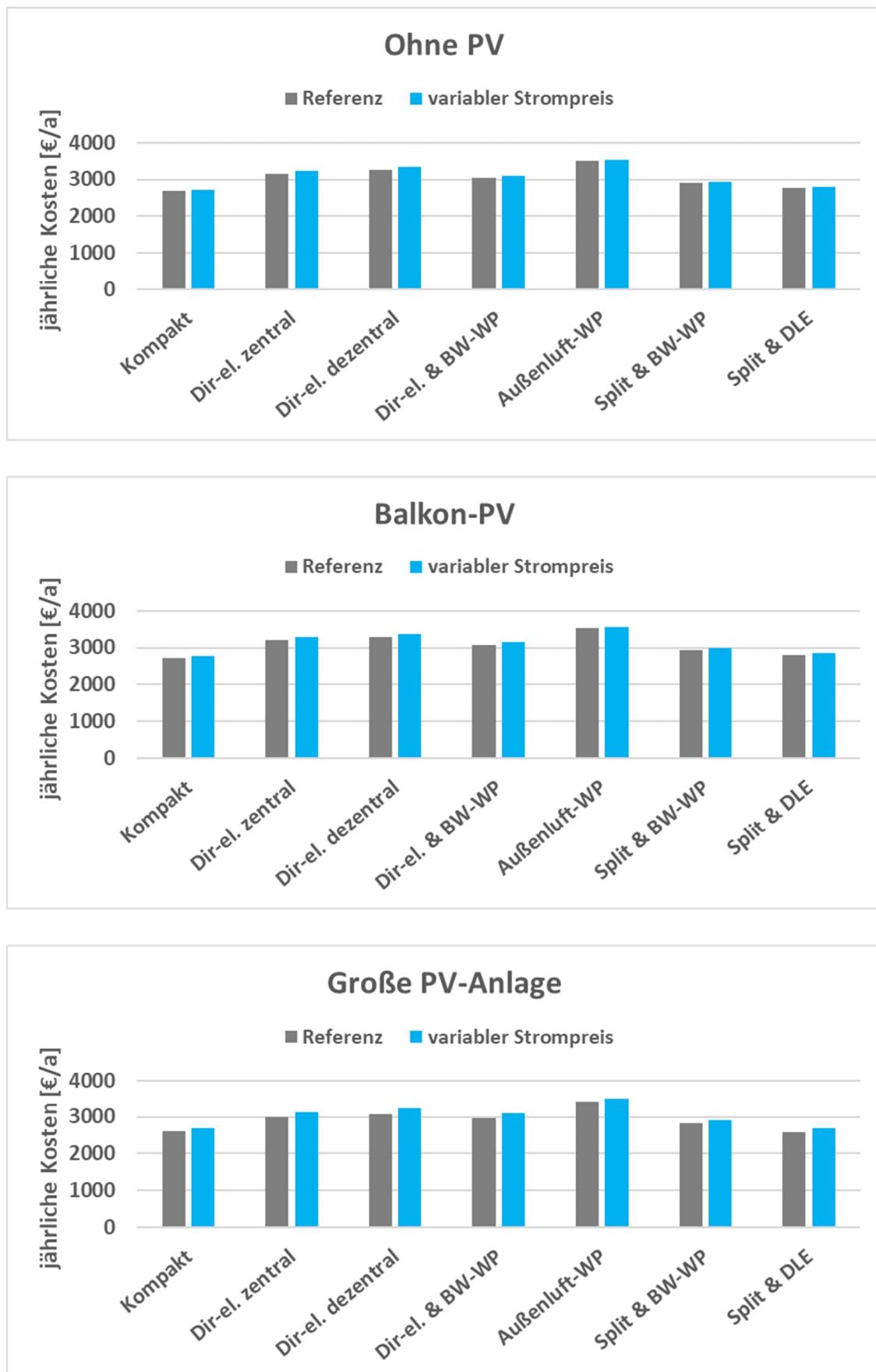


Abbildung 7: Die zu erwartenden höheren Strompreise im Winter verbessern die Wirtschaftlichkeitsvorteile der Wärmepumpenlösungen weiter.

### 3.3 Förderung

Für den Einbau von Wärmepumpen stehen zum Teil großzügige Förderungen zur Verfügung. Das verbessert nicht nur die Wirtschaftlichkeit der Wärmepumpensysteme weiter, es kann unter Umständen auch dazu führen, dass sich die wirtschaftliche Rangfolge der Lösungen verändert.

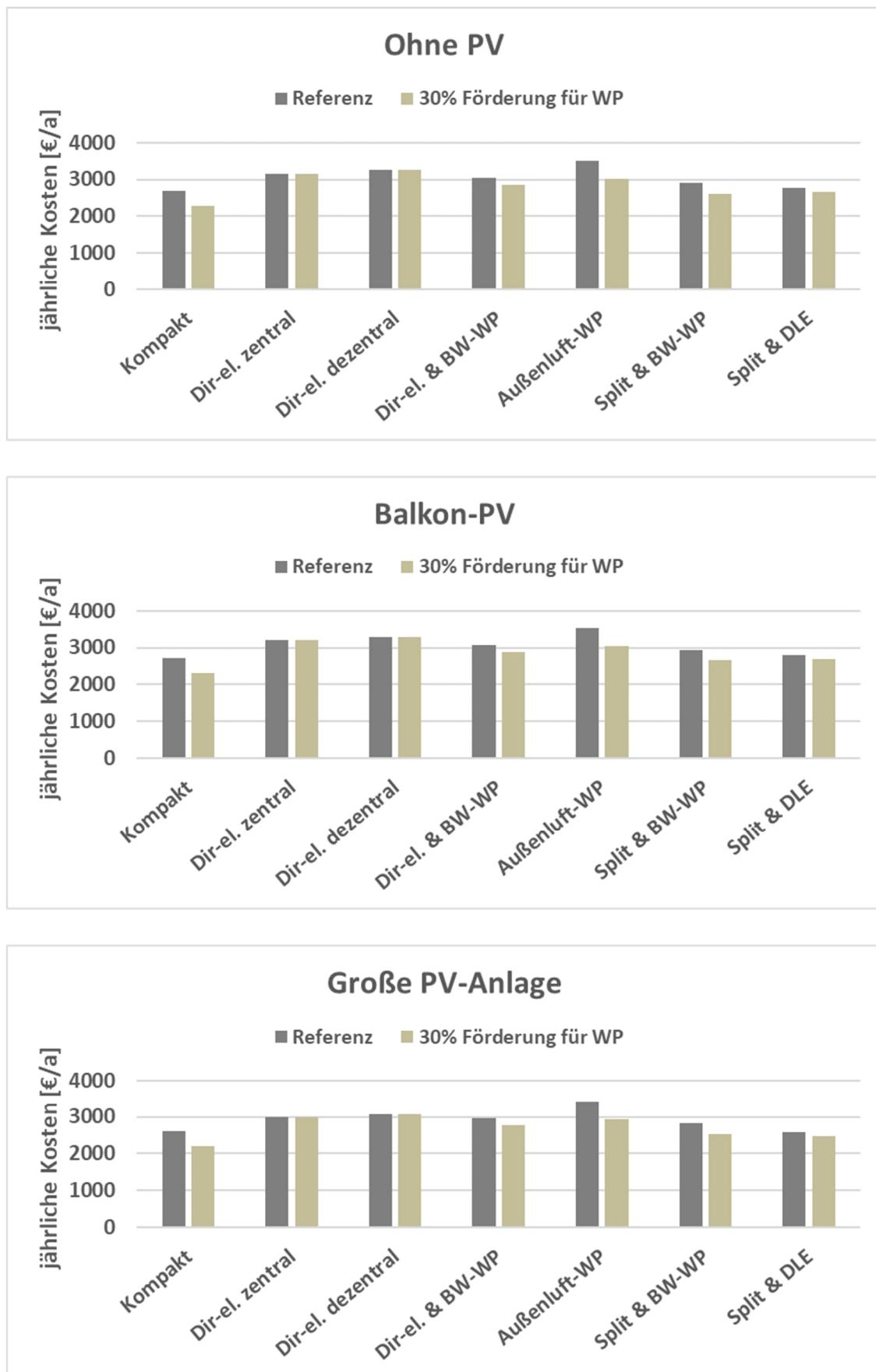
Eine Förderung auf breiter Front wirkt sich auch auf die am Markt verlangten Preise aus. Die in dieser Studie angesetzten Investitionskosten spiegeln somit auch die aktuelle Fördersituation in Deutschland Ende 2025 wider.

Da sich die Förderbedingungen laufend ändern und die erhältliche Förderung vom Einzelfall abhängt, wird der Einfluss der Förderung in Abbildung 8 nur beispielhaft dargestellt. Die Ergebnisse können zur Orientierung dienen, welche Option sich im Einzelfall weiter zu verfolgen lohnt.

Angenommen wird eine Förderquote von 30% für

- das Kompaktgerät incl. aller Komponenten
- das Splitgerät
- die Luft-Wasser-Wärmepumpe incl. Warmwasser- und Pufferspeicher und Nachheizregister
- die Brauchwasser-Wärmepumpe

jeweils für Material- und Installationskosten.



**Abbildung 8:** Gibt es nur für einzelne Varianten eine Förderung, kann sich die Rangfolge verändern.

## **4 Fazit**

Das technisch und wirtschaftlich beste System für den Ersatz eines Kompaktgeräts im Passivhaus ist der erneute Einbau eines Kompaktgeräts oder alternativ die Kombination aus Splitgerät (Heizung) und Durchlauferhitzer (Warmwasser). Beide Varianten bieten hohe Effizienz, geringe Betriebskosten und eine gute Umweltbilanz. Die Entscheidung kann im Einzelfall von individuellen Präferenzen, baulichen Gegebenheiten und verfügbaren Förderungen beeinflusst werden.

## 5 Anhang: Methodik, Randbedingungen, Details zu den Varianten

Die in dieser Studie dargestellten Ergebnisse wurden mit Hilfe des Passivhaus-Projektierungspakets (PHPP) in Verbindung mit PV-Econ berechnet. Das PHPP wird seit Jahrzehnten erfolgreich für die Planung von Passivhäusern eingesetzt, es wurde an zahlreichen bewohnten Gebäuden validiert. PV-Econ ist ein Tool zur Ermittlung des Eigenverbrauchs von PV-Strom.

Ausgangspunkt der Untersuchungen ist eine Doppelhaushälfte im Passivhaus-Standard, die 2006 in Hannover errichtet wurde. Mit den aktuellen Klimadaten des PHPP benötigt das Gebäude 14,1 kWh/(m<sup>2</sup>a) Heizwärme. Es war ursprünglich mit einem Wärmepumpen-Kompaktgerät ausgestattet, das nun nach knapp 20 Jahren Betrieb ersetzt werden muss.

Die Raumtemperatur wurde bei gebäudezentraler Beheizung mit 22 °C angenommen. In dem Fall mit raumweiser Regelbarkeit werden einzelne Räume weniger beheizt, was im Passivhaus jedoch nur eine geringe Reduktion der Temperaturen und damit der Verluste bedeutet. Hier wurde die mittlere Raumtemperatur mit 21 °C angesetzt.

Das Gebäude hat einen Haushaltsstrombedarf von 15 kWh/(m<sup>2</sup>a).

### 5.1 PV-Anlage

Zwei Varianten von PV-Anlagen werden betrachtet. Bei der "großen" PV-Anlage ist das leicht nach Norden geneigte Pultdach weitgehend mit PV-Modulen bedeckt. Unter Berücksichtigung von Randflächen ergeben sich 40 m<sup>2</sup> PV mit einer Nennleistung von 9 kW<sub>p</sub>. Aufgrund der ungünstigen Ausrichtung lassen sich damit nur 5300 kWh Strom im Jahr erzeugen.

Bei der zweiten Variante handelt es sich um ein Balkonkraftwerk, das in gleicher Weise auf dem Dach installiert wird. Es besitzt 8 m<sup>2</sup> Fläche und eine Nennleistung von 1,8 kW<sub>p</sub>.

Die Anlagen werden jeweils durch eine Batterie von max. 1 kWh pro kW<sub>p</sub> bzw. pro MWh/a Strombedarf ergänzt, je nachdem, welcher Ansatz geringer ist.

### 5.2 Wirtschaftlichkeitsberechnung

In einfachen Wirtschaftlichkeitsberechnungen werden häufig statische Kenngrößen wie z.B. die Amortisationszeit verwendet. Diese vernachlässigen die Tatsache, dass Investitionskosten zu Beginn des Betrachtungszeitraums aufgebracht werden müssen, Betriebskosten, insbesondere für Energie, jedoch erst später anfallen. Eine gravierende Schwäche von Amortisationszeiten ist auch, dass sie ins Verhältnis zur Nutzungsdauer der Maßnahme gesetzt werden müssten.

In der vorliegenden Studie wird eine dynamische Wirtschaftlichkeitsberechnung verwendet, alle zukünftigen Kosten werden auf den heutigen Tag abgezinst. Die Lebensdauer der Komponenten wird einheitlich mit 20 Jahren angesetzt, was der Angabe in der VDI 2067 für elektrische Wärmepumpen entspricht. Für Lüftungsgeräte beispielsweise dürfte dies eher pessimistisch sein, von einzelnen Ventilatorausfällen abgesehen sind hier 30 bis 40 Jahre Lebensdauer realistisch. Dasselbe gilt auch für das Lüftungs-Kanalnetz, das hier allerdings nicht in die Berechnung eingeht. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden auch für das Lüftungsgerät 20 Jahre Lebensdauer verwendet.

Auch der Betrachtungszeitraum beträgt 20 Jahre. Wiederbeschaffungen oder Restwerte müssen daher nicht berücksichtigt werden. Der Realzins beträgt 2%, Näheres hierzu und zum Rechenverfahren an sich ist in [AkkP 42] zu finden.

### 5.2.1 Investitionskosten

Die Investitionskosten richten sich weitgehend nach Angaben aus [Woker 2025]. Zusätzlich lagen zwei konkrete Angebote für verschiedene Varianten im untersuchten Gebäude vor, mit denen sich diese Kosten absichern ließen. Für Komponenten wie das Splitgerät wurde auf Erfahrungen aus anderen Projekten zurückgegriffen.

**Tabelle 1: Angesetzte Investitionskosten in € incl. MwSt.**

Komponente	Preis Material	Installation
Kompaktgerät	18000	4000
Lüftungsgerät	5000	3500
Splitgerät	3000	3000
Heizregister elektrisch 2 kW	500	1000
raumweise E-Heizkörper	2500	2000
integrierte Warmwasser- Wärmepumpe 200 l	4000	6000
E-Boiler	3000	2000
Luft-Wasser- Wärmepumpe 3 kW	6000	13000
Warmwasser- und Pufferspeicher	4000	1000
hydr. Nachheizregister 2 kW	1500	1000
Durchlauferhitzer	400	1400
Balkonsolaranlage	1400	1400
große PV-Anlage*	7500	7500

\* je nach Größe der Batterie

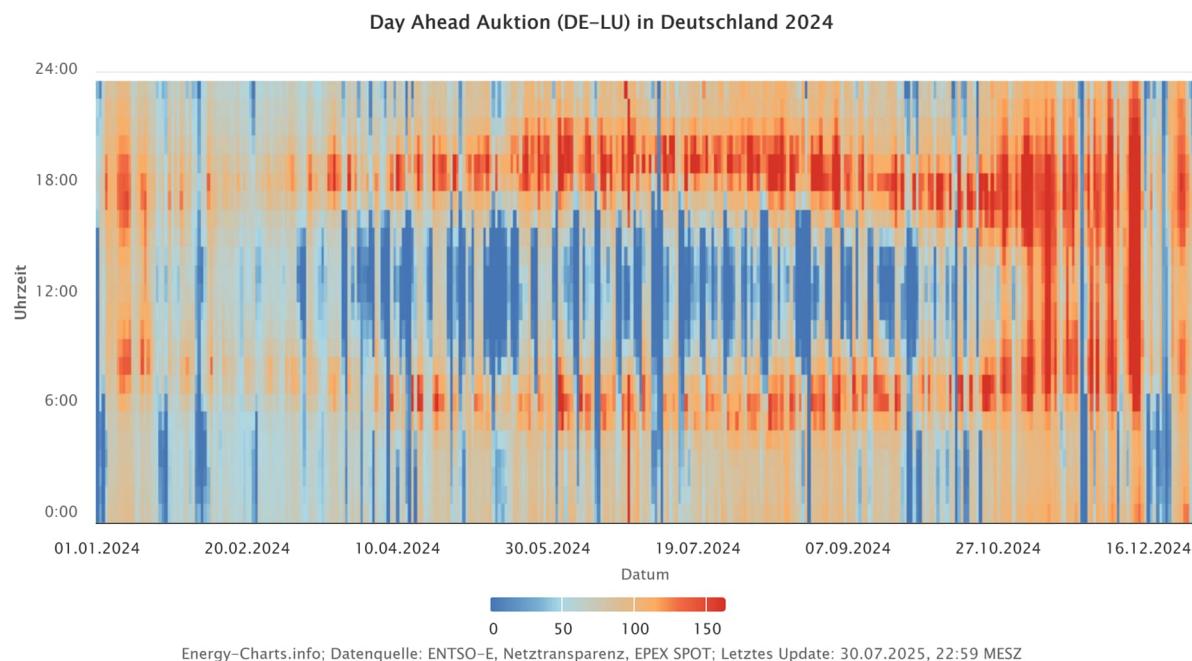
Im Vergleich zu Preisen aus dem Internet zur Lieferung frei Bordsteinkante erscheinen die Investitionskosten bei einfacher Ausführung der Komponenten insgesamt recht

hoch. Für die fix und fertige Leistung bei hohem Standard dürften die Ansätze jedoch aktuell realistisch sein.

### 5.2.2 Strompreise

Alle untersuchten Varianten werden mit Strom versorgt und sind dadurch relativ gut miteinander vergleichbar. Dennoch spielt die Entwicklung der Strompreise eine wichtige Rolle für die Wirtschaftlichkeit.

Bedeutende Einflussgrößen auf die künftigen Strompreise sind zum einen der Ausbau der erneuerbaren Energien, zum anderen der zunehmende Einsatz von Wärmepumpen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung. Die mittlerweile sehr kostengünstigen PV-Anlagen führen im Sommer zu niedrigeren Großhandelspreisen für Strom, der Strombedarf der Wärmepumpen sorgt im Winter für höhere Preise. In [vbw 2024] werden im Mittel stabile Großhandelspreise um 9 Ct/kWh erwartet, wobei die Monatsmittelwerte allerdings in den kommenden 20 Jahren zwischen 6 Ct/kWh im Sommer und 12 Ct/kWh im Winter schwanken. Auf kürzeren Zeitskalen erscheinen noch höhere Schwankungen realistisch.



**Abbildung 9: Heatmap der Börsenstrompreise 2024. Quelle: [Energy-Charts]**

Inwieweit diese Schwankungen an die Kunden weitergegeben werden, ist auch eine politische Entscheidung. Das Passivhaus mit seiner großen thermischen Trägheit erlaubt es im Prinzip, für die Heizung kurzfristige Preisschwankungen bis zu einigen Tagen zu überbrücken. Bei ausreichend großem Speicher gilt das auch für die Warmwasserbereitung.

Für die vorliegende Studie wurden zwei Szenarien betrachtet, s. Tabelle 2.

**Tabelle 2: Angesetzte Endverbraucher-Strompreise in Ct/kWh**

	Szenario Stabil (Referenz)	Szenario Dynamisch (Variante)
Netzbezug Winter	30	33
Netzbezug Sommer	30	27
Einspeisevergütung PV-Strom	7,5	7,5

Strom für die Raumheizung und der zugehörige Hilfsstrom wird dabei mit dem Winterpreis angerechnet, Strom für Warmwasser und Haushaltsstrom mit dem Mittelwert aus Winter- und Sommerpreis. Für selbst verbrauchten PV-Strom wird der sommerliche Netzbezugspreis angerechnet. Zwar werden etwa 20% des PV-Stroms im Winterhalbjahr erzeugt, die Zeiten mit hohen Strompreisen zeichnen sich aber gerade dadurch aus, dass kaum erneuerbarer Strom erzeugt wird.

Eine Einspeisevergütung wird nur im Falle der „großen“ PV-Anlage angerechnet. Der erzeugte PV-Strom wird in diesem Falle aufgeteilt in selbst verbrauchten Strom, der wie oben beschrieben Kosten für den Netzbezug reduziert, und eingespeisten Strom, für den nur die Einspeisevergütung gutgeschrieben wird.

### 5.3 Charakterisierung der Varianten

Auf den folgenden Seiten werden die Eigenschaften und Kenngrößen der verschiedenen Varianten im Detail genauer dargestellt.

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung



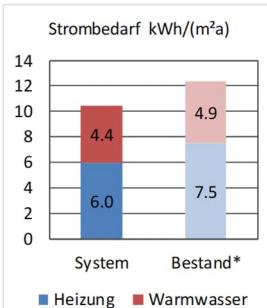
### System: Neues Kompaktgerät

Anstelle des defekten Kompaktgeräts wird ein neues Kompaktgerät eingebaut. Aufgrund der meist begrenzten Platzverhältnisse ist zu prüfen, ob die Aufstellung und die Führung der Lüftungsleitungen am bisherigen Standort möglich ist. Unter Umständen sind zusätzliche Leitungen oder sogar Wanddurchbrüche erforderlich. Viele aktuelle Kompaktgeräte können im Sommer zur Kühlung beitragen.

- Vorteile:**
- wenig Raumbedarf, geringer Installationsaufwand
  - insgesamt kostengünstigste Wärmepumpenlösung
  - alle Komponenten ab Werk aufeinander abgestimmt
  - ggf. Zuluft-Temperierung im Sommer möglich

- Nachteile:**
- bei endgültigem Ausfall eines Teilsystems muss das komplette Gerät erneuert werden

**Energiebedarf Heizung & Warmwasser**

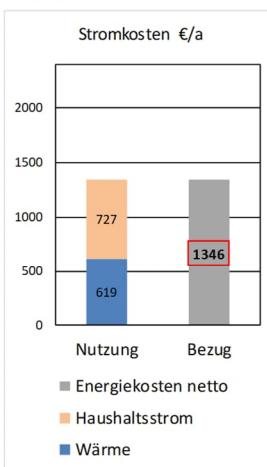


\* Bestand: Kompaktgerät Baujahr 2006

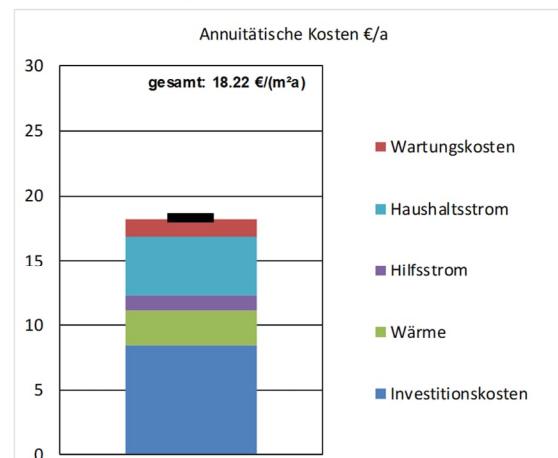
**Investitionskosten**

	Gerät	Montage	€
Kompaktgerät	18000	4000	€
<b>Summe</b>	<b>22000</b>	<b>€</b>	
<b>Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m<sup>2</sup></b>			
Investitionskosten	8.42	€/(m <sup>2</sup> a)	
Wärme	2.68	€/(m <sup>2</sup> a)	
Hilfsstrom	1.20	€/(m <sup>2</sup> a)	
Haushaltsstrom	4.55	€/(m <sup>2</sup> a)	
Wartungskosten	1.38	€/(m <sup>2</sup> a)	
<b>Summe</b>	<b>18.22</b>	<b>€/(m<sup>2</sup>a)</b>	

**Stromkosten**



**Annuitätische Kosten**



**Annuitätische Gesamtkosten: 2912 €/a**

für Investitionskosten, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung



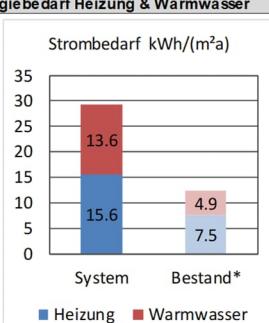
### System: Direktelektrisch zentral

Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Die Raumheizung erfolgt durch ein direktelektrisches Nachheizregister in der Zuluft, die Warmwasserbereitung durch einen elektrischen Boiler. Durch die geringe Heizlast im Passivhaus ist kein Drehstromanschluss erforderlich. Die getrennten Einheiten lassen sich oft relativ leicht unterbringen, obwohl sie insgesamt mehr Raum benötigen als das bisherige Kompaktgerät.

- Vorteile:**
- geringste Investitionskosten aller Varianten
  - einfache Technik
  - leise

- Nachteile:**
- höchster Strombedarf aller Varianten
  - viel Strombedarf im Winter, hoher PER-Bedarf
  - hohe Gesamtkosten

#### Energiebedarf Heizung & Warmwasser



\* Bestand: Kompaktgerät Baujahr 2006

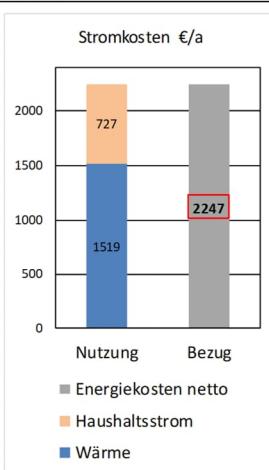
#### Investitionskosten

	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
Heizregister elektrisch 2 kW	500	1000	€
E-Boiler	3000	2000	€
<b>Summe</b>		<b>15000</b>	€

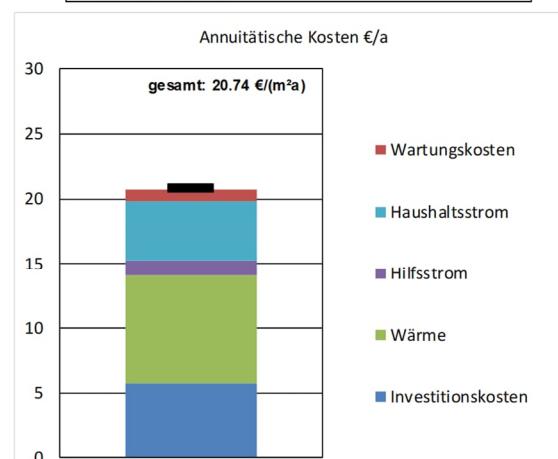
#### Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m<sup>2</sup>

	€/(m <sup>2</sup> a)
Investitionskosten	5.74
Wärme	8.37
Hilfsstrom	1.13
Haushaltsstrom	4.55
Wartungskosten	0.94
<b>Summe</b>	<b>20.74</b> €/(m <sup>2</sup> a)

#### Stromkosten



#### Annuitätische Kosten



**Annuitätische Gesamtkosten: 3314 €/a**

für Investitionskosten, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung

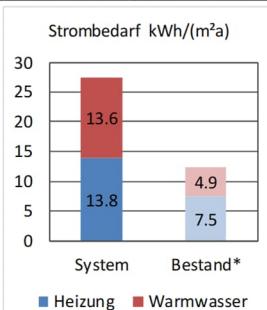


### System: Direktelektrisch mit raumweisen Heizkörpern

Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Die Raumheizung erfolgt durch raumweise Elektroheizkörper / Infrarotheizflächen, die Warmwasserbereitung durch einen elektrischen Boiler. Durch die geringe Heizlast im Passivhaus können die Heizkörper an vorhandene 230 V-Steckdosen angeschlossen werden. Die getrennten Einheiten lassen sich oft relativ leicht unterbringen, obwohl sie insgesamt mehr Raum benötigen als das bisherige Kompaktgerät.

- Vorteile:**
- geringe Investitionskosten
  - einfache Technik
  - raumweise Temperaturregelung möglich
  - leise
- Nachteile:**
- relativ hoher Strombedarf
  - viel Strombedarf im Winter, hoher PER-Bedarf
  - hohe Gesamtkosten

#### Energiebedarf Heizung & Warmwasser



\* Bestand: Kompaktgerät Baujahr 2006

#### Investitionskosten

	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
raumweise E-Heizkörper	2500	2000	€
E-Boiler	3000	2000	€

Summe

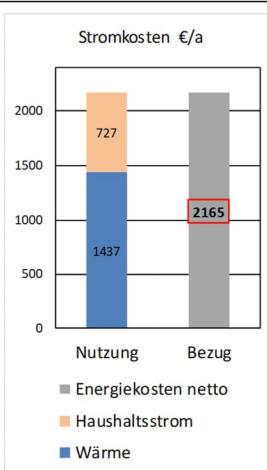
18000

€

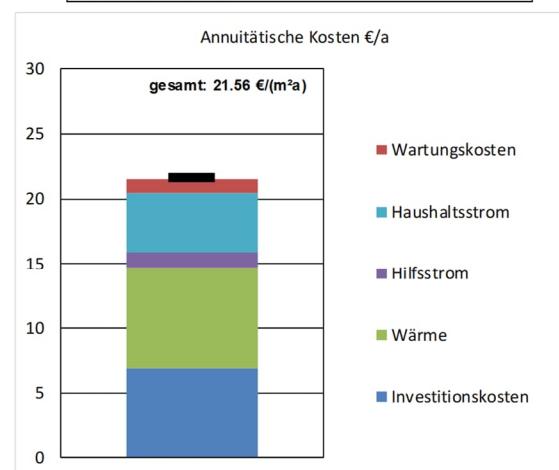
#### Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m<sup>2</sup>

	6.89	€/(m <sup>2</sup> a)
Investitionskosten	6.89	€/(m <sup>2</sup> a)
Wärme	7.86	€/(m <sup>2</sup> a)
Hilfsstrom	1.13	€/(m <sup>2</sup> a)
Haushaltsstrom	4.55	€/(m <sup>2</sup> a)
Wartungskosten	1.13	€/(m <sup>2</sup> a)
Summe	21.56	€/(m <sup>2</sup> a)

#### Stromkosten



#### Annuitätsche Kosten



**Annuitätsche Gesamtkosten: 3445 €/a**

für Investitionskosten, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung



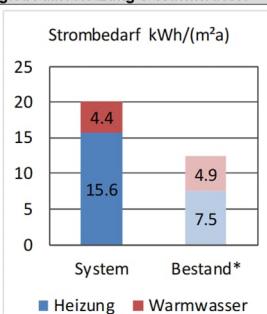
### System: Direktelektr. Heizung + Brauchwasser-WP

Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Die Raumheizung erfolgt durch ein direktelektrisches Nachheizregister in der Zuluft, die Warmwasserbereitung durch eine Brauchwasser-Wärmepumpe mit Außenluftanschluss. Aufgrund der geringen Heizlast im Passivhaus ist kein Drehstromanschluss erforderlich. Die getrennten Einheiten lassen sich oft relativ leicht unterbringen, obwohl sie insgesamt mehr Raum benötigen als das bisherige Kompaktgerät.

- Vorteile:**
- effiziente Warmwasserbereitung
  - einfache Heiztechnik, kaum Platzbedarf für Heizung

- Nachteile:**
- evtl. zusätzliche Kernlochbohrung für Luftkanal der Wärmepumpe
  - Schallbelastung Wärmepumpe möglich

**Energiebedarf Heizung & Warmwasser**



\* Bestand: Kompaktgerät Baujahr 2006

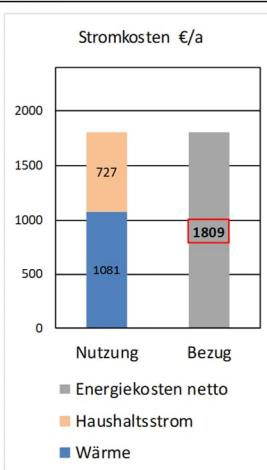
**Investitionskosten**

	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
Heizregister elektrisch 2 kW	500	1000	€
Integrierte Warmwasser-WP	4000	6000	€
<b>Summe</b>	<b>20000</b>	<b>€</b>	

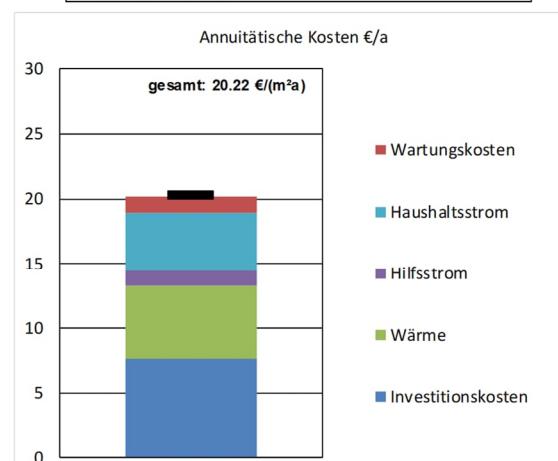
**Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m<sup>2</sup>**

Investitionskosten	7.65	€/(m <sup>2</sup> a)
Wärme	5.63	€/(m <sup>2</sup> a)
Hilfsstrom	1.13	€/(m <sup>2</sup> a)
Haushaltsstrom	4.55	€/(m <sup>2</sup> a)
Wartungskosten	1.25	€/(m <sup>2</sup> a)
<b>Summe</b>	<b>20.22</b>	<b>€/(m<sup>2</sup>a)</b>

**Stromkosten**



**Annuitätsche Kosten**



**Annuitätsche Gesamtkosten: 3232 €/a**

für Investitionskosten, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung



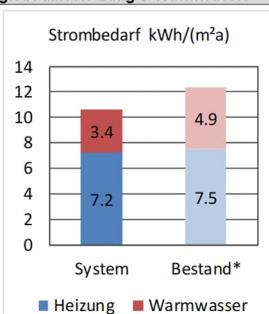
### System: Luft-Wasser-Wärmepumpe

Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Für die Wärmeerzeugung wird im (Vor-)Garten oder auf dem Dach eine Luft-Wasser-Wärmepumpe aufgestellt. Die Raumheizung erfolgt durch ein hydraulisches Nachheizregister in der Zuluft. Der Raumbedarf im Haustechnikraum ist vergleichbar mit den übrigen Lösungen mit getrennten Komponenten.

**Vorteile:** - geringer Strombedarf

**Nachteile:** - höchste Investitionskosten aller Varianten  
- Aufstellung Außengerät ist zu klären: Fundament, Platzbedarf, Abstandsflächen, Schall  
- hohe Gesamtkosten

**Energiebedarf Heizung & Warmwasser**



\* Bestand: Kompaktgerät Baujahr 2006

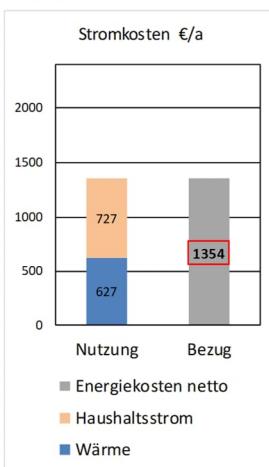
**Investitionskosten**

	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
Luft-Wasser-Wärmepumpe	6000	13000	€
Warmwasser- und Puffersp.	4000	1000	€
hydr. Nachheizregister 2 kV	1500	1000	€
<b>Summe</b>		<b>35000</b>	€

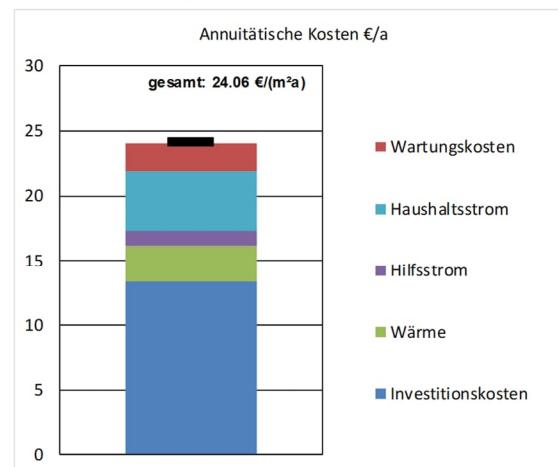
**Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m<sup>2</sup>**

	Kosten pro m <sup>2</sup>	Einheit
Investitionskosten	13.39	€/(m <sup>2</sup> a)
Wärme	2.79	€/(m <sup>2</sup> a)
Hilfsstrom	1.13	€/(m <sup>2</sup> a)
Haushaltsstrom	4.55	€/(m <sup>2</sup> a)
Wartungskosten	2.19	€/(m <sup>2</sup> a)
<b>Summe</b>	<b>24.06</b>	€/(m <sup>2</sup> a)

**Stromkosten**



**Annuitätsche Kosten**



**Annuitätsche Gesamtkosten: 3845 €/a**

für Investitionskosten, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung



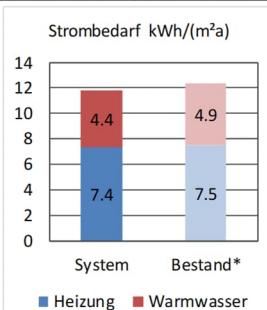
### System: Splitgerät + Brauchwasser-Wärmepumpe (Außenluftanschluss)

Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Für die Heizung wird im EG das Innenteil eines Klimasplitgeräts installiert. Erfahrungsgemäß kann ein Doppel- oder Reihenhaus als Passivhaus damit vollständig beheizt werden. Das Außenteil wird im (Vor-)Garten oder auf dem Dach aufgestellt. Die Warmwasserbereitung erfolgt durch eine Brauchwasser-Wärmepumpe mit Außenluftanschluss. Der Raumbedarf im Haustechnikraum ist vergleichbar mit den übrigen Lösungen mit getrennten Komponenten.

- Vorteile:**
- sehr kostengünstig und energieeffizient
  - leistungsfähige Kühlung des EG im Sommer möglich

- Nachteile:**
- in längeren kalten Perioden muss gelegentlich eine Innentür offen gelassen werden
  - Aufstellung Außengerät ist zu klären: Platzbedarf, Abstandsfächen, Schall
  - Bohrung für Kältemittelleitungen erforderlich

**Energiebedarf Heizung & Warmwasser**



\* Bestand: Kompaktgerät Baujahr 2006

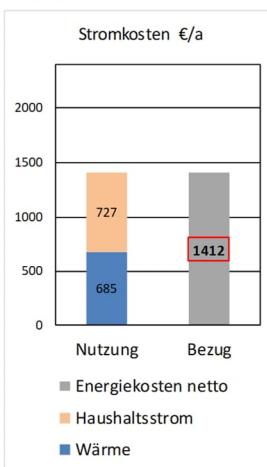
**Investitionskosten**

	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
Splitgerät	3000	3000	€
Integrierte Warmwasser-Wärmepumpe	4000	6000	€
<b>Summe</b>		<b>24500</b>	€

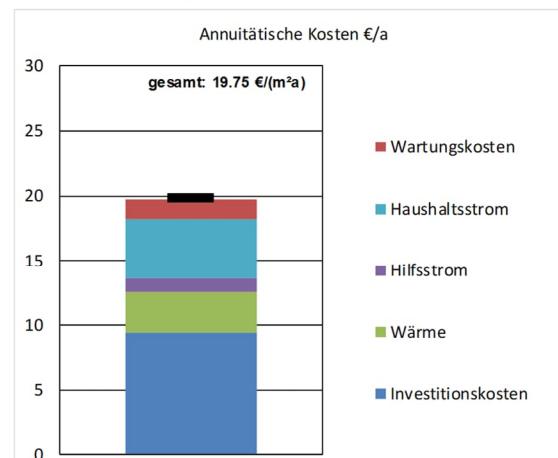
**Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m<sup>2</sup>**

	9.38 €/(m <sup>2</sup> a)
Investitionskosten	9.38 €/(m <sup>2</sup> a)
Wärme	3.15 €/(m <sup>2</sup> a)
Hilfsstrom	1.13 €/(m <sup>2</sup> a)
Haushaltsstrom	4.55 €/(m <sup>2</sup> a)
Wartungskosten	1.53 €/(m <sup>2</sup> a)
<b>Summe</b>	<b>19.75 €/(m<sup>2</sup>a)</b>

**Stromkosten**



**Annuitätsche Kosten**



**Annuitätsche Gesamtkosten: 3156 €/a**

für Investitionskosten, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung



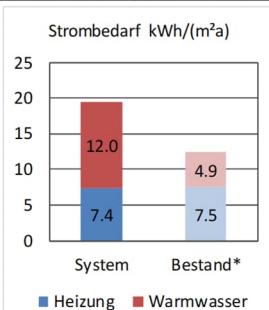
### System: Splitgerät + Durchlauferhitzer

Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Für die Heizung wird im EG das Innenteil eines Klasmalitgeräts installiert. Erfahrungsgemäß kann ein Doppel- oder Reihenhaus als Passivhaus damit vollständig beheizt werden. Das Außenteil wird im (Vor-)Garten oder auf dem Dach aufgestellt. Die Warmwasserbereitung erfolgt durch einen Durchlauferhitzer, für den ein Drehstromanschluss benötigt wird. Der Warmwasserspeicher entfällt, dadurch verringert sich der Raumbedarf im Haustechnikraum.

- Vorteile:**
- sehr geringe Investitionskosten, passable Effizienz
  - leistungsfähige Kühlung des EG im Sommer möglich
  - sehr wenig Platzbedarf

- Nachteile:**
- in längeren kalten Perioden muss gelegentlich eine Innentür offen gelassen werden
  - Aufstellung Außengerät ist zu klären: Platzbedarf, Abstandsfächen, Schall
  - Bohrung für Kältemittelleitungen erforderlich
  - hohe Stromverbrauchs-Spitzen

#### Energiebedarf Heizung & Warmwasser



\* Bestand: Kompaktgerät Baujahr 2006

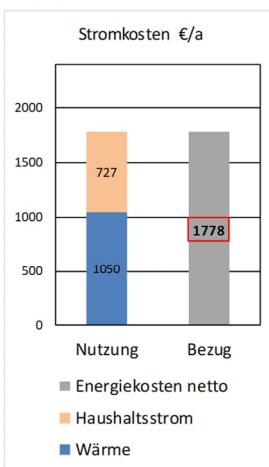
#### Investitionskosten

	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
Splitgerät	3000	3000	€
Durchlauferhitzer	400	1400	€
<b>Summe</b>	<b>16300</b>	<b>€</b>	

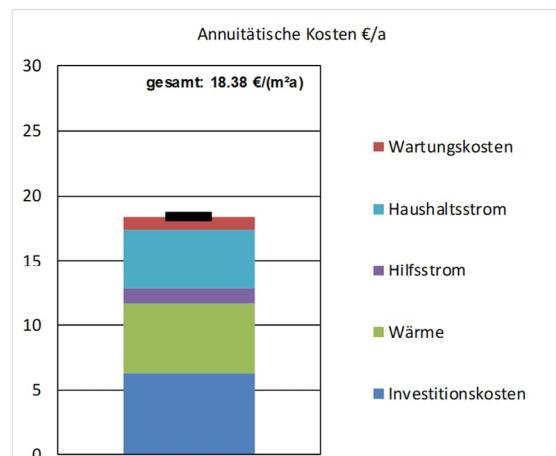
  

	Investitionskosten	Wärme	Hilfsstrom	Haushaltsstrom	Wartungskosten	Summe	Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m <sup>2</sup>
Investitionskosten	6.24	€/(m <sup>2</sup> a)					
Wärme	5.44	€/(m <sup>2</sup> a)					
Hilfsstrom	1.13	€/(m <sup>2</sup> a)					
Haushaltsstrom	4.55	€/(m <sup>2</sup> a)					
Wartungskosten	1.02	€/(m <sup>2</sup> a)					
<b>Summe</b>	<b>18.38</b>	<b>€/(m<sup>2</sup>a)</b>					

#### Stromkosten



#### Annuitätsche Kosten



**Annuitätsche Gesamtkosten: 2938 €/a**

für Investitionskosten, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung



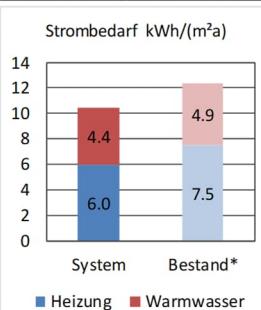
### System: Neues Kompaktgerät, Balkonsolaranlage

Anstelle des defekten Kompaktgeräts wird ein neues Kompaktgerät eingebaut. Aufgrund der meist begrenzten Platzverhältnisse ist zu prüfen, ob die Aufstellung und die Führung der Lüftungsleitungen am bisherigen Standort möglich ist. Unter Umständen sind zusätzliche Leitungen oder sogar Wanddurchbrüche erforderlich. Viele aktuelle Kompaktgeräte können im Sommer zur Kühlung beitragen. Berechnung in Kombination mit vorhandener Balkonsolaranlage.

- Vorteile:**
- wenig Raumbedarf, geringer Installationsaufwand
  - insgesamt kostengünstigste Wärmepumpenlösung
  - alle Komponenten ab Werk aufeinander abgestimmt
  - ggf. Zuluf-Temperierung im Sommer möglich

- Nachteile:**
- bei endgültigem Ausfall eines Teilsystems muss das komplette Gerät erneuert werden

**Energiebedarf Heizung & Warmwasser**



\* Bestand: Kompaktgerät Baujahr 2006

**Investitionskosten**

	Gerät	Montage	€
Kompaktgerät	18000	4000	€
PV-Anlage mit Batterie	1400	1400	€

**Summe**

**24800** €

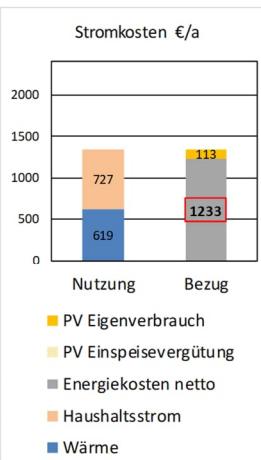
**Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m<sup>2</sup>**

Investitionskosten	9.33	€/(m <sup>2</sup> a)
Wärme	2.68	€/(m <sup>2</sup> a)
Hilfsstrom	1.20	€/(m <sup>2</sup> a)
Haushaltsstrom	4.55	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Eigenverbrauch	-0.71	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Einspeisevergütung	0.00	€/(m <sup>2</sup> a)
Wartungskosten	1.38	€/(m <sup>2</sup> a)

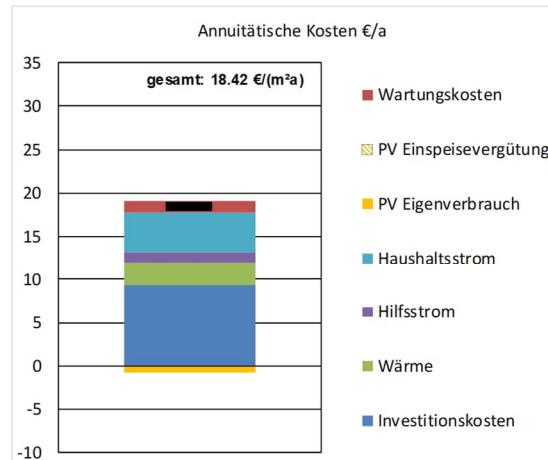
**Summe**

**18.42** €/(m<sup>2</sup>a)

**Stromkosten**



**Annuitätsche Kosten**



**Annuitätsche Gesamtkosten: 2944 €/a**

für Investitionskosten Haustechnik & PV-Anlage, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung



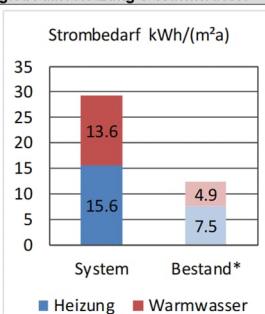
### System: Direktelektrisch zentral, Balkonsolaranlage

Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Die Raumheizung erfolgt durch ein direktelektrisches Nachheizregister in der Zuluft, die Warmwasserbereitung durch einen elektrischen Boiler. Durch die geringe Heizlast im Passivhaus ist kein Drehstromanschluss erforderlich. Die getrennten Einheiten lassen sich oft relativ leicht unterbringen, obwohl sie insgesamt mehr Raum benötigen als das bisherige Kompaktgerät. Berechnung in Kombination mit vorhandener Balkonsolaranlage.

- Vorteile:**
- geringste Investitionskosten aller Varianten
  - einfache Technik
  - leise

- Nachteile:**
- höchster Strombedarf aller Varianten
  - viel Strombedarf im Winter, hoher PER-Bedarf
  - hohe Gesamtkosten

#### Energiebedarf Heizung & Warmwasser



\* Bestand: Kompaktgerät Baujahr 2006

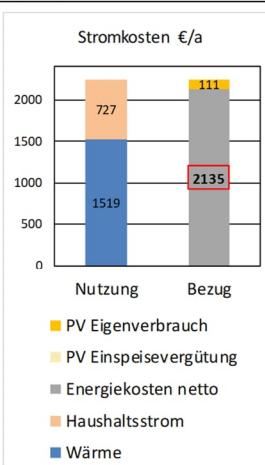
#### Investitionskosten

	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
Heizregister elektrisch 2 kW	500	1000	€
E-Boiler	3000	2000	€
PV-Anlage mit Batterie	1400	1400	€
<b>Summe</b>	<b>17800</b>	<b>€</b>	

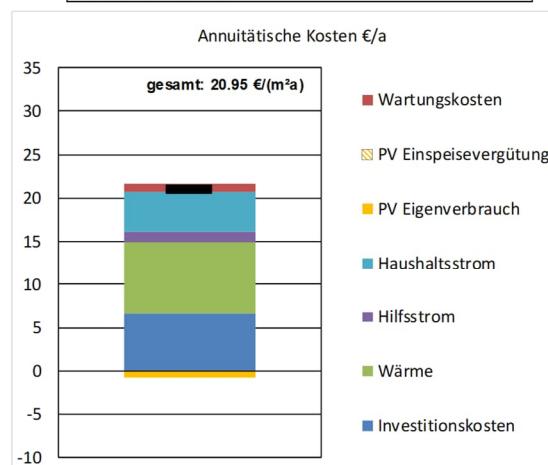
#### Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m<sup>2</sup>

	€/(m <sup>2</sup> a)
Investitionskosten	6.65
Wärme	8.37
Hilfsstrom	1.13
Haushaltsstrom	4.55
PV Eigenverbrauch	-0.70
PV Einspeisevergütung	0.00
Wartungskosten	0.94
<b>Summe</b>	<b>20.95</b> €/(m <sup>2</sup> a)

#### Stromkosten



#### Annuitätische Kosten



**Annuitätische Gesamtkosten: 3348 €/a**

für Investitionskosten Haustechnik & PV-Anlage, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung

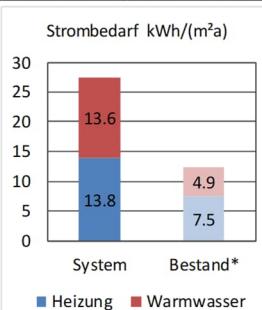


### System: Direktelektrisch mit raumweisen Heizkörpern, Balkonsolaranlage

Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Die Raumheizung erfolgt durch raumweise Elektroheizkörper / Infrarotheizflächen, die Warmwasserbereitung durch einen elektrischen Boiler. Durch die geringe Heizlast im Passivhaus können die Heizkörper an vorhandene 230 V-Steckdosen angeschlossen werden. Die getrennten Einheiten lassen sich oft relativ leicht unterbringen, obwohl sie insgesamt mehr Raum benötigen als das bisherige Kompaktgerät. Berechnung in Kombination mit vorhandener Balkonsolaranlage.

- Vorteile:**
- geringe Investitionskosten
  - einfache Technik
  - raumweise Temperaturregelung möglich
  - leise
- Nachteile:**
- relativ hoher Strombedarf
  - viel Strombedarf im Winter, hoher PER-Bedarf
  - hohe Gesamtkosten

#### Energiebedarf Heizung & Warmwasser



\* Bestand: Kompaktgerät Baujahr 2006

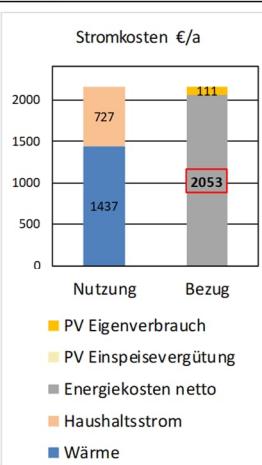
#### Investitionskosten

	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
raumweise E-Heizkörper	2500	2000	€
E-Boiler	3000	2000	€
PV-Anlage mit Batterie	1400	1400	€
<b>Summe</b>	<b>20800</b>	<b>€</b>	

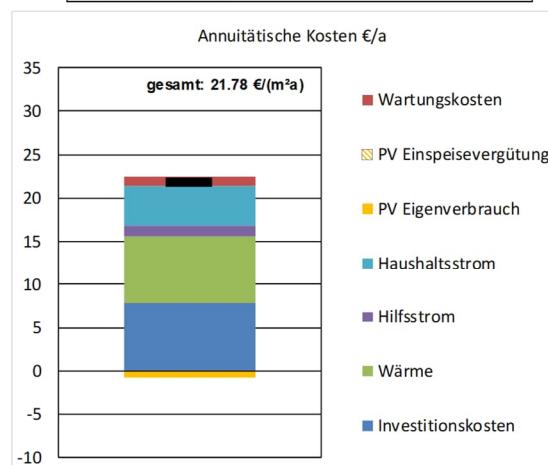
#### Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m<sup>2</sup>

	7.80	€/(m <sup>2</sup> a)
Investitionskosten	7.80	€/(m <sup>2</sup> a)
Wärme	7.86	€/(m <sup>2</sup> a)
Hilfsstrom	1.13	€/(m <sup>2</sup> a)
Haushaltsstrom	4.55	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Eigenverbrauch	-0.70	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Einspeisevergütung	0.00	€/(m <sup>2</sup> a)
Wartungskosten	1.13	€/(m <sup>2</sup> a)
<b>Summe</b>	<b>21.78</b>	<b>€/(m<sup>2</sup>a)</b>

#### Stromkosten



#### Annuitätische Kosten



**Annuitätische Gesamtkosten: 3480 €/a**

für Investitionskosten Haustechnik & PV-Anlage, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung

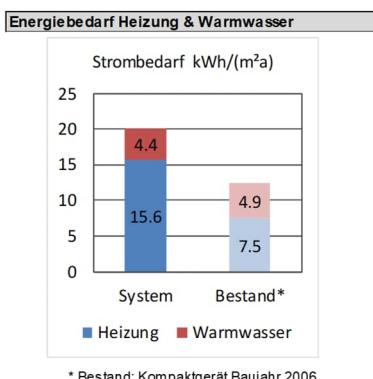


### System: Direktelektr. Heizung + Brauchwasser-WP, Balkonsolaranlage

Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Die Raumheizung erfolgt durch ein direktelektrisches Nachheizregister in der Zuluft, die Warmwasserbereitung durch eine Brauchwasser-Wärmepumpe mit Außenluftanschluss. Aufgrund der geringen Heizlast im Passivhaus ist kein Drehstromanschluss erforderlich. Die getrennten Einheiten lassen sich oft relativ leicht unterbringen, obwohl sie insgesamt mehr Raum benötigen als das bisherige Kompaktgerät. Berechnung in Kombination mit vorhandener Balkonsolaranlage.

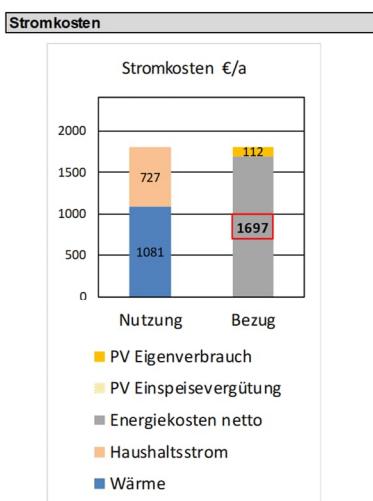
- Vorteile:**
- effiziente Warmwasserbereitung
  - einfache Heiztechnik, kaum Platzbedarf für Heizung

- Nachteile:**
- evtl. zusätzliche Kernlochbohrung für Luftkanal der Wärmepumpe
  - Schallbelastung Wärmepumpe möglich

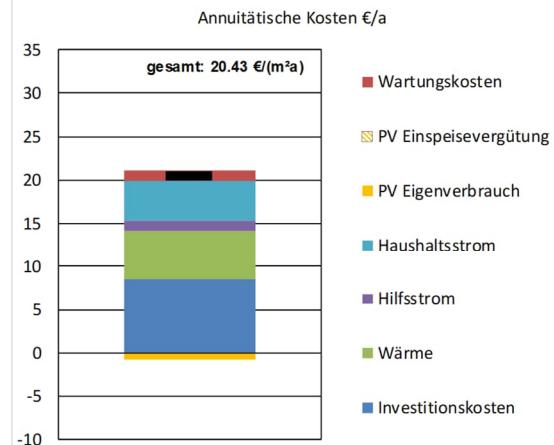


Investitionskosten	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
Heizregister elektrisch 2 kW	500	1000	€
Integrierte Warmwasser-WP	4000	6000	€
PV-Anlage mit Batterie	1400	1400	€
<b>Summe</b>		<b>22800</b>	€

Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m²	€/(m²a)
Investitionskosten	8.56
Wärme	5.63
Hilfsstrom	1.13
Haushaltsstrom	4.55
PV Eigenverbrauch	-0.70
PV Einspeisevergütung	0.00
Wartungskosten	1.25
<b>Summe</b>	<b>20.43</b> €/(m²a)



**Annuitätsche Kosten**



**Annuitätsche Gesamtkosten: 3266 €/a**

für Investitionskosten Haustechnik & PV-Anlage, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung



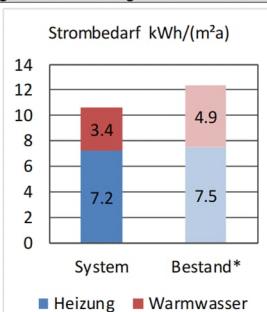
### System: Luft-Wasser-Wärmepumpe, Balkonsolaranlage

Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Für die Wärmeerzeugung wird im (Vor-)Garten oder auf dem Dach eine Luft-Wasser-Wärmepumpe aufgestellt. Die Raumheizung erfolgt durch ein hydraulisches Nachheizregister in der Zuluft. Der Raumbedarf im Haustechnikraum ist vergleichbar mit den übrigen Lösungen mit getrennten Komponenten. Berechnung in Kombination mit vorhandener Balkonsolaranlage.

**Vorteile:** - geringer Strombedarf

**Nachteile:** - höchste Investitionskosten aller Varianten  
- Aufstellung Außengerät ist zu klären: Fundament, Platzbedarf, Abstandsflächen, Schall  
- hohe Gesamtkosten

**Energiebedarf Heizung & Warmwasser**



\* Bestand: Kompaktgerät Baujahr 2006

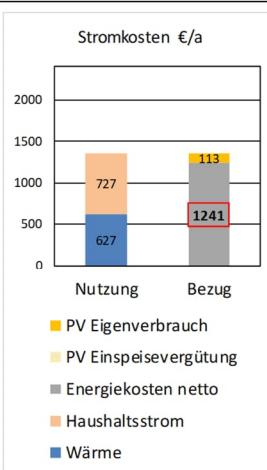
**Investitionskosten**

	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
Luft-Wasser-Wärmepumpe	6000	13000	€
Warmwasser- und Puffersp.	4000	1000	€
hydr. Nachheizregister 2 kV	1500	1000	€
PV-Anlage mit Batterie	1400	1400	€
<b>Summe</b>	<b>37800</b>	<b>€</b>	

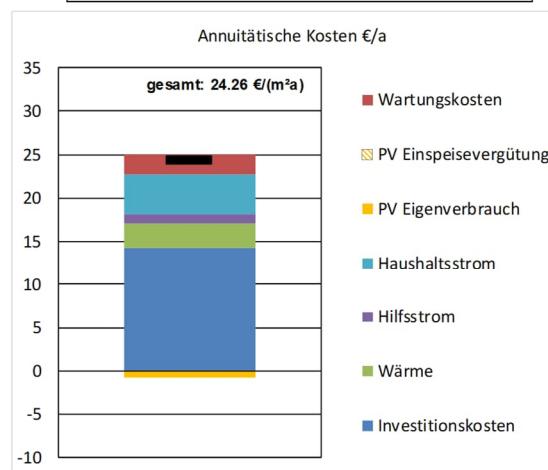
**Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m<sup>2</sup>**

Investitionskosten	14.30	€/(m <sup>2</sup> a)
Wärme	2.79	€/(m <sup>2</sup> a)
Hilfsstrom	1.13	€/(m <sup>2</sup> a)
Haushaltsstrom	4.55	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Eigenverbrauch	-0.71	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Einspeisevergütung	0.00	€/(m <sup>2</sup> a)
Wartungskosten	2.19	€/(m <sup>2</sup> a)
<b>Summe</b>	<b>24.26</b>	<b>€/(m<sup>2</sup>a)</b>

**Stromkosten**



**Annuitätische Kosten**



**Annuitätische Gesamtkosten: 3877 €/a**

für Investitionskosten Haustechnik & PV-Anlage, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung



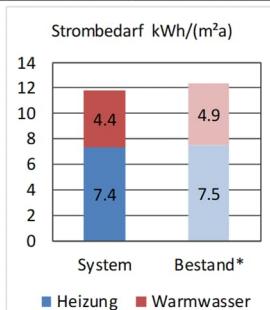
### System: Split + Brauchwasser-Wärmepumpe, Balkonsolaranlage

Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Für die Heizung wird im EG das Innenteil eines Klimasplitgeräts installiert. Erfahrungsgemäß kann ein Doppel- oder Reihenhaus als Passivhaus damit vollständig beheizt werden. Das Außenteil wird im (Vor-)Garten oder auf dem Dach aufgestellt. Die Warmwasserbereitung erfolgt durch eine Brauchwasser-Wärmepumpe mit Außenlufteinlass. Der Raumbedarf im Haustechnikraum ist vergleichbar mit den übrigen Lösungen mit getrennten Komponenten. Berechnung in Kombination mit vorhandener Balkonsolaranlage.

- Vorteile:**
- sehr kostengünstig und energieeffizient
  - leistungsfähige Kühlung des EG im Sommer möglich

- Nachteile:**
- in längeren kalten Perioden muss gelegentlich eine Innentür offen gelassen werden
  - Aufstellung Außengerät ist zu klären: Platzbedarf, Abstandsfächen, Schall
  - Bohrung für Kältemittelleitungen erforderlich

#### Energiebedarf Heizung & Warmwasser



\* Bestand: Kompaktgerät Baujahr 2006

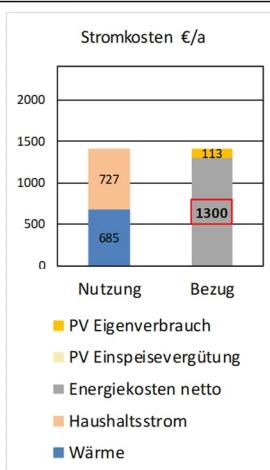
#### Investitionskosten

Investitionskosten	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
Splitgerät	3000	3000	€
Integrierte Warmwasser-Wärmepumpe	4000	6000	€
PV-Anlage mit Batterie	1400	1400	€
<b>Summe</b>		<b>27300</b>	€

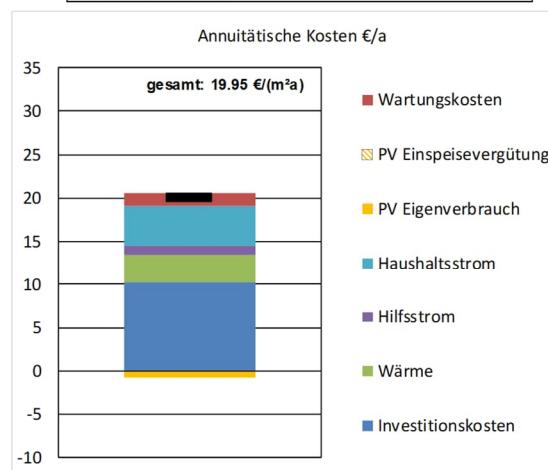
#### Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m<sup>2</sup>

Investitionskosten	10.29	€/(m <sup>2</sup> a)
Wärme	3.15	€/(m <sup>2</sup> a)
Hilfsstrom	1.13	€/(m <sup>2</sup> a)
Haushaltsstrom	4.55	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Eigenverbrauch	-0.70	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Einspeisevergütung	0.00	€/(m <sup>2</sup> a)
Wartungskosten	1.53	€/(m <sup>2</sup> a)
<b>Summe</b>	<b>19.95</b>	€/(m <sup>2</sup> a)

#### Stromkosten



#### Annuitätsche Kosten



**Annuitätsche Gesamtkosten: 3189 €/a**

für Investitionskosten Haustechnik & PV-Anlage, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung

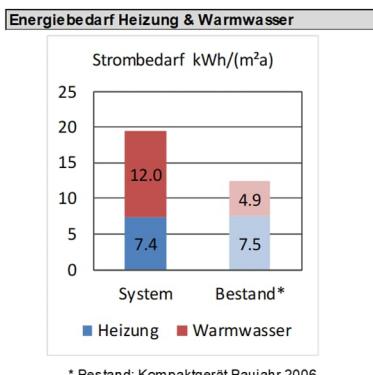


### System: Splitgerät + Durchlauferhitzer, Balkonsolaranlage

Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Für die Heizung wird im EG das Innenteil eines Klimasplitgeräts installiert. Erfahrungsgemäß kann ein Doppel- oder Reihenhaus als Passivhaus damit vollständig beheizt werden. Das Außenteil wird im (Vor-)Garten oder auf dem Dach aufgestellt. Die Warmwasserbereitung erfolgt durch einen Durchlauferhitzer, für den ein Drehstromanschluss benötigt wird. Der Warmwasserspeicher entfällt, dadurch verringert sich der Raumbedarf im Haustechnikraum. Berechnung in Kombination mit vorhandener Balkonsolaranlage.

- Vorteile:**
- sehr geringe Investitionskosten, passable Effizienz
  - leistungsfähige Kühlung des EG im Sommer möglich
  - sehr wenig Platzbedarf

- Nachteile:**
- in längeren kalten Perioden muss gelegentlich eine Innentür offen gelassen werden
  - Aufstellung Außengerät ist zu klären: Platzbedarf, Abstandsfächen, Schall
  - Bohrung für Kältemittelleitungen erforderlich



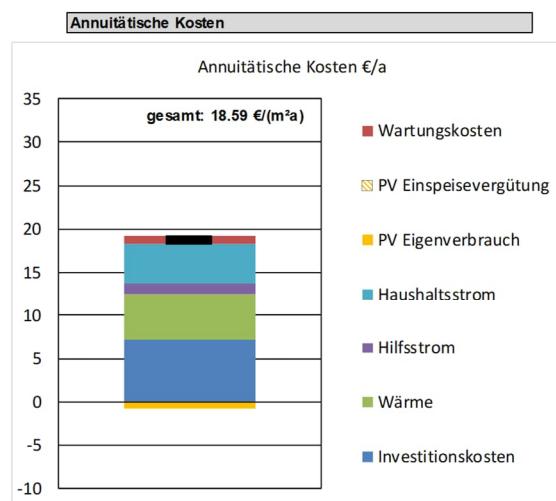
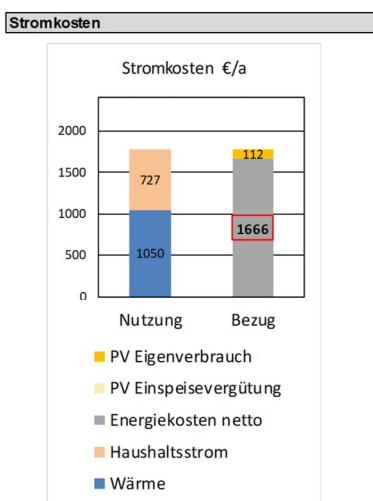
**Investitionskosten**

	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
Splitgerät	3000	3000	€
Durchlauferhitzer	400	1400	€
PV-Anlage mit Batterie	1400	1400	€
<b>Summe</b>	<b>19100</b>	<b>€</b>	

**Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m<sup>2</sup>**

	€/(m <sup>2</sup> a)
Investitionskosten	7.15
Wärme	5.44
Hilfsstrom	1.13
Haushaltsstrom	4.55
PV Eigenverbrauch	-0.70
PV Einspeisevergütung	0.00
Wartungskosten	1.02
<b>Summe</b>	<b>18.59</b> €/(m <sup>2</sup> a)



**Annuitäische Gesamtkosten: 2971 €/a**

für Investitionskosten Haustechnik & PV-Anlage, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung



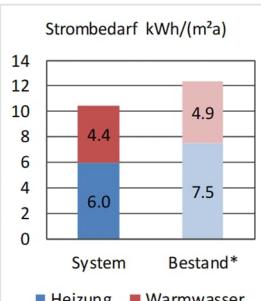
### System: Neues Kompaktgerät, große PV-Anlage

Anstelle des defekten Kompaktgeräts wird ein neues Kompaktgerät eingebaut. Aufgrund der meist begrenzten Platzverhältnisse ist zu prüfen, ob die Aufstellung und die Führung der Lüftungsleitungen am bisherigen Standort möglich ist. Unter Umständen sind zusätzliche Leitungen oder sogar Wanddurchbrüche erforderlich. Viele aktuelle Kompaktgeräte können im Sommer zur Kühlung beitragen. Berechnung in Kombination mit vorhandener Balkonsolaranlage. Berechnung in Kombination mit vorhandener Solaranlage.

- Vorteile:**
- wenig Raumbedarf, geringer Installationsaufwand
  - insgesamt kostengünstigste Wärmepumpenlösung
  - alle Komponenten ab Werk aufeinander abgestimmt
  - ggf. Zuluf-Temperierung im Sommer möglich

- Nachteile:**
- bei endgültigem Ausfall eines Teilsystems muss das komplette Gerät erneuert werden

#### Energiebedarf Heizung & Warmwasser



\* Bestand: Kompaktgerät Baujahr 2006

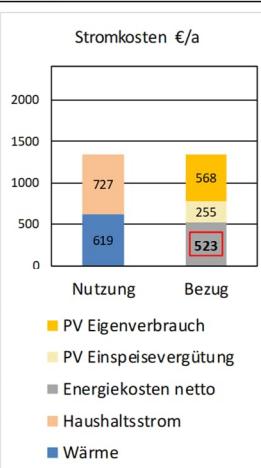
#### Investitionskosten

	Gerät	Montage	€
Kompaktgerät	18000	4000	€
PV-Anlage mit Batterie	7500	7500	€
<b>Summe</b>	<b>37000</b>	<b>€</b>	

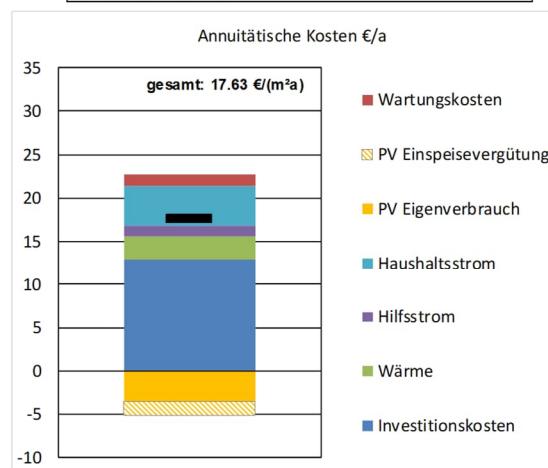
#### Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m<sup>2</sup>

Investitionskosten	12.98	€/(m <sup>2</sup> a)
Wärme	2.68	€/(m <sup>2</sup> a)
Hilfsstrom	1.20	€/(m <sup>2</sup> a)
Haushaltsstrom	4.55	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Eigenverbrauch	-3.56	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Einspeisevergütung	-1.59	€/(m <sup>2</sup> a)
Wartungskosten	1.38	€/(m <sup>2</sup> a)
<b>Summe</b>	<b>17.63</b>	<b>€/(m<sup>2</sup>a)</b>

#### Stromkosten



#### Annuitätische Kosten



**Annuitätische Gesamtkosten: 2817 €/a**

für Investitionskosten Haustechnik & PV-Anlage, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung



### System: Direktelektrisch zentral, große PV-Anlage

Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Die Raumheizung erfolgt durch ein direkt elektrisches Nachheizregister in der Zuluft, die Warmwasserbereitung durch einen elektrischen Boiler. Durch die geringe Heizlast im Passivhaus ist kein Drehstromanschluss erforderlich. Die getrennten Einheiten lassen sich oft relativ leicht unterbringen, obwohl sie insgesamt mehr Raum benötigen als das bisherige Kompaktgerät. Berechnung in Kombination mit vorhandener Balkonsolaranlage. Berechnung in Kombination mit vorhandener Solaranlage.

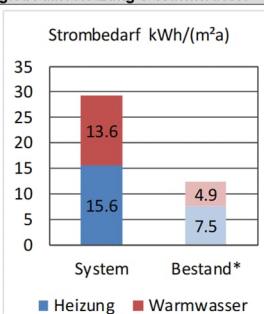
**Vorteile:**

- geringste Investitionskosten aller Varianten
- einfache Technik
- leise

**Nachteile:**

- höchster Strombedarf aller Varianten
- viel Strombedarf im Winter, hoher PER-Bedarf
- hohe Gesamtkosten

#### Energiebedarf Heizung & Warmwasser



\* Bestand: Kompaktgerät Baujahr 2006

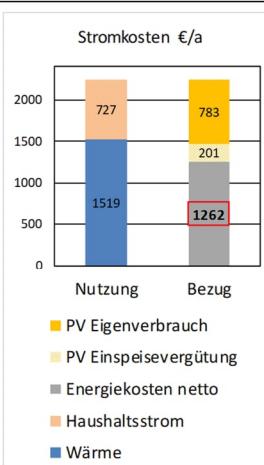
#### Investitionskosten

	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
Heizregister elektrisch 2 kW	500	1000	€
E-Boiler	3000	2000	€
PV-Anlage mit Batterie	8000	8000	€
<b>Summe</b>	<b>31000</b>	<b>€</b>	

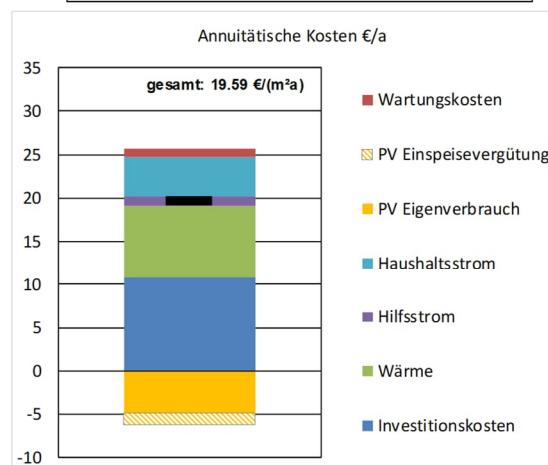
#### Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m<sup>2</sup>

Investitionskosten	10.76	€/(m <sup>2</sup> a)
Wärme	8.37	€/(m <sup>2</sup> a)
Hilfsstrom	1.13	€/(m <sup>2</sup> a)
Haushaltsstrom	4.55	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Eigenverbrauch	-4.90	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Einspeisevergütung	-1.26	€/(m <sup>2</sup> a)
Wartungskosten	0.94	€/(m <sup>2</sup> a)
<b>Summe</b>	<b>19.59</b>	<b>€/(m<sup>2</sup>a)</b>

#### Stromkosten



#### Annuitätische Kosten



**Annuitätische Gesamtkosten: 3131 €/a**

für Investitionskosten Haustechnik & PV-Anlage, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

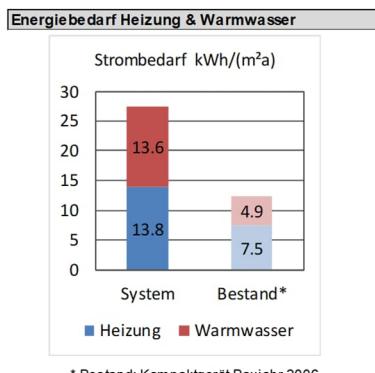
## System-Charakterisierung



### System: Direktelektrisch mit raumweisen Heizkörpern, große PV-Anlage

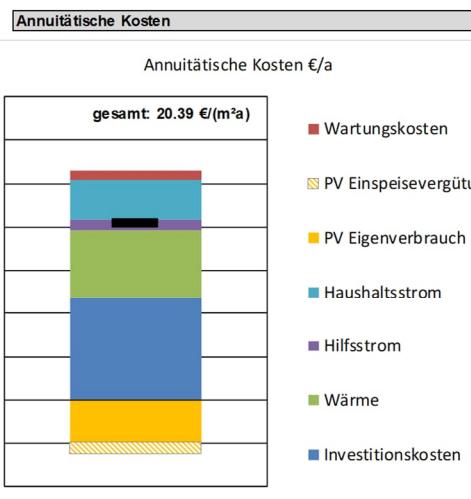
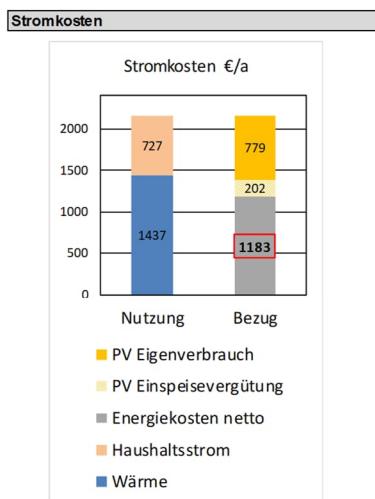
Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Die Raumheizung erfolgt durch raumweise Elektroheizkörper / Infrarotheizflächen, die Warmwasserbereitung durch einen elektrischen Boiler. Durch die geringe Heizlast im Passivhaus können die Heizkörper an vorhandene 230 V-Steckdosen angeschlossen werden. Die getrennten Einheiten lassen sich oft relativ leicht unterbringen, obwohl sie insgesamt mehr Raum benötigen als das bisherige Kompaktgerät. Berechnung in Kombination mit vorhandener Balkonsolaranlage. Berechnung in Kombination mit vorhandener Solaranlage.

- Vorteile:**
- geringe Investitionskosten
  - einfache Technik
  - raumweise Temperaturregelung möglich
  - leise
- Nachteile:**
- relativ hoher Strombedarf
  - viel Strombedarf im Winter, hoher PER-Bedarf
  - hohe Gesamtkosten



Investitionskosten	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
raumweise E-Heizkörper	2500	2000	€
E-Boiler	3000	2000	€
PV-Anlage mit Batterie	7900	7900	€
<b>Summe</b>		<b>33800</b>	€

Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m²		
Investitionskosten	11.86	€/(m²a)
Wärme	7.86	€/(m²a)
Hilfsstrom	1.13	€/(m²a)
Haushaltsstrom	4.55	€/(m²a)
PV Eigenverbrauch	-4.87	€/(m²a)
PV Einspeisevergütung	-1.27	€/(m²a)
Wartungskosten	1.13	€/(m²a)
<b>Summe</b>	<b>20.39</b>	€/(m²a)



**Annuitätsche Gesamtkosten: 3259 €/a**

für Investitionskosten Haustechnik & PV-Anlage, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung

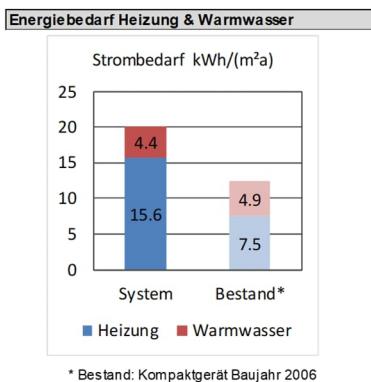


### System: Direktelektr. Heizung + Brauchwasser-WP, große PV-Anlage

Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Die Raumheizung erfolgt durch ein direktelektrisches Nachheizregister in der Zuluft, die Warmwasserbereitung durch eine Brauchwasser-Wärmepumpe mit Außenluftanschluss. Aufgrund der geringen Heizlast im Passivhaus ist kein Drehstromanschluss erforderlich. Die getrennten Einheiten lassen sich oft relativ leicht unterbringen, obwohl sie insgesamt mehr Raum benötigen als das bisherige Kompaktgerät. Berechnung in Kombination mit vorhandener Balkonsolaranlage. Berechnung in Kombination mit vorhandener Solaranlage.

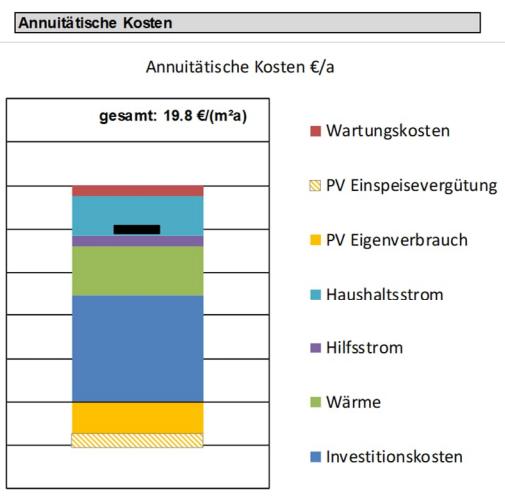
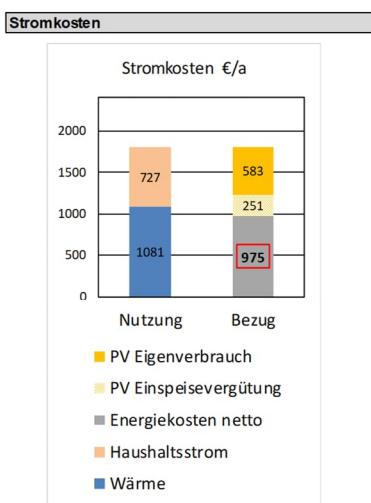
- Vorteile:**
- effiziente Warmwasserbereitung
  - einfache Heiztechnik, kaum Platzbedarf für Heizung

- Nachteile:**
- evtl. zusätzliche Kernlochbohrung für Luftkanal der Wärmepumpe
  - Schallbelastung Wärmepumpe möglich



Investitionskosten	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
Heizregister elektrisch 2 kW	500	1000	€
Integrierte Warmwasser-WP	4000	6000	€
PV-Anlage mit Batterie	7800	7800	€
<b>Summe</b>		<b>35600</b>	€

Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m <sup>2</sup>		
Investitionskosten	12.45	€/(m <sup>2</sup> a)
Wärme	5.63	€/(m <sup>2</sup> a)
Hilfsstrom	1.13	€/(m <sup>2</sup> a)
Haushaltsstrom	4.55	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Eigenverbrauch	-3.65	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Einspeisevergütung	-1.57	€/(m <sup>2</sup> a)
Wartungskosten	1.25	€/(m <sup>2</sup> a)
<b>Summe</b>	<b>19.80</b>	€/(m <sup>2</sup> a)



**Annuitäische Gesamtkosten: 3164 €/a**

für Investitionskosten Haustechnik & PV-Anlage, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung

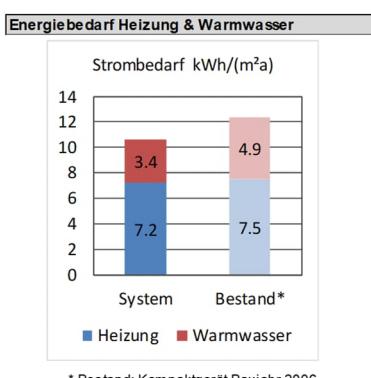


### System: Luft-Wasser-Wärmepumpe, große PV-Anlage

Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Für die Wärmeerzeugung wird im (Vor-)Garten oder auf dem Dach eine Luft-Wasser-Wärmepumpe aufgestellt. Die Raumheizung erfolgt durch ein hydraulisches Nachheizregister in der Zuluft. Der Raumbedarf im Haustechnikraum ist vergleichbar mit den übrigen Lösungen mit getrennten Komponenten. Berechnung in Kombination mit vorhandener Balkonsolaranlage. Berechnung in Kombination mit vorhandener Solaranlage.

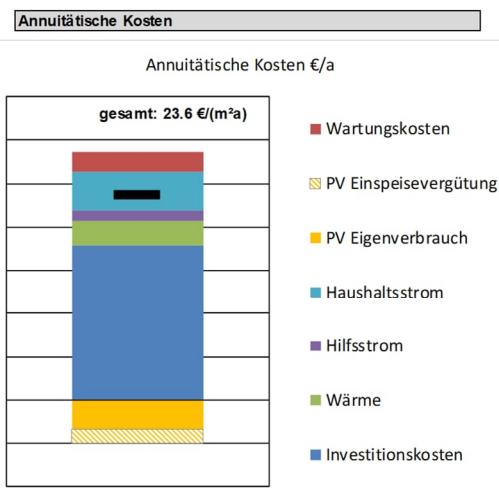
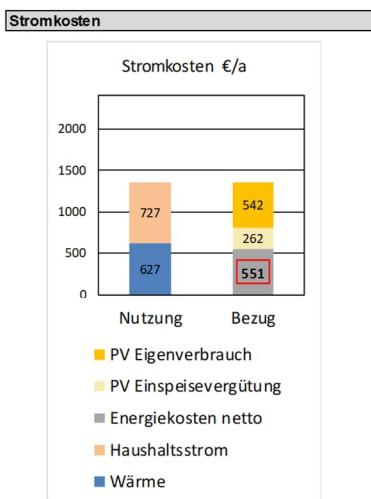
**Vorteile:** - geringer Strombedarf

**Nachteile:** - höchste Investitionskosten aller Varianten  
- Aufstellung Außengerät ist zu klären: Fundament, Platzbedarf, Abstandsflächen, Schall  
- hohe Gesamtkosten



Investitionskosten	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
Luft-Wasser-Wärmepumpe	6000	13000	€
Warmwasser- und Puffersp.	4000	1000	€
hydr. Nachheizregister 2 kV	1500	1000	€
PV-Anlage mit Batterie	7500	7500	€
<b>Summe</b>	<b>50000</b>	<b>€</b>	

Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m <sup>2</sup>		
Investitionskosten	17.96	€/(m <sup>2</sup> a)
Wärme	2.79	€/(m <sup>2</sup> a)
Hilfsstrom	1.13	€/(m <sup>2</sup> a)
Haushaltsstrom	4.55	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Eigenverbrauch	-3.39	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Einspeisevergütung	-1.64	€/(m <sup>2</sup> a)
Wartungskosten	2.19	€/(m <sup>2</sup> a)
<b>Summe</b>	<b>23.60</b>	<b>€/(m<sup>2</sup>a)</b>



**Annuitätsche Gesamtkosten: 3771 €/a**

für Investitionskosten Haustechnik & PV-Anlage, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung



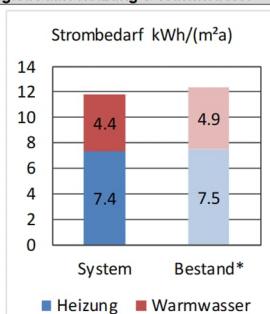
### System: Split + Brauchwasser-Wärmepumpe, große PV-Anlage

Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Für die Heizung wird im EG das Innenteil eines Klimasplitgeräts installiert. Erfahrungsgemäß kann ein Doppel- oder Reihenhaus als Passivhaus damit vollständig beheizt werden. Das Außenteil wird im (Vor-)Garten oder auf dem Dach aufgestellt. Die Warmwasserbereitung erfolgt durch eine Brauchwasser-Wärmepumpe mit Außenlufteinlasschluss. Der Raumbedarf im Haustechnikraum ist vergleichbar mit den übrigen Lösungen mit getrennten Komponenten. Berechnung in Kombination mit vorhandener Balkonsolaranlage. Berechnung in Kombination mit vorhandener Solaranlage.

- Vorteile:**
- sehr kostengünstig und energieeffizient
  - leistungsfähige Kühlung des EG im Sommer möglich

- Nachteile:**
- in längeren kalten Perioden muss gelegentlich eine Innentür offen gelassen werden
  - Aufstellung Außengerät ist zu klären: Platzbedarf, Abstandsfächen, Schall
  - Bohrung für Kältemittelleitungen erforderlich

**Energiebedarf Heizung & Warmwasser**



\* Bestand: Kompaktgerät Baujahr 2006

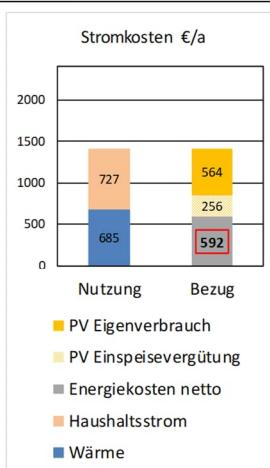
**Investitionskosten**

Investitionskosten	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
Splitgerät	3000	3000	€
Integrierte Warmwasser-Wärmepumpe	4000	6000	€
PV-Anlage mit Batterie	7600	7600	€
<b>Summe</b>		<b>39700</b>	€

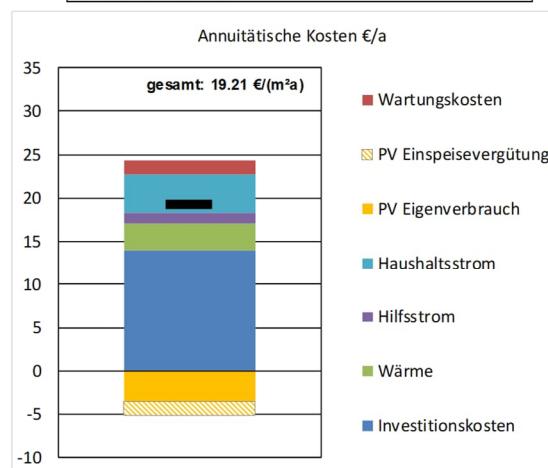
**Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m<sup>2</sup>**

Investitionskosten	13.97	€/(m <sup>2</sup> a)
Wärme	3.15	€/(m <sup>2</sup> a)
Hilfsstrom	1.13	€/(m <sup>2</sup> a)
Haushaltsstrom	4.55	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Eigenverbrauch	-3.53	€/(m <sup>2</sup> a)
PV Einspeisevergütung	-1.60	€/(m <sup>2</sup> a)
Wartungskosten	1.53	€/(m <sup>2</sup> a)
<b>Summe</b>	<b>19.21</b>	€/(m <sup>2</sup> a)

**Stromkosten**



**Annuitätsche Kosten**



**Annuitätsche Gesamtkosten: 3070 €/a**

für Investitionskosten Haustechnik & PV-Anlage, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

Ersatz von nicht mehr funktionsfähigen Wärmepumpen-Kompaktgeräten

## System-Charakterisierung

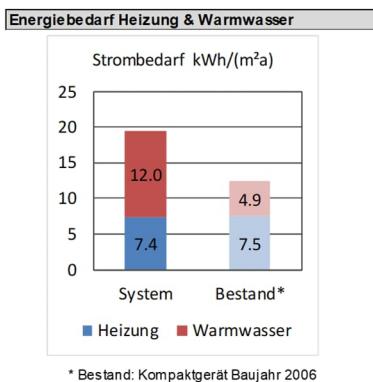


### System: Splitgerät + Durchlauferhitzer, große PV-Anlage

Ein neues Lüftungsgerät mit WRG wird installiert. Für die Heizung wird im EG das Innenteil eines Klasmalitgeräts installiert. Erfahrungsgemäß kann ein Doppel- oder Reihenhaus als Passivhaus damit vollständig beheizt werden. Das Außenteil wird im (Vor-)Garten oder auf dem Dach aufgestellt. Die Warmwasserbereitung erfolgt durch einen Durchlauferhitzer, für den ein Drehstromanschluss benötigt wird. Der Warmwasserspeicher entfällt, dadurch verringert sich der Raumbedarf im Haustechnikraum. Berechnung in Kombination mit vorhandener Balkonsolaranlage. Berechnung in Kombination mit vorhandener Solaranlage.

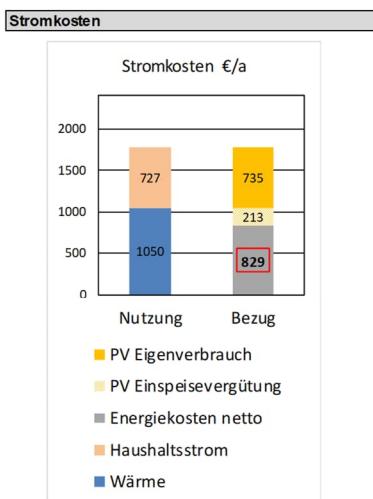
- Vorteile:**
- sehr geringe Investitionskosten, passable Effizienz
  - leistungsfähige Kühlung des EG im Sommer möglich
  - sehr wenig Platzbedarf

- Nachteile:**
- in längeren kalten Perioden muss gelegentlich eine Innentür offen gelassen werden
  - Aufstellung Außengerät ist zu klären: Platzbedarf, Abstandsfächen, Schall
  - Bohrung für Kältemittelleitungen erforderlich

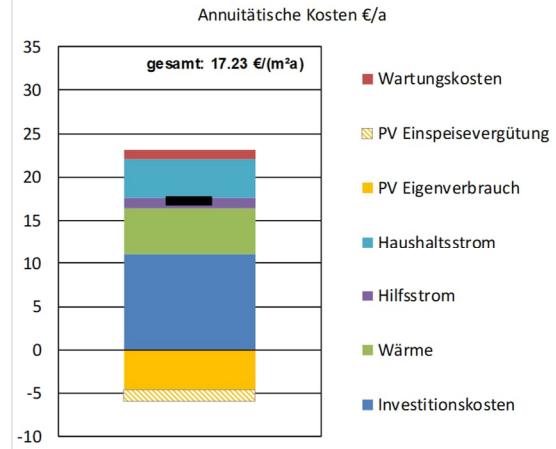


Investitionskosten	Gerät	Montage	€
Lüftungsgerät	5000	3500	€
Splitgerät	3000	3000	€
Durchlauferhitzer	400	1400	€
PV-Anlage mit Batterie	7700	7700	€
<b>Summe</b>		<b>31700</b>	€

Annuitäten: aufs Jahr umgelegte Kosten pro m²	€/(m²a)
Investitionskosten	11.02
Wärme	5.44
Hilfsstrom	1.13
Haushaltsstrom	4.55
PV Eigenverbrauch	-4.60
PV Einspeisevergütung	-1.33
Wartungskosten	1.02
<b>Summe</b>	<b>17.23</b> €/(m²a)



**Annuitätsche Kosten**



**Annuitätsche Gesamtkosten: 2753 €/a**

für Investitionskosten Haustechnik & PV-Anlage, Heizung, Warmwasser, Haushalts- und Hilfsstrom

## 6 Quellen

- [AkkP 42] Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase V, Protokollband Nr. 42: Ökonomische Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen. Passivhaus Institut, Darmstadt, 2013.
- [vbw 2024] vbw / Prognos Strompreisprognose 2024, [https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Wirtschaftspolitik/2024/Downloads/Strompreisprognose\\_2024\\_v4-\(002\).pdf](https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Wirtschaftspolitik/2024/Downloads/Strompreisprognose_2024_v4-(002).pdf), zuletzt abgerufen am 26.9.2025
- [Energy-Charts][https://www.energy-charts.info/charts/price\\_heatmaps/chart.htm?l=de&c=DE&year=2024](https://www.energy-charts.info/charts/price_heatmaps/chart.htm?l=de&c=DE&year=2024), zuletzt abgerufen am 26.9.2025
- [Passipedia 2025] [https://passipedia.de/grundlagen/energiewirtschaft\\_und\\_oekologie/erneuerbare\\_primaerenergie\\_per](https://passipedia.de/grundlagen/energiewirtschaft_und_oekologie/erneuerbare_primaerenergie_per), zuletzt abgerufen am 26.10.2025
- [PHI 2025] [https://database.passivehouse.com/de/components/list/heatpump?filter\\_heat\\_pump\\_type=chpu](https://database.passivehouse.com/de/components/list/heatpump?filter_heat_pump_type=chpu), zuletzt abgerufen am 26.10.2025
- [Woker 2025] Woker Planungsbüro GmbH: Passivhäuser Niebüller Weg 19-29, 30159 Hannover, Entwicklung von Wärmeversorgungs- u. Lüftungskonzepten als Ersatz für die vorhandenen Vitotres 343 Kompaktgeräte in den Passivhäusern. Hannover, August 2025.