

Wärmepumpen und Photovoltaikanlage

Eine sinnvolle Kombination?

*Herzlich Willkommen beim
Energieberater und Ingenieurbüro
EffizienzGebäude - Ulrich Greiling*

Inh. Ulrich Greiling
Tel.: 015159895027
E-Mail: info@energieberaterEG.de
Web: EffizienzGebäude.de
Nachtigallenweg 4
DE-48282 Emsdetten

Inhaltsverzeichnis

1. Die Vision der Bundesregierung
2. Potenziale in der thermische Gebäudehülle
3. Voraussetzungen für effiziente Wärmepumpen
4. Zusammenspiel zwischen Wärmepumpe und PV
5. Förderung 2024
6. E-Auto und die Möglichkeit der PV-Stromspeicherung

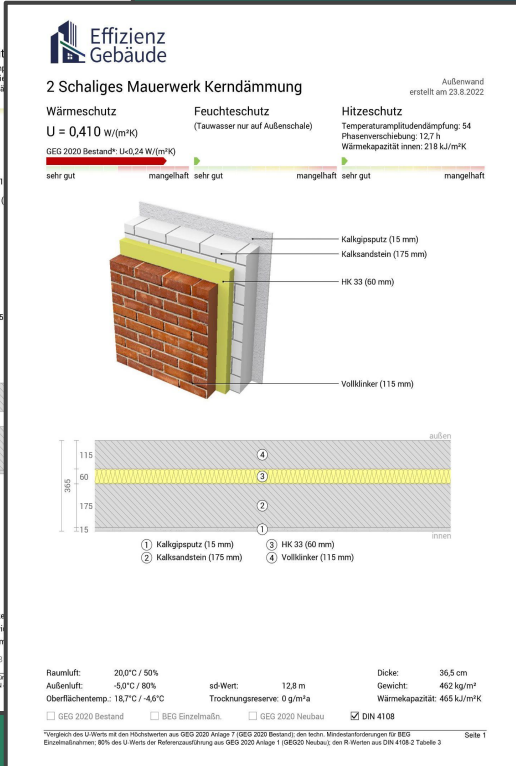
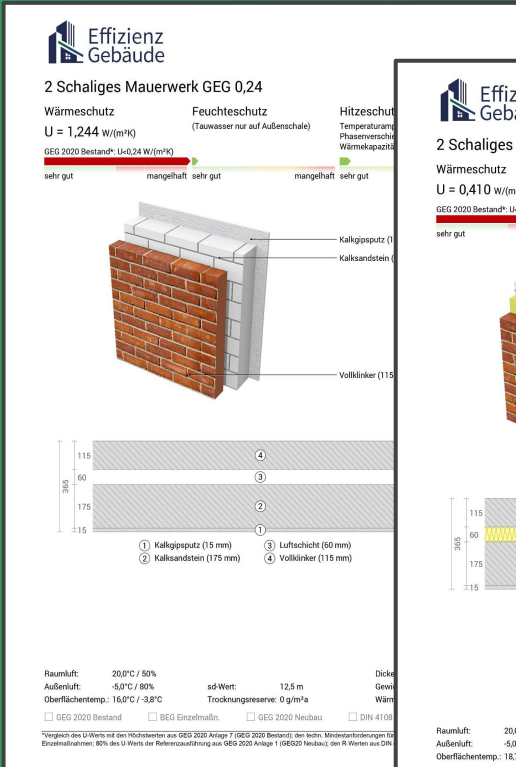


Die Vision der Bundesregierung

Die Zukunft in dem Gebäudesektor kann nur aus einem Zusammenspiel verschiedener Faktoren funktionieren.

- Potenziale heben durch sinnvolle und kosteneffiziente Verbesserungen der energetische Hülle
- Erneuerbare Energien ersetzen fossile Brennstoffe wie Öl und Gas im zentralen Heizsystem.
- Das Elektroauto wird aktiver Bestandteil der Energieversorgung und dient als Batteriespeicher für den Solarstrom zwischen Tag und Nacht.
- Die Photovoltaikanlage auf dem Dach erzeugt CO₂-neutrale Energie fürs Gebäude und E-Auto.

Potenziale in der thermische Gebäudehülle - Außenwand



- Der U-Wert eines Bauteils beschreibt die Wärmedurchlässigkeit. Je höher der U-Wert, desto mehr Wärme geht über das Bauteil verloren.
- Die ersten 4-6 cm sind "EXTREM" wichtig, da sie den Wärmeverlust mehr als halbieren.
- Die Einblasdämmung ist meist die kostengünstigste Variante ein 2-schaliges Mauerwerk im Nachhinein zu dämmen.

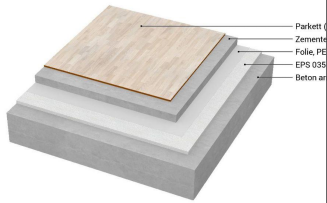
Potenziale in der thermische Gebäudehülle - Kellerdecke

Kellerdecke ohne Dämmung

Wärmeschutz
 $U = 0,899 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 GEG 2020 Bestand*: $U < 0,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

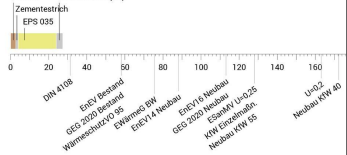
Feuchteschutz
 Kein Tauwasser
 sehr gut

Hitzeschutz
 Temperaturamplitudenbegrenzung: >100
 Phasenverschiebung: nicht relevant
 Wärmekapazität innen: 359 kJ/m²K



Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%
 Unbeheizter Raum: 5,0°C / 80%
 Oberflächentemp.: 16,6°C / 5,6°C

sd-Wert: 67,5 m
 Trocknungsreserve: 36 g/m²a

GEG 2020 Bestand GEG Einzelmaßn. GEG 2020 Neubau DIN 4108

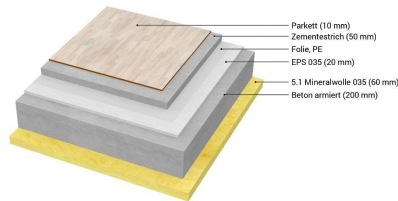
*Vergleich des U-Werts mit den Richtwerten aus GEG 2020 Anlage 7 (GEG 2020 Bestand); der techn. Mindestanforderung Einzelmaßnahmen: 80% des U-Werts der Referenzaufführung aus GEG 2020 Anlage 1 (GEG2020 Neubau); den R-Werten

Kellerdecke nachgedämmt 6cm

Wärmeschutz
 $U = 0,354 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 GEG 2020 Bestand*: $U < 0,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

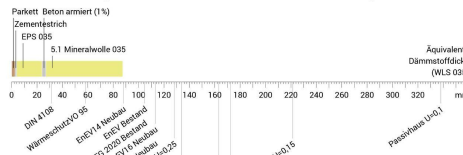
Feuchteschutz
 Kein Tauwasser
 sehr gut

Hitzeschutz
 Temperaturamplitudenbegrenzung: >100
 Phasenverschiebung: nicht relevant
 Wärmekapazität innen: 359 kJ/m²K



Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%
 Unbeheizter Raum: 5,0°C / 80%
 Oberflächentemp.: 18,6°C / 5,2°C

sd-Wert: 67,5 m
 Trocknungsreserve: 118 g/m²a

Dicke: 34,0 cm
 Gewicht: 567 kg/m²
 Wärmekapazität: 515 kJ/m²K

GEG 2020 Bestand GEG Einzelmaßn. GEG 2020 Neubau DIN 4108

*Vergleich des U-Werts mit den Richtwerten aus GEG 2020 Anlage 7 (GEG 2020 Bestand); den techn. Mindestanforderungen für GEG Einzelmaßnahmen: 80% des U-Werts der Referenzaufführung aus GEG 2020 Anlage 1 (GEG2020 Neubau); den R-Werten aus DIN 4108-2 Tabelle 3

- Die Kellerdecke wird meistens in der Betrachtung einer effizienten Gebäudehülle "vergessen".
- Warme Keller sind ein Zeichen von schlechter Kellerdeckenisolierung, da viel Wärme aus dem Wohnbereich in den Keller abgegeben wird.
- Der Keller sollte ca. 12-13°C warm sein.
- Kellerdecken kann man sehr gut auch selbst nachdämmen.

Wärmepumpe

Mithilfe einer **Wärmepumpe** wird die Umweltwärme aus **Erdreich, Grundwasser oder Luft** genutzt, um ihr Gebäude zu heizen. Dabei wird die Wärme der Umwelt entzogen und mit Hilfe eines Kältekreislaufs auf ein höheres Temperaturniveau gebracht. Der Kältekreislauf in der **Wärmepumpe** wird mit einem Kompressor betrieben, der Strom verbraucht.

Arten der Wärmepumpe

Luft-Wasser Wärmepumpe Sole-Wasser Wärmepumpe - Erdkolektor

Sole-Wasser Wärmepumpe - Erdsonde







Untergrund	Spezifische Entzugsleistung
Trockener, sandiger Boden	10–15 W/m ²
Feuchter, sandiger Boden	15–20 W/m ²
Trockener, lehmiger Boden	20–25 W/m ²
Feuchter, lehmiger Boden	25–30 W/m ²
Grundwasserführender Boden	30–35 W/m ²

Untergrund	Spezifische Entzugsleistung
Allgemeine Richtwerte	
Schlechter Untergrund (trockenes Sediment)	20 W/m
Normaler Festgesteins-Untergrund und wassergesättigtes Sediment	50 W/m
Festgestein mit hoher Wärmeleitfähigkeit	70 W/m
Einzelne Gesteine	
Kies, Sand, trocken	< 20 W/m
Kies, Sand, wasserführend	55–65 W/m
Ton, Lehm, feucht	30–40 W/m
Kalkstein (massiv)	45–60 W/m
Sandstein	55–65 W/m
Saure Magmatite (z. B. Granit)	55–70 W/m
Basische Magmatite (z. B. Basalt)	35–55 W/m
Gneis	60–70 W/m



TGA Heizung NA DIN EN 12831-1:2020

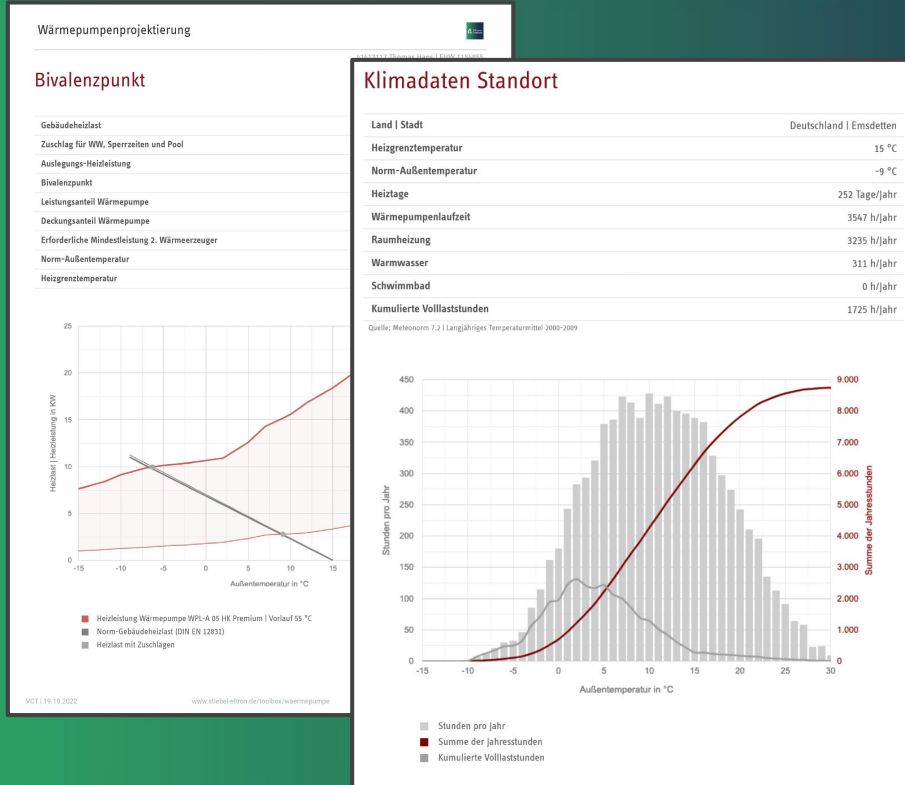
Katalogbauteile

Kenntnis	Bauteil
Wand gegen Außenluft	
	Außenwand Gesamtdicke: 40 cm Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen 1 Gipsputz ohne Zuschlag 2 Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³) 3 Mineral- und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 035) 4 Vollklinker, Hochlochklinker, Keramikklinker, NM/DM (1800kg/m³)
Decke / Boden gegen beherr.	
	Oberste Geschossdecke Gesamtdicke: 20 cm Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen A Homogener Schichtaufbau (10 %) 1 Gipskartonplatten (DIN 18180) 2 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) 3 Gipskartonplatten (DIN 18180) B Gefachenteil (90 %) 1 Gipskartonplatten (DIN 18180) 2 Mineral- und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 040) 3 Gipskartonplatten (DIN 18180)
Dach	
	Dach Gesamtdicke: 19 cm Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen A Homogener Schichtaufbau (10 %) 1 Gipskartonplatten (DIN 18180) 2 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) 3 Kunststoff-Dachbahn PVC-F. (DIN 18730) B Gefachenteil (90 %) 1 Gipskartonplatten (DIN 18180) 2 Mineral- und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 040) 3 Kunststoff-Dachbahn PVC-F. (DIN 18730)
Boden gegen Erdreich	
	Bodenplatte Gesamtdicke: 23 cm Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen 1 Keramik - Porzellan-Platten (DIN 12524) 2 Zement-Estrich 3 Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 040 - > 20 kg/m³) 4 Beton armiert mit 1% Stahl (DIN 12524)

Herr Ulrich Greling Seite - 2 -

TGA Heizung NA DIN EN 12831-1:2020

Projekt-Nr. / Bezeichnung	221024 / Heizlastberechnung + Wärmepumpenauslegung		
ERGEBNIS ZUSAMMENSTELLUNG GEBÄUDE	Datum: 12.12.2022	Seite: G2	
GEBÄUDEDATEN			
Nettogrundfläche	A_{NGF}	207 m²	
Bruttovolumen	V_o	494 m³	
Hüllfläche	$A_{Hüll}$	490 m²	
WÄRMEVERLUSTKOEFFIZIENTEN			
Transmission	ΣH_T	348 W/K	
Lüftung	ΣH_V	52 W/K	
Summe	ΣH	400 W/K	
WÄRMEVERLUSTE			
Transmission			
an Außenluft	$\Sigma \Phi_{T,se}$	8337 W	
an unbeheizte Bereiche oder Nachbargebäude	$\Sigma \Phi_{T,geb}$	1682 W	
an andere Nutzungseinheiten	$\Sigma \Phi_{T,abE}$	- W	
an Erdreich	$\Sigma \Phi_{T,ig}$	149 W	
Summe	$\Sigma \Phi_T$		10168 W
Lüftung			
durch Leckagen, ALD oder Nutzung oder Mindestwert	$\Sigma \Phi_{V,leakage,i}$	1511 W	
Zuluftvolumenstrom	$\Sigma \Phi_{V,sup,i}$	- W	
Überström-Luftvolumenstrom	$\Sigma \Phi_{V,transfer,i}$	- W	
Summe	$\Sigma \Phi_V$		1514 W
HEIZLAST			
Standard-Heizlast	Φ_{stand}		11682 W
Zuschlag erhöhte Innentemperatur oder Aufheizzuschlag	Φ_{zuschl}		- W
Norm-Heizlast	Φ_{HL}		11682 W
spez. Werte	Φ_{HL}		56 W/m²
	Φ_{HL}		24 W/m³

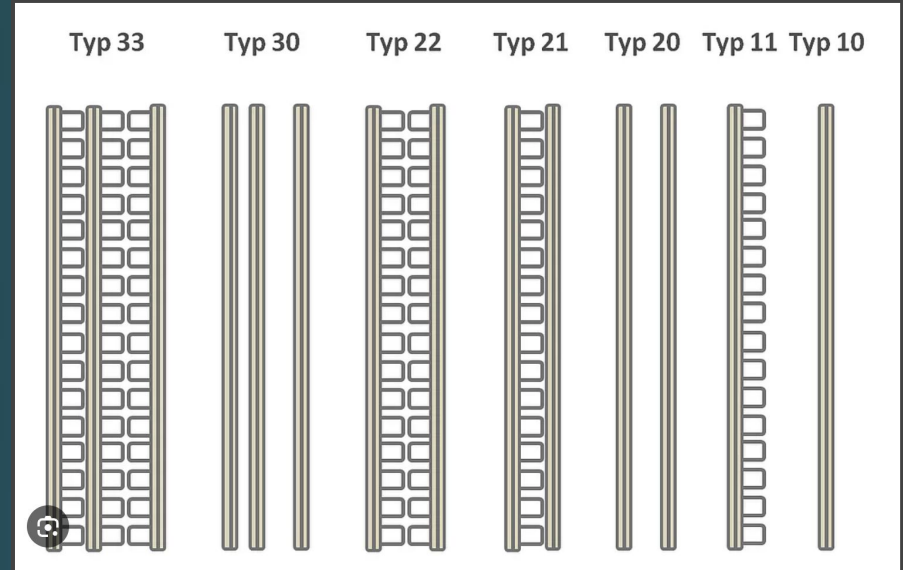
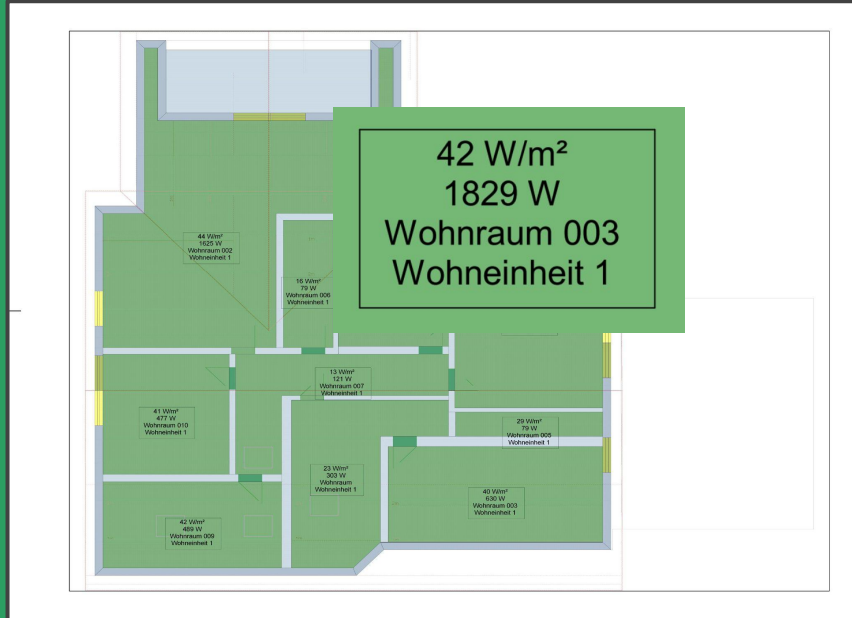


Basierend auf der Gebäudeheizlast wird eine Wärmepumpengröße ausgewählt. Diese sollte nicht zu groß (Viele Starts und Stopps), aber auch nicht zu klein (Häufiger Einsatz des Heizstabs) sein. Es gibt für jedes normale Ein oder Zweifamilienhaus mittlerweile effiziente, leise und optisch ansprechende Wärmepumpenlösungen

Heizungsoptimierung

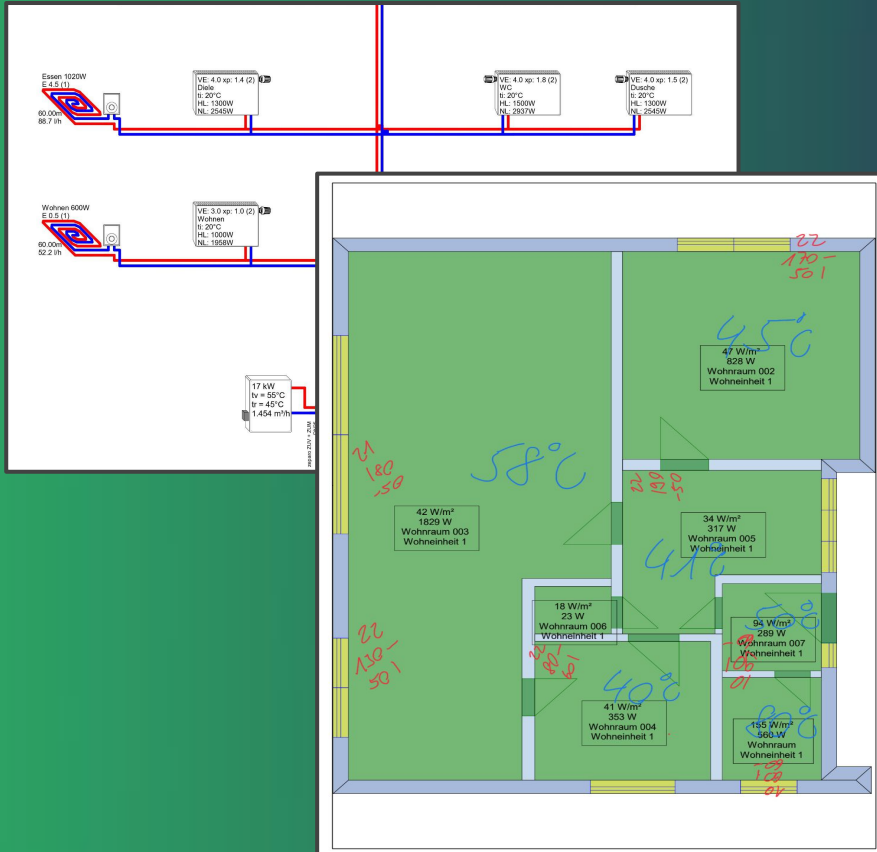
Bei der Heizungsoptimierung werden Möglichkeiten untersucht, wie das Heizungssystem verbessert werden kann. Dies beginnt bei der Heizung und geht über die Verteilleitungen bis zu den Heizflächen (Heizkörper und Fußbodenheizung).





- Mit einer Fußbodenheizung funktioniert eine Wärmepumpe eigentlich immer sehr effizient.
- ABER: Es geht auch mit Heizkörpern, nur muss man hier genauer hinschauen!!!

Raumweise Heizlastberechnung - Heizkörper



- Eine Wärmepumpe sollte immer Außentemperatur geführt sein. Das bedeutet, wenn es draußen wärmer wird, senkt sich die Vorlauftemperatur ab.
- Die maximale Vorlauftemperatur von 55°C sollte bei -10° Außentemperatur nicht überschritten werden.
- Hierdurch lässt sich ein sehr effizienter Betrieb im Großteil des Winters sicherstellen.
- Während extrem kalten Tagen unterstützt der Heizstab die Wärmepumpe, um das Gebäude zu beheizen. Es wird **IMMER** warm auch bei -15°C, jedoch verliert die Anlage an Effizienz.

Einbau einer Hybridheizung:

Eine weitere Option ist der Einbau einer sogenannten Hybridheizung. Diese ist eine Heizung, bei der maximal 35 Prozent der verbrauchten Wärme mit fossilen Brennstoffen erzeugt werden. Der restliche Anteil von mindestens 65 Prozent muss durch erneuerbare Energien (Biomasse, Wärmepumpe, Solarthermie, grüne Gasen oder einen Heizstab oder eine Heizpatrone betrieben mit PV-Strom vom Dach des Gebäudes oder aus dem Quartier) bereitgestellt werden. Die Einhaltung dieser Vorgabe ist grundsätzlich anhand von Schätzungen vorab zu berechnen. Zur Vereinfachung und unbürokratischen Umsetzung dieser Vorgabe wird bei einer Hybridheizung bestehend aus fossilen Gas- oder Ölkesseln in Kombination mit einer elektrischen Wärmepumpe die Einhaltung der 65-Prozent-Pflicht angenommen, sofern der Leistungsanteil der Wärmepumpe 30 Prozent oder höher ist.

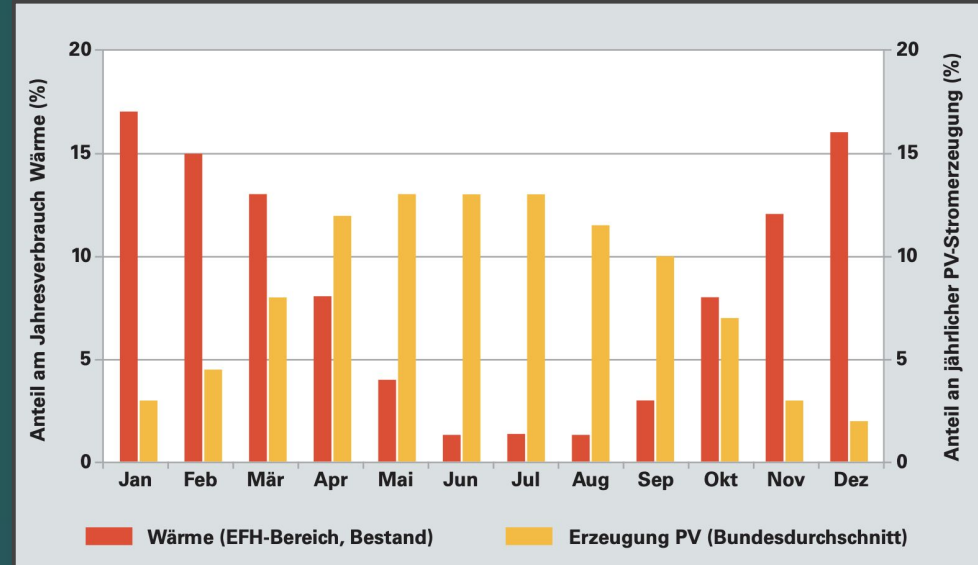
Die Leistung der Wärmepumpe muss hierfür beim Prüfpunkt A2/W35 mindestens 30 Prozent der Norm-Heizlast des Gebäudes betragen. **Die Anforderung gilt als erfüllt, wenn die Leistung der Wärmepumpe beim Prüfpunkt A2/W35 mindestens 30 Prozent der Leistung des als Spitzenlasterzeugers installierten Brennwertkessels entspricht.**

Photovoltaikanlage

Eine **Photovoltaikanlage**, auch PV-Anlage (bzw. PVA) oder Solargenerator genannt, **ist** eine Solarstromanlage, in der mittels Solarzellen ein Teil der Sonnenstrahlung in elektrische Energie umgewandelt wird. Die dabei typische direkte Art der Energiewandlung bezeichnet **man** als **Photovoltaik**.



- Wärmepumpe und PV-Anlage arbeiten jahreszeitlich versetzt. Der Großteil der Wärme wird in den Wintermonaten verbraucht und der Großteil der Solarerträge wird in den Sommermonaten erzeugt.
- Das Diagramm zeigt den Stromverbrauch der Wärmepumpe, der der Stromerzeugung der PV Anlage entspricht.
- Bei perfekter Speicherung könnte ca. 40% aus der PV Anlage in die Wärmepumpe übertragen werden.
- REAL sind jedoch 20-25% beim Einsatz eines PV Speichers.



Es gibt grundsätzlich 2 verschiedene Arten eine PV Anlage zu betreiben.

1. Eigenverbrauchsoptimierter Betrieb:

Einspeisevergütung 8,6 Cent/kWh bis 10 kWp, darüber 7,5 Cent/kWh)

Der Eigenverbrauch ist in diesem Betrieb zu maximieren. Hier spielen Batteriespeicher eine entscheidende Rolle. Sinnvoll ist hier auch eine Ost-West Ausrichtung, um die Eigenverbrauchsstunden zu optimieren.

Je mehr große Verbraucher vorhanden sind (Wärmepumpe, E-Auto usw.), desto mehr elektrische Energie kann selbst verbraucht werden.

Speziell E-Autos spielen hier eine große Rolle, da diese zeitlich flexibel an die Wallbox angeschlossen werden können und zielgerichtet geladen werden können.

2. Volleinspeisung:

Einspeisevergütung 13,4 Cent/kWh bis 10 kWp, darüber 11,3 Cent/kWh)

Sinnvoll bei sehr großen Dachflächen und nicht entsprechendem Eigenverbrauch.

Direkte Südausrichtung am sinnvollsten.

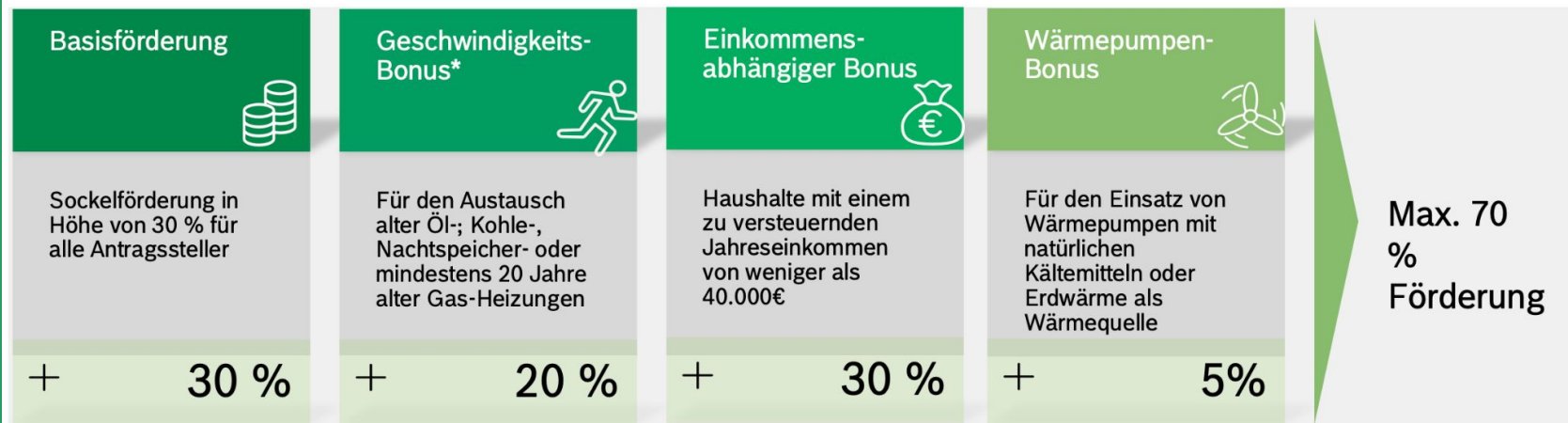
Best Practice

1. Der wirtschaftlichste Betrieb einer Photovoltaikanlage lässt sich über den Eigenverbrauch darstellen.
2. Die PV-Anlage sollte an den Stromverbrauch angepasst sein. Hier sollten zukünftige Änderungen mit einbezogen werden. (Wärmepumpen Pflicht in 2024, Anschaffung von E-Autos in den nächsten Jahren, Umbau zum Mehrgenerationenhaus...)
3. Die PV-Anlage sollte ca. 15-25% mehr elektrische Energie erzeugen als Sie im Haushalt verbrauchen. Jedes kWp erzeugt ca. 900 kWh pro Jahr.
Beispiel: Verbrauch 4000 kWh pro Jahr => ungefähre Anlagengröße 5,3 kWp.
4. Die Größe des Batteriespeichers sollte so gewählt werden, dass Sie hierdurch sinnvoll über die Nacht kommen.
Beispiel: Verbrauch 4000 kWh pro Jahr => ca. 5 kWh.
5. E-Autos können sehr gut zur Effizienzsteigerung der PV-Anlage genutzt werden, da diese zeitlich flexibel angesteckt werden können.
Ein E-Auto erhöht den Stromverbrauch um ca. 3000 kWh bei einer Fahrleistung von 15.000 km/Jahr.

1. Ältere Ehepaar im Einfamilienhaus mit einem Stromverbrauch von ca. 2.500 kWh. Die Gasheizung wurde erneuert und das Auto von 2020 soll so lange gefahren werden, bis es kaputt ist.
=> Die PV-Anlage sollte auf maximal 4 kWp ausgelegt werden und auf den Batteriespeicher kann unter Umständen vollständig verzichtet werden.
2. Junge Familie mit 3 Kindern im Einfamilienhaus und einer alten Ölheizung. Es wird nächstes Jahr die Ölheizung gegen eine Luft-Wasser-Wärmepumpe getauscht und langfristig soll ein E-Auto als Zweitwagen die Familie bei kurzen Trips in der Stadt und ins Umland unterstützen. Der Stromverbrauch liegt bei ca. 5.000 kWh. Der Ölverbrauch liegt bei ca. 2.500 Litern.
Überschlägige Abschätzung des zukünftigen Stromverbrauchs:
1 Liter Öl enthält 10 kWh thermische Energie => 25.000 kWh
Die Jahresarbeitszahl eines gut ausgelegten Wärmepumpensystems im Altbau erreicht ca. 3,5 => 7150 kWh elektrischer Energie.
Das E-Auto fährt ca. 8.000 km/Jahr ca. 1600 kWh/Jahr
Stromverbrauch nach Fertigstellung: $13750 \text{ kWh/Jahr} * 0,3 \text{ Euro/kWh} = 4125 \text{ Euro}$.
=> Die PV-Anlage würde sinnvollerweise das gesamte Dach bedecken und wenn möglich ca. 18 kWp betragen. Der Batteriespeicher würde mit ca. 10 kWh dimensioniert werden.

Gesetzgebung und Förderung DE

Aktuelles Förderkonzept



Förderfähige Kosten:

Investitionskosten für 1. WE auf **maximal 30.000€ gedeckelt**

- Maximale **Basisförderung** von **9.000€**
- **Höchstfördersatz** von **21.000€**

+15.000€ Für die 2.- 6. WE

+8.000€ Für jede weitere WE

Hinweis:

Sollte das zu **versteuernde Einkommen unter 40.000€** liegen, werden immer die **neuen Förderbedingungen** empfohlen

→ Ausnahme: Wärmepumpenbonus + Heizungstauschbonus + Kosten über 52.600€

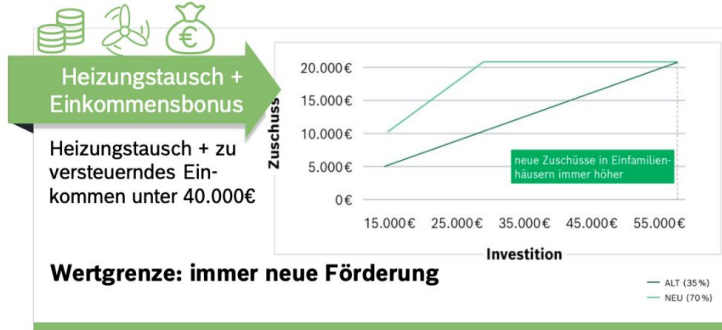
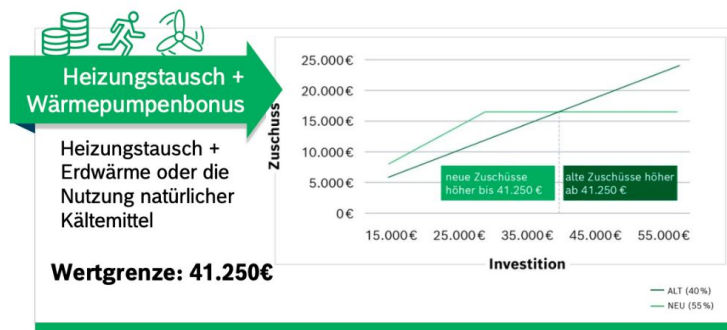
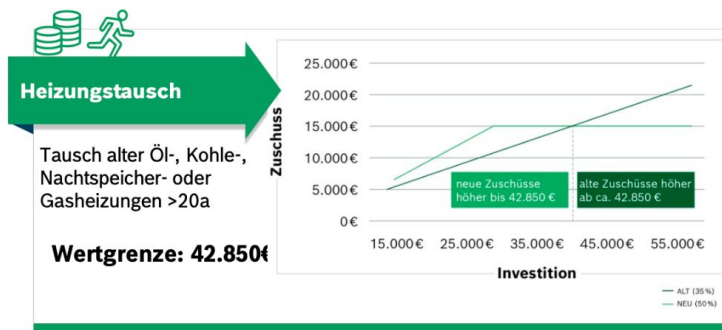
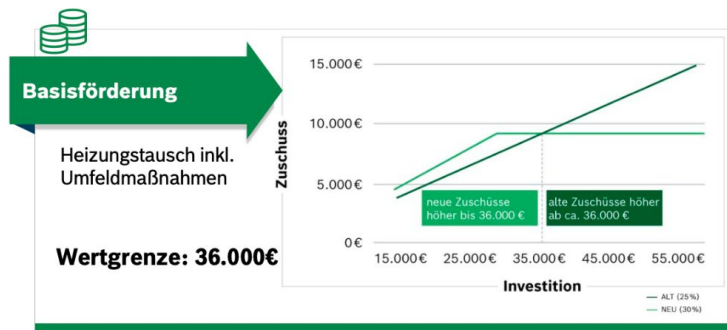
Achtung:

Sollte bereits ein Förderantrag gestellt worden sein und dieser aufgrund einer möglichen höheren Förderung zurückgezogen werden, gilt eine **Sperrfrist von 6 Monaten**.

Kreditförderung

Vergünstigte KfW Kredite für Haushalte mit einem zu versteuernden Einkommen **bis 90.000€**

Gesetzgebung und Förderung DE Alte oder neue Förderung?



Aktuelle Marktpreise:

Luft Wasser Wärmepumpe:

normales Einfamilienhaus ca. 29.000-33.000 Euro

Förderung bis zu 40% (nächste Jahr 55% bei 30.000)

Sole Wasser Wärmepumpe:

Bohrung ca. 1.700 Euro pro kW Heizleistung (Normales Einfamilienhaus ca. 8 kW)

PV-Anlage mit Batteriespeicher:

Pro kWp ca. 1.100 - 1.300 Euro

Pro kWh Batteriespeicher ca. 500 - 800 Euro

Bidirektionales Laden



Vielen Dank für Ihre Zeit!

Haben Sie noch Fragen?

Ihr Team von

