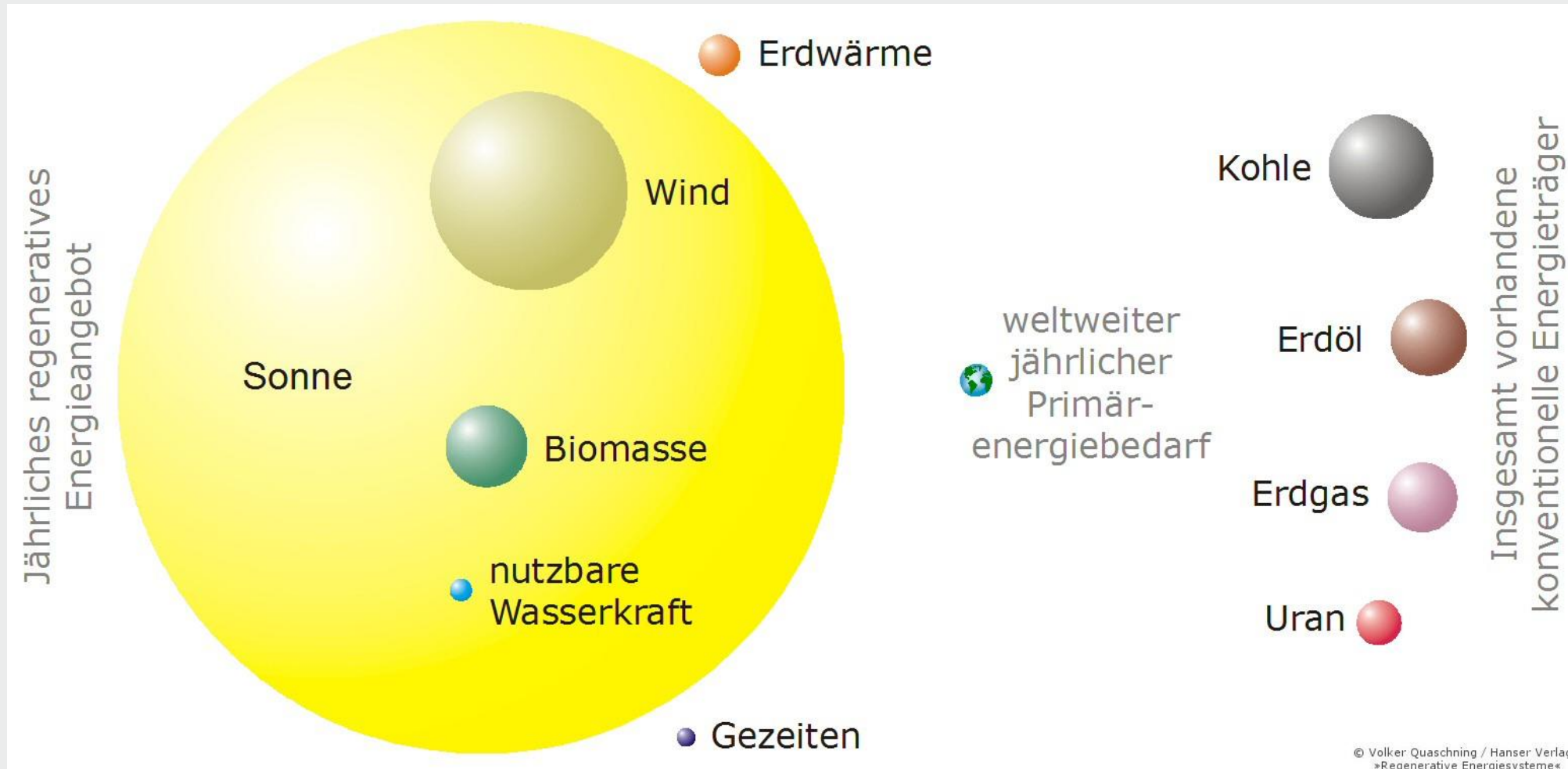
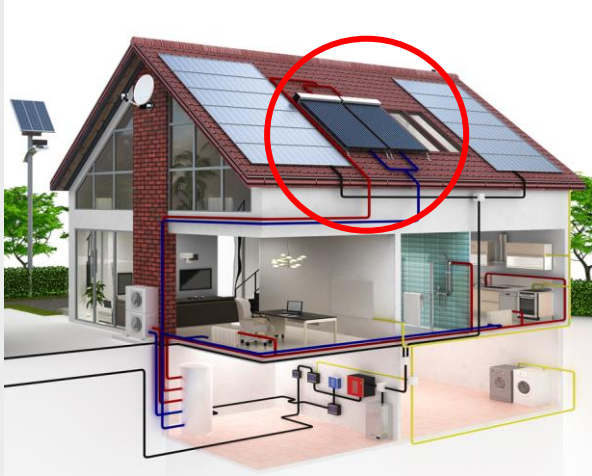


# **Grüne Energie vom eigenen Dach: Grundlagen der Photovoltaik- und Solarthermienutzung**

# Überblick



## Funktionsprinzipien

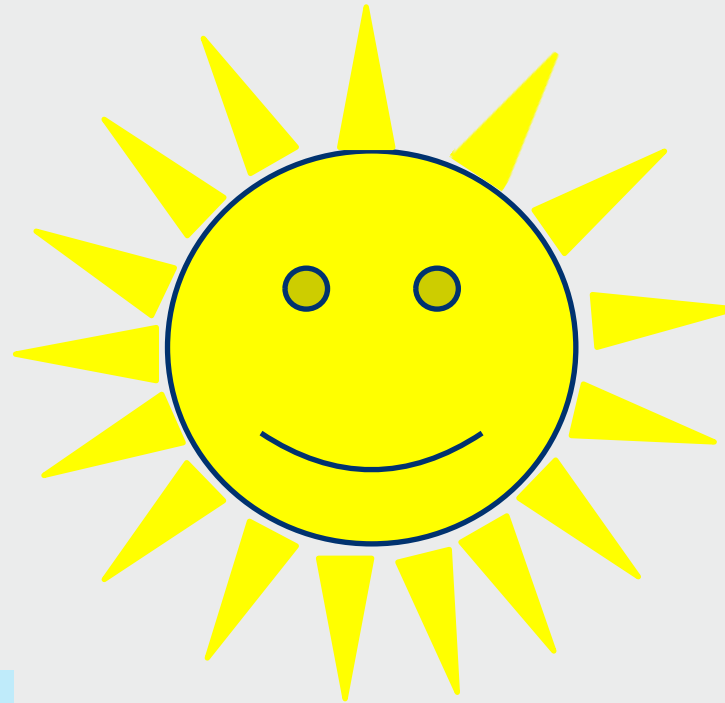


Thermische Solaranlage

Solarkollektor



**Wärme**  
für Warmwasser/ Heizung



Photovoltaikanlage

Photovoltaikzellen (Paneele)



**Strom**

# Wärme- und Stromerzeugung über Solarenergie

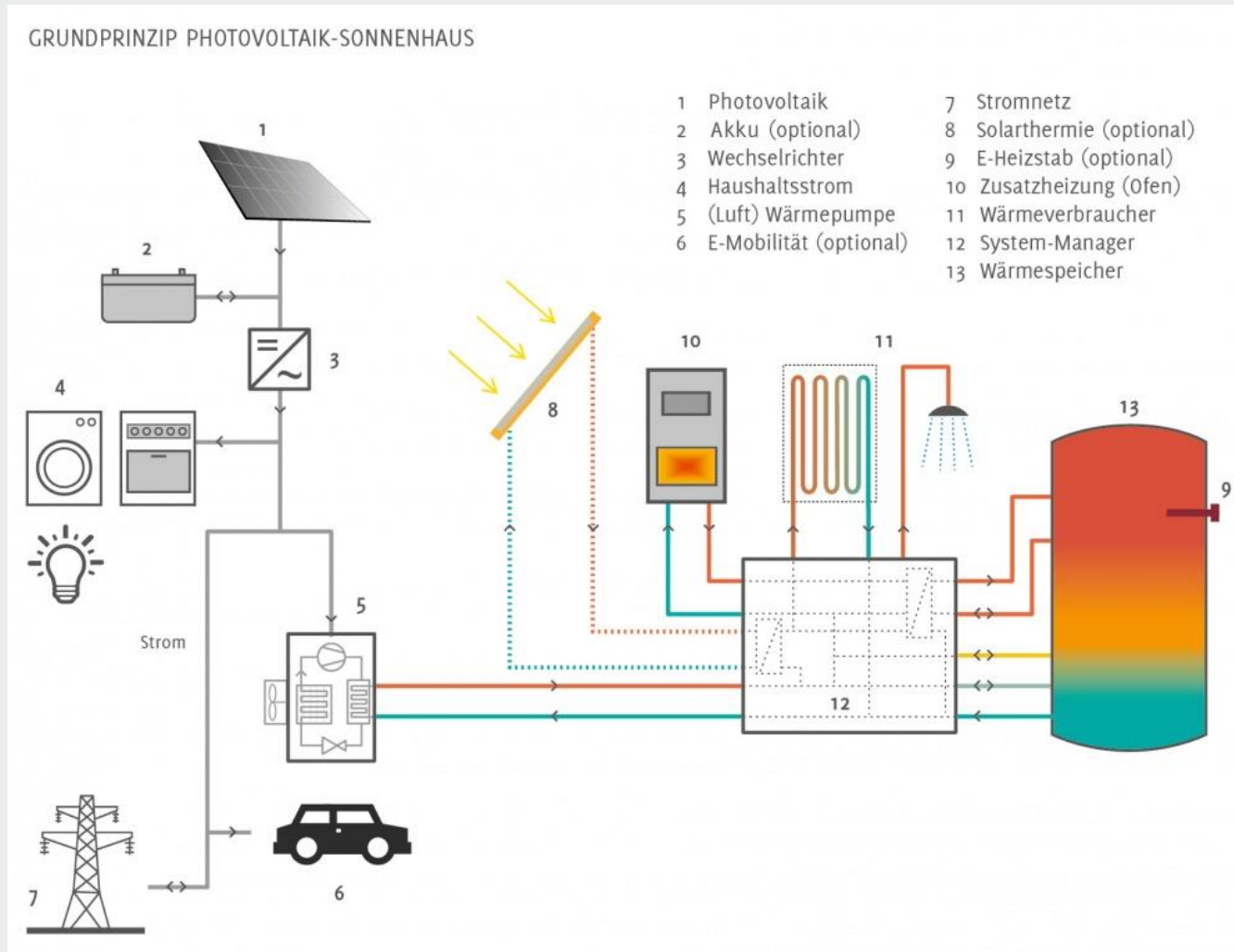
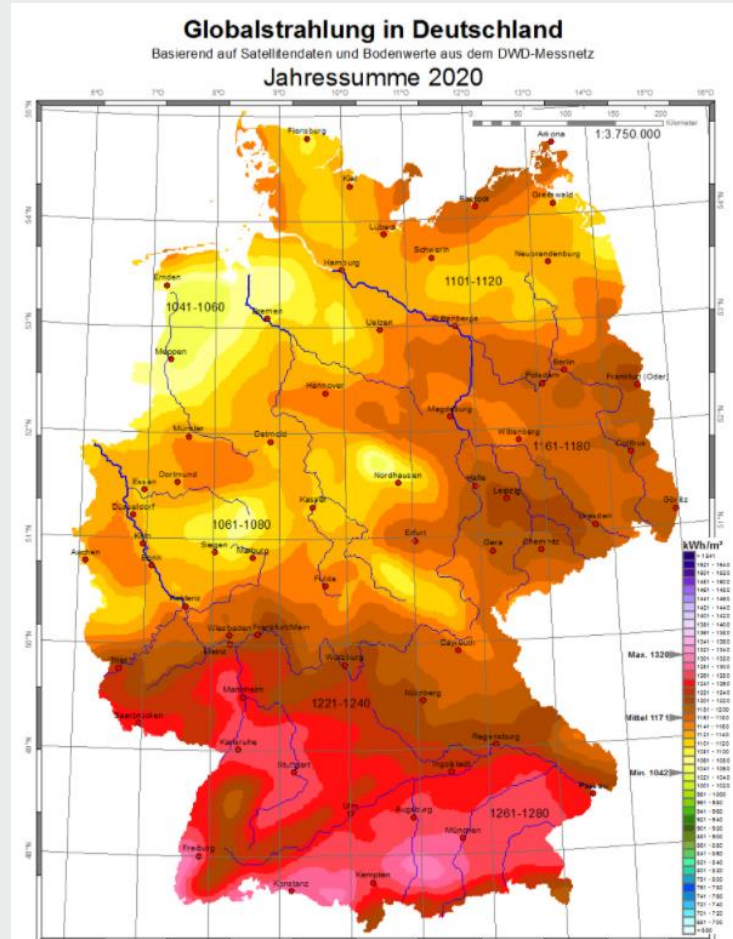


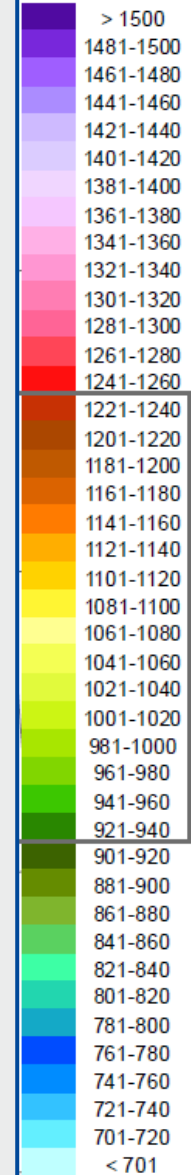
Bild: Sonnenhaus-Institut e.V.

# Strahlungskarte 2020



## Jahressumme

kWh/m<sup>2</sup>



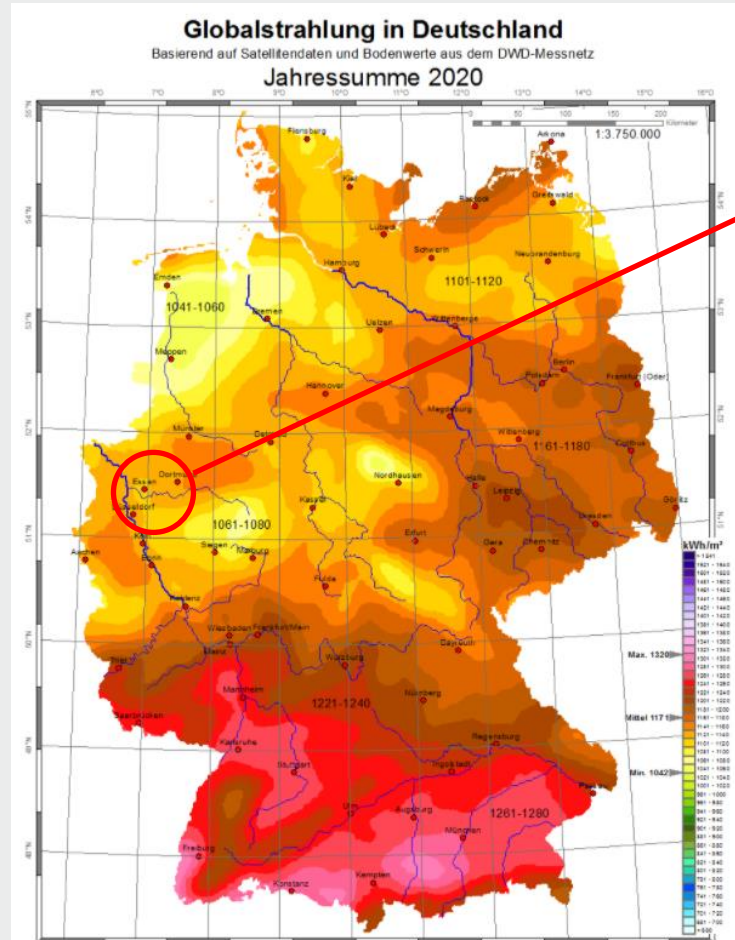
## Statistische Werte:

**Maximum:** 1320 kWh/m<sup>2</sup>

**Mittel:** 1171 kWh/m<sup>2</sup>

**Minimum:** 1042 kWh/m<sup>2</sup>

# Strahlungskarte 2020

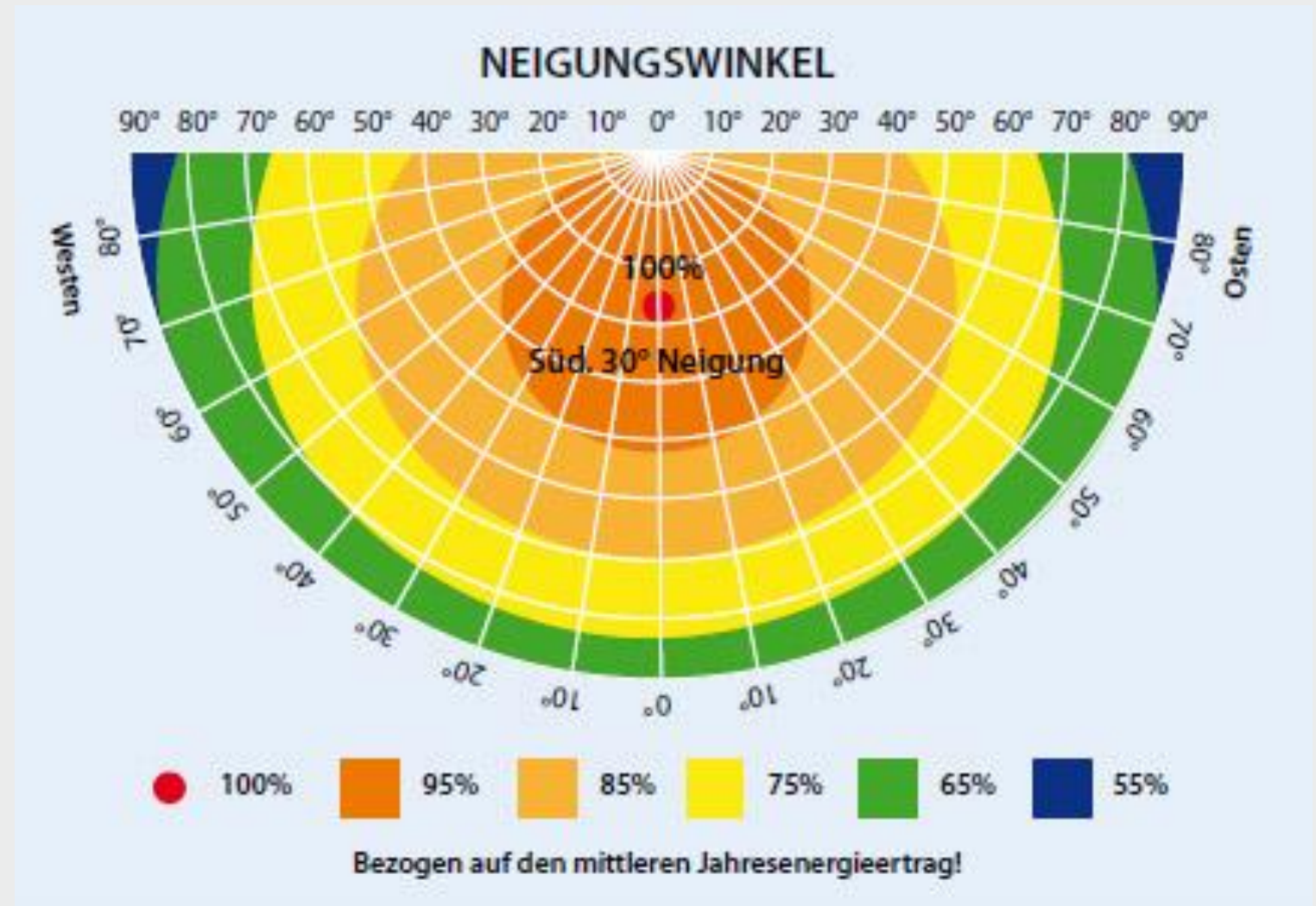


Statistische Werte:  
Ruhrgebiet: 1161 - 1180 kWh/m<sup>2</sup>

# Ertrag

Abhängigkeit von:

- Dachneigung
- Ausrichtung
- Größe
- Qualität des Kollektors

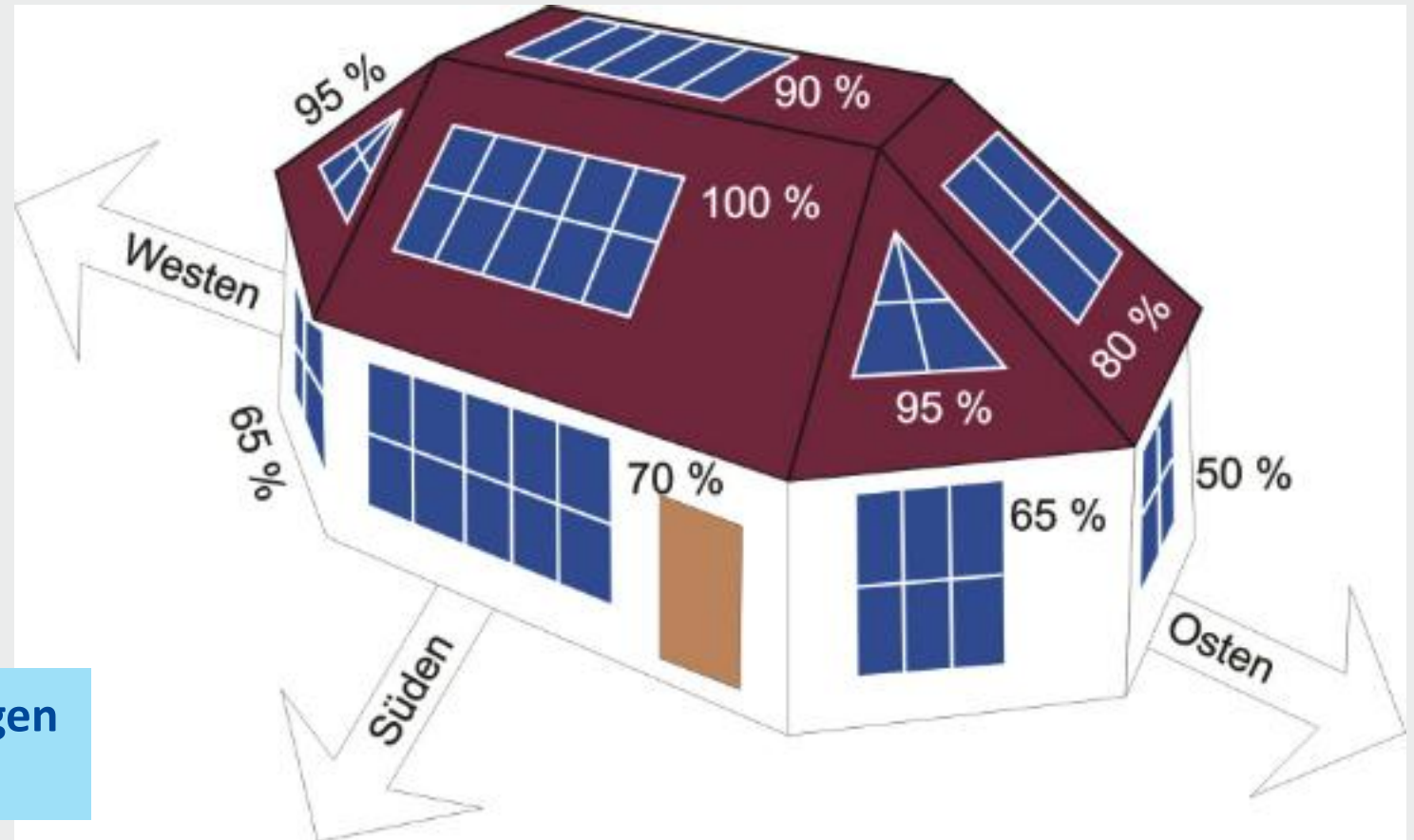


## Ertrag

Abhängigkeit von:

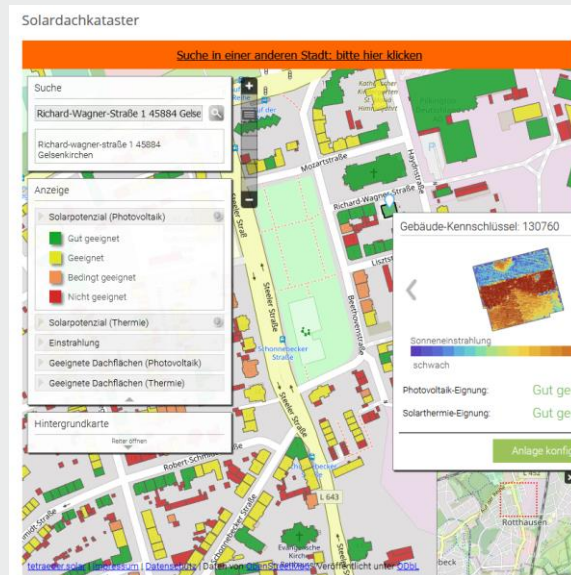
- Dachneigung
- Ausrichtung

**PV – Anlagen sind empfindlich gegen Verschattung**



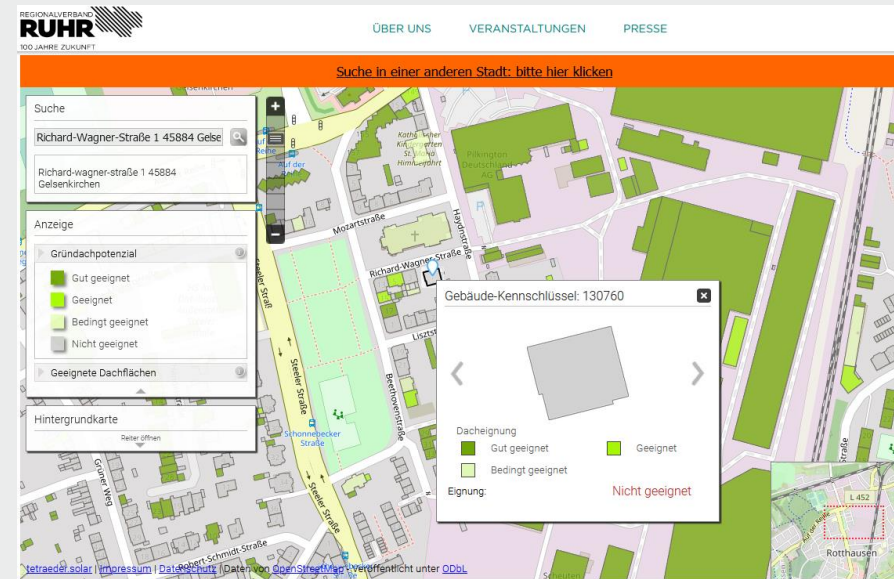


# Solarpotenzialkataster zur Recherche zuhause



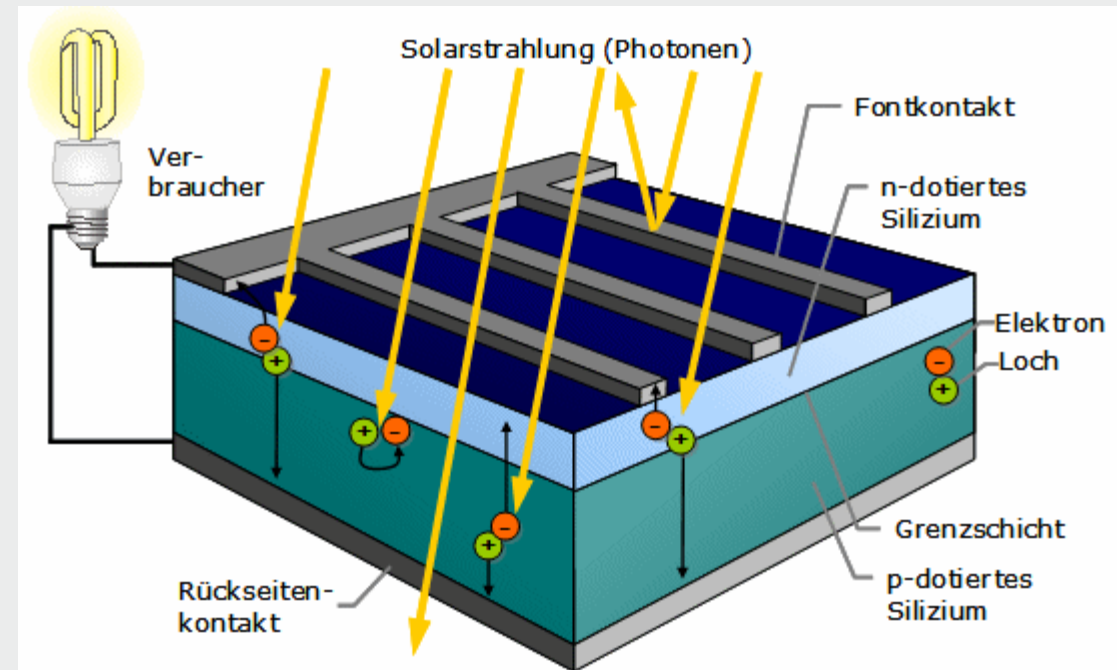
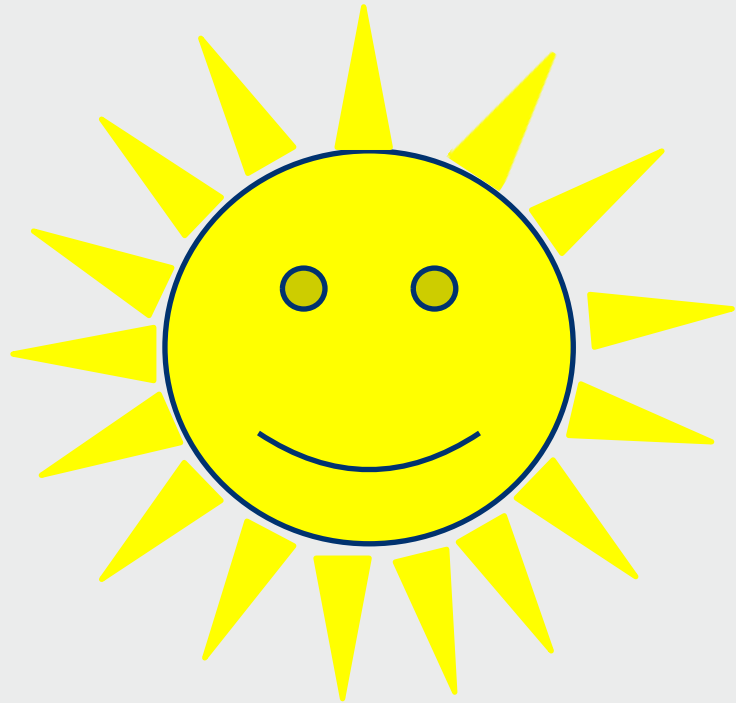
## SolarGEdacht

Netzwerk zur Förderung der Solarenergienutzung in Gelsenkirchen



Gründachkataster des Regionalverbands Ruhr und der Emschergenossenschaft

# Funktionsprinzip



# Arten von Photovoltaik-Zellen

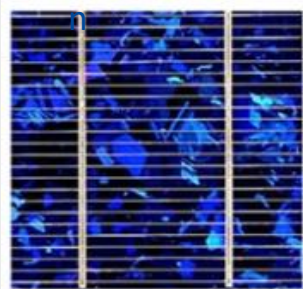
## Anorganisches Material

Monokristallin

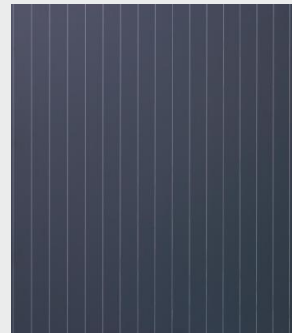


Quelle: [www.solarnova.de](http://www.solarnova.de)

Polykristalli

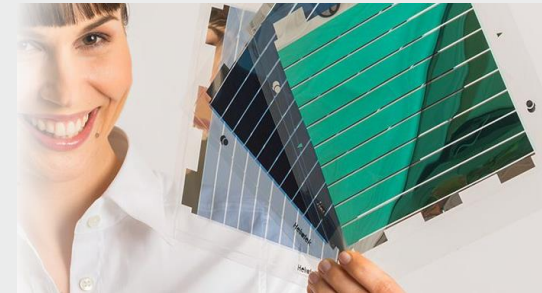


Amorphe Solarzelle

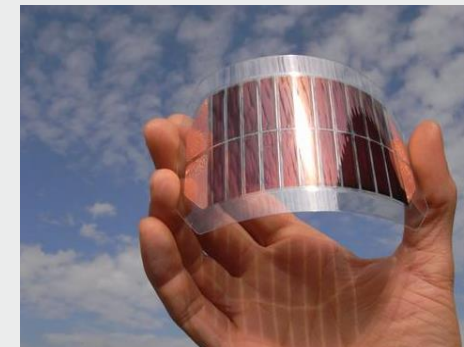


Quelle: [www.voelkner.de](http://www.voelkner.de)

## Organisches Material



Quelle:  
[www.helitek.com](http://www.helitek.com)



Quelle:  
[www.ingenieur.de](http://www.ingenieur.de)

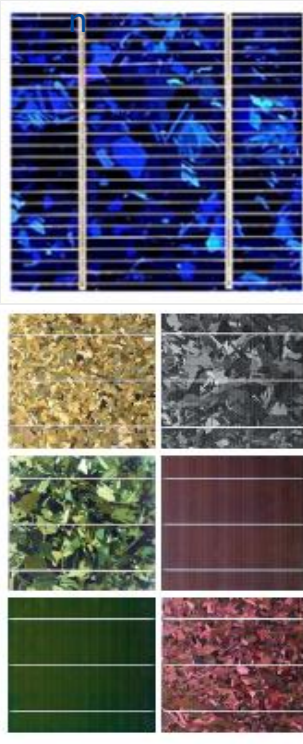
# Wirkungsgrade von Photovoltaik-Zellen

## Anorganisches Material

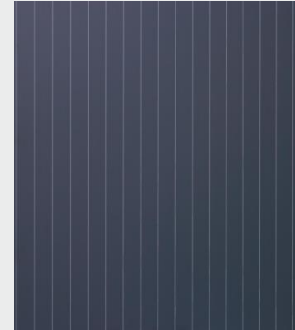
Monokristallin



Polykristalli



Amorphe Solarzelle



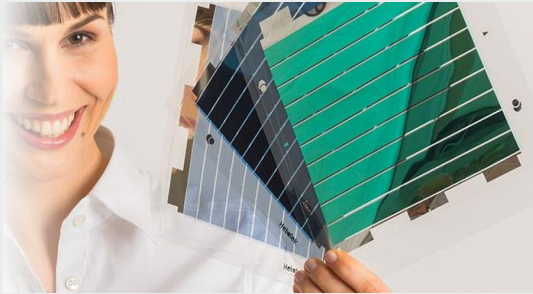
**20 %** bei monokristallinen Zellen  
**16 %** bei polykristallinen Zellen  
**5 - 7 %** bei amorphen Zellen

### Lebensdauer

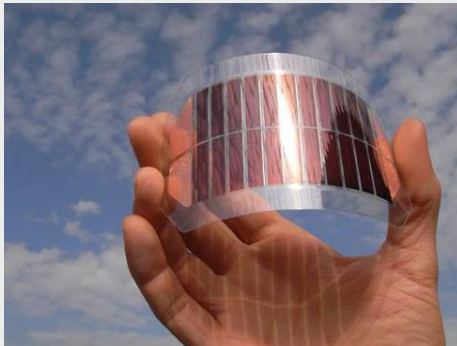
kristallin: > 30 Jahre  
amorph: > 20 Jahre

# Arten von Photovoltaik-Zellen

## Organisches Material



Quelle:  
[www.helitek.com](http://www.helitek.com)



Quelle:  
[www.ingenieur.de](http://www.ingenieur.de)

**12 %\*** bei opaken Zellen

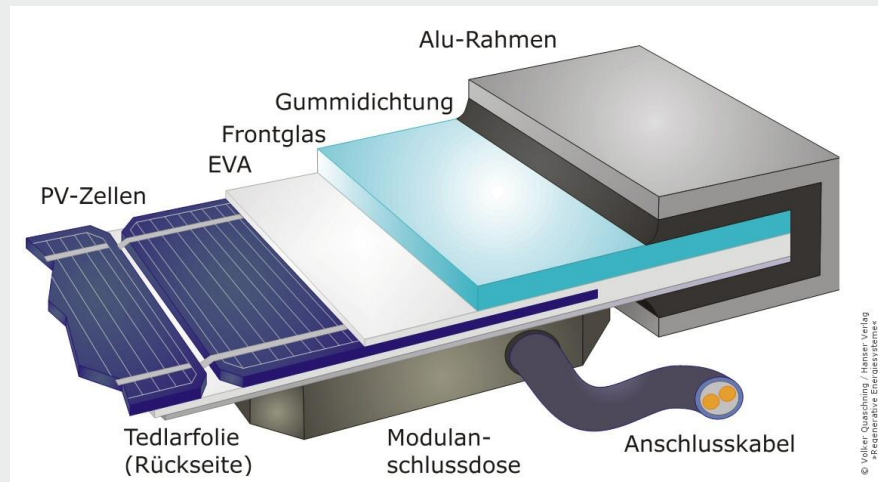
**6 %\*** bei transparenten Zellen

\* Angaben der Firma Heliatek ([www.heliatek.com](http://www.heliatek.com))

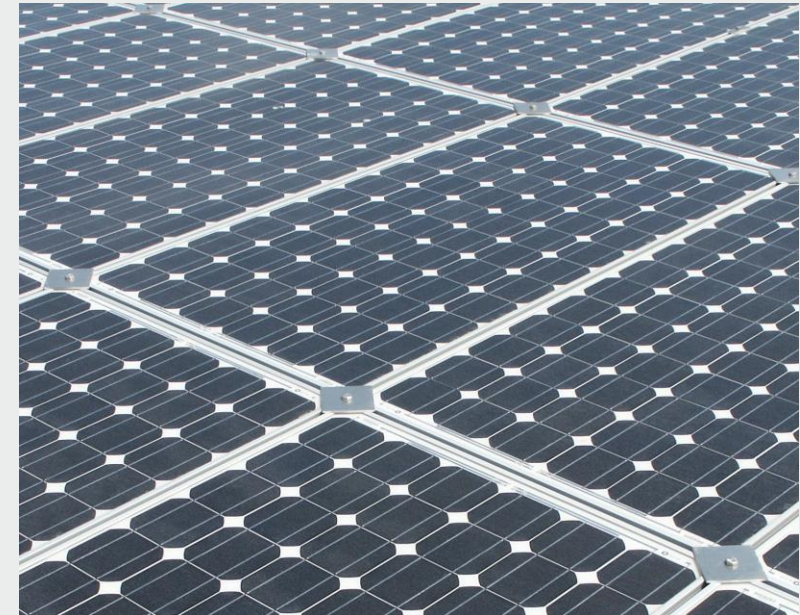
## Lebensdauer

Bei organischen Zellen ist zur Zeit eine kürzere Lebensdauer zu erwarten

# Solarzelle



# Solarmodul



## Netzgekoppelte Anlage

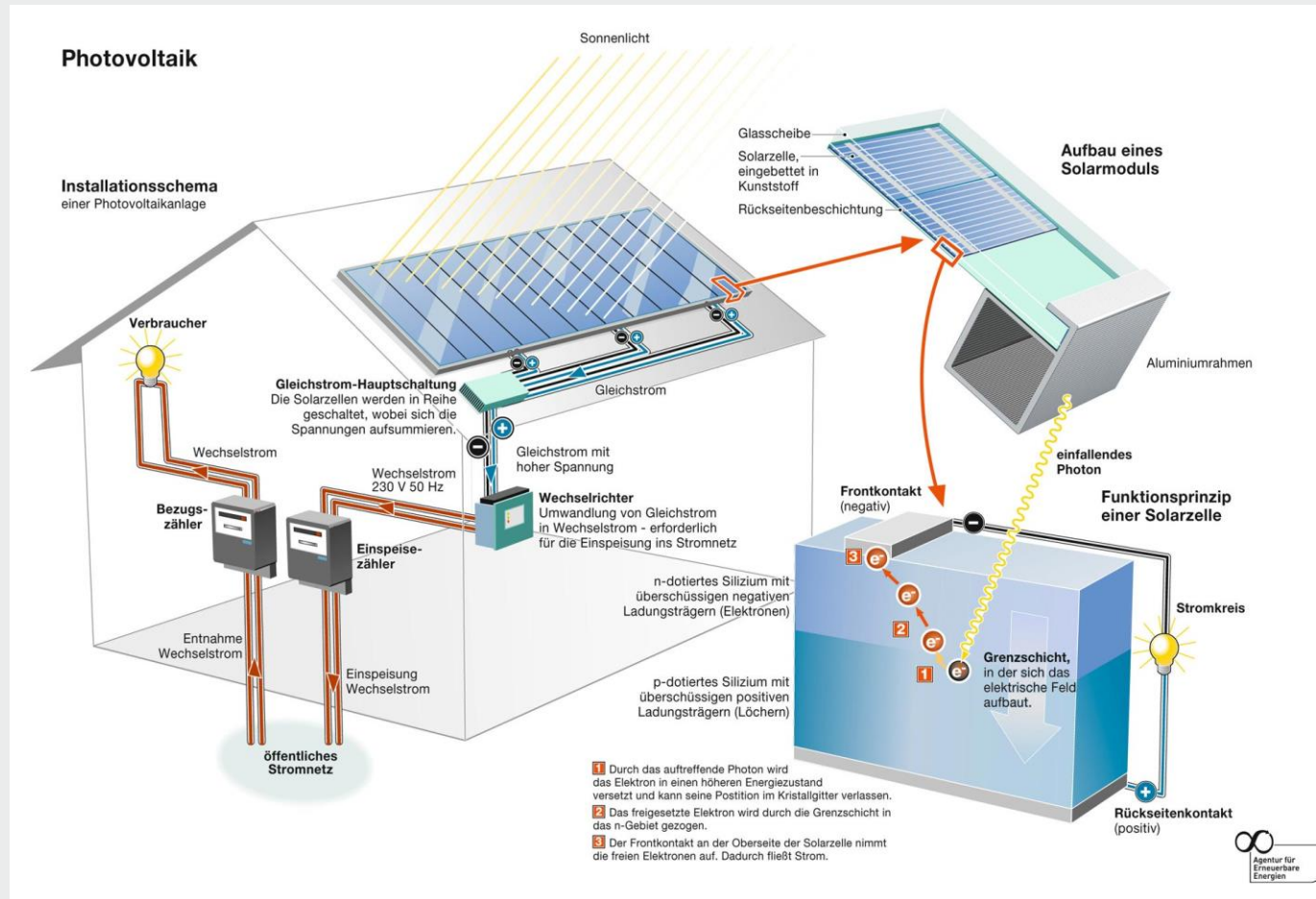


## Inselanlage



Bild: Wagner Solar

# Komponenten einer PV - Anlage





# Komponenten einer PV - Anlage

## Wechselrichter

- PV-Anlagen produzieren Gleichstrom
- Für die Nutzung im Haus oder für die Einspeisung ins öffentliche Netz muss der Gleichstrom in Wechselstrom umgewandelt werden

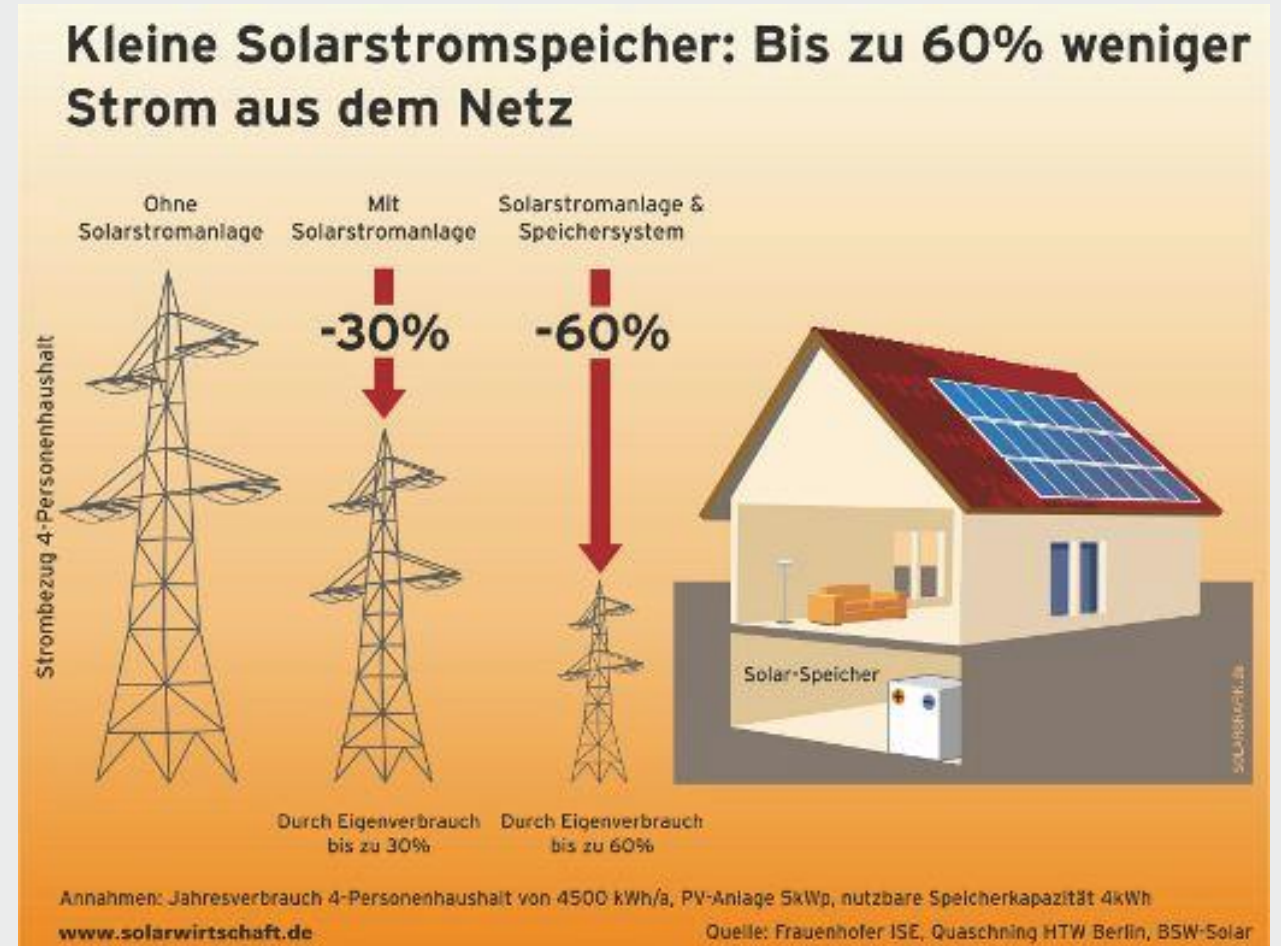


Bild: SMA

# Komponenten einer PV - Anlage

## Batteriespeicher

Ein Batteriespeicher kann den Anteil an selbst verbrauchtem Strom deutlich steigern



## Arten von Speichersystemen

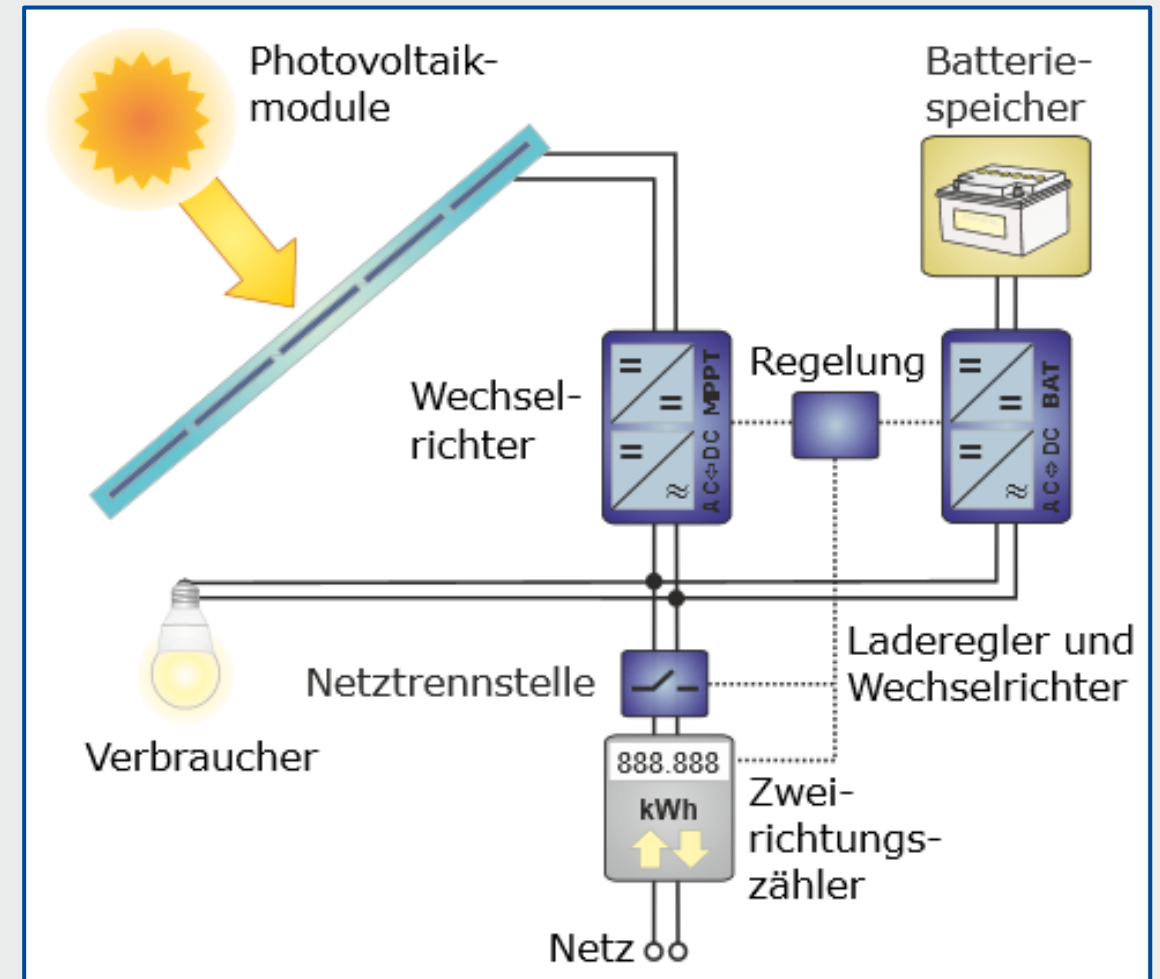
- Blei – Batterien (Blei-Säure und Blei-Gel)
- Lithium – Ionen Batterien

	<b>Blei-Gel</b>	<b>Lithium-Ionen</b>
Energiewirkungsgrad	75 – 85 %	85 – 95 %
Kalendarische Lebensdauer	5 – 10 Jahre	10 – 20 Jahre
Zyklenlebensdauer	1.000 – 3.000	3.000 – 10.000
Kostensenkungspotenzial	gering	hoch

# PV – Speichersysteme – Batteriekopplung

## AC-gekoppeltes System

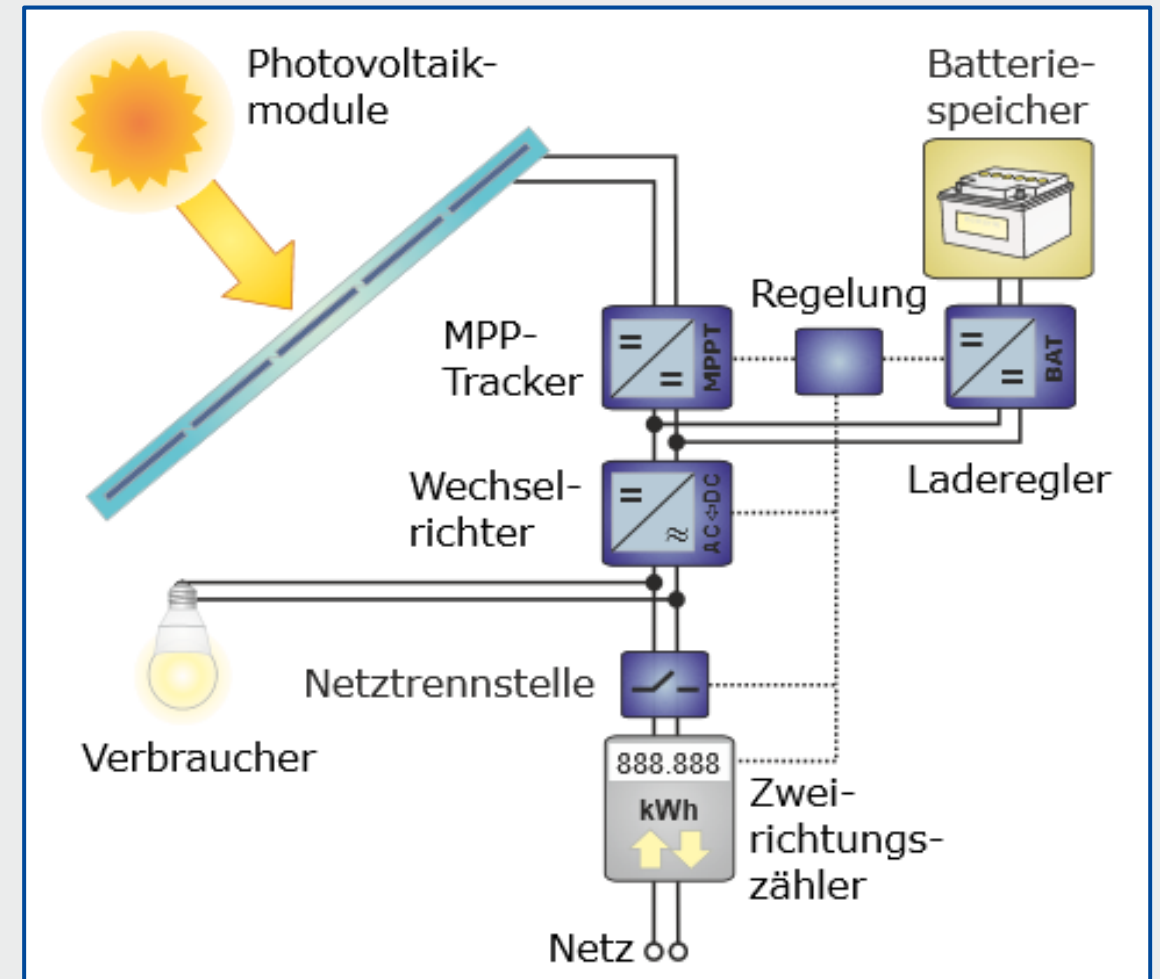
- Speicher ist über das Wechselstrom-Netz des Hauses mit dem PV-System verbunden
- Be- und Entladung erfolgt über separaten Batteriewechselrichter
- PV-System und Batteriespeicher können unabhängig voneinander errichtet und dimensioniert werden!
- Besonders zur Nachrüstung an bestehenden PV-Systemen



# PV – Speichersysteme – Batteriekopplung

## DC-gekoppeltes System

- Speicher in DC-Zwischenkreis des PV-Wechselrichters eingebunden
- Meist ohne DC-AC-Wandlung direkt in den PV-Wechselrichter integriert
- Effizienz von Spannungsverhältnissen beeinflusst
- geringe Flexibilität bei der Systemauslegung



## Definition: kW<sub>p</sub> / kilowatt peak

**Watt peak** (engl. *peak* = Spitze)

ist eine im Bereich Photovoltaik gebräuchliche, **nicht normgerechte** Bezeichnung für die elektrische

Leistung (Einheit = W (Watt)) von Solarzellen. Gebräuchlich sind auch Vielfache, wie z.B. Kilowatt (kW<sub>p</sub>) peak, Megawatt peak (MW<sub>p</sub>), etc. Mit der Angabe „Watt peak“ bezeichnet man die von Solarmodulen abgegebene elektrische Leistung unter **Standard-Testbedingungen** (kurz: STC):

Zellentemperatur: **25°C**

Bestrahlungsstärke: **1000 W/m<sup>2</sup>**

Sonnenlichtspektrum gemäß AM\*: **1,5**

## Erforderliche Fläche für 1 kWp photoelektrischer Leistung

### Anorganisches Material

**6 – 9 m<sup>2</sup>** entspricht **3 – 4 Modulen** bei monokristallinen Zellen

**7 – 10 m<sup>2</sup>** entspricht **5 – 7 Modulen** bei polykristallinen Zellen

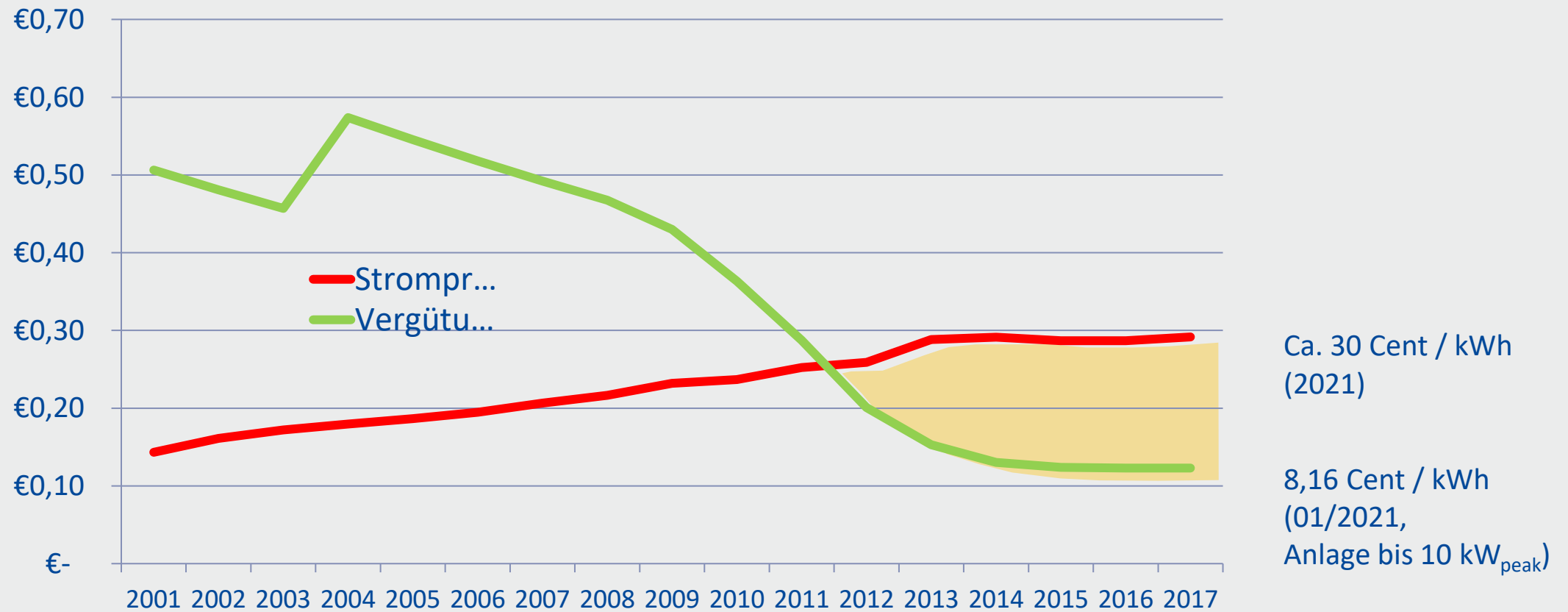
**11 – 18 m<sup>2</sup>** entspricht **7 – 12 Modulen** bei amorphen Zellen

# Kostenentwicklung





## Einspeisevergütung vs. Eigenverbrauch



# Kosten

## **Einmalige Kosten**

Planung

PV- Anlage

Montage

Installation

## **Betriebskosten**

Versicherung

Wartung

Zählermiete

Abrechnung

Reinigung

# Kosten

## Einmalige Kosten

Planung

PV- Anlage

Montage

Installation

## Betriebskosten

Versicherung

Wartung

Zählermiete

Abrechnung

Reinigung

Ca. 1-2 % der  
Anschaffungskosten/  
Jahr

# Amortisation

## **monetäre Amortisation:**

abhängig von: Anschaffungskosten, Jahresenergieertrag, Einspeisevergütung, Laufzeit

## **energetische Amortisation:**

bezeichnet den Zeitraum, den die PV- Anlage benötigt, um die gleiche Menge Energie zu erzeugen, wie die Herstellung der Photovoltaikanlage und deren Montage an Energie verbraucht hat ( 4 - 6 Jahre für monokristalline Solarzellen, 2 - 4,5 Jahre für polykristalline Solarzellen).

# Amortisation

## monetäre Amortisation

Summe der Anschaffungskosten inkl. Nebenkosten

---

Summe aus Einnahmen, Abschreibung, Betriebskosten

= Amortisationszeit in Jahren

# Bewertungsgrößen

**1. Eigenverbrauchsanteil**

**2. Autarkiegrad (Deckungsgrad)**

# Dimensionierung

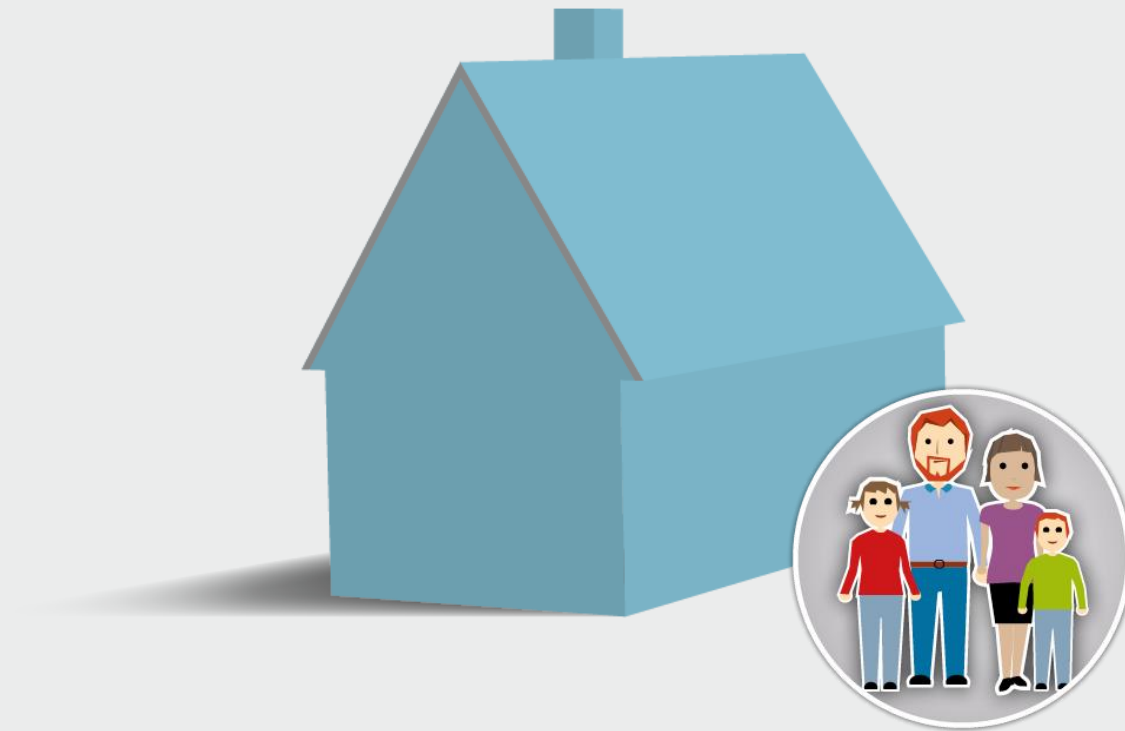
## Kollektorfläche

- **1kWp pro 1000 kWh Stromverbrauch**

## Batteriespeicher

- **1kWh pro kWp elektrischer Leistung der PV – Anlage**  
(Kosten ca. 1100 – 1500 €/kWh bei Lithium-Ionen-Batterien, ca. 800 € bei Blei-Batterien)

## Berechnungsbeispiel



4.500 kWh/a

### Beispielgebäude:

- Standort Ruhrgebiet
- Einfamilienhaus mit Satteldach
- 4 Personen
- Stromverbrauch 4500 kWh pro Jahr
- Strompreis 0,30€ / kWh
- Nutzbare Dachfläche ca. 47 m<sup>2</sup>
- Dachausrichtung SSO

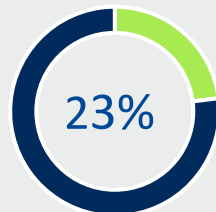


## Berechnungsbeispiel

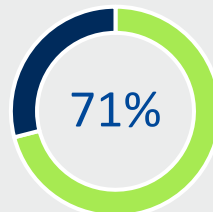
1,6 kWp  
8,5 m<sup>2</sup>



Autarkie



Eigenverbrauch



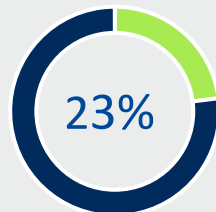
Investitionskosten:	2.560,- €
Amortisationszeit:	8 Jahre
CO <sub>2</sub> Einsparung :	13,9 t/20 Jahre

## Berechnungsbeispiel

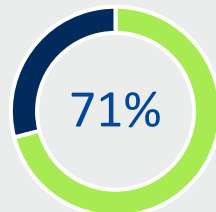
1,6 kWp  
8,5 m<sup>2</sup>



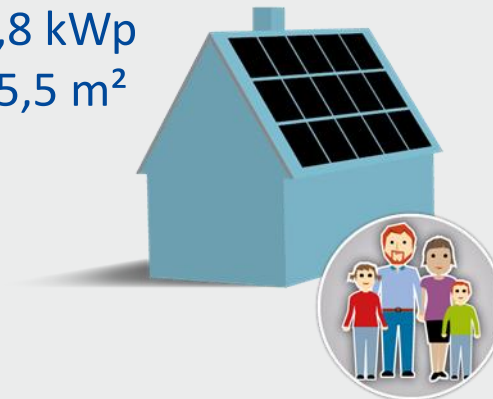
Autarkie



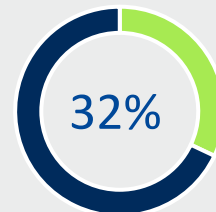
Eigenverbrauch



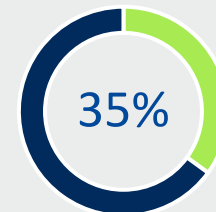
4,8 kWp  
25,5 m<sup>2</sup>



Autarkie



Eigenverbrauch



Investitionskosten : 2.560,- €  
Amortisationszeit : 8 Jahre  
CO<sub>2</sub> Einsparung : 13,9 t/20 Jahre

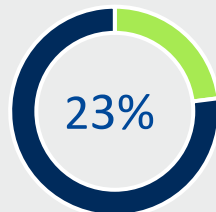
7.680,- €  
13 Jahre  
41,8 t/20 Jahre

## Berechnungsbeispiel

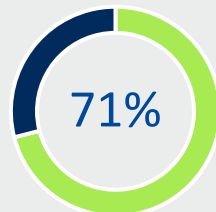
1,6 kWp  
8,5 m<sup>2</sup>



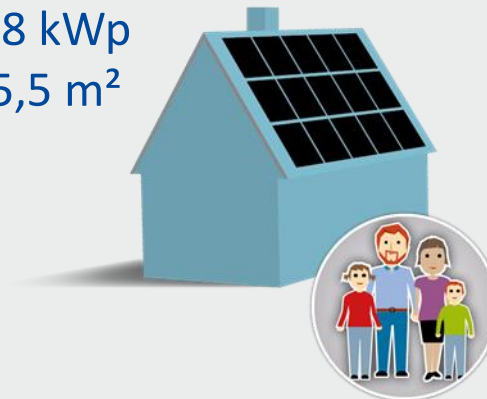
Autarkie



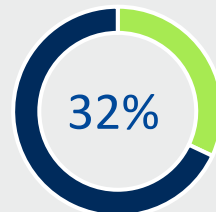
Eigenverbrauch



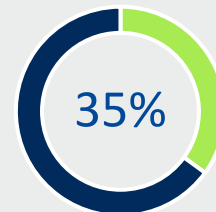
4,8 kWp  
25,5 m<sup>2</sup>



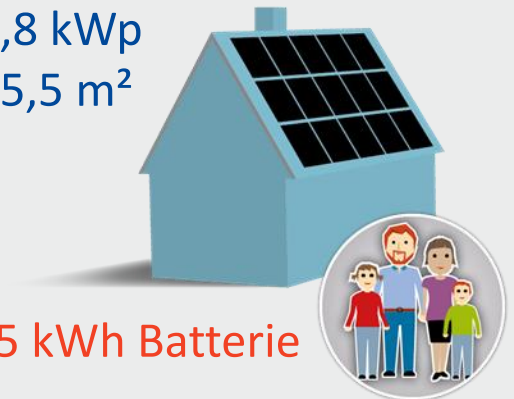
Autarkie



Eigenverbrauch

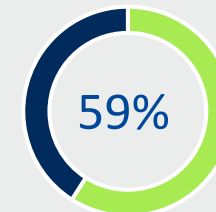


4,8 kWp  
25,5 m<sup>2</sup>

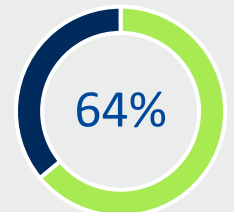


+ 5 kWh Batterie

Autarkie



Eigenverbrauch



Investitionskosten : 2.560,- €  
Amortisationszeit : 8 Jahre  
CO<sub>2</sub> Einsparung : 13,9 t/20 Jahre

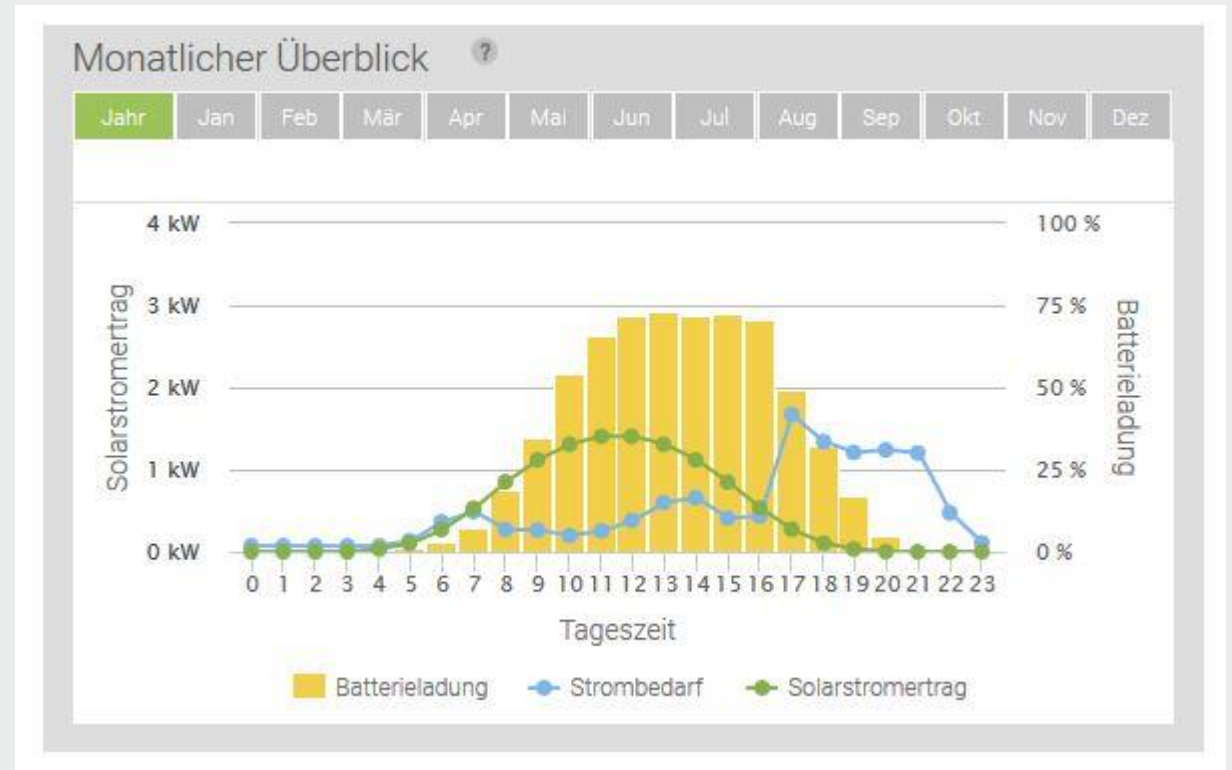
7.680,- €  
13 Jahre  
41,8 t/20 Jahre

13.680,- €  
15 Jahre  
41,8 t/20 Jahre

# Solarerträge und Batterieladung

ohne Batterie

mit 5 kWh-Batterie



## Eigenverbrauchsanteil

- PV – Anlage **ohne Batteriespeicher**

Eigenverbrauchsanteil ca. 30 %

- PV – Anlage **mit Batteriespeicher**

Eigenverbrauchsanteil ca. 60 %

Die Größe des Batteriespeichers beeinflusst den Eigenverbrauchsanteil und den Autarkiegrad.

# Fördermöglichkeiten

## KfW Bank

### Erneuerbare Energien Standard (270)

- Photovoltaikanlagen (Aufdach/Fassade, Freifläche)
- Kredit (ab 1,03 % eff. Jahreszins, bonitätsabhängig)
- bis zu 100 % der förderfähigen Kosten

(Stand 02/2021)

# Fördermöglichkeiten

## Progress. NRW

### Förderung (2.4)

- Batteriespeicher in Verbindung mit Photovoltaikanlage (nur Neuerrichtung, begrenzte Größe des Batteriespeichers)

(Stand 02/2021)

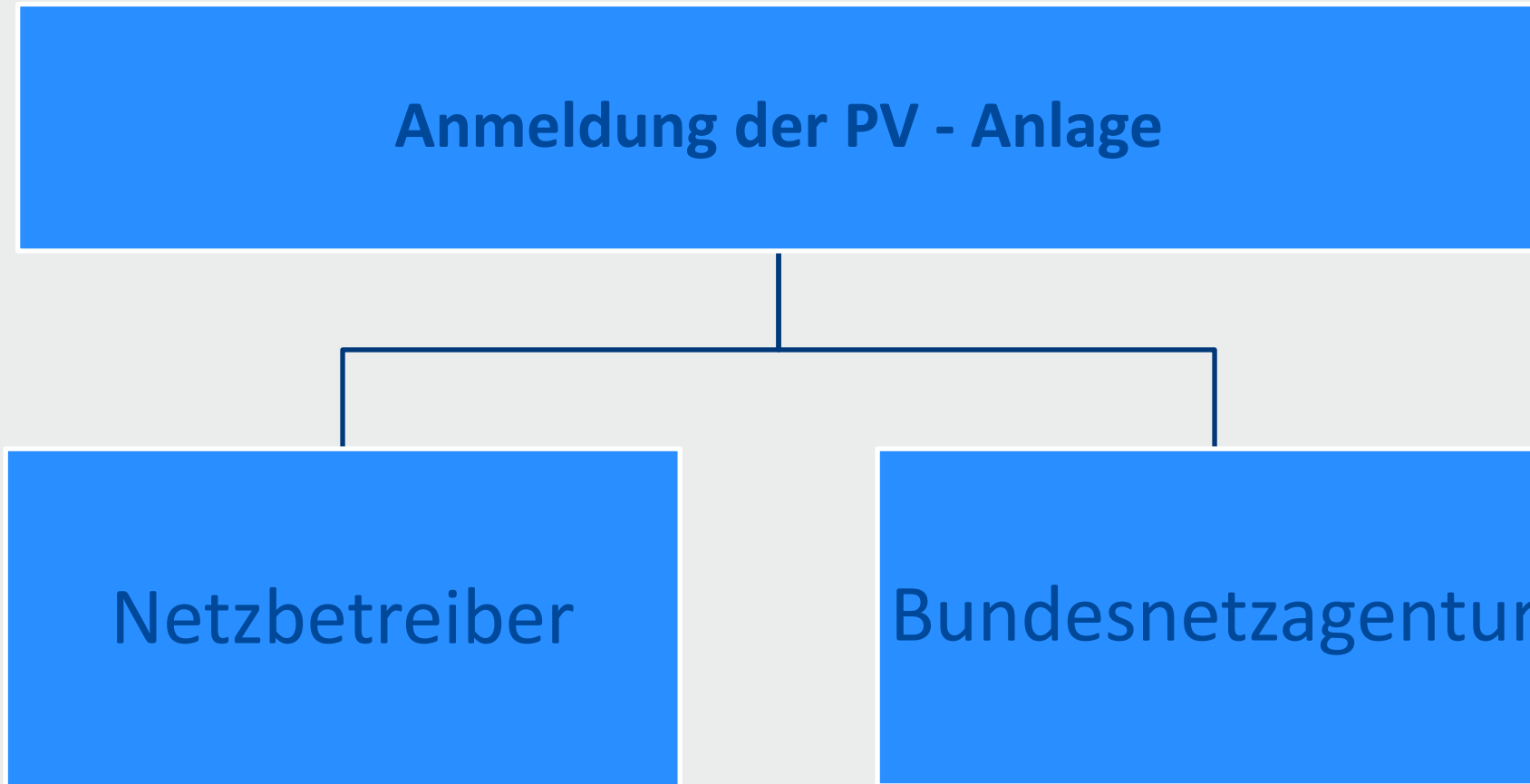
# Fördermöglichkeiten

## Stadt Gelsenkirchen

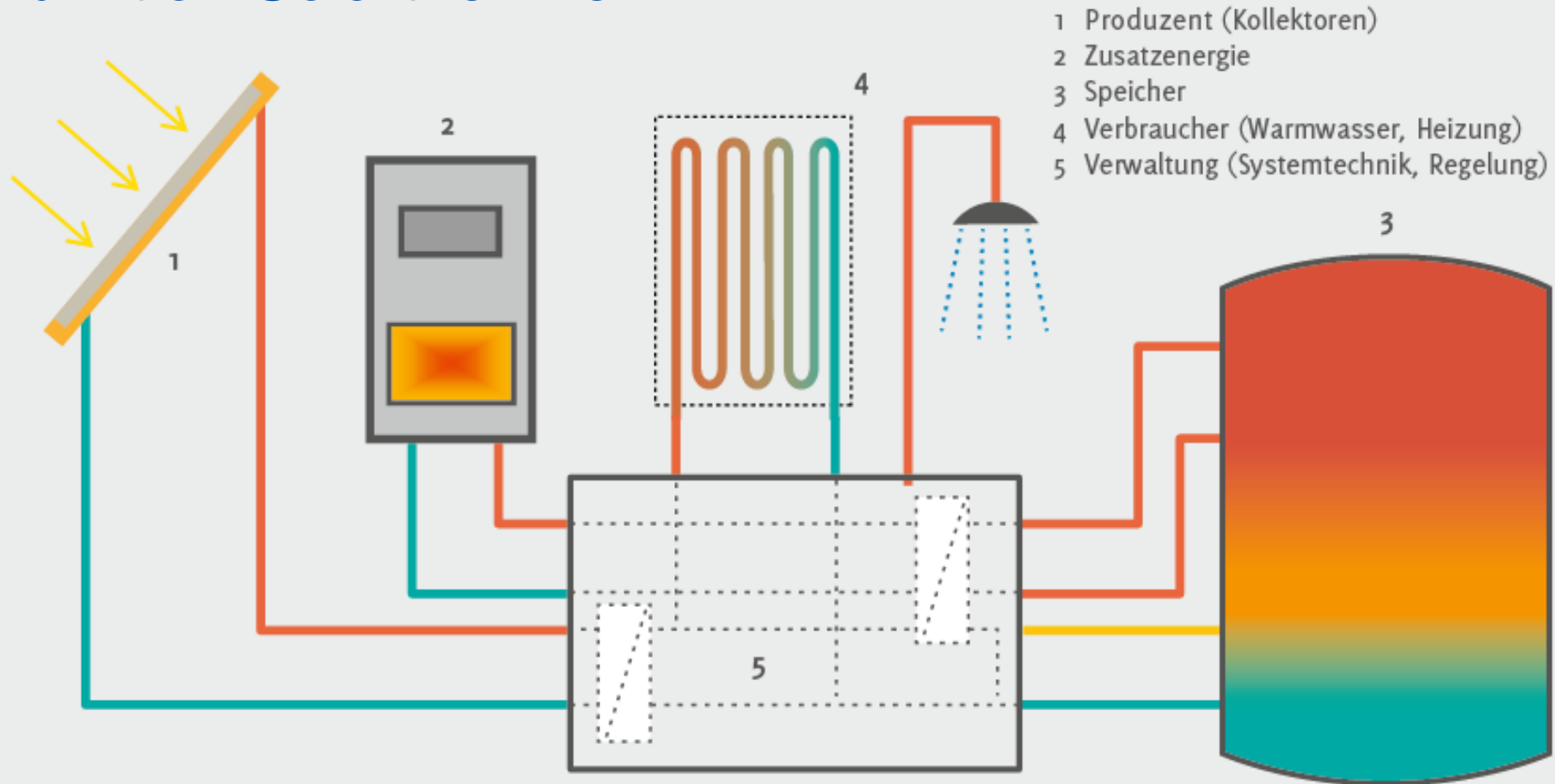
- Für neue **steckbare Stromerzeugungsgeräte** (sogenannte Balkonmodule oder Stecker-Solar-Geräte) in Wohneinheiten von Mehrfamilienhäusern beträgt der Zuschuss **100,- €** je Wohnung, die mit einem Stecker-Solargerät bzw. Balkon-Solarmodul ausgerüstet wird.
- Für neue PV-Anlagen auf **Wohngebäuden oder Vereinsräumen** beträgt der Zuschuss **300,- €** je Anlage.
- Für neue PV-Anlagen auf **gewerblichen/industriellen Betriebsgebäuden** beträgt der Zuschuss ab einer Anlagenleistung von 10 kWp jeweils **500,- €**. Die Gesamtsumme der Förderung ist auf 3 Anlagen begrenzt.
- Letzte Anträge können bis zum 02. Juli 2021 abgegeben werden.



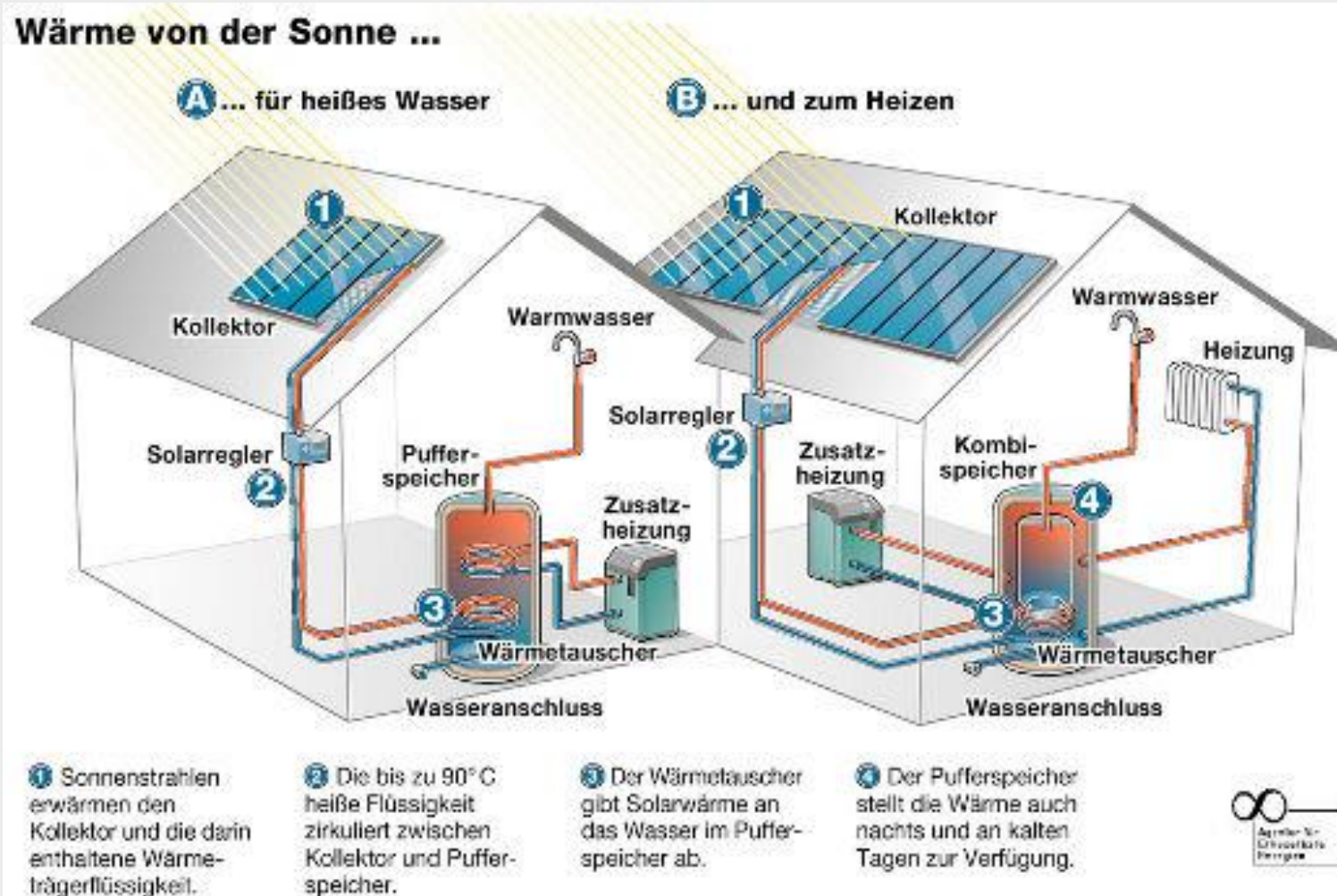
## Photovoltaik Anmeldung der Anlage



# Funktion Solarthermie

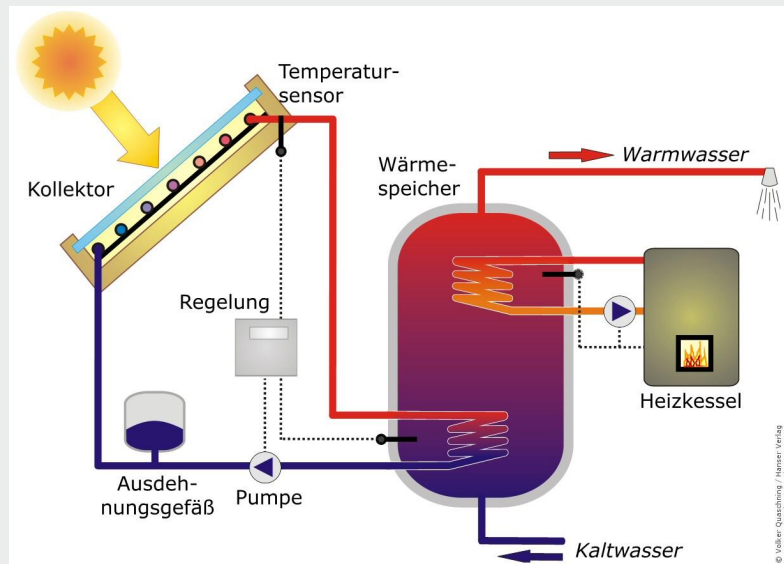


# Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung

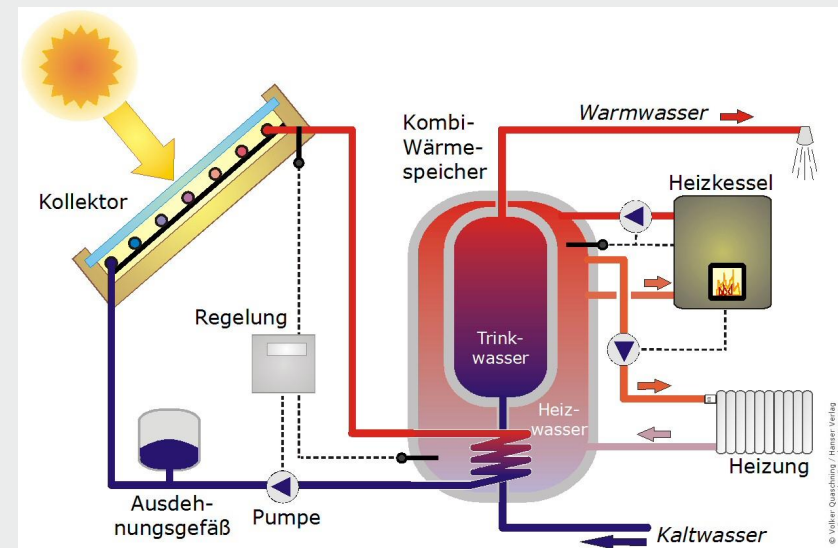


# Solarthermie

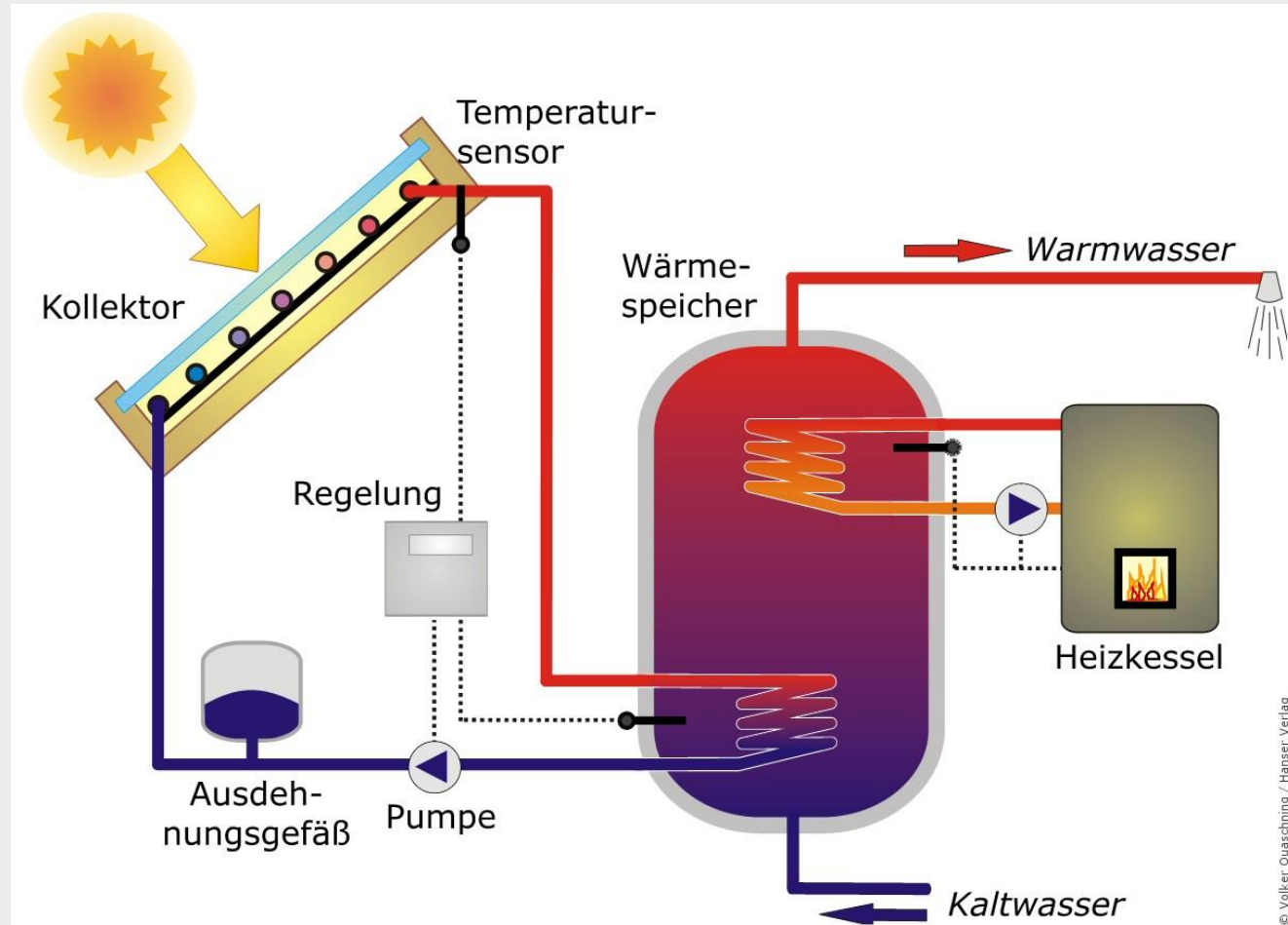
## Warmwasserbereitung



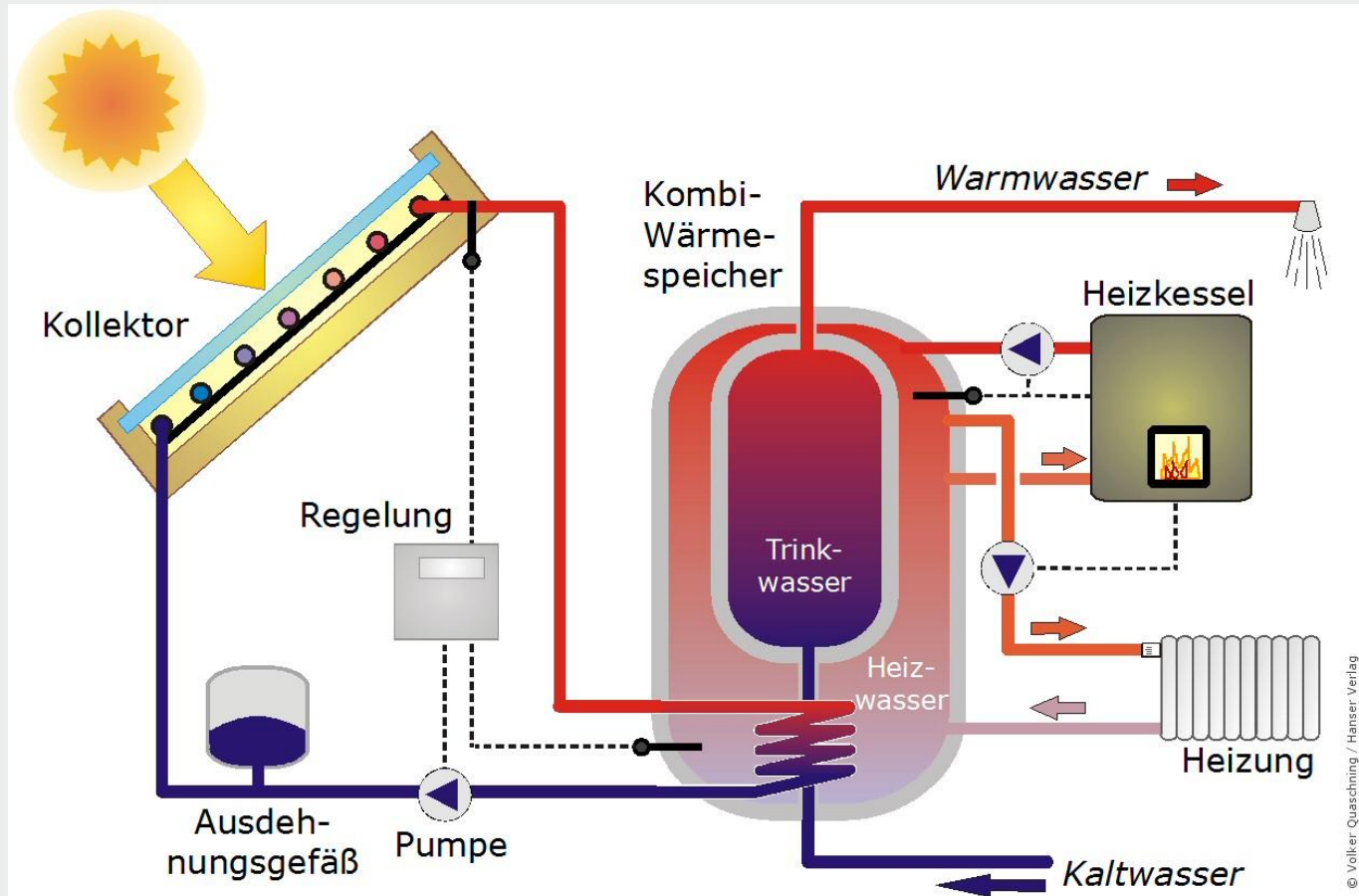
## Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung



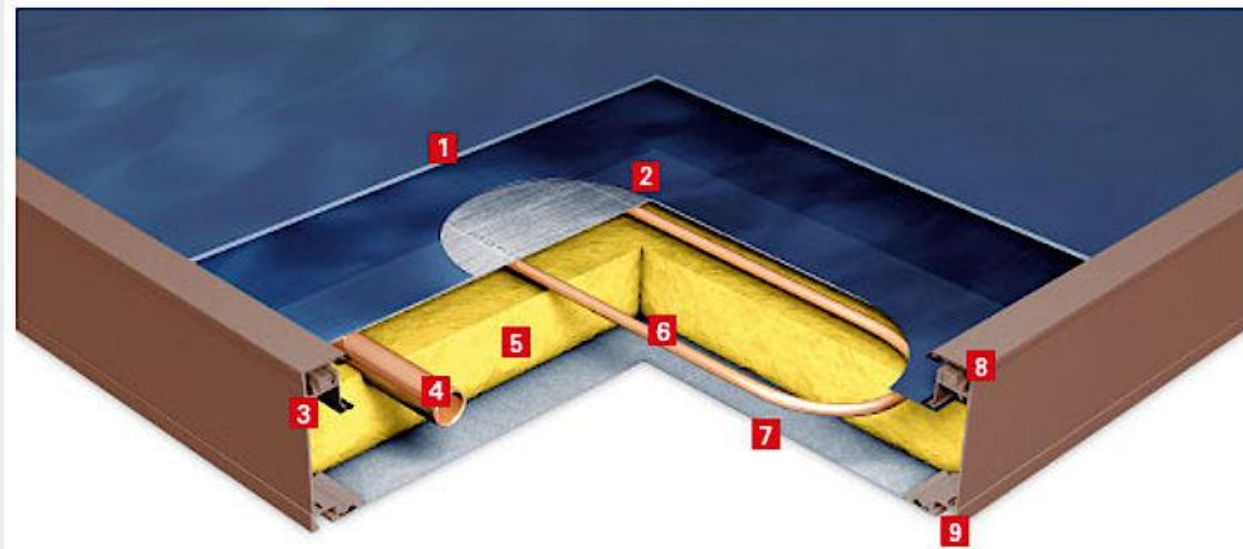
# Solarthermie zur Warmwasserbereitung



# Solarthermie zur Heizungsunterstützung



# Flachkollektoren

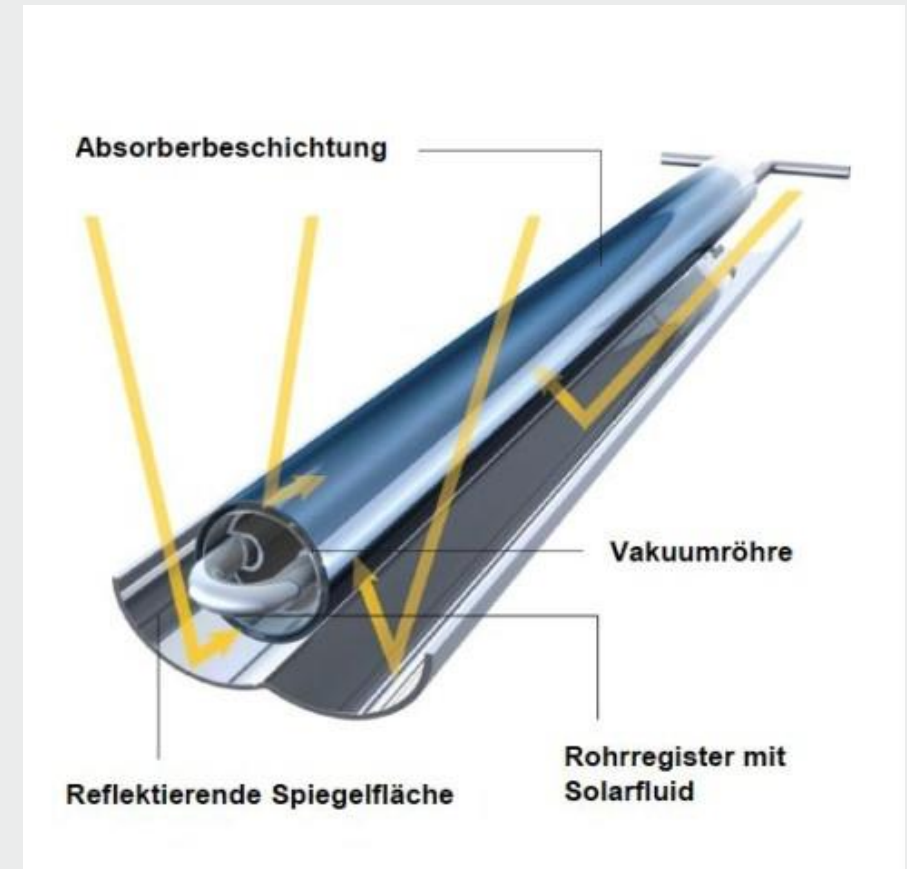


Technischer Aufbau:  
Kollektor DelphisTherm Blue Eco BW

- 1** Solarglas
- 2** Absorberblech mit hochselektiver Absorberbeschichtung
- 3** Alurahmen, pulverbeschichtet
- 4** Sammelrohr
- 5** Mineralwoll-Isolierung

- 6** Meanderrohr (Blue Eco BW)  
Doppelharfenrohr (Blue Eco II)
- 7** Alu-Rückseitenblech
- 8** Glasbefestigung
- 9** Umlaufende Montagenut

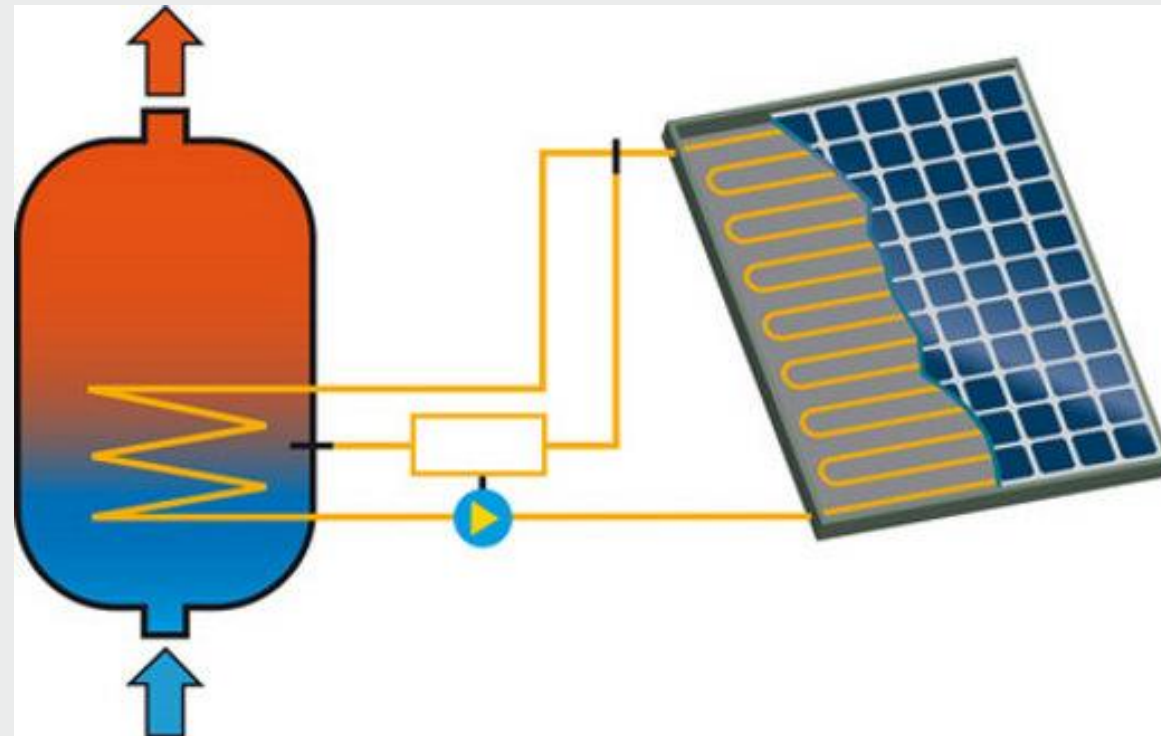
## Röhrenkollektoren





# Solarspeicher - Schichtenspeicher

Temperaturschichtung



Solarthermie System mit Speicher © Black Me, fotolia.com

## Kriterien für Wirtschaftlichkeit

- Guter Solarertrag
- Geringer Heizwärmebedarf = gut gedämmtes Haus
- Niedrige Vorlauftemperaturen, z.B. Fußbodenheizung

# Dimensionierung einer Solarthermieanlage

## ➤ Warmwasserbereitung

- Ca 1,5 m<sup>2</sup> Kollektorfläche pro Person bei Flachkollektoren
- Ca. 1,0 m<sup>2</sup> Kollektorfläche pro Person bei Röhrenkollektoren
- Speichervolumen ca. 80 Liter pro Person
- Deckungsgrad: ca. 60 % des Warmwasserbedarfs pro Jahr

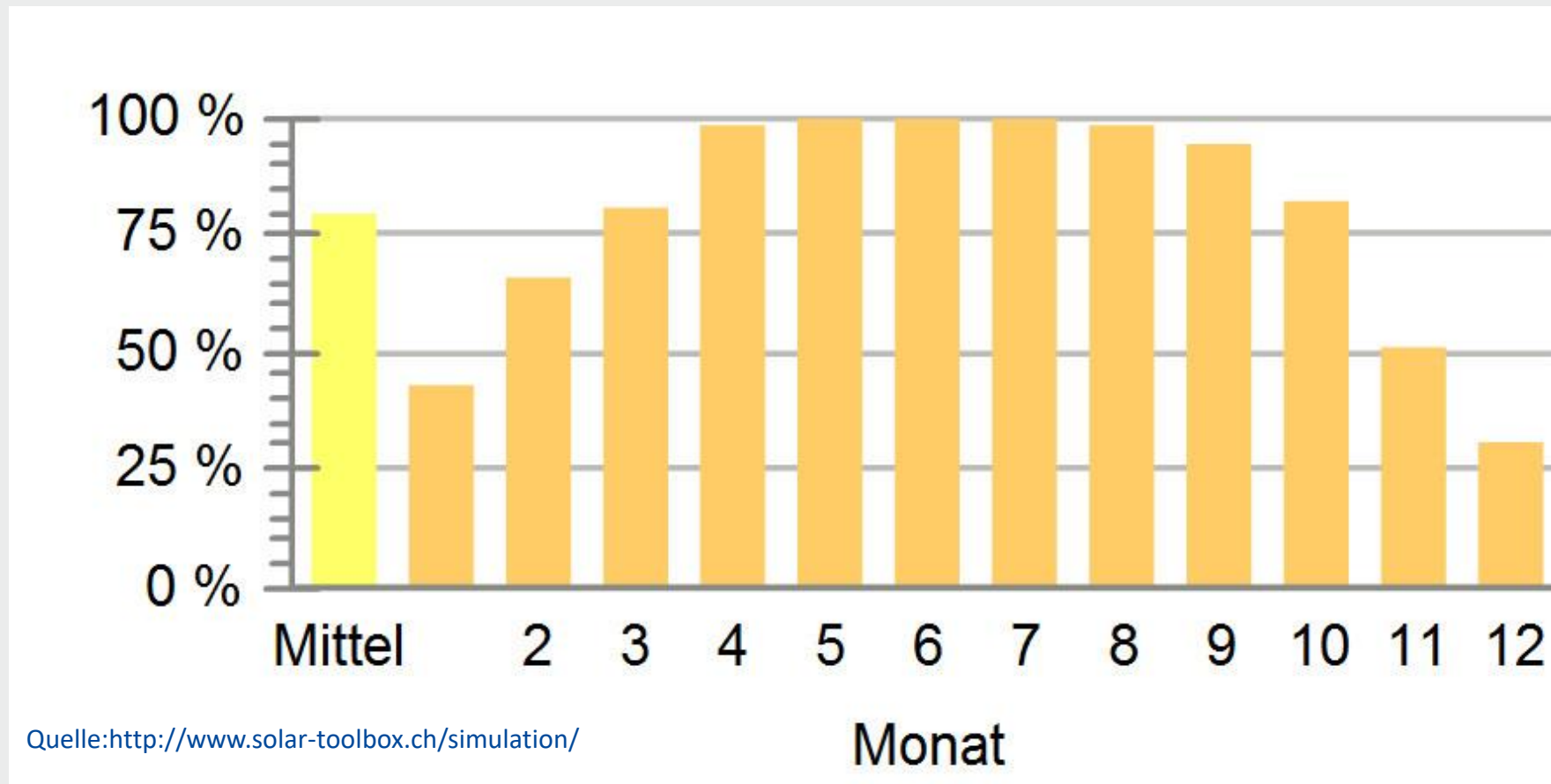
## Dimensionierung einer Solarthermieanlage

### ➤ Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung

- Ca 2 - 3 m<sup>2</sup> Kollektorfläche pro Person  
(ca. 1m<sup>2</sup> Kollektorfläche pro 10m<sup>2</sup> Wohnfläche)
- Speichervolumen ca. 60 - 80 Liter pro m<sup>2</sup> Kollektorfläche
- Deckungsgrad: ca. 20 % des Wärmebedarfs für Warmwasser und Heizung  
pro Jahr

## Ertrag

Beispiel: Einfamilienhaus Ruhrgebiet, Südausrichtung, Dachneigung 45°, 8m<sup>2</sup> Kollektorfläche, nur Warmwasser



## Kosten einer Solarthermieanlage

### ➤ Warmwasserbereitung

- Kollektoren + Zubehör und Montage (5m<sup>2</sup>) : 3.000 €
- Pufferspeicher (300 Liter) : 2.200 €

➤ **Gesamtkosten** : **5.200 €**

## Kosten einer Solarthermieanlage

- **Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung**
  - **Kollektoren + Zubehör und Montage (12m<sup>2</sup>)** : **7.000 €**
  - **Pufferspeicher (500l)** : **3.000 €**
  
- **Gesamtkosten** : **9.000 €**

# Fördermöglichkeiten

## BAFA

### Bundesförderung Effizienter Gebäude (BEG)

- Solarthermieanlagen zur Raumheizung oder zur Warmwasserbereitung
- Zuschuss von 30 % der förderfähigen Kosten  
(ab 20 m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche ist eine ertragsabhängige Förderung möglich)
- Technische Mindestanforderungen

(Stand 02/2021)



- Fördermöglichkeiten

Photovoltaik Speichersysteme

## Progress. NRW

**Förderung** (2.3.1, Solarthermie zur Brauchwasserbereitung oder Heizungsunterstützung)

- Kollektorgröße: mind. 5 m<sup>2</sup> (Bruttokollektorfläche),  
max. 1 m<sup>2</sup> Kollektorfläche pro 10 m<sup>2</sup> Wohn-/Gewerbefläche
- Zusätzliche technische Anforderungen an die Effizienz der Kollektoren

(Stand 02/2021)