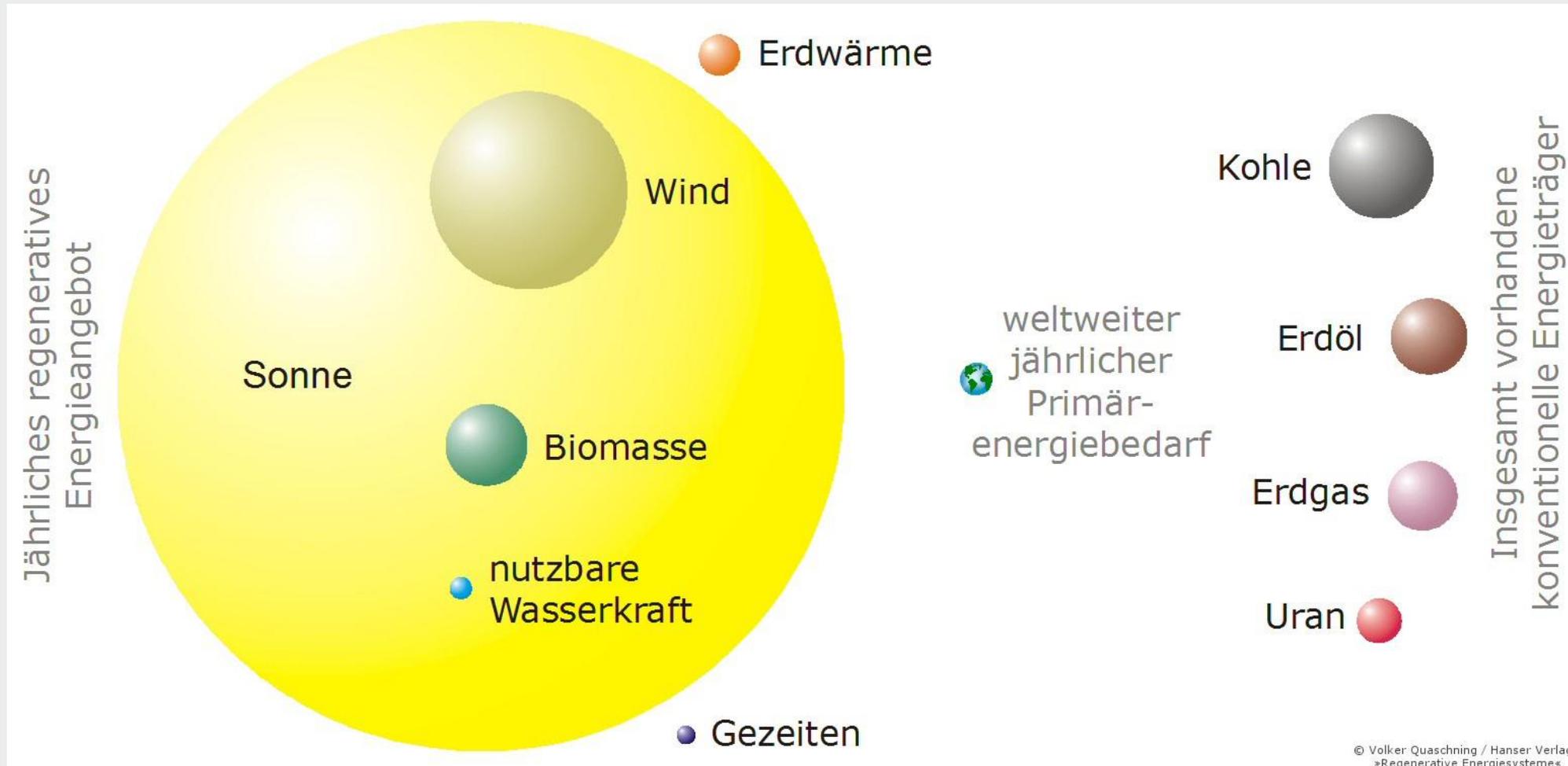


Grüne Energie vom eigenen Dach: Grundlagen der Photovoltaik- und Solarthermienutzung

Überblick



Funktionsprinzipien

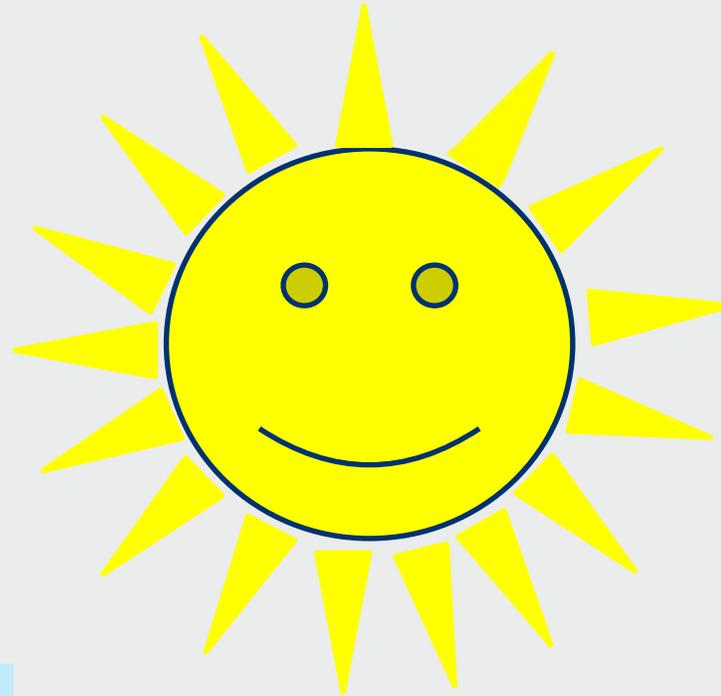


Thermische Solaranlage

Solarkollektor



Wärme
für Warmwasser/ Heizung



Photovoltaikanlage

Photovoltaikzellen (Paneele)



Strom

Wärme- und Stromerzeugung über Solarenergie

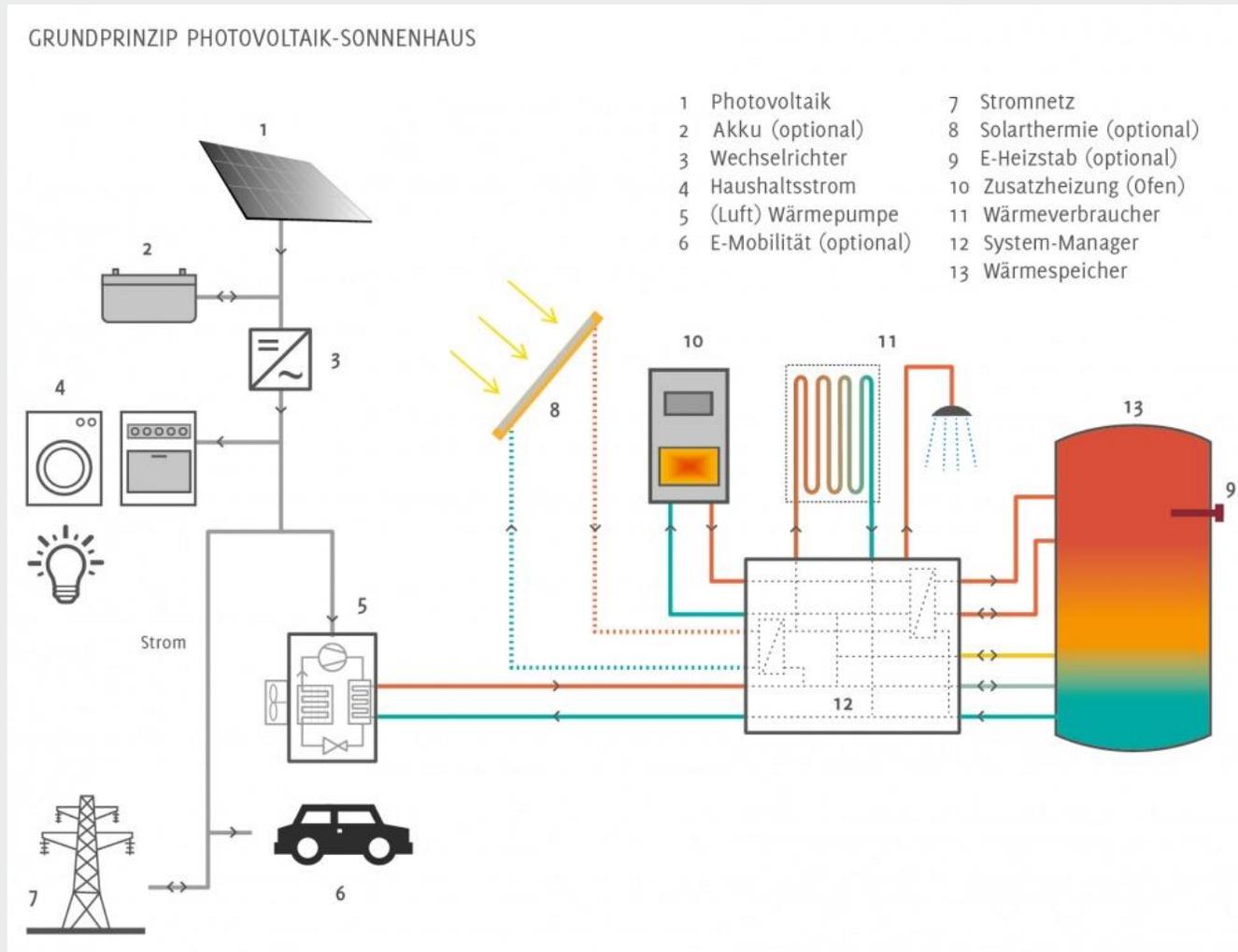
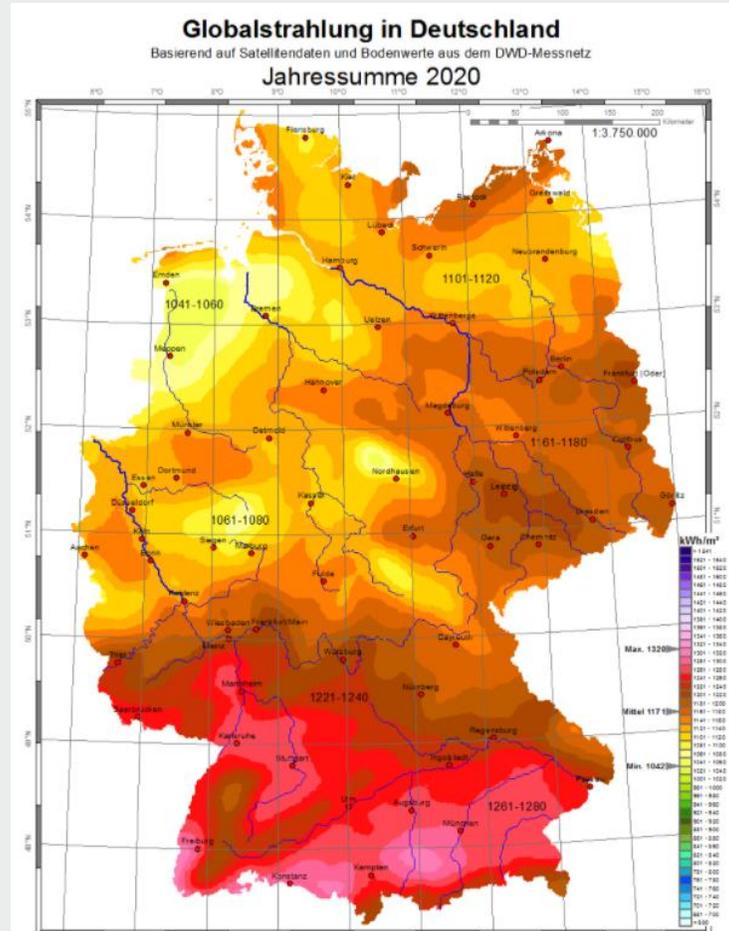


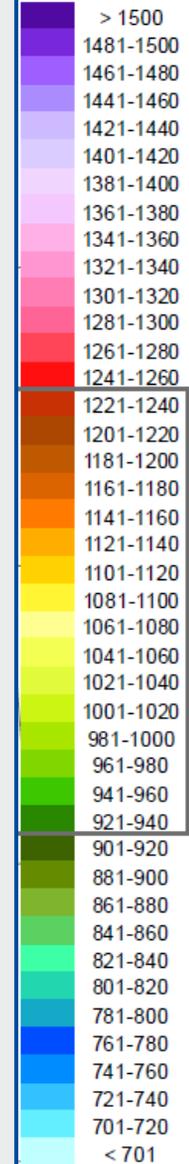
Bild: Sonnenhaus-Institut e.V.

Strahlungskarte 2020



Jahressumme

kWh/m²



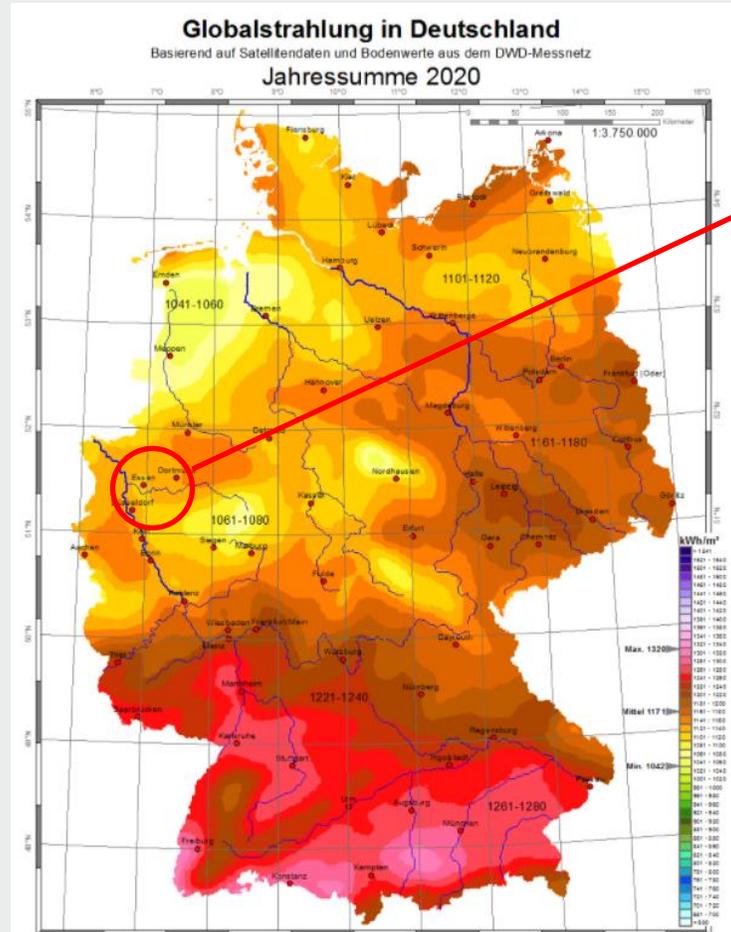
Statistische Werte:

Maximum: 1320 kWh/m²

Mittel: 1171 kWh/m²

Minimum: 1042 kWh/m²

Strahlungskarte 2020

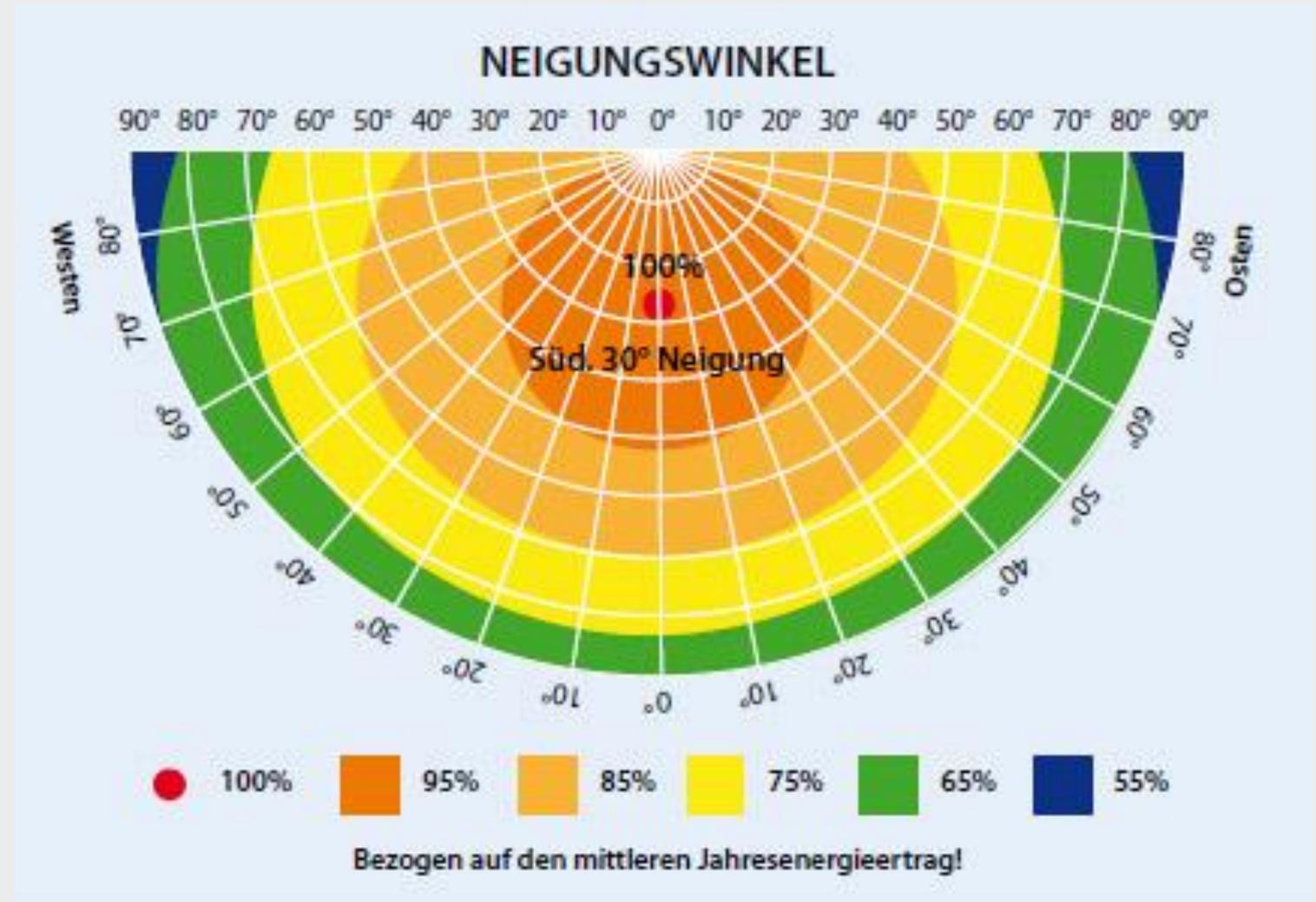


Statistische Werte:
Ruhrgebiet: 1161 - 1180 kWh/m²

Ertrag

Abhängigkeit von:

- Dachneigung
- Ausrichtung
- Größe
- Qualität des Kollektors

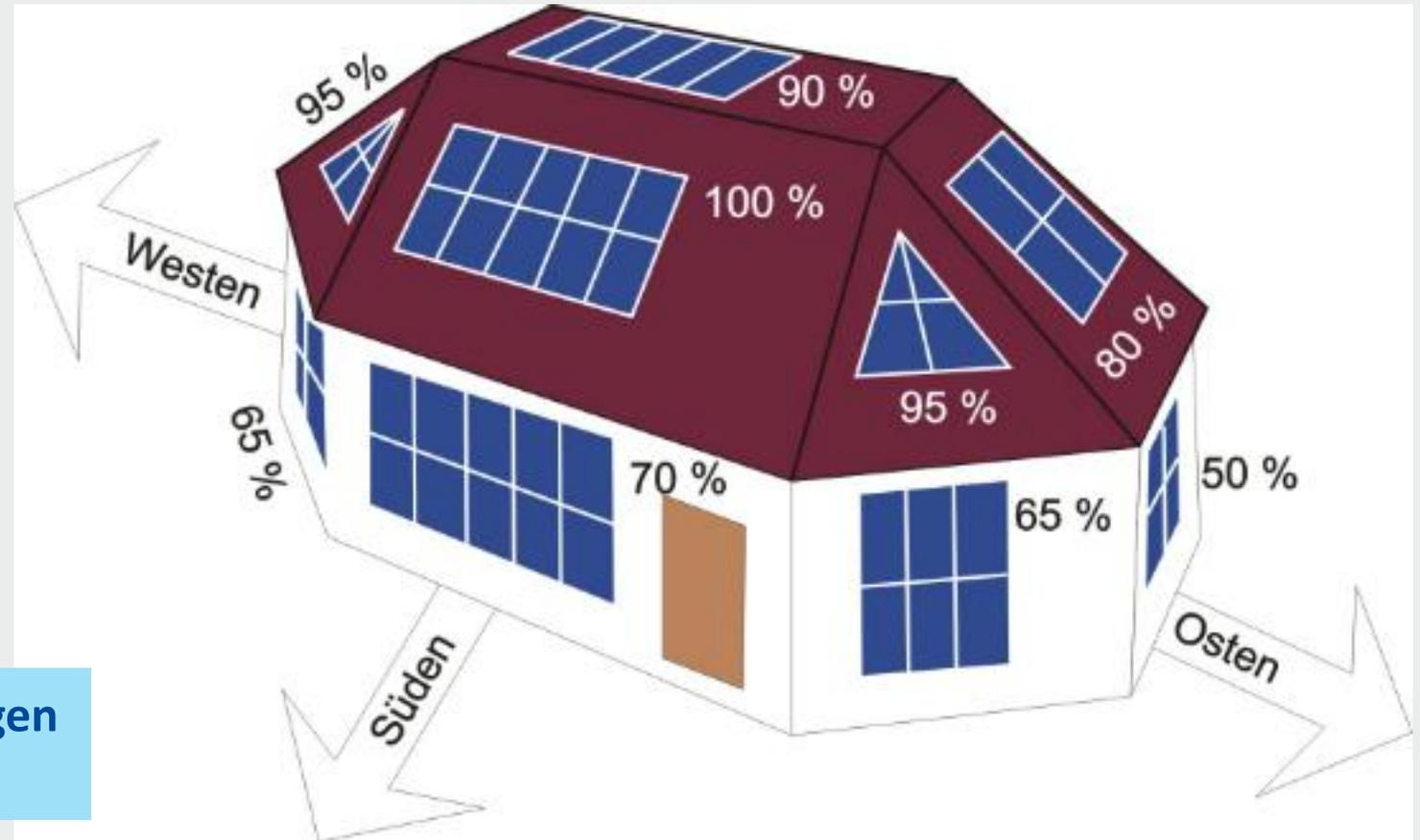


Ertrag

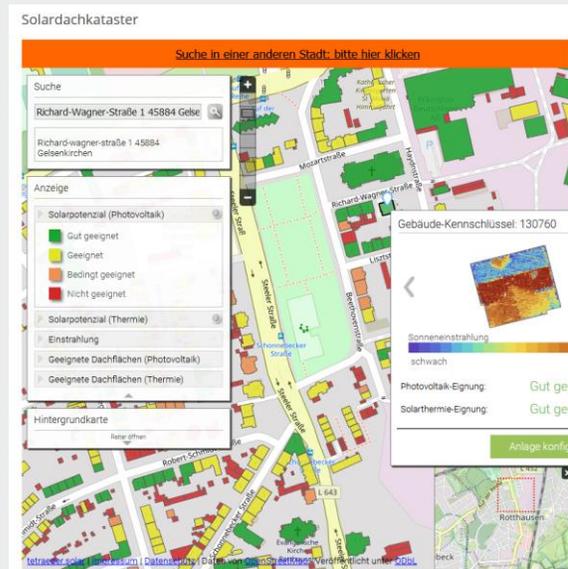
Abhängigkeit von:

- Dachneigung
- Ausrichtung

PV – Anlagen sind empfindlich gegen Verschattung

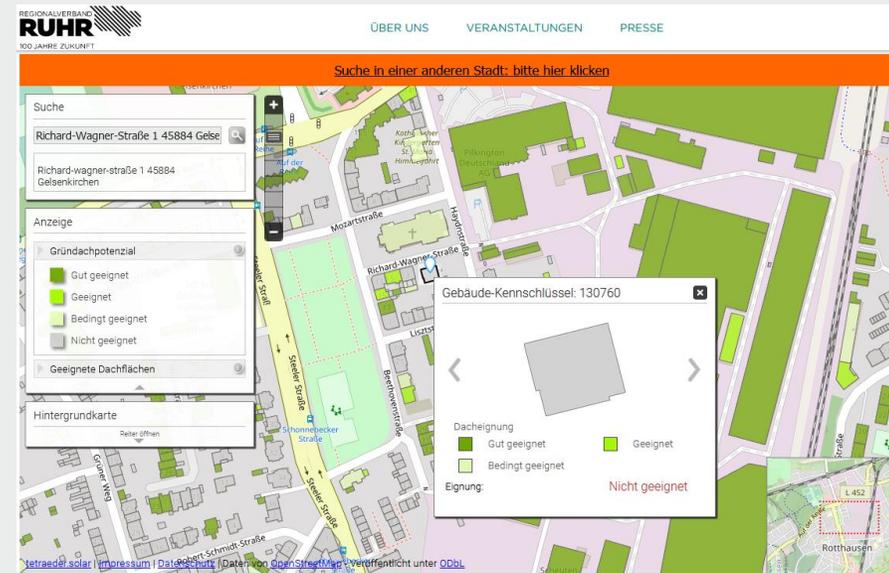


Solarpotenzialkataster zur Recherche zuhause



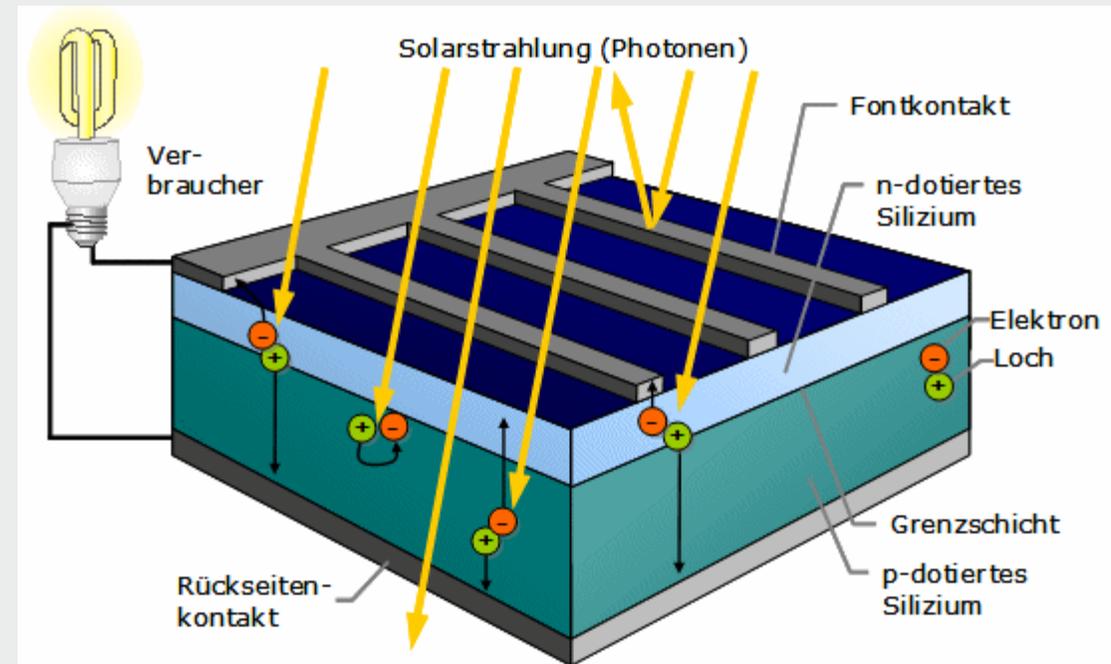
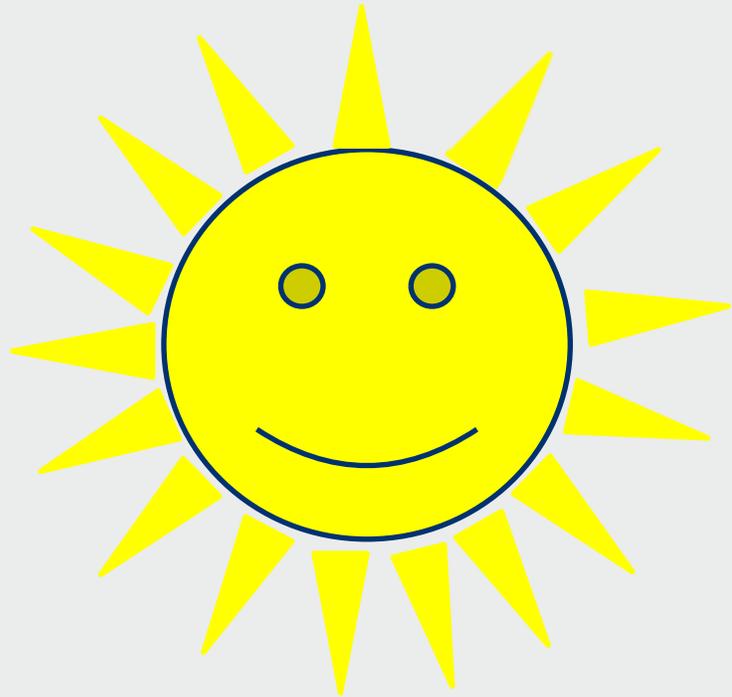
SolarGEdacht

Netzwerk zur Förderung der Solarenergienutzung in Gelsenkirchen



Gründachkataster des Regionalverbands Ruhr und der Emschergenossenschaft

Funktionsprinzip



Arten von Photovoltaik-Zellen

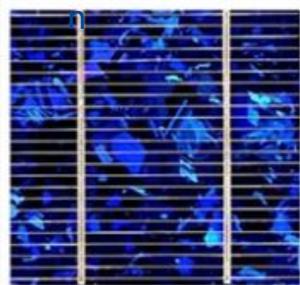
Anorganisches Material

Monokristallin

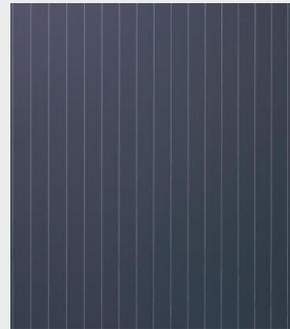


Quelle: www.solarnova.de

Polykristalli



Amorphe Solarzelle

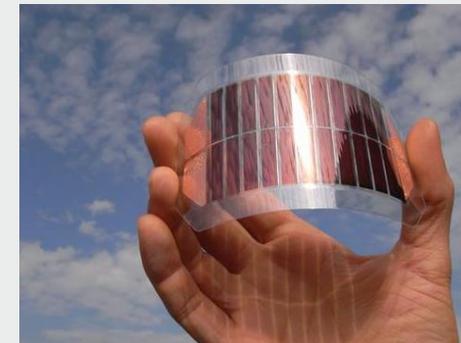


Quelle: www.voelkner.de

Organisches Material



Quelle:
www.helitek.com



Quelle:
www.ingenieur.de

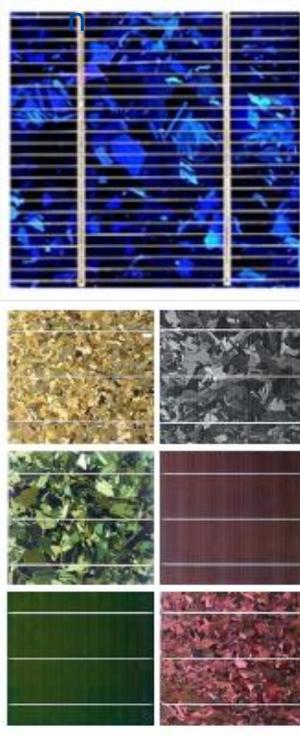
Wirkungsgrade von Photovoltaik-Zellen

Anorganisches Material

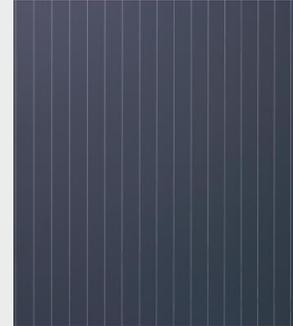
Monokristallin



Polykristalli



Amorphe Solarzelle



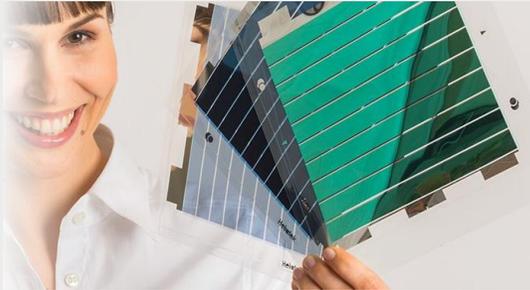
20 % bei monokristallinen Zellen
16 % bei polykristallinen Zellen
5 - 7 % bei amorphen Zellen

Lebensdauer

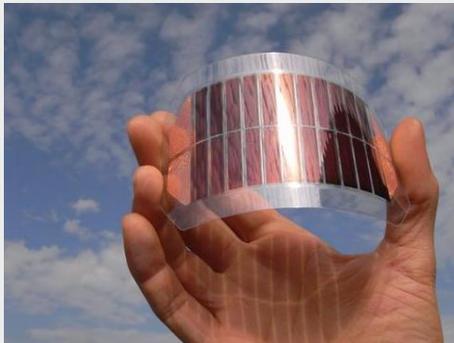
kristallin: > 30 Jahre
amorph: > 20 Jahre

Arten von Photovoltaik-Zellen

Organisches Material



Quelle:
www.helitek.com



Quelle:
www.ingenieur.de

12 %* bei opaken Zellen

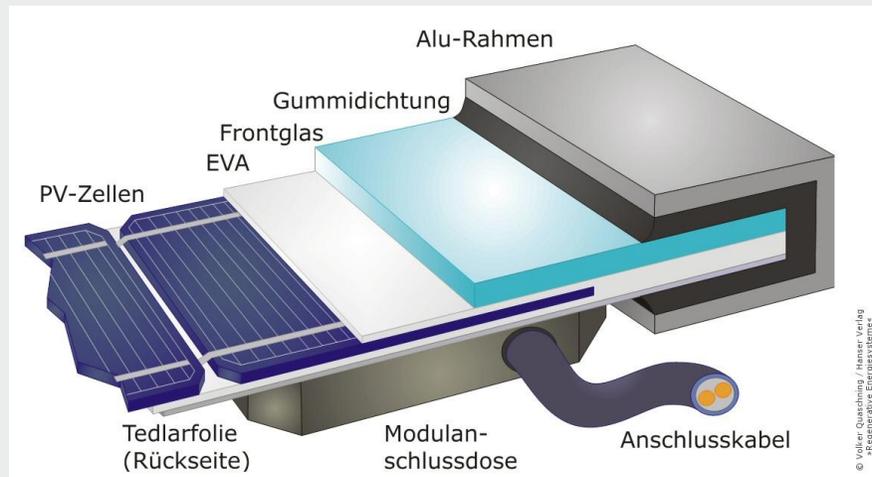
6 %* bei transparenten Zellen

* Angaben der Firma Heliatek (www.heliatek.com)

Lebensdauer

Bei organischen Zellen ist zur Zeit eine kürzere Lebensdauer zu erwarten

Solarzelle



Solarmodul



Netzgekoppelte Anlage

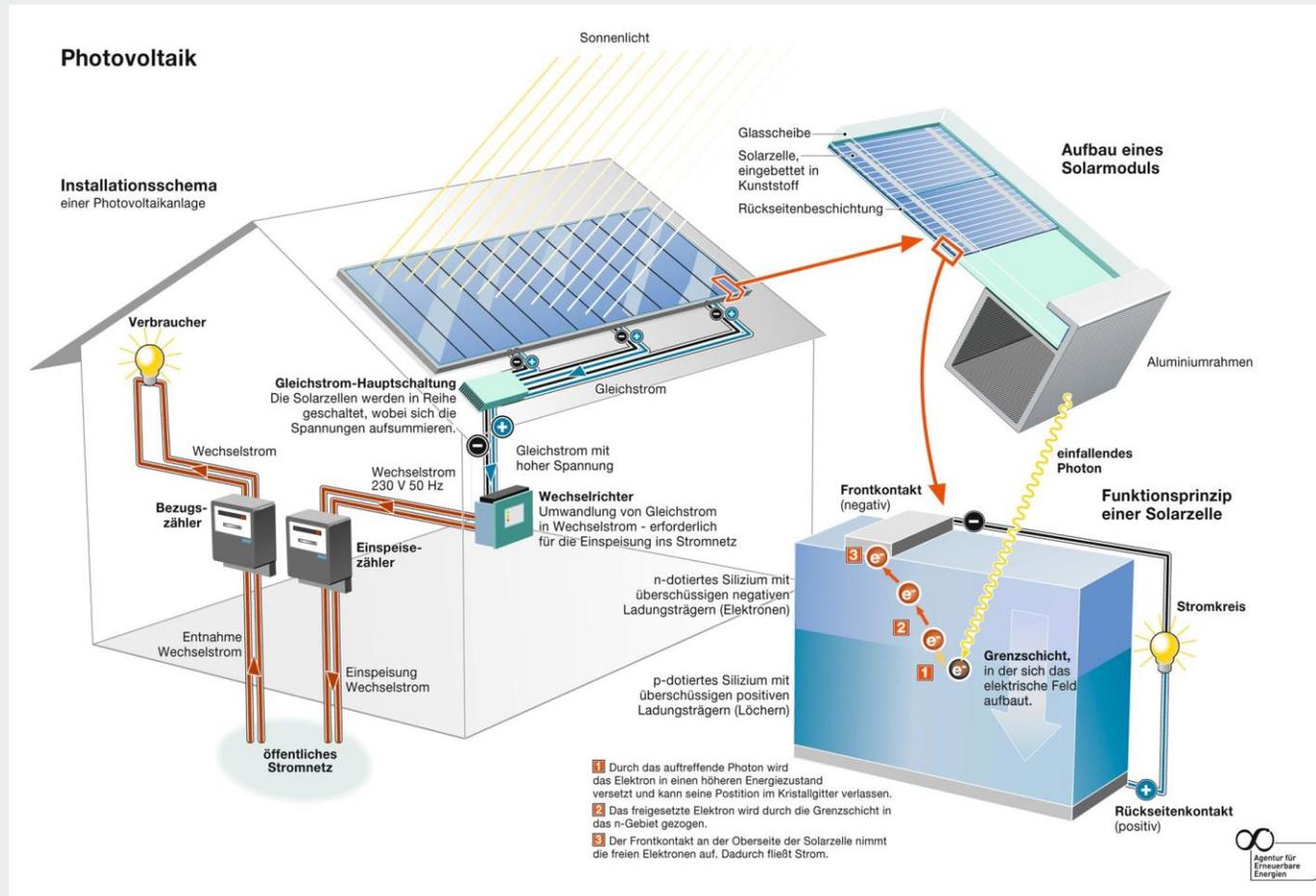


Inselanlage



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

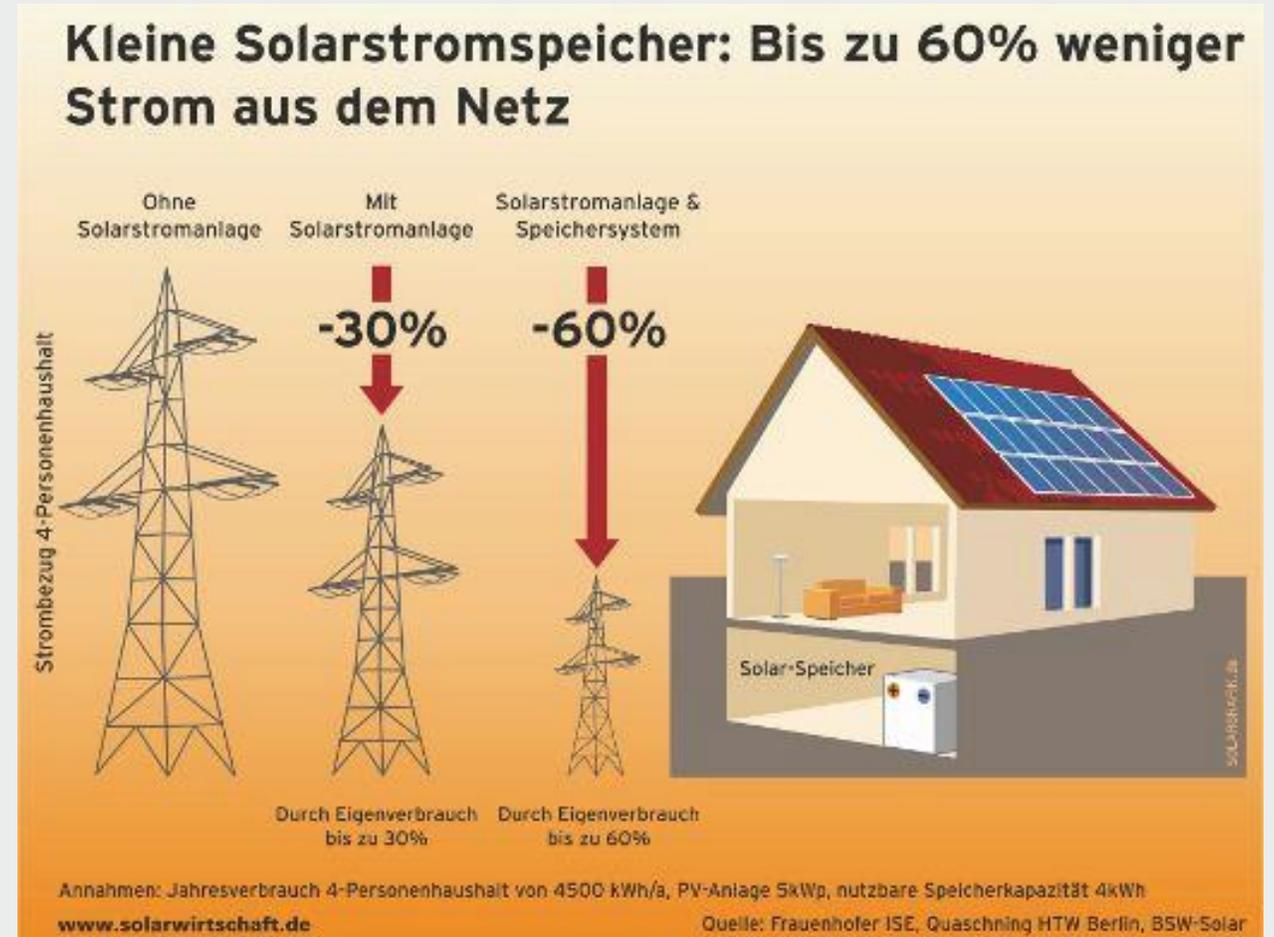


Bild: SMA

Komponenten einer PV - Anlage

Batteriespeicher

Ein Batteriespeicher kann den Anteil an selbst verbrauchtem Strom deutlich steigern



Arten von Speichersystemen

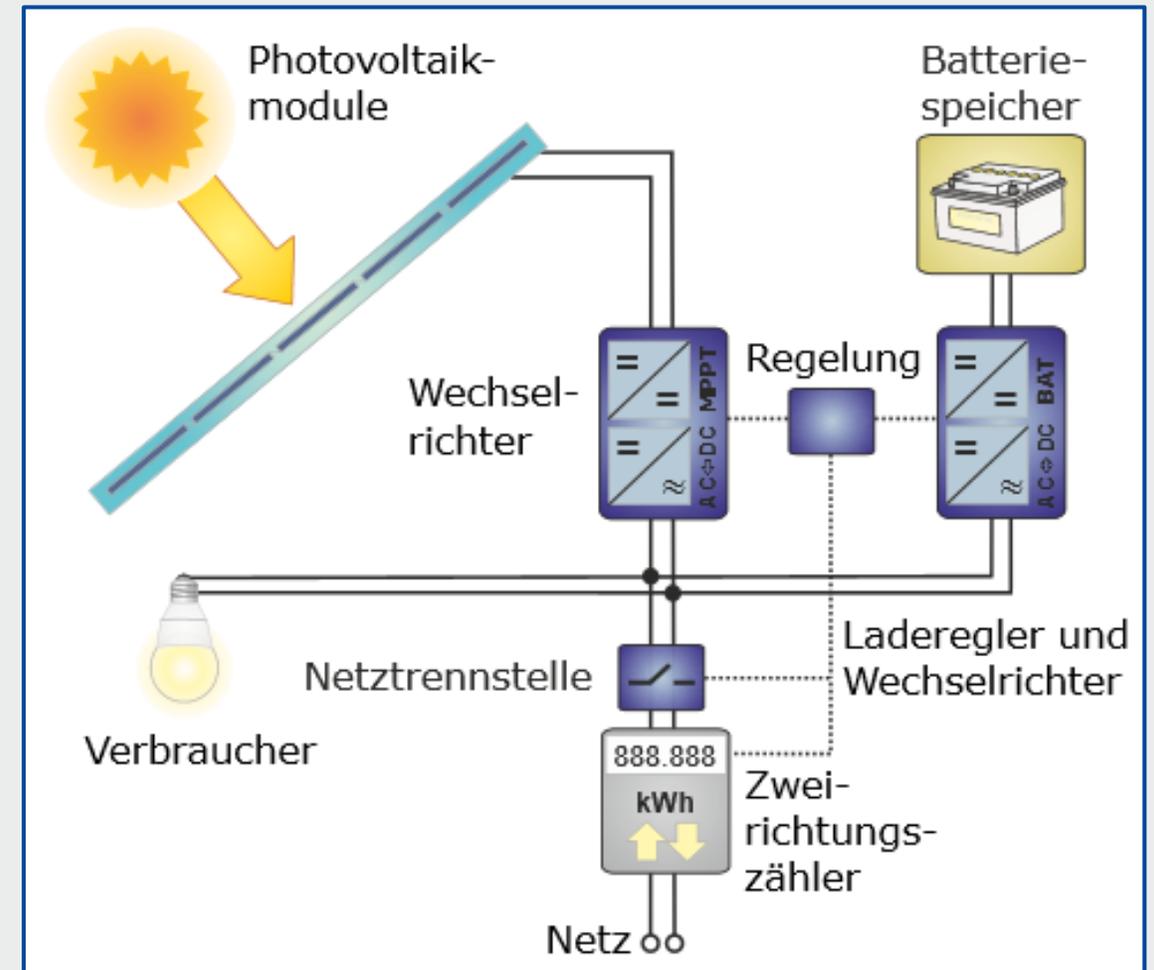
- Blei – Batterien (Blei-Säure und Blei-Gel)
- Lithium – Ionen Batterien

	Blei-Gel	Lithium-Ionen
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

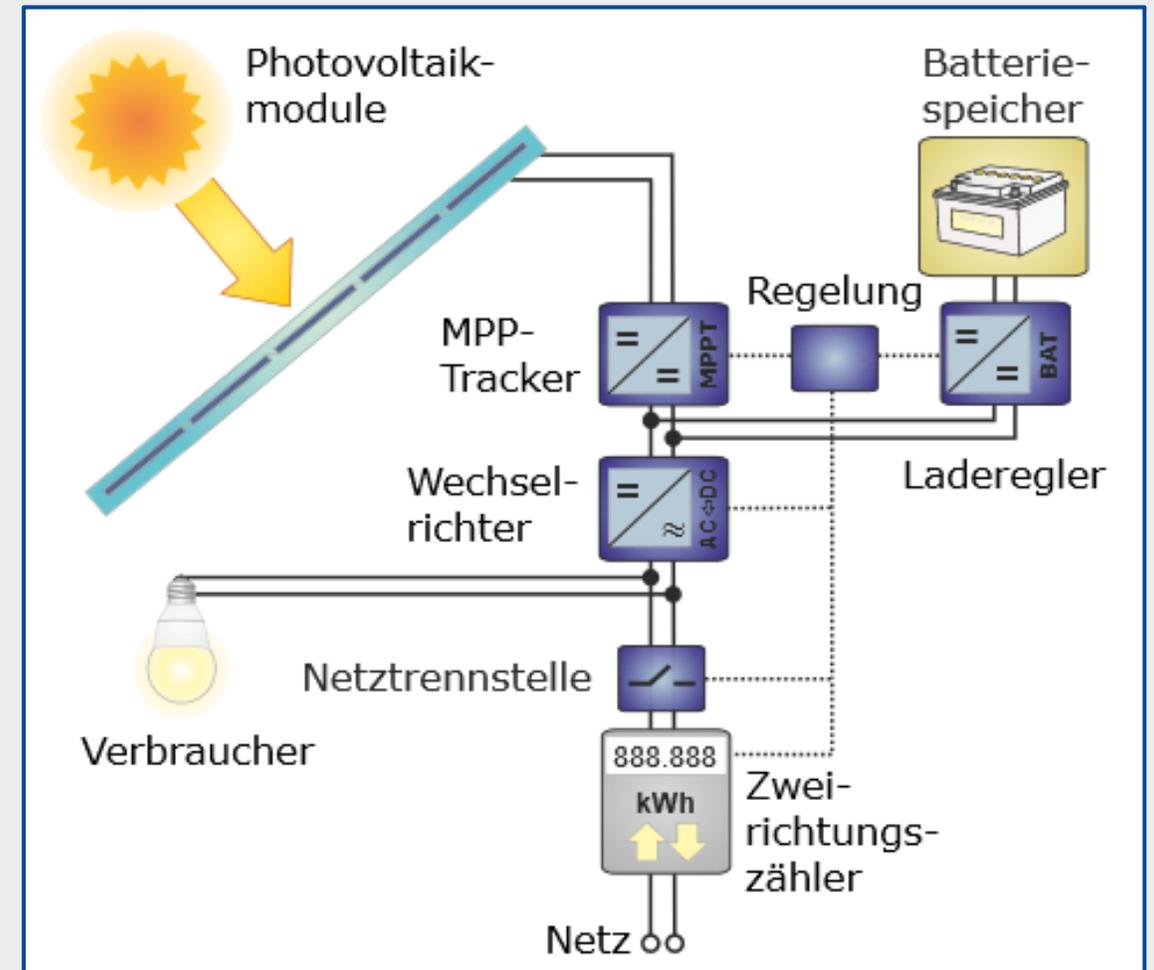
- Speicher ist über das Wechselstrom-Netz des Hauses mit dem PV-System verbunden
- Be- und Entladung erfolgt über separaten Batteriewechselrichter
- PV-System und Batteriespeicher können unabhängig voneinander errichtet und dimensioniert werden!
- Besonders zur Nachrüstung an bestehenden PV-Systemen



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_p / 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_p) peak, Megawatt peak (MW_p), 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/m²**

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

Erforderliche Fläche für 1 kWp photoelektrischer Leistung

Anorganisches Material

6 – 9 m² entspricht **3 – 4 Modulen** bei monokristallinen Zellen

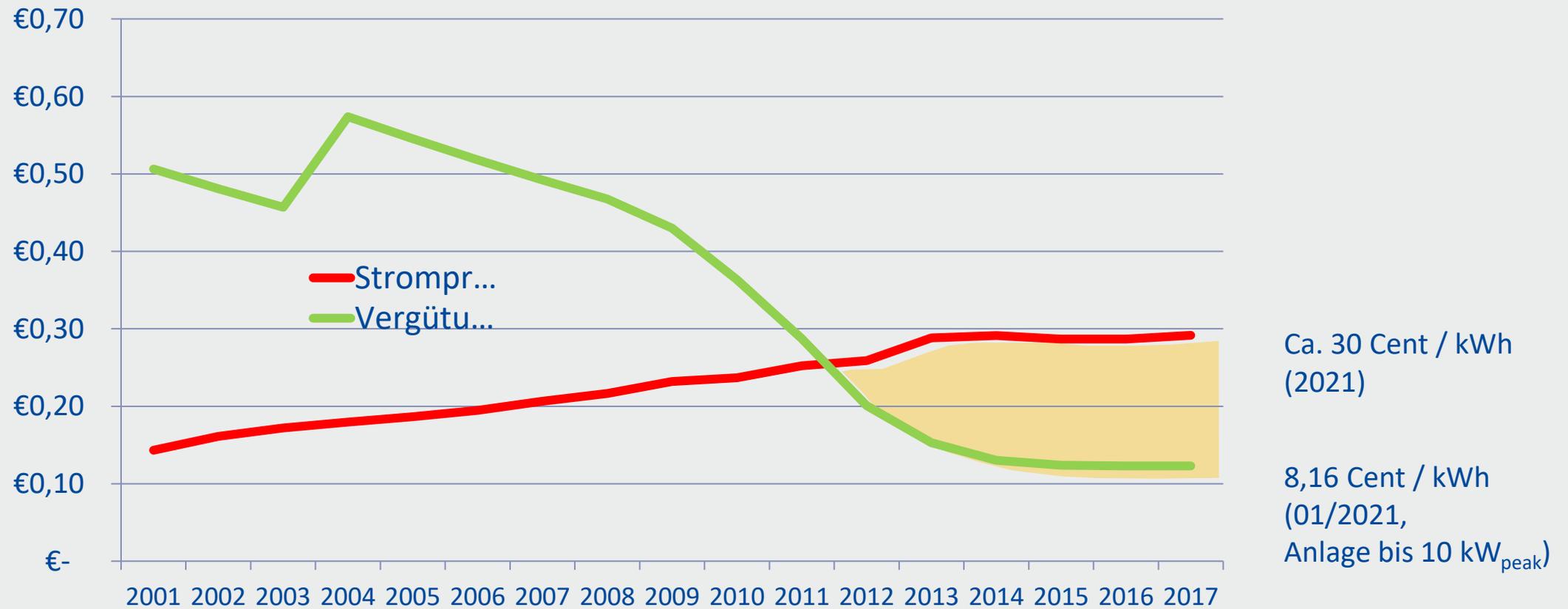
7 – 10 m² entspricht **5 – 7 Modulen** bei polykristallinen Zellen

11 – 18 m² 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

= Amortisationszeit in Jahren

Summe aus Einnahmen, Abschreibung, Betriebskosten

Bewertungsgrößen

1. Eigenverbrauchsanteil

2. Autarkiegrad (Deckungsgrad)

Dimensionierung

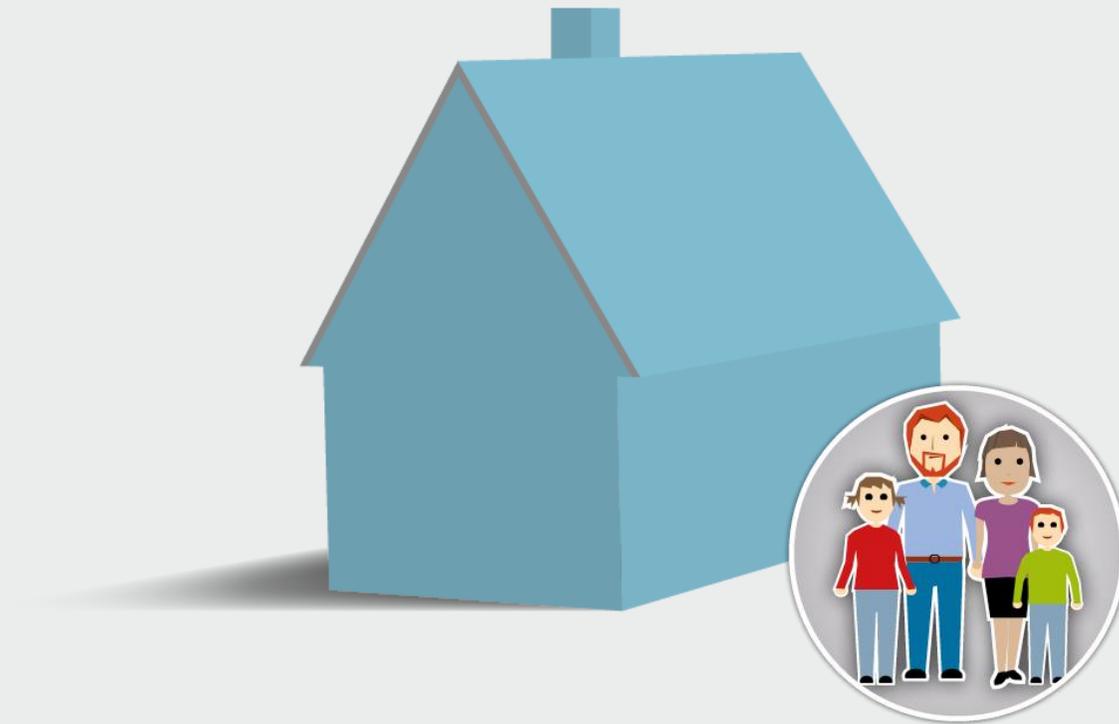
Kollektorfläche

- **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:

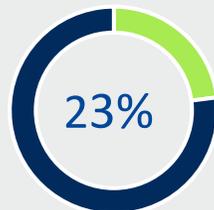
- Standort Ruhrgebiet
- Einfamilienhaus mit Satteldach
- 4 Personen
- Stromverbrauch 4500 kWh pro Jahr
- Strompreis 0,30€ / kWh
- Nutzbare Dachfläche ca. 47 m²
- Dachausrichtung SSO

Berechnungsbeispiel

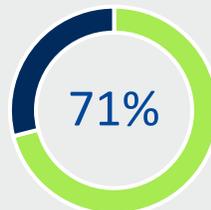
1,6 kWp
8,5 m²



Autarkie



Eigenverbrauch



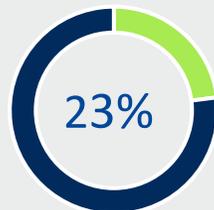
Investitionskosten:	2.560,- €
Amortisationszeit:	8 Jahre
CO ₂ Einsparung :	13,9 t/20 Jahre

Berechnungsbeispiel

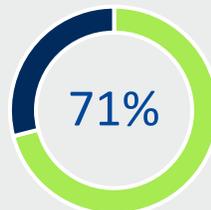
1,6 kWp
8,5 m²



Autarkie



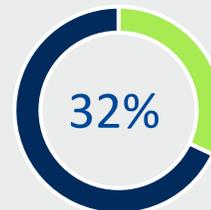
Eigenverbrauch



4,8 kWp
25,5 m²



Autarkie



Eigenverbrauch



Investitionskosten : 2.560,- €
Amortisationszeit : 8 Jahre
CO₂ Einsparung : 13,9 t/20 Jahre

7.680,- €
13 Jahre
41,8 t/20 Jahre

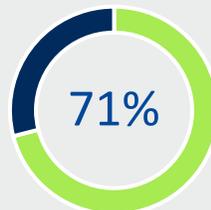
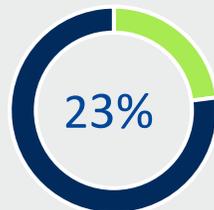
Berechnungsbeispiel

1,6 kWp
8,5 m²



Autarkie

Eigenverbrauch



4,8 kWp
25,5 m²

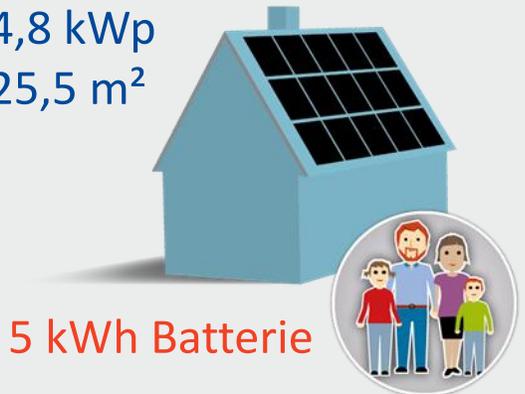


Autarkie

Eigenverbrauch



4,8 kWp
25,5 m²



+ 5 kWh Batterie

Autarkie

Eigenverbrauch



Investitionskosten : 2.560,- €
Amortisationszeit : 8 Jahre
CO₂ Einsparung : 13,9 t/20 Jahre

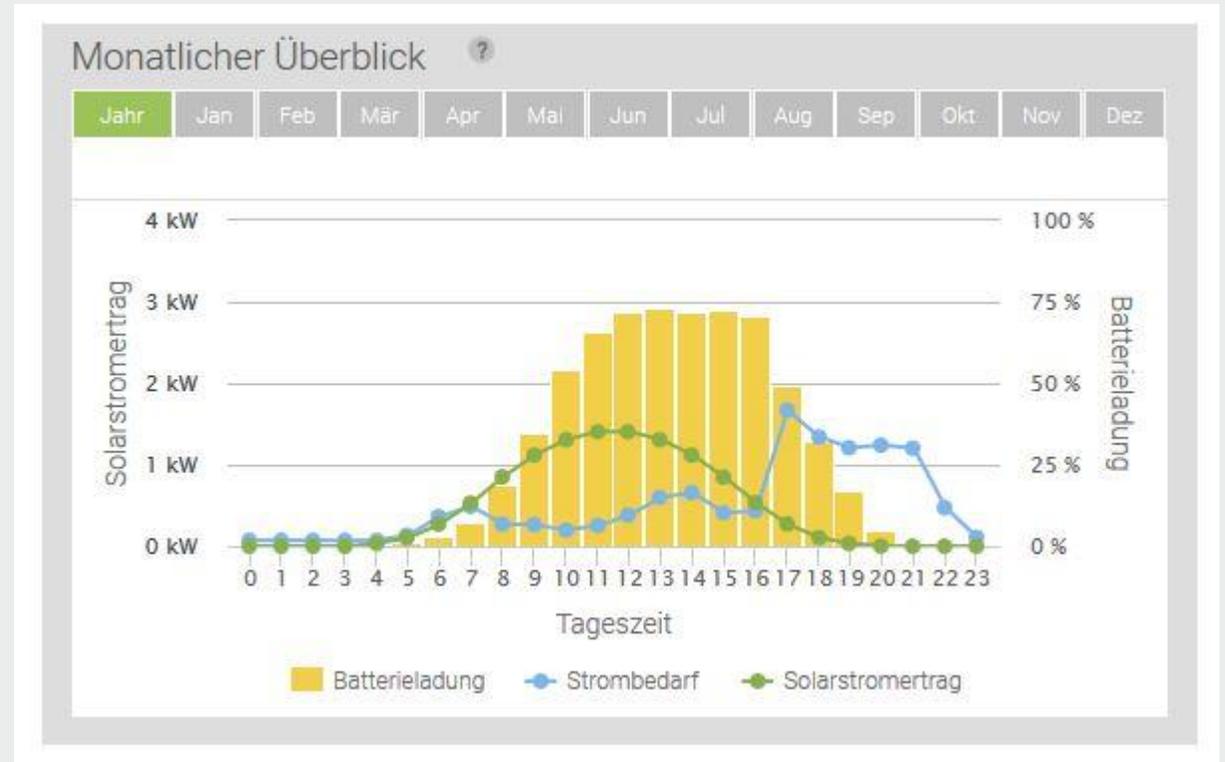
7.680,- €
13 Jahre
41,8 t/20 Jahre

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)

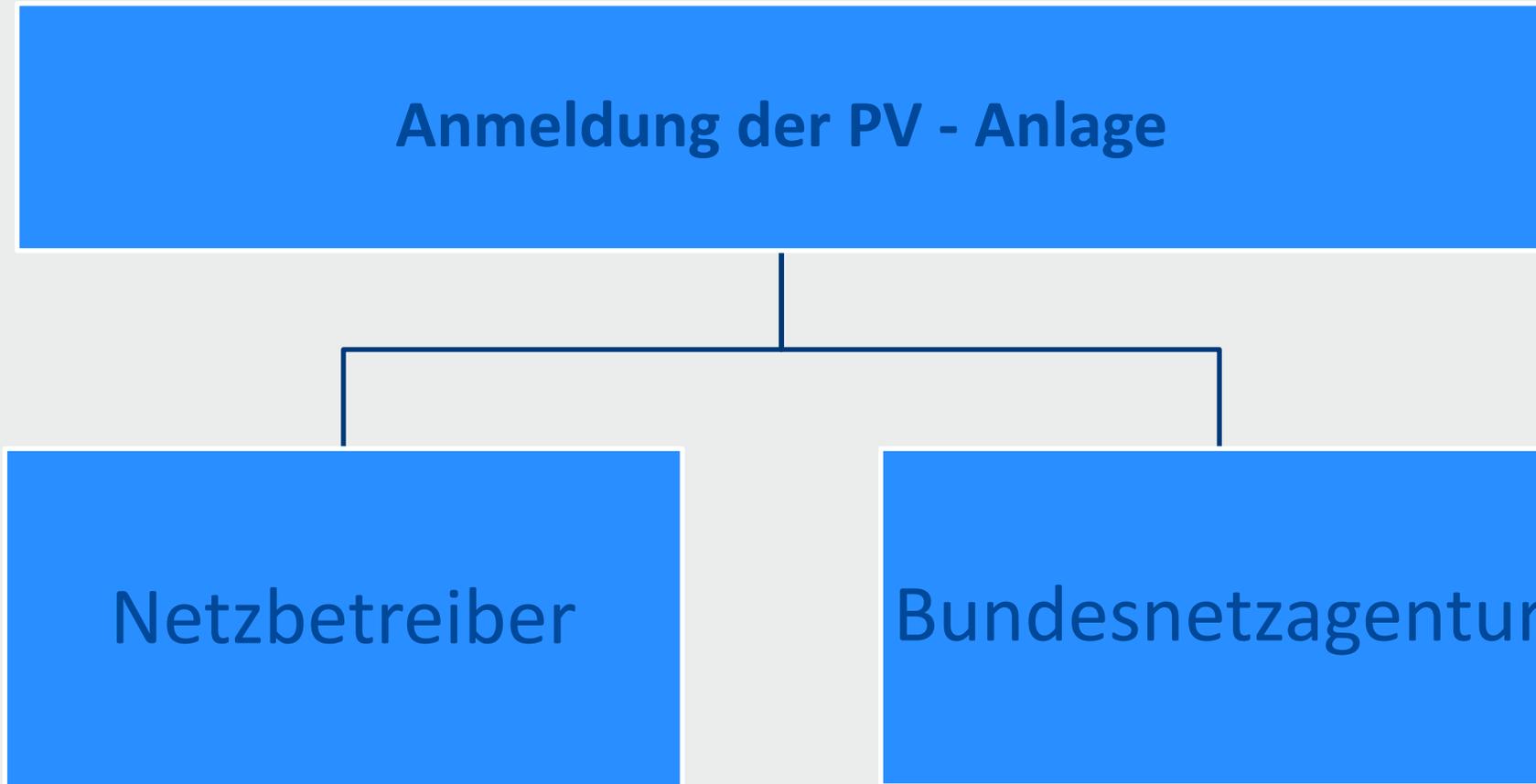
(Stand 02/2021)

Fördermöglichkeiten

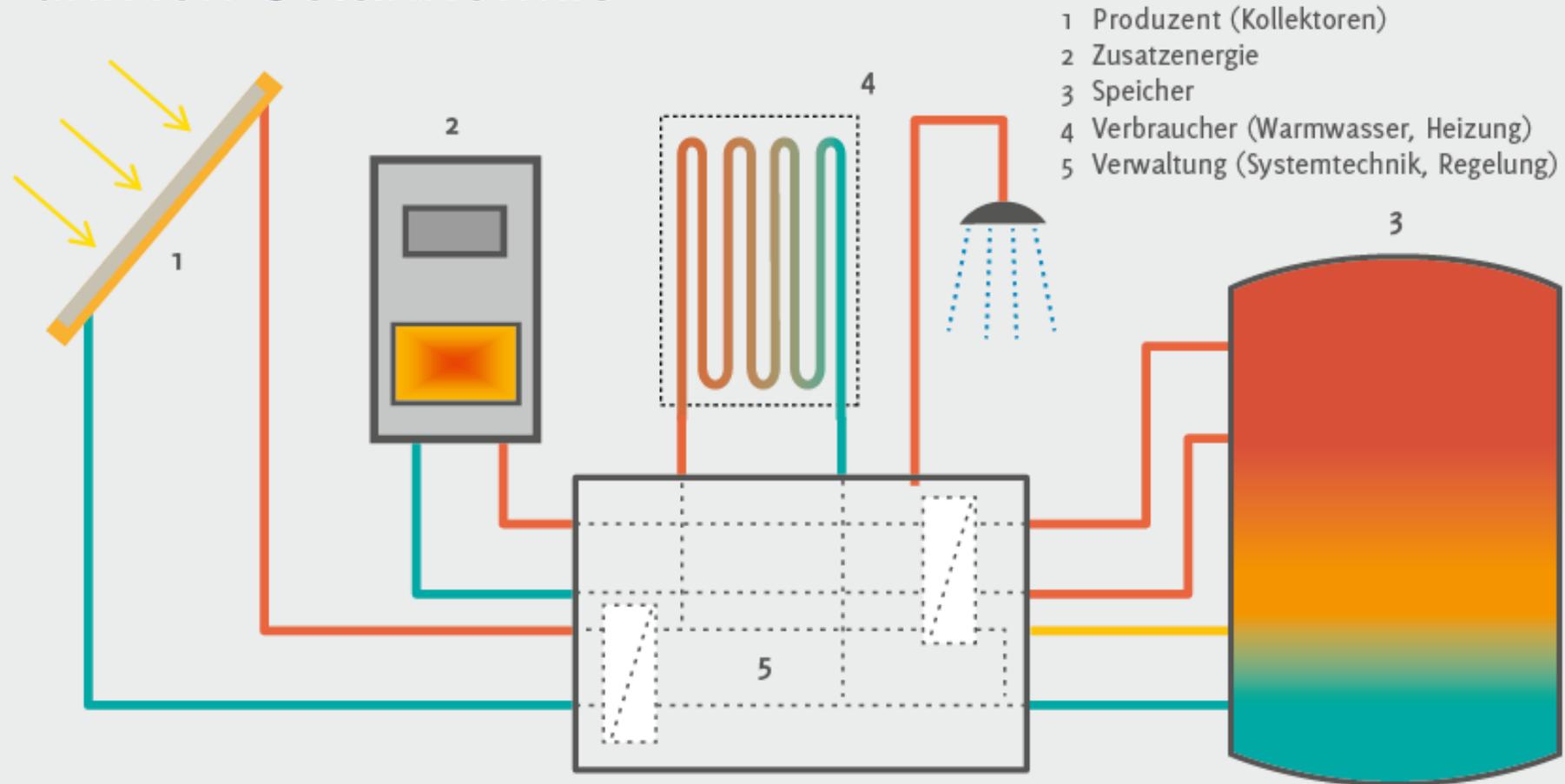
Stadt Gelsenkirchen

- 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.

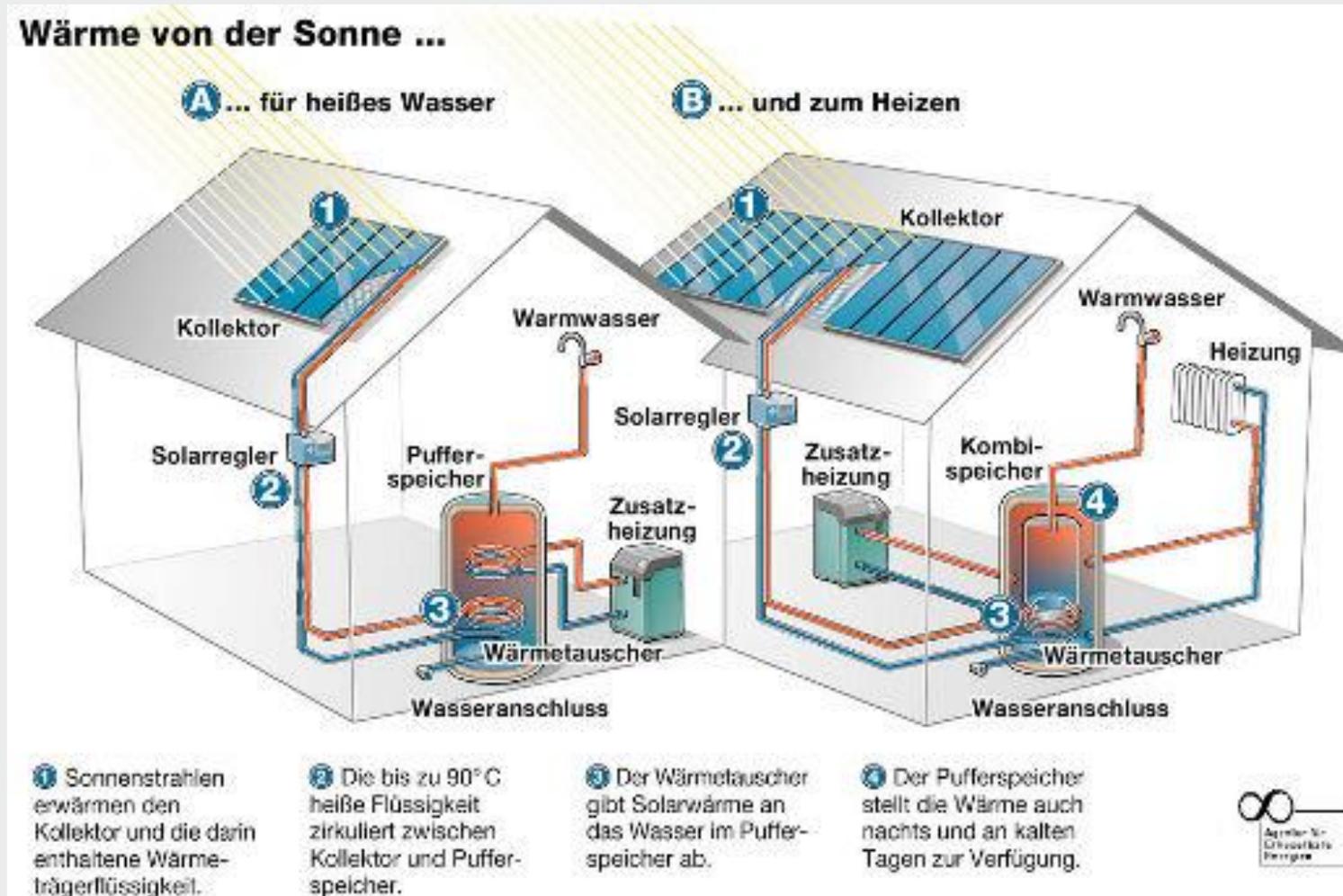
Photovoltaik Anmeldung der Anlage



Funktion Solarthermie

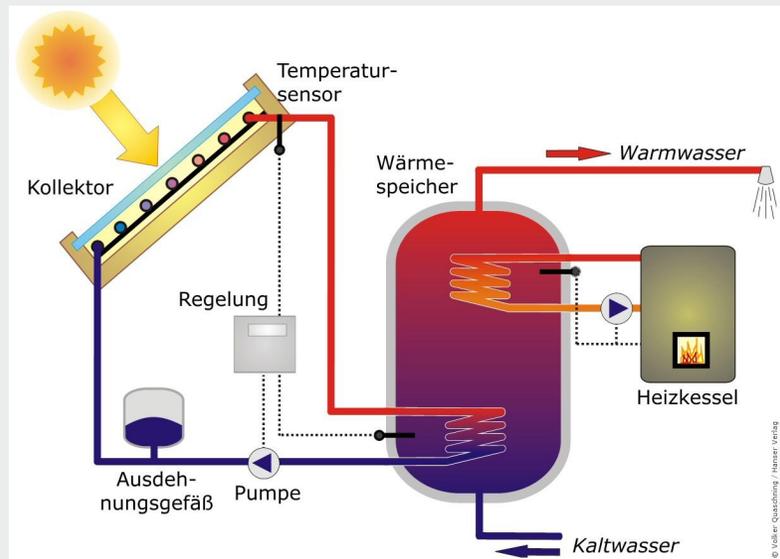


Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung

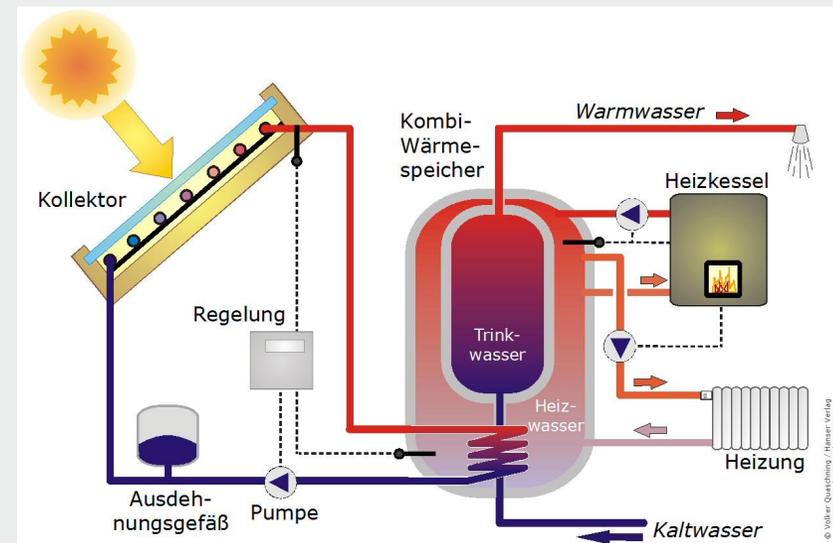


Solarthermie

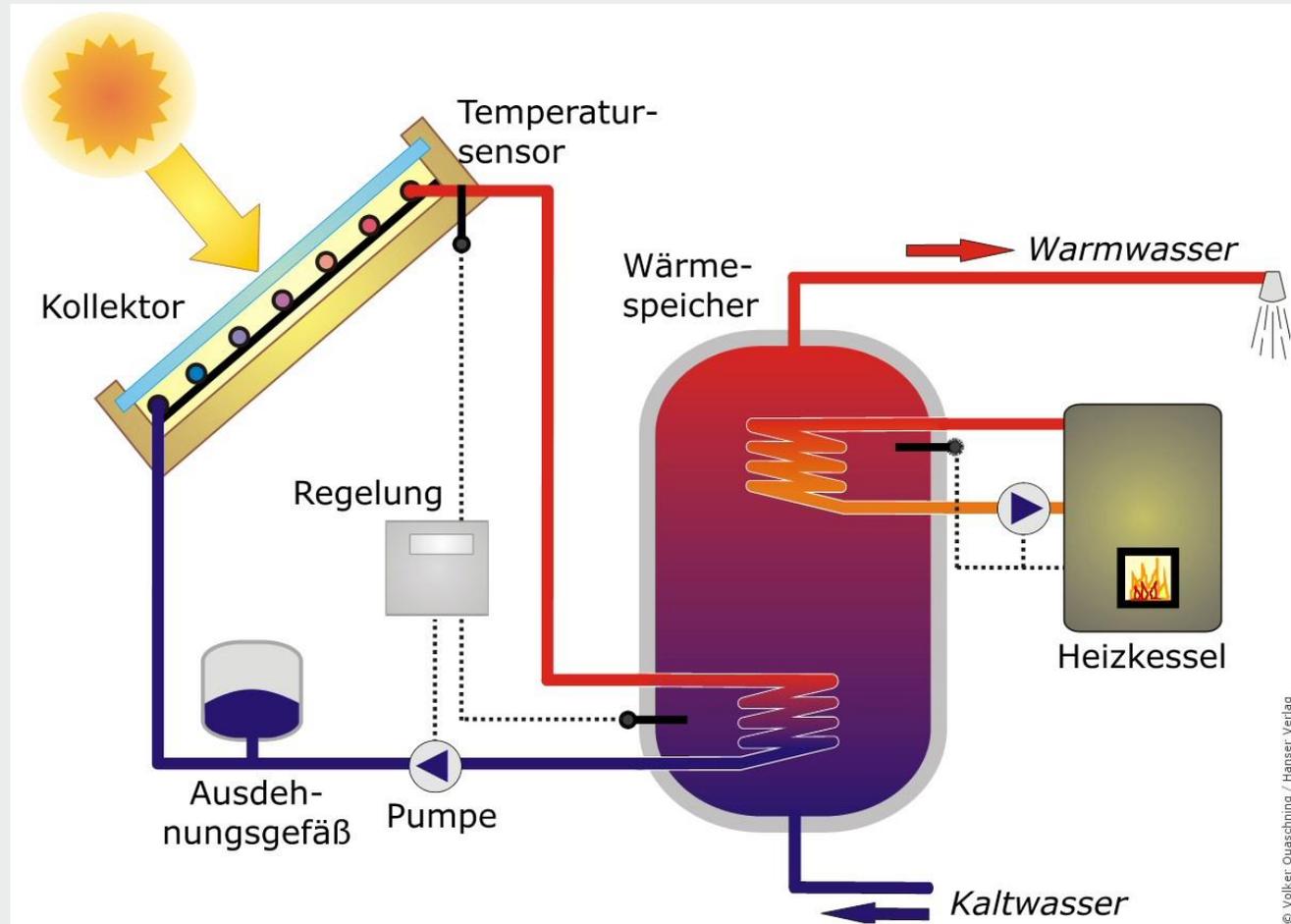
Warmwasserbereitung



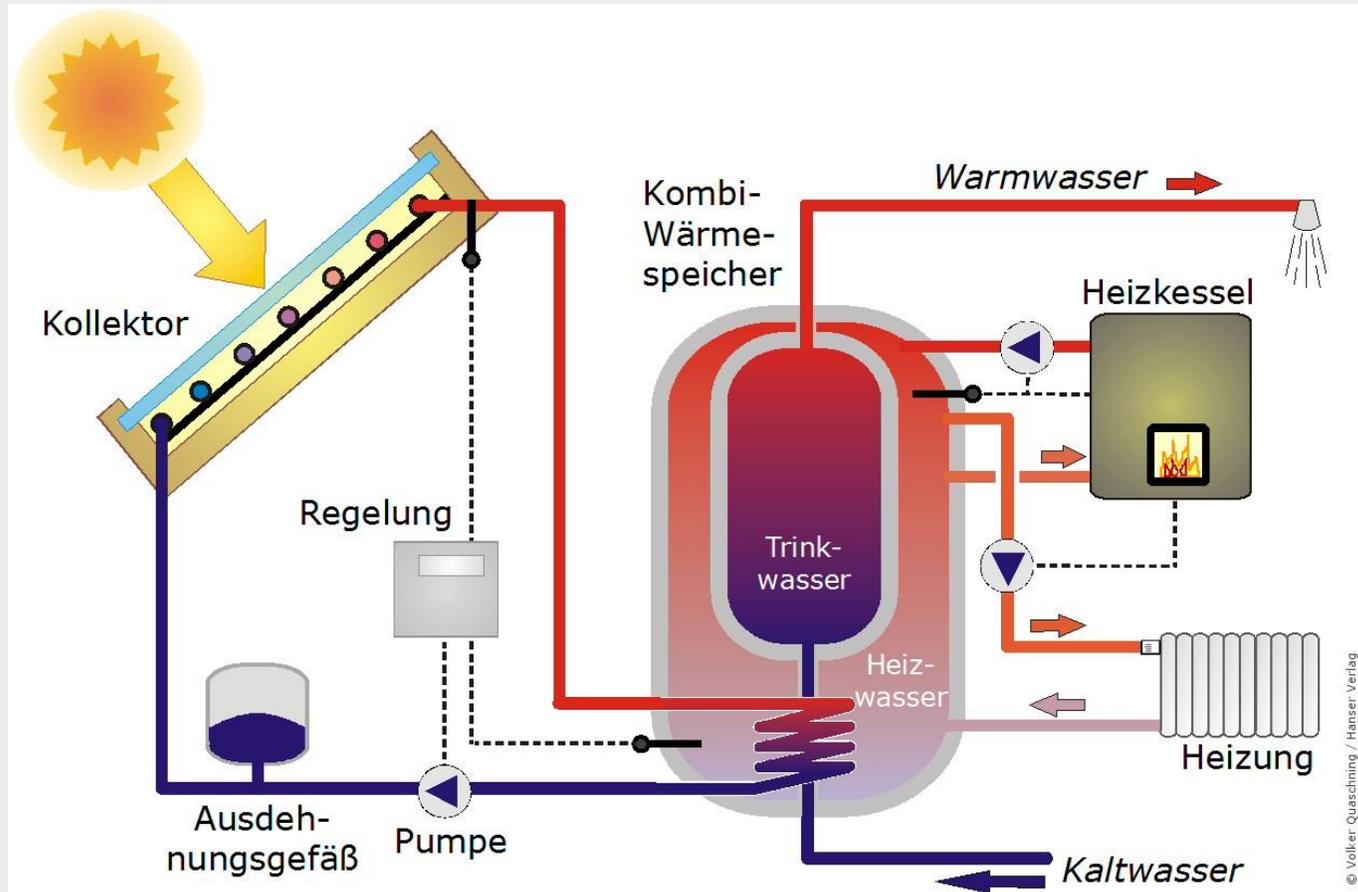
Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung



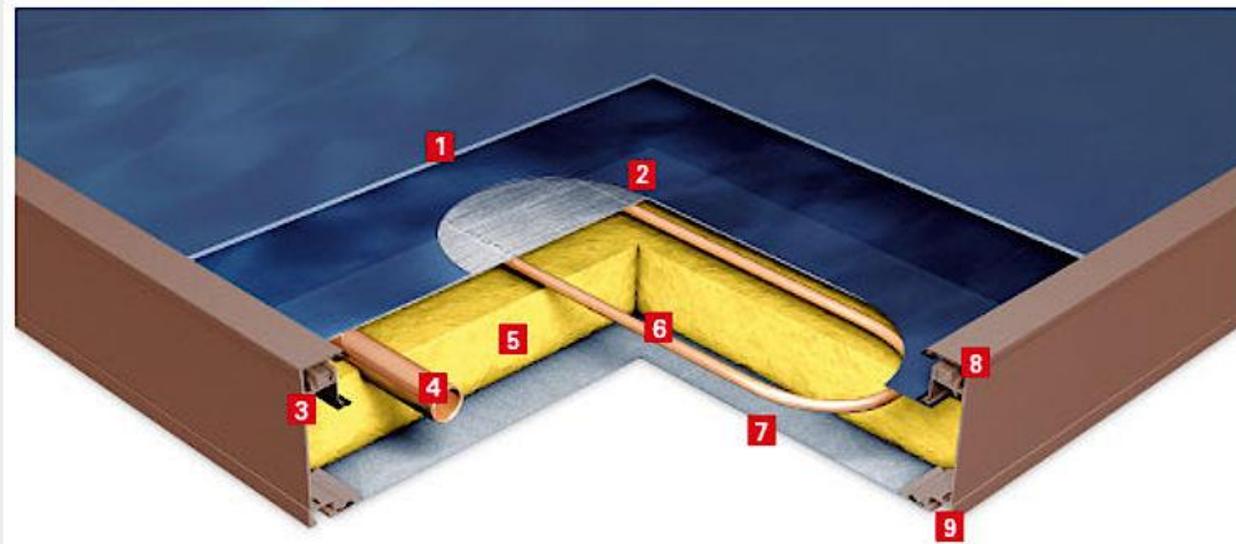
Solarthermie zur Warmwasserbereitung



Solarthermie zur Heizungsunterstützung



Flachkollektoren

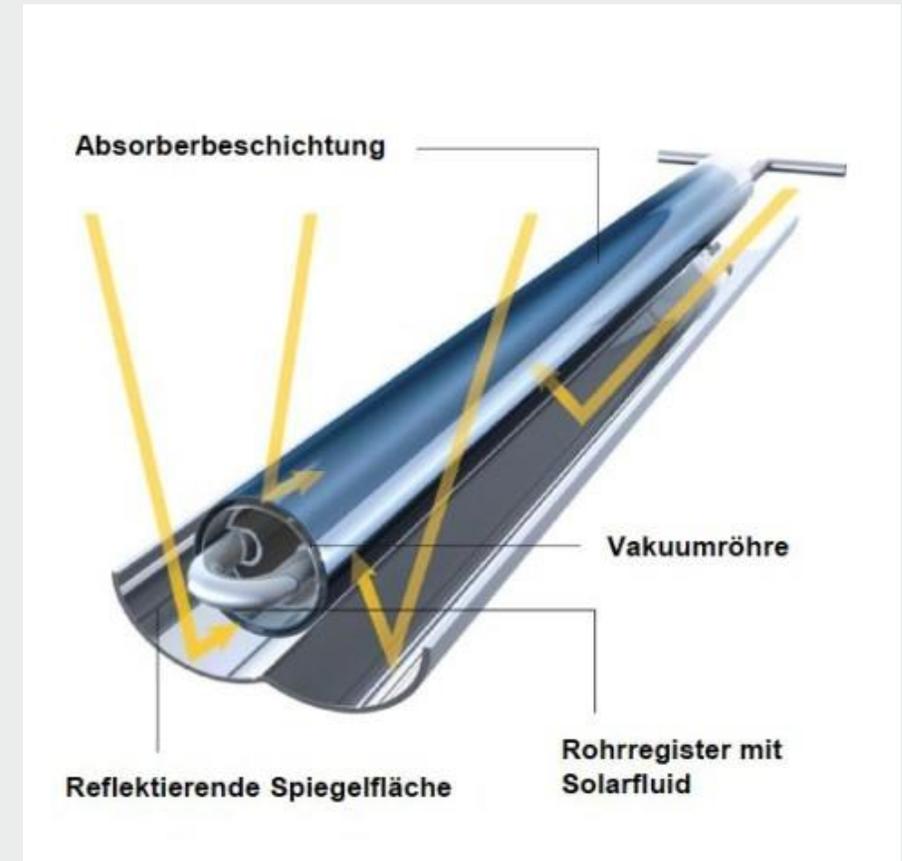


Technischer Aufbau:
Kollektor DelphisTherm Blue Eco BW

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

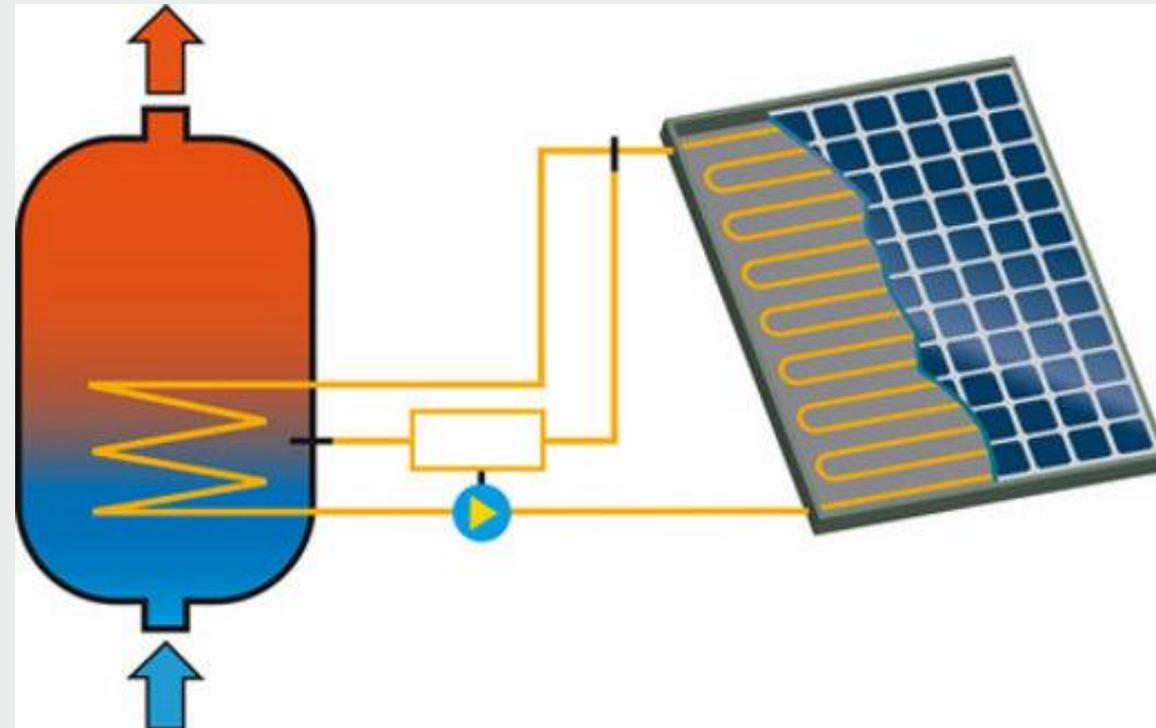
- 6** Meanderrohr (Blue Eco BW)
Doppelharfenrohr (Blue Eco II)
- 7** Alu-Rückseitenblech
- 8** Glasbefestigung
- 9** Umlaufende Montagenut

Röhrenkollektoren



Solarspeicher - Schichtenspeicher

Temperaturschichtung



Kriterien für Wirtschaftlichkeit

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

Dimensionierung einer Solarthermieanlage

➤ Warmwasserbereitung

- Ca 1,5 m² Kollektorfläche pro Person bei Flachkollektoren
- Ca. 1,0 m² Kollektorfläche pro Person bei Röhrenkollektoren
- Speichervolumen ca. 80 Liter pro Person
- Deckungsgrad: ca. 60 % des Warmwasserbedarfs pro Jahr

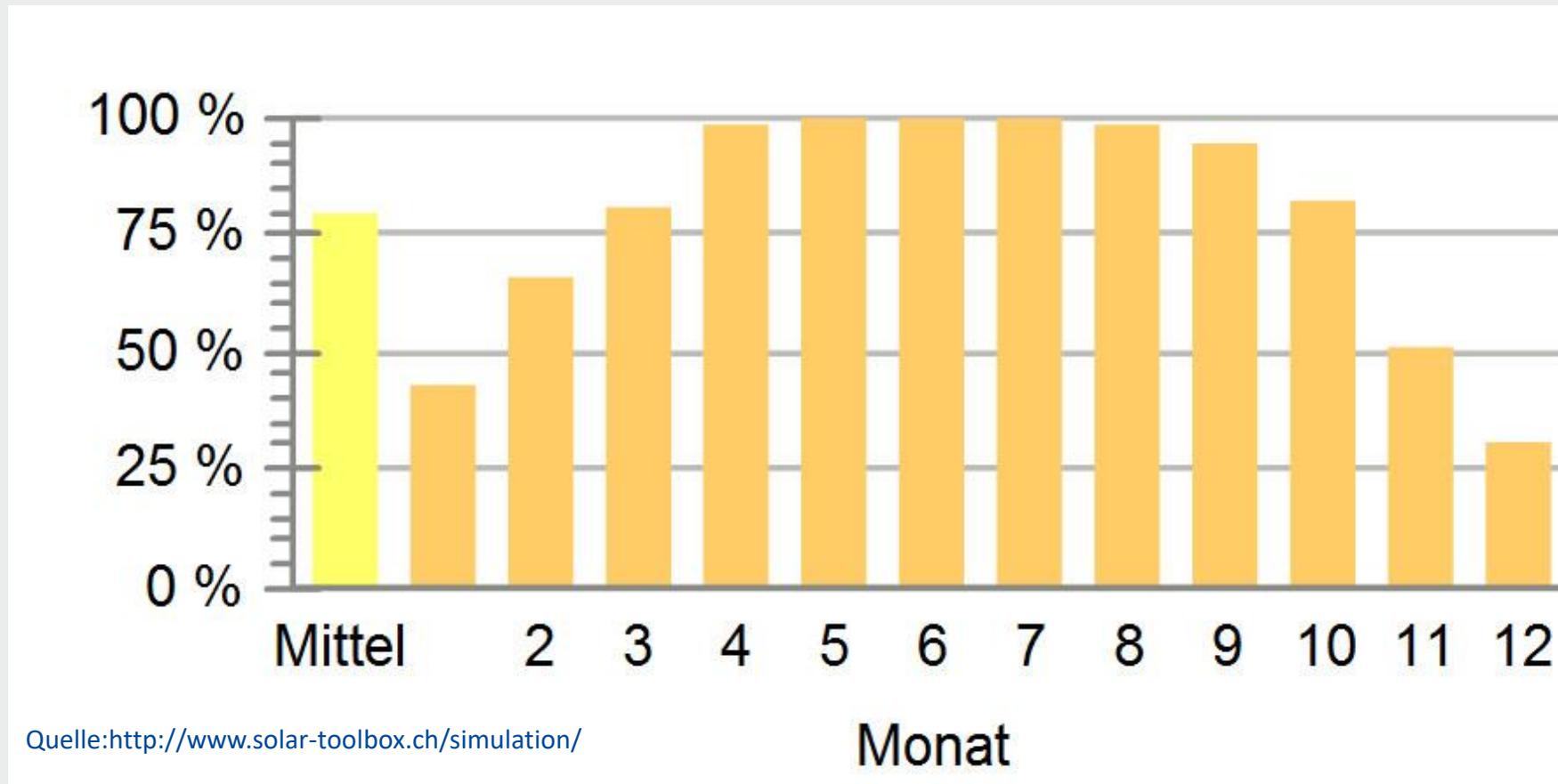
Dimensionierung einer Solarthermieanlage

➤ Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung

- Ca 2 - 3 m² Kollektorfläche pro Person
(ca. 1m² Kollektorfläche pro 10m² Wohnfläche)
- Speichervolumen ca. 60 - 80 Liter pro m² Kollektorfläche
- Deckungsgrad: ca. 20 % des Wärmebedarfs für Warmwasser und Heizung
pro Jahr

Ertrag

Beispiel: Einfamilienhaus Ruhrgebiet, Südausrichtung, Dachneigung 45°, 8m² Kollektorfläche, nur Warmwasser



Kosten einer Solarthermieanlage

➤ Warmwasserbereitung

- Kollektoren + Zubehör und Montage (5m²) : 3.000 €
- Pufferspeicher (300 Liter) : 2.200 €

➤ **Gesamtkosten** : **5.200 €**

Kosten einer Solarthermieanlage

- **Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung**
 - **Kollektoren + Zubehör und Montage (12m²)** : **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 m² 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 m² (Bruttokollektorfläche),
max. 1 m² Kollektorfläche pro 10 m² Wohn-/Gewerbefläche
- Zusätzliche technische Anforderungen an die Effizienz der Kollektoren

(Stand 02/2021)