

# Berechnungslogik des Konfigurators

Die folgenden Berechnungen beziehen sich alle auf die **Wirtschaftlichkeit** eures Konfigurators.

Für jede Berechnung:

- **Formel** – die zugrundeliegende Berechnung (vereinfacht)
- **Eingaben** – welche deiner Angaben wir verwenden
- **Ergebnis** – was ihr anschließend erhaltet

## Kennzahlen im Überblick

Kennzahl	Einheit
Spezifischer Ertrag	kWh / kWp / a
Jahresertrag	kWh / a
Aktueller Strompreis	€ / kWh
Preissteigerungsrate	% / a
Inflation	% / a
Aktueller Kraftstoffpreis	€ / L
Laufzeit	Jahre
Investition (netto)	€
Jährliche Ersparnis	€ / a
Jährliche Vergütung	€ / a
Gesamtvorteil	€
Rendite	% / a
Stromentstehungskosten	€
Amortisationszeit	Jahre

## 1. Spezifischer Ertrag (kWh / kWp)

### Formel

$$\text{Spezifischer Ertrag} = \sum \text{\_Dachflächen Einstrahlung} \times \text{matrix\_pv\_yield}(\text{Ausrichtung, Neigung}) \times 0,98 \times \text{Modulwirkungsgrad}$$

Der Wert wird aus Sicherheitsgründen auf **940 kWh / kWp** begrenzt.

### Eingaben

- Globale Sonneneinstrahlung an eurem Standort (kWh / m² · a)
- Ausrichtung und Neigung jeder Dachfläche
- Wirkungsgrad des gewählten PV-Moduls

### Ergebnis

- Erwarteter Jahresertrag pro installiertem Kilowatt Spitzenleistung

## 2. Speichergröße (kWh)

### Formel

$$\text{Speichergröße} = \text{Anzahl Batterien} \times \text{Kapazität pro Batterie}$$

### Eingaben

- Gewünschte Anzahl Batteriespeicher
- Nennkapazität je Batterie (kWh)

### Ergebnis

- Gesamtkapazität eures Speichersystems

## 3. Verhältnis Speicher zu Verbrauch

Dieser dimensionslose Index zeigt, wie groß euer Speicher im Verhältnis zum Jahresstromverbrauch ist. Er wird benötigt, um Eigenverbrauch und Autarkie realistisch abzuschätzen.

### Formel

$$\text{Index} = \left\lfloor \frac{\text{Speichergröße}}{\text{Jahresverbrauch}/1000} \times 10 \right\rfloor$$

### Eingaben

- Speichergröße (siehe 2)
- Aktueller Haushaltsstromverbrauch (kWh / a)

### Ergebnis

- Indexwert (0 – 165) für nachfolgende Berechnungen mit der Nachschlage-Matrix

## Weitere Indizes (Haushalt)

- **PV-Verbrauch-Index** – Verhältnis der installierten PV-Leistung zu eurem Jahresstromverbrauch.

### Formel

$$\text{PV-Verbrauch-Index} = \left\lfloor \frac{\text{PV-Leistung (kWp)}}{\text{Verbrauch}_\text{Haus}/1000} \times 10 \right\rfloor$$

- **Eingaben** – Generatorleistung (kWp), Jahresstromverbrauch Haushalt (kWh/a)
- **Ergebnis** – Indexwert (0 – 165) für die Nachschlage-Matrix

## 4. Gesamter PV-Ertrag (kWh / a)

### Formel

$$\text{PV-Ertrag} = \text{Generatorleistung (kWp)} \times \text{spezifischer Ertrag}$$

### Eingaben

- Installierte Generatorleistung (kWp)
- Spezifischer Ertrag (siehe 1)

### Ergebnis

- Erwarteter Jahresstromertrag eurer Anlage

## 5. Eigenverbrauch Haushalt

Mit Hilfe einer Ertrags- und Verbrauchs-Nachschlage-Matrix bestimmen wir:

1. **Eigenverbrauchsquote** – welcher Anteil des PV-Ertrags direkt im Haushalt genutzt wird
2. **Eigenverbrauchsenergie** – in kWh pro Jahr
3. **Autarkiegrad** – welcher Anteil des Haushaltsstroms durch die PV-Anlage gedeckt wird

### Formeln

$$EV\_Quote\_Haus = matrix\_ev\_quote(\text{Speicher-Verbrauch-Index}, \text{PV-Verbrauch-Index})$$

$$\text{Eigenstrom\_Haus} = \text{PV-Ertrag} \times \frac{EV\_Quote\_Haus}{100}$$

$$\text{Autarkie\_Haus} = \frac{\text{Eigenstrom\_Haus}}{\text{Verbrauch\_Haus}} \times 100$$

Der Autarkiegrad wird auf **maximal 80 %** begrenzt, um realistische Werte zu garantieren.

Eingaben

- Indexwerte aus Abschnitt 3 (nachschlage-Matrix)
- Charakteristik eures Lastprofils (Tageszeitverteilung des Verbrauchs)
- Verbrauch Hausstrom kWh/a

Ergebnisse

- Verbrauch Hausstrom, Eigenverbrauchsquote %, Eigenstrom (kWh), Autarkiegrad %

## 6. Eigenverbrauch Wärmepumpe

Analog zu Abschnitt 5, jedoch speziell für den zusätzlichen Verbrauch einer Wärmepumpe.

### Formeln

$$EV\_Quote\_WP = matrix\_ev\_quote(\text{Speicher-WP-Verbrauch-Index}, \text{PV-WP-Verbrauch-Index})$$

$$\text{Eigenstrom\_WP} = \text{PV-Ertrag} \times \frac{EV\_Quote\_WP}{100}$$

$$\text{Autarkie\_WP} = \frac{\text{Eigenstrom\_WP}}{\text{Verbrauch\_WP}} \times 100$$

Besonderheiten

- Mindestverbrauch 1 500 kWh/a, sonst wird die Wärmepumpe nicht berücksichtigt
- Autarkiegrad auf **55 %** begrenzt

### Indexberechnung für die Wärmepumpe

- **Speicher-WP-Verbrauch-Index**  
Verhältnis von Batteriekapazität zu Jahresverbrauch der Wärmepumpe.

$$\text{Speicher-WP-Verbrauch-Index} = \left\lfloor \frac{\text{Speichergröße (kWh)}}{\text{Verbrauch\_WP}/1000} \times 10 \right\rfloor$$

- **PV-WP-Verbrauch-Index**

Verhältnis des erwarteten PV-Ertrags zum Jahresverbrauch der Wärmepumpe.

$$\text{PV-WP-Verbrauch-Index} = \left\lfloor \frac{\text{PV-Ertrag (kWh)}}{\text{Verbrauch\_WP}/1000} \times 10 \right\rfloor$$

Beide Indizes liegen ebenfalls im Bereich 0 – 165 und adressieren die Nachschlage-Matrix.

## 7. Eigenverbrauch Elektroauto

Analog zu Abschnitt 5, jedoch für das Laden eines E-Autos.

### Formeln

$$\text{EV\_Quote\_ECar} = \text{matrix\_ev\_quote}(\text{Speicher-ECar-Verbrauch-Index}, \text{PV-ECar-Verbrauch-Index})$$

$$\text{Eigenstrom\_ECar} = \text{PV-Ertrag} \times \frac{\text{EV\_Quote\_ECar}}{100}$$

$$\text{Autarkie\_ECar} = \frac{\text{Eigenstrom\_ECar}}{\text{Verbrauch\_ECar}} \times 100$$

Besonderheiten

- Jahresverbrauch wird aus euren Fahrkilometern abgeleitet (Richtwert  $\approx 1\,900$  kWh/a bei 10 000 km)
- Autarkiegrad auf **55 %** begrenzt

## 8. Gesamtverbrauch & Gesamtautarkie

$$\text{Gesamtverbrauch} = \text{Verbrauch\_Haus} + \text{Verbrauch\_WP} + \text{Verbrauch\_ECar}$$

$$\text{Gesamteigenstrom} = \text{Eigenstrom\_Haus} + \text{Eigenstrom\_WP} + \text{Eigenstrom\_ECar}$$

$$\text{Gesamteigenverbrauchsquote} = \frac{\text{Gesamteigenstrom}}{\text{PV-Ertrag}} \times 100$$

$$\text{Gesamtautarkie} = \frac{\text{Gesamteigenstrom}}{\text{Gesamtverbrauch}} \times 100$$

Bei Wärmepumpe im System gilt eine Obergrenze von **55 % Autarkie**, sonst **80 %**.

## 9. Einspeisevergütung (EEG 2023)

Für den Strom, den Sie nicht selbst verbrauchen, erhalten Sie eine Vergütung.

Der Vergütungssatz hängt von der Anlagengröße ab und wird stufenweise gewichtet.

## Vergütungssätze

Stufe	Vergütung € / kWh	Anlagengröße
REFUND 10	0,0803	bis 10 kWp
REFUND 40	0,0695	10 – 40 kWp
REFUND 100	0,0568	40 – 100 kWp
AZW 10	0,0843	bis 10 kWp (Volleinspeisung)
AZW 40	0,0735	10 – 40 kWp
AZW 100	0,0608	40 – 100 kWp
AZW 400	0,0608	100 – 400 kWp
AZW 1000	0,0608	400 – 1 000 kWp
SONST_AZW	0,0686	sonstige Anlagen

**Berechnung** (Beispiel bis 40 kWp)

$$\text{Vergütungssatz} = \frac{10}{P} \cdot 0,0803 + \frac{P - 10}{P} \cdot 0,0695$$

Dabei steht **P** für die **installierte Generatorleistung** eurer PV-Anlage in **Kilowatt peak (kWp)**.

## 10. Jährliche Vergütung (€ / a)

$$\text{Vergütung/Jahr} = (\text{PV-Ertrag} - \text{Eigenverbrauch gesamt}) \times \text{Vergütungssatz}$$

## 11. Jahresertrag

**Formel**

$$\text{Jahresertrag} = \text{PV-Leistung (kWp)} \times \text{spezifischer Ertrag}$$

**Eingaben:** PV-Leistung, spezifischer Ertrag.

**Ergebnis:** kWh / a

## 12. Aktueller Strompreis

**Formel:** Konfigurator-Eingabe.

## 13. Preissteigerungsrate

**Formel:** Konfigurator-Eingabe.

## 14. Inflation

**Formel:** Konfigurator-Eingabe.

## 15. Aktueller Kraftstoffpreis

**Formel:** Konfigurator-Eingabe.

## 16. Laufzeit

**Formel:** Konfigurator-Eingabe.

## 17. Investition (netto)

**Formel:** Summe Komponenten – Rabatt ± Zuschläge.

**Eingaben:** Komponentenpreise, Rabatt %, Auf-/Abschläge.

**Ergebnis:** €

## 18. Jährliche Ersparnis

**Formel**

$$\text{Ersparnis/Jahr} = \text{Eigenverbrauch gesamt} \times \text{durchschnittlicher Strompreis}$$

### Was ist der durchschnittliche Strompreis?

Er ist der Mittelwert des Strompreises, den ihr ohne PV-Anlage über die gesamte *Laufzeit* zahlen würdet.

Dabei starten wir mit eurem im Konfigurator eingegebenen aktuellen Strompreis und erhöhen ihn jedes Jahr um Preissteigerungsrate + Inflation.

Berechnung im Konfigurator

$$\text{Preis}_1 = \text{aktueller Strompreis}$$

$$\text{Preis}_{i+1} = \text{Preis}_i \times \left(1 + \frac{\text{Preissteigerung} + \text{Inflation}}{100}\right)$$

$$\text{Summe\_Kosten} = \sum_{i=1}^n \text{Verbrauch\_Jahr} \times \text{Preis}_i$$

$$\text{durchschn. Strompreis} = \frac{\text{Summe\_Kosten}}{\text{Verbrauch\_Jahr} \times n}$$

**Eingaben:** Eigenverbrauch gesamt (kWh), aktueller Strompreis, Preissteigerungsrate, Inflation, Laufzeit.

**Ergebnis:** € / Jahr

## 19. Gesamtvorteil

**Formel**

$$\text{Gesamtvorteil} = (\text{Ersparnis/Jahr} + \text{Vergütung/Jahr}) \times \text{Laufzeit}$$

**Eingaben:** jährliche Ersparnis, jährliche Vergütung, Laufzeit.

**Ergebnis:** €

## 20. Rendite

**Formel**

$$\text{ROI} = \frac{\text{Gesamtvorteil} - \text{Investition} \times (1 - \text{Restwertfaktor})}{\text{Investition}} \div \text{Laufzeit} \times 100$$

**Eingaben:** Gesamtvorteil, Investition, Laufzeit.

**Konstanten:** Restwertfaktor = 0,8 (20 % Restwert nach Laufzeit).

**Ergebnis:** % / a

## 21. Stromentstehungskosten

**Formel**

$$\text{Stromentstehungskosten} = \frac{\text{Investition}}{\text{Jahresertrag} \times \text{Laufzeit}}$$

**Eingaben:** Investition, Jahresertrag, Laufzeit.

**Ergebnis:** €

## 22. Amortisationszeit

**Formel**

$$\text{Amortisation} = \frac{\text{Investition}}{\text{Ersparnis/Jahr} + \text{Vergütung/Jahr}}$$

**Eingaben:** Investition, jährliche Ersparnis, jährliche Vergütung.

**Ergebnis:** Jahre