

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
Preisseigerungsrate	% / 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

$$\text{Spezifischer Ertrag} = \sum_{\text{Dachflächen}} \text{Einstrahlung} \times \text{matrix_pv_yield}(\text{Ausrichtung}, \text{Neigung}) \times 0,98 \times \text{Modulwirkungsgrad}$$

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

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

- **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

$$\text{EV_Quote_Haus} = \text{matrix_ev_quote}(\text{Speicher-Verbrauch-Index}, \text{PV-Verbrauch-Index})$$

$$\text{Eigenstrom_Haus} = \text{PV-Ertrag} \times \frac{\text{EV_Quote_Haus}}{100}$$

$$\text{Autarkie_Haus} = \frac{\text{Eigenstrom_Haus}}{\text{Verbrauch_Haus}} \times 100$$

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

$$\text{EV_Quote_WP} = \text{matrix_ev_quote}(\text{Speicher-WP-Verbrauch-Index}, \text{PV-WP-Verbrauch-Index})$$

$$\text{Eigenstrom_WP} = \text{PV-Ertrag} \times \frac{\text{EV_Quote_WP}}{100}$$

$$\text{Autarkie_WP} = \frac{\text{Eigenstrom_WP}}{\text{Verbrauch_WP}} \times 100$$

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 Nachschlagematrix.

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 $\approx 1\,900 \text{ kWh/a}$ 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 \pm 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