

Photovoltaik auf dem Dach

Stand der Technik und
Nutzungsmöglichkeiten

Agenda

1. Grundlagen der Photovoltaik
2. Komponenten einer PV-Anlage
3. Wirtschaftlichkeit
4. Zusammenfassung und Hinweise

Warum Photovoltaik?



Reduktion der Stromkosten



Unabhängigkeit vom Stromversorger



Beitrag zum Klimaschutz



Verkauf von Strom

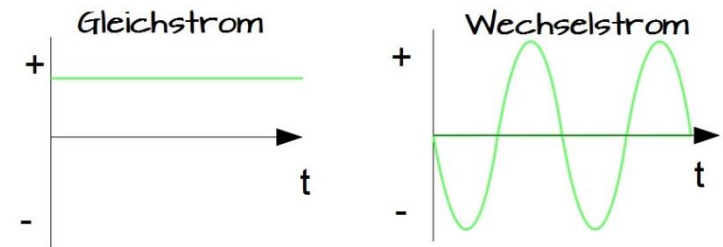
Agenda

1. **Grundlagen der Photovoltaik**
2. Komponenten einer PV-Anlage
3. Wirtschaftlichkeit
4. Schritt für Schritt zur PV-Anlage

1. Grundlagen der Photovoltaik – Kenngrößen

1x1 der Elektrizität

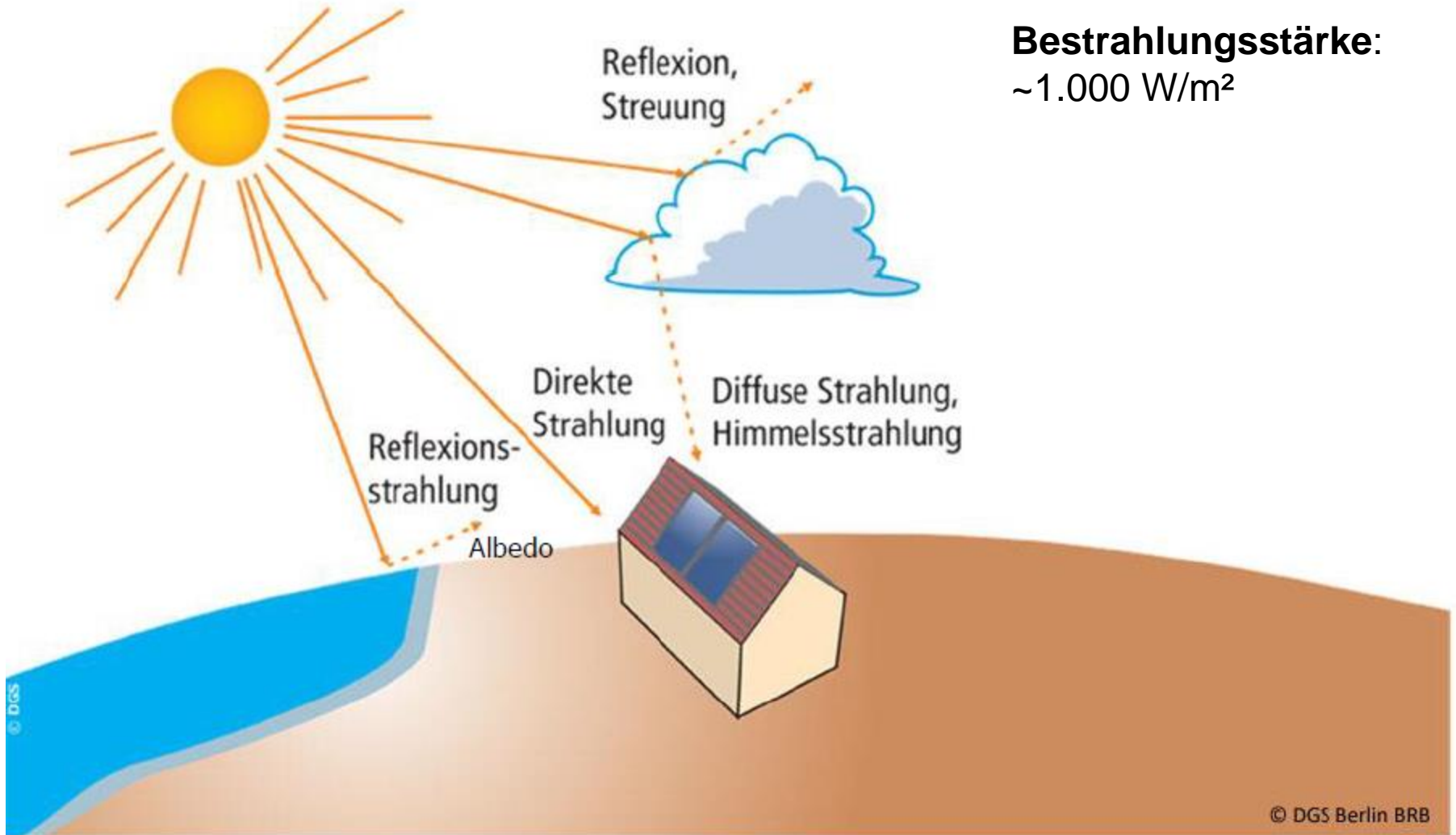
- **Strom I** in Ampere [A]
- **Spannung U** in Volt [V]
- elektrische **Leistung P** in Watt [W], [kW] → Produkt aus U und I
- Elektrische Arbeit (**Energie**): Leistung über Zeit [kWh]



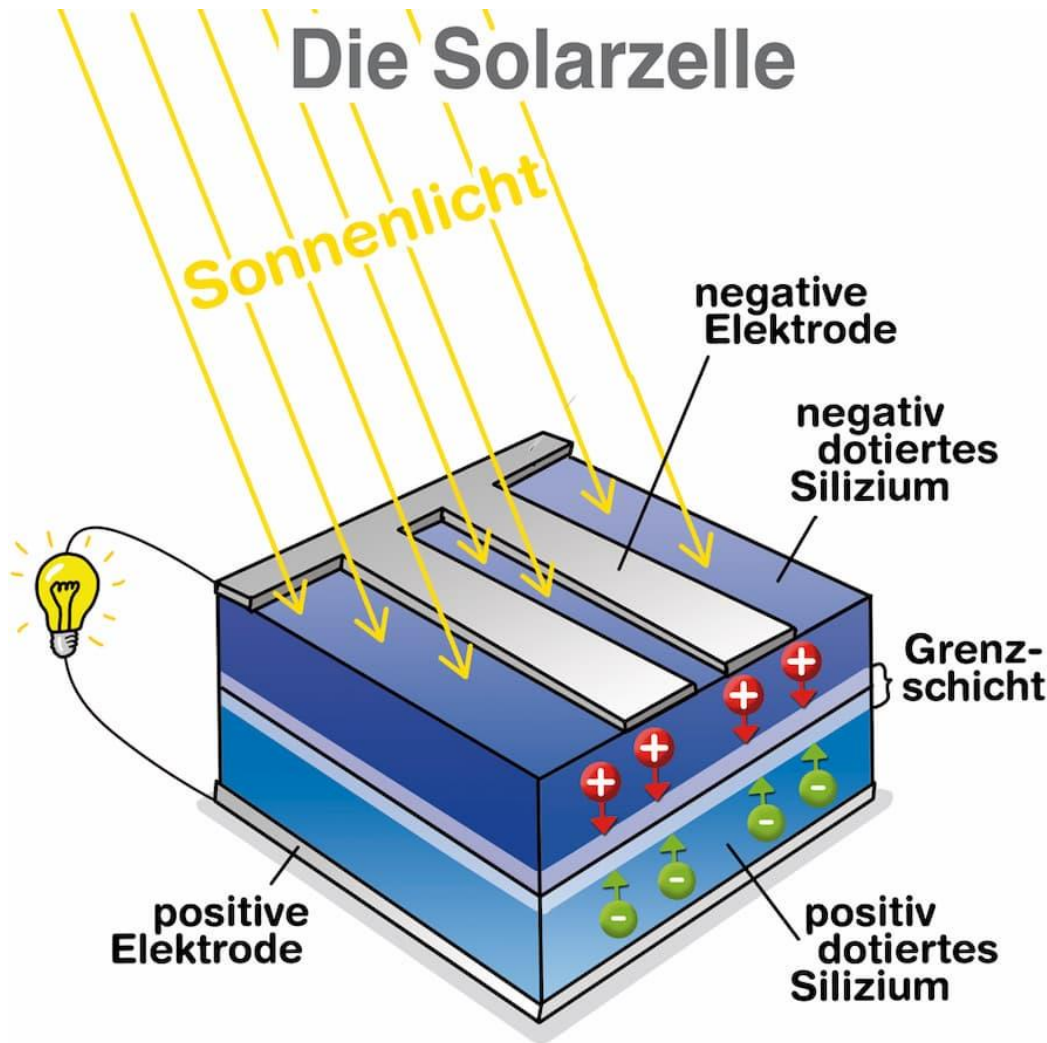
PV-spezifische Kenngrößen

- **Nennleistung [kWp]** einer PV-Anlage beschreibt die Leistung unter Laborbedingungen
- **Ertrag [kWh]** einer PV-Anlage beschreibt erzeugte elektrische Energie (z.B. über ein Jahr → Jahres-Ertrag)
- **Spezifischer Ertrag [kWh/(kWp*a)]** → Ertrag einer PV-Anlage bezogen auf Nennleistung

1. Grundlagen der Photovoltaik – Solare Einstrahlung



1. Grundlagen der Photovoltaik – der photovoltaische Effekt

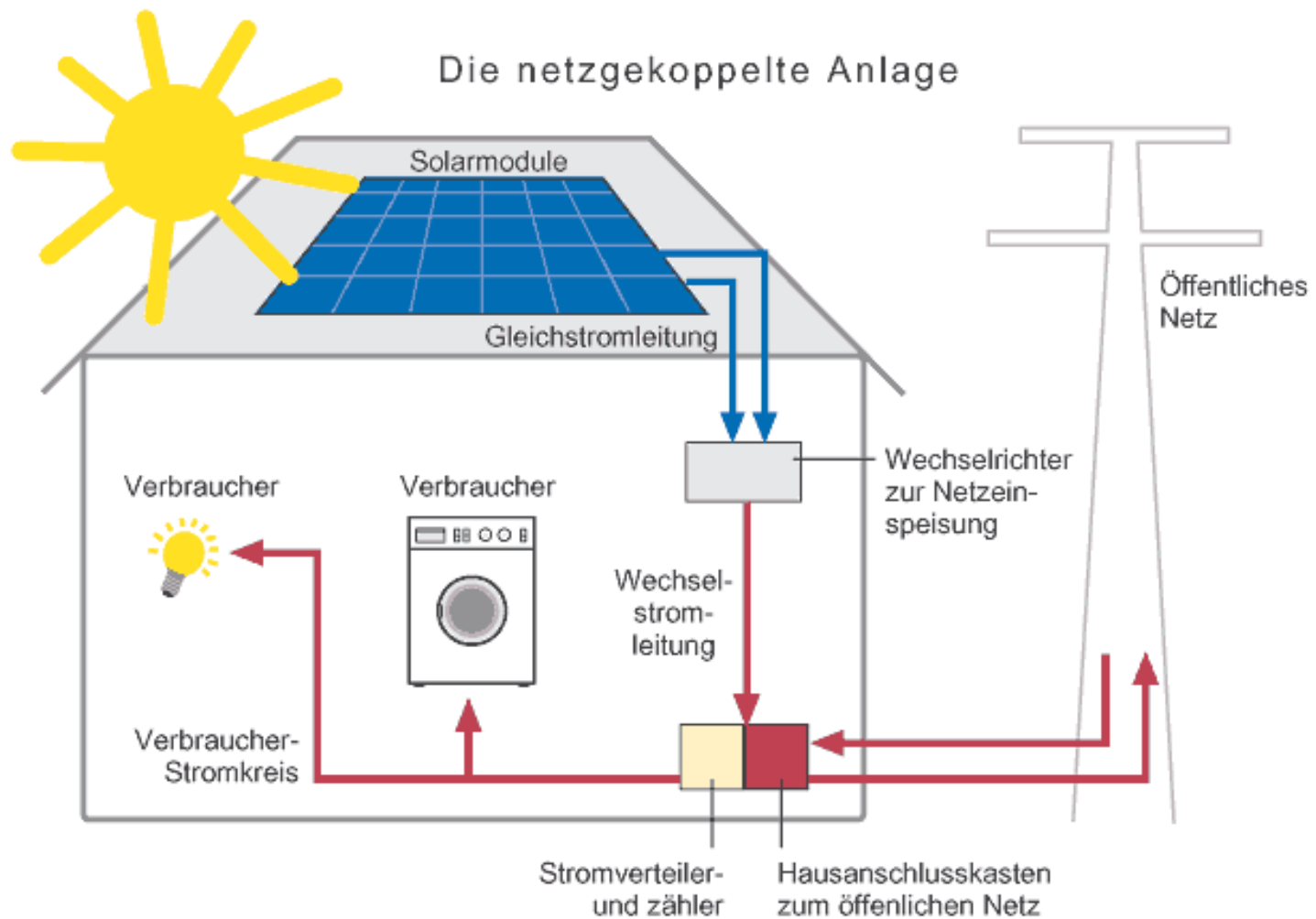


- Umwandlung von solarer Strahlungsenergie in elektrische Energie
- Einfallendes Licht trennt Ladungsträger in Silizium-Scheibe (sog. Wafer)
- Erzeugung von Gleichstrom (DC)

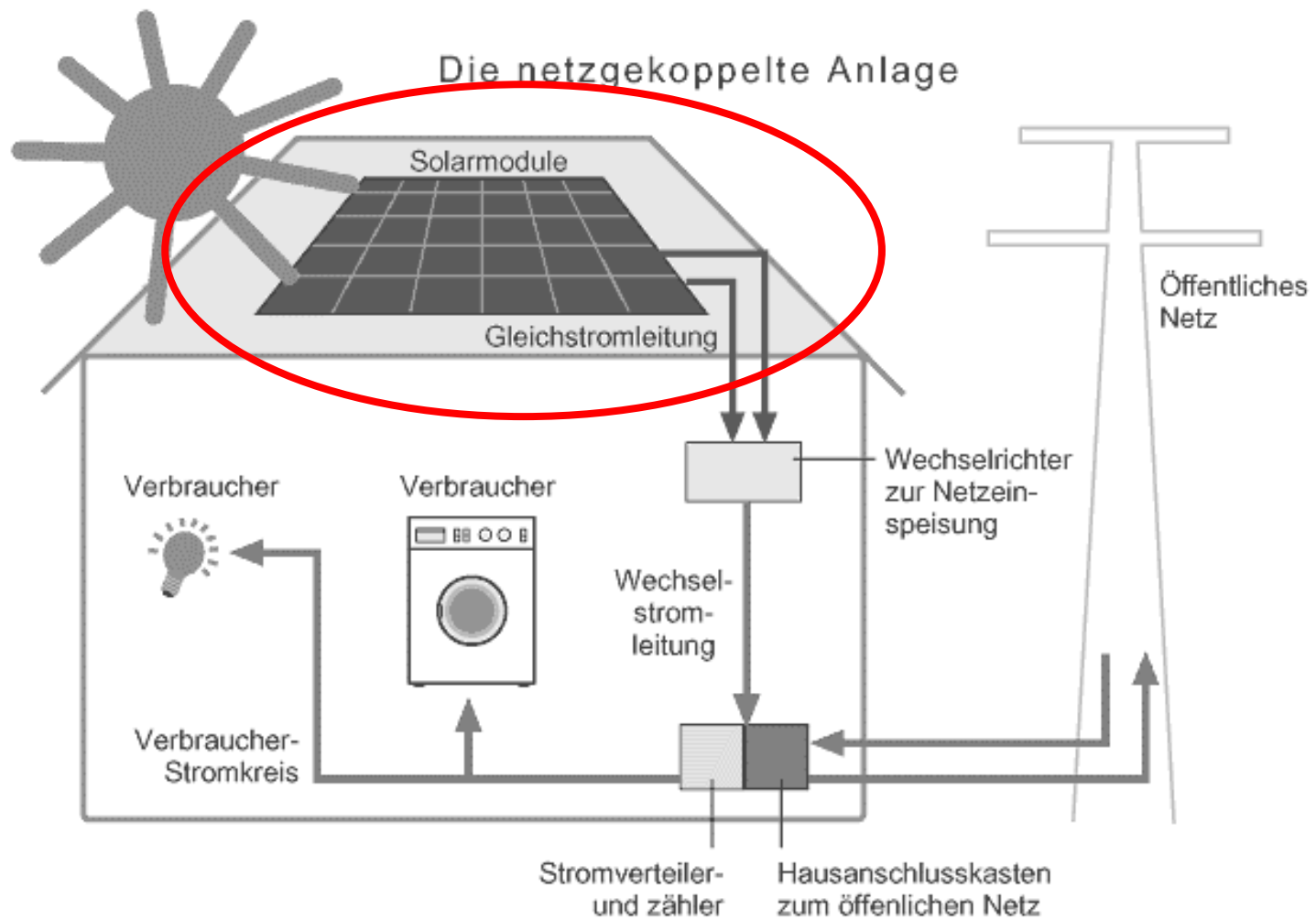
Agenda

1. Grundlagen der Photovoltaik
- 2. Komponenten einer PV-Anlage**
3. Wirtschaftlichkeit
4. Zusammenfassung und Hinweise

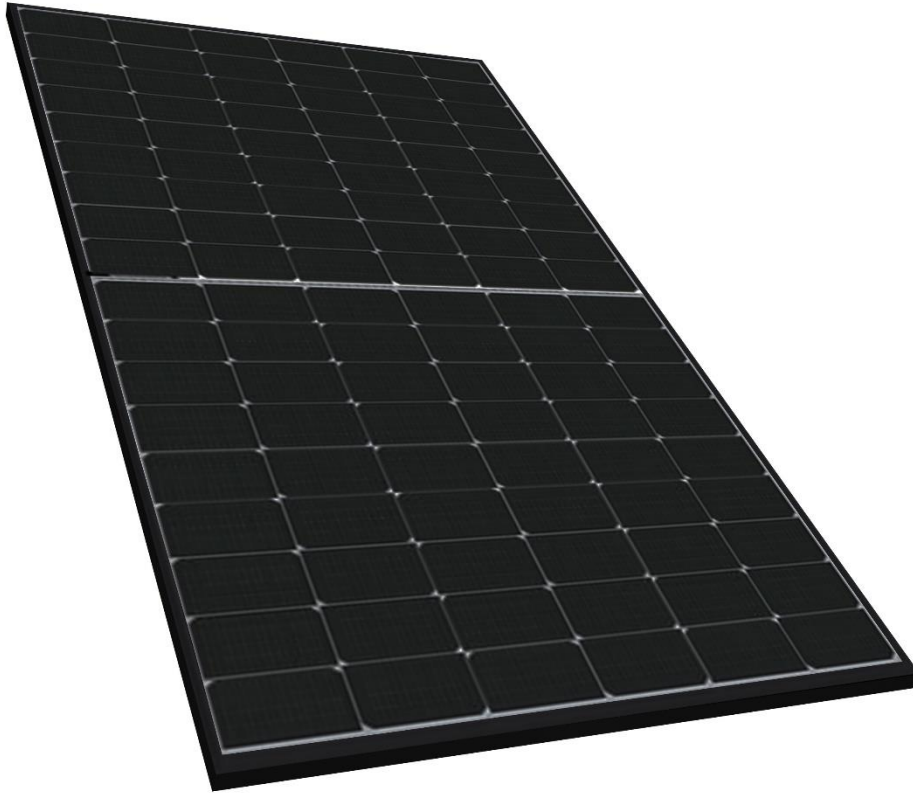
2. Komponenten einer PV-Anlage – Übersicht



2. Komponenten einer PV-Anlage



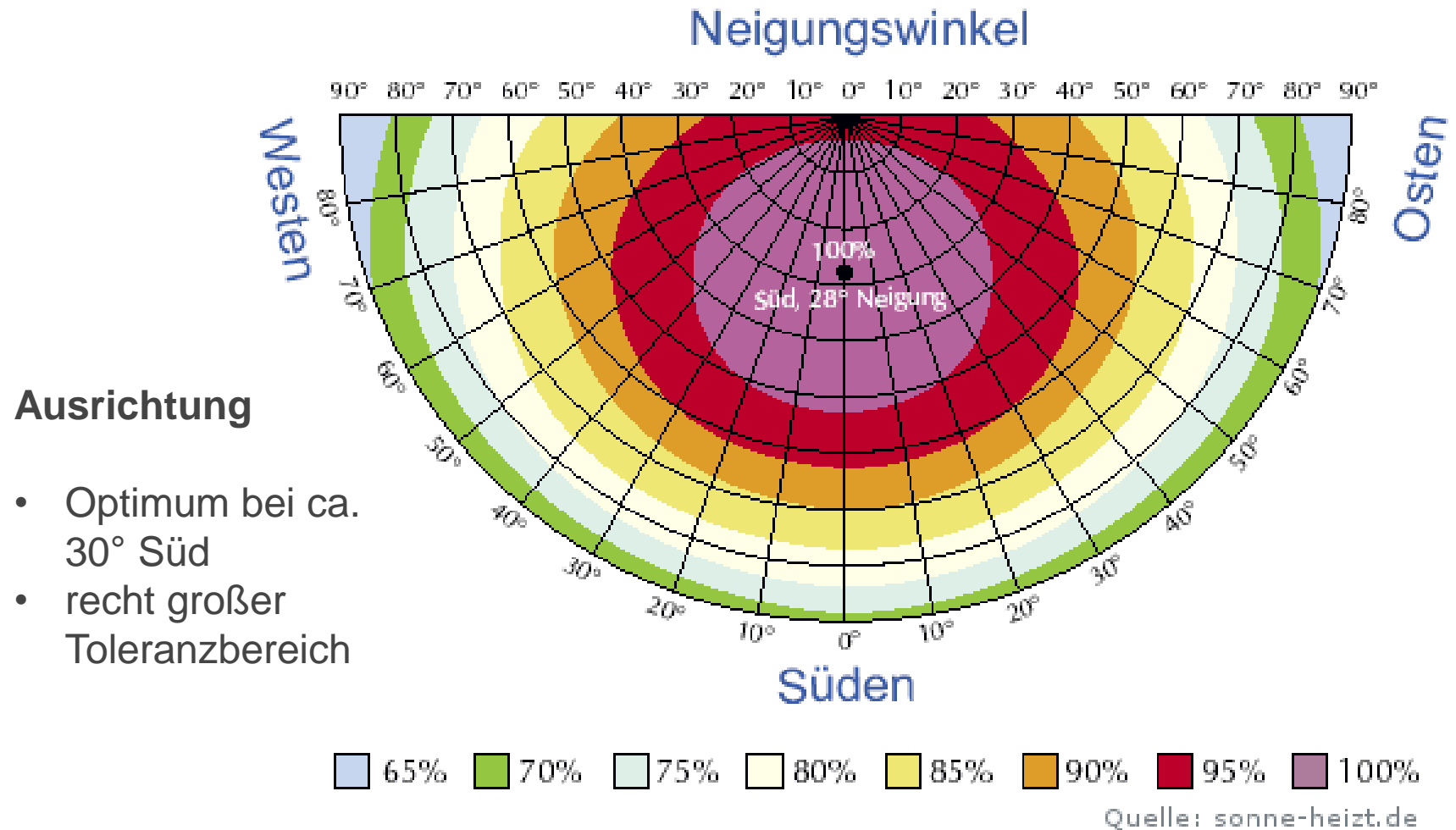
2. Komponenten einer PV-Anlage - Solarmodule



© Jinko

- Mehrere Zellen werden zu einem Modul zusammengeschaltet
- Leistung: ca. 400 – 500 W
- ca. 150 – 200 € pro Modul
- Summe der Module = PV-Generator
- Spezifischer Jahresertrag: ca. 850 bis 1.100 kWh/(kWp*a)
- Unterkonstruktion zur Montage auf Dach → Aufnahme Windlast, Schneelast, Nutzlast, etc.

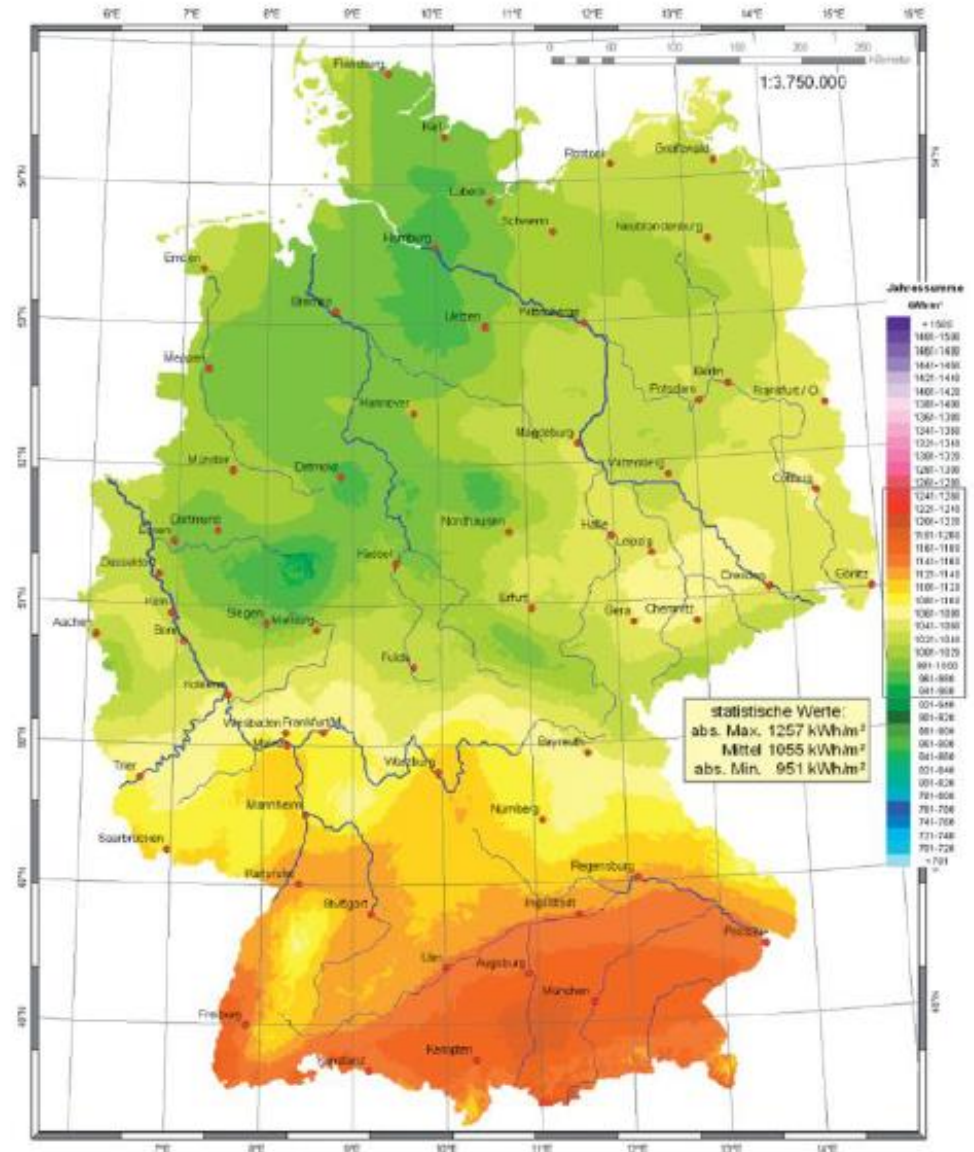
2. Komponenten einer PV-Anlage - Solarmodule



2. Komponenten einer PV-Anlage - Solarmodule

Standort

ca. 800 – 1.100 kWh
→ relativ geringe
Abweichungen



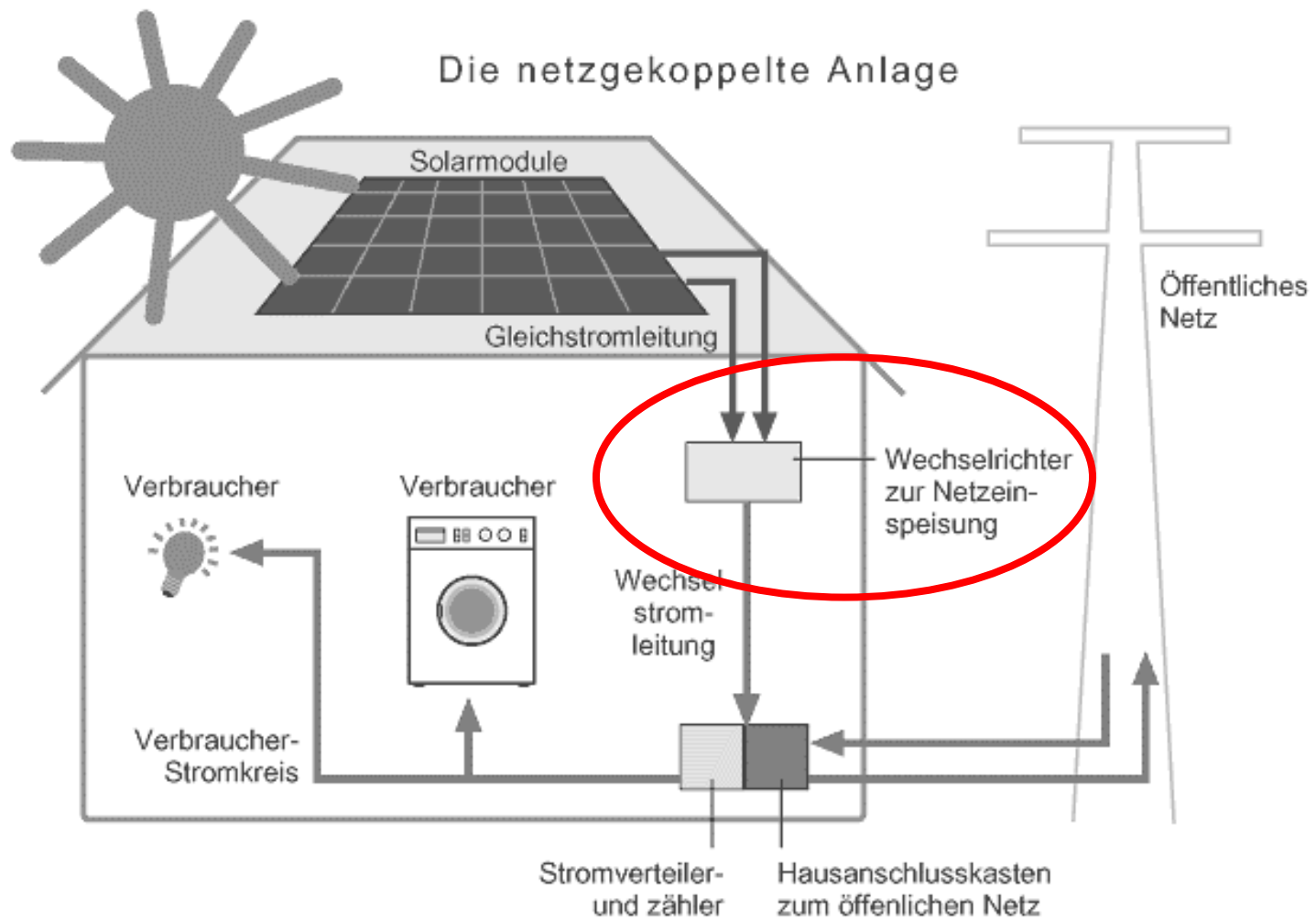
2. Komponenten einer PV-Anlage - Solarmodule

Verschattung

- Distanz zu Objekt entscheidend
- eventuell Verschieben von Modulen oder Objekt



2. Komponenten einer PV-Anlage



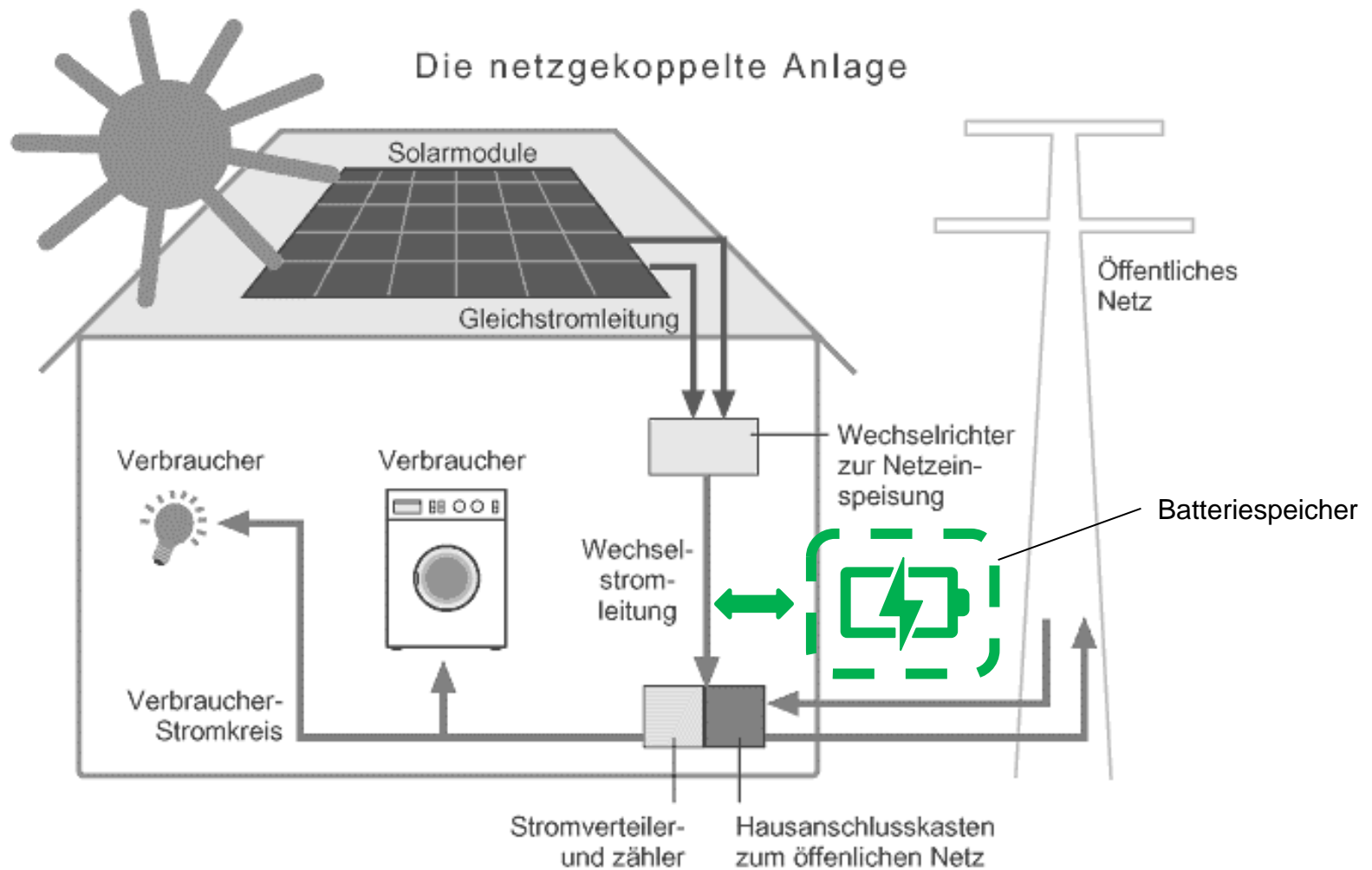
2. Komponenten einer PV-Anlage - Wechselrichter



© Fronius

- Funktion: Umwandlung von Gleichstrom in Wechselstrom
- Finden und Halten des MPP
- Überwachung des Betriebs → Erfassen und Visualisieren von Betriebsdaten
- Ggf. Systemanbindung von Speichern
- ca. 200 €/kWp (10-15 % der Gesamtkosten)

2. Komponenten einer PV-Anlage – Speicher



© Solarteam3

2. Komponenten einer PV-Anlage - Batteriespeicher



© Solar Electric

- Funktion: Aufnahme und Abgabe von elektrischer Energie → zeitliches Verzögerungsglied
- Hauptsächlich Lithium-Ionen-Speicher
- Speicherkapazität [kWh]
- i.d.R. 1:1 Dimensionierung (Erzeugung zu Speicherkapazität)
- Kosten schwanken stark → ca. 700 – 1300 €/kWh, je nach Speichergröße)

Warum kann ein Speicher Sinn machen?

Warum kann ein Speicher Sinn machen?

Erhöhen des Eigenverbrauchs und Autarkiegrades!

Warum kann ein Speicher Sinn machen?

Erhöhen des Eigenverbrauchs und Autarkiegrades!

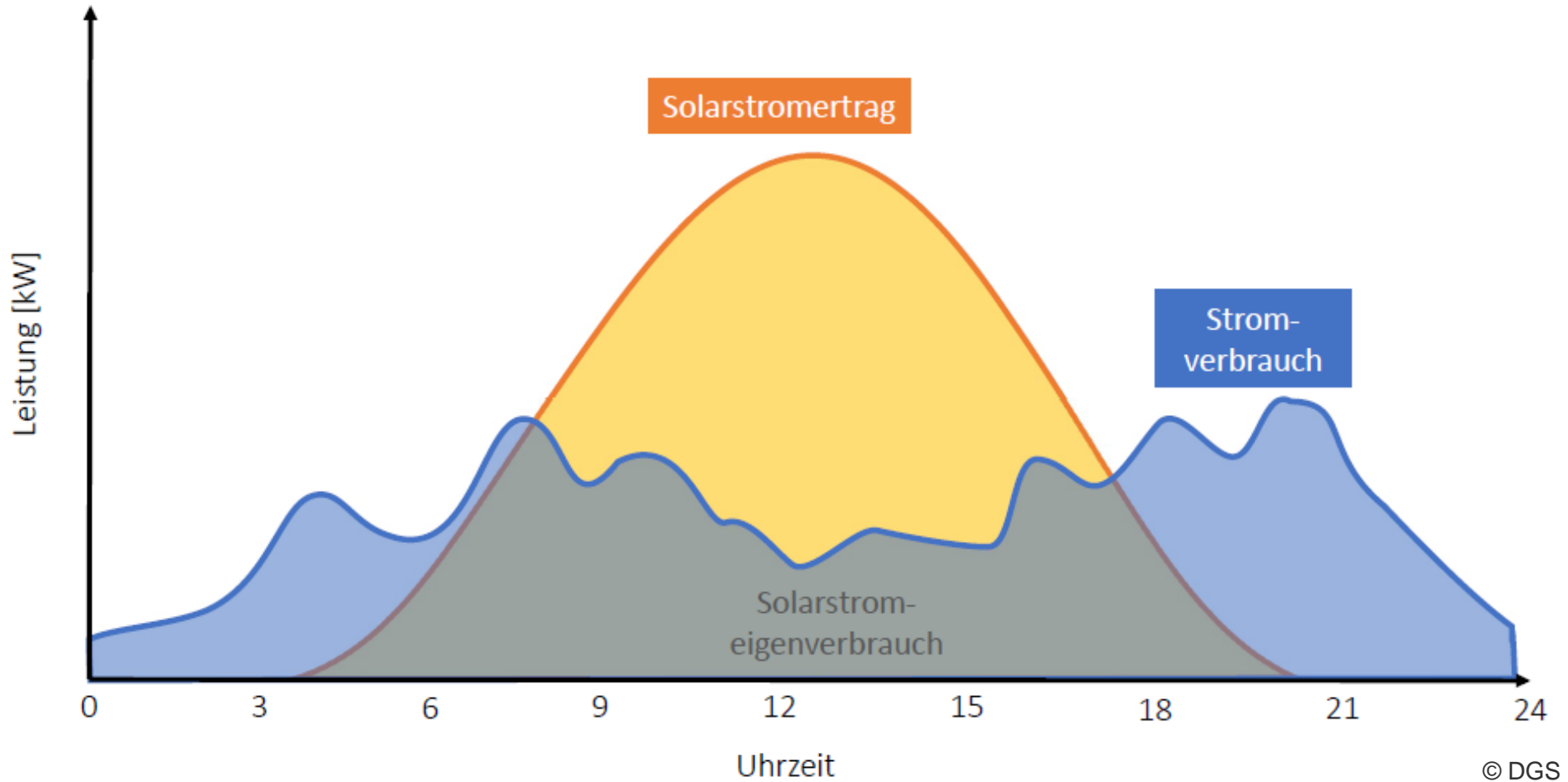
Der **Eigenverbrauchsanteil [%]** beschreibt den Anteil des selbst verbrauchten Solarstroms vom gesamten erzeugten Solarstrom

$$\text{Eigenverbrauch} = \frac{\text{Solarstromeigenverbrauch} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right]}{\text{Solarstromertrag} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right]}$$

Der **Autarkiegrad [%]** beschreibt den Anteil des selbst genutzten Stroms an gesamtem Stromverbrauch

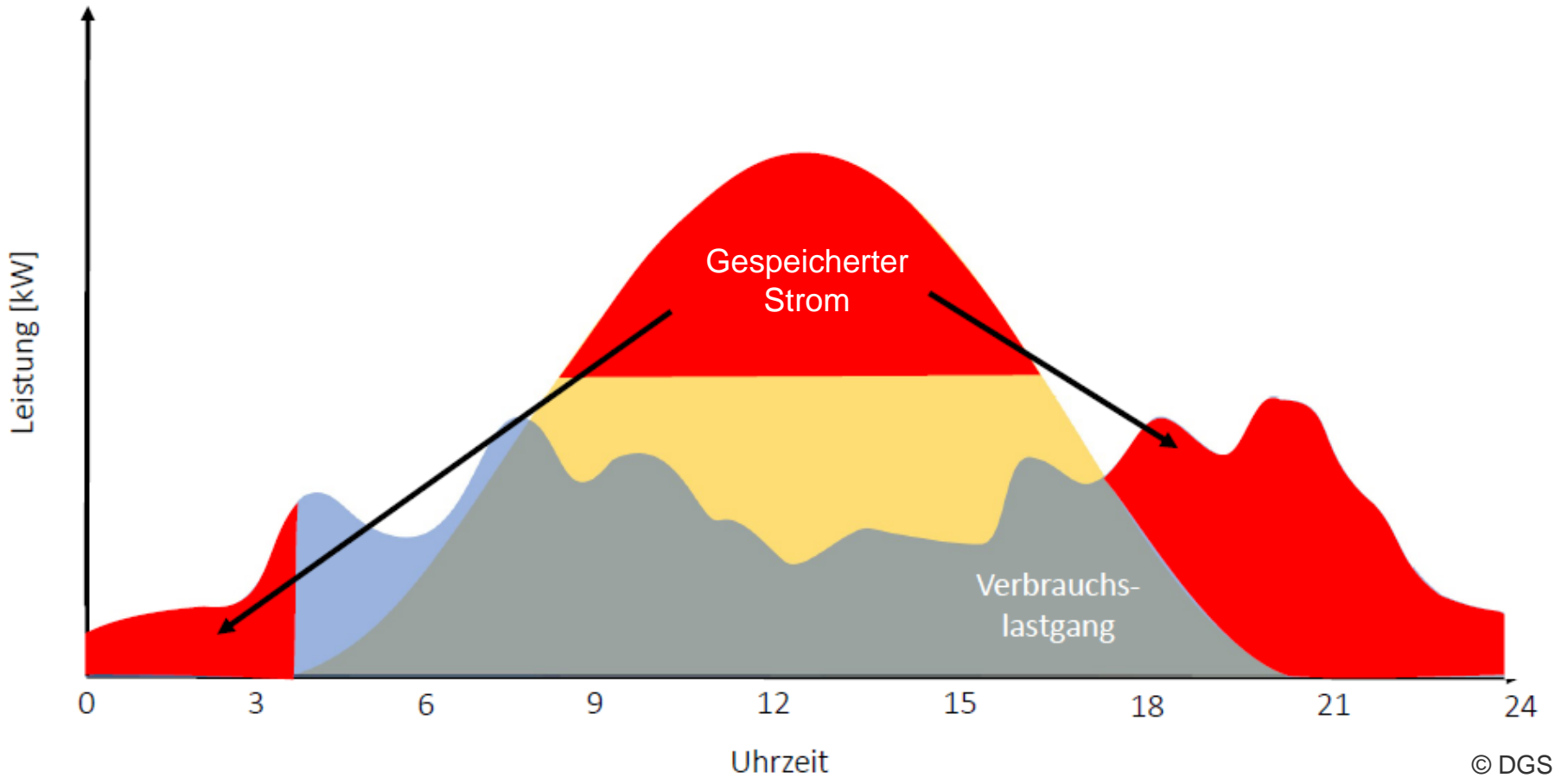
$$\text{Autarkiegrad} [\%] = \frac{\text{Solarstromeigenverbrauch} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right]}{\text{Stromverbrauch} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right]}$$

2. Komponenten einer PV-Anlage – Speicher



© DGS

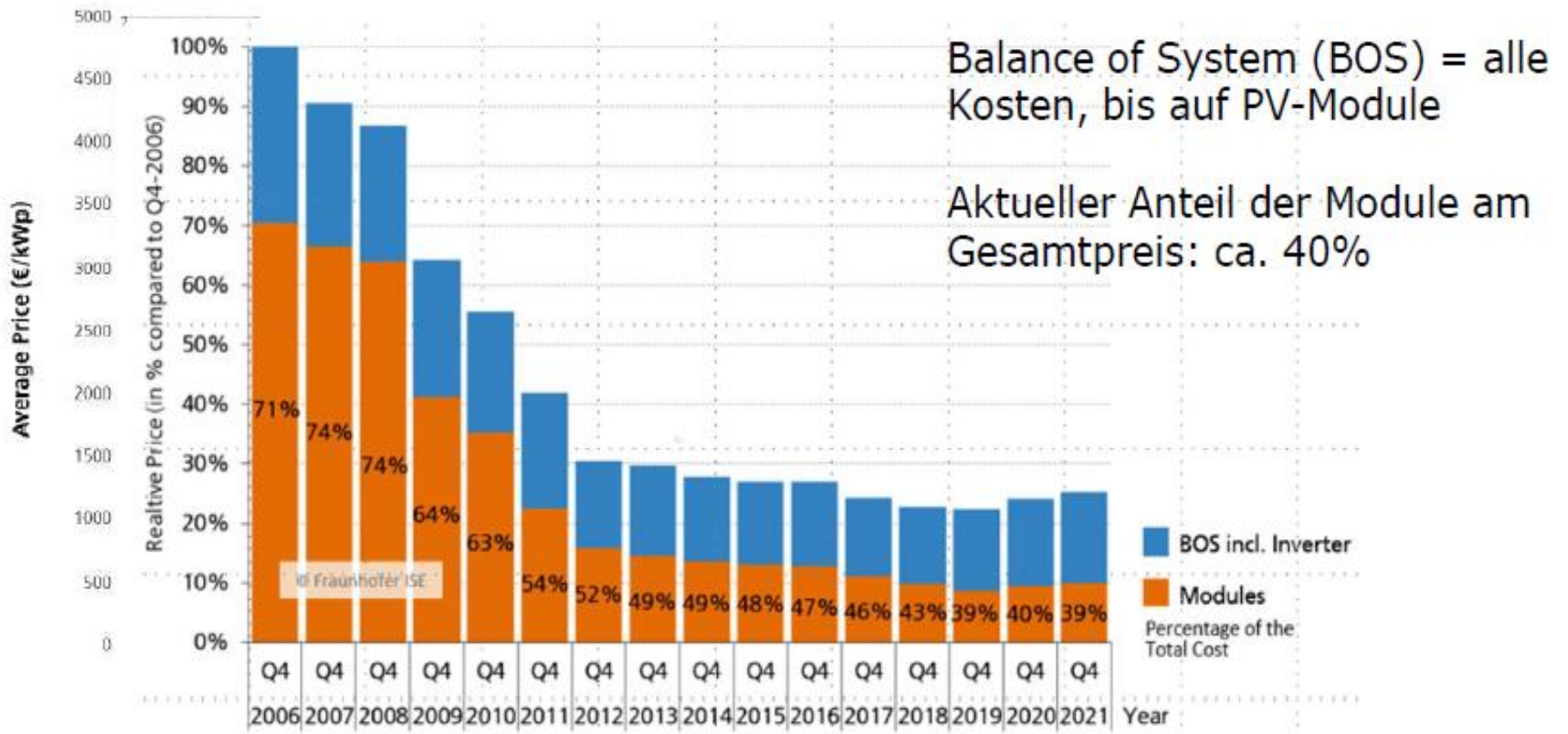
2. Komponenten einer PV-Anlage – Speicher



Agenda

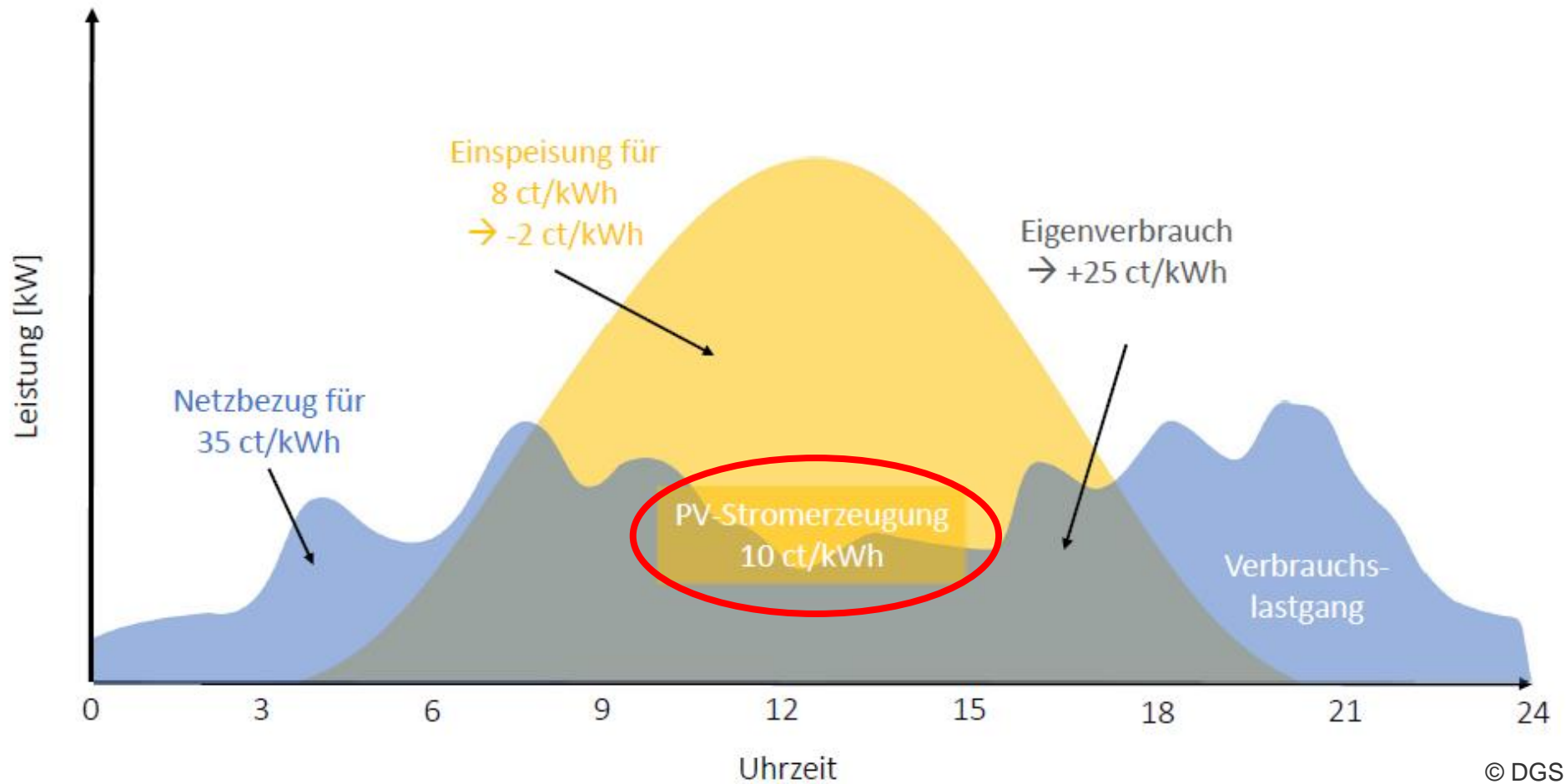
1. Grundlagen der Photovoltaik
2. Komponenten einer PV-Anlage
- 3. Wirtschaftlichkeit**
4. Zusammenfassung und Hinweise

3. Wirtschaftlichkeit – Preisentwicklung PV-Anlagen



© Fraunhofer ISE, DGS

3. Wirtschaftlichkeit – 3 relevante Werte



© DGS

3. Wirtschaftlichkeit – Stromgestehungskosten

Die **Stromgestehungskosten** beschreiben die Kosten für eine Einheit erzeugten Solarstrom

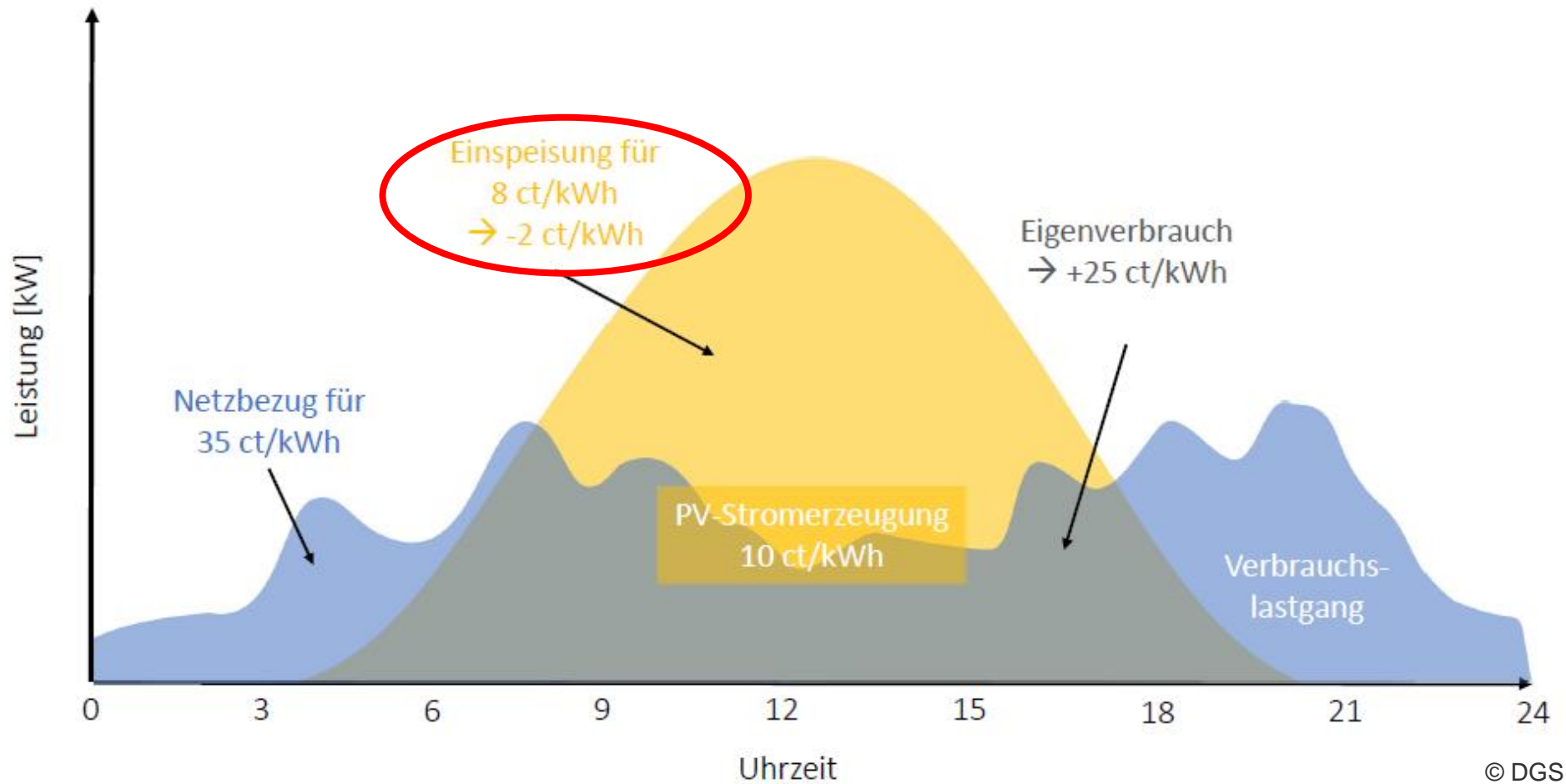
$$\text{Stromgestehungskosten} = \frac{\text{Investitionskosten} + \text{Betriebskosten} [\text{€}]}{\text{erzeugte Energie [kWh]}}$$

Berechnung z.B. mithilfe des **DGS-Solarstromrechners** → ermittelte Stromgestehungskosten sind mit Strombezugspreis zu vergleichen

3. Wirtschaftlichkeit – Stromgestehungskosten

	Anlagennennleistung		<input type="text" value="10,0"/>	kWp
	Spezifischer Jahresertrag		<input type="text" value="900"/>	kWh/kWp
	Jährliche Leistungsminderung		<input type="text" value="0,5"/>	%
	Wirtschaftliche Nutzungsdauer		<input type="text" value="20,0"/>	Jahre
	Investitionssumme gesamt (netto)		<input type="text" value="15.000"/>	€
	Jährliche Betriebskosten (netto)		<input type="text" value="300"/>	€
	Kalkulationszinssatz		<input type="text" value="3,0"/>	%
	Solarstromgestehungskosten		15,0 Cent/kWh	

3. Wirtschaftlichkeit – 3 relevante Werte



© DGS

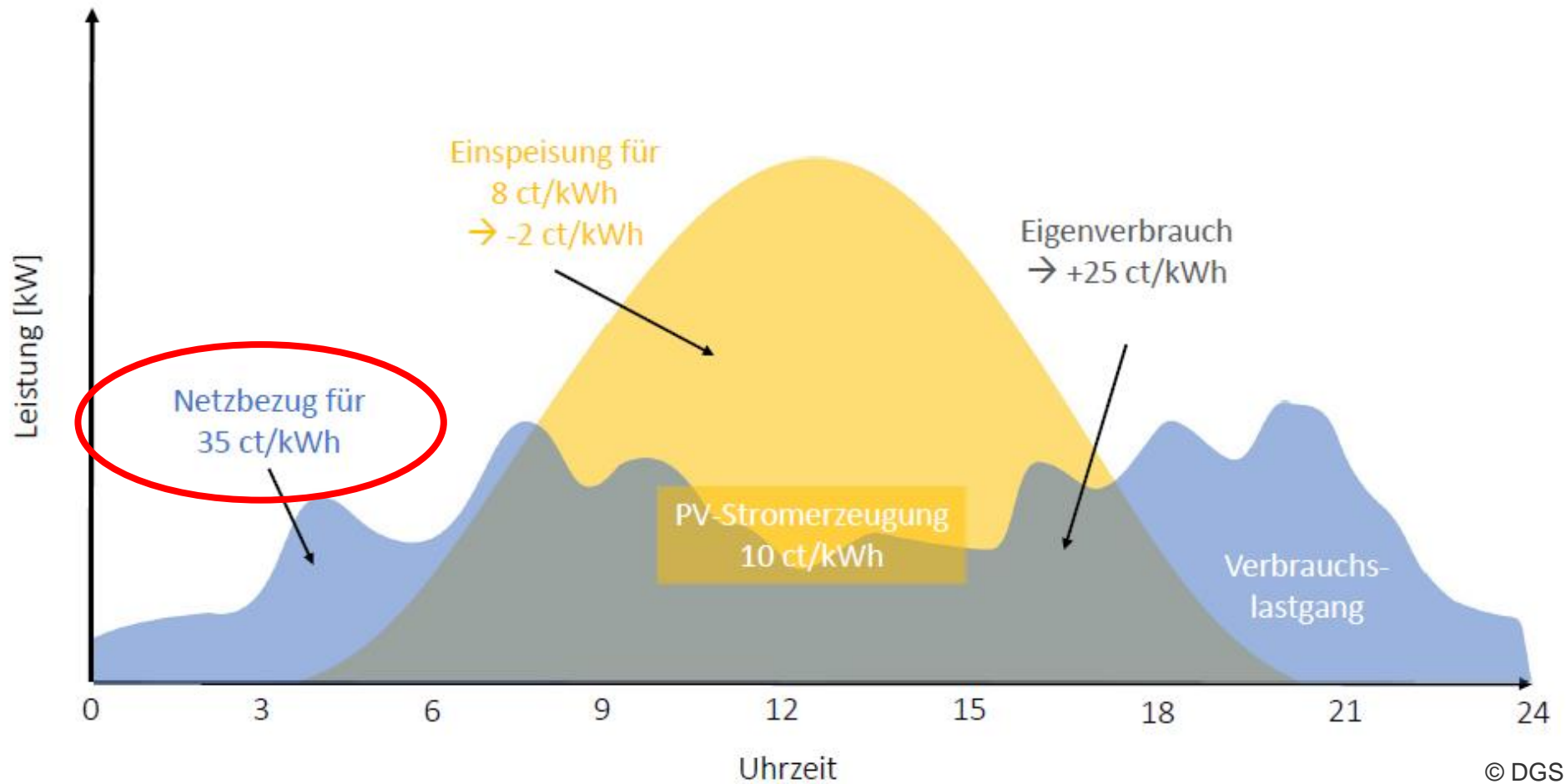
3. Wirtschaftlichkeit – Einspeisevergütung

Nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) **müssen** Netzbetreiber selbst erzeugten Strom zu einem festgelegten Tarif abnehmen und vergüten (festgelegt für 20 Jahre)

Maximale Anlagenleistung	Vergütungssatz Teileinspeisung	Vergütungssatz Volleinspeisung
0 - 10 kWp	8,11 ct/kWh	12,86 ct/kWh
10 - 40 kWp	7,03 ct/kWh	10,79 ct/kWh
40 - 100 kWp	5,74 ct/kWh	10,79 ct/kWh

Für Inbetriebnahmen bis 31. Juli 2024

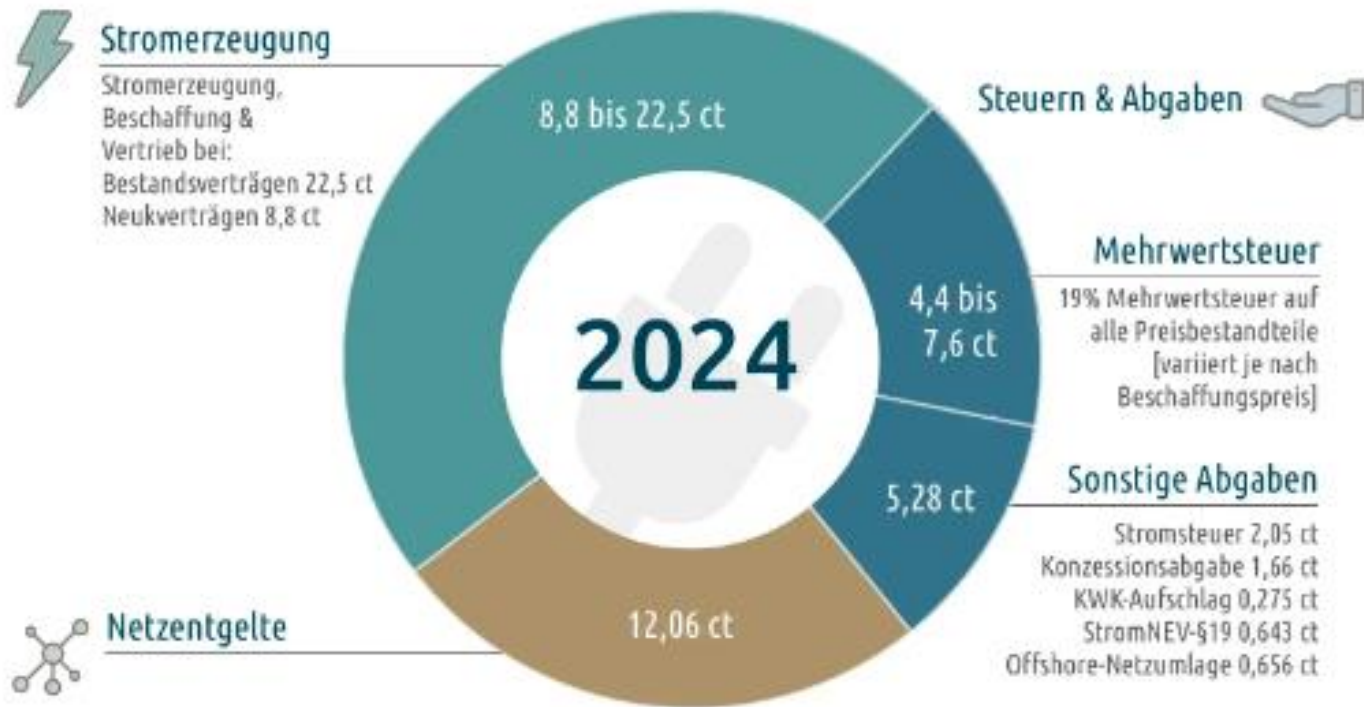
3. Wirtschaftlichkeit – 3 relevante Werte



3. Wirtschaftlichkeit – Netzstrompreis

STROMPREISZUSAMMENSETZUNG 2024

Zusammensetzung des Strompreises für private Haushalte in Deutschland*



* Preis pro Kilowattstunde bei 4.000 kWh Jahresverbrauch, Daten & Download <https://strom-report.com/strompreise>

STROM-REPORT

Daten: BNetzA, BDEW, Verivox | Stand 01|2024



© Stromreport

3. Wirtschaftlichkeit – Einflussfaktoren

- **Verbrauchsverhalten** → Tages- vs. Nachthaushalt, Art der Verbraucher, etc.
- Stromerzeugung → Ausrichtung, Sommer vs. Winter, Dachneigung, Standort, etc.
- Kosten des Speichers ↓
- Netzstrompreis ↑
- Einspeisevergütung ↓
- Lebensdauer Komponenten (insbesondere Batterie) ↑

3. Wirtschaftlichkeit – Energiemanagementsystem



© SMA

- Funktion: Abstimmung von PV-Erzeugungsanlage, Speicher und Verbraucher
- Steuert Verbraucher (Wallbox, Wärmepumpe, Haushaltsgeräte)
- Ziel: Optimierung des Eigenverbrauchs durch Lastverschiebung
- Optimierungspotential ca. 1/3

Agenda

1. Grundlagen der Photovoltaik
2. Komponenten einer PV-Anlage
3. Wirtschaftlichkeit
4. **Zusammenfassung und Hinweise**

4. Zusammenfassung und Hinweise

- Hoher Eigenverbrauch verbessert Wirtschaftlichkeit
- Dacheignung prüfen (Statik, Ausrichtung, Verschattung, etc.)
- (Zukünftige) Verbrauchskurve berücksichtigen und ggf. optimieren
- Speicher erhöhen Eigenverbrauch/Autarkie → kann(!) Sinn machen
- Bürokratie beachten → Anmeldung im Marktstammdatenregister & bei Netzbetreiber
- Finanzierungsmöglichkeiten prüfen
- eigene überschlägige Planung mit Online-Tools
 - Solarrechner der Verbraucherzentrale NRW
 - DGS-Stromkostenrechner
 - IBC-Stromrechner
- ggf. Energieberatung
- mehrere Angebote einholen



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

Simon Hoffmann, DGS-zertifizierter Solarfachberater

simon_hoffmann@posteo.de