



# Sonne für Grünwald

Auftaktveranstaltung

Gemeinde  
Grünwald

# Vorstellung

## Florian Lesch

Ausbildung:

Ingenieur für Energietechnik mit Schwerpunkt erneuerbare Energien (Bachelor und Master)

Fachgebiete:

Photovoltaikplanung, Mieterstrom, Energieberatung, Abwärmenutzung

Position in der Gemeinde:

Energie- und Klimaschutzbeauftragter



# Agenda

- ☀️ Status Quo und Potenzial der PV in Grünwald
- ☀️ Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?
- ☀️ Was nützt eine PV-Anlage auf dem Dach?
- ☀️ Notstrom, Ersatzstrom, Inselfähigkeit
- ☀️ Lohnt sich das alles?
- ☀️ Wie geht es weiter?

# Vorstellung

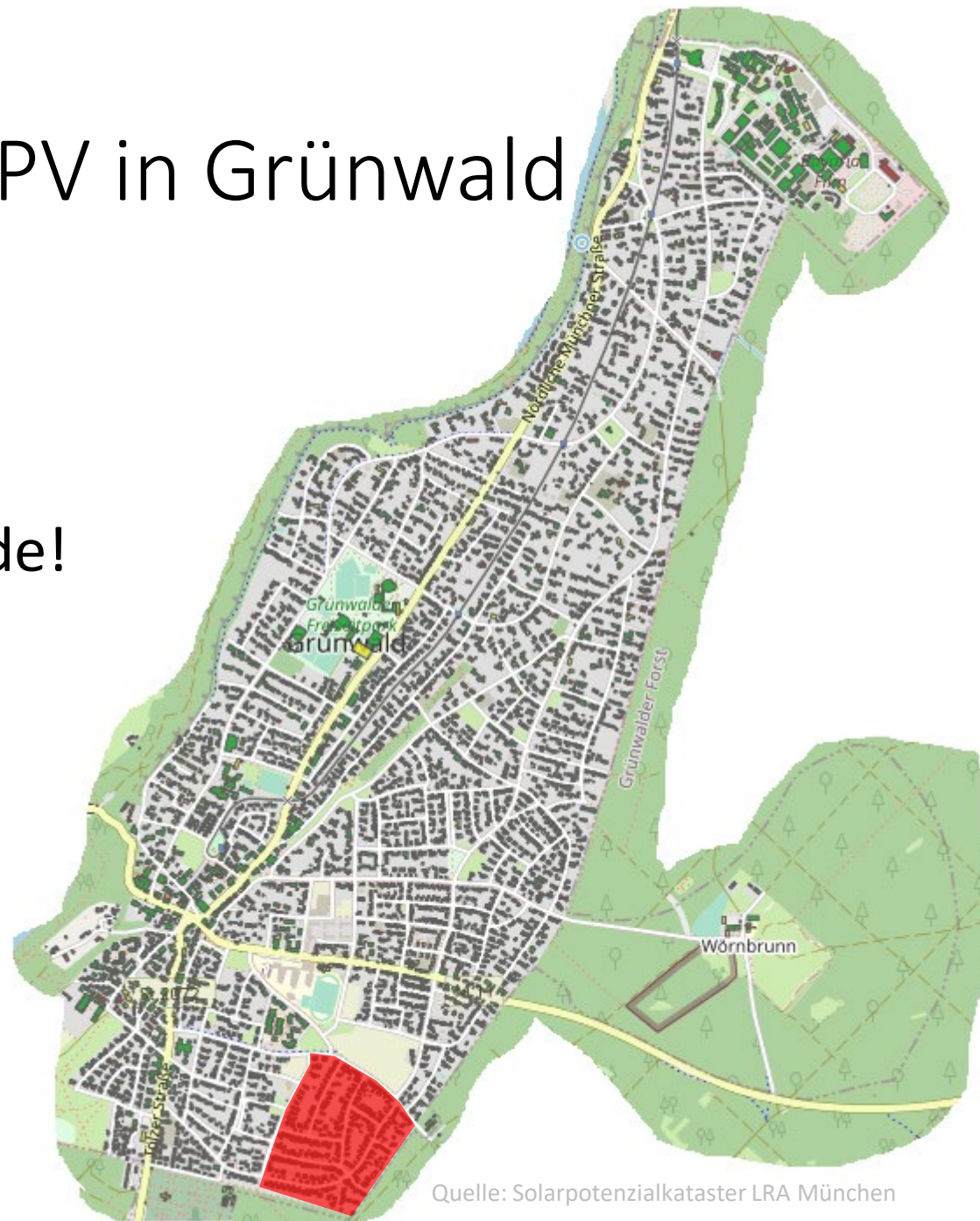
Zwei parallele Wege zur Erfüllung dieser Aufgabe:

1. Energieverbrauch der Gemeinde reduzieren
2. Energieversorgung umstellen auf erneuerbare Energien

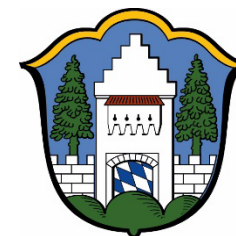


# Status Quo der PV in Grünwald

Ca. 3000 Wohngebäude!  
Nur 180 PV-Anlagen!

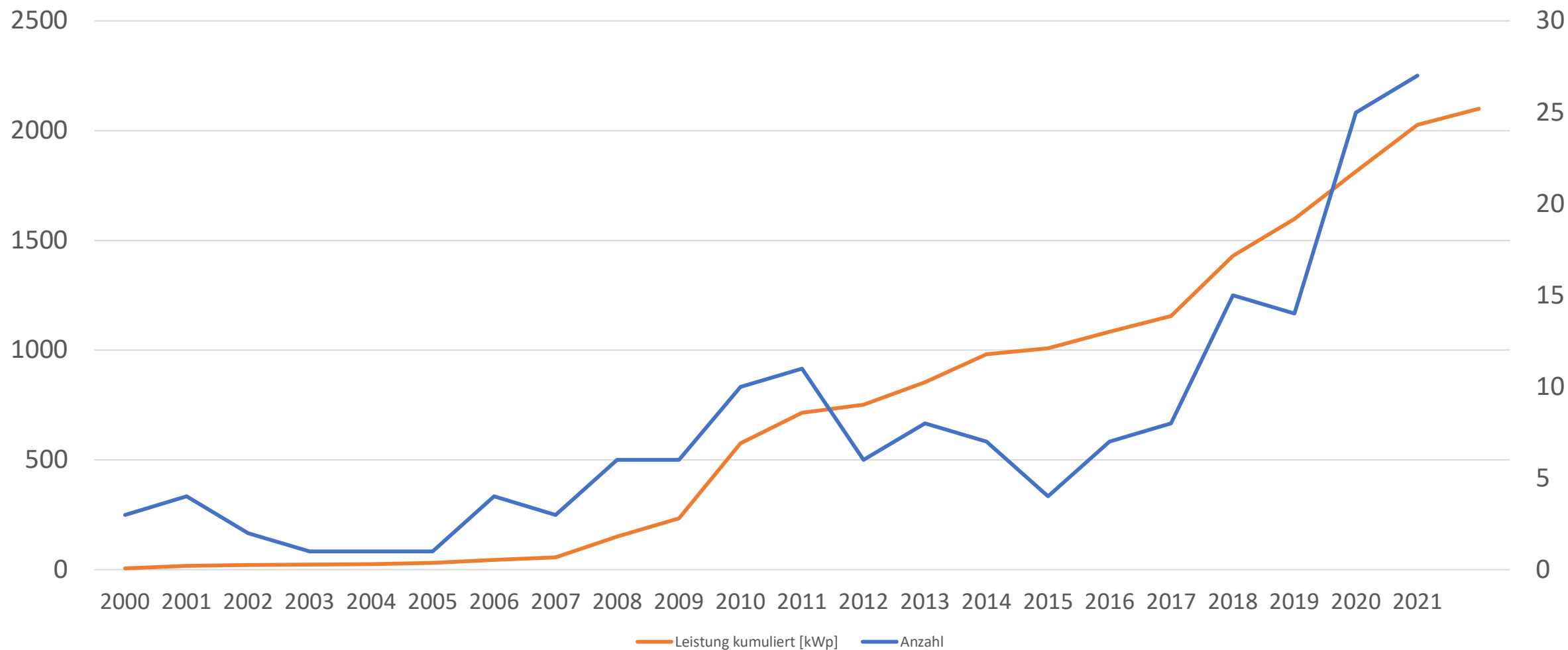






Gemeinde  
Grünwald

# Status Quo der PV in Grünwald







# PV-Potenzial in Grünwald

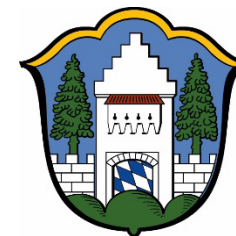
- **2346** von 2974 Anwesen mit gut geeigneter Fläche (ca. **80%**)
- 165.859m<sup>2</sup>
- Je Dach ca. 12.000 kWh pro Jahr
- Ca 28,2 Mio. kWh pro Jahr

**56% des gesamten Grünwalder  
Stromverbrauchs !**

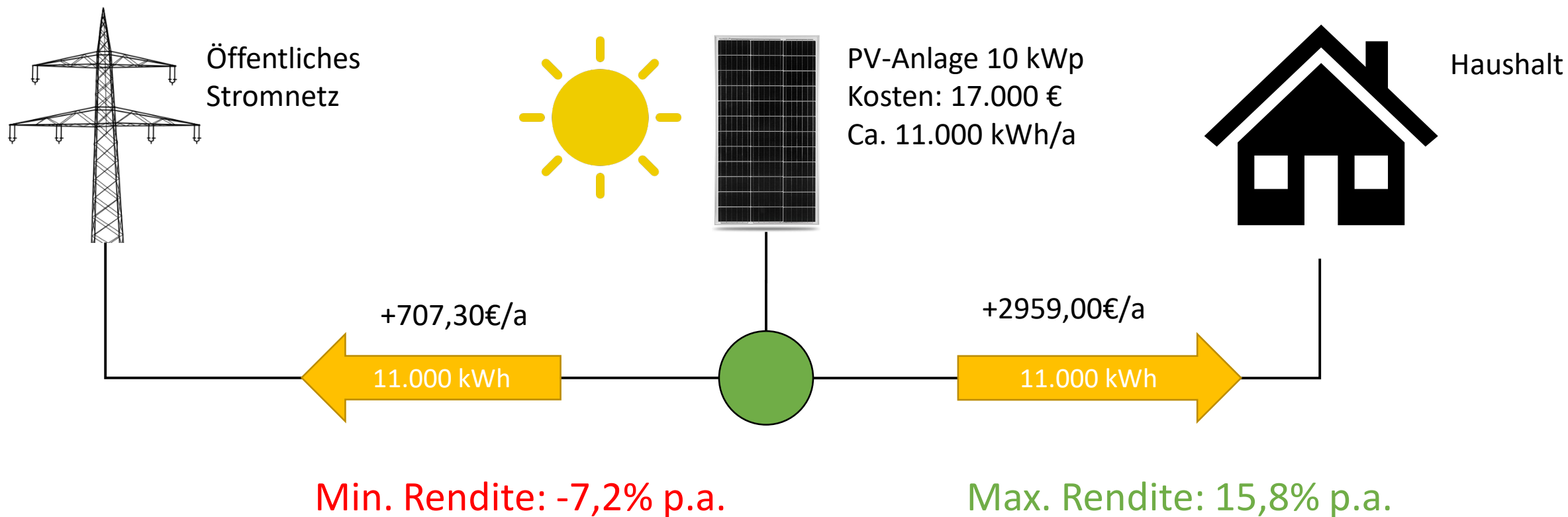
Bisher 180 Anlagen -> ca.8%

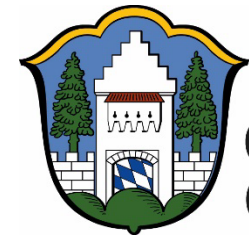






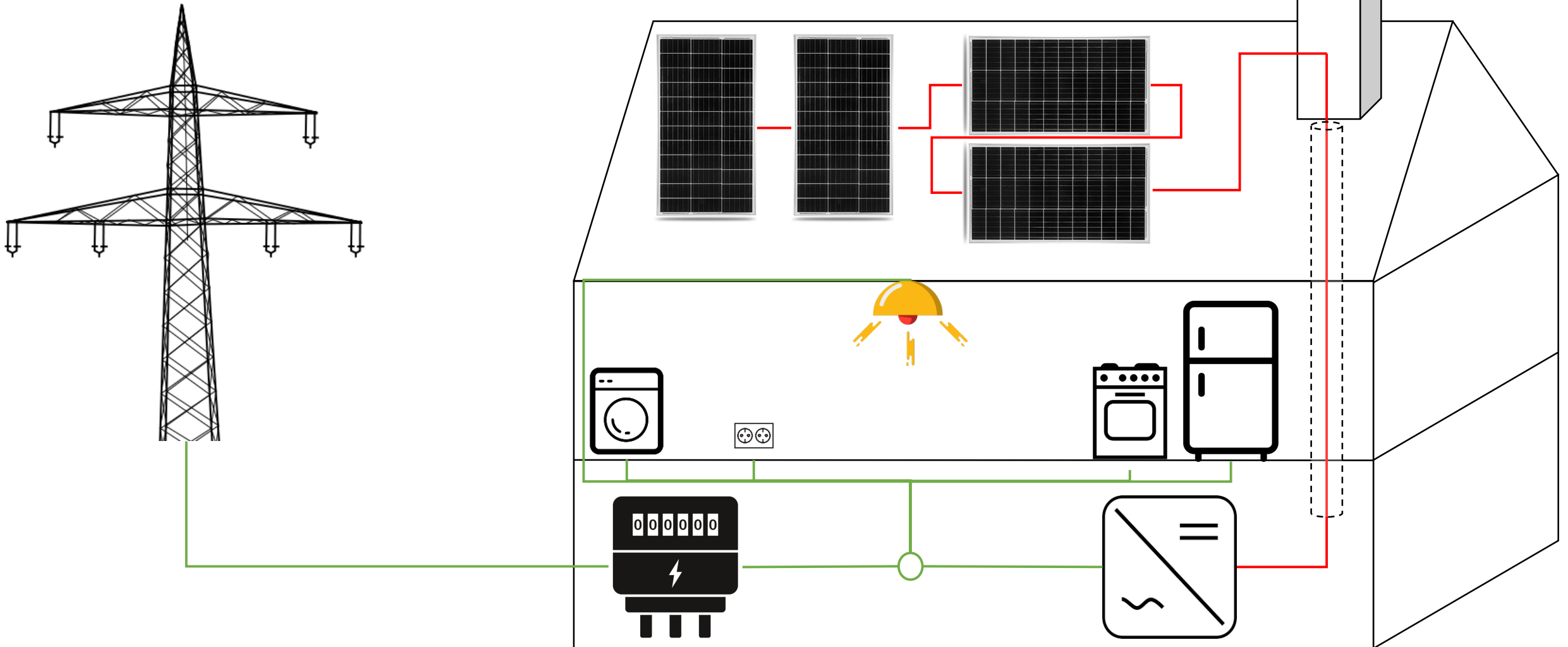
Gemeinde  
Grünwald

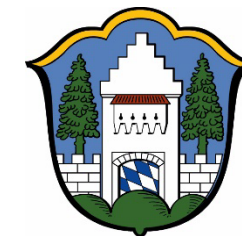




Gemeinde  
Grünwald

# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an? Woraus besteht eine PV-Anlage?



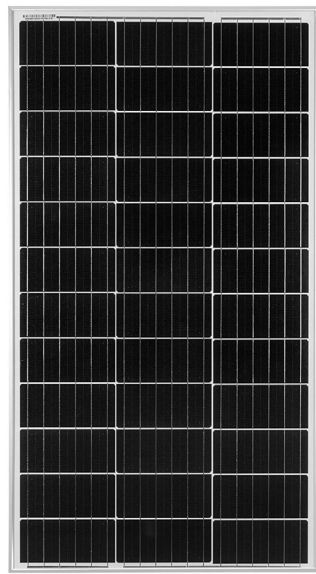


Gemeinde  
Grünwald

# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## PV-Module - Leistung und Energie

**Leistung**

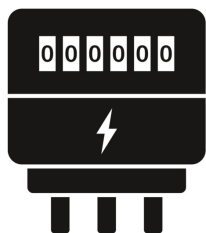


Kilowatt *Peak*  
0,375 kWp

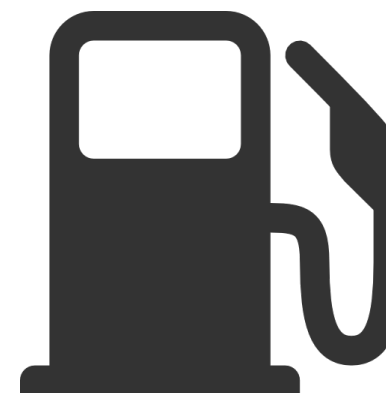


Kilowatt / Pferdestärken  
100kW / 136PS

**Energie**



Kilowattstunden  
375 kWh  
pro Jahr



Liter  
10 l  
pro 100km

# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## PV-Module – Peak-Leistung

- Angabe der Leistung nach STC (Standard Testing Conditions)
- Typisch: 300 - 400 Wp

Mythos: „Das Modul hat mehr Leistung, es hat wohl einen besseren Wirkungsgrad“

Die Leistung sagt nichts über den  
Wirkungsgrad  
oder die Qualität des Moduls aus !

- Je größer das Modul → desto höher die Leistung



# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## PV-Module - Größen

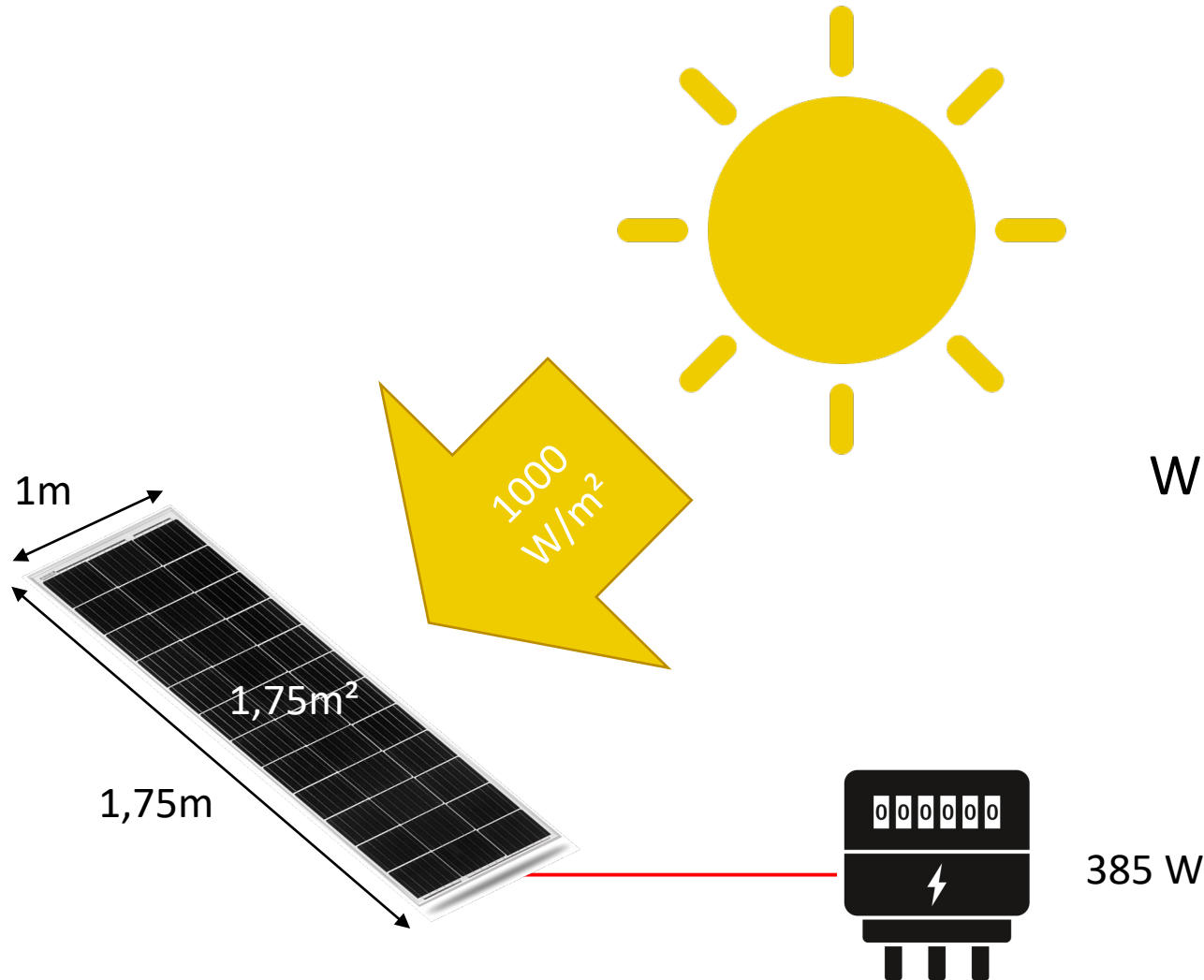
- Keine Standardgrößen definiert
- Größe entsteht über Anzahl und Größe der Zellen
- Typische Größen
  - Länge 160 - 200 cm
  - Breite 100 – 130 cm



Quelle: energie-experten.org

# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## PV-Module – Wirkungsgrad

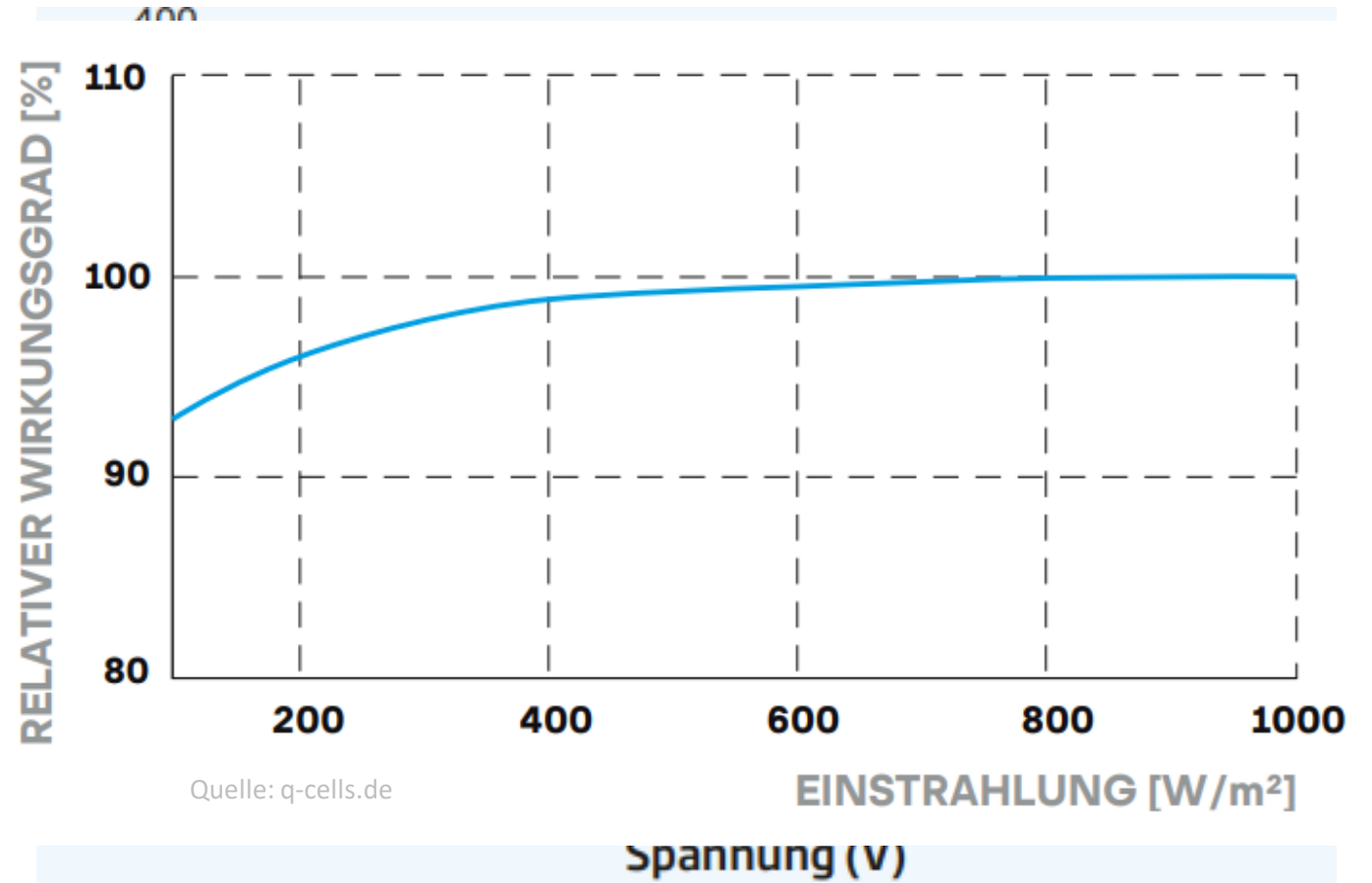


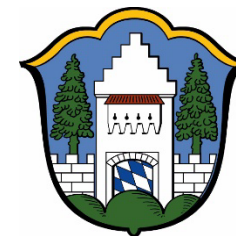
$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{Ertrag}}{\text{Aufwand}} = \frac{385 \text{ W}}{1750 \text{ W}} = \mathbf{22\%}$$

# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## PV-Module – Schwachlichtverhalten

- Wirkungsgrad bei STC (1000 W/m<sup>2</sup>) = 20,5%
- Wirkungsgrad bei 200W/m<sup>2</sup> = ca. 19%

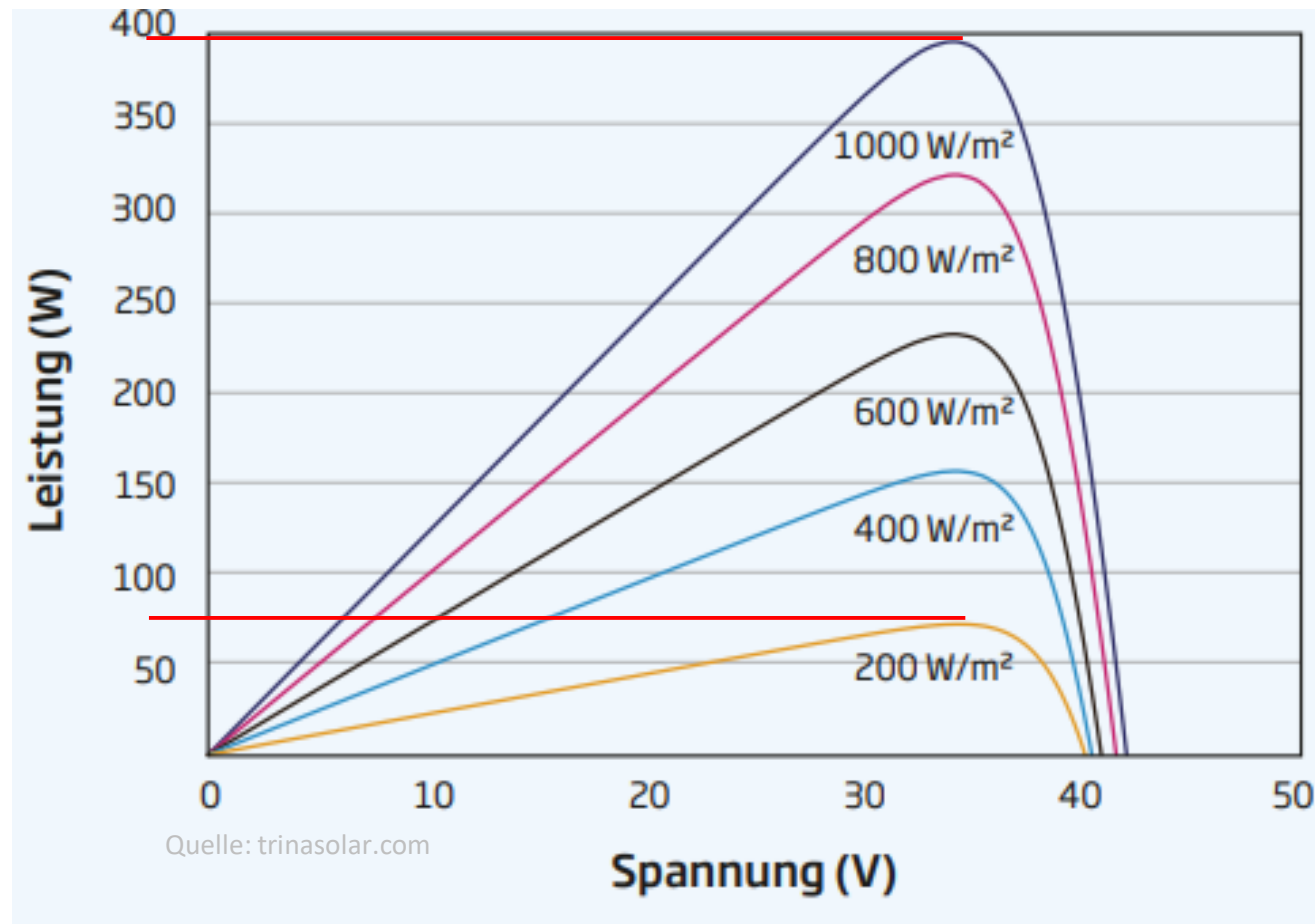




# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## PV-Module – Schwachlichtverhalten

- Wirkungsgrad bei STC (1000 W/m<sup>2</sup>) = 20,5%
- Wirkungsgrad bei 200W/m<sup>2</sup> = ca. 19%





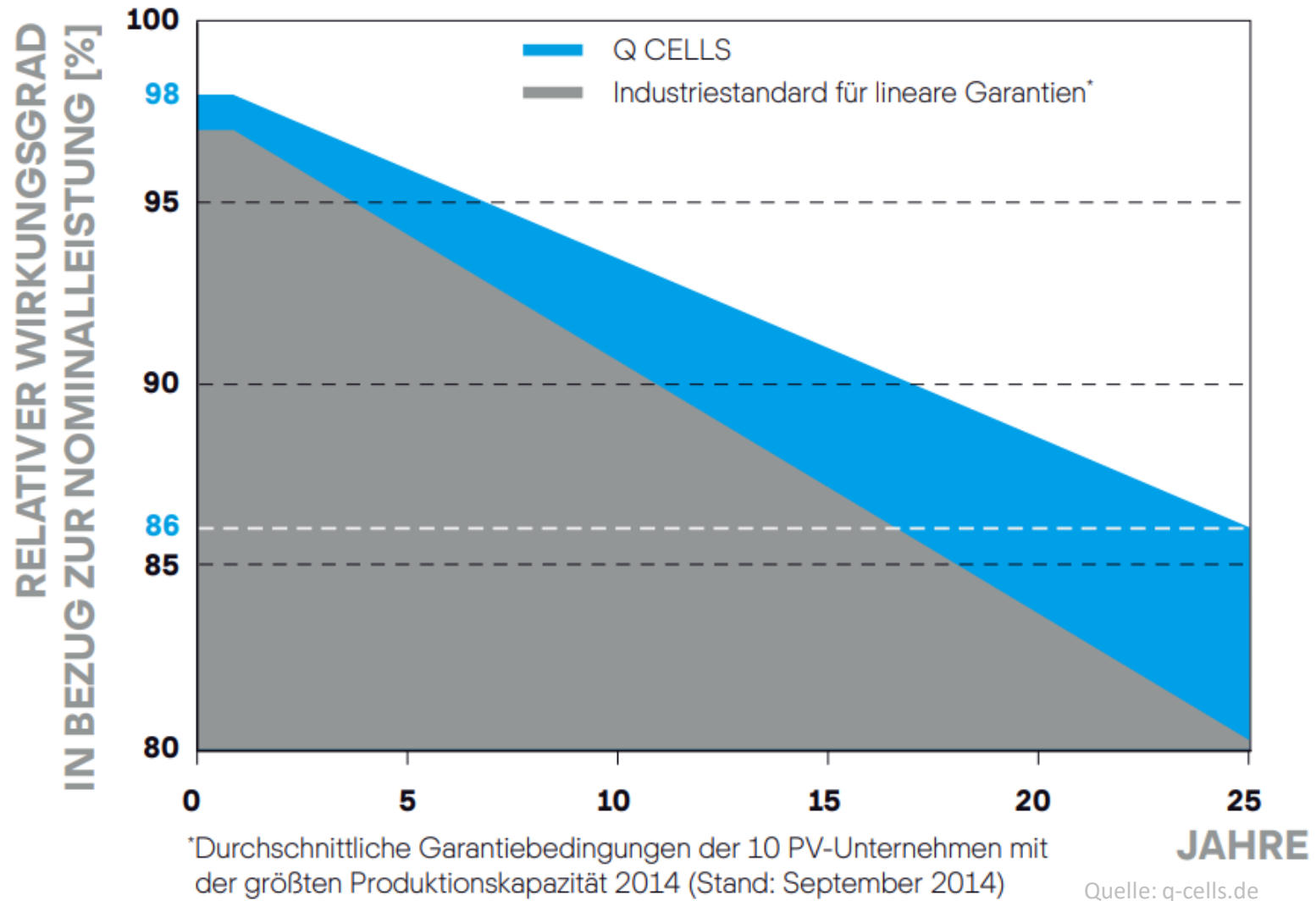
# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## PV-Module – Garantie

- Produktgarantie – garantiert Mängelfreiheit wie Produktionsfehler, Materialermüdung, etc.
- Leistungsgarantie – garantiert eine maximale Degradation der Modulleistung in einem bestimmten Zeitraum

# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## PV-Module – Garantie



# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

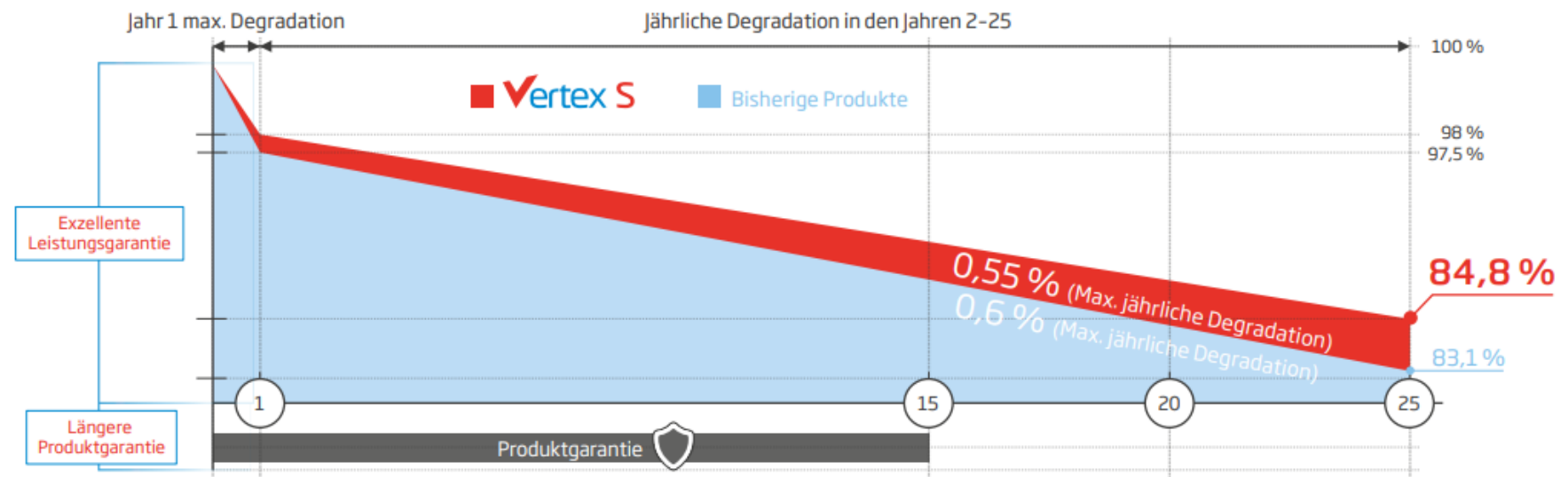
## PV-Module – Garantie

### Erweiterte Garantie für Vertex S

**2 %**  
Max. Degradation in Jahr 1

**0,55 %**  
Max. jährliche Degradation in den Jahren 2-25

**15 Jahre**  
Produktgarantie



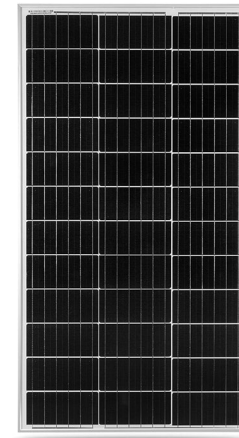
# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## PV-Module – Material

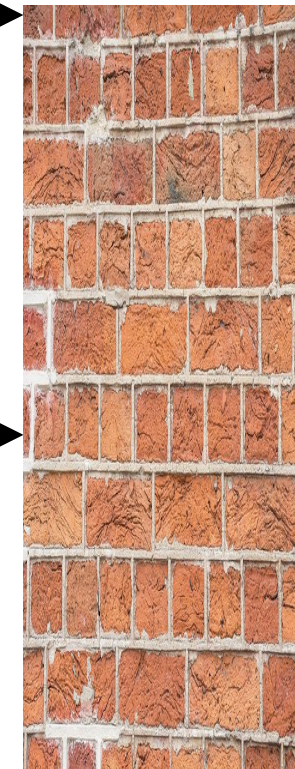
- Brandschutzvorschrift

Module deren Hülle teilweise aus brennbarem Material bestehen

→ Glas-Folien Module



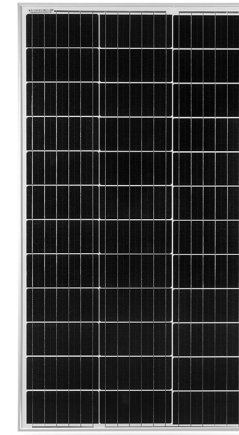
1,25m



Nachbar

Module deren Hülle ausschließlich aus nicht-brennbarem Material bestehen

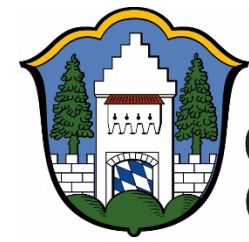
→ Glas-Glas Module



0,5m



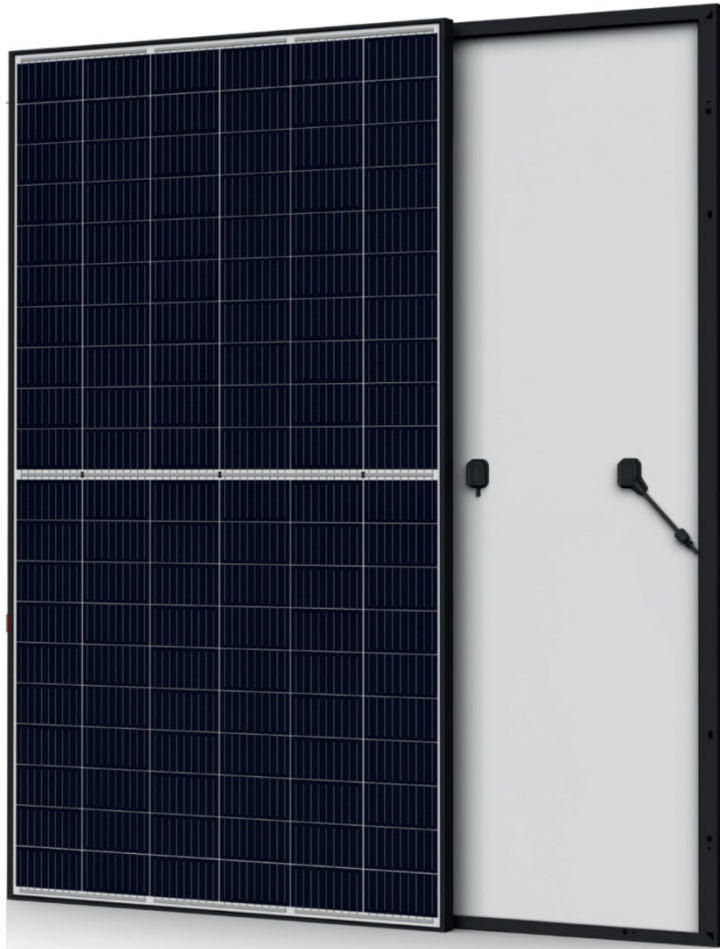




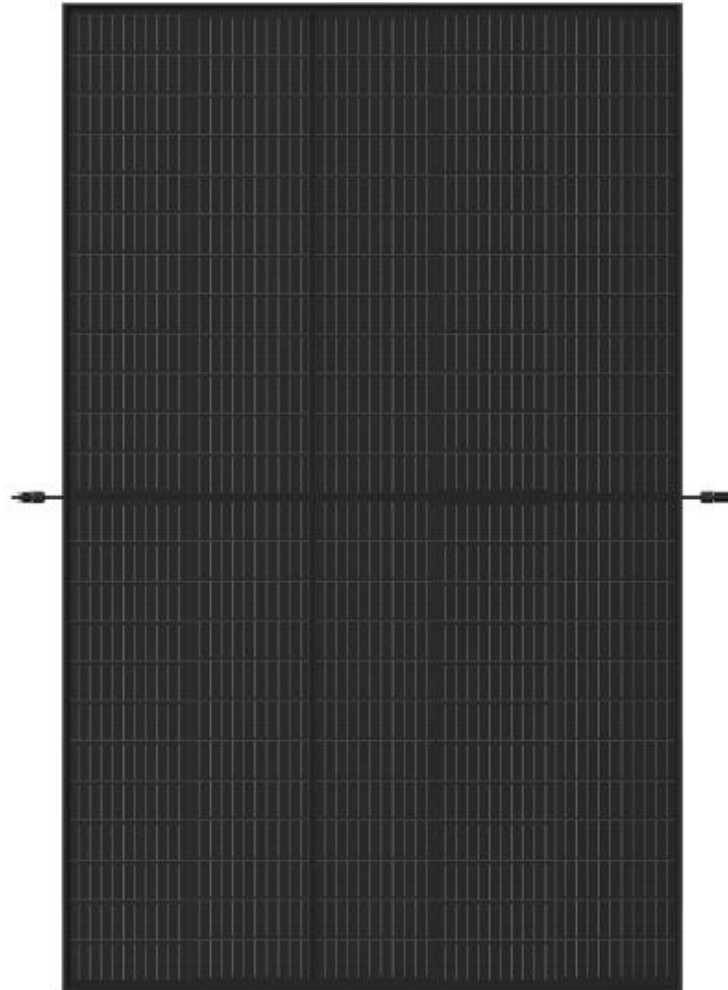
Gemeinde  
Grünwald

# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## PV-Module – Optik



Quelle: photovoltaik4all.de



Quelle: photovoltaik4all.de



Quelle: photovoltaik-shop.com

# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## PV-Module – Optik





# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## PV-Module – Optik



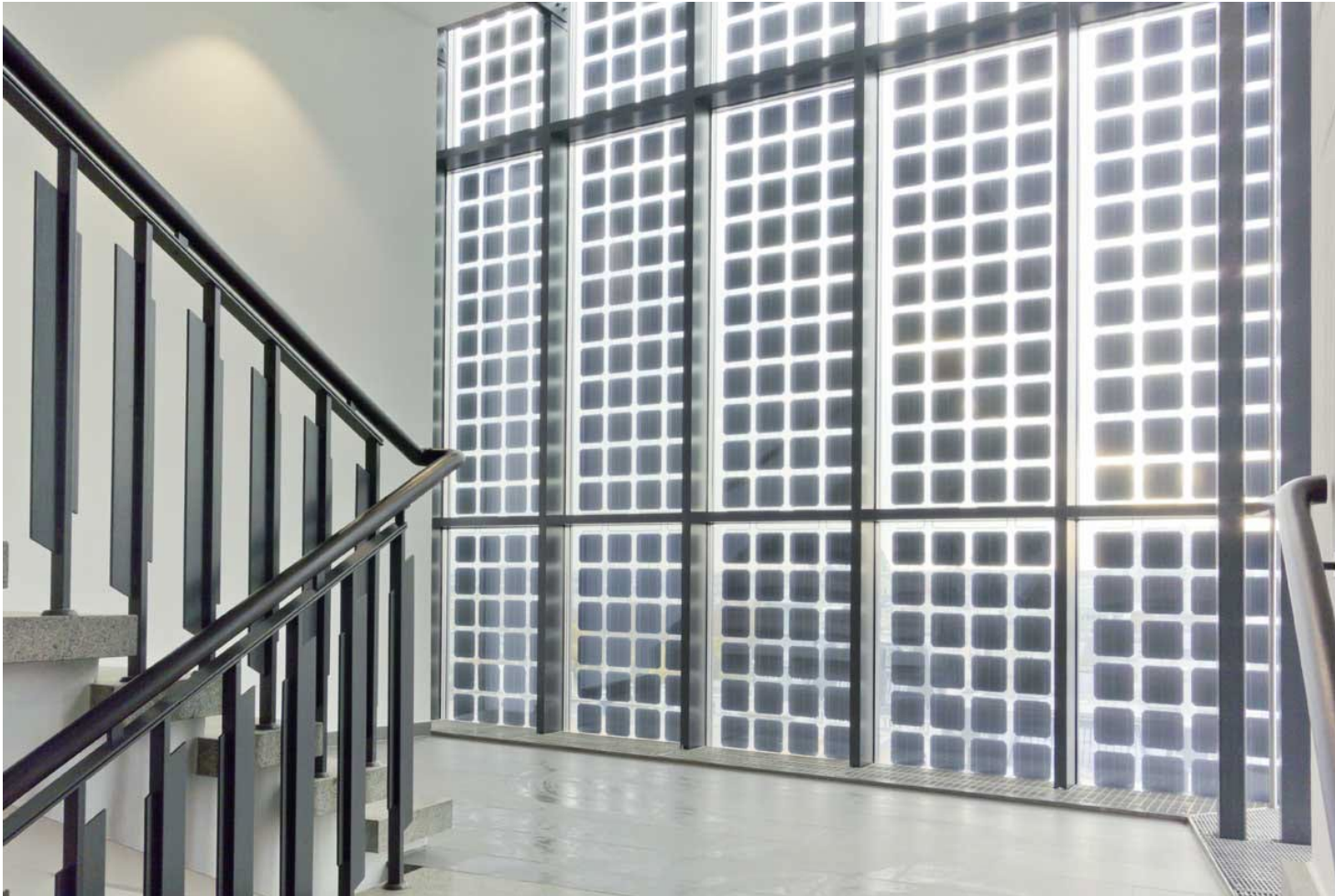
# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## PV-Module – Optik





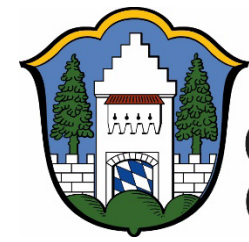
# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an? PV-Module – Optik





# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an? PV-Module – Optik





Gemeinde  
Grünwald

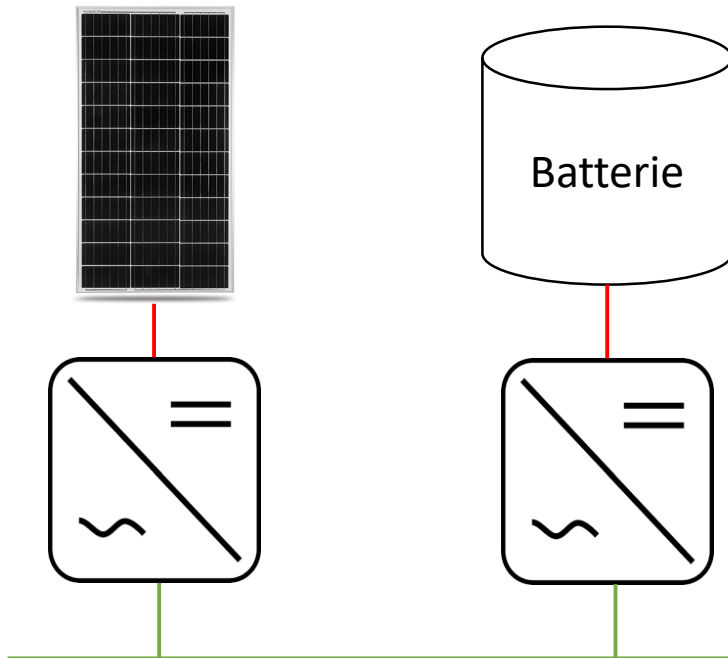
# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an? PV-Module – Optik



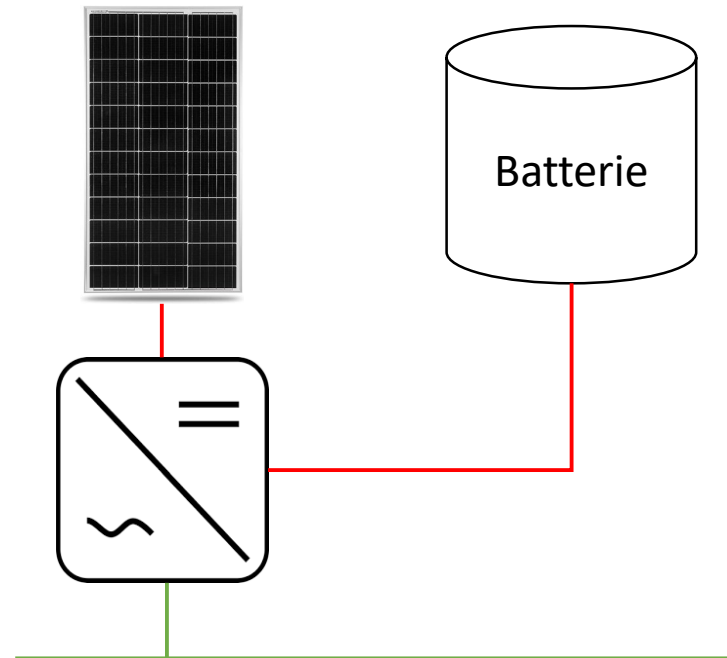
# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## Wechselrichter - Typen

Reiner Photovoltaikwechselrichter



Hybridwechselrichter



### Vorteile:

- Höherer Wirkungsgrad des Gesamtsystems
- Gesamtsystem meistens günstiger

### Nachteil:

- Nur DC-Speicher möglich
- Einschränkungen bzgl. der Dimensionierung

# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

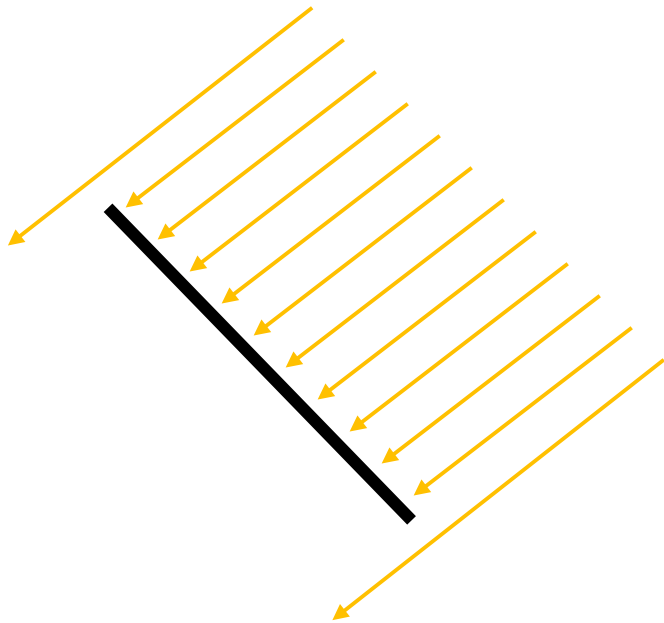
## Wechselrichter – sonstige Auswahlkriterien

- ✓ Wirkungsgrad
- ✓ Passender Leistungsbereich
- ✓ Lautstärke
- ✓ Bedienbarkeit
- ✓ Übersichtliche Anlagenüberwachung u. Datenerfassung
- ✓ Kompatibilität zu anderen Komponenten des Gesamtsystems

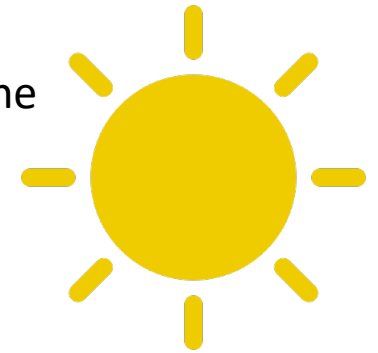
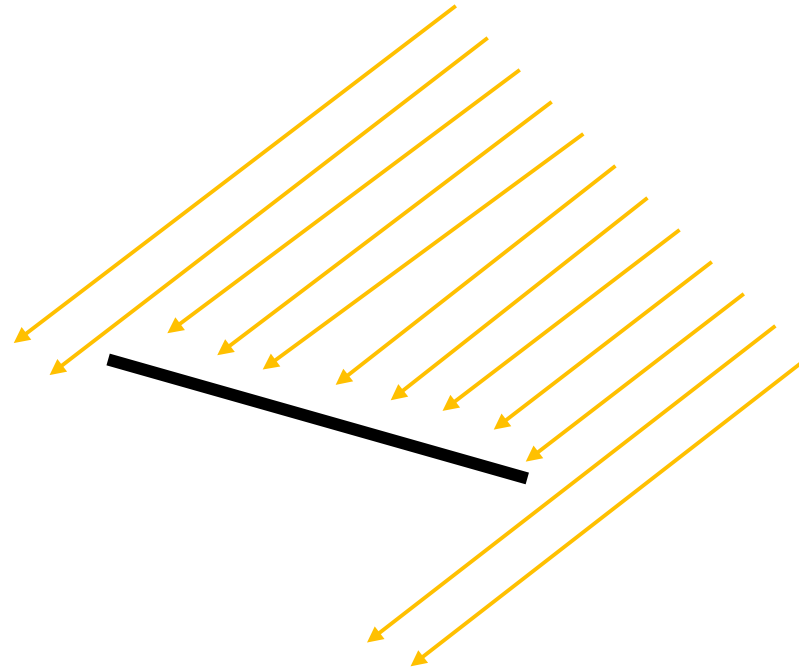
# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## Einflussfaktor - Neigungswinkel

Senkrechte Einstrahlung,  $90^\circ$   
Maximale Einstrahlung auf der Modulfläche



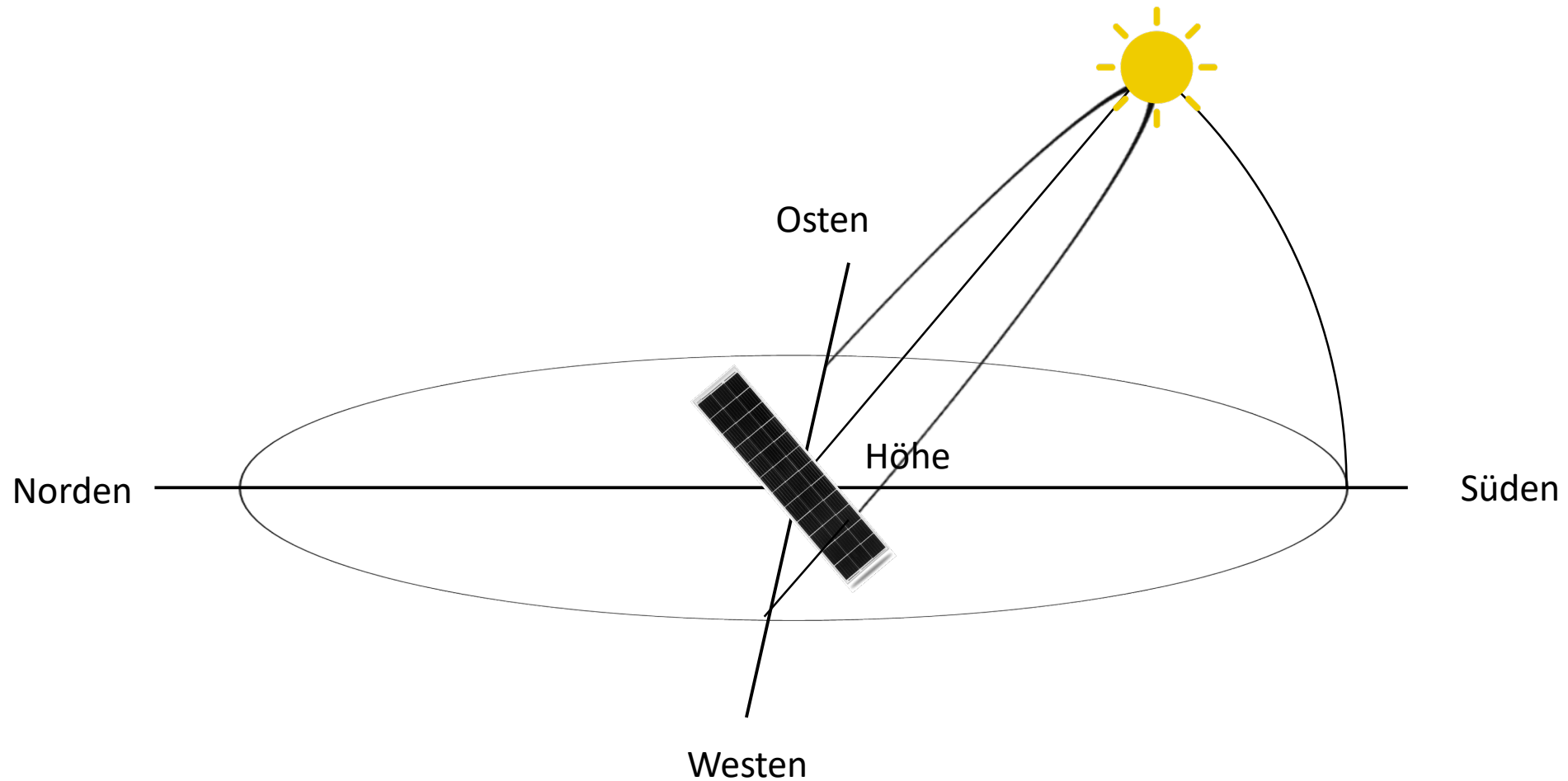
Einstrahlungswinkel ca.  $60^\circ$   
Geringere Einstrahlung auf der Modulfläche





# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

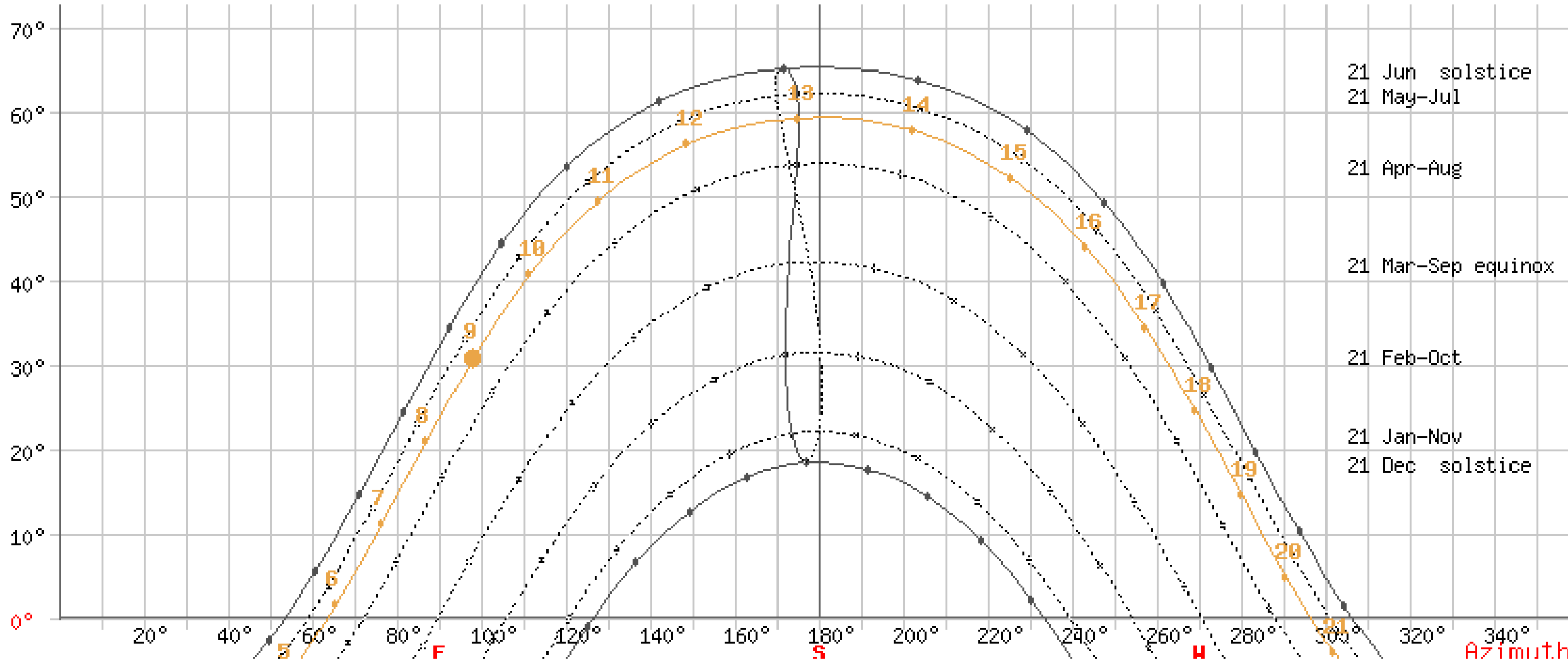
## Einflussfaktor – Sonnenstand



# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## Einflussfaktor – Sonnenbahn

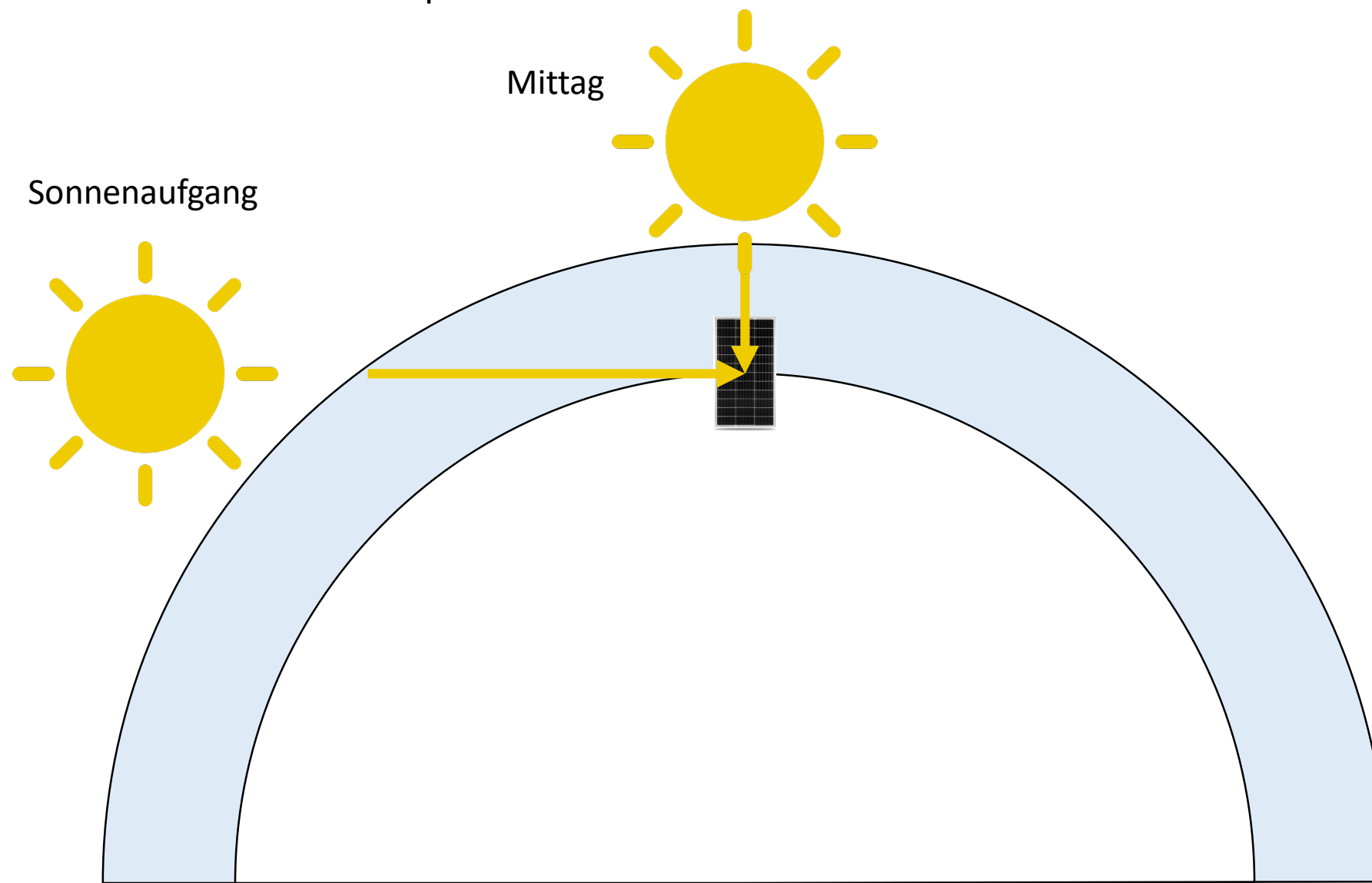
Quelle: sunearthtools.com





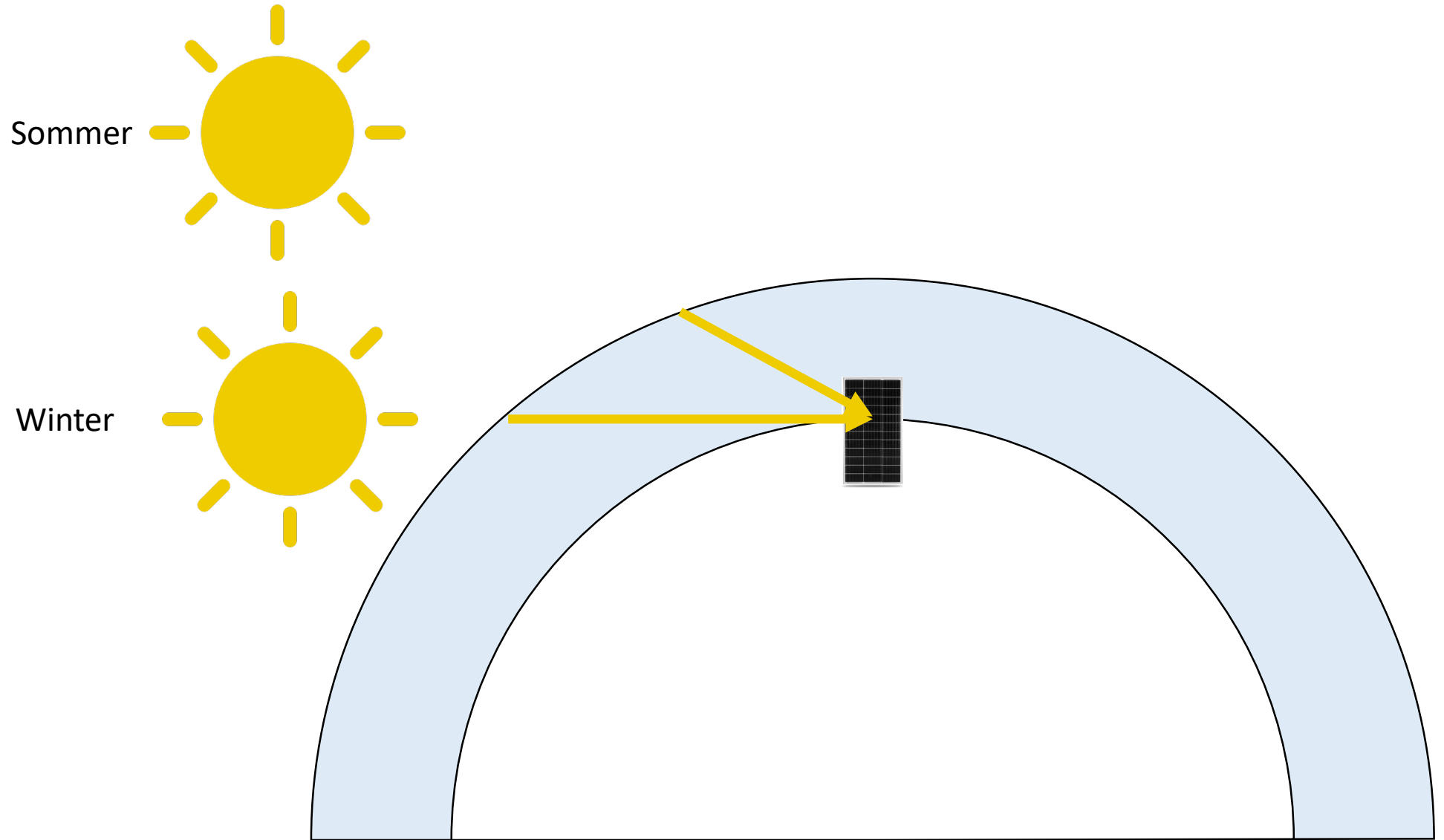
# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

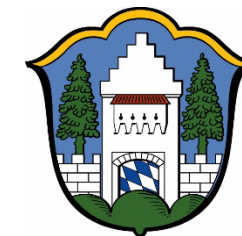
## Einflussfaktor – Atmosphäre



# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## Einflussfaktor – Atmosphäre





# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## Planung – Ausrichtung

### Dachausrichtung

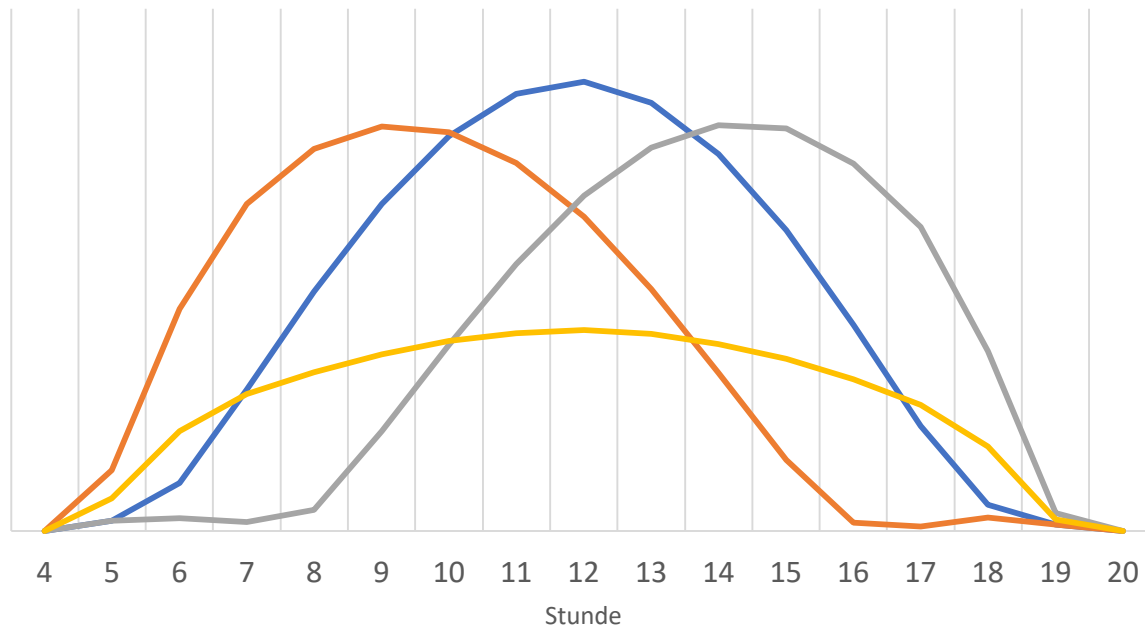
Quelle: rechnerphotovoltaik.de

Dachneigung	Dachausrichtung																			
	Süd	Südost Südwest								Ost West	Nordost Nordwest								Nord	
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	
0°	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	
10°	93%	93%	93%	92%	92%	91%	90%	89%	88%	86%	85%	84%	83%	81%	81%	80%	79%	79%	79%	
20°	97%	97%	97%	96%	95%	93%	91%	89%	87%	85%	82%	80%	77%	75%	73%	71%	70%	70%	70%	
30°	100%	99%	99%	97%	96%	94%	91%	88%	85%	82%	79%	75%	72%	69%	66%	64%	62%	61%	61%	
40°	100%	99%	99%	97%	95%	93%	90%	86%	83%	79%	75%	71%	67%	63%	59%	56%	54%	52%	52%	
50°	98%	97%	96%	95%	93%	90%	87%	83%	79%	75%	70%	66%	61%	56%	52%	48%	45%	44%	43%	
60°	94%	93%	92%	91%	88%	85%	82%	78%	74%	70%	65%	60%	55%	50%	46%	41%	38%	36%	35%	
70°	88%	87%	86%	85%	82%	79%	76%	72%	68%	63%	58%	54%	49%	44%	39%	35%	32%	29%	28%	
80°	80%	79%	78%	77%	75%	72%	68%	65%	61%	56%	51%	47%	42%	37%	33%	29%	26%	24%	23%	
90°	69%	69%	69%	67%	65%	63%	60%	56%	53%	48%	44%	40%	35%	31%	27%	24%	21%	19%	18%	

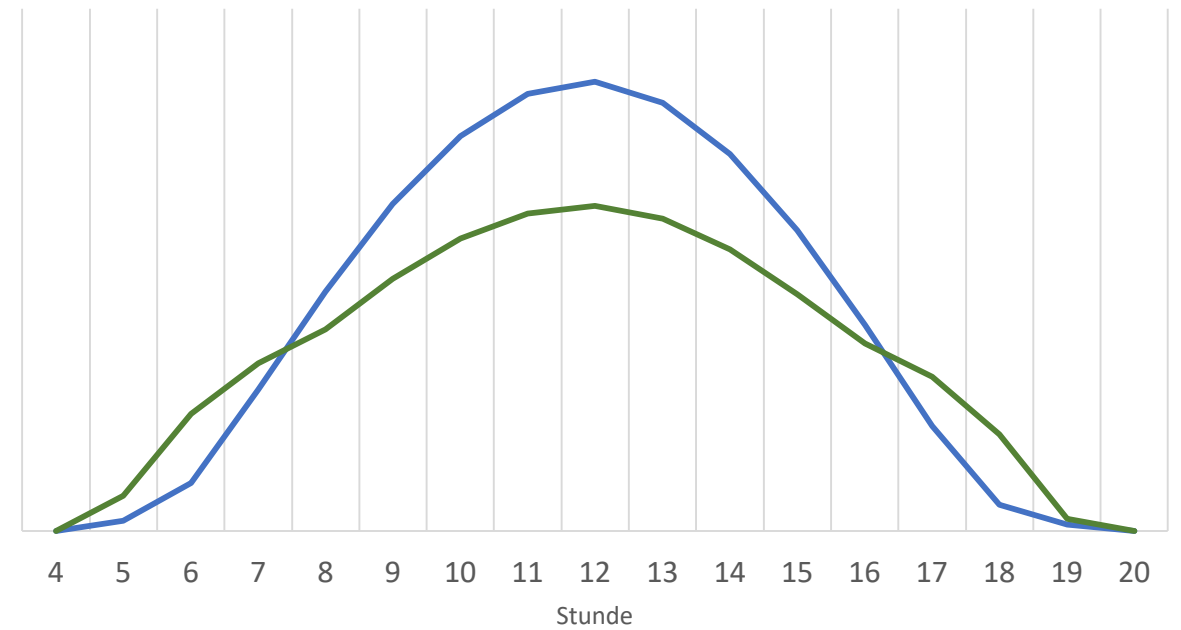


# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an?

## Planung – Ausrichtung



— Süd — Ost — West — Nord



— Süd — Ost+West

02.08, wolkenloser Himmel, 34° Neigung, Grünwald

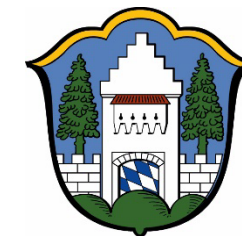
# Photovoltaiktechnik – Worauf kommt es an? Planung – Ausrichtung

## Häufige Missverständnisse:

„Ab wann lohnt sich denn so eine Anlage?“

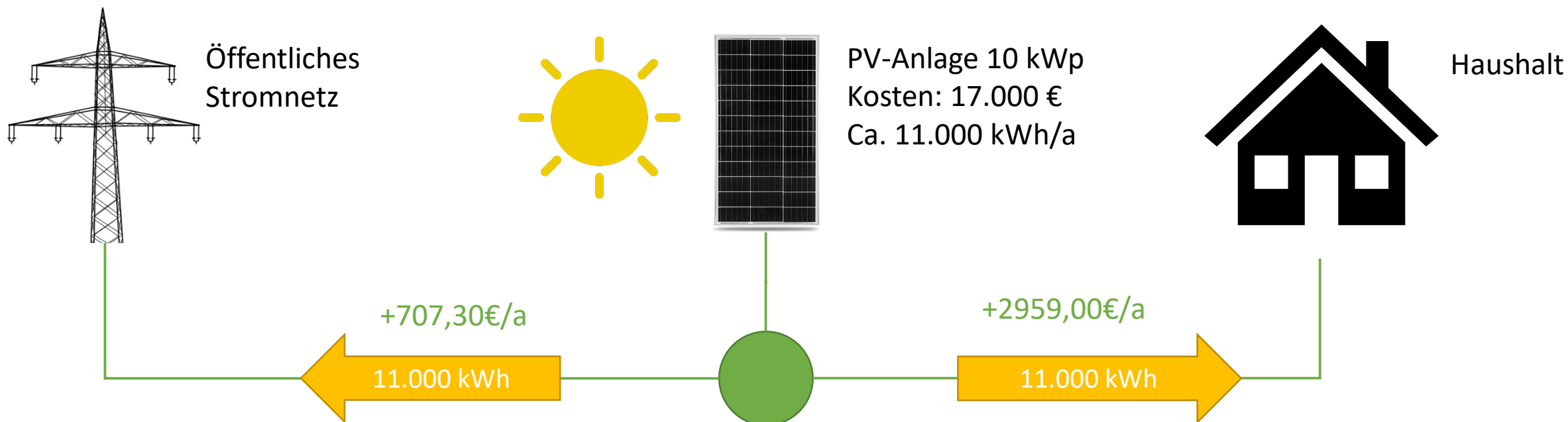
„Wie viele PV-Module brauche ich denn?“

„Der Installateur ist völlig überteuert, mein Nachbar hat nur X€ bezahlt,  
mein Angebot ist doppelt so hoch“



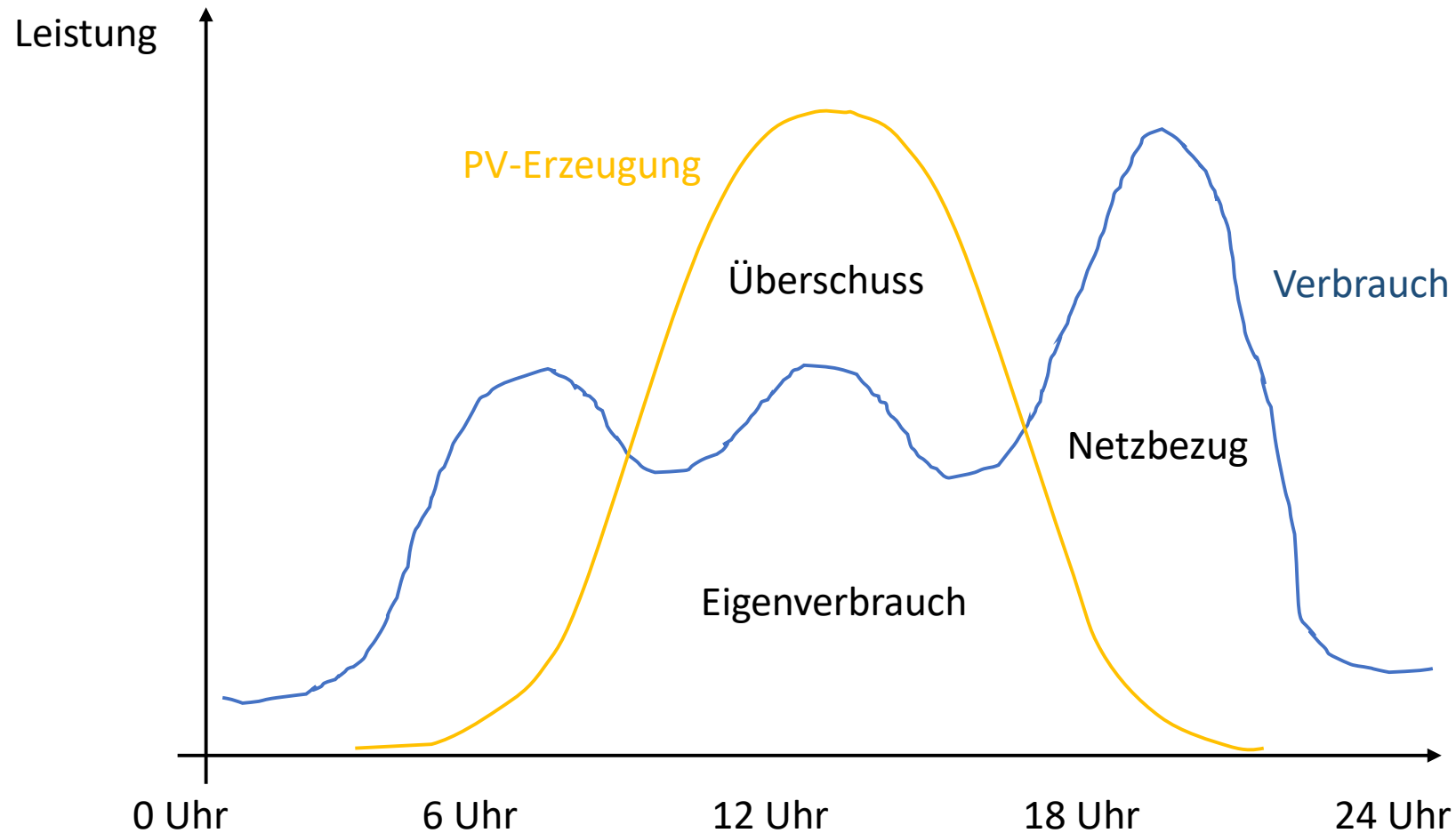
Gemeinde  
Grünwald

# Was nützt eine PV-Anlage auf dem Dach? Einspeisung vs. Eigenverbrauch



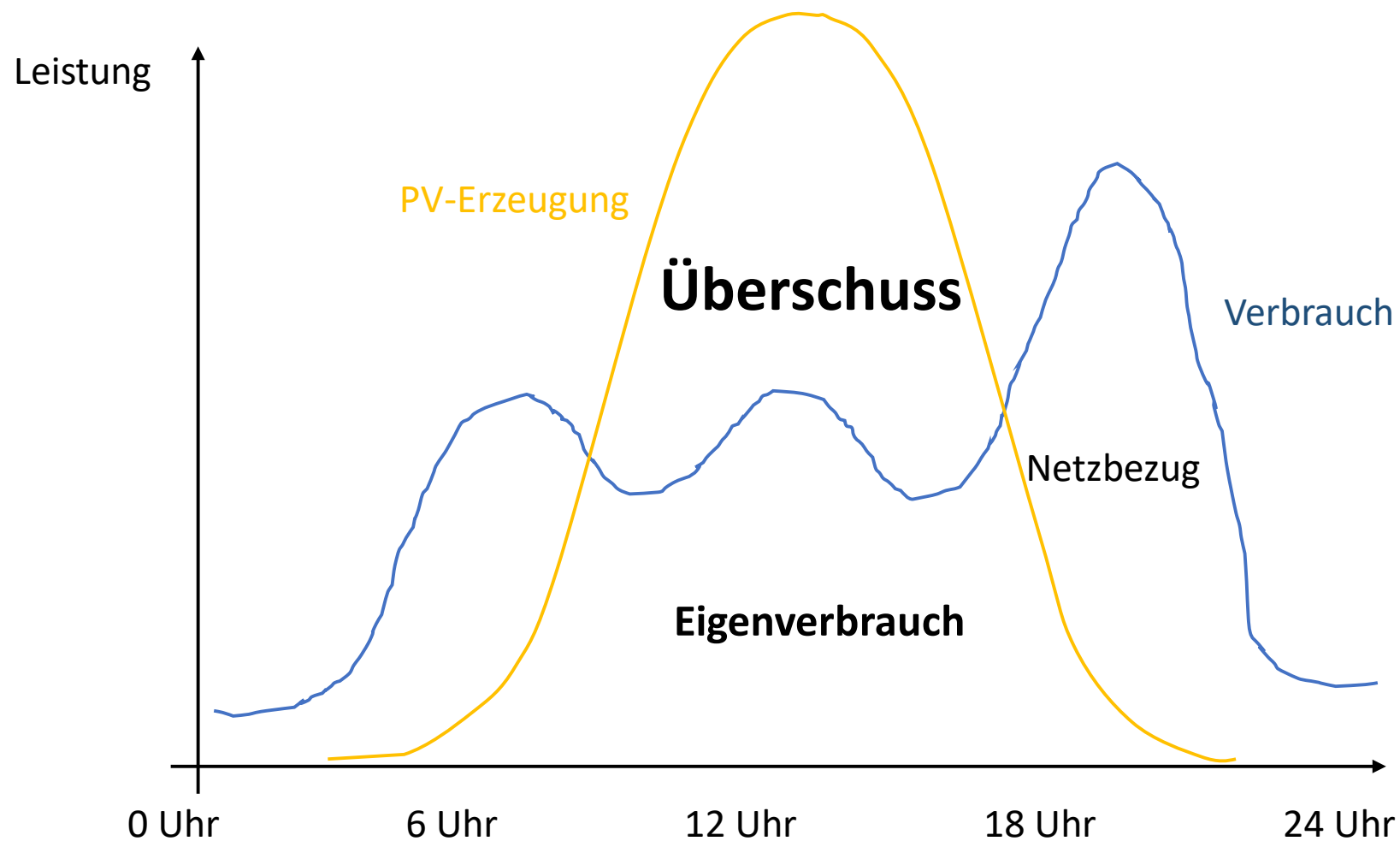
- 1 kWh Einspeisung in das öffentliche Stromnetz bringt EEG-Vergütung = **+ 6,43 Cent**
- 1 kWh Eigenverbrauch erspart den Strompreis einer kWh = **+ 33,3 Cent**
- Aber ich bekomme dafür keine EEG-Vergütung = **- 6,43 Cent** → **+ 26,9 Cent**

# Was nützt eine PV-Anlage auf dem Dach? Eigenverbrauchsoptimierung

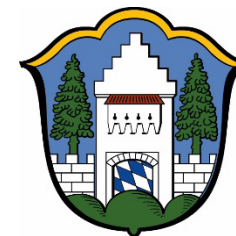




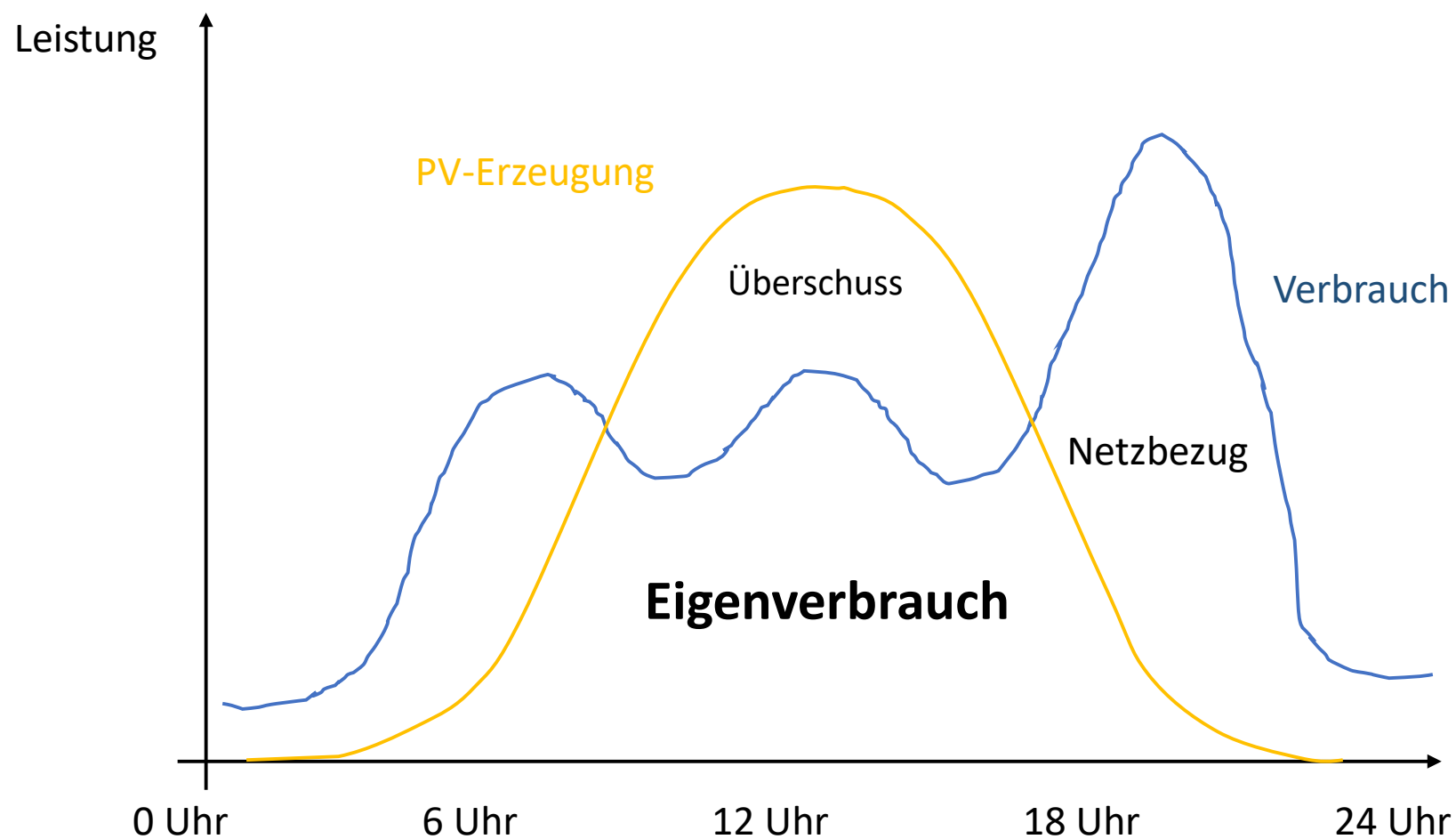
# Was nützt eine PV-Anlage auf dem Dach? Eigenverbrauchsoptimierung – größere Anlage

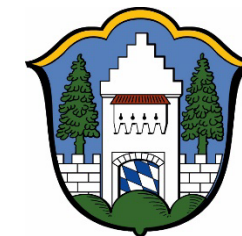






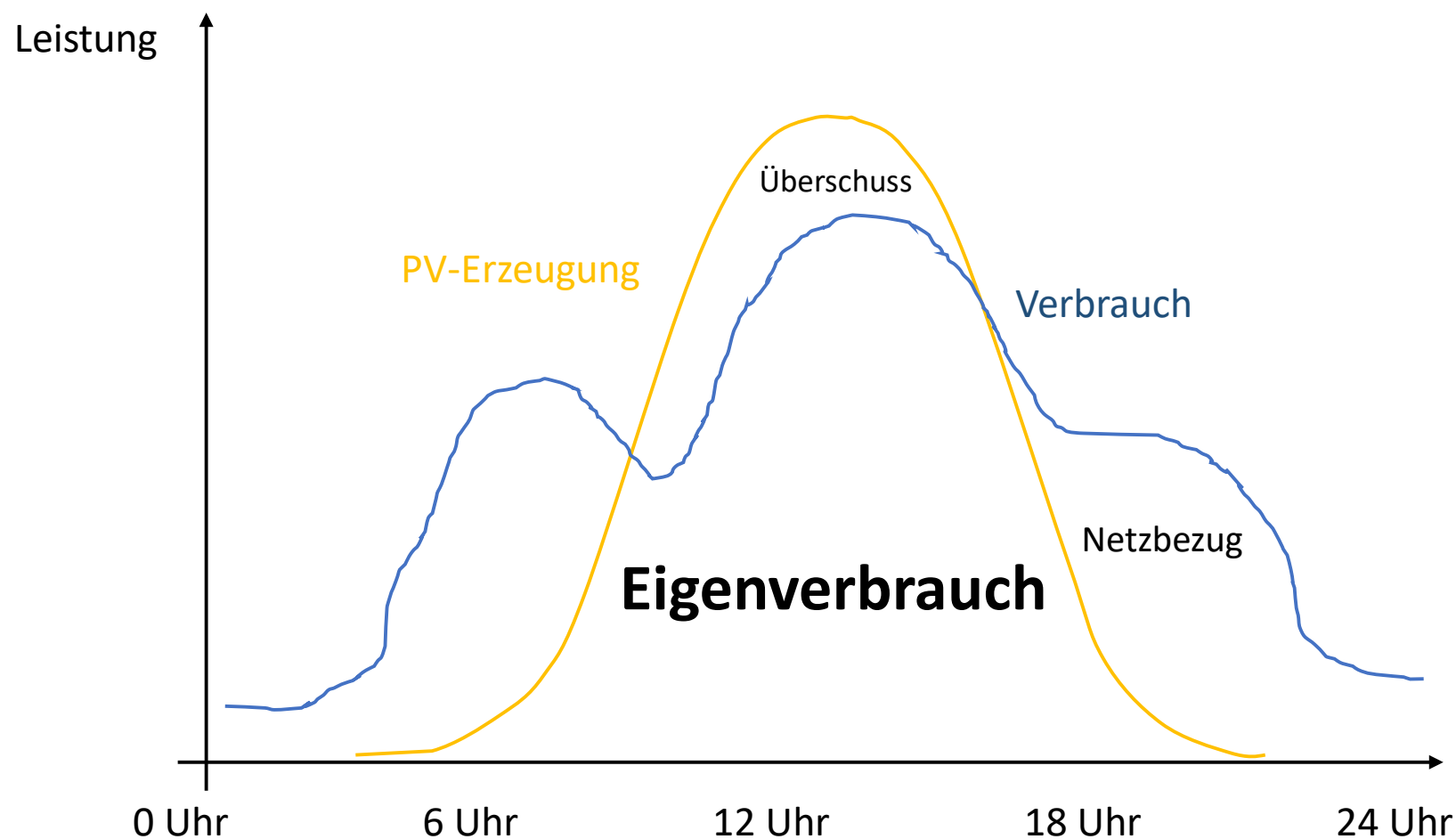
# Was nützt eine PV-Anlage auf dem Dach? Eigenverbrauchsoptimierung – Ost-West-Anlage

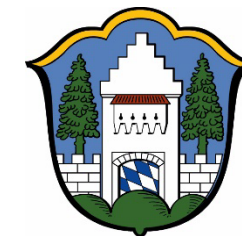




# Was nützt eine PV-Anlage auf dem Dach?

## Eigenverbrauchsoptimierung – Verbrauch verschieben

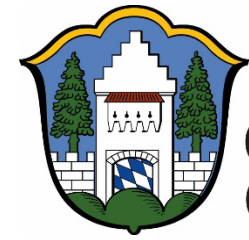




# Was nützt eine PV-Anlage auf dem Dach?

## Eigenverbrauchsoptimierung – Verbrauch verschieben

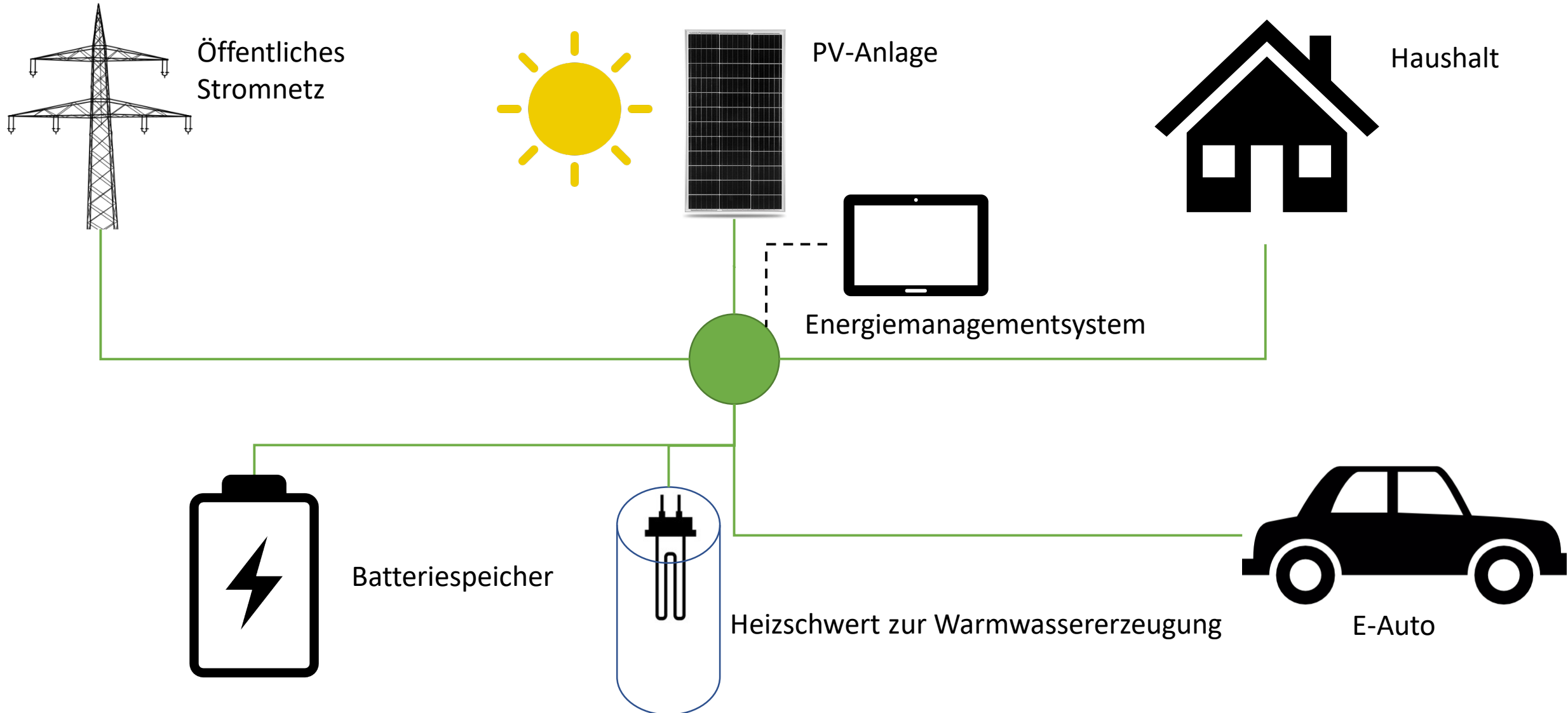
Gerät	Leistung	Betriebszeit pro Tag	Energieverbrauch pro Tag
Alte Glühbirne	60 W	4 Stunden	0,24 kWh
LED	4 W	4 Stunden	0,016 kWh
Fernseher	100 W	2 Stunden	0,2 kWh
PC	150 W	2 Stunden	0,3 kWh
Handyladung	3 W	3 Stunden	0,009 kWh
Wasserkocher	2000 W	3 Minuten	0,1 kWh
Kühlschrank (ca. 150l)	17 W	24 Stunden	0,41 kWh
<b>Waschmaschine</b>	<b>1300 W</b>	<b>45 Minuten</b>	<b>1 kWh</b>
<b>Spülmaschine</b>	<b>1000 W</b>	<b>1 Stunde</b>	<b>1 kWh</b>
<b>Trockner</b>	<b>2400 W</b>	<b>75 Minuten</b>	<b>3 kWh</b>
<b>Backofen</b>	<b>1100 W</b>	<b>1 Stunde</b>	<b>1,1 kWh</b>
<b>Herd</b>	<b>1000 W</b>	<b>1</b>	<b>1 kWh</b>



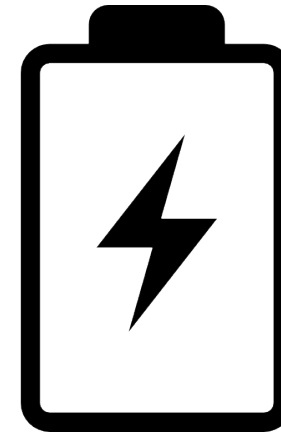
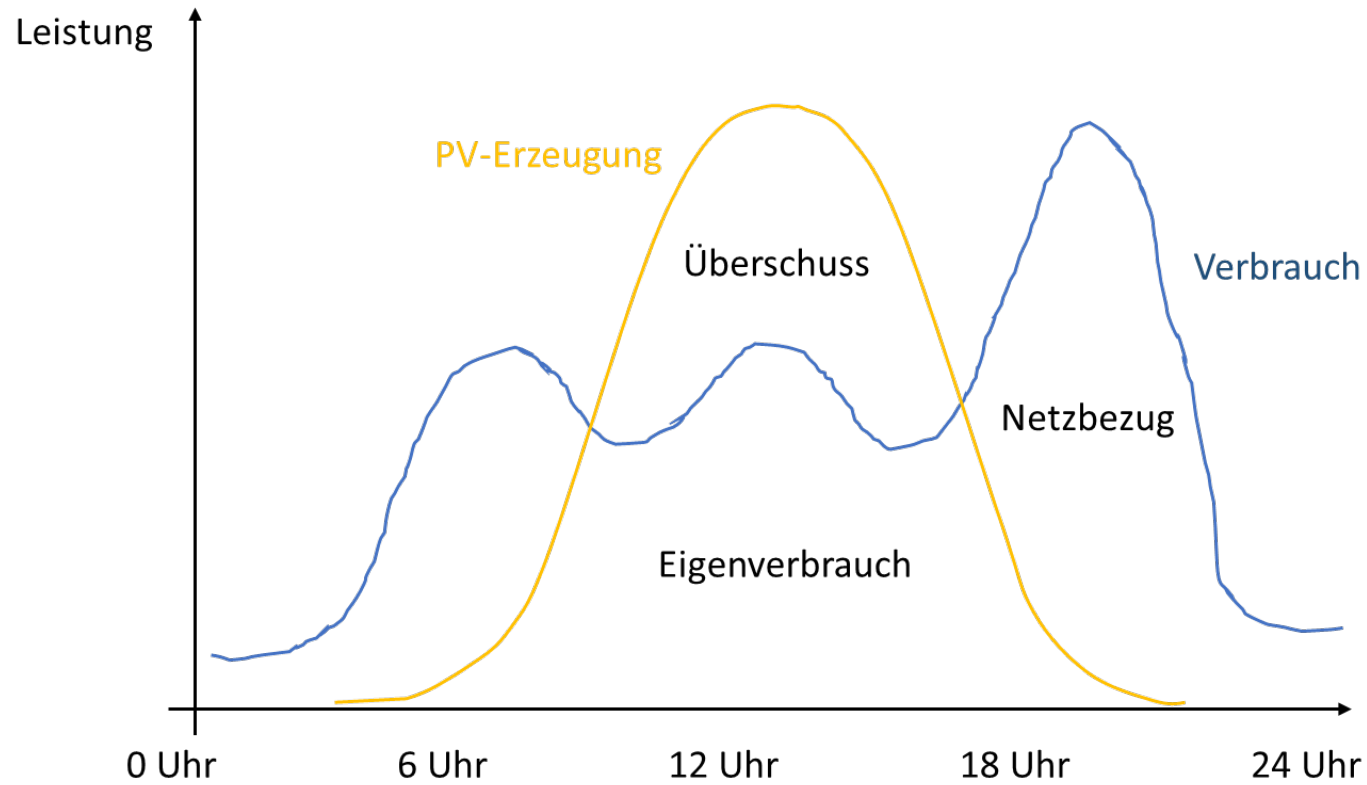
Gemeinde  
Grünwald

# Was nützt eine PV-Anlage auf dem Dach?

Eigenverbrauchsoptimierung – Sektorenübergreifender Verbrauch



# Speicher oder kein Speicher



Kosten ca. 1200€ / kWh

Übliche Größe: 1kWh / kWp



# Speicher oder kein Speicher

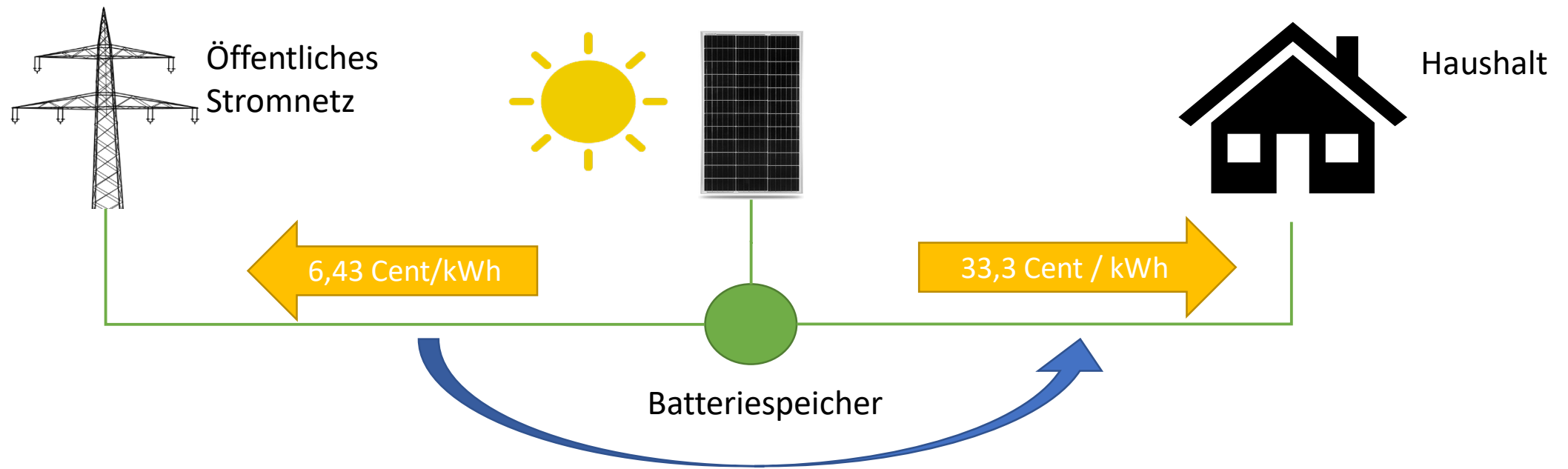
## Beispielrechnung

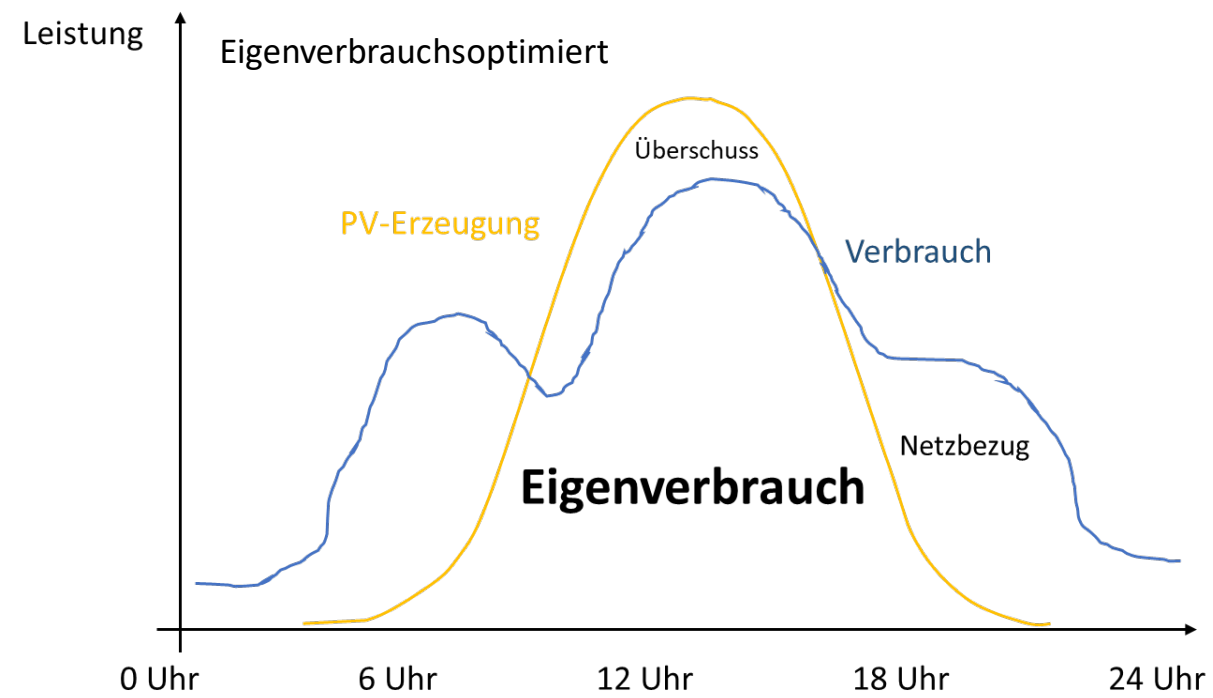
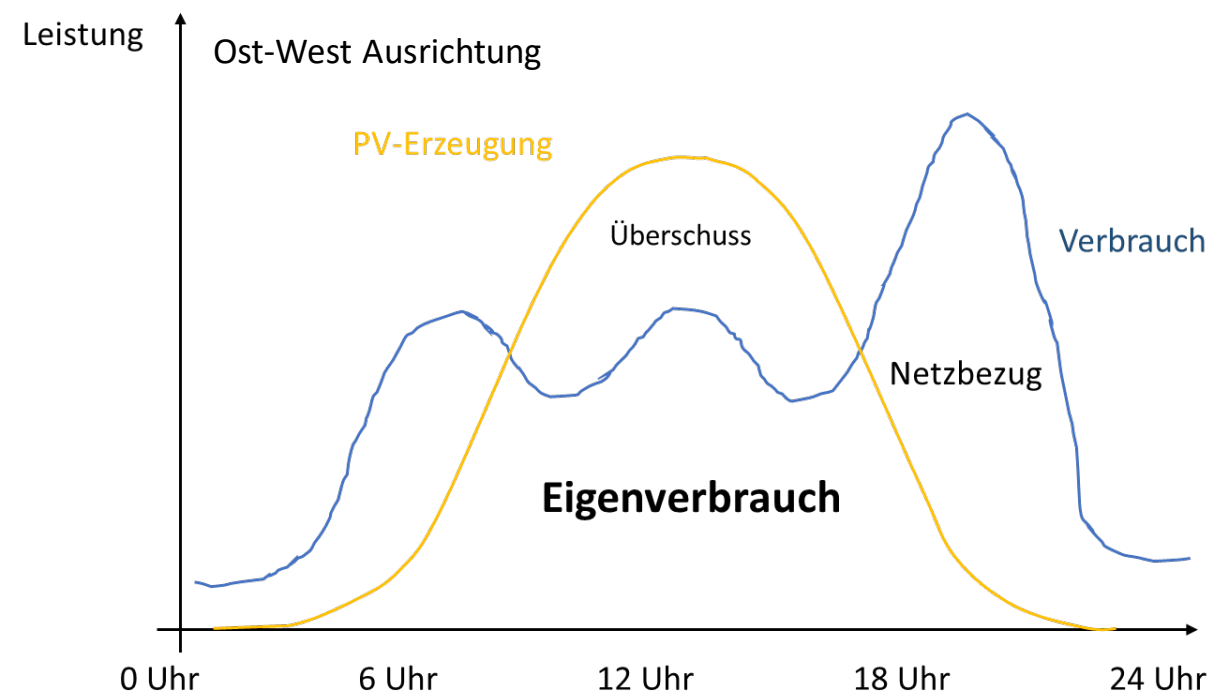
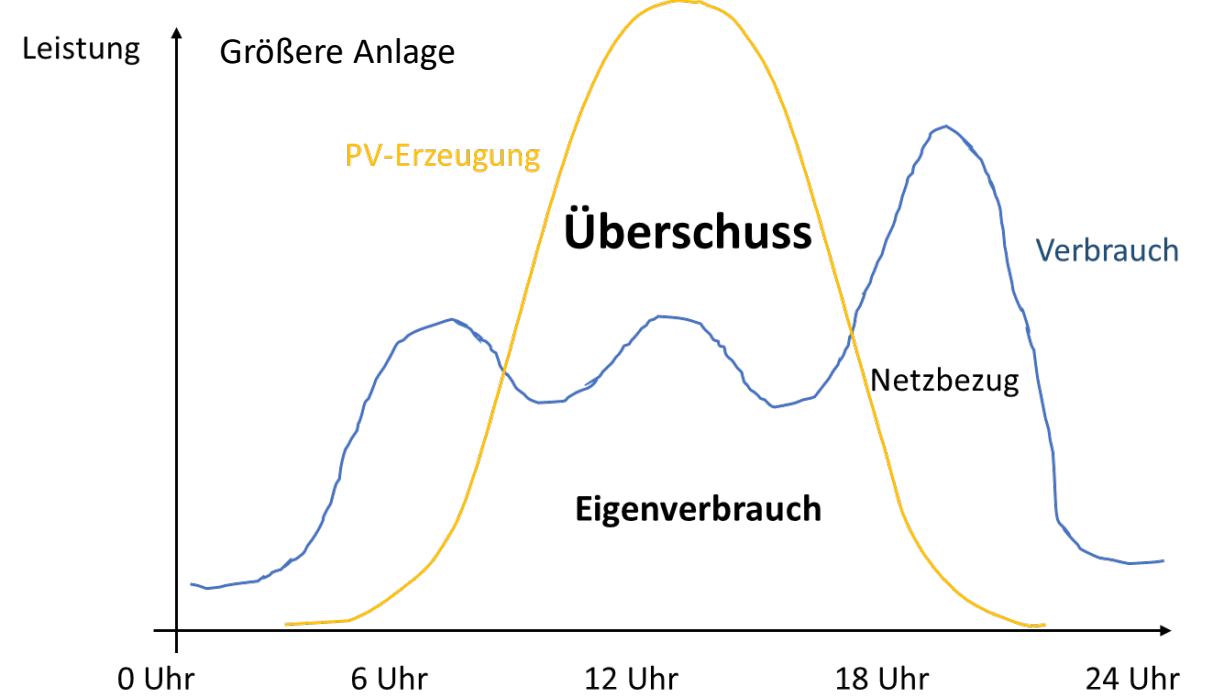
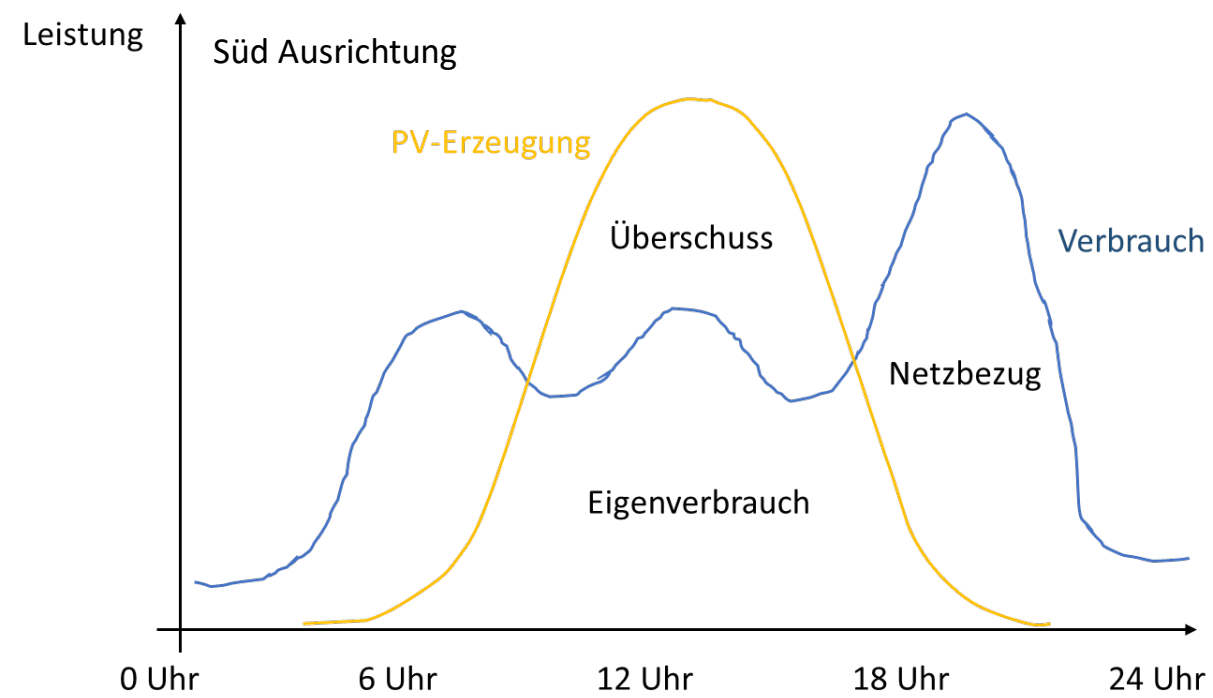
### Annahmen:

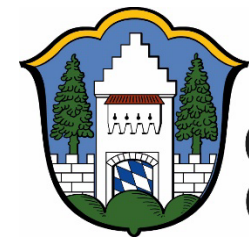
- 10kWh Speicher
- Kosten: 12.000€
- Lebensdauer der Batterie 15 Jahre
- Ziel: Amortisation  $\leq$  15 Jahren

### Ergebnis:

- 3398 kWh pro Jahr Überschuss **zusätzlich** verbrauchen
- ca. 340 Vollladezyklen pro Jahr







Gemeinde  
Grünwald

# Speicher oder kein Speicher

## Dimensionierung

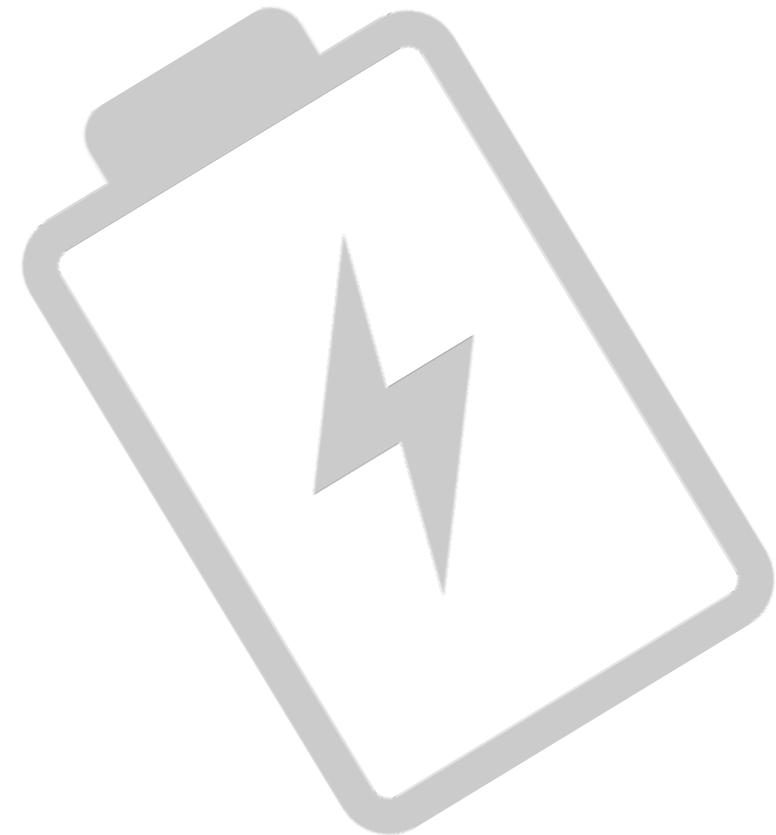
„Meine PV-Anlage produziert im Jahr erheblich mehr Strom, als ich selbst verbrauche“

„Ich habe auch nachts Verbrauch, den ich aus einem Speicher abdecken könnte“ (Lüftungsanlage, mehrere Kühlschränke, etc.)

„Mein hauptsächlichlicher Verbrauch liegt in Zeiten in denen die PV-Anlage nicht liefert und ich kann daran auch nichts ändern“

(Waschmaschine, Trockner, Herd, Backofen, etc. morgens und Abends)

Wenn diese Aussagen auf Sie zutreffen, kann die Anschaffung eines Stromspeichers in Betracht gezogen werden!

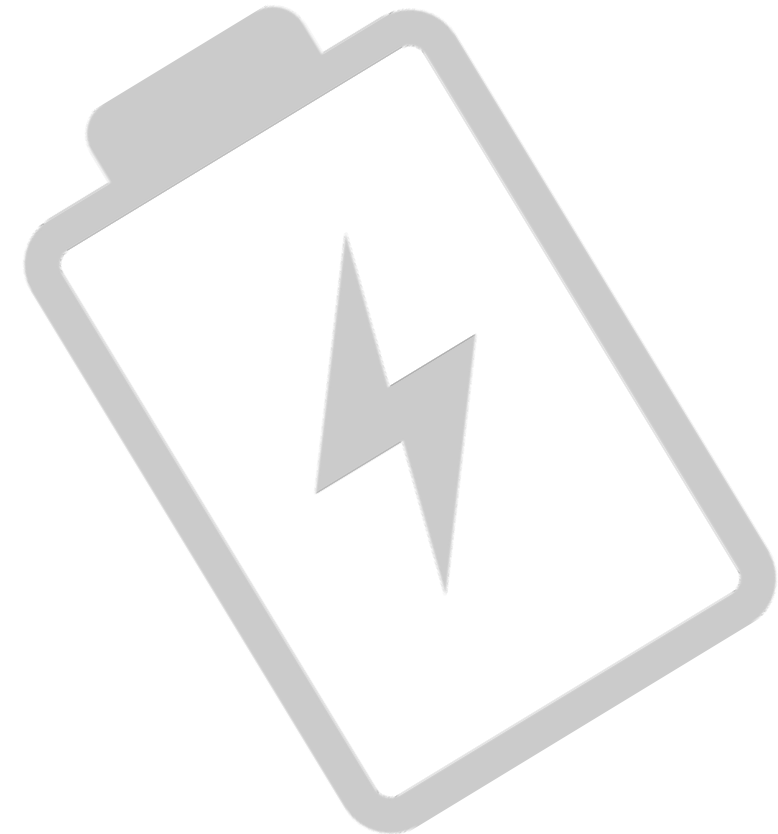


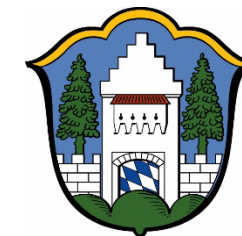
# Speicher oder kein Speicher

## Auswahlkriterien

### Technische Daten

- ✓ Nutzbare Speicherkapazität (kWh)
- ✓ Wirkungsgrad (Gesamtwirkungsrad laden und entladen)
- ✓ Leistung (Lade- und Entladeleistung)
- ✓ Zyklenzahl (Kapazitätsgarantie  $\geq 80\%$ )
- ✓ Lebensdauer (Kapazitätsgarantie  $\geq 80\%$ )

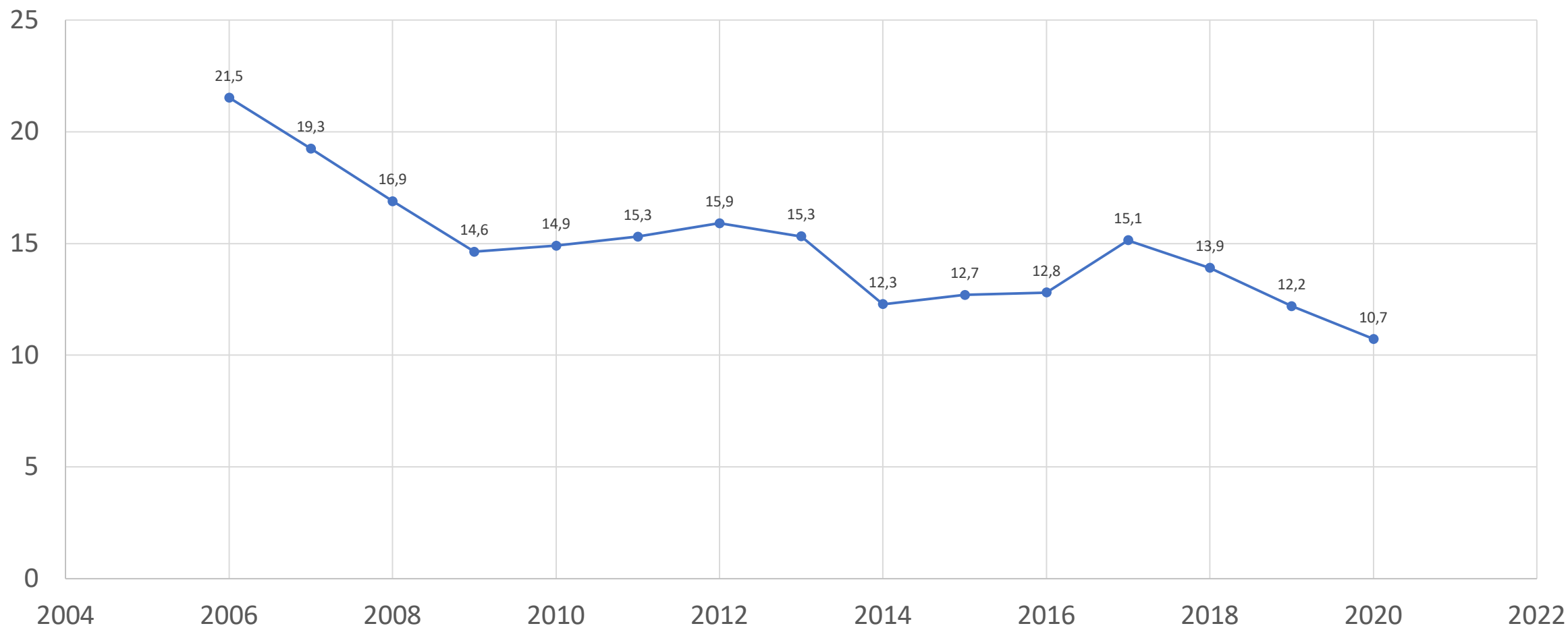




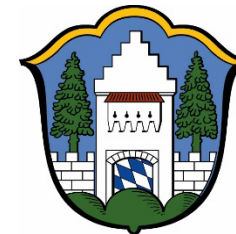
# Notstrom, Ersatzstrom, Inselfähigkeit Stromausfallwahrscheinlichkeit in Deutschland

**Minuten**

Mittlere Stromausfallzeit pro Abnahmestelle in Deutschland pro Jahr

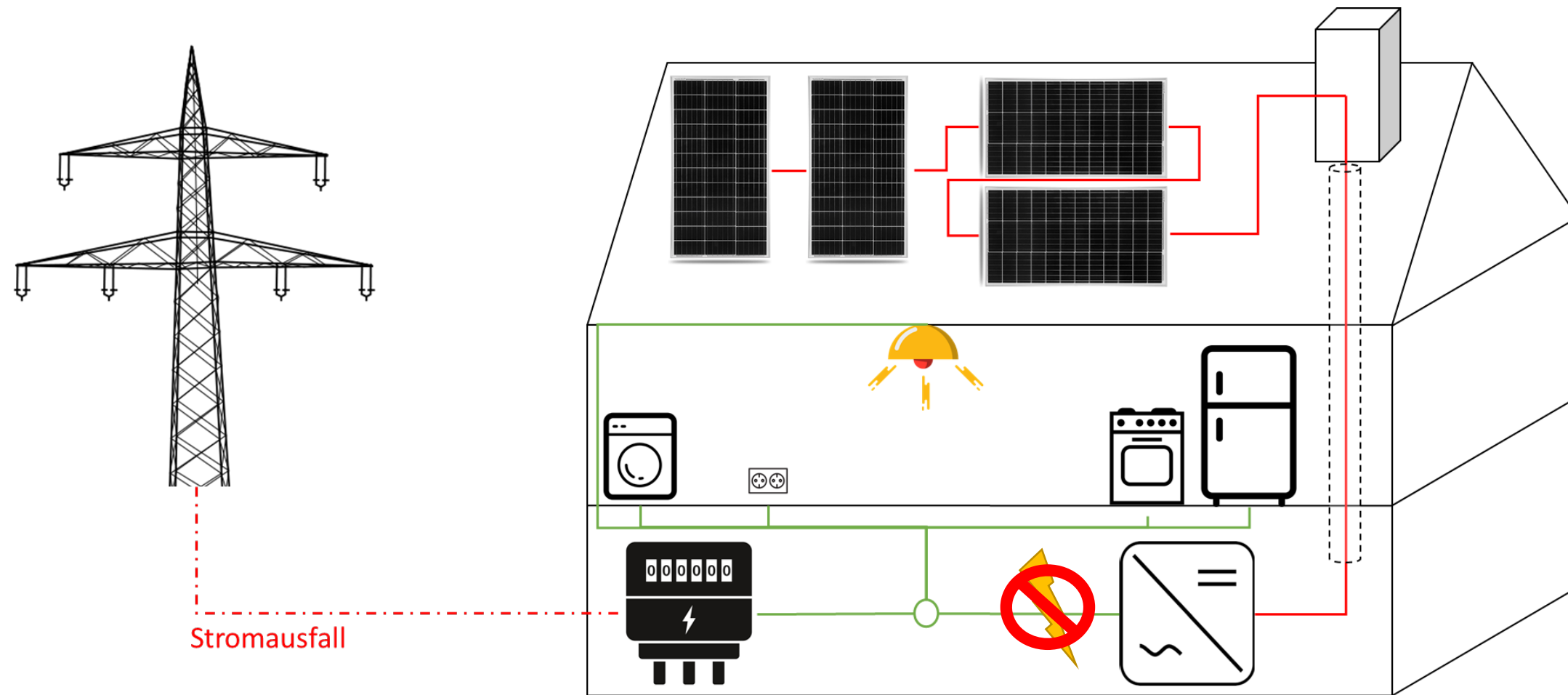






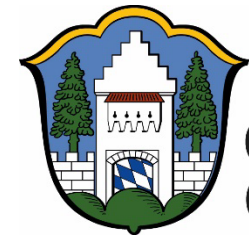
# Notstrom, Ersatzstrom, Inselfähigkeit

## Welche Notstromarten gibt es?



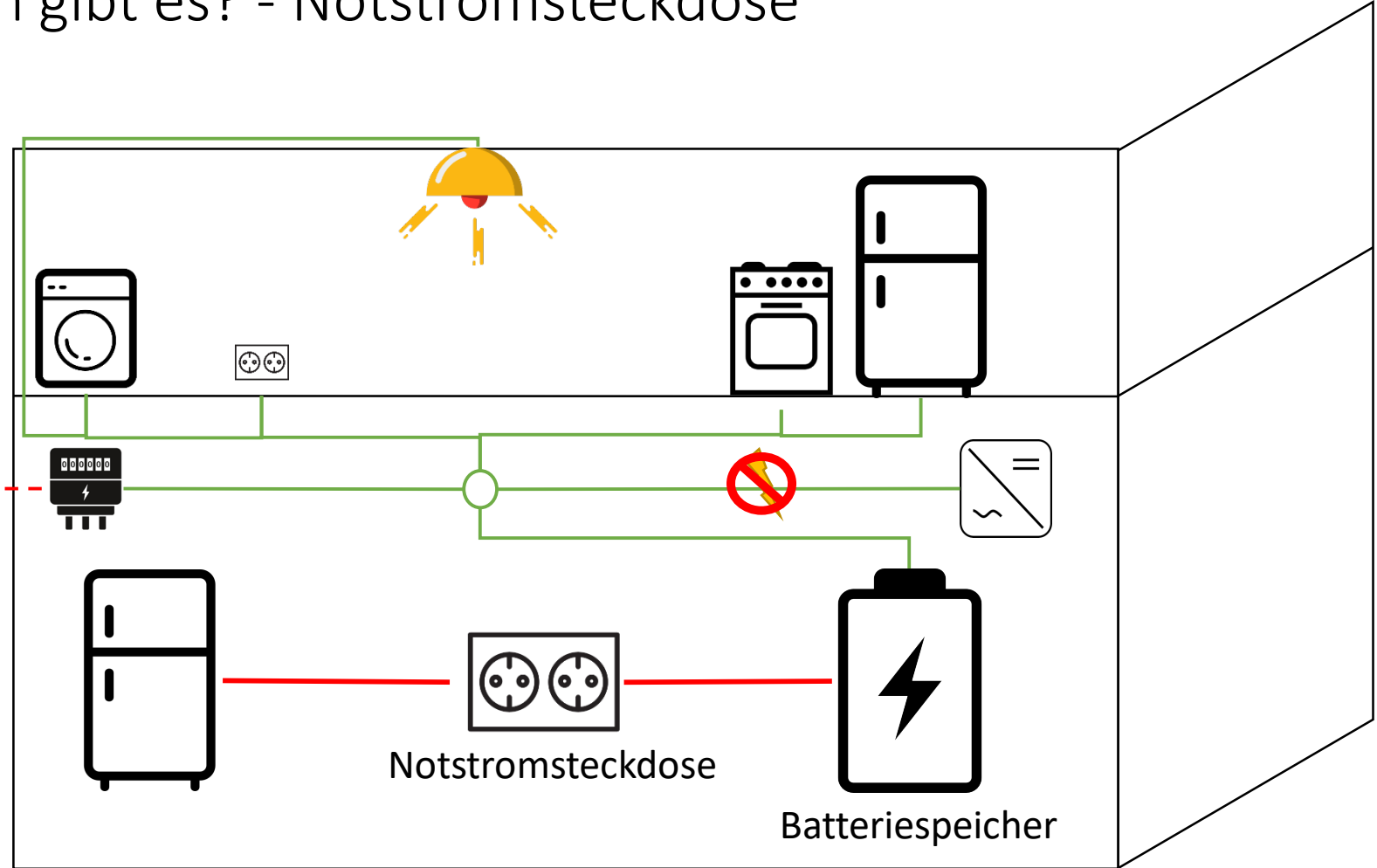
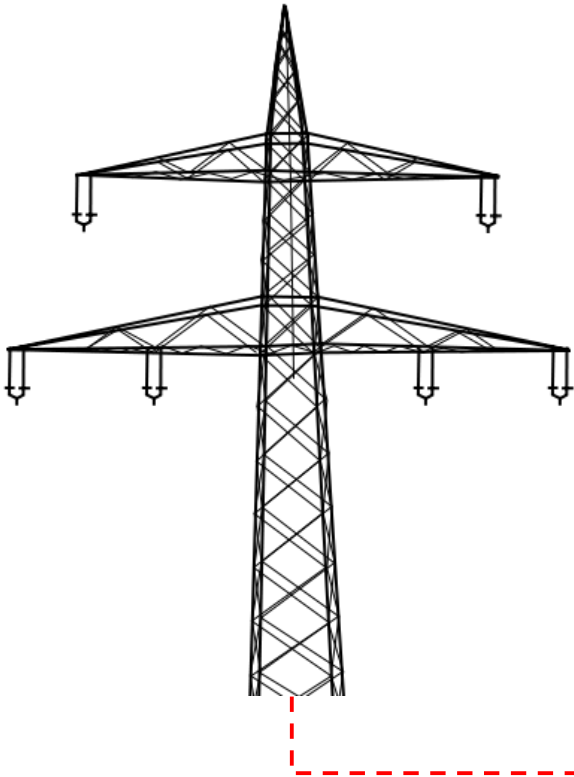
Stromausfall

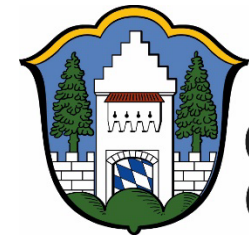
Wechselrichter stellt den Betrieb ein



# Notstrom, Ersatzstrom, Inselfähigkeit

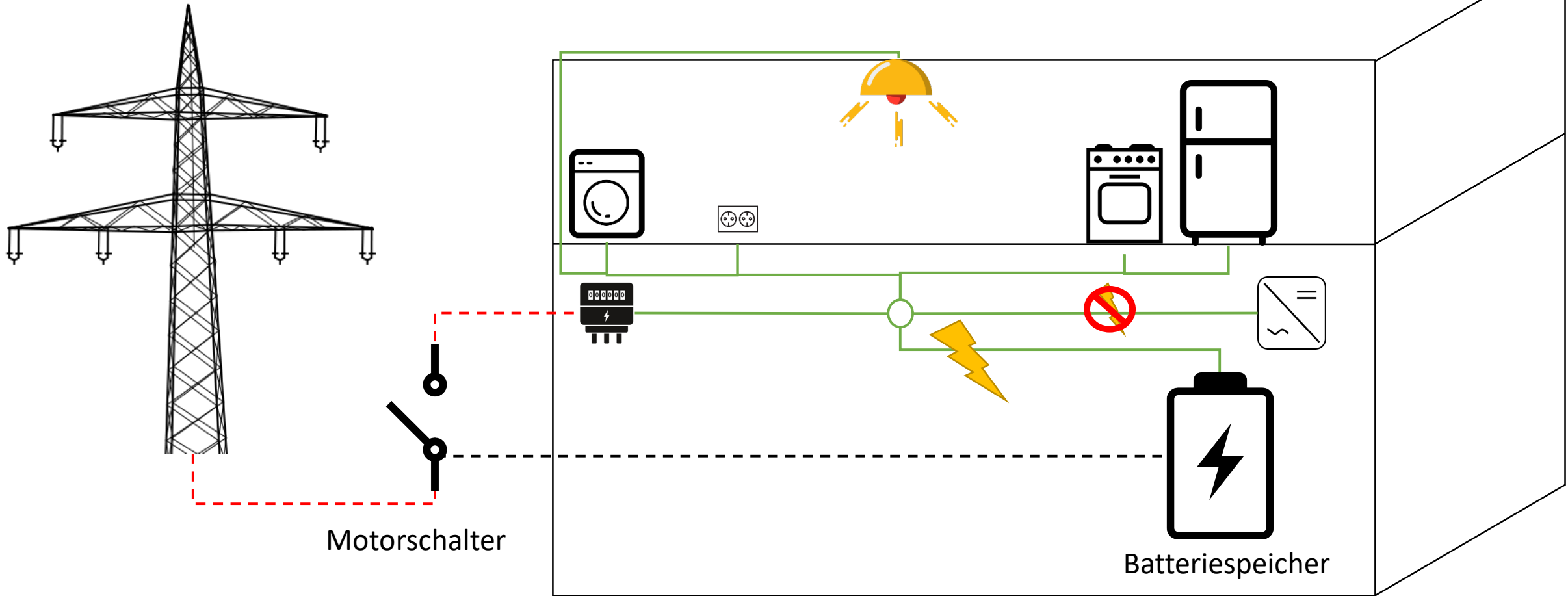
Welche Notstromarten gibt es? - Notstromsteckdose





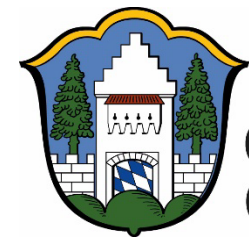
# Notstrom, Ersatzstrom, Inselfähigkeit

## Welche Notstromarten gibt es? - Ersatzstrom



Motorschalter

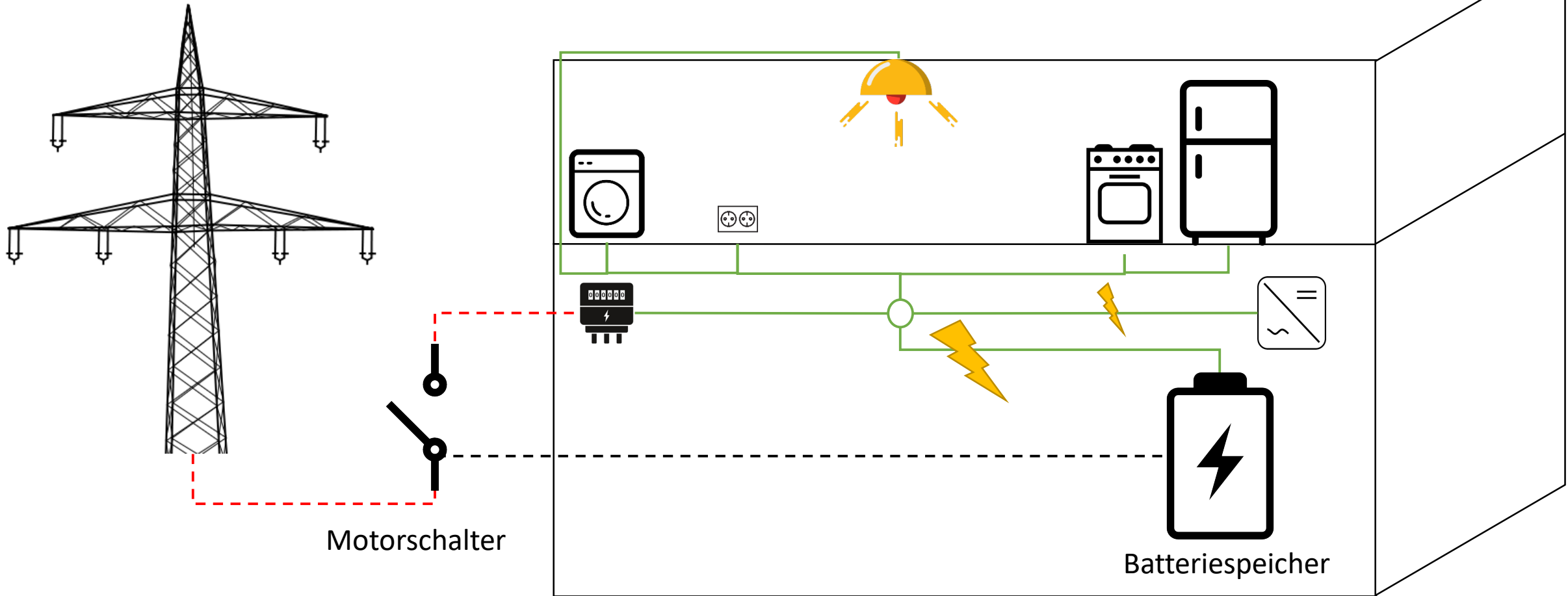
Batteriespeicher



Gemeinde  
Grünwald

# Notstrom, Ersatzstrom, Inselfähigkeit

## Welche Notstromarten gibt es? - Inselfähigkeit



Lohnt sich das alles?

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

### **Entscheidende Einflussfaktoren zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit:**

- ✓ Abschätzung Eigenverbrauchsanteil (ggf. mit und ohne Speicher)
- ✓ Strompreisprognose (Anstieg in % pro Jahr)
- ✓ Laufzeit (üblicherweise 20 Jahr, bei Speichern ???)
- ✓ Höhe von Wartungs-, Instandhaltungs- und Versicherungskosten



Lohnt sich das alles?

Förderung durch die Gemeinde

- PV-Förderprogramm mit 400€/kWp bis 10 kWp dann 200€/kWp bis max. 30kWp
- Speicherförderung mit 20% der Gesamtkosten für die Installation eines Speichers mit Notstromfunktion
- + 200€ für eine für eine inselfähige Notstromfunktion
- Viele weitere Förderprogramme unter [gemeinde-gruenwald.de](http://gemeinde-gruenwald.de) → Umweltamt → Förderprogramme

Wie geht es weiter?

1. Unterstützende Beratung

Sie holen sich selbständig Angebote ein

**Leistung durch die Gemeinde:**

- ✓ Liste verfügbarer Solarteure
- ✓ Möglichkeit der Angebotsprüfung nach kurzfristiger Terminvereinbarung
- ✓ Ansprechpartner bei Unklarheiten

