

# PV-Anlage - rechnet sich das?

Leitfaden

Thomas Wiederhold, 26.11.2025

# Agenda

Was sollte man wissen?

- grundsätzliche Informationen
- Grundüberlegungen
- Dimensionierung
- Speicher: ja, nein oder vielleicht?
- Speicherdimensionierung
- Vergütung und Anlagengröße

# Grundsätzliche Informationen

## Fachchinesisch

- kW = Leistung, kWp = Spitzenleistung, kWh = Energie (z.B. pro Stunde)
- Anlagengröße in kWp (Kilowatt Peak)
  - das ist nicht die zu erwartende Leistung der Anlage (Beschränkungen durch den Wechselrichter, Sonnenstand, Wolken und Jahreszeit)
- Schwachlichtverhalten
  - ein Solarmodul erzeugt nicht nur Strom, wenn Sonne darauf scheint
  - Wolken können den Ertrag sowohl senken als auch erhöhen (nicht direkt bestrahlte Module haben mehr Ertrag bei wolkigem Wetter als bei sonnigem)
- Ertrag
  - in Deutschland ca. 1100W/kWp (d.h. eine 10kWp-Anlage erzeugt unter optimalen Bedingungen ca. 11000kWh pro Jahr)

# Grundsätzliche Informationen

## Fachchinesisch

- Ausrichtung
  - Süddach ist optimal stimmt nicht immer (abhängig von den Verbrauchszeiten)
- Modulleistung
  - Module werden immer leistungsfähiger aber auch immer größer (160x80cm mit 190Wp vor 15 Jahren vs. 180x110cm mit 420Wp heute)
  - vor 15 Jahren 190Wp mit 1,28qm, heute 420Wp mit 1,98qm), also ca. 43% mehr Ertrag pro qm, nicht mehr als die doppelte Leistung
- 60%-Regelung
  - bei Anlagen über 7kWp kann die Leistung auf 60% gekappt werden, das hat in der Praxis keine Auswirkungen auf den Ertrag



# Grundüberlegungen

## Was will ich erreichen?

- Soll die Anlage den Eigenbedarf abdecken?  
In den Wintermonaten schwierig bis unmöglich, da die Anlage nur ca. 15% des Sommerertrages erzeugt (von Mitte November bis Mitte Februar)
- Strom ist der Energieträger der Zukunft  
Welche zusätzlichen Anschaffungen stehen noch an (E-Auto, Wärmepumpe), die auch Strom benötigen (ein E-Auto benötigt pro Jahr ca. 2000kWh für 10.000km Fahrleistung, Wärmepumpen lassen sich nicht so einfach dimensionieren (Abhängigkeit von der Hausdämmung und -größe)
- Komplette Autarkie ist nur sehr schwer möglich (stattdessen lieber mit dynamischen Stromtarifen und Automatisierung den Verbrauch verschieben)
- Im Januar ist der Ertrag bestenfalls 15% des Ertrages im Juni (z.B. 122kWh statt 865kWh bei 5,51kWp) - Süddach
- Bei einer Norddachanlage: nur 7,2% (z.B. 107 statt 1487kWh bei 10,66kWp)

# Dimensionierung

Wie groß sollte die Anlage sein?

- Wie groß ist mein Stromverbrauch?
- Wie viel Geld habe ich zur Verfügung?
- Wie viel Fläche steht zur Verfügung (soll ich das Dach vollmachen)?
  - Auch ungünstige Dachneigungen und Ausrichtungen sind heute kein Problem mehr
  - Die Montage erzeugt einen nicht unerheblichen Teil der Kosten
  - Selbst erzeugter Strom bietet Planungssicherheit und senkt auf Dauer Kosten
  - Strom wird als Energielieferant immer wichtiger

# Ertrag nach Neigungswinkel

	NEIGUNGSWINKEL																			
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	
AUSRICHTUNG (ABWEICHUNG VON SÜDEN)	0°	86,5	90,0	92,9	95,3	97,3	98,7	99,6	100,0	99,8	99,0	97,8	96,0	93,7	90,9	87,6	83,9	79,9	75,3	70,6
	5°	86,5	90,0	92,9	95,3	97,3	98,7	99,6	100,0	99,8	99,0	97,7	96,0	93,7	91,0	87,7	84,0	79,9	75,5	70,7
	10°	86,5	89,9	92,8	95,3	97,2	98,6	99,5	99,8	99,6	98,9	97,6	95,9	93,6	90,8	87,6	83,9	79,9	75,5	70,7
	15°	86,5	89,9	92,7	95,1	97,0	98,4	99,2	99,5	99,3	98,7	97,4	95,6	93,3	90,5	87,3	83,7	79,7	75,3	70,7
	20°	86,5	89,8	92,6	94,9	96,7	98,0	98,8	99,1	98,9	98,1	96,9	95,0	92,8	90,1	87,0	83,5	79,5	75,2	70,6
	25°	86,5	89,7	92,4	94,6	96,3	97,6	98,3	98,6	98,3	97,5	96,1	94,4	92,3	89,6	86,5	83,0	79,1	74,9	70,4
	30°	86,5	89,6	92,1	94,1	95,8	97,0	97,6	97,9	97,5	96,7	95,5	93,8	91,6	88,9	85,8	82,4	78,6	74,4	70,1
	35°	86,5	89,4	91,8	93,7	95,3	96,2	96,9	97,0	96,6	95,8	94,6	92,8	90,6	87,9	85,0	81,6	77,9	73,9	69,6
	40°	86,5	89,2	91,4	93,2	94,5	95,5	96,0	96,0	95,5	94,7	93,5	91,6	89,4	87,0	84,0	80,7	77,0	73,1	69,0
	45°	86,5	89,0	91,0	92,6	93,8	94,6	95,0	94,9	94,4	93,6	92,1	90,4	88,3	85,8	82,8	79,6	76,1	72,2	68,1
	50°	86,5	88,7	90,5	92,0	93,0	93,6	93,9	93,7	93,2	92,1	90,7	89,0	87,0	84,4	81,4	78,4	74,9	71,2	67,3
	55°	86,5	88,5	90,1	91,3	92,1	92,6	92,7	92,4	91,7	90,7	89,3	87,6	85,3	82,7	80,1	77,0	73,6	69,9	66,2
	60°	86,5	88,3	89,6	90,5	91,1	91,4	91,3	91,0	90,7	89,0	87,6	85,9	83,6	81,2	78,5	75,5	72,1	68,7	65,0
	65°	86,5	88,0	89,0	89,7	90,1	90,2	89,9	89,4	88,5	87,3	85,9	84,0	81,9	79,6	76,8	73,7	70,6	67,3	63,6
	70°	86,5	87,7	88,4	88,9	89,0	88,9	88,4	87,9	86,8	85,6	84,0	82,1	80,0	77,6	74,9	72,0	69,0	65,7	62,1
	75°	86,5	87,4	87,9	88,0	87,9	87,6	87,0	86,1	85,0	83,7	82,0	80,1	78,0	75,6	72,9	70,2	67,3	63,9	60,6
	80°	86,5	87,1	87,3	87,1	86,7	86,2	85,4	84,4	83,1	81,7	79,9	78,1	75,9	73,5	71,0	68,2	65,3	62,1	59,0
	85°	86,5	86,7	86,6	86,2	85,6	84,7	83,8	82,6	81,2	79,6	77,9	75,9	73,7	71,3	68,8	66,1	63,2	60,3	57,3
	90°	86,5	86,4	86,0	85,3	84,4	83,3	82,1	80,7	79,2	77,5	75,6	73,6	71,4	69,0	66,6	63,9	61,2	58,4	55,3
	95°	86,5	86,1	85,3	84,4	83,1	81,9	80,4	78,8	77,1	75,3	73,3	71,3	69,0	66,7	64,3	61,6	59,0	56,2	53,3
100°	86,5	85,9	84,7	83,4	81,9	80,3	78,6	76,8	75,0	73,0	71,0	68,9	66,7	64,4	61,9	59,3	56,8	54,1	51,3	
105°	86,5	85,5	84,1	82,4	80,7	78,8	76,9	74,9	72,8	70,8	68,7	66,5	64,2	61,9	59,5	57,0	54,5	51,9	49,3	
110°	86,5	85,2	83,5	81,6	79,5	77,3	75,1	72,9	70,7	68,5	66,3	64,0	61,8	59,5	57,0	54,7	52,1	49,7	47,3	
115°	86,5	84,9	82,9	80,7	78,3	75,9	73,3	71,0	68,5	66,2	63,9	61,6	59,3	57,0	54,6	52,3	49,9	47,6	45,2	
120°	86,5	84,6	82,3	79,8	77,1	74,4	71,6	69,0	66,4	63,9	61,5	59,1	56,8	54,5	52,2	50,0	47,7	45,5	43,1	
125°	86,5	84,4	81,8	79,0	76,0	73,0	70,0	67,0	64,3	61,6	59,1	56,7	54,4	52,1	49,9	47,7	45,5	43,3	41,3	
130°	86,5	84,1	81,2	78,1	74,9	71,6	68,4	65,3	62,2	59,5	56,8	54,4	52,0	49,8	47,6	45,5	43,5	41,4	39,4	
135°	86,5	83,9	80,7	77,4	73,9	70,4	66,9	63,5	60,3	57,3	54,6	52,1	49,8	47,6	45,5	43,4	41,4	39,5	37,6	
140°	86,5	83,6	80,3	76,7	73,0	69,2	65,5	61,9	58,5	55,3	52,5	49,9	47,6	45,4	43,4	41,5	39,6	37,8	36,0	
145°	86,5	83,4	79,9	76,1	72,0	68,1	64,2	60,5	56,9	53,6	50,6	47,9	45,6	43,4	41,5	39,6	37,9	36,1	34,5	
150°	86,5	83,3	79,5	75,5	71,4	67,3	63,3	59,3	55,6	52,1	48,8	46,1	43,6	41,6	39,6	37,9	36,3	34,7	33,1	
155°	86,5	83,0	79,2	75,0	70,4	66,4	62,4	58,4	54,5	50,8	47,4	44,4	41,9	39,9	38,0	36,4	34,8	33,3	31,9	
160°	86,5	83,0	78,9	74,6	70,1	65,9	61,7	57,6	53,6	49,9	46,3	43,1	40,4	38,3	36,5	35,0	33,5	32,1	30,8	
165°	86,5	82,8	78,7	74,3	69,7	65,4	61,2	57,0	53,0	49,1	45,5	42,1	39,3	37,0	35,3	33,9	32,4	31,2	29,9	
170°	86,5	82,7	78,5	74,0	69,4	65,0	60,8	56,6	52,5	48,6	44,9	41,5	38,5	36,1	34,4	33,0	31,6	30,4	29,3	
175°	86,5	82,7	78,4	73,9	69,3	64,9	60,6	56,4	52,2	48,3	44,5	41,1	38,1	35,6	33,9	32,4	31,2	30,0	28,8	
180°	86,5	82,7	78,4	73,8	69,2	64,8	60,5	56,3	52,1	48,1	44,4	41,0	37,9	35,5	33,7	32,3	31,0	30,0	28,7	

0 Grad ist Südausrichtung, ideal wäre also Südausrichtung und 35 Grad Dachneigung

Wichtige Punkte:

- Direkte Bestrahlung der Module?
- Schwachlichtverhalten?

Beispiel:

Eine Norddachanlage mit 10,66kWp liefert bei 30 Grad Dachneigung über das Jahr mehr als 7100kWh - ab Oktober bis März aber nur mit indirektem Licht

# Leistung und Ausrichtung

Wie wirkt sich die Ausrichtung auf die Leistung aus?

## Sonniger Tag im November

### Leistung aktuell

⚡	Süddach	2.913 W
⚡	Carport	1.468 W
⚡	Norddach	908 W
⚡	Gesamt	5.289 W

## Bewölkter Tag im November

### Leistung aktuell

⚡	Süddach	634 W
⚡	Carport	689 W
⚡	Norddach	1.134 W
⚡	Gesamt	2.456 W



# Beispielrechnung 1

## Norddachanlage

- 26 Module, 30 Grad Dachneigung, Module mit 410Wp
- Gesamtleistung: 10,66kWp
- Theoretischer Gesamtertrag:  $10,66 * 1,1 * 0,6 = 7036\text{kWh}$  pro Jahr
- Tatsächlicher Ertrag der Anlage im Jahr 2023: 7255kWh
- Das Bild oben ist vom 27.10.2022, ca. 12:00 Uhr
- Das Bild unten ist vom 11.6.2024, auch ca. 12:00 Uhr



# Beispielrechnung 2

Anlage bestehend aus drei Dachflächen

- Ostseite, 6 Module
- Nordseite, 10 Module
- Westseite, 6 Module
- Modulleistung: 450Wp, Gesamtleistung der Anlage 9,9kWp
- Ostseite: 2,7kWp, Ertragsfaktor 1,1, 82% der Leistung einer Süddachanlage: 2,435 kWh/Jahr
- Nordseite: 4,5kWp, Ertragsfaktor 1,1, 60% der Leistung einer Süddachanlage: 2970 kWh/Jahr
- Westseite wie Ostseite
- Gesamtertrag der Anlage: ca. 7800 kWh pro Jahr - vorausgesetzt, es gibt keine größere Verschattung



# Speicher: ja, nein oder vielleicht?

## Grundsätzliches zum Speicher

- Auch hier gilt: Was will ich erreichen?
  - Speicher verlängert die Amortisierungszeit der Anlage (ist das wichtig?)
  - Speicher macht flexibler (Verbräuche müssen nicht auf tagsüber verlegt werden)
  - Speicher kann Strom bei Ausfallzeiten im Netz liefern
  - Speicher kann genutzt werden, um Strom billig einzukaufen (flexible Stromtarife)
- Speicher muss richtig dimensioniert werden
- Speicher konkurriert mit manchen Verbrauchern (z.B. E-Auto)
- Aber: E-Autos als Speicher sind noch nicht verfügbar (abgesehen davon: das funktioniert nur, wenn das E-Auto tagsüber zu Hause steht)

# Speicherdimensionierung

Wie groß sollte er sein?

- Es gibt nur Kompromisse (der Strombedarf variiert und damit auch die notwendige Größe)
- Wie groß ist der Strombedarf in der Nacht (abends ablesen, morgens ablesen, Differenz bilden, das ist der nächtliche Strombedarf). In etwa so groß sollte der Speicher mindestens sein
- Umspeichern ist nicht sinnvoll (z.B. vom Hausspeicher in das E-Auto), da die Verluste durch die Umwandlung des Stroms ansteigen (abgesehen davon, dass der Hausspeicher viel kleiner ist als die Batterie eines E-Autos)
- Speicher kann auch mit Strom aus dem Netz aufgeladen werden (flexible Energietarife)



# Vergütung und Anlagengröße

Welchen Einfluss hat die Anlagengröße auf die Vergütung?

- Grundsätzlich: ab 10kWp Anlagengröße wird die Förderung niedriger - aber auch erst ab dann, d.h. für die ersten 10kWp fließt die volle Vergütung
- Innerhalb eines Jahres ist ein Zubau eine Anlagenerweiterung, danach eine neue Anlage (d.h. die Vergütung ist abhängig vom Zeitraum der Installation), das hat Auswirkungen auf die 10kWp-Grenze
- Die Grenze pro Einheit (Wohnung oder Gewerbe) liegt bei 30kWp - dann muss eine EEG-Umlage für den Eigenverbrauch gezahlt werden
- Ab 25kWp ist ein Rundsteuerempfänger notwendig, um die Anlage drosseln zu können
  - Das kann man umgehen, wenn man später erweitert

# Förderung

Wie werden PV-Anlagen gefördert?

## Fördersätze – Einspeisevergütung

Bei Inbetriebnahme ab 1. August 2025 bis 31. Januar 2026 (§ 21 Abs. 1, § 53 Abs. 1 EEG)

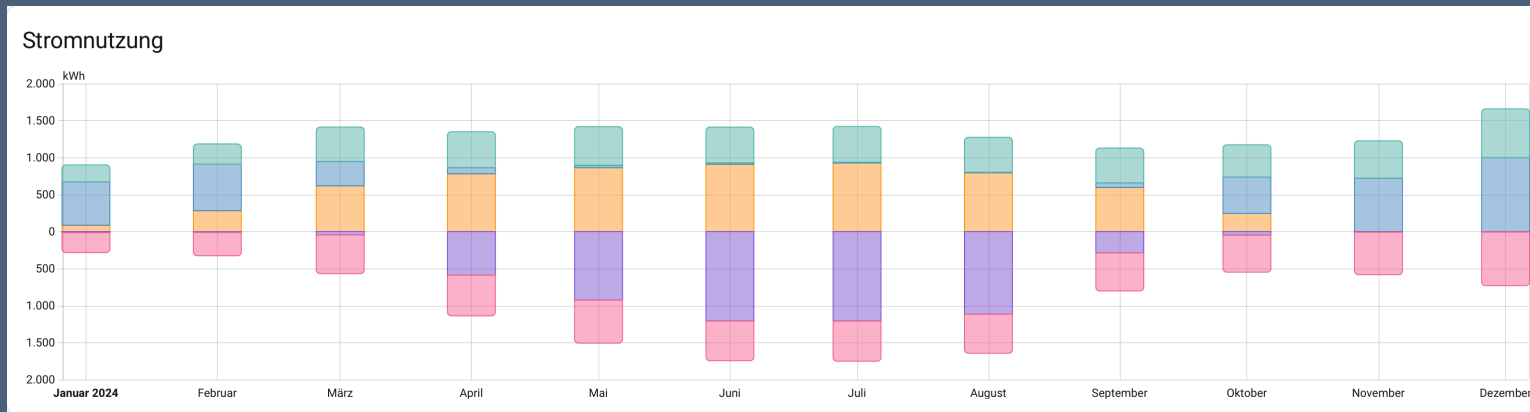
Art der Anlage	Installierte Leistung (kW) bis	Teileinspeisung (ct/kWh)	Volleinspeisung (ct/kWh)
Gebäude oder Lärmschutzwände (§ 48 Abs. 2, 2a EEG 2023)	10	7,86	12,47
	40	6,80	10,45
	100	5,56	10,45
Sonstige Anlagen (§ 48 Abs. 1 EEG 2023)	100	6,32	6,32

Quelle: [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/ErneuerbareEnergie/EEG\\_Foerderung/start.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/ErneuerbareEnergie/EEG_Foerderung/start.html)

# Beispiel

Lohnt sich das?

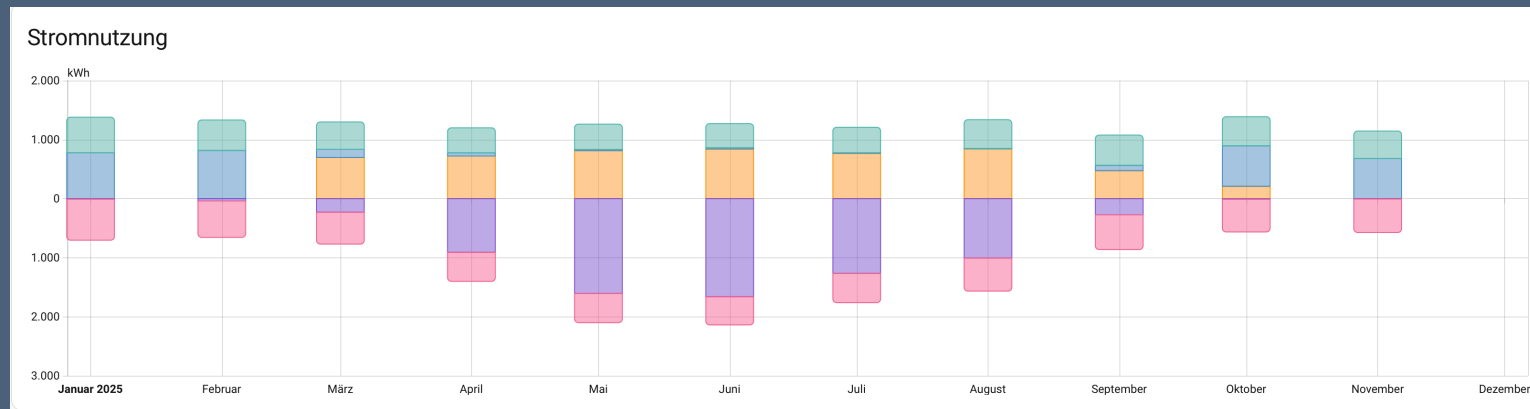
Beispielanlage mit Speicher und Nutzung von günstigem Strom in der Nacht 2024



# Beispiel

Lohnt sich das?

Beispielanlage mit Speicher und Nutzung von günstigem Strom in der Nacht 2025 bis jetzt



# Amortisiert sich eine PV-Anlage?

- Ausgangslage: 4000kWh Verbrauch, 7,2kWp-Anlage (16\*450W), 7920kWh/Jahr
- Kosten Anlage: 9900 Euro (fiktiv!)
- Eigenverbrauch: 60% (fiktiv!)
- Strompreis: 30ct/kWh, Einspeisevergütung: 7,86ct/kWh
- Amortisierungszeit mit Förderung 8,5 Jahre
- Amortisierungszeit ohne Förderung 14 Jahre
- Die Strompreisentwicklung verändert die Rechnung!

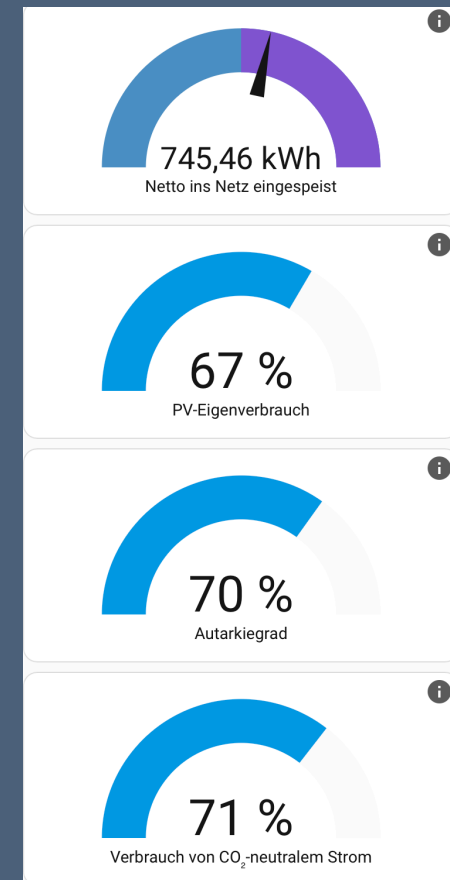
16 Module	2400,00 €
Planung	1000,00 €
Installation	2500,00 €
Gerüst	500,00 €
Anmeldung	500,00 €
Wechselrichter	1500,00 €
Installationsmaterial	1500,00 €
Summe	9900,00 €

		Eigenverbrauch	Netz
Anlagenpreis	9900,00 €		
Strompreis	0,30 €		
Einspeisevergütung	0,0786 €		
Verbrauch	4.000kWh	2.400kWh	1.600kWh
Ertrag	7.920kWh		5.520kWh
Eigenverbrauch	60 %		
Ertrag	433,87 €		
gesparter Bezug	720,00 €		
Summe	1153,87 €		
Amortisierungszeit in Jahren	8,58		
Amortisierung ohne Förderung	13,75		

# Und wenn es keine Förderung mehr gibt?

Lohnt sich das immer noch?

- Förderung für die Einspeisung fällt weg (im Beispiel 433,87 Euro pro Jahr)
- Es bleibt
  - Vermeidung von Strombezug (im Beispiel 720 Euro bei 30ct/kWh)
  - Pufferung von Strompreiserhöhungen durch eigene Erzeugung
  - Langfristige Sicherheit durch den hohen Anteil der Selbstversorgung



# Geht's vielleicht auch ein bißchen kleiner?

## Balkonkraftwerke

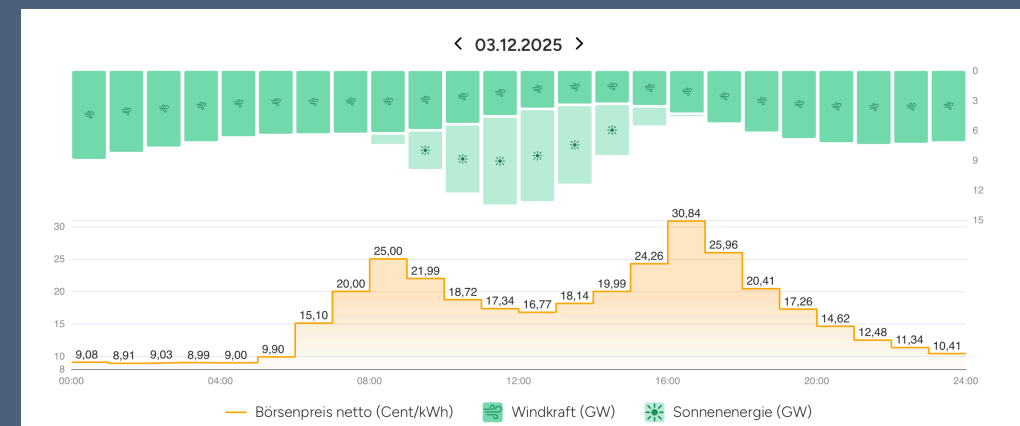
- Maximale Wechselstromleistung des Wechselrichters 800W
- Die Solarleistung darf deutlich höher sein (2000W)
- Keine Einspeisevergütung (Zähler wird getauscht, wenn ein Ferrariszähler eingebaut ist, die Anlage kann aber direkt betrieben werden)
- Genehmigungsfrei (muß aber trotzdem im Marktstammdatenregister (MaStR) angemeldet werden)
- Steckdose reicht aus für den Anschluss (bisher war ein spezieller Stecker notwendig)
- Auch als Gesamtpaket mit Speicher erhältlich
- Auch wenn es Balkonkraftwerk heißt, kann das eine beliebige auch fest installierte Anlage sein - nur die Begrenzungen oben müssen eingehalten werden



# Variable und dynamische Stromtarife

Wie man beim Tarif sparen kann, allerdings nur mit SmartMeter

- Variable Stromtarife
  - Feste Zeiten (z.B. 0:00 bis 5:00, 5:00 bis 0:00), z.B. 20ct in den Niedrigzeiten, sonst 30ct
  - Planbar
  - Strompreis 20ct oder 30ct, nach Uhrzeit
- Dynamische Stromtarife
  - Strompreis hängt dynamisch vom Strombörsenpreis ab
  - Strompreis kann auch negativ sein (allerdings sehr selten)
  - Netzentgelt fällt immer an, auch bei negativen Strompreisen
  - Strompreis kann aber auch auf bis zu 1 Euro steigen (ist letztes Jahr passiert)
  - Strompreis = Börsenpreis + Netzentgelt + Stromsteuer





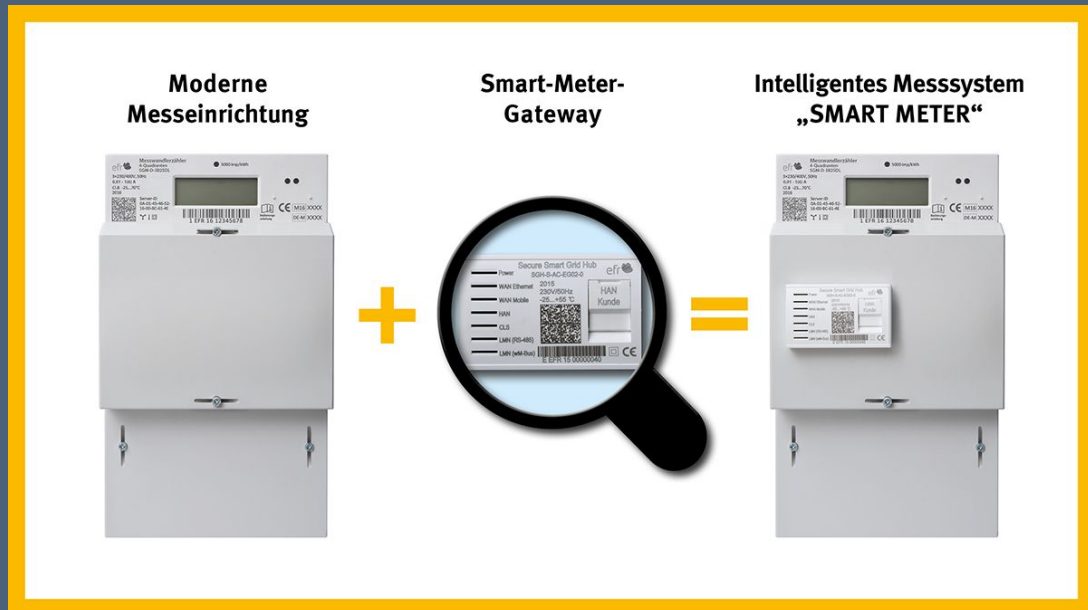
# Akteure im Strommarkt

wer mit wem?

- Netzbetreiber - Stellt die Netzinfrastuktur zur Verfügung bis zum Hausanschluss
- Messstellenbetreiber - Stellt den/die Zähler zur Verfügung
- Energieversorger - liefert den Strom
- Entweder macht einer alles oder es gibt eine bunte Mischung (z.B. EAM als Netzbetreiber, Solandeo als Messstellenbetreiber und ein beliebiger Energielieferant)

# Ferraris vs. Moderne Messeinrichtung vs. Intelligentes Messsystem (SmartMeter)

Was ist installiert?



# Was muss man beim Zähler beachten?

## Ferrariszähler

- Kann keinen Solarstrom zählen
- Muss ausgetauscht werden gegen einen digitalen 2-Richtungszähler (MME oder SmartMeter), wenn eine PV-Anlage installiert wird
- Zählt bei Einspeisung rückwärts
- Kann nur sehr schwer für Heimautomation ausgelesen werden
- Sollte eigentlich längst gegen eine moderne Messeinrichtung getauscht worden sein (in Deutschland noch sehr oft vorhanden, in anderen Ländern längst nicht mehr in freier Wildbahn zu finden)

# Was muss mein beim Zähler beachten?

## Moderne Messeinrichtung

- Digitaler Zweirichtungszähler, kann also auch PV-Einspeisung messen
- Kann ausgelesen werden mit einem Lesekopf (mit PIN stellt er sogar den Verbrauch direkt am Zähler dar)
- Kann bei den meisten dynamischen oder variablen Tarifen nicht verwendet werden
- Ausnahme: Tibber, die bieten einen Lesekopf mit Anbindung an deren Dienste
- Kann mit der Ausnahme Tibber nicht für variable oder dynamische Stromtarife verwendet werden



# SmartMeter

- [illegible]