

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

AUSRICHTUNG (ABWEICHUNG VON SÜDEN)	NEIGUNGSWINKEL																			
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	
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	94,0	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	30,9	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	30,8	28,7	

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)

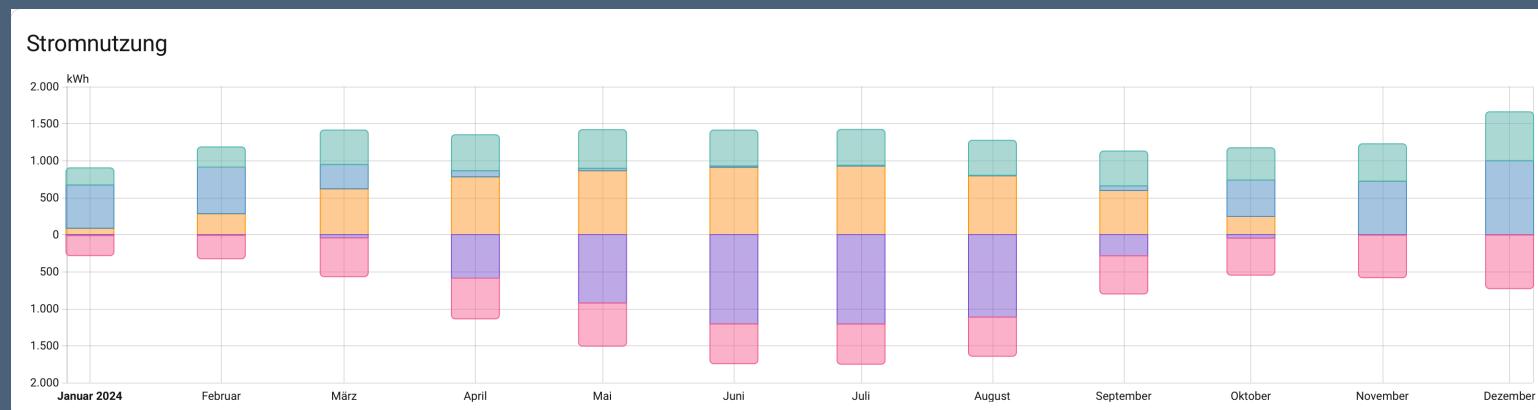
Art der Anlage	Installierte Leistung (kW) bis	Teileinspeisung (ct/kWh)	Volleinspeisung (ct/kWh)
	10	7,86	12,47
Gebäude oder Lärmschutzwände (§ 48 Abs. 2, 2a EEG 2023)	40	6,80	10,45
	100	5,56	10,45
Sonstige Anlagen (§ 48 Abs. 1 EEG 2023)	100	6,32	6,32

Quelle: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/ErneuerbareEnergien/EEG_Foerderung/start.html

Beispiel

Lohnt sich das?

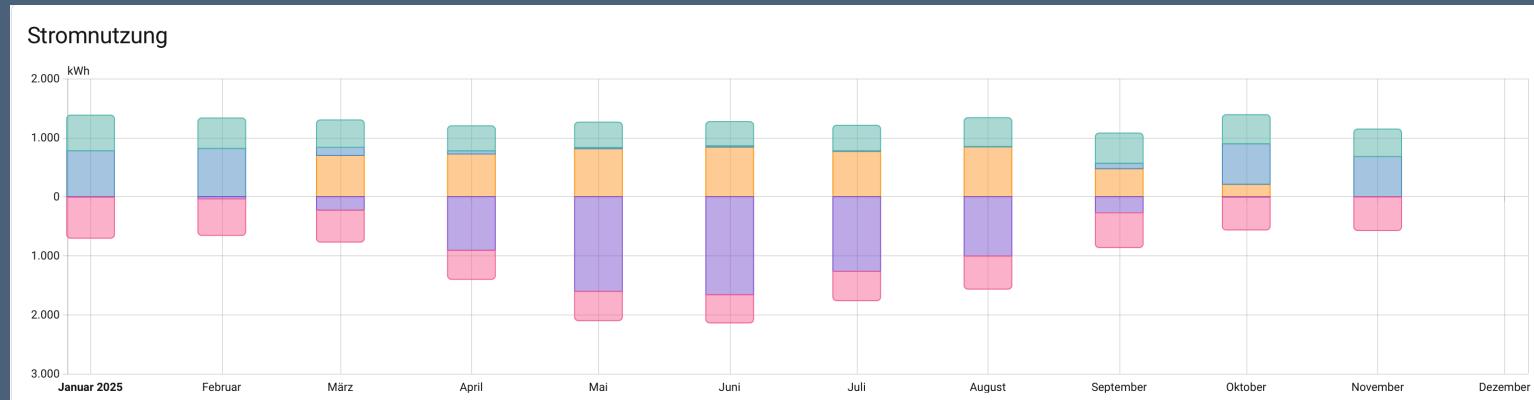
Beispielanlage mit Speicher und Nutzung von günstigem Strom in der Nacht 2024



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!

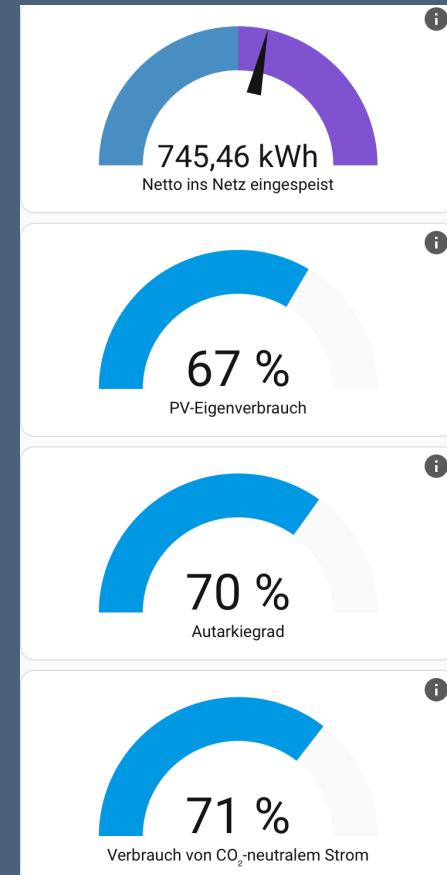
16 Module	2400,00 €
Planung	1000,00 €
Installation	2500,00 €
Gerüst	500,00 €
Anmeldung	500,00 €
Wechselrichter	1500,00 €
Installationsmaterial	1500,00 €
Summe	9900,00 €

	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

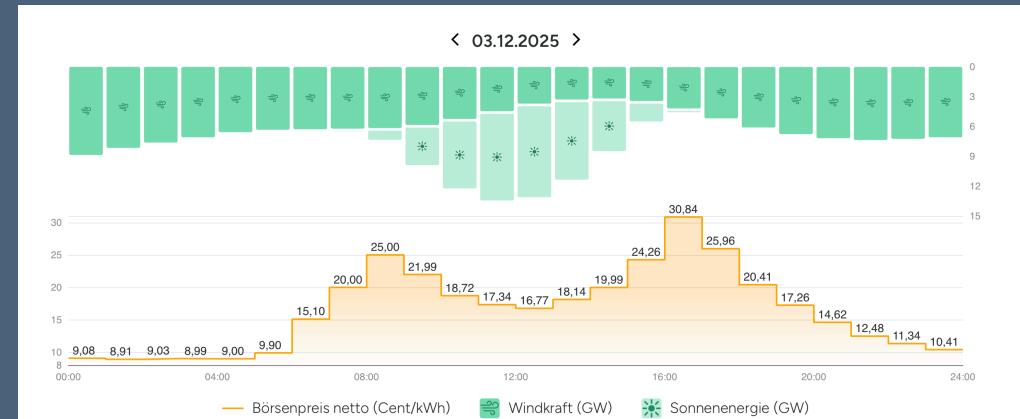
- Maximale Wechselstromleistung des Wechselrichters 800W
- Die Solarleistung darf deutlich höher sein (2000W)
- Keine Einspeisevergütung (Zähler wird getauscht, wenn ein Ferrariszähler eingebaut ist, die Anlage kann aber direkt betrieben werden)
- Genehmigungsfrei (muß aber trotzdem im Marktstammdatenregister (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



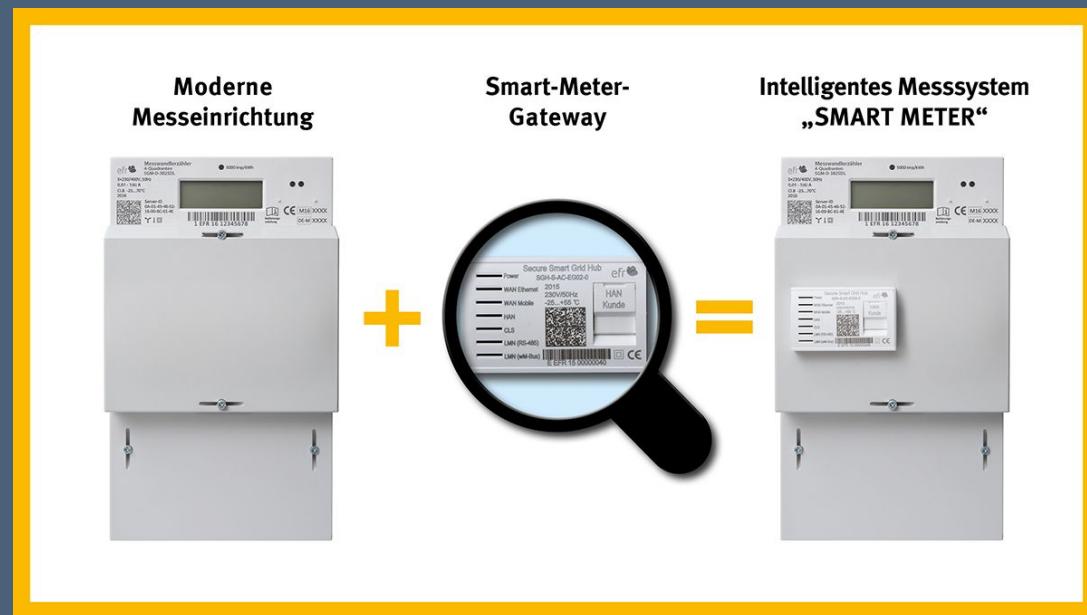
Akteure im Strommarkt

wer mit wem?

- Netzbetreiber - Stellt die Netzinfrastruktur 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 mein 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 Messeeinrichtung

- 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



Was muss mein beim Zähler beachten?

SmartMeter

- Moderne Messeinrichtung mit SmartMeter Gateway
- Wird entweder mit Mobilfunk oder Netzwerkkabel ans Internet angeschlossen (baut eine verschlüsselte Verbindung zum Messstellenbetreiber, etc. auf)
- Messstellenbetreiber, Energieversorger und Netzbetreiber müssen Zugang zu den Werten haben (über verschlüsselte Verbindungen)
- In Deutschland nur zu 2-3% vertreten, in anderen Ländern zu 90-100%
- Vorbedingung für dynamische oder variable Stromtarife
- Einbau und Aktivierung können dauern (mehrere Monate, teilweise bis zu einem Jahr)
- Bieten das beste Einsparpotenzial

