

Photovoltaik auf privaten Dächern

Dienstag 26.6.2026 17:00 Uhr

Veranstaltungs Ort:

Sorsum

Egbert Homeister

Energie lokal erzeugt

Photovoltaik auf privaten Dächern



Vortrag: Egbert Homeister

- Ausbildung beim Bosch in Hildesheim
- Maschinenbau Studium in Wolfenbüttel
- Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Produktionstechnik www.ostfalia.de/ipt der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften
- Geschäftsführer der Niedersächsischen Lernfabrik für Ressourceneffizienz e.V. <http://www.nifar.de/>
Zusammenarbeit mit der KEAN und VDI ZRE im Bereich Ressourceneffizienz, PV und Solare Mobilität
- Aufsichtsratsvorsitzender der Photovoltaikgenossenschaft Bad Salzdetfurth eG
<http://pv-genossenschaft-bad-salzdorfurth.de/>
- Arbeitskreis SPD UB Hildesheim (einer von zwei SprecherInnen)
- Mitarbeit bei M4F (Maschinenbau 4 Future Ostfalia)
- Mitarbeit bei S4F Ostfalia
- Mitzeichner des [Sozialdemokratischer Energiewende-Appells](https://energiewende-appell.de/) (Nina Scheer)
<https://energiewende-appell.de/>

Agenda

- Vorstellung AK Umwelt UB Hildesheim
- kleine Einleitung
- Technik
- Modultypen
- Bestandteile einer PV Anlage
- Rechtliches
- Planung einer PV Anlage
- Bau und Inbetriebnahme
- PV Anlagen in der Praxis
- Monitoring und Erfahrungen aus dem Betrieb
- Förderungen 2021
- Wünsche an die Regulatorik

Wer sind wir – Seit wann gibt es uns

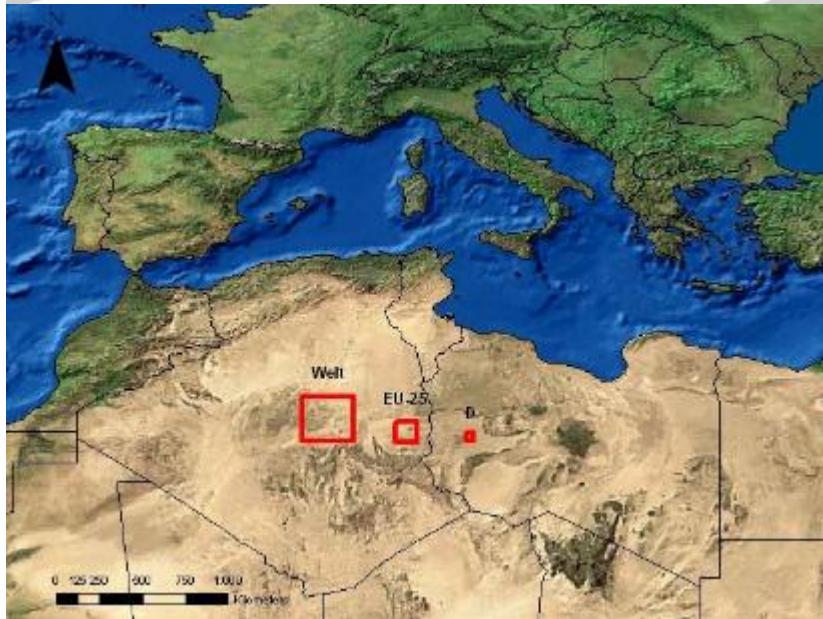
- Im Jahr 2020 erste Treffen und Gründung am 21.7.20
- Mitglieder ca. 15
- Sprecher
 - Simone Flohr, Holle
 - Artenschutz und Naturschutz
 - Egbert Homeister, Bad Salzdetfurth
 - Erneuerbare Energien, Elektromobilität
- Ziele:
 - Unterstützung der Ortsvereine, der Fraktionen in den Orts- und Gemeinderäten und der Kreistagsfraktion zum Thema Natur-, Klima und Umweltschutz gerade auch im Hinblick auf die Kommunalwahlen 2021 aber auch darüber hinaus.
 - Organisation von Veranstaltungen (SPD intern aber auch öffentlich) zu unterschiedlichen kommunal – relevanten Umweltthemen z.B. Photovoltaik und EEG, ÖPNV, Förderung von Artenvielfalt, etc.
 - Verfassen von Anträgen z.B. für Landesparteitage, um das Thema Natur- und Umweltschutz konkret in der SPD zu verankern.
 - Öffentlichkeitsarbeit – Artikel zu verschiedenen Themenbereichen sollen auf unterschiedlichen Ebenen veröffentlicht werden.

- **Arbeit und Energie**
 - **Wirtschaft der Zukunft -**
Nur eine nachhaltige Wirtschaft ist eine starke Wirtschaft
 - **Produktions-, Verteilungs- und Konsumweisen**
 - **Ausbau der Erneuerbaren Energien im Landkreis Hildesheim**
- **Mobilität**
 - **Vorrang von ÖPNV und nicht motorisiertem Verkehr vor motorisiertem Individualverkehr**
 - **Ganzheitliche Verkehrsplanung für den ländlichen Raum**
 - **Klimaschutz-Vorbehalt für alle Ausgaben im Verkehrssektor**
 - **Dezentralisierung der Daseinsvorsorge**
- **Artenschutz in Städten und Gemeinden**
 - **Der Niedersächsische Weg**
 - **Insektenschutz und Handlungsempfehlungen für Kommunen**
 - **Verarmung der Landschaft – Lebensräume verschwinden**
 - **Pestizide**
 - **Versiegelter Boden**
 - **Lichtverschmutzung**



**Wie viel Platz benötigen wir,
um die gesamte Welt mit
Solarstrom zu versorgen?**

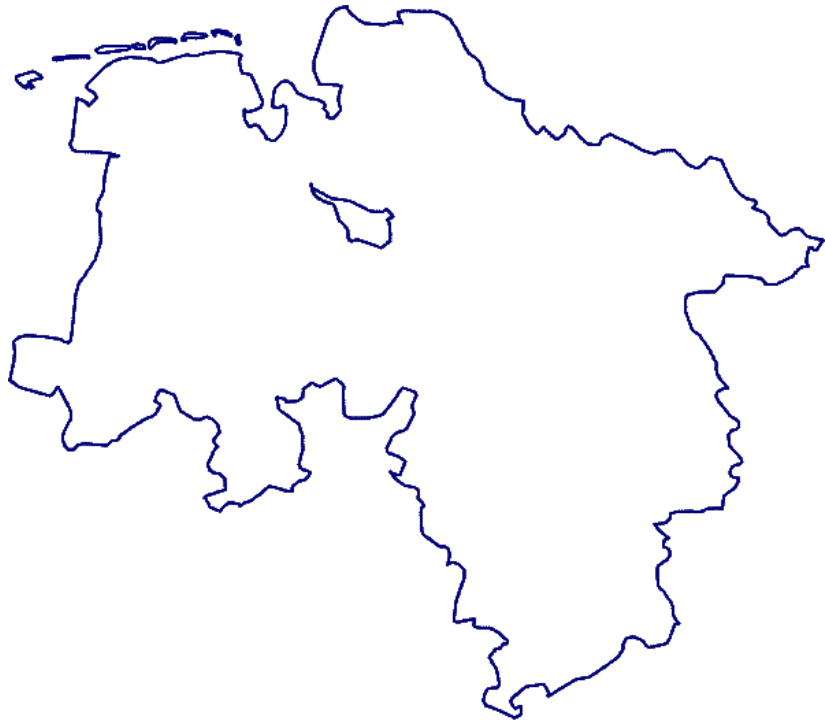
Ganze Welt 245 x 245 km
Europa 110 x 110 km
Deutschland 45 x 45 km



■ Welt ■ EU ■ GER

Quelle: Winter, Lisa: Eco-balance of a Solar Electricity
Transmission from North Africa to Europe
© 2016 Katapult BF

Potenzial der Photovoltaik in Niedersachsen



Flächen [ha]

Niedersachsen:	4.761.400
davon Industrie:	66.219
Für PV nutzbare Dachfläche: (Statik nicht berücksichtigt)	7.000
Installierte Leistung 2016:	3,6 GWp

→ mögliche installierbare Leistung:	14 GWp
→ möglicher Jahresertrag:	12.000 GWh

Stromverbrauch Industrie Niedersachsen:	25.000 GWh
--	------------

Stromentstehungskosten von Energietechnologien in 2018

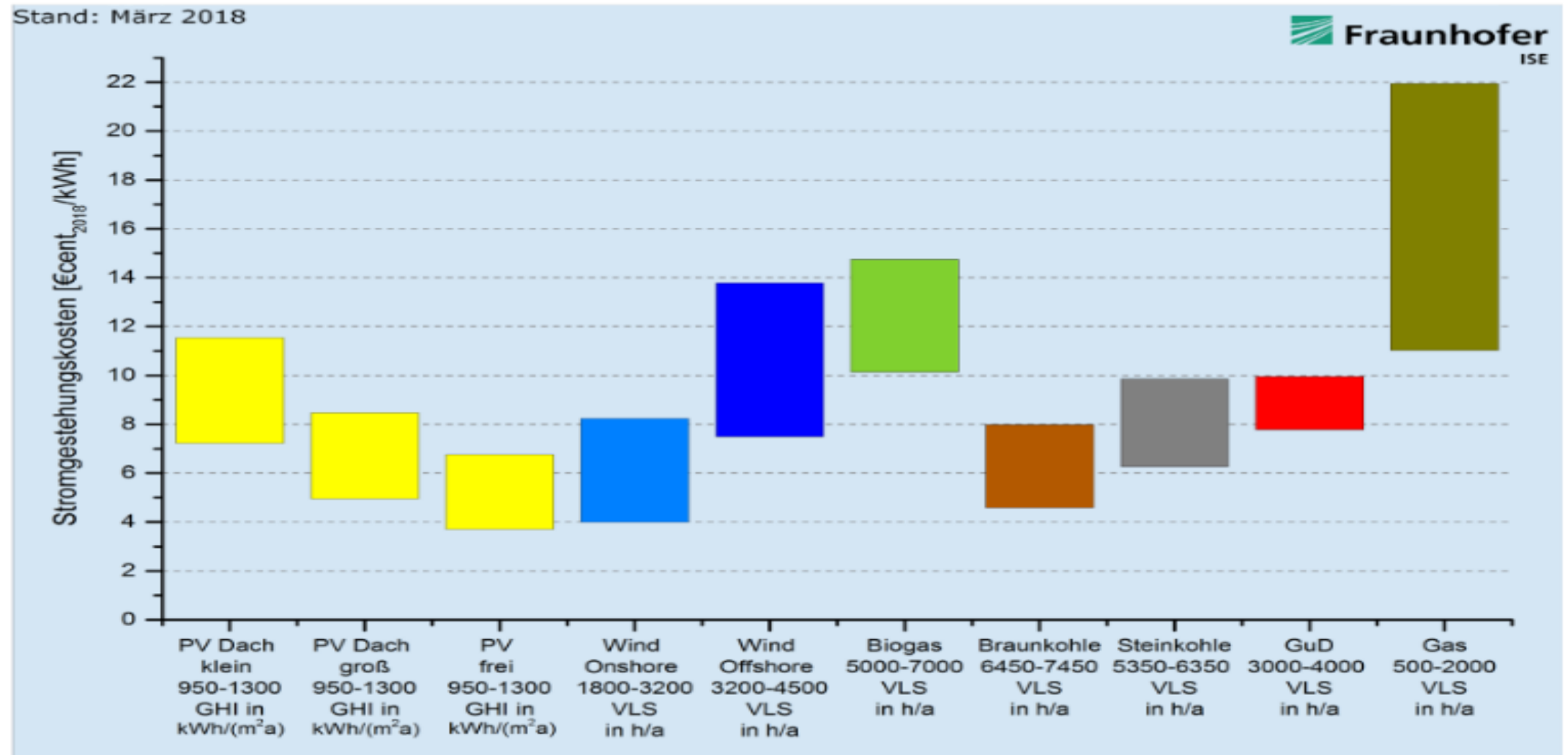
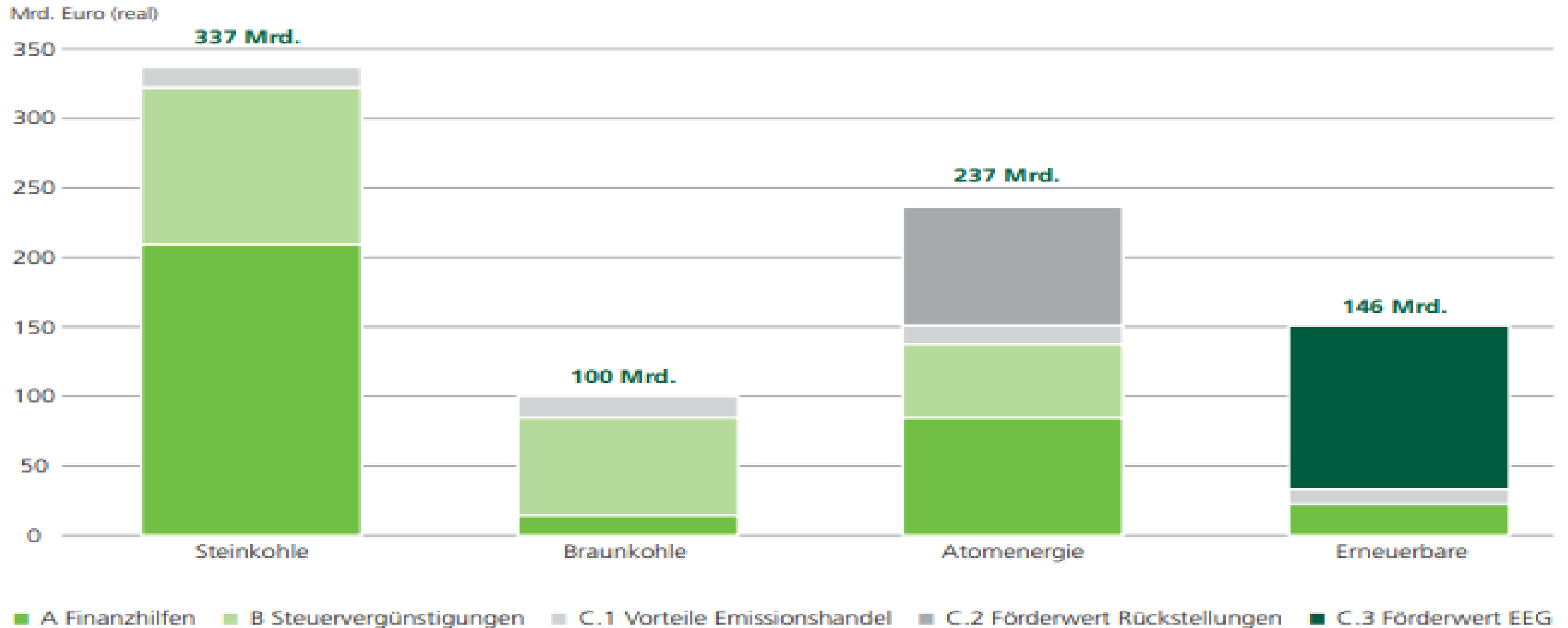


Abbildung 4: Stromgestehungskosten für erneuerbare Energien und konventionelle Kraftwerke an Standorten in Deutschland im Jahr 2018.

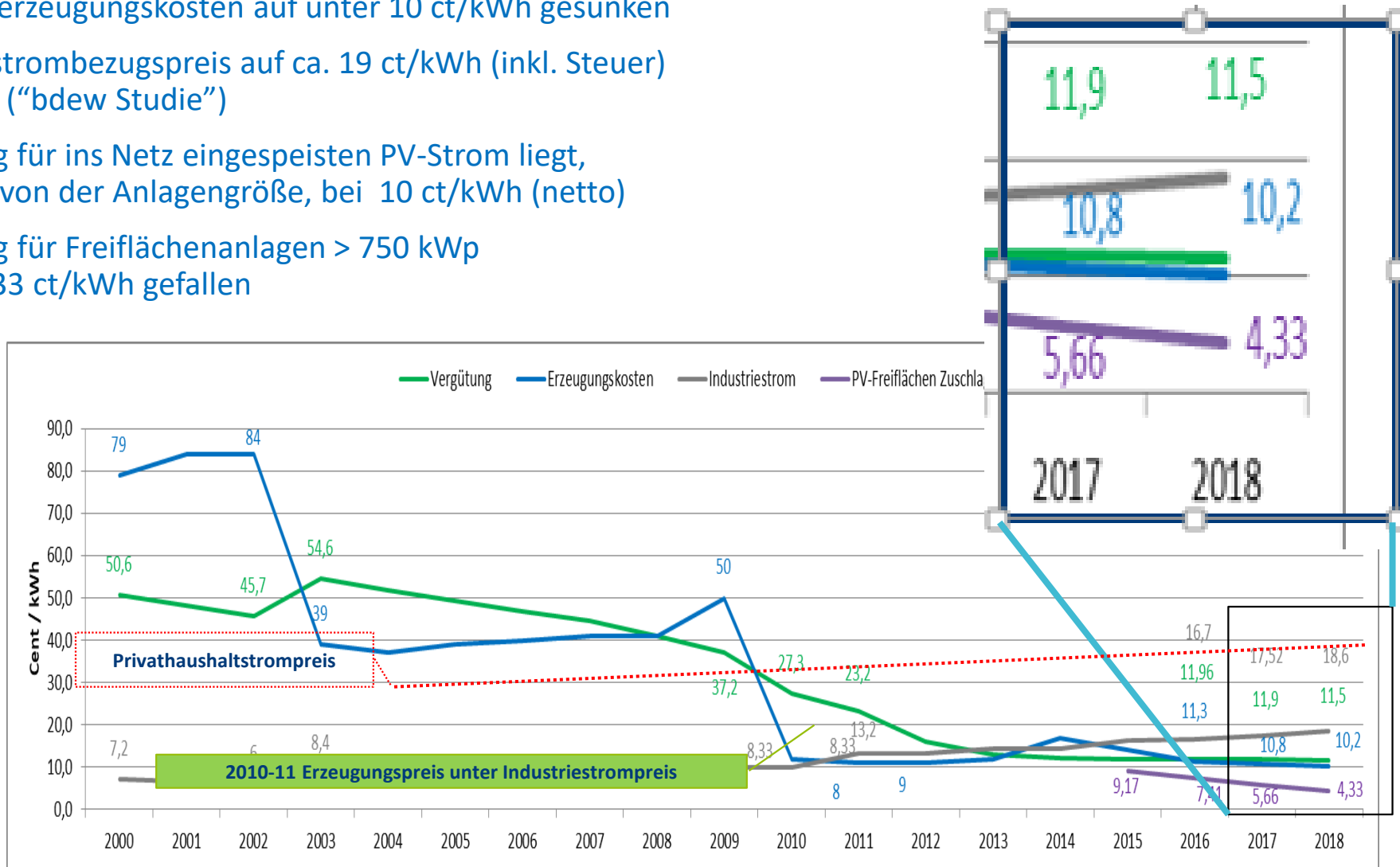
Förderkosten

ABB. 2: STAATLICHE FÖRDERUNGEN 1970–2016 IN MRD. EUR (REAL)



Entwicklung der Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen

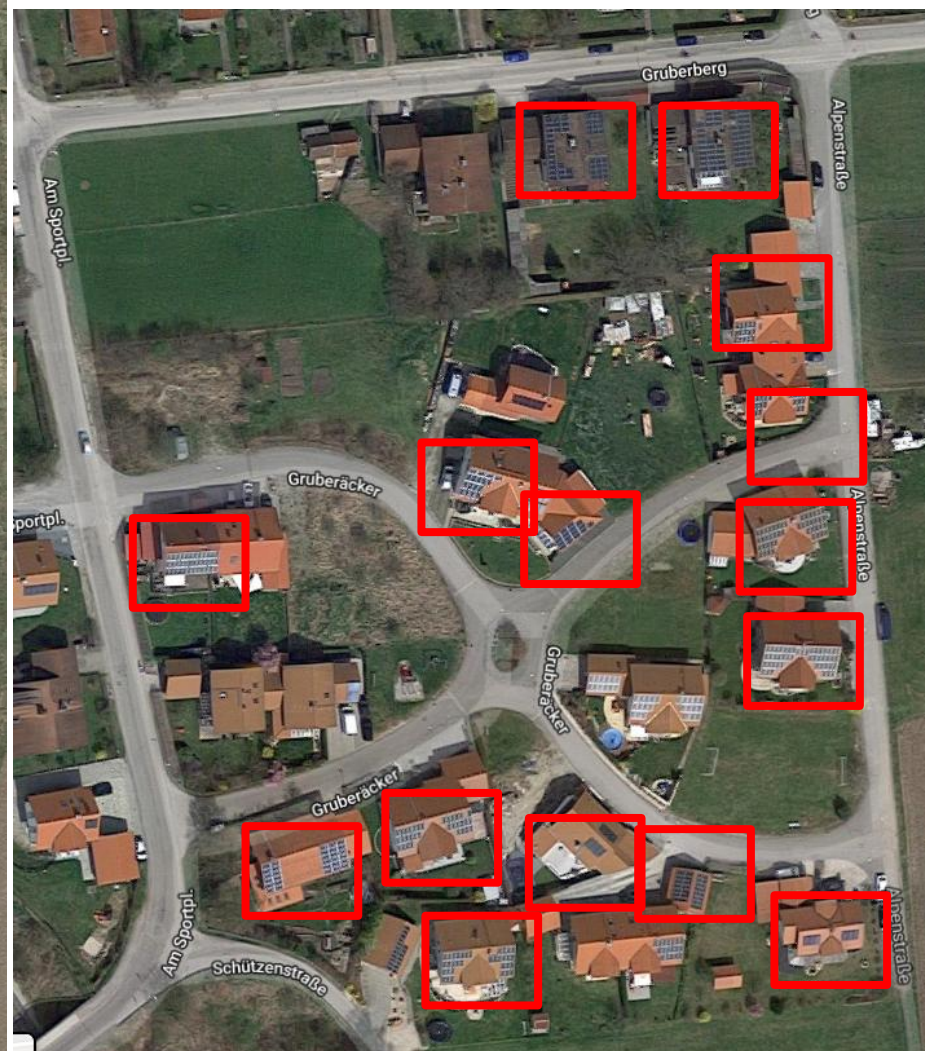
- PV-Stromerzeugungskosten auf unter 10 ct/kWh gesunken
- Industriestrombezugspreis auf ca. 19 ct/kWh (inkl. Steuer) gestiegen ("bdew Studie")
- Vergütung für ins Netz eingespeisten PV-Strom liegt, abhängig von der Anlagengröße, bei 10 ct/kWh (netto)
- Förderung für Freiflächenanlagen > 750 kWp auf ca. 4,33 ct/kWh gefallen



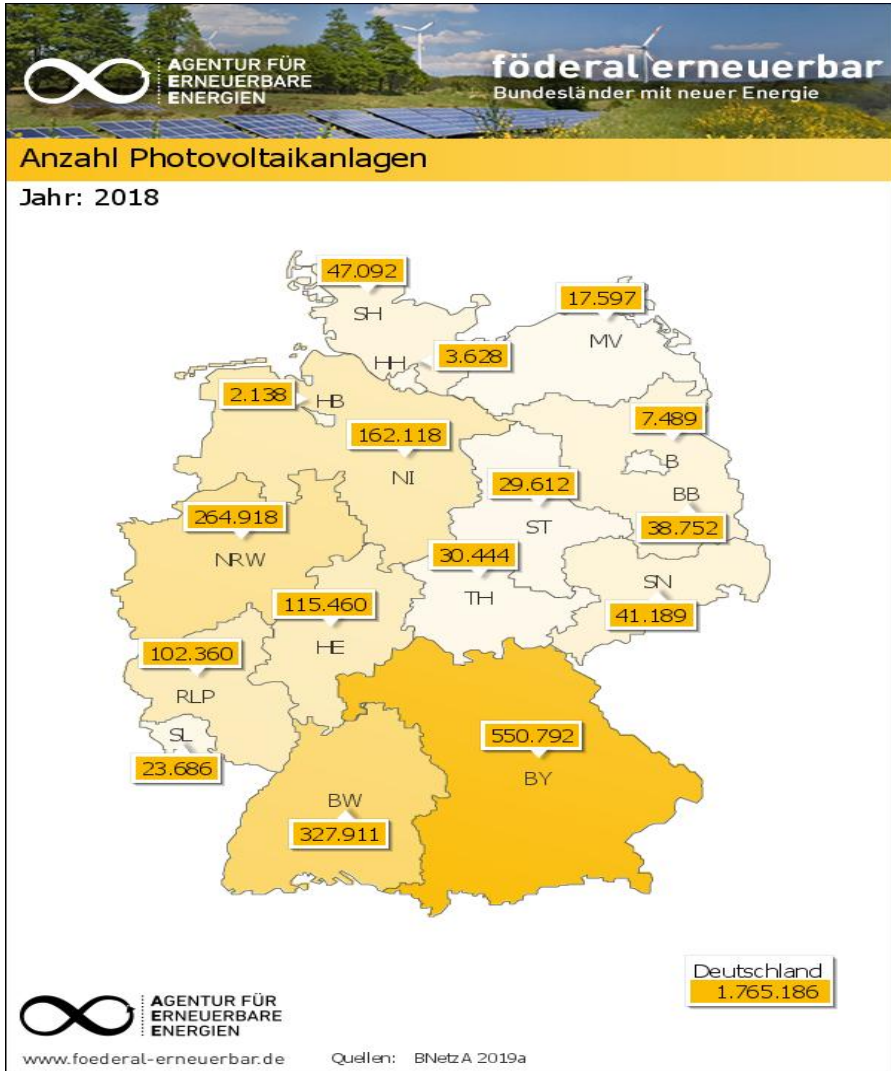
Schätzfrage: Wo ist Bayern ? Wo Niedersachsen ?



Schätzfrage: Wo ist Bayern ? Wo Niedersachsen ?



Bundesländer im Vergleich



Anmerkungen:
Bei der Berechnung der Volllaststunden sind nur Anlagen berücksichtigt, die das ganze Jahr am Netz waren. Verzerrungen durch Neuanlagen, Abschaltungen oder Stillstände sind damit ausgeschlossen. In der hier dargestellten Durchschnittsangaben fließt der gesamte Anlagenbestand ein, die Werte von Neuanlagen liegen durch effizientere Techniken üblicherweise höher. Auch weisen Länder mit vielen Freiflächenanlagen wie etwa Brandenburg oder Sachsen-Anhalt höhere Volllaststunden auf als Länder, die eher durch Dachflächenanlagen geprägt sind wie etwa Baden-Württemberg oder die Stadtstaaten. Dies resultiert aus den besseren Möglichkeiten bei Positionierung und Technik, etwa über Nachführung der Module, bei Freiflächenanlagen. Natürlich sind die Volllaststundenzahlen aber auch stark von den jeweiligen Wetterbedingungen des Jahres beeinflusst.

„Solarscheunen“ in Bayern

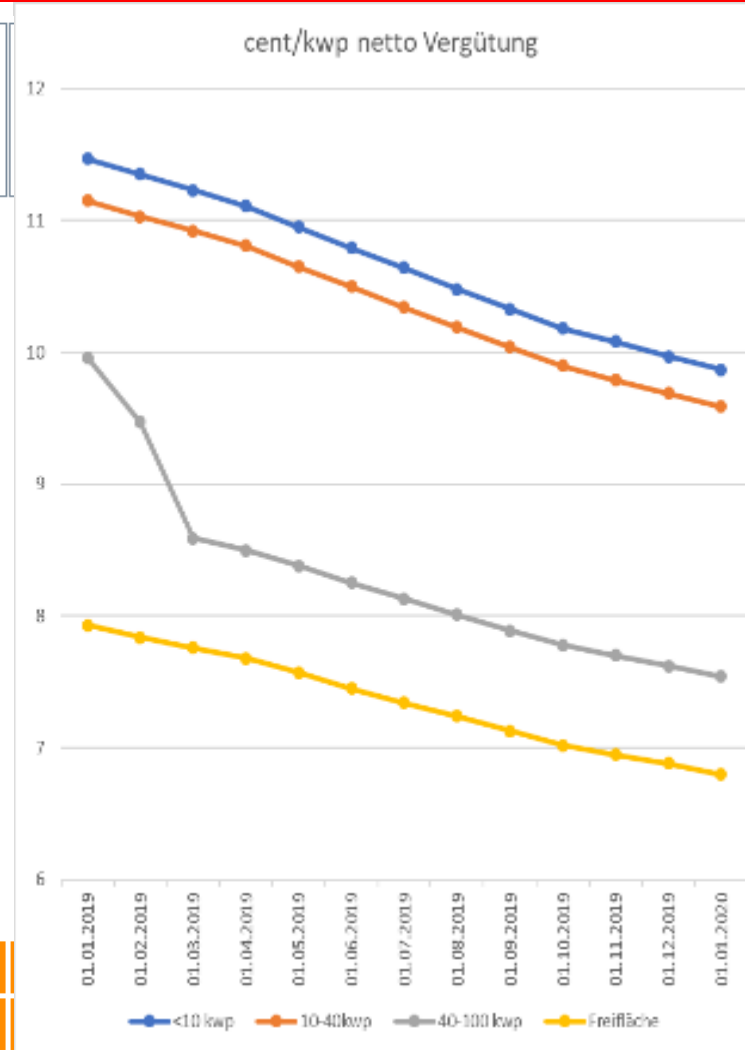


©Countrypixel - stock.adobe.com

<https://www.photovoltaike.org/beispiele/landwirtschaft>

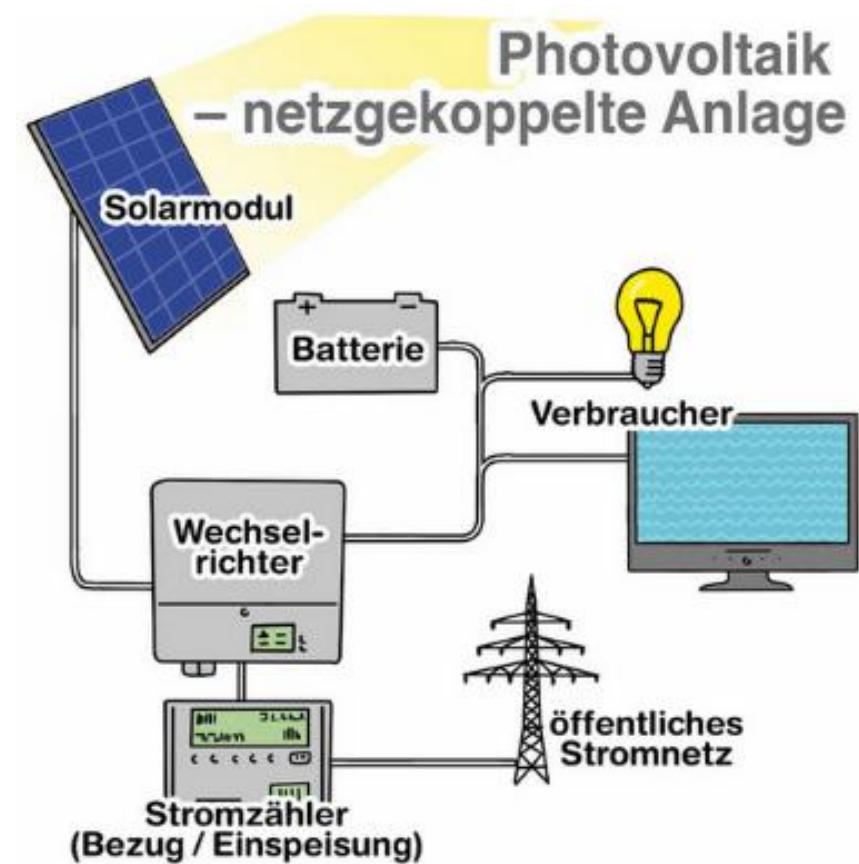
Vergütungssätze ab 1.1.2021 PV Anlagen

Inbetriebnahme	Dachanlagen bis 10 <u>kWp</u> (Ct/kWh)	Dachanlagen bis 40 <u>kWp</u> (Ct/kWh)	Dachanlagen bis 100 <u>kWp</u> (Ct/kWh)
Ab 01.01.2020	9,87	9,59	7,54
Ab 01.02.2020	9,72	9,45	7,42
Ab 01.03.2020	9,58	9,31	7,31
Ab 01.04.2020	9,44	9,18	7,21
Ab 01.05.2020	9,30	9,04	7,10
Ab 01.06.2020	9,17	8,91	7,00
Ab 01.07.2020	9,03	8,78	6,89
Ab 01.08.2020	8,90	8,65	6,79
Ab 01.09.2020	8,77	8,53	6,69
Ab 01.10.2020	8,64	8,40	6,59
Ab 01.11.2020	8,48	8,24	6,46
Ab 01.12.2020	8,32	8,09	6,34
Ab 01.01.2021	8,16	7,93	6,22
Ab 01.02.2021	8,04	7,81	6,13
Ab 01.03.2021	7,92	7,70	6,04
Ab 01.04.2021	7,81	7,59	5,95

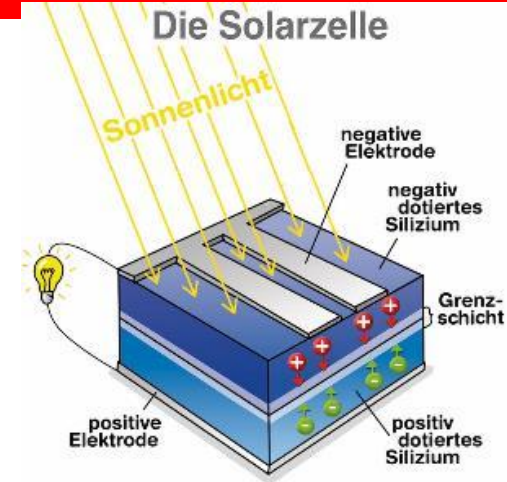


Bestandteile einer PV Anlage

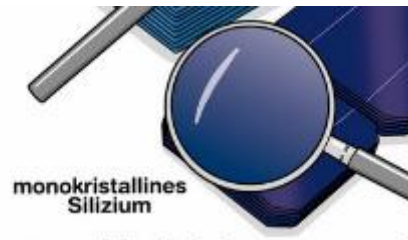
- Module
 - sammeln die Sonnenstrahlung ein
- Unterkonstruktion
 - verbindet die Module mit dem Gebäude
- Wechselrichter (WR)
 - wandelt den Gleichstrom der Module in Wechselstrom um und ist mit dem Stromnetz verbunden
- PV Kabel
 - verbinden die Module mit dem WR
- Stromzähler
 - ist als Zweirichtungszähler Pflicht
- Zusätzliche Vorrichtungen
 - Überspannungsschutz
 - Datenerfassung und Onlineportal
 - Trenneinrichtungen
 - ...



- Modultypen
 - **Polykristalline Solarzellen**



- **Monokristalline Solarzellen**



- **Dünnschichtzellen**
Der Wirkungsgrad von Dünnschicht-Modulen ist geringer als der von kristallinen Zellen.



- **Poly oder Mono**

Der Wirkungsgrad bei monokristallinen Modulen ist mit 16-21% höher als bei poly-kristallinen Solarmodulen mit ca. 13-16%. In der Vergangenheit waren polykristalline Module günstiger.

- **Zellen Anzahl**

60er sind Standard für Wohnhäuser --> Massenware --> Preiswerter



Tabelle 1: Beispiele für Solarmodul-Größen je nach Anzahl von 6"-Zellen

Anzahl Zellen	Verteilung der Solarzellen	Größe Photovoltaik-Modul
36 Zellen	4 x 9	1500 x 690 mm
48 Zellen	6 x 8	1320 x 1000 mm
54 Zellen	6 x 9	1480 x 1000 mm
60 Zellen	6 x 10	1640 x 1000 mm
72 Zellen	6 x 12	2000 x 1000 mm

- **Standard Module**
Rahmen: Silber, Mono bzw. Poly 60 Zellen
- **Black**
Rahmen: schwarz
Aktuell teilweise preiswerter als Standard
- **All Black / Full Black / Rückseite Black**
Auch die Busbars (Zellenverbindungen) sind schwarz.
Die sonst weiße Rückseitenfolie kann auch in schwarz ausgeführt werden.
Haben im Bereich des Denkmalschutzes Vorteile
- **Anzahl Busbars**
je mehr Busbars desto schattentoleranter ist ein Modul
- **Halbzellen-Technologie**
haben einen geringeren Zellwiderstand und dadurch eine höhere Leistung als Standardmodule.



PV Module – Unterschiede

- **Blendfreie Module**
Bei dichter Wohnbebauung und ungünstigen Konstellationen verhindern diese Module Probleme mit Anwohnern
- **Glas-Glas Module**
Mit Glas-Rückseite
- **Bifaziale PV-Module**
Sammeln beidseitig Energie, Einsatz z.B. Zäune oder AgriPV
- **Transparente Module für z.B.: Terrassen**
- **Farbige Module**
Für besondere Einsatzfälle, z.B. beim Denkmalschutz.
Der Wirkungsgrad ist jedoch kleiner und die Kosten sind etwas erhöht da geringe Stückzahl



Materialen die in den Modulen zum Einsatz kommen

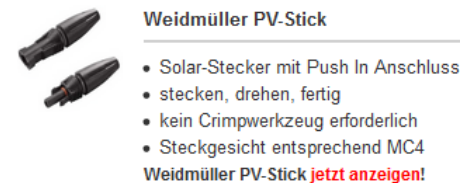
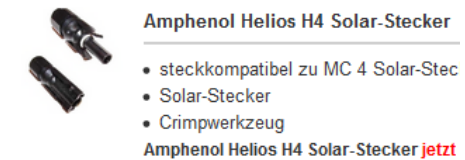
- Die Zellen selbst sind aus Silicium
 - Silicium ist das zweithäufigste chemische Element
 - Früher Restmaterial aus Chipherstellung
- Aluminium → **Rahmen**
- Glas → **Deckplatte oder auch Rückseite**
- Kunststoff → **Rückseite und Kabelisolierung**
- Kupfer und Edelmetalle → **Kabel und Leiterbahnen**
- Lot → **für die Verbindungen der Zellen**
- **min. 90 % des PV-Moduls können recycelt werden**
- **Ab 2022 werden nennenswerte Mengen anfallen**
- **Für Privatpersonen und Installationsbetriebe kostenlos**
 - **Importeure/Hersteller sind verantwortlich (Elektronikgerätegesetz)**
- Lebensdauer der Module mindestens 25-30 Jahre
 - Ein Modul hat schon ca. 100 Jahre Witterungstests überstanden*



Jahr	Abfallmenge in 1.000 t
2025	14 - 22
2030	162 - 223
2035	1.800 - 2.900
2050	4.900 - 9.600

PV Module - Stecker / Technik

- Steckertypen für die Verbindung der Module und zum Wechselrichter
 - MC4 von Multi-Contact
 - Standard bei den meisten Modulen
 - Andere Stecker
 - PV4 Solarlok
 - H4 Amphenol Helios H4
 - Falls verschiedene Stecker an den Modulen oder dem Wechselrichter angebracht sind können die in der Regel getauscht werden (Hersteller fragen !!)
 - **Niemals unter Last stecken oder trennen !**



PV Solarkabel

- Querschnitt von 4 mm² bis 25 mm²
- Meist 4-6 m²
- Das sollten die Kabel können:
 - Witterungs- und UV-Beständigkeit nach HD 605/A1
 - Spannungsfestigkeit bis etwa 1.000 V
 - Säuren- und Laugenbeständigkeit nach EN 60811-2-1
 - Ozonbeständigkeit nach EN 50396
 - Für Temperaturbereiche von - 40° C bis + 125° C geeignet
 - Abriebfestigkeit / Mechanische Festigkeit
 - Kurzschlussfestigkeit selbst bei hohen Temperaturen von 250° C
 - Geringe Außendurchmesser, um Platz zu sparen
 - Flammwidrigkeit nach IEC 60332-1-2
 - Halogenfrei nach EN50267-2-2
- Erfahrungen aus der Praxis
 - Farbige Kabel für die Zuleitungen verwenden (blau= - , rot = +)
 - Kabel in Rohren führen, eventuell nach plus/minus getrennt
 - Bei unseren Anlagen in Metallrohren außen am Haus
 - Bei der Verlegung auf korrekte Befestigung achten
 - Kabel dürfen nicht scheuern oder auf z.b. Dachsteinen aufliegen



Unterkonstruktion

- Hält die Module auf dem Haus
 - Windlasten (Druck und Sog!!)
 - Schneelasten
 - Temperaturunterschiede auf dem Dach sind extrem -40 bis +70
- Für verschiedene Dacheindeckungen werden verschiedene Systeme angeboten
- Bei Flachdächern bis zu bestimmten Winkeln können Systeme mit Ballastierung verwendet werden. Dadurch wird die Dachhaut nicht durchdrungen.
- Auf die Verlegung der Kabel ist zu achten!
- Kosten sind nicht vernachlässigbar !
- **Das Dach muss nach Montage der PV Anlage noch dicht sein !!**



<https://schletter-group.com/>

Wechselrichter / Stringwechselrichter

■ Stringwechselrichter

- Die Module werden zu Strings zusammen gefasst und der Wechselrichter wandelt zentral den Gleichstrom in Wechselstrom
- Jedes Modul erzeugt eine Spannung
- Der Strom der durch alle Module fließt ist gleich
- Die Spannungen addieren sich
- Die Anzahl der Module muss auf den Wechselrichter angepasst sein
- **Das schwächste Modul bestimmt die Leistung aller anderen Module!**
- Jeder MPP Tracker hat eine Mindest- und eine Maximalspannung
- Meist besitzen die WR mehr als 1 MPP Tracker so dass mehr als 1 String angeschlossen werden kann. Meist sind es 2 manchmal auch drei Strings.
- Auf der nächsten Folie sind die nötigen Daten für die Auslegung dargestellt
- **Die Auslegung sollte ein Fachmann vornehmen!**

■ Modulwechselrichter

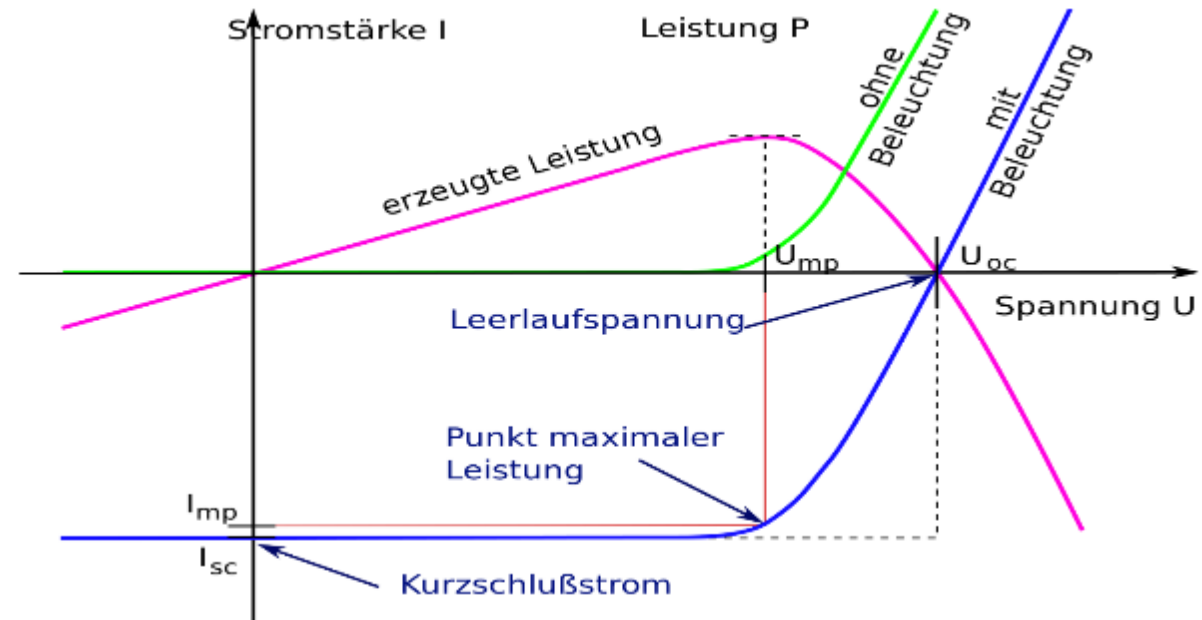
- Jedes Modul hat einen eigenen WR → z.B.: System SolarEdge



MPP Tracking für Interessierte

- Modulwechselrichter
 - Der WR muss ständig den optimalen Betriebspunkt des Strings suchen. Das macht eine elektronische Schaltung der MPP Tracker
- https://de.wikipedia.org/wiki/Maximum_Power_Point_Tracking

- Neuere WR besitzen ein Schattenmanagement, das die Leistung des Strings bei Verschattungen verbessert. Einige Hersteller meinen, dass dann der Einsatz von Optimierern nicht nötig ist



Technische Daten der Kostal Plenticore Plus Familie

Leistungsklasse		4.2	5.5	7.0	8.5	10
Max. PV-Leistung ($\cos \varphi = 1$)	kWp	6,3	8,25	10,5	12,75	15
Max. PV-Leistung pro DC-Eingang	kWp	6,5				
Nominale DC Leistung	kW	4,33	5,67	7,22	8,76	10,31
Bemessungseingangsspannung ($U_{DC,r}$)	V	570				
Start Eingangsspannung ($U_{DCstart}$)	V	150				
Eingangsspannungsbereich ($U_{DCmin} - U_{DCmax}$)	V	120...1000				
MPP-Bereich bei Nennleistung im Ein-Tracker-Betrieb ($U_{MPPmin} - U_{MPPmax}$)	V	350...720 ³⁾	450...720 ³⁾	-	-	-
MPP-Bereich bei Nennleistung im Zwei-Tracker-Betrieb ($U_{MPPmin} - U_{MPPmax}$)	V	180...720 ³⁾	225...720 ³⁾	290...720 ³⁾	345...720 ³⁾	405...720 ³⁾
MPP-Bereich bei Nennleistung im Drei-Tracker-Betrieb ($U_{MPPmin} - U_{MPPmax}$)	V	140...720 ³⁾	160...720 ³⁾	195...720 ³⁾	230...720 ³⁾	275...720 ³⁾
MPP-Arbeitsspannungsbereich ($U_{MPPworkmin} - U_{MPPworkmax}$)	V	120...720 ³⁾				
Max. Arbeitsspannung ($U_{DCworkmax}$)	V	900				
Max. Eingangsstrom (I_{DCmax}) pro DC-Eingang	A	13				
Max. PV-Kurzschlussstrom ($I_{SC,PV}$) pro DC-Eingang	A	16,25				
Anzahl DC-Eingänge		3				

Wechselrichter Modulwechselrichter / Optimierer

■ Modulwechselrichter

- Bei Modulwechselrichtern sitzt an jedem Modul ein Wechselrichter, der den Gleichstrom in Wechselstrom wandelt
- Das wird z.B. bei den seit 2019 erlaubten „Balkonanlagen“ so gemacht
- Vorteil: jedes Modul wird optimal ausgenutzt
- Nachteil: etwas verminderte Leistung

■ Optimierer

- Um den Nachteil bei Teil-verschatteten Anlagen auszugleichen, werden Moduloptimierer eingesetzt.
- Sie optimieren die Ausgangsleistung für das Modul

■ SolarEdge

- SolarEdge setzt an jedem Modul Optimierer ein, so dass der SolarEdge Wechselrichter nicht mehr für das MMP Tracking zuständig ist
- Dies ermöglicht ein Monitoring jedes einzelnen Moduls und längere Strings



Planung einer Anlage

- Bedarf / Wünsche
 - Verbrauchsdaten
 - Vorhandene und geplante neue Verbraucher
 - Elektromobilität
 - Wärmepumpe
 - Schwimmbad
 - Sauna
 - Klimaanlage?
 - Eigenverbrauch
 - Autarkie
- Möglichkeiten
 - Dachflächen
 - Ausrichtung
 - Terrassen
 - Hausanschluss → Energieversorger
 - Hausanschluss technisch

Planung einer Anlage - Bedarf / Wünsche

- Verbrauchsdaten
 - Aus der Stromrechnung ersichtlich oder Schätzung
- Geplante neue Verbraucher
 - Elektromobilität
 - Bedarf berechnen (Jährliche Fahrleistung in km * Verbrauch des Autos kwh/100km * Prozentsatz des Ladens zuhause /100
 - Beispiel: $25.000 \text{ km} * 20 \text{ kwh}/100\text{km} * 50\% / 100 = 2.500$
 - Wärmepumpe
 - Heizungsfachmann oder Energieberater fragen
 - Eigenverbrauch
 - Ohne Akku sind es normalerweise 25 - 30 %
 - Mit Akku ca. 80 %
 - Autarkie
 - Schwierig bzw. nicht möglich oder sinnvoll
- **Fazit: So groß wie möglich bauen! Dächer voll belegen!**

Planung einer Anlage - Möglichkeiten

- Globalstrahlung
 - Deutschland Durchschnitt: 1.050 kWh/m²*a
 - Norddeutschland: < 950 kWh/m²*a
 - Süddeutschland: > 1.200 kWh/m²*a
- Dachneigung
 - Neigungswinkel zwischen 30° und 35°
 - Norddeutschland: eher steiler
 - Süddeutschland: eher flacher
 - Heute meist ohne Aufständering
- Himmelsrichtung
 - Optimale Ausrichtung: 0° Süden
 - Verluste unter 5 % bei Südost/Südwest
 - Verluste ca. 20 % bei Ost/West



- **Alles kann vom Solarteur simuliert werden - inkl. Verschattungen!**

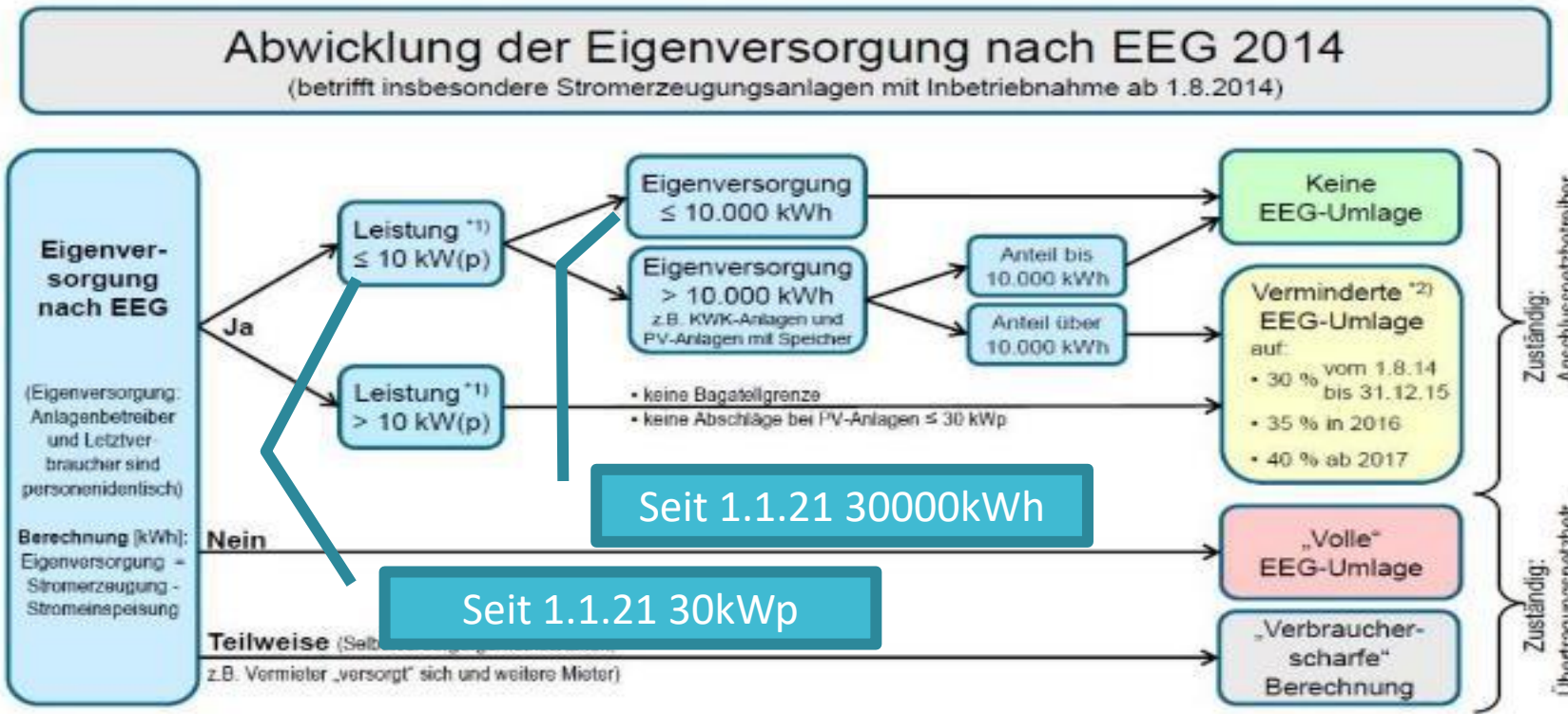
Planung einer Anlage - Hausanschluss

- Netzbetreiber
 - Bis 30,0 kWp muss die Anlage angeschlossen werden
Sollte das Kabel zu schwach sein muss der Netzbetreiber auf seine Kosten ein neues verlegen
 - Es zählen ALLE Anlagen an der Anschlussstelle
 - Über 30,0 kWp erfolgt eine Prüfung der Zuleitung
Bei zu kleiner Zuleitung muss der Kunde die Kosten tragen
- Hausanschlusskasten/Zählerplatz
 - Die bisher gültige VDE-AR-N 4101 wurde am 1.4.2019 von der VDE-AR-N 4100:2019-04 abgelöst und ist für alle neu zu errichtenden Zähleranlagen bindend.
Weitere Infos
 - [Technische Anschlussregeln Niederspannung \(VDE-AR-N 4100\)](#)
 - [Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz \(VDE-AR-N 4105\)](#)
 - [FNN Hinweis "Anschluss und Betrieb von Speichern am Niederspannungsnetz"](#)
 - **Das bedeutet unter Umständen einen neuen Schrank !**



<https://www.vde.com/de/fnn/arbeitsgebiete/tar/tar-niederspannung/tar-niederspannung-vde-ar-n-4100> (Bild Hager)

Prozessablauf zur EEG-Umlage auf Eigenversorgung



Hinweis: Diese Grafik kann nicht alle Regelungen des EEG und der Ausgleichsmechanismusverordnung abbilden.

*1) § 32 Abs.1 EEG 2014 „Anlagenzusammenfassung“ ist zu beachten.

*2) Eine verminderte EEG-Umlage ist nur für EE-Anlagen bzw. hocheffiziente KWK-Anlagen möglich, weitere Voraussetzung sind die Einhaltung von Meldepflichten.

Quelle: <https://www.avacon-netz.de/de/energie-einspeisen/gesetze-verordnungen/eeg-umlage.html> bzw.

Avacon Netz → Energie einspeisen → Gesetze und Verordnungen → EEG-Umlage → Kurz und knapp

Kalkulation einer PV Anlage

- Mit der Angebotserstellung erhält man eine Kalkulation der Wirtschaftlichkeit der Anlage unter Berücksichtigung von:
 - Standort (Globalstrahlung)
 - Ausrichtung (Süd – Ost – West)
 - Verschattungen
 - Kosten der Anlage
 - Eigenverbrauchsanteil
- Dabei sind die Annahmen der Stromkosten zu prüfen
 - Steigerungsraten von 5% werden teilweise angenommen, ob die realistisch sind muss jeder selbst entscheiden
- Da es eine Investition für einen Zeitraum von 20+x Jahren ist sind in den Angeboten viele Annahmen enthalten
- Wer klein anfangen möchte kann auch eine Balkonanlage betreiben

- Solarstromanlagen mit kristallinen Solarmodulen kosten gegenwärtig zwischen 1.000 und 1.200 €/kWp.
- Anlagen mit Dünnschichtmodulen sind in der Anschaffung deutlich günstiger - sie kosten gegenwärtig zwischen 700 und 1.300 €/kWp, benötigen für denselben Ertrag aber in Etwa die anderthalbfache bis doppelte Modulfläche.
- In absoluten Zahlen ausgedrückt kann man derzeit von folgenden Richtwerten ausgehen:
- **Eine PV-Anlage mit 4 kWp kostet aktuell um die 5.500 €, eine mit 7 kWp um die 9.000 - und eine mit 11 kWp um die 13.000 Euro.**
- Enthalten sind in diesen Preisen etwa 40-50% für den PV-Generator - die Photovoltaikmodule auf dem Dach -, rund 15-20% (1.000-2.000 Euro) Photovoltaik-Kosten auf der Anschaffungsseite macht der Wechselrichter aus, rund 10-15% müssen für die weniger auffälligen Anlagenteile wie Kabel, Anschlüsse, Klemmen, Dachhaken, Unterkonstruktion etc. veranschlagt werden.
- Die Handwerkskosten für PV-Montage, Gerüst und Installationsarbeiten schlagen mit etwa 20-25% zu Buche.

Kalkulation

- Überschlagsrechnung
 - Ohne Zinsen
 - Ohne Preissteigerung
 - Ohne Steuern
- Nötige Daten
 - Ertrag je kWp
 - Kosten je kWp
 - Verbrauch
 - Strompreis
- Genau Berechnung erstellt der Solateur
- Steuersätze berücksichtigen
- Alle Zahlen netto da PV als „Gewerbe“ zählt

Ertragsrechnung

Nr.	Beschreibung	Bemerkungen	
1	Anlagengröße	10 gehen meist	10 kWp
2	Ertrag je kWp	Aus Tabellen	875 kW/kWp/a
3	Ertrag je Jahr		8.750 kWh
4	Eigenverbrauchsanteil	Aus Tabellen	30%
5	Eigenverbrauch		2.625 kWh
6	Stromverkauf		6.125 kWh
7	Strompreis	netto 26 cent/kWh	683 €
8	EEG Vergütung	netto 8 cent/kWh	490 €
9	Einnahmen je Jahr		1.173 €
10	Gesamteinnahmen nach 20 Jahren		23.450 €
11	Ertrag je kWp nach 20 Jahren		2.345 €/kWp

Kostenrechnung

1	Errichtungskosten je kWp		1.000 €/kWp
2	Gesamtkosten der Anlage		10.000 €
3	EEG Umlage (bis 30000 kWh befreit)		
4	Versicherungen	100 €/Jahr	2.000 €
5	Zähler	60 €/Jahr	1.200 €
6	Reparaturen	100 €/Jahr	2.000 €
7	Gesamtkosten nach 20 Jahren		15.200 €
8	Gesamtertrag		8.250 €

Balkonanlagen

- Bis 600W Umrichter (nicht Peak PV-Modul)
- Kosten ca. 600€ für 2Module
340W mit 570W Umrichter
- speisen Strom über eine Steckdose
ins Hausnetz ein
- Stromzähler benötigt eine Rücklaufsperr
(muss auf Verlangen nachgerüstet werden)
- Stromkunde kann Anlagen unter 600W selbst anmelden (Notfalls Formlos!)*
- Kann mitgenommen werden beim Umzug
- Beispielrechnung:

Ca. 1500 Sonnenstunden Nds 2020 mit Grundlast 300W

Annahme 75% effektiver Sonnenschein mit >300W Erzeugung

$1125 * 300W = 337kWh$

$337kWh * 0,26€ = 87,75€$

$600€ / 87,75€ = 6,83 \text{ Jahre}$

„Rendite“
14%

- Oft schneller, da sehr konservative Rechnung. Lohnt bei hohem
Eigenverbrauch wenn die Sonne scheint! (Homeoffice, Geschirrspüler,
Klimaanlage?)
- VDE-AR-N 4105-Richtlinie = kein Gesetz



Quelle: <https://www.homeandsmart.de>



Quelle: <https://www.steckdosensolar.de>

Abfolge nach Beauftragung

- Anlage im Marktstammdatenregister anmelden (Anlage in Planung)
 - <https://www.marktstammdatenregister.de>
 - Der Betreiber ist dazu verpflichtet!
- Altanlagen müssen übertragen werden!
 - Bis zum 31.12.2019 sind Stromspeicher, die ausschließlich mit erneuerbarem Strom geladen werden, als eigenständige Einheit im MaStR zu registrieren.

Art der Anlage	Inbetriebnahmedatum	Registrierungsfrist
EEG- und KWK-Anlagen	vor dem 1. Juli 2017	31. Januar 2021
EEG- und KWK-Anlagen	ab dem 1. Juli 2017	1 Monat nach Inbetriebnahme der Anlage
Abweichende Regelung für zwischen 1.7.2017 und 31.1.2019 registrierte EEG- und KWK-Anlagen in Betrieb*	nicht relevant	Eintragung im Webportal bis 31. Januar 2021



Abfolge nach Beauftragung

- Anlage wird vom Solarteur oder Elektriker beim Netzbetreiber angemeldet bzw. die Errichtung wird angefragt
- Nach erfolgter „Genehmigung“ kann der Bau beginnen
- Inbetriebnahmetag
 - Der Tag der Inbetriebnahme ist der Stichtag für die EEG Vergütung
 - Alle Module und der Konverter müssen montiert und verbunden sein
 - Die Anlage muss eingeschaltet werden
- Dazu muss die Anlagen nicht zwingend mit dem Netz verbunden werden; da jedoch die meisten Konverter ohne Netzspannung nicht hochfahren, muss der Konverter mit dem Netz verbunden werden
- Die Funktion des Konverters und die Module müssen fotografisch dokumentiert werden
- Danach MUSS die Anlage wieder außer Betrieb genommen werden da ein Einspeisen ohne den neuen Zähler NICHT erlaubt ist!

Abfolge nach Beauftragung

- Der Betreiber muss die Anlage im Marktstammdatenregister als betriebs-bereit melden. Die Bestätigung muss dem Netzbetreiber übergeben werden.
- Der Solarteur meldet die Inbetriebnahme beim Netzbetreiber
- Der Netzbetreiber beauftragt die Zählersetzung
- Es wird ein Termin zur Zählersetzung vereinbart
- Der Zeitraum zwischen Inbetriebnahme und Zählersetzung liegt zwischen 1-8 Wochen In dieser Zeit ist ein Betrieb der Anlage verboten.
- Der Zähler wird gesetzt, evtl. werden dabei Einspeisebegrenzungen geprüft
- Nach Zählersetzung erhält der Betreiber die Rechnung für die Zählersetzung
- Vom Netzbetreiber werden die monatlichen Abschläge berechnet und dem Betreiber mitgeteilt
- Umstellung auf jährliche Zahlung ist möglich.
- Die Mehrwertsteuer kann vom Finanzamt zurückgeholt werden
- Kleinunternehmer oder nicht Man muss sich entscheiden ;-)

Konkrete Schritte zur Anlage

- Bauvorschriften (Denkmalschutz prüfen)
- Solarteure finden (Internet, Empfehlungen von PV Anlagen Besitzern..)
- Daten zum Stromverbrauch kennen
- Stromanschluss und sonstige Räume für Besichtigung vorbereiten
- Termin zur Besichtigung und Gespräch vereinbaren (1-2 Stunden)
- Im Gespräch alle Wünsche angeben
- Wenn möglich mit verschiedenen Firmen
- Wichtige Punkte für das Gespräch
- Größe der Anlage
- Speicher
- Gerüst bzw. Baustelleneinrichtung
- Anmeldung beim Netzbetreiber und Elektroarbeiten
- Termine
- Wartungsvertrag

Zusammenfassung

PV Anlagen sind eine Investition in die Zukunft da

- sie sehr langlebig sind
 - Bis 100 Jahre
- der Strompreis ist 20 + 1 Jahre garantiert
- sich monetär bezahlt machen
 - Renditen sind unterschiedlich, aber immer da
- es eine Anlageform ist die CO2 einspart
- Strom vom eigenen Dach einfach ein gutes Gefühl und Spaß macht
- Die Entsorgung (irgendwann mal) keine Probleme erzeugt
- **Sie perfekt zur Elektromobilität passen**

Also Dächer vollmachen!
Oder klein testen mit Balkonanlagen!

Förderprogramme PV / Speicher (Solarteure fragen)

- PV Anlagen selbst
 - Für Privat keine Förderung außer lokalen Förderungen von Ländern oder Städten
 - Für Firmen im Rahmen des NBank Programms Niedersachsen Neustart (*Ausgaben für Investitionsgüter mit einer gewöhnlichen Nutzungsdauer von mindestens 5 Jahren*)
Bis zu 50%
<https://www.nbank.de/Unternehmen/Investition-Wachstum/Neustart-Niedersachsen-Investition/index.jsp>
- Akkus Privat : NBank bis 40%
Photovoltaik (PV) - Batteriespeicher für Privathaushalte
[https://www.nbank.de/Privatpersonen/Wohnraum/Photovoltaik-\(PV\)-Batteriespeicher-f%C3%BCr-Privathaushalte/index.jsp](https://www.nbank.de/Privatpersonen/Wohnraum/Photovoltaik-(PV)-Batteriespeicher-f%C3%BCr-Privathaushalte/index.jsp)
- Der Landkreis Wolfenbüttel bezuschusst/bezuschusste PV und Speicher (Link: [Förderung LK Wolfenbüttel](#)) mit 10% der Investitionskosten, maximal 2.000,-€, nachdem eine Energieberatung in Anspruch genommen wurde und der bewilligenden Stelle mehrere Vergleichsangebote vorgelegt wurden.
(Bitte prüfen ob Programme noch laufen ...Änderungen immer möglich)

- Aktuell werden Private Ladepunkte für die Elektromobilität mit 900€ über das KfW Programm 440 gefördert
- [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Ladestationen-f%C3%BCr-Elektroautos-Wohngeb%C3%A4ude-\(440\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Ladestationen-f%C3%BCr-Elektroautos-Wohngeb%C3%A4ude-(440)/)
Oder bei Google KWF 440 eingeben

Beispiel: Planung einer Anlage - Möglichkeiten

- Dachflächen
 - Vorhandene Dachflächen bewerten:
Dachfenster / Ausrichtung / Dacheindeckungsart usw.
 - Eine erste Bewertung ist per Google Maps möglich

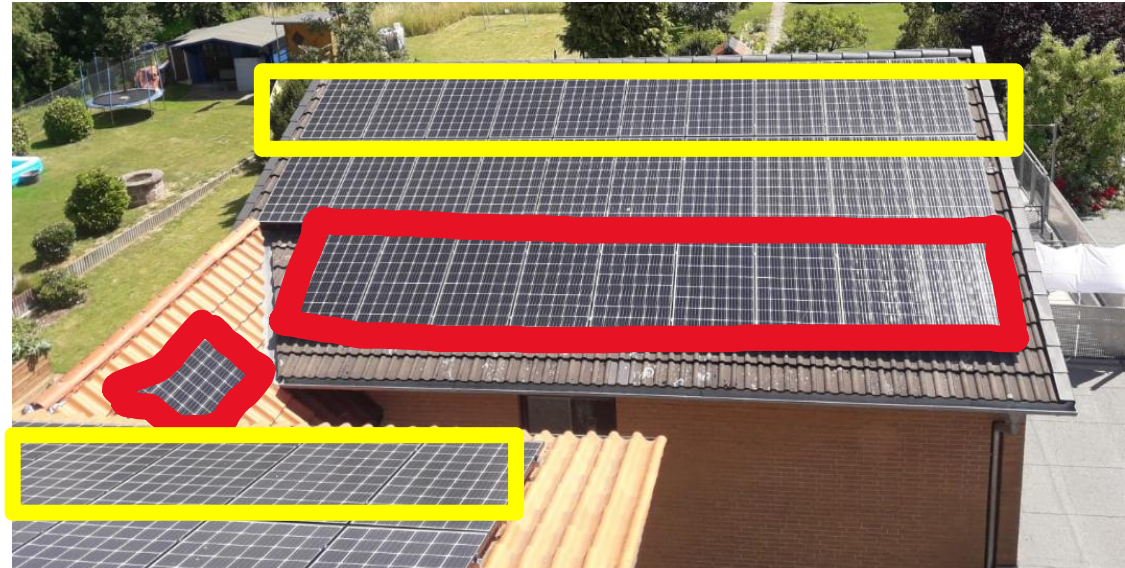


- Ausrichtung OST
- Standort Bad Salzdetfurth
- 30x240 wp Poly Module (Canadian Solar)
- Kostal Piko 5.5
- Abregelung auf 70%
- Vergütung 18,36 cent/kWh
seit 07/2018 in Volleinspeisung



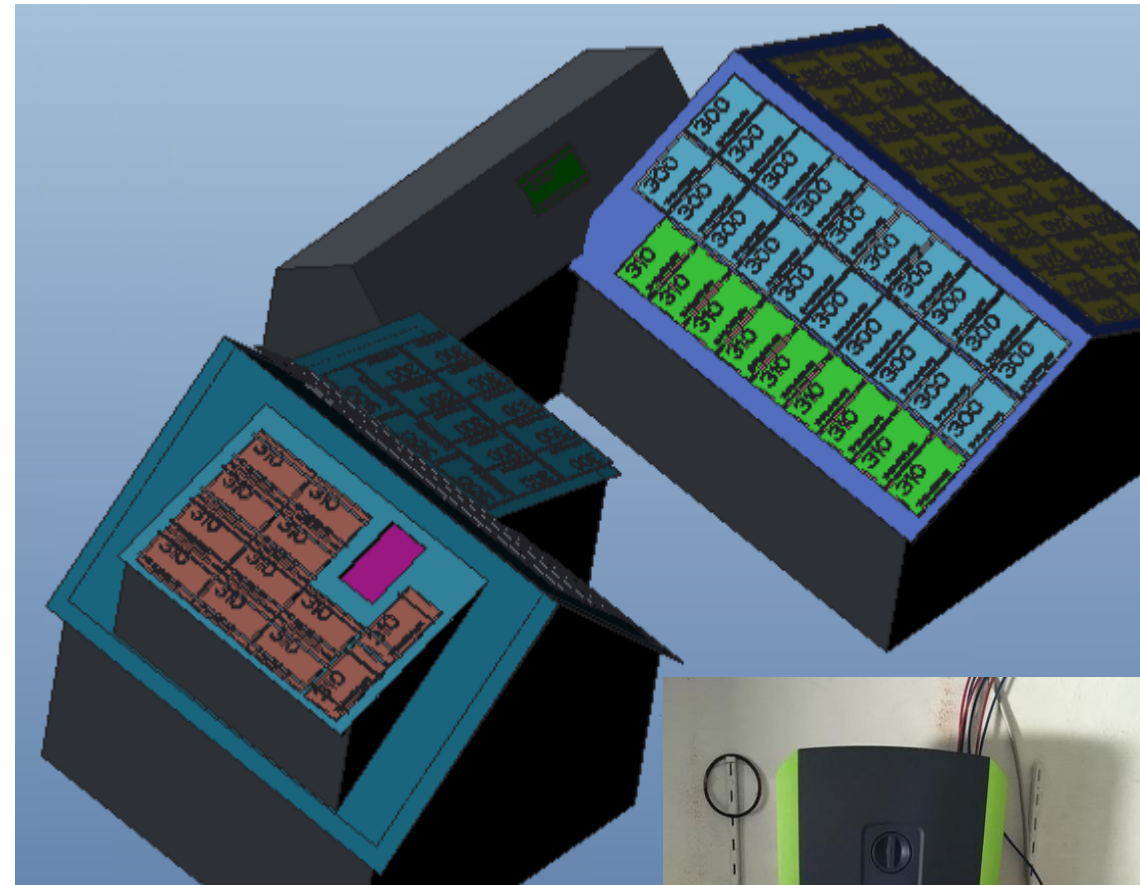
Konkrete Zahlen Anlage 2 9,9 kWp 07/2018 50% Drosselung (gelb)

- Ausrichtung OST / WEST
- Standort Bad Salzdetfurth
- 33x300 wp Mono Module
 - (Hyundia)
- Kostal Piko 8.5
- Abregelung auf 50% dynamisch
- Sonnenbatterie eco 8.0
- 6750er Sonnenflat
- 22kw Sonnencharger
- Eigenverbrauch
- Stromverbrauch
ca. 6200 kWh (2018) 8000 kWh (2020)
- EEG Vergütung 12,2 cent/kWh



Konkrete Zahlen Anlage 3 12,79 kWp 07/2019 70% Drosselung

- Ausrichtung OST / WEST
- Standort Bad Salzdetfurth
- 19x310 wp Mono Module
23x300 wp Mono
 - (Hyundia)
- Kostal Plenticore Plus10
- Abregelung auf 70% fest
- Volleinspeisung
- EEG Vergütung 10,34 cent/kWp
- Perspektive 2021:
 - Wärmepumpe



Anlage 3 2019

- String 1
 - 19x310
 - Ost 50°
- String 2
 - 12x300
 - West 25°
 - 1x300 Tigo
 - West 50°
- String 3
 - 9x300
 - West 25°
 - 1x300 Tigo
 - Süd 30°
- $19x310 + 23x300 = 12,79 \text{ kWp}$

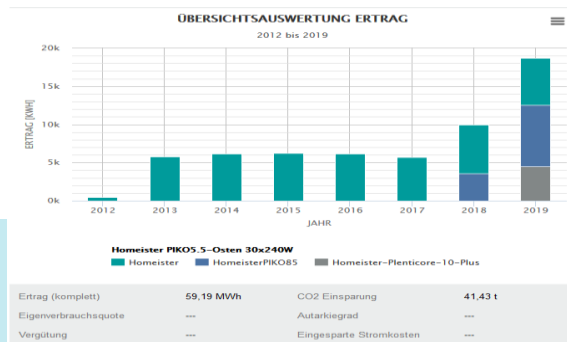


Gesamtübersicht

Nr.	Module	Wp	Module	WR	Leistung	Wp/PWR	Drosselung	Pmax. Eff.
1	30x240	7200	30	Piko 5.5 Gen1	5500	1,31	70%	5040
2	33x300	9900	33	Piko 8.5 Gen2	8500	1,16	50%	4950
3	19x310/23*300	12790	42	Plenticore Plus 10	10000	1,28	70%	8953
		29890	105	30kWp Grenze zum Schutz des Hausanschlußkabels				18943
								Alle Tabellenwerte in Watt

- 30 kWp Grenze pro Hausanschluss ist nicht gerecht !!!!
- 105 Module mit 29,89 kWp Leistung
- Erntewerte zum 15.11.2019
 - 59,19 MWh (59190 kWh)
 - 41,43 t CO2 Einsparung

	7,20 kWp		9,90 kWp		12,79 kWp		
	49608	848,41	19845	833,87	15871	868,33	85,3 MWh
Jahr	kWh	kwh/kwp	kWh	kwh/kwp	kWh	kwh/kwp	Summe Jahr
2012	447,05	keine 12 Monate					0,4 MWh
2013	5745,23	797,95					5,7 MWh
2014	6137,51	852,43					6,1 MWh
2015	6259,35	869,35					6,3 MWh
2016	6159,93	855,55					6,2 MWh
2017	5723,63	794,95					5,7 MWh
2018	6414,38	890,89	3568,87	keine 12 Monate			10,0 MWh
2019	6319,79	877,75	8255,33	833,87	4764,78	keine 12 Monate	19,3 MWh
2020	6401,00	889,03	8021,00	810,20	11106,00	868,33	25,5 MWh



Konverter der Anlagen

- Kostal Plenticore Plus 10
 - 3 MPP Tracker
 - Schattenmanagement
 - 1 MPP Tracker für Akkuanbindung nutzbar
- Kostal Piko 8.5
 - 2 MPP Tracker
 - Schattenmanagement
- Kostal Piko 5.5
 - 3 MPP Tracker



Batteriespeicher

- SonnenBatterie eco 8.0
- 6 Module je 2kWh
- 12 kWh Kapazität
- Ausbau auf 16 kWh möglich
- Konverterleistung 3,3kw
- Aktuell 520 Vollladezyklen (08/2021)
(10000 sind garantiert ...)
- In Betrieb seit 08/2018



Anlage 2 West 20x300 Wp



Anlage 2 Ost 13x300 Wp



PV Anlagen im Landschaftsbild



Eindrücke aus der Bauphase Anlage 3 (Tigo Optimierer unten rechts)



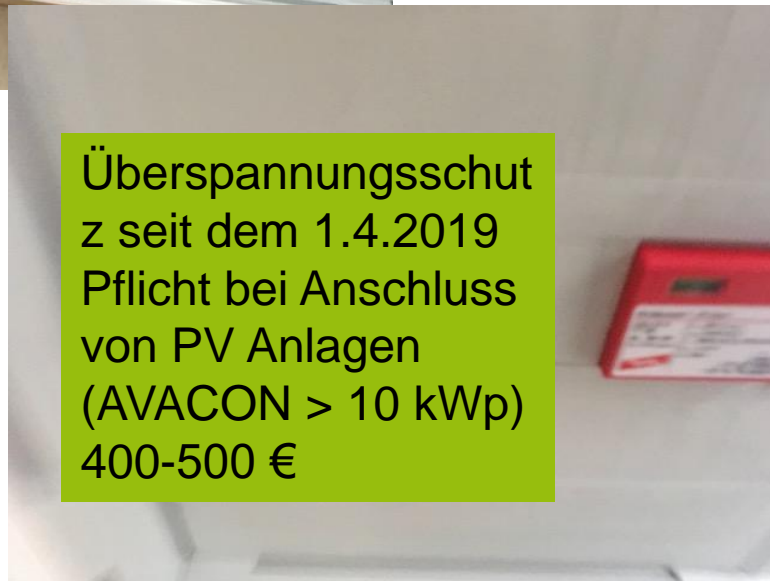
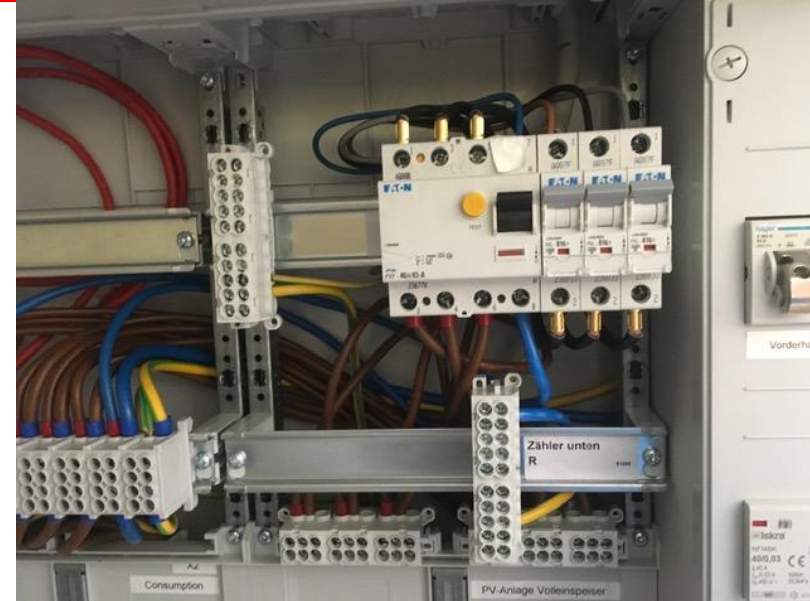
Technik im Einsatz



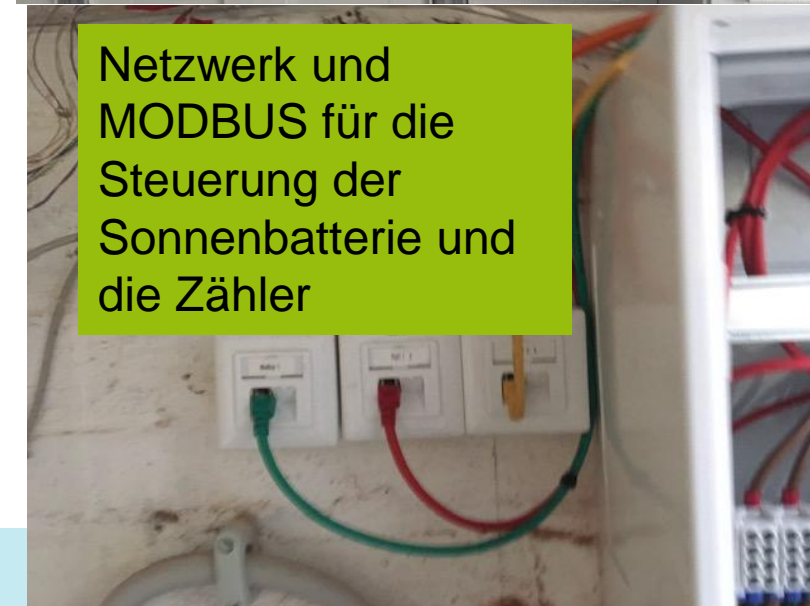
In den Hausanschlusskasten geschaut



Grössere Stromschiene für 22 kW Sonnencharger (Wallbox)



Überspannungsschutz
z seit dem 1.4.2019
Pflicht bei Anschluss
von PV Anlagen
(AVACON > 10 kWp)
400-500 €



Netzwerk und
MODBUS für die
Steuerung der
Sonnenbatterie und
die Zähler

Aktueller Stand (drei Zähler PV1+PV3 und Verbrauch mit PV2)

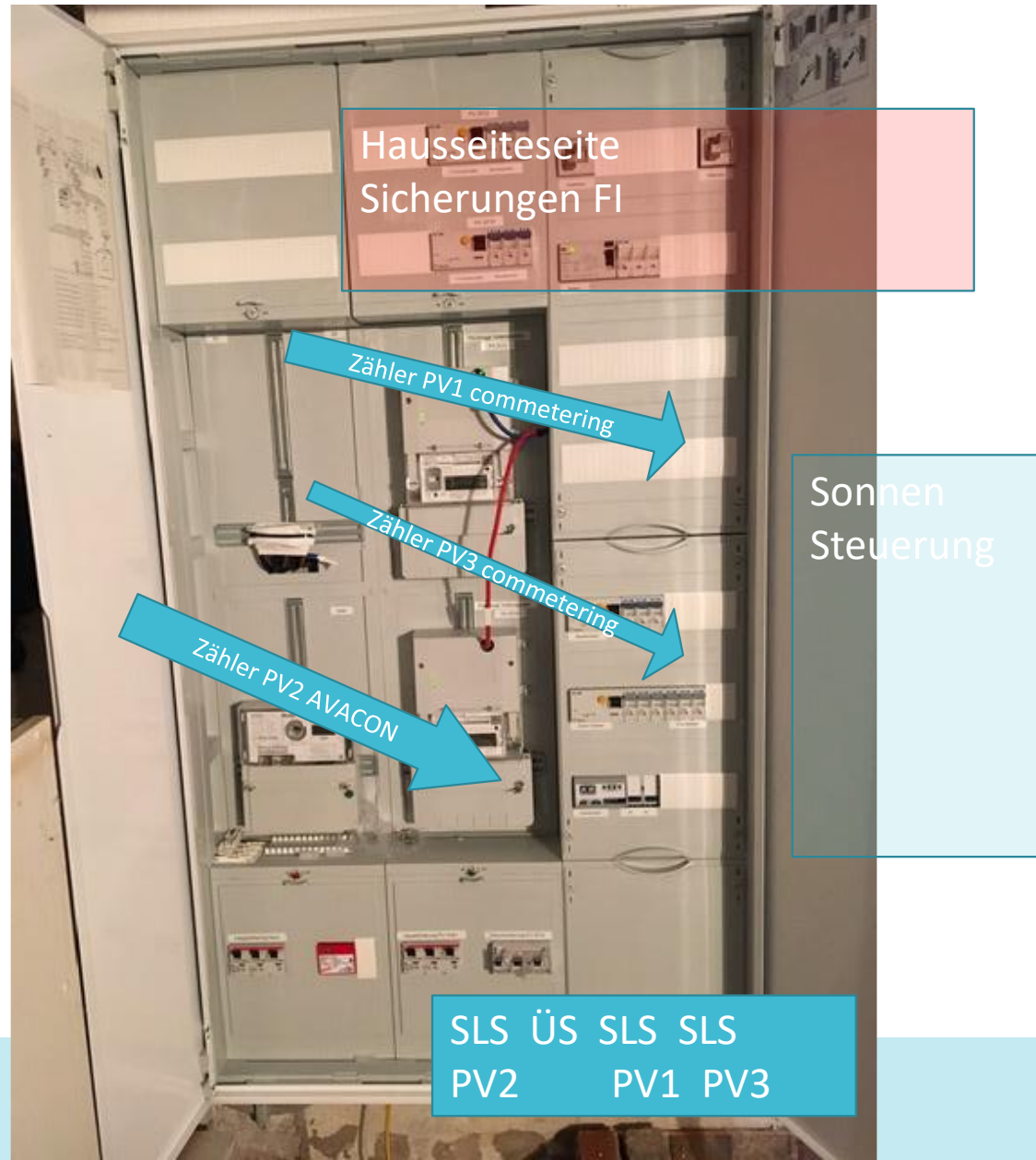
- Hausanschluss
- 1400 Höhe

TAR Niederspannung

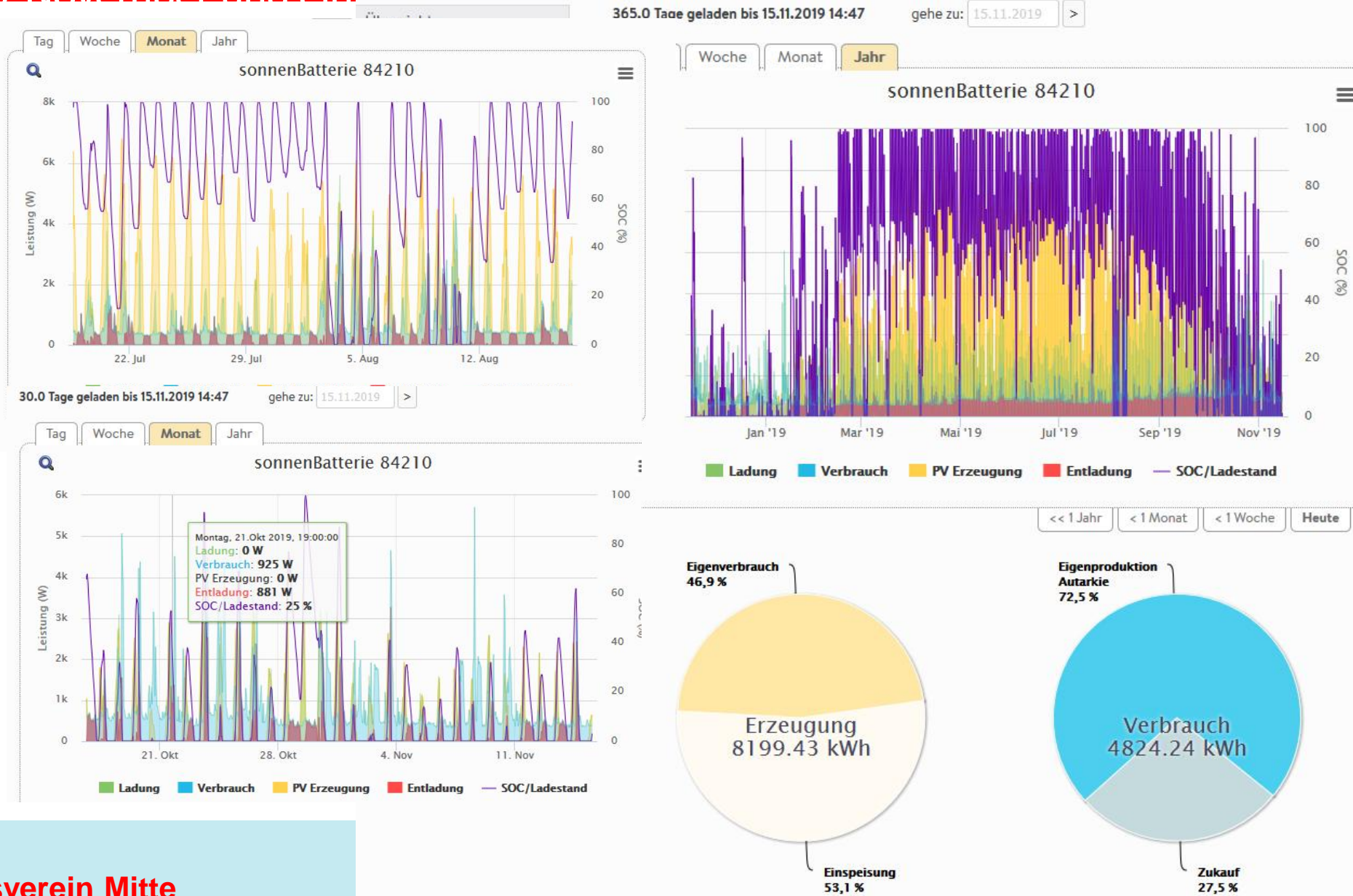
VDE-AR-N 4100 Berichtigung 1 2019-10



https://www.new-netz.de/fileadmin/user_upload/new-netz-gmbh.de/Dokumente/Einspeiser/Photovoltaik/Beispieldokumentation_Photovoltaiik.pdf



Betriebsdaten Anlage 2 mit Sonnenbatterie August / November und ein Jahr



Smartmeter für PV Anlagen

- Smartmeterrollout bis 2032
- Kosten max. 100€ je Jahr
- Rollout nach Verbrauch, aktuell > 10000kwh je Jahr
- Kunde hat freies Wahlrecht des Messstellenbetreibers
 - Spinoff aus dem Photovoltaikforum www.commetering.de

