



verbraucherzentrale
Rheinland-Pfalz

PHOTOVOLTAIK – GRUNDLAGEN UND TECHNIK

Dipl. Ing. Rainer Winkels, Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz

ENERGIE DURCH SOLARSTRAHLUNG

Photovoltaik

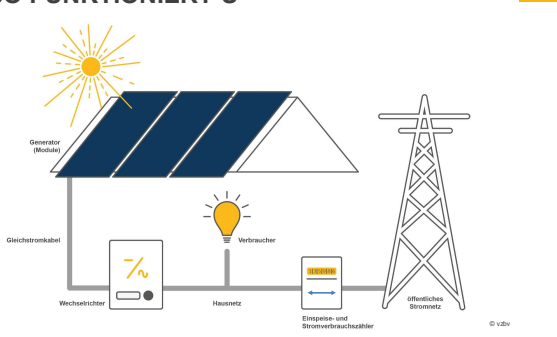
Solarthermie



verbraucherzentrale
Rheinland-Pfalz

2

STROM AUS DER SONNE – SO FUNKTIONIERT'S



verbraucherzentrale
Rheinland-Pfalz

3

GRÖSSE, ERTRAG, KOSTEN

Angabe der Nennleistung in Kilowatt peak (kWp)



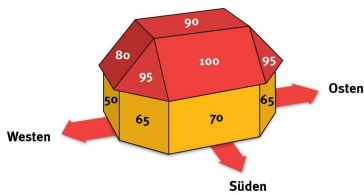
- **Flächenbedarf:**
Schrägdach: ca. 6 m² je 1 kWp
Flachdach: ca. 8-12 m² je 1 kWp
- **Ertrag in RLP:** 850 bis 1.000 kWh pro 1 kWp installierter Leistung (gute bis optimale Ausrichtung)
- **Beispiel:** um Strombedarf von 3.500 kWh/a solar zu erzeugen sind ca. 4 kWp Leistung erforderlich
- **Preis** pro 1 kWp ca. 1.800 – 2.200 Euro

verbraucherzentrale
Rheinland-Pfalz

4

STANDORTBEDINGUNGEN Ausrichtung

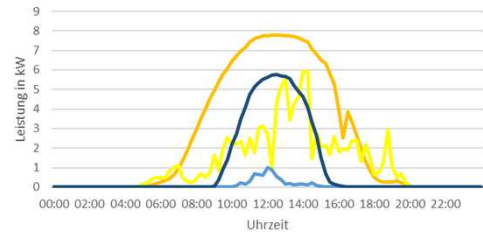
- Ideale Ausrichtung: **Süd**
- Ideale Neigung: **30°**
- **Verschattungseinflüsse** beachten



Verbraucherzentrale
Rheinland-Pfalz

5

ERTRAGSSCHWANKUNGEN am Beispiel einer 10 kWp-Anlage



— Sommer, sonnig: 60,3 kWh/Tag — Sommer, bewölkt: 28,4 kWh/Tag
— Winter, bewölkt: 1,7 kWh/Tag — Winter, sonnig: 24,4 kWh/Tag

© Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz



Verbraucherzentrale
Rheinland-Pfalz

6

EINSPEISEVERGÜTUNG

Vergütungssatz (Anlagen bis 10 kW; Inbetriebnahme bis 1.2.24):

8,2 Cent pro kWh für Anlagen mit Eigenverbrauch

13 Cent pro kWh bei Volleinspeisung

Laufzeit: 20 Jahre nach Inbetriebnahme durch EEG vorgeschrieben

→ dem stehen Stromerzeugungskosten von 10-16 Cent/kWh gegenüber

→ Eine Eigenverbrauchsanlage lohnt sich über den eingesparten Zukauf von Strom (z. B. 40 Cent/kWh)



Verbraucherzentrale
Rheinland-Pfalz

7

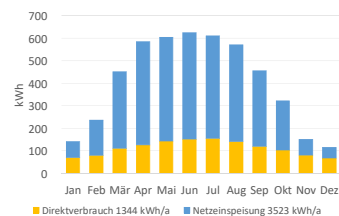
SOLARSTROM WIRTSCHAFTLICH NUTZEN – EIGENVERBRAUCH

Beispiel: 4 Personenhaushalt mit einem Verbrauch von 4.000 kWh/a mit 5 kWp-Anlage (Erzeugung 4.900 kWh/a) erreicht etwa **20 % bis 30 % Eigennutzung** des erzeugten Solarstroms

bei **30% Eigennutzung** ergeben sich durchschnittliche „Einnahmen“ von **17,74 Ct/kWh**

(30%*40 Ct + 70%*8,2 Ct = 17,74 Ct)

Annahmen:
Strompreis: 40 Ct/kWh
Einspeisevergütung: 8,2 Ct/kWh



■ Direktverbrauch 1344 kWh/a ■ Netzeinspeisung 3523 kWh/a

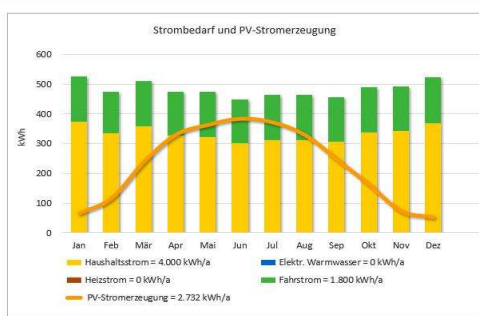
➤ **Möglichst hoher Eigenverbrauch wünschenswert**



Verbraucherzentrale
Rheinland-Pfalz

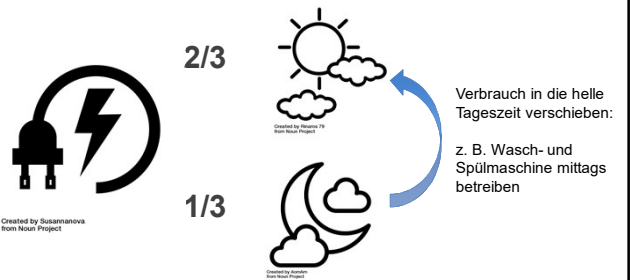
8

SOLARSTROM NUTZEN - EIGENVERBRAUCH



9

ERHÖHUNG DES EIGENVERBRAUCHS DURCH ANPASSUNG DES VERBRAUCHSVERHALTENS



10

WEITERE ERHÖHUNG DES EIGENVERBRAUCHS DURCH ...



- Elektroauto
- Heizstab (Power-to-Heat)
- Wärmepumpe
- ...



Created by Noun Projects from Noun Project



Created by Noun Projects from Noun Project



Created by Noun Projects from Noun Project



11

ERHÖHUNG DES EIGENVERBRAUCHS DURCH BATTERIESPEICHER



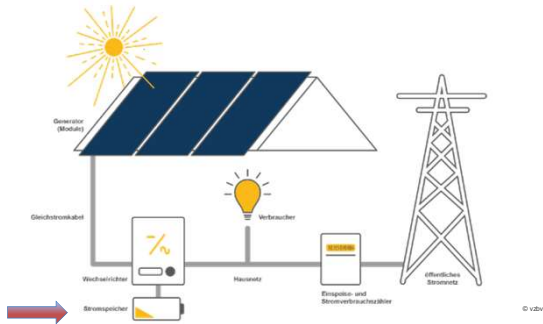
Erhöhung des Eigenverbrauchs von etwa 30 Prozent auf etwa 60 Prozent bei Speicherkapazität von 1 kWh pro 1000 kWh Strombedarf

Immer noch relativ hohe Investitionskosten – steht aber an der Schwelle zur Wirtschaftlichkeit



12

STROM AUS DER SONNE – SO FUNKTIONIERT'S



13

Verbraucherzentrale
Kleinanzeigen

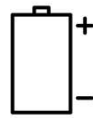
STROM SPEICHERN - TAGESZYKLUS



14

Verbraucherzentrale
Kleinanzeigen

STROM SPEICHERN



Created by the project
from Neos Project

- Investitionskosten für Lithium-Ionen-Speicher 800 – 1.200 €/kWh
- Je nach Speicherpreis, -auslastung und Lebensdauer kostet das Speichern einer kWh 25-40 Cent
- Erst wenn Speicherkosten + Einspeisevergütung niedriger sind als der Strompreis ist die Speicherung wirtschaftlich
- Je stärker die Strompreise in Zukunft steigen, desto eher lohnt sich ein Speicher

15

Verbraucherzentrale
Kleinanzeigen

MONTAGE, INBETRIEBNAHME UND SICHERHEITASPEKTE



- TÜV geprüfte Montagesysteme fachgerecht montiert (bei Eigenleistung Überprüfung sinnvoll)
- Montage auf Asbestzementdächern grundsätzlich verboten
- Überspannungsableiter im Sicherungskasten sinnvoll (Blitzeinschlag)
- Im Brandfall stellen PV-Anlagen erhöhtes Risiko dar. Vorgeschrieben: DC Freischalter zur Abschaltung des Wechselstromkreises
- Hinweisschild ist am Hausanschlusskasten anzubringen

Wichtig:

- Inbetriebnahme nur durch Elektrofachkraft
- Mündliche Einweisung und schriftliche Anlagendokumentation durch Fachbetrieb nötig



16

Verbraucherzentrale
Kleinanzeigen

Bauteil	Empfehlenswerte Angaben im Angebot
Module	Hersteller, exakte Typenbezeichnung, Stückpreis, Nennleistung, Zelltyp, Schutzklasse, CE-Richtlinien, Produktgarantie, Datenblatt
Wechselrichter	Hersteller, exakte Typenbezeichnung, Stückpreis, Nennleistung und max. Leistung AC/DC, Netzüberwachung (VDE 0126), Europäischer Wirkungsgrad, Produktgarantie, Gehäuseschutzart, Datenblatt, Angabe der Einspeisung: ein- oder drei-phasig
Montagesystem	Hersteller, exakte Typenbezeichnung, Gesamtpreis, Ausführung: einlagig oder Kreuzverbund, Dacheindeckung (z. B. Pfanneneindeckung), Dachhaken: Anzahl, Material, Materialstärke, Korrosionsbeständigkeit, Gestell- und Bauwerksstatik
Kabel und Steckverbinder	Hersteller, Typenbezeichnung, Querschnitt, Gesamtpreis
Speichersystem	Hersteller, exakte Typenbezeichnung, Gesamtpreis, AC-Kopplung oder DC-Kopplung, Zelltyp, nutzbare Speicherkapazität, technisches Datenblatt (Lade-/Entladeleistung, max. Entladetiefe, Zyklenzahl, kalendrische Lebensdauer, Lade- u. Entladewirkungsgrad), Garantien: Zeitwertersatzgarantie.
Sonstiges	Ertragsüberwachungssystem, Blitzschutz, Zählerschrank und Einspeisezähler.
Montage/Installation	Befestigung und Verkabelung der Module, Aufbau Unterkonstruktion, Montage Wechselrichter, Verlegung der Kabel, Verschaltung der Komponenten, ggf. Einbauten in Zählerschrank, Wand- oder Deckendurchführungen von Kabeln, Sicherung
Service	Abwicklung Netzanschlussprüfung mit Netzbetreiber, Funktionsnachweis, Anlagendokumentation, Abnahme (inkl. Protokoll), Einweisung des Kunden, Ertragsprognose.
Preis, Konditionen, Formalien	Gesamtpreis netto/brutto, Zahlungsbedingungen, Liefertermin, Dauer der Installation, Termin der Betriebsbereitschaft, Verbindlichkeitsfrist, Sondervereinbarungen, Einschränkungen, Angebotsnummer, vollständige Adresse von Anbieter und Kunde

ANGEBOT

Quelle: photon 8/2018, verändert



GARANTIE, RECHTLICHES, VERSICHERUNG

Gesetzlich festgeschriebene Garantiefrist bei Auf-Dach-Anlagen: 2 Jahre
(Eintreten des Fachbetriebes für einwandfreien Betrieb, ggf. Nachbesserungen vornehmen)

Leistungsgarantie: sichert festgelegte Leistung der Module für Laufzeiten von 10 bis 25 Jahren zu, Wechselrichter und Batterien haben eine geringere Lebensdauer als Module, oft werden Garantien von 5 bis 10 Jahren gegeben, aufreispflichtige Garantieverlängerungen können empfehlenswert sein

Meldung bei Bundesnetzagentur spätestens mit Inbetriebnahme

Einspeisevertrag mit Stromnetzbetreiber um Rechtsklarheit zu schaffen

Versicherung:
 PV-Anlagen können über bestehende Wohngebäudeversicherung z.B. gegen Sturm, Hagel, Brand etc. mitversichert werden, sofern in den Bedingungen des Versicherers nicht ausdrücklich ausgeschlossen (Ausgestaltung des Schutzes individuell unterschiedlich!)




STEUERN

Private Anlagenbetreiber sind grundsätzlich steuerrechtlich Unternehmer, allerdings hat die Bundesregierung mit dem Jahressteuergesetz 2022 **weitreichende Erleichterungen** geschaffen

Einkommensteuer:
Gebäude-PV-Anlagen bis 30 kWp müssen bei der Einkommensteuer **nicht** mehr berücksichtigt werden, d. h. Gewinne werden nicht besteuert, es können allerdings auch keine Kosten mehr von der Steuer abgesetzt werden

Umsatzsteuer:
bisher: Kleinunternehmerregelung (keine USt-Erklärung aber auch keine Rückerstattung der USt vom Anlagenkauf) oder USt-Pflicht
Seit 2023: Anlagenkauf mit 0% Umsatzsteuer möglich (bis 30 kW):
Da beim Kauf keine Umsatzsteuer mehr erhoben wird, kann die Kleinunternehmerregelung ohne Nachteil in Anspruch genommen werden.




LANDESBAUORDNUNG RLP

- § 62 Genehmigungsfreie Vorhaben - LBauO
- Anlagen zur Nutzung solarer Strahlungsenergie in, an und auf Dach- und Außenwandflächen
- Genehmigung notwendig bei Hochhäusern, Anlagen auf oder an Kulturdenkmälern sowie in der Umgebung von Kultur- und Naturdenkmälern.



WAS TUN MIT DER Ü20 PV-ANLAGE, WENN DIE EEG-FÖRDERUNG ENDET?



- Netzbetreiber muss bis 31.12.2027 weiter Strom abnehmen und Vergütung zahlen
- Vergütung hängt vom Börsenpreis für Solarstrom ab: 2021 7,55 Ct/kWh; 2022 22 Ct/kWh, ab 2023 auf 10 Ct/kWh gedeckelt
- Umstellung auf Eigenverbrauch prüfen



21

ERTRAGSABSCHÄTZUNG → LANDESWEITES SOLARKATASTER RLP



<https://solarkataster.rlp.de>



Landesweites Solarkataster Rheinland-Pfalz

Bitte Sie in wenigen Schritten, ob sich Ihr Dach für eine Photovoltaik-Anlage (Solarstromerzeugung) eignet. Dabei erzielte Ertragswerte geben Auskunft über die Wirtschaftlichkeit der Anlage.

Bitte wählen Sie die Adresse oder STRO-Nummer mit dem Hausnummernausweis (Merkmal) zu wählen.

Die Kraft der Sonne nutzen!

In nur drei Schritten zum Ergebnis:

- 1 Adresssuche
Wählen die Adresse ein, die Sie in den gewünschten Bundesländern eingetragene Adressen in den Adressen zu prüfen. Geben Sie die Adresse ein.
- 2 Solarpotenzial
Wählen Sie ein Gebäude aus, um Informationen zu erhalten.
- 3 Berechnung
Klicken Sie auf "Ertragswert berechnen" um für die jeweilige Dachfläche eine Ertragswert der jeweiligen Dachfläche zu erhalten.



22

FÖRDERUNG



Aktuell keine Förderprogramme mit direktem Investitions- bzw. Tilgungszuschuss, gefördert wird lediglich über die gesicherte EEG-Vergütung und vergünstigte Kredite bei der KfW-Bank:



270 Erneuerbare Energien - Standard

- Förderkredit für Anlagen zur Erzeugung von Strom, Wärme, Netze und Speicher
- Zinsvergünstigte Darlehen zu beantragen bei der Hausbank
- günstigstenfalls 4,03 % Zinssatz bei mindestens 1 höchstens 3 tilgungsfreien Anlaufjahren (Stand Februar 2023)

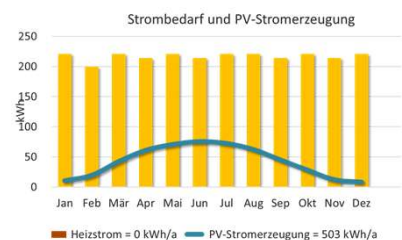
www.kfw.de/270

Weitere Infos: www.verbraucherzentrale-rlp/foerderprogramme



23

STECKER-PV MODULE (AUCH FÜR MIETER:INNEN)



Bsp.: 600 Wp Modul nach Westen bringt ca. 500 kWh/a



24

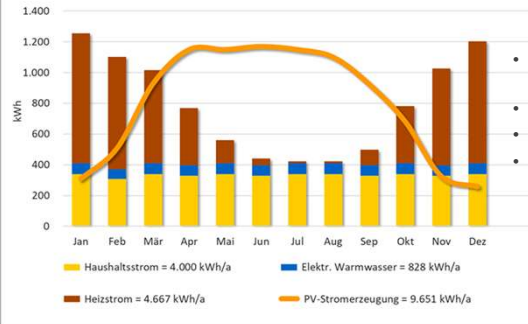
WÄRMEPUMPE + PHOTOVOLTAIK-ANLAGE



Verbraucherzentrale
Kleinanzeigen-Portal

25

Strombedarf und PV-Stromerzeugung



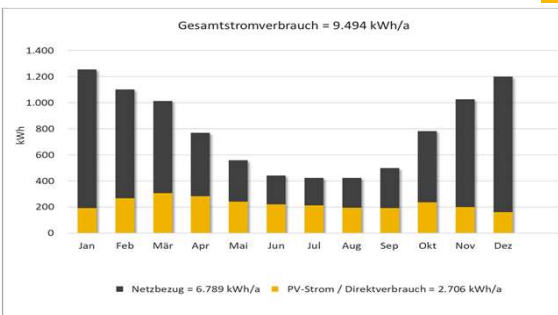
- Bestandsgebäude
- 140 m²
- 4 Personen
- Süddach mit 10 kWp PV



Verbraucherzentrale
Kleinanzeigen-Portal

26

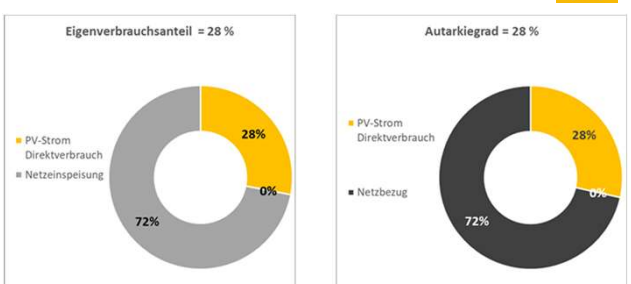
NETZBEZUG UND EIGENVERBRAUCH



Verbraucherzentrale
Kleinanzeigen-Portal

27

EIGENVERBRAUCHSANTEIL UND AUTARKIEGRAD



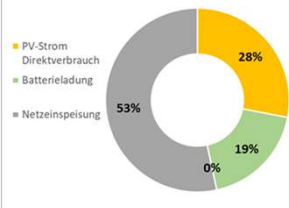
Verbraucherzentrale
Kleinanzeigen-Portal

28

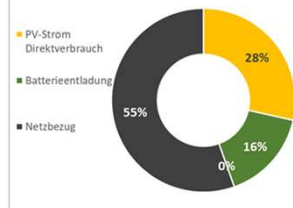
EIGENVERBRAUCHSANTEIL UND AUTARKIEGRAD MIT BATTERIESPEICHER



Eigenverbrauchsanteil = 47 %



Autarkiegrad = 45 %

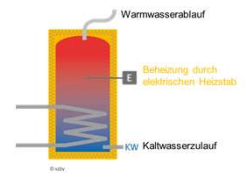


29

WÄRMEPUMPE + PHOTOVOLTAIK-ANLAGE



- Smart Grid (SG) fähige WP -> Kommunikation mit PV-Anlage
- Energie-Management-Systeme
- Ggf. mit elektrischer Warmwasserbereitung (Durchlauferhitzer)
- Direkt mit Heizstab (Pufferspeicher)
- Im Einzelfall immer prüfen



30

Energieberatung der Verbraucherzentrale



31

AKTION ENERGIEWENDE ZUHAUSE: SOLARSTROM SELBER ERZEUGEN & NUTZEN



Solarstrom selbst erzeugen und nutzen

Foto: stux/pixabay; Thomas Seltmann; sferrario1968/pixabay; geändert durch: VZ RLP

- Nur für Rheinland-Pfalz!
- Individuelle Prognose des Stromertrags sowie Einsparmöglichkeiten

Teilnahme:
• Erfassungsbogen Hausdach oder Balkon Ausfüllen und senden an photovoltaik@vz-rlp.de

• Download Erfassungsbogen und weitere Infos:
www.energieberatung-rlp.de



32



Kostenlose Energieberatung
in rund 70 Standorten in RLP

Weitere Infos unter
0800 60 75 600
(kostenfrei)

www.energieberatung-rlp.de

energie@vz-rlp.de

33



Noch Fragen?
Wir bieten Antworten

ENERGIEBERATUNG
UNSER ANGEBOT

34

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

35

Wer wissen will, wie viel Energie und Kosten er einsparen kann...

36

Wer wissen will, wie viel Energie und Kosten er einsparen kann...

...der muss wissen wie viel er verbraucht und was er dafür zahlt.



37



Jährlicher Haushaltsstrombedarf - Orientierungswerte

Harmonische, zeitlose Klasseneinteilung nach Anzahl der Personen im Haushalt und Höhe des Bedarfs (Komfort, Ausstattung, Effizienz)



Jahresstrombedarf - inkl. elektrischer Warmwasserbereitung kWh/a

Personen	sehr niedrig	niedrig	mäßig	erhöht	hoch	sehr hoch
im Haushalt	bis	bis	bis	bis	bis	bis *
1	800	1.300	1.800	2.300	2.800	3.300
2	1.200	1.900	2.600	3.300	4.000	4.700
3	1.600	2.500	3.400	4.300	5.200	6.100
4	2.000	3.100	4.200	5.300	6.400	7.500
5	2.400	3.700	5.000	6.300	7.600	8.900

© VZ-RLP / H. Obermeyer / Mainz 2015

darüber = extra hoch *

38



Jährlicher Haushaltsstrombedarf - Orientierungswerte

Harmonische, zeitlose Klasseneinteilung nach Anzahl der Personen im Haushalt und Höhe des Bedarfs (Komfort, Ausstattung, Effizienz)



Jahresstrombedarf - ohne elektrische Warmwasserbereitung kWh/a

Personen	sehr niedrig	niedrig	mäßig	erhöht	hoch	sehr hoch
im Haushalt	bis	bis	bis	bis	bis	bis *
1	600	1.000	1.400	1.800	2.200	2.600
2	800	1.300	1.800	2.300	2.800	3.300
3	1.000	1.600	2.200	2.800	3.400	4.000
4	1.200	1.900	2.600	3.300	4.000	4.700
5	1.400	2.200	3.000	3.800	4.600	5.400

© VZ-RLP / H. Obermeyer / Mainz 2015

* darüber = extra hoch

39



ERHÖHUNG DES EIGENVERBRAUCHS DURCH VERBRAUCHSVERHALTEN

Stromverbrauch kennenlernen – Zähler alle 8 Stunden notieren (morgens, mittags, abends)



Quelle: By Andy Santos-Johnson, US <https://thenourproject.com>

Quelle: Bicycle Tours CC-BY-SA-4.0

40



AKTUELLE ERFREULICHE ENTWICKLUNGEN



- Erfreulich: 52-Gigawatt-Deckel aufgehoben
- Das neue Gebäudeenergiegesetz (GEG) bietet die Möglichkeit, den geforderten Anteil der erneuerbaren Energien auch mit gebäudenah erzeugtem Strom zu decken.
- Leben nach der Einspeisevergütung mit Direktvermarktung und Eigenverbrauch für Ü-20-Anlagen
- Mietanlagen,
- Stecker-Solar-Geräte für dachlose Mieter- Eigentümer*innen

41

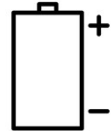


41

STROM SPEICHERN - SALZSPEICHER



- Rohstoffe weit verbreitet:
Natrium-Sulfat Elektrolyt
Natriumchlorid und Nickel
- Marktsituation überschaubar
- Sehr großer Platzbedarf und hohes Gewicht



Created by the project from Nisost Project

42



EINSPESIERVERGÜTUNG NACH DEM EEG



8,2 Cent pro kWh bei Eigenverbrauch
13,0 Cent pro kWh bei Volleinspeisung
(Inbetriebnahme bis zum 01.02.2024, Anlagen bis 10 kW)
Laufzeit: 20 Jahre

Meldung der Anlage bei der Bundesnetzagentur.
www.marktstammdatenregister.de

Weitere Infos: www.verbraucherzentrale-rip/foerderprogramme

43



H1 Ich würde diese Technologie noch nicht in einen Grundlagenvortrag aufnehmen.

Hartmann.Stefan; 17.10.2022