



verbraucherzentrale  
Rheinland-Pfalz

## PHOTOVOLTAIK – GRUNDLAGEN UND TECHNIK

Dipl. Ing. Rainer Winkels, Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz

## ENERGIE DURCH SOLARSTRAHLUNG

verbraucherzentrale  
Energieberatung

Photovoltaik  
Solarthermie



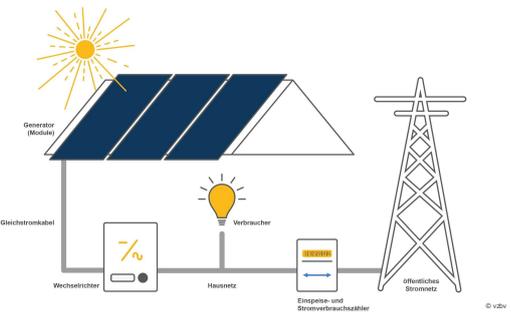
©shutterstock/Diyana Dimitrova

verbraucherzentrale  
Rheinland-Pfalz

2

## STROM AUS DER SONNE – SO FUNKTIONIERT'S

verbraucherzentrale  
Energieberatung



Generator (Module)  
Gleichstromkabel  
Wechselrichter  
Hausnetz  
Verbraucher  
Einspeise- und Stromverbrauchszähler  
Öffentliches Stromnetz

© v2v

verbraucherzentrale  
Rheinland-Pfalz

3

## GRÖSSE, ERTRAG, KOSTEN

verbraucherzentrale  
Energieberatung

Angabe der Nennleistung in Kilowatt peak (kWp)



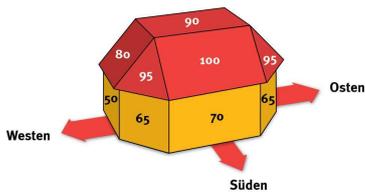
- **Flächenbedarf:**  
Schrägdach: ca. 6 m<sup>2</sup> je 1 kWp  
Flachdach: ca. 8-12 m<sup>2</sup> je 1 kWp
- **Ertrag in RLP:** 850 bis 1.000 kWh pro 1 kWp installierter Leistung (gute bis optimale Ausrichtung)
- **Beispiel:** um Strombedarf von 3.500 kWh/a solar zu erzeugen sind ca. 4 kWp Leistung erforderlich
- **Preis** pro 1 kWp ca. 1.800 – 2.200 Euro

verbraucherzentrale  
Rheinland-Pfalz

4

## STANDORTBEDINGUNGEN Ausrichtung

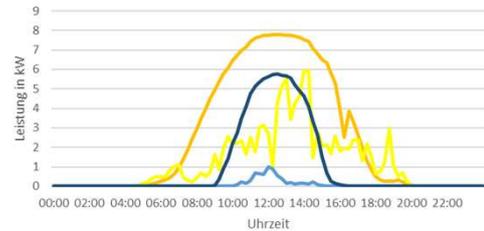
- Ideale Ausrichtung: **Süd**
- Ideale Neigung: **30°**
- **Verschattungseinflüsse** beachten



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

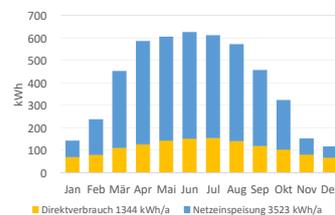
## SOLARSTROM WIRTSCHAFTLICH NUTZEN – EIGENVERBRAUCH

**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

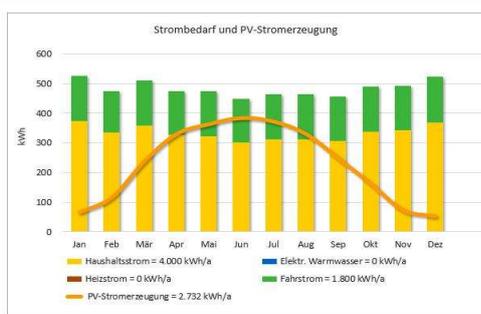
➤ **Möglichst hoher Eigenverbrauch wünschenswert**



Verbraucherzentrale  
Rheinland-Pfalz

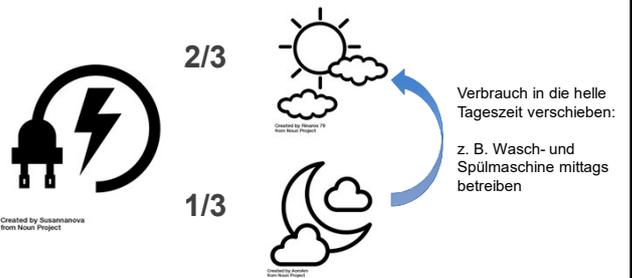
8

## SOLARSTROM NUTZEN - EIGENVERBRAUCH



9

## ERHÖHUNG DES EIGENVERBRAUCHS DURCH ANPASSUNG DES VERBRAUCHSVERHALTENS



10

## WEITERE ERHÖHUNG DES EIGENVERBRAUCHS DURCH ...



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



11

## ERHÖHUNG DES EIGENVERBRAUCHS DURCH BATTERIESPEICHER



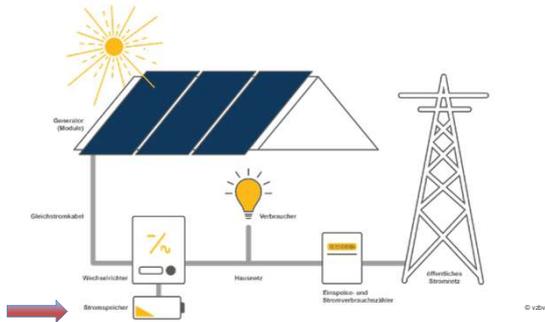
Erhöhung des Eigenverbrauchs von etwa 30 Prozent auf etwa 60 Prozent bei Speicherkapazität von 1 kWh pro 1000 kWh Strombedarf

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



12

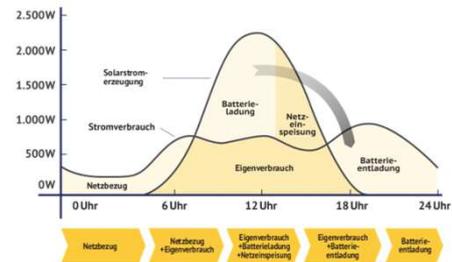
## STROM AUS DER SONNE – SO FUNKTIONIERT'S



13

Verbraucherzentrale  
KleinOscar-Pöhl

## STROM SPEICHERN - TAGESZYKLUS



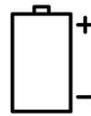
14

Verbraucherzentrale  
KleinOscar-Pöhl

## STROM SPEICHERN



- 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



Created by the project from Neos Project

15

Verbraucherzentrale  
KleinOscar-Pöhl

## 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  
KleinOscar-Pöhl

| 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

17

## 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!)**

18

## 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.

19

## 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.

20

## 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 erhebt das Kataster keine Daten zu Ihren persönlichen Daten.

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 Gebietsbereich eingeben. In dem Fall gibt es mehrere Gebiete wählen.  
Gebäude und Hausnummern eingeben
- 2 Solarpotenzial  
Wählen Sie ein Gebäude aus, um Informationen zu erhalten
- 3 Berechnung  
Klicken Sie auf "Ergebnisse berechnen" um für die jeweilige Dachfläche eine Schätzung der maximalen Stromerzeugung 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)

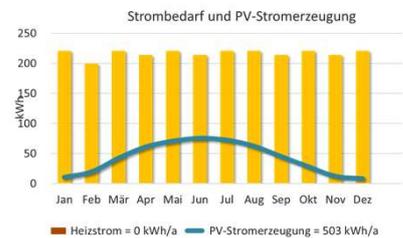
[www.kfw.de/270](http://www.kfw.de/270)

Weitere Infos: [www.verbraucherzentrale-rlp/foerderprogramme](http://www.verbraucherzentrale-rlp/foerderprogramme)



23

## STECKER-PV MODULE (AUCH FÜR MIETER:INNEN)



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



24

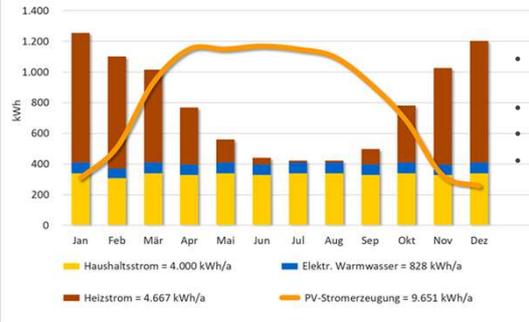
## WÄRMEPUMPE + PHOTOVOLTAIK-ANLAGE



Verbraucherzentrale  
Kleinanzeigen-Portal

25

## Strombedarf und PV-Stromerzeugung



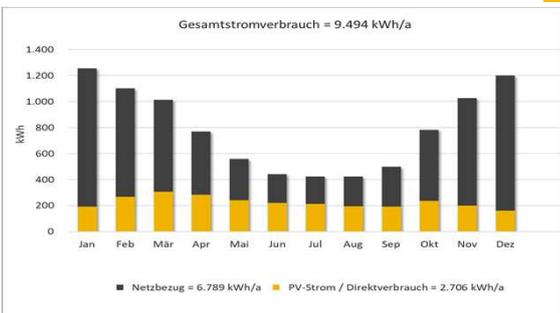
- Bestandsgebäude
- 140 m<sup>2</sup>
- 4 Personen
- Süddach mit 10 kWp PV



Verbraucherzentrale  
Kleinanzeigen-Portal

26

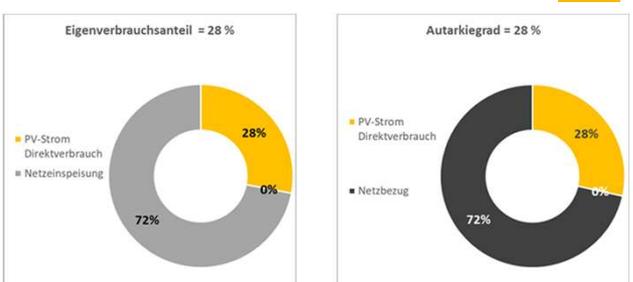
## NETZBEZUG UND EIGENVERBRAUCH



Verbraucherzentrale  
Kleinanzeigen-Portal

27

## EIGENVERBRAUCHSANTEIL UND AUTARKIEGRAD



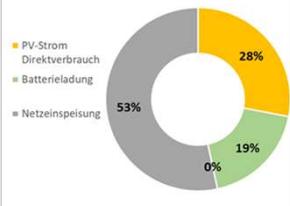
Verbraucherzentrale  
Kleinanzeigen-Portal

28

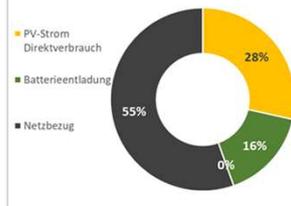
## EIGENVERBRAUCHSANTEIL UND AUTARKIEGRAD MIT BATTERIESPEICHER



Eigenverbrauchsanteil = 47 %



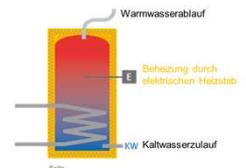
Autarkiegrad = 45 %



## 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



## Energieberatung der Verbraucherzentrale



## 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](mailto:photovoltaik@vz-rlp.de)

- Download Erfassungsbogen und weitere Infos: [www.energieberatung-rlp.de](http://www.energieberatung-rlp.de)



**Kostenlose Energieberatung**  
in rund 70 Standorten in RLP

Weitere Infos unter  
**0800 60 75 600**  
(kostenfrei)

[www.energieberatung-rlp.de](http://www.energieberatung-rlp.de)

[energie@vz-rlp.de](mailto:energie@vz-rlp.de)

Logo: verbraucherzentrale Energieberatung

Page number: 33



**Noch Fragen?**  
**Wir bieten Antworten**

ENERGIEBERATUNG  
UNSER ANGEBOT

Logo: verbraucherzentrale Energieberatung

Page number: 34

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

Logo: verbraucherzentrale Energieberatung

Logo: verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz

Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz e.V.  
Seppel-Glückert-Passage 10 • 55116 Mainz

[energie@vz-rlp.de](mailto:energie@vz-rlp.de) • [www.energieberatung-rlp.de](http://www.energieberatung-rlp.de)

Gefördert durch:  
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Logo: Rheinland-Pfalz

Page number: 35

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

Logo: verbraucherzentrale Energieberatung

Logo: verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz

Page number: 36

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

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



### 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 im Haushalt | sehr niedrig bis | niedrig bis | mäßig bis | erhöht bis | hoch bis | sehr hoch 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 \*

### 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 im Haushalt | sehr niedrig bis | niedrig bis | mäßig bis | erhöht bis | hoch bis | sehr hoch 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

### 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

## 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

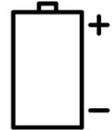


41

## 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](http://www.marktstammdatenregister.de)

Weitere Infos: [www.verbraucherzentrale-rip/foerderprogramme](http://www.verbraucherzentrale-rip/foerderprogramme)



43

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

Hartmann.Stefan; 17.10.2022