



# Photovoltaik für mich

Arbeitsgemeinschaft Mensch und Umwelt (AMU)

Wattbewerb: Unterstützt von der Gemeinde Hainburg

13.03.2025

Referent: Michael Sterker, Horst Winter



# Die Arbeitsgemeinschaft Mensch und Umwelt

## ***Gegründet 1977***

- Vereinszweck: Umweltschutz

## ***Was wir alles machen:***

- Pflege von Streuobstwiesen und Feldgehölzen
- Fünf Bürgersolaranlagen
- Baum-des-Jahres-Rundweg angelegt und laufende Pflege
- Teilnahme am Wattbewerb



# Motivation

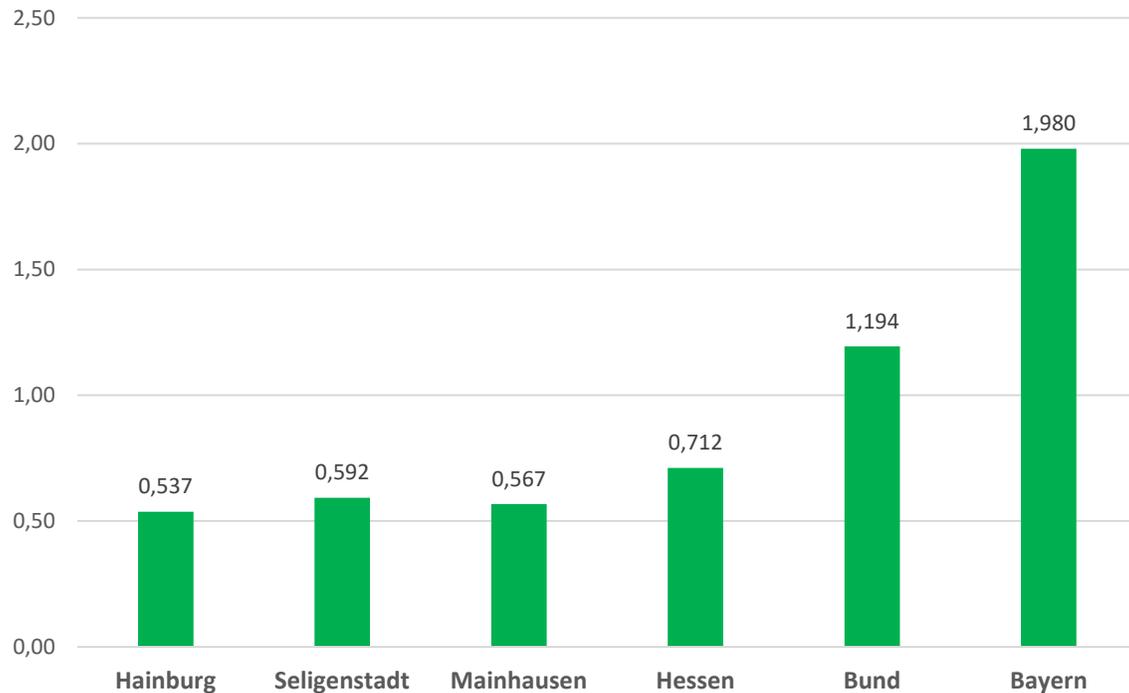
- Energiepreise steigen stark
- Deutschland importiert Großteil der notwendigen Energie
- Die Lebensweise in Deutschland ist energieintensiv
- Andere streben auch unseren Wohlstand an
- Klimazerstörung
- Zerstörung unserer Lebensgrundlagen



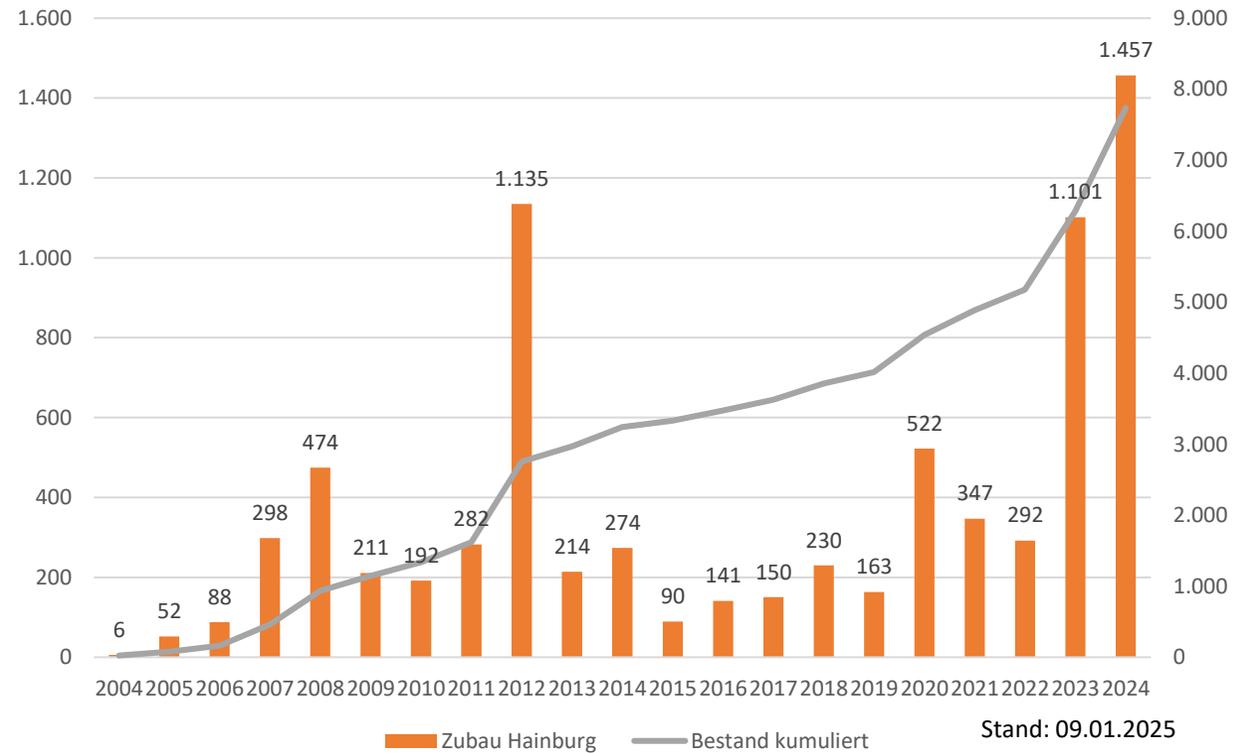
# Installierte PV-Leistung



### Leistung pro Einwohner in kW



### Entwicklung Photovoltaikanlagenbestand in Hainburg [kWp]

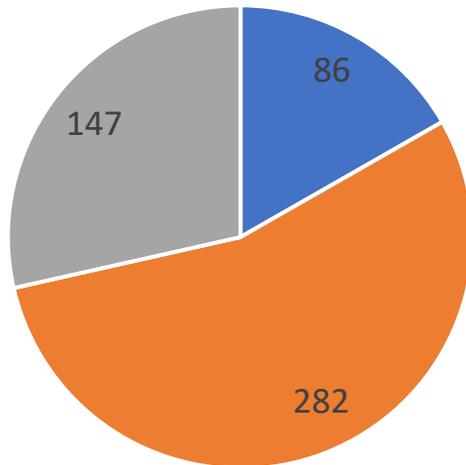


Grafik Stand 06.01.2025 Quelle: Marktstammdatenregister

# Energieverbrauch in Hainburg



Verbrauch in GWh

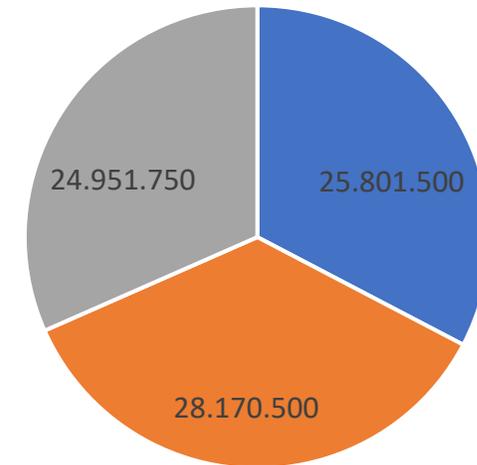


■ Strom ■ Wärme ■ Kraftstoffe

Eine Kilowattstunde (kWh) kostet

- Strom => 30 Cent
- Gas => 10 Cent
- Heizöl => 12 Cent
- Benzin => 17 Cent
- Pellets => 7 Cent

Kosten in Euro



■ Strom ■ Wärme ■ Kraftstoffe

Quelle: Kommunaler Energiesteckbrief Hainburg 2021; Basis: Verbrauch von 515 GWh/a



# Energieverbrauch pro Person

- Summe Energieverbrauch Hainburg: **35.627 kWh/a**
  - Wärme 19.505 kWh/a
  - Strom 5.955 kWh/a
  - Mobilität 10.167 kWh/a
- Summe Energieverbrauch im Haushalt
  - Wärme 9.023 kWh/a
  - Strom 1.560 kWh/a
  - Mobilität 7.314 kWh/a

# Was ist das Ziel?



Energie einsparen

Extra Vortrag

ARBEITSGEMEINSCHAFT  
MENSCH



Energie alternativ erzeugen



Energie lokal erzeugen

# Was ist Photovoltaik?

- Mit einer Photovoltaikanlage wird elektrischer Strom produziert
- In den Solarmodulen wird Sonnenenergie in elektrische Energie umgewandelt



# Wie ist eine PV-Anlage grundsätzlich aufgebaut?



- Solarmodule wandeln Sonnenenergie in Gleichstrom
- Leitungen führen den Strom zum Wechselrichter
- Wechselrichter macht aus dem Gleichstrom netzkonformen Wechselstrom
- Sicherungseinrichtungen schützen die Anlage und Personen vor gefährlichen Spannungen



# Welche Arten von PV-Anlagen unterscheidet man?



- Netzgekoppelte Anlagen
- Inselanlagen
- Dachanlagen
- Freiflächenanlagen
- „Normale“ Anlagen (bis 100kWp)
- Steckersolaranlagen (bis 800 Wattp)
- Mieterstromanlagen
- Großanlagen (über 100kWp)
- Anlagen mit Volleinspeisung
- Eigenverbrauchsanlagen



# Technische Ausführungsvarianten

- Flachdach
  - Mit/ohne Aufständering
  - Mit/ohne Dachdurchdringung
- Steildach
  - Mit/ohne Aufständering
  - Einfache/doppelte Montage
  - Mit/ohne Blechziegel
- Fassade
- Süd-Ausrichtung
- Ost/West-Ausrichtung
- Mit/ohne Speicher
- Kombinierte Anlage thermisch/elektrisch
- Indachanlage
- Solar-Carport

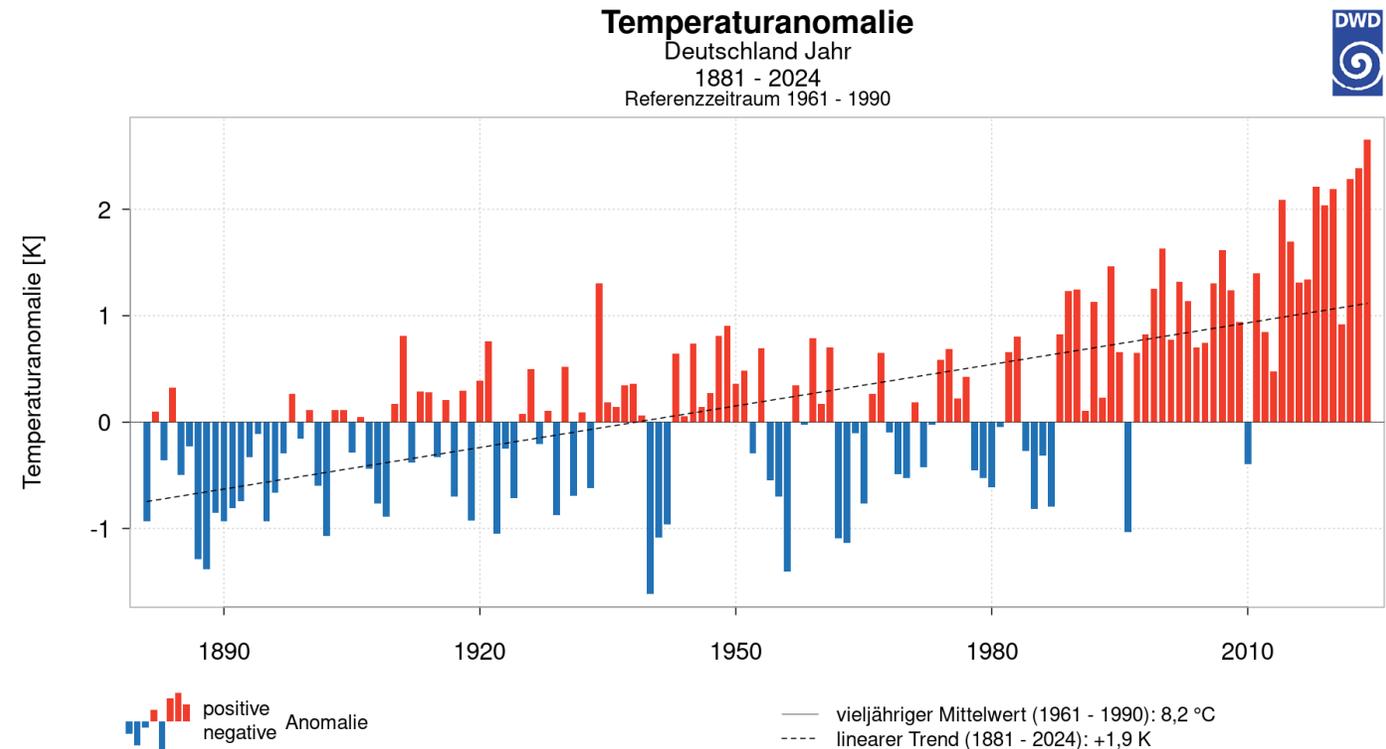


# Was kostet eine Anlage?

- Wie so oft gibt es hier zuverlässig nur mit einem individuellen Angebot Sicherheit
- Wichtig ist der Zustand des Zählerplatzes!
- Zur Orientierung kann der Preis pro kWp dienlich sein
  - Bis 6 kWp etwa 1.400€/kWp
  - Über 6kWp etwa 1.250€/kWp
- Eine aktuelle Referenz liefert das Solarkataster Hessen
- Speicher
  - Eigenverbrauch kann erhöht werden
  - Autarkiegrad kann erhöht werden
  - Wirtschaftlichkeit?
- Wärmepumpe
  - Wirtschaftlichkeit steigt
- E-Kfz
  - Wirtschaftlichkeit steigt
- Strompreissteigerungen
  - Wirtschaftlichkeit steigt

# Nutzen allgemein

- Photovoltaik verbessert die Eigenversorgung
- Photovoltaik macht Sie unabhängig von Strompreissteigerungen
- Photovoltaik reduziert den CO<sub>2</sub>-Ausstoß
- Photovoltaik ist aktiver Klimaschutz
- Photovoltaik lohnt sich
- Solarenergie ist Bürgerenergie
- Zukunftssichere Investition
- Wertsteigerung für Ihre Immobilie



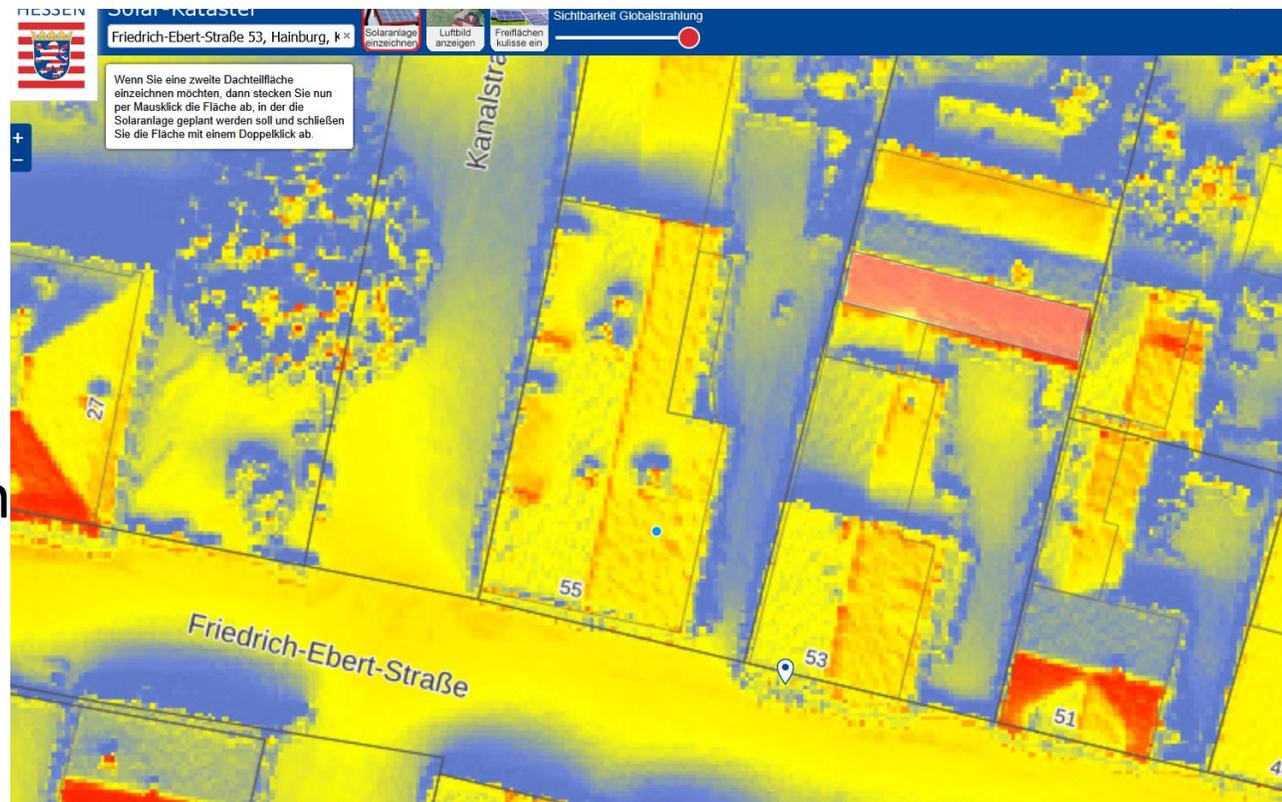
<https://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html>

# Die Strategiefraage

- Soll die Anlage möglichst wirtschaftlich sein?
- Soll mit der Anlage ein möglichst hoher Autarkiegrad/Deckungsgrad erreicht werden?
- Soll sich die Anlage architektonisch möglichst gut einfügen?

# Welchen Ertrag kann man erwarten?

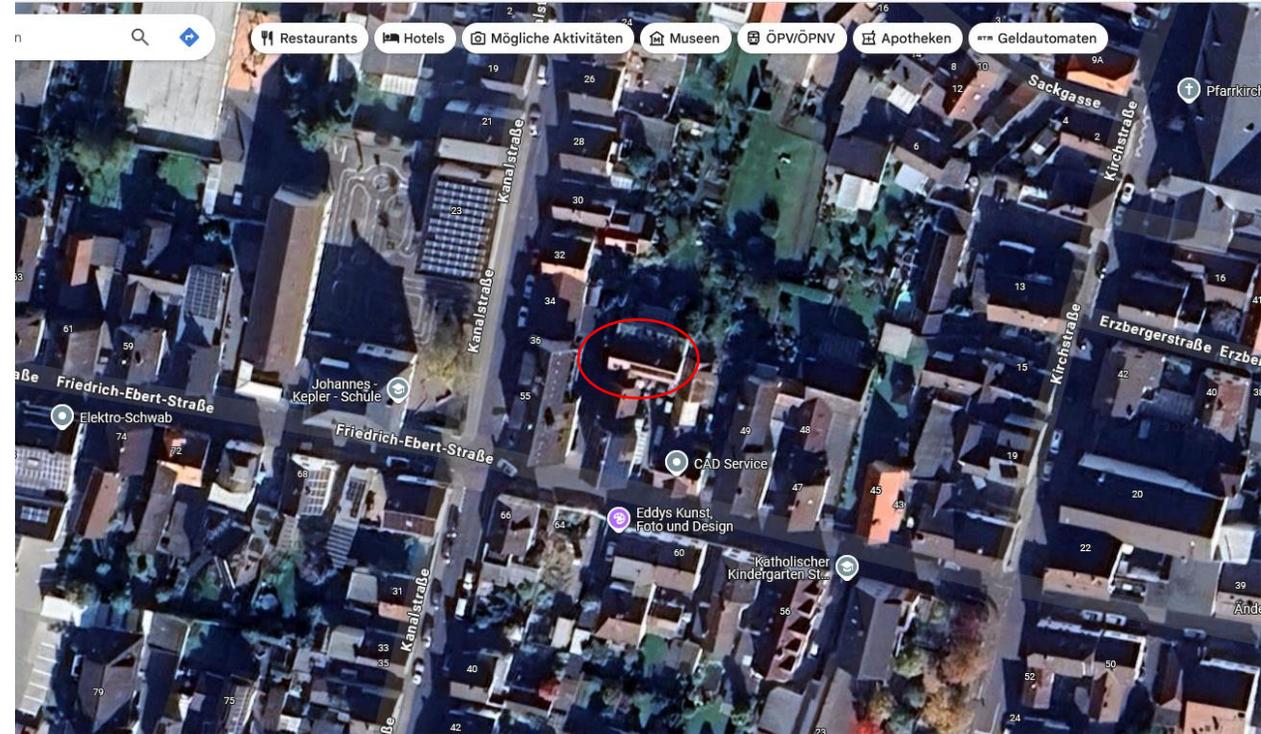
- Der Ertrag wird üblicherweise auf ein kWp normiert.
- Bei einer optimalen Südausrichtung ist mit ca. 1.000kWh/kWp/a zu rechnen
- Bei einer Ost-/West-Ausrichtung ist mit 800kWh/kWp/a zu rechnen
- Eine erste gute Abschätzung funktioniert mit dem Solarkataster Hessen



Quelle: Solarkataster Hessen

# Was beeinflusst den Strom-Ertrag?

- Der Ertrag ist stark abhängig von Verschattungen
- Hinterlüftung der Anlage
- Ausrichtung horizontal
- Ausrichtung vertikal
- Komponenten müssen aufeinander abgestimmt sein
- Gute Komponenten (z.B. Leiterquerschnitte....)



# Wirtschaftlichkeit

- Einnahmen
  - Einspeisevergütung
  - Eingesparte Stromkosten
- Ausgaben
  - Investition/Abschreibung
  - Betriebskosten
  - Kapitalkosten (Zinsen)
- Erste Berechnung mit dem Solarkataster Hessen
- Genauere Berechnung durch den Fachbetrieb



Photovoltaik-Ertragsrechner

[https://solar-kataster-hessen.de/apps2/hessen\\_sod\\_lea/solarondemand](https://solar-kataster-hessen.de/apps2/hessen_sod_lea/solarondemand)

## Photovoltaik-Ertragsrechner

Seite drucken



### PV-Anlage

Modulfläche (m²)  ?

Ausgangs-Neigung  ?

Ziel-Neigung  ?

Ausrichtung  ?

Jährl. Globalstrahlung (kWh/m²)  ?

Wirkungsgrad  ?

Modulleistung (kW<sub>p</sub>)  ?

Jährl. Stromertrag (kWh)  ?

### Eigenverbrauch

Jährl. Fahrleistung E-Auto (km)  ?

Wärmepumpe (jährl. Wärmebedarf in kWh)  ?

Jährl. Stromverbrauch (kWh)  ?

Verbrauchsprofil  ?

Stromspeicher  ?

Nettokosten Stromspeicher (€)  ?

Autarkiegrad  ?

Ihr aktueller Stromtarif (Cent/kWh)  ?

Jährl. Strompreisanstieg  ?

### Einnahmen und Kosten

Inbetriebnahme  ?

Volleinspeisung  ?

Vergütung (Cent/kWh)  ?

unter 10 kW <sub>p</sub>	10 kW <sub>p</sub> bis 40 kW <sub>p</sub>	40 kW <sub>p</sub> bis 100 kW <sub>p</sub>
8,03 c/kWh	6,95 c/kWh	5,68 c/kWh

Anlagenpreis je kW<sub>p</sub> (€/kW<sub>p</sub>)  ?

Gesamtkosten (netto, €)  ?

Laufzeit (Jahre)  ?

Laufende jährl. Kosten (%)  ?

### Finanzierung

Verfügbares Eigenkapital (€)  ?

Darlehensbetrag (€)  ?

Fördermöglichkeiten [Hier klicken](#)

Jährlicher Darlehenszins (%)  ?

Darlehenslaufzeit (Jahre)  ?

Netto-Anlagenpreis berechnet nach dem monatlich aktualisierten Preisindex von [pvxchange](#). Bitte beachten Sie, dass die Angebotspreise je nach Marktlage, Anbieter und örtl. Gegebenheiten abweichen können.

**Berechnen**

Den KI-Assistenten fragen

# Wirtschaftlichkeit



- Zahlungsströme

Photovoltaik-Ertragsrechner

[https://solar-kataster-hessen.de/apps2/hessen\\_sod\\_lea/solarondemand\\_..](https://solar-kataster-hessen.de/apps2/hessen_sod_lea/solarondemand_..)

## Photovoltaik-Ertragsrechner

[Angaben bearbeiten](#) | [Seite drucken](#)



### Produktion

Gewählte Leistung	11,2 kWp (56,0 m²)
Stromproduktion	10.492 kWh / Jahr
Stromeinspeisung	8.879 kWh / Jahr (85%) ?
Vergütung	7,91 Cent / kWh

### Investition / Finanzierung

Investitionsvolumen	14.784 €
Laufende Kosten	148 € / Jahr
Darlehensbetrag	0 €
KfW Förderung	0 €
Darlehen	4,00 % / 10 Jahre

### Eigenverbrauch

Stromverbrauch	3.500 kWh / Jahr
Eigenverbrauch	1.613 kWh / Jahr (15%) ?
Stromspeicher	0,0 kWh ?

Strompreisanstieg	2 %
Stromkostensparnis	543 € im 1. Jahr ?
Autarkiegrad	46 % ?

### Individuelle Ertragsrechnung

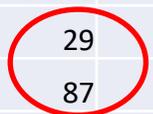
Jahr	Einspeise- vergütung	Stromkosten- ersparnis	Direktver- marktung	Rest- darlehen	Kredit- rate	Jahres- Saldo	Saldo Gesamt
1	702,-	543,-	0,-	0,-	0,-	-13.687,-	-13.687,-
2	702,-	554,-	0,-	0,-	0,-	-1.108,-	-12.579,-
3	702,-	565,-	0,-	0,-	0,-	1.119,-	-11.460,-
4	702,-	576,-	0,-	0,-	0,-	1.130,-	-10.330,-
5	702,-	588,-	0,-	0,-	0,-	1.142,-	-9.188,-
6	702,-	600,-	0,-	0,-	0,-	1.154,-	-8.034,-
7	702,-	612,-	0,-	0,-	0,-	1.166,-	-6.868,-
8	702,-	624,-	0,-	0,-	0,-	1.178,-	-5.690,-
9	702,-	636,-	0,-	0,-	0,-	1.190,-	-4.500,-
10	702,-	649,-	0,-	0,-	0,-	1.203,-	-3.297,-
11	702,-	662,-	0,-	0,-	0,-	1.216,-	-2.081,-
12	702,-	675,-	0,-	0,-	0,-	1.229,-	-852,-
13	702,-	689,-	0,-	0,-	0,-	1.243,-	391,-
14	702,-	703,-	0,-	0,-	0,-	1.257,-	1.648,-
15	702,-	717,-	0,-	0,-	0,-	1.271,-	2.919,-
16	702,-	731,-	0,-	0,-	0,-	1.285,-	4.204,-
17	702,-	746,-	0,-	0,-	0,-	1.300,-	5.504,-
18	702,-	760,-	0,-	0,-	0,-	1.314,-	6.818,-
19	702,-	776,-	0,-	0,-	0,-	1.330,-	8.148,-
20	702,-	791,-	0,-	0,-	0,-	1.345,-	9.493,-
<b>Gesamt</b>	<b>14.040,-</b>	<b>13.197,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>0,-</b>	<b>9.493,-</b>	<b>9.493,-</b>

Erträge nach 20 Jahren: Vergütung für eingespeisten Strom: **14.040 €**  
 Stromkostensparnis durch eigenverbrauchten Strom: **13.197 €**  
 Umsatz durch direktvermarkteten Strom: etwa **0 €**  
 Abzüglich aller Kosten ergibt sich ein Saldo von: **9.493 € Gewinn.**

Haftungsausschluss: Die Berechnungsergebnisse sind unverbindlich und dienen lediglich als Orientierung. Individuelle Gegebenheiten, die nicht hier abgebildet werden können, müssen berücksichtigt werden. Zudem ist eine Gewährleistung für die Richtigkeit der Ergebnisse ausgeschlossen. Eine Prüfung im Einzelfall ist erforderlich.

# Wirtschaftlichkeit vs. Autarkie

		Anlage ohne Wärmepumpe ohne Speicher, WP und eKfz	Anlage mit Speicher 8kWh	Anlage mit Speicher mit Wärmepumpe 25.000kWh bisher	Anlage mit Speicher mit Wärmepumpe 25.000kWh bisher und E-Kfz 5.000km/a
Modulfläche	m <sup>2</sup>	56	56	56	56
Dachneigung	°	44	44	44	44
Leistung	kWp	11,2	11,2	11,2	11,2
Stromproduktion	kWh/a	10.492	10.492	10.492	10.492
Einspeisevergütung	€/kWp	7,91	7,91	7,91	7,91
Stromtarif heute	€/kWh	0,34	0,34	0,34	0,34
Anschaffungspreis pro kWp	€/kWp	1.320	1.320	1.320	1.320
Anschaffungspreis gesamt	€	14.784	20.384	20.384	20.384
Aktueller Stromverbrauch	kWh/a	3.500	3.500	3.500	13.584
Eigenverbrauch	%	15	29	42	44
Autarkiegrad	%	46	87	34	34
Betriebskosten pro Jahr	%	1	1	1	1
Gewinn lt. Solarkataster 20 Jahre	€	9.493	12.188	20.946	22.929



# Empfehlung bzgl. Speicher

- Entscheidung abhängig von „Strategie“
  - Wenn hoher Deckungsgrad gewünscht ist, Anlage überdimensionieren und Speicher anschaffen
  - Wenn hohe Wirtschaftlichkeit gewünscht ist, Anlage knapp dimensionieren und keinen Speicher anschaffen
- ??Abwarten, bis bidirektionales Laden/Speichern bei den E-Autos möglich ist
- Strom ggf. als Warmwasser speichern. Das ist eine gute Alternative, im Sommer mit Solarstrom Wärme zu erzeugen, ggf. mit einer kleinen Wärmepumpe unterstützt
- <https://www.volkswagen.de/de/elektrofahrzeuge/elektromobilitaet-erleben/elektroauto-technologie/bidirektionales-laden-die-batterie-des-e-autos-als-stromspeicher.html>

# Dimensionierungsregeln

- Anlage ohne Speicher, ohne Kfz
  - Stromverbrauch pro Jahr / 1.000 => Anlage in kWp, dann ist die wahrscheinlich wirtschaftlich
  - **Dach voll machen => spez. Preis sinkt mit jedem zusätzlichen kWp (Fixkostenverteilung)**
- Speicher
  - Grob Stromverbrauch / 1000 = Kapazität des Speichers in kWh (aufrunden)
  - Maximal Leistung der PV-Anlage in kWp = Kapazität des Speichers in kWh
- Speicher kann nachgerüstet werden, wenn sich Verhältnisse ändern
  - E-Kfz wird angeschafft
  - Wärmepumpe wird angeschafft
  - Familie vergrößert sich
  - ...
- DC-Kopplung besser als AC-Kopplung
  - Das spricht dafür, gleich einen Speicher anzuschaffen

# Was muss man technisch beachten?

- Anlage sollte unverschattet sein
  - Statik des Daches
  - Leitungen müssen vom Dach zum Wechselrichter geführt werden können
  - Platz für Wechselrichter
  - Platz im Zählerschrank oder für zusätzlichen Verteiler
- => mit Handwerker klären
- Denkmalschutz
  - Vorgaben der Gemeinde
  - Entsorgung  
<http://www.pvcycle.org/de/>

# Was ist administrativ zu beachten?

1. Erste Bedarfs- und Nutzenplanung (z.B. mit dem Solarkataster Hessen)
2. Angebote von Fachfirmen einholen mit konkreter Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
3. Finanzierung klären ggf. Versicherung auswählen
4. Ggf. Prüfung der Statik und ob Genehmigungen notwendig sind (z.B. Denkmalschutz)
5. Auswahl der Fachfirma mit dem besten Angebot
6. Netzanschlussbegehren bei der Mainnetz\*, Antrag Messstellenbetrieb (macht Fachfirma)
7. Anlage bauen
8. Inbetriebnahme
9. Anmeldung bei Bundesnetzagentur und ggf. beim Finanzamt

\* Die Mainnetz GmbH ist der lokale Netzbetreiber in Hainburg

## • Neuregelung

- Seit dem 01.01.2023 werden 0% Umsatzsteuer fällig!
- Anlagen bis 30kWp sind auch von der Einkommenssteuer befreit. Damit müssen keine Einnahmen-Überschussrechnung und keine Angaben bei der Einkommenssteuererklärung mehr gemacht werden.
- Für Anlagen auf Miet- und Gewerbeobjekten gelten besondere Regeln

# Exkurs Balkonanlagen oder Stecker-Solaranlagen



- Das sind kleine Anlagen, die selbst montiert werden können
- Wechselrichter muss ab 01.05.2024 auf maximal 800Watt begrenzen
- Wechselrichter muss einen NA-Schutz integriert haben, das bedeutet, dass sich die Spannung sofort abschalten muss, wenn der Stecker gezogen wird oder das Stromnetz weg ist
- Mechanisch gut befestigen
- Montagelösung sorgfältig auswählen

# AMU unterstützt bei der Beschaffung

- Kooperation mit Reg e.V.;  
Sammelbestellungen sorgen für günstigen Preis
- Wunsch unter [info@amu-hainburg.de](mailto:info@amu-hainburg.de) äußern
- Wir beraten dann hinsichtlich Anlagenkomponenten, Montagegestell und Vorgehensweise und geben Rabattcode für Sammelbesteller aus
- Anlage selbst bestellen unter [www.oekostromhelden.de/gutschein-sammelbestellung/](http://www.oekostromhelden.de/gutschein-sammelbestellung/)
- Ökostromhelden schicken Rechnung für die Vorkasse
- Rechnung bezahlen
- Ökostromhelden liefern Anlage nach Hause und zwar für alle Besteller an einem Tag => spart Transportkosten und Aufwand für Abholung bei uns

# Solarthermie



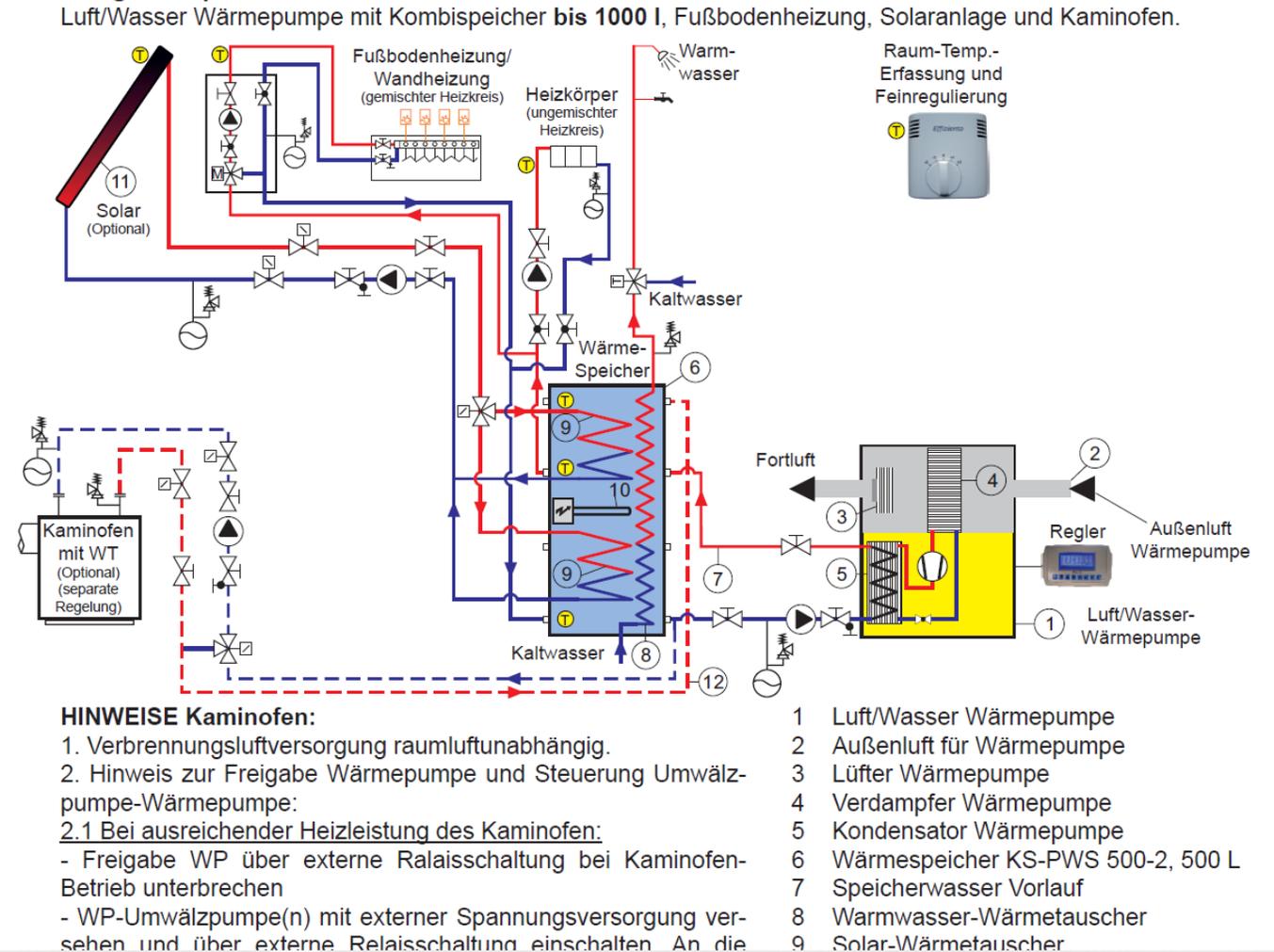
# Warmwasserspeicher zur Speicherung

- Bevor man Strom für 8 Cent pro kWh einspeist, kann man ihn im Warmwasserspeicher speichern und damit die Wärmeerzeugung mit Gas/Öl/Pellets einsparen.
- Das ist besonders interessant, wenn die Gas- und Ölpreise über 8Cent/kWh liegen.
- Mit einem Heizstab und einer passenden Regelung ist das technisch einfach zu realisieren
- Auch eine Brauchwasserwärmepumpe kann eine Lösung sein



# Was ist Solarthermie?

- Energie der Sonnenstrahlen wird genutzt, um eine „Solarfluid“ zu erwärmen
- Solarfluid erwärmt dann Warmwasser im Trinkwasserspeicher oder Heizungswasser im Pufferspeicher



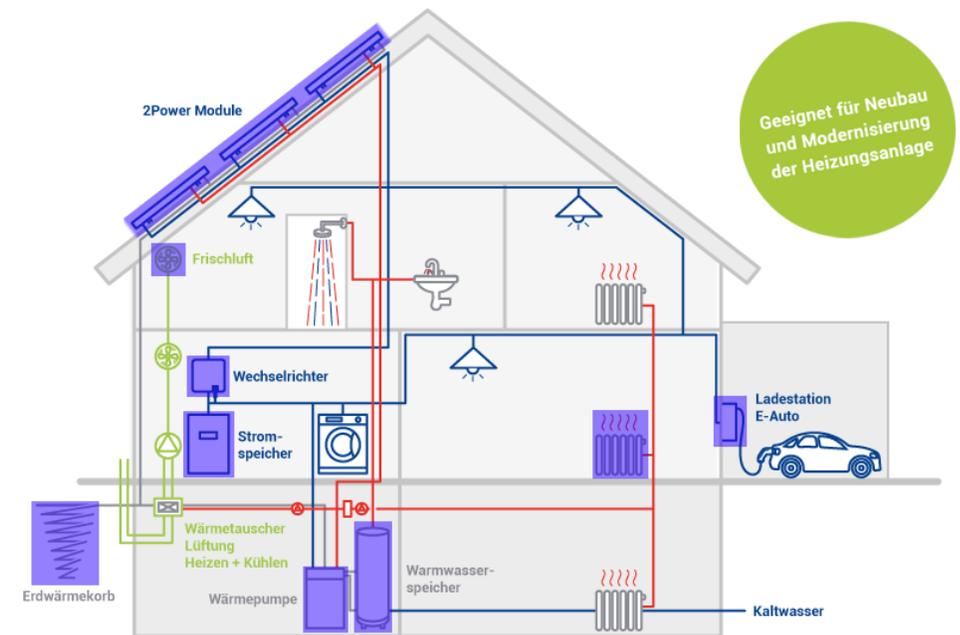
Beispiel für eine Hydraulik

Quelle: Projektierungshandbuch Effiziento Haustechnik GmbH 2014

# Innovative Lösungen

- Niedertemperaturlösungen
  - E-Tank (Erdtank)
  - Eisspeicher groß
  - Eisspeicher klein (z.B. Solaera von Consolar)
  - Hybridmodule bzw. PVT-Module, die Wärme und Strom erzeugen (z.B. 2power, Solaris)
- Einsatz von Wärmepumpen mit Jahresarbeitszahlen wie Erdsonden WP
- Regeneration des Mediums erfolgt über die thermische Solaranlage oder die PVT-Anlage
- Genaue Dimensionierung notwendig

Auf den lila Flächen finden Sie weitere Informationen.



**Das effizienteste aller Wärmepumpen-Systeme**

# Photovoltaik vs. Solarthermie

## Vorteile PV

- Strom ist universell einsetzbar (Strom, Wärme, Mobilität)
- Keine bewegten Teile
- Leitungssystem relativ einfach installierbar
- Mit WP kann Wärme effizient bereitgestellt werden, für Warmwasser gibt es auch Klein-Wärmepumpen

## Nachteile PV

- Flächeneffizienz kleiner als bei Solarthermie ??
  - PV etwa 200kWh/m<sup>2</sup>/a
  - Solarthermie etwa 300 bis 500kWh/m<sup>2</sup>/a
  - PV mit Wärmepumpe > 600kWh/m<sup>2</sup>

# Fazit



- Energiesparen geht vor
- Photovoltaik ist ausgereifte Technik
- Solarthermie ist ausgereifte Technik
- Strom ist höherwertiger Energieträger, da universeller nutzbar
- Statt Batteriespeicher Autobatterie (E-Kfz, bidirektionales Laden) und Warmwasserspeicher bedenken
- Bei gleichzeitiger Heizungs- oder Gebäudesanierung spezielle hocheffiziente Lösungen bedenken
- Bei enger Bebauung an PVT-Lösungen denken

Und jetzt?

Durchstarten!

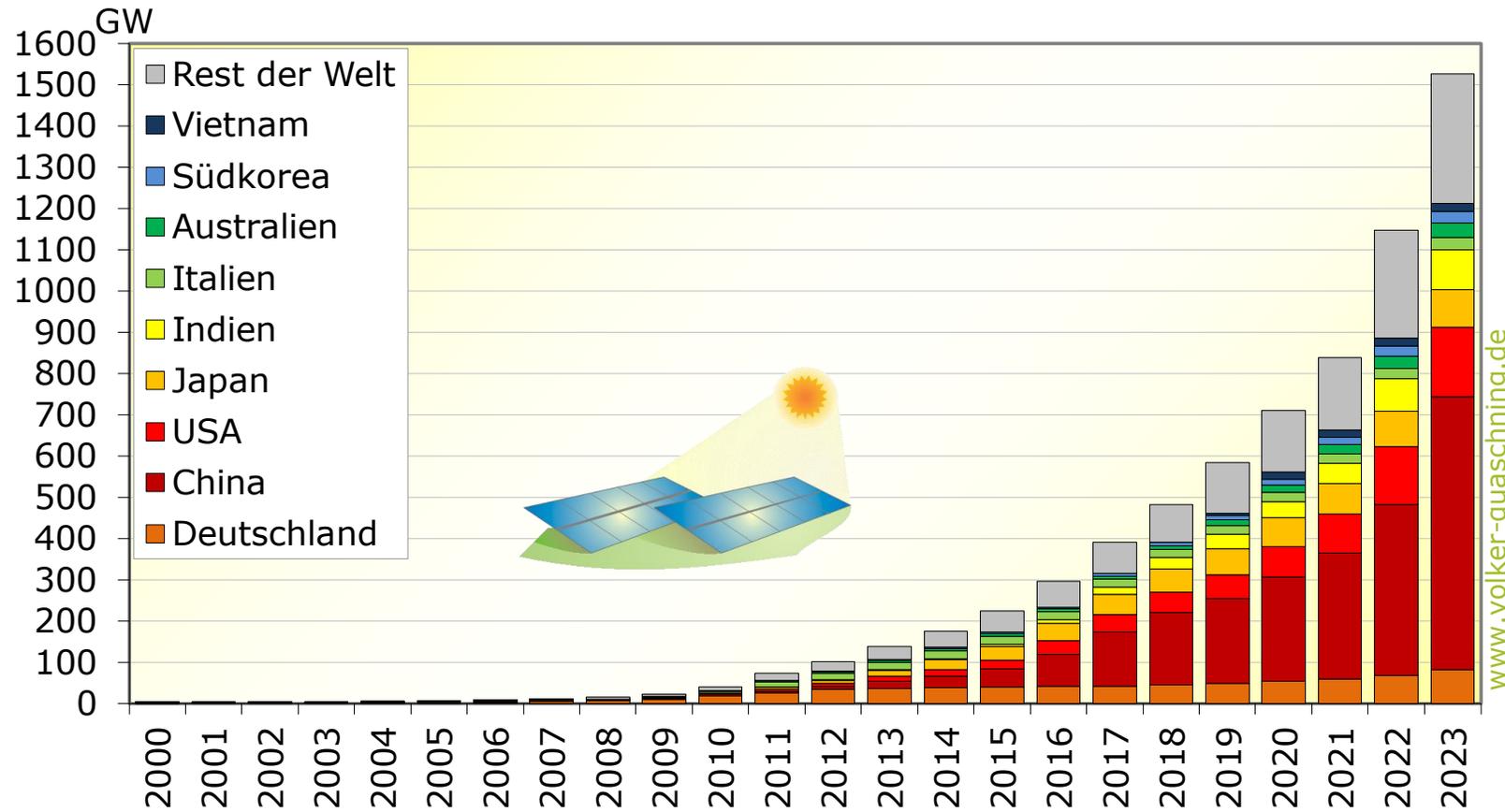
Die Präsentation finden Sie unter [www.amu-hainburg.de](http://www.amu-hainburg.de)

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit und viel Erfolg  
bei der Realisierung Ihres  
Projektes

# Backup



# Weltweit installierte Photovoltaikleistung in Gigawatt (GW)



Weltweit installierte Photovoltaikleistung in Gigawatt (GW). Quellen: IEA PVPS und Solar Power Europe, CC BY 4.0 DE: Volker Quaschnig.

# Nützliche Links



- Online-Tools

- [www.verbraucherzentrale.nrw/solarrechner](http://www.verbraucherzentrale.nrw/solarrechner)
- Solarkataster Hessen  
[https://www.gpm-webgis-12.de/geoapp/frames/index\\_ext2.php?gui\\_id=hessen\\_sod\\_03](https://www.gpm-webgis-12.de/geoapp/frames/index_ext2.php?gui_id=hessen_sod_03)
- <https://www.test.de/Photovoltaik-Rechner-1391893-0/>
- [www.pv-now-easy.de](http://www.pv-now-easy.de)
- [solar.htw-berlin.de/rechner](http://solar.htw-berlin.de/rechner)
- <https://www.co2online.de/service/energiesparchecks/photovoltaikcheck/>

- Speicher

- Stiftung Warentest  
<https://www.test.de/Stromspeicher-im-Test-Solarstrom-effizient-speichern-spart-Geld-5977464-0/>
- Batteriespeicher-Inspektion der HTW  
[solar.htw-berlin.de/studien](http://solar.htw-berlin.de/studien)
- [www.verbraucherzentrale.nrw/node/24589](http://www.verbraucherzentrale.nrw/node/24589)
- [https://www.lehrbuch-photovoltaik.de/abbildungen\\_6.html](https://www.lehrbuch-photovoltaik.de/abbildungen_6.html)



# Nützliche Links

- <https://www.gesetze-im-internet.de/>
  - [www.energy-charts.de](http://www.energy-charts.de)
  - [Machdeinenstrom.de](http://Machdeinenstrom.de)
  - [www.pvplug.de/](http://www.pvplug.de/)
  - <https://www.volker-quaschning.de/index.php>
  
  - <https://www.topregal.com/de/solar-parkplatz-konfigurator/>
  - [Shop-desonna.de](http://Shop-desonna.de) Indach-Solar Solrif
- Finanzamt  
[www.finanzamt.bayern.de/Informationen/Steuerinfos/Weitere\\_Themen/Photovoltaikanlagen](http://www.finanzamt.bayern.de/Informationen/Steuerinfos/Weitere_Themen/Photovoltaikanlagen)

# Bücher



- Stiftung Warentest: Photovoltaik und Batteriespeicher
- Verbraucherzentrale NRW: Ratgeber Photovoltaik
- Volker Quaschnig: Regenerative Energiesysteme
- Konrad Mertens: Photovoltaik