

Photovoltaik für mich

Arbeitsgemeinschaft Mensch und Umwelt (AMU)

Wattbewerb: Unterstützt von der Gemeinde Hainburg

27.09.2024

Referent: Michael Sterker, Horst Winter



Arbeitsgemeinschaft Mensch und Umwelt (AMU)



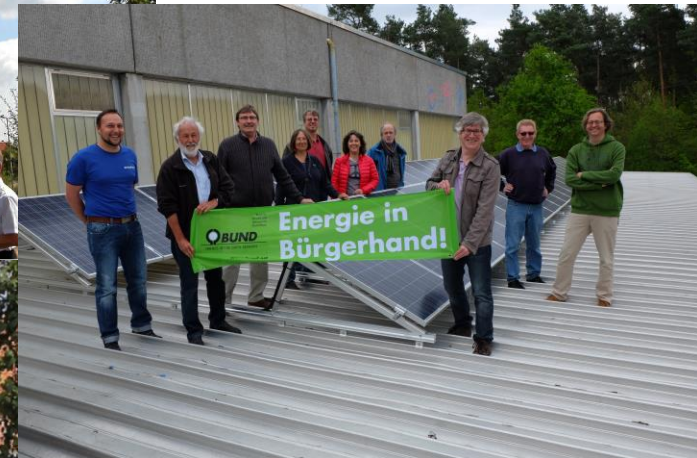
Die Arbeitsgemeinschaft Mensch und Umwelt

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

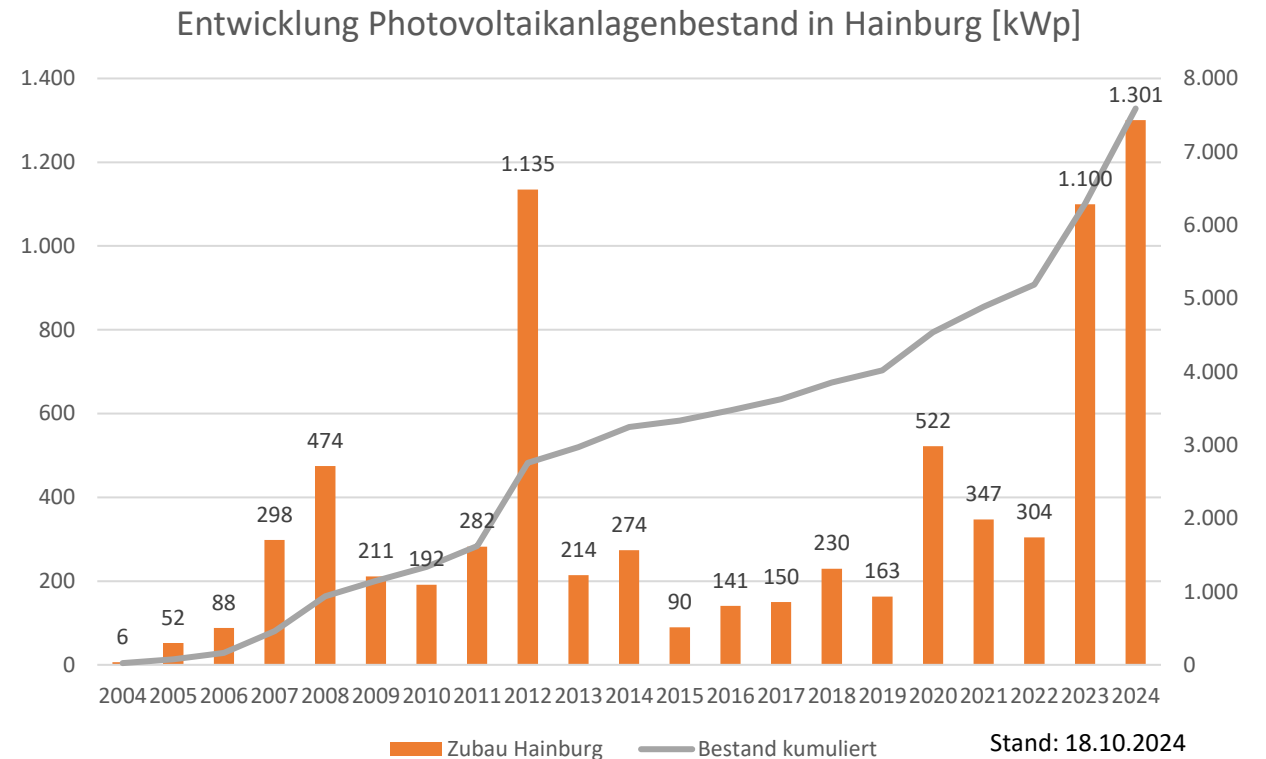
- Energiepreise steigen stark
- Deutschland importiert Großteil der notwendigen Energie
- Die Lebensweise in Deutschland ist energieintensiv
- Andere streben auch unseren Wohlstand an
- Klimazerstörung



Zubau in Hainburg

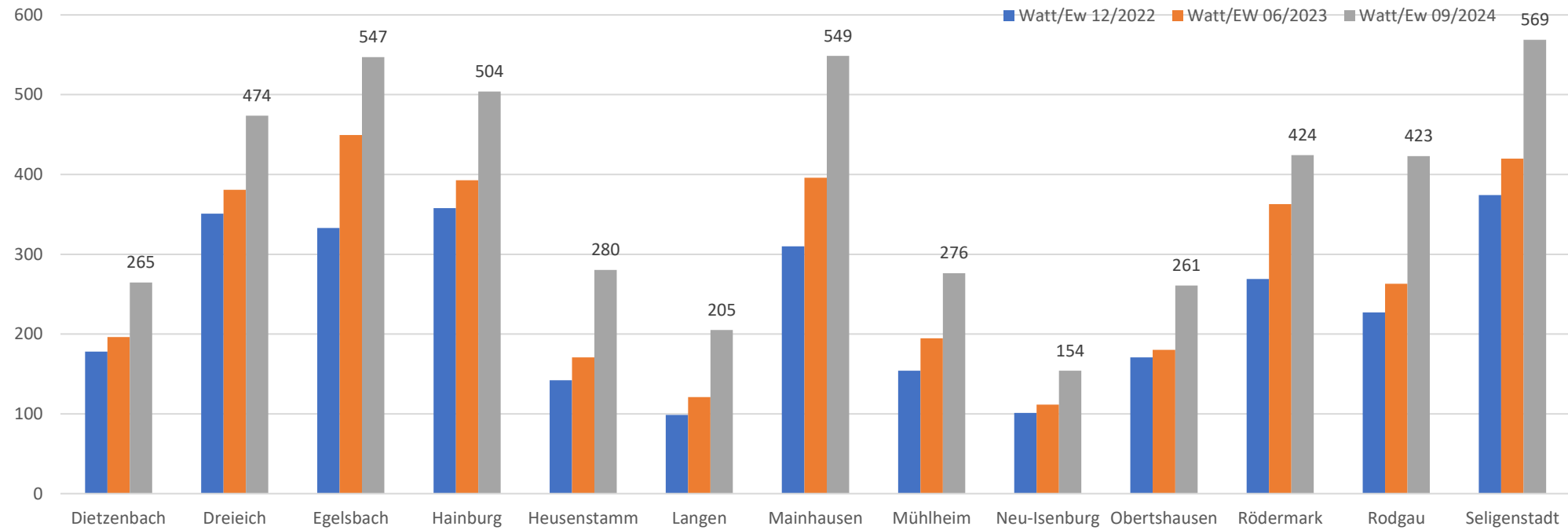
- Hainburg 527 Watt/Ew.
- Bundesweit 1.134 Watt/Ew.
- Hessen 682 Watt/Ew.
- Bayern 1.898 Watt/Ew.

Grafik Stand 18.10.2024 Quelle: Marktstammdatenregister



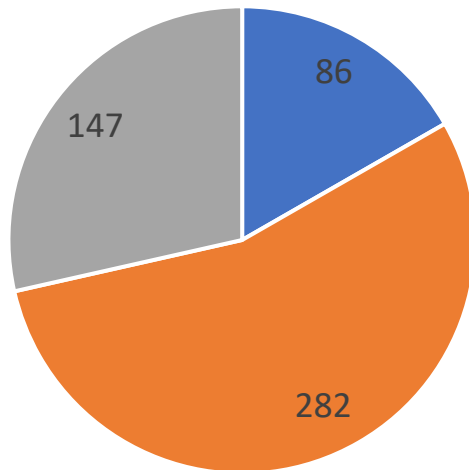
Situation im Kreis Offenbach

Installierte PV-Leistung pro Einwohner
[Watt/Ew]



Energieverbrauch in Hainburg

Verbrauch in GWh

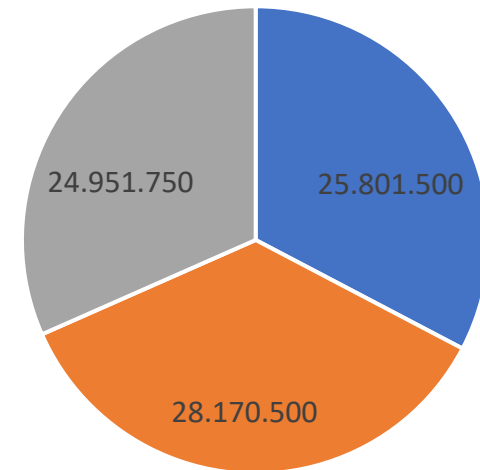


■ Strom ■ Wärme ■ Kraftstoffe

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



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

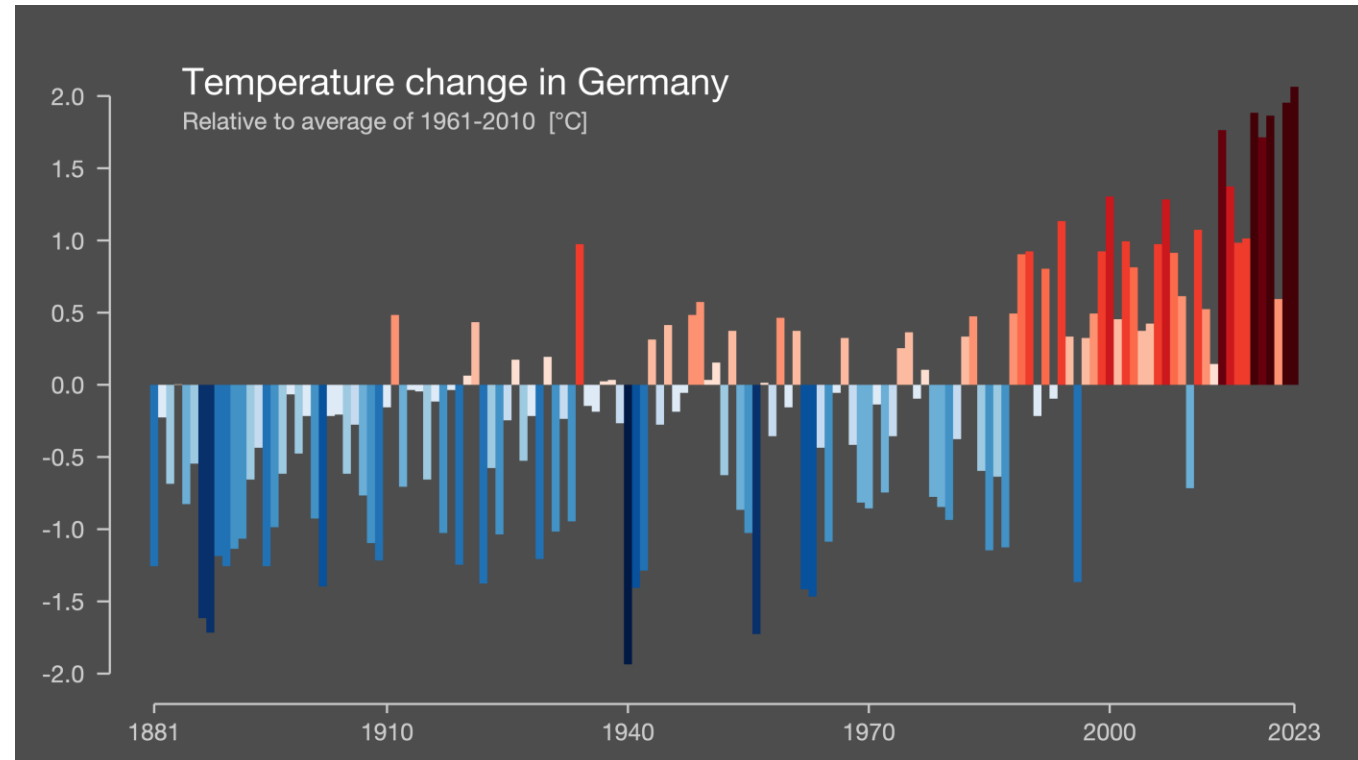


Was kostet eine Anlage?

- 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 1.200€/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 CO₂-Ausstoß
- Photovoltaik ist aktiver Klimaschutz
- Photovoltaik lohnt sich
- Solarenergie ist Bürgerenergie
- Zukunftssichere Investition
- Wertsteigerung für Ihre Immobilie



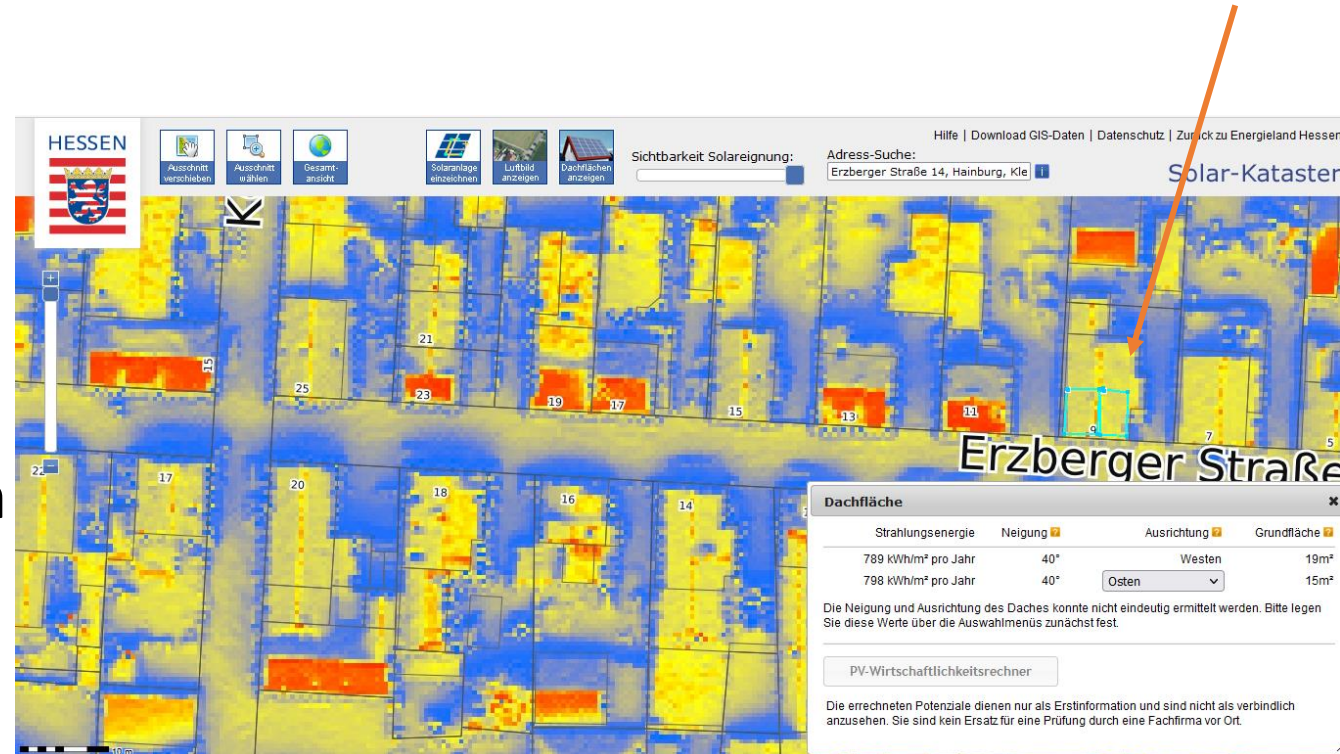
<https://showyourstripes.info/c/europe/germany/all>

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....)



Quelle: google maps

Wirtschaftlichkeit

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

Individueller Ertragsrechner Photovoltaik [Seite drucken] **A A A**

▼ Anlagenleistung

	Teilfläche 1	Teilfläche 2
Grundfläche (m²)	19	15
Modulfläche (m²)	25	20
Neigung	40	40
Ziel-Neigung	40	40
Ausrichtung	Westen	Osten

Modulfläche 45
Modultyp Kristallin
Wirkungsgrad 21 %
kW_p 8,2
Stromproduktion 5995

▼ Eigenverbrauch

Fahrleistung Elektroauto / Jahr 0
Stromverbrauch / Jahr 3500
Verbrauchsprofil Haushalt, dur
Stromspeicher ohne Akku-Sy
Kosten Stromspeicher Netto (€) 0
Deckungsgrad 38 %
Ihr aktueller Stromtarif 33,67
Strompreisanstieg pro Jahr 2 %

▼ Einnahmen und Kosten

Inbetriebnahme Januar 2024
Vergütung (Cent/kWh) 8,20

unter 10 kW _p	10 kW _p bis 40 kW _p	40 kW _p bis 100 kW _p
8,20 c/kWh	7,10 c/kWh	5,80 c/kWh



Anlagenpreis je kW_p (€/kW_p) 1336
Gesamtkosten Netto (€) 10955
Laufzeit (Jahre) 20
Laufende Kosten pro Jahr (% der Gesamtkosten) 1,0


▼ Darlehen

Verfügbares Eigenkapital (€) 10955
Darlehensbetrag (€) 0
KfW-Zuschuss (€) 0
Jährlicher Darlehenszins (%) 4,0
Darlehenslaufzeit (Jahre) 10

Netto-Anlagenpreis berechnet nach dem monatlich aktualisierten Preisindex von pvXchange

Berechnen







pvXchange
YOUR PV MARKETPLACE

Wirtschaftlichkeit

- Zahlungsströme



Individueller Ertragsrechner Photovoltaik

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

A A A

Produktion

Gewählte Leistung 8,2 kWp (45,0 m²)
 Stromproduktion 5.995 kWh / Jahr
 Stromeinspeisung 4.668 kWh / Jahr (78%)
 Vergütung 8,20 Cent / kWh
 Direktvermarktung 0 kWh (0%)

Investition / Finanzierung

Investitionsvolumen 10.955 €
 Laufende Kosten 110 € / Jahr
 Darlehensbetrag 0 €
 KfW Förderung 0 €
 Darlehen 4,00 % / 10 Jahre

Eigenverbrauch

Stromverbrauch 3.500 kWh / Jahr
 Eigenverbrauch 1.327 kWh / Jahr (22%)
 Stromspeicher 0,0 kWh (Entladetiefe 80%)
 EEG Umlage 0 €

Strompreisanstieg 2 %
 Stromkosteneinsparung 447 € im 1. Jahr
 Deckungsgrad 38 %

Individuelle Ertragsrechnung

Jahr	Einspeise- vergütung	Eigen- verbrauch	Direkt- marktung	Rest- darlehen	Kredit- rate	Jahres- Saldo	Saldo Gesamt
1	383,-	447,-	0,-	0,-	0,-	-10.235,-	-10.235,-
2	383,-	456,-	0,-	0,-	0,-	729,-	-9.506,-
3	383,-	465,-	0,-	0,-	0,-	738,-	-8.768,-
4	383,-	474,-	0,-	0,-	0,-	747,-	-8.021,-
5	383,-	484,-	0,-	0,-	0,-	757,-	-7.264,-
6	383,-	493,-	0,-	0,-	0,-	766,-	-6.498,-
7	383,-	503,-	0,-	0,-	0,-	776,-	-5.722,-
8	383,-	513,-	0,-	0,-	0,-	786,-	-4.936,-
9	383,-	523,-	0,-	0,-	0,-	796,-	-4.140,-
10	383,-	534,-	0,-	0,-	0,-	807,-	-3.333,-
11	383,-	545,-	0,-	0,-	0,-	818,-	-2.515,-
12	383,-	556,-	0,-	0,-	0,-	829,-	-1.686,-
13	383,-	567,-	0,-	0,-	0,-	840,-	-846,-
14	383,-	578,-	0,-	0,-	0,-	851,-	5,-
15	383,-	590,-	0,-	0,-	0,-	863,-	868,-
16	383,-	601,-	0,-	0,-	0,-	874,-	1.742,-
17	383,-	613,-	0,-	0,-	0,-	886,-	2.628,-
18	383,-	626,-	0,-	0,-	0,-	899,-	3.527,-
19	383,-	638,-	0,-	0,-	0,-	911,-	4.438,-
20	383,-	651,-	0,-	0,-	0,-	924,-	5.362,-
Gesamt	7.660,-	10.857,-	0,-	0,-	0,-	5.362,-	5.362,-

Erträge nach 20 Jahren:

Vergütung für eingespeisten Strom: **7.660 €**
 Stromkostensparnis durch eigenverbrauchten Strom: **10.857 €**
 Umsatz durch direktvermarkteten Strom: etwa **0 €**

Abzüglich aller Kosten ergibt sich ein Saldo von: 5.362 € Gewinn.

Für die Richtigkeit der Berechnung wird keine Garantie übernommen. Die Ergebnisse müssen im Einzelfall geprüft werden.
 Kosten und Gewinne, die aus einem negativen bzw. positiven Kontostand entstehen (z.B. durch Überzugszinsen oder Guthabenzinsen), sind in dieser Kalkulation nicht enthalten.
 Beachten Sie abweichende Einspeisevergütungen durch eine Drosselung der Einspeisung bei Spitzenwerten durch den Netzbetreiber (Einspeisemanagement).

Wirtschaftlichkeit vs. Autarkie

		Anlage ohne Wärmepumpe ohne Speicher, WP und eKfz	Anlage mit Speicher 6kWh	Anlage ohne Speicher mit E-Kfz E-Kfz 5.000km/a	Anlage mit WP ohne Speicher, ohne E-Kfz
Modulfläche	m ²	45	45	45	45
Dachneigung	°	40	40	40	40
Leistung	kWp	8,2	8,2	8,2	8,2
Stromproduktion	kWh/a	5.995	5.995	5.995	5.995
Einspeisevergütung	€/kWp	8,2	8,2	8,2	8,2
Stromtarif heute	€/kWh	0,34	0,34	0,34	0,34
Anschaffungspreis pro kWp	€/kWp	1.336	1.336	1.336	1.336
Anschaffungspreis gesamt	€	10.955	17.355	10.955	10.955
Aktueller Stromverbrauch	kWh/a	3.500	3.500	3.500	13.500
Eigenverbrauch	%	22	43	25	45
Deckungsgrad	%	38	73	35	20
Betriebskosten pro Jahr	%	1	1	1	1
Gewinn lt. Solarkataster 20 Jahre	€	5.362	5.690	6.455	14.316



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
 - Entsorgung
<http://www.pvcycle.org/de/>
- => mit Handwerker klären

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

• 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

* Die Mainnetz GmbH ist der lokale Netzbetreiber in Hainburg

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 äußern
- Wir beraten dann hinsichtlich Anlagenkomponenten, Montagegestell und Vorgehensweise und geben Rabattcode für Sammelbesteller aus
- Anlage selbst bestellen unter 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



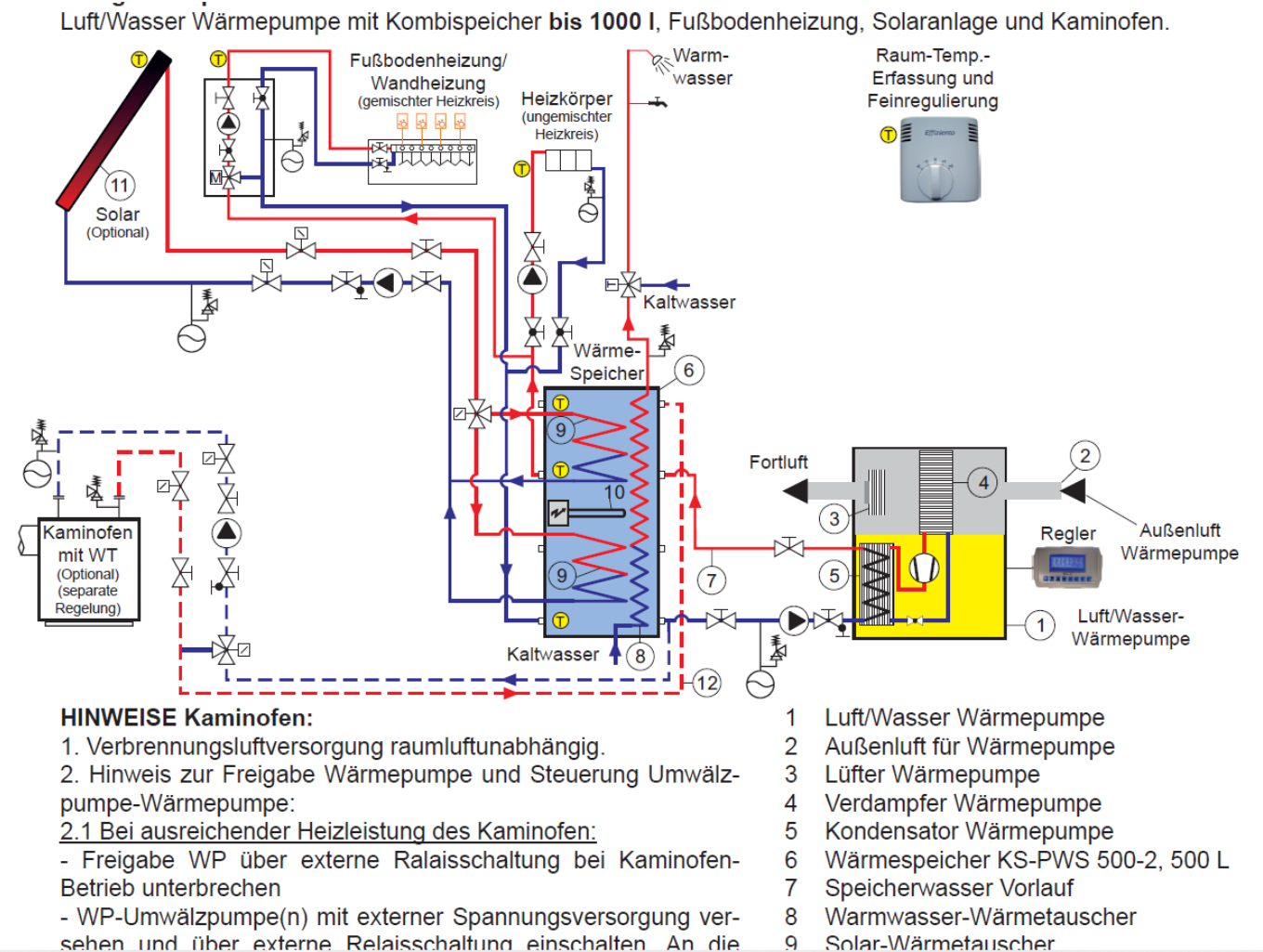
Warmwasserspeicher zur Speicherung

- 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



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/m²/a
 - Solarthermie etwa 300 bis 500kWh/m²/a
 - PV mit Wärmepumpe > 600kWh/m²

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

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

Backup

Wirtschaftlichkeit eines Speichers

- Die Differenz zwischen der Einspeisevergütung und der Stromkostensparnis muss die Kosten für den Speicher decken
- Beispiel: Stromverbrauch pro Jahr 5.000kWh; Stromertrag 5.000kWh; Deckungsgrad ohne Speicher 30%, Deckungsgrad mit Speicher 60%
- Für 5.000kWh * 30% * (0,26€ Strompreis - 0,08€ Einspeisevergütung) = 1.500kWh * 0,18€ = 270€
- Für 5.000kWh * 30% * (0,38€ Strompreis - 0,08€ Einspeisevergütung) = 1.500kWh * 0,30€ = 450€
- Wenn ein Speicher 10 Jahre funktioniert, dann darf er 10 * 270€ = 2.700€ kosten. Ein Speicher mit 6kWh kostet aber etwa 6.000€.

Nützliche Links

- Online-Tools

- www.verbraucherzentrale.nrw/solarrechner
- Solarkataster Hessen
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
- 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
- www.verbraucherzentrale.nrw/node/24589
- https://www.lehrbuch-photovoltaik.de/abbildungen_6.html

Nützliche Links

- <https://www.gesetze-im-internet.de/>
 - www.energy-charts.de
 - Machdeinenstrom.de
 - www.pvplug.de/
 - <https://www.volker-quaschning.de/index.php>

 - <https://www.topregal.com/de/solar-parkplatz-konfigurator/>
- Finanzamt
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