



PV Rechner - die Photovoltaik-Anlage selbst planen und durchrechnen

Nils Stannik

Photovoltaikberater, Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald

Kurzvorstellung – Nils Stannik

- Seit Anfang 2022 Photovoltaikberater beim Landratsamt
- Ausgebildeter Elektrotechniker (Schwerpunkt Strom/Energie), Abschluss 2013
- ~8 Jahre Arbeitserfahrung in der Energieindustrie (Privatwirtschaft, Forschung, Verwaltung)
 - u.a. Ingenieur bei einer Solarfirma in Kalifornien

Agenda

- Einführung/Vorstellung
- Basis-Information zu Photovoltaik
 - *Wie funktioniert PV, Strom-Verbrauch, Wirtschaftlichkeit*
- Vorstellung LUBW Solarpotenzial Tool
- Vorstellung HTW Berlin Unabhängigkeitsrechner
- Weitere Tools und Rechner
- Fragerunde
- Abschluss spätestens 20:30

Basis-Informationen zu Photovoltaik

Kennzahlen Photovoltaik

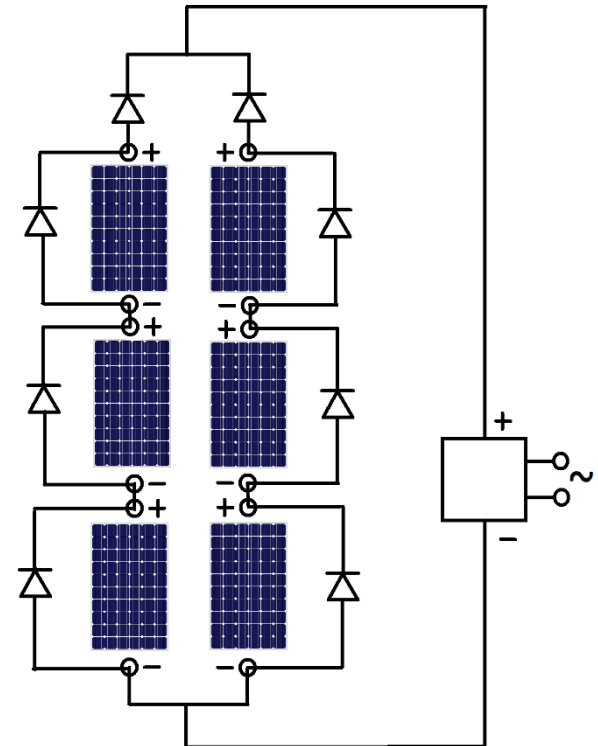
- **Größe und Gewicht:**
1,7m x 1,0m x 35mm
15 – 20kg
- **Leistung:**
~400 – 425W
- **Hauptmaterialien:**
Glas, Aluminium, Stahl, Silizium
- **Flächenbedarf:**
5-6 m² pro kWp
- Aktuelle Daten für Standard-Module; es gibt Unterschiede zwischen Herstellern und Modultypen



Quelle: eigene Aufnahme

Wie funktioniert Photovoltaik?

- Elektronen in Solarzellen werden durch Sonnenlicht (Photonen) angeregt
- Bewegung von Elektronen = elektrischer Strom, der genutzt oder gespeichert werden kann
- Erzeugter Strom fließt erst ins Hausnetz, dann in den Speicher, dann ins öffentliche Netz
- Weitere Erklärungen:
 - <https://de.wikipedia.org/wiki/Photovoltaik#Funktionsprinzip>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=HH4NJs8sOCY>
 - <https://www.solaranlagen-abc.de/funktion-photovoltaik/>



Vereinfachtes Schaltbild einer Solaranlage

Quelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Photovoltaic_Diode_Connections.png

Umwelt- und Klimaauswirkungen

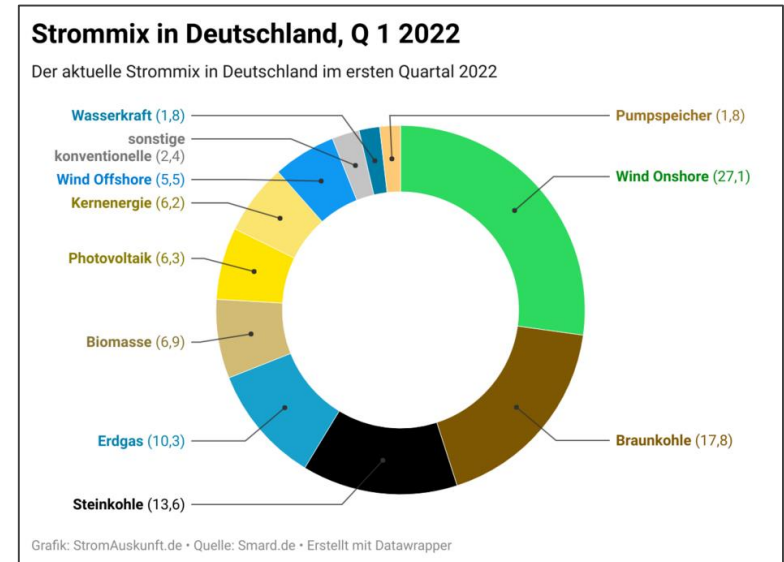
- Strommix Deutschland (2022):
 - Fossile: 45%+ (Tendenz steigend)
 - Stromengpässe nach Süddeutschland

- Eine 10 kWp Anlage spart im Jahr ~3,5T CO₂

- Energetische Amortisierung nach ~2 Jahre

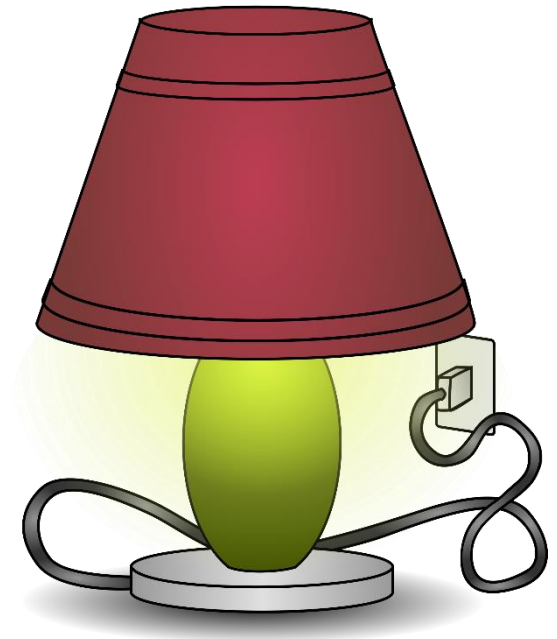
- Systeme sind sehr langlebig, 20+ Jahre

- Umweltgerechte Entsorgung oder Wiederverwendung möglich



Verbrauchsbeispiele (kWh/Jahr)

- Veraltete Heizpumpe: ~500 kWh (neue ~50 kWh)
- Kühlschrank (relativ neu): ~300 kWh
- LED-Lampe (4,5h/Tag): ~50 kWh
- Handyladung (1x/Tag): ~30 kWh
- Durchschnittshaushalt: 2.500 kWh (2-Personen), 4.500 (4-Personen) pro Jahr
- Stromverbrauch ist sehr gerät- und verhaltensabhängig; ein Strommessgerät lohnt sich!
- **Energiesparen ist immer die beste Lösung, egal wie gut Ihr Strom-Tarif oder PV-System ist!**

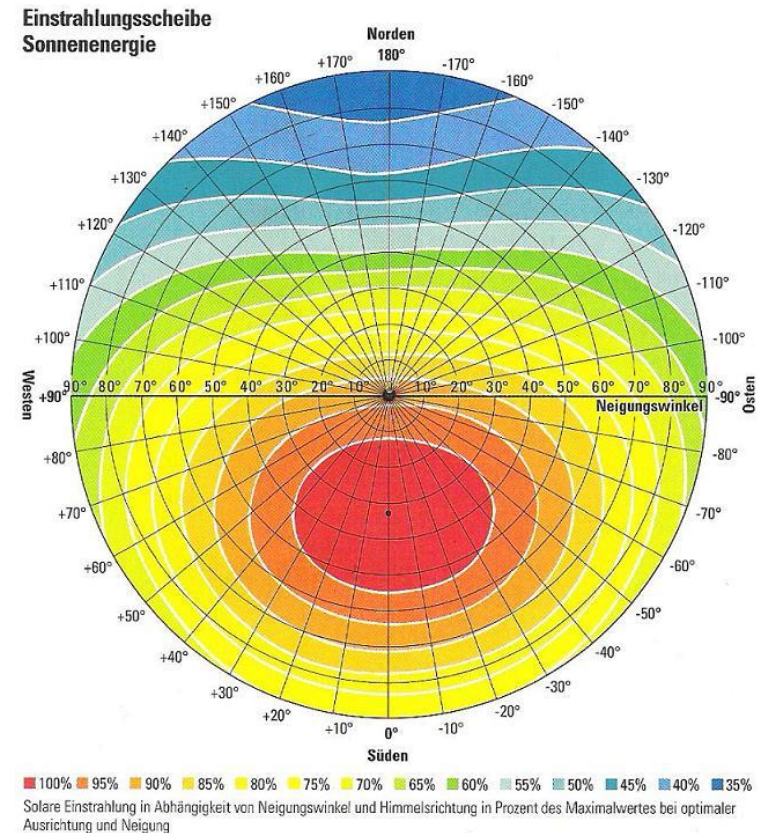


Quellen:

<https://blog.energiesdienst.de/stromverbrauch-was-verbrauchen-haushaltsgeraete/>
<https://discoverygy.com/blog/stromverbrauch-haushaltsgeraete>

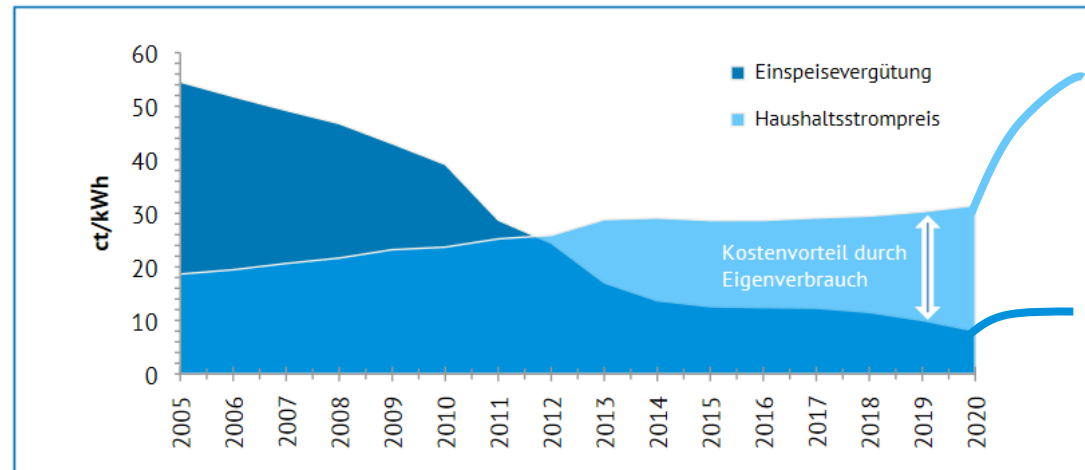
PV Erzeugungsbeispiele

- Bei optimaler Ausrichtung erzeugt 1 kWp im Jahr **~1100 kWh**
 - *Optimal = Richtung Süden, 20 bis 50° Neigung*
 - *Ost-West ~85-90% von optimal*
 - *Nord ~60-80% von optimal*
- Süden + senkrecht (z.B. Fassaden, Balkon-Module) ~70-80%
- Flachdach ist ideal, Module können aufgeständert werden
- Wichtig ist nicht nur der Ertrag, sondern auch Tages- und Jahreszeit



Wann lohnt sich Photovoltaik?

- Kosten: Anlagenkauf, Installation und Wartung
- Rückzahlung: Ersparnisse durch Eigenverbrauch + Vergütung für eingespeisten Strom
- Für Einfamilienhäuser mit kleinen Anlagen gilt:
 - Eigenverbrauch maximieren (wegen steigender Energiepreise)
 - System gut planen und gestalten (kosteneffizient)
 - Zukunftsorientiert denken (z.B. Wärmepumpe, E-Auto, usw.)



Entwicklung von Einspeisevergütung und Haushaltsstrompreis zwischen 2005 und 2020
(Grafik: Energieagentur Regio Freiburg GmbH)

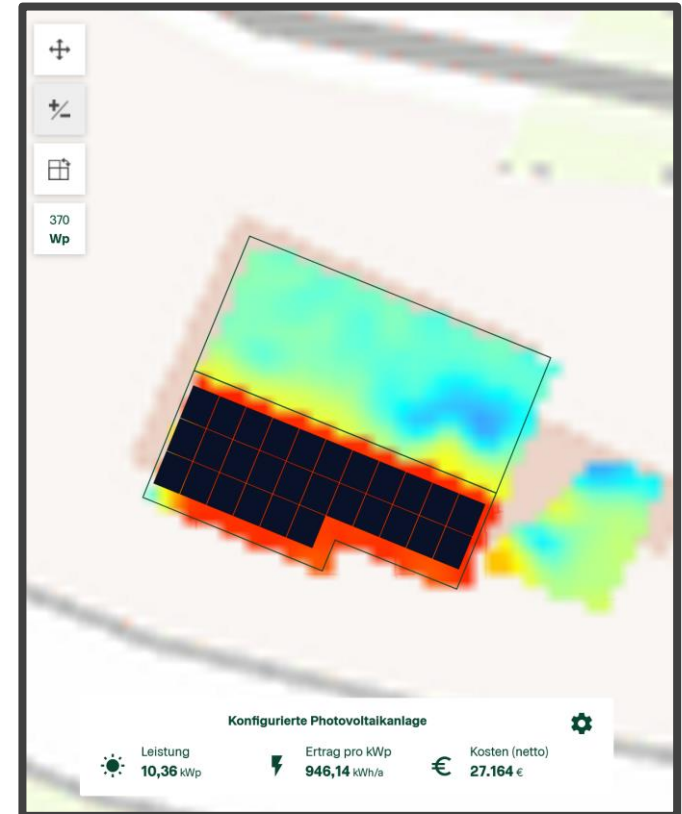
Wie viel kostet PV?

- Einen Preis kann man nicht pauschal nennen
- Maßgebende Faktoren:
 - Systemgröße
 - Speicher (ja/nein, Art und Größe)
 - Dachfläche und Dachbedeckung
 - Art der Module
 - Finanzierungsart
- Konservative Schätzung (*Region Freiburg, September 2023*):
1800€ / kWp installiert (ohne Speicher)
 - Aber +/- 25% Preisspanne!

Kurze Zwischen-Fragerunde zu PV Basis-Information

PV Rechner

- PV Rechner helfen, viele technischen Faktoren für Nicht-Expert:innen zugänglich zu machen
- Sehr guter Weg, sich zunächst zu informieren und Optionen zu vergleichen
- Ersetzen weder das Denken noch eine gute Fachkraft!



Beispiel: LUBW Solar Tool

<https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflaechen/solarpotenzial-auf-dachflaechen>

Vorstellung LUBW Solarpotenzial Tool

- Sehr starkes Tool, um eigene Situation einzuschätzen und Gestaltungsoptionen zu vergleichen
- Rechnet vor allem wirtschaftliche Aspekte
- Hergestellt und instand gehalten von **L**andesanstalt für **U**mwelt **BW**
- Neutral und kostenlos
- Basiert auf Laserscandaten 2005-2021
- Rechnet PV Anlage, Speicher, E-Auto, Wärmepumpe, E-Bike



Beispiel Kurzergebnis vom LUBW Tool

Was brauche ich?

- Adresse in BW
 - manche andere Bundesländer haben ähnliche Tools

- Stromdaten:
 - Jahresverbrauch
 - Kosten pro kWh

- Überlegung zu E-Auto, Wärmepumpe

Ihr Haushalt

Wie möchten Sie den produzierten Strom nutzen? Volleinspeisung Überschusseinspeisung

Art des Haushalts: Privathaushalt

Anzahl Bewohner: 4

Stromverbrauch: 4430 kWh/Jahr

Strompreis (brutto): 40 ct/kWh

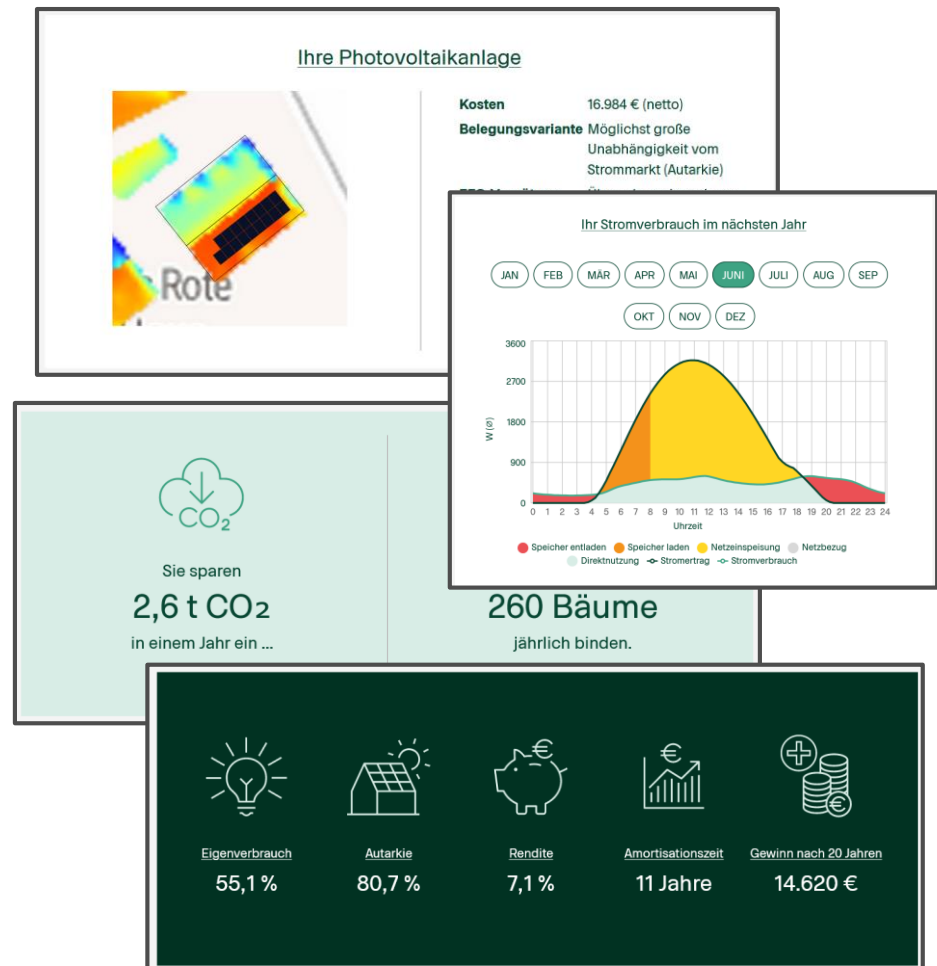
Nutzung des Gebäudes: Eigennutzung Vermietung

Soll zusätzlich eine Solarthermie-Anlage installiert werden? Ja Nein

1. Eingabeseite LUBW Tool

...und was bekomme ich?

- Detaillierte Analyse zur Wirtschaftlichkeit Ihrer Anlage
- Konkrete Zahlen zu Kosten, Ersparnissen, Umweltauswirkungen
- Speicherbare Zusammenfassung

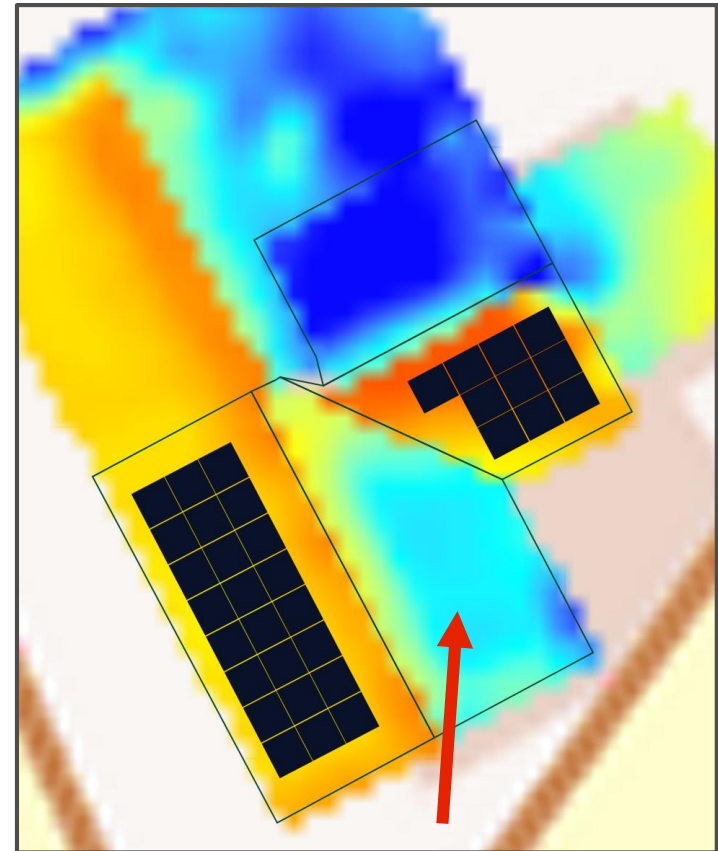


Nutzungsbeispiele

- Gestaltungsmöglichkeiten vergleichen
 - z.B. mit/ohne Speicher, verschiedene Systemgrößen, mit/ohne Wärmepumpe
- Szenarien vergleichen
 - z.B. unterschiedliche zukünftige Strompreise, Laden von E-Auto tagsüber oder nur nachts, Auswirkungen von Systempreisen auf Rentabilität
- Vorsicht: Ergebnisse werden nicht gespeichert -> am besten Bildschirmaufnahme machen oder Seite als PDF speichern

Tücken

- Funktioniert in ~95% der Fällen problemlos
- Suchfunktion ist langsam, aber funktioniert
- Manchmal Datenprobleme bei bestimmten Dachflächen
- Wirtschaftlichkeitsdaten etwas pessimistisch
- **Am wichtigsten: Systemkosten anpassen!**



Ost/Nordost Dachfläche im Tool
nicht einsetzbar ☹

Systemkosten anpassen

- Systempreise sind zuletzt stark gestiegen, müssen im Tool angepasst werden
- Meine Empfehlung (Region Freiburg, Stand 2023-09):
 - Preis der Photovoltaikanlage: 1800 €/kWp
 - Preis Lithium-Ionen-Speicher: 1100 €/kWh

The screenshot shows the 'Ihre Solaranlage' (Your Solar System) configuration screen. On the left, a 3D visualization of a house with solar panels is shown. On the right, there are several configuration options:

- CO₂-Einsparung:** 4,6 t/a
- Eigenverbrauch:** 39,9 %
- Autarkie:** 91 %
- Rendite:** 7,6 %

Below these, there are radio buttons for 'Wie soll Ihr Dach belegt werden?':

- Möglichst wirtschaftlich
- Möglichst große Unabhängigkeit vom Strommarkt (Autarkie)
- Alle geeigneten Dachflächen vollständig belegen
- Eigene Belegung

Under 'Wählen Sie einen Speicher', 'Lithium-Ionen-Speichersystem' is selected. The 'Batteriekapazität' is set to 6,0 kWh. At the bottom, there is a question 'Möchten Sie die Anlage finanzieren?' with 'Ja' and 'Nein' options.

At the bottom left, a summary box for 'Konfigurierte Photovoltaikanlage' shows:

- Leistung: 13,6 kWp
- Ertrag pro kWp: 896,1 kWh/a
- Kosten (netto): € 23.813

A red arrow points to a gear icon (settings) in the bottom right corner of this summary box.

The screenshot shows the 'Preise konfigurieren' (Configure Prices) screen. It lists the following prices:

- Preis der Photovoltaikanlage: 1250 €/kWp
- Preis Lithium-Ionen Speicher: 1136 €/kWh
- Preis Blei-Gel Speicher: 810 €/kWh

At the bottom right, there is a green 'Schließen' (Close) button. Two red arrows point from the bottom of the screen towards the price fields, indicating where to click to adjust the prices.

...dann Preise anpassen.

Auf Seite 2, erst auf's Rädchen (unten Links) klicken...

Vorteile / Nachteile vom LUBW Tool

● Vorteile:

- Genaue, verlässliche, gebäudespezifische Daten
- Grafische Darstellung
- Kostenlos
- Detailliertes Ergebnis
- Schneller Vergleich zw. Optionen möglich

● Nachteile:

- Dachflächen bedürfen noch „Realitätscheck“
- Kostenprognose leicht pessimistisch
- Kostenanpassung oft notwendig

Was kann das Tool nicht?

- Sondersituationen erkennen
 - z.B. physische oder rechtliche Besonderheiten
- In das Haus rein schauen
 - Zählerschrank, Verkabelung, Platz für Geräte und Speicher
- Sonderlösungen anbieten und kalkulieren
 - z.B. besonders leistungsstarke Module, integriertes Energiemanagementsystem
- Zu nicht-quantifizierbaren Faktoren beraten
 - z.B. Sicherheit, Umweltschutz, Unabhängigkeit

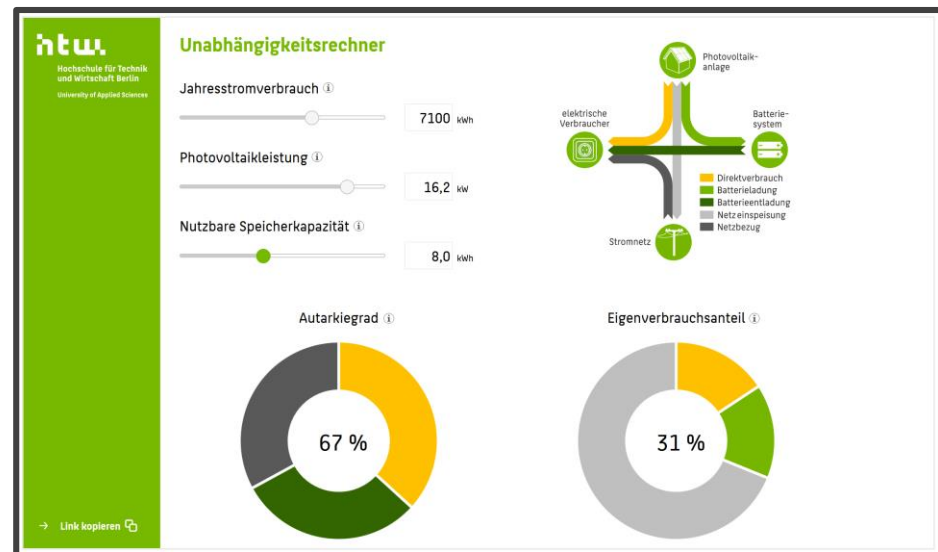
Beispiel



https://lubw.geoplex.de/solar/calc/solardach/?building_id=3398675&layer_id=9e1dd1eb-22a5-4cdc-a0f6-78f8dddb22a0

Vorstellung HTW Berlin Solarrechner

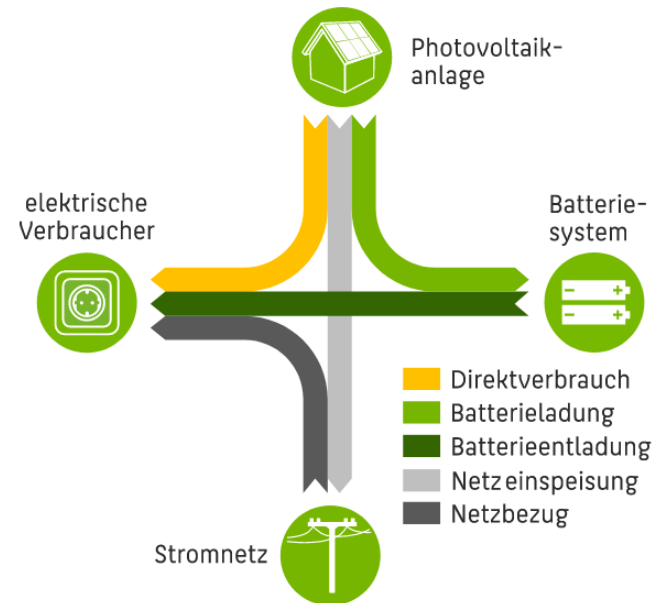
- Visuelles Tool, um verschiedene PV- und Speichergrößen zu vergleichen
- Rechnet Autarkie und Eigenverbrauchsanteil, aber keine Kosten
- Hergestellt und instand gehalten von Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
- Neutral und kostenlos
- Basiert auf echten Daten von mehreren tausend bereits installierten Anlagen



Überblick HTW Tool

Was brauch ich und was bekomme ich?

- Einzige „mitzubringende“ Zahl: Jahresstromverbrauch
- Ergebnisse:
 - Autarkie (wie viel vom gesamten Stromverbrauch deckt meine Anlage ab?)
 - Eigenverbrauch (wie viel vom produzierten Strom kann ich selbst direkt benutzen)



Vorteile / Nachteile vom HTW-Tool

● Vorteile:

- Schneller Vergleich mehrere Faktoren
- Direkte, klare Ergebnisse
- Gute, einfache Erklärungen von (ein paar) Fachbegriffen
- Grafische Darstellung
- Kostenlos

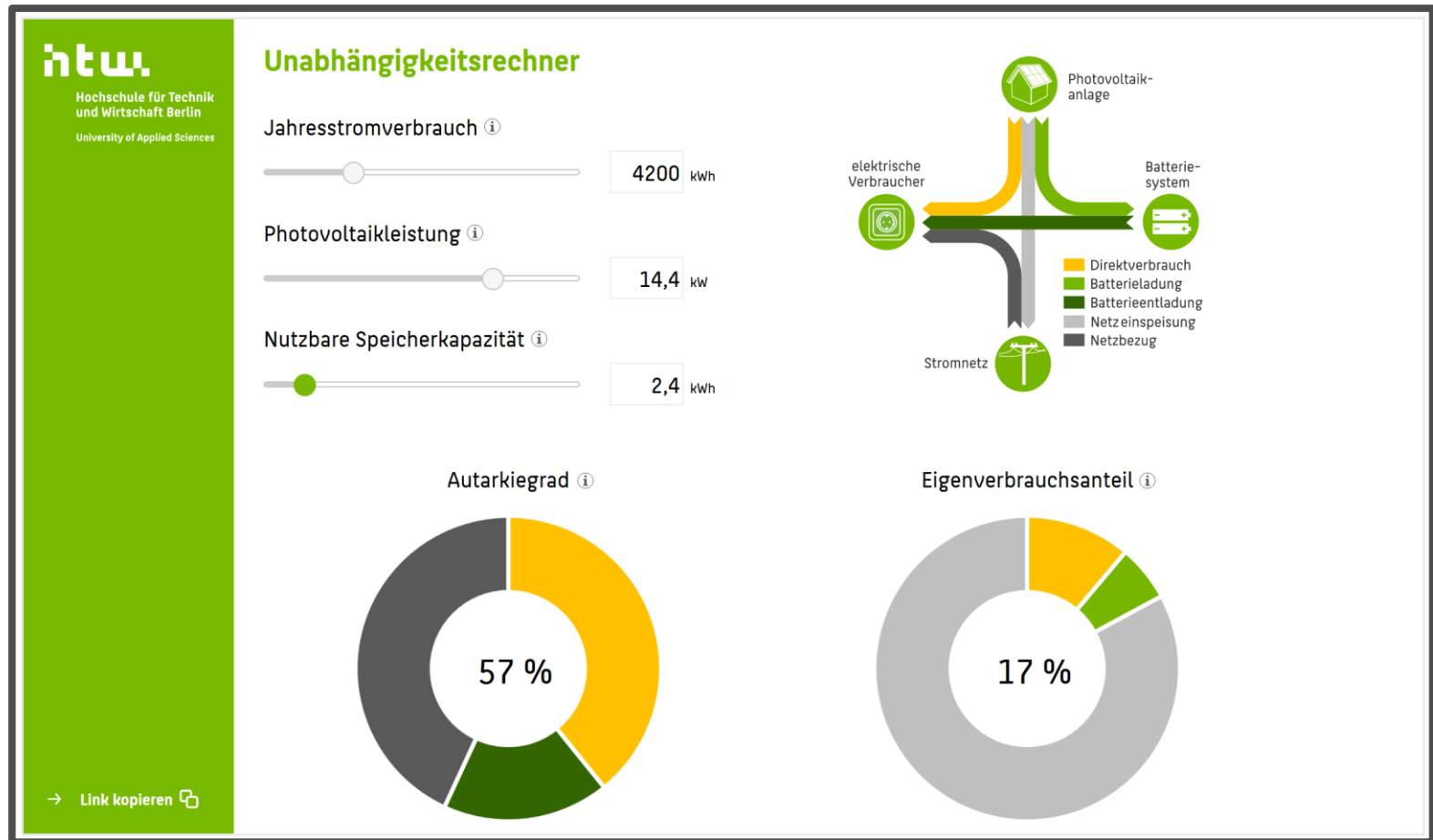
● Nachteile:

- Keine Kostenzahlen
- Kein Einbringen von Einzelsituationen möglich
- Durchschnittszahlen
- Begrenzte Leistung/Kapazität

Was kann das Tool nicht?

- Sondersituationen erkennen
 - z.B. physische oder rechtliche Besonderheiten
- Zwischen Stromverbrauchsarten unterscheiden (Haushaltstrom, E-Auto, Wärmepumpe)
- Verhaltensänderung einbeziehen
- Kosten schätzen oder rechnen
- Zu nicht-quantifizierbaren Faktoren beraten
 - z.B. Sicherheit, Umweltschutz, Unabhängigkeit

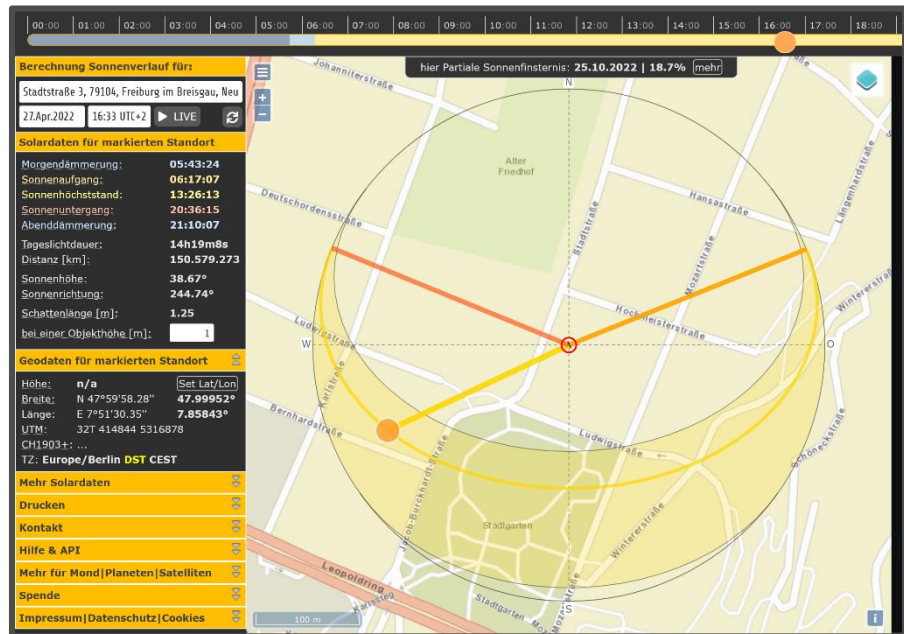
Beispiel



<https://solar.htw-berlin.de/rechner/unabhaengigkeitsrechner/>

Weitere Tools und Rechner

- Sonnenverlauf
<https://www.sonnenverlauf.de>
- HTW Berlin Stecker-Solar Simulator
<https://solar.htw-berlin.de/rechner/stecker-solar-simulator/>
- PV-Tool der Energieagentur Regio Freiburg (EARF)
(nicht öffentlich gepostet, schicke ich gerne per Mail)
- Verschiedene Rechner lokale Stromversorger und Netzbetreiber
- Verlässlichste Quellen:
Verbraucherzentralen, Universitäten



Sonnenverlauf Tool

Wo bekomme ich weitere Information?

- Faktenblätter, Webinare und weitere Ressourcen vom **Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald**:
 - lkbh.de/pv
- Broschüren, Leitfäden und Ratgeber vom **Photovoltaik Netzwerk Baden-Württemberg**:
 - photovoltaik-bw.de/downloads/

Wo bekomme ich weitere Information?

Nils Stannik
nils.stannik@lkbh.de

*Photovoltaik-Berater,
Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald*