



PV Eignung kommunale Liegenschaften Stadt Albstadt

Dienstag, 09. März 2021

Dipl.-Ing. Matthias Schlagenhaut



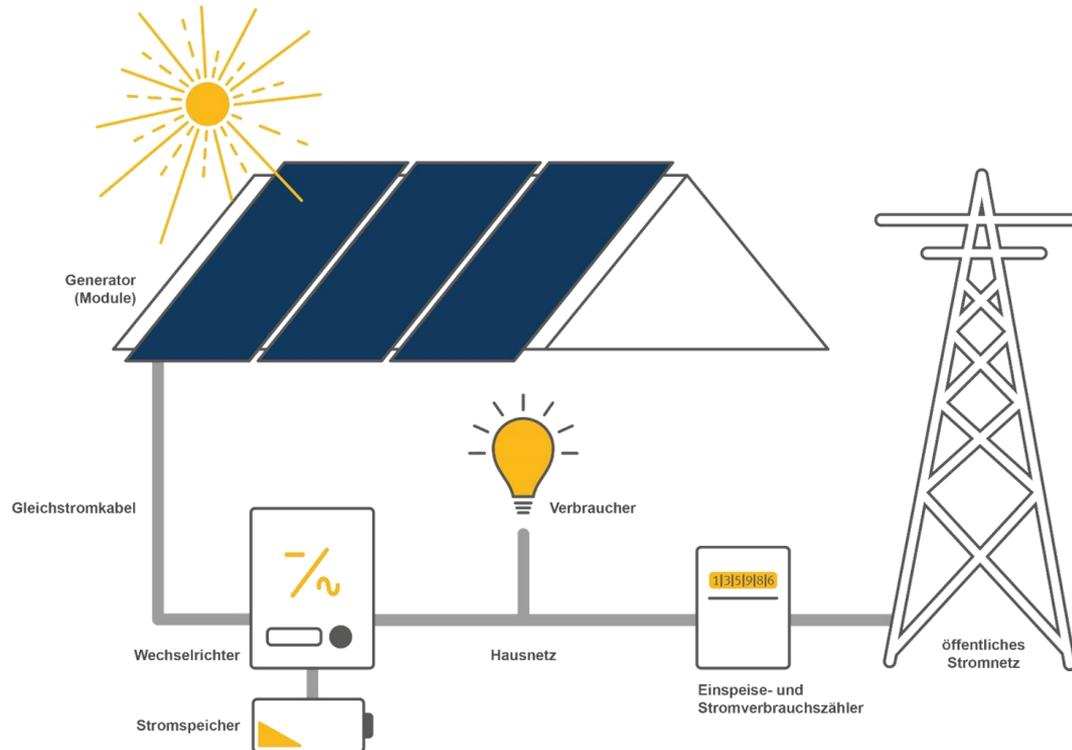
www.energieagentur-zollernalb.de



- lokaler Ansprechpartner vor Ort für das Thema Energie
- seriöse und anbieterneutrale Informationen
- erste Anlaufstelle für fachlich fundierte und persönliche Beratung
- gemeinnützige Organisation → **unabhängig** und **neutral**

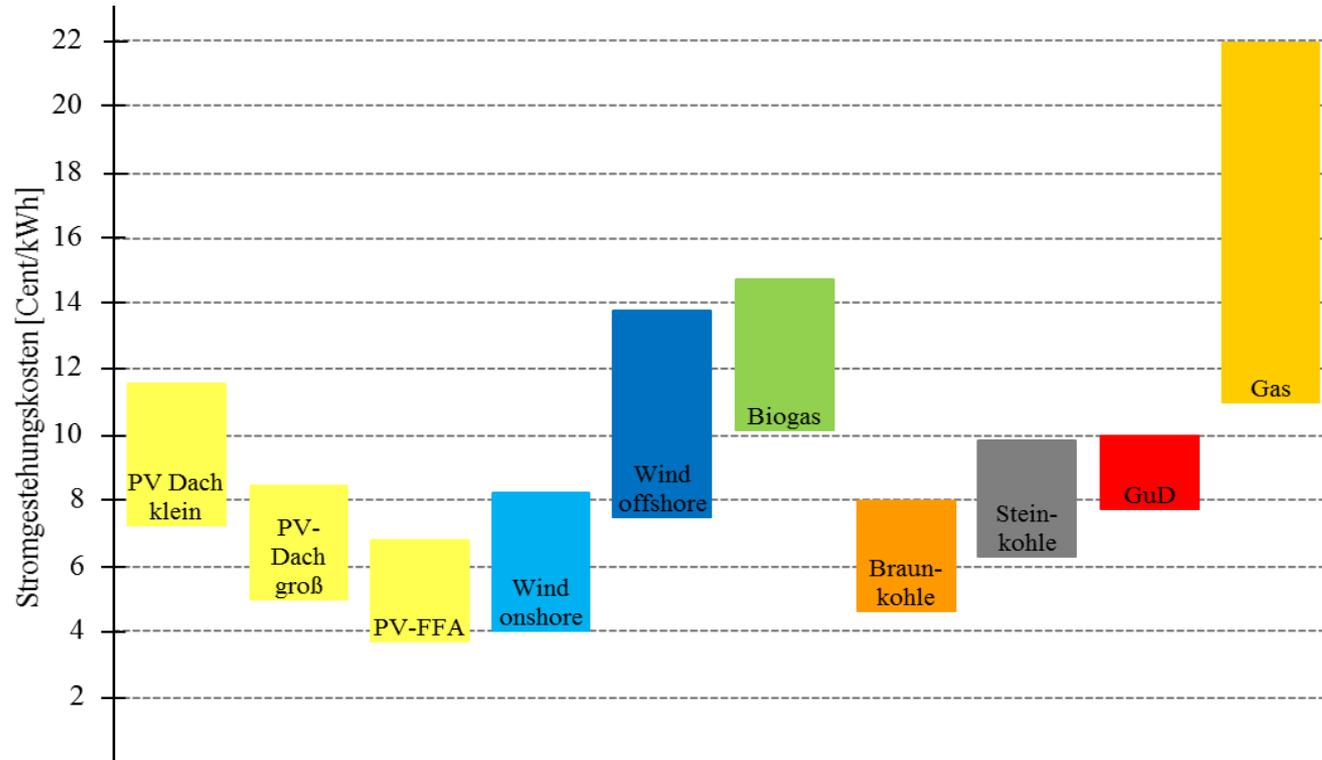
Unser Team unterstützt Bürgerinnen und Bürger, Kommunen und Unternehmen bei der Umsetzung ihrer Aktivitäten zur Energiewende im Zollernalbkreis.

Photovoltaik (PV) Grundlagen Dachanlagen



Quelle: vzbv

Lohnt sich Photovoltaik?



Quelle: UM Baden Württemberg

Sind nur Südflächen für PV geeignet?

Durch die stark gesunkenen Systempreise der Photovoltaik, eignen sich auch Ost- und Westdächer gut.

Zunehmend werden bereits Norddächer und Fassaden genutzt, da selbst hier die Stromgestehungskosten oftmals unter den Stromeinkaufspreisen liegen.



Photovoltaik und Klimaschutz

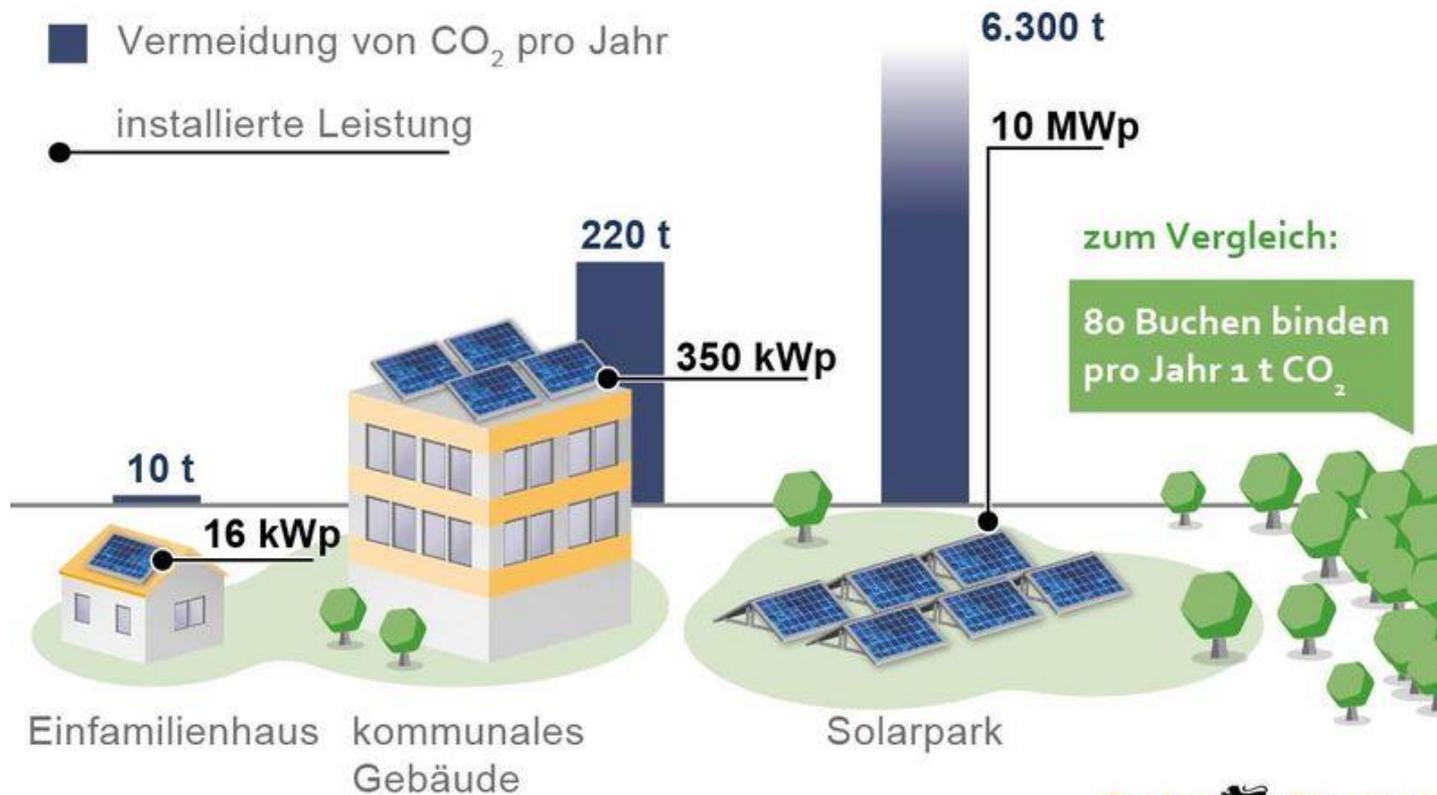
Photovoltaikanlagen benötigen etwa zwei Jahre, um die zu ihrer Herstellung benötigte Energie zu erzeugen. Ab diesem Zeitpunkt tragen sie dann maßgeblich zur Vermeidung von Treibhausgasen bei.

Lebensdauer kristalliner Module ca. 30 Jahre,
Wechselrichter ca. 10 Jahre

Recyclingquote > 80 %



Photovoltaik reduziert Kohlendioxid ausstoß



Stand: 2/2020 Grafik: infotext-berlin.de

Vorgehen in der Stadt Albstadt

1. Die Dachausrichtung wird mit Hilfe von Luftbildern ermittelt, die Dachneigungen mit dem Tool Solaratlas Zollernalbkreis. Die Auswahl der Liegenschaften und die Absprache über lokale Begebenheiten erfolgte mit Herr Timo Niebling.

2. Der Ertrag wurde mit dem Tool PV GIS ermittelt.

3. Bei Liegenschaften mit mehreren Dachflächen, wurde der jeweilige Ertrag mit der Fläche des Daches verrechnet und für die Liegenschaft gemittelt.

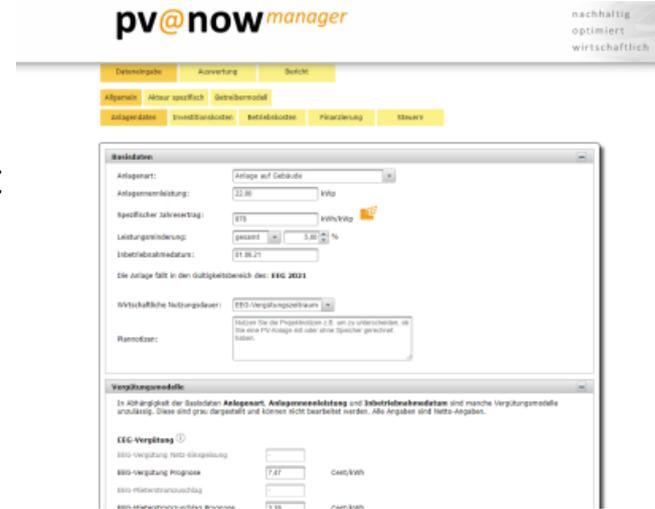


Vorgehen in der Stadt Albstadt

4. Eine Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde mit der Software PV Now durchgeführt. Für jede Liegenschaft gibt es einen detaillierten Projektbericht mit der Offenlegung aller Randbedingungen.

Alle Berichte wurden der Stadtverwaltung Albstadt zur Verfügung gestellt.

In Liegenschaften, bei denen ein Lastgang vorlag (üblicherweise bei Liegenschaften >100.000 kWh Stromverbrauch), wurde mit Hilfe der Software ODEM, die Eigenverbrauchsquote berechnet. ODEM ist ein studentisches Projekt, das von der Hochschule Albstadt-Sigmaringen (Prof. Kuhn) in Kooperation mit der Energieagentur Zollernalb betreut wurde. In Liegenschaften, in denen kein Lastgang vorlag, wurde die Eigenverbrauchsquote anhand von Erfahrungswerten abgeschätzt.



The screenshot shows the 'pv@now manager' interface. At the top, there are navigation tabs: 'Datenpflege', 'Auswertung', and 'Suche'. Below these are sub-tabs: 'Allgemein', 'Anlage spezifisch', and 'Betriebsmodell'. The main content area is titled 'Berechnung' and contains several input fields:

- 'Anlagenart:' with a dropdown menu set to 'Aufgabe auf Gebäude'.
- 'Anlagenleistung:' with a text input '22,36' and a unit dropdown 'kWp'.
- 'spezifischer Jahresertrag:' with a text input '0,73' and a unit dropdown 'kWh/kWp'.
- 'Leistungsänderung:' with a text input 'Gesamt' and a percentage dropdown '0,00%'.
- 'Inbetriebnahmedatum:' with a text input '01.01.21'.
- A note: 'Die Anlage fällt in den Gültigkeitsbereich des EEG 2021'.
- 'Wirtschaftliche Nutzungsdauer:' with a dropdown menu set to 'EEG-Vergütungsrahmen'.
- 'Randdaten:' with a text area containing a warning: 'Nehmen Sie die Parameter in 3. gelb zu unterscheiden, da die eine PV-Anlage mit oder ohne Speicher geschätzt haben.'

 Below the form is a section titled 'Vergütungssumme' with a warning: 'In Abhängigkeit der Berechnung Anlagenart, Anlagenleistung und Inbetriebnahmedatum sind manche Vergütungsmittel anwendbar. Diese sind grau dargestellt und können nicht bearbeitet werden. Alle Angaben sind netto-Angaben.'

EEG-Vergütung		
EEG-Vergütung Netz-Überspannung		
EEG-Vergütung Prognose	7,47	Cent/kWh
EEG-Mehrertragszuschlag		
EEG-Mehrertragszuschlag	0,00	Cent/kWh

Randbedingungen

- **Statik/Dachzustand:** Die Statik der Gebäude und der bauliche Zustand der Dächer wurden nicht überprüft. Vor Realisierung einer PV-Anlage müssen diese Punkte zwingend geprüft werden. Falls eine Dachsanierung in naher Zukunft bei bestimmten Liegenschaften ansteht, sollten PV-Anlagen mitberücksichtigt werden.
- **Zusätzliche Kosten:** Umbaukosten für Zählerschränke, die nicht der aktuell gültigen Norm entsprechen, wurden nicht berücksichtigt.

Bei Gerüstkosten sind Pauschalwerte hinterlegt, diese können bei schwer zugänglichen Dächern oder sehr hohen Dächern (z. B. Lutherschule) abweichen.

Mögliche Ausschreibungskosten sind nicht berücksichtigt und müssen gegebenenfalls berücksichtigt werden.

Randbedingungen

- Als Berechnungsgrundlage für die Netzeinspeisung und Direktvermarktung dient das EEG 2021, die Vergütungen wurden mit dem Inbetriebnahme Datum 01.06.2021 gerechnet.
- Als Wartungs- und Reparaturkosten wurden jährlich 1 % der Nettoinvestitionen veranschlagt.
- Eine Systemalterung von 5 % innerhalb der 20 Jahre wird angenommen.
- Die Wirtschaftlichkeit ist hier auf 20 Jahre betrachtet. Die PV-Anlagen sind danach weiter nutzbar, aktuell geht man von Lebensdauern von > 30 Jahren aus. Im Zollernalbkreis sind PV-Anlagen noch im Betrieb, die aus dem Jahr 1997 stammen.
- Coronabedingt wurden die Stromverbrauchswerte von 2019 verwendet, da diese repräsentativer als die Werte von 2020 sind.
- Folgende Preise wurden für die PV-Anlagen angenommen:
 - bis 10 kWp: 1.300 €/kWp
 - 10-50 kWp: 1.000 €/kWp
 - >50 kWp: 900 €/kWp
 - >100 kWp: 850 €/kWp

Sektorkopplung nicht berücksichtigt

Da viele der untersuchten PV-Anlagen viel Strom ins öffentliche Netz einspeisen, sollte in einigen Liegenschaften die Unterstützung der Heizungsanlage (Brauchwasser und/oder Beheizung) durch PV-Strom untersucht werden. So können fossile Energieträger reduziert werden und die Kosten für die CO₂-Bepreisung verringert werden.

Darüber hinaus kann mit PV-Strom Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge geschaffen werden. Diese Möglichkeiten wurden in der Potentialanalyse nicht berücksichtigt. Werden diese Möglichkeiten genutzt, erhöht sich die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlagen weiter.

Technologiewerkstatt



Gegeben:

- Ost-West Anlage
- Ca. 960 m² Dachfläche nutzbar
- Stromeinkaufspreis brutto 26,97 ct/kWh
- Stromverbrauch 2019: 66.657 kWh

Annahmen/Randbedingungen:

- Investitionskosten netto 850 €/kW_{peak}
- Strompreissteigerung 2 %
- PV-Anlage mit 160 kW_{peak}
- Stromerzeugung: 139.585 kWh/a
- PV-Eigenverbrauch: 20%



Investitionskosten

Investitionssumme gesamt	136.000 €
Investitionssumme spezifisch	850 €/kWp
Rückbau (Einmalbetrag)	0 €
Anlagenrestwert	0 €

Kennzahlen

Eigenkapital (100 %)	136.000,00 €
Fremdkapital	0,00 €
Gesamtkapital	136.000,00 €
Kalkulationszinsfuß	1,20 %
Kapitalwert	101.464 €
Interner Zinsfuß (Baldwin)	
Rendite bei 100 % EK	3,98 %
Rendite bei 100 % EK	3,98 %
Liquiditätsüberschuss	133.271 €
dyn. Amortisationszeit	12 Jahr(e)
stat. Amortisationszeit	11 Jahr(e)
Stromgestehungskosten	0,06 €/kWh

Autarkiegrad unter diesen Randbedingungen 42 %

Schalksburgschule

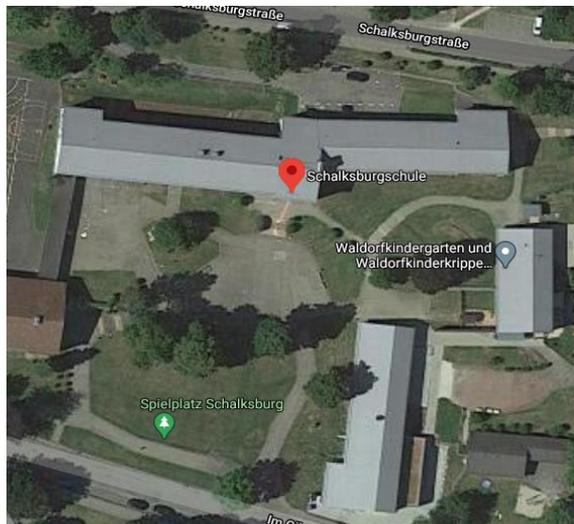


Gegeben:

- Ca. 1.490 m² Dachfläche nutzbar
- Stromeinkaufspreis brutto 26,97 ct/kWh
- Stromverbrauch 2019: 102.296 kWh

Annahmen/Randbedingungen:

- Investitionskosten netto 850 €/kW_{peak}
- Strompreissteigerung 2 %
- PV-Anlage mit 298 kW_{peak}
- Stromerzeugung: 273.920 kWh/a
- 22 % PV Eigenstromnutzung



Investitionskosten

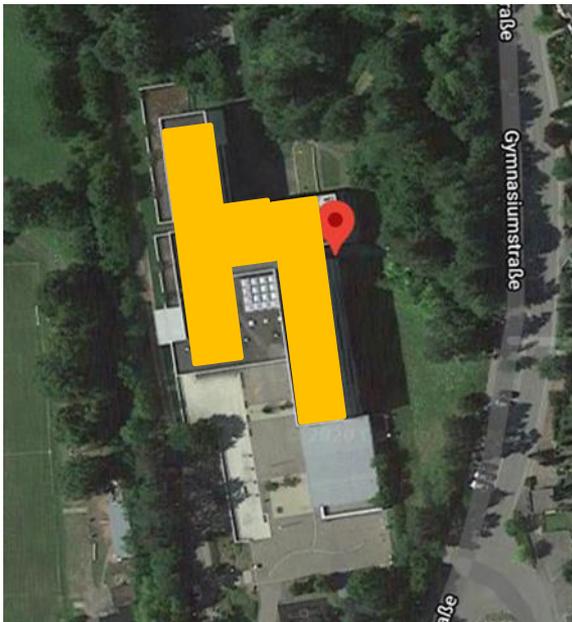
Investitionssumme gesamt	253.300 €
Investitionssumme spezifisch	850 €/kWp
Rückbau (Einmalbetrag)	0 €
Anlagenrestwert	0 €

Kennzahlen

Eigenkapital (100 %)	253.300,00 €
Fremdkapital	0,00 €
Gesamtkapital	253.300,00 €
Kalkulationszinsfuß	1,20 %
Kapitalwert	222.573 €
Interner Zinsfuß (Baldwin)	
Rendite bei 100 % EK	4,35 %
Rendite bei 100 % EK	4,35 %
Liquiditätsüberschuss	286.596 €
dyn. Amortisationszeit	12 Jahr(e)
stat. Amortisationszeit	10 Jahr(e)
Stromgestehungskosten	0,06 €/kWh

Autarkiegrad unter diesen Randbedingungen 42 %

Gymnasium Albstadt



Gegeben:

- Ca. 1.380 m² Dachfläche nutzbar
- Stromeinkaufspreis brutto 22,38 ct/kWh
- Stromverbrauch 2019: 122.811 kWh
- **Lastgang vorhanden und ausgewertet**
-> **PV-Eigenstromquote 49 %**

Annahmen/Randbedingungen:

- Investitionskosten netto 850 €/kW_{peak}
- Strompreissteigerung 2 %
- PV-Anlage mit 138 kW_{peak}
- Stromerzeugung: 133.306 kWh/a



Investitionskosten

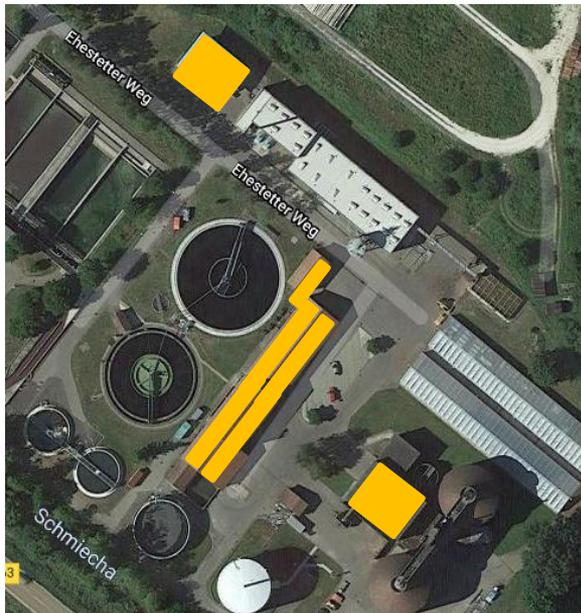
Investitionssumme gesamt	117.300 €
Investitionssumme spezifisch	850 €/kWp
Rückbau (Einmalbetrag)	0 €
Anlagenrestwert	0 €

Kennzahlen

Eigenkapital (100 %)	117.300,00 €
Fremdkapital	0,00 €
Gesamtkapital	117.300,00 €
Kalkulationszinsfuß	1,20 %
Kapitalwert	196.657 €
Interner Zinsfuß (Baldwin)	
Rendite bei 100 % EK	6,16 %
Rendite bei 100 % EK	6,16 %
Liquiditätsüberschuss	239.832 €
dyn. Amortisationszeit	9 Jahr(e)
stat. Amortisationszeit	8 Jahr(e)
Stromgestehungskosten	0,06 €/kWh

Autarkiegrad unter diesen Randbedingungen 54 %

Kläranlage Ebingen



Gegeben:

- Ca. 1.594 m² Dachfläche nutzbar
- Stromeinkaufspreis brutto 22,38 ct/kWh
- Stromverbrauch 2019: 2.170.123 kWh
- **Lastgang vorhanden und ausgewertet**
-> **PV-Eigenstromquote 100 %**

Annahmen/Randbedingungen:

- Investitionskosten netto 850 €/kW_{peak}
- Strompreissteigerung 2 %
- PV-Anlage mit 217 kW_{peak}
- Stromerzeugung: 155.892 kWh/a



Investitionskosten

Investitionssumme gesamt	184.450 €
Investitionssumme spezifisch	850 €/kWp
Rückbau (Einmalbetrag)	0 €
Anlagenrestwert	0 €

Kennzahlen

Eigenkapital (100 %)	184.450,00 €
Fremdkapital	0,00 €
Gesamtkapital	184.450,00 €
Kalkulationszinsfuß	1,20 %
Kapitalwert	392.954 €
Interner Zinsfuß (Baldwin)	
Rendite bei 100 % EK	6,97 %
Rendite bei 100 % EK	6,97 %
Liquiditätsüberschuss	473.685 €
dyn. Amortisationszeit	8 Jahr(e)
stat. Amortisationszeit	7 Jahr(e)
Stromgestehungskosten	0,08 €/kWh

Autarkiegrad ca. 7 % Freiflächenanlage möglich?

Betreibermodelle

Stadt als Eigentümer und Betreiber der Photovoltaikanlage (Eigenversorgung)

Die Stadt Albstadt

- lässt Anlage errichten
- betreibt die Anlage
- nutzt Solarstrom zum Eigenverbrauch
- benötigt weniger Bezugsstrom
- liefert überschüssigen Strom ins Netz

i. d. R. der wirtschaftlichste Anlagenbetrieb

Betreibermodelle

Photovoltaik Miete/Leasing/Mietkauf

- Der Investor (z. B. Stadtwerke, Bürgerenergiegenossenschaften) lässt die PV-Anlage errichten, der Betrieb erfolgt durch die Stadt Albstadt.
- Die Stadt Albstadt kann die PV-Anlage zu einem festgelegten Preis mieten. Der Solarstrom kann selbst genutzt werden (wird über Miete verrechnet).
- Die Einsparungen sind i.d.R. niedriger als beim Betrieb in der Eigenversorgung. Jedoch fallen keine eigenen Investitionskosten an. Üblicherweise geht nach Ende der Pacht/Miete die Photovoltaikanlage in den Besitz der Gemeinde über (meist 20 Jahre).
- Betrieb bleibt bei Stadt, Vorteil: reduzierte EEG-Umlage

Betreibermodelle

Stromlieferung

- Der Investor (z. B. Stadtwerke, Bürgerenergiegenossenschaften) lässt die PV-Anlage errichten und betreibt diese.
- Die Stadt Albstadt kann den Solarstrom zum Eigenverbrauch zu einem festgelegten Strompreis beziehen.
- Vorteil: Betrieb und Kauf durch Investor, niedrigerer Stromeinkaufspreis
- Nachteil: geringere Wirtschaftlichkeit als beim Eigenbetrieb, volle EEG-Umlage

Liegenschaft	Liquiditätsüberschuss nach 20 Jahren [€]	Investitionskosten [€]	Statische Amortisationszeit [Jahre]	Jährliche CO ₂ -Einsparung [t]
Kläranlage Ebingen	473.685	184.450	7	101
Schalksburgschule	283.778	253.300	10	176
Hauptschule Onstmettingen	271.778	166.600	9	128
Kläranlage Lautlingen	258.208	66.600	5	49
Gymnasium Albstadt	239.832	117.300	8	86
Kita Albstadt	210.781	96.050	7	76
Bauhof Tailfingen	202.631	248.200	12	169
Zollernalbhalle	156.588	147.900	11	113
Technologiewerkstatt	133.271	136.000	11	90
Langenwand Sporthalle	130.729	87.550	9	69
Ignatz-Demeter Schule	102.065	109.650	11	76
Lutherschule	98.699	51.300	8	30
Technisches Rathaus	97.346	55.350	9	31
Kirchgrabenschule	97.279	51.300	8	33
Grundschule Langenwand	92.529	55.800	8	42
Feuerwehr Albstadt	85.554	36.000	7	23
Oststadtschule	82.262	109.650	12	79
OA-Schule-Festhalle Laufen	78.309	138.550	13	101
Bauhof Ebingen	74.398	66.600	10	44

Liegenschaft	Liquiditätsüberschuss nach 20 Jahren [€]	Investitionskosten [€]	Statische Amortisationszeit [Jahre]	Jährliche CO ₂ -Einsparung [t]
Wilhelm-Hauff Schule	69.156	36.000	8	21
Friedhof Tailfingen (Markenhalde)	67.733	30.000	7	20
Kunstmuseum	64.258	24.000	6	13
Friedhof Onstmettingen	61.061	25.200	7	13
Schule-Sporthalle Pfeffingen	60.398	90.950	12	68
Stadion Albstadt Turnhalle	58.006	72.900	12	51
Asylwohnheim	49.975	41.000	10	22
Feuerwehr DRK-Tailfingen	48.554	57.600	11	41
Bücherei-VHS	35.823	26.000	9	17
Feuerwehr Lautlingen	33.014	45.000	12	23
Schule Onstmettingen	28.834	85.500	16	49
Krematorium-Leichenhalle Ebingen	42.953	22.000	8	12

FAZIT

Die Untersuchung hat gezeigt, dass auf allen untersuchten Gebäuden der wirtschaftliche Betrieb von PV-Anlagen möglich ist. Jede der untersuchten Anlagen hat einen deutlichen Liquiditätsüberschuss nach 20 Jahren. Zudem können die untersuchten PV-Anlagen einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz und der regionalen Wertschöpfung leisten.

Durch die Photovoltaikanlagen vor Ort kann regional und umweltfreundlich Strom erzeugt und direkt genutzt werden.

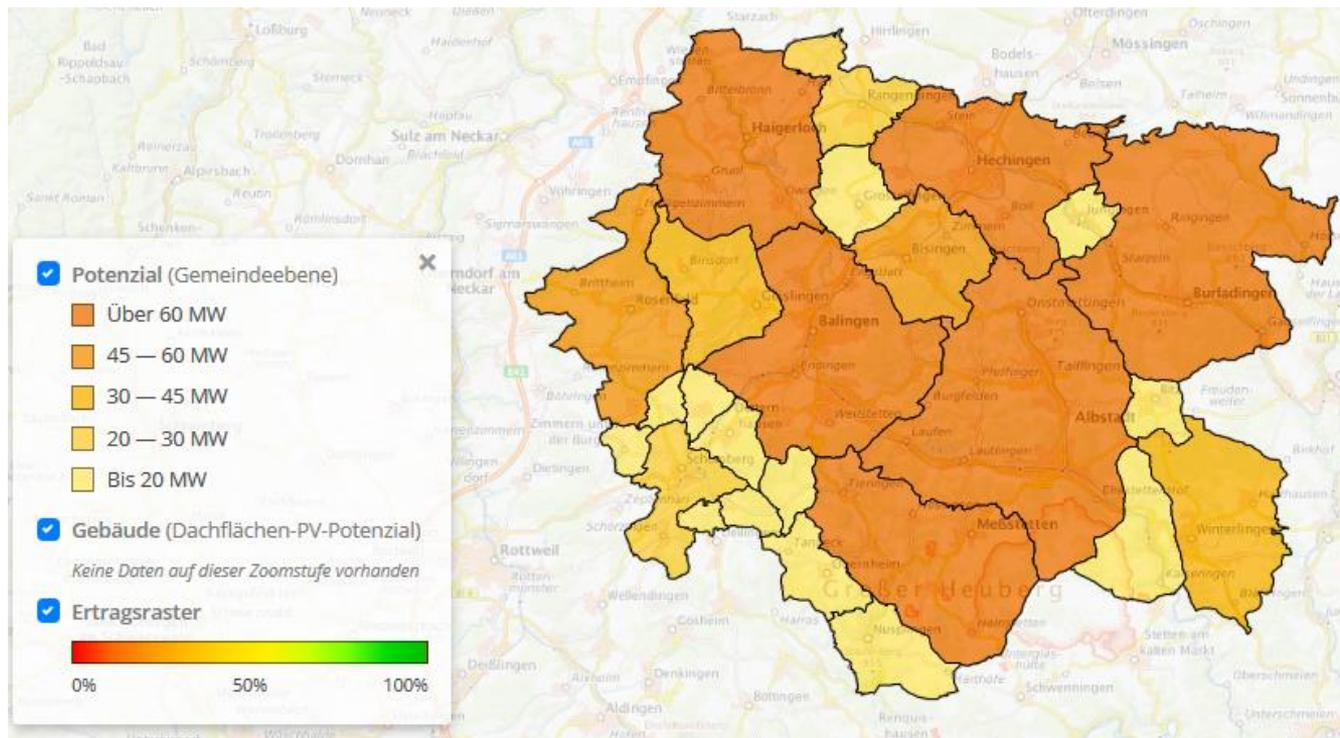
Würden alle PV-Anlagen umgesetzt, ergibt sich eine jährliche CO₂-Einsparung von 1.866 Tonnen. Dies entspricht einem Reduktionspotential von ca. 149.280 Buchen.

EMPFEHLUNG

Die Empfehlung der Energieagentur Zollernalb lautet mit der Realisierung von PV-Anlagen nicht bis zu einer Dachsanierung zu warten. Die ausgefallenen Einsparungen und Einspeisevergütungen bei einer späteren Installation sind meist höher, als die Demontage, Zwischenlagerung und Montage einer PV-Anlage während der Dachsanierung.

Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde angenommen, dass jede PV-Anlage separat realisiert wird. Deshalb sind relativ hohe spezifische Kosten ($\text{€/kW}_{\text{peak}}$) bei den PV-Anlagen vorhanden. Werden gleichzeitig mehrere Anlagen ausgeschrieben, sinken die spezifischen Kosten stark. So kann die Wirtschaftlichkeit der kleineren Anlagen deutlich angehoben werden.

www.solaratlas.zollernalbkreis.de



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.



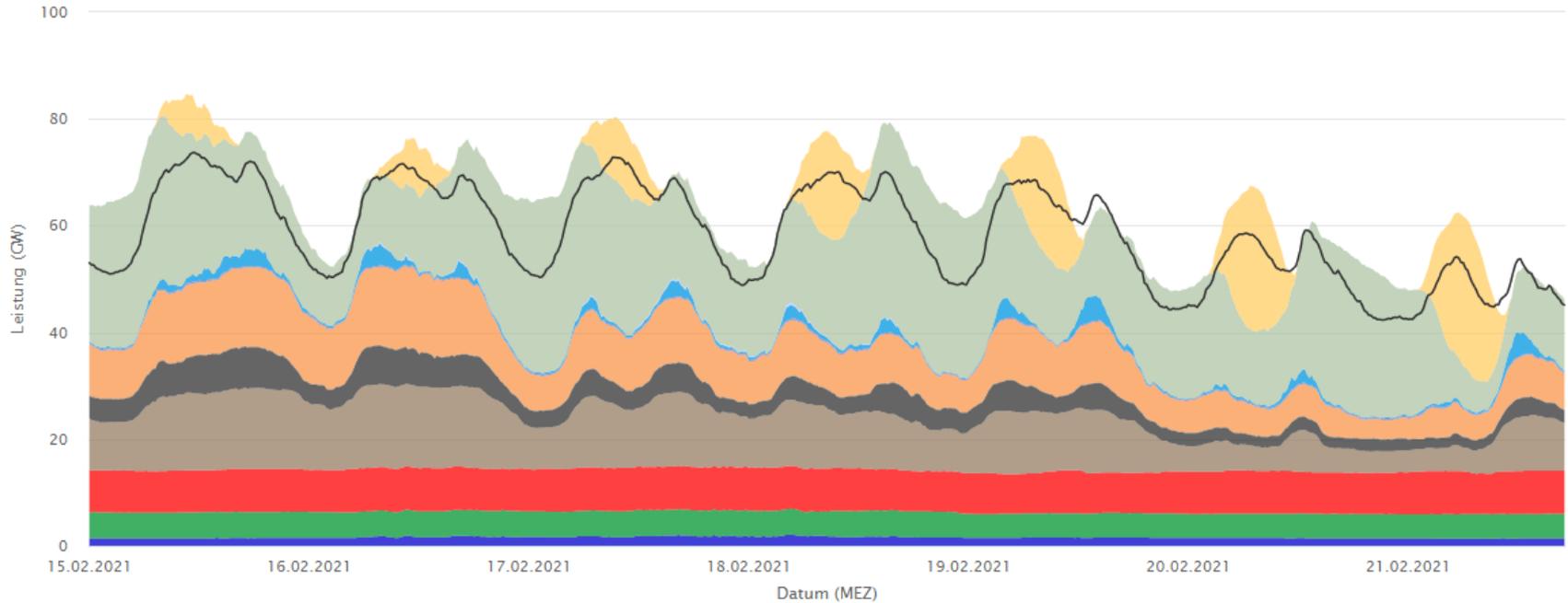
Energieagentur Zollernalb gGmbH

Tel.: 07433 92-1385

E-Mail: energieagentur@zollernalbkreis.de

www.energieagentur-zollernalb.de

Nettostromerzeugung in Deutschland in Woche 7 2021

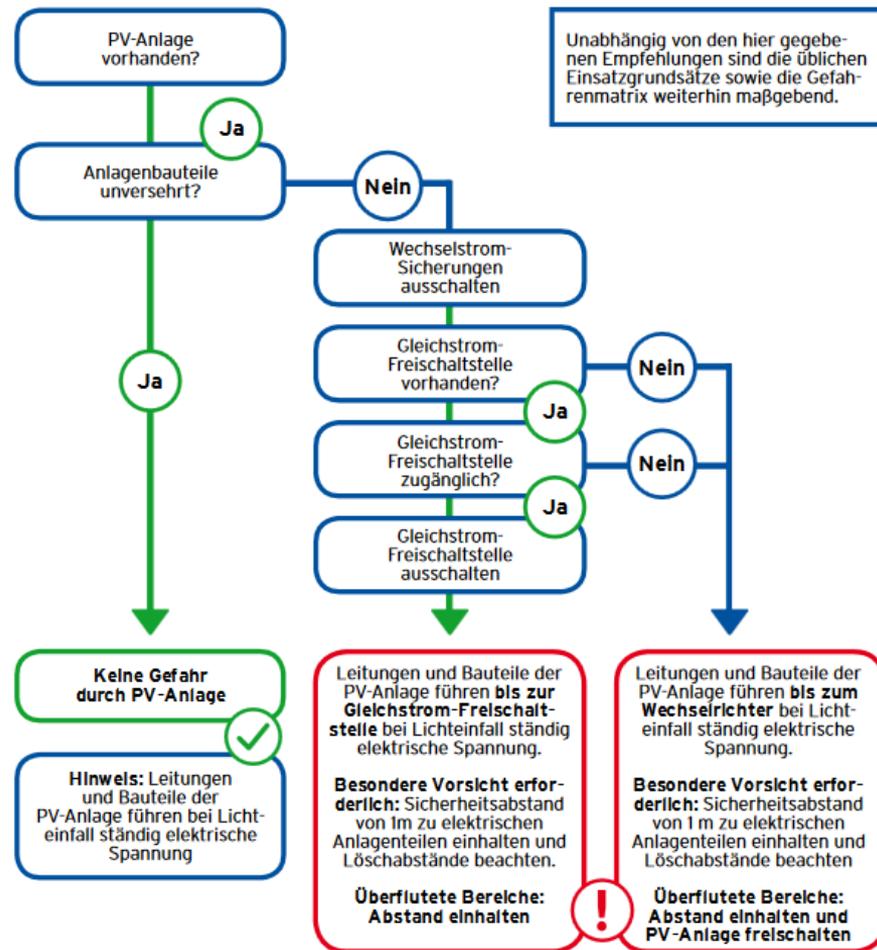


- Pumpspeicher Verbrauch
- Import Saldo
- Wasserkraft
- Biomasse
- Kernenergie
- Braunkohle
- Steinkohle
- Öl
- Gas
- Andere
- Pumpspeicher
- Saisonspeicher
- Wind
- Solar
- Last

Quelle: ISE Freiburg, energy-charts.info

Photovoltaik und Brandschutz

Dächer mit Photovoltaikanlagen werden grundsätzlich gelöscht, selbst wenn diese zum Zeitpunkt des Brandes unter Strom stehen.



Einführung einer CO₂-Bepreisung

- Das nationale Emissionshandelssystem erfasst die Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brenn- und Kraftstoffe (insbesondere Heizöl, Flüssiggas, Erdgas, Kohle, Benzin, Diesel).
- CO₂ Zertifikathandel soll für die Bereiche Wärme und Verkehr eingeführt werden:
 - 2021 - 2025: Schrittweise Erhöhung des Festpreises von 25 € pro Tonne auf 55 € pro Tonne CO₂
 - ab 2026: Festlegung einer maximalen Emissionsmenge, Unternehmen müssen ihre Emissionen durch Zertifikate abdecken, deren Preis sich am Markt bildet. Die Auktionierung erfolgt im Jahr 2026 innerhalb eines Preiskorridors (Mindestpreis 55€/t CO₂, Höchstpreis 65€/t CO₂)
 - ab 2027: Auktionierung, weitere Steigerungen zu erwarten
- Preise aktuell in anderen Ländern: Schweiz 87 €/t CO₂, Schweden 115 €/t CO₂