



Darstellung der solaren Potentiale

Darstellung der solaren Potentiale

Erstellt am 02.09.2024 / aktualisiert am 15.04.2025

Datum: 26.06.2025

erstellt von

Armin Müller-Scheerschmidt
make it Landkreis Heilbronn GmbH
Keplerstraße 7
74072 Heilbronn

Armin.mueller-scheerschmidt@make-it-lkhn.de
07131 385 42-73
www.make-it-lkhn.de



make it
Die Klimaschutzagentur im Landkreis Heilbronn



Inhalt

Einleitung	3
Klimaschutzziele Baden-Württemberg	4
Mehrwert einer PV-Analyse durch make it	4
Hinweise	5
<i>Vergütungsstufen in Cent/kWh und Anwendungsgrenzen nach EEG 2023</i>	5
<i>Wirtschaftlicher Nutzen eines Speichers</i>	6
<i>Neue Ertragspotentiale mit Speichern seit 25.02.2025</i>	7
Die PV-Analyse	8
<i>Methodik</i>	8
<i>Solare Nutzung der Dächer des Rathauses</i>	10
<i>Solare Nutzung der Dächer der Schlossbergschule</i>	13
<i>Solare Nutzung der Dächer der Tiefenbachhalle</i>	15
<i>Solare Nutzung der Dächer Kita Regenbogen</i>	18
<i>Solare Nutzung der Dächer Kita Schnakennest</i>	21



Einleitung

Die Gestaltung der Energieversorgung ist eine wichtige Aufgabe für jede Kommune. Bürgermeister:innen, Gemeinderäte und die Verwaltung haben die Möglichkeit, eine klimafreundliche Energieversorgung in Ihrer Region aktiv mitzugestalten.

Sie steuern, ob und in welchem Umfang

- eine Neubau-Immobilie am Ort in den kommenden 100 bis 200 Jahren
- ein Fahrzeug der Kommune in den kommenden 20 Jahren

CO₂ emittiert. Dabei werden Sie durch Förderanreize des Gesetzgebers unterstützt.

Aber: Was ist mit dem viel größeren Gebäudebestand? – Wir prüfen Ihre Möglichkeiten, eine klimafreundliche Energieversorgung mit Einbindung von kostenloser Sonnenenergie aktiv mitzugestalten.

In Ilsfeld wurden 2019 ca. 105.749 Tonnen Treibhausgase („CO₂“) emittiert.

Das sind 61.687 Tonnen mehr Emissionen, als die Erde kompensieren kann. Um klimaneutral zu werden, dürften in der Gemeinde nicht mehr als ca. 44.062 Tonnen CO₂ im Jahr emittieren werden.

Von sauberer regionaler Energieerzeugung mit lokaler Wertschöpfung profitieren viele Einwohner:innen direkt und indirekt. Das schafft eine hohe Identifikation, hat Vorbild- und Nachahmungscharakter und ermöglicht eine Versorgungssicherheit.

Solarstrom-Anlagen können auf fast allen Dächern angebracht werden. Das gilt nicht nur für Flächen, die nach Süden ausgerichtet sind, sondern auch für Ost-/West-Dächer und selbst Norddächer kommen in Betracht.

Mit Inkrafttreten des EEG 2023 gibt es nun erhöhte Einspeisevergütungen für Volleinspeise-Anlagen. Hierdurch werden die Rahmenbedingungen für einen wirtschaftlichen Betrieb von PV-Anlagen auf Gebäuden auch mit einem geringen Strombedarf geschaffen.

Durch den neuen Zusatz:

„Zur Beschleunigung des Ausbaus der erneuerbaren Energien in allen Rechtsbereichen wird im Erneuerbare-Energien-Gesetz der Grundsatz verankert, dass die Nutzung erneuerbarer Energien im überragenden öffentlichen Interesse liegt und der öffentlichen Sicherheit dient.“

ist auch die rechtliche Möglichkeit für die Errichtung von PV-Anlagen auf denkmalgeschützten Gebäuden eingeführt.



Klimaschutzziele Baden-Württemberg

Das Klimaschutzgesetz macht klare Vorgaben, den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren: Der Treibhausgasausstoß des Landes soll im Vergleich zu den Gesamtemissionen des Jahres 1990 bis 2030 um mindestens 65 Prozent und bis 2040 soll eine Netto-Treibhausgasneutralität („Klimaneutralität“) erreicht sein.

Mehrwert einer PV-Analyse durch make it

Diese Berichte sollen einen ersten Einblick in die Möglichkeiten und den Nutzen mit und durch Photovoltaik auf den Dächern und Flächen Ihrer Kommune geben. Die ausgewählte(n) Liegenschaft(en) wurde(n) nach folgenden Kriterien untersucht:

Möglichkeiten

- Volleinspeisung (ohne Eigenverbrauch)
- Eigenverbrauchsanlagen mit Überschusseinspeisung
- Kombination von Volleinspeisung und Eigenverbrauchsanlagen
- PV-Anlagen ohne EEG-Vergütung
- Dachanlagen
- Freiflächen-Photovoltaik
- mit und ohne Eigenstromspeicher
- Berücksichtigung von Ladeinfrastruktur für e-Mobile
- Notstromfähigkeit berücksichtigen?

Nutzen

- Stromkosteneinsparung
- Gewinn aus Stromeinspeisung ins Netz als Einnahmen für die Haushaltskasse
- Klimaschutzbeitrag (CO₂-Einsparung – auch im Hinblick auf die anzustrebende Klimaneutralität der Kommunalverwaltung bis 2040)
- Maßnahme zur Erfüllung der Ziele des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg
- Hilfsmittel für die Ermittlung der Zahlen zur Bilanzierung der Klimawerte vorsehen
- Ein „Peak-Shaving“ zur Reduzierung der Netzentgelte ist für Verbraucher mit Wandler Messung möglich
- Suche und Bewertung von Umsetzungsmöglichkeiten ohne eigenes Invest



Hinweise

Vergütungsstufen in Cent/kWh und Anwendungsgrenzen nach EEG 2023

- Für Gebäude-PV-Anlagen

Neu:

Aussetzung Degression bis Anfang 2024, danach: halbjährliche Förderdegression von jeweils 1%, beginnend am 01. Februar 2024

Vergütungsabrechnung:

Die tatsächliche Vergütungshöhe ab 10 kWp ist eine Mischvergütung, anteilig der Vergütungsstufen.

Bsp: Bei 30 kWp mit Eigenverbrauch erhalten die ersten 10 kWp die Vergütung 8,2 ct/kWh und die restlichen 20 kWp die Vergütung 7,1 ct/kWh. Die Mischvergütung beträgt somit 7,47 ct/kWh.

mit Eigenverbrauch (Eigenversorgung)

Feste Einspeise-Vergütung in ct/kWh	
bis 10 kWp	8,2
bis 40 kWp	7,1
bis 100 kWp	5,8

ohne Eigenverbrauch (Volleinspeisung)

Feste Einspeise-Vergütung in ct/kWh	
bis 10 kWp	13
bis 100 kWp	10,9

ab 100 kWp muss in die Direktvermarktung

Anzulegender Wert Direktvermarktung	
bis 10 kWp	8,6
bis 40 kWp	7,5
bis 1.000 kWp	6,2

Anzulegender Wert Direktvermarktung	
bis 10 kWp	13,4
bis 100 kWp	11,3
bis 400 kWp	9,4
bis 1.000 kWp	8,1

- Für Freiflächen-Photovoltaik
 - bis max. 1.000 kWp: 6,6 Cent/kWh
 - ab 100 kWp: muss in die Direktvermarktung. Direktvermarktungsaufschlag +0,4 Cent/kWh

Was sind Einspeisung und Eigenversorgung?

INFO

Üblicherweise werden Photovoltaikanlagen mit Überschusseinspeisung betrieben. Das heißt, der erzeugte Solarstrom wird zuerst im Gebäude selbst verbraucht. Wird mehr Photovoltaik-Strom erzeugt als verbraucht, speist die Anlage den Überschuss ins öffentliche Stromnetz ein. Für diese **Einspeisung** erhält der Betreiber nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) eine für 20 Jahre + das Jahr, in dem die Anlage ans Stromnetz ging, fixe Vergütung.

Wird weniger Strom erzeugt, fließt der Strom für den Bedarf wie bisher aus dem Netz. Hier bedarf es keiner komplexen technischen Regelung – eine PV-Anlage optimiert das automatisch. Die Höhe des Eigenverbrauches kann weiter gesteigert werden, wenn beispielsweise ein Batteriespeicher installiert oder Elektroautos tagsüber geladen werden.

Als **Eigenversorgung** bezeichnet man allgemein den Solarstrom, der vom Betreiber der Anlage selbst direkt vor Ort verbraucht wird. Weitere übliche Begriffe sind Eigenstromnutzung oder auch Eigenverbrauch. Eine hohe Eigenversorgung dämpft die Belastung der Stromnetze. Energie, die direkt vor Ort produziert und gleich verbraucht wird, muss nicht mit Verlusten durchs Land transportiert werden.

Wichtige Kennwerte:

Der **Eigenversorgungsanteil** ist ein Kennwert in Prozent. Dieser beschreibt, wieviel des gesamten erzeugten Solarstroms selbst genutzt wird. Oft wird dies auch vereinfacht Eigenverbrauch genannt. Relevant ist der Kennwert **Unabhängigkeitsgrad/Autarkie** vom Strombezug. Dieser beschreibt in Prozent das Verhältnis von selbstgenutztem Solarstrom zum Verbrauch im Haus. Je höher dieser Wert ist, desto weniger Strom muss vom Versorger eingekauft werden und die Kommune ist unabhängiger von steigenden Strompreisen. Bei diesem Kennwert geht es folglich nicht darum sich vom Netz abzukoppeln.

Quelle: Solar-Cluster BW, Broschüre Photovoltaik in Kommunen (2020)



Wirtschaftlicher Nutzen eines Speichers

In einigen Fällen kann der Einsatz eines Speichers als sinnvolle Ergänzung dienen. Der wirtschaftliche Nutzen hängt aber von den Faktoren Stromkosten, Kosten des Speichers, Einspeisevergütung, jährliche Anzahl an Vollladezyklen, Abnahme der Kapazität und der Gesamtlebensdauer ab.

Beispiel 1 (Nulleinspeisung)

- 10 kWh Nutzkapazität
- 230 Vollladezyklen
- 5% Speicherverluste
- anfängliche Stromkosten 35 Cent/kWh
- Kapazität 10. Jahr: 80%
- Kapazität 20. Jahr: 40%

Empfehlung Beispiel 1:

Die Gesamtkosten je kWh Nutzkapazität sollten unter 990€ liegen, damit der Speicher keine Verluste verursacht.

Beispiel 2 (mit EEG-Vergütung)

- 10 kWh Nutzkapazität
- 230 Vollladezyklen
- 5% Speicherverluste
- Vergütung 8,2 Cent/kWh
- anfängliche Stromkosten 35 Cent/kWh
- Kapazität 10. Jahr: 80%
- Kapazität 20. Jahr: 40%

Empfehlung Beispiel 2:

Die Gesamtkosten je kWh Nutzkapazität sollten unter 750€ liegen, damit der Speicher keine Verluste verursacht.

	Speicher- kapazität	Ist-Reduz. Speicher	Reduz. der Ein- speisever- gütung	Vorteil Speicher ohne Strom- preis- anstieg	Vorteil Speicher mit Strom- preis- anstieg 2% linear
	%	kWh	€	€	€
1. Jahr	100	2.300	0	805	805
2. Jahr	98	2.249	0	787	803
3. Jahr	96	2.198	0	769	800
4. Jahr	93	2.147	0	751	796
5. Jahr	91	2.096	0	733	792
6. Jahr	89	2.044	0	716	787
7. Jahr	97	1.993	0	698	781
8. Jahr	94	1.942	0	680	775
9. Jahr	92	1.891	0	662	768
10. Jahr	80	1.840	0	644	760
11. Jahr	76	1.748	0	612	734
12. Jahr	72	1.656	0	580	707
13. Jahr	68	1.564	0	547	679
14. Jahr	64	1.472	0	515	646
15. Jahr	60	1.380	0	483	618
16. Jahr	56	1.288	0	451	586
17. Jahr	52	1.196	0	419	553
18. Jahr	46	1.104	0	386	518
19. Jahr	44	1.012	0		
20. Jahr	40	920	0		

	Speicher- kapazität	Ist-Reduz. Speicher	Reduz. der Ein- speisever- gütung	Vorteil Speicher ohne Strom- preis- anstieg	Vorteil Speicher mit Strom- preis- anstieg 2% linear
	%	kWh	€	€	€
1. Jahr	100	2.300	198	607	607
2. Jahr	98	2.249	194	593	609
3. Jahr	96	2.198	189	580	611
4. Jahr	93	2.147	185	566	611
5. Jahr	91	2.096	180	553	612
6. Jahr	89	2.044	176	540	611
7. Jahr	97	1.993	182	526	609
8. Jahr	94	1.942	167	513	608
9. Jahr	92	1.891	163	499	605
10. Jahr	80	1.840	158	486	602
11. Jahr	76	1.748	151	461	583
12. Jahr	72	1.656	143	437	564
13. Jahr	68	1.564	135	412	544
14. Jahr	64	1.472	127	388	522
15. Jahr	60	1.380	119	364	499
16. Jahr	56	1.288	111	340	475
17. Jahr	52	1.196	103	316	450
18. Jahr	46	1.104	95	291	423
19. Jahr	44	1.012	87	267	395
20. Jahr	40	920	79	243	365

Einsparung nach 15 Jahren			7.525 €	8.798 €
Einsparung nach 20 Jahren			8.982 €	10.540 €

Hinweis

Die eingesparte Strommenge steigt rechnerisch proportional zur Speichergröße. Einfluss auf eine Abweichung zur Proportionalität haben der Strombedarf über Nacht und die Größe der PV-Anlage.



Neue Ertragspotentiale mit Speichern seit 25.02.2025

Durch die Bundestagswahl 2025 weitgehend unbeachtet ist am 25.02.2025 das Solarspitzen-gesetz in Kraft getreten.

Die EEG-Förderung wird für alle Sonnenkraftwerke bei negativen Strombörsenpreisen ver-schoben und nach Ablauf des Förderzeitraumes angehängt. Der Verlängerungszeitraum wird gewichtet ermittelt. Für Sonnenkraftwerke zwischen 2 - <100 kWp ist eine Übergangsregelung beschlossen. Bestehende Solarstromanlagen können freiwillig zu den neuen Regelungen op-tieren und erhalten dafür eine Vergütungserhöhung von +0,6 ct/kWh.

Abgesehen davon, dass der Euro in 20 Jahren durch Inflation weniger wert sein wird, kann das die Liquidität bei einer Finanzierung der Investition beeinträchtigen.

Bei PV-Anlagen <100 kWp, die eine Einspeisevergütung erhalten, wird die Einspeiseleistung auf 60 Prozent begrenzt, bis ein intelligentes Messsystem (iMSys) plus Steuerungstechnik er-folgreich installiert wurde. Eigenverbrauch und Einspeicherungen werden nicht abgeregelt. Für Endkund:innen ist wichtig zu wissen, dass dadurch für PV mit intelligent betriebem Speicher nahezu keine Nachteile entstehen.

Wallboxen mit den angeschlossenen E-Autos und deren Batterien sind PV-Batterien gleichge-stellt. Die technischen Regularien sind bis Mitte 2026 von der Bundesnetzagentur zu definie-ren, die das jedoch noch in 2025 schaffen will. Hersteller werden ihre Produkte dann darauf abstellen. Auch die E-Autos müssen bidirektional laden/entladen können.

Die Speicher (auch in E-Autos) können nun auch unabhängig von der PV-Stromproduktion mit günstigem Netzstrom beladen und bei hohen Preisen entladen werden. Daraus lassen sich mit einer intelligenten Software Arbitragegewinne generieren. Am Day-Ahead-Strommarkt sind um 12.50 Uhr die Strompreise zu jeder 1/4-Stunde des Folgetages bekannt. Limitierender Fak-tor ist die Anschlusskapazität des Netzverknüpfungspunktes und die individuellen Investitions-möglichkeiten.

Der Kauf von „billigem“ oder gar bezahltem Strom an der Strombörse und Verkauf in Spit-zenlastzeiten, also, wenn er deshalb teuer ist, ist **netzdienlich**. Das wird auf Antrag vom Netz-betreiber nach § 14a EnWG (Energie-Wirtschafts-Gesetz) zusätzlich honoriert. Um an der Strombörse handeln zu können, sind handelbare Mengen erforderlich. Es drängen Dienstleis-ter Start-ups und Speicherhersteller auf den Markt, die durch Bündelung von Mengen diese erzielen.

Netzverknüpfungspunkte können nun „überbaut“ werden. Durch eine intelligent gesteuerte Verteilung der Nutzung kann so die Kapazität optimal ausgenutzt werden.



Die PV-Analyse

Methodik

Schritt 1: Grobe Bestimmung der möglichen PV-Anlagenleistung (in kWp)

Eine genauere Belegungsplanung ist in diesem Rahmen nicht durchführbar. Zur Kalkulation wurden wahlweise je 1 kWp Leistung ein Flächenbedarf von 5,5 m² angesetzt oder eine grobe Belegungs-skizze zur Veranschaulichung erstellt. Bei einer genauen Auslegungsplanung werden Abweichungen durch Modulgrößen und Modulleistungen auftreten. Kleinere Störfächen müssen ggfs. noch eingemessen werden.

Schritt 2: Bestimmung des zu erwartenden PV-Strom-Ertrags

Je nach Neigung und Ausrichtung der Modulfläche(n) wird der durchschnittliche Jahresertrag einer voll funktionstüchtigen PV-Anlage unterschiedlich ausfallen. Bei diesen Werten handelt es sich um erwartbare Durchschnitts-Erträge, die je nach Bewölkungs-Intensitäten natürlichen Schwankungen nach oben und unten unterliegen. Zusätzliche Einflüsse auf den Ertrag sind Verschattungen, die zur Bestimmung der Ertragserwartungen mit bedacht werden.

Schritt 3: Bestimmung der Eigenverbrauchsquote (EV-Quote)

Die Höhe des Eigenverbrauchs hängt vom Zeitpunkt des Strombedarfs und der vorhandenen PV-Anlagenleistung ab. Der Strombedarf wird anhand eines Lastganges (bei großen Verbrauchern mit RLM-Zähler), alternativ mit Standard-Lastprofilen, wie alle kleineren Verbraucher simuliert und über die solare PV-Produktionsleistung gelegt. So wird ermittelt, wieviel Verbrauch durch kostenlose Sonnenenergie gedeckt werden kann.

Schritt 4: Berechnung der Wirtschaftlichkeit

Die grobe Wirtschaftlichkeitsbetrachtung basiert auf den von Ihnen erhaltenen Informationen. Die Einspeisevergütung wird mit dem Anschluss der Photovoltaik ans öffentliche Stromnetz fixiert. Das erfolgt üblicherweise mit der Installation des 2-Richtungs-Zählers durch den zuständigen Netzbetreiber, nicht durch die Fertigstellung des Solarteurs und kann daher zeitlich unterschiedlich sein. Das Sonnenkraftwerk muss vom Anlagenbetreiber beim Marktstammdatenregister online registriert werden. Nur dann ist eine EEG-Vergütung möglich.

Hinweis

Nachfolgend werden die Einzelschritte exemplarisch an einer Liegenschaft durchgeführt. Für alle weiteren Liegenschaften werden die Schritte zum Ergebnis verkürzt dargestellt.

Ist kein relevanter Stromverbrauch im Gebäude vorhanden, wird eine Volleinspeise-Anlage mit der Vergütung des EEG 2024 betrachtet. In Einzelfällen kann es sinnvoll sein, eine kleine Anlage für den Eigenverbrauch und eine große Anlage zur Volleinspeisung zu installieren. Damit kann das ganze Potenzial der Dachfläche ausgeschöpft werden.



Schritt 5: Hinweise

Das EEG schreibt – zur Stabilisierung des Stromnetzes – Fernwirkeinrichtungen vor (>2 kWp), mit denen die Einspeisung fix oder dynamisch geregelt werden kann. Wie das technisch erfolgt, bestimmt der jeweilige Netzbetreiber. Die Kosten trägt der Betreiber.

Für die Bilanzierung der kommunalen CO₂-Einsparung muss die Produktion der PV-Anlage gemessen werden können. Ist das nicht über den/die Wechselrichter möglich, ist ein Smart Meter zu berücksichtigen, wenn nicht ohnehin ein separater Produktionszähler vorgeschrieben ist.

Für beides ist der nötige Platz – z. B. im Zählerschrank – vorzusehen. Kosten dafür sind hier nicht berücksichtigt.

Im **Solarpaket 1** wurde Mitte 2024 eine Erhöhung der Einspeisesätze für PV-Anlagen >40 kWp um 1,5 ct/kWh beschlossen. Das – und die genaue Ausgestaltung - muss wegen der Beihilfetatbestände aber noch von der EU genehmigt werden und ist hier deshalb nicht berücksichtigt. Bei der Anlagenzertifizierung gibt es nun ein Wahlrecht.

Für Speicher wird – wenn nicht ausdrücklich etwas anderes beschrieben oder gewünscht wird - eine Inhouse-Lösung geplant. Wird ein Speicher nicht im Zusammenhang mit der PV realisiert, ist darauf zu achten, dass der Wechselrichter später die Steuerung, sowie Be- und Entladung der Batterie mit übernehmen kann.

Schneefanggitter sollten zur Erfüllung der Verkehrssicherungspflicht vor geneigten Solarflächen über Verkehrsflächen berücksichtigt werden.

Folgende Informationen der Verwaltung und Überlegungen wurden bei der Betrachtung einbezogen:

- Die Strombezugskosten wurden mit 26,5 ct/kWh gerechnet. Die aktuellen Preise der Gemeinde liegen mit ca. 32 ct/kWh darüber; die Wirtschaftlichkeitsberechnung ist deshalb konservativ dargestellt. Durch die Erhöhungen der CO₂-Bepreisung wird tendenziell mit steigenden Strompreisen gerechnet.
- Das wirtschaftliche Ergebnis aller Varianten wurde mit einem fiktiven Kostenaufschlag von 2,5 % der Investition belastet. Mit dieser Rücklage sollen denkbare Defekte von elektrischen Bauteilen außerhalb der Garantiezeiten behoben und notwendige Wartungsarbeiten (z. B. E-Checks, ggfs. nötig werdende Reinigung der PV-Module) durchgeführt werden. Auch eine Versicherung des Kraftwerks ist möglich. Diese Rücklagenbildung ist in der Anlagenleistung sichtbar gemacht. Die jährlichen Kosten sind bereits im Cash-Flow berücksichtigt und deshalb separat dargestellt.



Solare Nutzung der Dächer des Rathauses



Ausgangslage:

Das Rathaus hatte 2023 einen Stromverbrauch von 27.499 kWh. Mit 26 Modulen und einer Leistung von je 445 Wp wird allein auf dem Süddach des Anbaus eine Anlagenleistung für ein Sonnenkraftwerk von **11,57 kWp** erreicht.

Da diese Leistung deutlich geringer als der Verbrauch vor Ort ist, wurde zusätzlich die Belegung der Norddaches mit beplant. Das Norddach hat ein Solarpotential von über 20 kWp, so dass eine Anlagenleistung von insgesamt **31,6 kWp** möglich ist.

Zu berücksichtigende bauliche Gegebenheiten:

Das Süddach des **alten Rathauses** ist mit 2 Reihen Schleppegaben stark gegliedert. Diese werfen Schatten, erfordern einen deutlich höheren Installationsaufwand bei verringertem solaren Potential und zeigen damit keine homogene Solarfläche. Von einer solaren Nutzung wird deshalb abgesehen, zumal die übrigen PV-Flächen ausreichend Produktionskapazität für den Verbrauch im Rathaus haben.

Technische Hinweise:

Die beplanten Dächer sind erheblichen Verschattungseinflüssen ausgesetzt. Die Verwendung von Moduloptimierern wird deshalb empfohlen.

Wenn alle beplanten Gebäude der Kommune gemeinsam umgesetzt werden, ergibt sich ein Kostenvorteil. Es ist sinnvoll die gleichen Module zu verwenden. „Für den Fall der Fälle“ sollten einige Ersatzmodule mehr eingekauft und zentral eingelagert werden.

Bei den Einspeisetarifen wurde mit dem Wert zum 30.06.2025 gerechnet.



Fazit:

Ein Sonnenkraftwerk auf dem Dach des Rathauses ist nicht nur rentabel, sondern schützt auch das Klima! Die Umsetzung sollte deshalb so bald als möglich erfolgen.

Wie in der nachfolgenden Tabelle dargestellt, generiert die Investition in PV unabhängig des Bau- und Betriebsmodells eine Wertschöpfung. Bei der Wahl des geeigneten Modells sind neben der reinen Wirtschaftlichkeit auch Faktoren wie der Unterhalt oder der Rückbau mitzudenken. Einen Überblick gibt der Bericht zu den Umsetzungsvarianten.

Diese restliche Strommenge könnte aus einem ergänzenden Stromspeicher oder aus den über eine Wallbox verbundene E-Autos der Kommune ganz oder teilweise gedeckt werden.

Die Vergleichsberechnungen haben ergeben, dass die solare Nutzung des Norddaches zur Deckung des Eigenverbrauchs sehr wirtschaftlich und deshalb zu empfehlen ist.

So macht Klimaschutz Spaß!

Auch ein Speicher rechnet sich, bleibt wirtschaftlich aber bei einem Eigeninvest hinter den anderen Varianten zurück. Dieser sollte, falls gewünscht im Detail separat geplant werden.



IST-Situation

Stromverbrauch	27.569	kWh	0,30	€/kWh	-8.270,70 €
----------------	--------	-----	------	-------	--------------------

Umsetzungsvarianten

Eigeninvest

Liquidität

Einspeisevergütung (gemäß PV-Analyse)					612,46 €
kalkulierte Betriebskosten	2,50%	der Investition			-1.105,83 €
Tilgung	44.233,00 €	Investition	20,00	Jahre Laufzeit	-2.211,65 €
Stromkostensparnis	13.050	kWh	0,17	€/kWh	
Eigenverbrauch	13.050	kWh	0,13	€/kWh	
Netzbezug	14.519	kWh	0,30	€/kWh	-4.355,70 €
					-7.060,72 €

Wertschöpfung für die Kommune durch Investition in PV p.a. 1.209,99 €

PPA-Lösung

Dachpacht	31,6	kWp	2,00	€/kWp	63,20 €
Stromkostensparnis	13.050	kWh	0,08	€/kWh	
Fremdeinkauf - PPA	13.050	kWh	0,22	€/kWh	-2.871,00 €
Netzbezug Rest	14.519	kWh	0,30	€/kWh	-4.355,70 €
					-7.163,50 €

Wertschöpfung für die Kommune durch Investition in PV p.a. 1.107,20 €

Finanzierungslösung

Finanzierungszins	3,19%	p.a.	durchschnittlich	-705,52 €
			Ergebnis Eigeninvest	-7.060,72 €
				-7.766,23 €

Wertschöpfung für die Kommune durch Investition in PV p.a. 504,47 €

Einsparcontracting

?

Gelb: Variable (Erfahrungswerte und Annahmen)

Rot und fett: sichtbare Kontobewegung



Solare Nutzung der Dächer der Schlossbergschule



Ausgangslage:

Die Schlossbergschule hatte 2023 einen Stromverbrauch von 15.681 kWh. Mit 141 PV-Modulen und einer Leistung von 440 Wp wird auf den sonnenbeschienenen Dächern des Gebäudes eine Anlagenleistung eines Sonnenkraftwerks von **62,04 kWp** erreicht.

Zu berücksichtigende bauliche Gegebenheiten:

Die solar nutzbaren Dachflächen sind weitgehend zum Schulhof hin orientiert. Auch wenn das Risiko von Dachlawinen nachlässt, sind Schneefanggitter zu berücksichtigen, damit die Gefahr von abrutschendem Schnee von den Solar-Kollektoren gemindert wird.

Technische Hinweise:

Plant die Kommune die solare Nutzung weiterer Dächer, sollten mit einer Bündelung der Ausschreibung Preisvorteile und durch gleiche Anlagentechnik Vorteile bei Wartung und Unterhalt erzielbar sein.

Fazit:

Das Sonnenkraftwerk wurde Mitte 2024 mit Einbindung in das damals bestehende Strombilanzkreismanagement (der eingespeiste Strom glich bilanziell den Verbrauch der anderen kommunalen Liegenschaften aus) geplant.

Ohne diesen Zusatznutzen ist eine Anlagenteilung in Eigenverbrauch mit Überschusseinspeisung (der große Vorteil liegt in der Vermeidung des Einkaufs von teurem Netzstrom) und Volleinspeisung (mit höherer Einspeisevergütung) bei Eigeninvest anzuraten. Bei einer Investorenlösung erfolgt die Vermarktung der gesamten Stromproduktion durch den Investor.

Bei einem perspektivischen Heizungstausch steht ausreichend und dauerhaft günstiger Sonnenstrom zur Nutzung einer Wärmepumpe zur Verfügung. Der höhere Eigenstromverbrauch zur Nutzung kostenloser Umweltwärme (die mit elektrischer Energie transformiert wird) ist mitzudenken. Die Steigerung der Gaspreise aus steigender Beteiligung an den verursachenden Umweltschäden (derzeit noch gedeckelte CO₂-Preissteigerung nach dem Verursacherprinzip) und Netzentgelten (die Kosten des Netzes werden auf immer weniger Nutzer verteilt) – unabhängig vom Weltmarkt – ist lange bekannt und wird in naher Zukunft „spürbar“.



IST-Situation					
Stromverbrauch	15.681	kWh	0,3000	€/kWh	-4.704,30 €

Umsetzungsvarianten

Eigeninvest

Liquidität

Einspeisevergütung	gemäß PV-Analyse				4.269,29 €
kalkulierte Betriebskosten	2,50%	der Investition			-2.047,33 €
Tilgung	81.893,00 €	Investition	20	Jahre Laufzeit	-4.094,65 €
Stromkostensparnis	7.393	kWh	0,2267	€/kWh	
Eigenverbrauch	7.393	kWh	0,0733	€/kWh	
Netzbezug	8.288	kWh	0,3000	€/kWh	-2.486,40 €
					-4.359,09 €

Wertschöpfung für die Kommune durch Investition in PV p.a.	345,22 €
---	-----------------

PPA-Lösung

Dachpacht	62,04	kWp	2,0000	€/kWp	124,08 €
Stromkostensparnis	7.393	kWh	0,0800	€/kWh	
Fremdeinkauf - PPA	7.393	kWh	0,2200	€/kWh	-1.626,46 €
Netzbezug Rest	8.288	kWh	0,3000	€/kWh	-2.486,40 €
					-3.988,78 €

Wertschöpfung für die Kommune durch Investition in PV p.a.	715,52 €
---	-----------------

Finanzierungslösung

Finanzierungszins	3,19%	p.a.	durchschnittlich	-1.306,19 €	
				Ergebnis Eigeninvest	-4.359,09 €
					-5.665,28 €

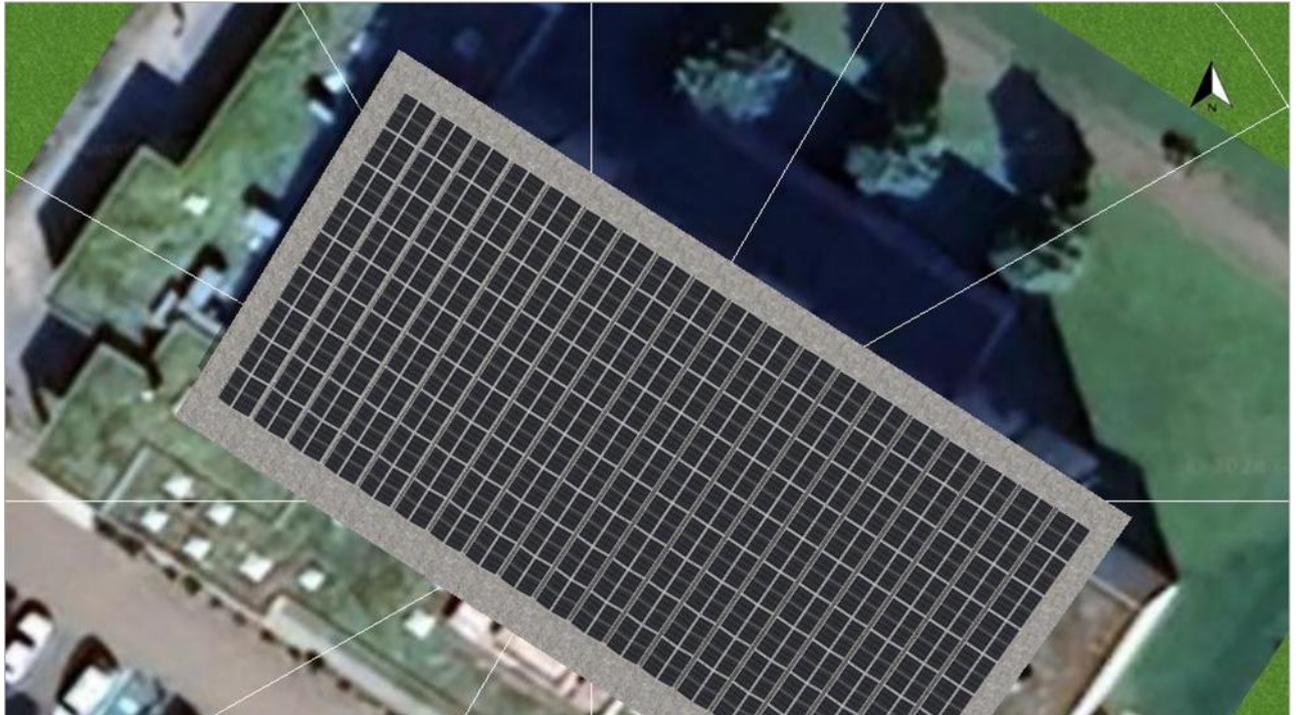
Wertschöpfung für die Kommune durch Investition in PV p.a.	-960,98 €
---	------------------

Einsparcontracting	?
---------------------------	----------

Gelb: Variable (Erfahrungswerte und Annahmen)
Rot und fett: sichtbare Kontobewegun



Solare Nutzung der Dächer der Tiefenbachhalle



Ausgangslage:

Die Tiefenbachhalle hatte 2023 einen Stromverbrauch von 145.075 kWh. Mit 342 Modulen und einer Leistung von je 445 Wp wird eine Anlagenleistung für ein Sonnenkraftwerk von **152,19 kWp** erreicht.

Mit dieser Anlagenleistung muss das Sonnenkraftwerk in die Direktvermarktung, was bei einer Investoren-Lösung der Investor u.a. mit einem PPA macht, um möglichst viel Strom im Objekt (ohne Netzentgelte und Steuern, also Win-Win für beide Vertragspartner) zu verkaufen. Der Rest wird mit anderen Anlagen gepoolt vermarktet, z. B. über einen genossenschaftlichen Energieversorger oder Verkauf von „Öko-Strom“ an große Abnehmer.

Bei einem Eigeninvest würde man die Anlagenleistung <100 kWp ans Netz nehmen und den Rest ein Jahr später als 2. Sonnenkraftwerk. Hintergrund: Die Dienstleistungsgebühren für die Direktvermarktung werden bei der Größenordnung i.d.R. nicht vom gesetzlichen Zuschlag dafür gedeckt.

Die beiden benachbarten Flutlichtanlagen mit einem Jahresverbrauch von 3.370 kWh und 9.695 kWh haben eigene Stromanschlüsse. Insbesondere, wenn ein Speicher vorgesehen wird, sollten die beiden Zähler, wenn es technisch ohne großen Aufwand machbar ist, aufgelöst und durch Zwischenzähler an den Hauptzähler der Tiefenbachhalle mit anschlossen werden. So profitiert die Gemeinde vom kostenlosem Sonnenstrom, spart zwei Zählermieten beim Netzbetreiber und verringert damit den Verwaltungsaufwand.

Mit dem Inkrafttreten des Solarspitzengesetzes am 25.02.2025 können Speicher – auch unabhängig von einer PV – für den Stromhandel und daraus resultierenden Arbitragegewinnen und Vergütungen aus netzdienlichem Verhalten genutzt werden. Dienstleister und Speicherhersteller drängen mit Lösungen – auch ohne Eigeninvest – auf den Markt.



Zu berücksichtigende bauliche Gegebenheiten:

Die Reserven der statischen Traglast für das große Hallendach müssen – wie auch die Anschlussleistung des elektrischen Hausanschlusses – noch geprüft werden. Es wird davon ausgegangen, dass sie für die geplante PV ausreichen.

Im ersten Schritt wurde eine **reine Ost-/West-Aufständering** geplant, die eine Anlagenleistung von 138,84 kWp erbrachte. Das verursacht einen höheren Installationsaufwand für die individuelle Anpassung der Aufständering, was berücksichtigt werden muss.

Diese wurde mit einer dachparallel zu installierenden Anlage ohne individuelle Anpassung verglichen. Die Sonneneinstrahlung war unter 1 kWh pro kWp geringer. Gleichzeitig können so 152,19 kWp, also fast 14 kWp mehr Leistung installiert werden – die besser Variante also.

Hilfreich ist eine Unterkonstruktion, die mit 8 mm Aludraht verbunden wird, der an die Erdung des vorhandenen Blitzschutzes mit angeschlossen wird und so Blitzschutzaufgaben übernehmen kann. Ob das für das gesamte Gebäude ausreichend ist und damit auf den vorhandenen Blitzschutz ganz oder teilweise verzichtet werden kann (reduziert die Bau- und Anpassungskosten), muss von einem Fachplaner untersucht werden, der für die Anpassung der vorhandenen Blitzschutzanlage ohnehin eingeschaltet wird.

Insbesondere auf flach geneigten großen Dächern kommt es – unabhängig von der Windbelastung – durch wiederholte Temperaturveränderungen zu Wandereffekten der Gestelle auf der Dachabdichtung. Deshalb ist auf eine geeignete Lagesicherung der Modulfelder und Dehnungsfugen (mdst. alle 15 m) zu achten. Hilfestellung bei der Suche nach Lösungsansätzen bietet ein Hinweispapier des BSW-Solar (<https://www.bsw-solar-shop.de/produkt/hinweispapier-zur-lagesicherung-von-pv-flachdachanlagen-gegen-verschiebung-aufgrund-thermischer-dehnungen-temperaturwanderung-6061003>).

Fazit:

Ein Sonnenkraftwerk auf dem Dach der Tiefenbachhalle ist nicht nur hoch rentabel, sondern schützt auch das Klima mit einer **CO₂-Einsparung** von **rund 70 to/Jahr!** Die Umsetzung sollte deshalb so bald als möglich erfolgen.

Erfolgt die Umsetzung mit einem Investor (bspw. einer Bürgerenergiegenossenschaft) erfolgt der Stromverkauf im Rahmen eines PPA (Power-Purchase-Agreement = Direktabnahmevertrag). Der auf dem Gebäude produzierte Strom wird nicht mit Netzentgelten und Steuern belastet und ist deshalb günstiger, als der Einkauf auf dem freien Markt. Die restliche Strommenge, die nicht deckungsgleich mit dem Verbrauch von der PV produziert wird, muss gekauft werden wo diese Kosten zum „Arbeitspreis“ hinzu kommen.

In einer Mehrzweckhalle findet ein Teil des Verbrauches in den Abendstunden statt. Damit erscheint der Einsatz eines Speichers sinnvoll, zumal daran auch die Flutlichtanlagen für die beiden so ausgestatteten Sportplätze mit angeschlossen werden könnten.

Wird eine Speicherlösung gewählt, kann mit relativ geringem Mehraufwand (Motorschalter zur Netztrennung und Separierung der Notstromkreise) eine Notstromversorgung dargestellt werden. Dort steht dann der Speicherinhalt und die aktuelle Leistung der Sonnenstromproduktion zur Verfügung (keine USV – unterbrechungsfreie Stromversorgung).

So macht Klimaschutz Spaß!



IST-Situation					
Stromverbrauch	158.181	kWh	0,3000	€/kWh	-47.454,30 €

Umsetzungsvarianten

Eigeninvest

Liquidität

Einspeisevergütung	gemäß PV-Analyse				4.444,98 €
kalkulierte Betriebskosten	2,50%	der Investition			-5.136,41 €
Tilgung	205.456,50 €	Investition	20	Jahre Laufzeit	-10.272,83 €
Stromkostensparnis	81.743	kWh	0,2144	€/kWh	
Eigenverbrauch	81.743	kWh	0,0856	€/kWh	
Netzbezug	76.438	kWh	0,3000	€/kWh	-22.931,40 €
					-33.895,66 €

Wertschöpfung für die Kommune durch Investition in PV

13.558,64 €

PPA-Lösung

Dachpacht	152,19	kWp	2,0000	€/kWp	304,38 €
Stromkostensparnis	81.743	kWh	0,0800	€/kWh	
Fremdeinkauf - PPA	81.743	kWh	0,2200	€/kWh	-17.983,46 €
Netzbezug Rest	76.438	kWh	0,3000	€/kWh	-22.931,40 €
					-40.610,48 €

Wertschöpfung für die Kommune durch Investition in PV

6.843,82 €

Finanzierungslösung

Finanzierungszins	3,19%	p.a.	durchschnittlich	-3.277,03 €
			Ergebnis Eigeninvest	-33.895,66 €
				-37.172,69 €

Wertschöpfung für die Kommune durch Investition in PV

10.281,61 €

Einsparcontracting

?

Gelb: Variable (Erfahrungswerte und Annahmen)
Rot und fett: sichtbare Kontobeweg



Solare Nutzung der Dächer Kita Regenbogen



Ausgangslage:

Die Kita Regenbogen hatte 2023 einen Stromverbrauch von 13.842 kWh.

Die Bausubstanz ist von 1981. Mit dem damals üblichen Dämmstandard verliert das Gebäude Wärme durch die Bauteile. Diese sind spürbar kälter und werden nicht ausreichend erwärmt. Trotz hochgeregelter Heizung und damit hohen Heizenergiekosten steigt das Wohlfühlklima nicht mit. Ein Anbau ist geplant, für den die Solarpflicht gilt.

Die Kegeldächer bieten pro Seite jeweils nur Platz für 1 PV-Modul. Damit ist die Installation dort so aufwändig, dass sie für die solare Nutzung nicht berücksichtigt wurden.

Die Verschattungseinflüsse der umgebenden Bäume reduzieren den möglichen Sonnenertrag um rund 18 %. Die Nutzung von Moduloptimierern wird deshalb empfohlen.

Untersucht wurde eine reine Ost-/West-Aufständigung mit 15° Aufstellwinkel, sowie eine dachparallele. Bei nur sehr geringem Einfluss auf die Sonneneinstrahlwerte wird dachparallel eine größere Belegungsfläche nutzbar, die zusätzlich eine bessere Ausnutzung von Freiflächen zwischen den Dachflächenfenstern und anderen Dachaufbauten erwarten lässt. Das Mehrpotential sollte genutzt werden.

Mit 30 Modulen und einer Leistung von je 445 Wp wird eine Anlagenleistung für ein Sonnenkraftwerk von **13,35 kWp** erreicht.



IST-Situation					
Stromverbrauch	10.930	kWh	0,3000	€/kWh	-3.279,00 €

Umsetzungsvarianten

Eigeninvest

Liquidität

Einspeisevergütung	gemäß PV-Analyse				362,81 €
kalkulierte Betriebskosten	2,50%	der Investition			-450,56 €
Tilgung	18.022,50 €	Investition	20	Jahre Laufzeit	-901,13 €
Stromkostensparnis	6.254	kWh	0,1961	€/kWh	
Eigenverbrauch	6.254	kWh	0,1039	€/kWh	
Netzbezug	4.676	kWh	0,3000	€/kWh	-1.402,80 €
					-2.391,68 €

Wertschöpfung für die Kommune durch Investition in PV	887,32 €
--	-----------------

PPA-Lösung

Dachpacht	13,35	kWp	2,0000	€/kWp	26,70 €
Stromkostensparnis	6.254	kWh	0,0800	€/kWh	
Fremdeinkauf - PPA	6.254	kWh	0,2200	€/kWh	-1.375,88 €
Netzbezug Rest	4.676	kWh	0,3000	€/kWh	-1.402,80 €
					-2.751,98 €

Wertschöpfung für die Kommune durch Investition in PV	527,02 €
--	-----------------

Finanzierungslösung

Finanzierungszins	3,19%	p.a.	durchschnittlich	-287,46 €
			Ergebnis Eigeninvest	-2.391,68 €
				-2.679,14 €

Wertschöpfung für die Kommune durch Investition in PV	599,86 €
--	-----------------

Einsparcontracting	?
---------------------------	----------

Gelb: Variable (Erfahrungswerte und Annahmen)
Rot und fett: sichtbare Kontobewegung



Fazit:

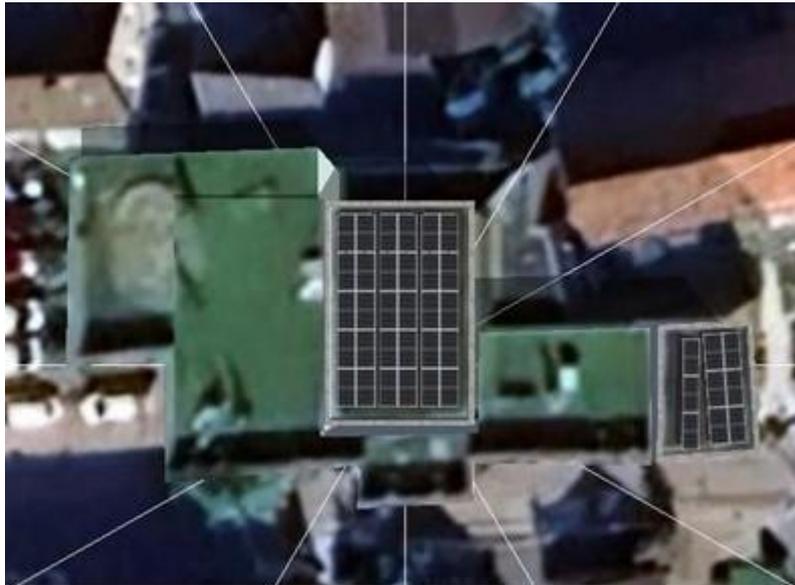
Eine PV-Anlage ist ein langlebiges Investment. Dementsprechend gut muss das darunter liegende Dach sein. Hier sollte das Dach vorher isoliert werden, um langfristig Wohlfühlklima im Gebäude zu unterstützen und den Anforderungen des Klimaschutzes an den Gebäudebestand gerecht werden zu können, was für die bis 2040 angestrebte Klimaneutralität nötig ist. Das muss mit den statischen Reserven des Gebäudes abgeglichen werden. Eine solche Energie-Effizienz-Maßnahme ist förderfähig.

Wie erwähnt besteht beim Bau des angedachten Anbaus außerdem nach Landesrecht die Verpflichtung zum Bau einer PV-Anlage. Eine gemeinsame Umsetzung bringt nicht nur Preisvorteile dort, sondern zusätzliche Synergien bei der nötigen Technik und Schaffung eines Wohlfühlklimas für den gesamten Gebäudekomplex.

Es ist zu empfehlen, dass für alle kommunalen Neubauten ein entsprechend guter energetischer Standard in Richtung „Passivhaus“ geplant wird, was ohne Mehrkosten möglich ist.



Solare Nutzung der Dächer Kita Schnakennest



Ausgangslage

Die Dächer auf der Kita Schnakennest haben ein Solarpotential von ca. **17,35 kWp**, das sehr wirtschaftlich genutzt werden könnte.

Bei der Suche nach einem bei der Planung der Aufstockung des Bestandsgebäudes mitgedachten Kabelweges von den Dächern zu den Technik- und Zählerräumen wurde vom damals beauftragten Architekturbüro Epple informiert, dass mit der Aufstockung die statischen Reserven des Bestandsgebäudes ausgereizt wurden und damit kein rechnerisches Potential für eine Auflast, die durch ein Sonnenkraftwerk mit ca. 15 – 25 kg/m² entstehen würde, mehr vorhanden ist.

Auch wenn dieses Sonnenkraftwerk wirtschaftlich einen Beitrag zum Klimaschutz leisten könnte, kann eine solare Nutzung deshalb nicht empfohlen werden.