

Photovoltaik-Strategie Staat Freiburg

—
August 2023



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Direction de l'économie, de l'emploi et de la formation professionnelle DEEF
Volkswirtschafts- und Berufsbildungsdirektion VWBD

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
Einleitung	7
Aktuelle Situation	8
Markt- und Technologieentwicklung	8
Potenzial	10
Rechtlicher Rahmen und Förderinstrumente	12
Anwendungsbereiche	14
Gebäudeintegrierte PV	14
Infrastrukturintegrierte PV	16
PV auf Freiflächen in Bauzonen	18
Agri-PV	19
Alpine PV	20
Schwimmende PV	21
Zusammenfassung und Entscheidungsmatrix zu den Anwendungsbereichen	22
Ziele	23
Massnahmen	25
Vorbildfunktion der öffentlichen Körperschaften	26
Kommunikations- und Bildungsmassnahmen	27
Rechtliche Massnahmen auf der Ebene der Gesetzesbestimmungen	28
Massnahmen zur finanziellen Unterstützung	29
Massnahmen zur Unterstützung der technologischen Entwicklung	30
Abkürzungen	31

Zusammenfassung

Die Photovoltaik (im Folgenden: PV) entwickelt sich besonders dynamisch. Sie wird gleich wie die Wasser- und Windkraft, die ebenfalls der Stromerzeugung dienen, als wesentlicher Bestandteil des künftigen Energieversorgungssystems der Schweiz angesehen. Das PV-Potenzial ist gross und – proportional zu den in den Energieperspektiven 2050+ festgelegten Zielen des Bundes – kann der Kanton Freiburg bis 2035 eine jährliche Stromproduktion von 0,6 TWh und bis 2050 von 1,3 TWh erreichen. Damit dies gelingt, muss die jährliche Solarstromproduktion, die hauptsächlich im Sommerhalbjahr erfolgt, bis 2035 verdreifacht und bis 2050 um den Faktor 6,5 gesteigert werden. Hierfür ist eine Strategie erforderlich, die die verschiedenen grundsätzlich verfügbaren Lösungsansätze und Mittel zur Erschliessung dieser Ressource berücksichtigt.

Aus der umfassenden Studie¹, die für den Kanton durchgeführt wurde, gehen verschiedene Anwendungsbereiche hervor, in denen die PV grundsätzlich eingesetzt werden könnte: integriert in Gebäude und / oder Infrastrukturen, auf Freiflächen, kombiniert mit landwirtschaftlicher Nutzung, im alpinen Kontext oder auf Wasseroberflächen.

Nach der Analyse der einzelnen Anwendungsbereiche unter Berücksichtigung zahlreicher Parameter (u.a. Produktionspotenzial, Umweltaspekte, Wirtschaftlichkeit) ergibt sich aus der Studie, dass die Priorität auf der Realisierung von gebäude- und infrastrukturintegrierten PV-Anlagen liegen sollte (Priorität 1). Mit diesen beiden Anwendungsbereichen und PV-Anlagen auf ausgewählten, wenig empfindlichen Freiflächen (Priorität 2) kann das Ziel einer jährlichen Solarstromproduktion von 1,3 TWh bis 2050 durchaus erreicht werden.

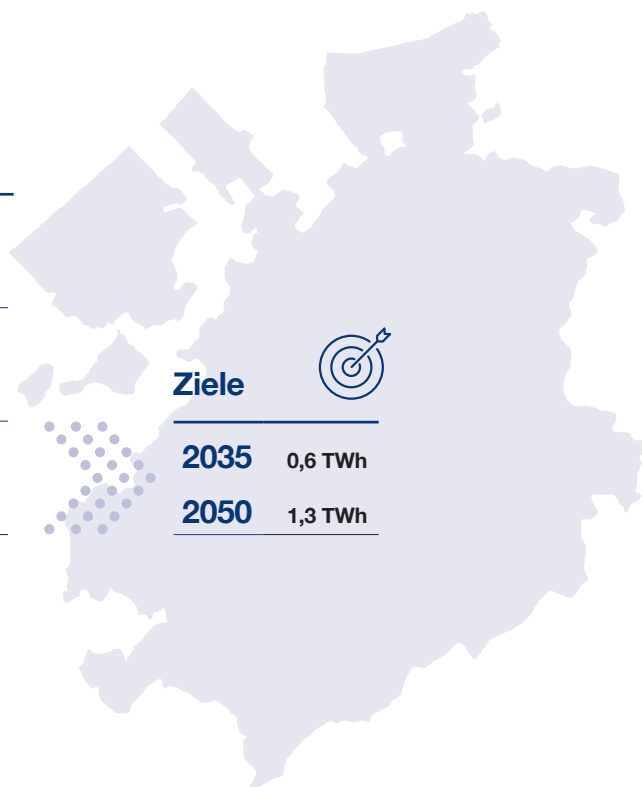
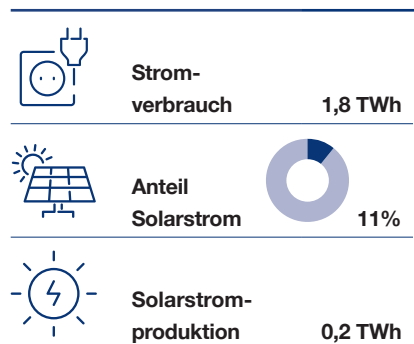
Da sich der PV-Ausbau in den anderen Anwendungsbereichen aus technischen, wirtschaftlichen, rechtlichen, ökologischen und gesellschaftlichen Gründen komplexer gestaltet, finden sich diese Anwendungsbereiche auf der tiefsten Prioritätsstufe 3. Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse ist der Staatsrat der Ansicht, dass der PV-Ausbau auf dem Kantonsgebiet mit möglichst geringen negativen Auswirkungen und mit Fokus auf die vorteilhaftesten Anwendungsbereiche (d.h. Bereiche auf Prioritätsstufe 1 und 2) erfolgen soll und kann. Diese Einschätzung stützt letztlich die im kantonalen Richtplan festgelegte Ausrichtung für die PV-Entwicklung.

¹ NET Nowak Energie & Technologie SA, Document de base pour l'élaboration d'une stratégie photovoltaïque du canton de Fribourg, 01.2023

Um das ehrgeizige Ziel einer jährlichen Solarstromproduktion von 0,6 TWh bis 2035 zu erreichen, will der Staatsrat einen Massnahmenplan umsetzen, der an erster Stelle die Vorbildfunktion des Staates und der Gemeinden betont und besonderes Gewicht auf Information, Sensibilisierung und Ausbildung legt. So sollen die gesetzlichen Grundlagen unter Berücksichtigung der laufenden Entwicklung des gesetzlichen Rahmens auf Bundesebene angepasst werden. Ebenso soll der Bau von PV-Anlagen finanziell unterstützt werden, z. B. im Zusammenhang mit Gebäudesanierungen, Solarfassaden und Pilotprojekten. Dieses Massnahmenpaket, welches sich gut in die Zielsetzungen des kantonalen Klimaplanes einfügt, wird ab 2023 schrittweise umgesetzt.

Die aktuelle Situation und die quantitativen Ziele für den Kanton Freiburg auf einen Blick:

2022



Einleitung

PV ist eine der Säulen der Energiestrategie 2050 und soll bis 2050 sehr ehrgeizige Ziele erreichen.

Jüngst sind im Zusammenhang mit der 2022 aufgetretenen Energiekrise die Sorgen um die Versorgungssicherheit verstärkt in den Vordergrund getreten, was insbesondere auch die gesamte PV-Branche deutlich zu spüren bekommt.

Die PV-Strategie des Staates Freiburg, die sich grösstenteils auf den Bericht der Firma Nowak Energie & Technologie AG² stützt, soll in diesem Zusammenhang:

-
- > die aktuelle Situation der PV in der Schweiz und im Kanton Freiburg darlegen

 - > die bestehenden Anwendungsbereiche und Potenziale aufzeigen

 - > die quantitativen und qualitativen Ziele des Staates Freiburg festlegen

 - > diejenigen Massnahmen aufzuführen, die der Staatsrat in den kommenden Jahren umsetzen will, um die Ziele für den PV-Ausbau zu erreichen.

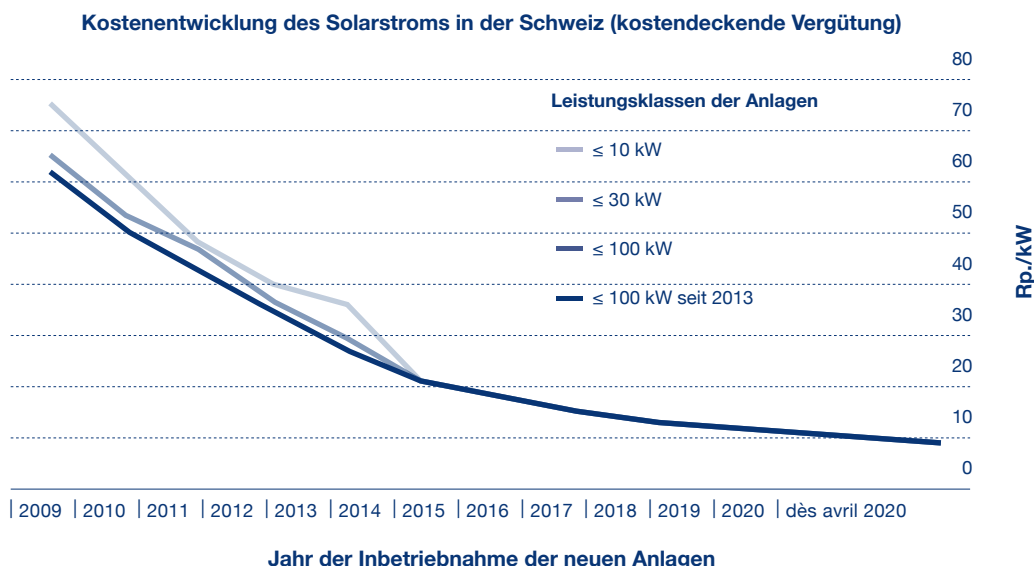
² Document de base pour l'élaboration d'une stratégie photovoltaïque du canton de Fribourg, NET Nowak Energie & Technologie SA, 01.2023

Aktuelle Situation

Markt- und Technologieentwicklungen

Der PV-Markt entwickelt sich sehr dynamisch. Grosse Solarkraftwerke und die starke Zunahme von Projekten haben weltweit zu Skaleneffekten im PV-Sektor geführt. Die Preise für PV-Anlagen und Solarstrom sind in den 2010er Jahren um den Faktor 4 bis 5 gesunken (siehe Abbildung unten), wodurch die Technologie in vielen Bereichen wettbewerbsfähig geworden ist. In weiten Teilen der Welt stellt die PV heute die günstigste Stromproduktionstechnologie dar.³ Die jährlich installierte Kapazität hat sich in den 2010er Jahren sowohl auf nationaler als auch auf globaler Ebene verzehnfacht.⁴

Abbildung 3.1a: Kostenentwicklung anhand der vom Bund festgelegten Vergütungstarife.⁵



Das Wachstum in der Schweiz betrifft alle Segmente (Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser, Industrie-, Gewerbe- und Landwirtschaftsgebäude usw.), wobei die überwiegende Mehrheit der PV-Anlagen auf Dächern installiert wird. Die Solarstromproduktion im Jahr 2022 wird für die Schweiz auf fast 4 TWh geschätzt⁶, was 7% des gesamten Stromverbrauchs (57 TWh⁷) entspricht. Im Kanton Freiburg decken PV-Anlagen bereits heute mehr als 10% des Stromverbrauchs (0,2 TWh bei einem Gesamtverbrauch von 1,8 TWh)⁸

³ Die Wettbewerbsfähigkeit und die Produktionskosten hängen unter anderem von den realisierten Anlagentypen, den erforderlichen Investitionen und den verfügbaren Ressourcen (Sonneneinstrahlung, Wind, Hydrologie, Geothermie, Biomasse usw.) ab. Quellen: Internationale Energieagentur, World Energy Outlook 2022, November 2022; SolarPower Europe, Global Market Outlook for Solar Power 2021-2025, Juli 2021; Fraunhofer ISE, Stromgestehungskosten erneuerbare Energien, Juni 2021; International Renewable Energy Agency, Renewable Power Generation Costs in 2021, 2022

⁴ Internationale Energieagentur Photovoltaic Power Systems Program, Trends in Photovoltaic Applications 2020, 2021

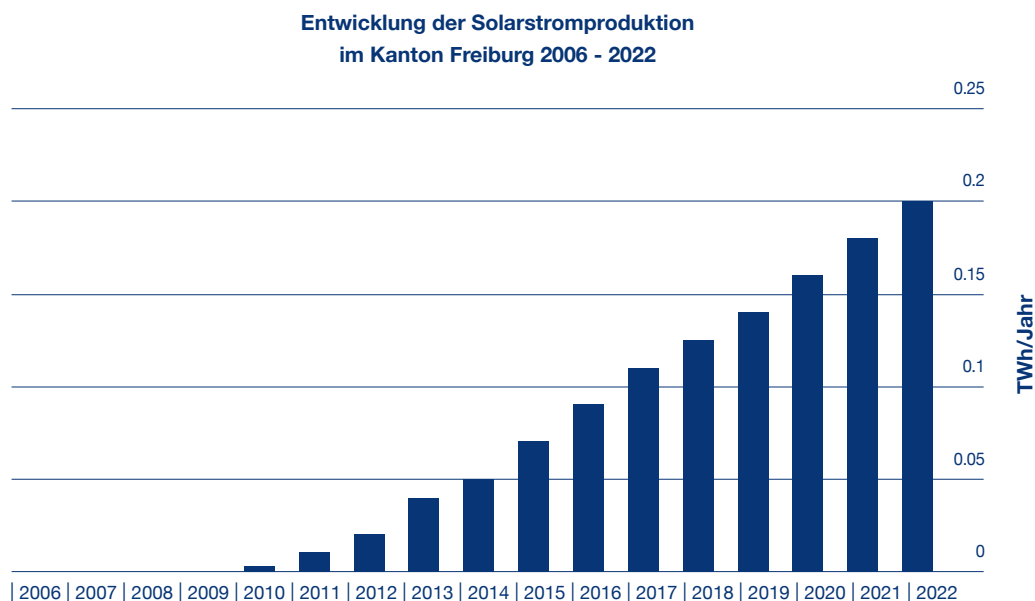
⁵ Die Kurven enden für Kleinanlagen (2-10 kW) und mittlere Anlagen (10-30 kW) in den Jahren 2013/2014, da die kostendeckende Einspeisevergütung durch die Einmalvergütung abgelöst wurde. Datenquellen: Energieverordnung und Verordnung über die Förderung der Produktion von Elektrizität aus erneuerbaren Energien

⁶ Swissolar, Faktenblatt - Photovoltaik, Dezember 2022

⁷ Bundesamt für Energie (BFE)/energeia plus, Schweizer Elektrizitätsbilanz, Mitteilung 9. Februar 2023

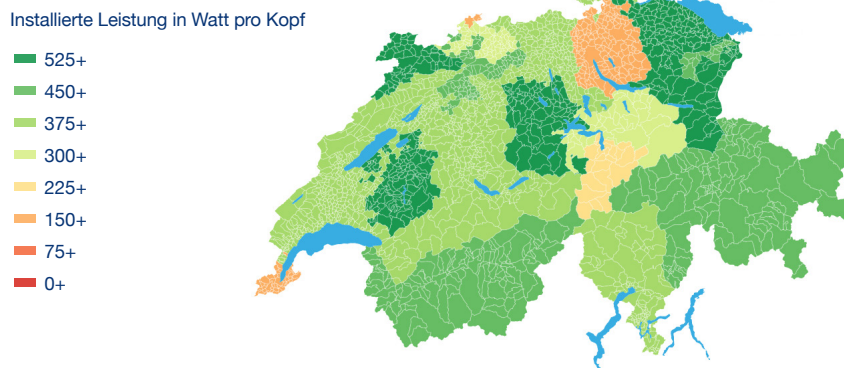
⁸ Schätzung basierend auf: Amt für Statistik (StatA) des Kantons Freiburg, Statistisches Jahrbuch des Kantons Freiburg 2023, 23. Dezember 2022; VESE (pvpower.ch), Karte der Photovoltaikleistung in der Schweiz (Stand 1. Dezember 2022)

Abbildung 3.1b: Entwicklung der jährlichen Solarstromproduktion im Kanton Freiburg für den Zeitraum 2006 bis 2022. Berechnung und Schätzung auf der Grundlage des AfE und VESE (pvpower.ch)⁹



Freiburg gehört auch zu den Kantonen mit dem stärksten Zubau von PV-Anlagen in der Schweiz:

Karte 5: Installierte Leistung (in W) pro Einwohner in den Kantonen. Quelle: VESE (pvpower.ch), Stand 1. Dezember 2022



Darüber hinaus ist der Fortschritt der PV-Technologie auf allen Ebenen bemerkenswert, von den Komponenten bis hin zu den Systemen, die eine Vielzahl interessanter Lösungen und Anwendungen hervorbringen. Die Umweltbelastung durch Solarstrom ist im Vergleich zu anderen Arten der Stromerzeugung gering.¹⁰ Der durchschnittliche Wirkungsgrad eines kommerziellen Moduls hat mittlerweile 20% erreicht und steigt jährlich um etwa 0,5 Prozentpunkte.¹¹ Eine immer vielfältigere und leistungsfähigere Produktpalette (bifaziale Module, farbige Module, Module mit unterschiedlichen Grössen, Module für Fassaden und Infrastrukturbauten usw.) ermöglicht Systemlösungen, die an die verschiedenen Situationen gut angepasst werden können. Dieser Fortschritt kann und muss die laufenden Entwicklungen unterstützen, indem individuelle Lösungen angeboten werden, die sich in das jeweilige Bauwerk integrieren lassen und insgesamt zur Elektrifizierung und Dekarbonisierung des Energiesystems beitragen.

⁹ Berechnung und Schätzung basierend auf: Amt für Energie (AfE), Energiestrategie Kanton Freiburg, Bericht 2015-2020; VESE (pvpower.ch), Karte der Photovoltaikleistung in der Schweiz (Stand 1. Dezember 2022)

¹⁰ EnergieSchweiz, Winterstrom für die Schweiz, S. 23 (805.240.D) und Stationäre Batteriespeicher in Gebäuden, S.25 (805.091.D)

¹¹ Fraunhofer ISE, Photovoltaics Report, 21. Februar 2023

Potenzial

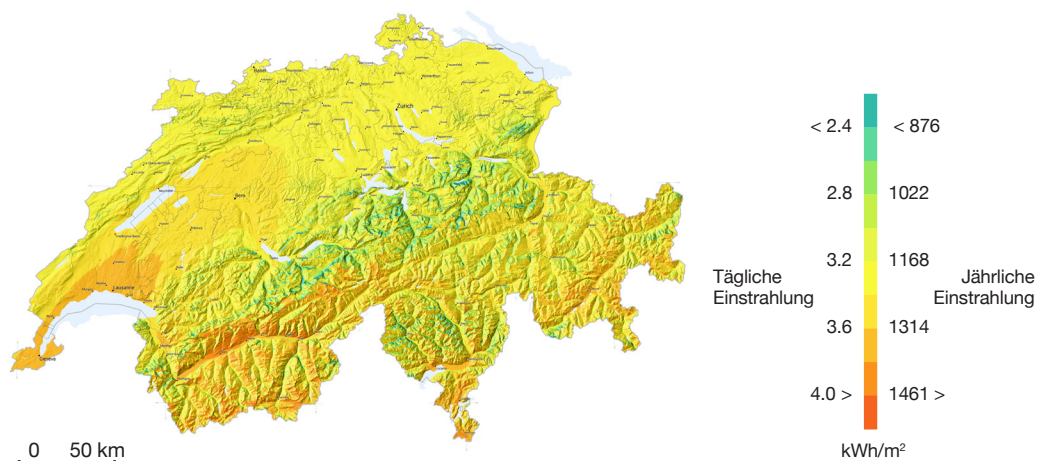
Im Kanton Freiburg ergibt sich bereits allein bei der bauwerk-integrierten PV ein Solarstromproduktionspotenzial von fast 2 TWh pro Jahr.¹² Mit einer Solarstromproduktion von aktuell rund 0,2 TWh im Jahr 2022 ist dieses Potenzial im Kanton Freiburg somit noch weitgehend ungenutzt. In Anbetracht des aktuellen Stromverbrauchs von rund 1,8 TWh und einer erwarteten Zunahme von rund 20% bis 2050 aufgrund der fortschreitenden Elektrifizierung in verschiedenen Bereichen (Heizung, Mobilität etc.) ist das PV-Potenzial im Produktionsmix mit Wasserkraft, Windkraft, Biomasse und langfristig eventuell mit Tiefengeothermie besonders bedeutsam, um die Stromversorgung des Kantons langfristig zu gewährleisten.

Das Potenzial der bauwerk-integrierten PV von fast 2 TWh pro Jahr verteilt sich auf Dächer (ca. 1,6 TWh pro Jahr), Fassaden (ca. 0,3 TWh pro Jahr) und Infrastrukturbauten. Anlagen auf anderen Flächen (oft als «freistehende Anlagen» bezeichnet) – PV-Freiflächenanlagen, alpine PV-Anlagen, Agri-PV und schwimmende PV-Anlagen - könnten ein theoretisch grosses Potenzial darstellen. Allerdings fehlen für den Kanton Freiburg spezifische Potenzialanalysen zu diesen Bereichen.

Der Kanton Freiburg weist eine relativ gute Solareinstrahlung auf:

Karte 3.2: Auf eine horizontale Fläche eingestrahlte Sonnenenergie (in kWh pro m²) pro Jahr. Quelle: Global Solar Atlas

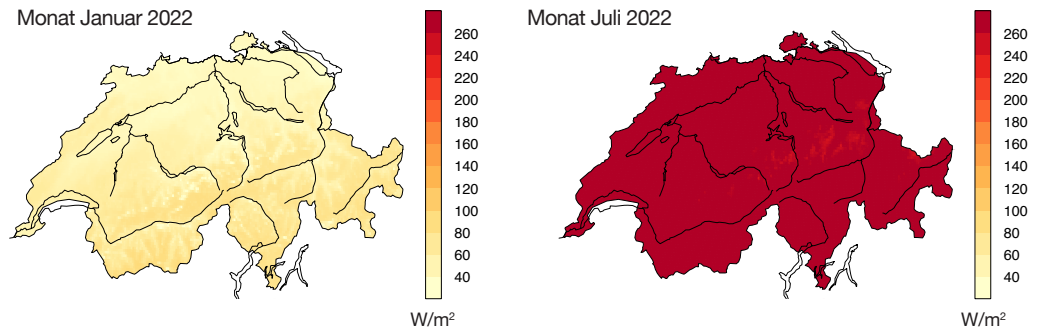
Langfristiger Durchschnitt der täglichen/jährlichen Summe, Zeitraum 1994-2018



Zu beachten ist der sehr grosse Unterschied zwischen der Solareinstrahlung im Sommer und im Winter, wie die folgenden Karten von MeteoSchweiz zeigen.

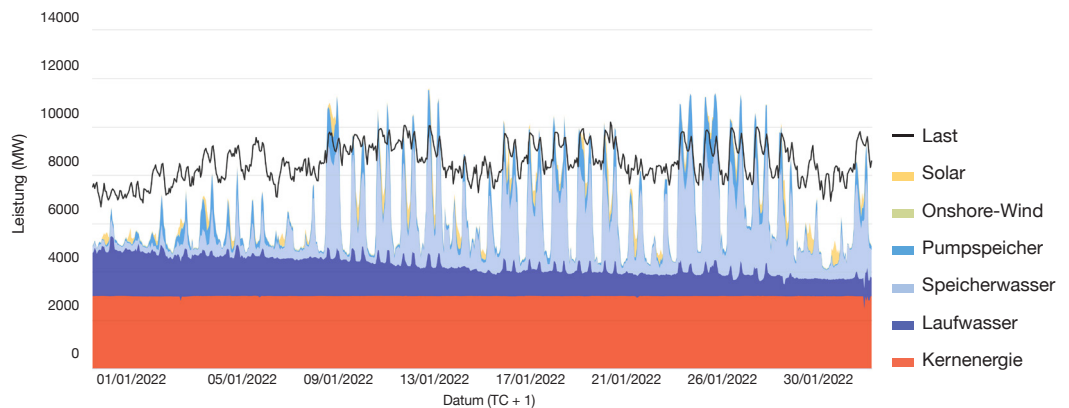
¹² NET Nowak Energie & Technologie SA, Document de base pour l'élaboration d'une stratégie photovoltaïque du canton de Fribourg, 01.2023

Globale Solareinstrahlung
in W/m². Quelle: Meteo
Schweiz

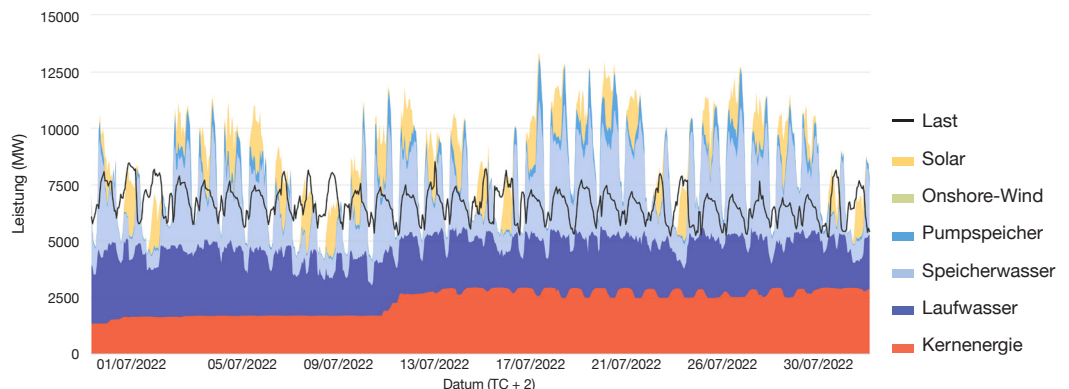


Was die Solarstromproduktion der bisher installierten PV-Anlagen betrifft, so wird diese zu 73% im Sommerhalbjahr und zu 27% im Winterhalbjahr realisiert (Stand 2021).¹³ Grundsätzlich ist es angezeigt, das Potenzial auf den verfügbaren Dächern sowie auf den Fassaden und Infrastrukturbauten, die eine starke Neigung aufweisen und deshalb günstigere Voraussetzungen für die Stromerzeugung im Winter bieten, maximal zu nutzen. Dennoch ist darauf hinzuweisen, dass die Schweiz bereits jetzt einen Teil ihrer Stromproduktion im Sommerhalbjahr exportiert und im Winterhalbjahr zwischen 0 und 10 TWh importieren muss, abhängig von zahlreichen Faktoren wie Wetter, Hydrologie, wirtschaftliche Aktivitäten usw. Die Stromversorgungssicherheit des Landes muss daher einen Produktions- und Speichermix berücksichtigen, der das ganze Jahr über ausreichende Kapazitäten bereitstellt, wobei auch der schrittweise Ausstieg aus der Kernenergie gemäss der Energiestrategie 2050 des Bundes zu berücksichtigen ist.

Öffentliche Nettostromerzeugung in der Schweiz im Januar 2022. Quelle: Swiss Energy Charts



Öffentliche Nettostromerzeugung in der Schweiz im Juli 2022. Quelle: Swiss Energy Charts

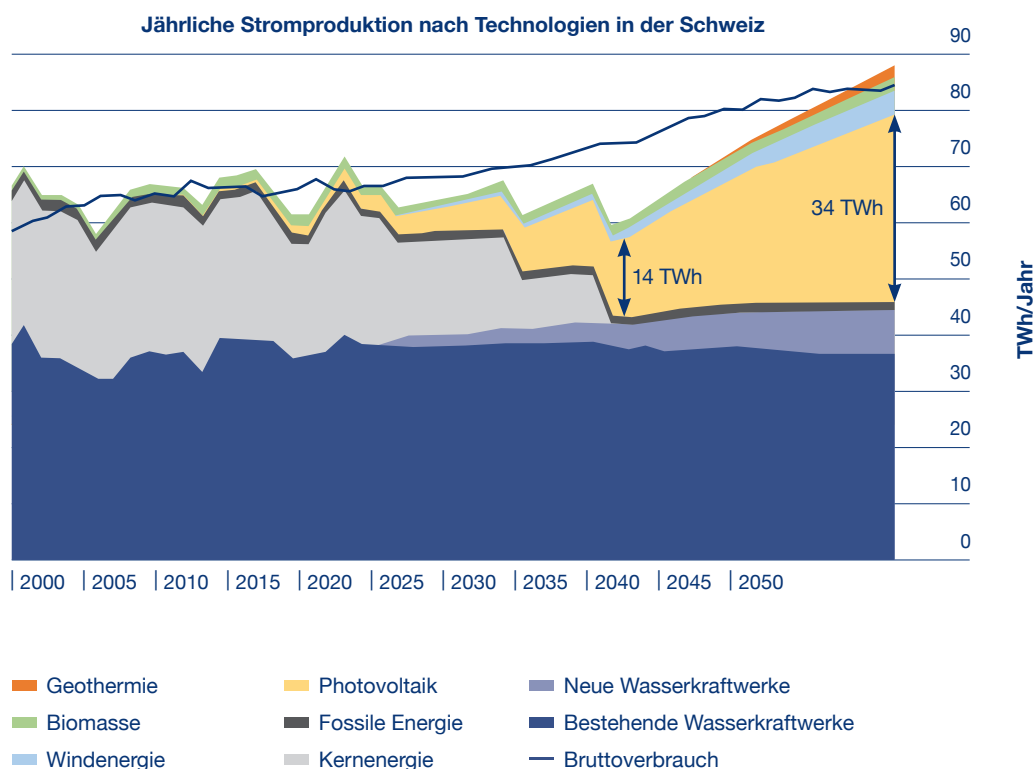


¹³ EnergieSchweiz, «Studie Winterstrom Schweiz» - Was kann die heimische Photovoltaik beitragen?, 25. Januar 2021

Rechtlicher Rahmen und Förderinstrumente

Der rechtliche Rahmen hat sich in den letzten Jahren in der Schweiz ständig weiterentwickelt.¹⁴ Zudem sind zahlreiche Gesetzesänderungen in den Bereichen Energie, Elektrizität und Raumplanung in Erarbeitung, welche den PV-Ausbau weiter erleichtern, vereinfachen, aber auch klären und besser lenken dürften. Der Bundesrat hat verbindliche Zielwerte für die jährliche Stromproduktion aus erneuerbaren Energien ohne Wasserkraft für 2035 und 2050 festgelegt (17 TWh bzw. 39 TWh, wovon 14 TWh bzw. 34 TWh auf die Produktion von Solarstrom entfallen).¹⁵ In den kommenden Monaten und Jahren könnten noch ehrgeizigere Ziele beschlossen werden. Die PV wird für den Bund somit ein Schlüsselfaktor zur Erreichung seiner Energie- und Klimaziele 2050 sein. Diese Ziele widerspiegeln sich in den Energieperspektiven 2050+ des Bundes. Die Abbildung unten zeigt, dass die PV auf der Ebene der jährlichen Stromproduktion den nuklearen Anteil langfristig «kompensiert».

Grafik 3.3: Entwicklung der jährlichen Stromproduktion nach Technologien gemäss Energieperspektiven 2050+ des Bundes.



¹⁴ Im Rahmen der dringlichen Massnahmen zur kurzfristigen Bereitstellung einer sicheren Stromversorgung im Winter wurde das Energiegesetz am 30. September 2022 geändert, indem unter anderem Übergangsbestimmungen für grosse PV-Anlagen erlassen wurden (Art. 71a)

¹⁵ Bundesgesetz über eine sichere Stromversorgung mit erneuerbaren Energien (Änderung des Energiegesetzes und des Stromversorgungsgesetzes) (Entwurf), 18. Juni 2021

Die Förderinstrumente und Unterstützungsmassnahmen haben sich in den letzten Jahren in der Schweiz weiterentwickelt. Die Einmalvergütung ist zum wichtigsten finanziellen Förderinstrument geworden und wird ihrerseits ebenfalls ständig weiterentwickelt. Die Abnahme- und Vergütungspflicht sowie die Regelungen über den Eigenverbrauch und den Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV) bieten einen finanziellen Grundanreiz, der mehr oder weniger stark ausfällt, je nach Einspeisevergütung, Energieprofil und Komplexität des PV-Projekts oder des ZEV. Diese Förderinstrumente zusammen mit der zunehmenden Wettbewerbsfähigkeit der PV haben in jüngerer Zeit den PV-Ausbau in der Schweiz und im Kanton Freiburg begünstigt.

Anwendungsbereiche

Die Photovoltaik (PV) hat sich stark entwickelt und diversifiziert, was sie für eine Vielzahl von Anwendungen mit unterschiedlichem Potenzial und Profil interessant macht. Da die verschiedenen Anwendungsbereiche in der Literatur nicht immer klar voneinander abgegrenzt werden, wird hier zuerst zwischen bauwerkintegrierten Anlagen und freistehenden/Freiflächenanlagen unterschieden. Auf dieser Grundlage lassen sich die Anwendungsbereiche entweder in die erste Kategorie (gebäudeintegrierte PV und infrastrukturintegrierte PV) oder in die zweite Kategorie (PV auf Freiflächen, Agri-PV, alpine PV und schwimmende PV) einordnen.

Gebäudeintegrierte PV

Die gebäudeintegrierte PV ist in der Schweiz gut etabliert. Die ersten Anlagen wurden bereits vor 40 Jahren erstellt. Der Anwendungsbereich umfasst einerseits gebäudeintegrierte Anlagen im engeren Sinne, d.h. die PV-Elemente übernehmen Funktionen der Gebäudehülle (z.B. Fassadenverkleidung, Dacheindeckung). Andererseits gibt es auch Anlagen, die dem Gebäude hinzugefügt werden, ohne dessen Struktur zu verändern (z.B. Aufdachanlage). Gebäudeintegrierte PV-Anlagen haben in den letzten Jahren eine eindruckliche Verbreitung erfahren. Das Verfahren für gebäudeintegrierte Solaranlagen ist im Wesentlichen im Bundesgesetz über die Raumplanung (Art. 18a), in der Raumplanungsverordnung (Art. 32a und 32b) und im Ausführungsreglement zum Raumplanungs- und Baugesetz des Kantons Freiburg geregelt (Art. 85).

Fotos 4.1a-c: Tausende von PV-Anlagen wurden im Kanton Freiburg in den letzten Jahren auf Dächern montiert. Quelle: NET AG



Der Grossteil der Solaranlagen wird auf den **Dächern** von Gebäuden installiert, wobei den verschiedenen Dacharten angepasste Produkte (Module, Montagesysteme usw.) zum Einsatz kommen.

Fassaden eignen sich ebenfalls für die Solarenergienutzung und sind besonders bei Neubauten und Renovationen interessant, da sie entscheidende Synergieeffekte ermöglichen. Dennoch wurden von den 46'416 Solaranlagen, die in den Jahren 2020 und 2021 in der Schweiz erstellt wurden, nur 188 an Fassaden (bzw. mit einem Winkel von 75° bis 90°) installiert, was ungefähr einer Fassadenanlage auf 250 PV-Anlagen entspricht.¹⁶ Vertikale und steil geneigte Solaranlagen bieten ein interessantes Tages- und Jahresprofil für die Stromerzeugung, d.h. sie begünstigen eine bessere Verteilung der Stromproduktion über den Tag und über die Jahreszeiten (mit einem vergleichsweise höheren Anteil der Stromproduktion im Winterhalbjahr).

Foto 4.1d:
Fassadenintegrierte PV-
Anlage in Domdidier (FR).
Quelle: NET AG



PV-Anlagen müssen bei geschützten Gebäuden und Ortsbildern je nach Schutzgrad und Lage erhöhte Integrationsanforderungen erfüllen, die die Gesamtwirkung, Dachgeometrie, Proportionen, Ausrichtung und die Materialität des Daches berücksichtigen.¹⁷ Mittlerweile gibt es eine breite Palette passender Produkte und Lösungen, die diesen verschiedenen Anforderungen gerecht werden.

Fotos 4.1e+f: Passende
Module für eine bessere
optische Integration in
die Gebäude – Beispiele
aus Ecuwillens (FR) und
Jetschwil (FR). Quelle: BFE-
Magazin energieplus und
NET AG



¹⁶ Bundesamt für Energie (BFE), Statistik Sonnenenergie, Referenzjahr 2020, 13. Juli 2021 und Referenzjahr 2021, 14. Juli 2022

¹⁷ Staat Freiburg, Richtlinie über die architektonische Integration von thermischen und photovoltaischen Solaranlagen, Oktober 2015

Die Anlagekosten sind wettbewerbsfähig, insbesondere dank der auf nationaler Ebene verfügbaren Förderinstrumente. Die Techniken haben sich gut entwickelt und es werden Lösungen für verschiedene ästhetische und umweltbezogene Anforderungen angeboten (z. B. Architektur, begrünte Flachdächer). Die PV wird von der Gesellschaft meist gut akzeptiert. Das Potenzial für die Produktion von Solarstrom im Kanton Freiburg wird auf 1,6 TWh pro Jahr (für Dächer) bzw. 0,3 TWh pro Jahr (für Fassaden) geschätzt. Nur ein kleiner Teil der geeigneten Flächen wird heute für die Produktion von Solarstrom genutzt (0,2 TWh pro Jahr).

Infrastrukturintegrierte PV

Infrastrukturintegrierte PV ist in der Schweiz kein neues Phänomen. Zahlreiche Infrastrukturkategorien (Parkplätze, Lärmschutzwände, Vordächer und Strassengalerien, Perrondächer, Staumauern, Kläranlagen, Lawinenverbauungen und Flächen wie Böschungen entlang von Strassen usw.) weisen grundsätzlich beträchtliche Flächen auf, von denen unter den derzeitigen Rahmenbedingungen jedoch nur ein kleiner Teil eine wirtschaftliche Nutzung ermöglicht. Die entsprechenden Potenziale gilt es zu identifizieren und zu nutzen. Im Kanton Freiburg dürften sie zu einem grossen Teil auf Parkplätzen vorzufinden sein. Gut in die Infrastruktur integriert bieten diese PV-Anlagen die gleichen Vorteile wie gebäudeintegrierte PV (ökologische/umwelttechnische Aspekte, soziale Akzeptanz). Es gibt bisher keine spezifischen Studien für den Kanton Freiburg; das jährliche Solarstromproduktionspotenzial kann jedoch aufgrund anderer Analysen grob auf ungefähr 0,05 bis 0,1 TWh geschätzt werden.¹⁸ Für (standortgebundene) Solaranlagen ausserhalb der Bauzone legt die Raumplanungsverordnung des Bundes (Art. 32c) fest, dass diese Anlagen optisch eine Einheit mit Bauten oder Anlagen, die voraussichtlich längerfristig rechtmässig bestehen, bilden müssen.

Foto 4.2a: Solar genutzte Parkflächen beim Einkaufszentrum in Aigle (VD) mit einer Produktion von 1,8 GWh/Jahr. Quelle: Romande Energie



¹⁸ EnergieSchweiz, Solarstrom auf Infrastrukturanlagen und Konversionsflächen, 23. Juli 2021; Interface, Konzept für einen stärkeren Zubau von grossen Solarstromanlagen auf Dachflächen und Infrastrukturanlagen im Kanton Thurgau, November 2021

otos 4.2b+c: Mehrere Kläranlagen sind mit einem Solarfaltdach ausgestattet worden wie z.B. die ARA in Esslingen (ZH). Im Kanton Freiburg ist eine PV-Anlage auf einem Perrondach am Bahnhof Pensier installiert. Quellen: dhp und Climkit



PV auf Freiflächen in Bauzonen

PV auf Freiflächen¹⁹ umfasst direkt mit dem Boden verankerte PV-Anlagen auf Flächen, die nicht oder nur in zweiter Linie anderweitig genutzt werden (können). In der Schweiz gibt es derzeit nur eine begrenzte Anzahl grosser PV-Freiflächenanlagen. In vielen Ländern ist PV auf Freiflächen jedoch der wichtigste Anwendungsbereich. Die in der Schweiz realisierten Projekte sind hauptsächlich in Industrie- und Gewerbegebieten, also in Bauzonen, vorzufinden.

Eine allgemeine Verbreitung von Anlagen «auf freiem Feld» stösst aus mehreren Gründen auf Vorbehalte. In der Schweiz gibt es nur wenige Erfahrungen und Studien in diesem Bereich (mit einigen Ausnahmen wie dem Solarpark auf dem Mont Soleil). Einige Tendenzen lassen sich jedoch erkennen. Die soziale Akzeptanz hängt vor allem von den Auswirkungen auf die Landschaft und der Zweckmässigkeit solcher Anlagen angesichts des vorhandenen Potenzials auf Bauwerken ab. Die Anlagekosten sind grundsätzlich wettbewerbsfähig. Besonders empfindliche ökologische Gebiete (Moorlandschaften, Reservate, Biotope usw.) können von vornherein ausgeschlossen werden, ohne dass dadurch das theoretisch hohe Potenzial erheblich geschmälert wird. Das Potenzial von PV-Freiflächenanlagen wird im Wesentlichen von politischen Entscheidungen und den zu definierenden Rahmenbedingungen abhängen. Im Kanton Freiburg besteht derzeit kein territoriales Solarkonzept, das die am besten geeigneten Gebiete für PV-Freiflächenanlagen ausweist. Theoretisch könnten Spezialzonen für Solarparks definiert werden. In der Stellungnahme des Bundes zu «freistehenden Photovoltaik-Anlagen» vom 3. Juli 2012 wird erläutert, dass solche Anlagen zwingend in Nutzungsplänen geregelt werden müssen und dass in den seltenen Fällen, in denen derartige Anlagen in Betracht gezogen werden, diese im kantonalen Richtplan behandelt werden sollten. Diese Position wird derzeit auf Bundesebene diskutiert, ebenso wie alpine und landwirtschaftliche Anlagen.

Foto 4.3: PV-Freiflächenanlage mit 6 MW Leistung in Payerne (VD), in Betrieb seit September 2015. Quelle: NET AG



¹⁹ Eine genauere Definition der Freiflächen-PV wird im Rahmen einer Arbeitsgruppe mit Beteiligung der zuständigen kantonalen Dienststellen vorgenommen

Agri-PV

Die Agri-PV kombiniert die landwirtschaftliche Nutzung und Solarstromproduktion, meist mittels höher über dem bewirtschafteten Boden angeordneter PV-Module (Ausnahme vertikal installierte Module z.B. als Solarzäune). Der Bereich der Agri-PV ist in den letzten Jahren in vielen Ländern stark gewachsen. In der Schweiz existieren nur wenige Agri-PV-Anlagen; sie dienen fast ausschliesslich Versuchs- und Forschungszwecken. Das Potenzial der Agri-PV wurde für den Kanton Freiburg noch nicht detailliert analysiert. Das Solarstromproduktionspotenzial für den Kanton Freiburg kann auf der Grundlage einer vom Bundesamt für Landwirtschaft unterstützten Schweizer Studie²⁰ proportional auf 0,02 - 0,03 TWh/Jahr bei Dauerkulturen, 3,4 TWh/Jahr bei offenen Ackerflächen und 0,5 TWh/Jahr bei Dauergrünland geschätzt werden. Die rechtliche Grundlage findet sich in der eidgenössischen Raumplanungsverordnung (Art. 32c). Diese legt fest, dass die (standortgebundenen) Solaranlagen in wenig empfindlichen Gebieten Vorteile für die landwirtschaftliche Produktion bewirken oder entsprechenden Versuchs- und Forschungszwecken dienen müssen. Auf landwirtschaftlichen Flächen muss die Agri-PV zu einem höheren Naturalertrag in der Pflanzenproduktion führen. Ebenfalls sind Projekte zu Forschungs- und Versuchszwecken möglich. Auf Bundesebene wird derzeit über eine allfällige Lockerung der Zulassungskriterien sowie über die Direktzahlungen diskutiert, die auch im Zusammenhang mit der Kombination von landwirtschaftlicher Nutzung und Stromproduktion gewährt werden können.

Fotos 4.4a+b: Agri-PV Versuchsanlage in Deutschland (links) und Pilotprojekt in Conthey im Wallis (rechts). Quellen: Fraunhofer ISE und Agroscope



²⁰ Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), Machbarkeitsstudie Agri-Photovoltaik in der Schweizer Landwirtschaft, September 2022; Amt für Statistik (SStat) des Kantons Freiburg, Statistisches Jahrbuch des Kantons Freiburg 2023, 23. Dezember 2022 - für die Daten zu den Landwirtschaftsflächen.

Alpine PV

Die alpine PV ist vor allem im Zusammenhang mit Massnahmen zur Sicherung der Stromversorgung im Winter wieder aufgekommen. Dabei handelt es sich vorwiegend um freistehende PV-Anlagen in den Alpen in einer Höhe von 1'500 bis 2'500 Metern über dem Meeresspiegel. Einige kleinere Anlagen existieren in der Schweiz, teilweise bereits seit 30 Jahren. Die alpine PV dürfte etwa dreimal so teuer sein wie gebäudeintegrierte PV - ein Nachteil, der durch eine Jahres- und Winterstromproduktion, die weit über dem Schweizer Durchschnitt liegt, teilweise ausgeglichen wird. Der Bund hat erst kürzlich eine zeitlich begrenzte spezifische sog. «alpine» Einmalvergütung von bis zu 60% der Investitionskosten sowie einen Höhenbonus (Höhe $\geq 1'500$ m) für nicht gebäudeintegrierte Anlagen ausserhalb von Bauzonen eingeführt. Die ökologischen und umweltbezogenen Auswirkungen müssen für den alpinen Kontext noch analysiert werden. Die Auswirkungen auf die Landschaft sind beträchtlich, was sich auf die soziale Akzeptanz niederschlagen dürfte. Das Potenzial der alpinen PV hängt stark von den geografischen Standorten und der Infrastruktur für den Anschluss an das Stromnetz ab. Laut einer noch laufenden Studie des Verbands Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen liegt das Hauptpotenzial in den Kantonen Wallis und Graubünden.²¹ Bisher gibt es keine spezifischen Studien zu diesem Thema und keine bestätigten potenziellen Standorte im Kanton Freiburg. Das am 30. September 2022 geänderte Energiegesetz des Bundes (Art. 71) definiert die dringlichen Massnahmen zur kurzfristigen Bereitstellung einer sicheren Stromversorgung im Winter inklusive Solaroffensive (Produktion von zusätzlicher Elektrizität aus Photovoltaik-Grossanlagen).

Foto 4.5: PV-Anlage (97,78 kW) in Caischavedra (GR), die im Mai 1993 in Betrieb genommen wurde und im Winter eine besonders interessante Stromproduktion aufweist. Quelle: NET AG

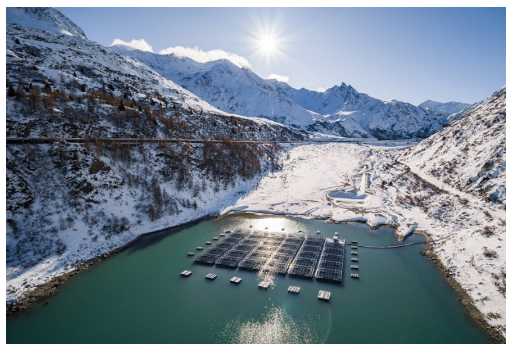


²¹ Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen, <https://www.strom.ch/de/energiezukunft-2050/alpine-pv-und-windkraft-fuer-eine-sichere-winterversorgung>, Stand 26. Februar 2023

Schwimmende PV

Die schwimmende PV erlebt eine starke Zunahme, insbesondere in Asien durch sehr grosse, relativ wettbewerbsfähige Anlagen. In der Schweiz gibt es nur einige wenige Pilotanlagen, deren Installationskosten aufgrund der technischen Anforderungen und des experimentellen Charakters noch relativ hoch sind. Schwimmende PV-Anlagen können sowohl positive als auch negative ökologische und umweltbezogene Auswirkungen haben.²² In der Schweiz können schwimmende PV-Anlagen unter den derzeitigen gesetzlichen Rahmenbedingungen nur auf künstlichen Seen in Betracht gezogen werden. Es gibt aktuell keine spezifische Studie für das Potenzial im Kanton Freiburg. Eine Schweizer Studie²³ hat das Potenzial von Stauseen näherungsweise analysiert. Die künstlichen Freiburger Seen, die eine Fläche von rund 15 km² bedecken, sind nicht sehr hoch gelegen und weisen deshalb im Vergleich zu bebauten Flächen keinen Vorteil in Bezug auf den Solarertrag auf. Die gesetzliche Grundlage findet sich in der eidgenössischen Raumplannungsverordnung (Art. 32c).







Fotos 4.6a+b: Schwimmende PV-Anlage auf dem Stausee Les Toules (VS) mit einer Leistung von 448 kW (links) - wenn das Projekt erfolgreich verläuft, wird die Anlage um den Faktor 30 vergrössert. Die grösste schwimmende PV-Anlage (24 MW) in Mitteleuropa befindet sich in Grafenwörth in Österreich (rechts) - sie wurde im Februar 2023 in Betrieb genommen. Quellen: Romande Energie und ECOwind



²² Bundesamt für Energie BFE, Auswirkungen von Freiflächen-Photovoltaikanlagen auf Biodiversität und Umwelt, 12. November 2021

²³ EnergieSchweiz, Solarstrom auf Infrastrukturanlagen und Konversionsflächen, 23. Juli 2021

Zusammenfassung und Entscheidungsmatrix zu den Anwendungsbereichen

Anwendungsbereiche	Geschätztes Potenzial in TWh/Jahr	Wirtschaftlichkeit	Technische Komplexität	Soziale Akzeptanz	Rechtliche Komplexität	Ökologische Auswirkungen	Auswirkungen auf die Landschaft	Nutzungskonkurrenz	Priorität
 Gebäudeintegrierte PV	1,6 (Dächer) 0,3 (Fassaden)	(eher) positiv/günstig	mittelmässig	(eher) positiv/günstig	mittelmässig	(eher) positiv/günstig	(eher) positiv/günstig	mittelmässig	1
 Infrastrukturintegrierte PV	0,05 – 0,1**	(eher) positiv/günstig	mittelmässig	(eher) positiv/günstig	mittelmässig	(eher) positiv/günstig	(eher) positiv/günstig	mittelmässig	1
 PV auf Freiflächen in Bauzonen	*/**	(eher) positiv/günstig	(eher) positiv/günstig	mittelmässig	(eher) negativ/ungünstig	mittelmässig	(eher) negativ/ungünstig	(eher) negativ/ungünstig	2
 Agri-PV	0,02 – 0,03 */**	mittelmässig	mittelmässig	mittelmässig	(eher) negativ/ungünstig	mittelmässig	(eher) negativ/ungünstig	mittelmässig	3
 Alpine PV	*/**	mittelmässig	mittelmässig	mittelmässig	(eher) negativ/ungünstig	(eher) negativ/ungünstig	(eher) negativ/ungünstig	mittelmässig	3
 Schwimmende PV	*/**	(eher) negativ/ungünstig	mittelmässig	mittelmässig	(eher) negativ/ungünstig	mittelmässig	(eher) negativ/ungünstig	mittelmässig	3

* Theoretisch grosses Potenzial, welches aber aufgrund der aktuellen Rahmenbedingungen in der Praxis tief ausfällt.

** Spezifische Analysen fehlen bezüglich des Potenzials im Kanton Freiburg.

Bewertung der Aspekte	(eher) positiv/günstig	mittelmässig	(eher) negativ/ungünstig
-----------------------	------------------------	--------------	--------------------------

Prioritätsstufen der Anwendungsbereiche:

- 1 = hohe Priorität (Festlegung und Umsetzung von Massnahmen, die den Ausbau der Photovoltaik unterstützen)
- 2 = mittlere Priorität (Festlegung von Massnahmen, die das Anwendungspotenzial klären und Pilot- und Demonstrationsanlagen unterstützen)
- 3 = niedrige Priorität (die Entwicklung aufmerksam beobachten und das Potenzial einschätzen)







Aus dieser Tabelle geht klar hervor, welche Anwendungsbereiche für die Entwicklung der Photovoltaik im Kanton am günstigsten sind.

Ziele

Im Kontext seiner Energie- und Klimapolitik möchte der Staatsrat seine PV-Strategie optimieren und verstärken.

Die quantitativen Ziele werden proportional zu den Zielen des Bundes festgelegt, d.h. die **Zielwerte (jährliche Solarstromproduktion) für den Kanton Freiburg belaufen sich auf 0,6 TWh für 2035 und 1,3 TWh für 2050.**

Tabelle 5: Vergleich der schweizerischen und kantonalen Eckdaten – Einschätzung auf der Grundlage der von BFE, StatA, Swissolar und Vergleichstabelle der schweizerischen und kantonalen Eckdaten VESE (pvpower.ch) publizierten Daten und eine vorläufige Schätzung für die Solarstromproduktion im Jahr 2022.²⁴

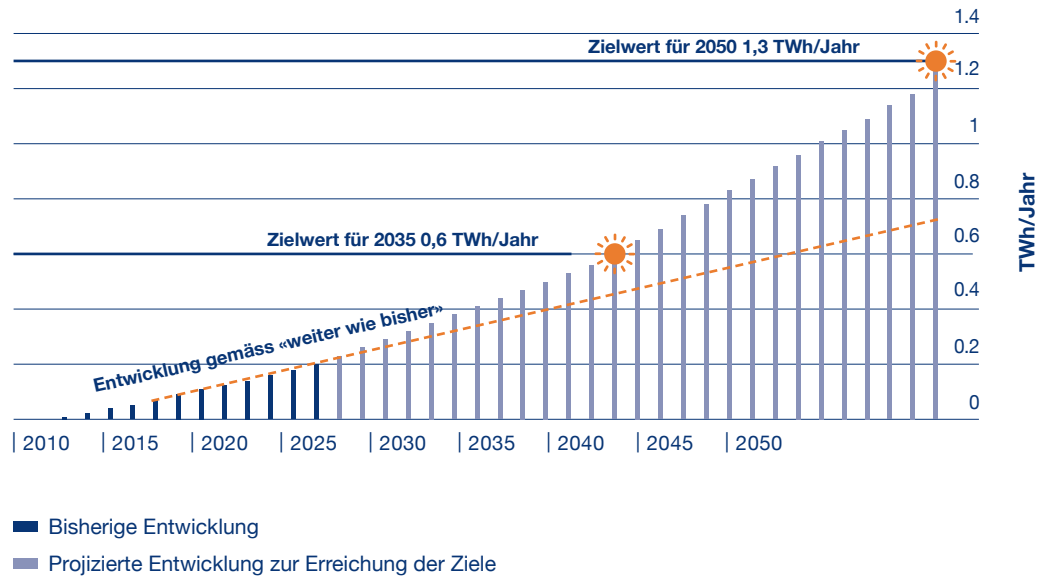
Vergleichstabelle der schweizerischen und kantonalen Eckdaten		Schweiz		Kanton Freiburg	
		2022	2022	2035	2050
	Stromverbrauch	2022	57 TWh	1,8 TWh	
	Solarstromanteil	2022	 7%	 11%	
	Solarstromproduktion	2022	3,9 TWh	0,2 TWh	
	Ziele	2035	14 TWh	0,6 TWh	
		2050	35 TWh	1,3 TWh	

Die auf der bisherigen Entwicklung der installierten PV-Leistung basierenden Projektionen (siehe folgende Abbildung) zeigen, dass selbst für einen Kanton mit einer über dem Schweizer Durchschnitt liegenden installierten Leistung erhebliche Anstrengungen erforderlich sind, um die Ziele für die Solarstromproduktion zu erreichen. Konkret bedeutet dies, dass die jährliche Solarstromproduktion bis 2035 verdreifacht und bis 2050 um den Faktor 6,5 gesteigert werden muss.

²⁴ Bundesamt für Energie (BFE)/energeia plus, Schweizer Elektrizitätsbilanz 2022, Medienmitteilung 9. Februar 2023; Amt für Statistik (StatA) des Kantons Freiburg, Statistisches Jahrbuch des Kantons Freiburg 2023, 23. Dezember 2022; Swissolar, Technisches Merkblatt - Photovoltaik, Dezember 2022; VESE (pvpower.ch), Karte der Photovoltaikleistung in der Schweiz (Stand 1. Dezember 2022)

Bisherige Entwicklung und Prognosen zur Solarstromproduktion im Kanton Freiburg

Abbildung 5: Entwicklung der Solarstromproduktion im Kanton Freiburg - bisher (Grundlage: Amt für Energie, Energiestrategie Kanton Freiburg, Bericht 2015-2020) und ausgerichtet auf die Erreichung der Zielwerte



Massnahmen

Unter Berücksichtigung der Zielwerte für die Solarstromproduktion von 0,6 TWh/Jahr bis 2035 und von 1,3 TWh/Jahr bis 2050 sowie der Stärken-Schwächen-Profile der oben beschriebenen Anwendungsbereiche hat der Staatsrat beschlossen, die Priorität auf die gebäudeintegrierte PV, infrastrukturintegrierte PV und die PV auf Freiflächen zu setzen. In diesem Zusammenhang hat er eine Reihe relevanter Massnahmen festgelegt, die in den kommenden Jahren umgesetzt werden sollen und ebenfalls mit den Zielen des kantonalen Klimaschutzplans im Einklang stehen. Der Staatsrat bleibt jedoch flexibel, um seine Strategie jederzeit an die besonders dynamische Entwicklung des PV-Bereichs anzupassen.

Die Massnahmen werden für fünf Handlungsfelder (thematische Massnahmen) definiert:

-
- > M1 Vorbildfunktion der öffentlichen Körperschaften

 - > M2 Kommunikation und Bildung

 - > M3 Rechtliche Massnahmen auf der Ebene der Gesetzesbestimmungen

 - > M4 Massnahmen zur finanziellen Unterstützung

 - > M5 Massnahmen zur Unterstützung der technologischen Entwicklung

Jede Massnahme wird kurz mit den damit verbundenen Aktivitäten, der Umsetzungsperiode, der Zuständigkeit für die Umsetzung und den erforderlichen Ressourcen beschrieben. Die Zuständigkeit für die Umsetzung liegt ausschliesslich bei den kantonalen Direktionen oder spezialisierten Akteuren.

Personelle und finanzielle Auswirkungen:

Die Umsetzung der oben erwähnten Massnahmen, die nachfolgend erläutert werden, erfordert etwa 2 Vollzeitäquivalente über einen Zeitraum von 2 Jahren.

Auf finanzieller Ebene stellen diese Massnahmen eine Verpflichtung von etwas mehr als 1 Million Franken dar. Hinzu kommen Investitionen für noch zu bestimmende Anlagenprojekte.

Letztlich werden die für die Umsetzung der Photovoltaik-Strategie eingesetzten Mittel vom Finanzrahmen abhängen, den der Staatsrat bei den künftigen Voranschlagsverfahren beschliessen wird, sowie von den Prioritäten der kantonalen Energiestrategie.

Vorbildfunktion der öffentlichen Körperschaften



Thematische Massnahme M1 Vorbildfunktion der öffentlichen Körperschaften	Umsetzungs- periode	Zuständig- keit*	Personal- ressourcen**	Finanzielle Ressourcen
M1.1 Interne Solarrichtlinie Eine Richtlinie zur Nutzung aller geeigneten Flächen (bei denen eine PV-Anlage kein geschütztes Gebäude oder Ortsbild stark beeinträchtigt) auf Gebäuden und Infrastrukturen im Eigentum des Kantons für die Solarstromproduktion im Rahmen von Neubau- und Renovationsprojekten festlegen	2023 - 2024	RIMU (VWBD)	0,2 (6 Monate)	10'000 CHF
M1.2 PV-Portfolio 2030 Den Immobilienbestand des Staats Freiburg analysieren, um die Gebäude, die bis 2030 mit einer PV-Anlage ausgestattet werden können, zu identifizieren	2023 - 2024	RIMU (VWBD)	0,1 (2 Jahre)	40'000 CHF
M1.3 Potenzialanalyse für infrastrukturintegrierte PV Das PV-Potenzial auf kantonalen Infrastrukturen sowie mögliche Geschäftsmodelle analysieren	2023 - 2024	RIMU (VWBD)	0,1 (2 Jahre)	40'000 CHF
M1.4 PV-Projekte PV-Projekte realisieren, die die Vielfalt der Lösungsansätze bei gebäude- (Dach und Fassade) und infrastrukturintegrierter PV und idealerweise das Know-how der Freiburger PV-Branche aufzeigen	kontinuierlich	RIMU (VWBD)	0,1 (2 Jahre)	In Abhängigkeit der Projekte
M1.5 PV in den Gemeinden Die Gemeinden bei der Realisierung kommunaler PV-Projekte unterstützen (Umsetzungshilfe)	2024 -	VWBD (RIMU-FGV)	0,1 (2 Jahre)	10'000 CHF

Der Staat und die Gemeinden werden sowohl bei der Installation als auch beim Betrieb von PV-Anlagen die Rechtsvorschriften für das öffentliche Beschaffungswesen berücksichtigen.

* Personelle Auswirkungen für den Staat (VZÄ) (für die angegebene Umsetzungsperiode)

** Die Ressourcen werden in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) angegeben. Die erforderliche Dauer, die mit der Ressource verbunden ist, wird in Klammern angegeben.

Kommunikations- und Bildungsmassnahmen



Thematische Massnahme M2 Kommunikation und Bildung	Umsetzungs- periode	Zuständig- keit*	Personal- ressourcen**	Finanzielle Ressourcen
M2.1 Informationskampagne für die breite Öffentlichkeit Kommunikation unterstützen mit «schlüsselwertigen», unabhängigen Informationsveranstaltungen für interessierte Gebäudeeigentümer und Investoren zu den verschiedenen Möglichkeiten für eigene PV-Projekte ²⁵	ab 2023	VWBD	0,1 (2 Jahre)	50'000 CHF
M2.2 Jährliches Solartreffen Thematische Treffen und ERFAs (z.B. Freiburger Solartag) organisieren, die die Akteure der PV-Branche einbeziehen und aktuelle Themen behandeln, um den Erfahrungsaustausch, den Erwerb von Kompetenzen und die Vernetzung der regionalen Akteurguppen zu verstärken ²⁶	ab 2023	VWBD	< 0,1 (5 Jahre)	50'000 CHF
M2.3 Bildung Aktivitäten unterstützen im Bereich Aus- und Weiterbildungskurse zur Stärkung der PV-Kompetenzen in qualitativer und quantitativer Hinsicht – in Ergänzung zu den Angeboten, die in der Solarbranche und auf nationaler Ebene bestehen	kontinuierlich	VWBD	< 0,1 (5 Jahre)	50'000 CHF

* Personelle Auswirkungen für den Staat (VZÄ) (für die angegebene Umsetzungsperiode)

** Die Ressourcen werden in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) angegeben. Die erforderliche Dauer, die mit der Ressource verbunden ist, wird in Klammern angegeben.

²⁵ Subsidiär zu den verfügbaren Informations- und Kommunikationsmedien (z.B. Publikationen von EnergieSchweiz, Swissolar, Trägerverein Energiestadt) kann der Staat Freiburg spezifische Materialien entwickeln (lassen), die sich an die entsprechenden Zielgruppen richten. Sollten PV-Anwendungen auf Freiflächen an Bedeutung gewinnen, werden auch kommunikative und partizipative Aspekte wichtig.

²⁶ Die aktuellen Themen sind zahlreich und werden sich angesichts der dynamischen Entwicklung der PV schnell ändern. Themen, die von den Akteurguppen angesprochen wurden, sind der Zusammenschluss für den Eigenverbrauch, Solarfassaden, PV und Denkmalschutz, Verdichtung und Solarisierung von Gebäuden und Infrastrukturen, Speicherung, Elektromobilität und dynamische Steuerung, Beteiligungsfinanzierung etc. Dieser Austausch dient auch dazu, die PV-Strategie des Kantons Freiburg den Zielgruppen gut zu vermitteln.

Rechtliche Massnahmen auf der Ebene der Gesetzesbestimmungen



Thematische Massnahme M3 Rechtliche Massnahmen auf der Ebene der Gesetzesbestimmungen	Umsetzungsperiode	Zuständigkeit*	Personalressourcen**	Finanzielle Ressourcen
M3.1 Solarrichtlinie und erleichtertes Verfahren Solarrichtlinie in den verschiedenen Teilbereichen, mit guten und schlechten Beispielen (evtl. ergänzende Merkblätter für spezifische Themen) aktualisieren, unter besonderer Berücksichtigung der Änderungen von Gesetzen und Verordnungen auf Bundesebene sowie der geschützten Gebäude und Ortsbilder. Das Meldeverfahren auf unproblematische Fälle ausweiten, um das Verfahren zu vereinfachen und den administrativen Aufwand für Eigentümerschaft und Verwaltung zu verringern et pour l'administration	ab 2023	RIMU (VWBD)	0,2 (2 Jahre)	150'000 CHF
M3.2 PV-Freiflächenanlagen Arbeitsgruppe zur Festlegung der Rahmenbedingungen für die Erstellung von PV auf Freiflächen schaffen	2024-2026	VWBD (RIMU-ILFD)	< 0,1 (2 Jahre)	20'000 CHF
M3.3 Eigenstromerzeugung («Solarpflicht») Die in den Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) verankerte «Solarpflicht», die im Energiereglement (Art. 25) des Kantons Freiburg unter dem Begriff Eigenstromerzeugung umgesetzt wird – prüfen und für geeignete Gebäude und Infrastrukturen anpassen, d. h.: a) Stärkung der Eigenstromerzeugung bei Neubauten, um die Stromproduktion zu unterstützen und zu erhöhen, indem die geforderte Mindestleistung pro m ² Energiebezugsfläche erhöht und die Obergrenze / Höchstleistung der Anlage abgeschafft wird. b) «Solarpflicht» für Parkplätze ab einer bestimmten Anzahl von Standplätzen festlegen c) «Solarpflicht» auf bestehende Gebäude insbesondere im Zusammenhang mit der Sanierung der Gebäudehülle ausweiten	2024-2026 (abzustimmen mit den laufenden Arbeiten im Rahmen der MuKE)	VWBD	< 0,1 (2 Jahre)	20'000 CHF
M3.4 Energieplanung Das Kapitel Solarenergie im Sachplan anpassen und die Anforderungen an die kommunale Energieplanung präzisieren	2024-2026	VWBD (RIMU)	< 0,1 (2 Jahre)	10'000 CHF

* Personelle Auswirkungen für den Staat (VZÄ) (für die angegebene Umsetzungsperiode)

** Die Ressourcen werden in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) angegeben. Die erforderliche Dauer, die mit der Ressource verbunden ist, wird in Klammern angegeben.

Massnahmen zur finanziellen Unterstützung



Thematische Massnahme M4 Finanzielle Unterstützung	Umsetzungs- periode	Zuständig- keit*	Personal- ressourcen**	Finanzielle Ressourcen
M4.1 Bonus Renovation + PV Die gleichzeitige Realisierung von Renovationsarbeiten an der Gebäudehülle und von PV-Anlagen durch einen Bonus unterstützen ²⁷	2024-2030	VWBD	0,2 (2 Jahre)	400,000 CHF
M4.2 Unterstützung Fassade + PV Projekte für PV-Fassaden unterstützen, um die Entwicklung der fassadenintegrierten PV im Kanton Freiburg anzustossen ²⁸	2024-2027	VWBD	0,1 (2 Jahre)	200'000 CHF
M4.3 Steuern Die Möglichkeiten prüfen, um den steuerlichen Rahmen für Investitionen in PV-Anlagen attraktiv zu gestalten und hierbei vorrangig die Elemente punkto Nettobesteuerung, Steuerbefreiung bis zu einer gewissen Produktions-/Einnahmegrenze sowie die Abzugsfähigkeit von PV-Investitionen bei Neubauten klären	dès 2024	FIND (VWBD)	0,1 (6 Monate)	5'000 CHF

* Personelle Auswirkungen für den Staat (VZÄ) (für die angegebene Umsetzungsperiode)

** Die Ressourcen werden in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) angegeben. Die erforderliche Dauer, die mit der Ressource verbunden ist, wird in Klammern angegeben.

²⁷ Diese Massnahme kann mit dem Gebäudeprogramm kombiniert und mit oder ohne «Solarpflicht» eingeführt werden, um die Integration der PV auf quantitativer Ebene (bei maximaler Nutzung der geeigneten Flächen) und auf qualitativer Ebene in die Gebäudehülle zu fördern. Diese Unterstützung kann mit einem Bonus pro m² sanierter Fläche (Dach und Fassade) mit integrierter PV gewährt werden. Dieser Bonus kann unter der Bedingung zusätzlich erhöht werden, wenn die gesamte geeignete Fläche solar genutzt wird (und so der Verschwendung grundsätzlich solarenergetisch nutzbarer Flächen entgegen gewirkt wird).

²⁸ Derzeit bleibt dieses Potenzial an Fassaden noch weitgehend ungenutzt (siehe Kapitel 4.1). Vertikale und steil geneigte Solaranlagen bieten ein interessantes Tages- und Jahresprofil für die Stromerzeugung, d.h. sie begünstigen eine bessere Verteilung der Stromproduktion über den Tag und über die Jahreszeiten (mit einem vergleichsweise höheren Anteil der Stromproduktion im Winterhalbjahr). Der von Pronovo ausbezahlte Bonus für Neigungswinkel $\geq 75^\circ$ deckt nicht unbedingt die zusätzlichen Kosten für solche Anlagen. Diese Projekte benötigen oft eine längere Vorbereitungszeit, unter anderem wegen der hohen Koordinationsanforderungen und der fehlenden Erfahrung. Um die Entwicklung von Projekten für PV-Fassaden zu fördern, ist eine zeitlich begrenzte kantonale Unterstützung oder eine Unterstützung für eine vorab festgelegte Anzahl von Projekten empfehlenswert. Die Unterstützungshöhe hängt von der Leistung oder der Fläche einer Anlage ab. Auf diese Weise werden die Eigentümer ermutigt, in PV-Fassaden zu investieren. Darüber hinaus könnte eine solche Massnahme zu einer Standardisierung dieser Art von Projekten im Freiburger Gebäudebestand beitragen. Schliesslich könnten so auch Installateure von einer Zunahme der Solarfassadenprojekte profitieren und ihre Angebotspalette vervollständigen, wodurch wiederum die regionale Wirtschaft gestärkt würde.



Massnahmen zur Unterstützung der technologischen Entwicklung

Thematische Massnahme M5 Massnahmen zur Unterstützung der technologischen Entwicklung	Umsetzungs- periode	Zuständig- keit*	Personal- ressourcen**	Finanzielle Ressourcen
M5.1 Prospektive Studien und Forschung Prospektive Studien und Forschung unterstützen, um die Grundlagen und Kenntnisse für die verschiedenen PV-Anwendungsbereiche zu verbessern und zu vertiefen	kontinuierlich	VWBD (RIMU)	< 0,1 (5 Jahre)	50'000 CHF
M5.2 Pilot- und Innovationsprojekte Pilot-, Innovations- und Demonstrationsprojekte für neue Lösungsansätze unterstützen, welche es den regionalen Akteuren ermöglichen, Fachwissen und Know-how zu erwerben, was wiederum die Entwicklung der PV und das regionale Gewerbe stärkt. Beispielsweise könnten 4 bis 5 Pilotprojekte für PV-Freiflächenanlagen zeitnah realisiert werden (s. auch Massnahme M3.2)	kontinuierlich	VWBD (RIMU)	0,1 (4 Jahre)	Budget in Abhängig- keit der Projekte

* Personelle Auswirkungen für den Staat (VZÄ) (für die angegebene Umsetzungsperiode)

** Die Ressourcen werden in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) angegeben. Die erforderliche Dauer, die mit der Ressource verbunden ist, wird in Klammern angegeben.

Abkürzungen

AfE	Amt für Energie (des Kantons Freiburg)
BFE	Bundesamt für Energie
BKAD	Direktion für Bildung und kulturelle Angelegenheiten
FGV	Freiburger Gemeindeverband
FIND	Finanzdirektion
ILFD	Direktion der Institutionen und der Land- und Forstwirtschaft
kW	Kilowatt
m²	Quadratmeter
PV	Photovoltaik
RIMU	Direktion für Raumentwicklung, Infrastruktur, Mobilität und Umwelt
StatA	Amt für Statistik (des Kantons Freiburg)
TWh	Terawattstunde
VESE	Verband unabhängiger Energieerzeuger
VWBD	Volkswirtschafts- und Berufsbildungsdirektion
W	Watt
ZEV	Zusammenschluss zum Eigenverbrauch

Mit der Unterstützung von:

