



In Leuk wird mit ausgedienten Satellitenschüsseln Strom erzeugt.

Bild: Radomír Novotný

Potenzial für Solarstrom in der Schweiz

Erkenntnisse aus verfügbaren Studien

Christof Bucher, Matthias Hügi

Es ist weitgehend unbestritten, dass die Schweiz über genügend Flächen verfügt, um die Ziele der Energiestrategie mit einem hohen Anteil an Solarstrom zu erreichen. Weniger eindeutig ist die Frage, ob sich dieses Potenzial allein auf den bestehenden Dachflächen erschliessen lässt. Das PV-Labor der BFH hat deshalb gemeinsam mit der EPFL die verfügbaren Studien zum Photovoltaikpotenzial in der Schweiz analysiert.

Je nach Szenario werden für die Umsetzung der Energiestrategie in der Schweiz zwischen 30 GW und 60 GW installierte PV-Leistung benötigt. Bei einem mittleren Modulwirkungsgrad von 20% entspricht dies

einer erforderlichen Modulfläche von rund 150 bis 300 km² beziehungsweise etwa 15 bis 30 m² pro Einwohnerin und Einwohner. Zum Vergleich: Die Gebäudegrundfläche in der Schweiz beträgt insgesamt rund 489 km², was knapp 55 m² pro Person entspricht. Auf den ersten Blick scheint die Rechnung also aufzugehen.

Die Krux mit dem Potenzial

Die Gebäude in der Schweiz bedecken insgesamt eine Fläche, die etwa doppelt so gross ist wie die für die Photovoltaik benötigte Modulfläche. Theoretisch wäre somit ausreichend Potenzial vorhanden. Entscheidend ist je-

IN
KÜRZE



doch, welcher Anteil dieser Flächen tatsächlich für die Solarstromproduktion genutzt werden kann. Zahlreiche Potenzialstudien existieren bereits, die auf unterschiedlichen Annahmen und Bewertungsmethoden basieren und daher zu teilweise deutlich unterschiedlichen Ergebnissen gelangen. In einer Meta-Potenzialstudie der Berner Fachhochschule (BFH) gemeinsam mit der ETH Lausanne (EPFL) werden die Resultate aus über zehn Potenzialstudien zusammengetragen (Bild 1) [1].

Wirkungsgrade

Der angenommene Wirkungsgrad von PV-Modulen ist direkt proportional zu den Ergebnissen von PV-Potenzialstudien. Bild 2 zeigt die Entwicklung der durchschnittlichen Modulwirkungsgrade zwischen 2017 und 2025. In diesem Zeitraum stieg der mittlere Wirkungsgrad von knapp 18% auf über 23% und damit um mehr als ein Viertel. Verglichen mit dem Solarkataster «Sonnendach.ch», der auf einem Modulwirkungsgrad von 17% basiert, beträgt die Steigerung sogar mehr als ein Drittel. Folglich können die Ergebnisse aller analysierten Potenzialstudien nach oben korrigiert werden, wenn für die Berechnungen aktuelle durchschnittliche Modulwirkungsgrade zugrunde gelegt wurden.

Die Basis: Sonnendach.ch

Zum Vergleich der Resultate einzelner Potenzialstudien werden die Modulwirkungsgrade in der Meta-Potenzialstudie auf einen einheitlichen Wert von 20,55% umgerechnet – dem Wert, der zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie dem mittleren Wirkungsgrad der am Markt verfügbaren PV-Module entsprach [1]. Ältere Studien, die auf Modulwirkungsgraden von beispielsweise 13% basierten, werden entsprechend hochskaliert.

Es fällt auf, dass sechs Studien einen Wirkungsgrad von 17% verwenden und in der Rohfassung praktisch identische Resultate ausweisen: rund 100 GW installierbare Modulleistung auf Schweizer Hausdächern. Diese Grösse stellt den weitgehend unbestrittenen Teil aller Studien dar. Sie ergibt sich aus der Summierung sämtlicher Dachflächen unter der Annahme, dass jedes Dachflächenelement einen Modulwirkungsgrad von 17% aufweist. Als Datengrundlage dient das Solarkataster «Sonnendach».

Grössere Unterschiede zwischen den ausgewiesenen Potenzialen ergeben sich bei der Abschätzung, welcher Anteil der Flächen tatsächlich genutzt

werden kann. So werden beispielsweise Flächen mit geringer Sonneneinstrahlung, Flächen auf denkmalgeschützten Gebäuden oder Flächen von weniger als 10 m² als ungeeignet ausgeschieden. Die dabei angewendeten Kriterien unterscheiden sich von Studie zu Studie. Zudem berücksichtigen einige Studien Abschläge für geeignete Dachflächen, die aufgrund fehlender Investitionsbereitschaft der Eigentümerinnen und Eigentümer («reluctance to build») voraussichtlich nicht genutzt werden. Diese Abschläge werden in der neuen Meta-Potenzialstudie ebenfalls ausgewiesen, jedoch bei der Interpretation der Resultate nicht berücksichtigt (Bild 3).

Einige Studien berücksichtigen auch das Potenzial von Photovoltaik an Fassaden. Dieses wird zwar grundsätzlich als hoch ausgewiesen, jedoch führen praktische Einschränkungen wie ästhetische Anforderungen und höhere Kosten dazu, dass bislang nur wenige Fassadenanlagen realisiert wurden. Entsprechend hoch sind die angegebenen Unsicherheiten. Die Annahmen darüber, welcher Anteil des Fassadenpotenzials künftig erschlossen wird, variieren deutlich zwischen den Studien.

PV-Potenziale jenseits von Gebäuden

Fachleute sind sich weitgehend einig darin, dass der Ausbau der Photovoltaik in der Schweiz primär



Bild 1 Resultate aus verschiedenen Potenzialstudien.

Bild: BFH/EPFL

auf Gebäudedächern erfolgen wird. Die bisherige Entwicklung bestätigt diesen Konsens. Auf diese Weise werden zusätzliche Eingriffe in Natur- und Landschaftsräume weitgehend vermieden, und die Anlagen entstehen dort, wo die elektrische Infrastruktur meist bereits vorhanden ist und der erzeugte Solarstrom unmittelbar genutzt werden kann.

Neben dem Gebäudebestand bestehen jedoch weitere PV-Potenziale. Gewisse Studien schätzen diese teilweise sogar höher ein als das Potenzial auf Dächern. Zu den wichtigsten Kategorien zählen:

- Agri-Photovoltaik
- Photovoltaik auf Infrastrukturanlagen (Strassenbeläge sind nicht Teil der Meta-Potenzialstudie)
- Alpine PV-Anlagen
- Freiflächen-PV-Anlagen (nicht Teil der Meta-Potenzialstudie)

Jede dieser Kategorien verfügt theoretisch über ein erhebliches Ausbaupotenzial. In der Praxis sind diese Potenziale aber mit spezifischen Herausforderungen verbunden, die die Realisierung solcher Projekte erheblich erschweren oder sogar verhindern können. Zu den wichtigsten Hemmnissen zählen:

- hohe Investitions- und Erschliessungskosten, insbesondere aufgrund fehlender Netz- und Transportinfrastruktur;
- Flächenkonkurrenz sowie eine teilweise geringe gesellschaftliche Akzeptanz, insbesondere bei Eingriffen in Natur- und Landschaftsräume;
- Nutzungskonflikte oder Einschränkungen der ursprünglichen Funktion der mit Photovoltaik belegten Flächen, insbesondere bei Infrastrukturbauten.

Während das technische Potenzial dieser Kategorien beträchtlich ist, wird ihre tatsächliche Ausschöpfung daher wesentlich durch wirtschaftliche, ökologische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen begrenzt.

Winterstrompotenzial

Obwohl PV-Anlagen im Winterhalbjahr lediglich ein Viertel bis ein Drittel ihres Jahresertrags produzieren, sind sie heute die am schnellsten wachsende Quelle für die Winterstromversorgung in der Schweiz. Die jährlich neu installierten PV-Anlagen liefern zusätzlich rund 400 GWh Winterstrom und tragen somit auch in absoluten Zahlen erheblich zur Winterstromproduktion bei.

Die «Studie Winterstrom Schweiz» [2] zeigt zudem, dass Förderinstrumente und Anreizsysteme nur einen begrenzten Einfluss auf die Winterstromproduktion von PV-Anlagen haben. Der Grund liegt darin, dass PV-Anlagen überwiegend auf Gebäuden errichtet werden und ihr Erzeugungsprofil dadurch weitgehend durch die Dachgeometrie bestimmt wird: Ausrichtung und Neigung des Dachs geben den saisonalen Produktionsverlauf weitgehend vor.

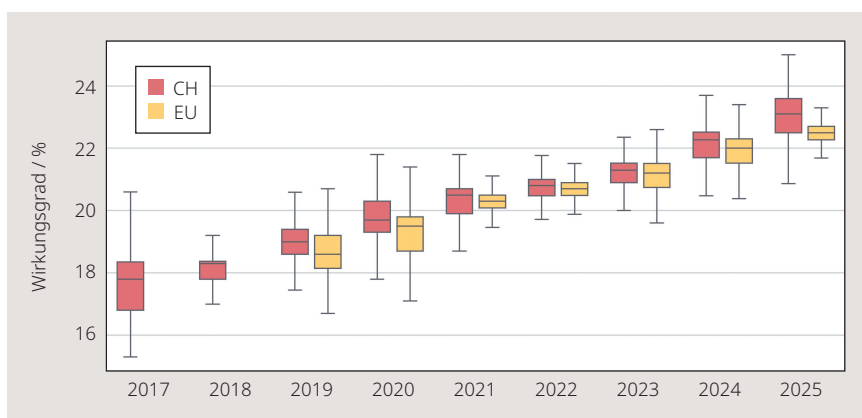


Bild 2 Entwicklung der PV-Modulwirkungsgrade, gewichtet nach in der Schweiz offerierten Produkten gemäss dem PV-Barometer 2026.

Bild: BFH/Eturnity



Bild 3 Resultate der Potenzialstudien, umgerechnet auf einen einheitlichen Wirkungsgrad.

Bild: BFH/EPFL

Selbst auf Flachdächern erweist sich eine gezielte Optimierung für den Winterertrag im Schweizer Mittelland oft als wenig sinnvoll. Zwar kann der Winterertrag pro installiertem Modul durch eine stärkere Aufständigung der Module und Ausrichtung nach Süden erhöht werden, aber dadurch vergrössern sich die notwendigen Abstände zwischen den Modulreihen. Auf derselben Dachfläche werden deshalb weniger Module installiert, und das insgesamt installierbare Solarstrompotenzial eines Dachs sinkt. In der Regel kann der zusätzliche Winterertrag den Verlust an installierter Leistung nicht kompensieren.

Ein besonderes Potenzial bieten dagegen PV-Fassaden. Insbesondere Südfassaden weisen auch im Mittelland einen hohen Winterstromanteil auf. Im Gegensatz zur Aufständigung von Flachdachanlagen erschliessen Fassaden zusätzliche nutzbare Flächen und erhöhen damit nicht nur die Winterstromproduktion, sondern auch das gesamte Solarstrompotenzial eines Gebäudes.

Resultate und Interpretation

Die analysierten Studien kommen zu einem technischen PV-Potenzial auf Schweizer Dächern von 50–60 TWh pro Jahr. Zwei der Autoren von früheren

Potentiel du photovoltaïque en Suisse

Analyse des études disponibles

Afin de déterminer s'il est possible d'installer suffisamment de systèmes photovoltaïques (PV) sur les toitures existantes pour atteindre les objectifs de la Stratégie énergétique suisse, qui prévoient une part importante de production solaire, le Laboratoire photovoltaïque de la Haute école spécialisée bernoise (BFH) a réalisé, en collaboration avec l'EPFL, une méta-étude reposant sur l'analyse de plus de dix études consacrées au potentiel photovoltaïque du pays.

Selon les différents scénarios envisagés, la mise en œuvre de la Stratégie énergétique nécessiterait entre 30 GW et 60 GW de puissance PV installée. Avec un rendement moyen des modules de 20%, cela correspondrait à une surface de modules d'environ 150 à 300 km², soit environ 15 à 30 m² par habitant. Avec une surface au sol totale des bâtiments de 489 km², cet objectif paraît réalisable à première vue. Il reste toutefois à déterminer quelle part de ces surfaces peut effectivement être utilisée pour la production PV. À cet égard, les résultats des études de potentiel, qui reposent sur des hypothèses et des méthodes d'évaluation différentes, divergent parfois fortement.

Les écarts les plus importants entre les potentiels indiqués dans les diverses études concernent l'estimation de la surface pouvant effectivement être exploitée. Ainsi, par exemple, les surfaces à faible ensoleillement, celles situées sur des bâtiments classés monuments historiques ou celles de moins de 10 m² sont écartées, car jugées inadaptées. Les critères appliqués à cet égard varient d'une étude à l'autre. De plus, certaines études prévoient des réductions pour les surfaces de toiture adaptées qui ne seront probablement pas

exploitées en raison d'une réticence à investir («reluctance to build»).

Un autre aspect pris en compte dans la méta-étude concerne la part de la production hivernale d'électricité. Bien que les installations PV ne réalisent qu'un quart à un tiers de leur production annuelle pendant le semestre d'hiver, elles constituent aujourd'hui la source d'approvisionnement hivernal en électricité qui connaît la croissance la plus rapide en Suisse. Les installations PV mises en service chaque année fournissent environ 400 GWh supplémentaires d'électricité hivernale et contribuent ainsi de manière significative, même en chiffres absolus, à la production d'électricité en hiver. Une optimisation de la production hivernale s'avère toutefois peu pertinente, car le rendement supplémentaire en hiver ne peut compenser la perte de puissance installée due, par exemple, aux distances accrues nécessaires entre les rangées de modules lorsque ceux-ci sont davantage inclinés pour maximiser le rendement hivernal.

La méta-étude conclut que le potentiel photovoltaïque des toitures suisses devrait être tout juste suffisant pour la réalisation de la transition énergétique. Il est donc essentiel de l'exploiter autant que possible. Les potentiels hors toitures – notamment ceux des façades, des parkings, des infrastructures, des terres agricoles ainsi que des centrales photovoltaïques au sol ou alpines – peuvent contribuer à atteindre plus rapidement les objectifs de production d'électricité solaire. Si le potentiel technique de ces catégories est considérable, leur exploitation effective est toutefois fortement limitée par des contraintes économiques, écologiques et sociétales.

Potenzialstudien gehen aber davon aus, dass etwa die Hälfte dieses Potenzials aus nichttechnischen Gründen unerschlossen bleiben könnte, weil Eigentümerinnen und Eigentümer auf eine Installation verzichten.

Welche Schlussfolgerungen ergeben sich daraus für die Energiestrategie? Zunächst zeigt sich, dass das technische Dachpotenzial in derselben Grössenordnung liegt wie der zusätzliche Strombedarf, der im Zuge der Dekarbonisierung und Elektrifizierung je nach Studie auf rund 40 TWh pro Jahr geschätzt wird. Auf den ersten Blick erscheint dies als erfreuliche Ausgangslage. Bei näherer Betrachtung wird jedoch deutlich, dass die Potenziale vergleichsweise knapp bemessen sind. Liegt das Potenzial nur wenig über dem erwarteten Bedarf, muss ein grosser Teil davon tatsächlich erschlossen werden, um die energiepolitischen Ziele zu erreichen.

Hinzu kommt, dass tendenziell zuerst die wirtschaftlich attraktivsten Dachflächen genutzt werden. Mit zunehmendem Ausbau müssen daher vermehrt Standorte erschlossen werden, die höhere Investitionen erfordern oder geringere Erträge liefern. Die Grenzkosten des weiteren Ausbaus dürften folglich steigen.

Eine Stichprobe der ZHAW zeigt zudem, dass neu errichtete PV-Anlagen das verfügbare Dachpotenzial der gut geeigneten Dachflächen durchschnittlich nur zu 79% ausschöpfen [3]. Dies deutet darauf hin, dass Dachflächen oft nicht vollständig belegt werden. Vor diesem Hintergrund ist der zeitweise beobachtete Trend zu bewusst kleiner dimensionierten Anlagen kritisch zu beurteilen, da dadurch wertvolles Ausbaupotenzial ungenutzt bleibt.

Demgegenüber stehen die kontinuierlichen technologischen Fortschritte der Photovoltaik. PV-Modu-

le und Wechselrichter sind in den vergangenen Jahrzehnten sowohl kostengünstiger als auch leistungsfähiger geworden. Dadurch verbessert sich die ökologische und ökonomische Wettbewerbsfähigkeit der Solarenergie laufend. Während die Förderung fossiler Energieträger tendenziell mehr Energie und Ressourcen erfordert, kann mit demselben Material- und Energieeinsatz bei PV-Anlagen zunehmend mehr Strom erzeugt werden. Die relative Attraktivität der Photovoltaik gegenüber fossilen Energieträgern nimmt somit weiter zu.

Fazit

Das Potenzial von PV-Anlagen auf Schweizer Dächern ist für die Umsetzung der Energiewende voraussichtlich knapp ausreichend. Entsprechend sollte es möglichst vollständig ausgeschöpft werden.

Potenziale ausserhalb der Dächer – insbesondere an Fassaden, auf Parkplätzen, Infrastrukturanlagen, landwirtschaftlichen Flächen sowie in alpinen oder klassischen Freiflächenanlagen – können helfen, die angestrebte Solarstromproduktion rascher zu erschliessen.

Referenzen

- [1] Matthias Hügi et al., «Meta-study of potential for photovoltaic installations in Switzerland», BFH+EPFL, 2025.
www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484725005001
- [2] Christof Bucher et al., Studie Winterstrom Schweiz, BFE-Schlussbericht, 2021. pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/9825
- [3] Dionis Anderegg et al., Ausschöpfung der Photovoltaik-Potenziale auf Schweizer Dachflächen bei Anlagen mit Inbetriebnahme ab Januar 2023, ZHAW, DOI: doi.org/10.21256/zhaw-2647

Autoren

Prof. Dr. Christof Bucher ist Leiter des PV-Labors an der Berner Fachhochschule.

> BFH, 3400 Burgdorf

> christof.bucher@bfh.ch

Matthias Hügi ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am PV-Labor der BFH.

> matthias.huegi@bfh.ch

ANZEIGE

Datendienstleistungen für Energieversorger



Wir unterstützen EVU/VNB kompetent in den Bereichen:

- Messwesen und Energiedatenmanagement (Strom, Gas, Wärme, Wasser)
- Energieprognosen, Energieabrechnung von EVG / ZEV / vZEV / LEG
- Zeitreihenmodul
- Visualisierung, Auswertung und Reporting
- Datenschutz und Datensicherheit (ISO 27001 zertifiziert)
- Arbeitsunterstützung und Support

Sysdex AG

Im Schörl 5

CH-8600 Dübendorf

Tel. 044 537 83 10

www.sysdex.ch

NEUTRAL



SICHER



ZUVERLÄSSIG