

Photovoltaik

Basiswissen-Dokument, Stand Juni 2020

1. Zusammenfassung

Photovoltaikanlagen (PVA) wandeln Sonnenlicht direkt in Strom um und produzieren abhängig von der Sonneneinstrahlung. Der jährliche Eigenverbrauch vor Ort kann heute mehr als 70 % betragen.

Die Nutzung der Sonnenenergie ist gemäss der nationalen Energiestrategie 2050 ein wichtiger Pfeiler der zukünftigen Energieversorgung. Bundesrat und VSE unterstützen eine langfristig klimaneutrale Energieversorgung. Prognosen für Schweizer Dach- und Fassadenflächen variieren hinsichtlich des Potenzials der Stromproduktion sehr stark (24–67 TWh). Weitere 15–52 TWh würden sich aus der Nutzung von geeigneten Freiflächen ergeben. Der VSE schätzt das Potenzial auf Dachflächen mit 41 TWh ein, jenes für Fassaden mit 17 TWh.

Ein solcher Ausbau entspricht einem Maximalszenario mit einer Nutzung von 100 % der für Photovoltaik geeigneten Flächen (Dächer, Fassaden und Freiflächen). Grösstes Hemmnis zur Ausschöpfung dieses Potenzials ist die Rentabilität. Sie liesse sich nur mit massiver staatlicher Förderung oder mittels steigender Strompreise realisieren.

Während die Wirkungsgrade aufgrund der technischen Fortschritte steigen, sinken CO₂-Äquivalente und Gestehungskosten aufgrund des weltweiten grossen Ausbaus seit drei Jahrzehnten kontinuierlich. Wie hoch die Gestehungskosten sind, das heisst die reinen Produktionskosten ohne Übertragung und Abgaben, hängt stark von der Sonneneinstrahlung ab.

Die PV-Stromproduktion in der Schweiz trug 2018 mit 3,4 % zur gesamten Stromproduktion bei. Mit der Installation an Fassaden leistet die Photovoltaik einen Beitrag zur Winterversorgungslücke. Photovoltaikanlagen im alpinen Bereich liefern gegenüber dem Mittelland bis zu 30 % mehr Strom.

2. Heutige Situation

Der Bundesrat und der VSE unterstützen eine langfristig klimaneutrale Energieversorgung. Die Dekarbonisierung wird nur mit einer starken Elektrifizierung möglich sein.¹ Ein bedeutender Anteil der klimaneutralen Produktion soll – in Übereinstimmung mit dem Pariser Klimaabkommen – bis 2050 aus Photovoltaik stammen. Die Stromproduktion aus Photovoltaik ist auch in der Energiestrategie 2050 als ein wichtiger Pfeiler unserer Energieversorgung verankert.

2.1 Photovoltaik Schweiz

Mittelfristig muss die Schweiz den wegfallenden Atomstrom im Ausmass von 24 TWh Bandstrom ersetzen. Produktion aus Photovoltaik hat auch in der Schweiz in den letzten Jahren deutlich an Fahrt aufgenommen. Das Wachstum der vergangenen Jahre war unter anderem auf die Einführung der kostendeckenden

¹ VSE 2020b, Seite 1

Einspeisevergütung (KEV) zurückzuführen, über die Betreiber einer Anlage Solarstrom ursprünglich während 20 Jahren zu vertraglich festgelegten, kostendeckenden Preisen beziehungsweise seit dem 01.01.2018 während 15 Jahren zu kostenorientierten Preisen ins Netz einspeisen können.² Da die Modul- und Investitionskosten in den vergangenen Jahren ebenfalls signifikant gefallen sind, ist davon auszugehen, dass ein «Tipping Point» bereits erreicht ist, auch aufgrund der KEV und der Netzkostenbefreiung. Derzeit liegt der PVA-Produktionsanteil bei 3,38 %.³

2.2 Photovoltaik Europa und weltweit

Der Photovoltaik-Ausbau in Europa und weltweit ist im Wesentlichen durch die Fördersituation und den politischen Willen in den jeweiligen Ländern geprägt. Der Photovoltaik-Ausbau in Europa (EU-28) war im Jahr 2019 insgesamt gesehen der höchste seit 2011, siehe Abbildung 1. Es wurden 16,7 GW an neuer Kapazität installiert. Dies bedeutet gegenüber 2018 einen Anstieg von 104 %. Am meisten zugebaut haben 2019 Spanien und Deutschland.

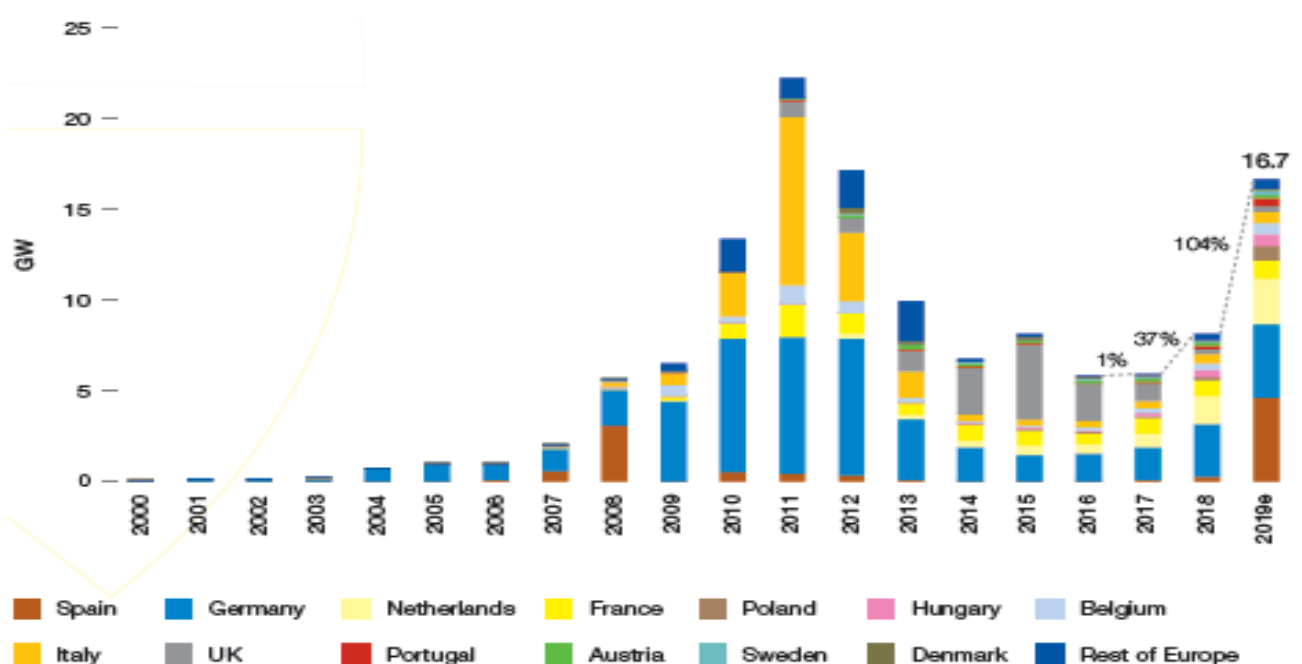


Abbildung 1: Jährlich installierte PV-Leistung in der EU-28 2000–2018⁴

Global gesehen besitzt China eine dominante Stellung. 70 % der weltweiten Modulproduktion werden mittlerweile in China/Taiwan hergestellt, und weitere 15 % kommen aus dem ASEAN-Raum. Nach wie vor liegen die weltweiten prognostizierten Zuwachsraten deutlich im zweistelligen Bereich. Somit ist der globale PV Markt ein sehr stark wachsender Markt. Dies zeigt auch der Verlauf global installierter Leistung weltweit in Abbildung 2.

² EnFV, Anhang 1.2, Absatz 3

³ Siehe Tabelle 5

⁴ SPE 2019a, Seite 9

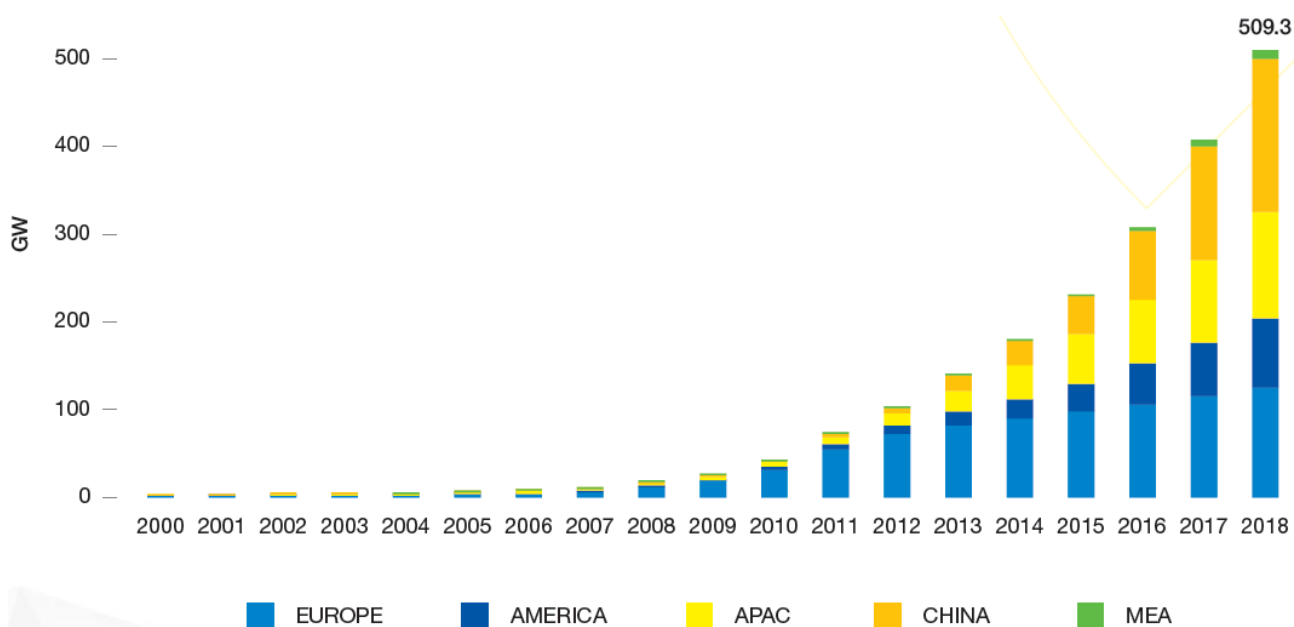


Abbildung 2: Weltweit insgesamt installierte PV-Leistung 2000–2018 nach Regionen⁵

3. Technologie Photovoltaik

In einer Photovoltaikanlage wird Sonnenlicht direkt in Strom umgewandelt. Zur Umwandlung werden vorwiegend Silizium-Zellen verwendet (mono- und polykristallin). Dünnschichtsolarzellen aus Cadmium-Tellurid (CdTe), amorphem Silizium oder Kupfer-Indium-(Gallium)-Selen (CIS/CIGS) erreichen zwar weniger hohe elektrische Wirkungsgrade, produzieren aber günstigeren Solarstrom, da Dünnschichtzellen zum Teil deutlich tiefere Herstellkosten aufweisen.

Wirkungsgrad Zelltechnologie	Ausgangswerte (2000)	Heute (2020)
Mono Kristalline Siliziumzellen	26 %	34,1 %
Poly- (Multi) Kristalline Siliziumzellen	25 %	26,7 %
Dünnschichtsolarzellen (CIGS)	17 %	23,4 %
Tandem-Solarzellen (III-V Multi-Junction Concentrator)	34 %	47,1 %
Organische Solarzellen (OSC)	4 %	11,2 %

Tabelle 1: Wirkungsgrade verschiedener Zelltechnologien⁶

Aktuell werden die Wirkungsgrade aus Tabelle 1 zumindest im Labor deutlich übertroffen. Da es sich bei der Photovoltaik um eine direkte Umwandlung des Sonnenlichts handelt, fällt ohne Sonnenlicht die Produktion auf nahezu Null. Ihre Produktion ist deshalb nicht gezielt steuerbar. Somit können PV-Anlagen nur bedingt einen verlässlichen Beitrag zur verfügbaren Leistung erbringen und vor allem im Winterhalbjahr nur eingeschränkt zur Versorgungssicherheit beitragen. In Kombination mit Speicheranlagen und der Integration bivalenter Elektromobilität lässt sich Stromproduktion aus Photovoltaik besser skalieren.

⁵ SPE 2019b, Seite 14
⁶ Fraunhofer 2019, Seite 27

Es gibt deutliche, strahlungsabhängige Produktionsmuster: Der tägliche und jährliche Produktionsverlauf hat die Form einer Glockenkurve. Das Maximum tritt mittags auf beziehungsweise im Sommer. Die Produktion weist jeweils eine Spitze am Mittag auf, womit PV-Anlagen einen Beitrag zur Deckung der Spitzenlast zu Mittagszeiten leisten können. Rund zwei Drittel der jährlichen Produktion einer Dachanlage fällt im Sommerhalbjahr an. Bei einer Fassadenanlage (oder einer Dachanlage mit mehr als 70 % Neigung) kann die Winterproduktion im Verhältnis zum Sommer auf bis zu 65 % gesteigert werden. Strom aus Photovoltaik kann bis auf das Abschalten nicht geregelt werden. Es lässt sich bei stabilen Wetterbedingungen immerhin relativ gut prognostizieren.

Im Schweizer Mittelland kann für eine PV-Anlage mit rund 950 bis 1000 Volllaststunden gerechnet werden. An höher gelegenen Standorten wie im Wallis oder im Engadin erreichen sie Einstrahlungswerte von bis zu 1500 Volllaststunden. Auf verschiedenen Web-Portalen lassen sich die genauen Prognosen der Volllaststunden beziehungsweise der Jahresertrag einer Photovoltaikanlage einfach und unkompliziert abhängig vom Standort berechnen.

Gemäss Umweltbilanzen werden je nach Technologie und Ausrichtung der Solarzellen Treibhausgase von 50 bis 100 g CO₂-Äquivalente/kWh ausgestossen, siehe Tabelle 2. Es ist davon auszugehen, dass künftige PV-Anlagen tiefere CO₂-Äquivalente/kWh erzielen werden, auch aufgrund des tieferen Materialverbrauchs. Bei Silizium-Zellen ist der Materialbedarf in den vergangenen Jahren schon signifikant gesunken von 16 auf 4 g/Wp.⁷

Technologie	CO ₂ -Äquivalente/kWh	
	heute	2050
Photovoltaik multikristallin	39–69	7–45
Photovoltaik monokristallin	62–109	11–71
Photovoltaik Dünnschicht	25–43	8–30

Tabelle 2: Treibhausgasemissionen von Photovoltaik (in g CO₂eq/kWh) heute und 2050⁸

4. Potenzial

Gemäss Solarpotenzialkataster des Bundes könnten Schweizer Sonnendächer und Fassaden jährlich 67 TWh Solarstrom produzieren⁹: 50 TWh beträgt das Strompotenzial der Schweizer Hausdächer, und weitere 17 TWh pro Jahr kommen an Potenzial bei Hausfassaden hinzu. Die meisten Studien untersuchen vor allem das PV-Potenzial von Dach- und Fassadenflächen, da ein breiter Konsens dahingehend besteht, dass in erster Linie bereits bebaute Flächen für einen breiten PV-Ausbau genutzt werden sollen. Eine Studie der EPFL jüngeren Datums¹⁰, welche neben der Sonneneinstrahlung weitere Parameter berücksichtigt, schätzt das Potenzial hingegen deutlich tiefer ein. Studienresultate liegen zum Teil weit auseinander, weil sie schon vor den Unsicherheiten durch die Modellierung unterschiedliche Annahmen treffen wie etwa hinsichtlich Vorgaben an die Realisierbarkeit. Unter Einbezug des Potenzials von Freiflächen, welches gemäss angeblich vorsichtiger Schätzung¹¹ bei zusätzlich rund 15 TWh liegt, stünde ein langfristiges Gesamtpotenzial von 82 TWh zur Verfügung, siehe Tabelle 3.

⁷ Fraunhofer 2019, Seite 8

⁸ BFE 2017, Seite 10

⁹ BFE 2019c

¹⁰ Assouline et al. 2018

¹¹ Swissolar 2019a

	Gebäude/Dächer	Fassaden	Freiflächen/Weitere	Maximales Potenzial
EPFL	24 TWh (+/- 9 TWh)	–	–	–
BFE	50 TWh	17 TWh	15 TWh	82 TWh
Meteotest ¹²	49 TWh	17 TWh	52 TWh	118 TWh
VSE-Haltung	41 TWh	17 TWh	33 TWh	91 TWh
davon kurzfristig	24 TWh	8 TWh	7 TWh	39 TWh

Tabelle 3: Kurz- und langfristiges PVA-Potenzial

4.1 Dachflächen

Das BFE hat für die Berechnung des Potenzials nur Dächer von mindestens 10 m² und mit einer guten Sonneneinstrahlung berücksichtigt. Dabei wurde die Belegung mit Modulen realitätsnah mit je 70 % angenommen. Der heutige Gebäudepark verfügt über 400 km² Dachflächen, wovon sich rund zwei Drittel für PV-Anlagen eignen. Die Webseiten www.Sonnendach.CH respektive www.Sonnenfassade.CH zeigen einfach für alle Gebäudedächer und Fassaden die Eignungs-Kategorie von «gering» bis «sehr gut».¹³

4.2 Fassadenflächen

Das BFE hat 2019 zusammen mit den Bundesämtern für Landestopografie (Swisstopo) und für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz) das Fassadenpotenzial grundlegend neu ermittelt. Berücksichtigt wurden grössere zusammenhängende Flächen mit einer nutzbaren Einstrahlungsfläche von mindestens 20 m². Die Produktion mit einer senkrechten Ausrichtung ermöglicht vergleichsweise bessere Wintererträge, und gerade im Winter ist Stromproduktion aus erneuerbaren Energien zum Schliessen der Versorgungslücke wichtig. Dank der zunehmenden Vielfalt von PV-Modulen stösst die Nutzung auch in der Gebäudearchitektur auf immer mehr Interesse.

4.3 Freiflächen (besonders Berggebiete)

Das geltende Raumplanungsrecht schliesst freistehende Solaranlagen nicht aus. Derzeit haben Freiflächen noch eine geringe Bedeutung oder beispielsweise im alpinen Bereich einen schwereren Stand. Interessant können Freiflächenprojekte wie beispielsweise ein Ausbau der auf 2500 m ü. M. gelegenen Muttsee-Staumauer sein, wo auf 12'000 m² mit 7000 Modulen eine 2 MW-Anlage gebaut werden könnte. Der Strom würde zur Hälfte im Winterhalbjahr produziert.¹⁴ Freiflächen in den alpinen Stufen haben aufgrund der höheren Einstrahlungsintensität, geringerer Nebellagen, kühlerer Temperaturen und durch den Schnee reflektiertes Sonnenlicht um 25 bis 30 % bessere Ertragswerte. Allerdings sind die Investitionen bei fehlender technischer Netzintegration gegenüber integrierten Anlagen sehr hoch. Weitere Möglichkeiten bieten sich insbesondere auch in Skigebieten auf bestehenden Lift/Transport-Anlagen oder in Sonderzonen.

5. Wirtschaftlichkeit

5.1 Investitionen und Gestehungskosten

Die spezifischen Investitionskosten sinken mit zunehmender Anlagengrösse und variieren mit der Bauart (angebaute oder integrierte Dachanlage, Freifläche). Aufgrund des starken globalen Ausbaus sanken die

¹² Remund et al. 2019, Seite 4

¹³ Das Solarpotenzialkataster ([Sonnendach](http://www.Sonnendach.CH) und [Sonnenfassade](http://www.Sonnenfassade.CH)) sind online auch als Layer von Swisstopo verfügbar ([Dächer](http://www.Sonnendach.CH) und [Fassaden](http://www.Sonnenfassade.CH)).

¹⁴ Axpo 2020

Investitionskosten in den letzten Jahren unerwartet stark. Unter der Annahme eines PV-Ausbaupfads gemäss der Internationalen Energieagentur IEA ist bis zum Jahr 2050 eine Reduktion der Investitionskosten um rund zwei Drittel denkbar, siehe auch Tabelle 4. PV-Anlagen sind zudem wartungsarm.

Technologie	Neuanlagen		
	heute	2035	2050
10 kWp	18–31	9–22	8–19
1000 kWp	8–13	4–10	3–9

Tabelle 4: Gestehungskosten für neu gebaute Photovoltaikanlagen in der Schweiz (in Rp./kWh)¹⁵

5.1.1 Globale Lernkurve

Die Entwicklung der PV-Modulpreise weltweit seit den 1970-Jahren zeigt eine relativ konstante Absenkungsrate aufgrund von Skalen- und Lerneffekten («Lernkurve»), siehe Abbildung 3. Die Lern-Rate beträgt circa 24 %. Das bedeutet, dass jede Verdoppelung der Produktionsmenge zu um 24 % tieferen Modulpreisen führt. Der Preis-Rückgang bei den Modulen ist grösser als bei den restlichen Komponenten wie Wechselrichter und Installation und darf daher nicht mit jenem für PV-Systeme gleichgesetzt werden.

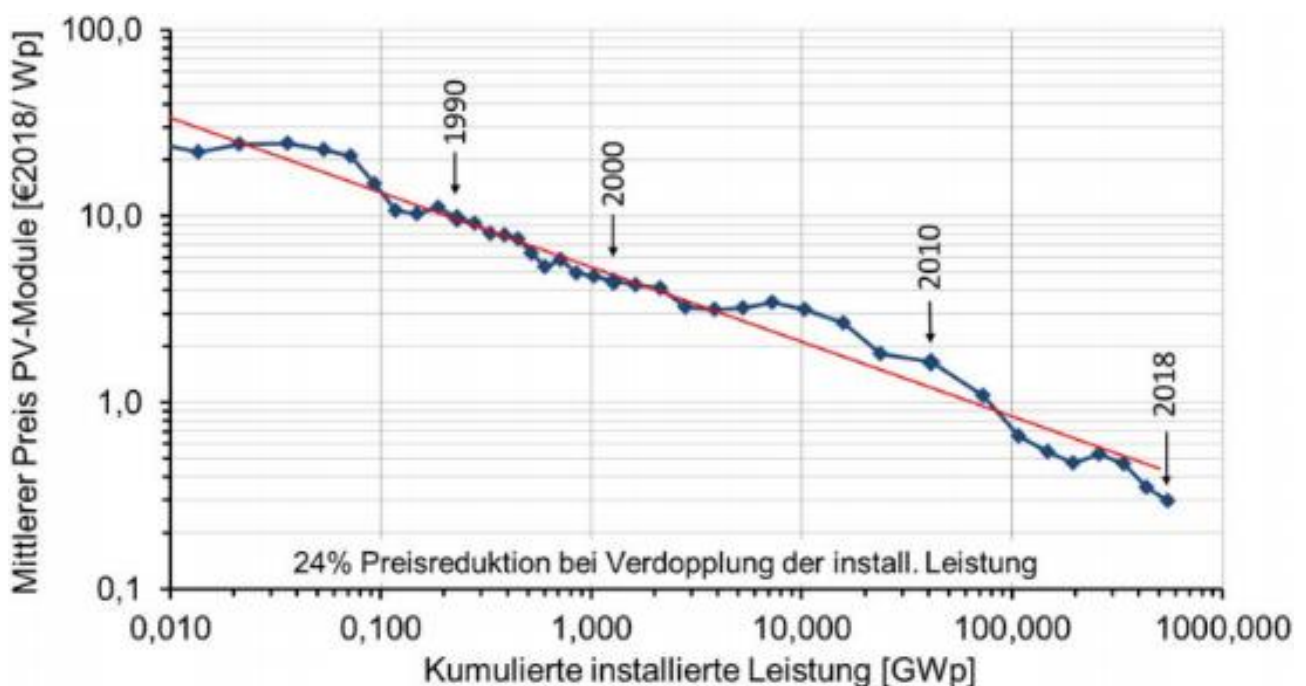


Abbildung 3: Lernkurve bei Photovoltaik-Modulen: Mit jeder Verdoppelung der global installierten Kapazität sinkt der Preis für ein einzelnes Modul (hier in €/Wp) um rund 24 %.¹⁶

5.1.2 Eigenverbrauchsgemeinschaften

Um die Wirtschaftlichkeit von mittels Solaranlagen produziertem Strom attraktiver zu gestalten, wurde im Energiegesetz der Zusammenschluss zur Eigenverbrauchsgemeinschaft definiert. Als Eigenverbrauch gilt,

¹⁵ BFE 2017, Seite 7

¹⁶ Fraunhofer 2020, Seite 9

wenn Betreiber von Anlagen die selbst produzierte Energie am Ort der Produktion ganz oder teilweise selber verbrauchen oder sie zum Verbrauch am Ort der Produktion ganz oder teilweise veräussern.¹⁷ Oft bereitet die technische Messung des Eigenverbrauchs den Netzbetreibern Mühe. Der Eigenverbrauch lässt sich als Alternative zur Eigenverbrauchsgemeinschaft je nach Systemkomplexität auf über 70 % erhöhen, um so den grösstmöglichen Verbrauch vor Ort zu realisieren, siehe Abbildung 4.

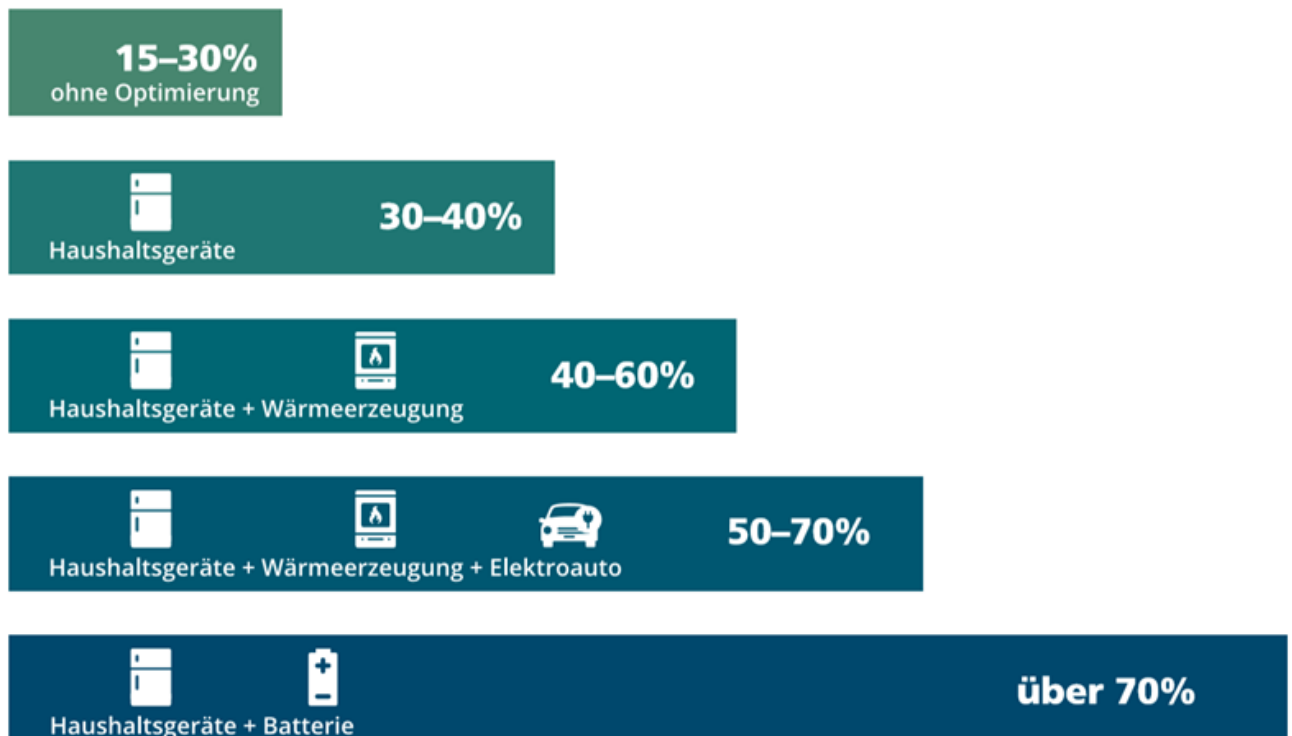


Abbildung 4: Erreichbare Eigenverbrauchsanteile¹⁸

5.1.3 Netzentgelt

Die langfristige Finanzierung der Stromnetze basiert derzeit auf dem Ausspeisemodell. Das heisst, dass die Endverbraucher durch die Nutzung des Netzes dessen Erneuerung und Instandstellung bezahlen. Langfristig wird sich durch den Zubau von Photovoltaik (dezentrale Produktion), die dann auch vor Ort eigenverbraucht wird, der durchschnittliche Stromfluss im Netz verringern, was zu höheren Netzkosten pro Energieeinheit führt. Zwischen Nutzern von PV-Anlagen und zentralen Strombezüglern kommt es daher zu einer Entsolidarisierung. Besonders im Niederspannungsbereich wäre mit einer Grössenordnung von rund 10 Rp./kWh fehlenden Investitionsbeiträgen zu rechnen.¹⁹ Ein Zuschlag als Netzkostenbeitrag seitens dezentraler Produktion würde wiederum die Wirtschaftlichkeit der Photovoltaikanlagen verschlechtern.

¹⁷ EnG, Artikel 16, Absatz 1

¹⁸ BFE 2018, Seite 11

¹⁹ VSE 2020a, Seite 4

5.2 Vergütungssysteme

5.2.1 Einspeisevergütung

Seit 2008 wird für Strom aus erneuerbaren Quellen eine kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) bezahlt. Mit Inkrafttreten des revidierten Energiegesetzes per 01.01.2018 wurde das bekannte System der KEV in eine kostenorientierte Einspeisevergütung mit Direktvermarktungssystem umgestaltet. Dies soll zu einer besseren Marktintegration von Strom aus erneuerbarer Energie führen. Anlagen mit einer Vergütung nach altem Recht erhalten diese weiterhin ausser Anlagen ab 500 kW, welche auf den 01.01.2020 in die Direktvermarktung wechseln müssen. Diese Art der Förderung ist durch das revidierte Energiegesetz zeitlich beschränkt: Ab dem 01.01.2023 geht das Einspeisevergütungssystem keine Verpflichtungen mehr ein.²⁰

Mit dem neuen Energiegesetz wurde der Netzzuschlag von 1,5 auf 2,3 Rp./kWh erhöht, um dem Netzzuschlagsfonds mehr Mittel zu verschaffen. Seither konnten die Wartelisten zur Förderung von Photovoltaikanlagen deutlich reduziert werden. Ab 2020 soll die Wartezeit auf unter ein Jahr verkürzt werden.²¹ Die Erhöhung des Zuschlags auf die Übertragungskosten der Hochspannungsnetze dient hauptsächlich zur Finanzierung der Einspeisevergütung und der Einmalvergütungen.

5.2.2 Einmalvergütung (KLEIV, GREIV)

Seit 2014 können Betreiber einer PV-Anlage auch eine Einmalvergütung (EIV) wählen. Sie erhalten damit einen einmaligen Beitrag an die Investitionskosten im Umfang von circa 30 % derselben. Mit dem revidierten Energiegesetz und der neuen Energieförderungsverordnung können seit dem 01.01.2018 auch grosse Anlagen (>100 kW) eine EIV beantragen, siehe Abbildung 5. Bis 2030 können PV-Anlagen eine Förderung erhalten, danach sollten keine Förderungen mehr gesprochen werden.

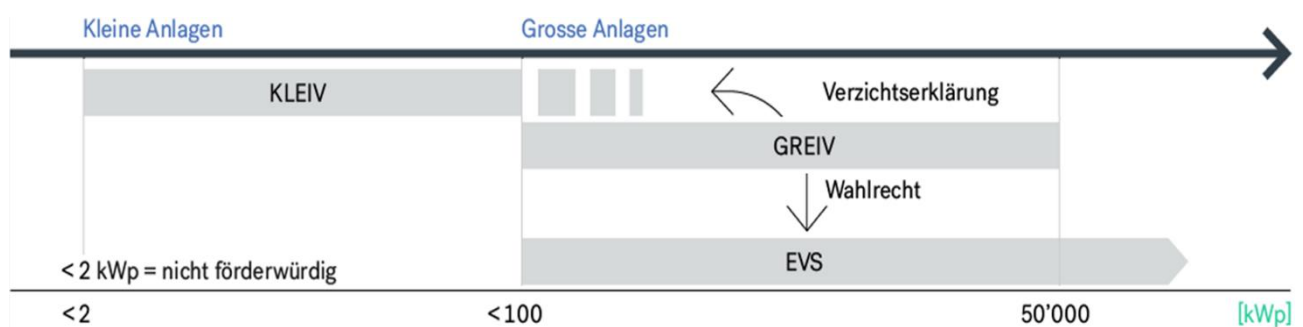


Abbildung 5: Fördermodelle für Photovoltaikanlagen in Abhängigkeit von der installierten Leistung²²

5.2.3 Value of Solar

Der Blick auf einige US-Bundesstaaten zeigt, dass sich dort verschiedene Tarife entwickeln (Value of Solar), welche die zeitliche und örtliche Wertigkeit der Photovoltaikproduktion berücksichtigen. Damit wird versucht, eine zielgenaue und kosteneffiziente Förderung zu erreichen. Es zeigt sich, dass sich damit eine bessere Durchdringung erreichen lässt.²³

²⁰ EnG, Artikel 38

²¹ BFE 2019a

²² Pronovo 2020a (Grafik verkleinert)

²³ Jahn et al. 2019

6. Rahmenbedingungen

6.1 Energiestrategie 2050 (ES2050)

Die ES2050 schenkt der Photovoltaik grosse Bedeutung. Dereinst sollen circa 20 % des Stroms aus solarer Produktion stammen. Kommende Massnahmenpakete zur ES2050 sehen vermutlich weitere Unterstützung für Produzenten von erneuerbarer Energie vor, vor allem um die langfristigen Ziele der ES2050 zu erreichen.

6.2 Bewilligungs-Planverfahren

Mit der Revision des Raumplanungsgesetzes (RPG) und der zugehörigen Verordnung (RPV) können Solaranlagen unter Anwendung eines vereinfachten Melde- anstelle eines Baubewilligungsverfahrens errichtet werden.²⁴ Ausnahmen bilden Anlagen, die als Kultur- und Naturdenkmäler eingestuft sind, sowie Schutzobjekte oder Schutzzonen, die eine nationale Bedeutung aufweisen. Kantone und allenfalls auch Gemeinden können das Meldeverfahren jedoch mit einer gewissen Flexibilität unterschiedlich auslegen und verlangen Baubewilligungen. Bis auf wenige Ausnahmen werden die Interessen an der Nutzung von Solarenergie höher als die ästhetischen Anliegen gewichtet. Eine Meldung 30 Tage vor Baubeginn wird von den Behörden empfohlen. Anlagen über 30 kVA benötigen ein Plangenehmigungsverfahren.²⁵ Anlagen mit geringer Leistung sind von der Planvorlagepflicht befreit.²⁶

7. Die wichtigsten Zahlen im Überblick

Tabelle 5 stellt die wichtigsten Zahlen in der Entwicklung der PVA-Produktion zusammen.

Kategorie	2017	2018
Anzahl PVA-Anlagen (Swissolar 2019b)	70'070	83'870
Anzahl PVA-Anlagen (Pronovo 2020b)	66'253	73'995
Installierte Leistung [MW] (Swissolar 2019b)	1906	2173
Produktion aus Netzverbundanlagen [GWh/a] (BFE 2019b)	1681	1942
Zu- Abnahme der Produktion aus Netzverbundanlagen	26 %	16 %
Produktion aus Inselanlagen [GWh/a] (BFE 2019b)	2,1	2,9
Spezifischer Energieertrag aus Netzverbundanlagen [kWp] (BFE 2019b)	970	980
Landesverbrauch Strom [GWh/a] (BFE 2019d)	62'877	61'984
Produktionsanteil am Gesamtenergieverbrauch	3,26 %	3,38 %
Mindest-Lebensdauer [Jahre] (Swissolar 2019b)	30	30
Ø-Kosten [Rp./kWh] (Swissolar 2019b)	–	12

Tabelle 5: Kennzahlenüberblick

²⁴ RPG, Artikel 18a

²⁵ Nach RPV, Artikel 1, Absatz 2, Bestimmung b

²⁶ ESTI 2020

8. Quellen

<u>Assouline et al. 2018</u>	Large-scale rooftop solar photovoltaic technical potential estimation using Random Forests. Dan Assouline, Nahid Mohajeri und Jean-Louis Scartezzini, Applied Energy, Band 217, Seiten 189–211
<u>Axpo 2020</u>	Solarenergie aus den Bergen. Inhalt einer Webseite der Axpo zur Solarenergie, zuletzt besucht am 12.05.2020
<u>BFE 2017</u>	Potenziale, Kosten und Umweltauswirkungen von Stromproduktionsanlagen. Synthese vom 01.11.2017, Bundesamt für Energie
<u>BFE 2018</u>	Solarstrom-Eigenverbrauch optimieren. Handbuch, Inhalte erstellt durch den VESE, Bundesamt für Energie
<u>BFE 2019a</u>	Förderung der erneuerbaren Stromproduktion: Wartezeiten für Photovoltaik-Anlagen deutlich verkürzt. Medienmitteilung vom 22.10.2019, Bundesamt für Energie
<u>BFE 2019b</u>	Markterhebung Sonnenenergie 2018. Teilstatistik der Schweizerischen Statistik der erneuerbaren Energien, Bundesamt für Energie
<u>BFE 2019c</u>	Schweizer Hausdächer und -fassaden könnten jährlich 67 TWh Solarstrom produzieren. Medienmitteilung vom 15.04.2019, Bundesamt für Energie
<u>BFE 2019d</u>	Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2018. Bundesamt für Energie
<u>EnFV</u>	Energieförderungsverordnung. Verordnung über die Förderung der Produktion von Elektrizität aus erneuerbaren Energien vom 01.11.2017, Fassung vom 01.01.2020, SR 730.03
<u>EnG</u>	Energiegesetz. Vom 30.09.2016, Fassung vom 01.11.2017, SR 730
<u>ESTI 2020</u>	Erstellen einer Photovoltaikanlage. Webseite des Eidgenössischen Starkstrominspektorats ESTI, zuletzt besucht am 12.05.2020
<u>Fraunhofer 2019</u>	Photovoltaics Report. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
<u>Fraunhofer 2020</u>	Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Fassung vom 26.03.2020
<u>Jahn et al. 2019</u>	Photovoltaik-Eigenversorgung. Erfahrungen aus den Net-Energy-Metering-Programmen der USA. Andreas Jahn, Megan O'Reilly und Matthias Deutsch, Regulatory Assistance Project
<u>Pronovo 2020a</u>	Einmalvergütung (EIV). Webseite der Pronovo, zuletzt besucht am 12.05.2020
<u>Pronovo 2020b</u>	Pronovo Cockpit 2019-Q4. Vierteljährliches Cockpit der Pronovo zur Einmalvergütung und zum Einspeisevergütungssystem

<u>Remund et al. 2019</u>	Das Schweizer PV-Potenzial basierend auf jedem Gebäude. Jan Remund, Simon Albrecht und David Stickelberger, Conference Paper zum PV-Symposium in Bad Staffelstein 2019
<u>RPG</u>	Bundesgesetz über die Raumplanung. Vom 22.06.1979, Fassung vom 01.01.2019, SR 700
<u>RPV</u>	Raumplanungsverordnung. Vom 28.06.2000, Fassung vom 01.03.2020, SR 700.1
<u>SPE 2019a</u>	EU Market Outlook for Solar Power / 2019 - 2023. Solar Power Europe
<u>SPE 2019b</u>	Global Market Outlook for Solar Power / 2019 - 2023. Solar Power Europe
<u>Swissolar 2019a</u>	BFE-Studie: Schweizer Solarpotenzial grösser als benötigt. Medienmitteilung vom 15.04.2019, Swissolar
<u>Swissolar 2019b</u>	Strom von der Sonne. Faktenblatt von Swissolar Stand Juli 2019. Nicht mehr online verfügbar, da jeweils die jüngste Ausgabe denselben Speicherort übernimmt. Zuletzt besucht am 12.05.2020 (Version mit Stand April 2020 online)
<u>VSE 2020a</u>	Netzparität. Basiswissen-Dokument, Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
<u>VSE 2020b</u>	Positionspapier Versorgungssicherheit. Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen, nur für VSE-Mitglieder verfügbar