



«LÄNDERVERGLEICH 2021»



SOLAR- UND WINDENERGIE-PRODUKTION DER SCHWEIZ IM EUROPÄISCHEN VERGLEICH

*Kurzstudie
Léonore Hälg | Felix Nipkow*

Zürich, Juni 2022

Abstract

In der vorliegenden Kurzstudie analysiert die Schweizerische Energie-Stiftung SES Stand und Entwicklung der Solar- und Windenergieproduktion in den 27 Staaten der Europäischen Union und der Schweiz. Im Vergleich der Pro-Kopf-Stromproduktion aus Solar- und Windenergie des Jahres 2021 rangiert die Schweiz weit hinten – auf Platz 23 von 28. Verglichen mit den acht umliegenden Staaten steht die Schweiz gar auf dem zweitletzten Platz. Während der Ausbau der Sonnenenergie auf tiefem Niveau aber kontinuierlich zulegt, stagniert der Ausbau der Windenergie in der Schweiz. Auch der Anteil dieser erneuerbaren Stromproduktion am Gesamtstromverbrauch ist mit 5.6% im europäischen Vergleich sehr tief. Hier rangiert die Schweiz sogar nur auf Platz 24. Spitzenreiter Dänemark deckt bereits über die Hälfte des Stromverbrauchs mit erneuerbaren Energien ab.

Der europäische Vergleich zeigt, dass der verhaltene Ausbau der erneuerbaren Stromproduktion in der Schweiz an den ungünstigen politischen Rahmenbedingungen liegt. Denn insbesondere die Photovoltaik hat ein grosses Potential in der Schweiz. Um den Investitionsstau im Ausbau von Sonnen- und Windenergie aufzulösen, müssen die Rahmenbedingungen verbessert werden, indem vor allem die Preisrisiken gesenkt werden.



Schweizerische
Energie-Stiftung

Fondation Suisse
de l'Énergie

Sihlquai 67
8005 Zürich
Tel. 044 275 21 21

info@energiestiftung.ch
PC-Konto 80-3230-3

Inhaltsverzeichnis

Abstract	2
Inhaltsverzeichnis	3
1. Einleitung	4
2. Daten und Methodik	5
3. Resultate.....	6
3.1 Erneuerbare Stromproduktion pro Kopf.....	6
3.2 Entwicklung der erneuerbaren Pro-Kopf-Stromproduktion im europäischen Vergleich.....	8
3.3 Erneuerbare Stromproduktion im Verhältnis zum Stromverbrauch	10
4. Diskussion	12
4.1 Grosses Ausbaupotential und sinkende Kosten	12
4.2 Investitionssicherheit als Schlüssel für den raschen Ausbau	12
4.3 Fazit.....	14
5. Quellen	15

1. Einleitung

Der Strommix der Schweiz besitzt traditionell einen hohen Anteil erneuerbarer Energien. So deckt die Wasserkraft Jahr für Jahr rund 60 Prozent der inländischen Stromproduktion ab. Andere erneuerbare Energieträger, namentlich Photovoltaik (PV) und Wind, tragen jedoch nur marginal zur inländischen Stromproduktion bei (Abbildung 1). Dieser tiefe Anteil sogenannter neuer erneuerbarer Energieträger kontrastiert mit den guten Voraussetzungen, welche die Schweiz für deren breiten Ausbau besitzt: Dank dem hohen Anteil an (flexibler) Wasserkraft an der Stromproduktion, dem vorhandenen Kapital, den verfügbaren Ressourcen und einer geeigneten Struktur des Energiesystems wäre die Schweiz für eine rasche Umsetzung der Energiewende prädestiniert.

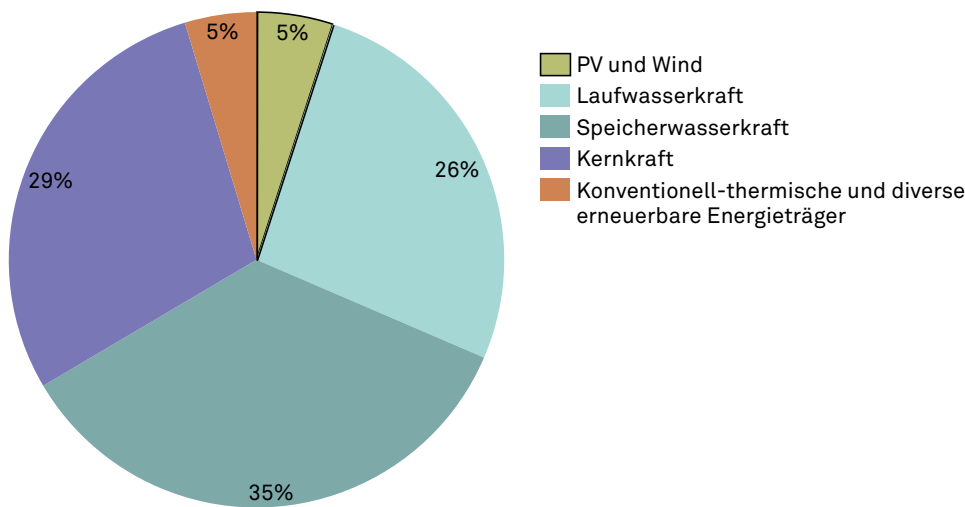


Abbildung 1. Schweizer Stromproduktion 2021 nach Energieträger. Daten: BFE 2022, Suisse Eole 2022, Swissolar 2022, eigene Berechnungen. Eigene Darstellung.

Die vorliegende Analyse der Schweizerischen Energie-Stiftung SES vergleicht die Stromproduktion aus Solar- und Windkraftwerken in den 27 Staaten der Europäischen Union sowie der Schweiz im Jahr 2021. Obwohl es auch andere erneuerbare Stromproduktionstechnologien gibt, wird auf die Photovoltaik und die Windkraft fokussiert, da deren Ausbaupotential am grössten und deren Kosten am tiefsten sind. Um die Vergleichbarkeit der Resultate sicherzustellen, wird die Pro-Kopf-Produktion berechnet. Zudem wird der Anteil der Sonnen- und Windenergie am gesamten Stromverbrauch verglichen.

Die Schweiz rangiert seit Beginn dieser Untersuchungen vor über 10 Jahren immer auf den hintersten Rängen. Die Stromproduktion aus Sonne und Wind ist nach wie vor gering.¹ Gründe hierfür werden insbesondere in der Energiepolitik in der Schweiz gefunden, welche im Gegensatz zu EU-Staaten ungenügende Investitionssicherheit garantiert.

Die vorliegende Kurzstudie erläutert das Vorgehen sowie Quellen und gibt eine Übersicht der Resultate.

¹ Seit 2010 publiziert die SES jährlich eine Kurzanalyse zum Ausbau von Sonnen- und Windenergie in der Schweiz im Vergleich zu den Staaten der Europäischen Union. Die Schweiz bewegt sich im europäischen Vergleich seit Jahren auf den hinteren Rängen. Verfügbar unter: <https://energiestiftung.ch/studien.html> und <https://energiestiftung.ch/medienmitteilungen.html>

2. Daten und Methodik

Gegenstand der Untersuchung bildet die Stromproduktion aus Solar- und Windkraftwerken im Jahr 2021 der 27 EU-Staaten und der Schweiz. Die untersuchten Parameter beinhalten die gesamte Stromproduktion aus Sonne und Wind im Jahr 2021, deren Pro-Kopf-Produktion, ihr Anteil am Gesamtstromverbrauch sowie die Entwicklung dieser Parameter über die letzten Jahre.

Die verwendeten Daten sind in Tabelle 1 angegeben. Die Produktionszahlen der EU-Staaten stammen aus den Jahresberichten der Vereinigung EurObserv'ER, welche den jährlichen Fortschritt des Ausbaus erneuerbarer Energien in der Europäischen Union beobachtet. Die Stromproduktionszahlen für die Schweiz wurden von der Solarenergievereinigung Swissolar und der Windenergievereinigung Suisse Eole zur Verfügung gestellt. Die Bevölkerungszahlen und die Daten zum Stromendverbrauch² der EU-Staaten wurden dem Statistischen Amt der Europäischen Union (Eurostat) entnommen. Für den Stromendverbrauch der Schweiz wurde auf Daten des Bundesamts für Energie BFE zurückgegriffen. Für den Stromendverbrauch muss auf Daten des Jahres 2020 zurückgegriffen werden, da die Daten für das Jahr 2021 bei Eurostat noch nicht veröffentlicht sind. Für die Entwicklung der ausgewiesenen Parameter über die letzten Jahre werden die Daten aus den in den letzten Jahren veröffentlichten Studien zum Sonnen- und Windenergieausbau in der Schweiz im Vergleich zu den EU-Staaten zurückgegriffen.

² Bei der Betrachtung des Stromverbrauchs wird zwischen Landesverbrauch und Endverbrauch unterschieden, wobei bei letzterem Übertragungs- und Verteilverluste abgezogen werden. In dieser Kurzstudie wird die Grösse des Endverbrauchs verwendet, um den für das Land repräsentativen Stromverbrauch auszuweisen.

Tabelle 1. Solar- und Windstromproduktion und die Bevölkerung im Jahr 2021 sowie der Stromendverbrauch im Jahr 2020 in der Schweiz und den EU-Staaten. Daten: EurObserv'ER 2022a, 2022b, Suisse Eole 2022, Swissolar 2022, Eurostat 2022a, 2022b.

Land	PV-Produktion [GWh]	Windproduktion [GWh]	Bevölkerung 2021	Stromendverbrauch [GWh]
Belgien	5'600	11'876	11'554'767	80'871
Bulgarien	1'500	1'403	6'916'548	30'511
Dänemark	1'377	16'083	5'840'045	32'822
Deutschland	49'992	113'848	83'155'031	490'054
Estland	352	800	1'330'068	8'463
Finnland	305	8'114	5'533'793	78'141
Frankreich	15'092	36'800	67'656'682	422'058
Griechenland	4'902	10'483	10'678'632	48'847
Irland	97	9'721	5'006'324	28'519
Italien	25'466	20'778	59'236'213	283'815
Kroatien	109	2'071	4'036'355	15'578
Lettland	7	156	1'893'223	6'689
Litauen	191	1'362	2'795'680	11'155
Luxemburg	244	327	634'730	6'118
Malta	269	0	516'100	2'368
Niederlande	11'436	17'894	17'475'415	112'754
Österreich	2'809	9'723	8'932'664	93'577
Polen	4'600	15'867	37'840'001	148'241
Portugal	2'177	13'147	10'298'252	47'246
Rumänien	1'701	9'576	19'201'662	48'098
Schweden	1'507	27'368	10'379'295	125'678
Schweiz	3'083	146	8'670'300	58'100
Slowakei	660	4	5'459'781	24'695
Slowenien	387	6	2'108'977	13'047
Spanien	21'582	62'009	47'398'695	227'620
Tschechien	2'280	602	10'701'777	59'092
Ungarn	2'460	640	9'730'772	41'406
Zypern	408	240	896'007	4'411

Die Pro-Kopf-Produktion wurde berechnet, indem die gesamte Solar- und Windstromproduktion eines Landes im Jahr 2021 durch dessen Bevölkerung in diesem Jahr geteilt wurde. Der Anteil des Solar- und Windstroms am Gesamtstromverbrauch wurde berechnet, indem die Solar- und Windstromproduktion eines Landes durch dessen Stromendverbrauch geteilt wurde.

3. Resultate

3.1 Erneuerbare Stromproduktion pro Kopf

Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt die Resultate zur Stromproduktion aus Solar- und Windkraft pro Einwohner:in in der Übersicht. Der Rang bezieht sich auf die Summe der Solar- und Windenergieproduktion.

Tabelle 2. Pro-Kopf-Stromproduktion aus Photovoltaik, Windkraft und den beiden Technologien kombiniert im Jahr 2021 in den EU-Staaten und der Schweiz.

Land	Rang	PV-Produktion pro Kopf [kWh]	Windproduktion pro Kopf [kWh]	Total pro Kopf [kWh]
Dänemark	1	236	2'754	2'990
Schweden	2	145	2'637	2'782
Deutschland	3	601	1'369	1'970
Irland	4	19	1'942	1'961
Spanien	5	455	1'308	1'764
Niederlande	6	654	1'024	1'678
Finnland	7	55	1'466	1'521
Belgien	8	485	1'028	1'512
Portugal	9	211	1'277	1'488
Griechenland	10	459	982	1'441
Österreich	11	314	1'088	1'403
Luxemburg	12	384	515	900
Estland	13	265	601	866
Italien	14	430	351	781
Frankreich	15	223	544	767
Zypern	16	455	268	723
Rumänien	17	89	499	587
Litauen	18	68	487	555
Polen	19	122	419	541
Kroatien	20	27	513	540
Malta	21	521	0	521
Bulgarien	22	217	203	420
Schweiz	23	356	17	372
Ungarn	24	253	66	319
Tschechien	25	213	56	269
Slowenien	26	184	3	186
Slowakei	27	121	1	122
Lettland	28	4	82	86

Im Vergleich mit den Staaten der europäischen Union lag die Schweiz 2021 mit einer Pro-Kopf-Stromproduktion aus Sonnen- und Windkraft von 372 Kilowattstunden auf Rang 23 und damit im hinteren Mittelfeld. Einzig die kleinen Länder Ungarn, Tschechien, Slowenien, die Slowakei und Lettland produzierten 2021 weniger Solar- und Windstrom. Die Staaten an der Spitze der Rangliste, Dänemark und Schweden, produzierten mit 2'990 und 2'782 Kilowattstunden pro Einwohner:in siebeneinhalb bis acht Mal mehr Strom aus Sonnen- und Windkraft als die Schweiz. Dies ist vor allem auf den nur sehr spärlich ausgebauten Windsektor in der Schweiz zurückzuführen. Aber auch bezüglich des Photovoltaik-Ausbaus befindet sich die Schweiz nur im europäischen Mittelfeld.

Im Jahr 2021 wurden in der Schweiz total 3'083 Gigawattstunden Solarstrom produziert (Tabelle 1). Umgerechnet entspricht dies 356 Kilowattstunden Solarstrom pro Kopf (Tabelle 2). Die Solarstromproduktion nimmt seit 2010 zwar kontinuierlich zu – im Jahr 2021 um gesamthaft 484 Gigawattstunden, respektive um 43 Kilowattstunden pro Einwohner:in gegenüber 2020 –, sie liegt im Vergleich mit dem europäischen Umland jedoch nach wie vor nur im Mittelfeld (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Photovoltaik-Spitzenreiterin Niederlande wies 2021 eine Sonnenstromproduktion von 654 Kilowattstunden pro Kopf aus und überholte damit Deutschland mit 601 Kilowattstunden pro Kopf, das die Rangliste aber viele Jahre anführte. Beide Länder produzieren also mehr als eineinhalb Mal

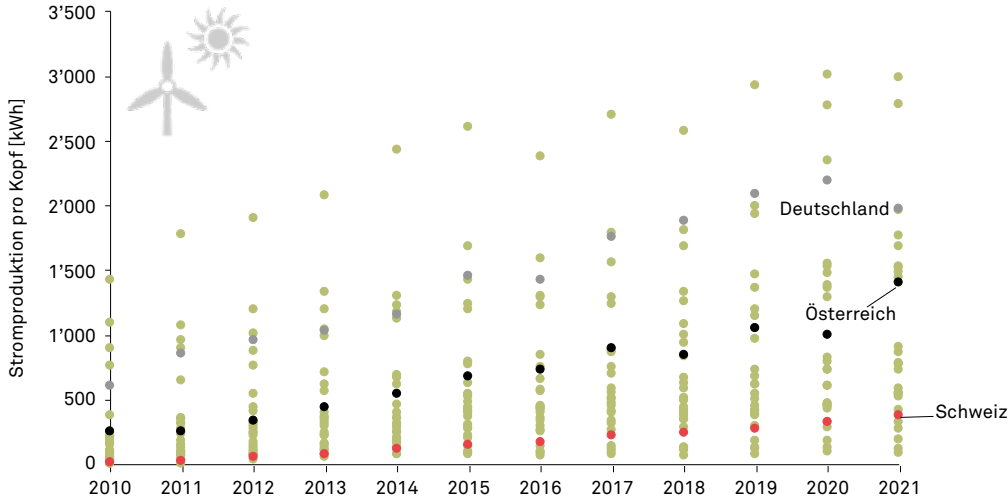
so viel Strom aus Sonnenenergie pro Kopf als die südlicher gelegene Schweiz, wo insbesondere in alpinen Regionen sehr hohe Einstrahlungsverhältnisse herrschen.

Im Jahr 2021 betrug die Schweizer Windstromproduktion gesamthaft 146 Gigawattstunden (Tabelle 1) und 17 Kilowattstunden pro Kopf (Tabelle 2). Die Werte haben sich gegenüber dem Vorjahr nicht verändert. Ende 2020 wurde auf dem Gottard ein neuer Windpark eingeweiht, der besonders im ersten Halbjahr 2021 noch im Testbetrieb lief (Suisse Eole 2022) und darum nicht nennenswert zur Windproduktion beigetragen hat, beziehungsweise die tiefere Windenergieproduktion der bestehenden Anlagen im Vergleich zu den Windrekordjahren 2019 und 2020 ausgeglichen hat. Ansonsten konnten in den letzten Jahren keine neuen Windkraftwerke in Betrieb genommen werden. Diese Beinahe-Stagnation des Ausbaus kontrastiert mit der langjährigen Dynamik in den Nachbarstaaten. Zwar sank die Windstromproduktion in einigen Ländern im Jahr 2021 im Vergleich zum Vorjahr, da der Wind schlicht weniger wehte. In Deutschland belief sich die Pro-Kopf-Stromproduktion aus Windenergie aber immer noch auf 1'369 Kilowattstunden, also fast hundert Mal mehr als die Windstromproduktion in der Schweiz. An der Spitze bleibt das Windpionierland Dänemark, das eine Pro-Kopf-Produktion von 2'754 Kilowattstunden Windstrom aufweist.

3.2 Entwicklung der erneuerbaren Pro-Kopf-Stromproduktion im europäischen Vergleich

Der europäische Ländervergleich zeigt, dass die Schweiz auch 2021 auf den hintersten Rängen rangiert und weiterhin eine tiefe Stromproduktion aus neuen erneuerbaren Energieträgern ausweist. Der direkte Vergleich der Stromproduktion aus Sonnen- und Windenergie zwischen der Schweiz und den nördlichen und östlichen Nachbarländern, Deutschland und Österreich, zeigt den grossen Nachholbedarf der Schweiz auf (Abbildung 2). Beide Länder produzierten nicht nur 2021 pro Kopf wesentlich mehr Solar- und Windenergie als die Schweiz. Sie weisen seit 2010 auch steilere Ausbaukurven vor. Das Binnenland Österreich ist in der Solarstromproduktion zwar ähnlich unterwegs wie die Schweiz, dafür produzierte es im Jahr 2021 siebeneinhalb Mal mehr Windstrom als die Schweiz. So produzierte die Windkraft in Österreich im Jahr 2021 pro Kopf 1'088 Kilowattstunden, obwohl es sich um ein schlechtes Windjahr handelte. Deutschland wiederum hat nicht überraschend eine hohe Windstromproduktion auch dank den Windenergieanlagen in der Nordsee, wobei diese sogenannten Offshore-Windenergieanlagen im Jahr 2021 nur 12% der Windstromproduktion ausmachten (EurObserv'ER 2022b). Als Energie-wende-Pionierland weist Deutschland jedoch auch eine hohe Sonnenstromproduktion vor – nämlich fast die doppelte Menge pro Kopf als die Schweiz –, obwohl es durch die nördliche Lage weniger Sonnenstunden im Jahr vorweisen kann.

a) Solar- und Windstrom



b) Solarstrom



c) Windstrom

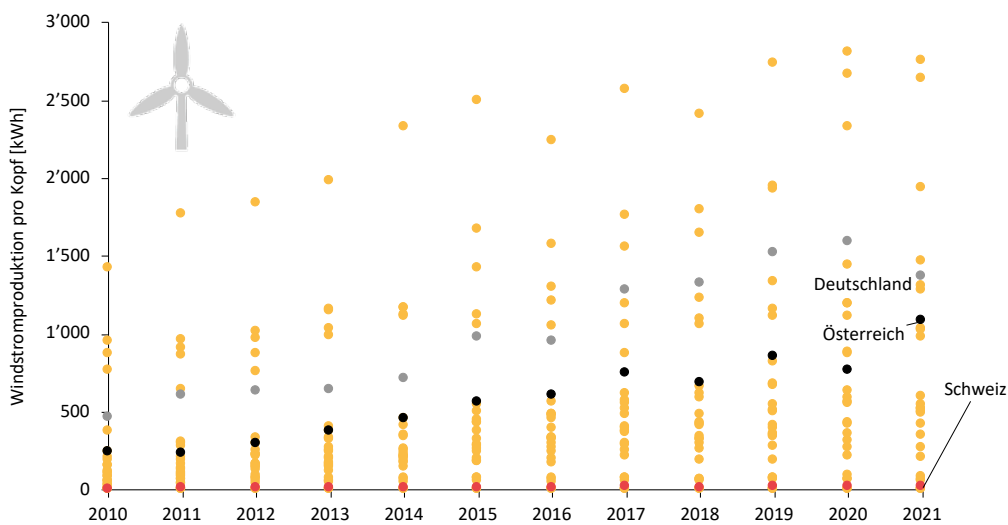


Abbildung 2. Ausbau der gesamten Solar- und Windstromproduktion pro Kopf (a) und nach aufgeteilt nach Technologie (b und c) von 2010 bis 2021 in der Schweiz (rot), Deutschland (grau) und Österreich (schwarz) sowie den übrigen EU-Staaten. Daten bis 2020 aus den früheren Ländervergleichen der SES.

Auch im direkten Vergleich mit den acht nächstgelegenen Ländern zeigt sich deutlich, wie weit die Schweiz in der Produktion neuer erneuerbaren Energien von den Nachbarländern entfernt ist (Abbildung 3). Jahrelang belegte die Schweiz hierbei den letzten, neunten Rang. 2019 konnte erstmals eines dieser Länder knapp überholt werden: Tschechien rutschte auf den unrühmlichen hintersten Platz. Energiewendepionier Deutschland führt nicht überraschend das Ranking an, mit einem kleinen Abstand folgt die Niederlande, die dank dem massiven Solarausbau Belgien überholen konnte, gefolgt von Österreich. Frankreich fiel in diesem Jahr vom fünften auf den siebten Platz zurück, weist aber immer noch eine doppelt so hohe Stromproduktion aus Solar- und Windenergie auf als die Schweiz.

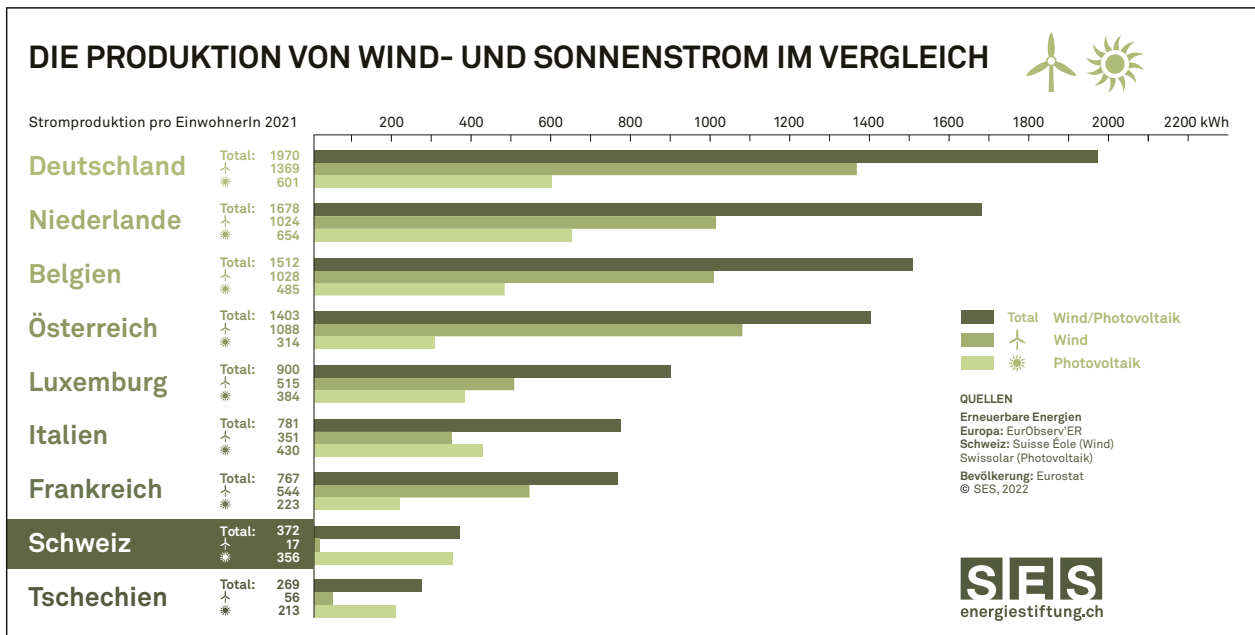


Abbildung 3. Pro-Kopf-Produktion von Solar- und Windstrom in der Schweiz im Vergleich mit acht umliegenden Ländern im 2021. Eigene Darstellung © SES.

3.3 Erneuerbare Stromproduktion im Verhältnis zum Stromverbrauch

Der Anteil Solarstrom am Stromendverbrauch der Schweiz betrug im Jahr 2021 5.3%, der Anteil Windstrom gar bloss 0.3% (Tabelle 3). Daraus folgt ein Gesamtanteil von 5.6% der neuen erneuerbaren Energien am Stromendverbrauch. Im Vergleich mit dem europäischen Umland schneidet die Schweiz wiederum schlecht ab und wird sogar noch von Ungarn überholt. Spitzenreiter Dänemark deckt mehr als die Hälfte des Stromverbrauchs durch Wind- und Sonnenenergie ab. Mehrere Länder, wie Spanien, Irland, Deutschland, Portugal und Griechenland, produzieren immerhin einen Drittel des Stromverbrauchs mit erneuerbaren Energien.

Tabelle 3. Anteil der Stromproduktion aus Solar- und Windenergie im Jahr 2021 am gesamten Stromverbrauch.

Land	Rang	PV-Anteil	Wind-Anteil	Total
Dänemark	1	4.2%	49.0%	53.2%
Spanien	2	9.5%	27.2%	36.7%
Irland	3	0.3%	34.1%	34.4%
Deutschland	4	10.2%	23.2%	33.4%
Portugal	5	4.6%	27.8%	32.4%
Griechenland	6	10.0%	21.5%	31.5%
Niederlande	7	10.1%	15.9%	26.0%
Rumänien	8	3.5%	19.9%	23.4%
Schweden	9	1.2%	21.8%	23.0%
Belgien	10	6.9%	14.7%	21.6%
Italien	11	9.0%	7.3%	16.3%
Zypern	12	9.3%	5.4%	14.7%
Kroatien	13	0.7%	13.3%	14.0%
Litauen	14	1.7%	12.2%	13.9%
Polen	15	3.1%	10.7%	13.8%
Estland	16	4.2%	9.5%	13.6%
Österreich	17	3.0%	10.4%	13.4%
Frankreich	18	3.6%	8.7%	12.3%
Malta	19	11.4%	0.0%	11.4%
Finnland	20	0.4%	10.4%	10.8%
Bulgarien	21	4.9%	4.6%	9.5%
Luxemburg	22	4.0%	5.3%	9.3%
Ungarn	23	5.9%	1.5%	7.5%
Schweiz	24	5.3%	0.3%	5.6%
Tschechien	25	3.9%	1.0%	4.9%
Slowenien	26	3.0%	0.0%	3.0%
Slowakei	27	2.7%	0.0%	2.7%
Lettland	28	0.1%	2.3%	2.4%

4. Diskussion

4.1 Grosses Ausbaupotential und sinkende Kosten

Der schleppende Ausbau von Solar- und Windenergie lässt sich nicht mit dem Ausbaupotential erklären. Dieses ist in der Schweiz insbesondere bei der Photovoltaik enorm. Schätzungen des Bundesamts für Energie kommen zum Schluss, dass das ausschöpfbare Solarstrompotential auf und an Gebäuden in der Schweiz rund 67 Terawattstunden im Jahr beträgt (BFE 2019). Dies übersteigt sogar den gegenwärtigen Stromendverbrauch von 55 bis 60 Terawattstunden pro Jahr. Dazu kommen weitere Photovoltaik-Potenziale auf Infrastrukturen wie Staumauern und -seen, Lärmschutzwänden, Parkplatzüberdachungen und so weiter. Aber auch die Windkraft kann weiter ausgebaut werden. Sie liefert vor allem wichtige Energie im Winter, wenn die Solarenergie aber auch die Wasserkraft weniger Strom produzieren können. Sinnvoll ist ein zusätzlicher Ausbau von rund 3 Terawattstunden Jahresproduktion, um gleichzeitig Konflikte mit Biodiversitäts- und anderen Schutzinteressen zu berücksichtigen.

Global gesehen besitzen vor allem die Solar- aber auch die Windenergie das Potential, die tragenden Energieträger in einem erneuerbaren Energiesystem zu sein (siehe zum Beispiel Ram et al. 2019). Beide Technologien dominieren den Ausbau der weltweiten Stromproduktionskapazitäten. So stieg die Stromproduktion aus Windkraft im Jahr 2019 um mehr als 12% im Vergleich zum Vorjahr (IRENA 2021a). Die Photovoltaik produzierte sogar fast 23% mehr.

Die Dominanz der Photovoltaik und der Windkraft im Ausbau der erneuerbaren Energien beruht auf ihre Stromgestehungskosten, welche seit dem Jahr 2000 bereits über 86% beziehungsweise 35% billiger worden sind (Trancik et al. 2015). Dieser Preiszerfall geht zudem ungebremst weiter (IRENA 2021b). So erreichten die in Ausschreibungen erreichten Preise für Solarstrom in Deutschland im Februar 2020 den rekordtiefen Wert von 3.55 Eurocents pro Kilowattstunde (Bundesnetzagentur 2022). Für Onshore-Windkraftanlagen bewegen sich die tiefsten Preise in einem ähnlichen Segment (IRENA 2022).

4.2 Investitionssicherheit als Schlüssel für den raschen Ausbau

Es werden in der Schweiz zwar stetig neue erneuerbare Stromproduktionskapazitäten, insbesondere Photovoltaikanlagen, zugebaut. Doch sowohl die heutige Ausbaurate als auch die Ziele des Bundesrats für eine erneuerbare Stromproduktion ohne Wasserkraft von 17 Terawattstunden bis im Jahr 2035 (Bundesrat 2021) sind unzureichend, um rechtzeitig die wegfallenden Atomkraftwerke zu ersetzen und den zusätzlichen Strombedarf für die Dekarbonisierung sicherzustellen. Dafür wären rund 38 Terawattstunden zusätzliche Stromproduktion bis 2035 notwendig (Greenpeace 2022). Dies entspricht einer Stromproduktion von rund 4'500 Kilowattstunden pro Kopf und einer zwölfwachen Steigerung der heutigen Produktion aus Solar- und Windenergie. Der Löwenanteil an diesem Ausbau wird in der Schweiz die Solarenergie liefern, das zeigen auch die Ende 2020 publizierten Energieperspektiven 2050+ des Bundes (BFE 2020). Stagniert der Ausbau der Windenergie ausserdem weiterhin, wird die Photovoltaik zusätzlich ausgebaut werden müssen.

Damit der Ausbau der erneuerbaren Energien Sonne und Wind vorankommt, braucht es zusätzliche Investitionen in diese Technologien. Voraussetzung dafür ist eine gewisse Investitionssicherheit, indem neben der Vereinfachung der Bewilligungsverfahren vor allem auch finanzielle Risiken abgedeckt werden. Anlagen zur

Produktion von erneuerbarem Strom erhalten heute finanzielle Unterstützung in Form einer Einmalvergütung, welche die Investitionskosten senken. Gemäss dem Bundesrat soll dies auch in Zukunft so bleiben. Damit verkennt er aber, dass nicht die Investitionen, sondern die Investitionsrisiken potentielle Investorinnen abschrecken (Polzin et al. 2019). Die Finanzierung von PV-Grossanlagen mit Fremdkapital in der Schweiz ist dadurch schwierig und sehr teuer, weil die Erlöse von den variablen und manchmal auch sehr tiefen Strommarktpreisen abhängen. Dieses Preisrisiko reduziert die Zahl interessierter Kapitalgeberinnen und erhöht die von ihnen verlangte Risikomarge. Aus diesem Grund investieren Schweizer Energieversorger und Investorinnen in erneuerbare Stromproduktionsanlagen im Ausland, die im Jahr 2019 bereits 11.5 Terawattstunden Strom lieferten (Energie Zukunft Schweiz 2020). Für kleine PV-Anlagen, deren Strom von lokalen Elektrizitätsversorgungsunternehmen abgenommen und vergütet wird, werden je nach Ort sehr unterschiedliche und nicht unbedingt kostendeckende Rücklieferatarife bezahlt. Dies führt dazu, dass die Grösse der PV-Anlagen auf Hausdächern oft auf den Eigenverbrauch optimiert werden und damit nicht das ganze Dach abdecken. Das ist aus volkswirtschaftlicher Sicht Unsinn. Deshalb braucht es für alle PV-Anlagen eine einheitliche fixe minimale Vergütung, die das Preisrisiko soweit senkt, dass die Amortisation der Anlage über ihre Lebensdauer sichergestellt ist. Für PV-Grossanlagen sind dabei in Auktionen ermittelte gleitende Marktprämien oder sogenannte *Contracts for difference* denkbar³.

Die Erfahrungen aus der EU zeigen, dass diese Staaten, die das Preisrisiko von Investitionen in erneuerbare Energien effektiv gesenkt haben, auch in der in dieser Analyse veröffentlichten Rangliste weit oben rangieren. So führte Dänemark bereits 2004 die ersten Auktionen für Windenergieanlagen durch, wo Projektentwicklerinnen einen fixen Rücklieferatarif für die ersten zehn produzierten Terawattstunden erhielten (Garzón González und Kitzing 2019). Die genaue Ausgestaltung dieser Auktionen und die teilnahmeberechtigten Technologien haben sich seither zwar geändert, es werden aber weiterhin fixe oder gleitende Marktprämien bezahlt. In Deutschland unterstützte man die erneuerbare Stromproduktion bis 2017 durch Einspeisevergütungen und stellte dann für Grossanlagen auf Ausschreibungen für gleitende Marktprämien um (Sach et al. 2019). Schliesslich geht die beispiellose Ausbaurate der Solarstromproduktion in den Niederlanden seit 2015 geht auf in Auktionen festgelegte gleitende Marktprämien zurück (Jakob et al. 2019). Auch Länder wie Frankreich, Griechenland, Italien, Litauen, Portugal und Spanien kennen fixe und gleitende Rücklieferatarife (IEA 2022). In der überarbeiteten und im Dezember 2019 publizierte Erneuerbaren-Richtlinie fordert die EU von den EU-Mitgliedstaaten sogar, marktorientierte Fördersysteme für den weiteren Ausbau zu erlassen (EU 2019). Auch der Europäische Gerichtshof (EuGH) stützt die Förderung von grünem Strom. So hat dieser entschieden, dass es sich bei Einspeisevergütungen für erneuerbare Energien nicht um Beihilfen handelt (EuGH 2019). Diese sind den Ländern damit erlaubt.

³ Gleitende Marktprämien decken die Differenz zwischen einer festgelegten Vergütung und dem Marktpreis, wenn letzterer unter die Vergütung fällt. Steigt der Marktpreis über die Vergütung, wird keine Marktprämie ausbezahlt. Auch bei *Contracts for difference* wird die Differenz zwischen der festgelegten Vergütung und dem Marktpreis gedeckt. Steigt der Marktpreis jedoch über die Vergütung, müssen die zusätzlich eingenommenen Erlöse zurückbezahlt werden.

4.3 Fazit

Der Solar- und Windstromausbau in der Schweiz kommt im europäischen Vergleich nur schleppend voran, obwohl die Schweiz vor allem bei der Sonnenenergie ein grosses Potential aufweist und die Preise für erneuerbare Stromproduktionskapazitäten immer weiter fallen. Die Gründe für diesen Investitionsstau liegen vor allem in den heute vorherrschenden Rahmenbedingungen im Inland, die keine ausreichende Investitionssicherheit bieten. Wie in den europäischen Nachbarstaaten braucht es auch in der Schweiz Finanzierungsinstrumente, die die Preisrisiken abfedern und eine ausreichende Refinanzierung für neue Anlagen sicherstellen. Für grosse PV-Anlagen eignen sich dafür zum Beispiel wettbewerblich ausgeschriebene, gleitende Marktprämien. Für kleinere PV-Anlagen eignen sich einmalige Investitionsbeiträge in Kombination mit der Möglichkeit zum Eigenverbrauch und einem stabilen, garantierten Rückliefertarif. Für die nötige Planungssicherheit der Branche – auch bezüglich Fachkräftebedarf – ist es wichtig, realistische Ziele zu setzen. Bis 2035 ist ein Ausbau der erneuerbaren Energien um mindestens 38 TWh vorzusehen. Es ist nun an der Schweizer Politik in den laufenden Revisionen des Energiegesetzes und der Energieverordnung die nötigen Weichen zu stellen, damit die Schweiz im europäischen Vergleich durchstarten kann.

5. Quellen

BFE 2019. *Schweizer Hausdächer und -fassaden könnten jährlich 67 TWh Solarstrom produzieren*. Medienmitteilung vom 15. April 2019. Bern: Bundesamt für Energie. (<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/news-und-medien/medienmitteilungen/mm-test.msg-id-74641.html>)

BFE 2020. *Energieperspektiven 2050+*. Bern: Prognos AG, TEP Energy GmbH, Infrac AG, Ecoplan AG. Im Auftrag des Bundesamts für Energie. (<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energieperspektiven-2050-plus.html>)

BFE 2022. *Elektrizitätserzeugung und -verbrauch 2021*. Bern: Bundesamt für Energie BFE. (<https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/71057.pdf>)

Bundesnetzagentur 2022. *Statistiken zum Ausschreibungsverfahren zur Ermittlung der finanziellen Förderung von Solaranlagen nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG)*. Berlin: Bundesnetzagentur. (<https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Ausschreibungen/Solaranlagen1/BeendeteAusschreibungen/start.html>)

Bundesrat 2021. *Botschaft zum Bundesgesetz über eine sichere Stromversorgung mit erneuerbaren Energien*. Bern: Schweizerischer Bundesrat. (<https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/67174.pdf>)

Energie Zukunft Schweiz 2020. *Investments in renewable energy production outside Switzerland by Swiss energy providers and institutional investors – Update 2019*. Basel: Energie Zukunft Schweiz und Smartenergy Invest AG. (<https://energiezukunftschweiz.ch/wAssets/docs/hkn-neue-energie/EZS-Update-Investitionen-Erneuerbare-2019.pdf>)

EU 2019. Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung von Energien aus erneuerbaren Quellen. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/LSU/?uri=CELEX:32018L2001>)

EuGH 2019. *Der Gerichtshof erklärt den Beschluss der Kommission, wonach das deutsche Gesetz von 2012 über erneuerbare Energien (EEG2012) staatliche Beihilfen umfasst habe, für nichtig*. Pressemitteilung vom 28. März 2019. (<https://curia.europa.eu/jcms/upload/docs/application/pdf/2019-03/cp190044de.pdf>)

EurObserv'ER 2022a. *Photovoltaic Barometer*. Bericht zu Handen der Europäischen Kommission. Paris: Observ'ER, TNO, Renewables Academy AG, Fraunhofer ISI, VITO, Statistics Netherlands. (<https://www.eurobserv-er.org/photovoltaic-barometer-2022/>)

EurObserv'ER 2022b. *Wind Energy Barometer*. Bericht zu Handen der Europäischen Kommission. Paris: Observ'ER, TNO, Renewables Academy AG, Fraunhofer ISI, VITO, Statistics Netherlands. (<https://www.eurobserv-er.org/wind-energy-barometer-2022/>)

Europäische Kommission 2018. *2050 long-term strategy*. Brüssel: Europäische Kommission. (https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en)

Eurostat 2022a. *Population on 1 January*. Brüssel: Eurostat. (<https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tps00001/default/table?lang=en>)

Eurostat 2022b. *Versorgung, Umwandlung und Verbrauch von Elektrizität*. Brüssel: Eurostat. (http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_cb_e&lang=de)

Garzón González, M., Kitzing, L. 2019. *Auctions for the support of renewable energy in Denmark – A case study and lessons learnt*. AURES II. (http://aures2project.eu/wp-content/uploads/2019/12/AURES_II_case_study_Denmark.pdf)

Greenpeace (2022). *Versorgungssicherheit und Klimaschutz*. Studie des Instituts for Sustainable Futures der University of Technology Sydney im Auftrag von Greenpeace Schweiz. (<https://www.greenpeace.ch/de/publikation/79839/versorgungssicherheit-und-klimaschutz/>)

IEA 2022. *Policies database*. Paris: International Energy Agency. (<https://www.iea.org/policies>)

IRENA 2021a. *Renewable Energy Statistics 2021*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency IRENA. (<https://irena.org/publications/2021/Aug/Renewable-energy-statistics-2021>)

IRENA 2021b. *Renewable Power Generation Costs in 2020*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency IRENA. (<https://www.irena.org/publications/2021/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2020>)

IRENA 2022. *World Energy Transitions Outlook 2022 – 1.5°C Pathway*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency IRENA. (<https://www.irena.org/publications/2022/Mar/World-Energy-Transitions-Outlook-2022>)

Jakob, M., Noothout, P., von Bluecher, F., Klessmann, C. 2019. *Auctions for the support of renewable energy in the Netherlands – A case study and lessons learnt*. AURES II. (http://aures2project.eu/wp-content/uploads/2019/12/AURES_II_case_study_Netherlands.pdf)

Polzin, F., Egli, F., Steffen, B., Schmidt, T.S. 2019. How do policies mobilize private finance for renewable energy? – A systematic review with an investor perspective. *Applied Energy* **236**, 1249-1268. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030626191831818X?via%3Dihub>)

Ram et al. 2019. *Global Energy System Based on 100% Renewable Energy – Power, Heat, Transport and Desalination Sectors*. Lappeenranta und Berlin: Lappeenranta University of Technology LUT und Energy Watch Group. (http://energywatchgroup.org/wp-content/uploads/EWG_LUT_100RE_All_Sectors_Global_Report_2019.pdf)

Sach, T., Lotz, B., von Blücher, F. 2019. *Auctions for the support of renewable energy in Germany – A case study and lessons learnt*. AURES II. (http://aures2project.eu/wp-content/uploads/2020/04/AURES_II_case_study_Germany_v3.pdf)

SES 2020. *Stellungnahme zur Revision des Energiegesetzes 2020*. Zürich: Schweizerische Energie-Stiftung SES. (<https://www.energiestiftung.ch/stellungnahme/stellungnahme-zur-revision-des-energiegesetzes-2020.html>)

Suisse Eole 2022. *Der Preis für Windstrom liegt deutlich unter dem Marktpreis – Windkraft zahlt sogar in den Fonds des Bundes zur Förderung von Strom aus erneuerbarem Quellen ein*. Medienmitteilung vom 22. Februar 2022. Liestal: Suisse Eole. (https://www.suisse-eole.ch/media/ul/resources/PM_Marktpreise_Presse_D_anD4vkF.pdf)

Swissolar 2022. *PV-Produktion 2021*. Persönliche E-Mail-Kommunikation mit David Stickelberger, Geschäftsführer von Swissolar, vom 02. Mai 2022.

Trancik, J. et al. 2015. *Technology improvement and emissions reductions as mutually reinforcing efforts: Observations from the global development of solar and wind energy*. Cambridge, MA, und Tsinghua: Massachusetts Institute of Technology und Tsinghua University. (http://trancik.scripts.mit.edu/home/wp-content/uploads/2015/11/Trancik_INDCReport.pdf)