

Treibt uns Solarstrom in den Ruin?

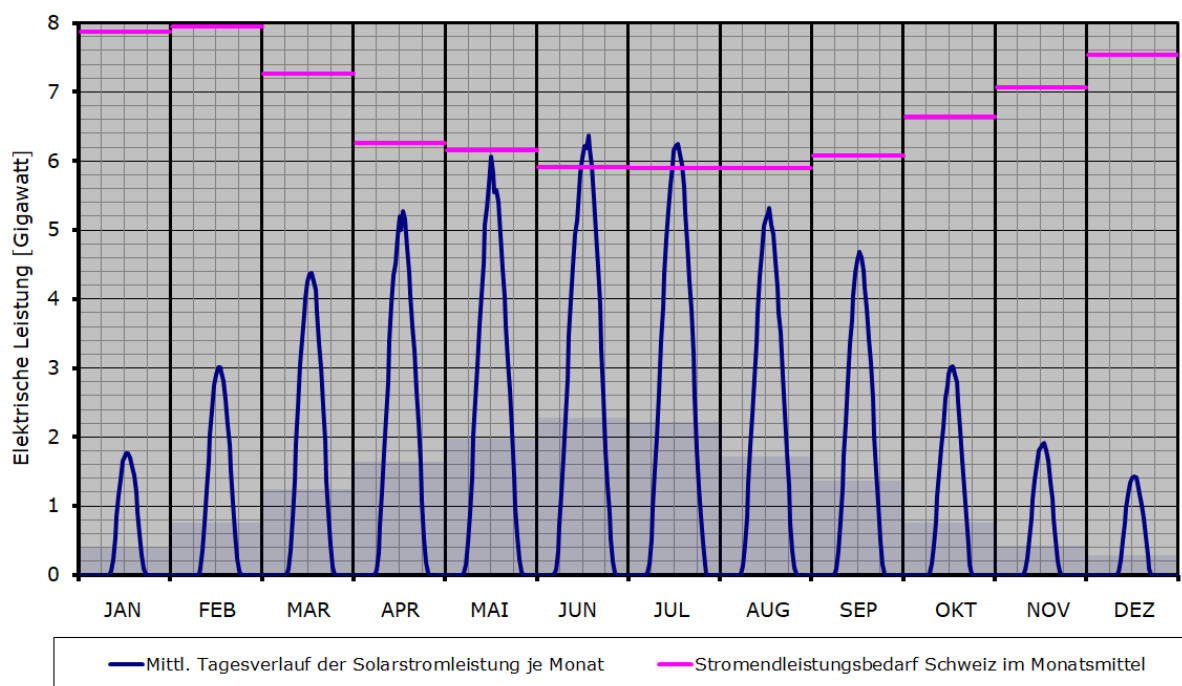
Ein kritischer Beitrag zur Diskussion

René Weiersmüller

Die Sonne als Hauptstütze der Energiestrategie 2050 (ES 2050) scheint zwar gratis. Die Umwandlung der Sonnenstrahlung in Elektrizität ist zudem vergleichsweise billig. Knacknuss ist jedoch die bedarfsgerechte Nutzung des Solarstromes. Sie bedingt - Stand heute - einen nahezu ruinösen finanziellen Aufwand. Die vielen Wortbrüche sowie die dauernden Umgestaltungen der ES 2050 lassen ferner vermuten, die Bezeichnung «Strategie» beziehe sich weniger auf die technische Abwicklung der Wende als auf die Salamitaktik, womit dem Volk der Überblick erschwert und so die wirklichen Kosten der ES 2050 verdeckt werden können. Dazu gehören ausser Scheinlösungen durch allerlei Subventionen sowie das Schaffen von Sachzwängen auch der vermehrte Einbezug rigoroser Klimaforderungen.

Die vielen Zahlenangaben in diesem Text dienen der Transparenz. Sie vereinfachen den Einbezug anderer Ansichten.

Folgendes Bild veranschaulicht den mittleren Tagesleistungsverlauf der Solarstromproduktion für jeden einzelnen Monat (blaue Kurven). Der Darstellung liegt Art. 2 des Energiegesetzes (EnG) zugrunde. Das ist der Ausbau der Produktion der erneuerbaren Energien auf jährlich 11.4 Terawattstunden (TWh) bis 2035. Dies würde beispielsweise für den Standort Tänikon TG etwa 55 km² horizontal oder leicht südlich ausgerichtete Solarpanels bedingen, was rund 10 bis 20 m² je Wohnung entspricht. Daraus lassen sich nun grössenordnungsmässig einige Berechnungen anstellen, ohne Berücksichtigung von weiteren erneuerbaren Energien, Effizienzgewinne, Bevölkerungszuwachs sowie ohne ansteigenden Strombedarf durch Elektroautos und elektrische Wärmepumpen.



Mittlerer Tagesgang der Solarstromleistung je Monat. Datenquellen NABEL/MeteoSchweiz/BFE. Grafik René Weiersmüller (2016).

Tag- & Nachtausgleich von Sonnenstrom ist im Winter unnötig. In der übrigen Zeit kann das theoretisch relativ einfach mit Pumpspeicherkraftwerken gelöst werden. Da dabei der Wirkungsgrad etwa 0.8 beträgt, stehen von den jährlichen produzierten 11.4 TWh Strom entsprechend weniger zur Verfügung. Sinnvoller ist jedenfalls, gewisse Verbraucher wie Waschmaschinen, Wassererwärmer (Boiler) usw. wenn möglich tagsüber zu betreiben.

Statt Pumpspeicher sind für den Tag- & Nachtausgleich auch Akkulösungen denkbar. Diese sind aber wesentlich teurer, siehe später.

Solarstrom im Winter

Der Transfer von Sommerstrom in den Winter ist im Gegensatz zum Tagesausgleich kaum bezahlbar, man vergleiche mit dem neu erweiterten Pumpspeicherkraftwerk Linth-Limmern: Investitionen dort 2100 Mio. Franken bei einer elektrischen Speicherkapazität von bescheidenen 36 Gigawattstunden (GWh), was einen spezifischen Investitionsbedarf von rund Fr. 60.- pro Kilowattstunde (kWh) ergibt. Da es sich bei Linth-Limmern jedoch um eine Erweiterung handelt, dürften die Kosten je kWh effektiv höher sein.

36 GWh wie Linth-Limmern decken den Strombedarf der Schweiz lediglich für ein paar Stunden. Der Jahresstromverbrauch der Schweiz beträgt jedoch zurzeit gegen 60'000 GWh, das ist mehr als 1500-mal Linth-Limmern. Angenommen, es soll zusätzlich ein Sechstel des jährlichen Strombedarfs, also 10'000 GWh über einen (oder mehrere) Speicherseen vom Sommer in den Winter gerettet werden. Bei postulierten jährlichen 11'400 GWh erneuerbare Energien bis 2035, dem längerfristigen Wegfall von jährlich über 20'000 GWh Atomstrom und den im Winter unterdessen übliche Stromimport ist ein zusätzlicher 10'000 GWh-Speicher nicht völlig unrealistisch. Vor allem auch, wenn die fossilen Energieträger bis spätestens 2050 praktisch wegfallen sollen sowie ein weiterer massiver Ausbau des Solarstromes geplant ist.

Rein rechnerisch ergäben sich so rund 300-mal grössere Investitionen wie Linth-Limmern, also etwa 600 Mia. Franken. Da die notwendigen Leitungen, Pumpen Generatoren usw. für den Riesenspeicher im Verhältnis zu Linth-Limmern deutlich kleiner sein können, reduzieren sich die Investitionen vielleicht auf die Hälfte. Das wäre machbar, aber damit ist die Kröte noch nicht geschluckt. Einmal ganz abgesehen davon, wo überhaupt man oder frau eines oder mehrere solche Bauwerke errichten will - vom denkbaren Gefahrenpotential eines solchen Grossspeichers nicht zu reden.

Die Sache mit dem Wasser

Die Wassermenge dieses gigantischen Pumpspeichers müsste entsprechend den 630 m Höhendifferenz (Druckhöhe) bei Linth-Limmern etwa 7 Mia. Kubikmeter Wasser betragen, was nahezu zweimal dem Zürichsee inkl. des Obersees entspricht. Bei doppelter Druckhöhe würde die halbe Wassermenge reichen. Anders

als ein übliches Pumpspeicherkraftwerk, welches jährlich mit x Zyklen nutzbar und entsprechend vernünftig amortisierbar ist, ist ein Riesenpumpspeicher für den jährlich vorwiegend einmaligen Einsatz im Winter nur schon darum ein finanzielles Desaster.

Linth-Limmern hat im Endausbau eine elektrische Leistung von 1000 Megawatt (MW). Das entspricht etwa dem AKW Gösgen. Bei voller Pumpleistung ist der Wasserbedarf von Linth-Limmern zirka 160 m^3 pro Sekunde, was etwa dem anderthalbfachen des mittleren Wasserabflusses der Limmat bei Baden AG entspricht. Ähnlich ist der Wasserabfluss bei der Stromerzeugung. Nimmt man an, die Leistung des oder der eben beschriebenen Pumpspeicherkraftwerken mit einer Speicherkapazität von 300 mal Linth-Limmern sei ausgelegt auf 3000 MW (etwa die Summe aller AKWs in der Schweiz), ergibt das einen Wasserabfluss von rund $500 \text{ m}^3/\text{sec.}$, was annähernd der Hälfte des mittleren Rheinabflusses bei Rheinfelden entspricht. Wohin mit diesem Wasser? Bei doppelter Druckhöhe wären es immerhin noch etwa $250 \text{ m}^3/\text{sec.}$

Stromspeicherung mit Akkus

Auch das ist denkbar. Für 6 Mio. Franken ist in Volketswil ZH ein zwar nicht direkt 1 : 1 vergleichbarer Akku mit einer Speicherkapazität von 7'500 kWh (entspricht etwa dem Jahresstromverbrauch von 2 EFH ohne Heizung) aufgestellt worden. Spezifischer Investitionsbedarf ist somit etwa Fr. 800.-/kWh, also mehr als das 10-fache von Linth-Limmern. Der beschriebene Akku-Container ist 150 Tonnen schwer, die Lebensdauer unbekannt, könnte jedoch etwa 20 Jahre sein. Die somit alle 20 Jahre wiederkehrenden Kosten einer schweizweiten Akkulösung für oben erwähnten Winterspeicher von 10'000 GWh würden etwa 8'000 Mia. Franken betragen. Unter der Annahme zukünftig sinkender Zellenpreise sowie einer leistungsmässig angepassten Lade- und Entladestrategie verbleiben immer noch Kosten von einigen tausend Milliarden Franken. Mit Blick auf die Amortisation gelten dieselben Überlegungen wie beim Riesenpumpspeicher.

Mittelwerte und Spitzenwerte

Obiges Diagramm basiert auf Mittelwerten. Schlechtwetterwerte sind kleiner, ein rundum sonniger Tag ergibt deutlich höhere Stromleistungen. So beträgt die Leistungsspitze im Januar rund das Doppelte des in der Grafik ausgewiesenen Mittelwerts von 1.8 GW, also etwa 3.6 GW. Das wird das Netz immerhin noch ohne Zwischenspeicherung praktisch problemlos absorbieren können.

Im Juni ist die Spitzenleistung etwa 40 % höher als der Mittelwert von 6.4 GW, also rund 9 GW, was der 9-fachen Leistung des AKW Gösgen bei Vollast entspricht. Solche Leistungen kann das Netz nicht aufnehmen. Das Speichern dieser anfallenden Leistung allein mit Pumpspeicherkraftwerken würde bei einer Druckhöhe der Speicherseen von 630 m deutlich mehr als 1000 m^3 Wasser pro Sekunde erfordern. Woher solche Wassermengen in der Nähe der Speicherseen nehmen, über die gewöhnlich nicht mal der Rhein bei Rheinfelden verfügt?

Stromexport und Rückeinspeisung

Alternativen wie ein Export dieser Leistungsspitzen sind schwierig, da die umliegenden Länder das gleiche Problem haben. So sinken bei grossem Solarstromanfall die Strompreise an der europäischen Strombörse bereits jetzt ins Minus. Dies besonders dann, wenn auch noch erhebliche Mengen an Windstrom anfallen. Weitere Ursache ist ferner auch der im Ausland zur Vermeidung eines Blackouts unabdingbare Standbybetrieb mit Kohle, Öl, Gas oder mit Vorbehalt Atom. Ist die regenerative Stromerzeugung zu gering, müssen solche Anlagen als Folge unzureichender Speicherkapazitäten sofort aus dem Standbybetrieb hochgefahren werden. Dass dieser systembedingte Strom das Netz «verstopft», ist somit Unsinn.

Je weiter der Anteil an Solarstrom ausgebaut wird, umso mehr akzentuieren sich die beschriebenen Probleme. Das tangiert auch die Einspeisevergütung von überschüssigem, das heisst nicht selbst verbrauchtem Solarstrom aus privaten Quellen. Die entsprechenden Rückeinspeisungen erfolgen meist in Phasen von Solarstromschwemmen mit ohnehin gedrückten Strompreisen. Also nicht dann, wenn Sonne und Wind nichts hergeben und folglich der Strompreis eher hoch ist.

Die mageren Vergütungen der Elektrizitätsbetriebe sind somit nachvollziehbar, zumal die Stromübernahme zu Überschusszeiten nicht steuerbar ist - es muss zwingend genommen werden, was kommt. Dies im Gegensatz zur Strombörse, wo sich der Bezug am Bedarf orientiert.

Wohl um politisch etwas Druck aufzubauen, hat sich die Sendung Kassensturz des Schweizer Fernsehens SRF gleich zweimal für höhere Vergütungen von rückgespeistem Solarstrom stark gemacht. Werden jedoch (wohl aus politisch-ideologischen Gründen) zu hohe Rückvergütungen gewährt, kommt für dieses Verlustgeschäft der Normalbürger auf. Das ist allerdings weder konsumentenfreundlich noch wird das Verursacherprinzip eingehalten.

Überschüsse = Geldvernichtung

Mit vertikal angeordneten Panels ist der sommerliche Spitzenstromanfall zwar deutlich geringer als bei horizontaler Ausrichtung. Dafür ist die Leistung im Winter klar höher. Um die postulierten 11.4 TWh jährlich zu erzeugen, müsste die Panelfläche etwa um 20 Prozent erhöht werden. Diese Variante wäre genauer zu untersuchen; es ist jedoch zu erwarten, dass sich dadurch die Problematik insgesamt nicht entscheidend verändert.

Eine andere Option wäre die Installation einer bedeutend grösseren Solarleistung. Damit würde im Herbst etwas länger und im Frühling etwas früher eine nennenswerte Solarleistung zur Verfügung stehen. Die Speicherkapazität könnte so kleiner gehalten werden. Die zwingend wegzuschaffenden Überkapazitäten im Sommer würden allerdings wesentlich grösser.

Massnahmen wie Ausserbetriebnahme von Flusskraftwerken, Einschalten von Weichenheizungen der SBB oder Solarpanels vom Netz trennen sind zwar unsin-

nig. Aber letztlich zurzeit die einzigen praktikablen Möglichkeiten, um den Überschüssen Herr zu werden. Denkbar wäre, diese Überschüsse vermehrt für preiswerte Raumklimatisierungen einzusetzen. Ob die massiven Spitzenleistungen für energieintensive und damit jetzt noch unwirtschaftliche Verfahren wie beispielsweise die Herstellung von Wasserstoff oder synthetischem Kraftstoff ausreichend genutzt werden können, wird sich zeigen.

Ausblick

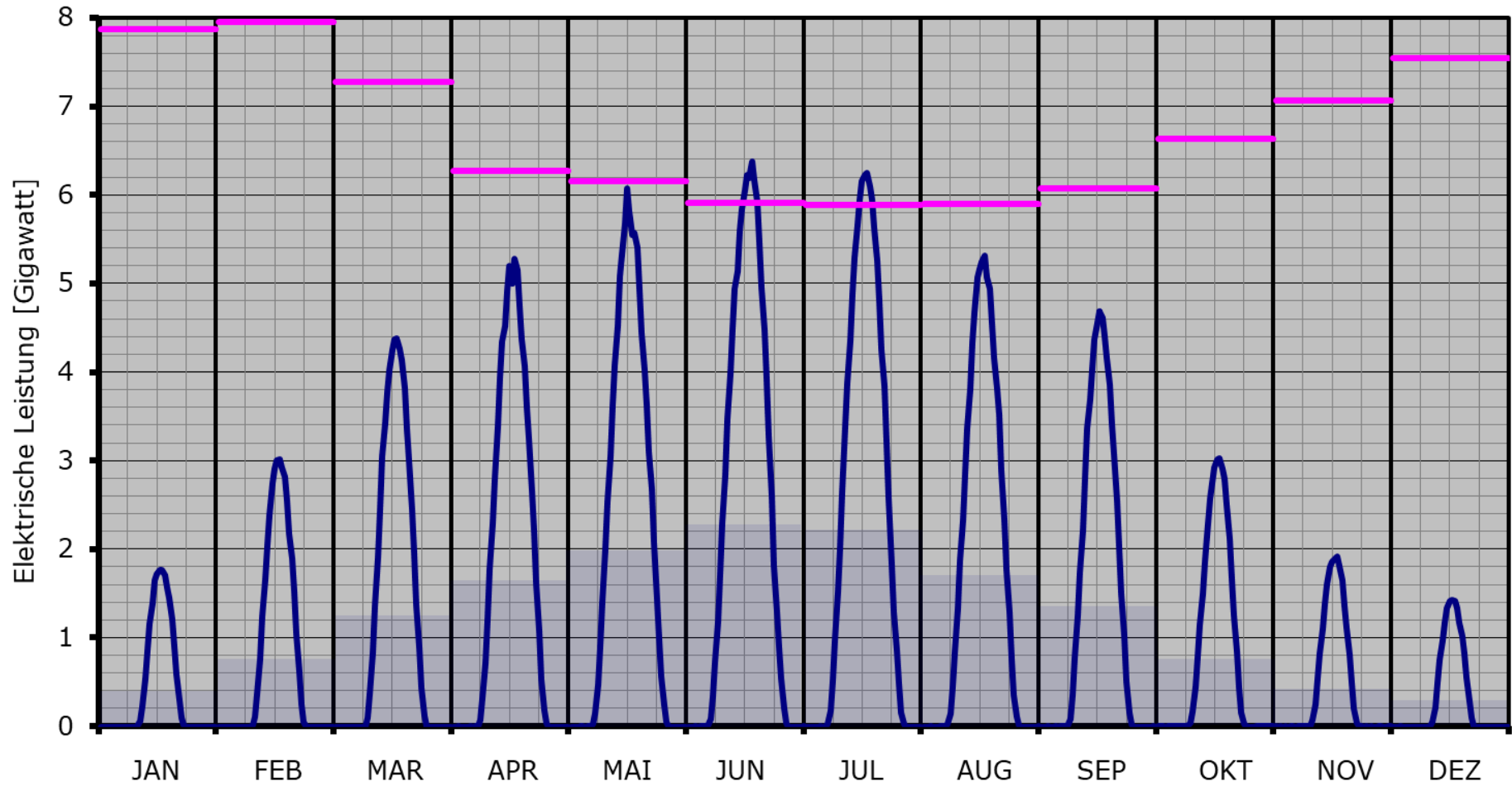
Um vom Stimmbürger die Zustimmung zur ES 2050 zu ergattern, setzte die Politik die Kosten für den Umbau der Stromversorgung (oder gar der ganzen Energiewende) auf jährlich 40.- Franken je Haushalt fest. Mit Verlaub, aber schon damals war an Stammtischen zu hören, wer das glaube, sei ein Fall für die Psychiatrie. Denn grosse Mengen an Solarstrom verursachen gigantische Probleme, die weder mit Planwirtschaft noch mit sehr viel Geld befriedigend lösbar sind.

Gaskombikraftwerke als Ersatz von Atomstrom erfordern zwar insgesamt sehr viel kleinere Investitionen als Solarstrom. Mit Blick auf die Versorgungssicherheit sind jene als Folge ungenügender Speichermöglichkeiten jedoch noch mehr auf den Goodwill des Auslandes angewiesen. Dass dabei letztlich jeder sich selbst der Nächste ist, zeigt sich laufend in der EU oder jetzt im Ernstfall in der Coronakrise. Daran ist auch bei einer Importstrategie, d.h. dem Import von grossen Mengen an «dreckigem» Strom zur Deckung des Winterloches zu denken. Auch dieser Strom hat zudem ein Ablaufdatum, ob aus Kohle, Erdgas oder Atom.

Das Volk wird überdies kaum Verständnis aufbringen, wenn Öl- und Gasheizungen in Zukunft wegen der CO₂-bedingten Klimaerwärmung praktisch verboten werden. Dafür wird dasselbe CO₂ von Gaskraftwerken oder im Ausland von Braunkohlekraftwerken ausgestossen, welche den Strom für die elektrische Wärmepumpe als Ersatz für die Öl- und Gasheizungen erzeugen. Das erinnert etwas an die Schlange, die sich in ihren eigenen Schwanz beisst. Durch den Wegfall der Ölheizungen und damit einer Vielzahl privater Heizöltanks geht übrigens eine bedeutende Heizenergiespeicherung im Ausmass von etwa einem Jahresbedarf verloren. Bei der Umstellung auf Elektrofahrzeuge ist der entsprechende Verlust der Treibstoffvorräte eher verkraftbar.

12. Mai 2020, mehrere Updates

René Weiersmüller ist Chemiker HTL / Ing. SIA und beschäftigt sich seit langem mit Energie- und Umweltfragen. Er ist unabhängig und gehört keiner politischen Partei an.



— Mittl. Tagesverlauf der Solarstromleistung je Monat
 — Stromendleistungsbedarf Schweiz im Monatsmittel