

3.6 Solaranlagen

Einordnung der Solarenergie

Vorteile der Solarenergie

Stetiges Wachstum und sympathisches Image

Bereits vor einigen Jahrzehnten begann der Aufstieg der Solarenergie und es zeigten sich rasch viele, z. T. auch kleinere Anwendungsmöglichkeiten. Beispiele sind SAC-Hütten, abgelegene Gebäude, Verkehrsampeln auf Baustellen etc. Die langsame, aber stetige Entwicklung sowie die guten Erfahrungen sorgten für eine positive Grundstimmung in der Bevölkerung gegenüber der Solarenergie.

Überall lokal verfügbar

Das beste Konzept einer Energieversorgung ist es, die Energie lokal zu gewinnen und lokal zu verwenden. Genau dies ermöglicht die Solarenergie – zumindest in einem beschränkten Masse. Das gängige Beispiel dazu ist die Energieversorgung von Gebäuden mit Solarenergie.

Umweltverträglichkeit

Solarenergie ist CO₂-freie Primärenergie.

Fragliche Aspekte

Kosten

Natürlich fallen für die Primärenergie, also die Sonnenstrahlung, keine Kosten an. Zu Buche schlagen Investitionen, Montage und Betrieb (Wartung). Der Hochlauf zu der nun verbreiteten Nutzung wurde/wird mit Subventionen stark unterstützt.

Bei einer Nutzung in grossem Massstab ist allerdings mit massiven Folgekosten zu rechnen. Es braucht (parallel und zusätzlich zu den Solar- und Windenergieanlagen) zwingend regelbare Kraftwerke und grosse saisonale Speicher. Als weitere Folgen stehen der Schutz und der Ausbau der Übertragungsnetze und der kurzfristige Bedarf an teurem Importstrom an.

Akzeptanz

Wie eingangs bereits erwähnt, erfährt die Solarenergie eine hohe Akzeptanz, insbesondere im Bereich der Gebäudetechnik. Allerdings ist für Freiflächenanlagen im Schweizer Mittelland mit Diskussionen zu rechnen. Bei den alpinen Solaranlagen bildeten die vergangenen Volksabstimmungen eine (oft zu) hohe Hürde für diverse Projekte – vor allem für „grosse“ Freiflächenanlagen.

Nachteile der Solarenergie

Leider gibt es auch mehrere signifikante Schwächen bei der Nutzung von Solarenergie. Diese sind bei kleineren, lokalen Anwendungen natürlich auch gegenwärtig, fallen aber nicht so sehr ins Gewicht. Mit der Skalierung von Solaranlagen (hin zu grossangelegten Anwendungen) wachsen diese Nachteile aber rasch an und führen zu den nachfolgend aufgeführten, kaum mehr lösbaren Problemen.

Bevölkerung und Politik werden immer wieder getäuscht durch die Angabe der Jahresproduktion (kWh/a) von Solaranlagen. Diese Jahresangaben mögen dienlich sein, solange wir im Schweizer Strommix noch eine sehr geringe Solarproduktion von weniger als 10% haben und somit auch wenig Probleme mit dem Einspeisen. Mit dem Anwachsen der Solarproduktion, wie das in der sog. „Energiestrategie 2050“ vorgesehen ist, entsteht aber ein riesiger, unnützer „Solarberg“ im Sommer und eine Unterversorgung im Winter. Diese Unterversorgung ist aber genau das Gegenteil einer wichtigen Zielvorgabe: Mehr Winterstrom. Das wird gerne kaschiert, indem für Winterstrom Halbjahreswerte, einschliesslich der Monate März, April oder Oktober, angegeben werden.

Eklatante Schwäche im Winter (November, Dezember, Januar)

Die Solaranlagen im Schweizer Mittelland bringen einen sehr bescheidenen Ertrag im Winter (nur ca. 5% bis 8% der maximalen Leistungsfähigkeit). Dadurch kann, im Sinne einer sicheren Energieversorgung mit Winterstrom, die Solarenergie im Winter keinen direkten Beitrag von Relevanz leisten.

Konsequenzen:

- Die ganz grosse Mehrheit der Gebäude kann nicht autark versorgt werden. Es muss immer noch Strom vom Netz bezogen werden. Unglücklicherweise kommt dazu, dass der an sonnigen Tagen über die Mittagszeit rasch zunehmende Solarstrom nicht vollständig gespeichert werden kann, da die Batterien nur langsam laden.
- Nebst kleineren Batterie-Speichern für die lokale Versorgung sind vor allem saisonale Energiespeicher Sommer -> Winter zwingend, damit der geplante riesige Solarausbau überhaupt Sinn macht.
- Solche saisonale Speicher können in der Schweiz nur alpine Stauseen sein. Es ist zu vermuten, dass die im [Mantelerlass](#) beschlossenen Erhöhungen von Staumauern dafür nicht ausreichen.

Enorme Mittagsspitzen im Sommer

In den Monaten April bis September wird zukünftig eine riesige Überproduktion an Solarenergie entstehen, die nicht verwendet werden kann. Als direkte Folge ergeben sich am Markt im Sommer negative Strompreise.

Konsequenzen:

- Keine Einspeisevergütungen in den Phasen der Überproduktion.
- Grosse Solaranlagen müssen gedrosselt werden können zur Schonung der Übertragungsnetze.
- Es gilt zu prüfen, inwieweit die Produktion von Wasserstoff unter den wechselnden Bedingungen mit zeitweise überschüssigem Solarstrom effizient realisierbar ist und sich kommerziell lohnt.

Europaweite gleiche Up- und Down-Zeiten infolge des Tagesganges der Sonne

Durch den Tagesgang der Sonne kann naturgemäss in der Nacht keine Solarenergie gewonnen werden. Sämtliche Solaranlagen sind also im Tiefschlaf. Dies ist ein wichtiger Gegensatz zur Windenergie, bei der immer die Chance besteht, dass in den einzelnen Landesteilen unterschiedliche Windverhältnisse herrschen und somit immerhin eine gewisse Stromproduktion möglich ist. Die nächtliche Down-Zeit der Solarenergie gilt ja nicht nur von Chiasso bis Schaffhausen, sondern von Palermo bis Oslo und von Paris bis Budapest. Das heisst, dass infolge der in verschiedenen europäischen Ländern geplanten überbordenden Solarproduktion auch der europäische Strommarkt betroffen sein wird.

Zur Erfüllung der sog. „Energiestrategie 2050“ müssten möglicherweise bis zu 70% des gesamten Schweizer Strombedarfs allein durch Solarenergie gedeckt werden (Neukom: 57 TWh/a). Ausserdem ist zu beachten, dass durch die geplante Dekarbonisierung auch die wachsende Zahl von E-Autos, und z. T. auch die Wärmepumpen, den zukünftigen Bedarf an Nachtstrom arg strapazieren werden. Es bleibt die Frage, welche Anlagen die wichtige Bandenergie (vgl. **Abschnitt 3.1**) liefern werden.

Konsequenzen:

- Solarenergie ist nicht geeignet zum Decken der Bandenergie.
- Bei Wegfall der Kernenergie muss die Bandenergie weitestgehend durch Wasserkraft gedeckt werden.
- Ist der heute vorhandene Maschinenpark (Turbinen) der Speicherkraftwerke dazu in der Lage, oder müssen weitere Kraftwerkszentralen dazu gebaut werden?
- Der Bau von neuen Wasserkraftanlagen dauert einige Jahrzehnte und muss schnellstmöglich, und nicht erst in zehn Jahren oder noch später, entschieden werden.

Dunkelflauten

Im Zusammenwirken mit der Windenergie kommt es in den Wintermonaten immer wieder zu Dunkelflauten. Das bedeutet, es gibt gleichzeitig keinen/wenig Solarstrom und keinen/wenig Windstrom. Dunkelflauten können von Stunden bis Wochen dauern. Typischerweise dauern sie bei Nebellagen ab dem Spätherbst und im Winter mehrere Tage an.

Konsequenzen:

- Hoher Importbedarf bei gleichzeitiger Explosion des Strompreises am Markt.
- Bei Wegfall der Kernenergie muss bei Dunkelflauten im Winter nun nahezu der gesamte Strombedarf (> 90%) durch Wasserkraft gedeckt werden – und dies bei Niedrig-Wasserstand der Flusskraftwerke.
- Es verbleiben somit die Speicherkraftwerke, die in solchen Situationen dann befähigt sein müssen, den Löwenanteil des zukünftigen Strombedarfs 2050 und darüber hinaus decken zu können.

Zur Frage, wie dieser Problematik begegnet werden kann, gibt es keine belastbaren Antworten, weder vom Bundesamt für Energie noch von den öffentlich-rechtlichen Stromkonzernen (Axpo, BKW etc.) noch von den politischen Parteien.

Die als Notnagel zur Diskussion stehenden Ideen sind einerseits eine „angebotsorientierte Nachfragesteuerung“ und andererseits der Hype um „(Gas-)Kraftwerke für grünen Wasserstoff“.

- > Die Idee einer angebotsorientierten Nachfragesteuerung ist sowohl aus gesellschaftlicher als auch aus wirtschaftlicher Sicht nicht akzeptabel.
- > Zweifellos wird in den kommenden Jahrzehnten Wasserstoff an Bedeutung gewinnen und es kann mit Solarenergie grüner Wasserstoff erzeugt werden. Im Gegensatz zur Stromerzeugung macht aber die Verwendung für Verbrennungsmotoren (Luftverkehr, Hochsee-Schifffahrt, eventuell LKWs) weit mehr Sinn und ist wirkungsvoller für die Bekämpfung des Klimawandels. Bei einer Wiederverwendung zur Stromerzeugung wird ein Kreislauf ad absurdum geführt, der sich kommerziell wohl kaum rechnen wird.

3.6.1 Auslegungswerte von Solaranlagen

Standortabhängigkeit und Anordnung der Solarmodule

Je nach Standort liefert ein und dasselbe Photovoltaik-Panel (PV-Panel) nicht die gleiche, aber doch eine ähnliche Stromproduktion. Eine bevorzugte Aufstellung ist die Ausrichtung nach Süden, mit einem Neigungswinkel von 30 bis 40 Grad. Der theoretisch ideale Neigungswinkel wäre der Breitengrad plus/minus 15 Grad. Für Zürich (47. Breitengrad) wären dies also 32 bis 62 Grad. Wer mehr Gewicht auf Winterstrom legt, wählt eher eine steilere Aufstellung (flacher Sonnenstand). Beim Grossteil der Anwendungen gibt es allerdings nichts zu wählen, da die PV-Anlagen in die Dachneigungen montiert werden und somit Ausrichtung und Aufstellwinkel vorgegeben sind.

Eine wesentliche Unterscheidung kann eigentlich nur zwischen PV-Anlagen im Mittelland und alpinen Solaranlagen gemacht werden. Leider zeigt sich, dass **PV-Anlagen im Mittelland** im Winter einen schwachen bis sehr schwachen Ertrag aufweisen. Um dies numerisch darzustellen und zu belegen, bietet sich eine quartalsweise Auswertung vorhandener Daten an.

Dabei sind saisonale Quartale zu beachten – also die Jahreszeiten:

| | | | | | |
|------------------|--------------|-----|--------------|------|----------------------|
| Winter: | 15. November | bis | 14. Februar | oder | Nov, Dez, Jan |
| Frühling: | 15. Februar | bis | 14. Mai | oder | Feb, Mar, Apr |
| Sommer: | 15. Mai | bis | 14. August | oder | Mai, Jun, Jul |
| Herbst: | 15. August | bis | 14. November | oder | Aug, Sep, Okt |

Die immer wieder anzutreffende Berichterstattung von Halbjahreszahlen bezieht sich in der Regel auf die Monate:

- Winter: November bis April oder Oktober bis März
- Sommer: Mai bis Oktober oder April bis September

und ist für Solaranlagen völlig ungenügend und täuschend. Wenn der Fokus auf eine Strommangellage im Winter gelegt wird, soll die Solarproduktion von Oktober, März und April nicht mit eingerechnet werden, denn das ist kein Winterstrom. Es braucht eine detailliertere Darstellung, mindestens nach Quartal oder am besten nach Monat.

Im Gegensatz zum Mittelland kann von den **alpinen Solaranlagen** eine etwas höhere und über das Jahr gleichmässige Produktionsausbeute erwartet werden. Hauptursache sind die Witterungsverhältnisse und die Lage über dem Nebel. Auch verleihen die kälteren Temperaturen und Strahlungsreflexionen (Schnee) den Solarmodulen einen höheren Wirkungsgrad.

Um die Reflexionen besser einzufangen, kommen in der Regel bifaziale Solarmodule zur Anwendung (also zwei Gesichter, vorne und hinten). Mit dem Fokus auf Winterstrom und den flachen Sonnenstand werden die Module auch steiler bis vertikal aufgestellt.

Eine interessante Variante ist im Projekt „Gondosolar“ vorgesehen. Hier werden die Module zu sog. „Solar-Bäumen“ zusammengebaut. Das wirkt auf den ersten Blick etwas nachteilig, weil stets ca. zwei Drittel der Module im Schatten liegen (allerdings durch Reflexionen bestrahlt). Auf den zweiten Blick ist es aber äusserst clever, weil einerseits durch die räumliche Ausrichtung eine viel längere Sonnenscheindauer eingefangen werden kann und andererseits die übermässige Produktionsspitze zur Mittagszeit nicht so extrem ausfällt. Diese übermässige Produktionsspitze – speziell im Sommer über die Mittagsstunden – bedarf einer besonderen Beachtung. Geht man dabei wie in der Präsentation Neukom (vgl. **Abschnitt 4** Präsentation Neukom: Analyse und Replik) für alpine Solaranlagen vorgeschlagen von 10 **TWh/a** aus, wird eine nichtverwertbare Überproduktion eintreten.

Konsequenzen:

- Mit zunehmender Solarproduktion müssen die Einspeisevergütungen entfallen.
- Alpine Solaranlagen sollen nur dort zum Einsatz kommen, wo der Strom entweder direkt verbraucht oder

saisonal gespeichert werden kann. Sie sollen also entweder als Langzeitspeicher (pumpen in einen naheliegenden Stausee) oder zur primären Versorgung von Grossverbrauchern (z. B. Touristikgebiete) verwendet werden.

- Sind die beiden angeführten Situationen nicht gegeben, müssen Solaranlagen zu Spitzenzeiten gedrosselt werden um eine Überlastung der Übertragungsnetze zu verhindern.

Peakleistung eines Solarpanels/einer Solaranlage

Dem Design eines Solarpanels/einer Solaranlage wird eine Peakleistung zugrunde gelegt. Dies ist die maximale Leistung, die ein Solarpanel unter optimalen Bedingungen (Labor) erbringen kann.

Moderne Solarpanels verfügen über eine Peakleistung im Bereich von 400 w_p (w_p sprich Watt Peak).

Mit der Peakleistung lässt sich auch eine maximal mögliche Stromproduktion eines Solarpanels/einer Solaranlage pro Jahr errechnen. Dieser Strom-Produktionswert ist natürlich völlig theoretisch und wird in der Praxis niemals erreicht werden. Der Wert dient zum Vergleich zwischen verschiedenen Solarmodulen und als Planungsreferenz.

Für diesen Website verwende ich als Referenzmodul ein Solarpanel mit 400 w_p -> 0.4 kw_p

Die jährliche Peak-Produktion von diesem Panel ist somit:

- Jahresstunden: $24 \text{ h/Tg} * 365 \text{ Tg/a} = 8'760 \text{ h/a}$
- Jahresproduktion: $0.4 \text{ kw}_p * 8'760 \text{ h} = 3'504 \text{ kw}_p\text{h}$ -> 3.504 $MW_p\text{h}$

Effektive prozentuale Verfügbarkeit der Peakleistung

Zur Abschätzung der Produktivität einer Solaranlage kann nun sehr vereinfachend ein Wert bezüglich der „effektiven prozentualen Verfügbarkeit der Peakleistung“ herangezogen werden. Dies sind Allerweltswerte, in die sämtliche Unwegsamkeiten für die Standortverhältnisse, Witterung, Abschaltungen etc. hineingepackt werden. Dennoch sind solche Werte sehr hilfreich und letztlich auch aussagekräftig für die Beurteilung einer Solaranlage.

Bezüglich der effektiven jährlichen Stromproduktion einer Solaranlage gilt für Deutschland und das Schweizer Mittelland gemäss diversen Quellen die Faustregel:

Spezifischer Ertrag: 1'000 kWh/kw_p (sprich: 1'000 Kilowattstunden pro Kilowatt-Peak)

Das heisst, pro installiertem kw_p darf im Schweizer Mittelland eine durchschnittliche jährliche Stromproduktion von 1'000 kWh bzw. 1 MWh erwartet werden. Natürlich sind das Richtwerte, die je nach Ort und Lage variieren.

Damit ergibt sich für 1 Solarpanel (400 w_p) gemäss dieser Regel die jährliche Stromproduktion:

- > bei Peakleistung: Jahresproduktion = $0.4 \text{ kw}_p * 8'760 \text{ h} = 3'504 \text{ kw}_p\text{h}$
- > gemäss spez. Ertrag: Jahresproduktion = $1'000 \text{ kWh/kw}_p * 0.4 \text{ kw}_p = 400 \text{ kWh}$

Für ein Solarpanel darf somit gemäss dieser Regel eine effektive Verfügbarkeit bezüglich der Peakleistung von: $400 / 3'504 * 100 = 11.4 \%$ erwartet werden.

Tatsächliche, in verschiedenen Projekten erreichte Werte werden in **Abschnitt 5.2** aufgezeigt.

Für alpine Solaranlagen können Werte zwischen 15% und 18% erwartet werden.

Als Beispiel erreichte die Anlage „[Solar-Alpin](#)“ an der [Muttsee-Staumauer](#) im Jahr 2023 einen Wert von 15.2%.

----- Wichtig -----

Es ist strikte zu beachten, dass ein Vergleich zwischen verschiedenen Technologien oder Anlagen stets über die Stromproduktion pro Jahr und nicht über die Peakleistung einer Solaranlage gemacht werden muss.

3.6.2 „Agora Energiewende“ als hilfreiche Datenquelle

Der Agorameter

Wie vorgängig erwähnt, ist die Stromproduktion von Solaranlagen nicht nur von Standortfaktoren, sondern weitgehend auch von der Witterung abhängig – also dem Wetter während eines Kalenderjahrs. Hier leisten die Daten von „Agora Energiewende“ eine riesige Hilfe. Mit dem Werkzeug „Agorameter“ lassen sich der Energieverbrauch sowie die Beiträge der einzelnen Technologien für jeden beliebigen Zeitraum graphisch darstellen. Ein hervorragendes Werkzeug! Alle Daten gelten natürlich für Deutschland, aber die Beiträge für Sonne und Wind sind – zumindest aus meiner Sicht – sinngemäss auch auf das Schweizer Mittelland anwendbar.

Es ist allen Interessierten wärmstens empfohlen mit diesem Werkzeug „herumzuspielen“.

3.6.3 Beiträge der Solarenergie über die Jahres- und Tageszeiten

Unterschiedliche Beiträge der Solarenergie über die Jahreszeiten

Als ein praktisches Beispiel für die Anwendung des Agorameters, sollen hier die mittleren Beiträge der Solarenergie für die einzelnen saisonalen Quartale (d. h. Jahreszeiten) dargestellt werden.

Saisonale Quartale <---> Jahreszeiten

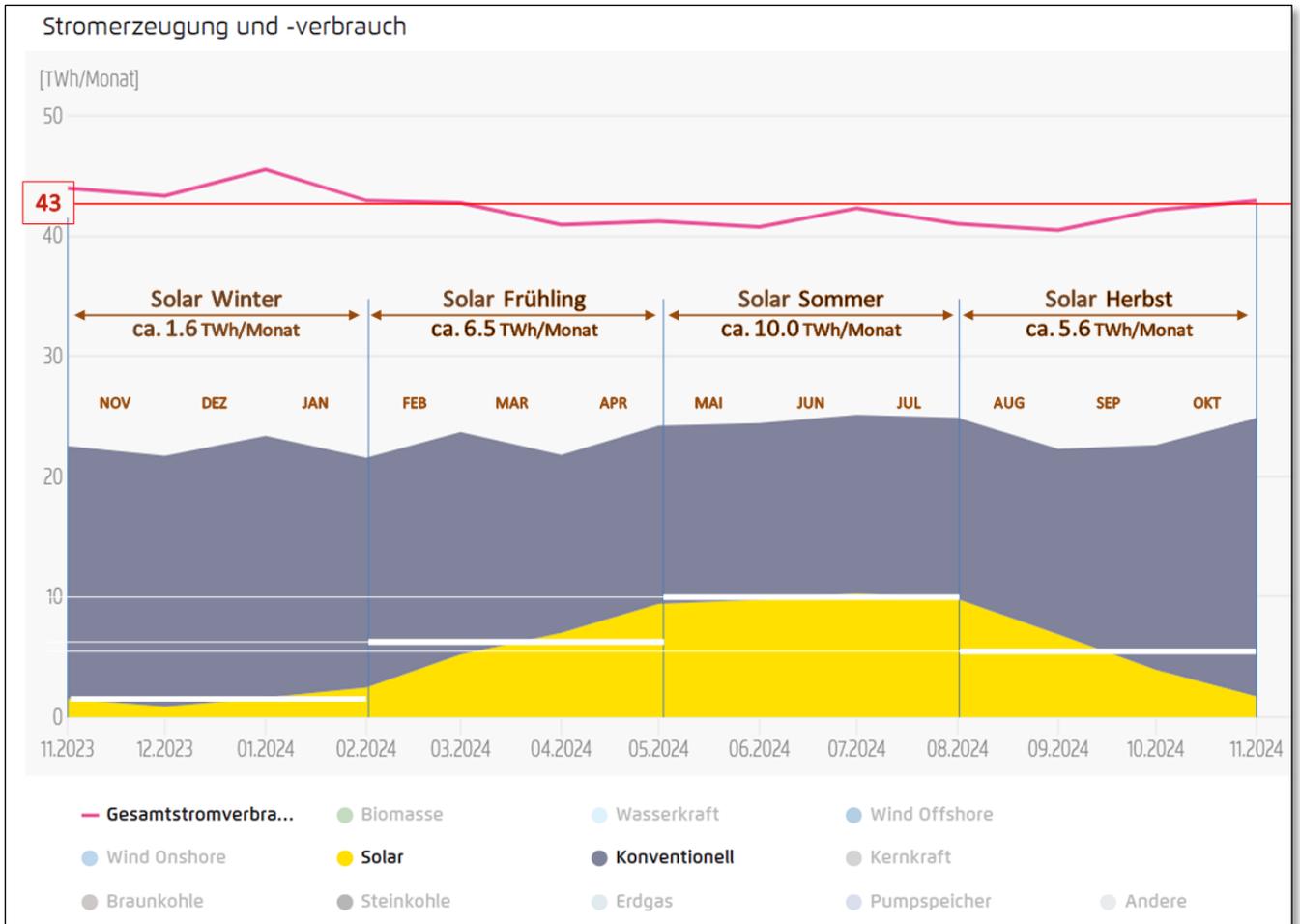


Bild 3.6-1 Agorameter: Beitrag der Solarenergie für jedes saisonale Quartal (Deutschland)
Periode: 01.Nov.2023 bis 31.Okt.2024

| Saisonaler Anteil von Solarstrom am Jahresbedarf D | | | Periode: 01.11.2023 bis 31.10.2024 | |
|--|----------------|-----------------|------------------------------------|---------------------|
| Saisonale Quartale | TWh/Mon | TWh/Quartal | % Solar pro Quartal | % Solar am Strommix |
| Winter | 1.6 | 4.8 | 6.8 | 3.7 |
| Frühling | 6.5 | 19.5 | 27.4 | 15.1 |
| Sommer | 10.0 | 30.0 | 42.2 | 23.3 |
| Herbst | 5.6 | 16.8 | 23.6 | 13.0 |
| Produktion Solar im Jahr | | 71.1 | 100.0 | % |
| | TWh/Mon | TWh/Jahr | | |
| Jahresbedarf ca. | 43.0 | 516.0 | | |
| Anteil Solar an Jahresbedarf | | 13.8 | % | |

Bild 3.6-2 Aufteilung der Jahresproduktion des Solarstroms auf die saisonalen Quartale
Anteil Solarstrom am Strommix für die saisonalen Quartale

Deutlich erkennbar sind der grosse „Solarberg“ im Sommer und die eklatante Schwäche der Solarenergie im Winter.

- > Von der insgesamt über ein Jahr produzierten Solarenergie entfallen weniger als 7% auf das Winterquartal (NOV, DEZ, JAN) und im Gegensatz dazu mehr als 40% auf die Sommermonate (MAI, JUN, JUL).
- > Im Winterquartal beträgt der Anteil Solarstrom am Strommix weniger als 4%.

Grosse Produktionslücken über den Tagesverlauf

Nebst dem generell geringen Ertrag der Solarenergie im Winter muss auch die tägliche Produktionsdauer des Solarstroms genauer betrachtet werden. Dazu wird der Tagesverlauf an bezüglich Nutzung der Solarenergie sehr guten Tagen (Bild 3.6-3) und an eher mässigen Wintertagen (Bild 3.6-4) betrachtet.

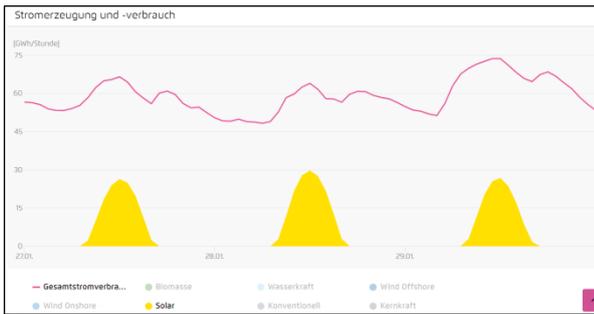


Bild 3.6-3 Anteil Solarstrom am 28.01.2024

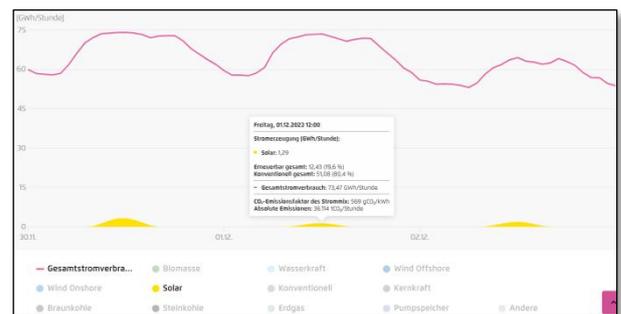


Bild 3.6-4 Anteil Solarstrom vom 30.11.2023 bis 02.12.2023

Die in **Bild 3.6-3** gezeigten Beiträge der Solarenergie (gute Wintertage) mögen wertvoll sein. Es zeigt aber auch deutlich, dass über zwei Drittel der Zeit keine Solarproduktion verfügbar ist und die Last in diesen Zeiträumen vollständig durch andere Technologien gedeckt werden muss. Entsprechend verschwindend ist der Solarbeitrag an den eher mässigen Wintertagen (**Bild 3.6.4**).

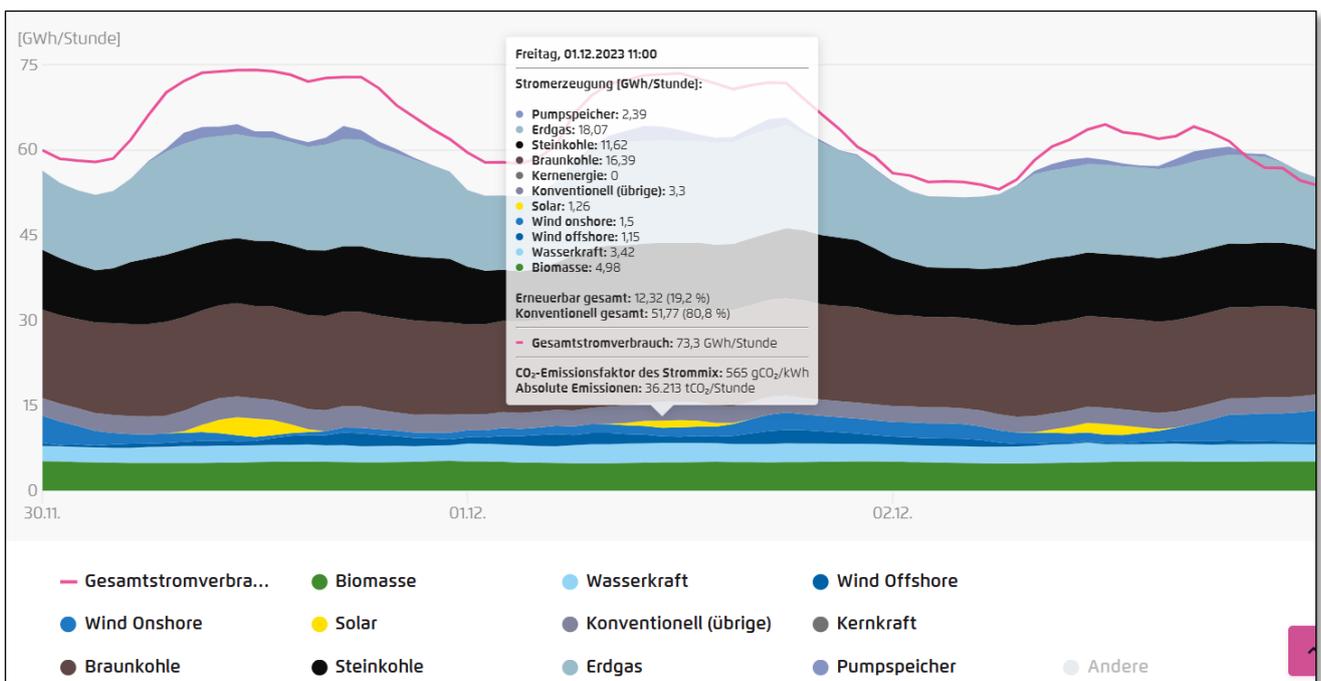


Bild 3.6-5 Strommix Deutschland vom 30.11.2023 bis 02.12.2023 (Dunkelflaute)

[Link](#)

Deutschland rühmt sich bereits mehr als 55% des Strombedarfs mit erneuerbaren Energien zu erzeugen. Das ist allerdings eine integrale übers Jahr „verschmierte“ Zahl, die unter anderem auch den überschüssigen

Exportstrom beinhaltet.

Wie in **Bild 3.6-4** und **Bild 3.6-5** (Dunkelflaute) gezeigt, ist die Situation an den wichtigen Wintertagen jedoch eine ganz andere. Der Beitrag der Solarenergie ist schlicht zu vernachlässigen, und der Anteil aller Erneuerbaren liegt, trotz der vielen Anlagen, nur bei 20%. Die restliche Last von 80% (in Deutschland als Residuallast bezeichnet, also Kohle und Gas) muss durch konventionelle Kraftwerke und durch Stromimporte (weisse Fläche oben in **Bild 3.6-5**) erbracht werden.

Aus diesen Bildern wird auch klar: Selbst wenn der Solarausbau im nächsten Jahrzehnt um das Dreifache erweitert werden sollte – so wie es die deutsche Regierung auch im Jahr 2023 noch will – ist das mengenmässig noch immer viel zu wenig und ändert nichts an der generellen Situation.

----- Fakten -----

Die deutsche Energiepolitik kann für die Schweiz kein Vorbild sein,
sondern ist vielmehr ein Mahnmal

3.6.4 Solarenergie, Winterstrom und die sog. „Energiestrategie 2050“

Solarenergie und Winterstrom

Eines der zentralen Themen der Schweizer Stromversorgung betrifft eine mögliche Strommangellage im Winter. Eine solche auszuschliessen, ist die wesentliche Herausforderung der zukünftigen Stromversorgung der Schweiz. Dazu braucht es nicht nur, wie in der sog. „Energiestrategie 2050“ beschlossen, [drei selektive Ziele](#), sondern ein gesamtheitliches Konzept unter realem Einbezug der **Leistungsfähigkeit einzelner Technologien** sowie des zu erwartenden **Mengengerüstes im Rahmen des politisch Machbaren**.

Konkret: Es braucht einen Nachweis in Form einer Modellrechnung, wie viele Solarpanels, Windkraftanlagen, Speicherseen mit zugeordneter Turbinenleistung etc. erforderlich sind, um zu jeglicher Tages- und Nachtzeit das Ziel für 2050 zu erreichen.

Die vorstehend gezeigten Beiträge der Solarenergie über die Jahres- und Tageszeiten hinweg machen deutlich: Der grossmassstäbliche Einsatz der Solarenergie setzt zwingend voraus, dass der im Sommer produzierte Energieüberschuss für den Winter gespeichert werden kann. Selbstredend ist Solarenergie auch sinnvoll und willkommen, wenn der produzierte Strom eine unmittelbare lokale Verwendung findet (z. B. Touristikzentren).

In der Schweiz bieten sich die Speicherwasserkraftwerke als optimale Lösung für die saisonale Speicherung (Sommer -> Winter) an. Die Technologie ist etabliert, bekannt und bewährt. Auch für den zu erwartenden Kostenrahmen liegen breite Erfahrungswerte vor.

Die Schweizer Energiestrategie muss **JETZT** konkretisiert werden

Der Strombedarf der Schweiz muss – angesichts des Flatterstroms aus Solar- und Windenergie und speziell auch während der längeren Dunkelflauten – in Zukunft durch die bereits vorhandenen Laufwasserkraftwerke und durch die Speicherwasserkraftwerke gedeckt werden können (Wegfall der Kernenergie).

Es ist also ein Nachweis gefordert, der zeigt, dass zeitweise der nahezu vollständige zukünftige Strombedarf 2050 und darüber hinaus mit Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerken gedeckt werden kann. Beim zukünftigen Strombedarf soll nebst der E-Mobilität und den Wärmepumpen auch der erweiterte Bedarf von Rechenzentren beachtet werden. Starke Treiber sind KI und vermehrte Blockchain Anwendungen.

----- dringend erforderlich -----

Es ist ein Nachweis gefordert, der zeigt, dass bei Dunkelflauten der nahezu vollständige zukünftige Strombedarf 2050 und darüber hinaus mit Laufwasser- und Speicherkraftwerken gedeckt werden kann

Die Basis für einen derartigen Nachweis ist einerseits der im Mantelerlass beschlossene Zubau an Speicherwasser und andererseits der jetzt existierende, den Speicherseen zugehörige Turbinenpark. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Speicherseen bis zum Spätherbst mit Hilfe von Solarstrom stets vollgepumpt werden können.

Sollte auf dieser Basis die Deckung des zukünftigen Strombedarfs (83 TWh/a) nicht gelingen, muss gezeigt werden, welche weiteren Ausbauten für die Wasserkraft erforderlich sind und – falls diese nicht genügen oder nicht realisierbar sind – ob neue Kernkraftwerke gebaut werden müssen.

Der Entscheidungsbaum:

Ausbau Solar/Wind -> wie viel Ausbau der Speicherwasserkraft ist nötig und machbar? -> Neubau Kernkraft?

kann nicht seriell (d. h. nacheinander) beantwortet werden. Es darf nicht für jeden einzelnen Entscheidungsschritt ein Jahrzehnt gewartet werden. Es müssen nun zeitnah Entscheide vorbereitet und herbeigeführt werden, auf der Grundlage eines gesamtheitlichen Konzepts

- > unter realem Einbezug der Leistungsfähigkeit der einzelnen Technologien.
- > mit einem Mengengerüst, das im Rahmen des politisch Machbaren erwartet werden kann.

Dieser Nachweis kann nicht mit Jahresbilanzen von Energiemengen gemacht werden. Es müssen die saisonalen bzw. die täglich verfügbaren Produktionskapazitäten beachtet werden.

Die Schweiz muss auch 2050 und darüber hinaus über eine bedingungslose und sichere Stromversorgung verfügen. Der Bedarf an elektrischem Strom muss in jeder Jahreszeit und zu jeder Tages- und Nachtzeit gedeckt werden können.

Alle in der Schweiz verantwortlichen Stellen für eine sichere Stromversorgung sind gefordert diesen Nachweis schnellstmöglich zu erbringen! Aus meiner (als Nicht-Politiker eingeschränkten) Sicht muss dies von der Politik durch Druck auf die Kantone als Eigner der Stromversorgungsunternehmen gefordert werden. Der Nachweis selbst ist unter Führung des Bundesamts für Energie durch die öffentlich-rechtlichen Stromkonzerne als Know-how-Träger und Besitzer der Daten zu erbringen.

Weiterführende Informationen

20241230 [Milliardenschwerer Negativsaldo – Deutschland muss deutlich mehr Strom](#)

Welt TV

[importieren als exportieren](#)

[Link](#)

Deutschland hat in diesem Jahr deutlich mehr Strom aus dem Ausland eingekauft als verkauft. Das berichtet die „Bild“. 2024 wurden demnach fast 77.000 Gigawattstunden Strom importiert und knapp 48.500 Gigawattstunden exportiert. Die Kosten gehen in die Milliarden (Negativsaldo 2.3 Mia Euro).

20241213 [Kein Wind, keine Sonne: Deutschland in der Dunkelflaute](#)

SRF

Die laue Wetterlage hat Deutschlands erneuerbare Energien erlahmen und die Strompreise explodieren lassen.

[Link](#)

20240725 [Wir Schweden wollen nicht mehr für Deutschlands falsche Energiepolitik bezahlen](#)

Cicero

Ein Unterseekabel von Norddeutschland nach Südschweden sollte die deutsche Energiewende retten. Doch das Projekt (Hansa Powerbridge) ist gescheitert. Ein schwedischer Fachjournalist, erklärt, weshalb

[Link](#)

20221212 [Prof. Dr. Hans-Werner Sinn: Weihnachtsvorlesung 2022](#)

ifo München

Ein energiepolitischer Scherbenhaufen: ab Min. 52:30 Teil II: Die Energiekrise

[Link](#)