

3.1 Überblick und Einstieg

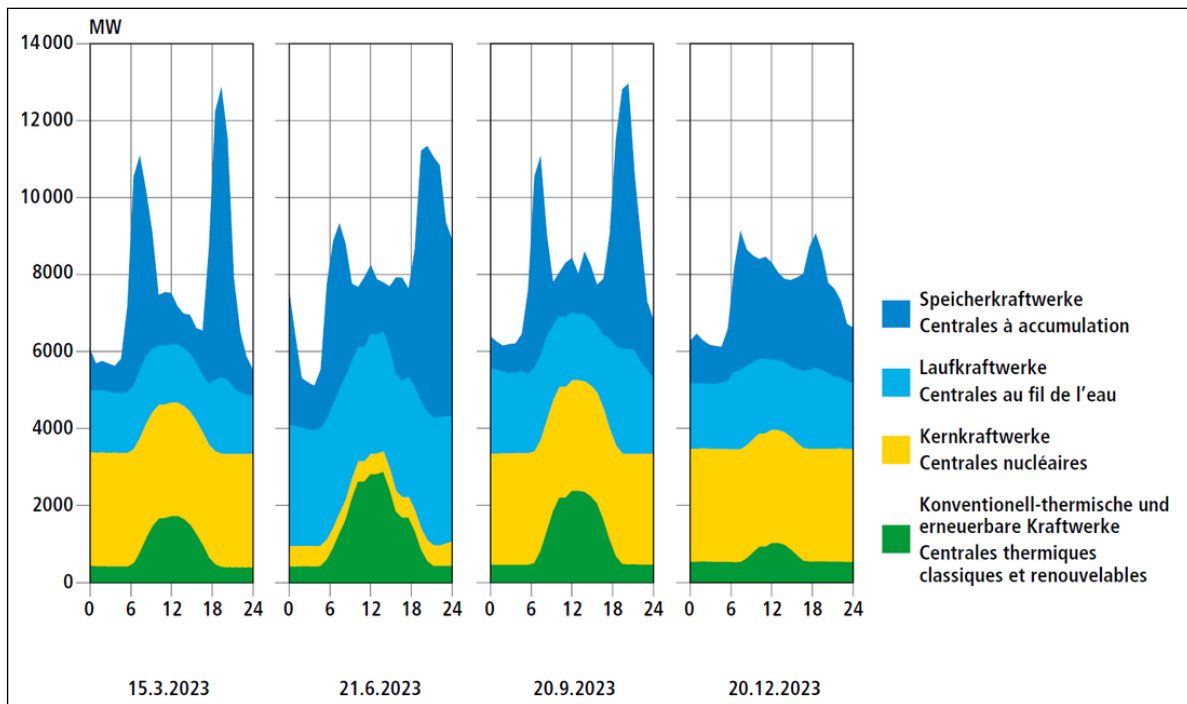


Bild 3.1-1 Stromproduktion in der Schweiz an vier ausgewählten Tagen im 2023

Quelle: [BFE Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2023](#)

Saisonale Unterschiede und Tageszeit beachten

Bild 3.1-1 zeigt die Stromproduktion vom 15. März, 21. Juni, 20. September und 20. Dezember 2023 jeweils von 00:00 Uhr bis 24:00 Uhr also über einen vollen Tag.

Die Tage sind insofern sinnvoll ausgewählt, da sie die typische Situation für die Stromproduktion zu den vier Jahreszeiten aufzeigt. Nur aufgrund der saisonalen Charakteristiken von Bedarf und Produktion können Beiträge und Nutzen der einzelnen Technologien sinnvoll beurteilt werden. Im krassen Gegensatz dazu stehen die üblicherweise anzutreffenden Jahres- oder Halbjahresangaben (Sommer/Winter) von Produktionsdaten. Um es klarer zu sagen: Es ist nicht hinreichend, für eine Solaranlage die "verschmierte" Jahres- oder Halbjahresproduktion zu kommunizieren.

Entscheidend für den Nutzen ist, zu welchen Jahres- und Tageszeiten die Produktion erfolgt.

Bei diesem Bild ist weiter zu beachten, dass hier die echte Produktion dargestellt wird. Das heisst, der Strom, der für den Landesverbrauch sowie für den Stromexport produziert wurde. Das Bild zeigt also nicht den Tagesgang des Strombedarfs in der Schweiz. Dies ist deutlich erkennbar an den untypischen Spitzen am frühen Morgen und am Abend (ca. 07:00 und 20:00 Uhr). Dies sind Produktionsspitzen für den Stromexport. Besonders schön zu erkennen ist, dass diese Spitzen seit der Verordnung des Bundesrates vom 07. Sept. 2022 (Winterreserveverordnung: Vorratshaltung von Wasser in den Stauseen für den Winterstrom) nun für das Winterquartal 2023 wegfallen. Die Stromkonzerne mussten also gezwungen werden, eine sichere Stromversorgung des Landes über ihre kommerziellen Interessen zu stellen!

Bandenergie

Eine weitere wichtige Erkenntnis aus Bild 3.1-1 betrifft die Bandenergie. Als „Bandenergie“ wird der Anteil an der Stromproduktion bezeichnet, der jahrein jahraus - Tag für Tag - jede Stunde, jede Minute und jede Sekunde ständig produziert werden muss, um den Bedarf zu decken.

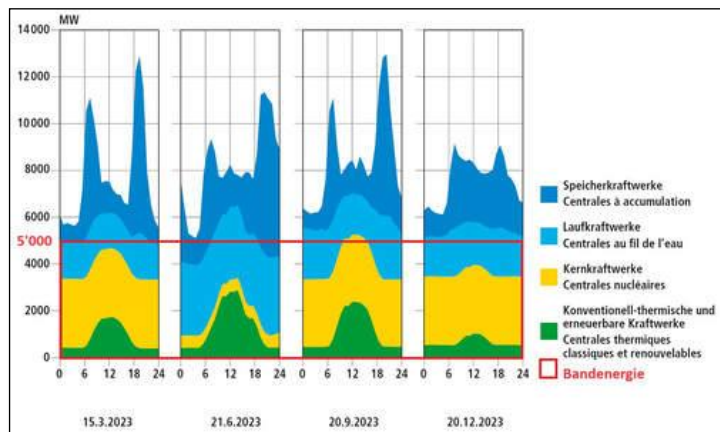


Bild 3.1-2 Anteil der Bandenergie an der täglichen Stromproduktion

In **Bild 3.1-2** ist die Bandenergie rot eingrahmt. Es handelt sich dabei um einen substantiellen Teil der gesamten Energieproduktion. Grob gesagt ca. 5'000 MWh/h, also mehr als die Hälfte (ca. 55 %) des max. Tagesbedarfs. Es ist selbstredend, dass für Bandenergie Produktionsanlagen im Vordergrund stehen, die stetig und gleichmässig produzieren können - also Laufkraftwerke (Flusskraftwerke), Kernkraft und wenn auch mit sehr bescheidenen Beiträgen, thermische erneuerbare Anlage (Biogas, ...). Wenig geeignet sind aufgrund von Flatterstrom/Dunkelflauten Solar- und Windenergie.

Nicht zu vergessen: Mit dem zukünftigen Strombedarf bis 2050 wird auch der Anteil an Bandenergie um 50 % zunehmen.

Beiträge der einzelnen Technologien

Nachfolgend in **Bild 3.1-3** ein Überblick zu den Charakteristiken der einzelnen Anlagentypen (Technologien). In diesem Bild:

- wurden die Erneuerbaren Energien (= Sonne ohne Wasserkraft) und die konventionell thermischen Kraftwerke (nicht EE) getrennt
- wurde die Agenda angepasst
- werden einige Grössenverhältnisse angegeben

Nebenbei an die Experten des BFE: Welche Kraftwerke sind denn erneuerbar?

Speicherkraftwerke: (dunkelblau)

Aus den obigen Bildern ist gut erkenntlich, dass die Speicherkraftwerke nur gelegentlich Beiträge zur Bandenergie leisten. Die Hochdruckturbinen sind schnell ab- und einschaltbar und können gut geregelt werden. Speicherkraftwerke dienen daher ergänzend zur Bandenergie der Deckung des aktuellen, stets schwankenden Strombedarfs (Tagesgang). Zu jedem Zeitpunkt muss genau die Strommenge produziert werden, die von den Verbrauchern benötigt wird. Die gut erkennbare Spitzenproduktion am Morgen und Abend wurde bereits oben angesprochen und diente dem Export. Sollten zukünftig die Kernkraftwerke nicht ersetzt werden, muss dieser Anteil bei Dunkelflauten vollständig durch die Speicherkraftwerke erbracht werden. Ob das dafür erforderlich Speicherwasser (Stauseen) und die zugehörigen Turbinenleistungen (Kraftwerkszentralen) für den dannzumaligen Verbrauch (ca. das 1.5fache von heute) ausreichend vorhanden sein werden, muss von den verantwortlichen Instanzen noch zeitnah nachgewiesen werden.

Laufkraftwerke: (hellblau)

Die Wasserführung der Flüsse variiert mit den Jahreszeiten beachtlich. Dementsprechend auch die

Stromproduktion, die im Sommer knapp das Doppelte der Winterproduktion beträgt.

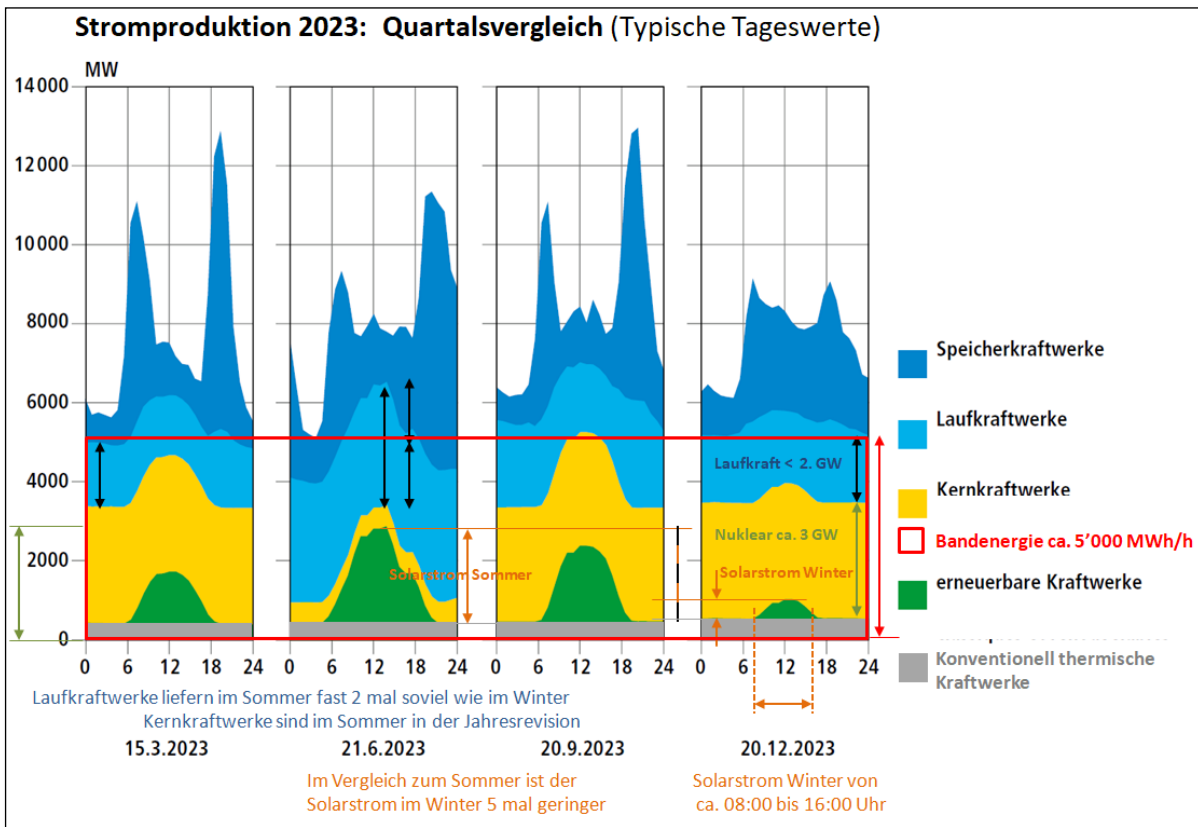


Bild 3.1-3 Analyse der Beiträge einzelner Energieproduktionsanlagen (Technologien)

Kernkraftwerke: (gelb)

Die Kernkraftwerke sind im Sommer gestaffelt in Revision. Dagegen leisten sie im Winterhalbjahr kontinuierlich die volle Leistung und damit den Löwenanteil zur Deckung der Bandenergie. Es ist gut erkennbar, wie sich Laufkraftwerke und Kernkraftwerke ideal ergänzen.

Erneuerbare Energien: (grün)

Im Massstab dieser Graphik ist unter EE ohne Wasserkraft nur der Solarstrom erkennbar. Er hat das Potential, über die Mittagzeit grosse Beiträge zu liefern. In der aktuellen Situation mit noch relative wenig Solaranlagen ist dieser Beitrag noch willkommen.

Bei einer *grossmassstäblichen* Anwendung, wie in der Energiestrategie 2050 vorgesehen (nach Vorschlag Neukomm 57 TWh/a entsprechend ca. 100 Mio. Solarpanels), entsteht zu dieser Tageszeit ein enormer „Solarberg“, der ohne besondere Massnahmen wohl kaum sinnvoll genutzt werden kann.

Demgegenüber liefern Solaranlagen zu den Nachtstunden keinen Strom und somit auch keinen Beitrag zur Bandenergie. Im Winter ist das während ca. 16 Stunden - dies gilt nicht nur von Chiasso bis Schaffhausen, sondern von Palermo bis Oslo. Das ist auch die Zeit, in der dann die Besitzer der geplanten ca. 5 Mio. E-Autos erwarten, dass die Batterien ihrer Fahrzeuge geladen werden. Es ist auch gut erkennbar, dass die Solarproduktion im Winter auf ca. einen Fünftel der Sommerproduktion zusammenschrumpft. Eine detailliertere Betrachtung dazu in Abschnitt 3.6.3.

Konventionell thermische Kraftwerke: (grau)

Diverse kleine Anlagen liefern etwas Bandenergie (Graphik möglicherweise ungenau).

Tagesganglinie

Der tägliche Stromverbrauch in der Schweiz wird durch die Tagesganglinie dargestellt.

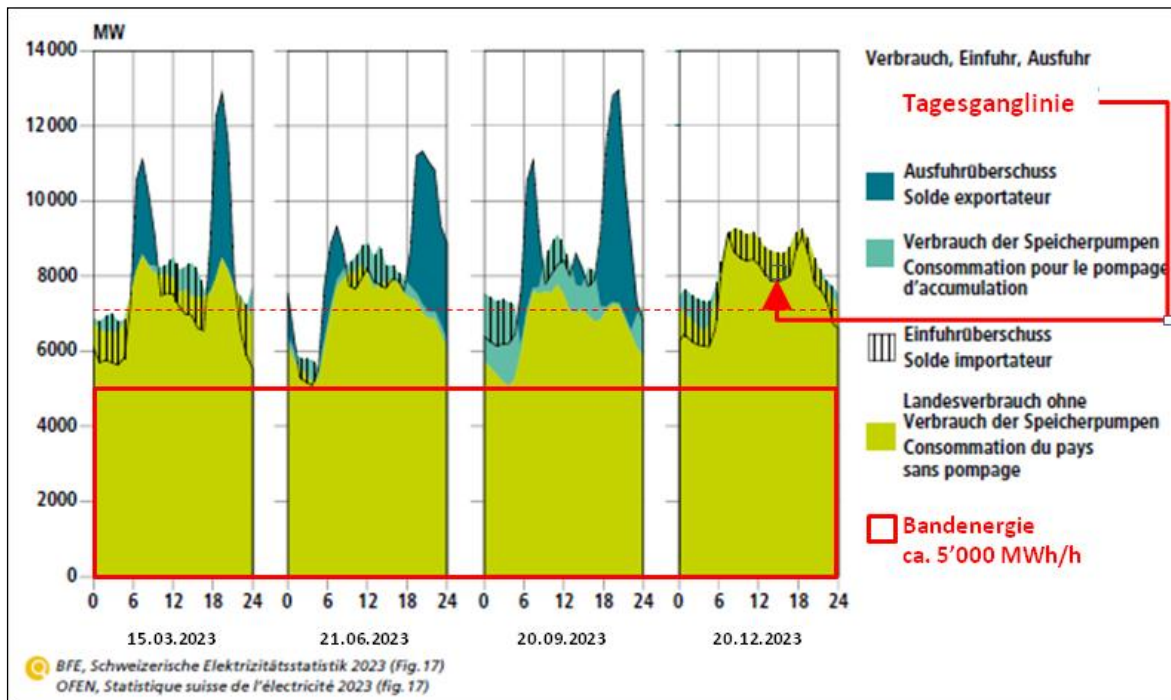


Bild 3.1-4 Tagesverlauf für den Schweizer Strombedarf 2023
für die Tage 15. MAR 2023, 21. JUN 2023, 20. SEP 2023 20. DEZ 2023

Es lässt sich daraus folgendes erkennen:

- Der Tagesverlauf ist für alle vier Jahreszeiten ähnlich. Erwartungsgemäss im Winter etwas höher, wobei der Winter 2023 / 2024 besonders warm war.
- Das mittlere Niveau des Tagebedarfs liegt schätzungsweise bei ca. 7'000 MWh/h - davon sind mehr als 2/3 Bandenergie. Eine Überprüfung dieser Schätzung ergibt:

$$7'000 \text{ MWh/h} * 24 \text{ h/Tg} * 365 \text{ Tg/a} = 61'320'000 \text{ MWh/a} \rightarrow 61'320 \text{ GWh/a} \rightarrow 61.32 \text{ TWh/a}$$

- Im dritten Quartal (Herbst) wurde viel Strom für die Speicherpumpen aufgewendet. D.h. die Speicherseen wurden für den wertvollen Winterstrom gefüllt.
- Ein starker Stromaustausch (Export/Import) kann festgestellt werden mit einem deutlichen Ausfuhrüberschuss. Besonders schön zu erkennen ist, dass diese Spitzen seit der Verordnung des Bundesrates vom 07.Sept. 2022 (Winterreserververordnung: Vorratshaltung von Wasser in den Stauseen für den Winterstrom) nun für das Winterquartal 2023 wegfallen.

Prozentualer Anteil der einzelnen Kraftwerkskategorien (Technologien)

Zur Information hier noch der prozentuale Anteil an der Stromproduktion 2023 für die einzelnen Technologien. Die Landeserzeugung lag 13.5 % über dem Vorjahr und betrug 72.1 Mrd. kWh.

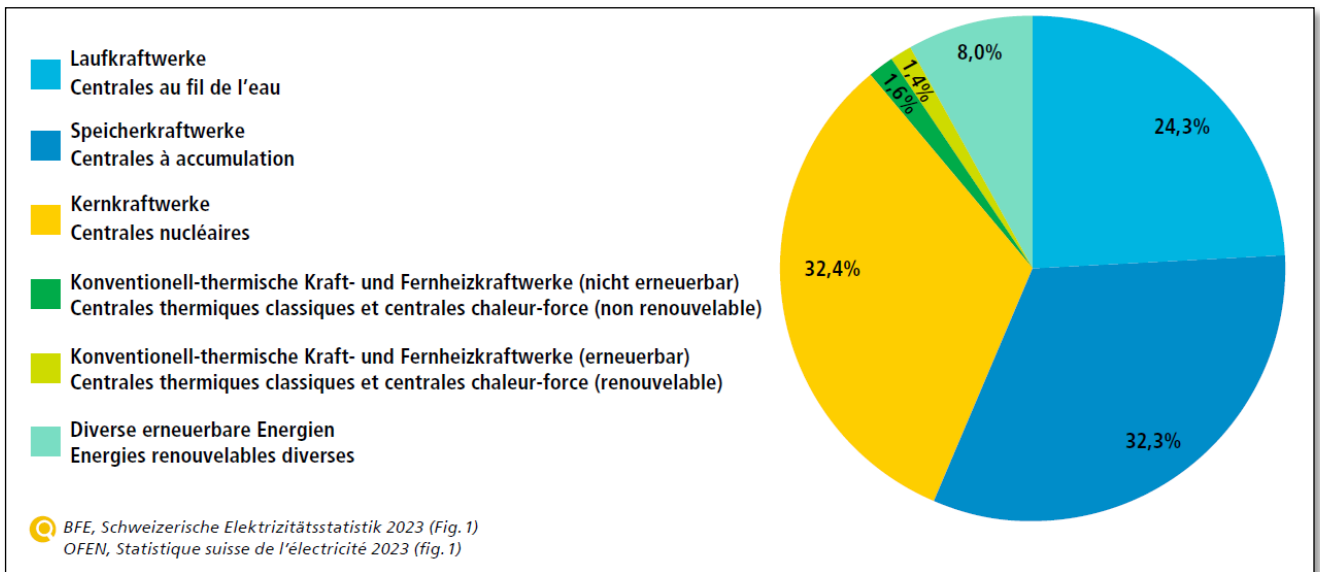


Bild 3.1-5 Prozentualer Beitrag der einzelnen Kraftwerkstypen

Quelle: Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2023