

Kommunikationsforum Jegenstorf vom 22. Mai 2024: Neues Atomkraftwerk in der Schweiz?

1. Ausgangslage zur Stromversorgung in der Schweiz

Mit der 2017 vom Volk angenommenen **Energiestrategie 2050** wurde der **Ausstieg aus der Kernenergie** beschlossen. Der vom Parlament 2022 verabschiedete Netto-Null-Beschluss verlangt den Ausstieg auch aus den fossilen Energien, die weitgehend durch Strom ersetzt werden.

Dies soll mit dem in der Herbstsession 2023 verabschiedeten "**Bundesgesetz über eine sichere Stromversorgung mit erneuerbaren Energien**", dem sogenannten **Mantelerlass**, möglich werden. Wie der Gesetzestitel verlangt, muss die künftige Stromversorgung erneuerbar sein und den (inländischen) Bedarf jederzeit sicher decken. Nach dem Referendum durch kleinere Umweltverbände wird am 9.6.2024 darüber abgestimmt.

Die **Volksinitiative «Jederzeit Strom für alle (Blackout stoppen)»** wurde vom Energie Club der Schweiz lanciert und am 15.2.2024 eingereicht. Gemäss Initiativkomitee ist die Stromversorgung in der Schweiz nicht mehr jederzeit sichergestellt und wir steuern direkt auf eine Strommangellage zu. Sie fordert deshalb **Technologieoffenheit** in der Verfassung. Zur Stromproduktion sollen alle klimaschonenden Arten zugelassen sein. **Dazu gehören gemäss Initiativkomitee auch Kernkraftwerke** auch wenn sie im Initiativtext nicht namentlich erwähnt sind.

2. Argumente der Befürworter neuer AKW und Standpunkte der Gegner

Argument AKW-Befürworter	Fakten / Argument AKW-Gegner / Bund etc.
Die Schweiz will bis 2050 klimaneutral werden. Der Ersatz aller fossilen Energieträger braucht sehr viel zusätzlichen Strom.	Der Mehrbedarf ist grundsätzlich nicht bestritten. Annahme Studie VSE (Energiezukunft 2050, Anhang c): Stromnachfrage wird von heute rund 60 TWh/a auf rund 80-90 TWh/Jahr ansteigen (Ersatz Oel-/ Gasheizungen, Benzin und Dieselaautos)
Der Strombedarf durch Digitalisierung, Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum steigt.	Gemäss Auswertung im Anhang c) ist der Stromverbrauch der Schweiz seit 2000 stabil, seit 2010 sogar leicht sinkend.
Damit wir über genügend Strom verfügen, sind wir auf inländische Stromquellen angewiesen, die auch in schwierigen Zeiten Strom produzieren.	Auch AKW führen zu einer unerwünschten Abhängigkeit vom Ausland. Fast die Hälfte des Urans wird weltweit in Russland aufbereitet, auch Beznau und Leibstadt beziehen Uran bei Rosatom. Die drohende Strommangellage 2022 wurde neben dem fehlenden russischen Gas durch das Abschalten von 50% der französischen AKW wegen Rissen verursacht (Anhang b).
Die Energiepolitik des Bundes baut beim Strom auf Luftschlösser und auf Stromimporte. Doch diese sind nicht gesichert, denn unsere Nachbarländer haben selbst viel zu wenig Strom.	In den letzten Jahrzehnten hatte es in Europa meistens zu viel Strom, insbesondere wegen dem sehr billigen russischen Gas. Mit dem laufenden massiven Ausbau von Wind und Sonnenergie in Europa ist auch zukünftig eher mit einem Überfluss als einem Mangel zu rechnen ausser an Tagen ohne Wind und Sonne («Dunkelflaute»)
Versorgungslücke im Winter: In den Monaten September bis April fehlen 2035 pro Monat 1-2 TWh Strom	Aktuell wird ein grosser Teil des Stroms aus Speicherseen zum Decken von Lücken in Italien verwendet, wenn der Strompreis hoch ist. In Zukunft werden kurze Lücken (Stunden bis Tage) billiger durch Batterien gedeckt, die Winterlücke durch Wasserstoff und zumindest bis 2040 auch durch Gas, eine Mangellage wie 2022 ist aber sehr unwahrscheinlich.
Neue Reaktoren der 4.Generation (SMR (kleine modulare KKW)) werden billiger und sicherer sein	Es sind zwar sehr viele Konzepte in Entwicklung, sie sind aber noch sehr weit von der Marktfähigkeit entfernt. Zudem gibt es neue Risiken, insbesondere bezüglich Korrosion, Entweichen von radioaktiven Gasen und grössere Mengen und aggressiverem Abfall (siehe Anhang b)

3. Vorschläge für die Diskussion

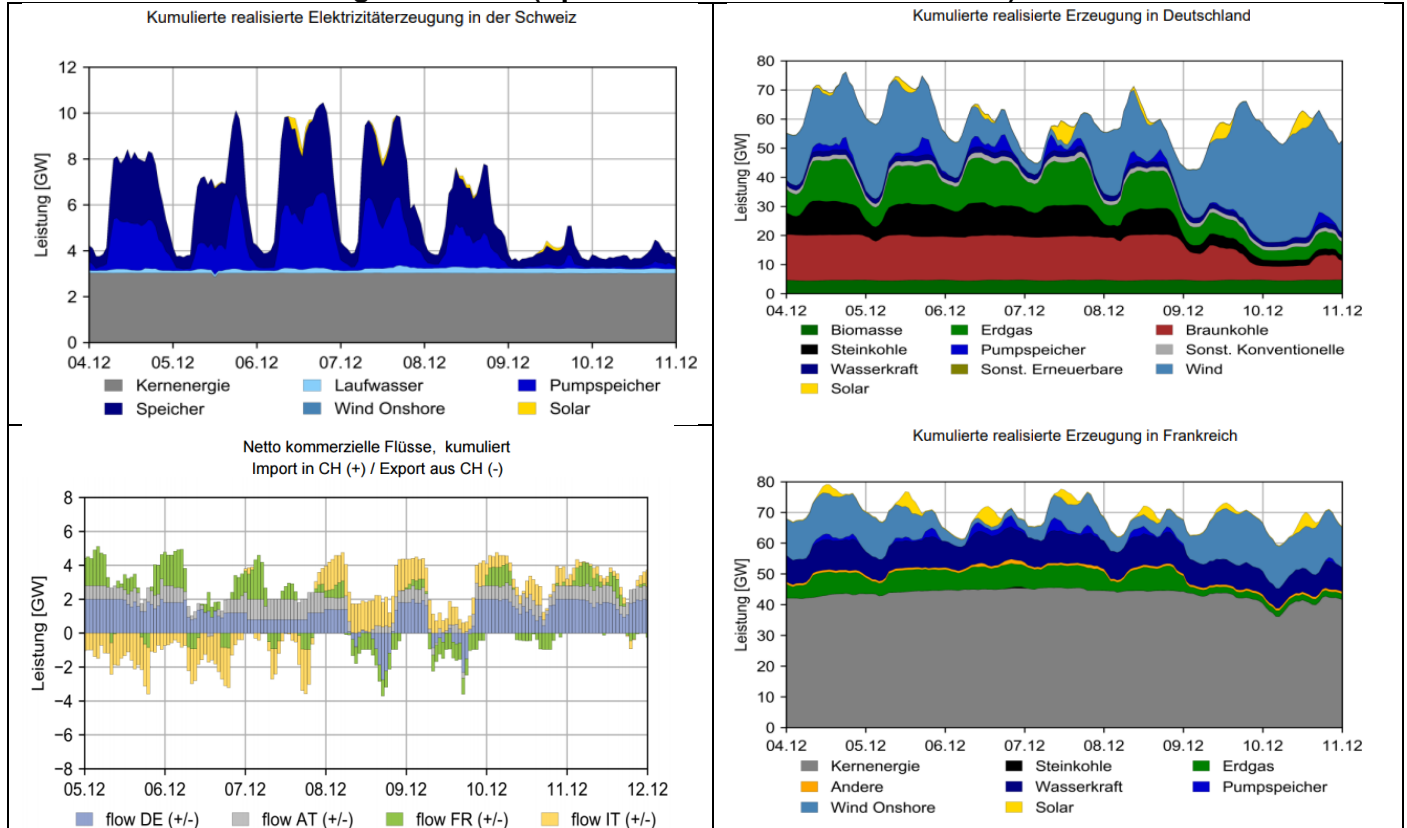
1. Möchten wir beim Strom eher eine grosse Unabhängigkeit vom Ausland oder möglichst billigen Strom?
2. Brauchen wir in der Schweiz in Zukunft AKW-Strom?
3. Wenn wir schon AKW-Strom einsetzen wollen, könnten wir dann heute auf einige geplante erneuerbare Energiequellen verzichten? Energiequellen die unsere Umwelt sonst längerfristig stark beeinträchtigen?
4. Könnten / möchten wir AKW-Strom auch einführen? Frankreich fordert eine Beteiligung an die 100 Milliarden Euro der geplanten Atomoffensive (6-14 AKW anstelle der bisherigen 56)
5. Sind wir der Meinung das wir innert nützlicher Zeit ein neues AKW in der Schweiz bauen können? Und wenn Ja --> wo?

Anhang: Details zu Stromversorgung und Atomkraft

a. Aktuelle Situation im Winter

Im Spotmarktbericht der ECom (Eidgenössische Elektrizitätskommission) wird die Produktionsart des Stromes in der Schweiz, Deutschland und Frankreich sowie diverse kommerzielle Auswertungen in einem Wochenbericht grafisch dargestellt. Im Folgenden sind Auszüge aus 2 kritischen Wochen dargestellt (Dezember mit wenig Sonne und März mit möglicher Strommangellage wegen leeren Speicherseen).

Anteil Stromarten Anfang Dezember (Spotmarktbericht vom 12.12.2023):

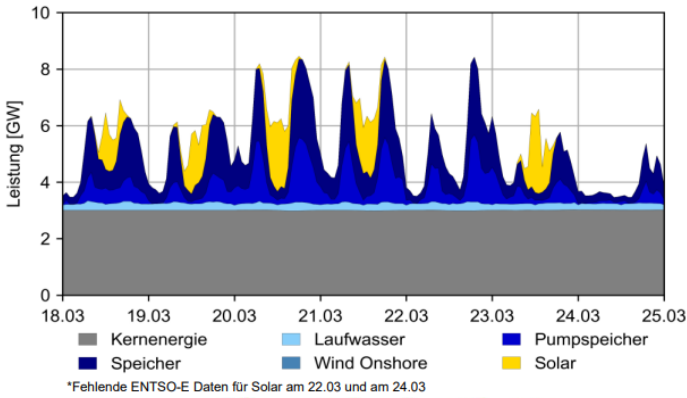


Bemerkungen:

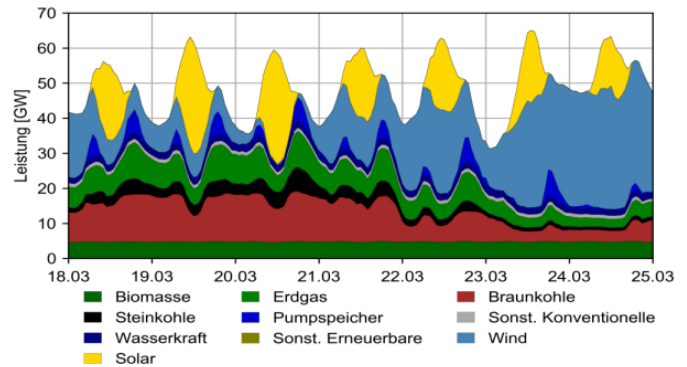
- Die Stromproduktion der Speicher – und Pumpspeicherkraftwerke in der Schweiz schwankt sehr stark. Am 10./11.12.2023 (Wochenende und viel Wind in D + F) wurde die Produktion fast eingestellt und auch kein Strom exportiert. An den Wochentagen wird die Produktion in der Nacht sehr stark reduziert.
- An den anderen Tagen wurden erhebliche Strommengen exportiert, allerdings nur wenn der Strompreis hoch war
- Der Füllstand der Speicherseen hat in dieser Woche um 4.0 % von 78.7% am 4.12. auf 74.7% resp. 7.0 TWh am 11.12.2023 abgenommen
- Der Anteil Sonnenenergie ist im Dezember und Januar in allen Ländern sehr klein.
- Am 8.2. mussten 2 AKW mit 800 MW nach einem Brand abgestellt werden, was zu einer Verdoppelung des Stundenpreises von 60 auf 120 Euro / MWh und einer Zunahme des Kohlestroms in Deutschland führte. Die Schweiz exportierte zeitweise bis 8 GW (also 8x die Leistung des AKW Leibstadt)
- Windenergie kann an guten Wintertagen in Deutschland schon jetzt im Januar und Februar mehr als 50% der Stromproduktion abdecken und der Ausbau der Windenergie ist im vollen Gang.
- Der Wochenpreis betrug in Deutschland und Frankreich zwischen 7 und 9 Rp / kWh

Anteil Stromarten Mitte März aus (Spotmarktbericht 18.-25.3.2024):

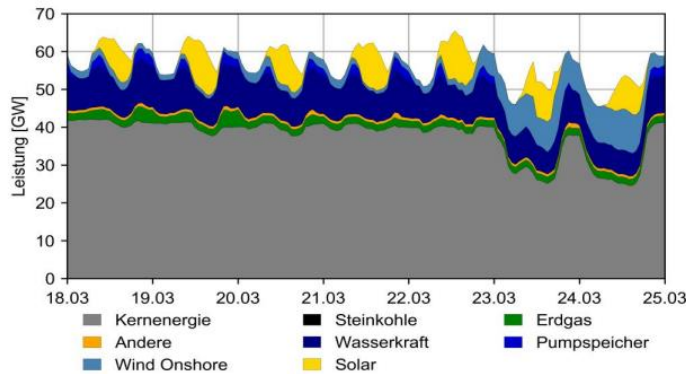
Kumulierte realisierte Elektrizitätserzeugung in der Schweiz *



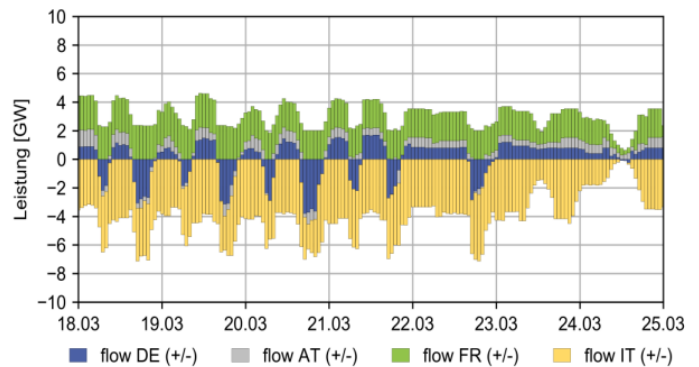
Kumulierte realisierte Erzeugung in Deutschland



Kumulierte realisierte Erzeugung in Frankreich



Netto kommerzielle Flüsse, kumuliert
Import in CH (+) / Export aus CH (-)



Bemerkungen:

- Am 24./25.3. kam es in Westeuropa zu einem Überfluss an Strom mit teilweise negativen Strompreisen in Frankreich, so dass die Leistung der AKW reduziert wurden
- In den Monaten Januar bis März hat die Schweiz Strom exportiert
- Im März wird der Wasserstrom mehrheitlich nur noch am Morgen und Abend produziert, wenn wenig Solarstrom verfügbar ist. Dabei werden am Morgen und Abend bis 7 GW exportiert (7x AKW Leibstadt).
- Der Füllstand der Speicherseen hat in dieser Woche um 2.8% von 26.7% am 18.3. auf 23.9% resp. 2.1 TWh am 25.3.2024 abgenommen

Fazit aktuelle Situation Schweiz und Nachbarländer

- Die Schweiz nutzt die Speicherseen im Winter und in der Übergangszeit in erster Linie zur Veredelung von billigem ausländischem Atom- und Windstrom, um die Spitzen im In- und Ausland zu decken. Der meiste Strom wird nach Italien exportiert.
- Deutschland ist ganz aus dem Atomstrom ausgestiegen und der Kohle- und Gasstrom spielt immer eine kleinere Rolle
- In Frankreich spielt der Atomstrom eine sehr grosse Rolle. 2022 waren die Hälfte der AKW wegen 2021 entdeckten Rissen in Kühlleitungen ausser Betrieb. Betroffen waren die 4 neusten und mindestens 16 von 20 AKW der mittleren Generation. Der gleichzeitige Preisschock beim Gas infolge des Ukraine-Kriegs führte zu einem enormen Anstieg der Strompreise und einer drohenden Strommangellage.
- Italien ist noch auf Stromimporte angewiesen und die Stromproduktion bestand 2023 aus 42% Gas (2022: 48%), 14% Laufwasser, 11% Solarstrom 11% (2022: 9%) und 10% Wind (2022: 8%)

b. Stand der Entwicklung von neuen Atomkraftwerken

Bei den zukünftigen Atomkraftwerken stehen folgende Entwicklungen im Vordergrund:

AKW der 3. Generation: Diese AKW werden wie praktisch alle bisherigen Reaktoren mit Wasser gekühlt, dazu gehören auch die **Europäischen Druckwasserreaktor EPR** aus Frankreich. Die Bauarbeiten am neuen Reaktor am Standort Flamanville haben 2007 begonnen, eine Fertigstellung war 2012 anvisiert, aktuell ist eine Betriebsaufnahme im Sommer 2024 geplant. Die Kosten haben sich von 3,3 auf 19,7 Milliarden Euro erhöht. Hinkley Point (GB) und Olkiluoto (Finnland) kämpfen auch mit grossen Kostenüberschreitungen und Verzögerungen. Zu Beginn war **Hinkley Point** ein garantierter Abnahmepreis von 10 ct/kWh vorgesehen, eine Schätzung im September 2023 ging von 15 ct/kWh aus, was etwa dem **doppelten Marktpreis** entspricht.

Die einzigen in Betrieb befindlichen EPR-Reaktoren befinden sich im chinesischen **Taishan** und gingen mit mehrjähriger Verzögerung und Kostenüberschreitung ans Netz. Die höheren Standards konnte als erstes der in den USA, Großbritannien und Japan entwickelte **AP1000** erfüllen, der derzeit mit vier Einheiten in China in Betrieb ist – auch hier mit verzögerter Fertigstellung. China plant, den für den heimischen Markt abgewandelten **CAP1000** im grossen Stil an vielen Standorten zu errichten. In Bulgarien sind als Ersatz von 4 russischen Reaktoren 2 amerikanische AP1000 geplant, Kostenschätzung 15 Milliarden Euro.

AKW der 4. Generation / SMR: AKW-Befürworter setzen grosse Hoffnungen in neue Technologien und kleine modulare Reaktoren **SMR (Small Modular Reactor)**. In der neuesten Ausgabe des IAEA-Berichts über die Fortschritte der technologischen Entwicklung der SMR von 2022 werden 83 SMR-Projekte aufgelistet. Die dem SMR zugrundeliegenden Konzepte werden als etwas völlig Neues verkauft. Tatsächlich gehen sie aber auf Reaktorprototypen und **Ideen aus den 60er und 70er Jahren** zurück. Weil sie damals als **schwer beherrschbar** eingeschätzt wurden, wurden sie aussortiert und es setzten sich stattdessen die Leichtwasserreaktoren durch, die z.B. in Deutschland und Frankreich überall gebaut wurden. Einige Stickworte zu den **Vorteilen** und **Problemkreisen**:

Flüssigsalzreaktor und Natrium-Kühlung

China hat vermutlich vor kurzem einen ersten, experimentellen Flüssigsalzreaktor in Betrieb genommen, der mit **Thorium** betrieben wird. Der Prototyp eines solchen Reaktors entsteht in der Wüste der Provinz Gansu. Die Versuchsanlage hat eine Leistung von zwei Megawatt. Die Anlage soll verschiedene Vorteile bringen. Zunächst fällt der **Brennstoff Thorium** in China häufig bei der Förderung sogenannter seltener Erden für den Einsatz in Smartphones als Abfallprodukt an, gilt also in dem Land als **leicht verfügbar**. Das Design des Reaktors **schließt zudem Explosionen von Wasserstoff aus**, wie sie sich in Fukushima ereignet haben, einfach dadurch, dass auf Wasser als Kühlmittel verzichtet wird. Zudem gilt das **flüssige Salz als sehr sicheres Trägermedium für die Spaltreaktion**. Kommt es zur Überhitzung, dehnt sich das Salz aus, wodurch es wieder abkühlt. Es gibt aber auch **verschiedene Probleme**:

- Es entsteht **gasförmiges, radioaktives Tritium**, das dem Reaktor entweichen kann. Es ist sehr mobil und **kann nicht wirksam aufgefangen werden**. Selbst mit einem kostspieligen Abgaskontrollsystem würden die MSR im Normalbetrieb unweigerlich weit mehr Tritium und andere Radioisotope in die Umwelt abgeben als die heutigen Reaktoren mit Feststoffbrennstoff.
- **Das heiße, flüssige Salz wiederum korrodierte die Reaktorhülle.**
- Im Zerfallsprozess entstehen radioaktive Produkte, die zwar eine vergleichsweise kurze Halbwertszeit haben, allerdings geben sie **starke Gammastrahlung** ab, wodurch **der Müll schwierig zu handhaben** ist. Im Vergleich zu bisherigen AKW ist die **Menge 5 – 30x grösser**. Der neue **Atom Müll sei zum Teil sehr anfällig für Korrosion**,
- Bei Salzschnmelzereaktoren sind die radioaktiven Spaltprodukte nicht fest eingeschlossen in den Brennstäben, sondern in dem flüssigen Salzschnmelzekreislauf. Dazu gehören auch **gasförmige Radionuklide** wie **Xenon-135**. Diese Gase müssen entfernt werden und es besteht dabei die Gefahr, dass größere Gasmengen freigesetzt werden, dabei entsteht **Cäsium-137**, das zu den **besonders umweltschädlichen Radionukliden** gehört. (Kontamination in den Regionen um Tschernobyl und Fukushima).
- Bill Gates baut mit der Firma Terrapower im US-Bundesstaat Wyoming ein mit flüssigem Natrium gekühltes Miniatomkraftwerk. Tatsächlich ist **Natrium als Kühlmittel hochgefährlich, denn es entzündet sich an der Luft**. Ein Natriumbrand kann den Reaktor schwer beschädigen und hochradioaktives Material freisetzen. Ein weiteres Problem entsteht, wenn das **heiße Metall mit Wasser in Berührung** kommt. Dann entsteht **hochexplosiver Wasserstoff und eine stark ätzende Natronlauge**. Beim Atomunfall in Fukushima war es Wasserstoff, der einzelne Anlagen

des Kernkraftwerks explodieren ließ und zu einer erheblichen Freisetzung von radioaktivem Material führte. Die Natriumtechnologie ist nicht neu und anders als Bill Gates behauptet, machte sie in der Vergangenheit nur Probleme (schneller Brüter Monju in Japan lief 1995 nur 250 Tage, in Frankreich wurde der Superphenix nach kurzer Laufzeit 1997 stillgelegt).

Fazit zu den neuen Reaktorkonzepten:

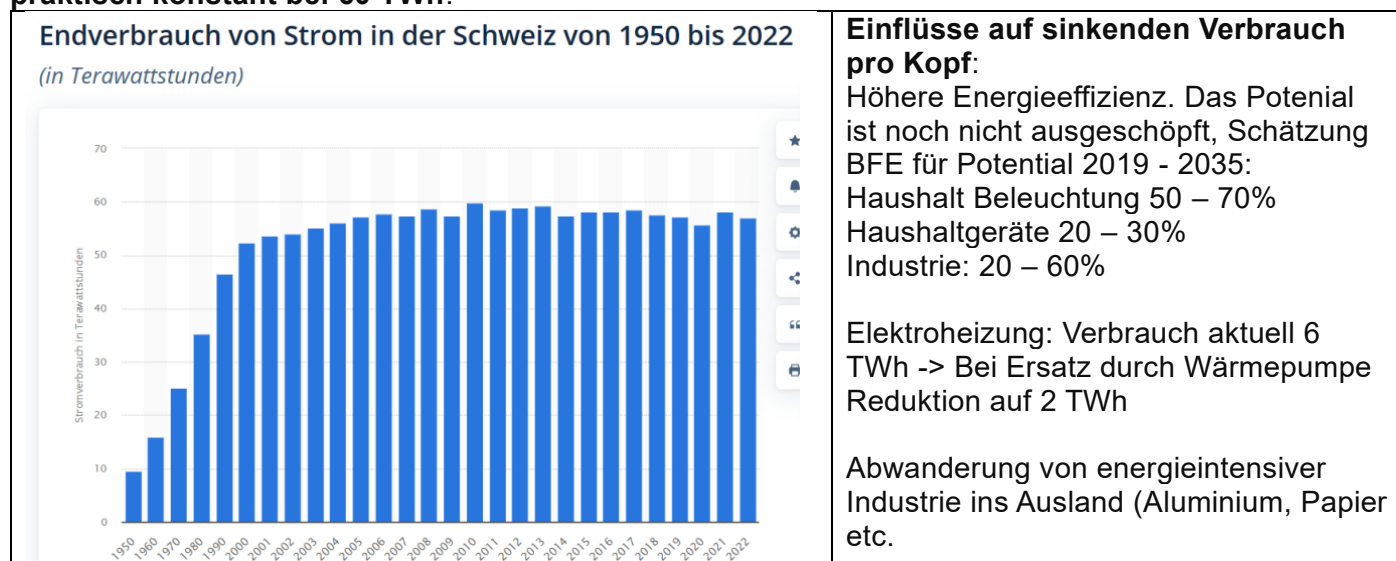
- **Reaktoren der 3. Generation** sind weiterentwickelte, grosse Reaktoren mit bekannter Technologie. Sie sind **wesentlich sicherer, jedoch deutlich teurer als die bisherigen AKW**. Ob eine Serienproduktion zu massiver Kostensenkung führt, ist umstritten. Die Problematik des radioaktiven Abfalls ist ähnlich wie bei den bisherigen AKW.
- **Reaktorkonzepte der 4. Generation / SMR** haben erhebliche Risiken bezüglich Austritt von radioaktiven Gasen sowie deutlich mehr und aggressiverem radioaktivem Abfall. Auch das Sicherheitsrisiko ist teilweise wesentlich höher als die heute im Einsatz befindlichen Leichtwasserreaktoren. Ob sie in den nächsten 10 – 20 Jahren überhaupt technologisch beherrscht werden und in Serie hergestellt werden, ist unsicher. Es ist auch ungewiss, ob sie jemals billiger sein werden als die grossen Reaktoren der 3. Generation

c. Ist der Ausstieg aus Atomkraft und Klimaneutralität bis 2050 in der Schweiz möglich?

Anteil Atomstrom und Entwicklung Stromverbrauch

Rund ein Viertel des europäischen Stroms – jährlich ungefähr 700 TWh – kommt aus AKW. 2022 sind jedoch allein in Frankreich 80 TWh davon ungeplant weggeblieben (mehr als der gesamte Jahres-Strombedarf der Schweiz). Ursache: Risse an diversen Stellen des Notkühlsystems, an Stellen, welche zufällig entdeckt worden waren, weil dort keine Risse erwartet worden waren.

In der **Schweiz** werden 23 TWh durch AKW erzeugt, der **gesamte Stromverbrauch ist seit 2000 praktisch konstant bei 60 TWh**:

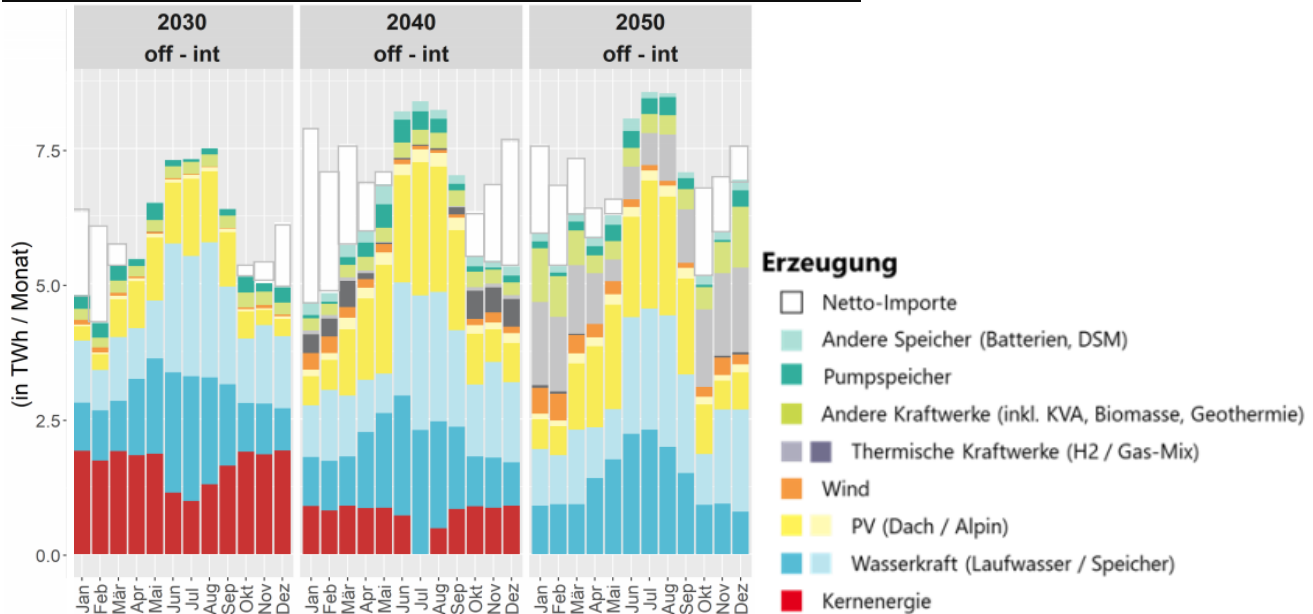


Die **Speicherseen** in der Schweiz haben eine Kapazität von ca. 9 TWh, was dem **Strombedarf von 1.5 Monaten** entspricht. Mit dem Mantelerlass (Abstimmung Stromversorgungsgesetz vom 9.6.2024) sollen 2 TWh Speicherseen dazukommen.

Szenarien für klimaneutralen Ausstieg aus Atomkraft

Gemäss diversen Studien ist der Ausstieg aus der Atomkraft und aus der fossilen Energie in der Schweiz möglich. Die Studien sind kompliziert zu lesen und die Studien der Energiebranche (z.B. **«energiezukunft-2050» vom Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE)** zusammen mit der EMPA) werden von Umwelt- und Energie-Organisation als zu pessimistisch angezweifelt. Sie kommt zum Schluss, dass ein **offensiver Ausbau der erneuerbaren Energien** und **eine gute Integration in den europäischen Strommarkt mit Import von Strom aus Windenergie die billigste Variante sein wird**. Auch bei Szenarien mit defensivem Ausbau und isoliertem Verhältnis zu Europa können **Versorgungssicherheit und das Netto-Null-Ziel erreicht werden**.

Szenario offensiver Ausbau und integriert in europäischen Markt



Das Szenario geht von einem **Stromimport 2050 von 7 TWh im Winter** aus. Zum Vergleich: 2023 waren in Deutschland 19 TWh Strom durch Netzengpässe verloren gegangen. In der Schweiz werden in diesem Szenario 3 TWh Solarstrom abgeregelt, könnten aber in Wasserstoff umgewandelt werden, wenn es sich finanziell lohnen würde.

Die meisten Studien sind sich allerdings auch einig, dass die bisherigen Anstrengungen nicht ausreichen, um die Ziele bis 2040 / 2050 zu erreichen. Bei einer Ablehnung des Mantelerlasses wird es zu weiteren Verzögerungen insbesondere bei der Wasserkraft und Windenergie kommen. Hingegen war der **Ausbau der Sonnenenergie auf den Gebäuden in den letzten Jahren massiv unterschätzt** worden, weil die Kosten wesentlich schneller gesunken sind als erwartet.

Die **Batteriespeicher**, spielen in den bisherigen Szenarien praktisch keine Rolle, können jedoch für das Füllen von Stromlücken in der Nacht und von einigen Tagen wichtig werden und können damit die Speicherseen massiv entlasten. Gemäss einer Studie der Denkfabrik Agora Verkehrswende könnten die Batterien von E-Autos in den 2030er-Jahren in Deutschland mehr als 60 Terawattstunden (aktueller Jahresverbrauch der Schweiz) verschiebbare Last bereitstellen.

Weiterhin umstritten ist die Rolle von **grünem Wasserstoff (mit Strom erzeugt)**. Die Erdöl- und Gasindustrie will in arabischen Wüsten riesige Solarfarmen erstellen und mit neuen und bestehenden Pipelines den Wasserstoff nach Europa liefern, wo der Wasserstoff nebst der Industrie auch in bisherigen Gaskraftwerken Spitzen- und Winterbedarf abdecken soll. Dabei werden die Kosten zwischen 5 und 10 Rappen / kWh geschätzt. Es gibt auch diverse Projekte in Deutschland mit Verwendung von überschüssigem Windstrom, welcher wegen fehlenden Übertragungsleitungen nicht von Norden in den Süden abgeführt werden kann. In der Studie des VSE wird davon ausgegangen, dass spätestens 2040 billiger grüner Wasserstoff in grossen Mengen importiert werden kann und sich die Erzeugung aus überschüssigem Solarstrom im Sommer in der Schweiz nicht lohnt (Annahme 3 TWh pro Jahr).

Zumindest in einer Übergangszeit gehen die meisten Studien von Reservekraftwerken aus, welche mit **Erdgas** und allenfalls Erdöl betrieben werden können und später auch ohne CO₂-Ausstoss mit Wasserstoff oder synthetischem Brennstoff betrieben werden können. Die EICom empfiehlt eine Reservekapazität von 400 MW für 2025 und von 700 - 1400 MW für die Jahre 2030/2035. Wenn die Reservekraftwerke nur wenige Wochen pro Jahr laufen, hat dies wenig Einfluss auf den CO₂-Ausstoss. Beispiel gemäss Berner Zeitung vom 8.4.24: Projekt der Axpo in Muttens für 500 Megawatt: bei einer angenommenen Laufzeit pro Jahr von 16 Tagen ergibt sich ein CO₂-Ausstoss von 0.1 Mio Tonnen (von aktuell 37 Mio Tonnen pro Jahr der Schweiz).

Fazit Prognosen Ausstieg aus Atomkraft und Klimaneutralität

- Ein klimaneutraler Ausstieg aus der Atomkraft in der Schweiz ist möglich
- Wind- und Fotovoltaik sind in Europa und Nordafrika schon jetzt die billigsten Technologien für die Stromerzeugung und die Kosten sinken weiter, der Strom muss aber teilweise gespeichert werden. Im Jahr 2023 lagen die Stromgestehungskosten für neu gebaute Solarkraftwerke zwischen 5,5 und 7 Rp / kWh, in neuen Projekten in arabischen Ländern auch deutlich weniger.
- Die Prognosen für die Kosten der Speicherung der Technologien wie Wasserstoff und Batterien sind unsicher, sie könnten gemäss gewissen Studien auf 5 - 10 Rp / kWh sinken.
- Atomfreundliche Kreise gehen bei zukünftigen AKW von 5 – 10 Rp / kWh aus, bei den im Bau befindlichen AKW der 3.Generation sind die Kosten aber mindestens doppelt so hoch.
- Mit den bestehenden Speicherseen ist die Schweiz mitten in Europa sehr gut aufgestellt, so dass die Schweiz ein sehr interessanter Partner für den Stromhandel bleibt, der Import für weniger als 5 Rp/kWh und Export von Spitzenstrom für mehr als 10 Rp/kWh solange die Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff (oder einer anderen Technologie) teuer sind.
- Mit diesen Voraussetzungen ist es unwahrscheinlich, dass der Bau von neuen AKW in der Schweiz rentabel sein wird.
- Da es bei AKW immer zu ungeplanten Abschaltungen kommen kann, ist auch der Beitrag zur Versorgungssicherheit ungewiss
- Verzögerungen bei der Umsetzung von Massnahmen zum Ausbau von Winterstrom (alpine Fotovoltaik und Windenergie) sind wahrscheinlich, die Verzögerungen beim Umbau zu Klimaneutralität sind aber wohl noch grösser.

d. Links für vertiefte Informationen:

- [Energieclub: Black-out-Initiative](#)
- [Volksinitiative «Jederzeit Strom für alle \(Blackout stoppen\)» \(blackout-stoppen.ch\)](#)
- [Spotmarktberichte \(admin.ch\)](#)
- [Füllstand Speicherseen](#)
- MDR: Artikel vom 2.11.2021 [Atomreaktoren der dritten und vierten Generation | MDR.DE](#)
- Mitwelt: [Thorium-Reaktor & Risiko: Flüssigsalzreaktor & die Atom-Bombe](#)
- [VSE: Energiezukunft 2050](#)
- [Engpässe im Stromnetz DER SPIEGEL](#)
- [Strompreis Photovoltaik Wasserstoff 2040 \(pv-magazine.de\)](#)

e. Glossar Abkürzungen und Einordnung der Grössenordnung

Leistung

1 GW (Gigawatt) = 1000 MW (Megawatt) = 1'000'000 kW (Kilowatt)

Typische Wärmepumpe Einfamilienhaus: 5 kW

Typisch Solaranlage Flachdach mit 30 PV-Modulen: 11 kW peak

Energie = Leistung x Stunden

1 GWh (Gigawattstunden) = 1000 MW (Megawattstunden) = 1'000'000 kW (Kilowattstunden)

Typisch Solaranlage Flachdach mit 30 PV-Modulen: 10 MWh pro Jahr (300 kWh im Januar, 900 kWh im März und 1500 kWh im Juni)

Kleines Elektroauto Renault Zoe mit 395 km Reichweite: Batterie mit 52 kWh

Jegenstorf, 10.4.2024 Markus Baur