

Aktuelles

Zukünftige Stromversorgung der Schweiz

Ab dem Jahr 2020 werden die Schweizer Atomkraftwerke (AKW) aus Altersgründen schrittweise abgeschaltet. Gleichzeitig läuft ein wichtiger Strom-Importvertrag mit Frankreich aus. Die Schweiz steht damit vor einer riesigen Stromversorgungslücke. Dieser Text zeigt, wie sich der Stromverbrauch entwickelt hat, wie der Strom heute erzeugt wird und welche Möglichkeiten es gibt, die zu erwartende Stromversorgungslücke abzuwenden.

Stromverbrauch heute

Im Jahr 2004 zahlten die Verbraucher in der Schweiz total ca. 9 Mrd. Franken für Strom, was einem Verbrauch von 56'172 Millionen kWh entspricht. Dies macht etwa einen Viertel des gesamten Energieverbrauchs der Schweiz aus. Die anderen drei Viertel der verbrauchten Energie wurden aus Brenn- und Treibstoffen wie Erdöl oder Erdgas gewonnen.

Wie aus der unten stehenden Grafik hervorgeht, ist der Stromverbrauch seit 1978 - mit Ausnahme der Jahre 1993/94 - laufend gestiegen, gesamthaft um 73%. Das grösste Wachstum verzeichneten dabei die privaten Haushalte, die ihren Stromverbrauch in dieser Zeit knapp verdoppelten. Heute verbrauchen die Haushalte rund 30% des Schweizer Stroms. Am meisten verbraucht die Wirtschaft mit 64%.

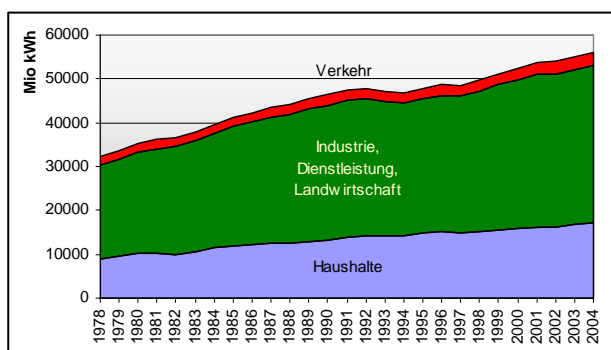


Abbildung 1: Stromverbrauch in der Schweiz seit 1978, Quelle: BFS

Der Anstieg des Stromverbrauchs ist auf den Einsatz immer mehr und neuer elektrischer Geräte zurückzuführen. So sind heute beispielsweise viele Arbeitsplätze und Wohnungen mit einem Computer ausgerüstet. Die Fernseher werden immer grösser und leistungsstärker und oft finden sich heute in der Küche auch ein Geschirrspüler, ein Mikrowellenherd und zahlreiche weitere elektronische Haushaltsgeräte.

Die Versorgungslücke

Heute wird der Strom in der Schweiz zu 41% aus Atomenergie (AKW) und zu 54% aus Wasserkraft produziert. Die restlichen 5% werden vor allem aus der Verbrennung von Erdöl, Erdgas und Abfällen erzeugt. Rund 0.04% des Stroms stammen aus Solar- und Windenergie.

Ab 2020 läuft ein wichtiger Strom-Importvertrag mit Frankreich kontinuierlich aus. Zu diesem Zeitpunkt dürften zudem auch die Schweizer AKWs ihre maximale Lebensdauer erreicht haben und eines nach dem anderen müsste abgeschaltet werden. Damit fallen über 50% (AKWs + Import) des heute in der Schweiz verfügbaren Stroms weg.

Gleichzeitig wird, falls nichts dagegen unternommen wird, der Stromverbrauch der Schweiz weiter ansteigen. In den vergangenen Jahren stieg der Stromverbrauch um durchschnittlich 2% pro Jahr und der Energieversorger Axpo rechnet mit einem weiteren, wenn auch geringeren jährlichen Anstieg (0.5-2% pro Jahr). Damit ergibt sich, wie in der unten stehenden Grafik ersichtlich, eine riesige Versorgungslücke. Wird diese Lücke nicht durch Stromsparen und/oder eine höhere Stromproduktion geschlossen, bricht das Stromnetz zusammen. Stromimporte aus dem Ausland können die Lücke kaum decken, da mehrere Länder Europas dasselbe Problem haben.

Einfach erklärt:

Wattstunde Wh

Mit Wattstunden misst man die Menge Strom. Eine Wattstunde [Wh] bezeichnet die Menge an Energie (in diesem Text Strom), welche ein Gerät mit einem Watt Leistung innerhalb von einer Stunde aufnimmt oder abgibt. Wh ist eine relativ kleine Grösse. Es wird daher meistens von Kilowattstunden (1 kWh = 1000 Wh), Megawattstunden (1 MWh = 1'000'000 Wh) oder Gigawattstunden (1 GWh = 1'000'000'000 Wh) gesprochen.

Beispiele:

Eine 100-Watt Glühbirne verbraucht pro Stunde dem entsprechend 0.1 kWh. Oder ein Liter Benzin enthält 9 kWh Energie.

Wirkungsgrad der Photovoltaik

Der Wirkungsgrad sagt aus, wie viel Strom aus der ursprünglichen Energie erzeugt werden kann und wie viel Energie bei der Umwandlung verloren geht.

Bei der Photovoltaik bzw. der Solarenergie ist die ursprünglich vorhandene Energie die auf die Solarzelle treffende Sonnenstrahlung. Marktübliche Solarzellen haben einen Wirkungsgrad von 10-16%. Das heisst sie können 10-16% der Sonnenenergie in Strom umwandeln. Durch diesen relativ tiefen Wirkungsgrad benötigt man riesige Flächen mit Solarzellen um grössere Mengen an Strom zu erzeugen.

Durch technische Verbesserungen steigt der Wirkungsgrad langsam an. Für Solarzellen aus kristallinem Silizium liegt der maximal mögliche Wirkungsgrad bereits bei ~28%.

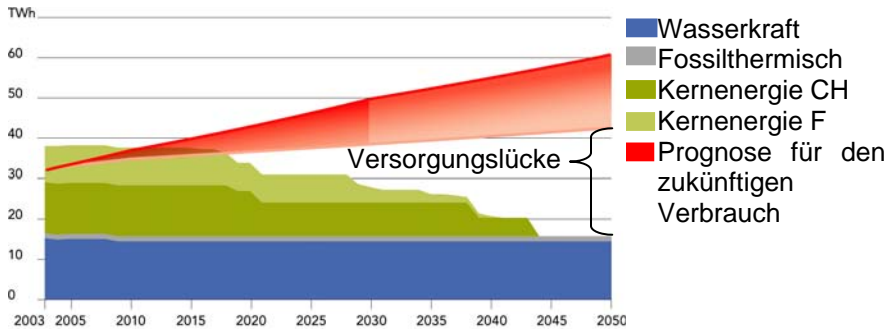


Abb. 2: Zukünftiger Stromverbrauch und -produktion im besonders kritischen Winterhalbjahr
Quelle: Axpo

Möglichkeiten zur Schliessung der Versorgungslücke

Es gibt grundsätzlich viele verschiedene Möglichkeiten, wie das Problem der Versorgungslücke gelöst werden kann:

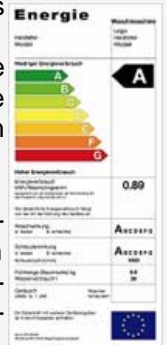
- **Stromsparen:** Beim Sparen von Strom muss man zwei Sachen unterscheiden: Stromsparen durch höhere Effizienz der Geräte oder Stromsparen durch Verzicht. Sparen durch Verzicht ist einerseits durch staatliche Vorschriften oder einen höheren Strompreis möglich. Ersteres bedeutet, dass der Staat gewisse Geräte verbieten oder rationieren würde, zweiteres, dass sich nicht mehr alle so viele elektrische Geräte leisten können, oder diese gemässiger eingesetzt werden müssten. Anders sieht es beim Stromsparen durch Verbesserung der Effizienz aus. Da muss niemand auf etwas verzichten, denn die Geräte benötigen durch technische Verbesserungen jeweils immer weniger Strom. Es ist allerdings unklar, wie gross das Einsparpotential überhaupt noch ist. Haushaltsgeräte wie Kühlschränke, Geschirrspüler oder Waschmaschinen verbrauchen heute 50-70% weniger Strom als vor 25 Jahren und durch die energieEtikette des Bundes (siehe Kasten) werden Kunden bereits heute erfolgreich zum Kauf von effizienteren Geräten angehalten.
- **Wasserkraft:** Das Bundesamt für Energie geht davon aus, dass das Potential an Wasserkraft praktisch ausgeschöpft ist und man die Stromproduktion aus diesem Bereich nur noch um ca. 5% steigern kann. Einige Studien gehen noch weiter und sagen vorher, dass wegen des Klimawandels weniger Wasser zur Verfügung stehen wird und deswegen die Leistung der Wasserkraftwerke um bis zu 7% sinken könnte.
- **Atomenergie:** Der Vorteil der Atomenergie ist, dass sie bis auf den Abbauprozess von Uran absolut CO₂-frei ist und in grossen Mengen günstig produziert werden kann. Sie hat jedoch drei gewichtige Nachteile: 1. dauern Planung und Bau eines Atomkraftwerks 20 Jahre, 2. müssen die radioaktiven Abfälle irgendwo für Jahrtausende strahlungssicher gelagert werden und 3. verbleibt immer das Risiko eines Reaktorunfalls. Das Risiko eines Unfalls ist heute allerdings kleiner als früher. Neue AKWs, wie der europäische Druckwasserreaktor (EPR), sind so konstruiert, dass auch im schlimmsten Fall einer Kernschmelze keine radioaktive Strahlung austreten sollte und die Bevölkerung nicht evakuiert werden müsste.
- **Windenergie:** Die Windenergie ist von allen alternativen Energien die günstigste Variante und auch diejenige, welche weltweit bisher am häufigsten eingesetzt wird. Die Schweiz ist für Windenergie jedoch nicht gut geeignet, da die Winde hierzulande zu wenig konstant wehen. Experten rechnen damit, dass man in der Schweiz langfristig maximal ~4'500 Mio. kWh Strom aus Windenergie pro Jahr gewinnen kann. Dies unter der Annahme, dass man die Windräder ohne Rücksicht auf das Landschaftsbild überall aufstellen kann, wo es wirtschaftlich ist. Damit wird die Windenergie in der Schweiz kaum mehr als 5-10% des Stroms erzeugen können. Eine Alternative wäre, dass man im Ausland Windparks baut und den Strom importiert. Dies ist wirtschaftlicher, allerdings mit dem Nachteil verbunden, dass die Schweiz weiterhin vom Ausland abhängig bleibt.
- **Solarenergie (Photovoltaik):** Wie die Windenergie ist die Photovoltaik CO₂-frei und steht zeitlich unbegrenzt zur Verfügung. Allerdings ist das langfristige Potenzial in der Schweiz gering und die Kosten sind relativ hoch (siehe Kasten Seite 3). Das Potenzial in der Schweiz beträgt langfristig ca. 6'000 Mio. kWh pro Jahr. Auch hier würde die Möglichkeit bestehen, im Ausland Anlagen aufzubauen und den Strom zu importieren, was wiederum den Nachteil der Abhängigkeit mit sich bringt.
- **Geothermie (Erdwärme):** Ist noch nicht vollständig entwickelt. (Siehe Kasten S.2)

Einfach erklärt:

Was ist eine energieEtikette?

Beim Kauf eines Haushaltsgerätes oder einer Lampe gibt die Etikette Auskunft über den Energieverbrauch des Geräts.

Dieser ist in Energieeffizienzklassen von A bis G eingeteilt, wobei A diejenige mit dem tiefsten und G diejenige mit dem höchsten Verbrauch bezeichnet. Ausserdem ist der genaue Energieverbrauch in kWh sowie weitere wertvolle Informationen über das Gerät angegeben.



Geothermie

Bei dieser Technologie wird Wasser tief in die Erde geleitet, wo es sich erhitzt und als Dampf unter Druck wieder aufsteigt. Damit kann dann eine Turbine angetrieben werden. In der Schweiz wird in Basel bis 2009 eine Testanlage errichtet. Bisher ist diese Technologie weltweit noch nicht im Einsatz und noch nicht vollständig entwickelt. Sie ist CO₂-frei und zeitlich unbegrenzt verfügbar. Langfristig können damit bis zu 18'000 Mio kWh pro Jahr an Strom produziert werden. Bis ins Jahr 2020 kann jedoch nur ein Bruchteil davon realisiert werden, da die Technik noch nicht vollständig ausgereift ist. Dem entsprechend unsicher sind die Prognosen.

- **Wärme-Kraft-Kopplung:** Wärme-Kraft-Kopplung heisst, dass einerseits Wärme zum Heizen und andererseits Strom erzeugt wird. Die Wärme-Kraft-Kopplung kann zur Deckung der Versorgungslücke beitragen, indem in allen Häusern, welche z.B. mit Öl oder Gas heizen, noch ein Generator zwischen Verbrennung und Heizsystem geschaltet wird. Dadurch erzeugt die Heizung zu Hause gleichzeitig auch noch Strom, ohne dass wesentlich mehr Öl oder Gas verbrannt werden muss. Damit kann mittelfristig ca. 5000 Mio. kWh Strom erzeugt werden.
- **Gas-Kombikraftwerk:** Der grosse Vorteil einer solchen Anlage ist, dass sie nach nur 5-7 Jahren Planungs- und Bauzeit eine grosse Menge Strom günstig liefern kann. Allerdings erzeugt dieses Kraftwerk grosse Mengen von CO₂, was die Klimaproblematik verschärft. Zudem ist Erdgas ein begrenzt vorhandener Rohstoff und die Produktionskosten einer solchen Anlage hängen stark vom Erdgaspreis ab. Von allen Optionen ist diese allerdings die einzige, welche innert kurzer Zeit grössere Strommengen liefern könnte (200-1000 MW pro Kraftwerk).
- **Biomasse:** Die Biomasse kann man unterteilen in brennbare (wie Holz) und vergärbare (wie Ernteabfälle) Biomasse. Aus beiden kann letztlich Strom erzeugt werden. Dies ist CO₂ neutral, weil nur so viel CO₂ freigesetzt wird, wie durch nachwachsende Pflanzen wieder aus der Luft entnommen wird. Das maximale Potential der Biomasse wird durch die verfügbare Anbaufläche bestimmt. Um den gesamten Energiebedarf der Schweiz durch Biomasse zu decken, bräuchte es einen Wald der 2-3 Mal so gross ist wie die Schweiz. Langfristig kann daher maximal 5'500 Mio. kWh Strom pro Jahr aus Biomasse gewonnen werden, sofern die Biomasse nicht anderweitig verwendet wird (z.B. als Treibstoff wie bei Biodiesel).

Konkrete Vorschläge verschiedener Gruppierungen

In der Schweiz liegen bisher drei konkrete Vorschläge von der Axpo, der SP und den Umweltorganisationen zur Gestaltung der künftigen Schweizer Strompolitik sowie eine Stellungnahme des Bundes vor:

Die SP und die Umweltorganisationen setzen stark auf die Option Stromsparen und einen Ausbau der Windenergie und der Geothermie. So sieht die SP ein Stromesparpotential von total 6'108 Mio. kWh pro Jahr, wenn nur noch Geräte der Effizienzklasse A (siehe Kasten energieEtikette) verkauft werden und Elektroheizungen verboten werden. Allerdings beträgt der Marktanteil der A-Geräte bereits heute mehr als 50% und trotzdem steigt der Stromverbrauch weiter. Die Zahlen der SP zu den Sparmöglichkeiten sind aus einer Studie, welche vor der Einführung der energieEtikette erstellt wurde. Ob das Sparziel daher realistisch ist, ist schwierig einzuschätzen. Die SP möchte des Weiteren jährlich 13'000 Mio. kWh Windstrom aus dem Ausland importieren. Damit könnte die Versorgungslücke vollständig geschlossen werden.

Auch die Axpo sieht ein starkes Wachstum alternativer Energien. Dieses wird jedoch etwas geringer als bei der SP eingeschätzt. Die Axpo argumentiert weiter, dass in der Vergangenheit bereits riesige Fortschritte bei der Energieeffizienz gemacht wurden und der Stromverbrauch trotzdem weiter angestiegen ist. Sie geht daher davon aus, dass Stromsparen das Wachstum zwar verlangsamt, aber die Versorgungslücke nicht schliessen kann. Die Axpo setzt daher kurzfristig auf ein Gas-Kombikraftwerk, denn nur dieses könne vor Auftreten der Stromlücke dank seiner kurzen Bauzeit noch rechtzeitig bereit stehen. Langfristig möchte die Axpo die Stromversorgung über neue AKWs sicherstellen.

Der Bund hat bisher kein vollständiges Konzept für die Problemlösung vorgestellt, lies jedoch verlauten, dass er alleine auf Gas-Kombikraftwerke setzt.

Die Szenarien der SP und der Axpo unterscheiden sich vorwiegend in einem einzigen Punkt: Wie viel Strom eingespart werden kann. Behält die Axpo Recht, so kommt man kaum an fossilen oder atomaren Kraftwerken vorbei. Behalten die SP und die Umweltorganisationen Recht, so ist ein Strommix aus ausschliesslich erneuerbaren Energien möglich – vorausgesetzt die Stromimporte aus Windenergie können tatsächlich in dem vorgesehenen Umfang stattfinden, denn auch andere Länder wie Deutschland oder Italien haben in Zukunft mit einer Stromknappheit zu kämpfen und müssen eine Versorgungslücke schliessen.

Die nächsten Jahre werden zeigen, welches der Szenarien realistischer ist. Sicher ist, dass spätestens 2009 eine Entscheidung gefällt werden muss, wie die Versorgungslücke bekämpft werden soll. Danach reicht die Zeit in keinem der genannten Szenarien aus, um die Versorgungslücke rechtzeitig zu überbrücken.

Einfach erklärt:

Produktionskosten mit den einzelnen Energieträgern

Die Kosten basieren auf der heutigen neusten Technologie. Bei der Wind- und der Solarenergie sinken die Kosten zukünftig eher noch.

	Pro kWh
Atomenergie	4.5 Rp.
Wasserkraft	6 Rp.
Gas-Kombi	5-6.5 Rp.
Windenergie	7-30 Rp.
Geothermie	9.4-24 Rp.
Biomasse	14-40 Rp.
Solarenergie	50-150 Rp.

Was ist ein Gas-Kombikraftwerk?

Ein Gas-Kombikraftwerk erzeugt Strom durch Verbrennung von Gas, wobei CO₂ freigesetzt wird. Das Spezielle an einem Kombikraftwerk ist, dass es eine Gas- und eine Dampfturbine kombiniert und so einen höheren Wirkungsgrad erreicht.

Fusionsenergie

Die Fusionsenergie wird immer wieder als Lösung sämtlicher Energieprobleme gehandelt. Die Energie wird hier - wie es in der Sonne geschieht - durch Kernfusion gewonnen. Das heisst durch die Verschmelzung von Atomkernen. Im Gegensatz zur Kernspaltung in AKWs entsteht kein radioaktiver Abfall und es kann damit auch keine Verstrahlung bei einem Unfall stattfinden.

Als Brennstoff der Kernfusion dient schwerer Wasserstoff. Dieser ist günstig und für Jahrtausende verfügbar. Auch erzeugt die Kernfusion keinerlei Abgase. Damit gilt die Kernfusion als die ideale Energiequelle überhaupt.

Das Problem ist, dass es trotz intensiver Forschung noch immer nicht gelungen ist, die Kernfusion zur Stromerzeugung zu nutzen. Man schätzt, dass noch weitere 30-60 Jahre Forschung notwendig sind, bis diese Technik genutzt werden kann.

Literaturverzeichnis:

Axpo (2005). *Studie Stromperspektiven 2020*. Abrufbar unter www.axpo.ch.

VSE (2005). *Graphiken über Stromverbrauch*. Abrufbar unter www.vse.ch

Bundesamt für Energie (2006). *Energiepolitik*. Abrufbar unter www.bfe.admin.ch

Bundesamt für Statistik (BFS) (2006). *Energiestatistik*. Abrufbar unter www.bfs.admin.ch

BFE (2006). *Stromverbrauch im Haushalt: energieEtikette zeigt Wirkung*. (Abrufbar unter <http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/index.html?lang=de&msg-id=948>).

SP Schweiz (2006). *Unterwegs zur Vollversorgung mit erneuerbaren Energien*. Abrufbar unter <http://www.sp-ps.ch/>

WWF & Greenpeace (2006). *Energieperspektive 2050 der Umweltorganisationen*. Abrufbar unter http://assets.wwf.ch/downloads/perspe_bericht_20060302.pdf

PowerOn (2006). *Alles zum Thema Strom*. Abrufbar unter <http://www.poweron.ch/>