



Geschichte

Medizin &amp; Psychologie

Natur

Technik

Klimawandel

Startseite | Wissen | Energiezukunft in 10 Punkten - Das braucht es für eine klimaneutrale Schweiz ohne AKW

Abo [Energiezukunft in 10 Punkten](#)

# Das braucht es für eine klimaneutrale Schweiz ohne AKW

Bis 2050 sollen nur noch E-Autos fahren und alle Kernkraftwerke abgeschaltet sein. Das bedeutet vor allem eines: Wir brauchen mehr Strom. Woher soll der kommen?



Martin Läubli

Publiziert: 01.09.2021, 13:09

89 Kommentare



Die Kapazitäten von Wasserkraft und Solarenergie müssen stark gesteigert werden, um die Energiewende zu schaffen: Solarpanels auf dem Lac des Toules im Wallis.

Foto: Laurent Darbellay (Keystone)

Die künftige Energieversorgung der Schweiz ist ein politisches Dauerthema, seit das Stimmvolk beschlossen hat, aus der Kernenergie auszusteigen. Der Ausstieg ist aber längst nicht mehr die einzige Herausforderung für die nächsten Jahrzehnte. «Es hat sich einiges verändert in den letzten Jahren», sagt Domenico Giardini von der ETH Zürich.

Der Professor für Seismologie und Geodynamik an der ETH Zürich ist Mitautor des ersten umfassenden Energieberichtes des «Schweizer Kompetenzzentrums für Energieforschung-Strombereitstellung» (SCCER-SoE), der heute präsentiert wurde. «Wir müssen in Zukunft 30 bis 50 Prozent mehr Strom produzieren als heute», sagt ETH-Forscher Domenico Giardini.

---

### Wer ist das Kompetenzzentrum Energieforschung?

▼ Infos einblenden

Bei der ersten Energiestrategie des Bundes 2013 war das Ziel, den Strombedarf ohne Kernkraft durch zusätzliche erneuerbare Energie, sprich: vor allem durch Fotovoltaik zu decken. Heute verfolgt die Schweiz nicht nur dieses Ziel, sie will auch bis 2050 unter dem Strich null Treibhausgase produzieren. «Es wird viel komplizierter», sagt Giardini. Der Energiebericht zeigt detailliert auf, wie eine klimaneutrale Stromversorgung der Zukunft in der Schweiz aussehen könnte. Dabei geht es nicht nur um Strom, sondern auch um Wärme. Wir haben dazu zehn wichtige Fragen gestellt.

---

## 1

### Was macht die künftige Stromversorgung so kompliziert?



In einer klimaneutralen Schweiz wird der Verkehr elektrifiziert und die Wärmeproduktion in den Gebäuden wird anstelle von Öl- und Gasheizungen zu

Dreiviertel von Wärmepumpen stammen, die durch Strom betrieben werden. Mehr als die Hälfte des künftigen Strombedarfs muss für den Verkehr und das Heizen zur Verfügung gestellt werden. Einen grossen Teil des zusätzlichen Stroms kann man potenziell durch Sonnenenergie decken.

Das Problem ist jedoch: Diese steht insbesondere im Sommer auch dann zur Verfügung, wenn in der Schweiz die Stromnachfrage bedeutend kleiner als das Angebot ist. Im Winter wiederum steht nicht so viel Sonnenenergie zur Verfügung. Der überschüssige Fotovoltaik-Sommerstrom muss gespeichert werden. Die Energieversorgung braucht deshalb viel mehr Speicherkapazität. Pumpspeicherkraftwerke können helfen, indem mit Solarstrom Wasser in den Stausee gepumpt wird, das dann im Winter für die Stromproduktion verwendet wird. Batterien sind dazu da, kurzfristig eine stabile Stromversorgung zu garantieren.

---

## 2

### **Wie viel Fotovoltaik brauchen wir und wie schnell sollte sie zur Verfügung stehen?**

Die Fotovoltaik-Kapazität muss gemäss dem neuen Energiebericht alle zehn Jahre verdoppelt werden. 2050 fliesst zehn Mal mehr Strom von PV-Anlagen als heute. Die Wissenschaftler rechnen anhand von Energiemodellen, dass die Fotovoltaik 20 bis 30 Terawattstunden Strom pro Jahr liefern wird. «Der gesamte Strombedarf wird etwa von heute 60 bis 70 auf 80 bis 90 Terawattstunden 2050 steigen», sagt Gianfranco Guidati von der ETH Zürich. Der Bund schätzt, dass Fotovoltaikanlagen auf Dächern und an den Fassaden insgesamt ein Potenzial von 67 Terawattstunden Strom pro Jahr haben. Es gibt aber auch Studien, die etwa von der Hälfte oder weniger ausgehen. Helfen könnten auch effizientere Solaranlagen in den Alpen, die theoretisch das Defizit an Solarstrom im Mittelland im Winter zur Hälfte kompensieren könnten. Es bräuchte aber dazu eine beträchtliche Fläche.

---

## 3

### **Gibt es noch andere Energiequellen für den zusätzlichen Strombedarf?**

Je grösser das Portfolio an neuen erneuerbaren Energiequellen, desto besser. Vor allem während der Winterzeit wären Windenergie und Strom aus der Tiefengeothermie vorteilhaft, aber auch die Stromproduktion aus Biomasse wie Holz. Der Bund sieht in der Windenergie ein Potenzial von 4 Terawattstunden. Bis dato sind aber wegen Einsparungen nur wenige Anlagen gebaut worden. Je mehr Energie aus verschiedenen Quellen zur Verfügung steht, desto weniger Strom muss importiert oder durch Gaskraft produziert werden. Die Wissenschaftler rechnen, dass der Anteil an neuen erneuerbaren Energiequellen am gesamten Stromangebot 2050 etwa 45 Prozent beträgt. Der

Löwenanteil stammt dabei von der Fotovoltaik.

---

4

### **Wie viel Speicherkapazität muss aufgebaut werden?**

Bei einer installierten Leistung von 25 Gigawatt Fotovoltaik braucht es 50 bis 60 Gigawattstunden Batteriekapazität, um die kurzfristige Stabilität der Stromversorgung auf der Verteilnetzebene zu garantieren. Zum Vergleich: Die derzeit grösste Batterie in der Schweiz hat eine Kapazität von 18 Megawattstunden. Das ist 2700 Mal weniger als erforderlich. Um überschüssige Solarenergie im Sommer in den Winter zu retten, braucht es eine Vergrößerung der Speicherkapazität der Wasserkraftwerke in den Alpen. Helfen können Wärmespeicher und Wasserstoffspeicher.

---

5

### **Welche Rolle wird die Wasserkraft spielen?**



Mit dem Rückgang des Triftgletschers hat sich ein See gebildet. Dieser soll für die Stromgewinnung genutzt werden. Doch es gibt Widerstand aus der Bevölkerung.

Foto: BOM

Die Wasserkraft ist das Rückgrat der Stromversorgung mit einem aktuellen Anteil von durchschnittlich rund 60 Prozent (36 Terawattstunden pro Jahr). Mit dem Ausstieg aus der Kernkraft und dem zusätzlichen Strombedarf fehlt vor allem im Winter ein genügend grosses inländisches Stromangebot. Die Wissenschaftler gehen davon aus, dass sich das Angebot an Wasserkraft nicht erhöhen wird «aufgrund der hohen Anforderungen an den Umweltschutz und der gesellschaftlichen Akzeptanz». Neue Bestimmungen für den Wasser-

schutz könnten sogar dazu führen, dass das Angebot kleiner wird.

Für den Winterstrom wäre jedoch gemäss Energiebericht hilfreich, wenn bei verschiedenen bestehenden Stauseen die Dämme erhöht würden. Sie empfehlen auch eine frühzeitige Prüfung von Neuerschliessungen für Stauseen, wo durch die Eisabschmelzung Gletscherseen zurückbleiben. Im besten Fall könnte so knapp 30 Prozent des aktuellen winterlichen Importstroms ersetzt werden. Die Elektrizitätskommission Elcom fordert einen Zubau von 2 Terawattstunden durch den Ausbau der Wasserspeicher. «Unsere Szenarien zeigen, dass 2050 eher realistisch ist», sagt Robert Boes von der ETH Zürich. Der Fokus soll gemäss den Autoren auf den Ausbau, die Erneuerung und die Erhöhung bestehender Wasserkraftanlagen gesetzt werden. «Mit der Planung muss dabei unmittelbar begonnen werden», sagt Boes.



**Welchen Anteil hat an der Stromversorgung die Tiefengeothermie?**





Der Bund rechnete bisher, dass das Strompotenzial der Tiefengeothermie 2050 etwa 4,4 Terawattstunden pro Jahr beträgt – und als Bandenergie im Winter dienlich sein könnte, um den Stromimport zu verringern. Dafür wird in der Schweiz entsprechend viel Forschungsgeld investiert. Es gibt ein Labor in der Grimsel und ein Versuchsstollen im Bedrettal, wo untersucht wird, wie aus Tiefen bis zu 5 Kilometer Wärme für die Stromproduktion gewonnen werden kann – ohne Erdbeben zu verursachen. Diese Nebenwirkung hat bisher die Akzeptanz in der Bevölkerung für diese Technologie geschmälert.

Ein geplantes Projekt im Jura ist seit Jahren blockiert. Es ist offen, wie viel Strom bis 2050 diese Technologie produzieren wird. Inzwischen legen Wissenschaftler und Unternehmen den Fokus der Geothermie mehr auf die Wärmeproduktion. «Geothermie kann direkt zur Versorgung von Wärmenetzen oder industriellen Prozessen genutzt werden», sagt ETH-Forscher Domenico Giardini. Dabei helfe sie, Strom und CO<sub>2</sub> zu sparen, weil die Wärme dann nicht mit Wärmepumpen oder fossil betriebenen Heizanlagen erzeugt werden muss.

---

## 7

### **Wie gross ist das Potenzial, Energie zu sparen?**

Ideal wäre, der ansteigende Strombedarf könnte durch energieeffizientere Geräte und durch Stromeinsparungen kompensiert werden. Das ist jedoch – auch durch das Wachstum der Bevölkerung – nicht realistisch. Dennoch ist es bedeutsam, dass zum Beispiel die Gebäude so schnell wie möglich erneuert werden, um den Energiebedarf zu senken. Ein Beispiel gibt der neue Energiebericht: Durch die Erneuerung der Wohngebäude kann bis zu 25 Terawattstunden Energie zum Heizen gespart werden. Damit wird der Stromverbrauch für Wärmepumpen massiv reduziert. Die Autoren schreiben dazu im Bericht: «Die bisher dafür zur Verfügung gestellten Subventionen decken etwa 5 bis 7 Prozent der Investitionen, die es braucht, um das Sparpotenzial auszuschöpfen.»

---

## 8

### **Welche Rolle spielt Wasserstoff?**

Die Produktion von Wasserstoff wird eine wichtige Rolle spielen, weil er mit überschüssigem Solarstrom durch Elektrolyse hergestellt werden kann. Wasserstoff kann wiederum in synthetische Brenn- oder Treibstoffe für Lastwagen oder Blockheizkraftwerke verwandelt werden. Auf diese Weise kann Strom langfristig chemisch gespeichert werden und im Winter ebenfalls helfen, Strom und Wärme zu produzieren. Die Produktion von Wasserstoff verschlingt aber auch eine grosse Menge an Strom. Die Wissenschaftler sehen erst in den 2040er-Jahren den Durchbruch dieser Technologie.

---

## 9

### **Kann die Schweiz durch die künftige Stromversorgung die Emissionen auf null senken?**

Durch die Elektrifizierung können nicht alle Treibhausgasemissionen verhindert werden. Die Wissenschaftler rechnen damit, dass 2050 mindestens jährlich 10 bis 20 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> im Untergrund gespeichert werden müssen – inklusive Emissionen aus der Landwirtschaft. Die Emissionen stammen unter anderem von 6 Zementwerken und 30 Kehrlichtverbrennungsanlagen. Falls zudem Gas-Blockheizkraftwerke oder gar Gaskombikraftwerke gebaut werden müssen, fallen weitere CO<sub>2</sub>-Emissionen an. Der neue Energiebericht zeigt auf, dass das erhoffte Speicherpotenzial dafür in der Schweiz zu optimistisch war. «Es ist nicht möglich, dass diese Menge in der Schweiz gespeichert werden kann, deshalb ist es dringend, dass die Schweiz neben der Erkundung des hiesigen Untergrunds eine Strategie entwickelt, wie und wo das CO<sub>2</sub> im Ausland gelagert wird. Dazu sind internationale Vereinbarungen notwendig», sagt Domenico Giardini.

---

## 10

### **Wie viel kostet der Umbau?**

Das ist grundsätzlich schwierig abzuschätzen, weil sich die technische und gesellschaftliche Entwicklung stetig verändert und das unter anderem auf die Kosten Auswirkungen hat. Dennoch macht der Energiebericht Abschätzungen: Im günstigsten Fall kostet der Umbau zu einer klimaneutralen Energieversorgung zusätzlich zu den ohnehin anfallenden Investitionen etwa 97 Milliarden Franken.





Publiziert: 01.09.2021, 13:09

Fehler gefunden? [Jetzt melden.](#)

---

## THEMEN

[Energie](#)   [Energiestrategie 2050](#)   [Energiewende](#)

## 89 Kommentare

Ihr Name

Speichern

Sortieren nach: **Neueste** ▼

### N Schmid

vor 15 Stunden

Pro Jahr gibt die Schweiz übrigens bis zu 30 Mrd Franken für Energie aus.

Bis 2050 sind das bis 900 Mrd Franken.

Angesichts der Tatsache, dass die ausländischen Ölscheiche, Uran- und Gasoligarchen ohnehin nicht ewig liefern können. wäre es äusserst begrüßenswert. wenn zukünftig ein grösserer Teil

[Mehr Kommentare anzeigen](#) ▼

---

## MEHR ZUM THEMA



Abo [«Energieperspektiven 2050+»](#)

### Schweiz ohne fossile Energie ist machbar

Unser Land kann die Energieversorgung klimaneutral umbauen – aber es braucht dazu Technologien, die bisher noch nicht ausgereift sind.



Abo [Energiewende in der Schweiz](#)

### «Wir kommen nicht um den Wasserstoff herum»

Der Energieexperte Christian Bach ist überzeugt, dass die Schweiz ohne den Energieträger Wasserstoff keine CO<sub>2</sub>-freie Energieversorgung aufbauen kann.

Aktualisiert



[Startseite](#)

[E-Paper](#)

[Kontakt](#)

[AGB](#)

[Datenschutz](#)

[Impressum](#)

[Abo abschliessen](#)