

Atomenergie in der Schweiz

Wie die zukünftige Energieversorgung der Schweiz gesichert werden soll, wird zurzeit intensiv diskutiert. Ein besonders umstrittener Punkt in dieser Debatte ist, ob die Schweiz bestehende Atomkraftwerke (AKW) ersetzen sollte oder künftig auf Atomenergie verzichten kann.

Dieser Text fasst die aktuelle Situation zusammen und vergleicht die Vor- und Nachteile von Kernenergie mit denen von alternativen Formen der Stromproduktion.

Aktuelle Situation

Momentan produzieren in der Schweiz fünf Atomkraftwerke Strom (Beznau I, Beznau II, Mühleberg, Gösgen und Leibstadt). Zusammen decken diese Werke heute ca. 40% des Schweizer Stromverbrauchs ab. Weitere 10% des Strombedarfs importiert die Schweiz von Frankreich.

Weil zwischen 2020 und 2043 alle Schweizer Atomkraftwerke altersbedingt abgeschaltet werden müssen und 2020 zudem auch die Strombezugsverträge mit Frankreich auslaufen, stellt sich die Frage wie die Schweiz diese Lücke in der zukünftigen Stromversorgung füllen soll bzw. kann.

Sicherung der künftigen Stromversorgung

Um sicherzustellen, dass wir in der Schweiz auch in Zukunft genügend Strom haben werden, können wir entweder weniger Strom verbrauchen oder die Versorgungslücke durch die Bereitstellung von mehr Strom verhindern.

Weniger Strom verbrauchen

Gemäss einer Studie von Schweizer Umweltverbänden würde ein konsequenter Einsatz von bereits verfügbaren Technologien, den Energieverbrauch

bis 2050 um 40% reduzieren. Damit könnte also ab diesem Zeitpunkt auf Atomenergie verzichtet werden.

Allerdings ist es gemäss Prognosen anhand verschiedener Szenarien des Bundesamts für Energie (BFE) nicht realistisch, dass bereits bis 2020 soviel Energie eingespart werden kann, wie die heutigen Atomkraftwerke produzieren. Diese Meinung vertreten auch Stromkonzerne wie die Axpo und diverse Umweltverbände.

Ausführlichere Informationen zum Potenzial des Energiesparens und dessen Kosten finden sich in unserem Text zu den Energiesparpotenzialen der Schweiz.

Mehr Strom bereitstellen

Da die Reduktion des Stromverbrauchs vorerst nicht ausreicht um die zukünftige Versorgungslücke zu füllen, muss auch mehr Strom bereitgestellt werden. Dies ist grundsätzlich über drei Wege möglich:

- **Effizientere Energieproduktion** (z.B. Nutzung von Abwärme)
- **Import von Energie**
- **Erstellung von neuen Kraftwerken** in der Schweiz.

Wie gross das Potenzial von effizienterer Produktion in der Schweiz ist, ist teilweise umstritten. Ebenso unsicher ist gemäss Axpo, ob die Schweiz neue Strombezugsverträge mit Frankreich (bzw. auch anderen Ländern) aushandeln kann. Allerdings gehen die Gegner der Atomenergie davon aus, dass Windenergie aus dem Norden importiert werden könnte (mehr zu diesen Punkten in unserem Text zur zukünftigen Stromversorgung der Schweiz).

Der dritte mögliche Punkt beinhaltet den Bau von neuen Kraftwerken, wobei die ausfallenden Kernkraftwerke sowohl

Zusammenfassung

Heute erzeugen fünf Schweizer Atomkraftwerke 40% des schweizerischen Stroms. Diese Kraftwerke müssen zwischen 2020 und 2043 altersbedingt abgeschaltet werden.

Der dadurch entstehende Produktionsausfall kann realistischerweise nicht vollständig durch einen geringeren Stromverbrauch aufgefangen werden. Der Schweiz droht deshalb eine Stromversorgungslücke, wenn die Produktionskapazität nicht ausgebaut wird.

Neben anderen Varianten besteht auch die Möglichkeit neue Atomkraftwerke zu bauen, um damit die drohende Versorgungslücke vollständig oder teilweise zu schliessen.

Im Vergleich zu alternativen Energiequellen hat Atomenergie insbesondere folgende Vorteile:

- tiefe Produktionskosten (ohne Berücksichtigung externer Kosten)
- hohe Versorgungssicherheit
- kaum direkte Umweltschäden.

Gleichzeitig können jedoch bei der Nutzung der Atomenergie und der Lagerung der radioaktiven Abfälle - wenn auch nur mit einer kleinen Wahrscheinlichkeit - enorme Schäden entstehen, die je nach Ausmass nicht vollständig gedeckt wären.

durch neue Atomkraftwerke als auch durch alternative z.B. erneuerbare Energiequellen ersetzt werden können.

Befürworter von Atomenergie glauben aber, dass das Potenzial von Stromsparen und alternativen Energien auch zusammen noch zu klein wäre, um die anstehende Stromlücke zu schliessen. Ihrer Meinung nach braucht die Schweiz deshalb neue Atomkraftwerke. Umweltverbände hingegen schätzen das Potenzial erneuerbarer Energieformen als so gross ein, dass zusammen mit einer konsequenten Umsetzung von Strom-

sparmassnahmen auf neue Atomkraftwerke verzichtet werden könnte.

Vor- und Nachteile der Atomenergie

Um zu entscheiden, ob die Schweiz neue Atomkraftwerke braucht, sollte man sich unabhängig vom Potenzial erneuerbarer Energien ein Bild über die Vor- und Nachteile der Atomenergie verschaffen.

Im Folgenden werden dazu die Kosten, die Umweltbelastung und die Versorgungssicherheit der verschiedenen Formen der Stromproduktion betrachtet. Dabei werden jeweils die Vor- und Nachteile über den ganzen Lebenszyklus der Energieerzeugung berücksichtigt.

Direkte Kosten

Unterschiede in den Produktionskosten zwischen Atomenergie und alternativen Energiequellen ergeben sich vor allem beim Bau des Kraftwerks, bei den benötigten Rohstoffen für die Energieproduktion, bei der Entsorgung allfälliger Abfälle und bei Versicherungsprämien.

Bau der Kraftwerke: Der Bau eines Atomkraftwerks kostet rund CHF 7-10 Mrd. Damit sind die Investitionskosten im Vergleich zu anderen Kraftwerkstypen hoch. Entsprechend ist vergleichsweise viel Geld über eine lange Zeit gebunden und die Zinslast hoch.

Ressourcen: Heute ist Uran noch relativ günstig. Die Gegner von Atomenergie machen aber geltend, dass der Preis für Uran langfristig mit zunehmender Knappheit stark ansteigen wird. Dies würde auch die Kosten für Atomstrom erhöhen. AKW-Befürworter hingegen wenden ein, dass Uran heute nur ca. 5% der Produktionskosten von Atomstrom ausmacht. Entsprechend würde eine Verdoppelung des heutigen Uranpreis nur zu einem 5% höheren Strompreis führen. Trotzdem sind in Bezug auf den Rohstoff erneuerbare Energiequellen, deren Produktion per Definition nicht von begrenzten Ressourcen abhängen, natürlich klar im Vorteil. Allerdings benötigt man zum Bau von Kraftwerken für erneuerbare

Energien teilweise dennoch endliche Ressourcen.

Entsorgung: Für die Entsorgung der Abfälle der Atomstromgewinnung wird pro Kilowattstunde (kWh) 1 Rp. verrechnet. Bei erneuerbaren Energien und anderen konventionellen Energieträgern (z.B. Gas) fallen keine oder tiefere Kosten an.

Versicherung: Die Betreiber der Kernkraftwerke müssen heute gemäss Gesetz eine Haftpflichtversicherung abschliessen, die bei einem Unfall Schäden in der Höhe von bis zu CHF 1 Mrd. deckt (evtl. muss die Deckung nun auf CHF 2,25 Mrd. erhöht werden). Die entsprechende Versicherungsprämie ist ebenfalls Teil der Produktionskosten von Atomenergie und entfällt bei anderen Formen der Stromproduktion.

Zählt man die Kosten über den gesamten Lebenszyklus, d.h. vom Abbau von Uran bis hin zur Entsorgung zusammen, gehört Atomenergie zurzeit je nach Berechnungen zu den günstigsten Arten der Stromproduktion. Wie teuer Atomstrom genau ist, hängt dabei stark von den Berechnungsannahmen ab. Die Axpo geht von Produktionskosten von 4-5,5 Rp. pro Kilowattstunde (kWh) aus. Greenpeace verweist allerdings auf wissenschaftliche Studien von ausländischen Universitäten, die von Produktionskosten bis zu 12 Rp. pro kWh ausgehen. Im Vergleich dazu sind die Kosten pro kWh aus Wasserkraft je nach Kraftwerkstyp 2-90 Rp., bei Windkraftwerken 7,5-33 Rp., bei Solarstrom (Photovoltaik) 55-151 Rp. und bei Geothermik 9,5-25 Rp.

Bei diesem Preisvergleich ist allerdings zu beachten, dass hier nur Kosten berücksichtigt sind, die der Stromproduzent auch tatsächlich bezahlen muss. Alle Kosten aus externen Effekten (s. nächstes Kapitel) sind nicht mitberücksichtigt. Insbesondere die Umweltverbände gehen davon, dass die Produktionskosten von erneuerbaren Energien dank technologischen Fortschritten und grösseren Anlagen künftig gesenkt werden können.

Einfach erklärt

Schritte bis zu einem neuen AKW

Als erster Schritt für den Bau eines neuen AKW muss ein Rahmenbewilligungsgesuch eingereicht werden. Diesen Behandlung dauert etwa 4 Jahre. Danach entscheiden Parlament und Bundesrat darüber, ob sie das Gesuch bewilligen wollen. Gegen diesen Beschluss kann und wird voraussichtlich das Referendum ergriffen werden. Anschliessend muss ein Gesuch für eine Baubewilligung eingereicht werden. Dies ist mit technischen Abklärungen und Einsprachemöglichkeiten verbunden, was etwa 4 Jahre dauert. Der Bau des AKWs dauert dann nochmals etwa 5 Jahre. Die Gesamtdauer beträgt somit ca. 13 Jahre.

Entsorgung radioaktiver Abfälle

Das Kernenergiegesetz verankerte das Verursacherprinzip, wonach die AKW für Kosten der Entsorgung in geologischen Tiefenlagern aufkommen müssen. Die zu entsorgende Gesamtmenge beträgt rund 100'000 m³. Die NAGRA ist momentan damit beauftragt geeignete Tiefenlager in der Schweiz zu finden. Folgende Gebiete kommen gemäss der NAGRA in Betracht: Jura-Südfuss, Zürcher Weinland, Bözberg, Nördlich Lägeren und Wellenberg. Dieser Prozess dauert bis 2016 an. Die früheste Inbetriebnahme dieser Lager ist für mittelaktive Abfälle auf 2030 und für hochaktive Abfälle auf 2040 geplant.

Umweltbelastung und -gefahren

Durch die Stromproduktion wird die Umwelt Gefahren und unmittelbaren Belastungen ausgesetzt. Dadurch entstehen sogenannte externe Kosten, die im Folgenden einzeln diskutiert werden.

CO₂-Ausstoss: Eine wichtige unmittelbare Umweltbelastung im Zusammenhang mit der Stromproduktion ist vor allem der Ausstoss von CO₂. Gemäss Berechnungen des Paul Scherrer Instituts verursacht Atomstrom über den gesamten Lebenszyklus pro kWh Atomstrom ca. 8-11 Gramm CO₂ (insb. beim Anreicherungsprozess). Andere Berechnungen weisen jedoch grosse Unterschiede aus, so geht Greenpeace von 90-140 Gramm CO₂

pro kWh aus. Ähnlich unterschiedlich sind auch die Schätzungen über den CO₂-Ausstoss anderer Formen von Stromproduktion. Die Untersuchungen zeigen aber, dass sich CO₂-Emissionen von Wind- und Wasserkraft ungefähr in der Grössenordnung derer von Atomenergie bewegen. Bei der Nutzung von Solarenergie entsteht im gesamten Lebenszyklus je nach Technologie bis drei- oder viermal mehr CO₂. Sowohl Atomenergie als auch erneuerbare Energien produzieren allerdings im Vergleich zu fossilen Energieträgern wie Erdöl rund 80mal weniger CO₂ (im Vergleich zu Erdgas rund 60mal weniger), wobei es auch hier teilweise grössere Unterschiede zwischen verschiedenen Studien gibt.

Produktionsrisiken: Bei der Produktion von Atomenergie könnten radioaktive Stoffe austreten oder es könnte sogar zu einer Kernschmelze mit sehr weitreichenden und einschneidenden Folgen kommen. Der Schaden, der bei einem solchen „Super-Gau“ entstehen könnte, kann extrem gross sein und ist kaum zu beziffern. Wie bereits erwähnt, müssen sich die Kraftwerksbetreiber per Gesetz nur für Schäden bis zu CHF 1 Mrd. versichern (evtl. bald CHF 2,25 Mrd.). Weil die Schäden bei einem grossen Unfall weit höher sein könnten, stellen die nicht gedeckten Schäden ebenfalls externe Kosten dar. Die AKW-Befürworter betonen jedoch, dass durch die hohen Sicherheitsstandards und die neusten Atomkraftwerkstypen das Risiko für Unfälle minimal sei. Andere Formen der Stromproduktion (z.B. Gaskraftwerke) bergen zwar ebenfalls gewisse Risiken, doch sind diese sehr viel kleiner und weitgehend durch Versicherungen gedeckt.

Entsorgungsrisiken: Bei der Produktion von Atomenergie entstehen radioaktive Abfälle. Weil diese bis zu 100'000 Jahren strahlen, könnten auch durch die Abfälle Schäden entstehen, die

ebenfalls nicht vollständig gedeckt wären. Die AKW-Befürworter sind aber überzeugt, dass das Entsorgungsproblem anhand von technischen Innovationen sicher gelöst werden könne. So müsse der Grossteil des radioaktiven Abfalls von Kraftwerken der 4. Generation bereits heute nur noch 300-400 Jahre lang gelagert werden anstatt bis zu 100 000 Jahren. Ein Teil der Abfälle wird aber auch weiterhin bis 100'000 Jahre gelagert werden müssen und die Überprüfung von geeigneten Standorten dauert noch an.

Landschaft: Kraftwerke können das Landschaftsbild stören und die Natur beeinträchtigen. Dabei hat Atomenergie insbesondere gegenüber Wasser- und Windkraftwerken einen klaren Vorteil. Standorte für Atomkraftwerke können flexibler ausgewählt und damit Beeinträchtigung der Natur und des Landschaftsbildes minimiert werden.

Versorgungssicherheit und Abhängigkeit

Der öffentliche Verkehr, die Industrie oder auch die Spitäler sind besonders stark auf eine konstante und sichere Stromversorgung angewiesen. Um die Atomenergie diesbezüglich mit anderen Formen der Stromproduktion zu vergleichen, muss man zwischen kurzfristiger und langfristiger Versorgungssicherheit unterscheiden.

Da die Brennstäbe für die Atomkraftwerke bis zu 2 Jahre lang gelagert werden können, weist Atomenergie in diesem kurzfristigen Zeitfenster eine sehr hohe Versorgungssicherheit auf. Im Gegensatz zu Sonnen-, Wasser- oder Windenergie ist Atomenergie z.B. nicht von schwankenden Umweltzuständen wie Sonnenlicht oder Niederschlägen abhängig. Auch Lieferausfälle (z.B. wegen politischen Unruhen im Herkunftsland) können so im Gegensatz zu beispielsweise Erdgas länger überbrückt werden.

Längerfristig ist die Schweiz aber auch bei der Nutzung der Atomenergie auf Uranlieferungen aus dem Ausland angewiesen.

Fazit und Ausblick

Die Schweiz muss das Problem einer zukünftigen Stromlücke lösen. Die Frage, ob man neue Atomkraftwerke befürworten sollte oder nicht, hängt einerseits davon ab, wie man das Potenzial von alternativen Energien und Verbrauchersparungen einschätzt. Andererseits aber auch wie man die Vorteile der verschiedenen Formen von Stromproduktion gewichtet. Wer bereit ist die entsprechenden Risiken bzw. externen Kosten in Kauf zu nehmen um von tiefen monetären Strompreisen bei gleichzeitig tiefem CO₂-Ausstoss zu profitieren, sollte sich für Atomenergie aussprechen. Wer nicht bereit ist die Risiken bzw. externen Kosten der Atomenergie zu tragen, der kann sich entweder für teurere aber gleichzeitig CO₂-arme erneuerbare Energien oder für günstigere konventionelle Energieträger wie z.B. Gas mit hohem CO₂-Ausstoss entscheiden.

Da bereits drei Gesuche für den Bau von neuen Atomkraftwerken eingereicht wurden und gegen die Bewilligung für neue AKW ziemlich sicher das fakultative Referendum ergriffen würde (s. Kasten), wird das Volk voraussichtlich im Jahr 2012 über die Baubewilligung entscheiden. Aufgrund der verschiedenen Schritte bis zu einem neuen Atomkraftwerk (s. Kasten) könnte ein neues Kraftwerk voraussichtlich frühestens 2023 Strom liefern.

Zur Überbrückung der bis dahin bereits ausgefallenen AKW bzw. der französischen Strombezugsverträge plant der Bundesrat den Bau von Gaskombikraftwerken.

Literaturverzeichnis:

- Axpo (2005). *Stromperspektiven 2020*. Gefunden am 1. Februar 2009 unter www.axpo.ch/internet/axpo/de/medien/perspektiven/unterlagen.html
- Bundesamt für Energie [BFE] (2009). *Kernenergie*. Gefunden am 1. Februar 2009 unter www.bfe.admin.ch/themen/00511/index.html?lang=de
- Bundesamt für Energie [BFE] (2009). *Energieperspektiven 2035*. Gefunden am 1. Februar 2009 unter www.bfe.admin.ch/themen/00526/00538/index.html?lang=de&dossier_id=01100
- Bundesamt für Energie [BFE] (2008). *Radioaktive Abfälle*. Gefunden am 1. Februar 2009 unter www.bfe.admin.ch/radioaktiveabfaelle/index.html?lang=de
- Bundesamt für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation [UVEK] (2008). *Kernenergie*. Gefunden am 1. Februar 2009 unter www.uvek.admin.ch/themen/energie/00672/01529/index.html?lang=de
- Ellispon AG (2006). *Energieperspektive 2050 der Umweltorganisationen. Studie im Auftrag von Greenpeace Schweiz, Schweizerische Energienstiftung, Verkehrsclub der Schweiz und WWF Schweiz*. Gefunden am 1. Februar 2009 unter www.greenpeace.ch/fileadmin/user_upload/Downloads/de/Energie/2006_Stu_EnergiepersLang.pdf
- NAGRA (2008). *Kosten*. Gefunden am 1. Februar 2009 unter www.nagra.ch/g3.cms/s_page/81190/s_name/kosten
- Neue Zürcher Zeitung [NZZ] (2008). *Der lange Weg zum Kraftwerk*. Gefunden am 1. Februar 2009 unter www.nzz.ch/nachrichten/schweiz/startschuss_fuer_zwei_neue_akw_1.1329926.html
- Neue Zürcher Zeitung [NZZ] (2008). *Weitere Gesuche für neue Atomkraftwerke*. Gefunden am 1. Februar 2009 unter www.nzz.ch/nachrichten/schweiz/gesuche_atomkraftwerke_1.1353091.html
- Filippini Massimo (2007). *Sind Atomkraftwerke ökonomisch interessant?* Gefunden am 1. Februar 2009 unter www.cepe.ethz.ch/news/NZZ_Filippini-26-05-07.pdf
- Greenpeace (2008). *Die risikogerechte Haftpflicht wäre der beste Markttest*. Gefunden am 1. Februar 2009 unter www.greenpeace.ch/de/themen/atom/atompolitik/die-risikogerechte-haftpflicht-waere-der-beste-markttest
- Greenpeace (2008). *The economics of nuclear power*. Gefunden am 5. Februar 2009 unter www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/the-economics-of-nuclear-power.pdf
- Schweizerische Energienstiftung [SES] (2008). *Neue AKW*. Gefunden am 1. Februar 2009 unter www.energiestiftung.ch/energiethemen/energiepolitik/schweizerstrompolitik/neueakw
- Schweizerische Energienstiftung [SES] (2008). *Atomenergie*. Gefunden am 1. Februar 2009 unter www.energiestiftung.ch/energiethemen/atomenergie
- Schweizer Radio DRS [DRS] (2008). *Droht schon bald eine Stromlücke?* Gefunden am 1. Februar 2009 unter www.drs.ch/www/de/drs/sendungen/rendez-vous/braucht-die-schweiz-ein-neues-akw/79321.87263.droht-schon-bald-eine-stromluecke.html
- Swissnuclear (2008). *Treibhauseffekt und Klimawandel: Wie die CO2-freie Kernenergie zum Klimaschutz beiträgt*. Gefunden am 1. Februar 2009 unter www.kernenergie.ch/de/treibhauseffekt.html
- Tagesanzeiger (2007). *Stromverbrauch steigt*. Gefunden am 1. Februar 2009 unter <http://sc.tagesanzeiger.ch/dyn/news/schweiz/740465.html>
- Trinationaler Atomschutzverband [TRAS] (2007). *Hier irrt die Atomlobby!* Gefunden am 1. Februar 2009 unter www.rechsteiner-basel.ch/uploads/media/Hier_irrt_die_Atomlobby_0702_02.pdf
- WWF (2008). *Energiepolitik der Schweiz*. Gefunden am 1. Februar 2009 unter www.wwf.ch/de/derwwf/themen/klima/klimapolitik/energiepolitikschweiz/index.cfm