



for a living planet®

Atomkraftwerke in der Schweiz

Positionspapier, Mai 2007



© WWF-Canon / Michel Gunther

1. Ausgangslage

In der Schweiz wird circa 40 Prozent der Stromproduktion und damit rund 9 Prozent des Energieverbrauchs durch Atomkraftwerke (AKW) abgedeckt. Drei AKW's müssen ihren Betrieb altershalber bis

Position des WWF

Der WWF lehnt den Bau von neuen Atomkraftwerken ab, weil:

- Atomenergie und Atom Müll aufgrund der Radioaktivität sehr grosse potenzielle Gefahren für Mensch und Natur mit sich bringen,
- Atomenergie weltweit keinen wesentlichen Beitrag zur Reduktion der CO₂-Emissionen liefert und damit das Problem der Klimaerwärmung nicht löst,
- menschliches Fehlverhalten immer wieder zu bedrohlichen Zwischenfällen und schwerwiegenden Nuklearunfällen führte,
- eine sichere Endlagerung der radioaktiven Abfälle über Tausende von Jahren in keiner Weise gegeben ist,
- mit einem weltweit verstärkten Bau neuer AKW's - insbesondere in politisch instabilen Ländern - der Proliferation Vorschub geleistet wird,
- AKW's aufgrund der unversicherten Haftpflicht der Betreiber volkswirtschaftlich unverantwortlich,
- und bei einer vollständigen Kostenberechnung unwirtschaftlich sind,
- die Uranreserven begrenzt sind und Atomenergie daher keine langfristige Energieversorgung erlaubt,
- AKW's den Vorstellungen einer sicheren und umweltverträglichen Energieversorgung diametral widersprechen und
- es mit einer Steigerung der Energieeffizienz und vermehrter Nutzung erneuerbarer Energien bessere Lösungen zur sicheren und umweltverträglichen Energieversorgung gibt.

Der WWF setzt für eine nachhaltige Energieversorgung auf Effizienz und erneuerbare Energien.

ungefähr 2020 einstellen. Der aktuell steigende Stromverbrauch und das Auslaufen der Stromimportverträge mit Frankreich in den nächsten Jahrzehnten führen zu der Frage, wie die Stromversorgungssicherheit in der Schweiz in Zukunft gewährleistet werden kann. Dabei wird auch der Bau neuer AKW's - als angeblich CO₂-freie und damit klimaverträgliche Option - in die Diskussion gebracht. AKW's bergen jedoch sehr hohe Risiken für Mensch und Natur, da in allen Produktionsphasen von Atomstrom mit radioaktiven Stoffen gearbeitet wird. Insbesondere ist die sichere Endlagerung von radioaktiven Abfällen, die für Jahrtausende gewährleistet sein muss, in keiner Weise geklärt. Dieses Dokument enthält relevante Informationen zum Thema und die Position des WWF zum Bau neuer AKW's.

2. Wie funktioniert ein Atomkraftwerk?

Atomkraftwerke nutzen zur Stromerzeugung die bei der Kernspaltung frei werdende Wärme:

Kernspaltung: Im Kernreaktor werden in Brennstäben Atome des Uran-Isotops Uran-235 mit Neutronen beschossen. Die Uranatomkerne werden gespalten und bei diesem Prozess wird Wärme freigesetzt.



970-MW Kernkraftwerk, Gösgen, CH

Stromerzeugung: Die freigesetzte Wärme wird bei den in der Schweiz eingesetzten Siede- und Druckwasserreaktoren unmittelbar an einen Wasserkreislauf abgegeben. In **Siedewasserreaktoren** verdampft das Wasser direkt im Reaktor. Der Wasserdampf treibt im Maschinenhaus Turbinen an, die

mit Generatoren zur elektrischen Stromerzeugung gekoppelt sind. Da der Wasserdampf nicht frei von radioaktiven Verunreinigungen ist, muss sowohl das Reaktorgebäude als auch das Maschinenhaus in eine Sicherheitsabschirmung einbezogen werden. Bei **Druckwasserreaktoren** gibt das erhitzte Wasser seine Wärme an das Wasser eines Sekundärkreislaufs ab. Hierdurch wird erreicht, dass die im Wasser auftretenden radioaktiven Stoffe auf den ersten Wasserkreislauf beschränkt bleiben und nicht in die Turbine bzw. in das Maschinenhaus gelangen.

Abwärme: Nach Durchlaufen der Turbinen wird der Wasserdampf abgekühlt und kondensiert zu Wasser, das dem Wasserkreislauf wieder zugefügt wird. Die Kondensatwärme (Abwärme) wird an die Umgebung abgegeben. Das dabei zur Abkühlung benötigte Kühlwasser wird entweder einem Fluss entnommen oder in einem Kreislauf über einen Kühlturm geführt. (s. Kap. 3.2. Umweltbelastungen).

Die fünf schweizerischen AKW's haben eine Gesamtleistung von 3.2 Gigawatt (GW). Aufgrund ihrer jährlichen Verfügbarkeit von über 90% werden sie zur Deckung des Stromgrundbedarfs eingesetzt (Grundlastbetrieb). Der Stromwirkungsgrad, d.h.

AKW	Inbetriebnahme	Leistung
Beznau I	1969	Leistung: 365 MW _e Druckwasserreaktor Direkte Flusswasserkühlung
Beznau II	1972	Leistung: 365 MW _e Druckwasserreaktor Direkte Flusswasserkühlung
Mühleberg	1972	Leistung: 355 MW _e Siedewasserreaktor Direkte Flusswasserkühlung
Gösgen	1978	Leistung: 970 MW _e Druckwasserreaktor Kühlturmkühlung
Leibstadt	1984	Leistung: 1'145 MW _e Siedewasserreaktor Kühlturmkühlung

Tabelle 1: Atomkraftwerke in der Schweiz (Quelle: BfE)

das Verhältnis der erzeugten elektrischen Energie zur bei der Kernspaltung freigesetzten Wärme be-

trägt rund 33 Prozent, die restliche Abwärme wird grösstenteils an die Umgebung abgegeben und in geringem Umfang zur Wärmeauskopplung in ein Fernwärmesystem (Beznau) oder zur Prozessdampfkopplung (Gösgen) genutzt.

3. Umweltauswirkungen von Atomkraftwerken

3.1 Radioaktivität

In allen Produktionsphasen eines Atomkraftwerks (Bau, Betrieb, Stilllegung und Abbau) und insbesondere im Brennstoffkreislauf wird mit radioaktiven Stoffen gearbeitet. Der Brennstoffkreislauf umfasst dabei alle Arbeitsschritte und Prozesse zur Versorgung eines AKW's (Uranabbau/ -gewinnung/ -anreicherung, Brennelementherstellung, Transporte) sowie zur Entsorgung eines AKW's (Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente, Konditionierung und Endlagerung radioaktiver Abfälle, Transporte). Radioaktive Stoffe senden bei ihrem Zerfall in stabilere Formen ionisierende Strahlung aus. Die Strahlung kann von den menschlichen Sinnesorganen nicht wahrgenommen werden, sondern nur ihre negativen Folgeerscheinungen. Das Spektrum der biologischen Auswirkungen von Strahlenschäden ist weit und hängt von vielen Faktoren ab (Art der Strahlenexposition, absorbierte Strahlenenergie und -dosis, Zeitraum der Bestrahlung, bestrahlte Organe, etc). Es kann zu vorübergehenden Beeinträchtigungen von Zellfunktionen bis hin zu dauerhaften Beschädigungen durch Entstehung von Krebs und Veränderungen der Erbanlagen kommen.¹

Betrieb eines AKW's: Die Radioaktivität, die im Normalbetrieb von einem AKW an die Umgebung abgegeben werden darf, ist in der Betriebsbewilligung begrenzt und muss dauernd überwacht werden. Jedes AKW verfügt über eine Anzahl von Sicherheitsbarrieren- und systemen, mit denen bei einem Störfall das Austreten von radioaktiven Stoffen minimiert werden soll. Wie bei allen technischen Systemen kann es aber eine 100% Sicherheit nicht

¹ Energietechnik, R. Zahoransky, Vieweg-Verlag, 2004

geben. Darüberhinaus ist der Mensch selbst ein unakulierbarer Faktor: menschliches Fehlverhalten ist fast immer Grund für schwere Unfälle (u.a. AKW Three-Mile-Island, Harrisburg, USA 1979; AKW Tschernobyl, Ukraine 1986, Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield, GB 2005).

Endlagerung von radioaktiven Abfällen: Für die in der Schweiz anfallenden radioaktiven Abfälle aus den fünf Atomkraftwerken und aus Medizin, Industrie und Forschung sieht das Bundesamt (BfE) langfristig eine Lagerung in unterirdischen Gesteinsschichten, sogenannten geologischen Tiefenlagern vor. Der WWF weist daraufhin, dass es eine absolute Sicherheit bei der Lagerung von Atommüll letztendlich nicht gibt, und deshalb versucht werden muss, die negativen Auswirkungen und Risiken für die Umwelt und die Menschen - vor allem auch für zukünftige Generationen - auf ein Minimum zu beschränken. Der vom Kernenergiegesetz vorgeschriebene und vom Bundesrat für erbracht gehaltene Entsorgungsnachweis für radioaktive Abfälle in geologischen Tiefenlagern ist aus Sicht des WWF nicht gegeben. Vor allem sind Fragen zur Überwachung, Dokumentation und Rückholbarkeit von radioaktiven Abfällen in keiner Weise geklärt. Hierbei handelt es sich um ungewöhnlich grosse Lagerzeiträume: So beträgt z.B. die Halbwertszeit von Plutonium-239 (hochradioaktiv!) rund 25 000 Jahre. Eine Lagertechnik, die - wie vom BfE geplant² - den Anforderungen an die Langzeitsicherheit von bis zu mehr als 100'000 Jahren entsprechen soll, gibt es bis heute nicht. Neben den technischen Schwierigkeiten zeigt ein Beispiel aus der Geschichte aber auch die hierbei kaum zu lösenden Kommunikationsprobleme: Die 3000 v. Chr. im alten Ägypten zur Kommunikation verwendeten Hieroglyphen konnten schon 400 n. Chr. nicht mehr gelesen werden und wurden nur durch einen zufälligen Fund und intensiven archäologischen Studien im Jahr 1822 wieder entziffert.

Der WWF lehnt ebenso den vom BfE vorgeschlagenen Sachplan zu Geologischen Tiefenlager ab,

² Entsorgungskonzept für radioaktive Abfälle, Schlussbericht der ERKA, Im Auftrag des UVEK, 2000, www.admin.ch/bfe

mit dem schon heute nach einem Standort für Tiefenlager gesucht werden soll. Es fehlen strenge Sicherheitskriterien und klare Ausschlusskriterien, die sicherstellen, dass ungeeignete Standorte aus dem Verfahren herausgenommen werden. Anstatt verfrüht zu entscheiden, sollte mehr in die Forschung zur Entsorgung von radioaktiven Abfällen investiert werden.³

3.2 Sonstige Umweltbelastungen

In der Gesamtbilanz liegen die CO₂-Emissionen von Atomkraftwerken wesentlich tiefer als die CO₂-Emissionen von Kraftwerken mit fossiler Brennstoffnutzung. Bei der Kernspaltung selbst wird kein CO₂ freigesetzt. Jedoch können einzelne Schritte im Brennstoffkreislauf, z.B. die Urananreicherung, energieintensive Prozesse beinhalten, die mit einem hohen CO₂-Ausstoss verbunden sind.

Die Abwärme der AKW's wird über einen Kühlkreislauf einem Fluss oder bei Einsatz von Kühltürmen der Atmosphäre zugeführt. Hierbei kann es zu thermischen Umweltbelastungen kommen. Insbesondere bei Kühltürmen kann die Abwärme das lokale Klima verändern, die Wasserdampfemission und damit Wolkenbildung beeinflussen und zur Emission von Mikroorganismen führen. Diese Probleme sind bei AKW's erheblich, da - aufgrund des schlechten Stromwirkungsgrads von AKW's - rund zwei Drittel der gesamten produzierten Energie als Abwärme abgeführt werden muss.

4. Proliferation

Befürworter der Atomenergie argumentieren häufig mit einer damit verbundenen Eindämmung der weltweiten Klimaerwärmung. Dabei wird aber übersehen, dass die heute in Betrieb stehenden über 400 AKW's lediglich 3 Prozent des weltweiten Energiebedarfs bzw. 16 Prozent der Stromproduktion abdecken. Der WWF weist daraufhin, dass für eine spürbare Reduktion der CO₂-Emissionen die Zahl

³ WWF-Vernehmlassung zum Sachplan Geologische Tiefenlager - Konzeptteil, April 2007

der AKW's vervielfacht und jene der Kohlekraftwerke gleichzeitig reduziert werden müsste. In einem solchen Szenario muss damit gerechnet werden, dass AKW's auch in politisch instabilen Ländern gebaut werden, respektive sich das Risiko erhöht, dass uran- und plutoniumhaltiges Material in falsche Hände gerät und für kriegerische oder machtpolitische Zwecke missbraucht wird. Die Wahrung der Weltsicherheit lässt somit einen solchen Ausbau der Atomkraft nicht zu.

5. Wirtschaftlichkeit von Atomkraftwerken

Auf den ersten Blick scheint der Einsatz von AKW's wirtschaftlich günstig zu sein. Die Stromgestehungskosten bei sehr langer Betriebsdauer der Anlagen liegen für den Produzenten bei 4-6 Rappen pro Kilowattstunde und damit unterhalb von den derzeitigen Stromgestehungskosten von neuen erneuerbaren Energien. Bei genauerem Hinsehen zeigt sich jedoch, dass die Kosten für mögliche Umwelt- und Gesundheitsschäden nur minimal in die Berechnung der Stromgestehungskosten miteinfließen: AKW-Betreiber sind gesetzlich verpflichtet, eine private Haftpflichtversicherung über eine Schadenssumme von 330 Millionen Franken pro Kernanlage abzuschliessen. Der Bund versichert AKW-Betreiber gegen Nuklearschäden bis zu einer Milliarde Franken. Risiken, die private Versicherer ausschliessen, wie z.B. Krieg oder Terroranschläge, können beim Bund mitversichert werden. Im Fall schwerwiegender Unfälle oder gar eines GAU's sind diese Haftungssummen bei weitem nicht ausreichend (geschätzte Schadenssummen von 2000-4000 Mrd. Franken). Dies zeigt sich auch daran, dass - obwohl die Wahrscheinlichkeit von schwerwiegenden Unfällen sehr gering ist - keine private Versicherung bereit ist, AKW-Betreiber für diese Fälle zu versichern. Für Kosten, die die versicherten Schadenssummen übersteigen, kommt der Bund beziehungsweise die (verbleibende) Schweizer Bevölkerung auf. Müssten AKW-Betreiber in vollem Umfang haften, so würden sich theoretisch die Stromgestehungskosten wesentlich erhöhen und sich der Betrieb von AKW's wirtschaftlich nicht mehr rentieren. Praktisch ist der Bau von AKW's nur dank dem unbeschränkt haftenden

Staat überhaupt denkbar. Die Betreiber von AKW's müssen für die Entsorgung von Abfällen und Stilllegung der AKW's entsprechende Fonds speisen. Aufgrund der ungelösten Entsorgungsfrage und den sehr langen Überwachungszeiträumen ist es mehr als fraglich, ob diese Rückstellungen die künftigen Kosten decken werden.

6. Versorgungssicherheit

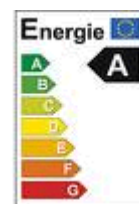
Bei der zur Zeit in der Schweiz diskutierten Frage, wie die Stromversorgungssicherheit nach 2020 gewährleistet werden soll, kann Atomenergie nicht als eine langfristige Lösung angesehen werden. Beim heutigen Stand der Technik in Bezug auf Atomreakortypen und Urangewinnung muss davon ausgegangen werden, dass die bestätigten Uranreserven – gemessen am Brennstoffbedarf der Kernkraftwerke von 2004 - voraussichtlich noch ca. 85 Jahre reichen⁴. Im Vergleich mit den von AKW's ausgehenden Risiken für Mensch und Natur ist der Bau neuer AKW's daher in keiner Weise zu verantworten. Der WWF setzt stattdessen auf eine zukunftsfähigere Lösung zur Sicherung der Stromversorgung: Steigerung der Energieeffizienz und Nutzung erneuerbare Energien.

Stromeffizienzpolitik als Lösungsansatz

Heute gehen 40-80 Prozent des genutzten Stroms durch Ineffizienz verloren. Der WWF fordert, dass



Energiesparlampe



Energieetikette

dies durch eine effizientere Nutzung des Stroms gestoppt wird. Durch entsprechende Gesetzesän-

⁴ Red Book 2006, Uranium 2005: Resources, Production and Demand, OECD (NEA) & IAEA

derungen und Anreize kann die Produktion mehrerer Kraftwerke eingespart werden. Lenkungsabgaben auf Strom, Stand-by-Verbrauchsvorschriften, Beschränken oder Verbieten ineffizienter Geräte und das Durchsetzen von Elektroheizungsverboten respektive Ersetzen bestehender Elektroheizungen sind dringend nötige Instrumente. **Rahmenbedingungen zur effizienteren Nutzung von Strom müssen nach jahrzehntelangen Appellen endlich verpflichtend werden.**⁵

Neue erneuerbare Energien

Der WWF setzt sich dafür ein, dass der Zubau alleine durch neue erneuerbare Energien geschieht, falls die Ausschöpfung der Effizienzpoten-



Biomasse Holz

tiale zu langsam erfolgt, um die auslaufenden Verträge mit Frankreich und den Wegfall der AKW's zu kompensieren. Unter Berücksichtigung der Versorgungssicherheit kann dieser Zubau in der Schweiz und im europäischen Ausland erfolgen. Der WWF sieht somit keinen Bedarf zur Planung von Atom- oder Gaskraftwerken. Es gilt, griffige Gesetze und ökonomische Anreize für den effizienten Einsatz

⁵ Siehe hierzu den Klima-Masterplan der Allianz für eine verantwortungsvolle Klimapolitik und die Energieperspektiven der Umweltverbände (www.wwf.ch/klimafakten), und WWF-Positionspapier zur Stromversorgung der Schweiz (Februar 2007).

von Strom zu schaffen und den neuen erneuerbaren Energien gute Rahmenbedingungen am Markt zu schaffen.

Kurzfristig ist in der Schweiz besonders das Potential für Stromerzeugung aus Wasser, Biomasse und Wind auszuschöpfen. Mittelfristig dürften Geothermie und Sonne neben den ökologischen Vorteilen auch ein wachsendes ökonomisches Interesse auf sich ziehen. Eine konservative Schätzung der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften geht davon aus, dass bis 2050 zwei Drittel der heutigen Atomkraft durch den Zubau erneuerbarer Energiesysteme gedeckt werden kann, wobei das technische Potential ein Vielfaches davon beträgt⁶. Das Stromversorgungsgesetz und die dort enthaltene kostenbasierte Einspeisevergütung für erneuerbare Energiesysteme bieten hierfür eine Grundlage. Für die Substitution von Strom zur Warmwasseraufbereitung sollten Sonnenkollektoren als Standard gelten.

7. Position des WWF

Der WWF lehnt aufgrund der grossen potenziellen Gefahren für Mensch und Natur den Bau neuer Atomkraftwerke ab und setzt mit der Steigerung der Energieeffizienz und der vermehrten Nutzung erneuerbarer Energien auf eine bessere Lösung für eine sichere und umweltverträgliche Stromversorgung. Der WWF wird zur Umsetzung einer zukunftsfähigen Stromversorgung von allen ihm in einem Rechtsstaat zur Verfügung stehenden Mittel Gebrauch machen (z.B. dem fakultativen Referendum zur Ablehnung von neuen AKW's).

⁶SATW (2006). Road Map; Erneuerbare Energien Schweiz. Eine Analyse zur Erschliessung der Potenziale bis 2050
http://www.satw.ch/publikationen/schriften/39_roadmap_d.pdf



Der WWF will der weltweiten Naturzerstörung Einhalt gebieten und eine Zukunft gestalten, in welcher die Menschen im Gleichgewicht mit der Natur leben. Deshalb müssen wir gemeinsam:

- die biologische Vielfalt erhalten
- die Nachhaltigkeit der Ressourcennutzung sicherstellen
- die Umweltbelastung eindämmen und einen nachhaltigen Konsum fördern.

Hohlstrasse 110
Postfach
8010 Zürich

Tel 01 297 21 21
Fax 01 297 21 00
service@wwf.ch
www.wwf.ch