

## Teil 6



Der blinde Knabe lebt 60 Kilometer von Semipalatinsk entfernt. Erhöhte Genmutationen sind eine der Folgen radioaktiver Strahlung.

So funktioniert der

# Schweizer Atomausstieg

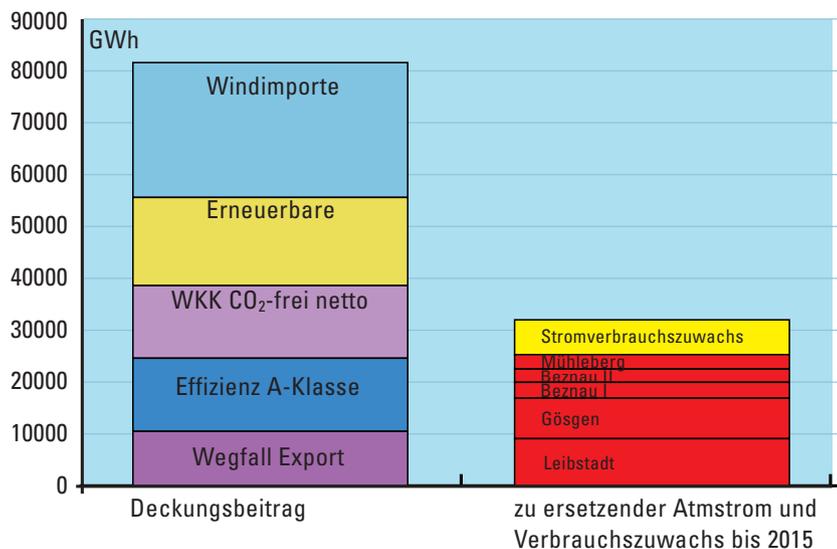
«Entweder wir schaffen die heutige Energiepolitik ab oder diese schafft uns ab.»

*Franz Alt, Fernsehmoderator*

## **Inhalt Teil 6**

1. Der Ausstieg ist nötig und auf viele Arten möglich	145
2. So lässt sich der Ersatzbedarf decken	147
3. Ausstieg in vier Varianten	149
4. Wind-Wind&Security: Ein Least-Cost-Ausstieg für die Schweiz	151

## Produktionspotential für den Ersatz von Atomstrom



6.1 Für den Ersatz von Atomstrom gibt es verschiedene Optionen. Ihr Potential übersteigt den Ersatzbedarf um ein Vielfaches.

Tabelle 1

**Bedarf für den Ersatz  
von Atomkraftwerken**

«Atomlücke»	GWh
Leibstadt	9'090
Gösgen	7'804
Beznau I	3'062
Beznau II	2'559
Mühleberg	2'778
<b>Deckungslücke bis 2014</b>	<b>25'293</b>
Stromzuwachs	6'707
<b>Total</b>	<b>32'000</b>

Tabelle 2

**Die Ersatzmöglichkeiten  
für den Atomstrom**

Ersatzmöglichkeiten für den Schweizer Atomstrom	GWh
1. Verzicht auf Strom-Export	10'500
2. Erneuerbare Energien	17'000
3. Verbesserte Effizienz	14'000
4. Windstromimport aus Europa	
gemäss Machbarkeitsstudie Bundesamt für Energie	26'000
5. WKK-Reserve (netto)	14'000
<b>Total</b>	<b>81'500</b>

## 1. Der Ausstieg ist nötig und auf viele Arten möglich

Der Ausstieg aus der Atomenergie ist auch in der Schweiz eine dringende Notwendigkeit für den Schutz und die Sicherheit der Bevölkerung (vgl. Teil II). Auch wenn die Atomlobby verbissen dagegen ankämpft, so weisen sehr viele Signale in Richtung Ausstieg: das Risiko grosser Unfälle, die Kosten, die Gefährdung durch Terroranschläge und die ungelösten Entsorgungsprobleme.

Wichtig ist aber auch zu zeigen, dass produktionsseitig weder kurzfristig noch langfristig irgendwelche Engpässe bestehen.

**Kurzfristig:** Im europäischen Strommarkt bestehen grosse Überkapazitäten. Allein die sofort verfügbare Kapazitätsreserve im mitteleuropäischen Strompool der UCTE betrug am kältesten Dezembertag 2001 43,2 Gigawatt (43x mal die Leistung des AKW Gösgen).<sup>1</sup>

**Langfristig:** Für den möglichen Ersatz der Atomkraft steht eine Palette von Möglichkeiten zur Verfügung, nämlich 1. der Verzicht auf Strom-Exporte, 2. Erneuerbare Energien 3. Verbesserte Effizienz, 4. Windstromimporte aus Europa und 5. die CO<sub>2</sub>-neutrale Kombination von Wärmekraft-Kopplung und Wärmepumpen.

### **Der Ersatzbedarf**

Mit Atomkraft wurden in der Schweiz im Jahre 2001 insgesamt 25'000 GWh Strom produziert, entsprechend einem Anteil von 35% der Gesamtproduktion. Dazu kommt bei «business as usual» ein möglicher Verbrauchszuwachs, der hier bis zum Jahr 2015 auf 6700 GWh (ca. +1%/a) angenommen wird.

Es zeigt sich, dass die identifizierten Zielbeiträge die heutige Produktion von Atomstrom (ohne Verbrauchszuwachs) um etwa das Dreifache übertrifft. Am naheliegendsten ist der

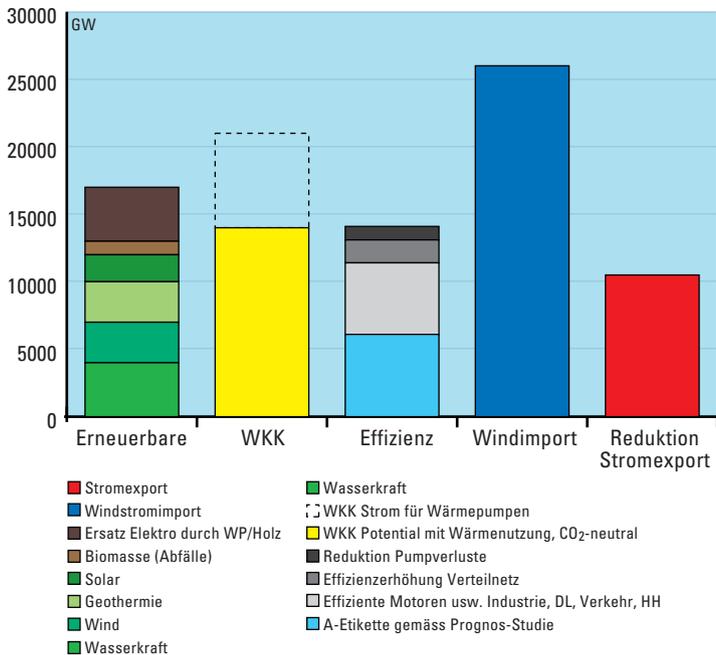
**Verzicht auf Stromexporte.** 10,5 Mrd.kWh/a (2001)

Die Atomkraftwerke produzieren während den Sommermonaten viel Überschussenergie, die als Bandenergie auf dem europäischen Markt verschleudert wird. Diese Exporte bringen nur Verluste; Bandenergie notierte im 2002 an der europäischen Strombörse (EEX) bei 2,21 €/C./kWh; im Sommer lagen die Notierungen am tiefsten. Der Wegfall dieser Exporte entlastet die Schweizer Stromrechnung!

**Modernisierung Wasserkraft.** Realisierbares Potential: 4 Mrd. kWh/a. Massnahmen:<sup>2</sup>

- Die Wasserkrafterzeugung kann mit gezielten Sanierungen um 5% gesteigert werden, was 2 Mrd. kWh zusätzlich bringt.
- Beim Ersatz von bestehenden Turbinen, die seit vierzig und mehr Jahren in Betrieb stehen, steigt die Ausbeute um 20% und mehr.
- Die Modernisierung alter oder stillgelegter Kleinwasserkraftwerke sowie der Bau von Trink- und Abwasserkraftwerken bringt je weitere 1 Mrd. kWh. Allein schon aufgrund der im Bau befindlichen Werke ist bis 2008 eine Erhöhung um 0,9 Mia kWh zu erwarten.

### Zielbeiträge der Ersatzstrategie



### 6.2 Zielbeiträge der Ersatzstrategie

## 2. So lässt sich der Ersatzbedarf decken

**Sonnenergie.** Realisierbares Potential: 2 Mrd. kWh/a. Massnahmen: Solarwärme statt Atomstrom und mehr Solarstrom:

- Ersatz der Elektro-Wärmwasserboiler durch Kombiboiler mit solarer Wassererwärmung (Jährlich werden 70'000 neue Boiler installiert) Potential 0,4 m<sup>2</sup>/Kopf = 1 Mrd. kWh
- Kostendeckende Vergütung für Photovoltaik. Ausbau bis 2015: 1,25m<sup>2</sup>/Kopf = 1 Mrd. kWh/a. Das langfristige Potential liegt bei 13,3 m<sup>2</sup> (bestehende Bauten mit Dächer in Südlage, entsprechend 17% des Landesverbrauchs.<sup>3</sup>

**Geothermie.** Realisierbares Potential: 3 Mrd. kWh/a. Massnahmen:

- Das realisierbare Potential wird auf 3 Hot-dry-rock-Anlagen (à 5 MW, ergibt 0,1 TWh/a) bis 2010, bis 2024 auf 90 solcher Anlagen geschätzt.
- Die Geothermie könnte alle AKWs innert 20–30 Jahren mit ca. 500 Hot-Dry-Rock-Anlagen à 5–7 MW ersetzen.

**Windenergie (minimaler Ausbau).** Potential: 2 Mia kWh/a. Massnahmen:

- 0,2 Mia kWh können wirtschaftlich und aufgrund der Kriterien des Landschaftsschutzes mit 10 Windfarmen à 10 Turbinen (je 1,5 MW) erzeugt werden (1350 Voll-Last-Stunden).
- 2,8 Mrd. kWh werden als zertifizierter Windstrom im Ausland erstellt und betrieben. Dies entspricht dem Erwerb von 160 Turbinen à 5 MW in Nord- oder Ostsee.

**Biomasse und Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA).** Potential: 1 Mia kWh/a. Massnahmen:<sup>4</sup>

- Durch Betriebsoptimierung bestehender KVA-Anlagen kann die Stromerzeugung um mindestens 30% erhöht werden d. h. zusätzliche 0,2 Mia kWh/a.
- Vom Potential der vergärbaren Grünmasse von 600'000 t/a werden heute nur 12% genutzt. Das Potential beträgt ca. 0,35 Mia kWh/a. Dazu kommen 0,1 Mia kWh/a durch Nutzung der Grasschnitte stillzuliegender Landwirtschaftsflächen und neue Nahwärmeverbünde mit Holz-Wärmekraft-Kopplungsanlagen.

**Ersatz Elektroheizungen.** Potential: 4 Mia kWh. Massnahmen:<sup>5</sup>

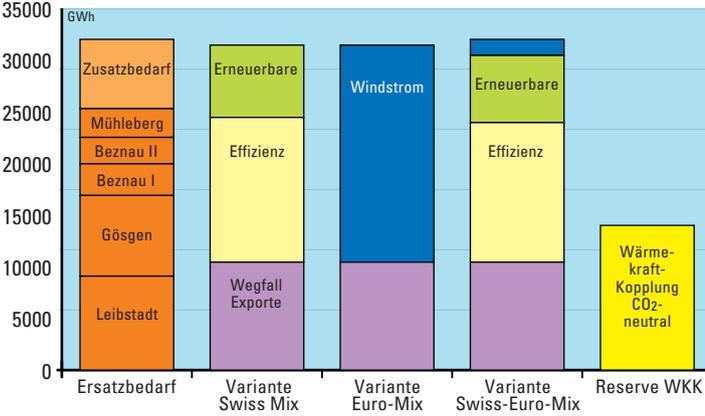
- In der Schweiz wird rund 20% des wertvollen Winterstroms (6 TWh) in ca. 250'000 Widerstandsheizungen verschwendet.<sup>6</sup> Diese werden a) zu einem Drittel durch Holzheizungen b) zu einem Drittel durch Wärmepumpen ersetzt und c) wird in den übrigen (meist schlecht isolierten) Wohnungen mit einem Impulsprogramm die Isolation nachgebessert.
- Alle Umrüstungen werden mit dem Minergiestandard für Altbauten verbunden und finanziell gefördert.

**Einsparpotentiale A-Klasse:** Gemäss dem Bericht der Prognos lassen sich allein bei den standardisierten, serienmässig hergestellten Elektrogeräten Einsparungen von 6100 GWh erreichen, wenn die A-Klasse obligatorisch wird.<sup>7</sup> (Vgl. dazu die Ausführungen in Teil 3). Dazu kommen die Einsparungen von 5,3 TWh, die mit Optimierungen an den übrigen elektrischen Einrichtungen möglich sind (Apparate und Maschinen, Lifte usw.), eine Effizienzerhöhung im Verteilnetz durch Modernisierung der veralteten Übertragungstechnologie sowie die Reduktion der Pumpspeicherverluste um rund 1000 GWh dank Atomausstieg.<sup>8</sup>

**Wärmekraft-Kopplung:** Potential CO<sub>2</sub>-neutral: 14000 GWh/a

Die Wärmekraft-Kopplung in dezentralen Anlagen könnte gemäss der Prognos-Studie zum Atomausstieg bis 21'000 GWh Strom produzieren.<sup>9</sup> Davon muss ca. ein Drittel zum Betrieb von Wärmepumpen verwendet werden, um den CO<sub>2</sub>-Effekt zu neutralisieren.

So ersetzen wir den Atomstrom bis 2015



6.3 Der Handlungsspielraum ist gross. Beim Atomausstieg gehen die Lichter nicht aus!

### **3. Ausstieg in vier Varianten**

Der Weg über eine verbesserte Energieeffizienz ist der kostengünstigste, gefolgt von einer Strategie, die auf einen gesunden Mix von einheimischen erneuerbaren Energien und importierter Windenergie setzt.

Für die Politik besteht ein grosser Handlungsspielraum. Keine der genannten Technologien muss zwingend zur Anwendung gelangen.

Die Schweizer Regierung könnte auch ganz einfach eine Quote für Strom aus erneuerbaren Energien setzen (analog dem britischen Modell) und den Rest dem Markt überlassen. So wäre garantiert, dass der Ausstieg CO<sub>2</sub>-frei erfolgt und die Stromverteiler könnten selbst entscheiden, wie und wo sie den grünen Strom beschaffen.

#### **Swiss-Mix**

Setzt vor allem auf verbesserte Energieeffizienz und einheimische Nutzung von erneuerbaren Energien. Diese Strategie führt mit einer konsequenten A-Klasse-Politik, dem Verzicht auf Stromexporte und einem Erneuerbare-Energien-Gesetz mit einer kostendeckenden Vergütung zum Ziel. Der wirtschaftliche Nutzen für inländische Anbieter wäre maximal.

#### **Euro-Mix**

Diese Variante verzichtet auf die Verstärkung der Energieeffizienz und kauft die fehlenden Strommengen im Ausland zu. Zieht man die neusten Kostenentwicklungen für die Windenergie in Betracht, ist diese Variante – abgesehen von der Verbesserung der Energieeffizienz – wahrscheinlich die kostengünstigste. Bei den Netzen für die nötigen Windimporte ergeben sich keine Engpässe, denn so schrieb das BFE zur Windstrategie: «Die Erstellung von neuen Hochspannungsleitungen über grosse Distanzen allein aufgrund der hier untersuchten Windstromimporte in die Schweiz ist unnötig.»<sup>10</sup>

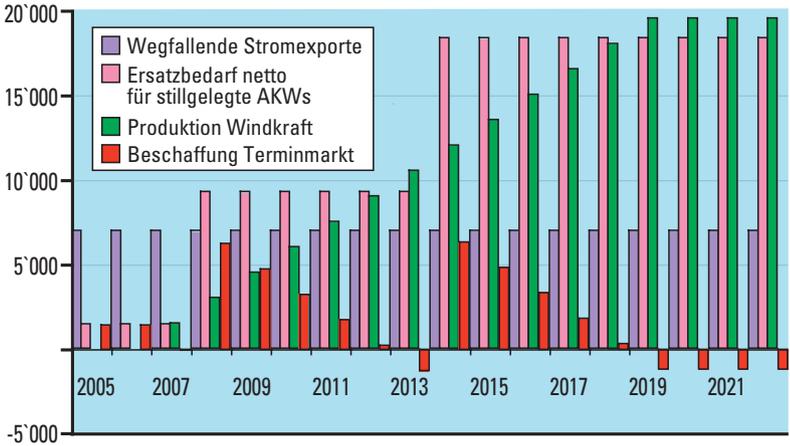
#### **Variante Swiss-Euro-Mix**

Diese Variante soll zeigen, dass bei fehlenden Zielbeiträgen im Inland jederzeit auf den Import von Windenergie zurückgegriffen werden kann. Schliesslich werden Uran, Erdgas und Erdöl auch nicht in der Schweiz produziert, Die Flexibilität ist auch hier sehr gross.

#### **WKK**

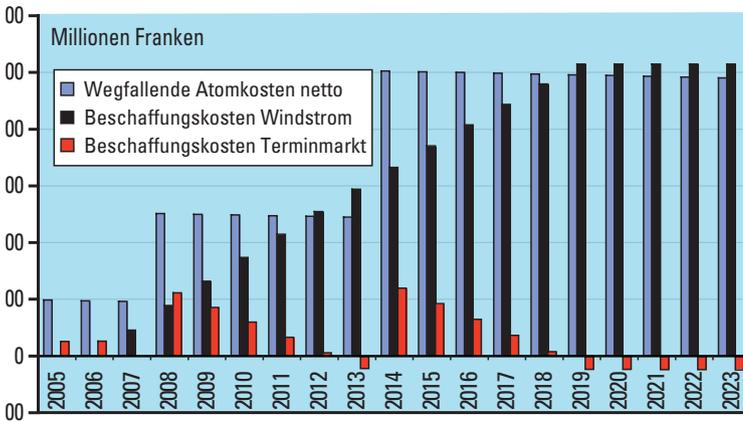
Die Wärmekraft-Kopplung kann ebenfalls jederzeit als Reservestrategie ins Auge gefasst werden. Sie verbessert erheblich die Gesamteffizienz der Energienutzung und führt – bei richtigem Einsatz von Wärmepumpen – auch nicht zu zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen.

**Win-Wind&Security-Programm: Ersatz des Atomstroms durch Windstrom, Mengenplanung**



6.4 Das schweizerische Bundesamt für Energie hat bestätigt, dass eine Strategie, die auf Windenergie setzt, sehr kostengünstig ist. Würden ab 2007 jährlich 500 MW Windkraft in Betrieb genommen (z.B. in der Nord- oder Ostsee), kann der Bedarf zum Ersatz der Atomkraftwerke ebenfalls vollständig gedeckt werden.

**Win-Wind&Security-Programm: Beschaffungskosten im Vergleich**



6.5 Dank der Schliessung teurer Atomkraftwerke können Kosten eingespart werden. Über die ganze Laufzeit des Ausstiegs ist die Beschaffung von Windenergie (inkl. Strom vom Spotmarkt) 1,1 Mrd. SFr. billiger als der Weiterbetrieb der schweizerischen Atomkraftwerke.

## 4. *Win-Wind&Security*: Ein Least-Cost-Ausstieg für die Schweiz

Das folgende *Win-Wind&Security*-Programm setzt auf verfügbare Technik, kommt ohne weitere Markteingriffe aus und führt nicht zu Mehrkosten im Vergleich zu «business as usual».

- Als Fahrplan gilt auch hier die Ausstiegsinitiative, (Abstimmung 2003): Schliessung Mühleberg und Beznau I und II im Jahre 2005, Gösgen 2009, Leibstadt 2014.
- Es werden die besten Gerätenormen für Elektrogeräte auf dem Schweizer Markt gemäss dem A-Klasse-Modell von Prognos<sup>11</sup> durchgesetzt. Dies deckt den Verbrauchszuwachs bis 2020.<sup>12</sup>
- Auf Stromexporte wird ab 2005 verzichtet; der Handel mit Spitzenstrom aber weitergeführt.
- Ab 2006 werden jährlich 500 MW Windenergie-Kapazität erstellt, soweit der Inlandverbrauch die einheimische Erzeugung übersteigt. *Die Schweiz bleibt – inkl. Erstellung eigener Windfarmen – Selbstversorger.*

Der Ausstieg wird unter folgenden Rahmenbedingungen durchgeführt, (es handelt sich um eine Fortschreibung der CO<sub>2</sub>-neutralen Ausstiegsberichte<sup>13</sup> des Bundesamtes für Energie):

- Die Finanzierung von Massnahmen erfolgt durch schweizerische Pensionskassen, die einen Zins von 4,5% erhalten. Der Bund leistet für die Programme eine Bürgschaft. Dank dieser Finanzierung reduzieren sich die Kosten der Windenergie auf unter 5 Rp./kWh, was sich mit den Aussagen der Infras-Studie deckt.<sup>14</sup>
- Es werden sinkende Beschaffungskosten im bisherigen Rahmen unterstellt (Kosten sinken um 3%/a), dazu Transportkosten von 1,3 Rp./kWh fix<sup>15</sup> und Systemkosten zur Netzstabilisierung von 0,5 Rp./kWh fix.
- Es wird unterstellt, dass Offshore wegen der grösseren Windhöfigkeit nicht teurer ist als Onshore, wenn grosse Mengen erstellt werden.<sup>16</sup>
- Bei der vorübergehenden Strombeschaffung am Spotmarkt werden die durchschnittlichen Baseload-Kosten der europäischen Strombörse EEX von 2002 fortgeschrieben (2,28 Euro-Cents/3.33 Rp./kWh), es wird jährlich ein Kostenanstieg von 1% eingerechnet.

Die Kalkulation dieses Programms zeigt, dass der Atomausstieg keine Mehrkosten erzeugt:

- In den ersten Jahren entstehen durch die Stilllegung von Mühleberg und Beznau I und II satte Gewinne, weil der defizitäre Export von Bandenergie eingestellt wird.
- Die Windenergie kommt auf Erzeugungskosten von 4,7 Rp./kWh (3 Euro-Cents/kWh), wenn die Kapitalkosten mit nur 4,5 % Zins gerechnet werden. Im Jahre 2020 kostet der Zubau von Windenergie noch 3 Rp./kWh (2 Euro-Cents/kWh), ein Wert, der sich mit anderen Schätzungen deckt, wenn die Kalkulation auf das tiefe schweizerische Zinsniveau abstellt.<sup>17</sup>
- Die Gesteungskosten des *Win-Wind&Security*-Programms sind insgesamt rund 1 Mrd. SFr. tiefer als die Kosten der Fortsetzung des Atomprogramms. Nicht eingerechnet wurden die Nachrüstungskosten der bestehenden Atomkraftwerke – sie fallen ebenfalls weg – und die wegfallenden Beiträge an den Entsorgungsfonds – sie kommen dazu. Es zeichnet sich unter Berücksichtigung dieser Unbekannten eine kostenneutrale Lösung ab.
- Die am Terminmarkt eingekauften Strommengen enthalten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Dies wird kompensiert durch die Mehrproduktion an Windenergie, die ab 2019 am Spotmarkt wieder verkauft wird. So ist das Szenario echt CO<sub>2</sub>-neutral.

Die Schweiz ist heute schon ein wichtiger Zulieferer der Windbranche. Dazu gehören laut BFE «insbesondere Anbieter von Leistungselektronik, Generatoren, Übertragung und Verteilung, Rotorblätter, Rückversicherung und Finanzierung sowie Planung, Projektmanagement und Systemintegration. Im Bereich der Leistungselektronik hat die Schweiz eine Führungsposition.»<sup>18</sup>