

## **4 Internationale und nationale Energierisiken – Versorgungssicherheit quo vadis?**

DR. WALTER STEINMANN

Ralf Laternser, Sebastian Sedvallson, Stephan Zimmermann, Eric Montagne

### **Zusammenfassung**

Die globalen Herausforderungen der Energieversorgung und die damit verbundenen Risiken werden in den kommenden Jahren stetig wachsen. Das Schliessen der entstehenden Versorgungslücken im Kontext notwendiger klimapolitischer Massnahmen erfordert eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Energieträger und eine effizientere Energienutzung. Die verschiedenen Interessensvertreter aus Schweizer Wirtschaft, Politik und Wissenschaft sind gefragt, in diesem Rahmen Lösungen für die Schweiz zu finden. Das Schweizer Bundesamt für Energie hat die Energieperspektiven für die Schweiz erarbeitet, auf die der Bundesrat seine Energiestrategie stützt. Der folgende Beitrag beschäftigt sich mit den Energieversorgungsrisiken auf nationaler Ebene unter Berücksichtigung der internationalen Entwicklungen.

## 4.1 Einführung

Energieversorgung galt in der Schweiz lange Zeit als ausreichend, divers, sicher, zuverlässig und weitestgehend umweltverträglich. Heute werden uns die Risiken bewusster. Auf wirtschaftlicher, technischer und ökologischer Ebene sind Probleme auszumachen, die in Zukunft zu Diskussionen und umstrittenen Entscheiden führen werden.

Die Aufgabe des Bundesamtes für Energie (BfE) ist es die Versorgungssicherheit, die Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit zu garantieren. Als andere Aufgabe fördert und koordiniert es die nationale Energieforschung und unterstützt den Aufbau neuer Märkte für eine nachhaltige Energieversorgung und -nutzung (BfE 2007). Das BfE fühlt sich verantwortlich, die mit diesen Zielen verbundenen Risiken zu identifizieren, zu reduzieren und deren Stärken auszubauen.

Der folgende Bericht liefert einen kurzen Überblick über das weite Thema Energie im nationalen und internationalen Kontext. Dabei beginnt er mit einer kurzen Übersicht zur internationalen Entwicklung und den Fakten des Schweizer Energiemarktes. Weiter geht er auf die Energieperspektiven des Bundesamtes für Energie ein und setzt sie in den Kontext der Energiestrategie des Bundesrates.

## 4.2 Die Internationale Entwicklung

### 4.2.1 Globaler Energieverbrauch

Das weltweite Bevölkerungswachstum hat direkte Auswirkungen auf die Energieversorgungsbedürfnisse sowohl einzelner Staaten als auch global. So wird laut den Prognosen der International Energy Agency (IEA) der globale Energieverbrauch bis 2030 um ungefähr 55 % steigen, bis 2015 bereits um 25 % (IEA 2006). Hierbei gehen über 70 % des steigenden Verbrauchs von den Entwicklungsländern aus.

Insgesamt sind die fossilen Brennstoffe immer noch die wichtigsten Energiequellen. Interessanterweise ist jedoch nicht mehr der grosse Anteil des wachsenden Energiebedarfs vom Öl abhängig. Kohle verzeichnet im absoluten Vergleich den stärksten Anstieg, primär durch die Verwendung zur Stromerzeugung. Nachteil hierbei sind die höheren CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Kohle im Vergleich zu Gas. Erdgas und Wasserkraft als Energieträger werden ebenfalls anteilmässig steigen, jedoch nicht so bedeutend wie Kohle. Kernenergie und Biomasse hingegen werden leicht zurückgehen. Grund für den Rückgang bei letzteren ist die verhältnismässig starke Nutzung der Entwicklungsländer von kommerziellen Brennstoffen, wodurch die wachsende Nutzung von Biomasse wieder aufgewogen wird (IEA 2006).

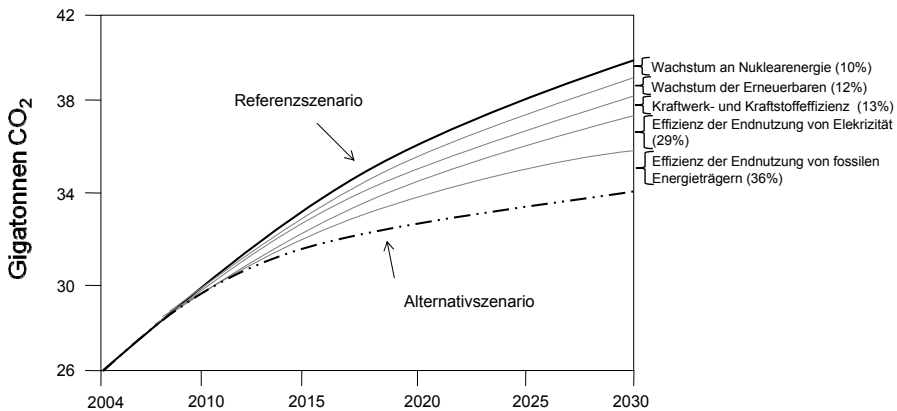


Abbildung 4.1: Globale Reduzierung der energiegebundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen

## 4.2.2 CO<sub>2</sub>-Emissionen

Ein Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Energieträger zeigt bei unveränderter Nutzung einen deutlichen Anstieg bis 2030. Etwa die Hälfte der

prognostizierten Zunahme an Emissionen kommt von den neuen Kraftwerken, die zur Zeit in China und Indien wöchentlich ans Netz gehen und primär Kohle nutzen. Durch diese Entwicklung wird China bis 2010 die USA als bisher grössten Verursacher von CO<sub>2</sub> überholen.

Im World Energy Outlook 2006 nennt die IEA verschiedene Möglichkeiten, den oben genannten Entwicklungen im CO<sub>2</sub>-Ausstoss entgegenzuwirken. Problematisch ist allerdings die nicht gewährleistete Nachhaltigkeit, da immer noch ein Anstieg an CO<sub>2</sub>-Emissionen erwartet wird. Sowohl Referenzszenario als auch Alternativszenario zeigen einen Anstieg der energiegebundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen.

## **4.3 Die Entwicklung in der Schweiz**

### **4.3.1 Energieverbrauch in der Schweiz**

Seit 1910 hat sich der Energiekonsum in der Schweiz etwa verfünffacht und der Bedarf an Gas, Elektrizität und Treibstoffen wächst kontinuierlich. Eine detaillierte Betrachtung der in der Schweiz verwendeten Energieträger zeigt, dass die Schweiz zu etwa 80 % vom Ausland abhängig ist und wirft die Frage auf, ob die Energieversorgung im Notfall gewährleistet ist.

Im Folgenden geht dieser Bericht auf die Entwicklung im Strommarkt sowie in der Gasversorgung der Schweiz ein.

### **4.3.2 Strommarkt**

Der Schweizer Strommarkt ist stark fragmentiert: die Versorgung mit elektrischer Energie wird durch rund 900 Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU), darunter 7 Verbundunternehmen und rund 80 Produzenten, sichergestellt. Dazu kommt, dass ein Grossteil der gemeindeeigenen Werke zusätzlich

als Querverbundunternehmen auch für die Wasser- und Gasversorgung verantwortlich ist. Am Grundkapital der EVU von ca. 5.6 Milliarden Franken ist die öffentliche Hand zu gut 80 %, Privatgesellschaften (inklusive Ausland) zu knapp 20 % beteiligt.

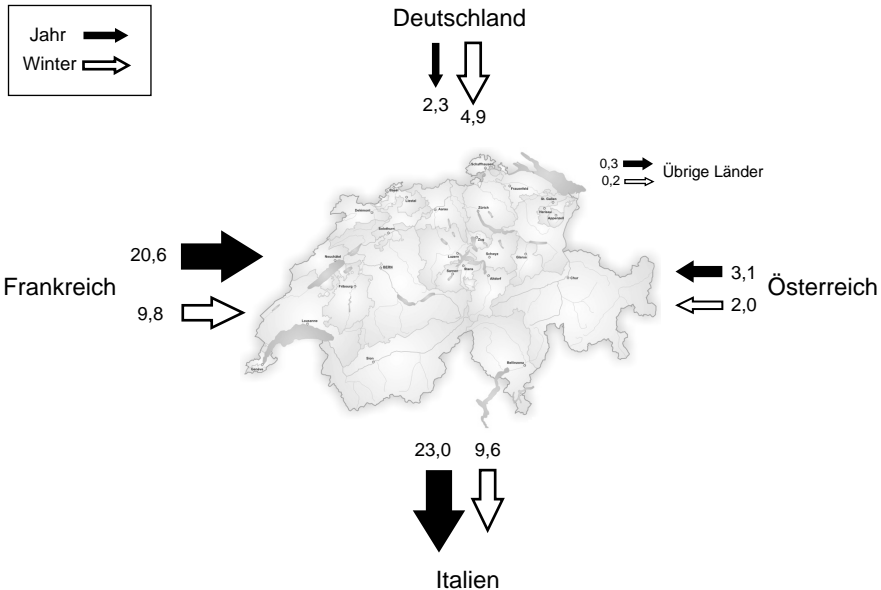


Abbildung 4.2: Elektrizitätsverkehr der Schweiz mit dem Ausland 2006, Ein- und Ausfuhrsaldi in TWh

Im europäischen Strommarkt hat die Schweiz eine besondere Rolle: Obwohl der Schweiz lediglich 3 % des gesamten Verbrauchs der UCTE (Union for the Coordination of Transmission of Electricity) in Kontinentaleuropa zukommt, liegt der Anteil der grenzübergreifenden Leitungen durch die Schweiz bei 20 %. Direkte finanzielle Vorteile ergeben sich durch den Stromhandel: der erwirtschaftete Gewinn für die Schweiz durch den Stromhandel liegt bei jährlich ca. 1 Milliarde Franken und die somit generierten Einnahmen fließen in die Kassen der Kantone.

## 4.3 Die Entwicklung in der Schweiz

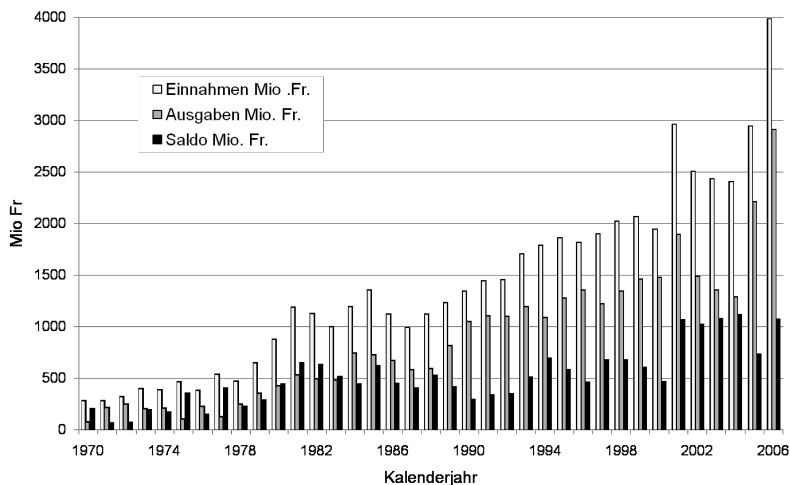


Abbildung 4.3: Stromaussehenhandel der Schweiz seit 1970

### 4.3.3 Gasversorgung

Die Schweiz ist für ihre Erdgasversorgung zu 100 % auf Importe angewiesen, die durch langfristige Lieferverträge mit Deutschland, den Niederlanden, Frankreich und Italien sichergestellt sind. Der Markt in der Schweiz ist allerdings, im Gegensatz zur EU, nicht liberalisiert. Der Gasanteil am gesamten Endenergieverbrauch in der Schweiz liegt bei 12 %. Hierbei sind wieder die Haushalte die grösste Verbrauchergruppe mit knapp 40 % des Gaskonsums.

Ähnlich wie bei der Stromversorgung kommt der Schweiz durch ihre geografische Lage auch in der Gasversorgung eine besondere Rolle als Transitland zu. Der Gastransit beläuft sich auf 18 Mia m<sup>3</sup> pro Jahr, wobei sich der Inlandverbrauch auf 2.5 Mia m<sup>3</sup> pro Jahr beschränkt.

## **4.4 BfE Energieperspektiven**

Das BfE hat in den Jahren 2004 bis 2006 die Energieperspektiven bis zum Jahr 2035 erarbeitet. Sie umfassen eine Abschätzung der Entwicklung der Energie- und Stromnachfrage für vier ausgewählte Szenarien. Diesen wird die Entwicklung des Stromangebots gegenübergestellt. Da die Nachfrage für alle Szenarien grösser als das Angebot ist, entsteht eine Stromversorgungslücke. Es werden unterschiedliche Optionen zur Abwendung dieser Lücke aufgezeigt, in einem weiteren Schritt die resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen abgeschätzt und die CO<sub>2</sub>-Minderungskosten berücksichtigt. Die Energieperspektiven 2035 zeigen den energie- und klimapolitischen Handlungsbedarf und ermöglichen dem Bundesrat die anstehenden Grundsatzentscheide für eine nachhaltige Energieversorgung.

### **4.4.1 Entwicklung der schweizerischen Energie- und Stromnachfrage**

#### **4.4.1.1 Rahmendaten**

Grundlage für die Abschätzung des zukünftigen Energieverbrauchs in der Schweiz ist eine Prognose für die Entwicklung der vier wesentlichen Treiber für den Energieverbrauch. Für die Bevölkerungsentwicklung wird von einem sehr schwachen Wachstum ausgegangen. Für die drei übrigen Treiber Wirtschaftswachstum, Wohnraum und Mobilität wird mit einem Wachstum von knapp 40 % in den nächsten 30 Jahren gerechnet.

#### **4.4.1.2 Szenarien**

Zur Abschätzung des möglichen Energieverbrauchs wurden vier Szenarien aufgestellt. Die Szenarien I und II sind massnahmenorientiert. Hier werden Instrumente und Massnahmen festgelegt und deren Auswirkungen bestimmt.

Die Szenarien III und IV sind zielorientiert. Hier werden Ziele festgelegt und auf deren Basis Massnahmen und Instrumente abgeleitet. Die Szenarien beinhalten (BfE 2006a):

- Szenario 1 „Weiter wie bisher“ geht von einem Vollzug beschlossener und in Kraft gesetzter Instrumente und Massnahmen aus. Berücksichtigt wird ein technischer Fortschritt ohne wesentliche Beschleunigungen und Durchbrüche.
- Szenario 2 „Verstärkte Zusammenarbeit“ geht von einer verstärkten Zusammenarbeit zwischen Staat und Wirtschaft aus. Dies resultiert in einer moderaten Verschärfung der Vorschriften und Einführung einer CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe. Es findet eine leichte Verschiebung der Investitions- und Verhaltensprioritäten in Richtung Energieeffizienz statt.
- Szenario 3 „Neue Prioritäten“ geht von dem Ziel einer CO<sub>2</sub>-Reduktion (20 % bis 2035), einer Verbesserung der Energieeffizienz (20 % bis 2035) und einer Steigerung eines Anteils der erneuerbaren Energien aus.
- Szenario 4 „Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft“ geht von dem Ziel einer CO<sub>2</sub>-Reduktion (35 % bis 2035), einer Verbesserung der Energieeffizienz (35 % bis 2035) und einer deutlichen Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien aus.

##### **4.4.1.3 Energie- und Stromnachfrage**

Ausgehend vom Referenzjahr 2003 reicht der resultierende Endenergieverbrauch im Jahr 2035 von +2 % bei Szenario I bis hin zu -27 % bei Szenario IV. Es ist also lediglich im pessimistischsten Szenario mit einer marginalen Zunahme des Endenergieverbrauchs zu rechnen.



Mit dem Elektrizitätsverbrauch verhält es sich im gleichen Zeitraum anders. Hier sind bei den Szenarien I-IV +29 %, +23 %, +13 % und -2 % zu erwarten. Es ist somit in 3 Szenarien weiterhin mit einem starken Anstieg zu rechnen, selbst Szenario 4 stellt nur eine leichte Reduktion in Aussicht.

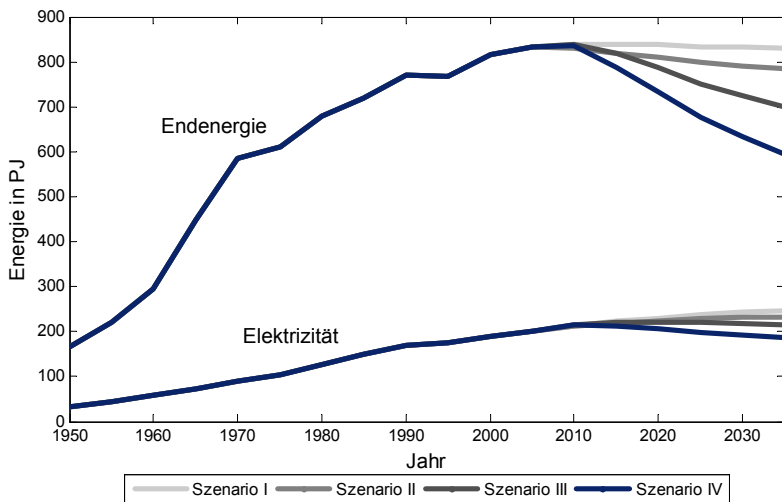


Abbildung 4.4: Endenergie- und Elektrizitätsnachfrage nach Szenarien in Petajoule

#### 4.4.2 Stromangebot und resultierende Stromversorgungslücke

Ohne Massnahmen wird sich die in der Schweiz zur Verfügung stehende Strommenge bis 2050 folgendermassen entwickeln: Einen relativ hohen und konstanten Anteil von rund 40 TWh liefert die Wasserkraft. Der Anteil der schweizerischen Kernkraft beträgt derzeit etwa 20 TWh. Er ist durch Kraftwerke erzeugt, die bis 2044 langsam vom Netz gehen. Französischer Strom aus Kernkraft sinkt bis zum Jahr 2035 auf null. Der Anteil aus fossilt-thermische Kraftwerken und Wärmekraftkopplung sowie neuen erneuerbaren

Energien bleibt auf einem sehr geringen Niveau. Je nach Szenario würde ab dem Jahr 2018 eine Stromversorgungslücke (2035: 6-22 TWh) aufklaffen.

### **4.4.3 Füllen der Stromversorgungslücke**

#### **4.4.3.1 Optionen**

Es wurden sechs Varianten zur Füllung der Stromlücke erarbeitet. Für alle Szenarien ist der nukleare Pfad ein möglicher Weg. Je nach Szenario kann auch mehr auf eine dezentrale fossil-thermische Stromproduktion (Wärme-kraftkopplung) gesetzt werden. Eine hundertprozentige Abdeckung durch erneuerbare Energien ist nur möglich, wenn die Grosswasserkraftwerke stark ausgebaut werden.

Mögliche Optionen für Szenario I sind beispielsweise a) zwei neue Kernkraftwerke, b) eine Mixvariante mit 5 Kombigaskraftwerken und einem Kernkraftwerk oder c) 7 Kombigaskraftwerke. Ab Szenario 3 kann auf Wärmekraftkopplung gesetzt werden.

#### **4.4.3.2 Inbetriebnahmezeiten**

Der Zeitbedarf für die Inbetriebnahme der unterschiedlichen Kraftwerksarten differiert sehr stark. Während bei einem Kernkraftwerk von ungefähr 20 Jahren ausgegangen werden muss, kann ein Gaskraftwerk bereits nach knapp sieben Jahren in Betrieb genommen werden. Dies ist auf zeitaufwändige Bewilligungsverfahren zurückzuführen.

Zudem ist für den Bau eines jeden Kernkraftwerks eine Volksabstimmung obligatorisch. Die Bevölkerung gliedert sich derzeit in drei Teile: je etwa 30 % bis 40 % sind Kernkraftbefürworter und Kernkraftgegner. Die restlichen 20 % bis 40 % entscheidet situativ in Abhängigkeit von ökonomischen Fragen wie Konjunktur und auch Ereignissen im Nuklearsektor im Ausland. Dies kann als politisches Risiko bezeichnet werden.

#### **4.4.4 CO<sub>2</sub>-Betrachtung: Emissionen und Minderungskosten**

Die resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen hängen in erster Linie vom Szenario ab. Der Einfluss der Variante ist in den ersten beiden Szenarien sekundär und für Szenario III und IV vernachlässigbar. Die entsprechende Reduktion variiert zwischen 1 % bis 12 % (Szenario I) und 41 % bis 49 % (Szenario IV).

Die CO<sub>2</sub>-Minderungskosten hängen sehr stark davon ab, in welchem Land die CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion realisiert wird. Wird sie vollständig im Inland betrieben, ist bis zum Jahr 2035 mit einem Anstieg der Kosten auf 200 CHF/t zu rechnen, bei einer vollständigen Kompensierung im Ausland mit lediglich 10 CHF/t.

Ein politischer Ansatz ist eine 70-prozentige Kompensation im Inland. Dies würde bedeuten, dass die Schweiz gegenüber Deutschland oder Italien nicht konkurrenzfähig ist. Aus diesem Grund erwägen Schweizer Stromanbieter, in diesen Ländern in Kombigaskraftwerke oder sogar in Kohlekraftwerke zu investieren. Hier herrschen unklare Rahmenbedingungen.

### **4.5 Energiestrategie des Bundesrates**

#### **4.5.1 Die vier Pfeiler der Energiestrategie**

Das BfE hat die Energieperspektiven für die Schweiz erarbeitet, auf die der Bundesrat seine Energiestrategie stützt. Sie basiert auf vier Pfeilern, welche sich aus Energieeffizienz, erneuerbaren Energien, dem Zubau von Grosskraftwerken und Energieaussenpolitik zusammensetzen.

##### *Pfeiler 1 – Energieeffizienz*

Das BfE legt dem Bundesrat bis Ende 2007 einen Aktionsplan zur Energieeffizienz vor, um den Energieverbrauch maximal zu reduzieren. Um den Verbrauch zu reduzieren, werden Energietiketten vergeben, Strategien für „best technologies“ empfohlen und Zulassungsvorschriften verschärft. Zur Förderung von Projekten im Bereich der Energieeffizienz soll ab 2008 ein Fonds

von jährlich 16 Mio. CHF eingerichtet werden. Weitere Massnahmen zur Preisregulation werden von den Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) getroffen.

##### *Pfeiler 2 – Erneuerbare Energien*

Ebenfalls bis Ende 2007 legt das BfE dem Bundesrat einen Aktionsplan zu erneuerbaren Energien vor. Es sollen umwelt- und wirtschaftspolitische Konsequenzen aufgezeigt werden, wobei hier der Schwerpunkt auf Wasser, Biomasse und Holz zur Wärme- und Treibstoffherzeugung liegt. Steuerliche Anreize und Steuerbefreiungen sollen die Technologien und Märkte für erneuerbare Energien fördern.

##### *Pfeiler 3 – Zubau Grosskraftwerke*

Langfristig hält der Bundesrat den Zubau von Grosskraftwerken für unumgänglich. Als Übergangslösung wird eine fossilthermische Stromproduktion in Form von Kombi-Gaskraftwerken toleriert, wobei die dadurch entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen zu 100 % kompensiert werden müssen. Ferner sieht der Bundesrat die Notwendigkeit des Ersatzes oder Neubaus von Kernkraftwerken. Im Rahmen des bestehenden Kernenergiegesetzes wird das Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) beauftragt, eine Verkürzung der Bewilligungs- und Bauverfahren zu prüfen.

##### *Pfeiler 4 – Energieaussenpolitik*

Der Bundesrat fordert ganzheitliche energiepolitische Ansätze in Kooperation mit den Nachbarländern. Dies beinhaltet sowohl bilaterale Verhandlungen mit der EU im Bereich Erdöl, Erdgas und Strom als auch das Mitwirken bei Forschungs- und Technologiekooperationen. Eine Beteiligung der Schweiz findet bereits bei den IEA-Krisenmechanismen für Öl statt. Die OECD-Länder verpflichten sich zu einer Ölreserve von mindestens 90 Tagen (die Schweiz hat zur Risikominimierung ihre Reserven auf 150 Tage aufgestockt).

Zusätzlich zu den vier Pfeilern beinhaltet die Energiestrategie auch Aktionspläne im Bereich von Verfahrensbeschleunigung, Forschung und Impulsprogrammen (zum Beispiel in der Aus- und Weiterbildung von Handwerkern und Architekten).

## 4.5.2 Klimapolitik

Energie- und Klimapolitik sind eng miteinander verbunden. Zurzeit finden Diskussionen für das Regime der Post-Kyoto-Phase statt. Die Schweiz hat eigene Ziele und Instrumente definiert und Erfahrungen mit Freiwilligkeit/CO<sub>2</sub>-Gesetzen gesammelt. Anfang 2008 treten die neuen CO<sub>2</sub>-Abgabe-Gesetze ohne die Schweiz in Kraft, da sie noch nicht an das CO<sub>2</sub>-Emissionshandelssystem der EU gebunden ist. Die Schweiz als Land mit geringen CO<sub>2</sub>-Emissionen, jedoch hohem Anteil „grauer“ Emissionen, profitiert am meisten von Kompensations-Beiträgen im Ausland. Momentan wird der internationale Zertifikatshandel von der Bevölkerung mit grosser Skepsis beobachtet. Die Schweiz ist gefordert, mit Massnahmen dafür zu sorgen, dass ihre inländischen Potenziale zur Reduktion der Emissionen optimal genutzt werden und somit zur Glaubwürdigkeit beitragen.

## 4.5.3 Verletzlichkeit der Energieinfrastrukturen

Die hochkomplexen technischen Systeme für Produktion, Veredelung und Transport von Energien beinhalten immer einen gewissen Risikoanteil. Diverse Aufsichtsbehörden des Bundes führen zur Risikoreduzierung regelmässig Inspektionen durch. Abgesehen von einem Restrisiko beurteilt das BfE die Situation als zufriedenstellend.

Neben den technischen Herausforderungen geht vom Öl-, Gas- und Stromsektor ein Versorgungsrisiko aus. Um diesem entgegenzuwirken, hat die IEA internationale Kontrollmechanismen für Öl festgelegt. Solche sind im Gassektor nicht vorhanden, obwohl es angesichts der zunehmenden Bedeutung von Gas erstrebenswert wäre, Lagerhaltungs-Regelungen einzuführen. Die Stromversorgungsrisiken werden durch den Einsatz von UCTE-Standards für Netze und Netzausfälle (Blackouts) angegangen.

Ebenfalls zu erwähnen sind Risiken im Zusammenhang mit Sabotage, Terrorismus und Nonproliferation. Die Kernkraftwerke sind gemäss BfE gegen

Sabotageakte ausreichend geschützt. Ganz anders ist die Situation bei den Strom- und Gasleitungen: hier wird sogar von einer grossen Verletzbarkeit ausgegangen.

## 4.6 Fazit

Der vorliegende Beitrag hat die wesentlichen Energieversorgungsrisiken in der Schweiz und im globalen Kontext aufgezeigt. Welche Bedeutung dabei die unterschiedlichen Energiemärkte in der Schweiz haben, spiegelt sich in den Energieperspektiven des BfE und der übergreifenden Energiestrategie des Bundesrates wieder. Zudem wurden Möglichkeiten zum Füllen der bevorstehenden Stromversorgungslücke diskutiert und die Reduzierung der projizierten CO<sub>2</sub>-Emissionen angesprochen. Die vier Pfeiler der Energiestrategie des Bundesrates wurden in einen Zusammenhang gesetzt sowie die Schweizer Klimapolitik und insbesondere die Risiken der Verletzbarkeit der Schweizer Energieinfrastruktur diskutiert.

Was ist die Zukunft der Energieversorgung? Viel wird sich in Zukunft verändern, weshalb die aktive Suche nach Lösungen und deren Ansätze auf verschiedenen Ebenen unabdingbar ist. Hierbei spielen politische, wirtschaftliche, technische und ökologische Faktoren eine Rolle. Eine neue Herangehensweise an die Energiegewinnung, die Optimierung bestehender Ansätze und eine Abschätzung der damit verbundenen Risiken sind ein zentrales Thema für die Energielandschaft der Schweiz.

## Literaturverzeichnis

- [1] Birol, Fatih (2006). World Energy Prospects and Challenges. [www.iea.org/Textbase/publications/free\\_new\\_Desc.asp?PUBS\\_ID=1696](http://www.iea.org/Textbase/publications/free_new_Desc.asp?PUBS_ID=1696) (zuletzt geprüft am 31.10.2007).
- [2] Bundesamt für Energie (2005-2007). Diverse Publikationen. Download von [www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch) (zuletzt geprüft am 2.11.2007).
- [3] IAE (2006). World Energy Outlook 2006 – Zusammenfassung und Schlussfolgerungen. [www.worldenergyoutlook.org/docs/weo2006/german\\_sum\\_06.pdf](http://www.worldenergyoutlook.org/docs/weo2006/german_sum_06.pdf) (zuletzt geprüft am 31.10.2007).