

Zweiter Werkstattbericht – März 2006

Erläuterungen zu ausgewählten Folien

BFE / M. Renggli

Inhalt:

- Erkenntnisweg der Arbeitsgruppe Perspektiven (AG) und Rückblick auf Szenario I
- Szenario II mit seinen diversen Bestandteilen
- Ausblick auf Szenarien III und IV)

1. Erkenntnisweg der Arbeitsgruppe Perspektiven

2004 befasste sich die AG mit wirtschaftlich-demografischen Rahmenentwicklungen. Es ging um die für den Energieverbrauch massgeblichen Mengenkomponenten wie die Verkehrsleistungen oder den Flächenbedarf (Folie 2). Es zeigt sich, dass auch mit dem Szenario I „weiter wie bisher“ ein autonomer, wenn auch moderater Effizienzfortschritt im Energiesektor zu erwarten ist.

Dabei wird berücksichtigt, dass sich die Einführung von neuen effizienten Techniken nicht nur am Investitions- und Konsumverhalten reibt, sondern auch bei den langen Investitionszyklen v.a. im Bausektor und in der Energieproduktion an Grenzen stösst. Damit unterscheiden sich die BFE-Perspektiven in den Grundprämissen von manchen andern Perspektivarbeiten, die von technisch-wirtschaftlichen Potenzialen (und nicht von der erwarteten Ausschöpfung dieser Potenziale) ausgehen.

2005 war geprägt von Bundesratsvarianten zur CO₂-Abgabe und Klimarappen sowie von Gesprächen mit den Trägern einer Politik der "verstärkten Zusammenarbeit" von Staat und Wirtschaft. Dieses Szenario II ist das Hauptthema des zweiten Werkstattberichtes.

Seit Ende letzten Jahres untersucht die AG die Marktdurchdringung von Best-Practice-Techniken und Innovationen die dezentrale (fossilthermische und erneuerbare) Erzeugung von Strom und Wärme sowie die Auswirkungen verschiedener Varianten auf die Leistungskapazitäten im Stromsektor (kW), die Netzkapazitäten, die Gesamtenergiebilanzen (inkl. Primärenergie), die Umwelt und die Volkswirtschaft.

2. Rückblick auf das Referenzszenario I „Weiter wie bisher“

Die Energienachfrage wird aus allen erfassbaren Geräten, Anlagen, Bauten und Fahrzeugen mit "Bottom-up-Modellen" aufgerechnet. Als (im Voraus unbekanntes) Ergebnis zeigt sich, dass sich die Gesamtenergienachfrage vom Wirtschaftswachstum weiter entkoppelt (Folie 3). Die Gesamtenergienachfrage folgt weitgehend der Demografie. Dieser Trend zeichnete sich schon in den 90er Jahren ab. Er erklärt zum Teil die heutige Ölpreisresistenz der Wirtschaft - im Unterschied zu den Ölpreiskrisen der 70er Jahre. Einen Gegensatz zur Entwicklung der Gesamtnachfrage bildet die Stromnachfrage, die im Szenario I mit dem Wirtschaftswachstum zunimmt.

3. Szenario II "verstärkte Zusammenarbeit"

3.1 Instrumente und Massnahmen

Alle Positionen erschienen in den letzten Wochen in den Schlagzeilen: Der Klimarappen will investieren, die "Gaziers" wollen auch, der Bundesrat will die CO₂-Abgabe, die UREK des Ständerates schlägt kostenbasierte Einspeisevergütungen für grünen Strom vor, AXPO steigt bei Kompogas ein. Mit Szenario II werden diese Vorschläge und Ansätze kreativ weiter gezogen über den kurzfristigen Horizont 2010 hinaus bis 2035.

Im Kern geht es um eine gegenüber Szenario I moderat beschleunigte und verstärkte Fortschreibung staatlicher Vorschriften und Anreize sowie um eine Serie von Public-Private-Förderprogrammen.

Die AG geht von einer Jahressumme der Förderprogramme von 565 Mio Fr. für rationelle Energieverwendung und erneuerbare Energien aus.

Die unterstellte Mittelherkunft und die untersuchte Mittelverwendung ist in Folie 8 ersichtlich.

3.2 Endenergienachfrage

Der Heizwärmebedarf im Sektor Haushalte wird aufgrund der entsprechenden Vorschriften gegenüber Szenario I weiter reduziert (Folie 10 zeigt als Beispiel die neuen Mehrfamilienhäuser).

Weitere berücksichtigte Steuerungsinstrumente und damit ausgelöste Massnahmen sind in den Folien 10ff aufgelistet. Im Sektor Industrie und Gewerbe (Folie 12) ist wichtig, dass die CO₂-Abgabe auf Brennstoff (oder ein gleichwertiger Anreiz, wie z.B. CO₂-Quoten) eingeführt wird, weil sonst kaum mit der in Szenario II unterstellten, dauerhaften Ausweitung von CO₂-Vereinbarungen mit der Wirtschaft gerechnet werden kann. Im Dienstleistungssektor werden, ähnlich wie bei den Haushalten, Vorschriften und Standards (mit Schwerpunkten Haustechnik, Klimatisierung, Beleuchtung) und, ähnlich wie bei der Industrie, Vereinbarungen und Förderinstrumente unterstellt.

Wie erwähnt sind die "Mengenkomponenten" als Treiber der Energienachfrage zu berücksichtigen. Im Verkehrssektor ist für die rationelle Energieverwendung z.B. die Verkehrszunahme im öffentlichen Personenverkehr gemäss "Basisszenario" der aktuellen UVEK-Verkehrsperspektiven tendenziell positiv (Folie 13). Diese Entwicklung wird für die Szenarien I bis III unterstellt. Im Szenario IV kommt ein weitergehendes "Alternativszenario" zum Zuge.

Die Endenergienachfrage aller Verbrauchssektoren reagiert relativ schwach auf Variationen der Rahmenentwicklung. Beispielsweise ist mit der Variante "Ölpreis hoch" der Unterschied zum "Ölpreis Trend" relativ klein (Folie 15).

Positiv ist der Ansatz zu einer Abwärtsbewegung des gesamten Endenergieverbrauchs - eine echte Trendwende ist dies jedoch nicht - die Nachfrage gemäss Szenario II ist 2035 nur 7% tiefer als im Szenario I in demselben Jahr.

Gegenüber 2005 (normiertes Basisjahr der Perspektiven) sinkt die Endenergienachfrage bis 2035 um 6% (um 9% in der Variante „Ölpreis hoch“). Im Vergleich dazu hat die EU in ihrer neuen Richtlinie über Energieeffizienz und Energiedienstleistungen ein Sparziel von 9% in neun Jahren festgelegt, wobei die entsprechenden nationalen Aktionspläne bis 2007 noch zu entwickeln sind.

Bei der Stromnachfrage (Folie 16) zeigt sich ein Ansatz zur Stabilisierung im Szenario II ab 2030. Die Nachfrage liegt aber nur 5% unter Szenario I im Jahr 2035. Immerhin nimmt die Stromnachfrage 2000-2035 bei der Sensitivitätsanalyse "Klimaerwärmung" um 10% weniger zu als im Szenario I. Dies dank den im Szenario II unterstellten Vorschriften über Klimaanlageanlagen.

3.3 Stromangebot

Bei einem Verzicht auf Ersatz und Ausbau von Produktionskapazitäten beträgt die hypothetische Stromlücke im Szenario II im Jahr 2035 16,8 Mrd kWh. Bei einer Klimaerwärmung steigt diese Lücke jedoch auf 21,5 Mrd kWh (Folie 17). In diesem Fall entspricht die Lücke etwas mehr als dem heute durch die bestehenden KKWs im Durchschnitt produzierten Strom (20,9 Mrd kWh).

Details über die Stromangebotsvarianten zur Schliessung dieser Lücke unter den Voraussetzungen des Szenarios II zeigen die Folien 18ff.

Die Figuren 18ff zeigen jeweils von unten nach oben:

- Die Wasserkraft, mit einem Zubau (Ersatz- und Ausbau) von 3,5 Mrd kWh bis 2035; 2,5 Mrd kWh davon entfallen auf die im Szenario II finanziell geförderte Leistungsklasse unter 10 MW.
- Die bestehende Kernenergie mit Betriebsdauern der Anlagen von 50 (KKM, KKB) und 60 Jahren (KKG, KKL).
- Die bestehende fossilthermische und in der Stromangebotsvariante A (ohne wesentlichen fossilthermischen Zubau) als "auslaufend" unterstellte Produktion.
- Die bestehenden (und in der Stromangebotsvariante A neuen) gesicherten Stromimporte.
- Den autonomen und im Szenario II v.a. von den EVU vorangetriebenen Zubau von WKK-Anlagen im Umfang von 2,6 Mrd kWh.
- Die übrigen Erneuerbaren Energien (inkl. Wasserkraft <10 MW), für die im Szenario II in allen Stromangebotsvarianten die gleiche verstärkte Förderung unterstellt wird.

Ausgegangen wird bei den übrigen Erneuerbaren Energien von einer kosten-nutzen-optimalen Finanzierung der Mehrkosten (Gestehungskosten minus Marktpreis) der Stromerzeugung aus Neuanlagen. Die Fördermittel werde im Durchschnitt auf 330 Mio CHF/a begrenzt (ca. 0,6 Rp/kWh des heutigen Stromverbrauchs). Unter diesen Voraussetzungen ist im Szenario II bis 2035 ein Zubau von gut 6 Mrd kWh (inkl. Wasserkraft <10 MW) zu erwarten (Folie 26).

In der in den Folien 18 (Winter) und 19 (Jahr) aufgezeichneten **Angebotsvariante A** ist die Lückenschliessung durch KKWs zugelassen. Erforderlich ist ein KKW zu 1600 MW, dessen Inbetriebnahme auf 2030 angesetzt wird. Interessant ist, dass es bei einem Szenario I, zwei solcher KKW's bräuchte. Eher bedenklich ist, dass zwischen 2020 und 2030 ein Bedarf an neuen gesicherten Importen besteht.

Die Figuren 22 und 23 zeigen die Situation für die **Angebotsvariante B** (ohne neue Importe). Die Lücke wird zunächst fossilthermisch geschlossen und ab 2030 unter Einbezug eines neuen KKW. Neben der Auf- und Umrüstung der Anlage Chavalon (257 MW) sind zwei Gaskombikraftwerke der künftigen Leistungsklasse 550 MW nötig - vorzugsweise in der Nähe von Hochdruckgasleitungen und Hochspannungsanlagen.

Bei dieser wie bei den andern Angebotsvarianten zeigt sich, dass sich ab 2040 wieder eine Lücke öffnet sowie vor allem beim Zubau von grossen Kraftwerksblöcken über längere Zeit Sommerüberschüsse entstehen.

In der **Angebotsvariante C** erfolgt die Lückenschliessung vorwiegend fossilthermisch. Neben Chavalon sind drei Kombikraftwerke nötig (Folien 24 und 25).

3.4 Kosten der "Lückenschliessung"

Anhand des Beispiels der Angebotsvariante C werden in Folie 29 die Jahreskosten einer überwiegend fossilthermischen Lückenschliessung aufgezeigt. Aufgezeichnet werden die Kosten (horizontale Achse) der in den jeweiligen Jahren neu zugebauten Produktion, und zwar für Ersatz und Ausbau der Produktionskapazitäten.

Erfasst werden die Kosten aus volkswirtschaftlicher Sicht, also z.B. bei KKW's die Kernbrennstoffe inklusive Entsorgung, Stilllegung und (im Unterschied zu andern Untersuchungen) Nachrüstung. Auf den fossilen Brennstoffen erfolgt ein CO₂-Zuschlag, der in der Figur ab 2023 grau an der Spitze der Säulendiagramme sichtbar wird.

Obwohl **Angebotsvariante C** ein "Extremfall" ist, sind die CO₂-Vermeidungskosten relativ gering. Die CO₂-Kosten sind eine Kostenart unter anderen. In einem ersten Schritt wird hier eine CO₂-Vermeidung durch 100% Zertifikatekauf im Ausland unterstellt (Varianten mit 50% Kompensation im Inland sind in Arbeit). Es wird ferner davon ausgegangen, dass der derzeit hohe CO₂-Zertifikatspreis wieder sinkt, weil die Liquidität des Marktes steigt durch die Marktteilnahme der neuen EU-Länder und weiterer Staaten. Langfristig geht der Preis langsam nach oben, weil die Kosten jeder zusätzlich zu vermeidenden Tonne CO₂ steigen (Folie 30).

Folie 31 zeigt die durch Diskontierung vergleichbar gemachten kumulierten Kosten des Zubaus von Kraftwerkskapazitäten für verschiedene Angebotsvarianten. Szenario I ist mit 10 bis 12 Mrd CHF tendenziell günstiger als Szenario II mit 12 – 13 Mrd Fr. Der Grund dafür ist der geringere Zubau an neuer Wasserkraft und neuen Energien unter den Voraussetzungen von Szenario I. Dieser Vorteil ist mehr als nur vordergründig, weil die Preis- und Versorgungsrisiken hier nicht einbezogen sind.

4. CO₂-Emissionen

Folie 32 zeigt die gesamten inländischen CO₂-Emissionen im Zeitablauf noch ohne inländische Kompensationsmassnahmen. Die Darstellung ist konform mit dem CO₂-Gesetz und dem Klimaprotokoll. Sie schliesst den internationalen Flugverkehr aus und verzichtet auf die CO₂-Bewertung der Stromimporte und -exporte.

Die linke Figur ist bezüglich Stromerzeugung der "Extremfall" mit vor allem fossilthermischer Lückenschliessung im Stromsektor (Strom-Angebotsvariante C).

Unterschieden wird in der Figur von unten nach oben zwischen Brennstoffen, Treibstoffen und den Emissionen aus der Stromproduktion für die Angebotsvariante C.

Die rechte Figur zeigt die Gesamtemissionen im Szenario II mit den Angebotsvarianten A, B und C. Auch im Fall A mit nur geringem CO₂-haltigem Zubau an Stromproduktion kann das CO₂-Ziel 2010 (-10% gegenüber 1990) nicht erreicht werden. Für die langfristige Klimapolitik sind die Zeithorizonte 2000 bis 2020 und bis 2035 von Interesse. Unter den Voraussetzungen des Szenarios II (ohne weitere inländischen Kompensationen) lassen sich die CO₂-Emissionen gegenüber dem Jahr 2000 bis 2020 um 14% (Variante C) bis 16% (Variante A) verringern; bis 2035 um 14% (Variante C) bis 24% (Variante A).

5. Ausblick auf Szenarien III und IV

Die bisherige Darstellung bezieht sich auf eine Entwicklung bei der Energieeffizienz und Erneuerbare Energien trotz dem hier unterstellten Willen zur verstärkten Zusammenarbeit und auch bei einer Rahmenentwicklung mit „Oelpreis hoch“ (Folie 5) keine eigentlichen Trendwenden erfahren.

Mit den Szenarien III und IV wird von anderen Voraussetzungen ausgegangen. Die in diesen (zielorientierten) Szenarien zu prüfenden Ziele sind aus Folie 33 ersichtlich. Voraussetzung für diese "Welten" ist insbesondere eine global verstärkte und harmonisierte Energie- und Klimaschutzpolitik. Im Szenario IV, das den Weg zur 2 KW-Gesellschaft weist, sind zusätzlich energietechnische Innovationen und eine veränderte Rahmenentwicklung mit beispielsweise weiter verdichtetem Bauen und neuen Formen des Arbeitens und Wohnens erforderlich. In einer Expertenbefragung wurden die Wahrscheinlichkeiten und die Zielführung von Innovationen, die in Szenario IV zu berücksichtigen sind, untersucht.

Die Gesamtenergienachfrage im Szenario III ist in Folie 34 (orange) dargestellt. In einem ersten methodischen Schritt wird unterstellt, dass sich Best-Practice- Energietechnik ab 2010 flächendeckend bei allen Investitions- und Konsumentenscheiden durchsetzt. Im zweiten Schritt werden die Grenzen der Wirtschaftlichkeit und der Investitionsprioritäten berücksichtigt, was zu einer langsameren Marktdurchdringung der Best-Practice führt.

Es zeigt sich, dass ein CO₂-Ziel von - 20% (von 2000 bis 2035) allein durch die rationellere Energieverwendung deutlich übererfüllt werden kann, und somit zu überlegen ist, ob die entstandene „Luft“ vorübergehend für effiziente fossilthermische Stromerzeugung verwendet werden soll oder ein ambitionierteres CO₂-Ziel (möglichst ohne CO₂-haltige Stromerzeugung) anzustreben ist. Schwierig ist dagegen das Ziel der Pro-Kopf-Verbrauchsreduktion zu erreichen. Die Stromnachfrage lässt sich unter den Voraussetzungen des Szenarios III gegenüber heute nur unwesentlich senken.