

Energiestrategie 2050 der Schweiz

Michel Piot

swisselectric, Postfach 7950, 3001 Bern, +41 31 381 64 00, michel.piot@swisselectric.ch

Kurzfassung: Die Energiestrategie 2050 der Schweiz sieht vor, den Energie- und Stromverbrauch in den nächsten Jahrzehnten stark zu senken. Ausser der Zielvorgabe ist allerdings wenig bekannt, wie dies politisch bewerkstelligt werden soll. Basierend auf den Grundlagenarbeiten wird aufgezeigt, welche Konsequenzen die Energiestrategie 2050 der Schweiz insbesondere auf die Stromversorgung haben wird.

Keywords: Energiestrategie, Energiewende, Versorgungssicherheit.

1 Ausgangslage

Am 25. Mai 2011 hat der Bundesrat im Rahmen der neuen Energiestrategie (Energiestrategie 2050) den schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie beschlossen. „Der Bundesrat will in der Schweiz weiterhin eine hohe Stromversorgungssicherheit garantieren – mittelfristig jedoch ohne Kernenergie.“ Der Bundesrat begründete seinen schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie mit zwei Argumenten: Er geht davon aus, „dass die Schweizer Bevölkerung das mit der Kernenergienutzung verbundene Restrisiko verringern will.“ Und „die Kernenergie wird aufgrund ihrer zu erwartenden steigenden Stromgestehungskosten [...] langfristig zudem Wettbewerbsvorteile gegenüber den erneuerbaren Energien verlieren“ ([26]).

In mehreren Schritten hat die Bundesverwaltung seither eine Gesetzesvorlage ausgearbeitet, die eine Energiewende herbeiführen soll. Der parlamentarische Prozess wurde Mitte Januar 2014 in der Enquete-Kommission des Nationalrates gestartet.

Der Begriff Energiewende hat seinen Ursprung in den USA. So war es der amerikanische Physiker A. Lovins, der den Ausdruck „Soft Energy Path“ prägte, um den Weg zu beschreiben, auf dem ein zentralisiertes, auf fossilen und nuklearen Brennstoffen beruhendes Energieversorgungssystem nach und nach durch Energieeffizienz und erneuerbare Energiequellen ersetzt wird. Im Jahr 1980 erschien der Band „Energie-Wende. Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran“ als Bericht des Freiburger Öko-Instituts. Darin entwarfen die Autoren alternative Szenarien einer nichtnuklearen Zukunft, die auf begrenztem Wirtschaftswachstum, Energieeinsparungen und der Nutzung der Sonnenenergie beruhen ([21]).

Im nachfolgenden Papier werden die Eckpunkte der Energiestrategie 2050 dargestellt und der laufende Prozess in der politischen Diskussion thematisiert (Kapitel 4). Für die bessere Einordnung der Ziele der Energiestrategie 2050 und das bessere Verständnis der laufenden politischen Prozesse und Diskussionen lohnt sich ein Blick in die Vergangenheit (Kapitel 2 und Kapitel 3). Ein spezielles Augenmerk wird auf die Stromversorgung gelegt, indem aufgezeigt wird, welche Auswirkungen die Energiestrategie 2050 auf das Dreieck Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit sowie Umwelt- und Sozialverträglichkeit haben wird (Kapitel 5). Schliesslich werden die Erkenntnisse in den Schlussfolgerungen zusammengefasst (Kapitel 6).

2 Energieverbrauch in der Schweiz seit 1910

Die Aufzeichnung des Energieverbrauchs in der Schweiz geht zurück bis ins Jahr 1910. Dank der langen Zeitreihe lassen sowohl technologische Errungenschaften als auch historische Ereignisse aus der Entwicklung des Energieverbrauchs herauslesen.

2.1 Drei Entwicklungsphasen des Endenergieverbrauchs

Abbildung 1 zeigt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Schweiz seit 1910. Rein optisch können grob drei Phasen unterschieden werden:

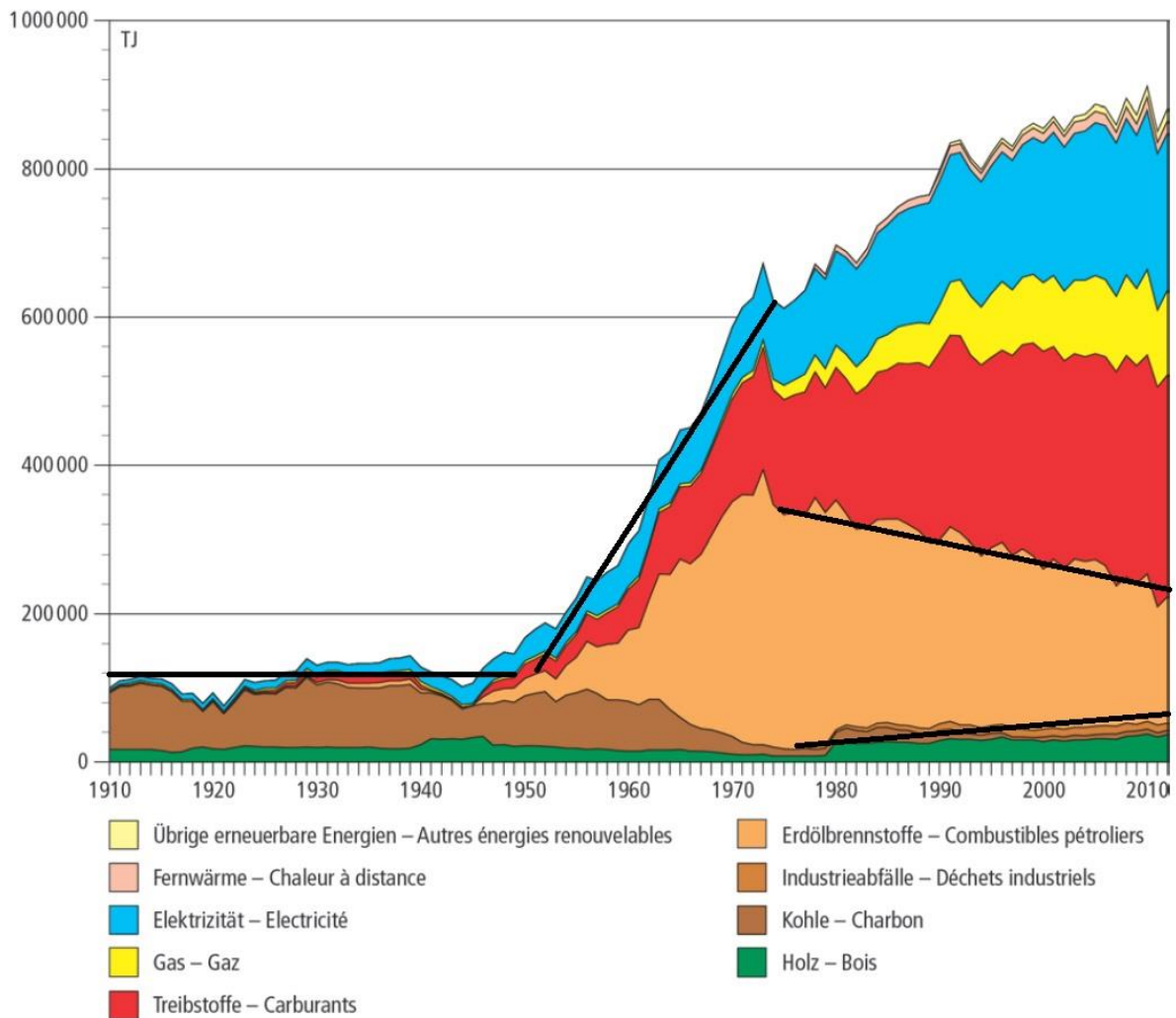


Abbildung 1: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Schweiz von 1910-2012 nach Energieträgern. Quelle: [8], bearbeitet.

- Phase 1: 1910-1945: Die Bevölkerung steigt von 3.7 auf 4.4 Millionen Personen. Der Endenergieverbrauch bleibt trotz dieses bedeutenden Zuwachses weitgehend konstant. Kohle ist der dominierende Primärenergieträger. Die Bedeutung von Erdöl und Strom nimmt ab den 20er-Jahren aber langsam zu.
- Phase 2: 1945-1973: Mit der Erschliessung grosser Erdölfelder im Nahen Osten, insbesondere in Saudi-Arabien, wo 1948 das weltgrösste Ölfeld Ghawar entdeckt wurde,

konnte eine hochwertige und kostengünstige Energiequelle genutzt werden, die zu einem exponentiellen Energieverbrauchswachstum geführt hat. Die Entwicklung der Konsumgesellschaft als Folge der erheblichen Vermehrung der bekannten Energieresourcen und dem einsetzenden Schub an Energieverbrauch wird auch als 1950er-Syndrom bezeichnet. Die Bevölkerung steigt von 4.4 auf 6.3 Millionen Personen.

- Phase 3: ab 1973: am 17. Oktober 1973 stieg der Preis für ein Fass Rohöl um rund 70 Prozent von drei auf fünf Dollar, im Verlaufe des nächsten Jahres auf über 12 Dollar. Dies als Folge einer Drosselung der Fördermengen durch die Organisation der Erdöl exportierenden Länder (OPEC). Dieser Preisanstieg führte in den Industrieländern zu einer schweren Rezession. In der Schweiz gab es ab dem 25. November 1973 drei aufeinanderfolgende Sonntage mit allgemeinem Fahrverbot. Seither wurde verstärkt versucht, die Abhängigkeit von Erdölbrennstoffen mittels Substitution hin zu anderen Sekundärenergieträgern zu reduzieren, was zu einem Zuwachs der Nachfrage beim Erdgas und vor allem beim Strom führte. Trotz dieser Erdölkrise 1973 und einer zweiten Krise im Jahre 1979 als Reaktion auf Förderausfälle und Verunsicherung beim Ausbruch des Ersten Golfkrieges zwischen Irak und Iran, ist der Energieverbrauch bis Ende des 20. Jahrhunderts weiter gestiegen. Erst in den letzten zehn Jahren ist eine Stagnation erkennbar. Die Bevölkerung steigt von 6.3 auf 8.0 Millionen Personen.

2.2 Analyse des Stromverbrauchs und der Stromproduktion in der Schweiz seit 1910

2.2.1 Stromverbrauch

Der Stromverbrauch ist seit 1910 mit wenigen Ausnahmen jährlich gestiegen (Abbildung 7). Den höchsten Anteil am Endenergieverbrauch verzeichnete er 1945 mit knapp 26 Prozent. In der Phase des exponentiellen Wachstums des Energieverbrauchs, getrieben durch die Zunahme des Verbrauchs an Erdölbrenn- und Treibstoffen ab den 50er-Jahren, reduzierte sich der relative Anteil bis 1973 wieder kontinuierlich auf 15 Prozent, obschon das jährliche Verbrauchswachstum beträchtlich war.

Phase 3 lässt sich in zwei Perioden (siehe Abbildung 2) unterteilen: in den Jahren 1973 bis Mitte der 90er-Jahre betrug das Pro-Kopf-Wachstum rund 2 Prozent, ab 1995 hat es sich deutlich verlangsamt und betrug pro Jahr noch knapp 1 Prozent. Parallel dazu hat sich auch das Wirtschaftswachstum etwas abgeschwächt.

2.2.2 Stromangebot

Nachdem die ersten Kernkraftwerke in der Schweiz Ende der 60er-Jahre ihren Betrieb aufgenommen hatten, wurde im Anschluss an die Erdölkrise der Ausbau der Stromproduktion vorangetrieben, das Kernkraftwerk Gösgen nahm seinen Betrieb 1979 auf, Leibstadt 1984. Andere Projekte (Graben und Kaiseraugst) scheiterten am Widerstand der Bevölkerung wurden dann aber durch Beteiligungen an französischen Kernkraftwerken ersetzt.

Die Wasserkraft erlebte zwischen 1955 und 1970 einen starken Zubau, der sich allerdings anfangs der Phase 3 als Folge der Inbetriebnahme von Kernkraftwerken und ungünstiger wirtschaftlicher Rahmenbedingungen stark verlangsamte. Lag die Produktion 1950 bei rund 12 TWh, erhöhte sie sich bis 1970 auf 31 TWh. Heute liegt die Produktionserwartung bei 36 TWh.

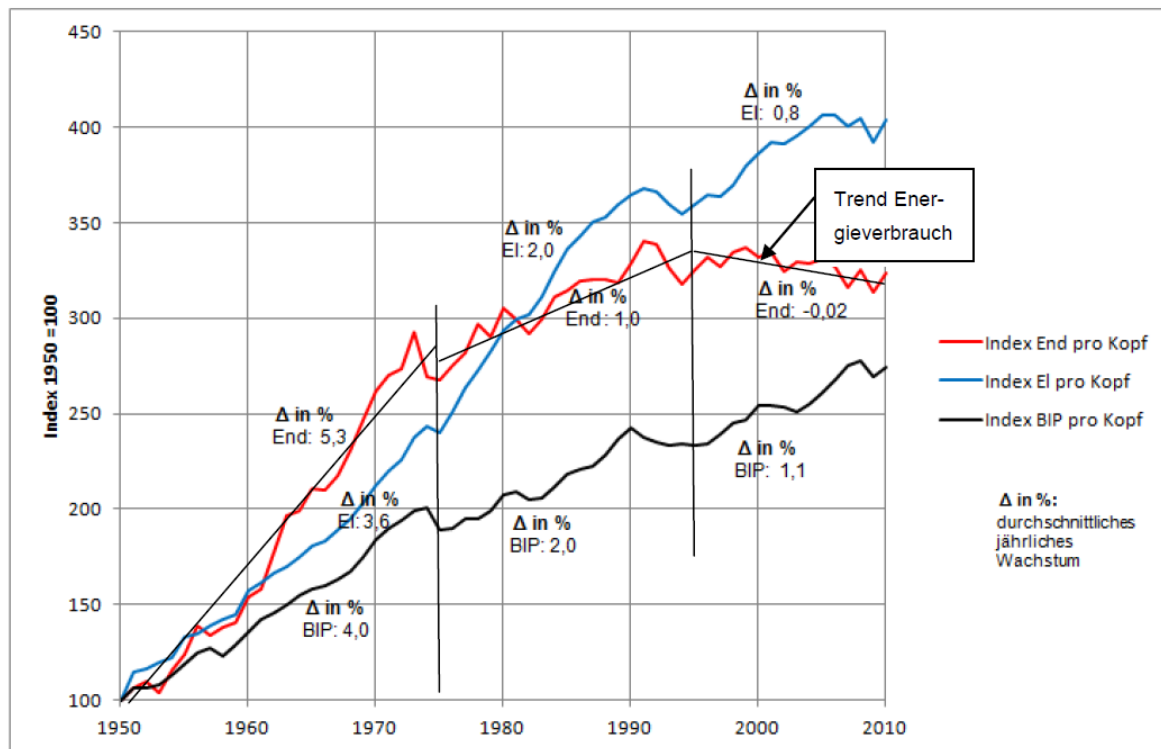


Abbildung 2: Entwicklung des Energie- und Stromverbrauchs pro Kopf seit 1950. Quelle: [3].

3 Energieperspektiven in der Schweiz: ein Rückblick

Die Schweiz hat im Auftrag des Bundesrates und des Parlamentes in den letzten 40 Jahren mehrfach Energieperspektiven erarbeitet, um daraus die Richtung der künftigen Energiepolitik abzuleiten. Auslöser solcher Aufträge waren meist einschneidende Ereignisse, begonnen mit der ersten Erdölkrise im Jahr 1973 und aufgehört mit dem Reaktorunglück in Fukushima im Jahr 2011.

3.1 Gesamtenergiekonzeption

3.1.1 Grundlagenarbeiten ([18])

Im Herbst 1974 wurde die Eidgenössische Kommission für die Gesamtenergiekonzeption (GEK) tätig, die in mehr als 110 ganztägigen Sitzungen einen bundesrätlichen Auftrag erfüllt hat. Das Ziel der GEK lag unter anderem darin:

- die energiepolitischen Ziele der Schweiz zu formulieren;
- die zur Zielerreichung kurz-, mittel-, und langfristigen Massnahmen aufzuzeigen;
- dem Wesen einer Gesamtenergiekonzeption entsprechend die verschiedenen Bereiche der Energiewirtschaft im Zusammenhang zu beurteilen;
- die Möglichkeiten des Einsatzes von energiesparenden und umweltfreundlichen Technologien, der Forschung und Entwicklung und eines sinnvollen, haushälterischen Konsums in Rechnung zu stellen;
- einen Katalog von Energiesparmassnahmen zu entwerfen.

Dabei war gemäss Auftrag bei der Formulierung der Ziele und bei der Erarbeitung der Massnahmen zu berücksichtigen, dass eine optimale Energiepolitik in der Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik eingebettet sein muss.

Der GEK-Bericht zeichnete sich durch die Szenarientechnik aus. Damit wurde eine neue Methode in der Behandlung zukunftsorientierter Zeitfragen eingeführt, die die Möglichkeit gab, eine Wahl zu treffen. In einem Rückblick, 25 Jahre nach Abschluss der Arbeiten, hielt der Präsident der GEK in einem Zeitungsartikel fest: „Zudem zielte der Bericht auf Ausgewogenheit. Extrem Lösungen sind in der Politik zum Scheitern verurteilt.“

Als oberstes Ziel der Energiepolitik wurde „die Wohlfahrt, das heisst die Mehrung der materiellen und immateriellen Werte“ definiert. Dieses Ziel wurde alsdann bis auf Stufe Steuerungsinstrumente heruntergebrochen (Abbildung 3).

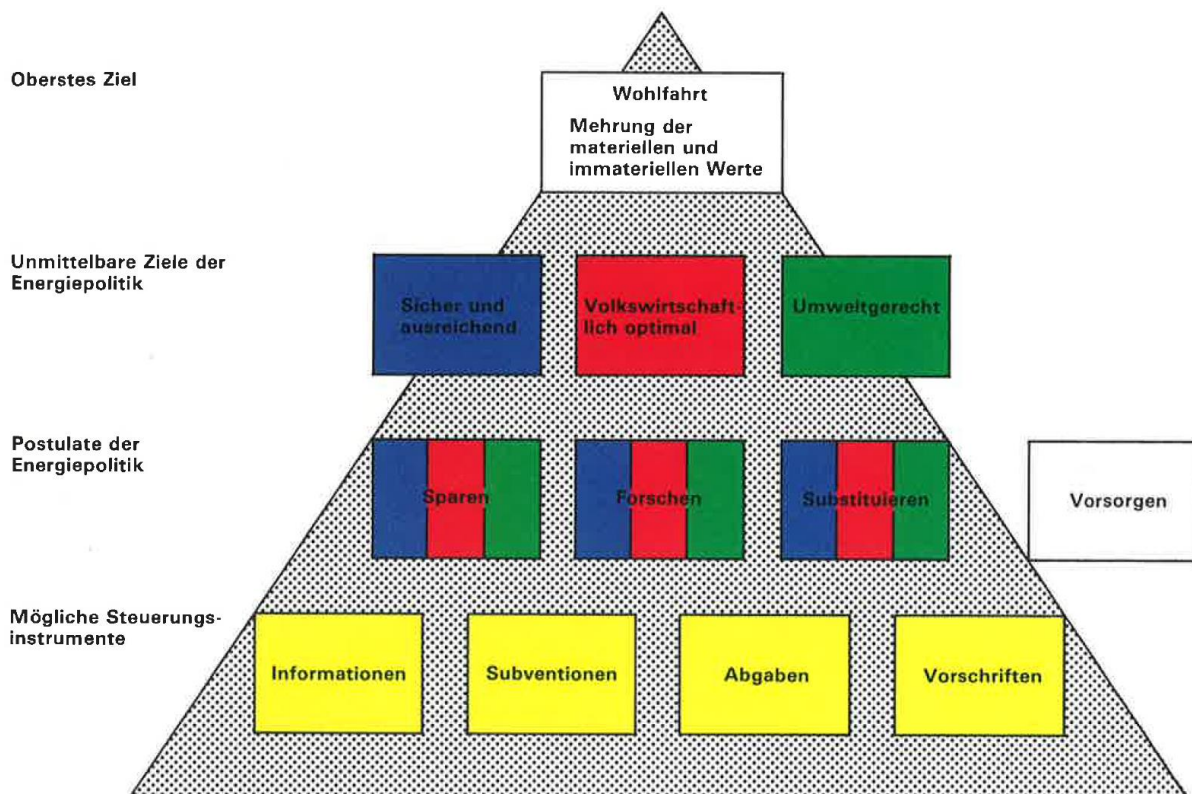


Abbildung 3: Hierarchie energiepolitischer Ziele und Massnahmen. Quelle:[18].

Es wurden vier Szenarien mit zahlreichen Untervarianten definiert, von denen zwei vertieft analysiert und bewertet wurden: Szenario II „Energiepolitik mit bestehenden Verfassungsgrundlagen“ und Szenario IIIc „Energiepolitik mit neuen Verfassungsgrundlagen“ verbunden mit einer Zwecksteuer auf Energie von rund sechs Prozent ab 1985. Tabelle 1 zeigt die Vorteile der einzelnen Szenarien in der Gegenüberstellung.

Die Mehrheit der GEK stand hinter dem konkreten Vorschlag eines Energieartikels in der Bundesverfassung, der dem Bund mit einer Kann-Formulierung die Kompetenz zur Einführung einer Energieabgabe gab. Die Mehrheit der GEK sprach sich allerdings gegen die Einführung dieser Abgabe aus und sah sie als „Ultima Ratio“, wenn die übrigen energiepolitischen Massnahmen nicht zum gewünschten Erfolg führen und sich weitere Eingriffe aufdrängen würden.

Tabelle 1: Übersicht über die Vorteile der einzelnen Szenarien. Quelle:[17].

Vorteile Szenario II versus Szenario IIIc	Vorteile Szenario IIIc versus Szenario II
<ul style="list-style-type: none"> • Staatspolitisch: keine Veränderung der bisherigen Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen • Ordnungspolitisch: weniger staatliche Eingriffe • Geringer Finanzierungsbedarf 	<ul style="list-style-type: none"> • Energiepolitische Ziele: bessere Verwirklichung der sicheren und umweltgerechten und bei steigenden Energiepreisen auch der wirtschaftlichen Energieversorgung • Energiepolitische Postulate: mehr Energieeinsparungen, höhere Substitution, mehr Bundesmittel für die Forschung • Verstärkte Investitionstätigkeit

3.1.2 Politische Umsetzung

Der Schlussbericht wurde im Jahr 1978 publiziert, danach dauerte es noch vier Jahre bis es einen Bundesbeschluss über die Aufnahme eines Energieartikels in der Bundesverfassung gab. In einem lesenswerten Artikel von B. Wehrli (Sonderbeauftragter des Vororts des Schweizerischen Handels- und Industrie-Vereins) sprach sich der Autor klar gegen „den von der GEK-Mehrheit vorgeschlagenen Energieartikel mit Energiesteuer und Subventionsmechanismus“ aus, da „der administrative Verteilungsapparat, der heraufbeschworen würde: mehr Staat, mehr Beamte, weniger Selbstbestimmung und Wahlfreiheit“ unausweichlich wäre, während „noch kein einziges Problem gelöst wäre, vor die uns wahrscheinlich die weitere Zuspitzung der internationalen Energiesituation stellen wird“ ([28]).

In der Volksabstimmung vom 27. Februar 1983 wurde der Verfassungsartikel von einer knappen Mehrheit der Bevölkerung zwar angenommen, doch scheiterte er am Ständemehr, das heisst eine Mehrheit der Kantone lehnte die Vorlage ab – aus Sicht des Präsidenten der GEK, weil das Parlament die Kantone zu stark zurückgebunden hatte.

So lautete der erste Absatz des Verfassungstextes vom 8. Oktober 1982:

Der Bund kann zur Sicherung einer ausreichenden, wirtschaftlichen und umweltschonenden Energieversorgung

- a. Grundsätze aufstellen für die sparsame und rationelle Energieverwendung;
- b. Vorschriften erlassen über den Energieverbrauch von Anlagen, Fahrzeugen und Geräten;
- c. die Entwicklung von Techniken fördern, die der sparsamen und rationellen Energieverwendung, der Nutzbarmachung herkömmlicher und neuer Energien und der breiten Fächerung der Energieversorgung dienen.

Am 23. September 1984 wurde die Volksinitiative „für eine Zukunft ohne weitere Atomkraftwerke“ mit einem Ja-Stimmen-Anteil von 45 Prozent abgelehnt und folgte damit dem Standpunkt des Bundesrates, der „die weitere Nutzung der Kernenergie für unerlässlich“ hielt ([9]). Ähnlich hoch wurde die Volksinitiative „für eine sichere, sparsame und umweltgerechte Energieversorgung“ abgelehnt, die die Einführung einer zweckgebundenen Energieabgabe vorsah. Die Initianten argumentierten unter anderem: „Das Waldsterben habe klar vor Augen geführt,

dass vor allem die Energieverschwendung unsere Umwelt belastet. Deshalb solle man mit dem Umdenken Ernst machen“ ([9]).

3.2 Expertengruppe Energieszenarien und die folgenden Volksabstimmungen

3.2.1 Grundlagenarbeiten ([19])

Als Folge des Kernkraftwerksgrossunfalls in Tschernobyl am 26. April 1986 fand im Parlament vom 9. bis 11. Oktober 1986 eine ausserordentliche Session über Energiefragen statt. Aus dem Protokoll: „Der Bundesrat wird Voraussetzungen, Möglichkeiten und Auswirkungen eines Ausstiegs aus der Kernenergie anhand von Szenarien darstellen lassen.“ Es wurde eine Expertengruppe Energieszenarien (EGES) eingesetzt, die diesmal die Kernenergiepolitik in den Mittelpunkt stellte und entsprechend die drei Varianten Referenzpolitik, Kernenergiemoratorium und Ausstieg aus der Kernenergie zu verschiedenen Zeitpunkten (1990, 2000, 2010, 2025) definierte. Diesen Elektrizitätsangebotspolitikvarianten wurden vier Szenarien der wirtschaftlich-gesellschaftlichen Rahmenentwicklung gegenübergestellt: „bisherige Prioritäten“ mit den Untervarianten „Höheres Wachstum“ und „Tieferes Wachstum“, sowie „Neue Prioritäten“ mit den Untervarianten „Kommunikationsgesellschaft“ und „Neuer Lebensstil“.

Das Szenario „Kommunikationsgesellschaft“ setzt „die Entwicklung von Informations- und Telekommunikationstechnologien als Grundstein zu einer langen und globalen Wachstumswelle voraus.“ Im Energiebereich werden Lenkungssteuern angenommen, Erdölpreisschwankungen sollen durch eine dynamische Energiesteuer ausgeglichen werden und die Dezentralisierungstendenz in der Elektrizitätswirtschaft wird gefördert, indem der Marktzutritt von Kleinproduzenten (insbesondere WKK-Betreiber) erleichtert wird. Das Szenario „Neuer Lebensstil“ geht aus „von einer starken Wert- und Verhaltensänderung der Gesellschaft – ausgelöst vor allem durch mögliche akute und absehbare schleichende Umweltkatastrophen. [...] Ein materiell weiter wachsender Wohlstand verliert an Gewicht; bedrohte immaterielle Werte treten in den Vordergrund. In diesem Sinne wird ein post-materialistisches Wertmuster angenommen. [...] Das ‚Sein‘ wird gegenüber dem ‚Haben‘ wichtiger“.

Im Gegensatz zur GEK war es ausdrücklich kein Ziel der EGES Empfehlungen abzugeben. Der Schlussbericht wurde im Februar 1988 publiziert.

3.2.2 Politische Umsetzung

Am 23. September 1990 fanden drei energierelevante Abstimmungen statt: Volksinitiative für den Ausstieg aus der Atomenergie, Volksinitiative Stopp dem Atomkraftwerkbau (Moratorium) und Abstimmung zum Bundesbeschluss über den Energieartikel in der Bundesverfassung.

Aus der Abstimmungsanalyse über die Ablehnung des Verfassungsartikels im Jahre 1983 wurde nun der erste Absatz des Bundesverfassungstextes vom 6. Oktober 1990 entsprechend angepasst:

Bund und Kantone setzen sich im Rahmen ihrer Zuständigkeiten für eine ausreichende, breitgefächerte und sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung sowie für einen sparsamen und rationellen Energieverbrauch ein.

Der Energieartikel fand (unterdessen) eine hohe Zustimmung und erlaubte gemäss Abstimmungsunterlagen die Schaffung eines Energiegesetzes, „das allerdings erst etwa 1995 in Kraft

treten kann. Die heutigen Probleme sind aber derart dringend – denken wir nur an die drohende Klimakatastrophe –, dass wir diese Zeit nicht tatenlos verstreichen lassen dürfen“ ([10]). Der Ausstieg aus der Kernenergie wurde mit 53 Prozent abgelehnt, während das Moratorium mit 55 Prozent angenommen wurde. Bundesrat und Parlament lehnten beide Initiativen ab, die Ausstiegsinitiative unter anderem mit dem Argument, dass die „Risiken der Kernenergie erkannt und durch geeignete technische und personelle Massnahmen auf ein absolutes Minimum reduziert worden sind. Ein Ausstieg der Schweiz aus der Kernenergie bringt nur scheinbar einen Sicherheitsgewinn. Wir würden damit nur in eine grössere Abhängigkeit von den Kernkraftwerken des Auslands getrieben, auf deren Sicherheitsvorkehrungen wir keinen Einfluss haben.“ Und weiter: „Es wäre falsch, auf bestehende Energien und auf mögliche technologische Entwicklungen zu verzichten“ ([10]).

Im Jahr 2000 wurde über einen Verfassungsartikel „Förderabgabe für erneuerbare Energien“ und über eine „Energienlenkungsabgabe für die Umwelt“ abgestimmt. Beide Vorlagen wurden vom Parlament deutlich unterstützt. Die Förderabgabe wäre als Finanzhilfe unter anderem für die Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien und zur Erhaltung und Erneuerung der Wasserkraft eingesetzt worden. Die Vorlage wurde mit 46.7 Prozent abgelehnt und nur von den Kantonen Zürich, Bern, Basel-Land, Graubünden und Genf angenommen. Die Vorlage zur Energienlenkungsabgabe sah eine Energieabgabe auf nichterneuerbaren Energieträgern vor, die zur Senkung der obligatorischen Lohnnebenkosten verwendet worden wäre und höchstens 2.0 Rp./kWh betragen hätte. Die Vorlage wurde mit einem Ja-Stimmen-Anteil von 44.5 Prozent abgelehnt und nur von den Kantonen Zürich, Basel-Stadt und Graubünden angenommen.

Im Jahr 2003 fanden erneut Abstimmungen zum Ausstieg aus der Kernenergie statt. Sowohl die Volksinitiative „Strom ohne Atom – Für eine Energiewende und die schrittweise Stilllegung der Atomkraftwerke“, die einen vollständigen Ausstieg der Kernenergie bis 2014 vorsah, als auch die Volksinitiative „MoratoriumPlus – Für die Verlängerung des Atomkraftwerk-Baustopps und die Begrenzung des Atomrisikos“ wurden deutlich abgelehnt, mit Nein-Stimmen-Anteilen von 66.3 Prozent und 58.4 Prozent. Damit war das Volk in beiden Vorlagen der Argumentation des Bundesrates gefolgt, der bei der Initiative „Strom ohne Atom“ von einer „Rosskur“ ([11]) sprach.

3.3 Energieperspektiven 2035

In den Jahren 2004 bis 2006 wurden die Energieperspektiven 2035 erstellt, diesmal nicht auf Grund eines Ereignisses sondern im Hinblick auf die anstehenden Fragen der weiteren Klimaschutzziele nach 2010 sowie dem Auslaufen der langfristigen Stromimportverträge verbunden mit der erwarteten Abschaltung der ältesten Kernkraftwerke in den Jahren 2019 bis 2022.

3.3.1 Grundlagenarbeiten ([4])

Es wurde wiederum vier energiepolitische Szenarien untersucht: zwei massnahmen- und zwei zielorientierte Szenarien: Szenario IV „2000-Watt-Gesellschaft“ verlangte einen energiepolitischen Paradigmenwechsel. Neben einer internationalen Harmonisierung ist die Marktdurchdringung von neuen Schlüsseltechnologien erforderlich. Als zentrales Instrument wurde in diesem Szenario eine Lenkungsabgabe unterstellt, die für Haushaltskunden einen Strompreis

von 37.5 Rp./kWh beziehungsweise CHF 3.12 pro Liter Benzin bedingt, was gegenüber dem Referenzszenario einer Verdoppelung der Endverbraucherpreise entspricht.

Der Syntheseband hielt insbesondere fest, dass auf globaler Ebene die Klimaerwärmung die grösste Herausforderung ist und dass „mit symbolischer Politik die Energiezukunft nicht gestaltbar ist. Ausser schönen Konzepten und kühnen Zielen sind weitsichtige private Investitionen, individuelle Verhaltensänderungen und Gesetzgebungen nötig, die dann auch vollzogen werden“.

Basierend auf den Erkenntnissen der Energieperspektiven hat der Bundesrat im Jahr 2007 eine Neuausrichtung der Energiepolitik beschlossen, „um die drohende Energielücke zu schliessen“ ([27]). Die Strategie basierte auf vier Säulen: Energieeffizienz, Erneuerbare Energien, Grosskraftwerke und Energieaussenpolitik. Bei den Grosskraftwerken argumentierte der Bundesrat damals: „Trotz der verstärkten Effizienzmassnahmen sowie dem Ausbau der Wasserkraft und der übrigen erneuerbaren Energien bleibt ab 2020 eine Rest-Lücke in der Stromversorgung bestehen. [...] Der Bundesrat befürwortet Gaskombikraftwerke (GuD) lediglich als Übergangsstrategie zur Deckung der restlichen Stromlücke. [...] Der Bundesrat setzt weiterhin auf Kernenergie. Er erachtet den Ersatz der bestehenden oder den Neubau von Kernkraftwerken als notwendig. Mit Blick auf allfällige Gesuche der Stromwirtschaft will der Bundesrat die Verkürzung der Bewilligungs- und Bauverfahren im Rahmen der bestehenden gesetzlichen Grundlagen prüfen“ ([27]).

Es wurden Aktionspläne zu Energieeffizienzmassnahmen und zur Förderung der erneuerbaren Energien ausgearbeitet, mit denen bei vollständiger Umsetzung vermutlich etwas mehr als die Ziele des Szenarios II „Verstärkte Zusammenarbeit“ zwischen Staat und Wirtschaft hätten erreicht werden können. Erklärtes Ziel des Bundesrates war aber die Erreichung der Ziele des Szenarios III „Neue Prioritäten“, bei dem auch schon „eine weltweite Prioritätensetzung auf Klimaschutz, Energieeffizienz und Ressourcenschonung sowie Kommerzialisierbarkeit der entsprechenden Techniken“ vorausgesetzt werden musste.

4 Energiestrategie 2050 der Schweiz

Als Folge des verheerenden Erdbebens in Japan und der Havarie in Fukushima hat im Mai 2011 der Bundesrat den schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie beschlossen. „Um die durch den Verzicht auf den Ersatz von Kernkraftwerken wegfallenden Teile des Stromangebots zu decken, muss die Energiestrategie der Schweiz neu ausgerichtet werden“ ([26]).

Während Kapitel 4.1 einen Überblick über die Entstehung und Aufweichung der Energiestrategie 2050 im politischen Prozess über die letzten knapp drei Jahre gibt, werden im Kapitel 4.2 kurz die Grundlagenarbeiten vorgestellt.

4.1 Politischer Prozess der „Energiestrategie 2050“

4.1.1 Mai 2011: Szenario „Neue Energiepolitik“

Mit dem Ausstiegsentscheid im Mai 2011 präsentierte der Bundesrat einen Grundlagenbericht für die Energiestrategie, der einer Aktualisierung der Energieperspektiven 2035 entsprach. Darin wurde erstmals das Szenario „Neue Energiepolitik“ vorgestellt, das mit den in der Energiestrategie 2050 zu erreichenden Zielen übereinstimmt. Diese sehen für das Jahr 2050 einen

Endenergieverbrauch vor, wie ihn die Schweiz Ende der 1960er-Jahre hatte. Um die Ziele zu erreichen „sind in der Schweiz Instrumente mit hoher Eingriffstiefe nötig“ ([7]). Umgerechnet auf eine vollständig an Bevölkerung und Unternehmen rückverteilte Energielenkungsabgabe ab 2011, würde dies zu den in Tabelle 2 aufgeführten Abgabesätzen führen.

Tabelle 2: Endverbraucherpreise 2050 und Abgabesätze im Szenario "Neue Energiepolitik", real 2009. Quelle: ([7]).

		Haushalte	
		Endverbraucherpreis (2050)	Davon: Abgabe (2050)
Heizöl	(Rp./l)	162.8	72.3
Erdgas	(Rp./kWh)	23.8	8.9
Elektrizität	(Rp./kWh)	46.7	20.8
Benzin	(Rp./l)	400	130

Quelle: Prognos 2011

4.1.2 Dezember 2011: Prüfung einer ökologischen Steuerreform

Im Dezember 2011 liess das Eidgenössische Finanzdepartement verlauten, dass der Bundesrat eine ökologische Steuerreform prüfen würde, denn aus Sicht des Bundesrates „könnte die ökologische Steuerreform ein wichtiges Instrument der Erreichung der Ziele der neuen Energiestrategie 2050“ ([16]) – sprich der Ziele des Szenarios „Neue Energiepolitik“ – sein.

4.1.3 April 2012: Neues Szenario „Politische Massnahmen“

In der Zwischenzeit wurden beim Bund Massnahmenpläne erarbeitet, ursprünglich mit der Absicht, die Ziele des Szenarios „Neue Energiepolitik“ zu erreichen, allerdings ohne Einführung einer Lenkungsabgabe. Es zeichnete sich allerdings ab, dass die Ziele des Szenarios „Neue Energiepolitik“ mit den rund fünfzig zur Diskussion stehenden Massnahmen nicht erreicht werden können und so wurde im April 2012 ein neues Szenario „Politische Massnahmen“ präsentiert, mit dem knapp die Hälfte der Ziele des Szenarios „Neue Energiepolitik“ erreicht werden (Abbildung 4 und Abbildung 6). Diese Massnahmen wurden entsprechend als „erstes Massnahmenpaket zur Umsetzung der Energiestrategie 2050“ bezeichnet, bei dem „noch keine tiefgreifende, internationale Zusammenarbeit mit der EU und Drittstaaten erforderlich ist“ ([1]). In der entsprechenden Medienmitteilung wurde weiter festgehalten, dass „für die Zeit nach 2020 eine weitere Etappe konzipiert werden soll.“ In dieser zweiten Etappe sollte der Übergang vom bestehenden Förder- hin zu einem Lenkungssystem umgesetzt werden, und das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) wurde beauftragt, „strategische Entscheide mit Bezug auf diese zweite Phase für die Vernehmlassung zu konkretisieren. Die Arbeiten werden mit einem Bericht zur ökologischen Steuerreform des EFD [Eidgenössischen Finanzdepartementes] koordiniert.“

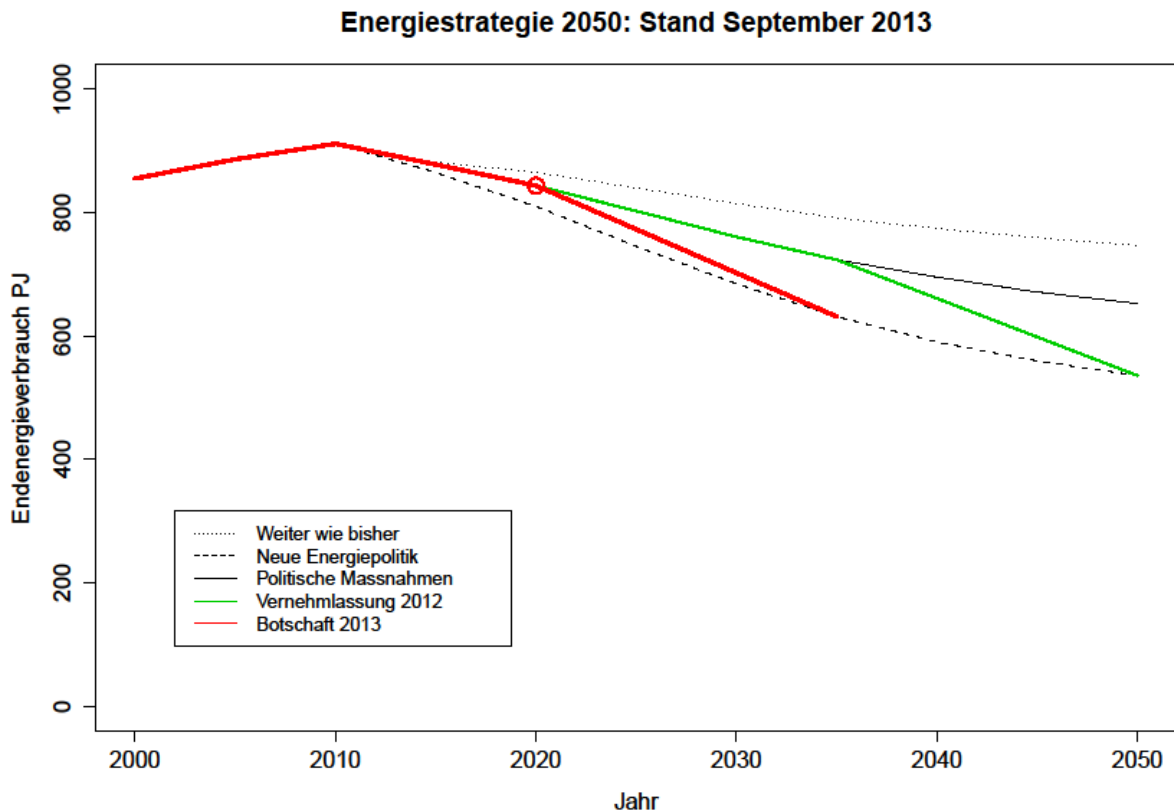


Abbildung 4: Energiestrategie 2050 des Bundes: Entwicklung der Vorlage. Datenquelle: [12], [13], [22]. Eigene Darstellung.

4.1.4 September 2012: Vernehmlassung zum ersten Massnahmenpaket

Ende September 2012 hat der Bundesrat „ein erstes Massnahmenpaket für den schrittweisen Umbau der schweizerischen Energieversorgung in die Vernehmlassung geschickt. [...] Der Bundesrat hat zudem das Eidgenössische Finanzdepartement (EFD) beauftragt, für die zweite Phase der Energiestrategie eine ökologische Steuerreform vorzubereiten. Bis 2014 soll dazu eine Vernehmlassungsvorlage erarbeitet werden.“ In dieser zweiten Etappe „ist ein neuer Verfassungsartikel geplant, in dem die CO₂-Abgabe und der Zuschlag für die Einspeisevergütung zu einer einzigen Energieabgabe zusammen geführt werden. [...] Bis im Sommer 2013 soll ein Anhörungsbericht mit verschiedenen Varianten zur Ausgestaltung der Abgabe, der Rückerstattung bzw. Kompensation sowie zu den ökologischen und volkswirtschaftlichen Auswirkungen erarbeitet werden“ ([6]).

Als wissenschaftliche Grundlage der Vernehmlassungsversion dient der Bericht [22], der „die ‚Schnellschuss-Arbeit‘ zur Begleitung des Kernenergieausstiegs mit über 40 Szenarien-Variantenkombinationen, die im April/Mai 2011 durchgeführt wurde“ vertieft.

4.1.5 September 2013: Grundlagenbericht mit Varianten eines Energielenkungssystems im Jahr 2013

Der publizierte Grundlagenbericht [15] des Eidgenössischen Finanzdepartementes vom 2. September 2013 stellt in der Tat Varianten einer Energieabgabe dar. Allerdings zeigt dieser Bericht nicht den Übergang des Szenarios „Politische Massnahmen“ zum Szenario „Neue Energiepolitik“ sondern nimmt als „Referenz für den Zielpfad“ das erste Massnahmenpaket,

das dem Szenario „Politische Massnahmen“ entspricht und somit die Ziele nur zur Hälfte erreicht. In Variante 1 wird eine „relativ bescheidene“ Energieabgabe auf Brennstoffen und Strom vorgeschlagen, weshalb die „geplanten regulatorischen und Fördermassnahmen deshalb zumindest zum Teil beibehalten werden müssen.“ Durch diese gleichzeitige Vermischung von Förderung und Lenkung darf angezweifelt werden, dass diese „relativ bescheidene“ Energieabgabe kombiniert mit Förderinstrumenten zu tieferen volkswirtschaftlichen Kosten führt als alleine mit Förder- oder regulatorischen Instrumenten. In Variante 2 wird eine höhere Energieabgabe eingeführt, was aus volkswirtschaftlicher Sicht zu begrüssen ist. Allerdings werden damit eben auch nur die Ziele des Szenarios „Politische Massnahmen“ erreicht und verfehlen somit die Ziele des Szenarios „Neue Energiepolitik“ oder synonym der Energiestrategie 2050 um mehr als die Hälfte (Abbildung 4 und Abbildung 6).

4.1.6 Botschaft zum ersten Massnahmenpaket im Jahr 2013

Am 4. September 2013 hat der Bundesrat die Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 verabschiedet und dem Parlament zur Beratung überwiesen ([13]). Gegenüber der Vernehmlassungsversion hat man im Gesetz darauf verzichtet, Ziele für das Jahr 2050 festzuschreiben, hat allerdings gleichzeitig die Verbrauchsziele für das Jahr 2035 verschärft, so dass sie nun den Zielen des Szenarios „Neue Energiepolitik“ entsprechen. Es wird aber weiterhin nicht dargelegt, wie sie erreicht werden sollen. Im Weiteren wurde der Zubau der Photovoltaik zeitlich vorverschoben.

4.2 Grundlagenarbeiten

Nachfolgende Ausführungen beruhen auf dem für die Vernehmlassung erstellten Grundlagenbericht [22] und einer Sensitivitätsanalyse für Photovoltaik [23]. Unterdessen ist auch eine Zusammenfassung vom Bundesamt für Energie verfügbar ([5]).

4.2.1 Rahmendaten

Gemäss den Demographieszenarien des Bundesamtes für Statistik wird die Bevölkerung in der Schweiz bis 2050 gegenüber dem Jahr 2000 von 7.2 Millionen auf 9.0 Millionen ansteigen. Somit hat sich gegenüber den Energieperspektiven 2035 die Schätzung der Bevölkerung für das Jahr 2050 um 14 Prozent erhöht. Dabei wird das Verhältnis von Personen über 65 zu denjenigen zwischen 20 und 64 Jahren von 25 auf 51 Prozent steigen. Zudem wird erwartet, dass im Jahr 2050 rund 78 Prozent aller Haushalte Ein- oder Zweipersonenhaushalte sind, gegenüber 67 Prozent im Jahr 2000.

Abgeleitet von den Demographieszenarien hat das Staatssekretariat für Wirtschaft ein Szenario für die längerfristige BIP-Entwicklung berechnet, das von einem mittleren Wachstum über den Zeitraum von 2000 bis 2050 von 1.1 Prozent ausgeht.

Bei den Weltmarkt-Energiepreisen wird für die beiden Szenarien „Weiter wie bisher“ und „Politische Massnahmen“ das IEA-Szenario „New Energy Policy“ aus dem Jahr 2010 gewählt, das einen Anstieg beim Rohöl auf 117 US-Dollar pro Barrel im Jahr 2050 vorsieht, bei gleichzeitigem Anstieg des CO₂-Preises auf 56 US-Dollar pro Tonne CO₂. Für die „Neue Energiepolitik“ wird das IEA-Szenario „450 ppm“ als Referenz genommen, das als Folge eines starken Rückgangs der Nachfrage nach fossilen Energien einen Preis von 84 US-Dollar pro

Barrel und auf Grund der verschärften Klimapolitik von 137 US-Dollar pro Tonne CO₂ vorsieht. Damit ergeben sich die Endverbraucherpreise in Tabelle 3.

Tabelle 3: Endverbraucherpreise im Jahr 2010 und 2050 für Heizöl, Strom und Benzin, real 2010. Quelle: [22].

	2010	Szenario „Politische Massnahmen“	Szenario „Neue Energiepolitik“
Heizöl (CHF/Liter)	0.85	1.34	1.62
Strom (Rp./kWh)	23.6	28.8	33.6
Benzin (CHF/Liter)	1.69	2.09	2.61

4.2.2 Szenarien

Für die Vernehmlassungsvorlage wurden drei Szenarien untersucht: das Szenario „Weiter wie bisher“, „Politische Massnahmen“ sowie „Neue Energiepolitik“.

Szenario „Weiter wie bisher“

Das Szenario „Weiter wie bisher“ ist massnahmenorientiert und zeigt auf, welche Energienachfrage sich ergibt, wenn alle heute in Kraft befindlichen energiepolitischen Instrumente, Massnahmen, Gesetze während des betrachteten Zeithorizonts weiter geführt werden. Im Vergleich zu den Energieperspektiven 2035 entspricht dieses Szenario eher dem damaligen Szenario II als I, denn die heute eingesetzten energiepolitischen Instrumente haben sich gegenüber den 2005 eingesetzten und absehbaren Instrumenten deutlich erweitert.

Szenario „Neue Energiepolitik“

Das Szenario „Neue Energiepolitik“ strebt an, die energiebedingten CO₂-Emissionen pro Kopf bis zum Jahr 2050 auf 1.0-1.5 Tonnen zu reduzieren. Dazu ist für das Jahr 2050 ein Rückgang des Energieverbrauchs um 54 Prozent pro Person gegenüber dem Jahr 2000 notwendig, so dass der Endenergieverbrauch im Jahr 2050 wieder auf dem Stand von 1969 liegen wird. Dieses Szenario setzt eine „international abgeglichene CO₂-Reduktions- und Energieeffizienzpolitik voraus. Insbesondere ist eine Technologieentwicklung und -einführung in internationaler Arbeitsteilung notwendig“ ([22]).

Um die Ziele zu erreichen, ist eine ernsthafte Suffizienzstrategie aus heutiger Sicht nicht notwendig. Trotz der grundsätzlichen technischen Machbarkeit, sind für die konkrete Umsetzung aber deutliche Veränderungen sowohl im regulatorischen als auch im internationalen Umfeld notwendig. Um zu solchen harmonisierten Vereinbarungen zu kommen, ist als Voraussetzung einerseits ein starker gesellschaftlicher Konsens über die Ziele und zur Umsetzung notwendig, andererseits entsprechend tief greifende Instrumente, damit auch die neuen Chancen und Risiken gleichmässig verteilt werden und drittens eine ähnliche Entwicklung im europäischen Umfeld, idealerweise in allen Industrieländern, sowie auch weltweit ein Paradigmenwechsel.

Um das vorgegebene CO₂-Emissionsziel zu erreichen, müssen die Sanierungsrate und die Sanierungseffizienz gegenüber dem Szenario „Weiter wie bisher“ deutlich erhöht werden. So muss sich die mittlere Sanierungsrate bei Wohngebäuden beinahe verdoppeln auf 1.9 Prozent pro Jahr, das heisst im Betrachtungszeitraum wird jedes Gebäude mit Baualter von 1985 mindestens einmal energetisch saniert, ersetzt oder abgerissen. Als Folge der hohen Sanierungseffizienzen und Sanierungsraten verringert sich der spezifische Heizwärmebedarf – gemessen

in Kilowattstunden pro Quadratmeter Energiebezugsfläche – des Wohnungsbestandes im Betrachtungszeitraum 2010 bis 2050 um 78 Prozent. Insgesamt reduziert sich im Haushaltsbereich die Endenergienachfrage zwischen 2010 und 2050 um 54 Prozent (Abbildung 5). Dabei bildet die Raumwärme mit einem Anteil von 40 Prozent weiterhin der wichtigste Bestandteil, gefolgt von Warmwasser mit rund 20 Prozent.

Im Dienstleistungssektor wird vor allem im Bereich der Raumwärme Energie eingespart, während sich der Verbrauch in den anderen Verwendungszwecken nicht wesentlich ändert.

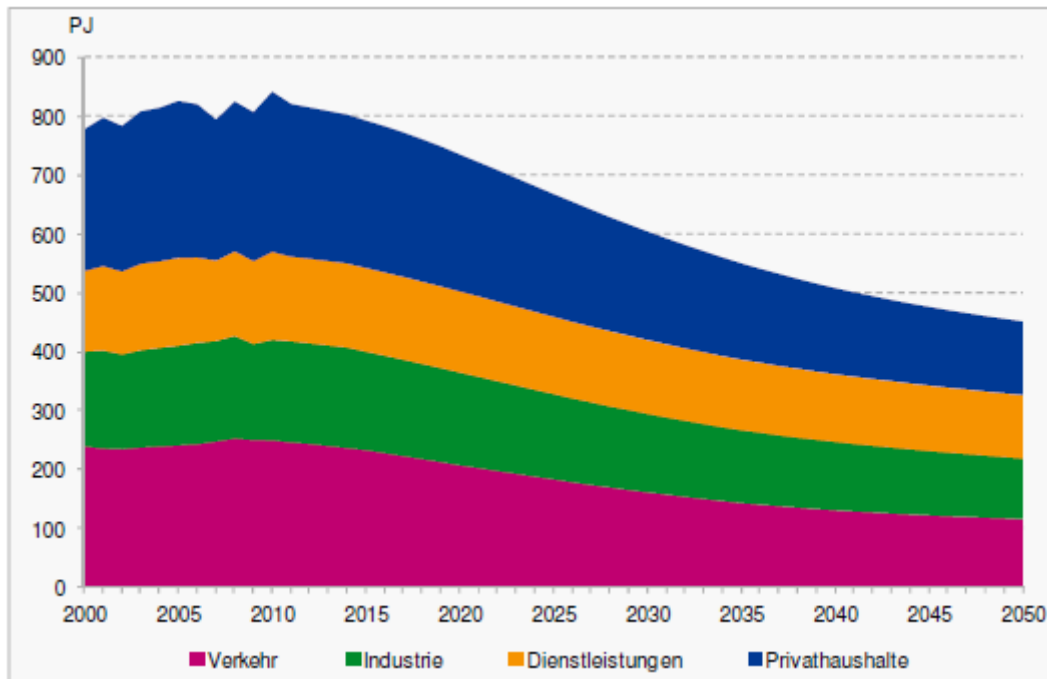


Abbildung 5: Endenergienachfrage nach Sektoren, in PJ. Quelle: [22].

Die Reduktionsziele können nicht durch einen „fuel switch“ von den fossilen Energieträgern zu Elektrizität erfolgen, da auch für die Elektrizitätsnachfrage ein hohes Reduktionsziel vorgegeben wird: minus zehn Prozent auf dem Stromverbrauch beziehungsweise -21 Prozent auf dem Pro-Kopf-Verbrauch (Abbildung 6 und Abbildung 7).

Wollte man die im Szenario „Neue Energiepolitik“ angestrebte CO₂-Minderung und Stromnachfragereduktion mit einem Lenkungssystem erreichen, wäre eine maximale CO₂-Abgabe von 1150 Franken pro Tonne CO₂ (entspricht CHF 3.05 pro Liter Heizöl oder CHF 2.75 pro Liter Benzin) und eine Stromabgabe von 40 Prozent als Zuschlag auf dem Strompreis im Szenario „Politische Massnahmen“ nötig ([14]).

4.2.3 Szenario „Politische Massnahmen“

Dieses Szenario ist massnahmenorientiert und bildet die Auswirkungen der dem Bundesrat vorgeschlagenen Massnahmenpakete auf die Energienachfrage und das Elektrizitätsangebot ab. Diese betreffen den Gebäudebereich, die Industrie und den Dienstleistungssektor und im Sektor Verkehr verschärfte Flottengrenzwerte und die Verkehrsorganisation und basieren auf heute bestehenden Technologien sowie absehbaren Weiterentwicklungen dieser Technologien. Die Priorität liegt auf der Effizienzsteigerung, da Effizienzgewinne in der Regel kosten-

günstiger sind als ein Zubau von Erzeugungstechnologien. Die vorgeschlagenen Massnahmen können in der Schweiz eingeführt werden, unabhängig von der internationalen Energiepolitik mit Ausnahme von Emissionsgrenzwerten im Verkehr.

Die Hauptinstrumente in diesem Szenario sind eine Erhöhung des Gebäudeprogramms von CHF 300 Mio. in 2014 auf CHF 600 Mio. pro Jahr ab 2015. Dadurch kann die jährliche Sanierungsrate bei Wohngebäuden von ein Prozent im Szenario „Weiter wie bisher“ auf 1.2 Prozent erhöht werden. Im Weiteren wird für Neubauten ab 2020 nahezu ein Nullenergiehausstandard angestrebt. Die CO₂-Abgabe auf Brennstoffen wird auf 96 Franken pro Tonne ab 2018 erhöht. Bei den Personenwagen wird eine Absenkung des CO₂-Ausstosses auf 95 Gramm pro Kilometer bis 2020 und anschliessend eine Absenkung auf 35 Gramm pro Kilometer unterstellt. Für die Erreichung der Zubauziele der erneuerbaren Energien zur Stromproduktion wird die kostendeckende Einspeisevergütung auf bis zu 2.0 Rp./kWh erhöht.

Mit den Instrumenten dieses Szenarios werden die Ziele des Szenarios „Neue Energiepolitik“ nur knapp zur Hälfte erreicht (Abbildung 6).

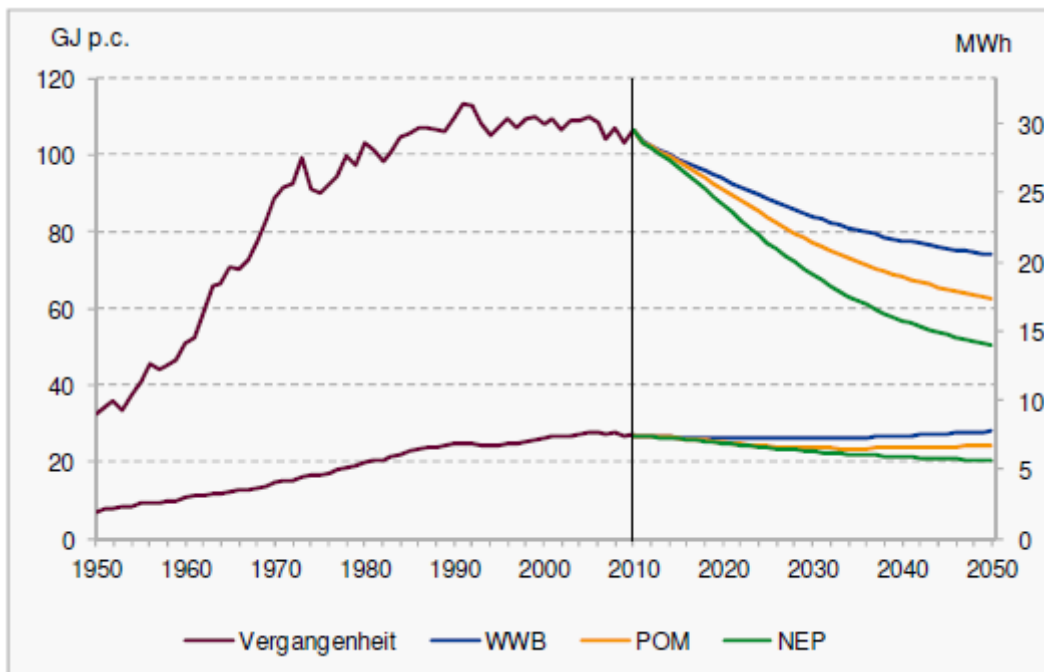


Abbildung 6: Entwicklung der Endenergie- und Elektrizitätsnachfrage pro Kopf, in GJ und MWh in den Szenarien „Weiter wie bisher“ (WWB), „Politische Massnahmen“ (POM) und „Neue Energiepolitik“ (NEP). Quelle: [22].

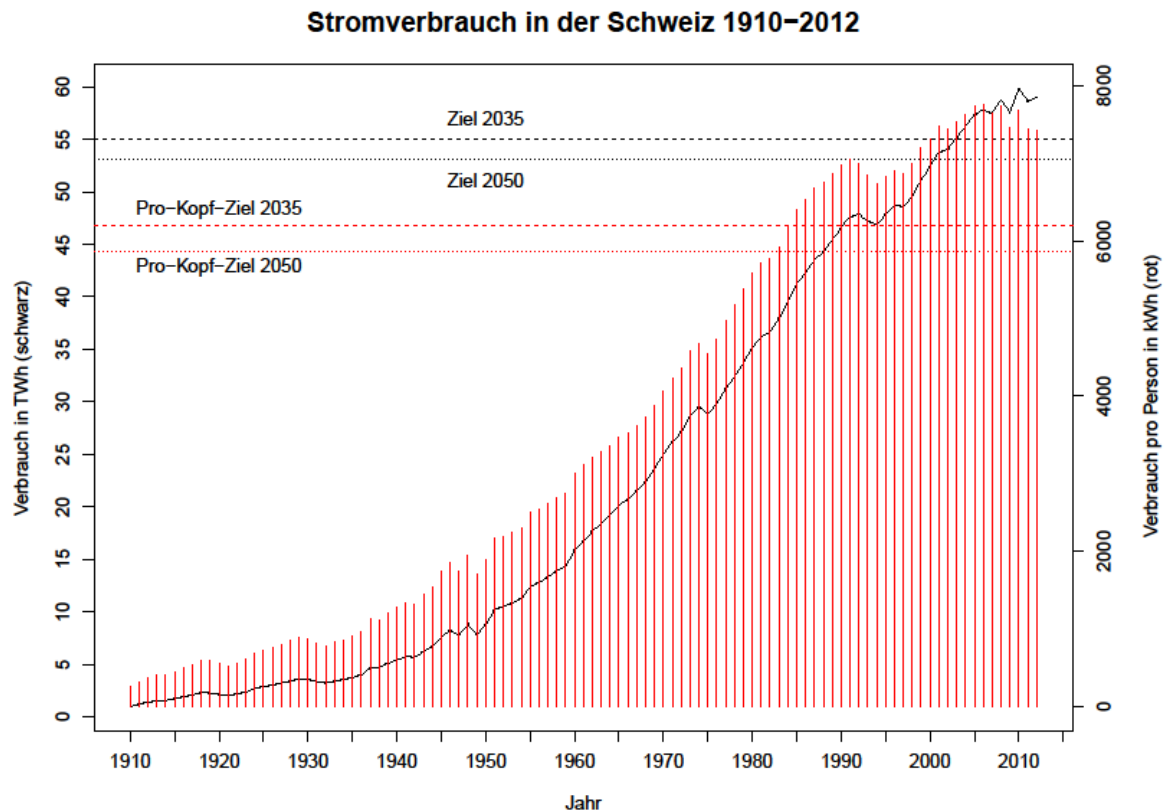


Abbildung 7: Entwicklung des Stromverbrauchs in der Schweiz und Ziele im Szenario „Neue Energiepolitik“. Datenquelle: [8], Bundesamt für Statistik.

4.2.4 Stromangebotsvarianten

Es werden drei Stromangebotsvarianten untersucht:

- Variante C (fossil-zentral): mässiger Ausbau der erneuerbaren Energien, Wärmekraftkopplungsanlagen werden nicht gefördert. Eine resultierende Stromlücke wird mit zentralen Gaskombikraftwerken gedeckt.
- Variante C&E (fossil-zentral und erneuerbar): erhöhter Ausbau der erneuerbaren Energien auch bei Wasserkraft, Wärmekraftkopplungsanlagen werden nicht gefördert. Eine resultierende Stromlücke wird mit zentralen Gaskombikraftwerken gedeckt.
- Variante E: erhöhter Ausbau der erneuerbaren Energien auch bei Wasserkraft, Wärmekraftkopplungsanlagen werden nicht gefördert. Eine resultierende Stromlücke wird mit zusätzlichen Stromimporten gedeckt.

Während der Zubau der erneuerbaren Energien abhängig von der Angebotsvariante aber unabhängig vom Szenario ist, ändern sich nachfragebedingt die Anzahl der benötigten Gaskombikraftwerke beziehungsweise die Stromimportmengen auch in Abhängigkeit der unterschiedlichen Szenarien (Abbildung 8 oben). Leistungsseitig werden in allen Szenarien und Angebotsvarianten deutliche Überkapazitäten gebaut (Abbildung 8 unten). Liegt die installierte Leistung in der Schweiz heute unter 18 GW und die Jahreshöchstlast bei rund 11 GW, wird die Leistung in allen Kombinationen von Szenarien und Angebotsvarianten beträchtlich ausgebaut. Dies liegt allen voran daran, dass in der Angebotsvariante C im Jahr 2050 immerhin 5.5 GW, in den Varianten C&E sowie E sogar 11.2 GW aus fluktuierender erneuerbarer Stromerzeugung stammen, die nicht als gesicherte Leistung berücksichtigt werden kann.

Szenario	Var. C	Var. C&E	Var. E	Lücke	
	Gaskombikraftwerke	Gaskombikraftwerke und EE	EE und Importe	Jahr	Winter
„Weiter wie bisher“	9 GuD 10.3 TWh EE	6 GuD 24.2 TWh EE		41.8 TWh	25.9 TWh
„Neue Energiepolitik“	5 GuD 10.3 TWh EE	4 GuD 24.2 TWh EE	2.6 TWh Importe 24.2 TWh EE	24.5 TWh	16.3 TWh
„Politische Massnahmen“	7 GuD 10.3 TWh EE	5 GuD 24.2 TWh EE	7.2 TWh Importe 24.2 TWh EE	32.9 TWh	20.9 TWh

Szenario	2035			2050		
	Var. C	Var. C&E	Var. E	Var. C	Var. C&E	Var. E
	Gaskombikraftwerke	Gaskombikraftwerke und EE	EE und Importe	Gaskombikraftwerke	Gaskombikraftwerke und EE	EE und Importe
„Weiter wie bisher“	26.4	29.1		29.8	35.8	
	Max. Last: 11.1			Max. Last: 11.9		
„Neue Energiepolitik“	25.3	27.5	26.7	27.6	34.7	32.9
	Max. Last: 9.5			Max. Last: 9.2		
„Politische Massnahmen“	25.3	28.0	27.1	28.7	35.2	33.6
	Max. Last: 10.0			Max. Last: 10.5		

Abbildung 8: Szenarien- und angebotsspezifische Unterschiede in der Stromproduktion (Energie oben, Leistung unten) im Jahr 2050. Quelle: [22].

Abbildung 9 zeigt die Aufteilung der in Variante C&E sowie E unterstellten 24.2 TWh erneuerbare Energien, ohne Wasserkraft, in der Übersicht, basierend auf den im Jahre 2013 überarbeiteten Zubauzielen bei der Photovoltaik. Bei der Wasserkraft wird ein Ausbaupotenzial unterstellt, das nur unter „optimierten Nutzungsbedingungen“ erreicht werden kann und brutto 4.6 TWh beträgt. Auf Grund des verschärften Gewässerschutzgesetzes gehen gleichzeitig bei der Wasserkraftproduktion 1.4 TWh verloren. Im Weiteren werden die geplanten neuen Pumpspeicherwerke in die Modellrechnungen mit einbezogen – zwischenzeitlich wurden die Bauarbeiten beim Projekt Lago Bianco auf unbestimmte Zeit verschoben und auch das Projekt Grimsel 3 wurde sistiert.

	2000	2010	2020	2030	2035	2040	2050
Erneuerbare gesamt	0.81	1.38	4.42	10.36	14.53	18.34	24.22
ungekoppelt	0.01	0.12	2.11	6.27	10.22	13.93	19.77
Photovoltaik	0.01	0.08	1.26	4.03	7.03	8.93	11.12
Windenergie	0.00	0.04	0.66	1.46	1.76	2.59	4.26
Biomasse (Holzgas)	-	-	-	-	-	-	-
Geothermie	-	-	0.20	0.78	1.43	2.41	4.39
gekoppelt	0.80	1.26	2.31	4.09	4.31	4.41	4.46
Biomasse (Holz)	0.01	0.14	0.60	1.21	1.21	1.23	1.24
Biogas	0.01	0.08	0.46	1.29	1.48	1.55	1.58
ARA	0.09	0.12	0.16	0.27	0.29	0.29	0.30
KVA (50 % EE-Anteil)	0.63	0.92	1.10	1.32	1.32	1.33	1.33
Deponiegas	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Abbildung 9: Erneuerbare Stromerzeugung – ohne Wasserkraft – im hydrologischen Jahr in TWh/a. Quelle: [23].

5 Stromversorgung

Mit dem Szenario „Neue Energiepolitik“ werden in der Schweiz gerade im Stromsektor durch eine Technologieverschiebung weg von Kernkraft hin zu in- oder ausländischer fossiler Stromproduktion und fluktuierenden erneuerbaren Energien völlig neue Wege beschritten. Nachfolgend werden deshalb die Auswirkungen der neu verordneten Angebotspolitik auf das Dreieck Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit sowie Umwelt- und Sozialverträglichkeit analysiert.

5.1 Versorgungssicherheit

Die Schweiz konnte bisher mit der Kombination von Kernenergie als Bandenergielieferant sowie Speicher- und Pumpspeicherkraftwerken für die Verbrauchsspitzen eine sehr hohe Versorgungssicherheit gewährleisten. Die Unterscheidung von Band- und Spitzenlast hat mit der Zunahme der hohen fluktuierenden Einspeisung eine wesentlich geringere Bedeutung als noch vor einigen Jahren und wurde begrifflich abgelöst von der Residuallast, also der Differenz zwischen Stromnachfrage und fluktuierendem Stromangebot. Ist die Residuallast positiv, dann müssen regelbare Kraftwerke den Zusatzbedarf decken, ist sie negativ, dann besteht grundsätzlich ein Überangebot, das es zu bewältigen gilt.

5.1.1 Zeiten positiver Residuallast

Mit dem Ausstieg aus der Kernenergie fallen langfristig 40 Prozent der Bandenergie weg. Mit diesem Wegfall wird je nach Witterung tagsüber über mehrere Tage, wenn nicht Wochen, aber ganz sicher in den Nachtstunden eine Lücke entstehen, die a priori nicht mit Photovoltaik gedeckt werden kann. Ein Teil dieser Lücke soll gemäss Energiestrategie 2050 mit Strom aus Geothermie gedeckt werden – im Jahr 2050 werden 4 TWh unterstellt. Ob dieses Potenzial realistisch ist oder nicht, kann nach heutigem Kenntnisstand nicht beurteilt werden, gesichert ist diese Menge jedenfalls nicht. Im Gegensatz zu Geothermie liefert Windenergie in der Schweiz ganz sicher keinen Beitrag zur Versorgungssicherheit und kann somit nicht zur Lösung beitragen (siehe Abbildung 10).

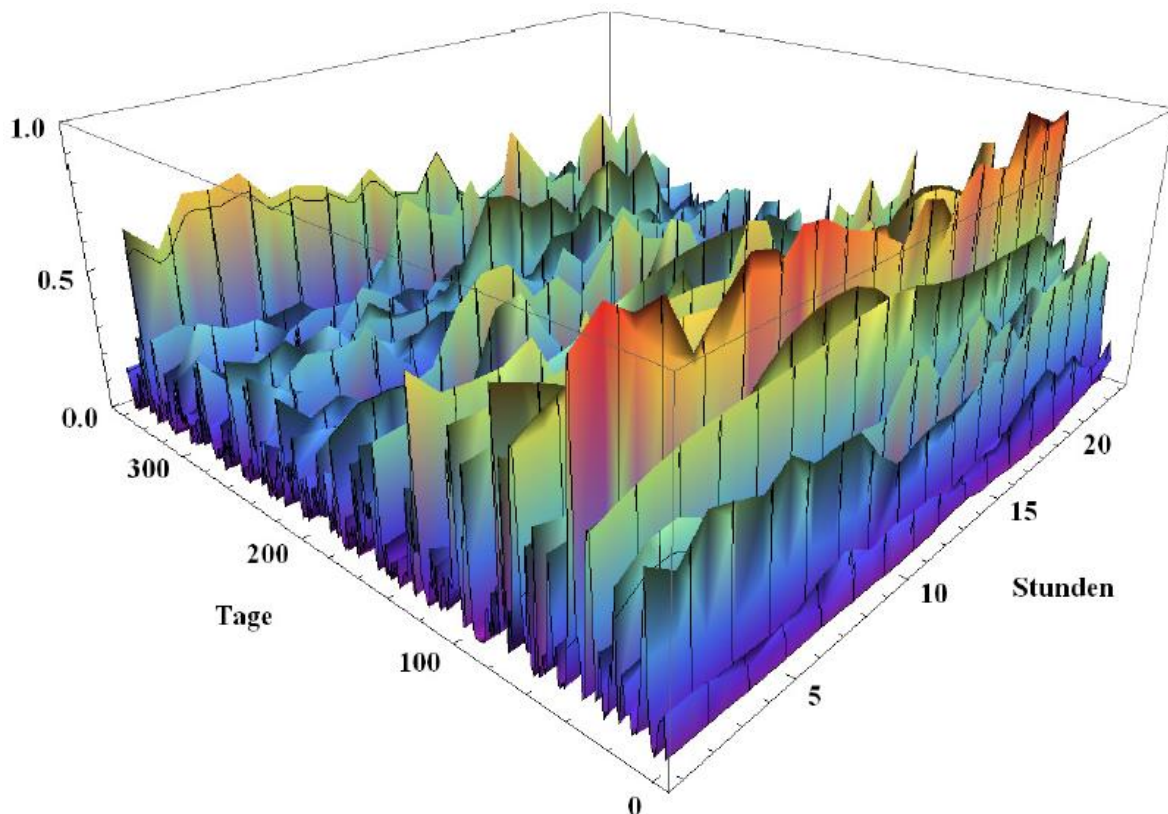


Abbildung 10: Normiertes Profil der Windkraft-Einspeisung für das hydrologische Jahr. Quelle: [22].

Einen Beitrag an die positive Residuallast können Speicher- und Pumpspeicherkapazitäten leisten. Diese können allerdings auf Grund der beschränkten Speichermengen nicht über längere Perioden die Residuallast decken. Auf Grund der Simulationsergebnisse kommt [22] zum Schluss, dass die kritischsten Perioden für den Betrieb der Speicherkraftwerke in den Jahren nach der Ausserbetriebnahme des letzten Kernkraftwerkes im Jahr 2034 sein werden; dies aufgrund der hohen Beanspruchung im Winterhalbjahr. Es wird deshalb zusätzlich noch entweder Gaskombikraftwerke in der Schweiz (Stromangebotsvariante C&E) brauchen oder die Stromimporte (Variante E) sind zu intensivieren. In beiden Varianten nimmt die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu, entweder auf Stufe Primär- oder Sekundärenergieträger, verbunden mit allen damit bekannten Versorgungsrisiken. Aus wirtschaftlicher Sicht mögen Importe in den nächsten Jahren durchaus opportun sein, doch setzt man sich dadurch zusätzlichen Risiken aus, die es in die Bewertung der Strategie miteinzubeziehen gilt: so müssen in den umliegenden Ländern genügend Überkapazitäten aufgebaut werden, damit physisch auch in europäischen Engpassituationen überhaupt Strom importiert werden kann, die Übertragungsnetzkapazitäten sind entsprechend auszubauen und es besteht ein finanzielles Risiko, das je nach Klimabedingungen erheblich sein kann.

5.1.2 Zeiten negativer Residuallast

In Zeiten negativer Residuallast können die Speicherkapazitäten geschont und die Pumpspeicherkraftwerke eingesetzt werden. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass das Stauvolumen der Oberbecken schnell zum beschränkenden Faktor werden wird.

Ergebnisse aus aktuellen Studien ([20]) zeigen zudem, dass (neue) Pumpspeicherkraftwerke mittelfristig nicht wirtschaftlich betrieben werden können und es deshalb nicht sicher ist, ob die

in den Grundlagenarbeiten von Prognos bereits einberechneten zusätzlichen Pumpspeicherkraftwerkskapazitäten jemals realisiert werden, was den Spielraum zusätzlich einschränkt.

Betrachtet man spezifisch die Ergebnisse einer Modellrechnung für die zweite Juniwoche des Jahres 2050 unter guten Witterungsverhältnissen nach Berücksichtigung aller regelfähigen Kraftwerkskapazitäten, zeigt sich, dass nur ein Teil der Erzeugungsüberschüsse gespeichert werden kann (Abbildung 11). Dabei ist die beschränkende Grösse die Kapazität der Speicherseen der Pumpspeicherkraftwerke. Diese Überschusssituationen häufen sich im Sommer und nehmen regelmässig Leistungen von bis zu 6 GW an. Insgesamt ist rund 1 TWh an zusätzlicher Stromspeicherung über das gesamte Jahr 2050 notwendig ([22]).

5.1.3 Weitere Aspekte

Es ist zu berücksichtigen, dass grosse Photovoltaik-Kapazitäten nicht auf einmal zugebaut werden, sondern kontinuierlich. Das heisst um einen Kernkraftwerksblock zu ersetzen, muss vor dem Abschaltzeitpunkt allmählich die entsprechend benötigte Leistung zugebaut werden – bei Berücksichtigung der Volllaststunden also ein Faktor 8.

Die Speicherproblematik ist allgemein anerkannt und es wird viel Geld in die Forschung gesteckt. Technologisch kann sicherlich mit Fortschritten insbesondere für Tagesspeicher gerechnet werden, saisonale Speicherung wird aber grundsätzlich immer teuer bleiben, da die Bewirtschaftung letztlich nicht effizient sein kann.

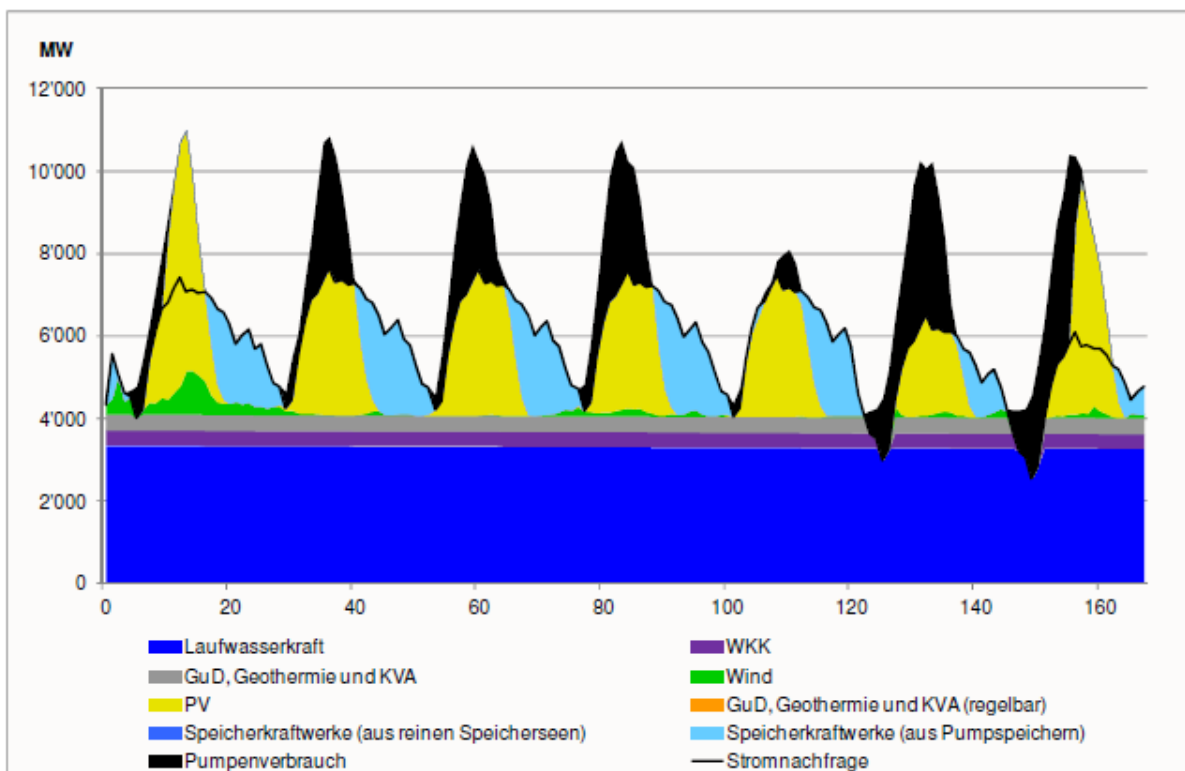


Abbildung 11: Stromerzeugung und -nachfrage in der zweiten Juniwoche 2050 unter Berücksichtigung aller regelbarer Kapazitäten. Quelle: [22].

5.2 Wirtschaftlichkeit

5.2.1 Investitionsbedarf

Ein Grossteil der Investitionen ist für den Substanzerhalt der bestehenden Infrastruktur aufzubringen. Gerade weil diese Kosten unabhängig von der gewählten zukünftigen Angebotsvariante sind, werden sie in der Diskussion oft vernachlässigt. In den Arbeiten von Prognos werden die abdiskontierten Gesamtkosten für den Bestand und den Zubau von Kraftwerkskapazitäten für die Periode 2010-2050 auf CHF 185-201 Mrd. geschätzt, je nach Szenario und Stromangebotsvariante. Davon entfallen CHF 126 Mrd. auf den Bestandserhalt, der Rest auf den Zubau. Die Wasserkraft erfordert mit CHF 98 Mrd. mit Abstand die höchsten Mittel. Die Kosten für den Erhalt und den Ausbau des Übertragungsnetzes fallen mit rund CHF 2.5 Mrd. vergleichsweise gering aus, beim Verteilnetz wird je nach Szenario und Angebotsvariante mit Netzausbaukosten von CHF 3.9-12.6 Mrd. gerechnet ([5]).

Sinnvollerweise erfolgt der Zubau der fluktuierenden erneuerbaren Energien aufgrund der weiterhin erwarteten Lernkurven und des bestehenden Überangebots möglichst spät. Dann fallen die abdiskontierten Kosten für den Zubau weniger stark ins Gewicht, was mit ein Grund ist, weshalb die Kosten der Variante C&E nicht wesentlich höher ausfallen als in Variante C.

Der Bund schätzt allerdings die Zusatzkosten beim Stromangebot durch die Förderung von Strom aus erneuerbaren Energien für das Jahr 2050 auf rund CHF 1 Mrd. ([12]), was dann doch wieder als erheblich einzustufen ist. Dabei sind die Systemkosten, die die fluktuierende Produktion verursacht, nicht berücksichtigt, sondern nur die Kosten die in Form von Einspeisevergütungen bezahlt werden. Damit stellt sich zwangsläufig die Frage, ob der heutige Gesetzestext, der Förderungen nur zulässt, wenn die langfristige Wirtschaftlichkeit einer Technologie gegeben ist, mit der Energiestrategie kompatibel ist.

5.2.2 Schweizer Wasserkraft gefährdet

Aus wirtschaftlicher Sicht stellt die Energiestrategie 2050 eine ganz neue Herausforderung dar: früher konnte die Strombranche ein nachhaltiges Geschäftsmodell betreiben, das es erlaubt hat, einerseits in den Substanzerhalt und andererseits in neue Kraftwerke zu investieren. Auf Grund der neuen regulatorischen Gegebenheiten mit hohen Subventionen für alle fluktuierenden erneuerbaren Energien, die zusätzlich Einspeisevorrang und keinen Beitrag an die Systemkosten zu tragen haben, brechen die Gewinne ein und es wird immer fraglicher, wer in neue Kapazitäten investieren kann und will.

Wie im obigen Abschnitt gezeigt, sind Investitionen in neue Kapazitäten wichtig aber noch drängender ist die Frage, wer in der Schweiz in den Substanzerhalt investieren kann und will, solange kein nachhaltiges Geschäftsmodell möglich ist. Nur wenn auf diese Frage eine zufriedenstellende Antwort gefunden wird, kann sichergestellt werden, dass die Wasserkraft in der Schweiz weiterhin das Fundament der Stromversorgung bildet und nicht mangels Investitionen über die nächsten Jahrzehnte sukzessive reduziert wird. So führt also die Energiestrategie 2050 sicherlich zu mehr fluktuierender erneuerbarer Energie, weil subventioniert und in mancher Hinsicht bevorteilt, gleichzeitig gefährden diese Subventionen aber das wichtigste Standbein der Schweizer Stromversorgung, das mit immer höheren Abgaben belastet wird und sich mit zunehmenden Anforderungen konfrontiert sieht.

5.2.3 Volkswirtschaftliche Bedeutung der erneuerbaren Energien

Unter dem Titel „Studie belegt wirtschaftliche Bedeutung der erneuerbaren Energien“ hat das Bundesamt für Energie am 15. Februar 2014 eine Studie über die „Volkswirtschaftliche Bedeutung erneuerbarer Energien in der Schweiz“ veröffentlicht. Die Studie untersucht die direkte und indirekte Bruttowertschöpfung sowie die Arbeitsplätze in der Querschnittsbranche erneuerbare Energien (EE), was die Studie wertvoll macht. So wird ersichtlich, dass im Jahre 2010 direkt rund 0.6 Prozent der Arbeitsplätze im Bereich der erneuerbaren Energien angesiedelt waren und dass sie damit rund 0.9 Prozent des BIP erzielten. Dabei ist besonders erwähnenswert, dass rund die Hälfte der Wertschöpfung mit einem Viertel der Beschäftigten in der Wasserkraft erzielt wurde ([25]).

Die Studie hält dazu fest, „dass die EE-Branche im Vergleich mit der Gesamtwirtschaft eine überdurchschnittlich hohe Arbeitsproduktivität aufweist. Sie beträgt über CHF 210 000 pro vollzeitäquivalent Beschäftigten, im Vergleich zu rund CHF 134 000 im gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt (Wert für 2010). Dies ist jedoch allein auf die kapitalintensive Wasserkraft zurückzuführen. Ohne sie liegt die Produktivität im gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt.“

Weiterführende Schlussfolgerungen aus dieser Studie sollten sehr vorsichtig gemacht werden. Was aber deutlich wird: die Wertschöpfung der erneuerbaren Energien ohne Wasserkraft ist durchschnittlich und trägt somit nicht zu einem relativen Wohlfahrtsgewinn bei. Im Weiteren lässt sich in einer ersten Näherung ableiten, dass die subventionierte Technologie Photovoltaik im Jahr 2010 für die Schweiz keinen positiven Multiplikatoreffekt ausweisen konnte. Das heisst die Bruttowertschöpfung der Photovoltaik in der Schweiz im Jahre 2010 abzüglich der Subventionen, welche für diese Anlagen über die nächsten 25 Jahre ausbezahlt werden, fällt negativ aus.

Ob die Schaffung von subventionierten Arbeitsplätzen im erneuerbaren Sektor negative Auswirkungen auf andere Wirtschaftszweige hat, war nicht Inhalt dieser Studie. Eine Studie aus Spanien ([1]) hat diesbezüglich aber gezeigt, dass die Schaffung von einem Arbeitsplatz im Bereich der erneuerbaren Energien zu einem Verlust von 2.2 Arbeitsplätzen geführt hat.

5.3 Umwelt- und Sozialverträglichkeit

5.3.1 Kurzfristendenken versus Langfristzugeständnisse

In zahlreichen Kantonen und Gemeinden fanden in den letzten Jahren Abstimmungen zu Energiethemen statt. So bekennen sich etliche Städte und Kantone zu den Zielen der 2000-Watt- oder der 1-Tonnen-CO₂-Gesellschaft in ferner Zukunft. Gleichzeitig lehnen sie konkretere Gesetzesvorlagen ab, so zum Beispiel die Bevölkerung des Kantons Fribourg, die am 25. November 2012 mit einem Nein zum neuen Energiegesetz Nein zur 4000-Watt-Gesellschaft bis 2030 gesagt hat und auch kein Verbot von Elektroheizungen bis 2025 wollte. Das Volk des Kantons Bern hat am 23. September 2012 einer kräftigen Senkung der Motorfahrzeugsteuern zugestimmt und einen Gegenvorschlag des Grossen Rates, der ein Bonus-Malus-System in Abhängigkeit der Effizienzklasse des Fahrzeugs vorsah, abgelehnt. Diese Beispiele zeigen auf, dass die Bereitschaft an einer Verhaltensänderung heute gering ist. Man ist zwar bereit, Kosten für die Förderung der erneuerbaren Energien über den Endverbrauch zu sozialisieren, aber nicht aus Überzeugung, denn dann müsste die Nachfrage nach Strom aus erneuerbaren Energien, und damit die individuelle Bereitschaft mehr zu bezahlen, wesentlich höher sein.

Und bei Mobilitätsthemen reagiert die Bevölkerung ohnehin sehr sensibel auf strengere Vorschriften und Preiserhöhungen jeglicher Art.

5.3.2 Umweltverträglichkeit

Die bisherige zentrale Stromproduktion hat den grossen Vorteil, dass auf wenig Platz viel und zuverlässig Strom produziert wird. Mit der Energiestrategie 2050 wird eine dezentralere Versorgung angestrebt, die mit Ausnahme von Photovoltaik auf bestehenden Gebäuden mit viel Landverbrauch verbunden sein wird. Es wird zu neuen Konflikten zwischen Nutzung von erneuerbaren Energien und der Landschaft als Erholungsgebiet führen. Erfahrungen von Firmen, die in Wind-, neue Wasserkraft- und Photovoltaikanlagen auf Freiflächen investieren wollen und wollten, zeigen, dass die soziale Akzeptanz vielfach und vielerorts nicht vorhanden ist.

Gemäss Vorschlag in der Botschaft sollen die Kantone Gebiete und Gewässerstrecken bezeichnen, die sich grundsätzlich für die Nutzung erneuerbarer Energien eignen. Weiter möchte man der Nutzung erneuerbarer Energien und ihrem Ausbau nationale Bedeutung geben, was eine Interessensabwägung zwischen Natur- und Heimatschutz einerseits und Nutzung von erneuerbarer Energie andererseits neu ermöglichen würde. Ob dies allerdings zu vereinfachten Verfahren, weniger Einsprachen und mehr konkreten Projekten führt, wird von vielen Experten bezweifelt; mancherorts wird sogar befürchtet, dass der Verfahrensweg verlängert wird.

5.3.3 Sozialverträglichkeit

Mit der Einführung der Förderung der erneuerbaren Energien in der Schweiz mittels einer kostendeckenden Einspeisevergütung auf den 1. Januar 2009 wurde ein Kostendeckel von 0.6 Rp./kWh auf dem Endverbrauch festgelegt. Eine parlamentarische Initiative, die seit Anfang 2014 in Kraft ist, erlaubt nun bereits einen Zuschlag von 1.5 Rp./kWh; die Energiestrategie spricht von 2.3 Rp./kWh. Innerhalb weniger Jahre ist also von einer Vervielfachung die Rede. Es wird sich in der jetzigen politischen Debatte zeigen müssen, ob diese Erhöhung als sozialverträglich taxiert wird oder nicht.

6 Schlussfolgerungen

Die Energiestrategie 2050 der Schweiz will in erster Linie den Ausstieg aus der Kernenergie sichern. Dabei wird allerdings sträflich vernachlässigt, dass es international keine Anzeichen einer Energiewende im Sinne der Idee des Öko-Instituts von 1980 gibt und dass die Schweizer Bevölkerung auch keine Bereitschaft zeigt, an ihrem individuellen Energieverhalten aus eigenem Antrieb etwas zu ändern.

Die politisch verordnete – und vom Volk noch nicht legitimierte – Energiestrategie 2050 hat für die namhaften Stromproduzenten gravierende Konsequenzen. Sie müssen in einem von Subventionen verzerrten Markt Kraftwerke betreiben, die bis auf Weiteres geringe bis keine Deckungsbeiträge generieren können. Es dürfte somit vorerst kaum möglich sein, Reserven zu schaffen, um genügend in den Substanzerhalt der bestehenden Kraftwerke zu investieren, geschweige denn in neue Kraftwerkskapazitäten.

Während auf politischer Ebene für gefällte Fehlentscheide niemand in die Verantwortung gezogen werden wird, müssen die Kraftwerksbetreiber zwar den von der Politik gesetzten Rechtsrahmen befolgen, gleichzeitig allerdings Alternativszenarien ausarbeiten für den Fall,

dass die Energiewende, wie sie in den Köpfen der Regierung steckt, nicht realisiert wird beziehungsweise auf halbem Weg stehen bleibt, und folglich der Stromverbrauch – trotz höherer Bevölkerung und wesentlich mehr Anwendungen – nicht rückläufig ist, sondern wie von den meisten Experten erwartet, weiterhin steigen wird. Für diesen Fall bietet die Politik momentan keine Antworten und der Markt, der für solche Situationen die richtigen Signale setzen würde, wird durch die nationale und internationale Subventionspolitik ad absurdum geführt. Und so stecken wir momentan im volkswirtschaftlich wohl schlecht möglichsten Zustand: eine politisch herbeigeredete aber weitgehend konturlose Energiewende ohne Signale vom Markt kombiniert mit dirigistischen Zügen von Seiten der Politik.

Die Geschichte der Energiepolitik in der Schweiz hat gezeigt, dass keine Ziele erzwungen werden können. Einzelereignisse – und mögen sie noch so dramatisch sein – reichen nicht aus, um Kehrtwenden zu vollbringen.

Mit der Energiestrategie 2050 will die Regierung den Energieverbrauch pro Kopf bis 2050 um über 50 Prozent, den Stromverbrauch um knapp 20 Prozent reduzieren (Abbildung 6). Momentan versucht sie, diese Energiewende in einzelne Schritte zu zerlegen, allerdings ohne der Bevölkerung aufzuzeigen, dass der erste Schritt der einfachste und vermutlich auch der billigste sein wird. Dadurch erhofft sie sich Akzeptanz in der Bevölkerung und will – vermutlich aus Erfahrung aus früheren eidgenössischen und kantonalen Abstimmungen – eine Volksbefragung zum Gesamtpaket Energiestrategie 2050 vermeiden.

Das Ignorieren des Souveräns führt in der Schweiz allerdings oft zu einem Bumerangeffekt und es kann durchaus sein, dass das Volk in dieser zentralen Angelegenheit mit seinen Grundrechten auf andere Art und Weise plötzlich die Notbremse ziehen wird. Bevor es allerdings soweit kommen muss, bleibt die Hoffnung, dass die Repräsentanten des Volkes und der Stände im Parlament die Vorlage, die von der Regierung im September 2013 als erstes Massnahmenpaket in die politische Diskussion eingebracht wurde und den ersten Schritt auf dem Weg zur Energiewende darstellt, mit dem aber nur die Hälfte der Ziele erreicht werden, hinterfragen und im Sinne einer wünschenswerten Transparenz darauf hinwirken, dass dem Volk die ganze Wahrheit aufzuzeigen sei. Es sollten also auch die weiteren Schritte, die insbesondere international harmonisierte Ziele und Instrumente in der Energiepolitik voraussetzen, aufgezeigt werden. Zu diesem Gesamtpaket soll dann der Souverän als oberste Instanz des Landes seine Meinung an der Urne abgeben können.

Eines ist allerdings klar, Subventionen verteilen und Subventionen erhalten, das ist grundsätzlich für Verteiler und Empfänger verführerisch. Deshalb ist ein Ausstieg aus der Subventionswelt schwierig und sollte möglichst frühzeitig angegangen werden, umso mehr, weil mit der Subventionswelt nur die Hälfte der Ziele der Energiestrategie 2050 erreicht werden. Dies ist volkswirtschaftlich äusserst suboptimal, da es eindeutig zu wenig ist, um die gewünschte Reduktion der Auslandabhängigkeit zu erreichen, und eindeutig zu teuer, um auf halbem Weg zu stoppen. Es stellt sich deshalb die Frage, weshalb die Schweiz im Alleingang versucht, eine Energiewende zu erreichen. Vielmehr müsste sie sich international einbringen und versuchen auf eine glaubwürdige Klimapolitik hinzuwirken, so dass der Ausstoss von CO₂ wieder einen Wert bekommt, denn dann werden auch die fluktuierend erneuerbaren Energien sicherlich langfristig, vielleicht aber schon mittelfristig wettbewerbsfähig – und damit auch wieder der Schweizer Produktionspark mit seinen vielen bestehenden Laufwasser- und Speicherkraftwerken. Es bleibt zu hoffen, dass die Politik die Zeichen erkennt und das allgemeine Wohl des

Volkes den Partikularinteressen einer unterdessen namhaften Gruppe von Subventionsverteilern und -empfängern überordnet. Die Forschung kann zwar einiges zur Lösung beitragen aber spekulativ auf Durchbrüche zählen, das ist fahrlässig.

Im Jahre 2003 hat M. Kohn, Präsident der GEK, in der Neuen Zürcher Zeitung auf 25 Jahre GEK zurückgeschaut und kam zum Schluss: „In den schon vor 25 Jahren als viel versprechend beurteilten Forschungsrichtungen im Bereich der «neuen Energien» sind Fortschritte gemacht worden, ein Durchbruch ist noch nicht erfolgt. Bemerkenswert ist, dass weltweite und intensive Forschung kein grundlegend neues Verfahren haben entstehen lassen. [...] Insgesamt betrachtet ist die auf dem GEK-Bericht aufbauende, rechtskräftige Energiepolitik geeignet, die Ziele des Energiewesens schrittweise anzugehen. Sie geht den Weg der Reformen und nicht der Revolutionen. Mit dem zentralen Verfassungsartikel, umgeben von einem regulierenden Kranz von eidgenössischen, kantonalen und kommunalen Gesetzen und Verordnungen, einem praxisnahen Programm «Energie Schweiz», einem klimawirksamen Gesetz und schliesslich einer praktizierten freiwilligen Zusammenarbeit zwischen Staat und Wirtschaft, ist eine Energiepolitik entstanden, die im «Mainstream» liegt“ ([24]).

Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit sowie Umwelt- und Sozialverträglichkeit



Abbildung 12: Dreieck Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit sowie Umwelt- und Sozialverträglichkeit: Vergleich des Jahres 2014 mit 2050. Eigene Darstellung.

Es dürfte auch heute noch angebracht sein, sich an diese Worte zu erinnern und bei der Umgestaltung der Energiepolitik den Weg der Reformen und nicht der Revolutionen zu wählen. Die Energiestrategie 2050 mit einer Reduktion des Energieverbrauchs pro Kopf um über 50 Prozent geht weit über Reformen hinaus. Zielführende Schritte wären eine glaubwürdige Klimapolitik, die dem Ausstoss von CO₂ einen Preis zuordnet, der der Bedrohung

durch den Klimawandel gerecht wird und anschliessend einen regulatorischen Rahmen vorgibt, der für Investoren und Kraftwerksbetreiber die richtigen Zeichen setzt. Dazu gehört ein Markt mit gleichen Spielregeln für alle Teilnehmer, damit er mit Preissignalen die richtigen Anreize für Investitionen setzen kann. Der Entscheid, welche Technologien zum Zuge kommen, wird dann von ihm gefällt und nicht auf dem Schreibtisch der Regierung.

Die Stromversorgung in der Schweiz ist heute sehr zuverlässig, umweltverträglich und wirtschaftlich. Die Energiestrategie 2050 setzt diese Eigenschaften aufs Spiel, und zwar nicht nur in einer Dimension sondern in allen (siehe Abbildung 12).

7 Literaturverzeichnis

- [1] Alvarez G. C. et al.: Study of the effects on employment of public aid to renewable energy sources, Universidad Rey Juan Carlos, 2009.
- [2] Bundesamt für Energie: Bundesrat bestimmt erstes Massnahmenpaket für die Energiestrategie 2050. Medienmitteilung vom 18.04.2012. Bern.
- [3] Bundesamt für Energie: Energie-, Elektrizitätsverbrauch und Wirtschaftsentwicklung 1950-2010. 2012. Bern.
- [4] Bundesamt für Energie: Energieperspektiven 2035 – Band 1 Synthese. 2007. Bern
- [5] Bundesamt für Energie: Energieperspektiven 2050 – Zusammenfassung. 2013. Bern.
- [6] Bundesamt für Energie: Energiestrategie 2050 und ökologische Steuerreform – Bundesrat eröffnet Vernehmlassung zur Energiestrategie 2050. Medienmitteilung vom 28.09.2012. Bern.
- [7] Bundesamt für Energie: Grundlagen für die Energiestrategie des Bundesrates – Aktualisierung der Energieperspektiven 2035. Bern, 2011.
- [8] Bundesamt für Energie: Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2012. Bern, 2013.
- [9] Bundeskanzlei: Volksabstimmung vom 23. September 1984 – Erläuterungen des Bundesrates. Bern. 1984.
- [10] Bundeskanzlei: Volksabstimmung vom 23. September 1990 – Erläuterungen des Bundesrates. Bern. 1990.
- [11] Bundeskanzlei: Volksabstimmung vom 18. Mai 2003 – Erläuterungen des Bundesrates. Bern. 2003.
- [12] Bundesrat: Erläuternder Bericht zur Energiestrategie 2050 (Vernehmlassungsvorlage). Bern, 28. September 2012.
- [13] Bundesrat: Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 und zur Volksinitiative „Für den geordneten Ausstieg aus der Atomenergie (Atomausstiegsinitiative)“. Bern, 2013.
- [14] Ecoplan: Volkswirtschaftliche Auswirkungen einer ökologischen Steuerreform; Analyse mit einem berechenbaren Gleichgewichtsmodell für die Schweiz. Auftrag des Bundesamtes für Energie. Bern, 2012.
- [15] Eidgenössisches Finanzdepartement: Grundlagenbericht – Übergang vom Förder- zum Lenkungssystem; Varianten eines Energielenkungssystems. Bern, 2013.
- [16] Eidgenössisches Finanzdepartement: Der Bundesrat prüft eine ökologische Steuerreform. Medienmitteilung vom 01.12.2011. Bern.
- [17] Eidgenössische Kommission für die Gesamtenergiekonzeption: Das schweizerische Energiekonzept, Schlussbericht Band II: Szenarien einer zukünftigen Energiepolitik, Verfassungsartikel Ja oder Nein. Bern. 1978.
- [18] Eidgenössische Kommission für die Gesamtenergiekonzeption: Das schweizerische Energiekonzept, Zusammenfassung. Bern. 1978.
- [19] Expertengruppe Energieszenarien: Energieszenarien – Möglichkeiten, Voraussetzungen und Konsequenzen eines Ausstiegs aus der Schweiz aus der Kernenergie (Hauptbericht). Bern. 1988.
- [20] Frontier Economics, SwissQuant: Bewertung von Pumpspeicherkraftwerken in der Schweiz im Rahmen der Energiestrategie 2050. Auftrag des Bundesamtes für Energie. Bern. 2013.

- [21] Hockenos P.: The Energiewende: Ein deutsches Wort erobert die USA – wie einst „angst“ oder „sauerkraut“. Zeit Online, 15. November 2012.
- [22] Kirchner A.: Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050: Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000-2050. Prognos. Auftrag des Bundesamtes für Energie. Basel. 2012.
- [23] Kirchner A.: Energieperspektiven 2050: Sensitivitätsanalysen Photovoltaik; Ergebnisse der Modellrechnungen. Prognos. Auftrag des Bundesamtes für Energie. Basel. 2013.
- [24] Kohn M.: Haben wir eine Energiepolitik? Und wenn ja – warum nicht? Neue Zürcher Zeitung, 8. November 2003.
- [25] rütti + partner, Ernst Basler + Partner, Fraunhofer ISI: Volkswirtschaftliche Bedeutung erneuerbarer Energien in der Schweiz. Auftrag des Bundesamtes für Energie. Bern. 2013.
- [26] UVEK: Bundesrat beschliesst im Rahmen der neuen Energiestrategie schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie. Medienmitteilung vom 25.05.2011. Bern.
- [27] UVEK: Bundesrat beschliesst neue Energiepolitik. Medienmitteilung vom 21.02.2007. Bern.
- [28] Wehrli B.: Marktwirtschaft und Politik. Neue Zürcher Zeitung, 30. Januar 1980.