

Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 97 (2006)
Heft: 12

Artikel: Vorschau 2006 auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz im Zeitraum bis 2035/2050
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-857694>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Vorschau 2006 auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz im Zeitraum bis 2035/2050

Zusammenfassung: Ziele und Aufbau

In Fortführung einer langen Reihe früherer Arbeiten präsentiert der VSE die in intensiver Zusammenarbeit mit Mitgliedsunternehmen erstellte «Vorschau 2006 auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz im Zeitraum bis 2035/2050». Das gegenüber den Neunzigerjahren stark veränderte Umfeld der Vorschau 2006 bedingt neue Schwerpunkte. Es sind dies die Interpretation des Begriffs «Versorgungssicherheit» im europäischen Marktumfeld und das Herausarbeiten der Handlungsfelder und Aufgaben der verschiedenen Akteure vor dem Hintergrund des liberalisierten Marktes. Prioritär sind auch die Beurteilung der möglichen Varianten der Beschaffung oder Erzeugung von Elektrizität und das Zusammenstellen der nötigen Massnahmen vor dem Hintergrund der möglichen Nachfrageentwicklung und mit Blick auf die langfristige Versorgungssicherheit des Landes. Auch wenn die Vorschau 2006 sich fast ausschliesslich mit der Elektrizitätsversorgung befasst, so anerkennt sie doch eine optimale Gesamtenergieversorgung als Oberziel, dem sich die einzelnen Energieträger unterzuordnen haben.

Umfeld

Zunächst werden die zukünftigen internationalen und nationalen Rahmenbedingungen für die Elektrizitätswirtschaft untersucht. Darauf aufbauend wird die Entwicklung der Nachfrage in einer

wahrscheinlichen Bandbreite prognostiziert. Gleichzeitig werden die zukünftigen Potenziale des heute existierenden Kraftwerksparks und die technologischen Möglichkeiten zur Elektrizitätserzeugung der Zukunft aufgezeigt. Um die Anforderungen an die künftigen Produk-

tionskapazitäten zu erfassen, werden die notwendigen Voraussetzungen zum Erhalt der Versorgungssicherheit umfassend analysiert. Verschiedene Optionen zur Deckung der zukünftigen Nachfrage nach Elektrizität werden dann vergleichend beurteilt.

Das weltweite Umfeld

Die Schweiz verfügt mit ihrer Wasserkraft über eine im internationalen Vergleich gute Basis an eigenen, regenerativen Primärenergieträgern zur Stromerzeugung. Trotz allem wird die Schweiz auch zukünftig auf weitere, ausländische Primärenergieträger wie Erdöl, Uran und Erdgas angewiesen sein. Diese Primärenergieträger sind rein mengenmässig auf absehbare Zeit ausreichend vorhanden. Bei einigen wird sich in den nächsten Jahrzehnten u.a. wegen zunehmend schwieriger Erschliessung oder aufgrund möglicher Risiken im Transport das Preisniveau erhöhen. Darüber hinaus sind, wie die jüngste Vergangenheit zeigt, aus verschiedensten Gründen kurzfristige Angebotsengpässe mit entsprechenden Preisschwankungen immer möglich.

Das europäische Umfeld

Europa bewegt sich in einem vermutlich irreversiblen Prozess hin zum offenen Strommarkt. Dieser bringt für die



Versorgungssicherheit: Vom Primärenergieträger bis zum Hausanschluss (Bilder Axpo/AEW/Eon).

«Hochsaison» bei den Langfriststudien

Die Gestaltung der Energiezukunft beschäftigt nicht nur Unternehmen, sie ist verstärkt auch wieder ein politisches Thema. Eine ganze Reihe von Studien sind in Arbeit oder wurden bereits veröffentlicht:

Die «Energieperspektiven 2035» des Bundesamtes für Energie sollen mit ihrem szenarienbasierten Ansatz die Zusammenhänge zwischen energiepolitischen Instrumenten und der Entwicklung von Energieverbrauch und -bereitstellung ausloten. Die umfangreichen Arbeiten wurden Anfang 2004 begonnen und sollten bis Ende 2006 abgeschlossen sein.

Studien von Parteien oder Interessengruppen, wie etwa der SP oder der Grünen Partei, verfolgen vor allem politische Ziele.

Unternehmen sind für ihre Strategie und ihre Investitionsentscheide auf Langfristüberlegungen angewiesen, welche ihre spezifische Lage berücksichtigen. In einzelnen Fällen – wie etwa jenem der Axpo – veröffentlichen sie auch gewonnene Erkenntnisse.

Die «Vorschau 06» des VSE will ein Fundament für energiepolitische Meinungsbildung der Branche, aber auch eine Basis für Langfristentscheide in Elektrizitätsunternehmungen bilden.

Schweiz Herausforderungen, und bei gut funktionierender und diskriminierungsfreier Regelung auch Chancen.

Mittelfristig werden sich in Europa voraussichtlich regionale Strommärkte bilden. Dies stellt für die schweizerische Elektrizitätswirtschaft eine Chance dar, sich in der Region «Mittel-/Südeuropa» optimal zu positionieren. Die Schweiz ist nicht nur eines der wichtigsten Stromtransitländer in Europa, sondern verfügt mit ihrer Wasserkraft auch über Regenergie als eine gefragte Ressource: diese Wasserkraft kann als Puffer für stochastisch anfallende regenerative Energien wie die Windenergie und als kurzfristige Leistungsreserve bei unvorhergesehenen Ereignissen dienen. Dank der Teilnahme am internationalen Strommarkt können die schweizerischen Unternehmungen ihren flexiblen Kraftwerkspark im Interesse der Schweizer Energie- und Volkswirtschaft optimal nutzen.

In Europa wurden in den letzten Jahren Kraftwerks-Überkapazitäten weitgehend abgebaut. Die europäische Stromversorgung benötigt zwingend eine ausgewogene

Weiterentwicklung der Stromproduktion und der Übertragungsnetze zum Zwecke der Nachfragedeckung und eines funktionierenden Wettbewerbs. Allerdings bewirken derzeit die vielen national unterschiedlichen Regelungen eine Zurückhaltung der Unternehmen bei Investitionen in Kraftwerke und Netze. Die zunehmend komplexe Liberalisierung sowie Energie- und Umweltpolitik der EU erhöht die Ungewissheiten, erschwert Planungsprozesse und verzögert damit Investitionsentscheide.

Durch den zögerlichen Ausbau der Stromproduktion und der Netzinfrastruktur in Europa sowie durch neue Marktregeln steigen die Risiken und Kosten für langfristig verlässliche Stromimporte. Durch die erheblichen Schwankungen der Wasserkraftproduktion und zur optimalen Nutzung der vorhandenen Produktionsanlagen entstehen immer Import- oder Exportüberschüsse. Die Schweiz kann sich aber grundsätzlich nicht darauf verlassen, aus europäischen Quellen und unter Inanspruchnahme des europäischen Verbundnetzes ihren Strombedarf in

größerem Umfang problemlos zu decken. Entsprechend sollte die Schweiz im durchschnittlichen Winterhalbjahr eine ausgeglichene (Energie-) Bilanz ihrer Stromimporte und -exporte anstreben bzw. beibehalten. Insbesondere in Engpasssituationen (z.B. Kältewellen) sollte das Land genügend Produktionsleistung für den Eigenbedarf einsetzen können.

Das Umfeld in der Schweiz

Die Vorschau 2006 geht von einer relativ stabilen Referenzentwicklung der volkswirtschaftlichen Rahmendaten aus. Hierzu gehören ein weiteres, wenn auch moderates Wirtschaftswachstum und ein anhaltender Strukturwandel von der Industrie- zur Dienstleistungsgesellschaft.

Auch die politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen der Schweiz für Bau und Betrieb von Kraftwerken und Netzen sind relativ stabil bzw. absehbar. Allerdings ist die Regulungsdichte in der Schweiz hoch. Viele Projekte müssen hintereinander Rahmen-, Bau- und Betriebsbewilligungen durchlaufen. Bei manchen Verfahrensschritten stehen Rechtsmittel bis zum Bundesgericht offen, und weitere Verzögerungen durch behördlich angeordnete Zusatzabklärungen sind möglich. Nicht zeitgerechte Investitionen erzwingen teure und auch technisch suboptimale Kompensationsmassnahmen. Nur ein sehr zügiger Verfahrensablauf kann verhindern, dass aus Zeitmangel nicht optimale Lösungen gewählt werden müssen.

Die unklare und zudem mit dem Ausland nicht harmonisierte schweizerische Klimapolitik erzeugt Unsicherheiten bezüglich des Einsatzes fossiler Brennstoffe zur Stromerzeugung.

Die Kernenergie verzeichnet nicht nur international einen deutlichen Aufschwung, sondern, gewinnt, wie die Volksabstimmungen in den letzten Jahren zeigen, auch in der Schweiz an Wertschätzung.

Zu den absehbaren Rahmenbedingungen gehört die Liberalisierung des schweizerischen Energiemarktes: Die Vorschau 2006 geht davon aus, dass der Strommarkt während des Betrachtungszeitraums geöffnet sein wird.

Die Nachfrage

Die Stromnachfrage wird in den nächsten Jahrzehnten weiter zunehmen. Wirtschaftswachstum und Bevölkerungswachstum sowie die Nutzung von neuen Technologien überwiegen mit ihren Auswirkungen die

Stromverbrauch in Haushalten

Um die Zusammenhänge zwischen Technologieentwicklung, Nutzerbedürfnissen und Stromverbrauch an einem praktischen Beispiel beurteilen und illustrieren zu können, hat der VSE im Jahr 2005 gemeinsam mit mehreren Mitgliedsunternehmen eine Stromverbrauchserhebung bei 1200 Haushalten der Deutschschweiz durchführen lassen¹. Die Ergebnisse dieser Untersuchung lassen einen Vergleich mit einer analogen Studie, erstellt im Jahr 1991, zu.

Viele Geräte sind wesentlich effizienter geworden. Diese Verbrauchsreduktion wird jedoch mehr als aufgewogen durch Steigerung der Gerätegrösse, Zweit- und Drittgeräte, grössere Verbreitung (z.B. von Wäschetumbler, Espressoautomaten), neue Anwendungen (auch ausserhalb der EDV) sowie die Vergrößerung des Wohnraumes z.B. durch zusätzliche rund 30 000 Wohnungen pro Jahr.

¹Bulletin SEV/VSE 04/2006

realisierbaren Effizienzgewinne. Der Einfluss von Strompreissteigerungen auf die Nachfrage ist gering. Höhere Preise von Erdöl und Erdgas steigern die Nachfrage, nicht zuletzt, weil damit der Trend zur Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz mit entsprechend grösserer Rolle der Elektrizität verstärkt wird. Auf der Basis von fremden und eigenen Studien und Szenarien prognostiziert die Vorschau 2006 einen Trichter, innerhalb dessen sich die Stromnachfrage mit hoher Wahrscheinlichkeit entwickeln wird (Bild 1).

Die schweizerische Elektrizitätswirtschaft unterstützt Massnahmen, welche es ihren Kunden ermöglichen, gesamtwirtschaftlich sinnvolle Energieeffizienzpotenziale zu nutzen. Eine einseitige Fokussierung auf einen niedrigeren Stromverbrauch erachtet sie allerdings als nicht zielführend. Schliesslich wird in einer künftigen, sehr energieeffizienten Gesellschaft der Strom einen noch grösseren Anteil am Gesamtenergie-Portfolio haben. Denn nicht zuletzt trägt Elektrizität zur Minimierung des Gesamtenergieverbrauchs bei. Ein Beispiel ist der Elektrizitätsverbrauch in Niedrigenergiehäusern zur Wärmerückgewinnung, Umgebungswärmenutzung sowie Regelungs- und Steuerungstechnik.

Da die zukünftige Dienstleistungs- und Informationsgesellschaft eine äusserst zuverlässige Stromversorgung braucht, ist es wichtig, in jedem Moment die ausreichende Menge an Elektrizität zu Verfügung stellen zu können. Deshalb ist die Betrachtung der Nachfrageentwicklung in Spitzenzeiten immer wichtiger. Diese in Spitzenlastzeiten benötigte elektrische Leistung dürfte ähnlich stark steigen wie die Gesamtstromnachfrage.

Das Angebot

Die zukünftig verfügbaren Erzeugungstechnologien lassen sich summarisch wie folgt charakterisieren:

- Das über den Betrachtungszeitraum zusätzlich zum heutigen Niveau nutzbare Potenzial der erneuerbaren Energien ist substantiell, darf aber auch

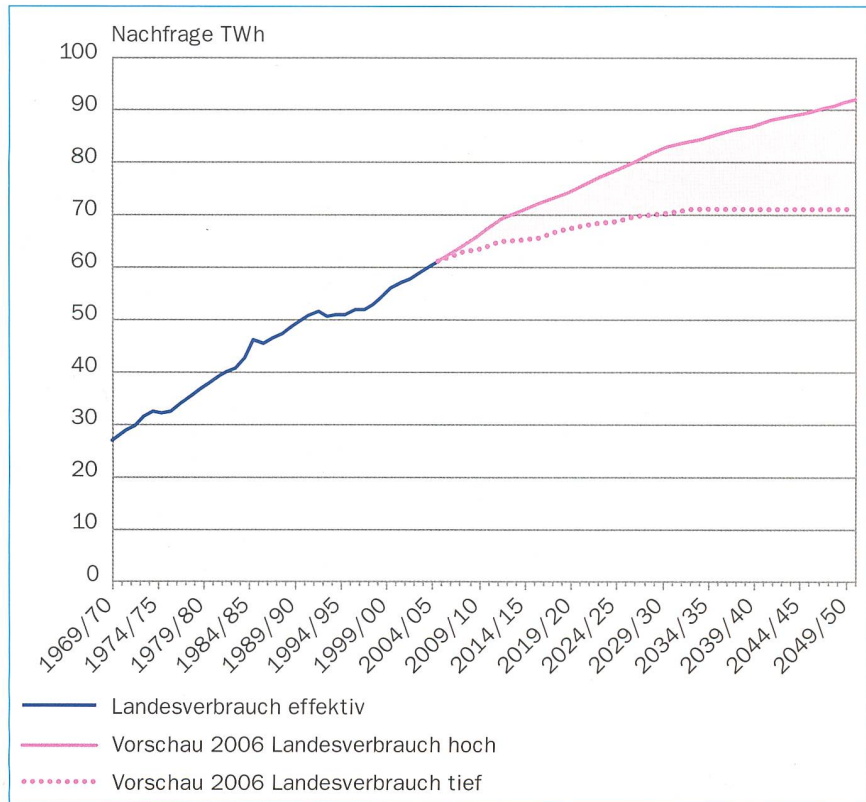


Bild 1 Verlauf und Prognose des Landesverbrauchs (Landesverbrauch = Verbrauch der Endkonsumenten plus Leitungsverluste) von Elektrizität der Schweiz.

nicht überschätzt werden. Mit zunehmender Ausschöpfung wachsen die Kosten immer rascher an. Oft postuliert und im Folgenden angenommen ist eine mögliche Zusatzproduktion über die nächsten 30 Jahre von 5 TWh, knapp 10% des heutigen Landesbedarfs. Die dafür nötige finanzielle Förderung hängt von verschiedensten Faktoren ab. Realistischerweise muss aber von einem jährlichen Betrag in der Grössenordnung von 300 bis 500 Mio. CHF ausgegangen werden. Die Wasserkraft weist vor allem noch ein Potenzial zur Deckung von kurzfristigen Nachfragespitzen auf, die zusätzlich produzierbare Energie ist beschränkt.

- Die Nutzung der Kernenergie bedingt hohe Investitionen, ergibt aber über die ganze Lebensdauer die tiefsten Gestehungskosten. Kernenergie emittiert

auch über den gesamten Produktionsprozess betrachtet praktisch kein CO₂ und reduziert dank Lagerbarkeit der Brennelemente die Auslandabhängigkeit. Ihre technische Entwicklung geht kontinuierlich weiter.

- Gaskombikraftwerke (Nutzung von Erdgas über eine Kombination von Gas- und Dampfturbine) lassen sich mit vergleichsweise sehr tiefen Investitionen relativ rasch erstellen. Ihre Stromgestehungskosten sind aber insbesondere unter Berücksichtigung der CO₂-Kosten eher hoch (schon im Referenzszenario gut 50% über der Kernenergie) und volatil.
- Zur optimalen Nutzung der eigenen Kapazitäten und zum Ausgleich der über verschiedene Zeiträume erheblich schwankenden inländischen Produktion tragen Importe und Exporte – und damit Kraftwerke im Ausland – auch zukünftig wesentlich bei.

Szenarien und Prognosen

- Szenarienarbeiten resultieren in «wenn – dann»-Aussagen: Wenn sich das Umfeld so und so entwickelt und diese oder jene Massnahme ergriffen wird, dann entwickelt sich der Energie-/Stromverbrauch (nach bestem Expertenwissen) auf diese Art. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein bestimmtes Szenarium eintritt, ist vorerst nicht betrachtet.
- Wer Entscheide treffen und insbesondere investieren will, braucht letztlich Prognosen, welche die Wahrscheinlichkeit der Entwicklung berücksichtigen. Dafür bilden die Szenarienüberlegungen eine wertvolle Grundlage.

Unabhängig von noch zu diskutierenden Varianten des zukünftigen Angebotsportfolios setzen die Variantenüberlegungen der Vorschau 2006 ein so genanntes «Sockelangebot» voraus (Bild 2). Es umfasst folgende Komponenten:

- Die Erzeugung aus heute in Betrieb stehenden Anlagen und der Bezug aus bestehenden langfristigen Ausländlieferverträgen:

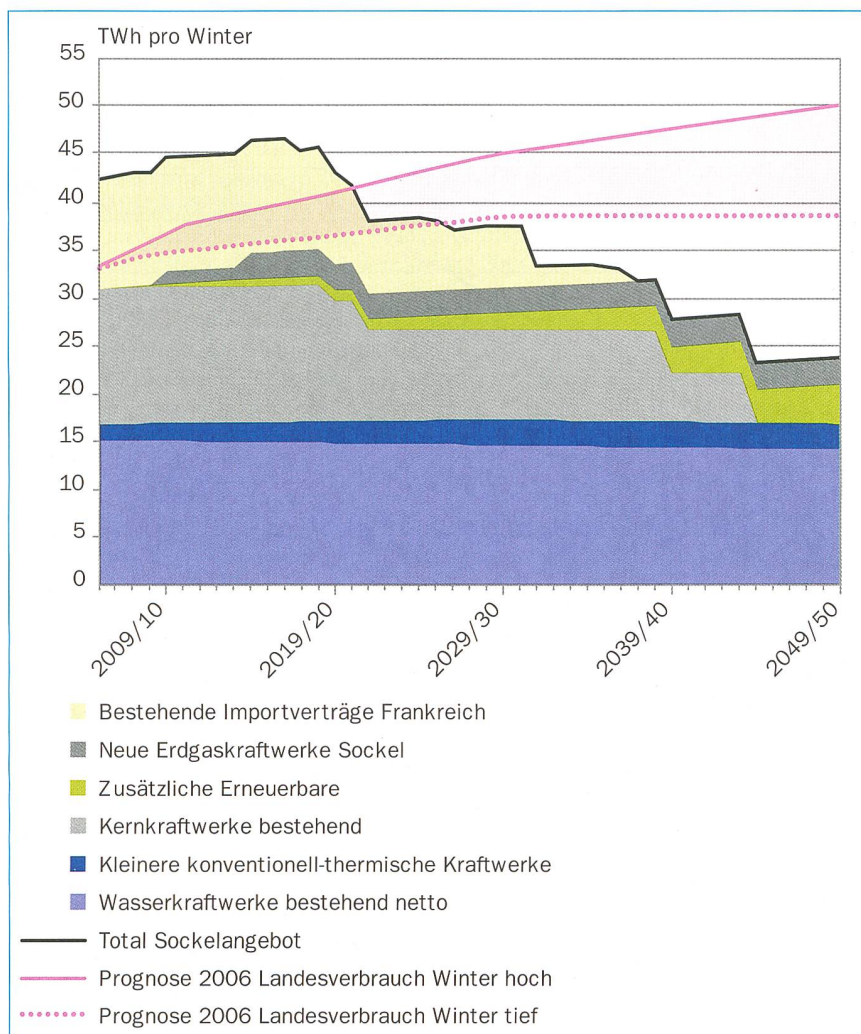


Bild 2 Nachfrageprognose und Sockelangebot Winterhalbjahr. Sockelangebot: existierende Kraftwerke und Langfristverträge, Zubau Erneuerbare, Erdgaskraftwerke (800 MW) und diverse Kleinanlagen, einzelne Leistungssteigerungen Wasserkraft.

Zu den Prämissen gehört eine Reduktion der Elektrizitätsproduktion aus Wasserkraftanlagen aufgrund von Restwasservorschriften und Klimaänderungen bis 2050 von insgesamt 2,5 TWh. Die Kernenergieanlagen haben annahmegemäss eine Laufdauer von 60 Jahren (Leibstadt und Gösgen) bzw. 50 Jahren (Beznau I & II sowie Mühleberg). Zur über die festgelegten Minimallaufzeiten hinaus reichenden Laufzeit langfristiger Importverträge wurden realistisch erscheinende Annahmen getroffen;

plus das optimistisch-realistische Potenzial der neuen erneuerbaren Energien: Die Branche geht davon aus, dass bis

2035 – den politischen Zielen auf Bundesebene entsprechend – zusätzlich 5 TWh Strom jährlich aus erneuerbaren Energiequellen produziert werden. Diese Menge erhöht sich anschliessend u.a. dank neuer Technologien weiter, sodass 2050 gegenüber heute zusätzliche 10 TWh jährlich produziert werden;

plus die Realisierung geplanter Wasserkraft-Leistungserhöhungen: Wasserkraft-Leistungserhöhungen in den nächsten 20 Jahren sind in der Grössenordnung von 2000 MW eingeplant; plus die Realisierung geplanter gasgefeuerter Kombianlagen: Die Erstellung einzelner gasgefeuerter Kombianlagen

ist mit insgesamt 800 MW Leistung eingeplant;

plus die kontinuierlich verstärkte Nutzung konventionell-thermischer Anlagen: Das – begrenzte – Potenzial für WKK (Wärme-Kraft-Kopplungs)-Anlagen, sonstige kleinere fossil-thermischen Anlagen und Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) wird in der Höhe ungefähr erhalten bleiben. Der Ersatz von Altanlagen und die kontinuierliche bessere Ausschöpfung führen zu einer Gesamtproduktion ab 2030 von 4,5 TWh jährlich mit einer Leistung von rund 1300 MW.

Eine Analyse der Situation im durchschnittlichen Winterhalbjahr unter Berücksichtigung des Sockelangebotes zeigt voraussichtliche Engpässe in der Energiebilanz bereits ab dem Jahr 2021/22 (Bild 2).

Übertragungs- und Verteilnetze

Eine wesentliche zukünftige Rahmenbedingung für die Transport- und Verteilnetze für Elektrizität stellen die Regulierungen im liberalisierten Markt dar. Diese sind so zu gestalten, dass ein sicherer Betrieb sowie Finanzmittel für kontinuierliche Erneuerung und Anpassung aller Netze sichergestellt sind.

Unabhängig davon muss das Übertragungsnetz weiterentwickelt werden, um eine sichere Stromversorgung in der Schweiz zu gewährleisten. Hierzu gehört insbesondere die Optimierung und Verstärkung des 380-kV-Netzes.

Die Auswirkung der Einspeisung dezentraler Produktionsanlagen auf die Verteilnetze ist insgesamt beschränkt. Nennenswerte Einsparungen infolge vermuteter Netzkapazitätsreduktionen sind nicht zu erwarten. Trotzdem sind detaillierte Untersuchungen zu den Rückwirkungen einer verstärkten Einspeisung dezentraler Anlagen erforderlich und in Arbeit.

Versorgungssicherheit als wegleitende Maxime

Die Versorgungssicherheit im Bereich Elektrizität bemisst sich an der Fähigkeit des gesamten Systems, die Verbraucher entsprechend ihrer Nachfrage kurz-, mittel- und langfristig in einer angemessenen bzw. vereinbarten Kontinuität und mit normgerechter Qualität und zu volkswirtschaftlich akzeptablen Kosten mit Elektrizität zu versorgen.

Potenziale

Aus dem lockeren Umgang mit dem Begriff «Potenzial» ergeben sich viele Missverständnisse. Minimal sollte zwischen einem technisch machbaren, einem wirtschaftlichen und dem (schlussendlich massgeblichen) Umsetzungspotenzial unterschieden werden. Feinere Unterteilungen sind möglich.

Versorgungssicherheit entsteht durch das Zusammenwirken mehrerer Glieder einer Kette. Entlang dieser Kette müssen verschiedenste Rollen den unterschiedlichen Akteuren wie Produzenten, Transporteuren, Verteilern und Kunden, Bund Kantonen und Kommunen – entsprechend den Markt- und Systemregeln zugewiesen und von ihnen sorgfältig wahrgenommen werden (Bild 3).

Rund um die Uhr und sowohl kurz-, wie auch mittel- und langfristig muss die Verfügbarkeit folgender Komponenten sichergestellt sein:

- Primärenergieträger (Wasserkraft und andere erneuerbare Energien, Uran, Erdgas, Erdöl und Kohle),
- Produktionsleistung in Kraftwerken,
- Transportkapazitäten, also Übertragungs- und Verteilnetze sowie
- ein kompetentes Systemmanagement für die physikalische und operative Ausführung der für eine sichere und wirtschaftliche Versorgung notwendigen Handlungen bei Kraftwerken, Netzen und auf der Nachfrageseite.

Jede Entscheidung und jede Investition trägt – als allein stehendes, unter Umständen aber auch als zusätzliches, paralleles Glied einer Kette – zur Versorgungssicherheit bei. Werden nötige Entscheide in irgendeinem der genannten Komponenten vernachlässigt oder aufgeschoben, so kann dies die Versorgungssicherheit ernsthaft gefährden.

Im liberalisierten Strommarkt müssen **Aufgaben und Rollen der Akteure** neu überdacht und zugewiesen werden, um Versorgungssicherheit zu gewährleisten:

Der Bund sollte im liberalisierten Markt geeignete, stabile und transparente Marktregeln und investitionsfreundliche Rahmenbedingungen schaffen. Dies ermöglicht den Akteuren eine selbstverantwortliche, marktorientierte Tätigkeit. Zur Zuweisung von Rollen, Aufgaben und Verantwortlichkeiten an die Akteure ist eine klare, verbindliche und schlanke Gesetzgebung erforderlich. Investitionssicherheit, wettbewerbsunterstützende Steuern und Abgaben sowie rasche und transparente Genehmigungsverfahren



Bild 3 Jedes Element muss seine Rolle gleich einem Kettenglied wahrnehmen, damit die Versorgungssicherheit gewährleistet ist. Den Hintergrund bilden die Markt- und Systemregeln und eine klare Rollenverteilung unter den Akteuren.

müssen den zeitgerechten Bau von Kraftwerken und Leitungsnetzen ermöglichen.

Alle Optionen in Bezug auf den Einsatz von wirtschaftlich und ökologisch sinnvollen Erzeugungstechnologien sind aufrecht zu erhalten. Flankierend braucht es eine weitsichtige geopolitische Strategie des Bundes, um die Verfügbarkeit der für die Schweiz wesentlichen ausländischen Primärenergieträger zu unterstützen.

Innerhalb der Leitplanken dieses neuen Rollenverständnisses leistet die **Branche** (Übertragungsnetzbetreiber, Verteilnetzbetreiber, Produzenten, Händler und Vertriebsunternehmen) auch in Zukunft selbstverantwortlich ihre wesentlichen Beiträge zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit. Nur als «ultima ratio» ist in Anbetracht der Bedeutung der Versorgungssicherheit auch die Möglichkeit eines Eingriffs durch den Bund vorzusehen.

Die Schweiz ist in den europäischen Elektrizitätsmarkt integriert. Entsprechend kann die Versorgungssicherheit nicht autark betrachtet werden. Zu einem hohen Niveau kann aber das Ausland angesichts der technischen und rechtlichen Unsicherheiten bei der grossräumigen Übertragung nicht mehr als einen limitierten Beitrag leisten. Die Schweiz muss ihrerseits, auch in ihrer Eigenschaft als Stromdrehscheibe, einen klaren eigenen Beitrag zur Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems leisten.

Dieser Beitrag muss zuerst einmal in einem Ersatz stillgelegter Kraftwerke durch neue bestehen, aber auch in einer

Anpassung der Gesamtkapazität an die Nachfrage. Wie erläutert, ist für die Gewährleistung von Versorgungssicherheit insbesondere die Verfügbarkeit von Erzeugungsleistung im Engpassfall wesentlich. Massgeblich ist hierfür eine Kältewelle in der Schweiz und in den angrenzenden Ländern. Vergleicht man die Entwicklung des existierenden Kraftwerk-parks mit der künftigen Nachfrage (Bild 4), so wird deutlich:

Die im Engpassfall (Kältewelle) vorhandene Leistung deckt – ohne Berücksichtigung des Sockelangebotes – schon sehr bald nicht mehr sicher die nachgefragte Leistung. Erst mit den im Sockelangebot enthaltenen Leistungserhöhungen, insbesondere bei Wasserkraftwerken, verschiebt sich dieser Zeitpunkt auf die Jahre nach 2020/21. Hierin zeigt sich der entspannende und damit die Versorgungssicherheit erhöhende Effekt der Leistungssteigerungen im Bereich der Wasserkraftwerke.

Handlungsoptionen in der Erzeugung: Der Angebotsmix

In den nächsten ein bis zwei Jahrzehnten wird also eine erhebliche Lücke zwischen Angebot und Nachfrage entstehen. Dies trifft sowohl bei Betrachtung der Jahres- und Halbjahresbilanz als auch insbesondere bei der Beurteilung der Leistungsbilanz in Engpassituationen zu.

Grundsätzlich stehen Kernenergie, fossile Kraftwerke und Importe als Optionen zur Verfügung, um das über das beschriebene Sockelangebot hinausgehende Manko zu decken. Unter den fossilen Energien kommt aller Voraussicht nach nur Erdgas als Energieträger für zukünftige Kraftwerksbauten in der Schweiz in Frage. Die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Kraftwerkstypen werden auf Basis dreier **Deckungsvarianten** abgewogen:

In einer **Variante A** wird die durch Stilllegung von Kraftwerken und die Nachfrageentwicklung ausgelöste Lücke

Leistungsnachfrage und -angebot

Auf absehbare Zeit dürfte eine – über die Schweiz hinausgehende – Kältewelle der massgebende Bemessungsfall für die Leistungsproblematik bleiben, auch wenn die Nachfragespitzen im Sommer steigen. Es wurde angenommen, dass die Leistungsspitze im gleichen Mass wie die Stromnachfrage wächst. Auf der Angebotsseite konnte u.a. auf die vorläufigen Resultate einer Umfrage bei allen Betreibern von Wasserkraftanlagen abgestellt werden – eine gegenüber früher deutlich bessere Datengrundlage.

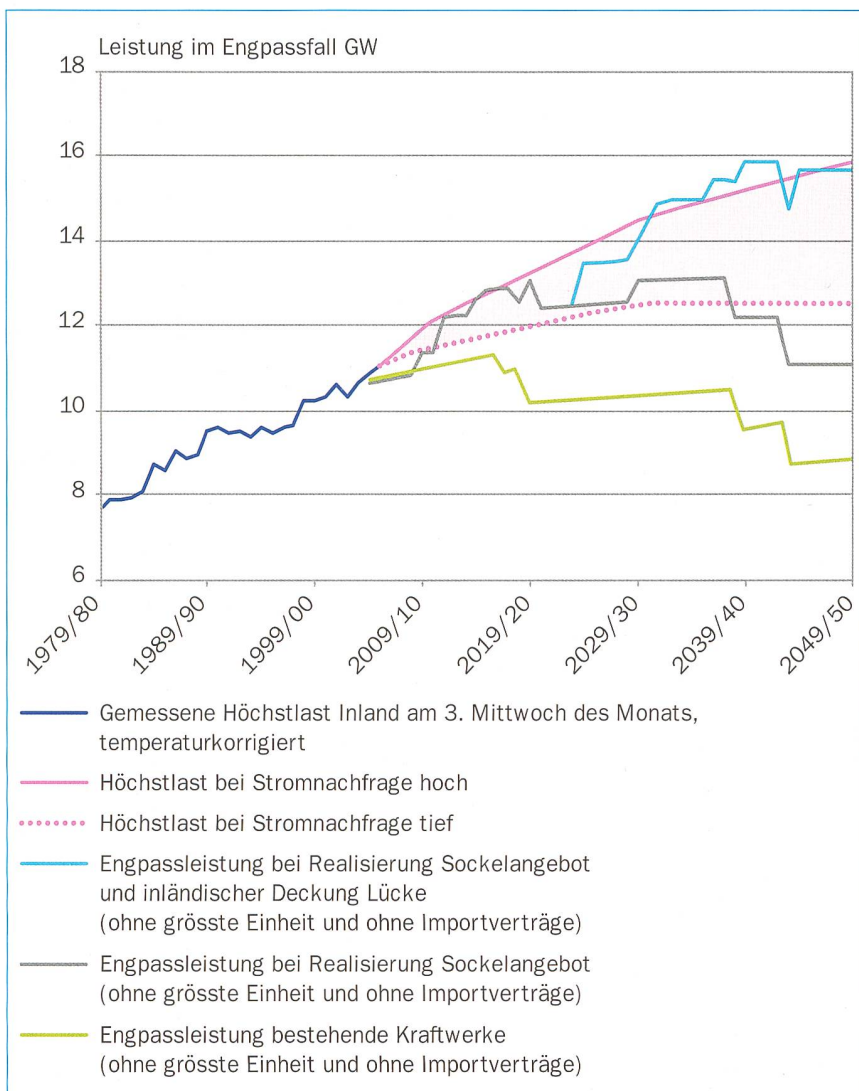


Bild 4 Leistungsanfrage und verfügbares Leistungsangebot im Engpassfall (s. Kasten «Leistungsanfrage und -angebot») für bestehende Kraftwerke, Sockelangebot und Deckung verbleibende Angebotslücke mit inländischer Grundlastproduktion.

mit Kernenergie gefüllt. In **Variante B** decken Erdgas-Kombikraftwerke das Manko. In **Variante C** werden B (Erdgas) und A (Kernenergie) kombiniert (Bild 5).

Alle Varianten orientieren sich für den angenommenen Zubau an einer mittleren Nachfrageentwicklung. Sollte eine stärkere oder schwächere Nachfrage eintreten, so müsste in erster Linie das Zubau-tempo beschleunigt oder verlangsamt werden. Planung und Entscheide sind ohnehin dringend. Schwankungen auf der Angebotsseite werden vorübergehend mit Hilfe von Importen oder Exporten ausgeglichen. Die Varianten werden auf das Winterhalbjahr ausgelegt, da dies für die Gewährleistung der Versorgungssicherheit weiterhin der kritische Zeitraum ist. Bild 5 stellt beispielhaft Variante C mit diesen Prämissen dar.

Diese Varianten müssen mit Blick auf ihren Beitrag zur Versorgungssicherheit

(vor allem zur Verfügbarkeit von Erzeugungsleistung), die Gesteungskosten (als erwartete Vollkosten der Erzeugung), die Risiken bei Primärenergiekosten (z.B. schwankende Preise für Erdgas) und Investitionen (z.B. Unsicherheiten bei Steuern oder Abgaben), die Umweltauswirkungen (lokal/global), die Realisierbarkeit (Wann kann gebaut werden? Gibt es überhaupt eine Bewilligung?) und ihre volkswirtschaftlichen Auswirkungen (auf Wertschöpfung, Beschäftigung, Know-how-Erhalt/-Entwicklung, Auslandabhängigkeit) ausgewogen beurteilt werden. Zu gewissen Kriterien erhalten die verschiedenen Varianten aus unterschiedlichen Gründen die gleiche Beurteilung. Die **Bewertung der Varianten** mit den genannten Beurteilungskriterien (Bild 6) führt zu folgenden Schlussfolgerungen:

- Es gibt mehrere Lösungen zur Deckung der erwarteten Nachfrage nach elektrischer

energie und Produktionsleistung. Alle Lösungen haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile.

- Alle Varianten nutzen das optimistisch-realistische Potenzial regenerativer Energien bestmöglich aus.
- Die Kosten der zusätzlichen Erzeugung ebenso wie die Höhe der CO₂-Emissionen sind bei einer reinen Kernenergievariante am niedrigsten, bei einer reinen Erdgasvariante am höchsten.
- Die Kernenergie muss für die schweizerische Stromversorgung auch langfristig eine erhebliche Rolle spielen.
- Dank ihrer Flexibilität bei Erstellung und Betrieb können Erdgaskraftwerke eine wichtige Ergänzung darstellen.

Kosten und CO₂-Ausstoss der Deckungsvarianten

Die Produktionskosten (Rp./kWh) der verschiedenen Erzeugungstechnologien wurden gemäss der so genannten «Levelized-cost»-Methode bestimmt. Die Investitions-, Betriebs- und Entsorgungskosten, aber auch Preisentwicklung der Primärenergieträger und der technische Fortschritt im Betrachtungszeitraum wurden dabei einbezogen.

Die Variante A («Kernenergie») ist die kostengünstigste. Die Kosten bei der Variante C («50/50») liegen um ein Drittel, die der Variante B («Erdgas») sogar um zwei Drittel höher als in der Variante A. Geht man von einem höheren Ölpreisniveau aus (50 \$/barrel anstelle von 30 \$/barrel), erreicht die Erdgasvariante B sogar mehr als die doppelten Kosten wie die Kernkraftvariante A.

Der Mehrausstoss von CO₂ steigt bei den Varianten B und C über den Betrachtungszeitraum kontinuierlich an. Im Durchschnitt der Jahre 2020 bis 2050 werden in Variante A nahe null, in Variante B etwa 5,6 Mio. t/a emittiert. In der «reinen Gasvariante» werden damit rund 12% des heutigen CO₂-Ausstosses der Schweiz zusätzlich freigesetzt. Zusammen mit dem Mehrausstoss durch die Erdgaskraftwerke des Sockelangebots (1,6 Mio. t) würde eine Steigerung des CO₂-Ausstosses von etwa 16% entstehen.

Aufschieben von Entscheidungen schränkt Handlungsoptionen ein und gefährdet schlussendlich Versorgungssicherheit

Werden Entscheidungen aufgeschoben und nicht getroffen und Investitionen also nicht getätigt, werden die Handlungsoptionen zunehmend eingeschränkt und die künftige Versorgungssicherheit wird entsprechend reduziert. Bewusster oder durch Entscheidungsunfähigkeit herbeigeführter Verzicht auf den Bau von Produktionsanlagen wird schlussendlich zu anhaltendem Import der benötigten Strommengen führen. Dies betrifft zunächst den Bau von Kernkraftwerken; aber auch der Bau von Gaskombi-Kraftwerken braucht nicht unerhebliche Realisierungszeiten, die darüber hinaus schwer kalkulierbar sind, da derzeit keine Erfahrungen für den Bewilligungsablauf in der Schweiz vorliegen.

Eine durch Nicht-Entscheidungen zustande gekommene reine **Importlösung** wäre – selbst wenn in der Halbjahres- und Jahresbilanz ausreichende Mengen an Elektrizität im Ausland zur Verfügung stünden – durchgehend negativ zu beurteilen. **Der Beitrag zur Versorgungssicherheit wäre denkbar gering**, vor allem wegen der in Engpassfällen nicht in der Nähe des Verbrauches liegenden Produktionsleistung. Die Kosten wären wenig kalkulierbar und in der Tendenz zu hoch – hierfür sorgt das sich verknappende Angebot an Erzeugungskapazität in anderen Ländern. Das unternehmerische Risiko wäre angesichts zunehmender Abhängigkeit mit ungesicherten Preisen hoch, und die schweizerische Volkswirtschaft würde Wertschöpfung an das Ausland verlieren.

Ungeachtet der Marktformen werden die Bedürfnisse von Bevölkerung und Wirtschaft dazu führen, dass nötige Investitionen sowohl in Erzeugung als auch in Transport von Elektrizität früher oder später getätigt werden müssen. Die Versorgungssicherheit des Landes, aber auch die Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit der Stromversorgung hängen vor allem davon ab, ob dies innert not-

Studien und deren Finanzierung

Für die Abklärung von Einzelfragen konnte eine Reihe von Studien in Auftrag gegeben werden. Diese wurden vom Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft (PSEL) finanziert.

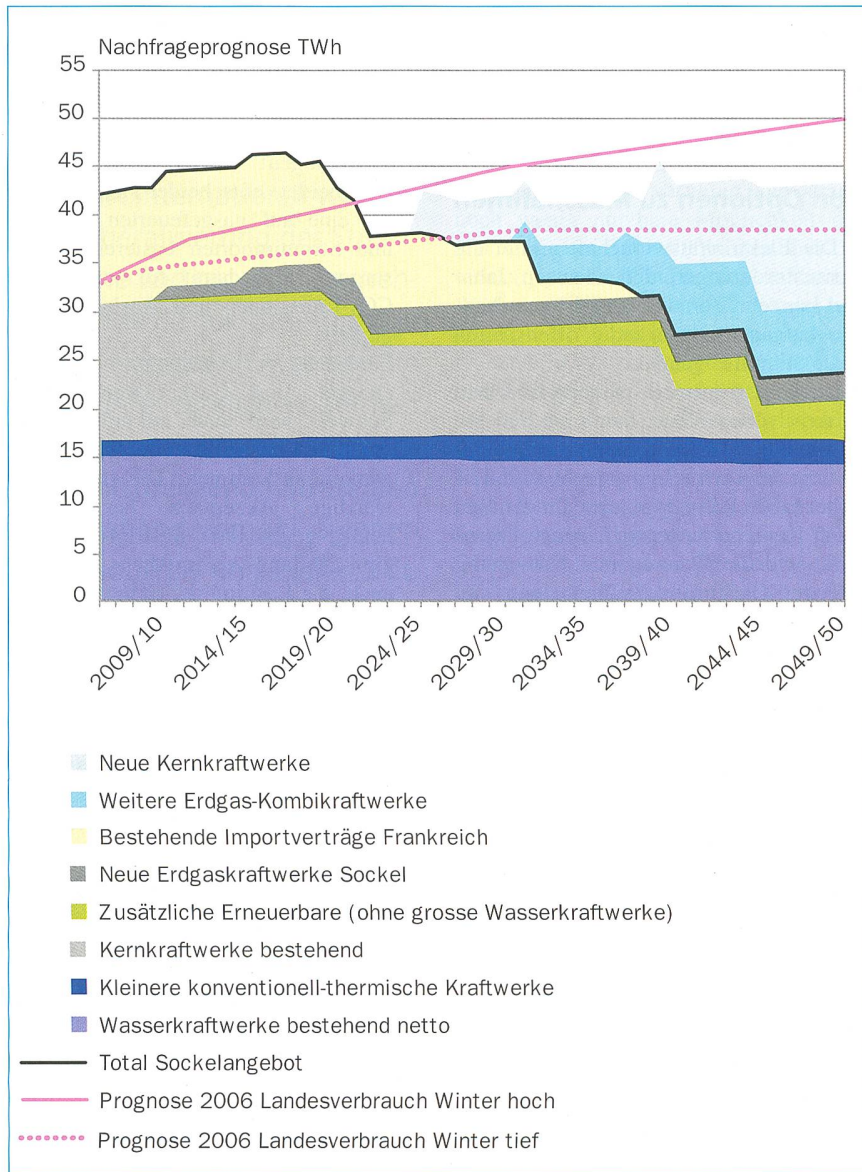


Bild 5 Angebotsoption C: Mix Erdgas-Kombikraftwerke und Kernenergie: Auf eine mittlere Entwicklung der Nachfrage ausgerichteter Zubau über das Sockelangebot hinaus.

Kriterien	Variante A Kernkraft	Variante B Erdgas	Variante C Erdgas/ Kernkraft
1. Beitrag zur Versorgungssicherheit	+	○	+
2. Kosten	+	-	○
3. Unternehmerisches Risiko	○	○	○
4. Umwelt	+	-	○
5. Realisierbarkeit	-	+	-
6. Volkswirtschaftliche Auswirkungen	+	-	+

+ positiv
 ○ neutral
 - negativ

Bild 6 Qualitative Beurteilung der Angebotsvarianten.

wendiger Frist und am richtigen Ort erfolgen kann. Dies scheint vor allem eine Frage der Technologieakzeptanz sowie raumplanerischer Aspekte zu sein.

Von Optionen zu Massnahmen

Die Elektrizitätswirtschaft nimmt die Herausforderungen der nächsten Jahre und Jahrzehnte an und wird die anstehenden Aufgaben selbstständig, offensiv und professionell angehen:

- Sie wird Kraftwerksplanung und -bau aktiv vorantreiben, damit sie den Erwartungen ihrer Kunden nach einer sicheren Versorgung gerecht wird. Dabei haben Rahmengesuche für den Bau im Kernenergiebereich ebenso Priorität wie die Planung und Umsetzung erster Gaskraftwerks-Neubauten und die Leistungssteigerungen von Wasserkraftwerken.
- Sie wird die noch bessere Ausschöpfung des Potenzials erneuerbarer Energien aktiv fördern. Bau oder Erneuerung und Betrieb von Anlagen in den Bereichen Wasserkraft, Biomasse, Erdwärme (in all ihren Formen), Wind, Solarenergie, und zusätzlich – unter den innovativen nicht erneuerbaren Erzeugungstechnologien – von Mikroturbinen oder Brennstoffzellen werden von Elektrizitätsunternehmen unterstützt bzw. durchgeführt.
- Unabdingbar ist auch die kontinuierliche Weiterentwicklung der Netze aller Ebenen. Nur wenn von den «Strom-Autobahnen» bis zur «Strom-Quartierstrasse» als Netze alle in der Lage sind, die zukünftige Last zu transportieren, funktioniert das Gesamtsystem «Elektrizitätsversorgung».
- Um zu einer optimalen Zusammenarbeit der Glieder in der Versorgungskette zu kommen, arbeitet die Elektrizitätswirtschaft konstruktiv mit an der Definition von Rollen und Verantwortlichkeiten im liberalisierten Markt.
- Die Branche wird noch vermehrt für eine effiziente Nutzung der Elektrizität im Rahmen einer möglichst hohen Gesamtenergieeffizienz eintreten und entsprechende Massnahmen unterstützen.

Das Investitionsvolumen der Branche wird sich in den nächsten 40 Jahren auf einen Betrag im zweistelligen Milliardenbereich (in CHF) belaufen. Angesichts dieser Herausforderungen benötigt die Elektrizitätswirtschaft die **Unterstützung von Politik und Verwaltung**:

- Rasche Entscheide bei Planungs- und Genehmigungsverfahren für Bau-

massnahmen im Kraftwerks- und Netzbereich sind wesentlich, wenn diese Anlagen zeit- und bedarfsgerecht verfügbar sein sollen.

- Nicht-Entscheidungen sind auch Entscheidungen! Wer sich heute nicht entscheidet, entscheidet sich faktisch für eine auf gasgefeuerten Anlagen und Stromimporten basierende Versorgung und damit für zusätzliche CO₂-Emissionen und Auslandabhängigkeit.
- Förderung der Akzeptanz von Kernenergie- und Gaskraftwerken: die Schweiz wird auch zukünftig nicht ohne den Ersatzbau von Grosskraftwerken auskommen. Die dafür notwendige Akzeptanz herzustellen, heisst, gegen das «St.-Florians-Prinzip» Stellung zu beziehen. Es heisst auch, die Position der Schweiz in Sachen Klimapolitik auf einen klaren Punkt zu bringen, also eine im Sinne des Klimaschutzes tragbare, aber auch die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft berücksichtigende Belastung der CO₂-Emissionen im Lande zu beschliessen.
- Die Gestaltung eines funktionsfähigen Marktes für Elektrizität ist die Basis für eine vorteilhafte Einbettung der Schweizer Energiewirtschaft in das europäische Umfeld mit den damit verbundenen Vorteilen. Dem Bund obliegt dabei die Aufgabe, die Federführung bei der Definition der Rollen und Verantwortlichkeiten im liberalisierten Markt auszuüben.
- Es ist Aufgabe von Politik und Verwaltung, wirksame Massnahmen zur

Mitglieder der Arbeitsgruppe «Vorschau 2006» des VSE

Vorsitz

- Hajo Leutenegger WWZ

Projektleitung

- Kurt Wiederkehr VSE
- Sabine Löbbe Löbbe Consulting

Projektteam

- Cornelia Abouri Energieforum
- Christian Bircher EWN/Regionalwerke
- Mario David SAK/Kantonswerke
- Ernst Fischer Atel
- Gilbert Friedli EOS
- Andreas Massüger GW Zollikon/BOG
- Alexander Mondovic Etrants
- Michael Paulus BKW
- Ernst Widrig EGL
- Peter Wieland EWZ/Swisspower
- Niklaus Zepf Axpo

Förderung der Energieeffizienz festzulegen – die Branche leistet ihren Beitrag.

- Energie im Allgemeinen und Elektrizität im Besonderen sind knappe Ressourcen. Die Steuerung des Einsatzes von knappen Ressourcen erledigt der Markt erfahrungsgemäss am besten. Substitutiv sind, wenn sich eindeutiges Marktversagen manifestiert, notfalls Interventionsinstrumente gefragt, welche vorübergehend korrigierend eingreifen, bis die Marktkräfte wieder auf geordnete Bahnen zurückgefunden haben.

Prévision 2006 sur l'approvisionnement de la Suisse en électricité jusqu'en 2035 / 2050 (Résumé)

L'étude «Prévision 2006 sur l'approvisionnement de la Suisse en électricité jusqu'en 2035 / 2050» s'inscrit dans la lignée de nombreux travaux antérieurs publiés par l'AES. Cette nouvelle étude a été élaborée en étroite collaboration avec plusieurs entreprises membres. Au vu de l'importante évolution du contexte depuis les années nonante, la «Prévision 2006» porte principalement:

- sur l'interprétation du terme «sécurité d'approvisionnement» en regard du marché européen ainsi que sur la définition des champs d'action et des tâches des divers acteurs dans le contexte d'un marché libéralisé;
- sur l'évaluation de diverses variantes envisageables concernant l'acquisition ou la production d'énergie électrique ainsi que sur la définition des mesures qui en découlent en regard de l'évolution probable de la demande et de la garantie durable de la sécurité d'approvisionnement en Suisse.

Si la «Prévision 2006» ne traite pratiquement que de l'approvisionnement en électricité, l'étude n'en est pas moins fondée sur l'idée qu'il s'agit de résoudre l'approvisionnement énergétique global du pays de manière optimale et que chacun des agents énergétiques doit contribuer à cet objectif général.