Deckung der Stromnachfrage : das Milchbüchlein reicht nicht

Autor(en): **Wiederkehr, Kurt / Brunner, Felix**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **94 (2003)**

Heft 8

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-857542

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Deckung der Stromnachfrage: Das Milchbüchlein reicht nicht

Im Vorfeld der Kernenergieabstimmungen vom 18. Mai 2003 wird von Kernenergiegegnern mit einfachem Kilowattstunden-Zusammenzählen «bewiesen», dass ein Ausstieg ohne wesentliche Probleme machbar sei. Mit Ausnahme von sehr extremen Witterungsverhältnissen ist die Versorgungssicherheit der Schweiz dank ihrer Lage mitten in Europa bei einem Verzicht auf inländische Kernenergieproduktion kaum bedroht. Wir würden aber in verschiedener Hinsicht einen erheblichen Preis für dieses Experiment bezahlen. Besonders hoch wäre dieser Preis, wenn man sich über die existierenden Alternativen zur Kernenergie Illusionen machen und entsprechende Fehlentscheide treffen würde. Die vorliegende Arbeit stützt sich unter anderem auf Erkenntnisse der «Vorschau 95» [1], der jüngsten umfassenden Perspektivenarbeit der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft.

■ Kurt Wiederkehr und Felix Brunner

Darum geht es: Stromnachfrage und Stromangebot mit und ohne Initiativen

Die Stromnachfrage der Schweiz kann heute über das ganze Jahr gesehen mit rund 60% Wasserkraft plus rund 40% inländische Kernenergie gedeckt werden. Für die Diskussion der Auswirkungen eines Kernenergieverzichtes sind zuerst die Entwicklung der Nachfrage und des Angebotes mit und ohne inländische Kernenergieproduktion abzuschätzen.

Die Nachfrage nach Elektrizität entwickelt sich als Resultat einer Vielzahl von verbrauchssenkenden und verbrauchssteigernden Einzelfaktoren [2]. Als eine gegenüber der Entwicklung der letzten Jahre eher konservative Annahme wird der Einfachheit halber in diesem Beitrag von einem Verbrauchswachstum von 1,5% pro Jahr bis 2010, gefolgt von 0,75% bis 2030 ausgegangen. Das ist der Mittelwert des in der «Vorschau 95» (1) als wahrscheinlich betrachteten Spektrums.

Das künftige Stromangebot ohne Kernenergie, ohne neue thermische Grosskraftwerke und ohne zusätzliche Bezugsrechte aus dem Ausland kann als «Basisangebot Schweiz» bezeichnet werden (Bilder 1 und 2).

Die Wasserkraftproduktion wird über die ganze betrachtete Zeitspanne (bis 2030) als konstant angenommen, d.h. die erhöhten Restwassermengen wurden durch Erneuerungen und Ausbauten kompensiert. Sie wird auch in Zukunft das Basisangebot dominieren. Selbst bei grosszügigen Wachstumsraten von BHKW-Anlagen und «neuen erneuerbaren» Energiequellen wie Wind, Sonne und Biogas machen alle übrigen Produktionsarten am Ende der Betrachtungsperiode immer noch bloss 10% aus, wobei die Kehrichtverbrennungsanlagen einen erheblichen Anteil beisteuern.

Langfristige Bezugsrechte aus dem Ausland – ausschliesslich Kernenergie aus französichen Werken – wurden angesichts der sehr grossen Zuwachsraten beim Stromkonsum und des faktischen Moratoriums beim Kraftwerkbau im Inland vor allem in der zweiten Hälfte der 80er-Jahre abgeschlossen. Nicht zuletzt wegen einer steigenden Verfügbarkeit können gegenüber der «Vorschau 95» höhere Werte angenommen werden.

Erfahrungen und Modellrechnungen aus dem In- und Ausland lassen heute den Schluss zu, dass Kernkraftwerke der Generation Beznau I+II oder Mühleberg rund 50 Jahre, jene der Generation Gös-

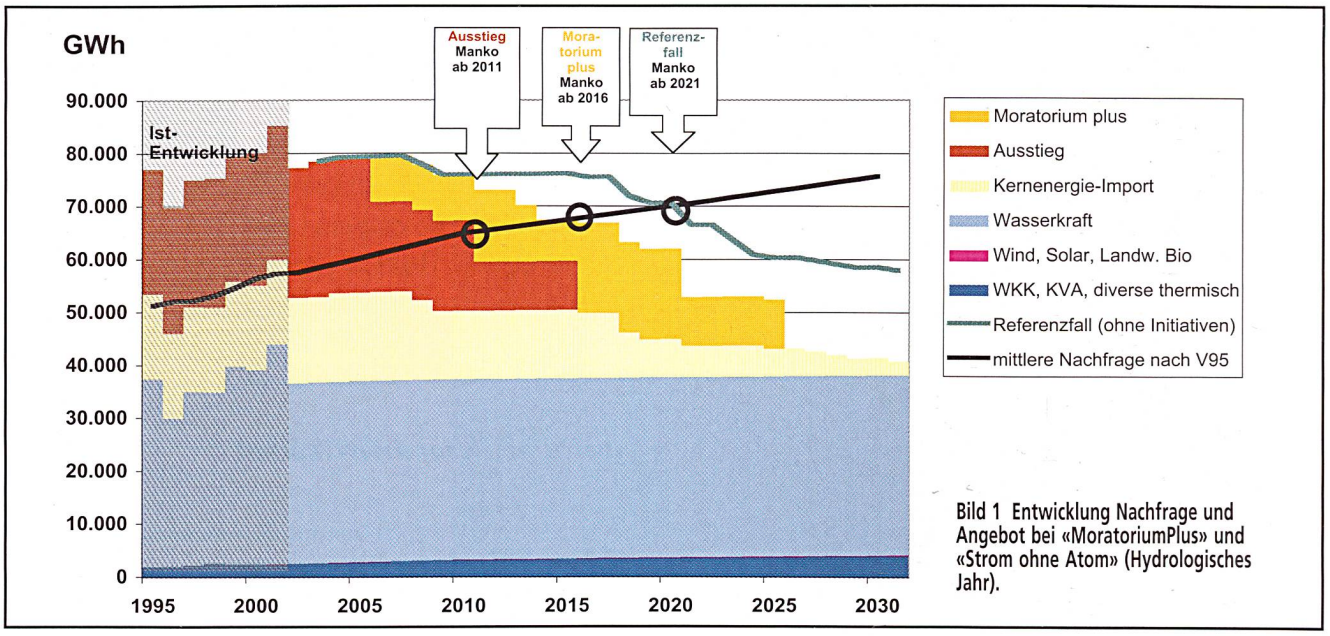


Bild 1 Entwicklung Nachfrage und Angebot bei «MoratoriumPlus» und «Strom ohne Atom» (Hydrologisches Jahr).

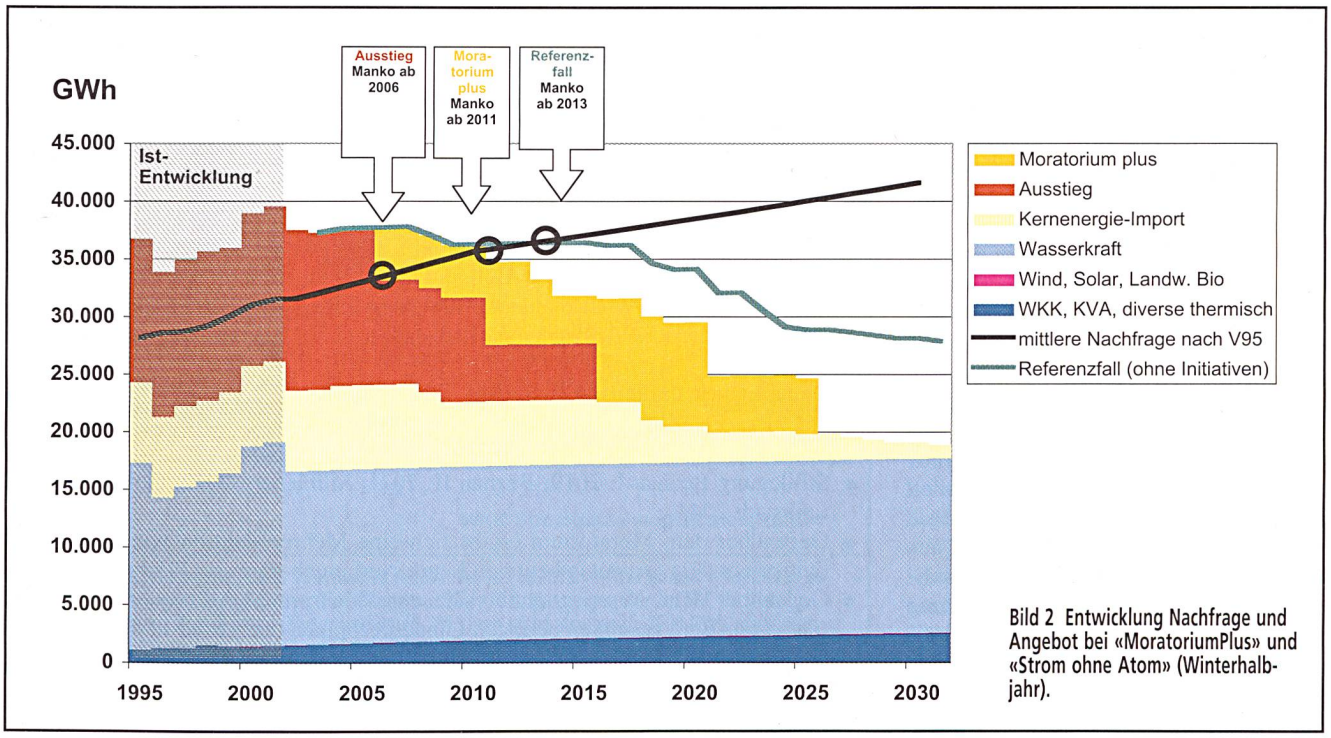


Bild 2 Entwicklung Nachfrage und Angebot bei «MoratoriumPlus» und «Strom ohne Atom» (Winterhalbjahr).

gen und Leibstadt rund 60 Jahre sicher und wirtschaftlich betrieben werden können. Vorausgesetzt ist dabei eine auf diese Zeiträume ausgelegte Unterhalts- und Erneuerungsstrategie. Ein Betrieb auf noch längere Zeiträume würde beim heutigen Erkenntnisstand die Erneuerungsaufwendungen rasch ansteigen lassen, bei einem kürzeren Betrieb werden die bereits getätigten Investitionen nicht ausgenutzt. Die Möglichkeiten der Moratoriumsinitiative, über einen referendumsfähigen Parlamentsbeschluss eine 10-jährige Verlängerung von 40 auf 50 Jahren zu erzielen, ist eher theoretisch und wird nicht berücksichtigt. Die Betreiber werden das Risiko einer verlorenen Referendumsabstimmung, welche grössere, auf eine längere Frist ausgelegte Ersatzinvestitionen wertlos machen würden, zum Vornherein kaum eingehen.

Bei einer Annahme der Ausstiegsinitiative ergibt sich in einem durchschnittlichen Winterhalbjahr schon ab 2006 eine Lücke zwischen dem Strombedarf und dem gesicherten Angebot. Bei der Moratoriumsinitiative verschiebt sich dieser Zeitpunkt auf 2011, bei einer optimalen Nutzung (Referenzfall) der Kernkraftwerke auf 2013. Im letzten Fall öffnet sich die Lücke viel weniger rasch als beim Moratorium und insbesondere beim Ausstieg.

Adresse der Autoren
Kurt Wiederkehr, Felix Brunner
Axpo
Weststrasse 50
8036 Zürich

Das Ziel: Eine gesicherte Beschaffung im mittleren Winterhalbjahr, welche den wichtigsten Kriterien standhält

Auch bei einer Annahme der Ausstiegsinitiative werden in der Schweiz nicht einfach die Lichter ausgehen, denn das Land liegt zentral und gut eingebunden mitten in Europa. Der fehlende Strom könnte mit Ausnahme von Extremsituationen (s. Textkasten) zum dannzumaligen Handelspreis auf dem europäischen Markt beschafft werden.

Es kann also kaum mehr wie in den Jahrzehnten vor 1990 darum gehen, aus Gründen der Versorgungssicherheit in 19 von 20 Winterhalbjahren einen Stromüberschuss anzustreben. In der «Vorschau 95» wurde postuliert, dass rein mengenmässig betrachtet die langfristige Sicherung des Bedarfs im mittleren Winterhalbjahr angestrebt werden sollte. Das hat verschiedene Vorteile, nicht zuletzt jene der Kostenstabilität, und kann weiterhin als Richtschnur dienen.

Das gesamte Jahr als Massstab zu nehmen und den im Sommerhalbjahr (recht unregelmässig) anfallenden Wasserkraftstrom unbesehen in eine Bilanzbetrachtung einzubeziehen («kein Stromexport mehr»), ist wenig sachgemäss. Erstens kann Strom (über die Kapazität von Speicherseen hinaus) nicht einfach umgelagert werden. Zweitens reicht die Wasserkraft auch im Sommer schon seit Jahrzehnten nicht mehr zur Nachfragedeckung: Letztmals 1983 hätte die Schweiz im Sommerhalbjahr auch ohne Kernkraftwerke einen Exportüberschuss aufgewiesen. Und überdies wird bei einer Ganzjahres- anstelle einer Winterbetrachtung das Problem bloss um wenige Jahre hinausgeschoben.

Auch wenn beim Kilowattstunden-Zusammenzählen Nachfrage und Erzeugung im Gleichgewicht sind, ist noch lange keine optimale Stromversorgung erreicht. Alternativen zum bisherigen, nebst der Wasserkraft schwergewichtig auf Kernenergie basierenden Versorgungsmix müssen sich zumindest noch an folgenden Kriterien messen lassen:

- Die Gestehungskosten im Kraftwerk, samt Empfindlichkeit auf Preisänderungen bei den im Kraftwerk verwendeten Energieträgern
- Globale und lokale Umweltauswirkungen
- Notwendigkeit von zusätzlichen Übertragungsnetzen
- Flexibilität bei der Anpassung an die Nachfrage
- Eignung im offenen Strommarkt. Nebst tiefen Gestehungskosten zählen hier vor allem geringe Investitionen und kurze Erstellungszeiten
- Versorgungssicherheit in Extremsituationen, Auslandabhängigkeit, Ausbau und Pflege von Know-how

Als häufigste Alternativen zur Kernenergie werden Blockheizkraftwerke, Windkraft und andere «Neue Erneuerbare» wie Biogas und Solarstrom sowie Stromeinsparungen aufgeführt. Auf sie wird nachstehend eingegangen, bevor anschliessend die bei einem Verzicht auf inländische Kernenergieproduktion verbleibenden Szenarien bewertet werden.

Initiative «MoratoriumPlus»

- keine Bewilligungen von neuen Kernkraftwerken oder von Leistungserhöhungen während 10 Jahren
- Beschränkung der Betriebsdauer der bestehenden KKW auf 40 Jahre: Stilllegung Beznau I: 2009; Beznau II: 2011; Mühleberg 2012; Gösgen 2018; Leibstadt 2024
- Verlängerung um 10 Jahre mit referendumsfähigem Bundesbeschluss.

Ausstiegsinitiative («Strom ohne Atom»)

- Stilllegung der KKW Beznau und Mühleberg innerhalb 2 Jahren (2005)
- Stilllegung der KKW Gösgen und Leibstadt nach 30 Betriebsjahren (2008 bzw. 2014)
- Keine Entschädigung der Betreiber

Optimaler Betrieb (Referenzfall)

- Stilllegung Beznau I: 2019; Beznau II: 2021; Mühleberg 2022; Gösgen 2038; Leibstadt 2044
- Gegenüber dem Moratorium ergibt sich eine Mehrproduktion von 430 TWh (entspricht dem gesamten heutigen Landesverbrauch über gut 7 Jahre)
- Gegenüber dem Ausstieg ergibt sich eine Mehrproduktion von 650 TWh (entspricht dem gesamten heutigen Landesverbrauch über rund 11 Jahre)

Möglicher «Lückenbüsser» Blockheizkraftwerk (BHKW)/ Wärme-Kraft-Kopplung (WKK)

Bei der Stromproduktion auf thermischem Weg – sowohl aus den fossilen Energieträgern Kohle, Erdöl und Erdgas wie auch aus Kernenergie – fallen aus physikalischen Gründen immer erhebliche Wärmemengen an, deren Nutzung grundsätzlich sinnvoll ist. Da die Verteilung von Wärme über grössere Distanzen massive Kosten verursacht, liegt es nahe, den Strom mit standardisierten, dezentralen Einheiten (Blockheizkraftwerke) zu erzeugen und die Wärme zur Gebäudeheizung und zur Warmwasseraufbereitung zu nutzen. Eine ganze Reihe von Technologien sind dabei möglich, im Vordergrund stehen heute erdgas- oder erdölgetriebene Kolbenmotoren, längerfristig – nicht zuletzt dank einem höheren Anteil von Strom an der Gesamtproduktion – Brennstoffzellen.

Rein theoretisch gesehen ergibt sich beim Einbau von Blockheizkraftwerken in allen der gegen 1 Mio. Heizanlagen der Schweiz eine Stromproduktion, welche den gesamten über das inländische Basisangebot hinausgehenden Bedarf decken könnte. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass BHKW seit langer Zeit als Ersatzlösung bei einem Kernenergieausstieg gehandelt werden. In der Realität ergeben sich allerdings schon auf der rein technischen Ebene (trotz periodischen Meldungen über unmittelbar bevorstehende oder erfolgte Durchbrüche) Hindernisse, welche das Potenzial und insbesondere auch die Umsetzungsgeschwindigkeit deutlich verkleinern.

Im Rahmen einer umfassenden Arbeit wurde in [3] der gesamte Gebäudebestand der Schweiz in verschiedene Grössenklassen aufgeteilt und das unter technischen und praktischen Gesichtspunkten realisierbare Potenzial in Funktion der Kosten geschätzt. Das in Bild 3 dargestellte Resultat wurde mit den neuesten erhältlichen Kosten, insbesondere des elektromechanischen Teils, aufdatiert. Es zeigt das über die heutige Nutzung (rund 1500 GWh) bis zum Jahr 2020 realisierbare Potenzial in Abhängigkeit der Stromgestehungskosten. Es bestehen also durchaus Möglichkeiten zur Produktion von Strom zu konkurrenzfähigen Preisen (das heisst grob im Bereich von 6 Rp./kWh), doch sind sie auf wenige 1000 GWh bei Industrie und Grossgebäuden beschränkt. Auch lässt sich dieses Potenzial nur bei ohnehin notwendigen Gesamterneuerungen erreichen. Werden Anlagen früher ersetzt, müssen höhere Kosten angerechnet werden. Bei mittleren und kleinen Gebäuden wächst der Aufwand für Installation und Betrieb rasch auf ein erhebliches, nicht mehr konkurrenzfähiges Mass.

Die in Bild 3 gezeigten Kosten stehen nicht etwa – wie das in Potenzialstudien immer wieder angenommen wird – in Konkurrenz zu den zu bezahlenden Strompreisen (Energie plus Netz), sondern nur zu den Produktionskosten beim Kraftwerk. Entgegen der landläufigen Meinung lassen sich nämlich auch bei einem grossen Anteil von dezentraler Produktion keine wesentlichen Einsparungen beim Übertragungs- und Verteilnetz erzielen. Spätestens bei einer Marktöffnung mit einer getrennten Rechnungstellung für Netzbenutzung und Energie wird sich dies bei korrekter Kostenzuweisung klar zeigen.

Misst man die Stromproduktion in BHKW an den im vorhergehenden Kapitel «Das Ziel…» aufgestellten Kriterien, so fällt die Gesamtbeurteilung eher durchzogen aus. Die Stromgestehungskosten sind nur bis zu einer beschränkten Menge einigermassen konkurrenzfähig. Ihr variabler Teil ist direkt – allerdings dank des hohen Wirkungsgrades nicht überproportional – von den Schwankungen auf den Öl- und Gasmärkten abhängig. Sollen die lokalen Umweltauswirkungen insbesondere durch Abgase unter Kontrolle bleiben, stellen sich hohe Anforderungen an die Anlagenüberwa-

Versorgungssicherheit in Extremsituationen: Eine Frage der Leistung

Eine sichere Stomversorgung basiert nicht nur auf genügend Energie über einen längeren Zeitraum – beispielsweise ein Winterhalbjahr –, sondern vor allem auf der Verfügbarkeit von Leistung in kritischen Momenten. Nebst der Produktionsmöglichkeit in Kraftwerken spielen hier die Übertragungsleitungen eine entscheidende Rolle.

Für die Schweiz bildet eine mehrtägige Kältewelle mit landesweiten Temperaturen unter –15 °C, wie sie alle 50 – 100 Jahre einmal auftritt, den wohl kritischsten Fall. In einem solchen Moment wird man sich auch kaum mehr auf ausländische Kapazitäten abstützen können, weil eine entsprechende Kältewelle ein grösseres Gebiet umfasst. Würden die rund 3200 MW Leistung aus inländischen Kernkraftwerken bei einem Ausstieg nicht in der Schweiz ersetzt, drohte hier ein in seinen möglichen Auswirkungen schwer wiegendes Sicherheitsproblem.

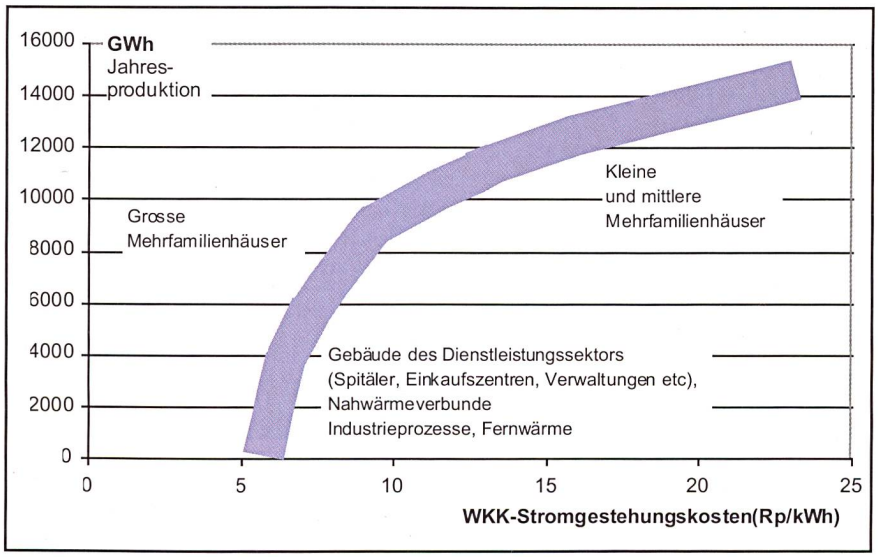


Bild 3 Zusätzlich zu heute bis 2020 schrittweise realisierbares Potenzial an Wärme-Kraft-Kopplung als Funktion der Stromgestehungskosten. Darstellung aus [2], mit Anpassungen durch CEPE (M. Jakob), basierend auf neuen Kostendaten (Eicher und Pauli). Will man mehr als wenige 1000 GWh realisieren, so steigen die Kosten rasch an, weil immer kleinere Anlagen ebenfalls gebaut werden müssen.

chung. Wie bei jeder Produktion von Strom aus fossilen Energieträgern werden die globalen Umweltbelastungen durch den Ausstoss von Treibhausgasen (CO_2) erhöht. Stromproduktion mit WKK ergibt nur im Vergleich mit einer konventionell-thermischen Erzeugung (ohne Abwärmenutzung) eine Verbesserung beim CO_2-Ausstoss, nicht aber beim Ersatz von Kernenergie!

Einer forcierten BHKW-Strategie stehen in einem freien Markt erhebliche Hindernisse entgegen. Die Produktionsart ist insgesamt kapitalintensiv. Eine rasche Umsetzung (ausserhalb des Erneuerungszyklus von Heizanlagen) als Reaktion auf eine Verknappung des Angebotes und damit eine Nutzung entsprechender Marktchancen ist in der Praxis nicht möglich. Das Risiko von Preisschwankungen bei den fossilen Energieträgern schlägt für einen Investor auch auf den Strompreis durch, während es bei einem Bezug aus dem Strommarkt durch verschiedene Mechanismen – in der Schweiz insbesondere den hohen Wasser- und Kernenergieanteil – abgefedert wird.

Betrachtet man aus Sicht der nationalen Energiewirtschaft (unter Ausklammerung der Kernenergie) Strom- und Wärmeproduktion zusammen, so existieren durchaus noch andere Möglichkeiten als der Bau von BHKW. Eine Kombination von Wärmepumpen mit zentralen, fossilen Kombikraftwerken hat energetisch einen besseren Gesamtwirkungsgrad und bezüglich Flexibilität, Kosten und durch die kleinere lokale und globale Umweltbelastung klare Vorteile.

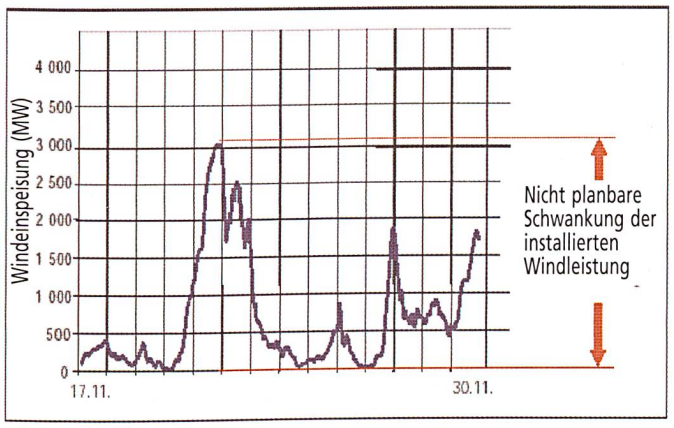


Bild 4 Produktionsschwankungen aller Windenergie im E.ON-Regelgebiet [3]. Um eine Produktion – zum Beispiel aus Kernkraftwerken – bezüglich Strommenge zu ersetzen, muss leistungsmässig ein Mehrfaches an Windkraft installiert und zu den Verbrauchszentren transportiert werden. Zusätzlich werden Reservekraftwerke benötigt, um auch während Zeiten schwacher Winde genügend Produktionsleistung zur Verfügung zu haben.

Möglicher «Lückenbüsser» Windenergie und andere «neue erneuerbare» Energiequellen

Von allen Arten der Stromproduktion aus «neuen erneuerbaren» Energiequellen mit einem nennenswerten technischen Potenzial liegt die Windenergie am nächsten bei der Wirtschaftlichkeit.

Ihre Gestehungskosten haben sich dank technischen Fortschritten und grossen Serien generell reduziert, hängen aber unverändert vom Vorhandensein von starken, stetigen Winden ab. In der Schweiz werden auch an günstigsten Standorten pro installiertes Kilowatt (kW) Leistung nur etwas über 1000 kWh Strom erzeugt, während in Norddeutschland an sehr guten Standorten jährlich 2000 kWh und mehr erreicht werden. Von künftigen Standorten in der Nord- und Ostsee erhofft man sich (praktische Erfahrungen stehen noch aus) pro installiertes kW über 3000 kWh mit Kosten am Produktionsstandort im Bereich von 10 Rp./kWh.

Um die mit einem Kilowatt Kernkraftwerksleistung erzeugte Strommenge zu ersetzen, müssten auch an den wenigen guten Standorten in der Schweiz fast das Siebenfache, an optimalen Standorten in der Nord- und Ostsee das 2,5-fache an Leistung erstellt werden. Mit diesen hohen Leistungen wird auch der Abtransport des Stromes zu Verbrauchs- und Kraftwerkstandorten zu einer wesentlichen Frage sowohl bezüglich der Kosten wie auch des Landschaftsbildes.

Wie Bild 4 illustriert, fällt die produzierte Energie sehr unregelmässig an und muss durch die Leistung des übrigen, möglichst in der Region oder bei den nächsten Verbrauchszentren liegenden Kraftwerkparks an den Nachfrageverlauf angepasst werden. Selbst bei auf ganz Deutschland verteilten Windenergieanlagen könnten nach [3] höchstens 10% der Kraftwerksleistung eingespart werden – die verbleibenden 90% werden aber durch sehr grosse Lastschwankungen in kurzer Zeit ausserordentlich strapaziert. Letztlich sparen Windkraftwerke nur Brennstoff und damit Umweltbelastung durch Schadstoff- und CO_2-Ausstoss ein. Rein kostenmässig betrachtet wird ein Teil der eingesparten Brennstoffkosten durch die benötigten Übertragungsleitungen und die ungünstige Beanspruchung des übrigen Kraftwerkparkes wieder aufgebraucht.

Zweifellos ist der Windkraftstrom bezüglich Schadstoffausstoss günstig. Nicht zu vernachlässigen sind hingegen

die Veränderung des Landschaftsbildes und die Belastung durch Spiegelungen und Geräusche.

Dass in der Schweiz installierte Windkraft mengen- und kostenmässig nicht ernsthaft zum Ersatz von Kernenergiestrom beitragen kann, ist offensichtlich. Die Idee, in Norddeutschland für die Schweiz reservierte Windfarmen bereitzustellen, würde selbst bei Bewältigung der technischen Probleme und Bezahlung der erheblichen Kosten schlicht und einfach an der Tatsache scheitern, dass sich die dortige Bevölkerung gegen die mit dieser «Kolonialisierung» einhergehende Umweltbelastung wehren würde.

Die übrigen «neuen erneuerbaren» Energiequellen können schon aus Gründen des technischen Potenzials (Biogas), aus Kostengründen (Photovoltaik) und weiterer Fragen (Geothermie) nicht als Alternative, sondern allenfalls als Ergänzung zur Kernenergieproduktion gelten. Dass bei der Photovoltaik durch reines Mengenwachstum kein Durchbruch zu den unbedingt notwendigen tieferen Kosten erzielt werden kann, ist zwar keine populäre Aussage, entspricht aber trotzdem den Tatsachen.

Mögliche «Lückenbüsser» zusätzliche Effizienzsteigerungen und Sparen

Die künftige Lücke zwischen Nachfrage und Angebot und die Folgen eines Verzichtes auf die inländische Kernenergieproduktion wird wesentlich vom Verlauf der Stromnachfrage beeinflusst. Ein Jahreswachstum der Stromnachfrage wie es zwischen den Jahren 1996 und 2001 stattgefunden hat, benötigt in weniger als 10 Jahren zusätzlich die Produktionskapazität von Leibstadt, dem grössten schweizerischen Kernkraftwerk!

Das Bundesprogramm «Energie 2000» sah Anfang 90er-Jahre eine Stabilisierung des Stromwachstums ab 2000 vor. Das heutige Programm «Energie-Schweiz» spricht von 5% Wachstum bis 2010 mit anschliessendem Nullwachstum.

In der Realität ist das Stromwachstum sehr stark mit dem Wirtschaftswachstum (Wachstum des Bruttoinlandproduktes BIP) verknüpft [2]. Auch wenn sich das Verhältnis der beiden Wachstumsraten – die so genannte Elastizität – längerfristig reduziert, liegt sie noch immer deutlich über eins. Das heisst, dass ein BIP-Wachstum von – bescheidenen – 1,5% ein Wachstum des Strom-Landesverbrauches in der Grössenordnung von 2% auslöst.

Für eine sachliche Diskussion ist wesentlich, dass alle Seiten die gleichen Begriffe bei der Beschreibung der vorhandenen und allenfalls später möglichen Potenziale verwenden.

Das **theoretische Potenzial** entspricht den Möglichkeiten nach naturwissenschaftlichen Gesetzmässigkeiten.

Das **technische Potenzial** ergibt sich nach Berücksichtigung der nach dem Stand der Technik vernünftig realisierbaren Möglichkeiten.

Das **wirtschaftliche Potenzial** schränkt das technische Potenzial auf jenen Anteil ein, der sich im Vergleich mit anderen möglichen Systemen als wirtschaftlich konkurrenzfähig erweist.

Das **realisierbare Potenzial** berücksichtigt darüber hinaus die Markteinführungsgeschwindigkeit und andere Einflussfaktoren, immer unter bestimmten Randbedingungen, insbesondere was das Konsum- oder Investorenverhalten betrifft.

In diesem Resultat sind die stetigen Effizienzverbesserungen bei Anwendungsgeräten, die Ergebnisse von jahrelangen Kampagnen für Verhaltensänderungen sowie von Vorschriften enthalten. Es besteht ein erhebliches technisches und auch wirtschaftliches Potenzial für Einsparungen, das auch seit Jahrzehnten mobilisiert wird. Das Wachstum widerspiegelt die stetige Verschiebung von anderen Energieträgern hin zu Elektrizität (so wie früher von Holz und Kohle zu Erdöl), die Ausweitung der Anwendungsbereiche (Stichwort Informatik) und das Mengenwachstum (Stichwort Neuwohnungsbau und Bevölkerungswachstum).

Zweifellos ist Stromverbrauchswachstum kein Naturgesetz. Eine Stabilisierung oder gar eine Abnahme des Verbrauches ist aber bei wachsender Wirtschaft ohne rigorose Staatseingriffe (mit entsprechenden schädlichen Folgen) vorderhand nicht zu erwarten.

Mögliche «Lückenbüsser» konventionell-termische Grossproduktion und Importverträge

Letztlich verbleibt bei einem Verzicht auf die inländische Kernenergieproduktion als letzte Möglichkeit ausser dem Nichtstun bzw. dem kurzfristigen Import nur der Bau von grossen fossilthermischen Kraftwerken oder der Abschluss von langfristigen Bezugsverträgen.

Fossilthermische Grossanlagen (heute vermutlich erdgasbefeuerte Kombikraftwerke) sind in der Schweiz nur bei der «MoratoriumPlus»-Initiative möglich. Die Ausstiegsinitiative schreibt bei einer fossilen Produktion Abwärmenutzung vor, was solche Anlagen (sofern man sich nicht mit symbolischen Wärmemengen begnügt) verunmöglicht. Wollte man trotzdem Anlageneigentümer sein, müsste ein Bau im Ausland erwogen werden. Standorte könnten allenfalls mit beschäftigungspolitischen Begründungen beispielsweise in einem Kohlerevier gefunden werden. Bei der gegenwärtigen Marktlage wäre auch der Abschluss bzw. die Verlängerung von langfristigen (> 10 Jahre) Lieferverträgen möglich.

Diese Lösungen können nun wieder nach den eingangs aufgestellten Kriterien beurteilt werden. Wichtig ist, dass die Gesamtkosten mit denjenigen ohne Kernenergieausstieg verglichen werden. Die Produktionskosten eines Kombikraftwerkes liegen bei einem Gaspreis von 2,5 Rp./kWh und einer Benutzungsdauer von 6000 Stunden etwas unter 6 Rp./kWh und sind damit relativ günstig. Dient es als Ersatz für ein Kernkraftwerk, so muss es mit den dort eingesparten Betriebskosten (inkl. den variablen Entsorgungskosten) von knapp 3 Rp./kWh verglichen werden, da die Kapitalkosten und die Kosten der Anlagenentsorgung weiter bestehen bleiben. Den Kernenergieproduzenten und damit bei den bestehenden Besitzverhältnissen letztlich allen Einwohnern erwachsen für diesen Strom um rund 3 Rp/kWh höhere Kosten als heute!

Die Produktionskosten von Kombikraftwerken reagieren empfindlich auf Schwankungen des Erdgaspreises. Ein Preisaufschlag von 1 Rp./kWh auf dem Erdgas bewirkt einen Aufschlag von 1,7 Rp./kWh auf den Stromkosten. Dank den relativ tiefen Investitionen und dem geringen Betriebsaufwand ist der Fixkostenanteil ebenfalls tief, ein klarer Vorteil in einer Marktsituation mit nicht zum vornherein gesichertem Absatz. Die kurze Erstellungszeit ist in einem Markt ebenfalls günstig.

Die lokalen Umweltauswirkungen von modernen fossilen Anlagen sind dank aufwändigen Abgasbehandlungsanlagen heute beschränkt. Die Auswirkungen eines Ersatzes der Kernenergie auf die Treibhausgasziele wären allerdings verheerend: Die CO_2-Werte der Schweiz

Jahr	Ausstieg (GWh)	MoratoriumPlus (GWh)	Referenz (GWh)
2010	+ 2 700	+ 11 300	+ 11 300
2020	– 25 000	– 7 800	+ 800
2030	– 34 100	– 34 100	– 16 900
Winter-Halbjahr			
2010	– 3 800	+ 700	+ 700
2020	– 18 000	– 8 800	– 4 300
2030	– 22 500	– 22 500	– 13 300

Tabelle I Stromangebotüberschuss (+) bzw. Manko (-) bei mittleren Verhältnissen.

würden um rund 20% (Erdgas-Kombikraftwerke) bis gegen 50% (Kohlekraftwerke) ansteigen statt entsprechend den internationalen Verpflichtungen zu sinken.

Die Kosten- und Umweltüberlegungen gelten zweifellos – weil Vertragspartner sich letztlich ihre Risiken abgelten lassen und der CO_2-Ausstoss nicht ortsgebunden ist – auch für Standorte im Ausland oder für Bezugsverträge von fossilthermischen Kraftwerken. Dazu kommen in diesen Fällen die Nachteile des «Know-how»-Verlustes und der ausbleibenden Beschäftigungswirkung bei den lokalen Zulieferanten.

In welchem Umfang und zu welchen Konditionen die Kernenergie-Lieferverträge erweitert und/oder verlängert werden können, wäre zu verhandeln. Die Bereitschaft, die in der Schweiz nicht erwünschte Produktion aufzunehmen, wird man sich aber zweifellos bezahlen lassen.

Schlussfolgerungen

Im Referenzfall ist die Stromversorgung der Schweiz bei durchschnittlichen Verhältnissen bis zum Jahr 2012 (nur Winterhalbjahr) bzw. bis 2020 (ganzes Jahr) gesichert (Tabelle I). Es ist eher verfrüht, über die Deckung der dannzumal entstehenden Lücke nachzudenken.

Bei Annahme der Ausstiegs- oder der MoratoriumPlus-Initiative ergeben sich im Winterhalbjahr ab 2006 bzw. 2011 massive, sich schnell öffnende Lücken. Will man sich nicht mit einem kurzfristigen Einkauf auf dem Energiemarkt begnügen, so müssen aus den dargestellten Beschaffungsmöglichkeiten Lösungen zusammengestellt werden.

Die möglichen Szenarien sind allerdings sehr beschränkt: Eine über die im Basisangebot bereits eingerechnete Steigerungen hinausgehende Mehrproduktion von BHKW und «neuen erneuerbaren» Energiequellen sowie der allfällige Minderverbrauch durch Effizienzsteigerung/Sparen kann bestenfalls wenige 1000 GWh beitragen. Darüber hinausgehende Mengen sind entweder zu teuer, brauchten heute nicht absehbare Technologiesprünge oder würden eine grundlegende Änderung der Werteordnung und des Verhaltens der Einwohner unseres Landes bedingen.

Es verbleiben letztlich nur grosse fossilthermische Produktionsanlagen (im Ausland, im Falle der MoratoriumPlus-Initiative auch im Inland) und Kernenergie (im Ausland). Ob diese Beschaffung über Anlageneigentum oder langfristige Bezugsverträge geschieht, ist für gewisse (nicht alle) Kriterien nicht einmal wesentlich.

Über die direkten wirtschaftlichen Auswirkungen eines Verzichtes auf inländische Kernenergieproduktion gibt es eine ganze Reihe von Schätzungen mit je nach Annahmen (z.B. über Teuerung und volkswirtschaftliche Effekte) sehr unterschiedlichen Zahlen im Bereich von bis 60 Mrd. Fr.

Betrachtet man nur schon den Zusatzaufwand bei der Produktion von 3 Rp./kWh (s. Kapitel «Lückenbüsser konventionell-thermische Grossproduktion»), so entstehen mit einer Kernenergieproduktion von 26 TWh jährliche Zusatzkosten von knapp 800 Mio. Franken. Gut vorstellbar wird diese Zahl erst bei Umrechnung auf die Einwohner des Landes, wo sie – direkt auf der Stromrechnung oder über die Verteuerung von Gütern und Leistungen – jedenfalls landen werden: Pro Person ergibt sich jährlich ein Betrag von 100 Fr. Bei einem grösseren Anteil von anderen Produktionsarten als fossilthermische Grossanlagen steigt dieser Wert rasch an. Dies ist ebenfalls der Fall, wenn die Erhaltung von Know-how, Beschäftigungseffekte usw. bewertet werden. Verzichtet man auf Langfristverträge, so kann man möglicherweise selbst über längere Zeit von tiefen Marktpreisen profitieren, ist dann aber Preisanstiegen im Knappheitsfall völlig ausgeliefert.

Dass mit einem Ausstieg aus der Kernenergie Umweltprobleme nicht gelöst, sondern bestenfalls ausgetauscht und insbesondere ganz einfach ins Ausland verschoben werden, braucht keine weiteren Erklärungen mehr.

Dass bei einem ersatzlosen Ausstieg aus der Kernenergie auch die bei wettermässigen Extremfällen verfügbare Leistung ein ernstes Thema ist, kann nur nochmals unterstrichen werden.

Literaturverzeichnis

[1] Kommission für energiewirtschaftliche Fragen des VSE: Vorschau 95 auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz bis zum Jahr 2030. Verband der schweizerischen Elektrizitätswerke 1995.

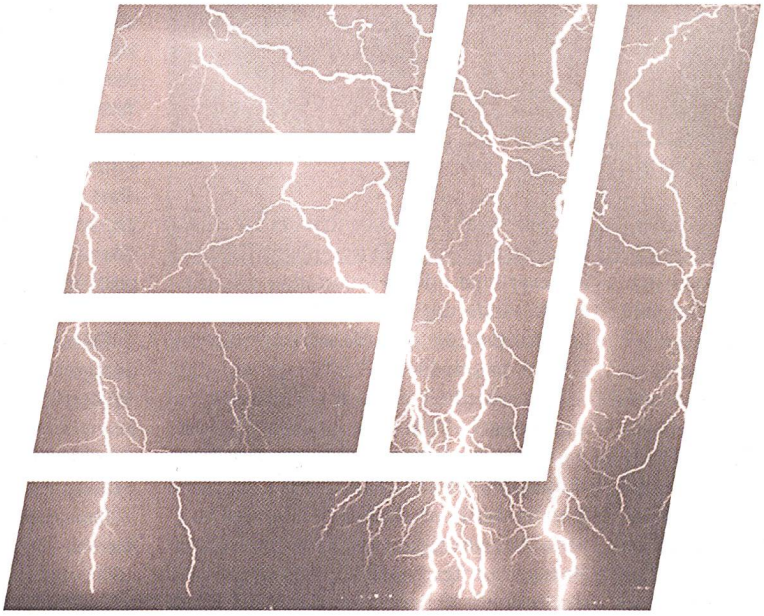
[2] *K. Wiederkehr, F. Brunner:* Strombedarf und Wirtschaftswachstum. Bulletin SEV/VSE 4/2003.

[3] *U. Gantner, M. Jakob, S. Hirschberg:* Perspektiven der zukünftigen Strom- und Wärmeversorgung der Schweiz, (im Rahmen des Projektes GaBE: Ganzheitliche Betrachtung von Energiesystemen); PSI 2001.

[4] *C. Tauber:* Energie- und volkswirtschaftliche Aspekte der Windenergienutzung in Deutschland, Energiewirtschaftliche Tagesfragen. Band 52 (2002), Heft 12.

Couverture de la demande en électricité: des calculs simplistes

Dans le cadre de la campagne relative aux votations sur l'énergie nucléaire, les partisans «prouvent», par de simples additions de kilowattheures, qu'il est possible d'abandonner le nucléaire sans problème majeur. Sauf en cas de conditions météorologiques très extrêmes, la sécurité de l'approvisionnement en Suisse n'est, d'un point de vue purement technique, pas menacée grâce à sa situation favorable au milieu de l'Europe. Nous devrions pour cela payer un prix très élevé à plusieurs points de vue. Ce prix serait spécialement élevé si on se fait des illusions sur les solutions de rechange à l'énergie nucléaire et qu'on prend des mauvaises décisions. Le travail ci-dessous s'appuie principalement sur les résultats de la «Prévision 95», la prévision la plus récente de l'économie électrique suisse.



Expertise mit Energie

Wir unterstützen Sie:

- Wirtschaftsprüfung und -beratung
- Steuer- und Rechtsfragen
- Kauf und Verkauf von Unternehmen
- Strategische Allianzen (z.B. Kooperationen)
- Aufbau und Weiterentwicklung Energiehandel und Risiko Management
- Outsourcinglösungen (Buchführung, Salärwesen, Ausbildung etc.)

Ihr Ansprechpartner:

Alessandro Miolo
Ernst & Young AG
Center of Competence Energy
8022 Zürich
Tel. 058 286 46 54
alessandro.miolo@eycom.ch

www.ey.com/ch/energy

ERNST & YOUNG
Quality In Everything We Do