

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 78 (1987)

Heft: 18

Artikel: Vorschau auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz bis 2005 : siebenter Zehn-Werke-Bericht

Autor: [s.n.]

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-903919>

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: 30.01.2025

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

Inhalt

1. Einleitung	1121
1.1. Zweck	1121
1.2. Vorgehen	1122
2. Rückschau auf den sechsten Zehn-Werke-Bericht	1122
3. Prognose des Elektrizitätsbedarfs	1122
3.1. Rahmenbedingungen	1122
3.2. Perspektiven des Elektrizitätsbedarfs	1125
3.2.1. Methodik	1125
3.2.2. Prognose nach Verbrauchskategorien, unbeeinflusster Endverbrauch	1126
3.2.2.1 Verbraucher­kategorie Haushalte	
3.2.2.2 Verbraucher­kategorie Gewerbe, Landwirtschaft, Dienstleistungen	
3.2.2.3 Verbraucher­kategorie Industrie	
3.2.2.4 Verbraucher­kategorie Verkehr	
3.2.2.5 Komponentenanalyse	
3.2.2.6 Gesamter, unbeeinflusster Endverbrauch	
3.2.3. Sparen	1128
3.2.4. Substitution	1130
3.2.5. Zu deckender (beeinflusster) Elektrizitätsbedarf	1130
3.2.6. Zu deckender Elektrizitätsbedarf im Winterhalbjahr	1131
4. Perspektiven der Beschaffung	1132
4.1. Mittlere Erzeugung Inland	1132
4.2. Mittlere Beschaffung unter Einschluss des Auslandes	1134
5. Die Deckung des Bedarfs	1134
5.1. Gegenüberstellung mit mittleren Erzeugungs- und Beschaffungswerten	1135
5.2. Aspekte der Reservehaltung	1135
5.3. die Versorgungssituation	1136
6. Schlussfolgerungen: Notwendigkeit neuer inländischer Produktionsanlagen	1136
6.1. Realistische Prognosebasis	1136
6.2. Versorgungssituation mittelfristig unbefriedigend	1137
6.3. Beschränkte Alternativen	1137
6.3.1 Geringer Spielraum für weitergehende Nachfragesenkungen	1138
6.3.2 Vielfältige Hindernisse der zusätzlichen Beschaffung	1138
6.4. Politische Entscheidungen zugunsten neuer inländischer Produktionsanlagen nötig	1139

Vorschau auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz bis 2005

Siebenter Zehn-Werke-Bericht

Kurzbericht

Die Gegenüberstellung der Angebots- und Nachfrageprognose für die elektrische Energie bis zum Jahre 2005 zeigt eine Versorgungssituation, die mittelfristig – trotz Ausschöpfung eines beachtlichen Sparpotentials – als unbefriedigend beurteilt werden muss. Während es bereits in den 80er Jahren temporär zu einer geringen Unterdeckung in der Stromversorgung kommen kann, öffnet sich nach der Beurteilung der Zehn Werke ab dem Winterhalbjahr 1993/94 eine beträchtliche Versorgungslücke. Nur die Inbetriebnahme des Kernkraftwerkes Kaiser-augst – sie ist in der Vorschau auf das Jahr 1997 angesetzt worden – sowie beträchtliche Strombezüge aus dem Ausland vermögen diese Lücke knapp zu schliessen. Gegen Ende des Prognosezeitraumes im Winter 2004/05 wird das Manko auf eine Grösse von 4,3 Mrd. kWh anwachsen, was etwa der Winterproduktion eines Kraftwerkes der 1000-Megawatt-Klasse entspricht.

1. Einleitung

1.1 Zweck

Der vorliegende Kurzbericht ist die gedrängte Fassung des siebenten Zehn-Werke-Berichtes. Er beschränkt sich auf die Darstellung der wesentlichen Gedankengänge und Resultate. Die detaillierten Annahmen und Ergebnisse können dem Hauptbericht entnommen werden, der beim Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) in Zürich bezogen werden kann.

Mit dem siebenten Zehn-Werke-Bericht wird die Reihe der Vorschauen auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz um einen weiteren Bericht fortgesetzt. Als 1963 die Zehn Werke¹ ihren ersten Bericht erarbeiteten, ging es sozusagen um ein brancheninternes Problem, nämlich die Eingliederung der ersten Kernkraftwerke in die schweizerische Elektrizitätsversorgung. Dabei wurde die Gelegenheit wahrgenommen, durch die Publikation des Berichts auch eine breitere Öffentlichkeit zu informieren. Die weiteren Zehn-Werke-Berichte wurden dann je länger je mehr zu einem festen Bestandteil der Information der Öffentlichkeit und der Politik über die Perspektiven der schweizerischen Elektrizitätsversorgung.

Einen neuartigen Akzent erhielten die Zehn-Werke-Berichte durch den

Bundesbeschluss zum Atomgesetz vom 6. Oktober 1978. Dieser schreibt für die Erstellung einer Atomanlage eine Rahmenbewilligung vor, deren Erteilung unter anderem an die Voraussetzung eines hinreichenden Bedarfs im Inland gebunden ist. Der Nachweis des Bedarfs hat daher den möglichen Energiesparmassnahmen, dem Ersatz von Erdöl und der Entwicklung anderer Energieformen Rechnung zu tragen. Seitdem diese Bestimmung in Kraft ist, dienen die Zehn-Werke-Berichte zusätzlich auch als Grundlage des geforderten Bedarfsnachweises. Trotz diesem zusätzlichen Erfordernis liegt aber der Hauptakzent auch dieses siebenten Zehn-Werke-Berichtes bei einer realistischen Darstellung der zukünftigen Versorgungssituation der Schweiz und der sich daraus ergebenden Konsequenzen. Die Frage des Bedarfsnachweises wird damit mitbeantwortet.

Während in früheren Zehn-Werke-Berichten ein Zeithorizont von zehn Jahren als ausreichend erschien, wird nunmehr ein Prognosezeitraum von rund 20 Jahren, d. h. bis 2005, gewählt. Dieser drängt sich angesichts der aktuellen Planungs- und Realisierungszeiten für Kraftwerke auf. Er scheint aber auch mit Blick auf die gegenwärtigen energiepolitischen Diskussionen um ein Kernenergiemoratorium oder den Ausstieg aus der Kernenergie geboten.

Das Hauptanliegen dieses Berichts ist zweifellos die Frage der ausreichenden Versorgung unserer Haushalte und der Wirtschaft mit elektrischem Strom. Daneben gibt es unbestrittenermassen weitere Aspekte von ebenso hohem politischem Stellenwert wie etwa die umweltgerechte und die wirtschaftliche Elektrizitätsversorgung. Wenn hier der Gesichtspunkt der ausreichenden Versorgung in den Vordergrund gerückt wird, so geschieht es aus

¹ Die sechs Überlandwerke: Aare-Tessin Aktiengesellschaft für Elektrizität (ATEL), Bernische Kraftwerke AG (BKW), Centralschweizerische Kraftwerke (CKW), Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg AG (EGL), S.A. l'Energie de l'Ouest-Suisse (EOS), Nordostschweizerische Kraftwerke AG (NOK) und die drei Stadtwerke: Industrielle Werke Basel (IWB), Elektrizitätswerk der Stadt Bern (EWB) und Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ) sowie die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB)

der Besorgnis heraus, dass dieses vitale Anliegen in der momentanen Lage in den Hintergrund zu geraten droht. Aufgrund dieser Sorge erachtet es die Elektrizitätswirtschaft als ihre unerlässliche Pflicht, auf das Erfordernis einer ausreichenden Versorgung mit Nachdruck hinzuweisen. Dabei versteht sie unter ausreichender Versorgung ausdrücklich einen sinnvollen, d. h. rationellen und sparsamen Strom-einsatz.

Auch andere wichtige Aspekte werden in diesem Bericht nicht mit der an sich wünschbaren Ausführlichkeit behandelt. So wird beispielsweise die Frage ausreichender Transportkapazitäten im Übertragungs- und Verteilnetz nicht weiter geprüft, obwohl bereits heute im Schweizer Transportnetz – vor allem in der Westschweiz – Engpässe auftreten. Auch die schliesslich entscheidende Frage, mit *welchen* zusätzlichen Erzeugungsanlagen eine allfällige Energielücke zu decken sei, wird nur ansatzweise beantwortet.

1.2 Vorgehen

Was das Vorgehen in diesem Bericht betrifft, unterscheidet es sich nicht prinzipiell von analogen Arbeiten früherer Zehn-Werke-Berichte, der GEK (Gesamtenergiekonzeption) oder der EEK (Eidgenössische Energiekommission).

Auf der *Nachfrageseite* wird vorerst der sogenannt «unbeeinflusste» Endverbrauch ermittelt. Darin sind bereits gewisse Anteile an Sparen und Substitution enthalten. Werden zusätzlich noch die «verstärkten» Spar- und Substitutionseffekte einbezogen, ergibt sich der «beeinflusste» Endverbrauch. Daraus wird schliesslich der zu deckende Elektrizitätsbedarf abgeleitet.

Auf der *Angebotsseite* werden vorerst die Produktionsbeiträge der inländischen Erzeugungsanlagen ermittelt. Sie setzen sich aus den bereits bestehenden Erzeugungsmöglichkeiten sowie den zu erwartenden künftigen Veränderungen zusammen. In einem zweiten Schritt werden auch die langfristigen Verpflichtungen und Rechte gegenüber dem Ausland einbezogen, womit die gesamte Beschaffung der Schweiz im Inland und Ausland resultiert.

In Berücksichtigung der notwendigen Reservehaltung resultieren aus der Gegenüberstellung von Angebot und Nachfrage schliesslich das Ausmass und der zeitliche Verlauf einer allfälligen Versorgungslücke. Dabei ergibt sich aus der Gegenüberstellung des

prognostizierten Elektrizitätsbedarfs mit der inländischen Erzeugung in einem ersten Schritt die Energielücke, welche dann zu erwarten wäre, wenn nur die inländischen Kraftwerke zur Bedarfsdeckung zur Verfügung stünden. Erst in einem zweiten Schritt werden die Ausfuhrverpflichtungen und die Schweizer Bezugsrechte im Ausland berücksichtigt, indem nun der Elektrizitätsbedarf den gesamten Beschaffungsmöglichkeiten der Schweiz gegenübergestellt wird. Daraus resultiert eine kleinere Energielücke. Das Ablaufschema des Vorgehens sowie eine Grobübersicht über die Resultate sind in Figur 1 grafisch dargestellt.

In methodischer Hinsicht werden sowohl bei der Bedarfsermittlung als auch bei der Produktion (und Leistung) neue Wege beschritten, die einen vertieften Einblick in die komplexen Zusammenhänge unserer Elektrizitätsversorgung versprechen.

2. Rückschau auf den sechsten Zehn-Werke-Bericht

Die Prognose des Elektrizitätsbedarfs ist im sechsten Zehn-Werke-Bericht von 1979 überraschend genau ausgefallen. So wurde für den Winter 1985/86 ein Verbrauch von 22,9 TWh prognostiziert, während er effektiv bei 23,1 TWh lag. Dies obwohl die gesamtwirtschaftlichen Bestimmungsfaktoren (BIP usw.) zum Teil deutlich überschätzt wurden. Es liegt die Vermutung nahe, dass die bis 1985 noch sehr hoch liegenden Erdölpreise zu einem Mehrverbrauch an Elektrizität führten, welcher die verbrauchsdämpfenden Effekte der schwächeren wirtschaftlichen Entwicklung gerade etwa kompensiert hat.

Bei der Erzeugung blieb die konventionell-thermische Produktion infolge der hohen Erdölpreise hinter der angenommenen Entwicklung zurück. Ebenso ist infolge der geringen Wasserführung im Winterhalbjahr 1985/86 die Produktion der Wasserkraftwerke um rund 10% tiefer als vorausgesagt ausgefallen. Indessen führte die im weltweiten Vergleich überdurchschnittlich hohe Verfügbarkeit bei den Kernkraftwerken zu einer Produktion, welche den prognostizierten Gesamtwert im Winterhalbjahr 1985/86 per saldo um 0,3 TWh überstieg.

Im Dezember 1984 hat das Kernkraftwerk Leibstadt seinen Betrieb

aufgenommen und weist, vor allem angesichts der sonst üblichen Inbetriebsetzungsschwierigkeiten, eine sehr gute Verfügbarkeit auf. Trägt man der Tatsache der allgemein höher als erwarteten Verfügbarkeiten der schweizerischen Kernkraftwerke Rechnung, so gelten die Schlussfolgerungen des sechsten Zehn-Werke-Berichtes auch heute noch. Die um die Mitte der 80er Jahre prognostizierte Energielücke konnte durch die Mehrproduktion der Kernkraftwerke (inkl. Leistungserhöhungen) vorerst aufgefangen werden. Ende der achtziger Jahre würde sie sich aber wieder einstellen, hätten nicht einige Elektrizitätsversorgungsunternehmen auf diesen Zeitpunkt bedeutende Investitionen in Energiebezugsverträge (750 MW) mit der Electricité de France vorgenommen.

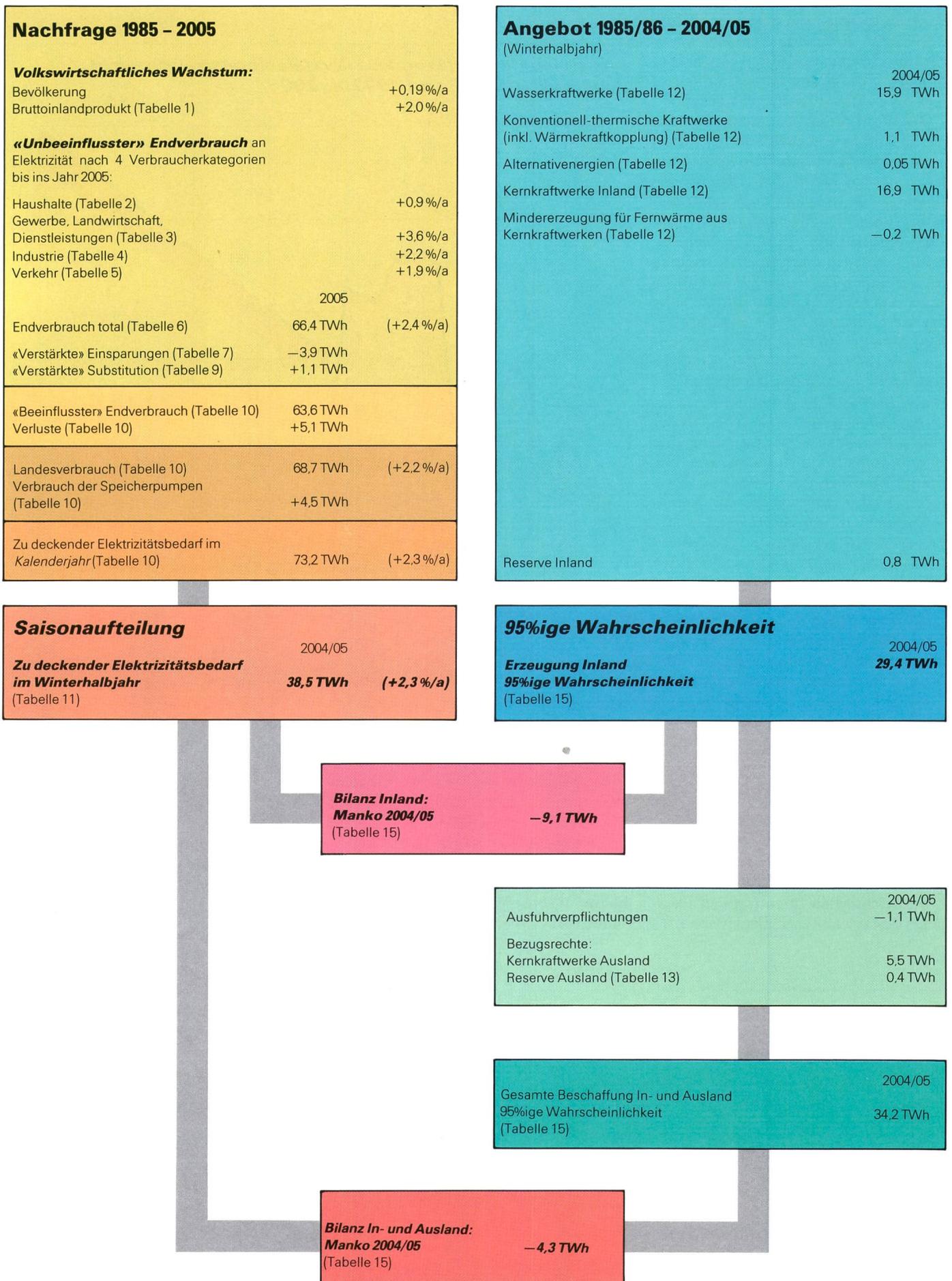
Alles in allem kann der sechste Zehn-Werke-Bericht somit als ein solider Erfahrungshintergrund für eine neue Perspektive betrachtet werden. Die inzwischen neu gewonnenen Erkenntnisse betreffend die gute Verfügbarkeit der Kernkraftwerke, neue Möglichkeiten der Berücksichtigung von Energiepreisen für die Bedarfprognose, sowie neue Aspekte betreffend die sektorielle Analyse, die Energiesparmöglichkeiten und Erfahrungen hinsichtlich der Substitution von fossilen Energieträgern durch Strom werden als neue Elemente mit in die Erwägungen einbezogen.

3. Prognose des Elektrizitätsbedarfs

3.1 Rahmenbedingungen

Es ist unabdingbar, die zukünftige Entwicklung der Elektrizitätsversorgung in einen umfassenden ordnungspolitischen, volks- und energiewirtschaftlichen Rahmen zu stellen. Offensichtlich bestimmen die wirtschaftlichen Wachstums- und Umstrukturierungsprozesse sowie das Konsumverhalten der Haushalte und die Preisrelationen auf dem Energiesektor den Elektrizitätsverbrauch sehr weitgehend, was sich statistisch klar belegen lässt. Aus diesem Grund präsentiert sich der zu erwartende Elektrizitätsverbrauch zunächst einmal als das Resultat der politischen, volks- und energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Ausgehend von einer solchen «unbeeinflussten» Entwicklung (s. 3.2.1 Methodik) können dann in einem

Aufbau des Zehn-Werke-Berichtes



Figur 1

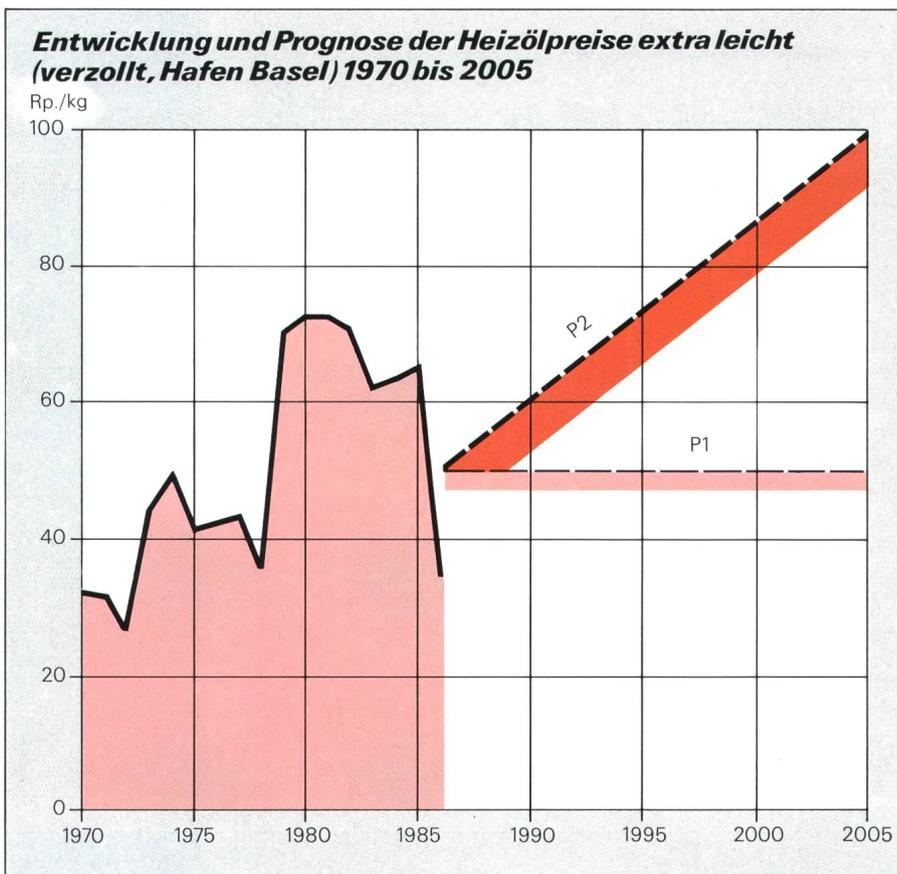
weiteren Schritt die energiepolitisch motivierten Elemente, wie das «verstärkte» Sparen und die «verstärkte» Substitution, für den schlussendlich zu deckenden Bedarf ermittelt werden.

Die Wahl dieser Rahmenbedingungen ist mithin entscheidend für die zu erwartenden Resultate. Die Festlegung der *volkswirtschaftlichen Rahmenbedingungen* wurde denn auch sehr sorgfältig, unter Zuzug aussenstehender Beratungsinstitute, getroffen. Im wesentlichen wurde auf einen Vorschlag des St. Galler Zentrums für Zukunftsforschung (SGZZ) abgestellt, der eine gewisse Konsistenz mit ausländischen und anderen inländischen Perspektiven gewährleistet. Von den drei zur Wahl stehenden Szenarien für eine gesamtwirtschaftliche Entwicklung wurde dasjenige gewählt, welches weder eine pessimistische Vision noch eine sehr optimistische Entwicklung annimmt. Man kann es als ein vorsichtig optimistisches und realistisches Szenario bezeichnen. Es verschweigt weder die gegenwärtigen Schwierigkeiten der Strukturanpassung der Industrie noch gebricht es ihm am Glauben, dass sie überwunden werden können.

Die Vorstellung des siebenten Zehn-Werke-Berichts geht nun dahin, dass der mit dem gewählten Szenario aller Wahrscheinlichkeit nach verbundene Strombedarf unter Berücksichtigung des Sparens und der Substitution gedeckt werden *mus*s. Ansonsten würde die Elektrizitätsversorgung zum Engpassfaktor der wirtschaftlichen Entwicklung werden, was weder dem Selbstverständnis noch dem Versorgungsauftrag der Elektrizitätswirtschaft entspräche und gravierende Folgen für unser Land hätte.

Die wichtigsten quantitativen Parameter des gewählten volkswirtschaftli-

Figur 2



chen Szenarios sind in Tabelle 1 wiedergegeben. Wie daraus ersichtlich ist, wird von einer kaum mehr wachsenden Bevölkerung ausgegangen. Das prognostizierte Wirtschaftswachstum (gemessen am realen Bruttoinlandprodukt BIP) beläuft sich auf 1,8% in der Periode 1985–1995 und auf 2,2% von 1995–2005. Darin widerspiegelt sich die allmähliche Überwindung der gegenwärtigen strukturellen Probleme unserer Wirtschaft. Der durchschnittliche Wert der Wachstumsrate

liegt mit 2,0% unter dem Wert von 4,4%, wie er von 1960–1973 zu verzeichnen war, aber auch deutlich über jenem von 1974–1985, der 0,6% betrug.

Das Bruttoinlandprodukt der Industrie (Tab. 1, Kolonne 3) entwickelt sich in der Prognoseperiode schwächer als dasjenige der Gesamtwirtschaft, weist aber von 1995–2005 ebenfalls eine etwas steigende Wachstumsrate auf. Dies wiederum impliziert, dass sich die übrigen Wirtschaftssektoren – vorab Dienstleistungen und Gewerbe – überdurchschnittlich stark entwickeln werden. Die Anzahl der Neubauten schliesslich weist infolge der nur noch schwach wachsenden Bevölkerung und eines abflachenden Trends zu mehr Wohnfläche pro Einwohner ebenfalls sinkende Tendenz auf.

Hinsichtlich der *energiewirtschaftlichen* Rahmenbedingungen wird von der Annahme ausgegangen, dass sich innerhalb des Prognosezeitraumes für die verschiedenen Energieträger keine mengenmässigen Engpässe in der Versorgung einstellen. Einer tendenziellen Verknappung bei den fossilen Energieträgern Erdöl und Erdgas wird dadurch Rechnung getragen, dass für sie, ausgehend vom Preisniveau 1985, real steigende Preise angenommen werden

	Bevölkerung (Millionen Einwohner) (1)	Bruttoinlandprodukt BIP (in Mia Fr., Preisbasis 1970) (2)	Bruttoinlandprodukt Industrie (in Mia Fr., Preisbasis 1970) (3)	Anzahl neuerstellter Einfamilienhäuser (in 1000) (4)
1985	6,51	109,3	41,0	12,5
1995	6,74	130,1	46,7	9,7
2005	6,77	161,6	56,1	4,1
Wachstumsraten pro Jahr:				
- 1985–1995	0,35%	1,8%	1,3%	-
- 1995–2005	0,04%	2,2%	1,9%	-
- 1985–2005	0,19%	2,0%	1,6%	-

Tabelle 1 Zukünftige Entwicklung der makroökonomischen Bestimmungsfaktoren

(Preisvariante P2), während bei der Elektrizität mit einem real stabilen Preisniveau gerechnet wird. Nur als Untervariante (Preisvariante P1) wird bei allen Energieträgern mit real konstanten Preisen gerechnet. Die Annahmen bezüglich des bedeutendsten fossilen Energieträgers – des Heizöls extra leicht – gehen aus der Figur 2 hervor. Für die anderen fossilen Energieträger wurden analoge Annahmen im Sinne einer realen Verdoppelung der Werte von 1986 bis ins Jahr 2005 getroffen.

Als weitere Rahmenbedingung wird für die Prognose sodann angenommen, dass der heute gültige *rechtliche und ordnungspolitische Rahmen* etwa bestehen bleibt. Demnach soll zum Beispiel das Sparen von Elektrizität trotz seines unbestreitbar hohen Stellenwertes nicht über ein einschneidendes und diskriminierendes Elektrizitätsspargesetz erzwungen werden, sondern es soll in erster Linie auf selbsttätiger Basis erfolgen, nämlich im Rahmen der ständig fortschreitenden technischen Verbesserung von Apparaten und durch ein vernünftiges Verhalten der Konsumenten. Bezüglich der staatlichen Aktivitäten wird eine massvolle Ausnutzung bestehender Kompetenzen unterstellt. Es wird dann in einem zweiten Schritt beurteilt, inwiefern «verstärktes» Sparen im Rahmen dieser ordnungspolitischen Gegebenheiten möglich ist.

Analog verhält es sich mit der Substitution von Erdöl durch Elektrizität, die vorwiegend im Bereich der Raumwärmeanwendungen und der Warmwasserbereitung zur Diskussion steht. Es wird angenommen, dass sie sich weitgehend selbsttätig einstellen wird. Der bewussten, «verstärkten» Substitution wird angesichts der teilweise bereits ausgeschöpften Netz- und Produktionskapazitäten und der durch die tiefen Erdölpreise verminderten Konkurrenzfähigkeit ein etwas geringerer Stellenwert eingeräumt, als dies noch im sechsten Zehn-Werke-Bericht der Fall war. Dies nicht zuletzt deshalb, weil die Elektrizitätswirtschaft in erster Linie den Bedarfszuwachs in den angestammten Anwendungsgebieten der Elektrizität zu decken hat. Dieser erweist sich angesichts der neuen Bedürfnisse der sogenannten «dritten industriellen Revolution» mit den vorwiegend auf Elektrizität basierenden Entwicklungen wie der Informatik, der Automatisierung und der Roboter-technik ohnehin als sehr anspruchsvoll.

3.2 Perspektiven des Elektrizitätsbedarfs

3.2.1 Methodik

Für die Durchführung der Prognose standen im wesentlichen ein mehr mathematisch orientiertes, ökonomisches Modell einerseits und eine mehr intuitive, sektoriell abgestützte Analyse andererseits zur Verfügung. Beide Methoden ergänzen sich sinnvoll. Das ökonomische Modell – ausgearbeitet vom Département économétrique der Universität Genf – hat den Vorteil, dass es vor allem den komplexen Vorgängen, wie sie sich in der Vergangenheit abspielten, Rechnung tragen kann. Es entspricht einer Methode des «top down», in der von makroökonomischen Grössen auf ökonomische Untersysteme geschlossen wird.

Die sektorielle Methode, welche von der Prognos AG in Basel ausgearbeitet wurde, vermag neueren technischen Entwicklungen, gepaart mit der dafür notwendigen Intuition, sehr gut zu genügen. Bei dieser Methode des «bottom up» wird von einer stark unterteilten, sektoriellen Entwicklung auf die Gesamtentwicklung geschlossen. Ein weiterer Vorteil dieses Vorgehens liegt im Detaillierungsgrad, welcher der Prognose eine gewisse Transparenz verleiht und erlaubt, die z.T. komplexen Vorgänge vertiefter zu analysieren. So wird nicht nur nach den Sektoren

- Haushalte
- Gewerbe, Landwirtschaft und Dienstleistungen
- Industrie und
- Verkehr

unterschieden, sondern auch nach den in diesen Sektoren sich ergebenden Anwendungsarten wie Raumwärme, Warmwasserbereitung, (Haushalt-) Geräte, Prozessenergie, Kraft, Licht (inkl. Informatik). Zudem lässt sich anhand einer Komponentenanalyse feststellen, welche Einflüsse in welchem Ausmass die Verbrauchsentwicklung bestimmen. Diese Einflüsse – oder eben Komponenten – lassen sich wie folgt charakterisieren:

- Mengenkompone (Anzahl Anwendungen, Geräte usw.)
- Penetrationskomponente (neuartige Anwendungen)
- Substitutionskomponente (Ersatz anderer Energieträger)
- Sparkomponente mit
 - Technischer Komponente (spezifischer Verbrauch pro Anwendung oder Gerät)
 - Verhaltenskomponente (Anwendungsart eines Gerätes)

In Berücksichtigung ihrer jeweiligen Stärken und Schwächen werden in der vorliegenden Perspektive beide Prognosemethoden verwendet, wobei die Zehn Werke für die getroffene Wahl der Werte schlussendlich selbst die Verantwortung übernehmen. Schon an dieser Stelle kann festgehalten werden, dass die beiden Prognosemodelle für das Total der Sektoren «Haushalte» sowie «Gewerbe, Landwirtschaft und Dienstleistungen» praktisch identische Resultate lieferten, die denn auch übernommen wurden. Im Sektor «Industrie» ergaben sich erhebliche Abweichungen. Da dem ökonomischen Modell die Tendenz innewohnt, ab 1983 den Industrieverbrauch zu unterschätzen, wurde für die Periode 1985–1995 auf das sektorielle Modell mit seinem glaubhaft höheren Zuwachs abgestellt. Hingegen wurden für die Periode 1995–2005 die tieferen Zuwachsraten des bisherigen Trends 1970–1985 in Rechnung gestellt. Beim Sektor «Verkehr» vermochte schliesslich das sektorielle Modell den 1986 bekannten unternehmungspolitischen Entscheiden der SBB besser Rechnung zu tragen als ein ökonomisches Modell, weshalb jene Werte Berücksichtigung fanden. Alles in allem wurde mit dem vorliegenden Prognosevorgehen ein nach eigener Beurteilung beträchtlicher methodischer Fortschritt realisiert.

Sowohl das ökonomische als auch das sektorielle Modell prognostizieren für jede der vier Verbrauchskategorien den «unbeeinflussten» Endverbrauch.

Dieser «unbeeinflusste» Bedarf würde sich wahrscheinlich dann einstellen, wenn die heute gültige Rechtsordnung wie bisher bestehen bleibt, die technische Entwicklung hinsichtlich verbesserter Wirkungsgrade der Elektroapparate weiterhin fortschreitet, die Konsumenten sich wie bisher ökonomisch vernünftig und sparsam verhalten und die Elektrizitätswerke wie bisher durch Information, Motivation sowie Beratung zur Aufklärung der Konsumenten beitragen. Aus dieser Definition geht hervor, dass im unbeeinflussten Bedarf – neben dem Verbrauch in den angestammten Anwendungsgebieten (Kraft, Licht) und den zusätzlichen neuen Anwendungen infolge der zunehmenden Elektrifizierung – bereits Anteile für das Sparen und die Substitution berücksichtigt sind. Diese beiden Anteile werden in der Folge mit «natürlichen» Einsparungen und «natürlicher» Substitution

bezeichnet. Die bereits erwähnten «verstärkten» Einsparungen und die «verstärkte» Substitution werden erst nachträglich eingerechnet (s. 3.2.3 und 3.2.4)

3.2.2 Prognose nach Verbraucher-kategorien, unbeeinflusster Endverbrauch

3.2.2.1 Verbraucher-kategorie Haushalte

Für die Haushalte, die 1985 am Gesamtstromverbrauch einen Anteil von 28,5% beanspruchten, wird eine deutliche Abschwächung der künftigen Verbrauchszunahme erwartet (s. Tab. 2). Im Vergleich zur Zunahme von jährlich rund 3% von 1980–1985 sinkt die Wachstumsrate von 1985–1995 auf 1,1% und von 1995–2005 auf 0,8% ab.

Der Bedarf an Raumwärme entwickelt sich im Rahmen der getroffenen Annahmen als natürliche Substitution vorerst noch in beachtlichem Rahmen weiter. Dies ist eine direkte Folge des angenommenen realen Preisanstiegs der fossilen Brennstoffe bei real konstant bleibenden Elektrizitätspreisen. Zudem stimmt diese bedeutende Zunahme der natürlichen Substitution mit der gegenwärtig beobachteten Entwicklung und den summierten Erwartungen der Zehn Werke überein. Trotz der heute tiefen Heizölpreise wird die

Elektrizitätsnachfrage für Raumwärme in den nächsten Jahren als tendenziell zunehmend erwartet, da der Wärmemarkt eher träge ist und nur mit einer gewissen Verzögerung auf schwankende Ölpreise reagiert. Der Raumwärmebedarf dürfte sich aber vermehrt auf energiesparende Formen, wie beispielsweise Wärmepumpen und bivalente Heizsysteme, konzentrieren und regional recht unterschiedlich ausfallen, da auch die Sättigungsgrade regional stark unterschiedlich sind.

Bei der Warmwasserbereitung ist nur noch mit einer langsamen Zunahme zu rechnen. Hauptgrund ist die nur noch geringe Anzahl von Neubauten sowie der schon relativ hohe Sättigungsgrad in bestehenden Gebäuden. Die Haushaltgeräte und das Licht weisen bis 1995 ebenfalls nur noch eine geringe Zunahme auf, und es wird erwartet, dass infolge sparsamerer Geräte der Verbrauch von 1995–2005 sogar leicht abnimmt. Die Entwicklung bei den sonstigen Anwendungen ist von untergeordnetem Gewicht.

3.2.2.2 Verbraucher-kategorie Gewerbe, Landwirtschaft, Dienstleistungen

Der Anteil dieses Sektors am gesamten Stromverbrauch lag 1985 bei

33,5%. Dieser Sektor zeigte in der Vergangenheit eine ausgeprägte Entwicklungsdynamik, was sich in der Wachstumsrate von 4,4% von 1980–1985 niederschlägt. Auch im Prognosezeitraum ist – wie Tabelle 3 zeigt – mit recht hohen Wachstumsraten von über 3% zu rechnen. Dies entspricht der Annahme, dass dieser Sektor auch volkswirtschaftlich eine überdurchschnittliche Entwicklung aufweist. Gleichwohl werden mit 3,8% von 1985–1995 und 3,5% von 1995–2005 im Vergleich zur Vergangenheit rückläufige jährliche Wachstumsraten erwartet. Während die Raumwärme in diesem Sektor nur von untergeordneter Bedeutung ist, dürften sich die Bedürfnisse für Prozessenergie mehr als verdoppeln. Darin kommt die Folgewirkung der sehr ausgeprägten Entwicklung in Richtung Informatik, vor allem im Dienstleistungssektor, zum Ausdruck. Die Disponibilität von elektrischer Energie für diese Zwecke ist für die Volkswirtschaft von ausgesprochen vitaler Bedeutung und stellt insgesamt einen der Hauptgründe für den Zuwachs der Nachfrage nach Elektrizität in den nächsten Jahrzehnten dar.

3.2.2.3 Verbraucher-kategorie Industrie

Von ungefähr gleichem Gewicht wie der vorangehende, vorwiegend tertiäre Sektor ist auch die Industrie mit einem Anteil von 32,7% am Stromverbrauch von 1985.

Gemäss Tabelle 4 sind die Bedeutung und der Zuwachs des Verbrauchs bei der Beleuchtung relativ gering. Ein grosses Gewicht kommt hingegen dem Kraftstrom und der Prozesswärme zu. Beim Kraftstrom sind es vor allem die Rationalisierung, Automatisierung und die Robotertechnik, die beträchtliche Mehrverbräuche erheischen. Unter dem Druck der Konkurrenz hat sich in der Vergangenheit in der Industrie ein lebhafter Mechanisierungs- und Automatisierungsprozess abgespielt, der sich von 1980–1985 beim Kraftstromverbrauch in einer Wachstumsrate von 3,7% äusserte. Für die Periode von 1985–1995 wird mit einer weiteren Verstärkung dieser Tendenz gerechnet, was sich in einer jährlichen Zuwachsrate von 4,2% niederschlägt. Von 1995 bis 2005 wird mit einer solchen von rund 2% gerechnet. Im Vergleich dazu fällt der Zuwachs bei der Prozesswärme bescheiden aus.

Die Zuwachsrate des totalen industriellen Elektrizitätsverbrauchs wird

	1980	1985	1995	2005
Haushaltgeräte, Licht	7 000	8 034	8 316	8 126
Raumwärme	948	1 490	2 356	3 420
Warmwasserbereitung	1 728	1 792	1 854	1 901
Sonstige Verwendung (u.a. PC, Kleingeräte)	399	465	588	706
Haushalte total	10 075	11 781	13 113	14 152
Zuwachsrate pro Jahr		+3,2%	+1,1%	+0,8%

Tabelle 2 Unbeeinflusster Endverbrauch der Verbraucher-kategorie «Haushalte» (GWh)

	1980	1985	1995	2005
Prozessenergie ¹	9 556	11 756	17 323	25 000
Licht, Informatik	1 400	1 731	2 250	2 575
Raumwärme	234	358	506	661
Gewerbe, Landwirtschaft, Dienstleistungen total	11 190	13 845	20 079	28 236
Zuwachsrate pro Jahr		+4,4%	+3,8%	+3,5%

¹ Warmwasser, Kühlung, Lüftung, Prozesswärme, Kraftstrom usw.

Tabelle 3 Unbeeinflusster Endverbrauch der Verbraucher-kategorie «Gewerbe, Landwirtschaft, Dienstleistungen» (GWh)

gegenüber 2,6% für 1980–1985 zunächst auf 2,8% (1985–1995) steigen, um sich dann für 1995–2005 auf 1,5% zurückzubilden.

3.2.2.4 Verbraucherkategorie Verkehr

Der öffentliche Verkehr partizipierte 1985 mit 5,3% am Gesamtverbrauch des Stroms und wies von 1980–1985 eine Zuwachsrate von rund 1% pro Jahr auf (siehe Tab. 5). In der Periode von 1985–2005 wird eine durchschnittliche jährliche Zuwachsrate von 1,9% erwartet. Der Zuwachs ist unter anderem bedingt durch die «Bahn 2000» und die «S-Bahn Zürich». Ohne diese beiden Grossprojekte würde das jährliche Wachstum 1985 bis 2005 lediglich bei 1% liegen.

3.2.2.5 Komponentenanalyse

Das sektorielle Modell ermöglicht es nicht nur, den unbeeinflussten Elektrizitätsverbrauch in einzelne Verwendungszwecke (wie z. B. Haushaltgeräte) zu zerlegen, sondern auch die bereits erwähnten Komponenten zu bestimmen, welche die Verbrauchsentwicklung prägen, nämlich

- Technische Komponente (1) (Energieverbrauch pro Anwendung)
- Mengenkomponeute (2) (Anzahl Anwendungen)
- Penetrationskomponente (3) (Elektrifizierung) und
- Substitutionskomponente (4)

Die Quantifizierung dieser Komponenten erlaubt vertiefte Analysen und Einsichten darüber, welche Kräfte und Einflüsse in welchem Umfang den Verbrauch erhöhen oder senken.

Aus statistischen Gründen war es leider nicht möglich, die Komponentenanalyse auf sämtliche Kategorien des Endverbrauchs auszudehnen. Die folgenden Beispiele zeigen jedoch repräsentativ, wie der prognostizierte Zuwachs letztlich ein Saldowert von verschiedenen Auftriebs- und Verminderungstendenzen ist.

Für den *Verwendungszweck Haushaltgeräte, Licht* ist aus Figur 3a der verbrauchsensenkende Einfluss der Technischen Komponente (1) zu erkennen. Er kommt zustande, indem alte, vorhandene Geräte durch moderne Haushaltgeräte mit einem höheren Wirkungsgrad ersetzt werden, was sich bei gleichem praktischen Nutzen in einem

	1980	1985	1995	2005
Kraftstrom	6 762	8 225	12 192	14 659
Prozesswärme ¹	4 411	4 541	4 874	5 272
Beleuchtung	726	736	828	902
Industrie total	11 899	13 502	17 894	20 833
Zuwachsrate pro Jahr		+2,6%	+2,8%	+1,5%

¹ inkl. Raumwärme

Tabelle 4 Unbeeinflusster Endverbrauch der Verbraucherkategorie «Industrie» (GWh)

	1980	1985	1995	2005
Öffentliche Bahnen ¹	1 558	1 632	2 094	2 543
Privatbahnen	312	348	387	427
Nahverkehr und übriges	218	213	233	244
Verkehr total	2 088	2 193	2 714	3 214
Zuwachsrate pro Jahr		+1,0%	+2,2%	+1,7%

¹ inkl. «Bahn 2000» und «S-Bahn Zürich»

Tabelle 5 Unbeeinflusster Endverbrauch (ab Bahnunterwerk) der Verbraucherkategorie «Verkehr» (GWh)

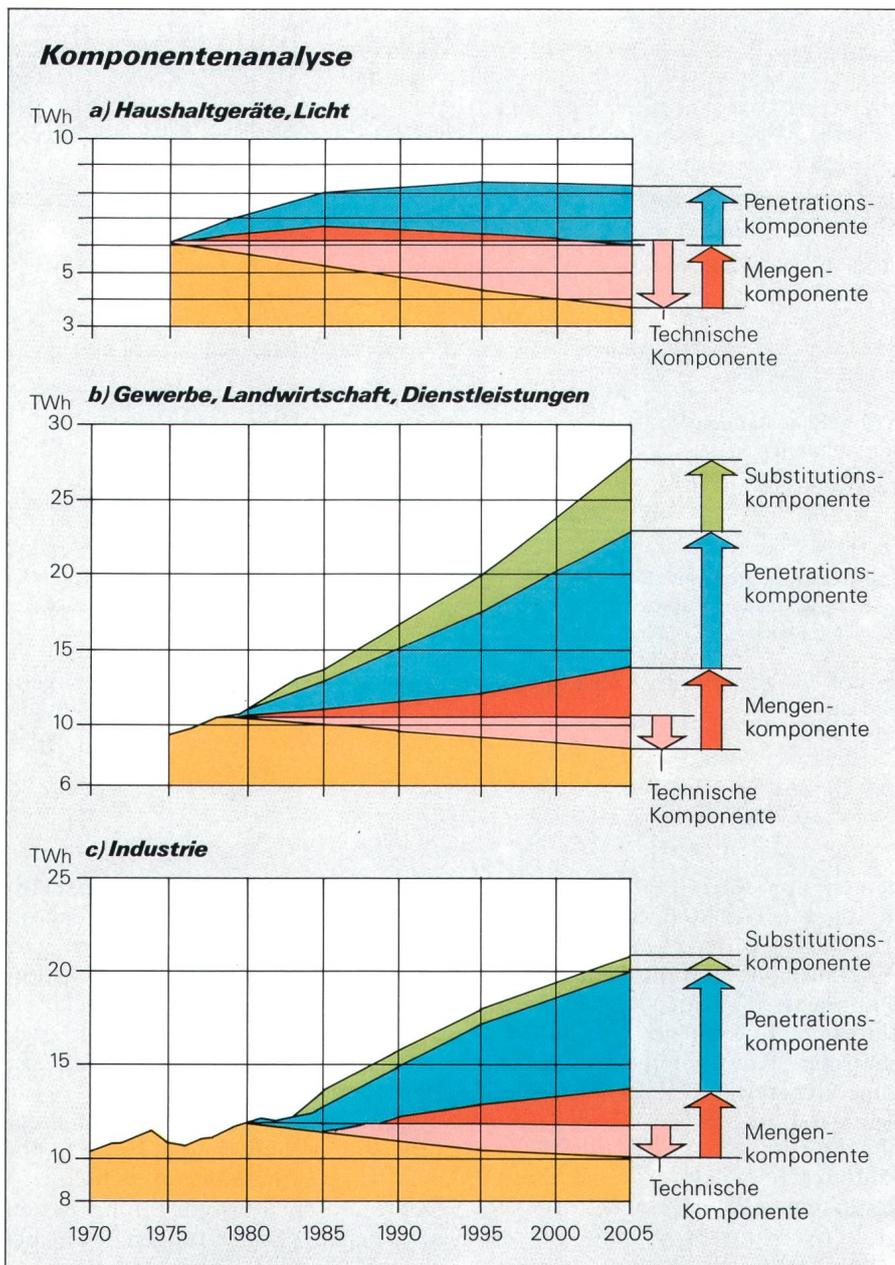
latenten Spareffekt (natürliches Sparen) äussert. Die Mengenkomponeute (2) entsteht aus der Zunahme der Anzahl Haushalte, und die Penetrationskomponente (3) widerspiegelt die zunehmende Elektrifizierung und die neuartigen Anwendungen im Haushaltgerätebereich. Da die Elektrizität alleiniger Energieträger für die Haushaltgeräte ist, gibt es für diesen Verwendungszweck keine Substitutionskomponente (4). Insgesamt ist für diesen Verwendungszweck ab 1995 ein leichter Verbrauchsrückgang zu erwarten.

Aus der Figur 3b lässt sich für die *Verbraucherkategorie Gewerbe, Landwirtschaft und Dienstleistungen* ein bemerkenswerter Spareffekt (1) aufgrund der technischen Verbesserung elektrischer Apparate ablesen. In der Tat hat die aufkommende Mikroelektronik bei gleichbleibender Rechen- und Ausgabeleistung zu einer drastischen Verbrauchssenkung von Computern, Terminals und anderen Peripheriegeräten geführt. Das strukturelle Wachstum des Dienstleistungssektors sowie das allgemeine Wirtschaftswachstum wird durch die Mengenkomponeute (2) dargestellt und kompensiert den latenten Spareffekt bei weitem. Der weitere Vormarsch der In-

formatik im Dienstleistungssektor wird eindrücklich durch die Penetrationskomponente (3) illustriert. Die Komponente (4) zeigt die Substitutionseffekte zu Gunsten der Elektrizität im Bereich der Warmwasserbereitung, der Prozessenergie und der Raumheizung.

Eine ganz ähnliche Komponentenzerlegung vermittelt die Figur 3c für die *Verbraucherkategorie Industrie*. Der technische Fortschritt führt zu den natürlichen Einsparungen (1) bei gleichbleibender Produktionsleistung von Maschinen, Fördersystemen usw. Doch auch diese Sparkomponente wird allein schon durch das mit der Mengenkomponeute (2) gezeigte Wachstum des Industriesektors mehr als kompensiert. In den letzten Jahren sind grosse Investitionen in die Automatisierung von Produktionsprozessen mittels Informatik und Robotertechnik getätigt worden. Deren Auswirkungen auf den Industrieverbrauch werden durch die dominierende Penetrationskomponente (3) verdeutlicht. Ein geringer Beitrag zum Verbrauchswachstum der Industrie ist aus Substitutionsvorgängen (4) für den Verwendungszweck Prozessenergie zu erwarten, da für gewisse spezifische Anwendungen die Elektrizität infolge ihrer

Figur 3



leichten Handhabbarkeit, Sauberkeit und hohen Versorgungssicherheit gegenüber den fossilen Energieträgern bevorzugt werden dürfte.

3.2.2.6 Gesamter, unbeeinflusster Endverbrauch

Die Summe des prognostizierten Verbrauchs der vier vorangehend beschriebenen Sektoren ist in Tabelle 6 und Figur 4 festgehalten. Sie steigt von 41,3 TWh auf 66,4 TWh an, was einer Zunahme um 25,1 TWh bzw. 61% entspricht. Gegenüber der durchschnittlichen Zunahme von jährlich 3,2% für 1980–1985 sinkt die Zuwachsrate zunächst auf 2,7% für das Jahrzehnt

1985–1995 und schliesslich auf 2,1% für das Jahrzehnt 1995–2005. Insgesamt liegt die Zuwachsrate mit 2,4% wie in der Vergangenheit über jener des realen Bruttoinlandsprodukts von 2,0%, was bedeutet, dass immer noch eine generelle Elektrifizierungstendenz im Gange ist. Diese Entwicklung ist übrigens praktisch in allen anderen westlichen Industrieländern ebenfalls zu beobachten.

Von den vier Sektoren entfällt auch im Jahre 2005 der grösste Anteil auf den Sektor Gewerbe, Landwirtschaft und Dienstleistungen. Er weist auch die grösste Zunahme auf. Gefolgt wird dieser Sektor sowohl anteilmässig als

auch bezüglich der Wachstumsdynamik von der Industrie.

Beim Sektor Haushalte wird dagegen als Folge der abgeschwächten Zunahme ein anteilmässiger Rückgang prognostiziert, während beim Sektor Verkehr eine Zunahme des Wachstums von 1,0 auf 1,9% erwartet wird.

Der in der Tabelle 6 aufgeführte totale Endverbrauch entspricht dem gesamten unbeeinflussten Verbrauch, den es nun durch die verstärkten Sparbemühungen und die verstärkten Substitutionseffekte zu korrigieren gilt.

3.2.3 Sparen

Mit Blick auf die starke und fast pausenlose Zunahme des Elektrizitätsverbrauchs in der Vergangenheit ist es verständlich, dass der Spargedanke ein je länger je stärkeres Gewicht erhält, sei es in der öffentlichen Meinung oder sei es in der Elektrizitätswirtschaft selbst. Die Elektrizitätswirtschaft begrüsst die Anstrengungen des Elektrizitätssparens mit Nachdruck und hat durch eine schon seit Jahren dauernde Aufklärung das Elektrizitätssparen unterstützt. In jüngster Zeit erfolgt dies durch eine eigentliche, breit angelegte Elektrizitätssparkampagne.

Für die vorliegende Prognose ist es ein nicht einfaches Unterfangen, die zukünftigen Auswirkungen des Sparens abzuschätzen. Zunächst ist einmal festzuhalten, dass das Elektrizitätssparen keine völlige Neuigkeit ist, sondern dass schon in der Vergangenheit uneffizientere Apparate und Geräte durch neue und sparsamere ersetzt wurden. Dies wird auch in Zukunft geschehen. Allein schon das marktwirtschaftliche Verhalten von Konsumenten und Geräteherstellern wird angesichts der Energiekosten zu weiteren Schritten in dieser Richtung führen. Es wird angenommen, dass das aufkommende Sparbewusstsein, verbunden mit im Trend fortgeschriebener, massvoller Ausschöpfung bestehender Rechtsgrundlagen, weiter in die Richtung einer rationellen und sparsamen Verwendung der Elektrizität führt. Ein beträchtliches natürliches Sparen wurde deshalb schon in der vorangehenden Prognose des unbeeinflussten Bedarfs eingerechnet. Die natürlichen Einsparungen wurden aufgrund detaillierter Berechnungen für die einzelnen Sektoren ermittelt (Tab. 7). Bezogen auf den Ausgangszeitpunkt von 1978 belaufen sie sich bis 2005 auf rund 7,6 TWh, wobei allein 6,0 TWh

während der Periode 1985–2005 erwartet werden.

Anders verhält es sich mit den verstärkten Einsparungen. Da bereits die berücksichtigten natürlichen Einsparungen von einem zunehmenden Sparbewusstsein ausgehen, sind verstärkte Einsparungen nur mit kontinuierlichen, sich steigernden Bemühungen aller Beteiligten realisierbar. Diese Bemühungen beinhalten insbesondere:

- den Willen und die persönliche Bereitschaft des Einzelnen, seine Sparbemühungen wirksam zu verstärken,
- eine verstärkte, gezielte Information, Motivation und Beratung seitens der Elektrizitätswirtschaft,
- eine verstärkte Ausschöpfung der in bestehenden und kurzfristig absehbaren kantonalen und kommunalen Energiegesetzen vorhandenen Rechtsgrundlagen.

Ohne die Wirksamkeit der obigen Bemühungen im Detail zu quantifizieren, schätzen wir die verstärkten Einsparungen gemäss Tabelle 7. Im Gegensatz zum natürlichen Sparen können sie von den Prognosewerten subtrahiert werden. Insgesamt belaufen sich die angenommenen Elektrizitätseinsparungen ab 1985–2005 auf respektable 9,9 TWh, wobei 3,9 TWh auf die verstärkten Einsparungen zurückzuführen sind.

In jüngster Zeit wurde das Elektrizitätssparpotential auch in einer Nationalfonds-Studie geschätzt². Dabei wurde für das im Rahmen rein wirtschaftlicher Erwägungen liegende und ohne Komforteinbusse realisierbare Sparpotential ein Wert von 11,1 TWh ermittelt, was 29,1% des Elektrizitätsverbrauchs von 1983 entspricht. Diese methodisch in verschiedener Hinsicht nicht befriedigende Studie wurde in

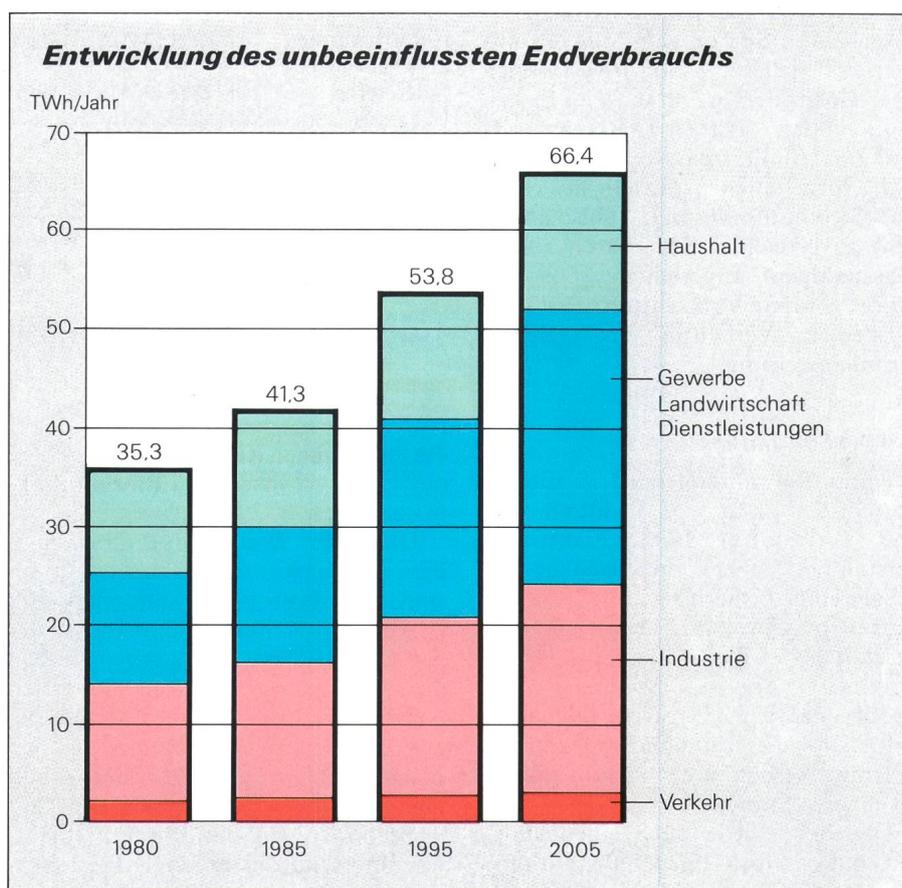
	1980	1985	1995	2005
Natürliche Einsparungen ¹	509	1 614	4 593	7 634
Verstärkte Einsparungen ²	0	0	2 315	3 858
Einsparungen total gerundet	509	1 614	6 908	11 492
	500	1 600	6 900	11 500

¹ Die natürlichen Einsparungen sind in der Prognose des unbeeinflussten Endverbrauchs (Tab. 6) enthalten.

² Die verstärkten Einsparungen sind in der Prognose des unbeeinflussten Endverbrauchs (Tab. 6) nicht enthalten.

Tabelle 7 Natürliche und verstärkte Einsparungen, bezogen auf 1978 (GWh)

Figur 4



	1980	1985	1995	2005	Zuwachsrate pro Jahr 1985-2005
Haushalte	10 075	11 781	13 113	14 152	+0,9%
Gewerbe, Landwirtschaft, Dienstleistungen	11 190	13 845	20 079	28 236	+3,6%
Industrie	11 899	13 502	17 894	20 833	+2,2%
Verkehr	2 088	2 193	2 714	3 214	+1,9%
Endverbrauch total (100%)	35 252	41 321	53 800	66 435	+2,4%
Zuwachsrate pro Jahr		+3,2%	+2,7%	+2,1%	

Tabelle 6 Gesamter, unbeeinflusster Endverbrauch (GWh) (Zwischenresultat)

der Zwischenzeit von einer Arbeitsgruppe der Elektrizitätswirtschaft (INFEL)³ hinsichtlich der realistischen Möglichkeiten kritisch beurteilt. INFEL kam dabei zum Schluss, dass das in 20 bis 30 Jahren realisierbare Sparpotential nicht bei 29,1%, sondern nur bei etwa 10–15% des Verbrauchs von 1983 liegt. Doch auch diese 10–15% lassen sich nicht ohne Sonderanstrengungen aller Beteiligten erreichen. Setzt man die im vorliegenden Bericht (Tab. 7) ermittelten Einsparungen von 9,9 TWh (1985–2005) in Relation zu diesen Werten, so ergibt sich, dass sie prozentual gesehen am oberen Rand der von INFEL ermittelten Bandbreite angesiedelt sind, jedoch das der oben

erwähnten Nationalfondsstudie behauptete Ausmass von 29,1% nicht erreichen. Die Einsparungen von 9,9 TWh gemäss vorliegendem Bericht entsprechen 14,9% des in Tabelle 6 ermittelten gesamten, unbeeinflussten Endverbrauchs von 66,4 TWh im Jahr 2005.

² Brunner C. U. et al.: *Beeinflussungsmöglichkeiten Elektrizitätsverbrauch privater Haushalte*, Nationales Forschungsprogramm Energie, Zürich, März 1986

³ INFEL, Informationsstelle für Elektrizitätsanwendung: *Stromsparen – realistische Möglichkeiten*, Zürich 1987

Ein über die obigen Werte des natürlichen und verstärkten Sparens hinausgehendes Sparen wäre nur mit unwirtschaftlichen Sparinvestitionen oder einem den Strom einseitig diskriminierenden Elektrizitätsspargesetz und unverhältnismässigen, dem Notrecht vorgehaltenen Mitteln des Staates (Stromrationierung, -abschaltungen) zu erreichen. Der durch solche Massnahmen angerichtete Schaden für die gesamte Volkswirtschaft stünde in keinem Verhältnis zur erzielten Stromeinsparung.

3.2.4 Substitution

Unter *Substitution* wird in diesem Bericht der Ersatz von Erdöl (Brenn- und Treibstoffe) durch Elektrizität verstanden. Dabei kann es sich um den Ersatz einer bisherigen, mit Erdöl betriebenen Anwendung oder um eine zusätzliche Anwendung im angestammten Anwendungsbereich des Erdöls handeln. Typische Beispiele dafür sind die Raumheizung und die Warmwasserbereitung (Substitution im engeren Sinne).

Daneben gibt es auch einen anderen, quasi selbsttätigen Substitutionsprozess, der sich in den angestammten Anwendungsgebieten der Elektrizität abspielt. Man kann ihn als *Penetration* bezeichnen. Er ist der Ausdruck einer generellen Elektrifizierungstendenz, die sich beispielsweise infolge Rationalisierung in der Industrie und im Dienstleistungssektor mittels Informatik, Regelung und Steuerung permanent vollzieht. Die Penetrationsprozesse sind nicht Gegenstand dieses Abschnitts; sie sind vielmehr schon in den sektoriellen Prognosen der natürlichen Bedarfsentwicklung der einzelnen Wirtschaftssektoren berücksichtigt und spielen dort eine entscheidende Rolle.

Die Substitution von Erdöl ist eines der vorrangigen Postulate der Energiepolitik. Entsprechende Erfolge haben sich in der Vergangenheit deutlich in der Energiestatistik niedergeschlagen, wobei allerdings auch die Preissituation auf dem Energiemarkt (hoher Erdölpreis) das ihre zu diesem Erfolg beigetragen hat. So hat der Anteil der Elektrizität am Gesamtenergieverbrauch nicht zuletzt wegen der Substitution von 17,4% im Jahre 1978 auf 20,6% im Jahre 1986 zugenommen. Unter Sukkurs anderer Energieträger und der rationelleren Energieverwendung haben die Erdölbrennstoffe (d. h. ohne Erdöltreibstoffe) in der gleichen

	1980	1985	1995	2005
Raumwärme Warmwasserbereitung	1182	1848	2862	4081
Natürliche Substitution ¹	2910	3640	4716	5982

¹ Die natürliche Substitution ist in der Prognose des unbeeinflussten Endverbrauchs (Tab. 6) enthalten.

Tabelle 8 Natürliche Substitution¹ (GWh)

Periode einen Rückgang von 49,8% auf 37,5% – also rund 12 Prozentpunkte – erfahren.

Die Zehn Werke sind überzeugt, dass die Substitution nach wie vor ein sinnvolles Postulat der Energiepolitik ist. Ihre Möglichkeiten sind aber in der Zwischenzeit enger geworden, indem da und dort die Grenzen der freien Netzkapazitäten und der überschüssigen Bandenergieproduktion in den Nachtlasttälern erreicht oder schon überschritten worden sind. Dies gilt insbesondere für das Winterhalbjahr, wo einerseits die grössten Leistungsspitzen auftreten und sich der Stromengpass manifestiert und wo andererseits namhafte inländische Kapazitätserweiterungen mittelfristig nicht in Reichweite sind. Die weitere Substitution kann demzufolge nur noch nach Massgabe der neu entstehenden Disponibilitäten der Beschaffung und des Netzes erfolgen.

Aus heutiger Sicht drängt sich deshalb eine selektiv ausgerichtete Substitutionspolitik mit den folgenden Stossrichtungen auf:

- Primär ist die vermehrte *Sommeranwendung* zu verfolgen. Bivalente Anwendungen, dazu gehören die Sommerboiler, aber auch Elektrokessel, Kälteanwendungen, Sommer-Prozesswärme und die Landwirtschaft, bilden das naheliegendste Betätigungsfeld.
- *Ganzjahresanwendungen* – sei es im Industrie-, Dienstleistungs-, Haushaltbereich (Elektroboiler) oder im privaten Verkehr (Elektromobile) – haben ebenfalls eine hohe Priorität. Sie kommen einer wirtschaftlich günstigen Anwendung der Elektrizität entgegen.
- Die überwiegende *Winteranwendung*, insbesondere mit Widerstandsheizung, stösst heute relativ rasch an wirtschaftliche und versorgungsmässige Grenzen. Eine an der

	1985	1995	2005
Raumwärme Warmwasserbereitung Prozesswärme Elektromobile	0 0 0 0	0 229 260 10	0 406 585 75
Verstärkte Substitution ¹	0	499	1066

¹ Die verstärkte Substitution ist in der Prognose des unbeeinflussten Endverbrauchs (Tab. 6) *nicht* enthalten.

Tabelle 9 Verstärkte Substitution¹ (GWh)

Wirtschaftlichkeit und an den neu entstehenden Disponibilitäten orientierte, selektive Politik der Wintersubstitution ist aber nach wie vor angezeigt. Im Vordergrund steht die gezielte Förderung von Systemen, die den Anforderungen einer sparsamen und rationellen Elektrizitätsanwendung gerecht werden, also vor allem Wärmepumpen und bivalente Systeme.

Wie beim Sparen spielt sich auch bei der Substitution der grösste Teil der künftigen Entwicklung auf «natürliche» Weise, d. h. aufgrund der Energiepreissituation und der Präferenzen der Kunden, ab. Dieser Teil ist im unbeeinflussten Bedarf ebenfalls bereits enthalten. Zusätzlich dazu wird angenommen, dass gezielte Anstrengungen der Elektrizitätswirtschaft eine verstärkte Substitution zur Folge haben.

In Tabelle 8 sind die Werte für die natürliche und in Tabelle 9 jene für die verstärkte Substitution aufgeführt. Daraus ist ersichtlich, dass auf dem Gebiet der Raumwärme nur noch mit natürlicher Substitution in allerdings nicht zu vernachlässigendem Ausmass gerechnet wird. Bei der Warmwasserbereitung fällt der Zuwachs bei der natürlichen Substitution nur noch bescheiden aus, und bei der verstärkten Substitution handelt es sich vorwiegend um Sommer- und Ganzjahresanwendungen. Letzteres trifft auch für die Prozesswärme zu. Schliesslich wird bei der verstärkten Substitution mit einer gewissen Entwicklung umweltfreundlicher Elektromobile gerechnet. Die Annahme für 2005 entspricht 1% des Fahrzeugbestandes.

3.2.5 Zu deckender (beeinflusster) Elektrizitätsbedarf

Um den beeinflussten Elektrizitätsbedarf zu berechnen, müssen vom unbeeinflussten Endverbrauch gemäss Tabelle 6 die Komponenten des ver-

stärkten Sparens subtrahiert und jene der verstärkten Substitution hinzuaddiert werden. Dies ist in Figur 5 grafisch dargestellt. Sie illustriert, dass der Einfluss des natürlichen und verstärkten Sparens jenen der natürlichen und verstärkten Substitution deutlich übersteigt.

Der schlussendlich zu deckende Elektrizitätsbedarf muss darüber hinaus aber auch noch die Verluste von rund 8% und den Verbrauch der Speicherpumpen berücksichtigen. Diese beiden Werte sind aus Tabelle 10 ersichtlich. Gesamthaft ergibt sich ein zu deckender Energiebedarf, der von 46,1 TWh im Jahre 1985 auf 73,2 TWh im Jahre 2005 ansteigt. Die Wachstumsrate beläuft sich auf 2,5% von 1985-1995 und auf 2,1% von 1995-2005. Die Gesamtzunahme beträgt 59%.

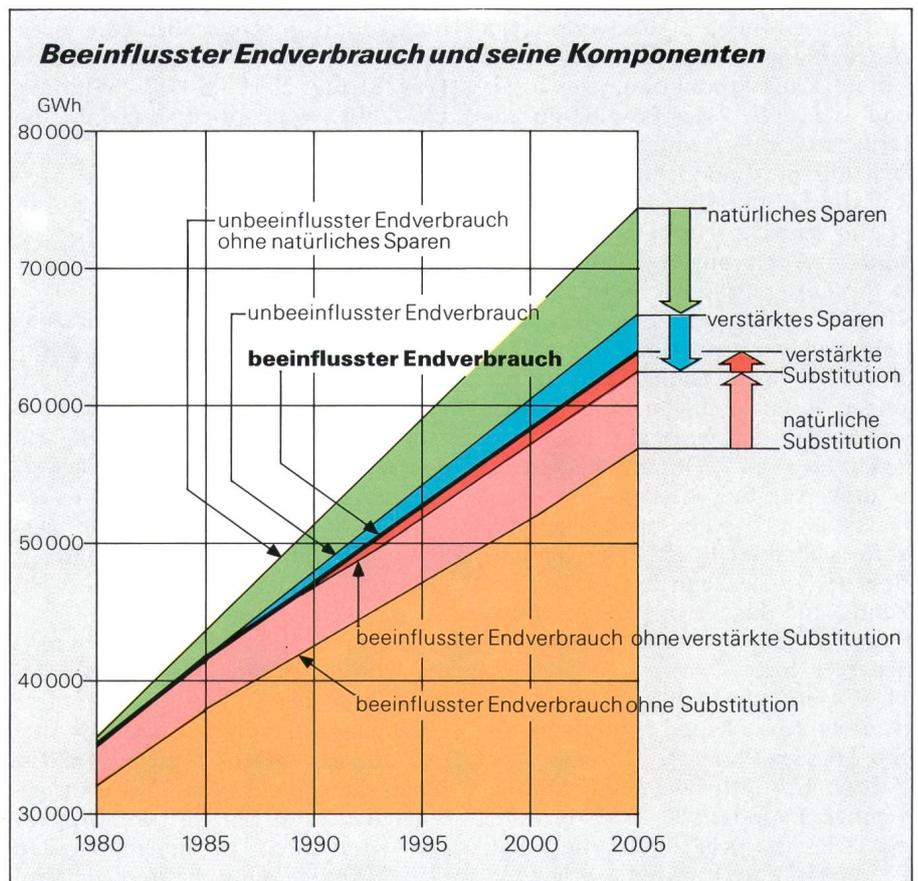
Mittels des ökonometrischen Modells konnte auch der Einfluss einer allfällig anderen Preisentwicklung bei den fossilen Energieträgern abgeschätzt werden. Sollten sich deren Preise bis 2005 nicht real verdoppeln, wie in der Hauptvariante angenommen, sondern konstant bleiben, würde der gesamte Endverbrauch der Elektrizität im Jahre 2005 nur um etwa 2% bzw. 1,5 TWh niedriger ausfallen. Die Verminderung würde den Wärmebereich betreffen, wo die Marktpreise von grösserem Einfluss sind. Deshalb würde der gesamte Minderverbrauch von rund 1,5 TWh zu rund 1 TWh im Winterhalbjahr und zu rund 0,5 TWh im Sommer anfallen.

Der Preiseinfluss auf den Gesamtverbrauch ist damit offensichtlich nicht von ausschlaggebender Bedeutung. Im übrigen ist zu bedenken, dass tiefe Preise für fossile Energieträger das Wirtschaftswachstum eher begünstigen und damit indirekt wieder nachfragesteigernde Impulse auf den Elektrizitätsverbrauch auslösen. Eine weitere Schlussfolgerung aus dieser relativ geringen Preiselastizität des Stromverbrauchs betrifft die Tarifpolitik. Während ihr Einfluss auf dem begrenzten Gebiet des Wärmesektors noch einigermaßen sensitiv ist, dürfte sie für den Gesamtverbrauch doch von eher begrenzter Wirkung bleiben.

3.2.6 Zu deckender Elektrizitätsbedarf im Winterhalbjahr

Bei den vorangehend ermittelten Werten des zu deckenden Elektrizitätsbedarfs handelt es sich um Jahreswerte. Für die Sicherstellung der Elektri-

Figur 5



	1980 ¹	1985 ¹	1995	2005
Unbeeinflusster Endverbrauch ² (von Tab. 6)	35 252	41 321	53 800	66 435
Verstärkte Einsparungen (von Tab. 7)	-	-	-2 315	-3 858
Verstärkte Substitution (von Tab. 9)	-	-	+ 499	+1 066
Beeinflusster Endverbrauch	35 252	41 321	51 984	63 643
Verluste	+3 198	+3 444	+4 159 ³	+5 091 ³
Landesverbrauch	38 450	44 765	56 143	68 734
Zuwachsrate pro Jahr		+3,1%	+2,3%	+2,0%
Verbrauch der Speicherpumpen	+1 531	+1 364	+3 024	+4 455
Zu deckender Elektrizitätsbedarf ⁴ gerundet	39 981	46 129	59 167	73 189
	40 000	46 100	59 200	73 200
Zuwachsrate pro Jahr		+2,9%	+2,5%	+2,1%

¹ Effektive Werte gemäss Schweizerischer Elektrizitätsstatistik 1985

² Im unbeeinflussten Endverbrauch sind die natürliche Substitution gemäss Tabelle 8 und die natürlichen Einsparungen gemäss Tabelle 7 bereits berücksichtigt.

³ 8% des beeinflussten Endverbrauchs

⁴ Zu deckender Elektrizitätsbedarf = «Landesbedarf»: Dieser Begriff existiert nicht in der Schweizerischen Elektrizitätsstatistik; er wird hier definiert, um die Summe von «Landesverbrauch» und «Verbrauch der Speicherpumpen» zu bezeichnen.

Tabelle 10 Zu deckender Elektrizitätsbedarf im Kalenderjahr (GWh) (Zwischenresultat)

tätsversorgung ist indessen das Winterhalbjahr massgebend, da dann 53% des (unbeeinflussten) Endverbrauchs entstehen und andererseits nur 43% der hydraulischen Produktion, jedoch saisonal richtig 57% der Produktion aus Kernkraftwerken, anfallen. Obwohl nicht nur die Energiebilanz, sondern auch die Leistungsbilanz für die Versorgung gedeckt sein muss, haben detaillierte Abklärungen ergeben, dass im Prognosezeitraum – normale Verhältnisse vorausgesetzt – das Leistungsproblem nicht zum Engpassfaktor werden dürfte. Damit kann mit der nötigen Vorsicht davon ausgegangen werden, dass mit einer ausreichenden Versorgung im Winterhalbjahr die Landesversorgung leistungs- und energiemässig auch während des ganzen Jahres sichergestellt ist. Die Umrechnung des zu deckenden Elektrizitätsbedarfs auf das versorgungskritische Winterhalbjahr ist in Tabelle 11 wiedergegeben.

Das Gesamtergebnis zeigt, dass der erwartete Zuwachs im Winterhalbjahr für die beiden Planungsjahrzehnte von 2,5 bzw. 2,2% pro Jahr deutlich unter jenem der Periode 1980–1985 von 3,5% liegt. Dies ist nicht zuletzt die Folge der verstärkt in Rechnung gestellten Sparanstrengungen und der geringer

angenommenen Substitutionsprozesse. Trotzdem ist der verbleibende Mehrbedarf in seiner absoluten Höhe beachtlich, beträgt er doch zwischen 1984/85 und 2004/05 14,2 TWh. Dieser Zuwachs entspricht ungefähr der 3,5fachen Winterproduktion eines Kraftwerks der 1000-MW-Klasse.

4. Perspektiven der Beschaffung

Im folgenden wird die Schätzung des Elektrizitätsangebots in der Periode 1985–2005 dargestellt. Der Erkenntnis Rechnung tragend, dass primär die Elektrizitätsbeschaffung für das Winterhalbjahr sichergestellt werden muss, wird dabei im allgemeinen nur noch das Winterhalbjahr ausgewiesen. Die Werte für das Sommerhalbjahr können dem Hauptbericht entnommen werden.

In einem ersten Schritt wird vorerst der künftige Produktionsbeitrag der inländischen Kraftwerke – die mittlere Erzeugung Inland – geschätzt. Er setzt sich aus den bereits bestehenden Erzeugungsmöglichkeiten und den geschätzten künftigen Zu- und Abgängen zusammen. In einem zweiten Schritt werden dann die Verpflichtungen gegenüber dem und die Bezugs-

rechte vom Ausland in die Beurteilung der künftigen Beschaffungs- und Versorgungssituation einbezogen. Die getrennte Behandlung der langfristigen Importverträge vom Ausland rechtfertigt sich, weil diese in bezug auf Verfügbarkeit und Versorgungssicherheit differenziert beurteilt werden müssen.

4.1 Mittlere Erzeugung Inland

Die von den Zehn Werken geschätzten mittleren Erzeugungsbeiträge des Inlandes im Winterhalbjahr sind in Tabelle 12 zusammengestellt.

Daraus ist ersichtlich, dass die Erzeugung in heute bestehenden Wasserkraftwerken nur noch unwesentlich ansteigt. Die Zunahme um 0,6 TWh bis zum Winterhalbjahr 2004/05 ist ausschliesslich dem verstärkten Pumpenbetrieb zuzuschreiben. Dieser bedingt aber andererseits einen entsprechenden Pumpenergieaufwand, der zum einen Teil im Sommerhalbjahr anfällt und zum anderen Teil im Aufwand für Speicherpumpen als Nachfrage des Winterhalbjahrs enthalten ist.

Der weitere Ausbau der Wasserkraft wurde in Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband abgeschätzt. Im entsprechenden Bericht des Wasserwirtschaftsverbandes⁴ wird der diesbezügliche Zuwachs im Winterhalbjahr auf insgesamt 1,8 TWh veranschlagt. Er stellt die Summe aus einer Vielzahl von Modernisierungen, Wirkungsgradverbesserungen, Erweiterungen sowie einigen wenigen neuen Kraftwerken dar. Teilweise wird dieser Produktionsbeitrag aber kompensiert durch die zu erwartenden zusätzlichen Restwasserverpflichtungen (0,4 TWh bis 2004/05).

Gesamthaft gesehen wird mit einer Nettozunahme der Erzeugung aus Wasserkraft im Winterhalbjahr von 13,9 TWh (1985/86) auf 15,9 TWh (2004/05) gerechnet, was etwa der halben Produktion eines 1000-MW-Kraftwerkes in einem Winterhalbjahr entspricht.

Bei der konventionell-thermischen Erzeugung ist vorderhand weiterhin

	1979/80 ¹	1984/85 ¹	1994/95	2004/05
Unbeeinflusster Endverbrauch ² ohne Raumwärme 52,5% ⁵ Raumwärme 82% ⁵	17 339 +1 040	20 662 +1 617	26 529 +2 328	32 475 +3 319
Unbeeinflusster Endverbrauch Verstärkte Einsparungen 52,5% ⁵ Verstärkte Substitution 52,5% ⁵	18 379 – –	22 279 – –	28 857 –1 205 + 260	35 794 –2 009 + 555
Beeinflusster Endverbrauch Verluste	18 379 +1 693	22 279 +1 840	27 912 +2 233 ³	34 340 +2 747 ³
Landesverbrauch	20 072	24 119	30 145	37 087
Zuwachsrate pro Jahr		+3,7%	+2,3%	+2,1%
Verbrauch der Speicherpumpen	+ 388	+ 168	+ 864	+1 404
Zu deckender Elektrizitätsbedarf ⁴ gerundet	20 460 20 500	24 287 24 300	31 009 31 000	38 491 38 500
Zuwachsrate pro Jahr		+3,5%	+2,5%	+2,2%

¹ Effektive Werte gemäss Schweizerischer Elektrizitätsstatistik 1985

² Der Winteranteil der natürlichen Einsparungen und die natürliche Substitution im Nicht-Raumwärmesektor sind bereits berücksichtigt.

³ 8% des beeinflussten Endverbrauchs

⁴ Zu deckender Winterelektrizitätsbedarf = «Winterlandesbedarf»

⁵ Winteranteil

⁴ Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband: Der mögliche Beitrag der Wasserkraft an die Elektrizitätsversorgung der Schweiz, Baden, 1987

Tabelle 11 Zu deckender Elektrizitätsbedarf im Winterhalbjahr (GWh) (Hauptresultat)

mit einem bescheidenen Beitrag des Kraftwerks Vouvry zu rechnen. Ab 1998 wird infolge Erreichens der technischen Lebensdauer mit keinem weiteren Produktionsbeitrag mehr gerechnet.

Als weiteres Element der konventionell-thermischen Elektrizitätserzeugung sind die *Wärmeleistungskopplungsanlagen* (WKK) berücksichtigt worden. Ein Teil entfällt auf die Produktion in Kehrichtverbrennungsanlagen, Abwasserreinigungsanlagen und Mülldeponien. Ein weiterer Teil wird, wo der Wärmeabsatz gesichert ist, in industriellen und kommunalen WKKs auf der Basis von Kohle, Gas und Öl erzeugt. Trotz ökologischer und wirtschaftlicher Bedenken rechnen die Zehn Werke mit einem substantiellen Produktionsbeitrag seitens der WKK-Anlagen. Unter Zugrundelegung einer solchen, eher optimistischen Beurteilung wird im vorliegenden Bericht mit einem Beitrag gerechnet, der von gegenwärtig 450 GWh auf 1050 GWh bis 2004/05 ansteigt. Insgesamt erhöht sich damit die konventionell-thermische Erzeugung von gegenwärtig 570 auf 1050 GWh im Winter 2004/05.

Anders als im Bereich der Niedertemperaturerzeugungen können *alternative Energiequellen* (Sonnenenergie, Windenergie usw.) keinen wesentlichen Produktionsbeitrag an die Elektrizitätserzeugung leisten. Dennoch werden in der vorliegenden Prognose 50 GWh für 2004/05 berücksichtigt.

Rund 50% der gesamten Winterstromproduktion entfallen schon heute auf die fünf bestehenden *Kernkraftwerke* (Beznau I und II, Mühleberg, Gösgen und Leibstadt). Aufgrund der bisherigen Erfahrungen wird eine sehr hohe Verfügbarkeit von 95%, entsprechend einer Benutzungsdauer von 4150 h im Winterhalbjahr angenommen. Dieser Wert schliesst allerdings grössere, ungeplante Betriebsunterbrüche aus. Im übrigen ist auch darauf hinzuweisen, dass eine Benutzungsdauer von 4150 h für Kernkraftwerke, die im Jahre 2000 rund 30 Jahre alt sein werden, eine sehr optimistische Annahme darstellt. Für die bestehenden Kernkraftwerke wird mit der Realisierung einer Erhöhung der Leistungsabgabe um insgesamt 125 MW gerechnet, woraus ein Anstieg der Energieproduktion von 12,0 TWh im Winter 1985/86 auf 12,8 TWh im Winter 1994/95 erwartet werden kann.

Gemäss Planungsstand der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft ist das *Kernkraftwerk Kaiseraugst* als nächstes Werk vorgesehen.

	1985/86	1989/90	1994/95	1999/2000	2004/05
Kleinstwasserkraftwerke	70	70	70	70	70
Lauf- und Speicherzuflüsse	7 676	7 676	7 676	7 676	7 676
Speicherabsenkung (73%)	6 050	6 050	6 050	6 050	6 050
Erzeugung aus Pumpenbetrieb	105	210	350	490	700
Erzeugung in bestehenden Wasserkraftwerken	13 901	14 006	14 146	14 286	14 496
Ausbau der Wasserkraft	30	225	1 015	1 565	1 800
Zusätzliche Restwasserverpflichtungen	0	- 30	- 160	- 240	- 400
Total Wasserkraftwerke	13 931	14 201	15 001	15 611	15 896
Kraftwerk Vouvry	120	270	120	0	0
Wärmeleistungskopplung	450	510	650	825	1 050
Total konv.-therm. Erzeugung	570	780	770	825	1 050
Alternativenergien	0	0	0	25	50
Kernkraftwerke Inland ¹	11 956	12 366	12 760	16 760	16 910
Mindererzeugung für Fernwärme aus Kernkraftwerken	- 42	- 75	- 205	- 216	- 216
Mittlere Erzeugung Inland gerundet	26 415 26 400	27 272 27 300	28 326 28 300	33 005 33 000	33 690 33 700
Reserve Inland ²	1 781	1 637	1 804	841	841

¹ Inkl. Kernkraftwerk Kaiseraugst ab 1. Oktober 1997

² Unter der «Reserve Inland» wird hier die Summe aus der möglichen Zusatzproduktion des Kraftwerks Vouvry, der vier kleinen, konventionell-thermischen Kraftwerke in der Schweiz und aus der zusätzlich möglichen Seeabsenkung verstanden.

Tabelle 12 Mittlere Erzeugung Inland im Winterhalbjahr (GWh) (Zwischenresultat)

Es verfügt über die Rahmenbewilligung mit dem dafür notwendigen Bedarfsnachweis. In einem nächsten Schritt muss es noch die nukleare Baubewilligung erhalten. Obwohl ein früherer Inbetriebnahmezeitpunkt theoretisch möglich ist, wird im vorliegenden Bericht mit einer Inbetriebnahme auf den Winter 1997/98 gerechnet. Für die Nettoleistung werden 1000 MW angenommen, wobei zu beachten ist, dass ein Anteil von 15% (150 MW) sich im Besitze von ausländischen Gesellschaften befindet.

Im weiteren gilt es, die Minderproduktion an Elektrizität infolge von *nuklearen Fernwärmesystemen* zu berücksichtigen. Die beiden Kernkraftwerke Gösgen und Beznau geben bereits heute Wärme in zwei Fernwärmesysteme ab. Weitere Systeme befinden sich im Planungsstadium. Insgesamt wird mit einer elektrischen Produktionseinbusse gerechnet, die von heute 42 GWh auf 216 GWh im Winter 2004/05 ansteigt.

Aus der Summe der vorerwähnten Erzeugungsmöglichkeiten und Min-

derproduktionen ergibt sich als Saldo die *mittlere Erzeugung Inland* (Tab. 12). Unter Einschluss des Kernkraftwerks Kaiseraugst steigt sie von gegenwärtig 26,4 TWh auf 33,7 TWh im Winter 2004/05 an. Dies bedeutet, dass die mittlere inländische Erzeugung im Winter um 7,3 TWh zunimmt. In Produktionsbeiträgen von Kraftwerken der 1000-MW-Klasse sind es knapp zwei Einheiten.

Im Falle einer Verknappung der Stromversorgung kann mit einer zusätzlichen Produktion von 1000 GWh aus Vouvry und 200 GWh aus den kleineren konventionell-thermischen Anlagen gerechnet werden. Zu dieser gesellt sich auch noch die Möglichkeit, die Speicherseen stärker als im Normalfall verantwortlich abzusinken. Statt der normalen Absenkung um 73% kann als Reserve eine zusätzliche Absenkung um 7% bzw. 580 GWh in Rechnung gestellt werden. Damit ergibt sich eine *totale Reserve Inland*, die sich im Moment auf 1781 GWh beläuft und bis Winter 2004/05 – vornehmlich infolge des Wegfalls von Vouvry – auf 841 GWh zurückfällt.

4.2 Mittlere Beschaffung unter Einschluss des Auslandes

In einem zweiten Schritt wird nun der Tatsache Rechnung getragen, dass einerseits ausländische Elektrizitätsgesellschaften über Beteiligungen am Kernkraftwerk Leibstadt (12,5%) und am Projekt Kaiseraugst (15%) verfügen und andererseits schweizerische Elektrizitätsgesellschaften mit dem Ausland – vorwiegend mit der staatlichen französischen Electricité de France – Verträge abgeschlossen haben. Letztere begründen zwar keine Eigentumsansprüche, wohl aber langfristige Bezugsrechte aus dem Ausland. Ursprünglich zielte man bei diesen gegenseitigen Verpflichtungen auf ein gewisses Gleichgewicht ab. Das stark verzögerte Kernenergieprogramm der Schweiz hat aber inzwischen zu einem ausgesprochenen Übergewicht der Bezüge der Schweiz aus dem Ausland geführt. Die Schweiz wird sich infolgedessen künftig zu einem Nettoimporteur entwickeln. Auf Ende der siebziger Jahre wurden Bezugsrechte für Fessenheim und Bugey im Ausmass von rund 600 MW erworben. Auf Ende der achtziger Jahre werden weitere 750 MW aus den Cattenom-Verträgen folgen, und für Mitte der neunziger Jahre ist ein Bezug von 300 MW aus dem Kernkraftwerkpark der Electricité de France vorgesehen.

Als weiteres Element ist sodann eine Beteiligung an einem deutschen Kohlekraftwerk im Umfang von 100 MW zu erwähnen, der jedoch vorwiegend Reservecharakter zukommt.

Die genannten Beschaffungsverträge sind versorgungsmässig zweifellos das geringere Übel als das Risiko einer Lücke in der Versorgung unseres Landes mit Elektrizität. Gleichwohl muss betont werden, dass sie nur Überbrückungscharakter haben, da im Inland trotz intensivsten Bemühungen die entsprechenden Produktionsmöglichkeiten nicht rechtzeitig geschaffen werden konnten. Die Electricité de France ist zwar als sehr zuverlässiger Partner in der Elektrizitätswirtschaft bekannt. Die Gefahren der «höheren Gewalt», die solchen Auslandsverträgen naturgemäss innewohnen, sind indessen nicht zu übersehen. Auch wenn davon auszugehen ist, dass unsere ausländischen Vertragspartner stets das Notwendige vorkehren werden, um in der Verwirklichung ihrer Kraftwerksausbauplanung ihre Ausfuhrverpflichtungen voll zu berücksichtigen (und ihnen dies von ihren staatlichen Behörden, ihren Gewerkschaften oder anderen Bevölkerungsgruppen nicht verunmöglicht wird), so hat diese Beschaffung aus ausländischen Bezugsrechten doch einen anderen Stellenwert als die Erzeugung im Inland, in Kraftwerken, die auch in Krisenzeiten

unserer schweizerischen Staatshoheit unterstehen. Weitere Lieferverträge mit dem Ausland sollten deshalb nach Ansicht der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft nicht zum Rückgrat und zum bequemen Instrument der zukünftigen Beschaffungspolitik werden. Abgesehen davon sind weitere Beschaffungsmöglichkeiten im Ausland und die Übertragungskapazität des Transportnetzes auch nicht unbegrenzt.

Gemäss Tabelle 13 betragen im Winterhalbjahr die Ausfuhrverpflichtungen ins Ausland gegenwärtig 483 GWh. Sie erfahren mit der Realisierung von Kaiseraugst einen Sprung auf 1135 GWh. Demgegenüber betragen die Bezugsrechte aus Kernkraftwerken des Auslandes, d. h. Frankreichs, schon heute 2069 GWh und steigen gemäss unserer Annahme auf 5482 GWh im Winterhalbjahr 2004/05.

Somit beläuft sich die mittlere Beschaffung In- und Ausland auf 28,0 TWh im Winter 1985/86 und steigt unter Einbezug des Saldos von Ausfuhrverpflichtungen und Beschaffungsverträgen auf 38,0 TWh an. Daneben besteht noch die 100-MW-Reserve des deutschen Kohlekraftwerks, welche mit 350 GWh eingesetzt werden kann.

Beitragsmässig lässt sich die zusätzliche mittlere Beschaffung In- und Ausland zwischen 1985/86 und 2004/05 wie folgt aufgliedern:

Zusätzliche mittlere Erzeugung Inland	
(davon Kernkraftwerk Kaiseraugst 4,1 TWh)	7,3 TWh
Zusätzliche mittlere Beschaffung Ausland (Saldo Import ./ Export)	2,7 TWh
Zusätzliche mittlere Beschaffung In- und Ausland	10,0 TWh
Änderung der Reserven:	
Reserve Inland (Abnahme)	-0,9 TWh
Reserve Ausland (konstant)	±0 TWh

5. Die Deckung des Bedarfs

Im folgenden gilt es, die beiden unabhängig voneinander erstellten Prognosen des Bedarfs und der Beschaffung einander gegenüberzustellen. Vorerst wird dem zu deckenden Elektrizitätsbedarf sowohl die mittlere Erzeugung Inland als auch die mittlere Beschaffung In- und Ausland gegenübergestellt. Danach werden in Berücksichtigung der notwendigen Reservehaltung die Beschaffungswerte, welche im langjährigen Mittel in 95 von 100 Jahren erzielt werden können,

	1985/86	1989/90	1994/95	1999/2000	2004/05
Mittlere Erzeugung Inland (von Tab. 12)	26 415	27 272	28 326	33 005	33 690
Ausfuhrverpflichtungen: Kernkraftwerk Leibstadt Kernkraftwerk Kaiseraugst	- 483 0	- 514 0	- 514 0	- 514 - 599	- 514 - 621
Total Ausfuhrverpflichtungen Bezugsrechte: Kernkraftwerke Ausland	- 483 2 069	- 514 3 288	- 514 4 832	-1 113 5 482	-1 135 5 482
Mittlere Beschaffung: In- und Ausland gerundet	28 001 28 000	30 046 30 000	32 644 32 600	37 374 37 400	38 037 38 000
Reserve Inland (von Tab. 12) Reserve Ausland ¹	1 781 350	1 637 350	1 804 350	841 350	841 350
Gesamte mittlere Beschaffung In- und Ausland gerundet	30 132 30 100	32 033 32 000	34 798 34 800	38 565 38 600	39 228 39 200

¹ Unter der «Reserve Ausland» wird hier die mögliche Zusatzproduktion aus dem Bezugsrecht aus einem Kohlekraftwerk in Deutschland verstanden.

Tabelle 13 Mittlere Beschaffung In- und Ausland im Winterhalbjahr (in GWh)(Hauptresultat)

dem Elektrizitätsbedarf gegenüber-
gesetzt. Daraus ergibt sich das Schluss-
resultat, nämlich der zeitliche Verlauf
der Energielücke, für die angestrebte
Versorgungssicherheit von 95%.

5.1 Gegenüberstellung mit mittleren Erzeugungs- und Beschaffungswerten

Für die gesamte mittlere Erzeugung
und Beschaffung ist die Gegenüber-
stellung in Tabelle 14 erfolgt. Der Be-
griff «mittlere» Erzeugung bzw. Be-
schaffung besagt, dass diese Werte led-
iglich im Durchschnitt jedes zweite
Jahr erreicht werden. Allerdings sind
längerdauernde Ausfälle von Kern-
kraftwerken darin noch nicht berück-
sichtigt.

Diese Betrachtungsweise vermag
zwar noch wenig über die künftige
Versorgungssituation der Schweiz aus-
zusagen. Sie gibt aber bereits einige
Aufschlüsse. Man kann sich dabei vor
Augen halten, dass 4 TWh rund der
Winterproduktion eines Kraftwerkes
der 1000-MW-Klasse entsprechen:

- Wenn nur auf die inländischen Er-
zeugungsmöglichkeiten einschliess-
lich des Kernkraftwerkes Kaiser-
augst abgestellt wird, ergeben sich
gemäss Tabelle 14 bis zum Winter-
halbjahr 2004/05 mittlere Energie-
defizite bis zu 4,8 TWh.
- Im Hinblick auf die sich abzeich-
nenden Verzögerungen beim Bau
von Kernkraftwerken haben
schweizerische Elektrizitätsgesell-
schaften die schon erwähnten Im-
portverträge – vornehmlich mit der
Electricité de France – abgeschlos-
sen. Unter Inkaufnahme der damit
unweigerlich verbundenen versor-
gungsmässigen Imponderabilien
lässt sich die Lücke selbst dann nicht
schliessen (Manko 0,5 TWh), wenn
Kaiseraugst bis zu diesem Zeitpunkt
voll im Betrieb ist. Es sei aber noch-
mals daran erinnert, dass diese Mit-
telwertbetrachtung einer unverant-
wortlichen Versorgungspolitik ent-
spricht, welche eine Unterversor-
gung des Landes in jedem zweiten
Winterhalbjahr in Kauf nimmt.

5.2 Aspekte der Reservehaltung

Es gehört zu den betriebswirtschaftli-
chen Selbstverständlichkeiten, dass für
jede Produktion oder Dienstleistung,
die erbracht werden muss, gewisse Re-
serven vorgesehen werden müssen.
Die Grösse der Reserve bemisst sich
am erforderlichen Grad der Versor-

Winterhalbjahr	Mittlere Erzeugung Inland (ohne Reserve)	Mittlere Beschaffung In- und Ausland (ohne Reserve)	Zu deckender Elektrizitäts- bedarf	Bilanzen	
				Inland	In- und Ausland
	(1)	(2)	(3)	(1)-(3)	(2)-(3)
1984/85	26,2 ¹	27,8 ²	24,3 ³	1,9	3,5
1985/86	26,4 ¹	28,0 ²	24,9 ³	1,5	3,1
1986/87	27,0 ¹	28,6 ²	25,5 ³	1,5	3,1
1987/88	27,0	28,6	26,1	0,9	2,5
1988/89	27,0	28,5	26,8	0,2	1,7
1989/90	27,3	30,0	27,4	-0,1	2,6
1990/91	27,3	31,3	28,1	-0,8	3,2
1991/92	27,5	31,5	28,8	-1,3	2,7
1992/93	28,0	32,0	29,5	-1,5	2,5
1993/94	28,1	32,1	30,3	-2,2	1,8
1994/95	28,3	32,6	31,0	-2,7	1,6
1995/96	28,4	33,1	31,7	-3,3	1,4
1996/97	28,6	33,6	32,4	-3,8	1,2
1997/98	32,6	36,9	33,1	-0,5	3,8
1998/99	32,7	37,0	33,8	-1,1	3,2
1999/2000	33,0	37,4	34,5	-1,5	2,9
2000/01	33,1	37,5	35,3	-2,2	2,2
2001/02	33,2	37,6	36,1	-2,9	1,5
2002/03	33,5	37,8	36,9	-3,4	0,9
2003/04	33,6	37,9	37,7	-4,1	0,2
2004/05	33,7	38,0	38,5	-4,8	-0,5

¹ Kein Effektivwert, sondern theoretische Erzeugungsmöglichkeit im Inland

² Kein Effektivwert, sondern theoretische Beschaffungsmöglichkeit

³ Kein Effektivwert, sondern Wert des Prognosemodells

**Tabelle 14 Versorgungssituation im Winterhalbjahr aufgrund mittlerer Erzeugung und Be-
schaffung, in TWh (Zwischenresultat)**

gungssicherheit. Im sechsten Zehn-
Werke-Bericht wurde gefordert, dass
angesichts der vitalen Bedeutung der
Elektrizitätsversorgung für unser
Land eine Versorgungssicherheit von
95% einzuhalten sei. Dies bedeutet,
dass die Schweiz im Durchschnitt nur
in einem von zwanzig Wintern über
die abgeschlossenen langfristigen Im-
portverträge hinaus vom Ausland ab-
hängig wird und dabei Gefahr läuft,
nicht genügend versorgt zu sein. Diese
Reservephilosophie wurde in einem
Zusatzbericht zum sechsten Zehn-
Werke-Bericht⁵ auch aus volkwirt-
schaftlicher Sicht untermauert.

Danach führt die als erforderlich
erachtete Versorgungssicherheit von
95% zu einer notwendigen Reserve, die
– nach Abwägung von Nutzen und
Kosten – durchaus gerechtfertigt ist.
Im Rahmen der Untersuchungen der
Eidgenössischen Enegiekommission
(Studie BEW Nr. 14) wurde diese Fra-
ge noch weiter vertieft und kritisch
durchleuchtet. Die darin vorgeschlage-
nen, weniger weit gehenden Reserve-

vorstellungen blieben aber bestritten
und vermochten die Elektrizitätswirt-
schaft und die Mehrheit der EEK nicht
zu überzeugen. Angesichts des sich in
der Zwischenzeit noch verstärkten An-
teils der Beschaffung aus dem Ausland
hat die schweizerische Elektrizitäts-
wirtschaft heute keine Veranlassung,
von ihrer Forderung abzurücken. Als
Konsequenz hatte diese Forderung zur
Folge, dass eine Produktionsreserve
im Ausmass von 13% der mittleren
Produktionskapazität erforderlich
war. Die neuen, verfeinerten Berechn-
ungen im Zusammenhang mit dem
vorliegenden Bericht zeigen, dass die
notwendige Reserve praktisch wieder
13% der gesamten mittleren Beschaf-
fung In- und Ausland ausmacht. (Dif-
ferenz der gesamten mittleren Beschaf-
fung zu der Beschaffung, die mit 95%
Wahrscheinlichkeit erwartet werden
kann.)

⁵ Die Reservehaltung in der schweizerischen
Elektrizitätswirtschaft. Zusatzbericht zum 6.
Zehn-Werke-Bericht. VSE, Zürich, Mai 1980.

5.3 Die Versorgungssituation

Unter Berücksichtigung der Forderung einer 95%igen Versorgungssicherheit ergibt sich eine Versorgungssituation gemäss Tabelle 15 (Kolonne 2-3), welche in Figur 6 auch grafisch dargestellt ist. Danach zeigt sich, dass bis 1992/93 nur unter Einschluss der langfristigen Importverträge die Versorgungssicherheit knapp gewährleistet ist. Die Cattenom-Verträge vermögen die sich im Winter 1988/89 abzeichnende Lücke vorübergehend wieder zu schliessen. Ab 1993/94 ist die Versorgungssicherheit schon nicht mehr gewährleistet. Aus der Tabelle 15 und der Figur 6 geht auch deutlich hervor, dass die für 1997/98 vorgesehene Inbetriebnahme des Kernkraftwerkes Kaiseraugst die Lücke nur gerade im betreffenden Jahr knapp schliessen

kann. Bereits im Folgejahr öffnet sie sich erneut und erreicht bis 2004/05 ein Ausmass von 4,3 TWh, was etwas mehr als einem Kraftwerk der 1000-MW-Klasse entspricht. Bei Fehlen des Kernkraftwerkes Kaiseraugst würde diese Lücke sogar 7,2 TWh betragen.

Die vorgenannten Versorgungsschwierigkeiten zeichnen sich wohlgehemmt schon unter Mitberücksichtigung der sich heute in Betrieb befindlichen inländischen Kernkraftwerke und der langfristigen Importverträge mit dem Ausland ab. Würde man auf eines der genannten Elemente verzichten, würden die Schwierigkeiten noch drastisch verstärkt, beläuft sich doch im Winter 2004/05 der Beitrag der inländischen Produktion der Kernkraftwerke auf 16,9 TWh und jener der langfristigen Importverträge auf 5,5 TWh.

6. Schlussfolgerungen: Notwendigkeit neuer inländischer Produktionsanlagen

6.1 Realistische Prognosebasis

Der vorliegende siebente Zehn-Werke-Bericht geht von realistischen Prognosen, unter Einschluss von nur mit grossen Anstrengungen erzielbaren Einsparungen, sowohl für den Bedarf als auch für die Beschaffung aus. Dies bedeutet nicht, dass die effektive Entwicklung nicht auch anders verlaufen könnte. Indessen besteht nach Ansicht der Elektrizitätswirtschaft aus heutiger Sicht kein Grund zur Annahme, dass andere als die aufgezeigten Entwicklungspfade wahrscheinlicher sind.

Zusammenfassend wird mit den nachstehenden Punkten nochmals daran erinnert, dass der Bedarf weder zu hoch noch die Produktionsbeiträge zu tief prognostiziert wurden:

Auf der *Produktionsseite* wurde (jeweils bis zum Winterhalbjahr 2004/05) für eine Versorgungssicherheit von 95% in Rechnung gestellt, dass

- die Wasserkraftproduktion noch um netto 14% gesteigert werden kann;
- die Kernkraftwerke während der ganzen Lebensdauer eine konstant hohe Verfügbarkeit aufweisen;
- bei den bestehenden Kernkraftwerken noch Leistungserhöhungen von insgesamt 125 MW realisiert werden;
- die Speicherseen in Mangelsituationen verstärkt abgesenkt werden;
- die konventionell-thermischen (Reserve-)Kraftwerke voll gefahren werden;
- der Beitrag der Wärmekraftkopplungsanlagen mehr als verdoppelt werden kann und
- ein - im Betrachtungszeitraum von 20 Jahren allerdings bescheidener - Beitrag der alternativen Energiequellen anfallen wird.

Im weiteren wurde unterstellt, dass die umfangreichen langfristigen Importverträge mit dem Ausland vollumfänglich eingehalten werden. Bezüglich des Kernkraftwerkes Kaiseraugst wird in dieser Studie mit einer Betriebsaufnahme ab Oktober 1997 gerechnet.

Auf der *Bedarfsseite* wird mit einer jährlichen Wachstumsrate des Bruttoinlandsprodukts von 2,0% (1985-2005) eine vorsichtig optimistische wirtschaftliche Entwicklung unter-

Winterhalbjahr	Erzeugung Inland (inkl. Reserve) 95%ige Wahrscheinlichkeit (1)	Gesamte Beschaffung In- und Ausland 95%ige Wahrscheinlichkeit (2)	Zu deckender Elektrizitätsbedarf (3)	Bilanzen 95%ige Versorgungssicherheit	
				Inland (1)-(3)	In- und Ausland (2)-(3)
1984/85	23,9 ¹	25,5 ²	24,3 ³	-0,4	1,2
1985/86	24,1 ¹	26,0 ²	24,9 ³	-0,8	1,1
1986/87	24,2 ¹	26,2 ²	25,5 ³	-1,3	0,7
1987/88	24,3	26,2	26,1	-1,8	0,1
1988/89	24,3	26,3	26,8	-2,5	-0,5
1989/90	24,7	27,8	27,4	-2,7	0,4
1990/91	24,8	29,1	28,1	-3,3	1,0
1991/92	25,0	29,3	28,8	-3,8	0,5
1992/93	25,4	29,8	29,5	-4,1	0,3
1993/94	25,5	29,9	30,3	-4,8	-0,4
1994/95	25,7	30,4	31,0	-5,3	-0,6
1995/96	25,8	30,8	31,7	-5,9	-0,9
1996/97	26,0	31,3	32,4	-6,4	-1,1
1997/98	28,3	33,2	33,1	-4,8	0,1
1998/99	28,4	33,3	33,8	-5,4	-0,5
1999/2000	28,8	33,6	34,5	-5,7	-0,9
2000/01	28,9	33,7	35,3	-6,4	-1,6
2001/02	29,0	33,8	36,1	-7,1	-2,3
2002/03	29,2	34,0	36,9	-7,7	-2,9
2003/04	29,3	34,1	37,7	-8,4	-3,6
2004/05	29,4 (25,9) ⁴	34,2 (31,3) ⁴	38,5	-9,1 (-12,6) ⁴	-4,3 (-7,2) ⁴

¹ Kein Effektivwert, sondern theoretische Erzeugungsmöglichkeit durch forcierten Einsatz aller Produktionsmittel

² Kein Effektivwert, sondern theoretische Beschaffungsmöglichkeit durch forcierten Einsatz aller Produktionsmittel

³ Kein Effektivwert, sondern Wert des Prognosemodells

⁴ Ohne Kernkraftwerk Kaiseraugst

Tabelle 15 Versorgungssituation im Winterhalbjahr für Beschaffung In- und Ausland bei 95%iger Versorgungssicherheit, in TWh (Hauptresultat)

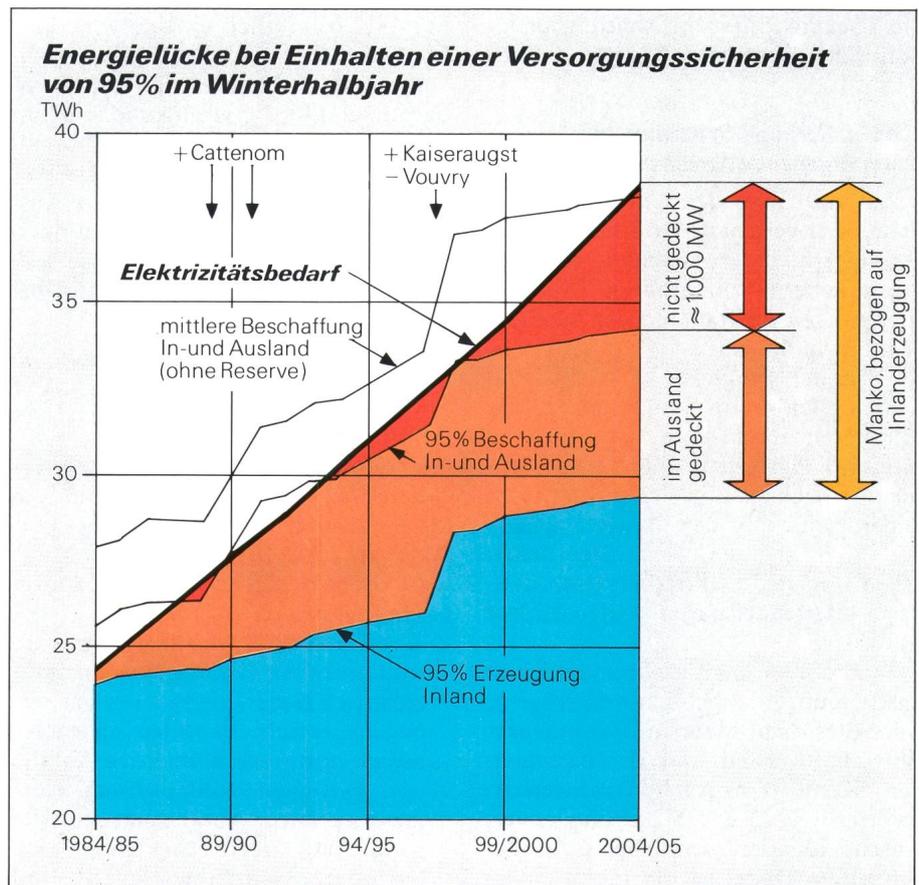
stellt, die aber eindeutig unterhalb den Möglichkeiten liegt, welche von Wirtschaftsexperten als ebenfalls denkbar beurteilt werden. Sodann wird davon ausgegangen, dass künftig sparsamere Elektroapparate genutzt werden und dass es gelingt, das Sparbewusstsein der Konsumenten durch verstärkte Information, Motivation und Beratung weiter zu steigern. Die gesetzten hohen Sparziele erfordern in allen Bereichen ein permanentes Sparbewusstsein und grosse, kontinuierliche Sparanstrengungen aller Beteiligten, insbesondere der Verbraucher. Diese Annahme führt unter anderem dazu, dass bei den Haushaltgeräten sogar mit einem rückläufigen Verbrauch gerechnet wird. Auch bei den übrigen Verbrauchssektoren wurden beträchtliche Einsparungen berücksichtigt. Trotz des angenommenen Wiederanstiegs der Preise für fossile Energieträger wurde andererseits die natürliche Substitution mit einem abgeflachten Wachstum und die verstärkte Substitution nur noch in einem sehr bescheidenen Umfang berücksichtigt.

Eine noch bescheidenere wirtschaftliche Entwicklung (BIP-Wachstum unter 2%), welche zu einem nachhaltigeren niedrigeren Elektrizitätsbedarf führen würde, wird nicht erwartet. Allerdings sind sich die Zehn Werke dessen bewusst, dass eine langfristige Voraussage des Wirtschaftswachstums ein schwieriges Unterfangen und mit vielfältigen Unwägbarkeiten behaftet ist.

Als Folge all dieser zurückhaltend geschätzten Elemente der *Bedarfsentwicklung* sinkt die Wachstumsrate des zu deckenden Elektrizitätsbedarfs im Winterhalbjahr von bisher 3,5% (1979/80 bis 1984/85) auf 2,5% für 1984/85 bis 1994/95 und schliesslich auf 2,2% für 1994/95 bis 2004/05. Eine noch geringere Einschätzung der Bedarfsentwicklung käme einer nicht verantwortbaren Selbsttäuschung gleich. Sie würde zu einer Fehlplanung im Ausbau führen und nach Ansicht der Elektrizitätswirtschaft die Gefahr des Auftretens von Engpässen heraufbeschwören.

Bezüglich der *Versorgungssicherheit* ist die schweizerische Elektrizitätswirtschaft davon überzeugt, dass ein Niveau von 95% (d. h. Unterversorgung nur in einem von 20 Wintern) im vitalen Interesse einer gesicherten Elektrizitätsversorgung liegt. Dies um so mehr, als seit dem sechsten Zehn-Werke-Bericht (1979), wo diese Forderung erstmals aufgestellt wurde, die Auslandsabhängigkeit durch neue Import-

Figur 6



verträge noch gestiegen ist und vertiefte Studien diese Forderung bestätigt haben.

6.2 Versorgungssituation mittelfristig unbefriedigend

Als Resultat der Gegenüberstellung der Angebots- und Nachfrageprognose präsentiert sich eine Versorgungssituation, die mittelfristig als unbefriedigend beurteilt werden muss (vgl. Fig. 6). Bereits in den 80er Jahren kommt es temporär zu einer geringen Unterdeckung (1988/89). Ab 1993/94 öffnet sich eine beträchtliche Lücke. Die Inbetriebnahme des Kernkraftwerks Kaiseraugst, die auf Oktober 1997 angesetzt ist, vermag diese Lücke nur vorübergehend und knapp zu schliessen. Anschliessend nimmt sie wieder zu und erreicht gegen Ende des Prognosezeitraumes eine Grösse von 4,3 TWh, was etwas mehr als der Winterproduktion eines Kraftwerkes der 1000-MW-Klasse entspricht. Ohne das Kernkraftwerk Kaiseraugst würde die Lücke 7,2 TWh betragen. Diese beiden Energielücken gelten für eine Versor-

gungssicherheit von 95%. Würde man sich mit einer tieferen Versorgungssicherheit von 90% (d. h. Unterversorgung in einem von zehn Wintern) abfinden, was aber von der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft als ungenügend erachtet wird, so würde sich die Energielücke im Winterhalbjahr um rund 1 TWh verringern.

Hinzuzufügen gilt es, dass die vorgenannte Lücke entsprechend grösser würde, wenn beispielsweise auf die Importverträge (5,5 TWh) oder gar den Produktionsbeitrag der inländischen Kernkraftwerke (16,9 TWh) verzichtet werden müsste. Die Unterversorgung nähme dann gigantische Ausmass an und hätte gravierende Schäden für die Volkswirtschaft zur Folge.

6.3 Beschränkte Alternativen

Entsprechend der gewählten Zielsetzung der Zehn-Werke-Berichte liegt ihr Schwerpunkt mehr bei der Diagnose als bei der Therapie. Gleichwohl wurden Überlegungen zur Schliessung der diagnostizierten Lücke angestellt. Diese Überlegungen bleiben notge-

drungen rudimentär, weil die konkrete Ausgestaltung der Massnahmen für die Lückenschliessung weitreichender politischer Entscheide bedarf.

6.3.1 Geringer Spielraum für weitgehende Nachfragesenkungen

Auf der Seite der *Nachfragebeeinflussung* erweist sich der Spielraum als gering. Die zu erwartenden und den Verbrauchern zumutbaren Sparanstrengungen im Rahmen der heutigen ordnungspolitischen Gegebenheiten sind in der Prognose so weitgehend wie möglich schon berücksichtigt. Sie resultieren einerseits aus den Verbesserungsmöglichkeiten, die der technische Fortschritt mit sich bringt, und andererseits aus den Anstrengungen der Konsumenten, der öffentlichen Hand und der Elektrizitätswirtschaft, das Elektrizitätssparen weitestgehend zu fördern.

Wollte man das Ergebnis der Sparanstrengungen erheblich vergrössern, wäre dies nicht mehr im Rahmen der Wirtschaftlichkeit und der bestehenden Komfortansprüche realisierbar, sondern würde der Schaffung neuer, einschneidender rechtlicher Grundlagen rufen. Dabei ist die Elektrizitätswirtschaft der Ansicht, dass ein Elektrizitätswirtschaftsgesetz – ganz abgesehen von seiner Problematik, mit der Elektrizität willkürlich nur einen Energieträger anzuvisieren – gar keine grossen Sparerfolge bringen würde. Interventionen, die mit Unwirtschaftlichkeiten und Komforteinbussen verbunden sind, dürften nämlich erhebliche Akzeptanz- und Vollzugsprobleme aufwerfen, und es ist äusserst fraglich, ob sich die theoretisch errechneten Stromeinsparungen tatsächlich realisieren liessen.

Wie in Abschnitt 3.2.6 schon dargelegt und durch eine Untersuchung im Auftrage des VSE⁶ bestätigt, erweist sich die Preiselastizität des Elektrizitätsverbrauchs gesamthaft gesehen als relativ gering. Deshalb wäre auch bei einer konsequenten Grenzkostentarifung nicht mit einer wesentlich geringeren Nachfrageentwicklung zu rechnen. Die inzwischen gedämpftere Substitutionspolitik dürfte diesbezüg-

lich von grösserem Einfluss sein und ist in den Prognosen schon berücksichtigt. Als vermutlich einzige wirksame Methoden der Reduktion des Stromverbrauchs verbleiben die Kontingentierung und Rationierung und schliesslich – als Ultima ratio – Stromabschaltungen zur Verhinderung von Netzzusammenbrüchen. Die negativen Auswirkungen solcher Massnahmen dürften allerdings weit bedeutender sein als der damit erreichte «Nutzen» bei den Stromeinsparungen.

6.3.2 Vielfältige Hindernisse der zusätzlichen Beschaffung

Als *angebotsseitige* Handlungsalternativen verbleiben praktisch nur die Möglichkeiten der Erzeugung von Strom in zusätzlichen Produktionsanlagen oder zusätzliche Stromimporte aus dem Ausland.

- *Kernkraftwerke* westlicher Bauart sind praktisch erprobt, bewährt und technisch sicher. Sie verbrennen keinen Sauerstoff. Es fallen schwach-, mittel- und starkradioaktive Abfälle von geringem voluminösem Ausmass an. Diese Abfälle sind vorwiegend feste Stoffe. Sie lassen sich leicht transportieren, lagern und überwachen. Die Kernenergie ist damit eine naheliegende Lösung und bleibt vor allem für die Grundlastdeckung ein Weg, der unter keinen Umständen durch politische Hindernisse verbaut werden sollte. Es ist aber anzunehmen, dass vor Ablauf von zehn Jahren kein zusätzliches Kernkraftwerk den Betrieb aufnehmen kann.
- Die zusätzliche Erzeugung von grossen Strommengen ist im Prinzip auch in *konventionell-thermischen Grosskraftwerken* technisch möglich. Grosse, fossil befeuerte Kraftwerke (Öl, Gas, Kohle) können zwar mittels modernster Verbrennungs- und Filtertechnik mit weniger Emissionen als früher betrieben werden. Allerdings erheischen diese technischen Vorkehren immense Investitionen mit entsprechenden Kostenfolgen. Dazu kommt, dass in der Schweiz z. B. nur wenig Standorte denkbar sind, die verkehrstechnisch so gut erschlossen sind, dass der ständig notwendige Kohlenschub sowie die Entsorgung billig und umweltgerecht organisiert werden können.
- Mit Öl, Gas und Kohle betriebene *Wärmeleistungskopplungsanlagen* erzeugen gleichzeitig Wärme und

Elektrizität. Voraussetzung ist ein gesicherter Wärmeabsatz, welcher die bestimmende Grösse für den Einsatz einer Wärmeleistungskopplungsanlage ist; die Elektrizität fällt als Nebenprodukt an. Diese Anlagen erfordern aufwendige Filter bzw. Katalysatoren und sind erst ab einer bestimmten Grösse wirtschaftlich einsetzbar. Sie erreichen in der Regel hohe Wirkungsgrade. Selbstverständlich erfordert die gleichzeitige Erzeugung von Elektrizität im Vergleich zur reinen Wärmeleistung immer zusätzlichen Brennstoff und führt damit auch zu einer zusätzlichen Luftbelastung. Um einen relevanten Deckungsbeitrag an die Elektrizitätslücke im Winterhalbjahr zu leisten, wären zahlreiche verhältnismässig grosse Anlagen an verbrauchernahen Standorten zu erstellen. Beispielsweise wäre es allein für eine Stromproduktion von nur 100 GWh im Winterhalbjahr notwendig, wenigstens 30 000–35 000 Wohnungen an das betreffende Fernwärmenetz anzuschliessen. Es dürfte schwierig sein, in unserem Land solch grosse Wärmeleistungskollektive zu finden. Dabei darf auch nicht übersehen werden, dass Wärmeleistungskopplungsanlagen komplizierte und eher anfällige technische Systeme sind, die einen hohen Betriebs- und Wartungsaufwand verlangen. Der in der Prognose vorgesehene Beitrag von Wärmeleistungskopplungsanlagen aus der Industrie, aus Abwasserreinigungsanlagen, Mülldeponien und Kehrlichtverbrennungsanlagen sowie aus privaten Anlagen von insgesamt 1050 GWh im Winter 2004/05 ist als sehr optimistisch zu bezeichnen. Über diesen Wert hinausgehende Beiträge können ohne neue, zwingende Vorschriften, begleitet von Subventionen, kaum realisiert werden. Dazu kommt, dass die heute schon hohe Abhängigkeit von den fossilen Energieträgern und ihre Umweltproblematik weiter verstärkt würden.

- Auf den in der Produktionsprognose bereits berücksichtigten *Ausbau der Wasserkraft* um netto 14% bis 2004/05 wurde bereits hingewiesen. Darüber hinaus kann von dieser Ressource sinnvollerweise kein weiterer Deckungsbeitrag erwartet werden, da die energiewirtschaftlich und ökologisch vertretbaren Kraftwerkstandorte bereits weitgehend ausgebaut sind.

⁶ Brem, Witschi, Rufer, Murk, *Beeinflussung des Elektrizitätsverbrauchs durch Tarifierung und Marketing*. Betriebswissenschaftliches Institut der ETH Zürich, April 1985

- Die *alternativen Energiequellen* können mittelfristig nur in bescheidenem Masse zur Elektrizitätsproduktion beitragen. Ihre Stärke liegt vor allem in der Erzeugung von Niedertemperaturwärme. Der fehlende Durchbruch der alternativen Energiequellen zur Stromerzeugung ist nicht auf zu wenig Forschungs- und Entwicklungsaufwand zurückzuführen, sondern liegt vielmehr in der mangelnden Wirtschaftlichkeit, was sich aus der in unseren Breitengraden zu geringen Energiedichte (geringe Sonneneinstrahlung und Windgeschwindigkeit) zwangsweise ergibt.
- Bereits heute bestehen mehrere, langjährige *Importverträge* mit der Electricité de France, die aber bereits in der Beschaffungsprognose eingerechnet wurden. Weitere Importe zur Deckung der Energielücke sind eventuell möglich, würden aber zu einer noch grösseren Auslandabhängigkeit des Landes führen. Da sie sich zudem auf einen einzigen Partner konzentrieren, bergen sie zunehmend erhöhte Risiken in sich. Eine noch weitergehende Abstützung in dieser Richtung würde je länger je problematischer und sollte nicht als ein empfehlenswerter und bequemer Weg aus dem Engpass ins Auge gefasst werden.

6.4 Politische Entscheidungen zugunsten neuer inländischer Produktionsanlagen nötig

Eine Würdigung der im vorliegenden Bericht getroffenen Rahmenbe-

dingungen, der daraus resultierenden Prognosen und der möglichen Handlungsalternativen legt den Schluss nahe, dass eine Überwindung der aufgezeigten Versorgungslücke in den 90er Jahren ohne zusätzliche inländische Produktionsanlage im Ausmass von rund einem Kraftwerk der 1000-MW-Klasse kaum denkbar ist. Im Vergleich zur heutigen Situation (1987) wären zur rechtzeitigen Schliessung der Energielücke demzufolge rund *zwei* Kraftwerke dieser Grössenklasse erforderlich, da bis anhin das Kernkraftwerk Kaiseraugst, dessen Produktionsbeitrag in unserer Prognose zum vornherein eingerechnet wurde, noch nicht erstellt werden konnte. - Ohne neue zusätzliche Produktionsanlagen liesse sich die aufgezeigte Versorgungslücke höchstens überwinden, wenn man allen Ernstes Kontingentierungen, Rationierungen und allenfalls Stromabschaltungen ins Auge fasst. Die Elektrizitätswirtschaft möchte aber mit Nachdruck vor den verheerenden Konsequenzen einer solchen «Problemlösung» warnen.

Die Frage, welcher konkrete Weg zur Schliessung der aufgezeigten Lücke durch zusätzliche Produktion beschritten werden muss, soll an dieser Stelle nicht abschliessend beantwortet werden, da eine schlüssige Antwort politische Entscheide voraussetzt.

In der energiepolitischen Landschaft zeichnen sich im Moment Entwicklungen ab, die teilweise sogar eine Verschärfung der schon prekären Situation bedeuten. Es sei an die Moratoriumsinitiative und die Ausstiegsin-

itiative erinnert. Diese stehen in offensichtlichem Widerspruch zu den Ergebnissen dieses Berichts. Auch der vom Bundesrat in die Vernehmlassung gegebene Energieartikel und das Studium von Ausstiegsszenarien müssen unter allen Umständen im Lichte der Erkenntnisse des vorliegenden Zehnwerke-Berichts beurteilt werden.

Dabei sei daran erinnert, dass selbst mit dem Bau des Kernkraftwerks Kaiseraugst die bis 2005 absehbare Versorgungslücke nicht geschlossen werden kann. Die Kernenergie stellt aber nach wie vor eine valable Möglichkeit der Energieversorgung dar. Sie ist in der Lage, als Grundlastenergie, kombiniert mit den noch zu nutzenden Wasserkraften, den konventionellthermischen Anlagen und den Wärmekraftkopplungsanlagen qualitativ und quantitativ zur Schliessung der Lücke entscheidend beizutragen.

Aus der Sicht der Ressourcennutzung, der Umweltverträglichkeit und der Risikobeurteilung kann der Kernenergie auch heute noch nichts Vergleichbares entgegengestellt werden. Politische Hindernisse, wie der Widerruf der Rahmenbewilligung für das Kernkraftwerk Kaiseraugst, ein Kernenergiemoratorium oder gar der völlige Ausstieg aus der Kernenergie, hätten indessen schwerwiegendste negative Folgen für die ausreichende Versorgung unseres Landes mit der Schlüsselenergie Elektrizität. Wie keine andere Energieform ist die Elektrizität jedoch erforderlich, um eine gedeihliche Entwicklung unserer Wirtschaft und Gesellschaft zu ermöglichen.