

Möller, Klaus-Peter; Ströbele, Wolfgang

**Article — Digitized Version**

## Überkapazitäten im Jahre 1985? Argumente der Energiepolitik ; Strombedarf

Wirtschaftsdienst

*Suggested Citation:* Möller, Klaus-Peter; Ströbele, Wolfgang (1978) : Überkapazitäten im Jahre 1985? Argumente der Energiepolitik ; Strombedarf, Wirtschaftsdienst, ISSN 0043-6275, Verlag Weltarchiv, Hamburg, Vol. 58, Iss. 10, pp. 515-521

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/135244>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# Überkapazitäten im Jahre 1985?

## Argumente der Energiepolitik

Klaus-Peter Möller, Wolfgang Ströbele, Hannover

Von den hochfliegenden Plänen der verschiedenen im Elektrizitätsmarkt tätigen Gruppen über den Bau von Kraftwerkskapazitäten bis 1985 müssen erhebliche Abstriche gemacht werden. Dies ist das Resümee einer Strombedarfsprognose für das Jahr 1985, die vom Institut für angewandte Systemforschung und Prognose, Hannover, erstellt wurde.

In der Juliausgabe dieser Zeitschrift sind drei Beiträge zur möglichen Entkopplung von Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum erschienen<sup>1)</sup>. Die Autoren waren sich darin einig, daß man von einer zwangsläufigen Anbindung des Energieverbrauchs an das Wirtschaftswachstum nicht sprechen kann. Dies gilt im speziellen Sinne auch für den Stromverbrauch. Die energiepolitische Diskussion, die sich seit der Ölkrise vom allgemeinen Energieverbrauch zunehmend auf den Verbrauch von Strom und hier wiederum auf den Einsatz der Kernenergie verlagert hat, wird trotzdem nach wie vor mit großer Heftigkeit geführt.

In dieser Debatte um den Einsatz der Kernenergie mischen sich seit einiger Zeit neue Töne. Während das Hauptargument bei den Befürwortern der Kernenergie noch vor zwei Jahren die zu erwartenden Kapazitätsengpässe bei der Stromerzeugung waren, treten in letzter Zeit bei dieser Gruppe eigentlich nur noch die Argumente der besonderen Preiswürdigkeit von Atomstrom und verstärkt die der langfristigen Sicherung der Energieversorgung durch den Einsatz der Kernenergie, einschließlich der schnellen Brüter, auf.

<sup>1)</sup> Vgl. das Zeitgespräch „Entkopplung – Schlagwort oder mehr?“ mit Beiträgen von Werner Müller und Bernd Stoy („Wachstum ohne mehr Energie?“), Dieter Schmitt und Hans Jürgen Schürmann („Wachstum ohne Energieverbrauchsanstieg?“) und Rolf Bauerschmidt („Wirtschaftswachstum ohne Energiewachstum?“), in: WIRTSCHAFTSDIENST, 58. Jg. (1978), H. 7, S. 327 ff.

<sup>2)</sup> Vgl. E. Pestel u. a.: Das Deutschland-Modell. Herausforderungen auf dem Weg ins 21. Jahrhundert, Stuttgart 1978, S. 141 ff.

*Klaus-Peter Möller, 40, Dipl.-Volkswirt, ist Mitarbeiter des Instituts für angewandte Systemforschung und Prognose e. V. (ISP) in Hannover. Dr. Wolfgang Ströbele, 30, ist wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre der Technischen Universität Hannover und gehört zu den Gründern des ISP.*

Während die Gegner der Kernenergie bisher ausschließlich auf die Gefährlichkeit beim Einsatz von Kernkraftwerken hingewiesen haben, erscheint hier in letzter Zeit häufiger das Argument, Kernenergieanlagen wären deshalb gar nicht nötig, weil im Augenblick bei der Stromerzeugung ohnehin eine Überkapazität bestehe und die zu erwartenden Zuwächse des Stromverbrauchs auch mit herkömmlichen Kraftwerken ohne weiteres abzudecken sind, mit anderen Worten die Kernenergieanlagen aus Kapazitätsgründen gar nicht notwendig seien. Es wird sogar zunehmend argumentiert, daß die augenblicklichen Überkapazitäten bei der Stromerzeugung sich bis 1985 noch vergrößern werden.

Im Rahmen einer größeren Systemanalyse der zukünftigen Lebensbedingungen in der Bundesrepublik Deutschland<sup>2)</sup> haben wir versucht, mit den aufgebauten Computermodellen der Frage nachzugehen, ob die vorhandene und geplante Stromerzeugungskapazität und die zu erwartenden Verbrauchszuwächse in Einklang zu bringen sind. Bevor auf die zukünftige Entwicklung eingegangen wird, soll die Bedeutung der elektrischen Energie für die gesamte Energieversorgung der Bundesrepublik kurz dargestellt werden.

**Tabelle 1**  
**Energieverbrauch in der Bundesrepublik 1975**  
(in Mill. t SKE)

	Haushalte	Wirtschaft	Verkehr	Summe
Öl	33	54	45	131
Kohle	9	21	—	31
Gas	8	30	—	38
Strom	8	21	1	30
Fernwärme	2	2	—	4
Summe	60	128	46	234

Quelle: E. Pestel u. a., a. a. O., S. 162.

Am gesamten Endenergieverbrauch der Bundesrepublik hatte der Strom 1975 einen Anteil von knapp 13 % (vgl. Tabelle 1). Zur Erzeugung dieser

13 % des gesamten Endenergieverbrauchs waren jedoch fast 30 % des gesamten Primärenergieeinsatzes der Bundesrepublik nötig (vgl. Tabelle 2). Strom hat mit Abstand die größten Umwandlungsverluste. Dieser hohe Einsatz von Primärenergie bei der Stromerzeugung zeigt, daß Strom eine Edelenergie ist, die nur in ganz bestimmten Anwendungsbereichen sinnvoll eingesetzt werden sollte.

**Tabelle 2**  
**Primärenergieeinsatz und Endenergieverbrauch**  
**in der Bundesrepublik 1975**  
(in Mill. t SKE)

Primärenergieeinsatz		Endenergieverbrauch		Umwandlungsverlust
Erdöl	145	Oilprodukte (Benzin usw.)	131	14
verstromte Primärenergieträger	95	Strom	30	65
Erdgas	41	Gas	38	3
Steinkohle und Braunkohle	35	Kohleprodukte	31	4
Fernwärme	4	Fernwärme	4	—
Primärenergieträger als Rohstoff eingesetzt	30	Produkte aus Energieträgern	28	2
<b>Summe</b>	<b>350</b>		<b>262</b>	<b>88</b>

Strom hat gegenüber allen anderen Endenergien aber noch eine weitere Besonderheit. Während alle anderen Endenergien mehr oder weniger lagerfähig sind, besteht bei Strom die Besonderheit, daß er im Augenblick des Verbrauchs erzeugt werden muß. Da der Verbrauch jedoch nicht gleichmäßig über Tages-, Wochen- und Jahreszeiten erfolgt, müssen sich die Stromerzeugungskapazitäten nach der Höhe des Spitzenbedarfs richten. Dies gilt zwar auch für alle anderen Primärenergieträger. Bei ihnen ist es jedoch lediglich notwendig, eine Lagerinfrastruktur zwischenschalten, und es müssen keine Produktionskapazitäten auf Vorrat gehalten werden. Auch diese Tatsache unterstreicht den Charakter des Stroms als Edel-

**Tabelle 3**  
**Entwicklung des Stromverbrauchs**  
**und der Leistungsanforderungen der Verbraucher**  
**1974 bis 1977**  
(in TWh und GW)

	1974	1975	1976	1977
Gesamtstromabgabe <sup>1)</sup> an das öffentl. Netz (in TWh)	245,6	244,1	270,5	273,55
Höchstlast im öffentl. Netz einschließlich ca. 3 GW Industrie-einspeisung (in GW)	41,3	43,8	46,1	47,0

<sup>1)</sup> Hier sind nur Höchstlast und Verbrauch über das öffentliche Netz berücksichtigt. In den späteren Tabellen werden immer die Industrie- und Bundesbahnkraftwerke einbezogen.

Quellen: Vereinigung deutscher Elektrizitätswerke VDEW (Hrsg.): Die öffentliche Elektrizitätsversorgung 1975, Frankfurt 1976; dies.: Die öffentliche Elektrizitätsversorgung 1976, Frankfurt 1977; Verband industrielle Kraftwirtschaft VIK (Hrsg.): Statistik der Energiewirtschaft, Essen 1977; ders.: Statistik der Energiewirtschaft, Essen 1978; für 1977 nach Auskunft der VDEW.

energie, die nicht in Bereichen eingesetzt werden sollte, die durch andere Endenergien abgedeckt werden können.

Neben den Stromverbrauchszahlen, die üblicherweise in Mill. t Steinkohleneinheiten (SKE) oder Terawattstunden (TWh = 1 Mrd. Kilowattstunden) gemessen werden, ist es daher notwendig, auch Aussagen über die zukünftige Höhe der Leistungsanforderungen der Verbraucher zu machen. Wie Tabelle 3 zeigt, steigen der Stromverbrauch in TWh und die Leistungsanforderungen der Verbraucher in Gigawatt (GW = 1000 Megawatt) durchaus nicht im gleichen Rahmen.

Entsprechend den Abnahmegewohnheiten der Verbraucher, die z. B. für den privaten Haushalt und den Industriebetrieb sehr unterschiedlich sind, bildet sich über den Tag eine Lastkurve der Stromabgabe, die in der Regel in den Morgen- und Mittagsstunden eine hohe Lastanforderung der Verbraucher zeigt und in den Nachtstunden eine niedrige. Über das Jahr gesehen ist außerdem im Winter die Lastanforderung bedeutend höher als im Sommer. Da Strom nicht speicherbar ist, müssen die Kraftwerke nach der höchsten Tagesspitze eines Wintertages ihre Kapazität ausrichten. Zusätzlich ist es notwendig, für den Fall eines Kraftwerksausfalles eine gewisse Reservekapazität zu halten. Diese Reservekapazität beträgt nach Erfahrungswerten etwa 20 % der Höchstlast.

**Tabelle 4**  
**Entwicklung der Stromerzeugungskapazität**  
**und der Leistungsanforderungen der Verbraucher**  
**1971 bis 1977**  
(in GW)

	1971	1973	1975	1977
Kapazität der öffentl. Kraftwerke einschl. ca. 3 GW Industrieanteil	38,6	48,6	60,5	69,9
Höchstlast im öffentlichen Netz	33,4	39,5	43,8	47,0
Differenz in %	15,6	23,0	38,1	48,7

Quelle: Verband industrielle Kraftwirtschaft VIK (Hrsg.): Statistik der Energiewirtschaft, Essen 1978.

Zwischen 1971 und 1977 ist die Differenz zwischen der Höchstlast und der vorhandenen Stromerzeugungskapazität ständig gewachsen (vgl. Tabelle 4). Im Jahre 1977 wird auch von der Elektrizitätswirtschaft eine Überkapazität gesehen.

Warum laufen Planung und tatsächlicher Lastzuwachs zunehmend auseinander? Welche Prognosemethoden sind angewendet worden? Um dieser Frage nachgehen zu können, sollen im folgenden die gebräuchlichsten Prognoseverfahren auf ihren Aussagewert hin beurteilt werden.

Zukunftsgewißheit und Freiheit sind zwei Seiten einer Medaille. Selbst wenn man alle Naturge-

setze und quasi-gesetzlichen sozialen und wirtschaftlichen Zusammenhänge kennen könnte, gäbe es in einem offenen komplexen System, das durch Änderungen der Politik, Naturkatastrophen, neue Entdeckungen etc. „Störungen“ ausgesetzt ist, derart viele Zukunftsverläufe, daß jede Zukunftsvorhersage spekulativ sein muß. Gegenüber dieser grundsätzlichen Zukunftsungewißheit gibt es nun zwei vorausschauend planende Haltungen und damit auch Prognosephilosophien.

Zum einen kann ein wünschenswertes Bild einer Zukunft entworfen werden. Dieses wird dann mit den heutigen Trägheiten einer Vergangenheit, die die Freiheits- und Handlungsspielräume einengen, gekoppelt, so daß die Prognose darin besteht, den Übergang auf die erwünschte Zukunft zu untersuchen<sup>3)</sup>.

Der zweite Prognoseansatz basiert auf einer Verlängerung der Vergangenheit, die entweder durch Trendschätzungen oder durch komplexe Modelle vorgenommen wird. Veränderungen gegenüber der Vergangenheit ergeben sich durch von außen einzubringende Restriktionen (z. B. als verteuerte Ölimporte) oder veränderte Verhaltensweisen (z. B. andere Heizgewohnheiten). Dies ist tendenziell ein konservatives Vorgehen, mit dem auch Fehler und langfristig eventuell unhaltbare Verhaltensweisen in die Zukunft verlängert werden. Durch die Verwendung vermeintlich stabiler Beziehungen aus der Vergangenheit, so z. B. zwischen Sozialprodukts- und Energieverbrauchs-wachstum zwischen 1962 und 1973, räumt man den politischen Gestaltungsmöglichkeiten der Zukunft zu wenig Spielräume ein<sup>4)</sup>.

### Prognoseverfahren

Langfristige Planungen, wie sie z. B. im Kraftwerksbereich vorgenommen werden müssen, sollten so strukturiert sein, daß keine zu großen Prognosefehler auftreten. Die beiden grundsätzlich verfügbaren Prognoseansätze, qualitative und quantitative Verfahren, kommen in der Regel beide zu quantifizierten Prognosewerten, jedoch werden diese unterschiedlich gewonnen. Qualitative Verfahren (Befragungen, freie Schätzungen, Brainstorming, Delphi-Methode etc.) haben in jeder Prognose ihren Platz, und sei es nur, wenn die wichtigsten Variablen und deren Zusammenspiel ermittelt werden sollen. Für die Kraftwerksplanungen sind sie heute allein nicht mehr relevant.

Die quantitativen Prognoseverfahren basieren auf der Analyse von Daten der Vergangenheit, wobei

<sup>3)</sup> Für die Energiepolitik vgl. z. B. A. L o v i n s : Energy Strategy: The Road not Taken?, in: Foreign Affairs, Oktober 1976; wiederabgedruckt in: No Man Apart, November 1976, Friends of the Earth, London.

<sup>4)</sup> Vgl. dazu das Zeitgespräch „Entkopplung – Schlagwort oder mehr?“, in: WIRTSCHAFTSDIENST, a. a. O.

nicht nur Werte der zu prognostizierenden Größe, sondern eine Vielzahl anderer wichtiger Einflussfaktoren eingehen. In einer wachsenden Wirtschaft ist die Trendverlängerung der zu prognostizierenden Größe die einfachste akzeptierte Prognosemethode. Diese Methode muß in einer endlichen Welt irgendwann einmal falsch werden, so daß man sie nur verwenden kann, wenn für mittelfristige Planungen davon ausgegangen werden kann, daß die Impulse der Vergangenheit unverändert weiter wirken werden. Sie liefert bei denselben Daten je nach verwendetem Funktionstyp (exponentieller, linearer, logistischer Trend) sehr unterschiedliche Ergebnisse, die letztlich wegen der fehlenden Theorie willkürlich sind.

Die meisten Prognosen beruhen heute auf Regressionsansätzen. Die zu prognostizierende Größe (Strom) wird indirekt auf dem Umweg über die Zukunftsschätzung anderer Größen geschätzt. Dieses Vorgehen ist dann besser als eine direkte Trendschätzung, wenn zum einen die zukünftige Entwicklung der erklärenden Variablen (Sozialprodukt, Zahl der Haushalte, Verkehrsentwicklung) zuverlässiger geschätzt werden kann und wenn die Verknüpfung zwischen den neuen Variablen und der zu prognostizierenden auch zukünftig als stabil und vorhersagbar angesehen werden kann.

### Bedarfsprognosen der Bundesregierung

Die im Auftrag der Bundesregierung erstellten und bei der Formulierung ihrer Energiepolitik verwendeten Prognosen der Forschungsinstitute<sup>5)</sup> basieren auf einem Regressionsansatz. Man kann dieses Vorgehen gewissermaßen als die zur Zeit etablierte Prognose-Standardmethode bezeichnen: Die Bundesregierung gibt den Forschungsinstituten eine bestimmte globale Wachstumsrate für das reale Sozialprodukt vor. In einem zweiten Schritt wird dann eine sektorale Untergliederung durch die Institute vorgenommen – was in der Praxis wohl Vorgabe einer unterschiedlich wachsenden Endnachfrage bedeutet, die dann über die Vorleistungsverflechtung bestimmte Wachstumsraten der sektoralen Wertschöpfung bedeutet. Falls diese „unplausibel“ sind, wird iterativ die Endnachfrage korrigiert, bis ein plausibler Verlauf mit der globalen Wachstumsrate erreicht ist<sup>6)</sup>. Unter Verwendung von sektorspezifischen Energieeinsätzen (Energieeinsatz pro Einheit Produk-

<sup>5)</sup> Vgl. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln und Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (Hrsg.): Die künftige Entwicklung der Energienachfrage in der Bundesrepublik Deutschland und deren Deckung, Essen 1978; im folgenden zitiert als DIW, EWI, RWI: Die künftige Entwicklung ...

<sup>6)</sup> Den Veröffentlichungen ist nur grob die Methode zu entnehmen. Da ein sektoral differenzierter Ansatz bei Vorgabe der globalen Sozialproduktwerte nur zwei Möglichkeiten zuläßt und die oben beschriebene die „vernünftiger“ ist, wird sie hier unterstellt.

tion) wird dann der Energiebedarf der produzierenden Wirtschaft ermittelt. Den Energiebedarf der Haushalte und Kleinverbraucher sowie des Verkehrs errechnet man ähnlich über die geschätzte Fahrzeugdichte oder die Zahl der Haushalte.

Ähnlich gehen auch andere Strom- und Energiebedarfsprognosen, die im Auftrag der Bundesregierung erstellt wurden, vor<sup>7)</sup>. Die Energiebedarfsprognose des Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Instituts des DGB (WSI) und der Prognos AG sowie die sogenannte Fichtner-Studie untersuchen die Entwicklung des Energie- und speziell des Strombedarfs unter alternativen Annahmen über das Wirtschaftswachstum bzw. über unterschiedliche Technologien, die bei der Energieerzeugung und -verwendung zum Zuge kommen.

### Bedarfsprognosen in Unternehmen

Natürlich stellen auch die in der Energiewirtschaft tätigen Unternehmen selbst Energiebedarfsprognosen auf. Die Elektrizitätsversorgungsunternehmen stellen unseres Wissens als Normalprognose relativ einfache Trendschätzungen des Wirtschaftswachstums an, aus denen über Elastizitäten auf einen entsprechend höheren Strombedarf geschlossen wird. Da die Elastizitäten ihrerseits nicht erklärt werden, führt eine solche Prognose dann zu Schwierigkeiten, wenn mittelfristig wirksame Verhaltensänderungen nicht als solche erkannt werden und der verwendete Elastizitätsparameter zu spät korrigiert wird.

Ein ähnliches Vorgehen wie das der von der Bundesregierung beauftragten Forschungsinstitute findet sich in der BP-Studie<sup>8)</sup>, die für die achtziger Jahre zu klären versuchte, ob eine hypothetische Kernenergie-lücke durch Mineralöl gedeckt werden könnte, ebenso wie in der Strombedarfsstudie der Ruhrkohle AG.

Die methodisch interessanteste Studie im Bereich der Energiewirtschaft ist die VDEW-Studie zur Abschätzung des Haushaltsstrombedarfs<sup>9)</sup>. Wegen ihrer exzellenten Grundlage sei sie kurz dargestellt: In jeder Prognose, die auf einem Regressionsansatz beruht, sind die „wichtigsten“ Einflußvariablen zu identifizieren. Eine Prognose der Tagestemperatur in Hannover am Neujahrstag wäre unglaubwürdig, wenn sie als wichtige

Einflußgröße z. B. die Zahl der verschossenen Knallkörper nähme, jedoch ernst zu nehmen, wenn Luftdruck, Bewölkung etc. eingingen. Dieses Urteil treffen wir aufgrund einer theoretischen Vorstellung, die uns sagt, welche Variablen für die Tagestemperatur ausschlaggebend sein können und welche unwichtig sind.

**Tabelle 5**  
**Gegenüberstellung von Strombedarfsprognosen für 1985**

Ausgangswert 1975	310 TWh		
Institution	Strombedarf 1985 in TWh (in %)	Wirtschaftswachstum jährlich (%)	Elastizität
Bundesregierung März 1977 = Institute Fall 1	565 (6,2)	4,0	1,55
WSI Prognos	468 (4,2) 497 (4,8)	2,8 3,4	1,50 1,41
Bundesregierung Dezember 1977 = Institute Fall 2	534 (5,6)	4,0 mit langsamerem Zuwachs in energieintensiven Branchen und Haushalten	1,40
Institute Fall 3	509 (5,1)	3,5	1,46
Fichtner Basisfall	537 (5,7)	3,4	1,67
ISP (Fall 1)	431 (3,4)	2,8	1,20
ISP (Fall 2)	450 (3,8)	3,4 mit Energiesparprogramm	1,12
Ruhrkohle AG	488 (4,6)	3,1	1,48
BP-Studie	525 (5,4)	4,5 mit anderer Basisperiode	1,20
Bundesregierung (Nicht-Haushalte) + VDEW-Haushalte	510 (5,1)	4,0 mit VDEW-Haushalte-Prognose	1,28
Institute Fall 3 + VDEW-Haushalte	484 (4,5)	3,5 mit VDEW-Haushalte-Prognose	1,29
ISP (Fall 2) + VDEW-Haushalte	430 (3,4)	3,4 mit VDEW-Haushalte-Prognose und Energiesparprogramm	1,00

Quellen: Bundesregierung und Institute: BMWI (Hrsg.): Energieprogramm . . . , a. a. O.; DIW, EWI, RWI: Die zukünftige Entwicklung . . . , a. a. O. WSI und Prognos AG: BMFT (Hrsg.): Künftiger Bedarf . . . , a. a. O., und auch U. Steger: Die Stromversorgung 1985 – eine Analyse des Bedarfs und seiner Deckung, in: WSI-Mitteilungen, 8/1977, S. 495-505. Fichtner Ingenieurbüro: Wirtschaftspolitische Steuerungsmöglichkeiten zur Einsparung von Energie durch alternative Technologien, Teil III, Essen 1978 (Angabe 457 TWh und 80 TWh für den Umwandlungsbereich). ISP: E. Pestel u. a.: Das Deutschland-Modell, a. a. O. Ruhrkohle AG: Wirtschaftstrends 4, Manuskript, Essen, August 1977. BP-Studie: Deutsche BP (Hrsg.): Energie 2000, a. a. O. VDEW (Hrsg.): Überlegungen . . . , a. a. O. Berechnungen der Wachstumsraten 1985/75 und der Elastizitäten zum Teil selbst durchgeführt.

Unseres Erachtens hat die VDEW-Prognose als einzige Energiebedarfsstudie in Deutschland explizit an der Deckung bestimmter Bedürfnisse mit Energie (speziell Strom) angesetzt; Berechnet man den Strombedarf der Haushalte aus der Zahl der Kühlschränke, elektrischer Maschinen, Speicherheizungen etc., so sind demgegenüber Rechnungen über Einkommensgrößen oder andere wirtschaftliche Indikatoren relativ „unwichtig“. Die VDEW-Prognose konnte diesen Detaillierungsgrad auch nur für den Bereich der privaten Haushalte erreichen. Eine ähnliche Studie ist höchstens noch für den Verkehr aufzustellen. Für die Kleinver-

<sup>7)</sup> Vgl. BMFT (Hrsg.): Künftiger Bedarf an elektrischer Energie in Abhängigkeit von wirtschafts- und gesellschaftspolitischen Entwicklungen und dessen Deckung insbesondere mit Hilfe der Kernenergie, Forschungsbericht K76-03, Juli 1976, und K. Meyer-Abrich: Wirtschaftspolitische Steuerungsmöglichkeiten zur Einsparung von Energie durch alternative Technologien, Teil III, Essen 1978.

<sup>8)</sup> Deutsche BP (Hrsg.): Energie 2000, Hamburg 1977.

<sup>9)</sup> Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW): Überlegungen zur künftigen Entwicklung des Stromverbrauchs privater Haushalte in der Bundesrepublik Deutschland bis 1990, Frankfurt/M. 1977

braucher und die Industrie fehlen die wichtigen und sicher viel zu umfangreichen technischen Detailinformationen an einer Stelle. Da die VDEW-Studie keine Gesamtprognose des Strombedarfs liefert, wird sie in der zusammenfassenden Tabelle 5 mit anderen Strombedarfsstudien kombiniert, indem dort der Sektor Haushalte und Kleinverbraucher nach Schätzungen untergliedert wird und anschließend die Haushaltswerte der VDEW-Studie eingesetzt werden.

### Prognosen mit großen Simulationsmodellen

Prognosen nach den oben genannten Verfahren haben in der Regel den Nachteil, daß sie Interdependenzen innerhalb des ökonomischen Systems bzw. zwischen Wirtschaft und technischen Größen nicht berücksichtigen können. Diesem Mangel kann mit zwei verschiedenen Verfahren zumindest vom Konzept her begegnet werden: Iterative Verfahren und Simulationsmodelle. Auch bei Regressionsansätzen sind bei komplexen Modellen Iterationen „normal“. Man vergleiche dazu die oben beschriebene Methode der Forschungsinstitute im Auftrage der Bundesregierung. Derartige Iterationen werden jedoch nur angestellt, um Inkonsistenzen innerhalb der erklärenden Variablen (die sich z. B. in einem Input-Output-System ergeben könnten) zu beseitigen. Im engeren Sinne wäre ein Iterationsverfahren zur Prognose durch ein Wechselspiel zwischen der prognostizierten Größe und den erklärenden Variablen interessanter. So wirkt das Wirtschaftswachstum nicht allein monokausal auf den Strombedarf, sondern der Strombedarf wirkt auch auf das Wirtschaftswachstum, sei es über den Bau von Energieanlagen, sei es im Falle einer Stromlücke als Wachstumsbremse. Derartige Interdependenzen können grundsätzlich am besten in großen Simulationsmodellen nachgebildet werden. In der Praxis ist natürlich die tatsächliche Nachbildung derartiger Interdependenzen sehr schwierig. Zum einen ist für viele Wechselwirkungen keine ausformulierte und akzeptierte Theorie verfügbar, zum anderen scheidet das wünschenswerte Konzept auch oft an Datenproblemen.

Da Simulationsmodelle eine Vielzahl exogener Parameter enthalten, lassen sie es zu, durch das Entwerfen einer bestimmten Zukunftsentwicklung (Szenario) dieser Parameter eine Vielzahl von Prognosen zu erstellen. Diese Vielzahl ist jedoch nicht Ausdruck von Prognoseunsicherheit, sondern jede Prognose ist eine bedingte Prognose unter der Voraussetzung einer bestimmten Politik, bestimmten technologischen Änderungen, Verhaltensänderungen etc., die sich somit in dem jeweiligen Szenario widerspiegeln.

Das weiter unten beschriebene Simulationsmodell des Instituts für Angewandte Systemforschung

und Prognose (ISP)<sup>10)</sup>, an dessen Erstellung die Verfasser mitgearbeitet haben, ist vom letztgenannten Typ. Bevor dieses Modell im Detail diskutiert wird, erfolgt eine Gegenüberstellung von Strombedarfsprognosen in der zusammenfassenden Tabelle 5.

### Gegenüberstellung der Strombedarfsprognosen

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse der Strombedarfsrechnungen für die Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1985 zusammengestellt. In der ersten Spalte ist die Institution aufgeführt, die die Prognose erstellte bzw. veröffentlichte, in der zweiten Spalte die prognostizierte Stromarbeit 1985 samt deren Steigerungsrate im Jahresdurchschnitt gegenüber dem Ausgangswert 1975. Die dritte Spalte weist die unterstellte Wirtschaftsentwicklung aus, und in der vierten Spalte ist die Strombedarfselastizität in bezug auf das Sozialproduktswachstum ausgewiesen. Diese Elastizität gibt an, um wieviel Prozent der Strombedarf steigt, wenn das reale Sozialprodukt um 1% erhöht wird.

Obwohl sich die Bundesregierung nach ihrer eigenen Einschätzung im „Mittelfeld“ der Prognosen bewegt<sup>11)</sup>, zeigt Tabelle 5 deutlich:

Die Wachstumsraten des Stromverbrauchs werden nur von der Bundesregierung auf über 5,5% p. a. geschätzt. Selbst wenn man unserer ISP-Prognose (Fall 1) skeptisch gegenübersteht, so zeigen doch die Rechnungen anderer, daß eher ein Strombedarfswachstum von etwa 4–5% p. a. für die kommenden Jahre im Durchschnitt erwartet wird.

Das erreichbare Wirtschaftswachstum wird von der Bundesregierung am höchsten angesetzt – angesichts der sonst zu erwartenden Arbeitsmarktprobleme zwar verständlich, jedoch nicht unbedingt richtig. In einem zu hohen Vorhalten bei den Wachstumsraten liegt jedoch auch eine energiepolitische Gefahr, daß nämlich erhebliche Überkapazitäten in der Stromversorgung aufgebaut werden. Auf diesen Punkt wird im folgenden noch gesondert eingegangen.

Insbesondere wenn der Bereich mit extrem hohen Stromverbrauchssteigerungen in den Prognosen durch die sehr gute VDEW-Untersuchung ersetzt wird, ergeben sich Veränderungen, die sich in einer Senkung des Elastizitätsparameters niederschlagen.

Im folgenden soll genauer dargelegt werden, wie sich die auf den ersten Blick extrem niedrigen Strombedarfsschätzungen des ISP für 1985 erge-

<sup>10)</sup> Veröffentlicht in mehreren Gutachten und Einzelpublikationen. Am leichtesten nachlesbar in E. Pestel u. a., a. a. O., Kap. 6.

<sup>11)</sup> Vgl. BMWI (Hrsg.): Energieprogramm der Bundesregierung, Zweite Fortschreibung vom 14. 12. 1977.

ben und worin sich unsere Grundannahmen von denen anderer Prognosen unterscheiden.

Das von uns benutzte Prognoseverfahren stützt sich auf ein Computermodell der Kategorie „offenes, szenarienabhängiges Simulationsmodell“. Das Gesamtmodell läßt sich in drei Hauptbereiche aufteilen:

- Bevölkerungsbereich
- Wirtschaftsbereich
- Technologiebereich

Bevor also Aussagen zum Strombedarf und zur Stromkapazität als Modellergebnis ausgedrückt werden, muß das gesamte Spektrum an Rahmenbedingungen, angefangen von der Bevölkerungsentwicklung über die Wirtschaftsentwicklung bis zur technologischen Entwicklung durchlaufen werden. Auf diese Weise ist jedes Modellergebnis im Technologieteil nicht isoliert zu betrachten, sondern immer abhängig von den Modellergebnissen in der Bevölkerungsebene und der Wirtschaftsebene. Zusammengefaßt ergeben sich in den beiden hierarchisch der Technologieebene übergeordneten Modellebenen folgende Entwicklungen bis zum Jahre 2000:

Die Gesamtbevölkerung nimmt bei steigendem Ausländeranteil um etwa 6% ab, wobei allerdings bis zum Jahre 1990 noch eine Zunahme der Haushalte und der Bevölkerung im erwerbstätigen Alter erfolgt.

Aufgrund der Bevölkerungsentwicklung und der veränderten Außenwirtschaftssituation (flexible Wechselkurse) sowie aufgrund des ständig steigenden Niveaus werden die Wachstumsraten des Bruttosozialprodukts bis zum Jahre 2000 nur noch bei durchschnittlich 2,4% liegen<sup>12)</sup>. Diese 2,4% werden jedoch überwiegend von Branchen erzeugt, die einen geringen Energiebedarf (Dienstleistungen) haben. Mit entsprechend geringeren Zuwachsraten entwickelt sich daher auch der zukünftige Stromverbrauch. Die Modellergebnisse für die einzelnen Jahre nach 1975 sind in Tabelle 6 dargestellt.

**Tabelle 6**

**Modellrechnung zum zukünftigen Stromverbrauch**  
(In TWh)

Jahr	Stromverbrauch
1975	308
1985	431
1990	489
2000	674

Welchem Kapazitätsbedarf bei den Kraftwerken entsprechen nun diese Stromverbrauchszahlen? Wenn man jeder Branche und jedem der fünf Verbrauchsbereiche im Haushalt (Heizen, Kochen, Warmwasserbereitung, Licht, elektrische Geräte)

ganz bestimmte typische Tageslastkurven zuordnet, die auch noch über die Wochentage und über die Jahreszeiten dynamisch gestaltet sind, so kann man durch die Beobachtung der Veränderungen der einzelnen Teilkomponenten eine sogenannte „Lasttopographie“ eines ganzen Jahres darstellen.

Bezieht man nun die Veränderungen des Strombedarfs zwischen 1975 und 1985 in das Modell ein, so wird ein Lastgebirge für das Jahr 1985 erzeugt. Dieses Lastgebirge gibt uns folgende Informationen, die wir bei der Beurteilung der zukünftigen notwendigen Kraftwerkskapazität benutzen können:

Differenz zwischen Schwachlast- und Hochlastzeiten (Schroffheit des Lastgebirges);

Tag der Höchstlast im Jahr;

Strommenge und Höchstlast in den Lastbereichen Grundlast, Mittellast und Höchstlast.

Als Grundlast bezeichnet man denjenigen Lastanteil, der während eines 24-Stunden-Tages praktisch ständig, also auch während der Nacht, benötigt wird. Als Spitzenlast wird derjenige Lastbereich ermittelt, der sich bei besonders schroffen Übergängen von Niedrig- zu Höchstlastzeiten ergibt. Diese Übergänge liegen vor allen Dingen in den frühen Morgenstunden (7–9 Uhr), in den Mittagsstunden (11–12 Uhr) und in den späten Abendstunden (21–22 Uhr). Als Mittellast wird der Bereich zwischen Grundlast und Spitzenlast bezeichnet.

Da ganz bestimmte Kraftwerkstypen zu jedem Lastbereich gehören, spielen diese bei der Ermittlung des zukünftigen Kapazitätsbedarfs eine erhebliche Rolle. In der Grundlast werden diejenigen Kraftwerke gefahren, die, ausgehend von ihren Primärenergieeinsätzen, den billigsten Strom erzeugen. Dieses sind vor allem die Laufwasserkraftwerke, die Braunkohlenkraftwerke und die Kernkraftwerke. In der Mittellast werden dagegen die Kraftwerke mit höheren Energieeinsatzkosten benutzt, d. h. vor allem die Gaskraftwerke, die Ölkraftwerke und die Steinkohlenkraftwerke. Die Spitzenlast decken vor allem Gasturbinen und sogenannte Pumpspeicherkraftwerke ab, bei denen es weniger auf den effektiven Strompreis als auf die Reaktionsgeschwindigkeit beim Hochfahren der Anlagen ankommt.

Da wir mit dem Computer die Volumina der einzelnen Gebirgsschichtungen für die Grund-, Mittel- und Spitzenlast auszählen lassen können, kennen wir auch die Strommengen, die in den drei Lastbereichen in Zukunft verbraucht werden. Tabelle 7 gibt einen Überblick über die zu erwarten-

<sup>12)</sup> Bis zum Jahre 1985 ergibt sich im Referenzfall ein Wachstum von durchschnittlich 2,8%.

den Stromverbräuche in den drei Lastbereichen unter Status-quo-Bedingungen.

**Tabelle 7**  
**Verbrauch von Stromarbeit**  
(in TWh)

Jahr	Grundlast	Mittellast	Spitzenlast	Summe
1985	315	110	6	431
1990	364	118	7	489
2000	481	179	14	674

Außerdem können wir feststellen, wie lange die einzelnen Kraftwerkstypen im Jahresdurchschnitt eingesetzt werden können. Daher ist ein direkter Rückschluß auf die benötigten Kraftwerkskapazitäten in den einzelnen Lastbereichen möglich. Tabelle 8 zeigt die nach den Berechnungen unseres Modells notwendigen Kraftwerkskapazitäten zwischen 1985 und dem Jahr 2000.

**Tabelle 8**  
**Benötigte Kraftwerkskapazität**  
(in GW)

Jahr	Grundlast	Mittellast	Spitzenlast	Kapazität
1985	50,5	28,9	9,4	88,8
1990	56,0	32,8	11,0	99,8
2000	71,0	44,9	14,0	129,9

Um nun beurteilen zu können, ob sich im Jahre 1985 oder danach eine Überkapazität ergibt, müssen die Planungszahlen für die notwendige Kraftwerkskapazität diesen Bedarfszahlen gegenübergestellt werden. Eine Koordination der Planung der einzelnen Elektrizitätsversorgungsunternehmen erfolgt im Bundesministerium für Wirtschaft. Hier ging man bis März 1977 für das Jahr 1985 von Planzahlen aus, die in der 1. Spalte von Tabelle 9 dargestellt sind; die Revision dieser Planzahlen aufgrund der Entwicklung im Jahre 1977 ist in der folgenden Spalte eingetragen.

**Tabelle 9**  
**Ursprüngliche und revidierte Planung von Kraftwerkskapazitäten im Jahre 1985**  
(in GW)

	ursprüngliche Planung	revidierte Planung
Wasserkraft	7,5	7,5
Braunkohle	14,7	14,7
Kernenergie	30,0	24,0
Steinkohle	25,4	27,7
Öl	15,7	15,7
Gas	16,2	16,0
Sonstige	4,9	4,7
	114,5	110,3

Quelle: DIW, EWI, RWI: Die künftige Entwicklung . . . , a. a. O., S. 70, 132.

Vergleicht man diese Planungszahlen mit den für 1985 errechneten notwendigen Kapazitäten, so

wird schnell deutlich, daß bei Realisierung selbst der revidierten Planung eine erhebliche Überkapazität von über 20 GW entstehen würde.

Es ist nun zu fragen, ob die wegen der bereits erwähnten langen Planungs- und Bauzeiten von Kraftwerken besonders weit in die Zukunft reichende Planung noch so flexibel gehandhabt werden kann, daß sich die Elektrizitätswirtschaft auf die veränderten Verbrauchsbedingungen für elektrischen Strom einstellen kann. Es muß daher geprüft werden, inwieweit die Planungszahl für 1985 überhaupt noch revidiert werden kann.

Als nicht mehr veränderliche Planungsgrößen können die im Bau befindlichen Kraftwerke angesehen werden. Zum aktuellen Zeitpunkt sind folgende Einheiten im Bau bzw. unmittelbar vor der Fertigstellung<sup>13)</sup>:

	Megawatt (MW)
Wasserkraft	31
Braunkohle	105
Kernenergie	9 883
Steinkohle	1 700
Gas	830
Heizöl	215
	<hr/>
	12 764

Rechnet man von der Ende 1977 vorhandenen Kapazität von 83,7 GW bis 1985 noch ca. 4000 MW für die Stilllegung älterer Steinkohlenkraftwerke ab, so ergibt sich für das Jahr 1985 eine Kapazität von etwa 92 GW, eine Zahl, die als ausreichend für die Abdeckung der aufgrund unserer Modellrechnungen anfallenden Last angesehen werden kann.

Als Resümee dieser Betrachtungen kann gelten, daß von den hochfliegenden Plänen der verschiedenen im Elektrizitätsmarkt tätigen Gruppen erhebliche Abstriche gemacht werden müssen. Dies gilt sowohl für die Pläne, bis 1985 noch ca. 8000 MW neue Steinkohlenkraftwerke zu bauen, als auch für den Bereich der Kernenergie, wo für weitere 12 600 MW konkrete Planungen vorliegen. Damit dürfte auch die Frage wieder interessant werden, ob nicht die nach 1985 anfallenden Stromverbrauchszuwächse durch konventionelle Anlagen abzudecken sind und ob für eine Kernkraftwerkskapazität von 16–18 GW überhaupt ein eigenes Wiederaufbereitungszentrum notwendig wird. Eine erhebliche Überkapazität bei den Kraftwerken scheint unvermeidlich, wenn die Zubaupläne, die in der Fortschreibung des Energieprogramms von Dezember 1977 genannt sind, verwirklicht werden. Dieses kann vermieden werden, wenn das geplante Bauprogramm zeitlich bis in die 90er Jahre hinein gestreckt wird.

<sup>13)</sup> Vgl. Verband industrielle Kraftwirtschaft VIK: Statistik der Energiewirtschaft, Essen 1978, S. 92 f.