ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Majer, Helge; Rühle, Gertrud; Thöne, Eberhard

Article — Digitized Version

Energieprognosen im Vergleich

Wirtschaftsdienst

Suggested Citation: Majer, Helge; Rühle, Gertrud; Thöne, Eberhard (1981) : Energieprognosen im Vergleich, Wirtschaftsdienst, ISSN 0043-6275, Verlag Weltarchiv, Hamburg, Vol. 61, Iss. 4, pp. 170-177

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/135546

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.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

ENERGIEPOLITIK

Energieprognosen im Vergleich

Helge Majer, Gertrud Rühle, Eberhard Thöne, Stuttgart

Energieprognosen müssen eine außerordentliche Regenerationsfähigkeit aufweisen: kaum gestellt, werden sie schon als veraltet angesehen. Ein Vergleich von Energieprognosen beschreibt daher immer den Schnee von gestern. Im folgenden Artikel sollen daher nicht die Treffergenauigkeit verschiedener Energieprognosen untersucht, sondern die „qualitativen Inputs" an verwendeten Methoden, Modellformulierungen und Annahmen im Hinblick auf ihre Vollständigkeit, Konsistenz und Plausibilität analysiert werden.

So aktuell die Energiediskussion auch immer sein mag, Energieprobleme sind Langfristprobleme, und wir müssen uns heute Gedanken über unsere Energieversorgung in den nächsten Jahren machen. Denn Planung, Bau und Inbetriebnahme eines Kraftwerkes dauern zehn Jahre.

Für den Energiepolitiker heißt diese Zukunftsplanung, daß er frühzeitig wissen muß, ob seine gesetzten Ziele erreichbar sind, und wenn nicht, welche Maßnahmen er ergreifen muß, um diese Ziele zu realisieren. Hierzu sind zunächst zwei Schritte notwendig:

☐ Es ist eine Prognose über den zu erwartenden Gesamtenergiebedarf (Nachfrage) zu erstellen, und zwar für bestimmte Prognosejahre, und

☐ es ist eine optimale Angebotsmischung nach Energieträgern für die Prognosejahre zu ermitteln, die die einzelnen Energieträger nach den energiepolitischen Zielen bewertet.

Auf dieser Grundlage können Maßnahmen ergriffen werden, die die Nachfrage nach Energie im Sinne der politischen Ziele beeinflussen und das Angebot in einer optimalen Mischung bereitstellen. Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich vor allem mit der Frage der Energieprognosen.

Der Energiepolitiker, der eine Prognose über den Gesamtenergiebedarf als Handlungsgrundlage sucht, sieht sich von der Wissenschaft nicht im Stich gelassen. Die Ergebnisse einiger solcher Prognosen gibt Tabelle 1 wieder.

Doch wer die Wahl hat, hat auch die Qual: Welche Prognose ist „richtig"? Man weiß, daß keiner dieser Werte im objektiven Sinne richtig ist; die Prognosewerte weisen lediglich eine bestimmte Prognosewahrscheinlichkeit auf. Die Prognosewerte sind „Dann"-Aussagen, „wenn" bestimmte Bedingungen eintreffen. Diese „Wenn"-Bedingungen machen als Annahmen oder Prämissen die Beschreibung der Zukunft aus. Um die Qual der Wahl zu vermindern, liegt es nahe, für größere Transparenz zu sorgen und dafür die „Wenn"-Bedingungen verschiedener Energieprognosen zu vergleichen und den Weg nachzuzeichnen, wie die Prognosewerte berechnet wurden. Diese kritische Beurteilung der verwendeten Methoden, Daten und Prämissen dürfte eine unabdingbare Grundlage für jeden Energiepolitiker bei der Wahl seiner Maßnahmen sein[1]. „Wir hoffen, damit auch eine neuere Tendenz zu unterstützen, nach der die Modellkonstrukteure explizit angeben und manchmal sogar besonders hervorheben, wo die Grenzen ihrer Untersuchung liegen."[2]

Mit dem Vergleich soll aufgezeigt werden, daß die Möglichkeiten, Grenzen und Zeiträume der einzelnen Methoden und Modelle unterschiedlich sind und dementsprechend gewertet werden müssen; die Ergebnisse sollten nachvollziehbar sein. Zwei vergleichende Analysen haben die Verfasser in den Jahren 1977 und

Prof. Dr. Helge Majer, 39, ist Leiter der Abteilung Sozialökonomie des Instituts für Sozialforschung an der Universität Stuttgart. Gertrud Rühle, Dipl.-Volkswirtin, und Eberhard Thöne, 37, Dipl.-Ingenieur, sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Institut für Kernenergetik der Universität Stuttgart.

[1] Politiker haben manchmal eine zwiespältige Einstellung zu den Prognosen der Wissenschaft. Zeigt sich z. B. eine Fast-Übereinstimmung der Prognosen verschiedener Institute, die auch unterschiedliche Methoden verwendet haben, dann wird der Politiker mißtrauisch oder er vermutet – wie geschehen – die schlimmsten Abweichungen. Warum eigentlich? Der gleiche Politiker wird doch nicht bei übereinstimmender und günstiger Prognose seiner Temperatur (Fieber) durch verschiedene Ärzte für den nächsten Tag ein Krankenhausbett bestellen!

[2] R. Stobaugh, D. Yergin (Hrsg.): Energie-Report der Harvard Business School, München 1980, S. 356.

Tabelle 1
Prognoseergebnisse ausgewählter Energiestudien
(Wachstumsraten in %)

	1960 - 1975	1975 - 1985	1985 - 2000
BSP in Preisen von 1962	3,8		
Gutachten, Basisfall		4,0	3,0
Gutachten, Alternative		3,5	2,5
Prognos		4,0	2,0
Pestel[1]		3,0	2,1
Primärenergieverbrauch	3,4		
Gutachten, Basisfall		3,3	1,5
Gutachten, Alternative		3,0	1,2
Prognos		3,0	–
Pestei		2,2	2,0
Energieverbrauch	3,2		
Gutachten, Basisfall		2,8	0,7
Gutachten, Alternative		2,6	0,5
Prognos		2,3	–
Pestei		1,7	1,8
Stromverbrauch	6,8		
Gutachten, Basisfall		5,8	3,7
Gutachten, Alternative		5,3	3,2
Prognos		5,3	–
Pestei		3,9	3,0

[1]Berechnet nach E. Pestei, R. Bauerschmidt, M. Gottwald, L. Hübl, K.-P. Möller, W. Oest, W. Ströbele: Das Deutschland-Modell. Herausforderungen auf dem Weg ins 21. Jahrhundert, Stuttgart 1978. S. 98.

Quelle: Vgl. Fußnoten 5, 6 und 7.

1979 durchgeführt; diese beiden Studien bilden die Grundlage des vorliegenden Beitrags[3].

Unserem Vergleich liegen vier Studien zugrunde: die FEST-Studie[4], das Gemeinschafts-Gutachten[5], die Studie der Pestel-Gruppe[6] und die Prognos-Studie[7]. Ziele, Methoden, Annahmen, Daten und Ergebnisse dieser Studien sind verschieden; sie treffen sich jedoch darin, daß sie alle Prognosewerte der Energienachfrage angeben, und unter diesem Aspekt soll eine Beurteilung vorgenommen werden[8].

Dabei geht es uns nicht darum, in einer Ex-post-Analyse die Treffergenauigkeit der verschiedenen Prognoseergebnisse zu untersuchen[9]. Vielmehr wollen wir versuchen, die „qualitativen Inputs" an Methoden, Modellformulierung und Annahmen einer kritischen Analyse zu unterziehen:

☐ Wie schneiden die einzelnen Studien ab, wenn sie an einem „Idealraster" gemessen werden?

☐ Welchen „Bias" erhalten die errechneten Prognosewerte durch die unterstellten Wirkungszusammenhänge und Annahmen?

Der Idealraster besteht in einer Tabelle, in der den Prognoseelementen

☐ Ausgangssituation (Daten der Vergangenheit und Hypothesen),

☐ Prognose-Annahmen und

☐ Prognose-Ergebnisse

bestimmte Anforderungskriterien gegenübergestellt sind. Der Katalog von Anforderungskriterien wurde aus einer systematischen Betrachtung der Wirtschafts- und Energieproblematik abgeleitet (Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Produktionsfunktionen, Energieflußmodell)[10]. Dadurch ergibt sich in grober Gliederung die in der Tabelle 2 wiedergegebene Unterteilung[11].

Auf dieser Basis ist ein Vergleich der vier betrachteten Energiestudien möglich in bezug auf

☐ Vollständigkeit (sind alle wesentlichen Einflußgrößen berücksichtigt?),

[3] Helge Majer, Gertrud Rühle, Eberhard Thöne: Vergleichende und wertende Analyse ausgewählter Energiestudien, Gutachten im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Verkehr in Baden-Württemberg, Forschungsberichte des IKE, Stuttgart, Stuttgart, Februar 1978; dieselben: Analyse des Deutschlandmodells der Pestel-Gruppe unter besonderer Berücksichtigung der Energieproblematik, Gutachten im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Verkehr in Baden-Württemberg, Forschungsberichte des IKE, Stuttgart, Stuttgart, März 1979.

[4] FEST: Alternative Möglichkeiten für die Energiepolitik. Ein Gutachten. Texte und Materialien der Forschungsstätte der Evangelischen Studiengemeinschaft, Reihe A, Nr. 1, Heidelberg, Mai 1977.

[5] DIW, EWI, RWI: Die künftige Entwicklung der Energienachfrage in der Bundesrepublik Deutschland und deren Deckung – Perspektiven bis zum Jahre 2000. Teil I, Berlin, Essen, Köln, Februar 1977. Ferner existiert ein Nachtrag vom November 1977. Das neue, mit Spannung erwartete Gemeinschaftsgutachten ist auch heute noch nicht verfügbar (Februar 1981).

[6] E. Pestei, R. Bauerschmidt, K.-P. Möller, W. Oest: Das Deutschland-Modell. 1990: 2,5 Millionen potentielle Arbeitslose, in: Bild der Wissenschaft, 1/1978, zitiert als BdW 1/1978; dieselben: Das Deutschland-Modell: Energie bis 2000, in: Bild der Wissenschaft, 2/1978, zitiert als BdW 2/1978; E. Pestel, R. Bauerschmidt, M. Gottwald, L. Hübl, K.-P. Möller, W. Oest, W. Ströbele: Das Deutschland-Modell. Herausforderungen auf dem Weg ins 21. Jahrhundert, DVA, Stuttgart 1978, zitiert als DVA 1978; dieselben: Anpassung des Mesarovic-Pestel-Weltmodells zur Anwendung auf forschungs- und technologierelevante Fragestellungen aus der Sicht der Bundesrepublik Deutschland, Endberichte (26 Bde.), Hannover, Cleveland 1977, zitiert als Endbericht.

[7] D. Schröder: Energie und Arbeitsplätze in einer sich wandelnden Wirtschaft, in: Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Verkehr (Hrsg.): Energiepolitisches Forum 1977. Eine Dokumentation, Stuttgart, Mai 1977, S. 41-76.

[8] Der letzte Renner der Energieprognosen in der Bundesrepublik ist der Bericht der Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages über die zukünftige Kernenergie-Politik. Dieser Bericht schließt im Grunde die gesamte Breite fast aller Energieprognosen ein, die in den letzten Jahren erstellt wurden. Und in den vier aufgezeigten Entwicklungspfaden sind auch alle Annahmen der vorliegenden Energiestudien auffindbar – in unterschiedlicher Mischung. Vgl. zum Bericht der Enquête-Kommission die ausgezeichnete Zusammenfassung von R. Bauerschmidt und K. Schmölling im Rissener Rundbrief vom Februar 1981. Die Studie selbst ist im Sommer 1980 fertiggestellt worden. Vgl. Zukünftige Kernenergie-Politik. Kriterien – Möglichkeiten – Empfehlungen. Bericht der Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages, Bonn 1980.

[9] Vgl. dazu U. Bohnen: Zur Erfolgskontrolle von Energieprognosen, in: Zeitschrift für Energiewirtschaft, Heft 1/1979, S. 40-47; U. Bohnen, H.K. Schneider: Erfolgskontrolle ausgewählter Energieprognosen der Vergangenheit (1960-1973), München 1979.

[10] Obwohl in der statistischen Darstellung der Energiebilanzen Angebot und Nachfrage immer ausgeglichen sind, werden diese beiden Aspekte der Energieproblematik bei den Anforderungskritierien getrennt. Der unterstellte Ausgleich von Angebot und Nachfrage versperrt u. E. den Blick auf wichtige Probleme (Einfluß von Preisänderungen, unterschiedliche Bestimmungsgründe von Angebot und Nachfrage und damit verschiedene Ansatzpunkte für energiepolitische Maßnahmen). Insbesondere ergibt sich daraus die Gefahr einer heillosen Vermischung von Annahmen und Maßnahmen.

[11] Der Leser sei auf die ausführlichen Vergleichstabellen in den zitierten Studien der Verfasser hingewiesen.

Tabelle 2
Anforderungskriterien an Energieprognosen[1]

	ANFORDERUNGSKRITERIEN	PROGNOS	FEST	GEMEIN-SCHAFTSG.	PESTEL
ZIELE	Berücksichtigung der energiepolitischen Ziele	XXX	XXX	OOO	
	Berücksichtigung der wirtschaftspolitischen Ziele	OOO	XXX	OOO	
	Berücksichtigung der gesellschaftspolitischen Ziele		XXX		
AUSGANGSSITUATION (Daten und Hypothesen)	Politische und soziale Rahmenbedingungen	OOO	OOO	OOO	OOO
	Wirtschaftsdaten	OOO	OOO	OOO	XXX
	Primärenergie	XXX	XXX	XXX	XXX
	Energieumwandlung	OOO		XXX	XXX
	Endenergie	XXX	OOO	XXX	XXX
	Nichtenergetischer Verbrauch	OOO		XXX	OOO
	Einsparpotential	OOO	XXX	OOO	OOO
	Umweltbelastung		OOO		
	Kennziffern	XXX	OOO	XXX	XXX
	Korrelationen	OOO	OOO	XXX	XXX
PROGNOSE (Annahmen)	Annahmen über Rahmenbedingungen		OOO	OOO	OOO
	Annahmen über Wirtschaftsdaten	OOO	OOO	OOO	XXX
	Annahmen über Primärenergie	XXX	XXX	XXX	XXX
	Annahmen über Energieumwandlung			XXX	XXX
	Annahmen über Endenergie	OOO		XXX	XXX
	Annahmen über nichtenerg. Verbrauch			XXX	
	Annahmen über Einsparpotential	OOO	XXX	OOO	OOO
	Annahmen über Umweltbelastung			OOO	
	Annahmen über Kennziffern	OOO	OOO	OOO	XXX
	Annahmen über Korrelationen		XXX		XXX
PROGNOSE (Ergebnisse)	Ergebnisse über Primärenergie	XXX	XXX	XXX	XXX
	Ergebnisse über Energieumwandlung	OOO		XXX	XXX
	Ergebnisse über Endenergie	XXX		XXX	XXX
	Ergebnisse über nichtenerg. Verbrauch	OOO		XXX	OOO
	Ergebnisse über Umweltbelastung		XXX		
ZIELAB-WEICHUNG	Abweichung gesellschaftspolitischer Ziele		XXX		
	Abweichung wirtschaftspolitischer Ziele	XXX	XXX		
	Abweichung energiepolitischer Ziele	OOO	XXX	OOO	
MASSNAHMEN	Maßnahmen in bezug auf gesellschaftspolitische Ziele		OOO		
	Maßnahmen in bezug auf wirtschaftspolitische Ziele		OOO		XXX
	Maßnahmen in bezug auf energiepolitische Ziele	XXX	XXX		OOO

[1]Erläuterungen zu den Einstufungen vgl. Text.
XXX Behandelt OOO Erwähnt [ ] Nicht behandelt

□ Konsistenz (ist die Folge Ausgangssituation → Prognose-Annahmen → Prognose-Ergebnisse herstellbar und widerspruchsfrei?),

□ Plausibilität (sind die vorgebrachten Hypothesen über Entwicklung und Zusammenhang von Variablen plausibel?).

Die Tabelle 2 gibt grobe Auskünfte über die Frage der Vollständigkeit. Danach liegen die Schwerpunkte der Studien bei folgenden Problemen:

□ *FEST:* Diskussion der ökologischen und sozialen Konsequenzen, die im Rahmen der Energieproblematik auftreten.

□ *GEMEINSCHAFTS-GUTACHTEN:* Ausführliche Analyse und Prognose des gesamten Energiesektors auf sektoraler Ebene (drei Verbrauchssektoren).

□ *PESTEL:* Analyse der Bevölkerungs- und Ausbildungsstruktur der Wirtschaftssektoren und des Energieflusses auf sektoraler Ebene (20 Wirtschaftssektoren).

□ *PROGNOS:* Analyse des Wirtschafts- und Energiesektors.

Konsistenz- und Plausibilitätsprüfung

Strebt man eine erschöpfende Auskunft über die Energieproblematik an, dann kommt man nicht umhin, bestimmte Teile aus allen Studien zu lesen, FEST zur Umwelt und zum Bereich Soziales, das Gemeinschafts-Gutachten zum Energiemodell, die Pestel-Studie für die Disaggregation dieses Modells und die Anbindung von Sub-Systemen (Bevölkerung, Ausbildung, Kapitalbildung, Weltmarkt) und die Prognos-Studie für die kompetente Diskussion von relativen Preisen, Elastizitäten und Substitutionsprozessen.

Unabhängig von der vollständigen Behandlung aller Probleme, die mit Energie zusammenhängen (und die natürlich niemals von *einer* Studie gefordert werden kann), ist die Forderung der logischen Konsistenz bei der Erstellung von Prognosen. Wir gehen davon aus, daß Prognose-Ergebnisse durch die unterstellten Prognose-Annahmen begründet sein müssen, und diese wiederum müssen aus einer Analyse der Vergangenheit (Systemanalyse) abgeleitet werden können. Man sollte eigentlich meinen, daß diese Forderung selbstverständlich immer erfüllt ist. Denn gerade die vollständige Abhängigkeit der Prognose-Ergebnisse von den „Wenn"-Bedingungen fordert die Angabe der expliziten und impliziten Annahmen.

[12] Beide Fragen können ineinander übergeführt werden. Im ersten Fall beziehen wir uns mehr auf methodologische Aspekte, im zweiten Fall auf Inhaltliches.

Beurteilen wir die betrachteten Studien vor diesem Hintergrund, dann zeigt sich jedoch ein enttäuschendes Bild: Nur die Pestel-Studie erfüllt das Kriterium der Konsistenz einigermaßen zufriedenstellend. Hier läßt sich überprüfen, mit welcher Sorgfalt die Annahmen über die Zukunft durch eine Ursachenanalyse (moderner: Systemanalyse) der Vergangenheitsentwicklung abgeleitet wurden.

Bei dem wichtigsten Schritt, der Plausibilitätsprüfung, geht es um zweierlei[12]: Erstens, welche Wirkungszusammenhänge sind unterstellt, d. h. welche Struktur hat das Modell? Zweitens, sind die gesetzten Annahmen über die zukünftigen Entwicklungen plausibel? Schwierigkeiten bereitet vor allem der zweite Fall: Die Plausibilität der Prognose-Annahmen der Energiestudien zu beurteilen, heißt, es begründet besser zu wissen als die Modellautoren. Da es aber keine absoluten Grenzen für Plausibilitätsüberlegungen gibt und unsere Einwände auch wieder diskutiert werden können, da ferner die Annahmen oft so vage formuliert sind, daß sie in einer Bandbreite liegen, die jede Kritik aufsaugt, müssen wir uns anders helfen: Wir filtern die wesentlichen, ergebnisbestimmenden Annahmen der Studien heraus, vergleichen sie mit denen anderer Untersuchungen und versuchen aufzuzeigen, welche Wirkungen eine Variation oder Modifikation dieser Annahmen auf die Modellergebnisse hat. Mit dieser groben und „qualitativen Sensitivitätsanalyse" hoffen wir, die Gültigkeitsbereiche der Prognosen einigermaßen abstecken zu können.

Variationsbreite der Prognoseergebnisse

Für die Beurteilung des mutmaßlichen „Bias" der Prognoseergebnisse ziehen wir die in Tabelle 1 zusammengestellten Wachstumsraten sowie die absoluten Werte der folgenden Tabelle 3 heran. Der Einfluß der verschiedenen Annahmen wird durch die beiden Extremwerte der Prognose des Primärenergieverbrauchs für das Jahr 2000 von 760 und 530 Mill. t SKE dokumentiert. Die *Differenz* entspricht etwa dem Gesamtverbrauch an Prämärenergie im Jahre 1962! Welches sind nun die kritischen Annahmen und Wirkungszusammenhänge, die diese eklatanten Unterschiede bewirken? Wir wollen versuchen, diese Frage für die einzelnen oben genannten Studien zu beantworten.

Die FEST-Studie

Die FEST-Energiestudie verwendet die Szenario-Technik, um den zukünftigen Energiebedarf und seine Trägerstruktur abzuschätzen. Es werden zwei (extreme) Szenarien entwickelt, deren Prognosewerte in der Tabelle 3 die obere und untere Grenze darstellen (ohne

Enquête-Kommission). Dabei sollte man über das Szenario 1 nur wenige Worte verlieren: Es dient in einer Art Referenzszenario oder Nullvariante dazu, die Implikationen einer Fortschreibung der Energiepolitik der Bundesregierung nach dem (inzwischen vollständig überholten) Energieprogramm von 1974 für das Jahr 2000 aufzuzeigen. Das Szenario 1 ist damit heute nicht mehr als ein Phantom, auf das sich trefflich einschlagen läßt und das mit der Status-quo-Annahme (Trendfortschreibung bis 2000) ein gerütteltes Maß an Dummheit der Politiker unterstellt, die die dramatischen Entwicklungen auf dem Energiesektor seit 1973 vollständig ignorieren.

Die Lücke des Primärenergiebedarfs wird ausschließlich durch Kernenergie gedeckt; auf die Gefahr einer Plutoniumlandschaft wird mit beschwörenden Worten hingewiesen. Einsparungen werden nicht durchgeführt. Die Energieträger- und Verbrauchssektorenstruktur des Jahres 1973 bleibt erhalten. Es wird unterstellt, daß zwischen Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch eine enge Korrelation besteht.

Die Wirkungen der angenommenen Entwicklung liegen auf der Hand: Irreversible Schädigungen der Umwelt; Klimaveränderungen; aufwendige Sicherungssysteme für den Schutz der Nuklearanlagen; Gefahr von Reaktorunfällen etc. Eine rechte Gruselgeschichte wird ausgebreitet, und man erhofft sich einen Realitätsgehalt der Prämissen von Null – ganz im Sinne der Intentionen der Autoren.

Die Annahmen des Szenarios 2 sind das pure Gegenteil derjenigen des Szenarios 1: Einschneidende Maßnahmen der staatlichen Energiepolitik verändern in einem starken Maße sowohl das Niveau als auch die Struktur der Energienachfrage. Zur Reduzierung des Niveaus werden alle bekannten Techniken der rationellen Energienutzung konsequent angewandt. Damit soll eine Einsparung von 30 % des Primärenergieeinsatzes im Jahre 2000 möglich sein, bei gleicher Energiedienstleistung wie im Szenario 1[13]. Diese Entwicklung wird gestützt durch ein abnehmendes Wirtschaftswachstum und durch eine weitgehende Entkoppelung des Zusammenhangs zwischen Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch durch Energiesparen und Strukturveränderungen (in Richtung weniger energieintensiver Produktionen und Dienstleistungen und abnehmender Wachstumsraten des Stromverbrauchs).

Die Annahmen über die Energieverbrauchsstruktur sind gleichermaßen rigoros: der Anteil regenerativer Energieträger an der Angebotszusammensetzung nimmt stark zu (fast 30 % im Jahre 2000)[14], und zwar bei einem konstanten Anteil (ca. 5 %) der Kernenergie. Der Realitätsgehalt des prognostizierten Primärenergieverbrauchs von 530 Mill. t SKE hängt damit wesentlich davon ab, ob steigende Energiepreise und energiepolitische Maßnahmen in der Lage sind, bis zum Jahr 2000 eine Einsparung von 30 % an Energie zu erreichen.

Die von Bossel und Denton[15] übernommenen sektoralen Einsparungspotentiale von 15 % (Industrie),

[13] Die Einführung des Konzeptes der Energiedienstleistung hat sich für die Diskussion der Energieproblematik als außerordentlich fruchtbar erwiesen.

[14] Daß ein Vergleich von Energieprognosen nicht immer den Schnee von gestern beschreibt, zeigt der Energie-Report der Harvard Business School. Dieser jüngste große Bestseller auf dem Energiebüchermarkt bietet als Patentlösung für die US-amerikanischen Energieprobleme Energieeinsparungen und die Sonnenenergie an. Der Anteil der Sonnenenergie soll bald 30 % am Gesamtenergieangebot betragen. (Vgl. R. Stobaugh, D. Yergin (Hrsg.), a. a. O., S. 38.) Dieses scheinbar neue und Aufsehen erregende Ergebnis ist, bezogen auf die Bundesrepublik, wirklich von gestern. Es ist bereits in der umstrittenen FEST-Energiestudie vom Mai 1977 nachzulesen.

[15] Vgl. H. Bossel, R. V. Denton: Energiealternativen für die Bundesrepublik: Drei Szenarien, in: H. Bossel u. a. (Hrsg.): Energie richtig genützt, Karlsruhe 1976, S. 173-197.

Tabelle 3

Prognoseergebnisse verschiedener Energiestudien für die Bundesrepublik Deutschland für ausgewählte Jahre

(in Mill. t SKE)

Studie		Primärenergieverbrauch					Endenergieverbrauch				
		1985	2000	2020	2030	2050	1985	2000	2020	2030	2050
Fest	Szenario 1	555	760	1140	–	2050	–	–	–	–	–
	Szenario 2	445	530	550	–	600	–	–	–	–	–
Gemeinschafts-Gutachten	Gutachten	483	600	–	–	–	308	343	–	–	–
	Alternative	–	560	–	–	–	–	324	–	–	–
Pestel	Szenario 1	423	568	–	–	–	300	392	–	–	–
	Szenario 2	437	584	–	–	–	277	361	–	–	–
Prognos		469	545	–	–	–	295	–	–	–	–
Enquête-Kommission	Pfad 1	–	600	–	800	–	–	365	–	446	–
	Pfad 2	–	445	–	550	–	–	298	–	317	–
	Pfad 3	–	373	–	360	–	–	265	–	250	–
	Pfad 4	–	346	–	308	–	–	245	–	211	–
Gesamtdurchschnitt		469	537	845	504	1325	295	324	–	306	–

20 % (Verkehr) und 30 % (Haushalte und Kleinverbraucher) bedeuten, daß – grob gesprochen – jedes Jahr etwa 1 % Energie eingespart wird. Das erscheint im Licht neuerer Entwicklungen nicht unrealistisch, bedarf dann freilich erheblich verstärkter Maßnahmen der Energiepolitik[16]. Unter den Prämissen hoher Energiepreissteigerungen und großer (staatlich geförderter) Einsparanstrengungen erschien der Prognosewert der FEST-Studie als eine untere Grenze, fast eine Unmöglichkeit. Heute liegt er im Mittelfeld.

Anders steht es mit der Beurteilung der Entwicklung des Anteils der regenerativen Energieträger. Wir meinen, daß insbesondere der immense Kapitalbedarf der Substitution der herkömmlichen Energieträger eine Angebotszusammensetzung für das Jahr 2000 herbeiführen wird, die wesentlich mehr Kohle und Kernenergie enthält[17].

Das Gemeinschafts-Gutachten

Die Energieprognose des Gutachtens der drei Forschungsinstitute[18] basiert auf einem Drei-Sektoren-Modell sowie der Trendfortschreibung sektoraler Entwicklungen, die mit Korrekturen aufgrund von Plausibilitätsüberlegungen verbunden sind.

Da der Zusammenhang zwischen Wirtschafts- und Energiewachstum in dem verwendeten Ansatz eine wichtige Rolle spielt, wird das unterstellte Wirtschaftswachstum von 3,6 % p. a. (1980-1985) und 3 % p. a. (1985-2000) zu einer entscheidenden Annahme. Die Alternativrechnung unterstellt statt der 3 % p. a. im Basisfall 2,5 % p. a. Mit einer Prognose des Primärenergieangebots von 600 Mill. t SKE für das Jahr 2000 liegt das Gemeinschafts-Gutachten weit unter der Prognose des 1. FEST-Szenarios. Man wundert sich, denn das Energieprogramm der Bundesregierung basiert auf dem Gemeinschafts-Gutachten. Immerhin unterscheidet sich dieses Ergebnis noch um 70 Mill. t SKE von dem des 2. FEST-Szenarios.

In einer Alternativrechnung wird im Gemeinschafts-Gutachten die Prämisse einer weitgehend unveränderten Fortentwicklung der Vergangenheitstrends des Basisfalls aufgegeben. Die wesentlichen Änderungen der Annahmen gegenüber dem Basisfall sind:

- ☐ Das Wirtschaftswachstum beläuft sich von 1985-2000 auf 2,5 % p. a. (statt 3 %),
- ☐ die Energiepreise steigen stärker,
- ☐ technologische Durchbrüche gelingen auf dem Gebiet der Energietechnik,
- ☐ geringeres Stromangebot und dadurch weniger Verluste sowie insbesondere keine Verwendung in der Raumheizung,
- ☐ geringerer Anstieg des nicht-energetischen Verbrauchs,
- ☐ Verknappungstendenzen und energiepolitische Maßnahmen (vor allem ab 1985) beschleunigen die Einsparung.

Diese Variation der Annahmen reduziert den Prognosewert von 600 auf 560 Mill. t SKE.

Die alternativen Annahmen bewirken nicht nur eine Änderung des Prognosewertes der gesamten Energienachfrage, sie bedeuten auch eine Strukturänderung der Angebotszusammensetzung. Es wird angenommen, daß

- ☐ der Bedarf an Steinkohle (im Vergleich zur Kernenergie) steigt,
- ☐ der Anteil des Mineralöls durch Substitution sinkt,
- ☐ der Anteil der Fernwärme stark steigt,
- ☐ der Anteil alternativer Energieträger auf fast 5 % des Energiebedarfs im Jahr 2000 (gegenüber 30 % im 2. FEST-Szenario) steigt und
- ☐ die Stromgewinnung vor allem mit Kohle vorgenommen wird.

Bei der Beurteilung des Prognosewertes der Alternativrechnung von 560 Mill. t SKE wird man davon ausgehen müssen, daß die Annahmen über Änderungen der zukünftigen Entwicklung im Vergleich zu den Tendenzen in der Vergangenheit sehr vorsichtig (und zurückhaltend) formuliert sind. Der Prognosewert dürfte daher eher an der oberen Grenze des Prognoseintervalls einzuordnen sein.

Die Pestel-Studie

Die Studie von E. Pestel und Mitarbeitern ist eine großangelegte Untersuchung, die versucht, die Bevölkerungs-, Wirtschafts- und Energieentwicklung in einem Gesamtzusammenhang zu analysieren. Das Sy-

[16] Der zur Zeit propagierte Einbau von elektrisch betriebenen Wärmepumpen fördert wohl die Substitution von Mineralöl durch Kohle- und Kernenergie, der gesamtwirtschaftliche Einspareffekt ist jedoch nahe Null; wegen der Versorgungssicherheit und der wirtschaftlichen Gesamtoptimierung ist der Einbau dennoch zu empfehlen. Wesentlich erscheint aber auch eine forcierte Politik zur Wärmedämmung, Reduktion des Verbrauchs an Kraftstoffen und zur Wärme-Kraft-Koppelung. Die heute in der Regierung Verantwortlichen müssen sich wahrscheinlich in spätestens zehn Jahren einige Vorwürfe gefallen lassen, daß ihre Energiepolitik den heutigen Verhältnissen nicht angemessen war! Auch ein marktwirtschaftliches System hat genug Möglichkeiten für wirksame energiepolitische Maßnahmen.

[17] Die amerikanischen Untersuchungen (z. B. von R. Stobaugh, D. Yergin, a. a. O.) sind hier optimistischer. Doch die klimatischen Bedingungen der Vereinigten Staaten sind auch anders.

[18] Ein neues Gutachten soll seit Ende 1980 erscheinen. Es ist leider heute noch nicht verfügbar, so daß wir uns auf die vorne zitierte Version stützen müssen.

stem besteht aus vier Hauptmodellen: dem Weltmodell (Mesarovic-Pestel-Modell) mit 14 Regionen, dem Wirtschaftsmodell (mit sechs Untermodellen und verschiedenen Input-Output-Modellen), dem Bevölkerungsmodell (mit einem Ausbildungsmodell) und dem Technologiemodell (mit den Einsatzfaktoren Energie, Arbeit und Material). Die Modelle und Submodelle sind in vielfältiger Weise miteinander verknüpft, so daß, mehr als bei den anderen Studien, den Wirkungszusammenhängen große Bedeutung für den Prognosewert der Energienachfrage zukommt.

Das Gesamtsystem ist als Angebots-Nachfragesystem mit 20 Verbrauchssektoren konzipiert; der Motor des wirtschaftlichen Wachstums liegt auf der Nachfrageseite. Methodologisch wird eine Verbindung von Modell- und Szenarioanalyse angestrebt. Das Modell ist durch ein System von Definitionsgleichungen vorgegeben. Die „Verhaltensgleichungen" werden durch Szenarien beschrieben – ein zukunftsträchtiges Vorgehen, wie wir meinen.

In der Anlage des Systems sind schon einige wesentliche Annahmen vorgegeben, die die Ergebnisse bestimmen:

- die relativen Preise bleiben im Prognosezeitraum weitgehend konstant,
- der Ausgleich von Angebot und Nachfrage erfolgt mit Hilfe von Investitionen, Lagern und Kapazitätsauslastung,
- die verschiedenen Input-Output-Tabellen werden unter der Annahme einer konstanten Struktur extrapoliert.

Damit können die in einem (noch einigermaßen) marktwirtschaftlichen System entscheidenden Substitutionsprozesse aufgrund geänderter Preisrelationen nur indirekt in den Szenarien abgebildet werden; dies gilt auch für Energieeinspareffekte. Auch technologische Entwicklungslinien können nur indirekt in den Szenarien berücksichtigt werden.

Das Energiemodell ist als einfache Verbrauchsfunktion konzipiert. Der Energieverbrauch der Wirtschaft errechnet sich aus dem Produkt von spezifischem Energieverbrauch und Wertschöpfung; der Verbrauch von Haushalten und des Verkehrssektors wird aus einer Systemanalyse abgeleitet. Es ist daher für die Beurteilung des Prognosewertes des Primärenergieverbrauchs von 568 bzw. 584 Mill. t SKE für das Jahr 2000 entscheidend, welche Annahmen über den spezifischen Energieverbrauch und das sektorale Konsumwachstum getroffen werden und mit welchen Prämissen die Wertschöpfung berechnet wird.

Die Vergangenheitsentwicklung des spezifischen Energieverbrauchs wird für 19 Sektoren analysiert; man versucht, diese Entwicklung auf Mechanisierungs- und Rationalisierungsphasen in der Wirtschaft zurückzuführen. Technische Fortschritte – vor allem in bezug auf neue Energieträger – werden nur implizit berücksichtigt. Davon abgesehen erscheinen die getroffenen Annahmen jedoch realistisch.

Einige Unsicherheiten

Die Berechnung der sektoralen Wertschöpfung erfolgt in mehreren Schritten, von denen einige nicht leicht durchschaubar sind. Motor des wirtschaftlichen Wachstums ist die sektorale Konsumnachfrage, die für 20 Sektoren in Szenarien geschätzt wird. Die Höhe der einzelnen Wachstumsraten ist eher pessimistisch geschätzt; damit liegt hier der Keim für die wahrscheinliche Unterschätzung des Wirtschaftswachstums (vgl. Tabelle 1). Die Exportnachfrage (als zweite Nachfragekomponente) wird durch eine kaum begründete Wachstumsrate vorgegeben. Die Investitionsnachfrage wird vom Modell durch die Angebots-Nachfrage-Lücke bestimmt[19].

Die Bevölkerungsentwicklung (errechnet vom Bevölkerungs- und Ausbildungsmodell) geht in die sektoralen Konsumfunktionen ein und bestimmt damit auch das wirtschaftliche Wachstum. Über die Annahmen des Bevölkerungsmodells kann man im Detail streiten; im großen und ganzen erscheinen sie realistisch, mit dem „Bias" zu einer Unterschätzung der Energienachfrage (über den Einfluß auf das wirtschaftliche Wachstum).

Von der Angebotsseite her wird die Wertschöpfung aus einer limitationalen Produktionsfunktion mit konstantem Arbeitseinsatz berechnet: Wertschöpfung = reziproker Kapitalkoeffizient x Kapitalstock. Ein Vergleich der unterstellten sektoralen Kapitalkoeffizienten mit anderen Berechnungen[20] zeigt außerordentlich hohe Abweichungen, die zum einen wegen des definitorischen Zusammenhangs zwischen dem Arbeits- und dem Kapitalkoeffizienten Konsistenzprobleme aufwerfen und die zum anderen die Prognosewerte für die Wertschöpfung als recht unsicher erscheinen lassen. Das bedeutet aber, daß auch die Werte der prognostizierten Energienachfrage mit einigen Unsicherheiten behaftet sind.

[19] Dieser für eine langfristige Analyse orginelle theoretische Ansatz zeigt in der Durchführung jedoch einige Probleme (vgl. H. Majer, G. Rühle, E. Thöne: Analyse ..., a. a. O., S. 37 ff.). Wir setzen daher in die errechneten Zwischenwerte der Periode 1980-2000 kein großes Vertrauen.

[20] Z. B. die des DIW, Berlin (vgl. R. Krengel u. a.: Produktionsvolumen und -potential, Produktionsfaktoren der Industrie im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland einschließlich Saarland und Berlin (West), Berlin 1974).

Vergleicht man den errechneten Primärenergiebedarf für das Jahr 2000 von 584 Mill. t SKE mit dem der anderen Studien, dann nimmt die Pestel-Prognose sozusagen eine Mittelposition ein. Die Annahme eines geringeren Strombedarfs (und damit geringerer Umwandlungsverluste) führt zu einem geringeren Wert der Primärenergienachfrage; außerdem wird die Entwicklung der sektoralen Endenergienachfrage anders eingeschätzt:

☐ ein geringerer Industrieverbrauch aufgrund eines geringeren Wirtschaftswachstums,

☐ ein merklich höherer Energieverbrauch im Verkehrssektor ab 1985 (!),

☐ ein unterproportionales Wachstum des Energieverbrauchs der Haushalte und Kleinverbraucher bis 1985, überproportionales Wachstum nach 1985. Daraus ergibt sich ein unerklärlicher spiegelbildlicher Verlauf zu den üblichen Sättigungserscheinungen.

Für die Angebotszusammensetzung im Jahre 2000 ergeben sich gleichfalls starke Abweichungen von den anderen Studien: Der Mineralölanteil nimmt kontinuierlich zu; der Kohleanteil stagniert. Vergleicht man ferner die errechneten Zwischenwerte mit den Werten der anderen Studien, dann erhalten die oben vorgebrachten Vorbehalte einen konkreten Gehalt[21].

Die Prognos-Studie

Bei der Prognos-Studie handelt es sich um eine verbale, quantitativ gestützte Analyse, die besonderes Gewicht auf marktwirtschaftliche Wirkungsmechanismen legt. Im großen und ganzen wird eine Trendfortschreibung vorgenommen, bei der aber Korrekturen angebracht werden, die vor allem die folgenden Annahmen betreffen:

☐ Abschwächung des wirtschaftlichen Wachstums ab 1985 (2 % p. a.), insbesondere aufgrund von Sättigungserscheinungen,

☐ steigender energiesparender Fortschritt,

☐ Ausschöpfung aller Sparmöglichkeiten, insbesondere auch durch Einsatz von Forschungsmitteln,

☐ stark steigende Energiepreise,

☐ weitgehende Koppelung von Produktions- und Stromverbrauchswachstum.

Der unter diesen Prämissen errechnete Prognosewert von 545 Mill. t SKE[22] Primärenergieverbrauch liegt damit zwischen den Berechnungen von FEST (Szenario 2) und den Forschungsinstituten. Da jedoch die quantitativen Angaben sehr vage gehalten sind, ist die Prämissenkritik von vornherein gehandikapt.

Die aktuelle energiepolitische Experten-Diskussion in der Bundesrepublik konzentriert sich vor allem auf den Bericht der Enquête-Kommission. Wir können darauf jedoch nur in groben Zügen eingehen, da wir bisher noch keine vertiefende Analyse durchführen konnten.

Methodisch dürfte diese Studie zwischen dem Gemeinschafts-Gutachten und der Pestel-Studie einzuordnen sein. Wesentliche Prämissen, die sich in der Diskussion der letzten Jahre herausgeschält haben, bestimmen die Entwicklung von vier Pfaden[23]:

Prämisse	Pfad 1	Pfad 2	Pfad 3	Pfad 4
Wirtschaftswachstum (bis 2000)	3,3 %	2 %	2 %	2 %
Strukturwandel der Wirtschaft	mittel	mittel	stark	stark
Wachstum der (energieintensiven) Grundstoffindustrie	2 %	2 %	0 %	0 %
Energieeinsparungen	Trend	stark	sehr stark	extrem

Eine Beurteilung dieser extrem unterschiedlichen Pfade ist ohne eine wissenschaftliche Analyse der Annahmen und ihrer Auswirkungen auf das Gesamtsystem nicht zu vertreten. Diese Arbeit sollte von unabhängigen Gremien vorangetrieben werden.

Welche Schlußfolgerungen ergeben sich aus alledem? Niemand kann in die Zukunft sehen; daher ist es notwendig, die Erfahrungen möglichst vieler Fachleute zu sammeln und kritisch gegeneinander abzuwägen, und zwar sinnvollerweise in einer wissenschaftlichen Diskussion dieser Fachleute.

Wissenschaftliche Diskussion heißt aber vor allem, daß die errechneten Ergebnisse nachvollziehbar sein müssen. Und dies bedeutet für Prognosen, daß die „Wenn"-Bedingungen, die impliziten und expliziten Annahmen offengelegt und begründet werden. Nur diese Transparenz kann eine fruchtbare Weiterentwicklung und Anwendung gewährleisten.

Dabei haben wir als Analyserahmen schon eine ideale Vorstellung: Dies ist der Ansatz der Pestel-Studie eines definitorischen Systems (das daher „wahr" ist) mit Szenarien zur Erklärung der Verhaltensgleichungen, und zwar in einer höheren Aggregation und unter Berücksichtigung der vielfältigen Kritik, mit einer sorgfältigen Dokumentation der Szenarien und Verarbeitung von Daten. Wir präferieren diesen methodischen Ansatz, weil er unsere Kriterien der Vollständigkeit, Konsistenz und Transparenz der Prämissen am besten erfüllt.

[21] Auf die erste Fassung der Alternativszenarien wollen wir hier nicht eingehen, da sie durch eine Doppelzählung verfälscht waren.

[22] Genauer: 544,5 Mill. t SKE. Durch weitere Stellen hinter dem Komma könnte man noch eine größere Genauigkeit vortäuschen!

[23] Vgl. R. Bauerschmidt, K. Schmölling, a.a.O., Tab. 1.