

ENERGIEVERSORGUNGSSTRATEGIEN FÜR DIE BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Willi Terhorst, Alfred Voß

1 Einleitung

Das existierende Energiesystem ist das Ergebnis einer Entwicklung, die sich in unterschiedlich großen Einzelschritten in Teilbereichen vollzog. Es ist daher viel stärker durch spezielle Ziele und Problemlösungen in Teilbereichen geprägt als durch übergreifende und weitgesteckte und umfängliche Planziele oder Strategien. Die technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Aspekte des Energieversorgungssystems, unterschieden nach Energieträgern und -formen, liefern ein überaus inhomogenes Gesamtbild. Entsprechend bietet sich die Energieproblematik in einer oftmals verwirrenden Fülle von Teilaspekten dar. Einzelne Sachverhalte, wie sie in der Fachpresse üblicherweise behandelt und von der allgemeinen Presse dann zitiert werden, auch einzelne Zahlenangaben, etwa über die Höhe der Ölimporte oder der Kohlevorräte, liefern aber gleichsam nur die Mosaiksteine und müssen daher immer im Zusammenhang beurteilt werden. Erst unter dem Blickwinkel für die Gesamtsituation gewinnen die Details einen Aussagewert, der dann vielleicht zuverlässig genug erscheinen mag, um Überlegungen im Sinne einer Energieversorgungsstrategie daran anzuschließen und Handlungsempfehlungen darauf zu gründen.

Die zukünftige Wirtschaftsentwicklung und die zukünftigen Lebensverhältnisse der Menschen, vor allem auch in den weniger entwickelten Ländern dieser Erde, hängen ganz entscheidend von einer gesicherten und ausreichenden Energieversorgung ab. Diese zu gewährleisten, muß oberstes Ziel nationaler und internationaler Energiestrategien sein.

Jede Energiepolitik muß davon ausgehen, daß ihr kaum Tageserfolge beschieden sein können. Sie stellt damit besonders hohe Anforderungen an die Politiker, denn sie müssen in Zeiträumen denken, die über mehrere Legislaturperioden hinweg gehen. Zur Sicherung der Energieversorgung sind heute von Politikern und Unternehmen Entscheidungen zu fällen, die wegen der langen Realisationszeiten von Energieprojekten erst viele Jahre später wirksam werden.

Derartig lange Realisationszeiten, aber auch die hohen Projektkosten, bergen große Risiken für die Investoren in sich. Diese werden umso eher bereit sein, die Risiken zu tragen, je verlässlicher die Rahmenbedingungen sind, die die Energiepolitik ihnen setzt.

Zur sicheren Energieversorgung gehören nicht nur die Verfügbarkeit von Energieträgern, sondern auch die technische und wirtschaftliche Verfügbarkeit immer komplizierter werdender technischer

Systeme, um die Energie umzuwandeln und zu nutzen. Energiepolitik ist heute nicht nur Hauptbestandteil der Wirtschaftspolitik, sondern spielt auch in der Finanz-, Forschungs-, Entwicklungs- sowie der Innen- und Außenpolitik eine wichtige Rolle. Daher sind Energieversorgungsstrategien auf einem langfristigen Gesamtkonzept zu gründen, das die Vielschichtigkeit der Energieproblematik nicht außer Acht läßt.

2 Charakteristika der Energieversorgungsstrategie

Eine Strategie ist allgemein der Entwurf und die Durchführung eines langfristigen Gesamtkonzepts - so steht es im Brockhaus -, nach dem der jeweils Handelnde, auch in der Auseinandersetzung mit anderen, ein bestimmtes Ziel zu erreichen sucht; im Unterschied zu Taktik, die sich mit den mehr kurzfristigen Einzelschritten des Gesamtkonzepts befaßt. Wie in dieser allgemeinen Definition für die "Strategie" baut auch die Energieversorgungsstrategie auf einem langfristigen Gesamtkonzept, mit Zielen und Nebenzielen auf. Letztere werden nicht in jedem Fall vollständig und offen genannt. Typisch ist, daß die Ziele häufig politisch motiviert gesetzt werden und daß die Zielsetzung und der Entwurf der Strategie somit fast immer subjektive Wertungen enthalten. Die Vielzahl veröffentlichter sehr unterschiedlicher Energieversorgungsstrategien mit teilweise divergierenden Zielvorstellungen verdeutlicht dies.

Energieversorgungsstrategien sind primär der engen Definition nach, die Entwurf und Durchführung eines langfristigen Gesamtkonzepts enthält, eigentlich Sache der Stellen mit Entscheidungskompetenz, also der Energiepolitik und der Unternehmen der Energiewirtschaft. Andere Stellen, z. B. Wissenschaft, Verbände und Interessengruppen, die selbst nicht direkt die Umsetzung einer Strategie vornehmen können, erarbeiten Energieversorgungsstrategien, um Entscheidungshilfen zu geben, häufig auch mit dem Ziel, eigene Vorstellungen - vor allem in die politischen Entscheidungen - einbringen zu können.

Wie bei jeder Planungsaufgabe treten auch bei der Erarbeitung einer Energieversorgungsstrategie die Merkmale wie Zukunftsbezogenheit, Rationalität, Prozeßcharakter und Gestaltungscharakter hervor.

- Die Erarbeitung einer Energieversorgungsstrategie findet vor der Realisation von Maßnahmen statt und fußt häufig auf Prognosen und damit auf unvollkommenen Informationen.
- Die Energieversorgungsstrategie ist im Gegensatz zu einer auf Improvisation basierenden Politik Ergebnis eines zielgerechten, methodisch-systematischen Problemlösungsprozesses.
- Die Energieversorgungsstrategie kann nur in einem mehrstufigen komplexen Informationsprozeß erstellt werden. Durch Rückkopplungen, vor allem durch Einbeziehung der Entscheider in den Infor-

Willi Terhorst et al.

mationsprozeß, entstehen Prozeßzyklen, die durch das Lernphänomen gekennzeichnet sind.

- Wenn Elemente einer Energieversorgungsstrategie von den Entscheidern umgesetzt werden, dann greifen sie gestaltend in das System von Energiewirtschaft und Volkswirtschaft ein und schaffen für weitere strategische Überlegungen Tatsachen und Randbedingungen, die in neuen Prozeßzyklen nicht mehr, wie vorher noch, als unsichere Ereignisse in die Betrachtungen eingehen müssen.

Die Erstellung einer Energieversorgungsstrategie zwingt wie jede Planung den Planungs- und Entscheidungsträger, sich der anzustrebenden Ziele, der einsetzbaren Instrumente und der erwarteten Bedingungen bewußt zu werden und diese zu formulieren und zu optimieren. Eine vorrangige Aufgabe besteht darin, die Fülle der verschiedenen Einflußgrößen und Einzeldaten so zu verdichten, daß reale Bestimmungs- und Entscheidungsparameter von strategischem Gewicht entstehen, die eine Ableitung von heute zu treffenden Entscheidungen erlauben.

Die Energiewirtschaft als Teil der Volkswirtschaft ist Bestandteil, oder anders ausgedrückt, Teilsystem eines übergeordneten arbeitsteiligen Gesamtsystems. Die Einzelentscheidungen in dem Teilsystem Energiewirtschaft können deshalb nicht unabhängig von den übergeordneten Gesamtzielen getroffen werden. Dies gilt es bei der Entwicklung von Energieversorgungsstrategien zu beachten. Darüber hinaus bestehen vielfältige Interdependenzen zwischen der Entwicklung der Volks- und der Energiewirtschaft, die in die energiestrategischen Überlegungen einfließen müssen.

Nach diesen allgemeinen Ausführungen soll nun in einem kurzen Rückblick erörtert werden, ob und wenn ja, in welcher Form, Energieversorgungsstrategien die Energiepolitik der letzten Jahre beeinflußt haben.

3 Die Energieprogramme der Bundesregierung

Eine Energieversorgungsstrategie im Sinne einer Gesamtbetrachtungsweise aller energieerzeugenden und energienachfragenden Bereiche in unserem Land gab es bis 1973 nicht. Staatliche Programme konzentrierten sich auf den Steinkohlenbergbau, die Mineralölwirtschaft sowie die Entwicklung der Kernenergie. Spezifikum aller staatlichen Interventionen vor 1973 war, daß sie sich auf einzelne Energieträger bzw. einzelne energieerzeugende Branchen bezogen. Diese branchenbezogene Betrachtungsweise erscheint angemessen, solange es eine nennenswerte Substitutionskonkurrenz unter den Energieträgern - mit der Gefahr längerfristiger Fehlentwicklungen - nicht gibt. Bereits die in den fünfziger Jahren einsetzende Substitution der heimischen Kohle durch billiges Erdöl hätte im Prinzip eine branchenübergreifende Betrachtungsweise erfordert, wie diese auch die Energie-Enquete von 1962 forderte.

Ein erster Schritt zu einer gesamtsektoralen Strategie für den Energiebereich wurde aber erst im Jahre 1973 mit der Erstellung des Energieprogramms der Bundesregierung unternommen, also zu einem Zeitpunkt, wo die Abhängigkeit von Erdölimporten stark fortgeschritten war und die Sicherung der Energieversorgung gefährdet schien. Die Lehren aus der Ölkrise wurden 1974 in der ersten Fortsetzung des Energieprogramms gezogen, in der die zentralen Ziele formuliert waren, den Ölanteil an der Energieversorgung zurückzudrängen, die Versorgung zu diversifizieren, die heimischen Energieträger zu stabilisieren, die Energieforschung im nichtnuklearen Bereich zu verstärken und eine funktionsfähige Krisenvorsorge aufzubauen.

In dieser Phase von 1973 bis 1977 zielte die Bundesregierung im wesentlichen auf die Sicherung des Energieangebots und auf die Verbesserung der Bedingungen für einen Ausbau der Ölalternativen. Diese mehr angebotsorientierte Energiepolitik wurde nach 1977 in der zweiten Fortschreibung des Energieprogramms zunehmend durch Maßnahmen ergänzt, die auf die Verminderung der Energienachfrage, oder anders ausgedrückt, auf eine rationellere Nutzung der Energie ausgerichtet waren.

Nach den Erfolgen in der Energieeinsparung, die durch die aktive Mitarbeit der Verbraucher und durch die Bereitschaft der Unternehmen realisiert werden konnte, wurde die dritte Fortschreibung unter das Leitmotiv "Kontinuität der Energiepolitik" gestellt. Die energiepolitischen Ziele blieben grundsätzlich unverändert, nämlich Energieeinsparung, Zurückdrängung des Öls im substitutiven Bereich, Erweiterungen des Energieangebots und Krisenvorsorge.

Wesentlicher Rahmen aller Energieprogramme der Bundesregierung waren Prognosen über die zukünftige Entwicklung des Energieverbrauchs sowie der Möglichkeiten seiner Deckung. Allerdings verloren die erstellten Prognosen für den Inhalt der Energieprogramme von Fortschreibung zur Fortschreibung an Bedeutung.

Im Energieprogramm von 1973 war die Prognose im Sinne einer Wahrscheinlichkeitsaussage enthalten und damit direkt quantitativer Rahmen, auf den die Grundziele der Energiepolitik der Bundesregierung ausgerichtet waren für "die Verwirklichung einer Energieversorgung der Bundesrepublik,

- bei der ein auf die Bedürfnisse der Verbraucher in allen Teilkreisen der Bundesrepublik ausgerichtetes ausreichendes Energieangebot sichergestellt ist,
- die mittel- und langfristig sicher ist,
- die zu möglichst günstigen volkswirtschaftlichen Gesamtkosten auf lange Sicht erfolgt und
- die den Erfordernissen des Umweltschutzes Rechnung trägt /1/".

In der ersten Fortschreibung wird die Prognose als "quantitative Orientierung für die Energiepolitik" verstanden, die von "starren quantitativen Zielen klar zu unterscheiden ist" /2/. Die Erfahrung aus der sog. Ölkrise 73/74 hat allzu deutlich gemacht, wie Prog-

Willi Terhorst et al.

nosen trotz sehr sorgfältiger Erarbeitung schon innerhalb eines Jahres zu Makulatur werden können. Ein Konzept diesem Problem zu begegnen, ist in der ersten und den nachfolgenden Fortschreibungen nicht enthalten; es wird lediglich darauf hingewiesen, angesichts der bestehenden Unsicherheiten über die weitere Entwicklung auf den internationalen Energiemärkten den quantitativen Rahmen bei veränderten Daten jeweils anzupassen /2/.

Waren die Prognosen 1973 und 1974 noch Bestandteil des jeweiligen Energieprogramms, so rückten sie 1977 in den Anhang als Informationsanlage zur zweiten Fortschreibung des Energieprogramms. Damit wird deutlicher als früher, daß die energiepolitischen Maßnahmen wichtigster Bestandteil des Energieprogramms sind und keinesfalls die quantitative Orientierung an den Prognosen. Aber immer noch wird auch in der zweiten Fortschreibung der Informationswert der Prognose "als Darlegung der Tendenzen und Größenordnungen einer zu erwartenden Entwicklung" gesehen. Gleichzeitig wird aber der Informationswert der Prognosen im Sinne von Vorhersagen mit der durch die Realität der vergangenen Jahre hervorgerufenen Skepsis eingeschränkt, indem betont wird, daß alle Prognosen, "wenn sie Grundlage einer realistischen Politik sein sollen, immer wieder an Änderungen der ökonomischen und politischen Daten angepaßt werden müssen" /3/. Damit wird, wie auch schon in der ersten Fortschreibung, auf die Bedingtheit der Prognosen hingewiesen. Der nächste Schritt aber, die "Wenn's" in der dem Problem angemessenen Weise zu variieren und zu kombinieren, unterbleibt in diesem wie in allen anderen Energieprogrammen.

Der dritten Fortschreibung ist die Prognose als Zusammenfassung im Anhang beigelegt. Zur Bewertung der von drei unabhängigen Instituten erstellten Prognose, in die keinerlei staatliche Vorgaben - auch nicht wie früher zur gesamtwirtschaftlichen Entwicklung - eingegangen sind, werden erstmalig im Energieprogramm Grenzen und Unsicherheiten derartiger Prognosen in einer eigenen Textziffer erläutert. Die Prognosen sind für die Bundesregierung eine sehr wichtige Orientierung, aber sie macht sich die Ergebnisse der Vorausschätzungen ausdrücklich nicht zu eigen. Auch in der dritten Fortschreibung wird wieder betont, Zweck der Prognosen kann es aufgrund der bestehenden Unsicherheiten nur sein, Tendenzen und Größenordnungen aufzuzeigen. Sie sollen zum Vorlagezeitpunkt - unter bestimmten für wahrscheinlich gehaltenen Rahmenbedingungen - die bestmögliche Abschätzung der Energieentwicklung darstellen /3/. Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, daß die Prognosen aller bisherigen Energieprogramme "vor allem nicht als politische Planziele" /4/ mißverstanden werden dürfen und daß sie die Wirtschaft nicht aus ihrer Verantwortung entlassen, über die Investitionsmaßnahmen nach eigener Einschätzung zu entscheiden.

Es ist heute wohl kaum noch umstritten, daß die von der Bundesregierung in Auftrag gegebenen Prognosen nicht geeignet waren, den Rahmen für eine umfassende Energiestrategie abzugeben. Dies lag nicht daran, daß die Prognosen nicht mit dem nötigen Sachverstand und der nötigen Sorgfalt erstellt worden wären, vielmehr lag die

Schwäche darin, daß ihr extrapolative Methoden, d. h. geglättete Projektionen vergangener Trends in die Zukunft zugrunde lagen. Angesichts der sich schnell ändernden Rahmendaten sind extrapolative Prognosen zunehmend zweifelhaft, denn für auftretende Diskontinuitäten und Überraschungen lassen sich keine geeigneten Strategien ableiten.

Daß die Energieprognosen, die zu Anfang Bestandteil des Energieprogramms waren, später in den Anhang rückten und daß in der dritten Fortschreibung des Energieprogramms die Bundesregierung sich die Prognose ausdrücklich nicht zu eigen macht, ist hoffentlich mehr als der nur formale Versuch, die Energieprognosen aus dem Zentrum der öffentlichen Kritik zu nehmen.

4 Grenzen der Prognose als Mittel strategischer Planung im Energiebereich

Was Energieprognosen im Rahmen der Erarbeitung von Energieversorgungsstrategien nicht leisten können, wird deutlich in den Abb. 1.1 und 1.2. In Abb. 1.1 sind die Prognosen über die Entwicklung des Primärenergieverbrauchs, die in den Jahren 1955 bis 1972 entstanden sind, der tatsächlichen Entwicklung gegenübergestellt. Die Zahlen an den Kurven geben dabei jeweils das Erscheinungsjahr der Prognose an.

Die in den fünfziger und zu Beginn der sechziger Jahre veröffentlichten Vorhersagen haben systematisch das zukünftige Wachstum des Primärenergieverbrauchs unterschätzt, während die Prognosen aus den späten sechziger und Anfang der siebziger Jahre die sog. Ölkrise des Jahres 1973 und die durch sie ausgelöste wirtschaftliche Rezession nicht voraussagen konnten und somit zu überhöhten Verbrauchsschätzungen führten.

Man kann heute schon feststellen, daß auch den in den letzten Jahren erstellten Prognosen (s. Abb. 1.2), trotz eines erheblich größeren Aufwandes und der teilweisen Nutzung von Computern, kein grundsätzlich größerer prognostischer Erfolg beschieden sein wird. Ansonsten dürften Unterschiede von mehr als einem Faktor zwei in der Schätzung des Primärenergieverbrauchs für das Jahr 2000 nicht auftreten. Die in dieser Abbildung gegenübergestellten Energieprognosen sind allesamt nach der sog. Ölkrise erstellt worden. Zur Ehrenrettung der Autoren dieser "Prognosen" sei aber angemerkt, daß es sich in den meisten Fällen ausdrücklich um bedingte, auf bestimmten Grundannahmen aufbauende Schätzungen und um Szenarien, also einen unter mehreren denkbaren Zukunftsentwürfen, handelt.

Der Blick zurück zeigt, daß Prognosen nicht nur Krisen oder unerwartete Ereignisse, wie z. B. die Ölpreiskrise des Jahres 1973, nicht vorhersagen konnten, sondern daß es selbst in Zeiten kontinuierlicher Entwicklung (z. B. in der Zeit von 1960 bis 1973) auch über kurze Zeiträume hinweg nicht gelang, die Entwicklung des Energiebedarfs vorherzusagen. Die Gegenüberstellung der verschie-

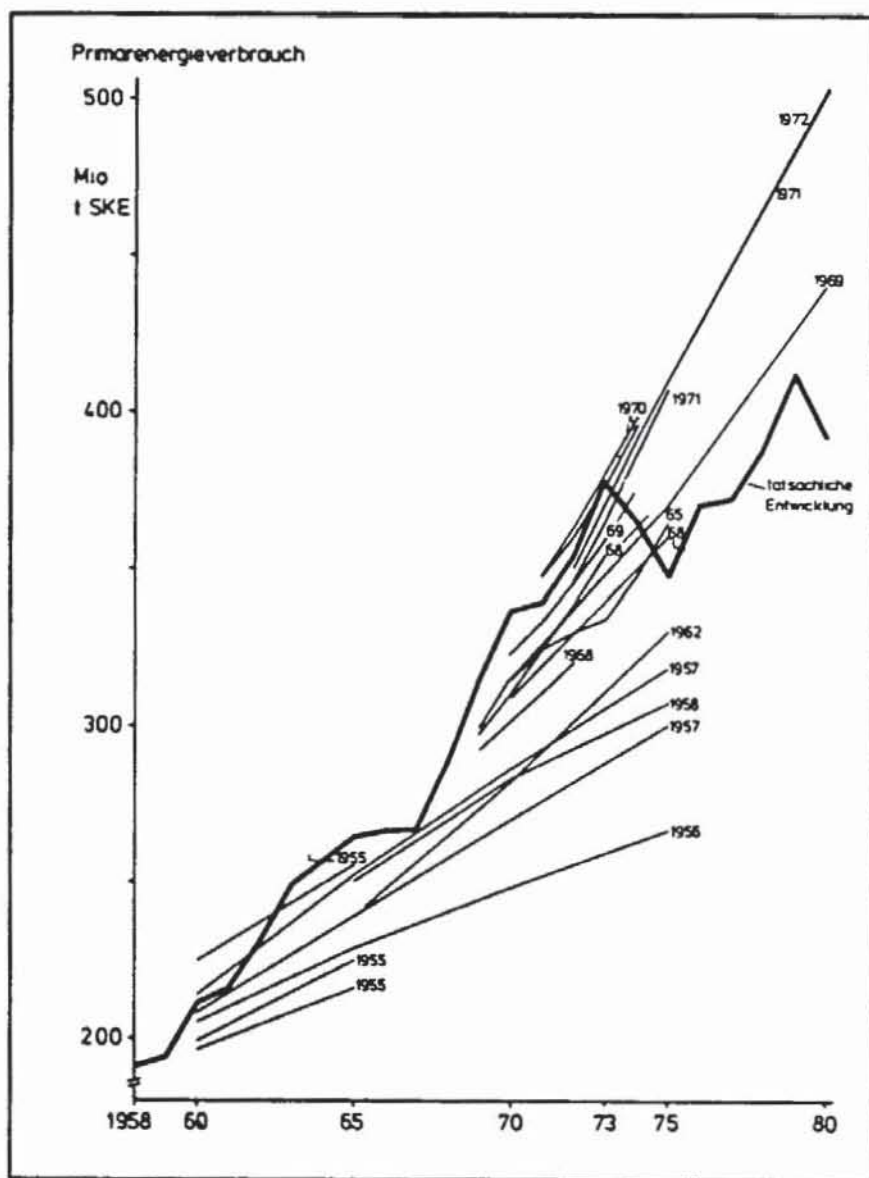


Abb. 1.1: Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland bis 1980 nach Energieprognosen aus den Jahren 1955-1972

denen Energieprognosen - wobei diese hier nur exemplarisch für alle Vorhersagen stehen - macht eindrucksvoll deutlich, daß das Unterfangen, die Zukunft, verstanden als die tatsächlich eintretende Entwicklung, quantitativ exakt vorherzusagen, nicht möglich war, wobei gelegentliche Treffer wohl rein statistisch begründet sind.

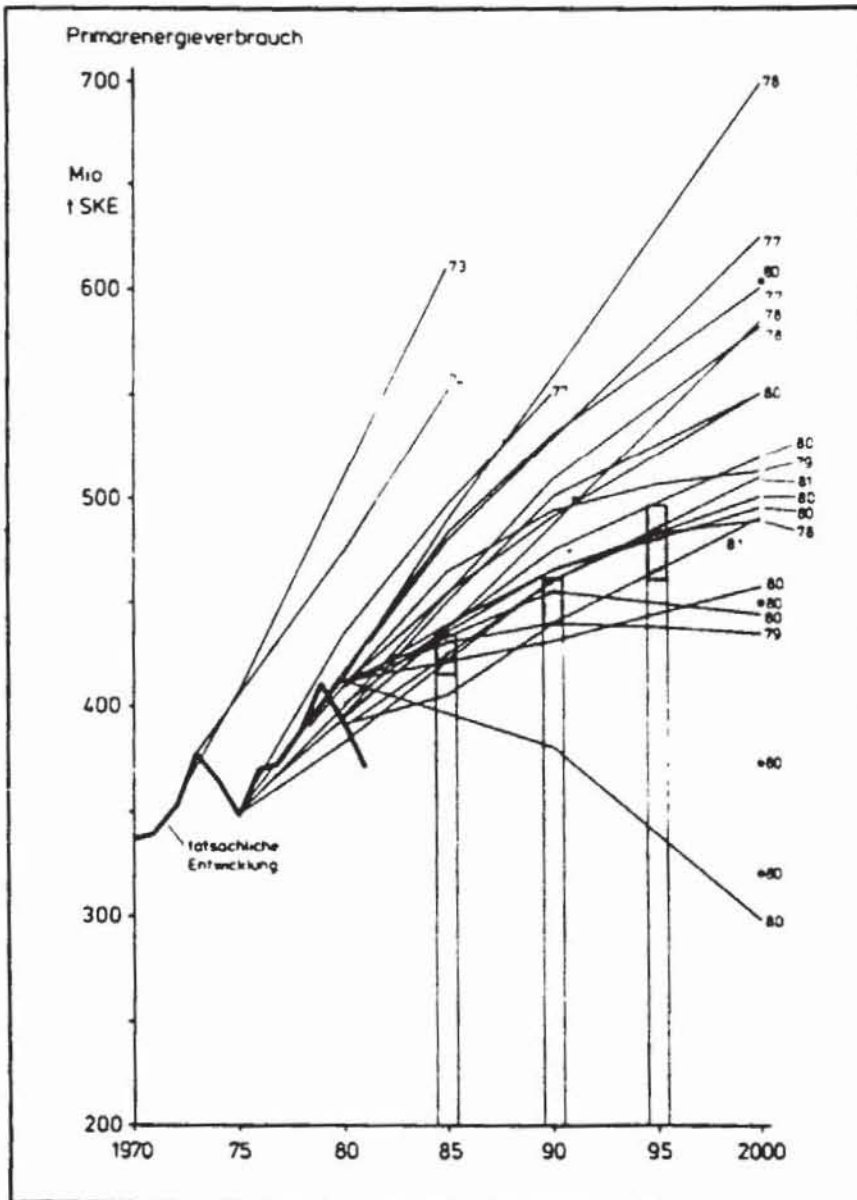


Abb. 1.2: Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland bis 2000 nach Energieprognosen aus den Jahren 1973-1981

Die Konsequenz aus dem zuvor Gesagten kann dann aber doch nur lauten, daß die Erstellung von Prognosen, verstanden als Voraussage der tatsächlich eintretenden Entwicklung, ein wenig nützliches Unterfangen ist, da keine Prognose, auch wenn sie mit noch so großer Sorgfalt erstellt worden ist, die in der Zukunft liegende Ungewißheit beseitigen kann. Man muß sogar noch weitergehen und

Willi Terhorst et al.

sagen, daß, wenn man eine Prognose zur Grundlage seiner Entscheidung macht, damit implizit eine Gewißheit unterstellt, die nicht existiert. Und unter der Illusion von Gewißheit zu entscheiden, erscheint weitaus gefährlicher, als Entscheidung im vollen Bewußtsein und unter Berücksichtigung von Ungewißheit zu treffen.

Ausgehend von dem Ziel jeder Planungsüberlegung und somit auch jeder strategischen Analyse der Energieversorgung, unsere heute zu treffenden Entscheidungen auf eine rationellere Basis zu stellen, stellt sich damit die Frage, welche Methoden und Instrumentarien dazu beitragen können und was an die Stelle der Prognosen zu setzen ist.

5 Die systematische Zukunftsanalyse - ein Ansatz für Energiestrategien

Im Unterschied zu Prognosen oder Projektionen soll der Versuch, komplexe, weit in die Zukunft reichende Entwicklungen hinsichtlich ihrer Gestaltungs- und Beeinflussungsmöglichkeiten zu analysieren, um Rückschlüsse auf die heute zu treffenden Entscheidungen zu ziehen, als "systematische Zukunftsanalysen" bezeichnet werden. Dabei wird weder die Vergangenheit fort-, noch die Zukunft normativ festgeschrieben, sondern unter Berücksichtigung der Unsicherheit werden mögliche zukünftige Entwicklungen analysiert, um Handlungsnotwendigkeiten abzuleiten.

Dabei kann es kein sinnvolles Ziel sein, herausfinden zu wollen, wieviel Kraftwerke im Jahre 2030 installiert sein werden, oder wieviel Öl wir im Jahre 2000 noch verbrauchen, denn exakte Zahlenangaben darüber sind in der Regel für die heute zutreffenden Entscheidungen nicht erforderlich, und wie zuvor erläutert, auch nicht zu gewinnen. Vielmehr sollten wir uns mit der Zukunft beschäftigen, um unter Berücksichtigung der Unsicherheiten die heute zu treffenden Entscheidungen so abzusichern, daß sie zu einem späteren Zeitpunkt nicht zu bereuen sein werden. Der erste Schritt einer systematischen Zukunftsanalyse ist darauf ausgerichtet, sog. robuste Entscheidungen zu identifizieren. Hierunter sind diejenigen Entscheidungen zu verstehen, die über einen weiten Unsicherheitsbereich der die zukünftige Entwicklung des Energiesystems maßgeblich beeinflussenden Faktoren, wie z. B. die wirtschaftliche Entwicklung oder die Energiepreisentwicklung, notwendig und sinnvoll sind. Anders ausgedrückt, dies sind Entscheidungen oder Maßnahmen, die für ein großes Spektrum denkbarer Entwicklungen des Energiesystems immer richtig sind, also in jedem Fall getroffen bzw. eingeleitet werden müssen. Im zweiten Schritt werden dann für diejenigen Entscheidungen und Maßnahmen, die im vorher erläuterten Sinne nicht robust sind, die Bedingungen und Konstellationen der unsicheren Einflußfaktoren genauer analysiert und es wird ermittelt, welche Faktoren für die Nichtrobustheit ausschlaggebend sind. Damit ist die Möglichkeit gegeben, gerade diese Entscheidungen im eigentlichen Entscheidungsprozeß besonders sorgfältig zu diskutieren.

Die systematische Zukunftsanalyse kann dabei mögliche Handlungsspielräume für Entscheidungsträger aufzeigen, indem sie auf die Sachzwänge hinweist, die einer an sich vernünftigen Lösung entgegenstehen, und Gestaltungsmöglichkeiten entwickelt, die bisher noch viel zu wenig genutzt werden. Eine derartige Analyse kann die rationale Basis sein für die notwendigen energiepolitischen und energiewirtschaftlichen Entscheidungen, die zu einem Energiesystem führen, das einerseits flexibel genug ist, sich neuen Gegebenheiten anzupassen und das andererseits die nötige Stabilität aufweist, um unvorhersehbare Störungen zu überwinden.

Als einen ersten Schritt in Richtung auf eine systematische Zukunftsanalyse zur Erarbeitung von Energieversorgungsstrategien seien hier die Arbeiten der Enquete-Kommission "Zukünftige Kernenergiepolitik" /5/ angeführt. Es gibt sicher eine Vielzahl berechtigter Kritikpunkte, die gegen die Aussagen und das eingesetzte Modell vorzubringen sind, wie z. B. die Nichtberücksichtigung von Kosten und Preisen. Dennoch ist die Vorgehensweise der Enquete-Kommission ein wesentlicher Schritt in Richtung auf eine systematische Analyse möglicher, als Ausdruck der bestehenden Unsicherheit deutlich voneinander abweichender Zukunftsverläufe.

Im folgenden sollen nun Ergebnisse einer Untersuchung erläutert werden, die versucht hat, im Sinne der eben erläuterten systematischen Zukunftsanalyse, die zukünftigen Perspektiven der Energieversorgung des Verkehrssektors im Kontext der gesamtwirtschaftlichen und energiewirtschaftlichen Entwicklungen zu analysieren. Eine ausführliche Darstellung der Ansätze und der Ergebnisse findet sich in /7/.

6 Die systematische Zukunftsanalyse - ein Beispiel

Ziel dieses Versuchs einer "systematischen Zukunftsanalyse" war es, aufbauend auf einer Erfassung der komplexen Zusammenhänge und Wechselwirkungen des Systems "Wirtschaft-Energie-Verkehr" und unter Berücksichtigung der vielfältigen Unsicherheiten z. B. hinsichtlich der Ölpreisentwicklung denkbare und plausible Zukünfte systematisch zu analysieren, um daraus Informationen und Hilfen für heute anstehende Entscheidungen in der Energie- und Automobilwirtschaft abzuleiten.

Es ging also nicht darum, den vielen Prognosen über die Energieversorgung speziell des Verkehrs, eine weitere hinzuzufügen; es sollte z. B. nicht herausgefunden werden, wieviel methanolgetriebene Fahrzeuge im Jahre 2000 auf den Straßen fahren werden, sondern es sollte z. B. untersucht werden, ob Methanol angesichts der unsicheren Entwicklungen in der Energieversorgung eine sinnvolle und robuste Alternative zu den konventionellen Kraftstoffen darstellt? In diesem Sinne sind auch die im folgenden genannten Zahlenangaben z. B. über den Bestand an Methanolfahrzeugen oder die Öleinfuhr im Jahre 2000 nicht als Prognose zu verstehen, und von weitaus geringerer Bedeutung als die gemeinsamen Entwicklungs-

Willi Terhorst et al.

trends in den verschiedenen Szenarien, die ein weites Spektrum der für die Energieversorgung und den Verkehrssektor relevanten, aber unsicheren Entwicklungen und Einflußfaktoren widerspiegeln sollen.

Um im Sinne dieser Zielsetzung die komplexen und sich wechselseitig beeinflussenden Entwicklungen zwischen der Wirtschaft, der Energieversorgung und dem Verkehrssektor quantitativ und konsistent analysieren zu können, wurde ein EDV-gestütztes Modellsystem entwickelt, das die technischen und ökonomischen Zusammenhänge des Systems "Wirtschaft-Energie-Verkehr" beschreibt. Die wesentlichen Module und die Grundstruktur des Modellsystems sind in Abb. 2 schematisch dargestellt. Es umfaßt die Bereiche Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung, die die wesentlichen Bestimmungsgrößen für die Ermittlung der Güter- und Personenverkehrsleistungen sowie für die sektorale Nutz- und Endenergienachfrage darstellen.

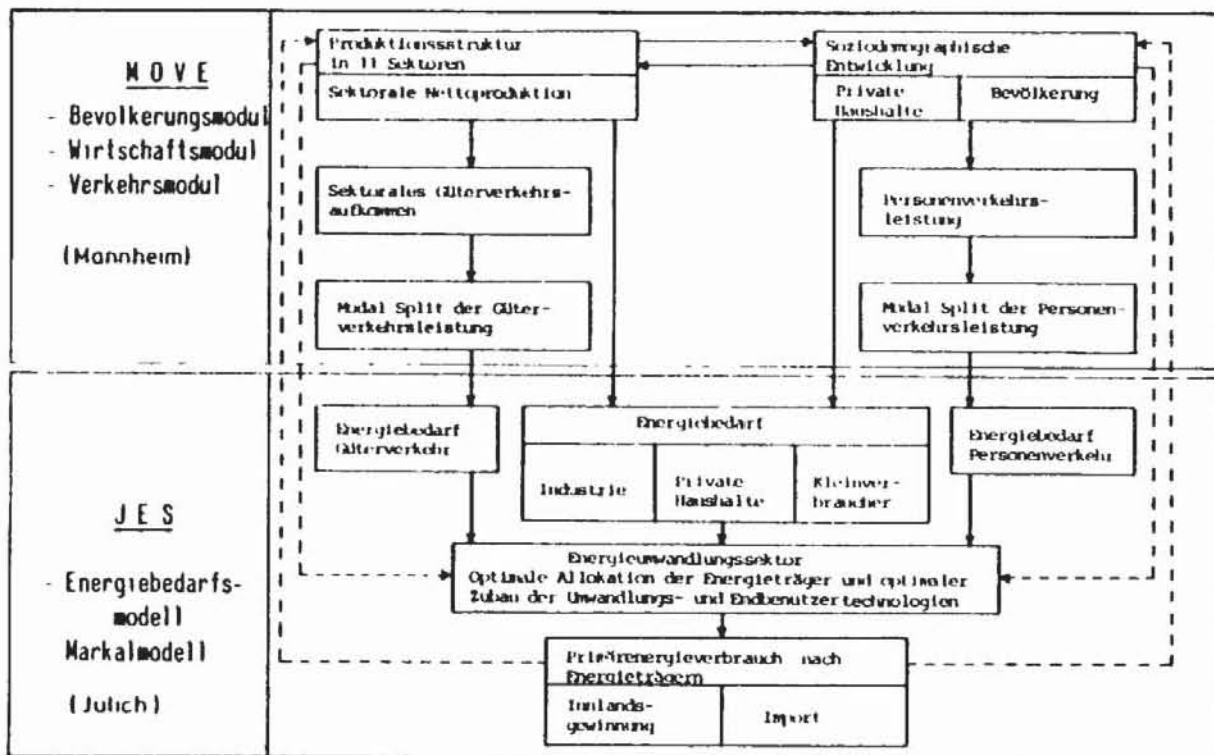


Abb. 2: Übersicht über die verwendeten Rechenmodelle

Der Energieversorgungsmodul bildet das gesamte Energiesystem von der Gewinnung bzw. dem Import der verschiedenen Energieträger, ihre Umwandlung z. B. in Raffinerien, Kohleveredelungsanlagen oder Kraftwerken, über den Transport zum Endverbraucher bis zur Nutzung in den Endverbrauchssektoren für verschiedene Verwendungszwecke, z. B. Heizung oder Prozeßwärmeerzeugung, ab. Obwohl das Modellsystem eine Fülle von Gleichungen, Daten und Informationen enthält, ist es im Grunde nur ein schneller Rechenschieber, der Konsistenz sicherstellt und die rasche Ermittlung der Konsequenzen unterschiedlicher Annahmen und Hypothesen z. B. bezüglich der Energiepreisentwicklung oder der Kostenrelationen zwischen verschiedenen Energiewandlungsanlagen und Pkw-Antriebssystemen erlaubt.

Genau in diesem Sinne wurde das Modellsystem eingesetzt, um alternative Szenarien der Entwicklung des Systems "Wirtschaft-Energie-Verkehr" quantitativ auszufüllen und um im Rahmen von Sensitivitätsrechnungen die Auswirkungen veränderter Annahmen zu ermitteln. Hier können im folgenden, quasi nur exemplarisch, einige Ergebnisse aus den drei Grundscenarien und einiger Energiepreisvariationen erläutert werden.

Wesentliche, die drei Szenarien charakterisierende Rahmendaten enthält Tab. 1. Das Referenzszenario ist durch die Fortsetzung

Tab. 1: Rahmenbedingungen der drei Grundscenarien

	Referenzszenario	Prosperitätsszenario	Restriktionsszenario
Grundtendenz	Fortschreibung der gegenwärtig erkennbaren ökonomischen und technologischen Tendenzen	Wirtschaftlicher Aufschwung ab etwa 1990 nach der Theorie der langen Konjunkturwellen	Wandel der gesellschaftlichen Grundvorstellungen und der ökonomischen Verhaltensweisen in Richtung "tertiäre Zivilisation"
Bevölkerung	Abnahme um etwa 10 % auf 55,1 Mio bis 2010	Abnahme um 7 % bis 2010 auf 56,8 Mio	Abnahme bis 2010 auf 56,4 Mio
Wirtschaftswachstum	Mittleres Wirtschaftswachstum, $\bar{\mu}$ 2,8 %/a	Hohes Wirtschaftswachstum, $\bar{\mu}$ 3,7 %/a	Niedriges, stark degeneratives Wachstum, $\bar{\mu}$ 2,2 %/a
Wirtschaftsstruktur	In etwa gleichbleibend	Ausweitung des sekundären Bereichs	Ausweitung des tertiären Bereichs
Personenverkehr	Förderung des OPV (wie bisher)	OPV und IV in Konkurrenz	starke Umschichtung zugunsten des OPV
Güterverkehr	Ausweitung des Straßengüterverkehrsanteil	Ausweitung des Straßengüterverkehrsanteil	Strukturelle Verschiebungen zugunsten von Schiene u Binnenschifffahrt

der heute erkennbaren ökonomischen und technologischen Trends charakterisiert, während das Prosperitätsszenario unterstellt, daß nach der Theorie der langen Konjunkturwellen in der zweiten Hälfte dieses Jahrzehnts ein nachhaltiger wirtschaftlicher Aufschwung

Willi Terhorst et al.

einsetzt, der seine Ursachen im Wirksamwerden neuer Basisinnovationen, wie z. B. der Mikroelektronik hat. Im Restriktionsszenario wird ansatzweise eine Entwicklung zur "tertiären" Gesellschaft unterstellt, in der gesamtwirtschaftlich der Dienstleistungsbe-
reich stärker wächst als die anderen Wirtschaftssektoren. Diesem Szenario liegt die Vorgabe zugrunde, daß nichtwirtschaftliche und in Emotionen gründende Kriterien bei der Energieversorgung wirksam werden, z. B. im Fall der Kernenergie Beschränkung des Ausbaus auf die heute im Bau befindlichen Kraftwerke.

Um im Rahmen der Untersuchung der erheblichen Unsicherheit bezüglich der Entwicklung der Weltmarktpreise der Primärenergieträger Rechnung zu tragen, wurden für die Preise der zu importierenden Energieträger alternative, weit streuende Annahmen gemacht. Für das Rohöl, dem eine gewisse Preisleitfunktion zukommt, sind drei alternative Preisentwicklungen, die in die Variationsrechnungen eingeflossen sind, in Abb. 3 dargestellt. Bezogen auf das Ölpreisniveau des Jahres 1981 spannen die Preisannahmen ein Spektrum auf, das von einem Rückgang um 20 % bis zu einem Anstieg um 400 % reicht. In die Modellrechnungen sind noch eine Vielzahl weiterer Annahmen und Daten eingeflossen, auf die hier aber nicht explizit eingegangen werden kann.

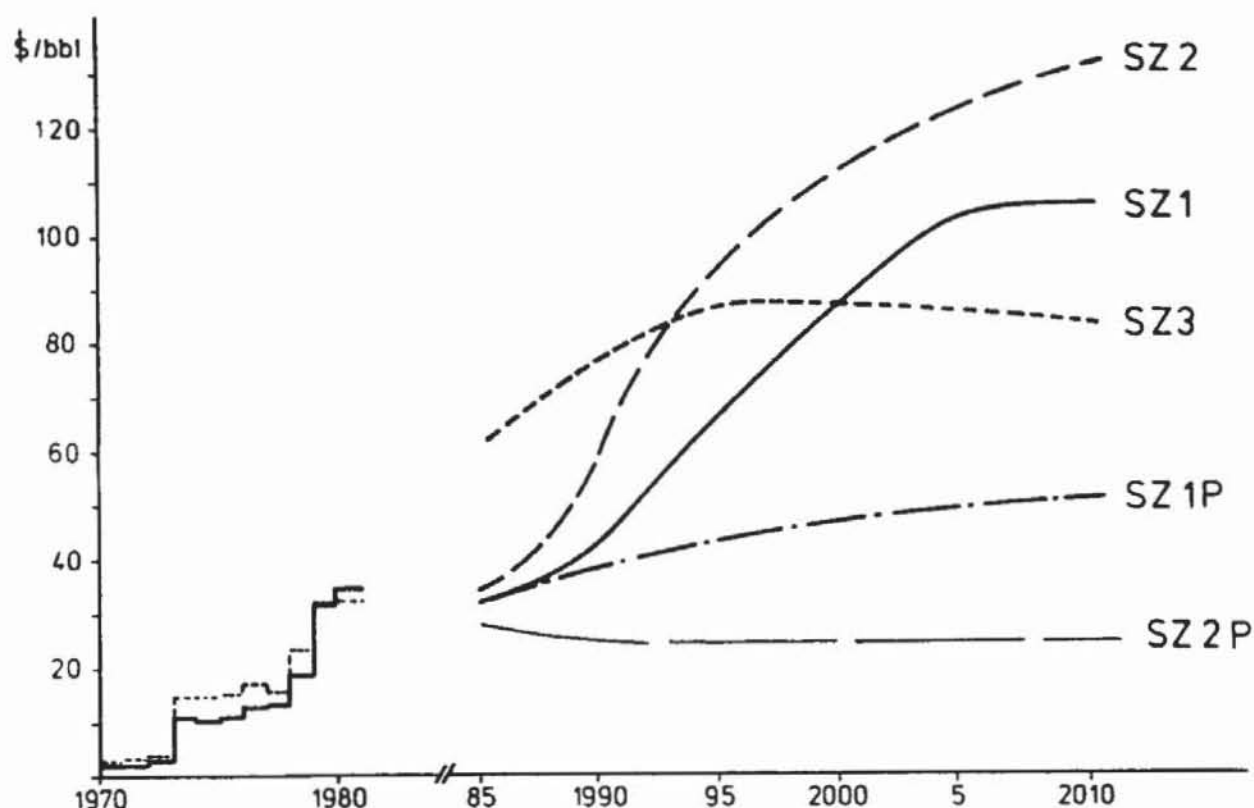


Abb. 3: Entwicklung der Rohölpreise in den drei Szenarien Referenz (SZ1), Prosperität (SZ2) und Restriktion (SZ3) und Preisannahmen für Sensitivitätsrechnungen (SZ1 P, SZ2 P)

In der Entwicklung des Primärenergieverbrauchs (Abb. 4) spiegeln sich die unterschiedlichen Annahmen der drei Grundscenarien Referenzszenario, Prosperität und Restriktion hinsichtlich Bevölkerungsentwicklung, Wirtschaftswachstum, Verbraucherverhalten sowie Preisentwicklung und Verfügbarkeit der Energieträger wider. Das Spektrum reicht von einer annähernden Stagnation des Primärenergieverbrauchs bis zu einer Steigerung von fast 50 %. Eindeutig ist in allen Szenarien der Trend zu einer ausgewogenen Versorgungsstruktur.

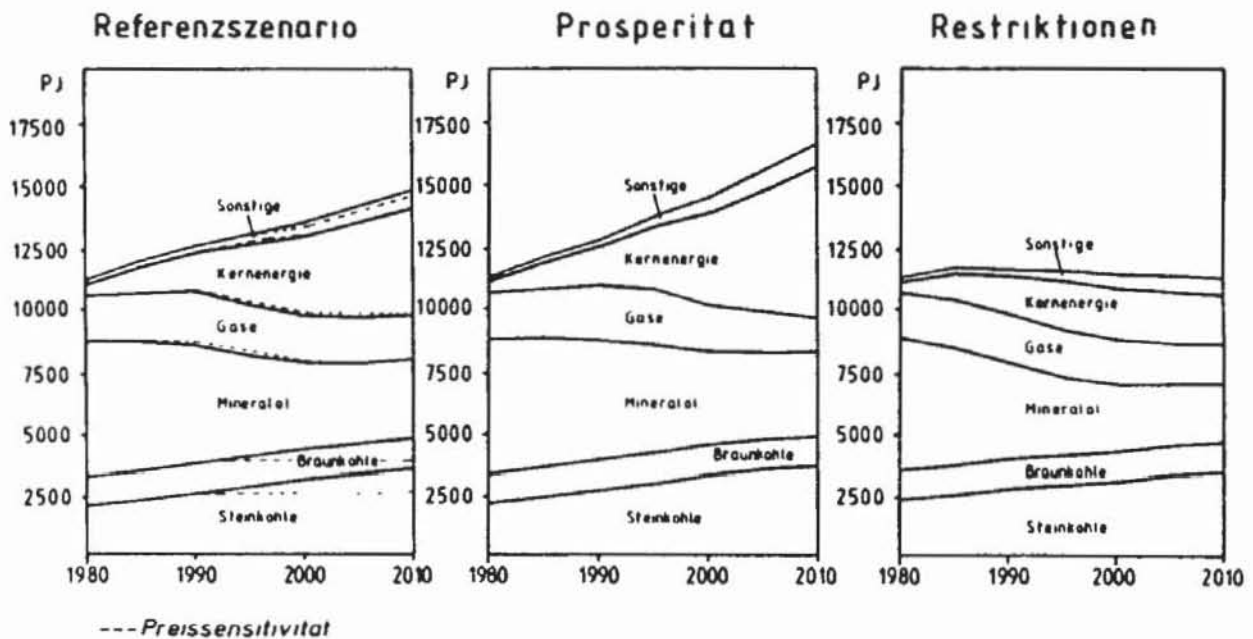


Abb. 4: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern

Der Mineralölverbrauch ist in allen Szenarien rückläufig. In welchem Umfang die Substitution von Mineralöl erfolgt, ist natürlich wesentlich von der Ölpreisentwicklung abhängig. So z. B. geht der Mineralölverbrauch im Szenario Prosperität bei stark steigenden Ölpreisen um fast 40 % zurück, während sich in Sensitivitätsrechnungen dieses Szenarios ein Rückgang der Rohölpreise um etwa 20 % in einem moderateren Rückgang des Öleinsatzes um nur 10 % auswirkt. Trotz fallender Rohölpreise ist ein Rückgang des Ölverbrauchs zu verzeichnen, da sich die Wärmeschutzverordnung im Hochbau und die Kraftstoffeinsparung im Automobilverkehr unabhängig

Willi Terhorst et al.

vom Ölpreis tendenziell in diese Richtung auswirken werden. Eine verminderte Mineralölsubstitution geht dabei in allen Sensitivitätsrechnungen zu Lasten der Steinkohle. Der Kernkraftwerksausbau geht in allen Szenarien bis an die exogen vorgegebenen Grenzen. Der relativ geringe Kernenergieanteil im Szenario Restriktion resultiert aus der szenariospezifischen Vorgabe, den Kernkraftwerksausbau auf die heute in Betrieb und in Bau befindlichen Anlagen zu beschränken. Erdgas behauptet seine Marktposition, lediglich im Szenario Prosperität wird es unter der Annahme extrem hoher Ölpreisssteigerungen durch kostengünstigeres SNG aus Kohle bedrängt.

Der Beitrag der "sonstigen" Energieträger, zu denen neben Wasserkraft, Müll und Stromimport auch Sonnen- und Umgebungsenergie gezählt werden, nimmt zwar zu, steigt aber selbst nach 2000 in keinem der Szenarien über 5 % an.

Neben den Strukturänderungen bei der Versorgung mit Primärenergieträgern ist die Entwicklung in allen Szenarien auch durch Veränderungen auf der Verbrauchsseite gekennzeichnet.

In allen Szenarien steigt der Endenergieverbrauch insgesamt langsamer an als der Primärenergieverbrauch, was auf steigenden Umwandlungseinsatz zur Stromerzeugung und zur Kohleveredlung, für die sich Marktchancen bei steigendem Ölpreis und gleichzeitig weiterer Schere zwischen Öl- und Kohleweltmarktpreisen bieten, hinweist.

In den letzten Jahren hat sich der Sektor Haushalte und Kleinverbraucher zum größten Endenergieverbraucher entwickelt, doch wird sein Anteil in der Zukunft zurückgehen, da in diesem Sektor auch weiterhin die größten Potentiale zur Energieeinsparung liegen. Größter Endenergieverbraucher wird in nahezu allen Szenariorechnungen die Industrie. Trotz einer insgesamt weiter wachsenden Verkehrsleistung nimmt der Anteil des Verkehrssektors am Endenergieverbrauch ab (Tab. 2).

Tab. 2: Entwicklung des Energieverbrauchs nach Verbrauchssektoren

	80	REFERENZ-SZENARIO			PROSPERITÄTS-SZENARIO			RESTRIKTIONS-SZENARIO		
		90	00	10	90	00	10	90	00	10
ENDENERGIE ¹⁾	261	274	277	296	276	295	331	254	237	236
DAVON										
- INDUSTRIE	88	102	111	129	101	110	130	91	90	94
- HEK	112	115	112	112	117	123	135	109	99	99
- VERKEHR ¹⁾	61	57	54	55	58	62	66	54	48	48
RECHENER V.	27	36	42	48	39	46	55	34	39	41
UMWANDLUNG	106	127	150	170	128	163	196	114	120	116
PRIMÄRENERGIE ¹⁾	394	437	469	514	443	504	582	402	396	393

¹⁾ ZAHLENWERTE ENTHALTEN HOCHSEBUNKERUNGEN

Vom Endenergieverbrauch des Verkehrs im Jahre 1981 in Höhe von 54,9 Mio t SKE entfielen 47,5 Mio t SKE auf den Straßenverkehr und hiervon wieder rund 80 % auf den Personenindividualverkehr mittels Pkw. Den Entwicklungen im Straßenverkehr und insbesondere im Pkw-Bereich kommen somit besondere Bedeutung für den Energieverbrauch des Verkehrssektors zu. Ihnen wurde deshalb im Rahmen dieser Untersuchung besondere Aufmerksamkeit geschenkt. So wird bei den Pkw zwischen vier Fahrzeugklassen mit jeweils unterschiedlichen Antriebssystemen wie dem Otto- oder Dieselmotor und alternativen Kraftstoffen wie Benzin, Methanolmischkraftstoffen, Ethanol, LPG, CNG, Wasserstoff und Elektrizität unterschieden. Zusatzkosten für alternative Antriebe, Unterschiede in den spezifischen Kraftstoffverbräuchen, sowie die höheren Transport- und Verteilungskosten von Alternativkraftstoffen wurden in den Rechnungen ebenfalls berücksichtigt. Für die Besteuerung wurde unterstellt, daß Dieselmotorkraftstoff und LPG auch in Zukunft mit den heutigen Sätzen besteuert werden, während alle anderen Kraftstoffe auf der Basis ihres Energieinhaltes wie Benzin besteuert werden.

Die für den Energieverbrauch im Pkw-Bereich wesentlichen Entwicklungstendenzen zeigt Abb. 5. In allen Szenarien geht die Energienachfrage aufgrund weitreichender Maßnahmen zur rationelleren Energienutzung zurück, und zwar um rd. 46 %, wenn man die spezifischen Kraftstoffverbräuche des Jahres 1980 als Vergleich heranzieht.

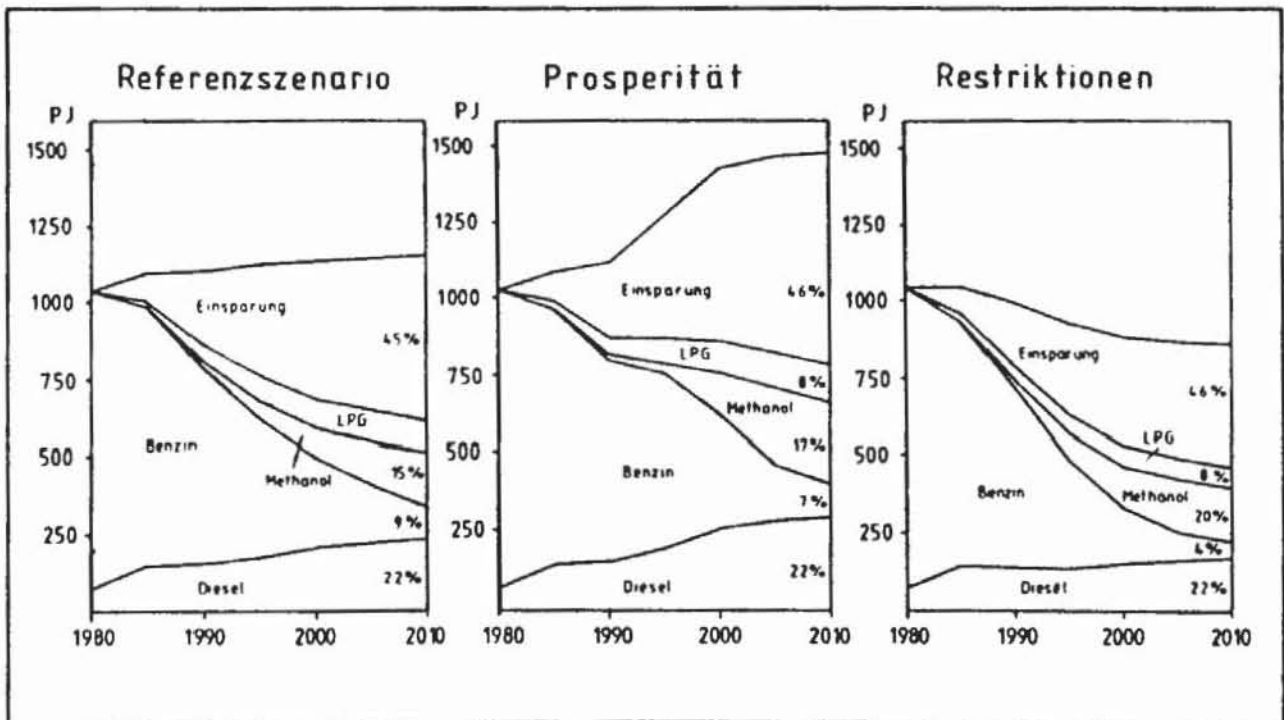


Abb. 5: Endenergieverbrauch der Pkw

Willi Terhorst et al.

Die erheblichen Einsparungen gehen im wesentlichen zu Lasten des Benzins, das darüberhinaus noch einem starken Substitutionsdruck durch Dieselkraftstoff, LPG und Methanol ausgesetzt ist. Die Anschaffungskostenvorteile des Benzinfahrzeugs und die Vorteile des Benzins, die durch die bereits vorhandene Verteilungsinfrastruktur gegeben sind, können in den Modellrechnungen den eindeutigen Trend zu anderen Kraftstoffen mit günstigeren motorischen Eigenschaften nicht aufhalten. Auch bei den für das Benzin insgesamt günstigeren Rohölpreisentwicklungen ergeben sich erhebliche Marktanteilsverluste.

Anders als beim Benzin nimmt beim Mitteldestillat der Trend zur motorischen Verwendung zu. Alle Rechenergebnisse bestätigen, daß der mit Dieselkraftstoff betriebene Pkw vorhandene Marktpotentiale weitestgehend ausschöpfen wird. Neben Vorteilen in der Besteuerung ist dies auch auf den günstigen Wirkungsgrad zurückzuführen. Die höheren Anschaffungskosten des Diesel-Pkw konkurrieren im energie-wirtschaftlichen Gesamtzusammenhang mit den hohen Investitionsnotwendigkeiten einer etwaigen Konversion schwerer Mineralölprodukte zu Benzin und den zusätzlichen Energieverlusten bei dieser Umwandlung. Der Dieselanteil am Kraftstoffverbrauch steigt bis zum Jahr 2000 auf ca. 30 % und bis 2010 auf ca. 40 % an.

In allen Szenarien kommt LPG als alternativer Kraftstoff zum Einsatz, wobei der Marktanteil durch die verfügbaren Mengen begrenzt wird.

Nicht so eindeutig wie bei den vorgenannten Energieträgern sind die Entwicklungstendenzen beim Methanol. Die Marktpotentiale von Methanol werden im wesentlichen von der Kohle-Öl-Preisrelation, die für eine Herstellung von Methanol aus heimischer Kohle bestimmend sind, determiniert. Eine inländische Methanolerzeugung erweist sich dabei nur im Falle der starken Ölpreissteigerungen als gesamtwirtschaftlich sinnvoll. Trotzdem machen die Rechenergebnisse deutlich, daß Methanol der aussichtsreichste, nicht ölstämmige Alternativkraftstoff ist. Die anderen nicht ölstämmigen Kraftstoffen wie Ethanol, CNG, Wasserstoff und Strom hatten im Betrachtungszeitraum keine Marktchancen.

Wie bereits erwähnt, prägen die Entwicklungen im Pkw-Bereich die Energieträgernachfragestruktur des gesamten Verkehrssektors. In Abb. 6 ist für die verschiedenen Szenarien die Endenergieträgernachfrageentwicklung des Sektors Verkehr dargestellt, wobei in den Zahlenangaben auch die Bunkerungen der Hochseeschifffahrt enthalten sind. Trotz des deutlichen Rückgangs des Pkw-Kraftstoffbedarfs, steigt im Prosperitätsszenario der Gesamtenergieverbrauch des Verkehrssektors wegen der zunehmenden Güterverkehrsleistung noch leicht an.

Die Entwicklung der Energieträgerstruktur im Verkehrsbereich ist durch zwei robuste Trends gekennzeichnet. Der eine ist die starke Ausweitung des Einsatzes von Mitteldestillaten - hierunter ist auch der Kerosineinsatz im Luftverkehr erfaßt -, und der andere

ist der starke Rückgang des Einsatzes von Raffineriebenzin.

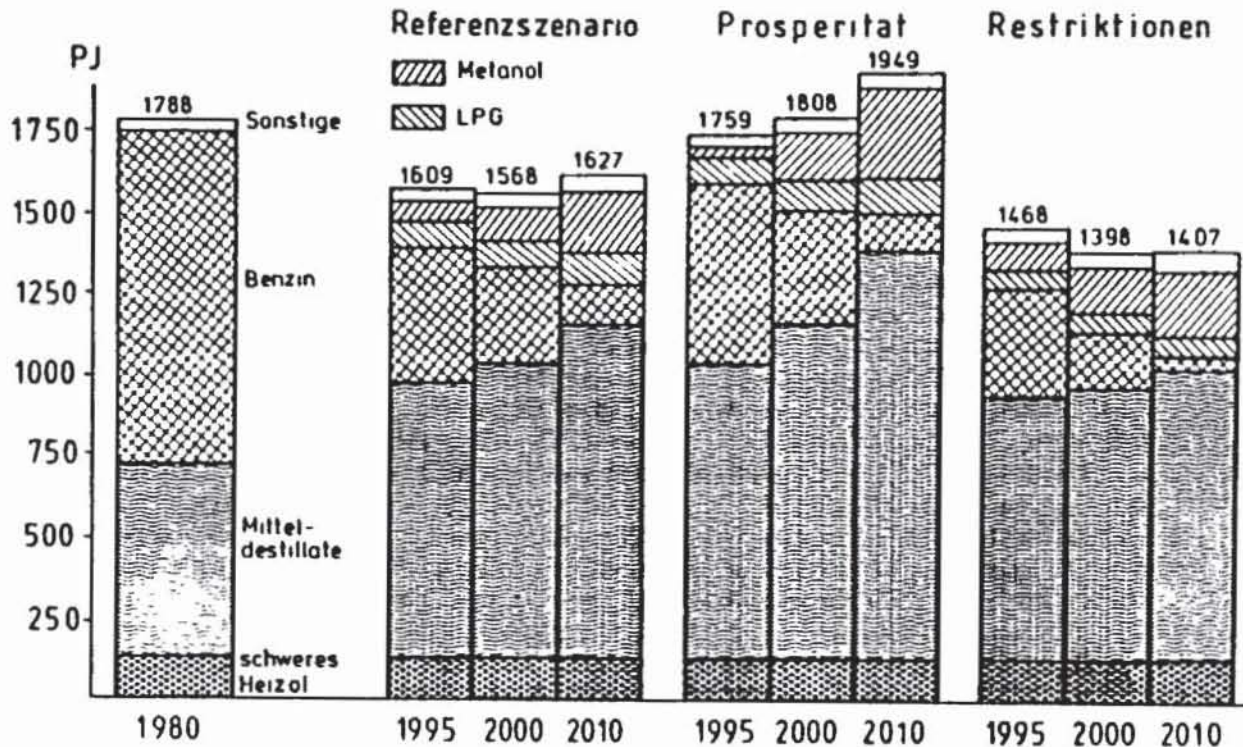


Abb. 6: Entwicklung des Endenergieverbrauchs des Sektors Verkehr

Die Mitteldestillate dehnen ihren Versorgungsanteil von heute einem Drittel auf zukünftig zwei Drittel aus, während der Benzineinsatz in den Szenarien stark zurückgeht. Selbst im Fall rückläufiger Ölpreise sinkt der Einsatz von Raffineriebenzin auf rd. 40 % ab. Trotz der in einigen Szenariorechnungen unterstellten starken Ölpreisssteigerungen bleibt der Verkehrssektor auch weiterhin vom Mineralöl abhängig. In diesen Szenarien geht der Mineralölproduktanteil zwar zurück, mit über 80 % bleibt er aber weiterhin dominant.

Das Methanol ist bei einer sich ausweitenden Preisschere zwischen Rohöl und Kohle die einzige Versorgungsalternative mit wirtschaftlicher Bedeutung. Die Erzeugung anderer synthetischer Kraftstoffe aus Kohle, z. B. mittels Kohleverflüssigung oder nach dem Fischer-Tropsch-Verfahren, kommt aufgrund der Einsatzvorteile des Methanols im Fahrzeug und höherer Umwandlungskosten ebenso wenig zum Tragen wie die Benzinsynthese aus Methanol über den Mobilprozeß.

Die zuvor erläuterten Entwicklungstendenzen in den Endverbrauchssektoren sind natürlich nicht losgelöst von den Entwicklungen im Umwandlungsbereich, sondern beide beeinflussen sich wechselseitig. Da hier aus Platzgründen auf den gesamten Umwandlungsbereich nicht

Willi Terhorst et al.

detailliert eingegangen werden kann, seien nur die Entwicklungen in der Mineralölverarbeitung noch kurz erläutert.

Die Entwicklungen im Raffineriebereich sind durch den Rückgang des Ölverbrauchs und die Veränderungen in der Nachfragestruktur der Mineralölprodukte gekennzeichnet. Wie aus Tab. 3 für das Referenzszenario ersichtlich, setzt sich der Rückgang des Rohöleinsatzes in heimischen Raffinerien, der bereits in den letzten Jahren zu beobachten war, fort. Von der Mineralölindustrie werden zur Zeit

Tab. 3: Entwicklung des Raffineriedurchsatzes und Konversionsausstoßes (Mio t OE)

	Anlagentyp	1980	1990	2000	2010
Referenz-Szenario leicht steigende Ölpreise	Rohöldurchsatz	103	96	78	73
	cat. Cracker	8	3	-	-
	Hydrocracker	2	3	1	-
	therm. Cracker	12	11	11	11
Referenz-Szenario; hohe Ölpreise	Rohöldurchsatz	103	93	66	57
	cat. Cracker	8	2	5	-
	Hydrocracker	2	3	-	-
	therm. Cracker	12	10	-	-
Referenz-Szenario; fallende Ölpreise	Rohöldurchsatz	103	96	76	79
	cat. Cracker	8	3	-	-
	Hydrocracker	2	3	-	-
	therm. Cracker	12	11	12	14

erhebliche Anstrengungen unternommen durch den Zubau von Konversionsanlagen die Produktausbeute zur leichten Seite zu verschieben. Die Modellrechnungen (s. Tab. 3) deuten darauf hin, daß der Ausbau von Konversionsanlagen zur Umwandlung schwerer Mineralölprodukte zu Benzin langfristig keine energiewirtschaftlich notwendige Strategie ist. Die Kosten neuer Konversionsanlagen können durch höhere Erlöse bei den leichten Mineralölprodukten nicht ausgeglichen werden. In den Rechnungen ist allerdings der denkbare Import von schweren Feedstocks nicht berücksichtigt. Die Entwicklung zurück zur Heizölraffinerie, wie sie die Modellrechnungen aufzeigen, resultiert im wesentlichen aus der Veränderung der Energieverbrauchsstruktur im Verkehrssektor, wo die Energieeinsparung und die Substitution, wie erläutert, zu Lasten des heute noch sehr hohen Benzinanteils gehen. Der Bedarf an leichten Mineralölprodukten geht somit tendenziell zurück, während die wachsende Nachfrage nach Dieselkraftstoff durch die Zurückdrängung des leichten Heizöls im Bereich der Haushalte, Kleinverbraucher und Industrie gedeckt wird.

7 Schlußfolgerungen

Die im vorangegangenen Abschnitt erläuterten Ergebnisse einer systematischen Analyse der zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten der Energieversorgung des Verkehrs, die, darauf sei noch einmal ausdrücklich hingewiesen, nicht als Prognosen mißverstanden werden dürfen, erlauben, im Sinne der hier zu demonstrierenden Möglichkeiten einer "systematischen Zukunftsanalyse" als Hilfsmittel für Entscheidungen bei Unsicherheit die Ableitung der folgenden robusten Schlußfolgerungen:

1. Die sparsamere und rationellere Energieverwendung bewirkt eine deutliche Entkopplung von Energieverbrauchs- und Wirtschaftswachstum.
2. Die Energieversorgungsstrukturen des Verkehrssektors werden sich in Zukunft durch die Realisierung von energiesparenden Maßnahmen sowie durch einen wachsenden Anteil von zum Benzin alternativen Kraftstoffen gravierend verändern. Dieselmotoren werden zum wichtigsten Energieträger, während der Benzinverbrauch merklich zurückgeht.
3. Das Mineralöl bleibt aber dennoch über die Jahrhundertwende hinaus der dominierende Primärenergieträger für den Verkehr. Die einzige nicht ölgebundene Kraftstoffalternative mit Aussicht auf wirtschaftliche Bedeutung ist das Methanol.
4. Chancen für eine wirtschaftliche Erzeugung von Methanol und Gas aus heimischer Kohle bestehen nur im Falle erheblicher Ölpreissteigerungen.
5. Die Untersuchungsergebnisse, in die ein breites Spektrum denkbarer Ölpreisentwicklungen einfließen, zeigen, daß ein verstärkter Ausbau von Konversionsanlagen zur Erzeugung von Benzin aus schweren Mineralölprodukten aus energiewirtschaftlicher Sicht nicht notwendig ist.

Mit der Darstellung der wesentlichen Ergebnisse einer Untersuchung der Perspektiven der Energieversorgung des Verkehrs im energiewirtschaftlichen Kontext, sollte das Ziel verfolgt werden, aufzuzeigen, daß trotz der bestehenden Unsicherheiten brauchbare Hilfen für die im Bereich der Energiewirtschaft und Energiepolitik anstehenden strategischen Entscheidungen gegeben werden können. Dabei ist die Erstellung von "Prognosen" im eigentlichen Sinne des Wortes wenig hilfreich, sondern es müssen unter expliziter Berücksichtigung von Unsicherheit und Ungewisheit alternative Entwicklungen von Energienachfrage und -versorgung analysiert werden, um diejenigen Entscheidungen und Maßnahmen zu identifizieren, die heute zur Sicherung einer kostengünstigen und umweltverträglichen Energieversorgung einzuleiten sind. Eine derartige "systematische Zukunftsanalyse" kann dabei weder Patentrezepte liefern, noch kann sie dem Entscheidungsträger die eigentliche Entscheidung, das Abwägen von Nutzen und Risiko abnehmen. Sie kann aber dazu beitragen, die strategischen Entscheidungen auf eine rationalere Basis

Willi Terhorst et al.

zu stellen und Vorsorge bezüglich der Ungewißheit in der Zukunft zu treffen. Die Zukunft wird dann zwar immer noch Überraschungen bringen, vielleicht aber dann zunehmend solche, die bereits heute schon in Erwägung gezogen wurden.

Schrifttum

- /1/ Bundesministerium für Wirtschaft
Das Energieprogramm der Bundesregierung, Bonn, September 1973
- /2/ Bundesministerium für Wirtschaft
Erste Fortschreibung des Energieprogramms der Bundesregierung, Bonn, November 1974
- /3/ Bundesministerium für Wirtschaft
Zweite Fortschreibung des Energieprogramms der Bundesregierung, Bonn 1977
- /4/ Bundesministerium für Wirtschaft
Dritte Fortschreibung des Energieprogramms, Bonn 1981
- /5/ Bericht der Enquete-Kommission "Zukünftige Kernenergie-Politik". Deutscher Bundestag, 8. Wahlperiode, Drucksache 8/4341, 27.6.1980
- /6/ Voß, A.: Möglichkeiten und Grenzen von Energieprognosen. In Existenzfrage: Energie, Econ-Verlag, Düsseldorf 1980
- /7/ Bellmann, K., T. Brenner, G. Eickhoff, G. v. Kortzfleisch, W. Mende, K. Schmitz, D. Sievert, W. Terhorst, A. Voß: Energie für den Verkehr, FAT-Schriftenreihe Nr. 25, Frankfurt 1983
- /8/ v. Kortzfleisch, G., A. Voß: Energie für den Verkehr, Kurzfassung, VDA-Schriftenreihe, Frankfurt 1983 (im Druck)
- /9/ Meyer-Renschhausen, M.: Das Energieprogramm der Bundesregierung. Ursachen und Probleme staatlicher Planung im Energiesektor der Bundesrepublik Deutschland, Frankfurt, New York, 1981