

TEIL II
ANALYSE DER PROGNOSE-
INSTRUMENTE:
DAS WELTMODELL DER
REGIERUNG

14 Das Weltmodell der US-Regierung: Die derzeitige Grundlage

Dieses Kapitel leitet Teil II des *Technischen Berichts* von *Global 2000* ein. Teil I (Kap. 1-13) ging auf den ersten Aspekt der Direktive des amerikanischen Präsidenten ein, mit der die Studie in Gang gesetzt wurde: die Anweisung, eine »Untersuchung über die voraussichtlichen Veränderungen der Bevölkerung, der natürlichen Ressourcen und der Umwelt auf der Erde bis zum Ende dieses Jahrhunderts« durchzuführen. Teil II (Kap. 14-23) geht auf den zweiten Aspekt der Direktive des Präsidenten ein, der besagt: daß »Diese Studie wird als Grundlage für unsere längerfristige Planung dienen.«*

Insbesondere beschreibt und analysiert Teil II die bei der Entwicklung der in Teil I vorgestellten Prognosen verwendeten formalen Computermodelle und die weniger formalen Berechnungsverfahren. Diese Modelle und Verfahren und nicht die Prognosen selbst bilden die wirkliche »derzeitige Grundlage« für die längerfristige Planung der US-Regierung, und zwar aus folgenden Gründen:

- Diese Modelle und Verfahren verkörpern in offener und sichtbarer Form viele der Annahmen, von denen die für die längerfristige Planung der Regierung verantwortlichen Stellen ausgehen.
- Diese Modelle und Verfahren werden tatsächlich von Planern der Regierung benutzt, um die Schlußfolgerungen aus diesen Annahmen zu skizzieren, die Annahmen zu überprüfen und gegebenenfalls zu revidieren, und ganz allgemein analytische Hilfen für langfristige politische Entscheidungen zu geben.

Eine Darstellung der derzeitigen Grundlagen der Regierung für längerfristige Planung erfordert sowohl einen umfassenden Überblick über die gesamte Reihe der den Prognosen zugrunde liegenden Modelle und Verfahren, als auch deren detaillierte Untersuchung. Dieses erste Kapitel von Teil II enthält den umfassenden Überblick, während die folgenden Kapitel 15-23 jedes Element dieser Reihe einzeln beschreiben. Dieses Kapitel ist also so aufzufassen, daß es die äußeren Beziehungen zwischen einer Reihe von »*black boxes*« untersucht, während die Kap. 15-23 den Inhalt jeder *black box* im einzelnen untersuchen. Eine zusam-

* Teil III dieses Bandes (Kap. 24-31) geht ebenfalls auf den zweiten Aspekt der Direktive des Präsidenten ein, indem er mehrere hochgradig integrierte, langfristige Globalmodelle beschreibt, analysiert und vergleicht, die gegenwärtig von der US-Regierung nicht allgemein benutzt werden. Diese Modelle und ihre Prognosen bieten wichtige zusätzliche Erkenntnisse, die sich auf die Analyse der Prognosen von *Global 2000* anwenden lassen und ansonsten die derzeitige Grundlage der längerfristigen Planung der Regierung verbreitern.

menfassende Beschreibung jedes »Elements« (oder jeder *black box*) wird am Ende dieses Kapitels gegeben.

Das »Weltmodell der Regierung«

Im gesamten Teil II werden die zur Formulierung der Prognosen der Studie verwendeten formalen Modelle und die weniger formalen Berechnungsverfahren insgesamt als »Weltmodell der Regierung« (zur Prognose voraussichtlicher Veränderungen der Bevölkerung, der natürlichen Ressourcen und der Umwelt auf der Erde bis zum Ende dieses Jahrhunderts) bezeichnet.* Natürlich verfügt die US-Regierung gegenwärtig nicht über ein integriertes Computermodell der Welt. Es könnte sogar zunächst unangebracht erscheinen, wenn in diesem Bericht diese Sammlung von Analyseverfahren so behandelt wird, als ob es sich dabei um eine vollständig integrierte Einheit handle – wobei das US-Landwirtschaftsministerium für einen Ernährungssektor zuständig ist, das US-Energieministerium für einen Energiesektor, und wobei sich der Umweltsektor über zahlreiche verschiedene Behörden erstreckt usw.

Statt dessen hat jede Behörde ihre eigene idiosynkratische Methode, Prognosen über die Zukunft zu machen, die auf ihren eigenen Zuständigkeiten und Interessen beruht. Diese verschiedenen Ansätze waren nie dazu gedacht, als Teil eines integrierten und in sich konsistenten Systems wie des »Weltmodells der Regierung« verwendet zu werden. Sie wurden von verschiedenen Leuten zu verschiedener Zeit mit verschiedener Perspektive und Methodologie zur Erfüllung verschiedener Bedürfnisse entwickelt. Zwar machen viele dieser Stellen aner-

* Als weitere Spezialausdrücke und Formulierungen werden in Teil II verwendet:

Computermodell ist ein Computerprogramm für *Global 2000*, mit dem das Verhalten einiger realer Phänomene (z. B. Bevölkerungswachstum oder die Strukturen des Welthandels mit Nahrungsmitteln) durch Verwendung mathematischer Gleichungen zur Erstellung von Prognosen simuliert wird.

Eingabedaten (einschließlich Annahmen) sind erforderlich, bevor ein Computermodell oder ein sonstiges Berechnungsverfahren eingesetzt werden kann.

Rechendaten entstehen als Ergebnis der Anwendung eines Computermodells oder eines sonstigen Berechnungsverfahrens.

Endogene Berechnungen sind Berechnungen, die mit einem Computermodell oder mit einem anderen Berechnungsverfahren durchgeführt werden.

Exogene Berechnungen sind Berechnungen, die entweder bei der Vorbereitung der Eingabedaten vor Einsatz des Computermodells oder sonstiger Berechnungsverfahren oder bei der Aufbereitung von Rechendaten nach Anwendung eines Computermodells oder anderen Berechnungsverfahrens angestellt werden.

Dynamisch berechnete Prognosen sind im Rahmen von *Global 2000* für ein Zukunftsjahr endogen gestellte Prognosen, die zum Teil von (ebenfalls endogen erstellten) Prognosen für das Vorjahr oder die Vorjahre abhängen.

Statisch berechnete Prognosen sind im Rahmen von *Global 2000* endogen für ein Zukunftsjahr erstellte Prognosen, die von den für das Vorjahr oder die Vorjahre endogen erstellten Prognosen unabhängig sind. Exogene Veränderungen der Eingabedaten bestimmen das Jahr, für das die Prognosen berechnet werden.

kanntermaßen hervorragenden Gebrauch der für ihre jeweiligen Sektoren geeigneten neuesten Analyseverfahren, doch führen sie zu Prognosen, die in wichtigen Aspekten wechselseitig unverträglich sind.

Nichtsdestoweniger gibt es mindestens drei zwingende Gründe, diese verschiedenen Ansätze als Gesamtheit zu beschreiben und zu bewerten:

1. Die verschiedenen sektoriellen Modelle und Rechenverfahren (die in dieser Abhandlung willkürlich zu einer Reihe von 11 »Elementen« aggregiert wurden) sind in begrenztem Umfang in Formen entwickelt und fortgeschrieben worden, die wechselseitige Interaktionen über einen informellen, nahezu unmerklichen Prozeß einschließen.
2. Prognosen, die unter Verwendung dieser Elemente entwickelt wurden, werden allgemein von der Regierung und sonstigen Institutionen so verwendet, als ob sie wechselseitig verträglich errechnet worden wären.
3. Diese Elemente müßten wechselseitig verträglich verwendet werden können – ohne Rücksicht darauf, wie sie im Einzelfall entwickelt und fortgeschrieben wurden, und ohne Rücksicht darauf, wie weit ihre Prognosen allgemein verwendet werden. Tatsächlich hat der Präsident implizit die Anweisung gegeben, daß die Elemente auf diese Weise verwendet und bewertet werden sollen, als er *Global 2000* in Auftrag gab.

Die US-Regierung verfügt über eine umfangreiche Sammlung von Analyseverfahren zur Vorhersage zukünftiger Trends auf einer großen Anzahl von Gebieten. *Global 2000* forderte die Bundesbehörden auf, Prognosen unter Mithilfe der von ihnen routinemäßig für diesen Zweck verwendeten Methoden zu erstellen.

Diese Methodologien oder Instrumente können zusammengekommen als Elemente des umfassenden Weltmodells der Regierung betrachtet werden. Die übliche Verwendung dieser Elemente gewährleistet nicht, daß die ihnen zugrunde liegenden Annahmen wechselseitig verträglich (konsistent) sind. Die Sicherung der Verträglichkeit erhielt im Rahmen dieser Untersuchung höchste Priorität, und es wurde jede Anstrengung gemacht, Interaktionen und Verträglichkeit zwischen den einzelnen Elementen zu verstärken.

Trotz der zur Gewährleistung der Verträglichkeit für die Studie aufgestellten eingeschränkten Bedingungen enthielt die Analyse jedoch eine Anzahl innerer Widersprüche, die auch unvermeidlicherweise erhalten bleiben. Einfach ausgedrückt, zeigt die Analyse, daß die Exekutivbehörden der US-Regierung derzeit nicht in der Lage sind, dem Präsidenten Prognosen mit interner Verträglichkeit (Konsistenz) über die weltweiten Trends bei Bevölkerung, Ressourcen und Umwelt für die nächsten zwei Jahrzehnte vorzulegen.

Diese Widersprüche machen die Gesamtergebnisse der Studie nicht völlig wertlos – ihre Prognosen sind sogar das Konsistenteste, was die Regierung je

hervorgebracht hat – doch lassen sie darauf schließen, daß die Ergebnisse der Prognosen die Schwere potentieller Zukunftsprobleme untertreiben. Die Analyse verweist außerdem auf Möglichkeiten, wie die Qualität der langfristigen Analyseinstrumente der Regierung verbessert werden kann.

Eines der wichtigsten Ergebnisse der Studie lautet, daß die in Teil I prognostizierten sektoriellen Trends in der Wirklichkeit auf eine Art und Weise miteinander in Interaktion treten, die im Weltmodell der Regierung nicht dargestellt ist – was im wesentlichen an dem institutionellen Kontext liegt, in dem die Elemente des Modells entwickelt wurden und verwendet werden. Dieser Kontext betont sektorielle Interessen auf Kosten der Interaktion zwischen Sektoren und führt zu verzerrten und wechselseitig unverträglichen (inkonsistenten) Prognosen. Wichtige Entscheidungen, bei denen es um Regierungsprogramme in Milliardenhöhe und sogar um die nationale Sicherheit geht, beruhen z. T. auf solchen Prognosen.

In der folgenden Abhandlung wird die »derzeitige Grundlage« (das Weltmodell der Regierung) zunächst nach seinem Umfang und nach den Verknüpfungen zwischen seinen Elementen beschrieben. Auf der Grundlage dieser Gesamtbeschreibung wird die Wirkungsweise der Elemente als Sammeleinheit analysiert. Die Schlußfolgerungen aus dieser Analyse werden dann untersucht im Hinblick auf (1) die Interpretation der Prognosen und (2) die Verbesserung der derzeitigen Grundlage. Schließlich werden die 11 Elemente des Weltmodells der Regierung zusammenfassend dargestellt, wobei zur Erleichterung von Vergleichen ein gleichbleibendes Schema benutzt wird.

Der Rest dieses Kapitels unterteilt sich in die folgenden fünf Abschnitte und ihre jeweiligen Unterabschnitte:

Beschreibung der derzeitigen Grundlage

Umfang von *Global 2000*

Verknüpfungen vor *Global 2000*

Verknüpfungen unter den eingeschränkten Bedingungen von *Global 2000*

Analyse der derzeitigen Grundlage

Inkonsistente Variablenwerte

Verwendung verschiedener Informationsquellen

Fehlende Rückkopplung

Strukturelle Unvereinbarkeiten

Institutionelle Faktoren, die den Diskrepanzen zugrunde liegen

Interpretation der Prognosen

Validität der grundlegenden Ergebnisse

Verzerrungen aufgrund inkonsistenter Variablenwerte

Verbesserung der derzeitigen Grundlage

Bedarf nach institutioneller Kontinuität

Potentielle methodische Verbesserungen

Vornahme umfassenderer Verbesserungen

Zusammenfassende Beschreibungen der 11 Elemente

Bevölkerung
 Bruttosozialprodukt
 Klima
 Technologie
 Nahrungsmittel
 Fischerei, Forstwesen, Wasser
 Energie
 Energieerzeugungsabfälle
 Fossile Brennstoffe
 Nichtenergetische Mineralien
 Umwelt

Beschreibung der derzeitigen Grundlage

Die derzeitige Grundlage der Regierung für die längerfristige Planung – das bereits definierte Weltmodell der Regierung – ist mehr als die Summe seiner Teile. Es setzt sich sowohl aus den 11 Elementen als auch aus den Verknüpfungen zwischen diesen zusammen. In welchen Kapiteln die Prognosen für jedes der 11 Elemente und deren detaillierte Beschreibungen enthalten sind, ist aus Tab. 14-1 zu entnehmen.

Tab. 14-1
Verzeichnis der einzelnen Prognosen und
ausführlichen Erörterungen zu den 11
Elementen des Regierungs-Weltmodells

Element	Prognosen, die das Element verwenden	Detaillierte Beschreibung des Elements
<i>In der Reihenfolge, in der sie in diesem Kap. vorgestellt werden</i>	Teil I Kapitel	Teil II Kapitel
1. Bevölkerung	2	15
2. BSP	3	16
3. Klima	4	17
4. Technologie ^a	5	23
5. Nahrungsmittel	6	18
6. Fischerei, Wald, Wasser	7, 8, 9	19
7. Energie	10	20
8. Energierückstände	10	20
9. Brennstoffe	11	21
10. Mineralische Rohstoffe	12	22
11. Umwelt	13	19

^a Zusammengesetztes Element, das unter einem Begriff die verschiedenen Annahmen und Ansätze hinsichtlich der technischen Innovationen, die in den übrigen Elementen eingesetzt werden, und deren Entwicklungen und Folgen zusammenfaßt.

Die folgende Erörterung betrachtet zunächst die Entscheidungen, die bei der Definition des Umfangs von *Global 2000* gefällt wurden, beschreibt sodann die Verknüpfungen, die vor der Direktive des Präsidenten zur Durchführung der Studie vorhanden waren, und führt schließlich die Verknüpfungen auf, die unter den für die Studie erforderlichen einschränkenden Rahmenbedingungen hergestellt wurden.

Umfang von Global 2000

Im Rahmen der Direktive des Präsidenten wurden mehrere Entscheidungen gefällt, die insofern eine wichtige Rolle bei der Festlegung des Endcharakters von *Global 2000* spielten, als dabei für die langfristige Weltanalyse relevante Faktoren und Überlegungen ausgewählt oder ausgeschlossen wurden:

1. Der Auftrag für *Global 2000* lautete, sich auf Trends und Veränderungen und nicht auf Ziele zu konzentrieren. Die Studie sollte einen Blick in die Zukunft werfen, zunächst bis zum Jahre 2000, jedoch nicht viel darüber hinaus. Sie bezog sich auf biologisch-physikalische Fragen und nicht auf soziale, politische und ökonomische Vorgänge. Zwar wurden ökonomische Überlegungen in begrenztem Umfang eingeführt, um die einzelnen Prognosen besser miteinander zu verknüpfen, doch blieben ökonomische, politische und soziale Überlegungen im wesentlichen außerhalb des Untersuchungsrahmens.

2. Analytische Methoden wurden angewendet, wo immer das möglich war, nicht aber eher normative oder qualitativ deskriptive Ansätze, die zur Sammlung von Ideen und Meinungen von Länder- oder Sektorexperten hätten benutzt werden können.*

Natürlich benutzt die Regierung noch andere Berechnungsverfahren zur politischen Strategieanalyse als die von *Global 2000* verwendeten, und viele Institutionen schöpfen aus anderen Quellen als denen, auf die sich die Studie stützt. Im allgemeinen jedoch führen diese anderen Verfahren zu Prognosen, die entweder nicht weltweit und langfristig sind (d. h. nicht bis zum Ende des Jahrhunderts reichen, wie dies in der Direktive des Präsidenten definiert ist), oder zu solchen, mit denen die in erster Linie für die Entwicklung der für diese Studie erforderlichen Prognosen zuständigen amtlichen Stellen nicht allgemein arbeiten. Daher wurden solche Verfahren nicht unter die 11 Elemente einbezogen, aus denen sich das für die Erreichung der Ziele dieser Studie geeignete Weltmodell der Regierung zusammensetzt.**

* Wie etwa die *field anomaly relaxation*-Methode zur Prognose von Gesamt-Zukunftsstrukturen, die vom Stanford Research Institute entwickelt wurde.

** Ein umfassender Überblick über andere von der US-Regierung verwendete Modelle wird gegeben in: *A Guide to Models in Governmental Planning and Operations*, Washington: Environmental Protection Agency, Aug. 1974, und in

3. Wo immer das möglich war, wurden die innerhalb der amerikanischen Bundesregierung verfügbaren Instrumente, Daten und Fähigkeiten genutzt. Diese Entscheidung wurde getroffen, um eine Bewertung der derzeitigen Grundlage für die längerfristige Planung zu erleichtern. Doch wurde infolge dieser Entscheidung auf den Beitrag zahlreicher Universitäten und die im privaten Sektor und in anderen Institutionen zur Verfügung stehenden Instrumente verzichtet. Eine weitere Folge dieser Entscheidung war, daß kein Kreuzvergleich der Ansichten einzelner Behörden mit der Betrachtungsweise des Privatsektors stattfand, außer insoweit, als diese in die Ansichten und Kritiken der Berater der Studie eingingen.

4. Es war erforderlich, aus den der Bundesregierung zur Verfügung stehenden Instrumenten bestimmte Sachgebiete innerhalb der umfassenderen Kategorien Bevölkerung, natürliche Ressourcen und Umwelt auszuwählen. Diese Entscheidungen konnten nur zum Teil aus freien Stücken getroffen werden. So zum Beispiel konnten Weideflächen als Ressource kurzfristig nicht bewertet werden. Zwar gibt es eine Prognose über den Verbrauch an mineralischen Rohstoffen, doch werden Nachfrage, Angebot und Preis bei diesen nicht prognostiziert, weil die Regierung nicht in der Lage ist, hierüber eine weltweite Prognose zu erstellen. Die langfristige weltweite Umweltanalyse wurde aus einer großen Zahl von Quellen zusammengetragen, von denen die meisten außerhalb des Regierungsapparats liegen, da dieser nicht in der Lage ist, für die Studie aussagefähige Analysen zu erstellen.

5. Unter den zahlreichen für die Prognosen ausgewählten Variablen wurden einige grundlegende Aufgliederungen vorgenommen, doch war diese Desaggregation nicht in jedem Falle und nicht einmal in den wichtigsten Fällen möglich. So zum Beispiel wurden Anzahl, Alter und Geschlecht der Bevölkerungen der einzelnen Länder berücksichtigt, aber andere Faktoren (wie z. B. bildungsmäßige, ländlich-städtische, rassische, religiöse, einkommens- und andere sozio-ökonomische Verteilungen) nicht. Der Gesamtenergieverbrauch wurde berücksichtigt, jedoch nicht bezogen auf den Endverbraucherbedarf an niedrigwertigen gegenüber höherwertigeren Energieformen; Betrachtungen zum Netto-Energieverbrauch wurden nicht einbezogen. Von fast 100 international gehandelten Ressourcen wurden nur 12 berücksichtigt. Die Konkurrenz zwischen einzelnen Feldfrüchten um anbaufähiges Land wurde nicht gesondert berücksichtigt. Außerdem konnten die Umweltprognosen infolge der Einschränkungen bei den verfügbaren Daten in vielen Fällen geographisch nicht aufgegliedert werden.

G. Fromm et al., *Federally Supported Mathematical Models: Survey and Analysis*, Washington: National Science Foundation, June 1975. Eine Erörterung der zunehmenden Rolle von Modellen in Regierungsprozessen geben M. Greenberger et al., *Models in the Policy Process*, New York: Russell Sage Foundation, 1976.

Verknüpfungen vor Global 2000

Jede der verschiedenen Behörden und jedes Ministerium der Exekutive verfügte schon immer über eine gewisse Fähigkeit zur Erstellung langfristiger Beurteilungen weltweiter Trends in bezug auf Bevölkerungswachstum, natürliche Ressourcen und Umwelt, etwa die in Anhang A erörterten Einschätzungen. Zu den jüngsten Beispielen gehören *World Population: 1977* vom Bureau of the Census, *World Food Situation and Prospects to 1985* vom US-Landwirtschaftsministerium, *Mineral Facts and Problems* vom US-Bergbauministerium, und *World Energy Prospects* vom Vorläufer des US-Energieministeriums, der Federal Energy Administration.

Vor *Global 2000* wurden derartige Berichte im allgemeinen größtenteils unabhängig voneinander erstellt.* Es gab nur geringe offizielle Bemühungen, um zu gewährleisten, daß sich die von einer Behörde zugrunde gelegten Annahmen mit denen anderer Behörden deckten. Man machte sich nur wenig Gedanken über wechselseitige Zusammenarbeit und längerfristige Rückkopplung. Kaum berücksichtigt wurden intersektorielle Problemgebiete oder Interessen, die nicht in die unmittelbare Zuständigkeit einer bestimmten Behörde fielen oder sich mit ihrem besonderen Interesse deckten. Statt dessen wurde implizit unterstellt, daß langfristige Fragen in bezug auf Bevölkerung, natürliche Ressourcen und Umwelt größtenteils getrennt untersucht und analysiert werden könnten.

Eine Interaktion zwischen den verschiedenen Elementen des Weltmodells der Regierung tritt immer noch relativ selten auf. Selbst die in Kapitel 1 zitierte und ausführlicher in Anhang A erörterte Tätigkeit der interministeriellen Arbeitsgruppen hat wenig zur Verbesserung der Koordination zwischen den zahlreichen Berechnungsverfahren der Regierung beigetragen. Dies ist hauptsächlich auf den relativ engen Horizont und die kurze Lebensdauer der meisten dieser Verfahren zurückzuführen. Sie konzentrieren sich eher auf eine einige Reihe eng gefaßter und für sektorielle Sonderinteressen unmittelbar relevanter Faktoren und räumen dringenderen und beschränkteren kurzfristigen Aufgaben Priorität ein.

Zwar trifft es zu, daß die in Anhang A erörterten Einzelberichte getrennt erstellt wurden, doch gab es immer einen gewissen Meinungsaustausch zwischen den einzelnen Behörden bei der Erstellung ihrer Prognosen. Das meiste davon vollzieht sich jedoch als Teil eines relativ langsamen Prozesses. Im allgemeinen schließt eine Behörde eine Untersuchung ab und veröffentlicht einen Bericht darüber, der dann von anderen Behörden gelesen wird und deren zukünftige Untersuchungen beeinflußt.

* In welchem Umfang offiziell gemeinsame Arbeitsgruppen gebildet wurden, wird in Anhang A erörtert. Dieser Trend ist im Zunehmen begriffen, doch ist die *Global 2000 Study* die erste offizielle Studie, in die alle 11 Elemente gemeinsam eingebracht wurden.

Diese Einzeluntersuchungen sind natürlich nicht alle zur gleichen Zeit unternommen worden und gehen auch nicht unbedingt von wechselseitig konsistenten Annahmen aus. So gibt es zwar eine gewisse Rückkopplung (und einen gewissen Meinungsaustausch), wie sie sich in dem soeben beschriebenen Prozeß zeigt (und gelegentlich in der offiziellen oder inoffiziellen Zusammenarbeit von Arbeitsgruppen), doch ist sie äußerst beschränkt. Dennoch läßt sich aus dieser Sicht ein sozusagen integriertes Regierungsmodell erkennen, das mehr als die bloße Summe einer Reihe von Einzelelementen und deren jeweiligen Prognosen darstellt.

Ein bezeichnender Hinweis auf den Mangel an unmittelbarer Interaktion zwischen den Elementen und zuständigen Fachleuten (vor *Global 2000*) ergab sich, als die mit der Erstellung von *Global 2000* beauftragte Arbeitsgruppe mit den Behördenexperten zusammenkam, die für Fortschreibung und Handhabung der 11 Elemente des Weltmodells der Regierung zuständig sind. Mit allenfalls einer oder zwei Ausnahmen waren die Behördenexperten einander nie zuvor begegnet, und keiner wußte irgend etwas über die Annahmen, Strukturen, Erfordernisse und Anwendungen der Rechenverfahren der anderen – obwohl sie gelegentlich von den anderen Elementen entwickelte Prognosen verwenden mußten.

Verknüpfungen unter den eingeschränkten Bedingungen von Global 2000

Die von den verschiedenen Behörden veröffentlichten diversen Prognosen hätten für *Global 2000* verwendet werden können, doch wäre damit nur der erste Aspekt der Direktive des Präsidenten zur Durchführung der Untersuchung, nicht aber der zweite berücksichtigt gewesen. Die so geschaffene Grundlage wäre von unbekannter Reliabilität gewesen und hätte damit zu einer ungewissen Interpretation der Prognosen geführt. Außerdem wäre keine Basis geschaffen worden, um die derzeitige Grundlage zu verbessern.

Aus diesem Grund wurden besondere eingeschränkte Bedingungen für die *Global 2000* aufgestellt, d. h., es wurde bewußt entschieden, (1) so weit wie möglich genau die Instrumente und Daten zu nutzen, die von der amerikanischen Regierung genutzt werden, und (2) diese Instrumente und Daten so koordiniert zu verwenden, wie dies innerhalb der Sachzwänge der Studie überhaupt möglich war. In Übereinstimmung mit dieser Entscheidung stellte der zentrale Stab von *Global 2000* drei Kriterien auf, die bei der Entwicklung von Prognosen der Studie zu beachten waren, und zwar, daß die Prognosen so weit wie möglich unter Verwendung analytischer Verfahren erstellt werden sollten, die ihrem Wesen nach (1) langfristig, (2) global und (3) bei den Behörden allgemein in Gebrauch waren, die für die Art von Prognosen, wie sie für die vorliegende Studie erforderlich sind, zuständig waren.

Klar war außerdem, daß die normalen Verknüpfungen und die Funktionsweise des Weltmodells der Regierung für *Global 2000* nicht adäquat waren. Daher wurden besondere Anstrengungen gemacht, durch die folgenden Maßnahmen die Verknüpfungen zwischen den Elementen zu vermehren und die Konsistenz dieser Annahmen zu verbessern:

- Verwendung der Rechendaten aus einem Element als Eingabedaten für ein anderes, wo immer das im Rahmen der zeitlichen und finanziellen Sachzwänge der Studie ohne weiteres möglich war.
- Schaffung besonderer Gelegenheiten zum Meinungsaustausch unter wichtigen Behördenexperten, um sie dazu zu bringen, ihre Elemente (und die daraus abgeleiteten Prognosen) wechselseitig konsistenter zu machen.
- Schaffung besonderer Gelegenheiten für die verschiedenen Behördenexperten zum Meinungsaustausch mit und zur Beratung durch verschiedene Experten, die den beteiligten Behörden nicht unmittelbar zugeordnet sind. Auch dies geschah, um die Behördenexperten dazu zu bringen, ihre Elemente (und die daraus abgeleiteten Prognosen) wechselseitig konsistenter zu machen.

Die ursprünglichen Zuständigkeitszuweisungen an die geeigneten Behörden wurden bereits in Kap. I dargestellt. Die Behörden nannten Experten sowohl innerhalb als auch außerhalb der Behörden, die sie am geeignetsten dafür hielten, die Verantwortung für die Erstellung der vom Stab der Studie geforderten Prognosen zu übernehmen. Diesen (im Vorwort genannten) »Behördenexperten« wurde dann die Verantwortung dafür übertragen, die Analyseverfahren auszuwählen und anzuwenden, die ihrer Ansicht nach die Kriterien der Studie am besten erfüllten.

Die Behördenexperten wurden aufgefordert, einen ersten Entwurf ihrer Prognose bereits nach sechs Wochen vorzulegen. Zu diesem Zeitpunkt trafen sie sich mit dem Stab und einer kleinen Gruppe außenstehender Experten* zu einer Wochenendkonferenz. Zweck dieser Konferenz war es, die Konsistenz der Prognosen zu verbessern und sich – zumindest subjektiv – erste Gedanken über die Auswirkungen der Ressourcen- und Umweltprognosen auf die getrennt abgeleiteten Prognosen des Bruttonationalprodukts (BNP) und der Bevölkerung zu machen. Für diese Vorkonferenz wurden gewisse Schwierigkeiten erwartet, und in der Tat wurden viele Unverträglichkeiten offenbar. Die Experten entschieden dann gemeinsam, wie die Prognosen am besten anzupassen und zu verändern seien, um die innere Konsistenz des ganzen Komplexes zu verbessern. Die endgültigen Prognosen wurden in den darauffolgenden zwei Monaten erstellt.

Die Prognosen mußten als Teil eines schrittweisen Prozesses angegangen

* Diese Experten werden im Vorwort zu diesem Band ebenfalls genannt. Eine Erörterung ihrer Tätigkeit mit einer Zusammenfassung ihrer Ansichten wird in Anhang B gegeben.

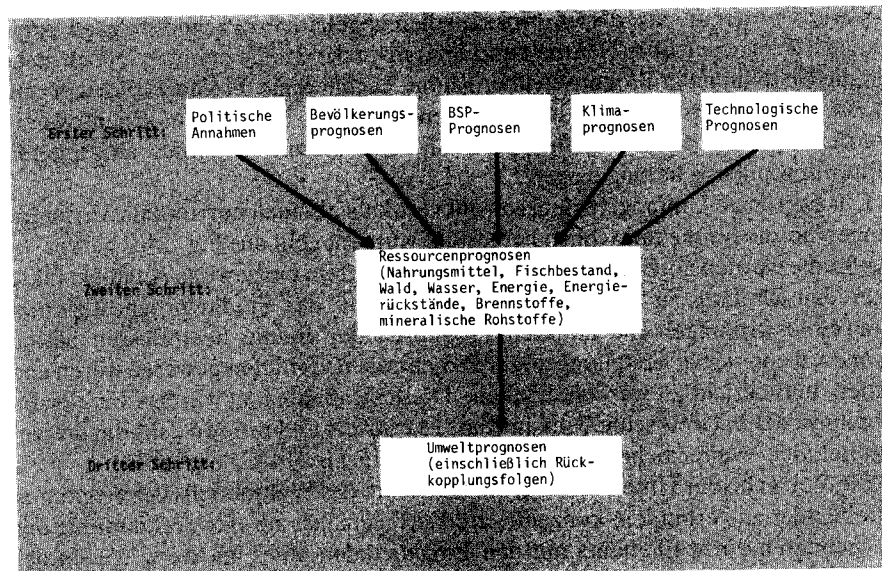


Fig. 14-1. Verfahrensschritte bei der Verknüpfung der Elemente im Regierungs-Weltmodell.

werden, da die Strukturen der Elemente selbst deren simultane Anwendung untersagten. Fig. 14-1 veranschaulicht diesen Prozeß.

Dieser schrittweise Prozeß ermöglichte zwar eine gewisse Interaktion zwischen den verschiedenen Elementen des Weltmodells der Regierung, doch konnten viele wichtige Verknüpfungen überhaupt nicht berücksichtigt werden. Insbesondere beruhten die während des ersten Schritts aufgestellten Prognosen über Bevölkerung und BSP größtenteils auf Extrapolationen früherer Trends und blieben unbeeinflusst voneinander und von den Prognosen über Ressourcen und Umwelt. Die Analysen über Ressourcen und Umwelt prognostizierten ebenfalls Entwicklungen, bei denen die Möglichkeit signifikanter Rückkopplung und gegenseitiger Beeinflussung bestand, doch wurden auch diese Rückkopplungen nicht durch explizite Verknüpfungen dargestellt.

Obwohl der Versuch gemacht wurde, Prognosen über Ressourcenverbrauch und Umweltauswirkungen unter Verwendung einer einzigen Quelle für Prognosen über Bevölkerung und BSP zu erstellen, war diesem Bemühen nur teilweise Erfolg beschieden.*

* Ein weiteres ursprüngliches Ziel bestand darin, die Schlußfolgerungen aus den Prognosen für bestimmte geographische Regionen zu untersuchen. Diese Untersuchung hätte eine zusätzliche Überprüfung der Konsistenz der

Zwar wurden die aus diesen Einzelquellen abgeleiteten Prognosen zur Erstellung der Prognosen über Nahrung und Energie in der Studie benutzt, jedoch nicht für die Erstellung der Prognosen über Klima, Technologie, Fischerei, Forstwesen, Wasser, fossile Brennstoffe und nicht-energetische Mineralien. Ebenso wenig wurden sie explizit zur Erstellung der von den anderen Prognosen abgeleiteten Umweltprognosen herangezogen.*

Der begrenzte Umfang, in dem sowohl vertikale als auch horizontale Verknüpfungen für die Studie tatsächlich hergestellt wurden, geht aus Fig. 14-2 hervor. In der Studie wurden noch weitere Maßnahmen ergriffen, um gewisse Anhaltspunkte über den Umfang zu gewinnen, in dem die von der Studie prognostizierten Umweltauswirkungen die anderen Prognosen der Studie beeinflussen hätten können, wenn sie bei Erstellung dieser Projektionen verfügbar gewesen wären und hätten berücksichtigt werden können. Diese Maßnahmen wurden bereits im Abschnitt »Den Kreis schließen« in Kap. 13 erörtert und werden daher in diesem Kapitel nicht weiter behandelt und auch nicht in Fig. 14-2 dargestellt.

Die Versuche der Untersuchung, die Elemente des Weltmodells der Regierung miteinander zu verbinden, konzentrierten sich gänzlich auf die Verknüpfung der Rechen- und Eingabedaten eines Elements mit den Eingabedaten eines anderen. Wegen der außerordentlichen Schwierigkeiten dabei, auch nur dieses begrenzte Ziel zu erreichen, wurde kein Versuch unternommen, vertiefte Verknüpfungsmöglichkeiten oder die Probleme auszuloten, die mit der »Legierung« der verschiedenen Strukturen und Paradigmen verbunden sind.

Ein grober Maßstab für die Ungewißheit, die die Prognosen umgibt, wurde als Teil der eingeschränkten Bedingung von *Global 2000* erzielt, indem alle Beteiligten aufgefordert wurden, hohe, mittlere und niedrige Varianten ihrer Prognosen anzugeben, wo immer das möglich war. In der Praxis wurden die hohen, mittleren und niedrigen Varianten bei der Erstellung der Prognosen über Ressourcen und Umwelt zum größten Teil durch ein Variieren der zugrunde gelegten Annahmen über Bevölkerung und BSP erzielt. Die meisten beteiligten Behördenexperten zögerten, statistische oder subjektive Schätzungen der relativen Wahrscheinlichkeit dieser Varianten anzugeben.

Prognosen ermöglicht und hätte außerdem den weltweiten (und bisweilen verschwommenen) Prognosen spezifischere geographische Bezugspunkte für die Analyse politischer Strategien gegeben. Leider konnte diese Untersuchung im Rahmen der zeitlichen und finanziellen Sachzwänge der Studie wegen der großen Unterschiede der Darstellung geographischer Regionen in den verschiedenen Modellen nicht abgeschlossen werden. Trotzdem wurde bei Erstellung der Kap. 15-23 der Versuch gemacht, dem Leser so viel detaillierte Zahleninformationen wie möglich über Nordafrika als willkürlich ausgewählte Region zu bieten. Der interessierte Leser kann die zusätzlichen Probleme und Unverträglichkeiten näher untersuchen, die durch das Zusammentragen dieser Informationen zu Vergleichszwecken aufgedeckt wurden.

* In ähnlicher Weise war es nicht möglich, zu gewährleisten, daß die Annahme keiner signifikanten Änderungen in der politischen Strategie bei der Erstellung der verschiedenen Prognosen berücksichtigt wurde (wie weiter unten in Tab. 14-2 dargestellt und in den Elementbeschreibungen am Ende dieses Kapitels zusammengefaßt).

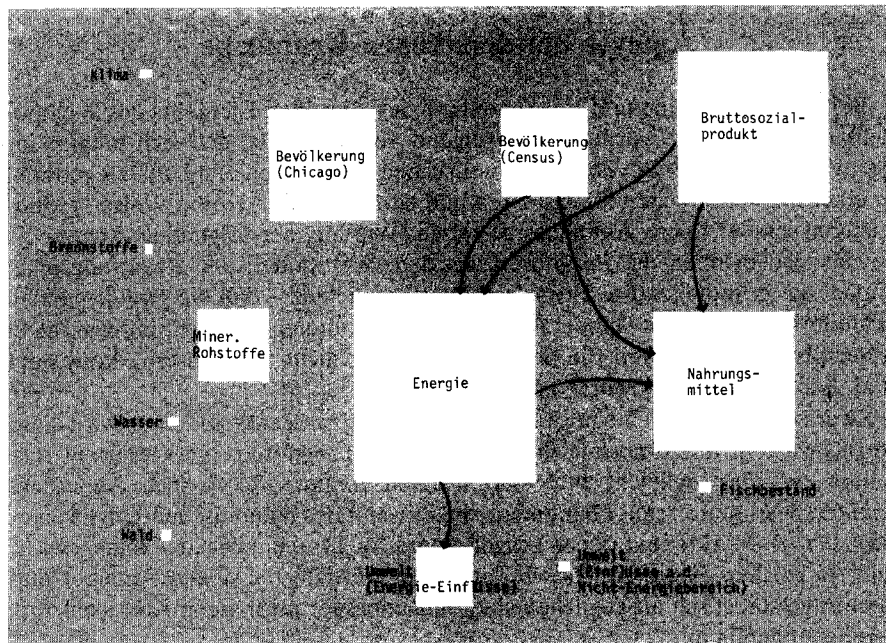


Fig. 14-2. Realisierte Verknüpfungen zwischen den Elementen des Regierungs-Weltmodells. Die Flächen sind den expliziten quantitativen Beziehungen proportional. Die kleine Quadrate stehen für eine vernachlässigenswerte geringe Komplexität.

Sogar unter den eingeschränkten Bedingungen von *Global 2000* wurden die vielfältigen Quellen für Bevölkerungs- und BSP-Prognosen auch bei der Erstellung vieler der anderen Prognosen der Studie benutzt. Aus diesem Grund – und ebenso aus anderen Gründen, die weiter unten in diesem Kapitel erörtert werden – wimmelt es im Gesamtkomplex der Prognosen der Studie von Unverträglichkeiten. Dennoch wurde unter den einschränkenden Bedingungen der Studie dadurch, daß Verknüpfungen als ebenso grundlegend wie die Verwendung konsistenter Prognosen über Bevölkerung und BSP angesehen wurden, eine größere Konsistenz erzielt als in jeder früheren offiziellen Regierungsprognose über langfristige globale Trends bei Bevölkerung, natürlichen Ressourcen und Umwelt.*

* Die in dieser Studie dargestellten Prognosen beruhen auf der kollektiven Beurteilung durch die Behördenexperten, die an der Erstellung beteiligt waren. Der Versuch, innere Konsistenz zu gewährleisten, erforderte mehrere Korrekturen

Analyse der derzeitigen Grundlage

Bei der Entwicklung und Verwendung jedes einzelnen Elements des Weltmodells der Regierung wurde stillschweigend vorausgesetzt, daß sich langfristige weltweite Trends bei Bevölkerung, natürlichen Ressourcen und Umwelt getrennt in einer im wesentlichen konsistenten und zutreffenden Art und Weise prognostizieren lassen. Diese Annahme ist falsch. Wie aus der folgenden Analyse zu ersehen ist, erfüllen die Prognosen aus dem Weltmodell der Regierung nicht einmal das grundlegendste Erfordernis der Konsistenz – daß die grundlegenden Schlußfolgerungen aus einer Analyse ihren grundlegenden Prämissen nicht widersprechen. Und weil die Schlußfolgerungen nicht wechselseitig konsistent sind, können sie auch nicht exakt sein.*

Zwar ist Konsistenz eine notwendige Bedingung für Exaktheit, doch wird diese von Konsistenz allein noch nicht gewährleistet. Prognosen, die konsistent sein sollten und dies vielleicht auch sind, können dennoch falsch sein. Außerdem könnten bestimmte reale Phänomene im Zustand des dynamischen Ungleichgewichts (z. B. Märkte, auf denen Angebot und Nachfrage nicht im Gleichgewicht sind) in solchen Prognosen falsch dargestellt werden, bei denen Angebot und Nachfrage statistisch ausgeglichen sind, nur um einer unsinnigen Konsistenzforderung zu genügen.

Ebensowenig gewährleistet die Exaktheit einer Prognose, daß man auch etwas damit anfangen kann. Der letztendliche Nutzen einer Prognose (und damit

einzelner Behördenprognosen. Infolgedessen stimmen die Prognosen unter Umständen nicht völlig mit früher von den beteiligten Behörden veröffentlichten überein. Da das Manuskript keinem offiziellen interministeriellen Korrekturverfahren unterworfen wurde, sind die Behörden für Fakten- oder Beurteilungsfehler nicht verantwortlich, die bei diesen Anpassungsversuchen entstanden sein können.

* Eines der Probleme bei der Analyse von Modellen (und eines von deren Stärke) besteht darin, daß sich Modelle im Zeitverlauf verändern. Die hier analysierten Modelle sind die zur Erstellung der Prognosen von *Global 2000* verwendeten. Seit Erstellung dieser Prognosen wurden einige dieser Modelle abgewandelt, verbessert oder erweitert, in einigen Fällen in Reaktion auf Probleme und Fragen, die im Verlauf dieser Studie auftauchten. Das US-Landwirtschaftsministerium hat Verbindungen mit dem internationalen Institut für angewandte Systemanalyse in Wien und mit dem integrierten Weltmodell von Mesarovic-Pestel geknüpft. Das US-Energieministerium untersucht Rückkopplungsbeziehungen zum BSP. Die CIA erweitert ihre Fähigkeiten zur Analyse und Prognose bei nicht-energetischen Mineralien. Die Weltbank hat ein neues ökonomisches Modell entwickelt, welches nach Aussage von Analytikern der Bank zahlreiche der in diesem Bericht festgestellten Probleme eliminiert. Die neuen Prognosen unterscheiden sich auch von denen für *Global 2000* erstellten. Die Weltbank prognostiziert inzwischen geringere Wachstumsraten. Das US-Energieministerium erwartet inzwischen, daß der Ölpreis früher als prognostiziert steigt und sich stärker auf das Wirtschaftswachstum auswirkt. Das US-Landwirtschaftsministerium erwartet, daß Erhöhungen der realen Preise von Nahrungsmitteln früher als erwartet eintreten. Das Bureau of the Census geht inzwischen davon aus, daß die Lebenserwartung in einigen Ländern langsamer steigt als in der bisherigen Prognose. Zwar sind Veränderungen sowohl bei den Einzelmodellen und -prognosen eingetreten, doch ist kein entscheidender Wandel bei den Problemen der Unverträglichkeit und des inneren Widerspruchs eingetreten, die beim Versuch der Integration der Prognosen aus den verschiedenen Elementen des Weltmodells der Regierung zu Tage treten. An dem in diesem Kapitel behandelten Grundproblem hat sich nichts geändert und dürfte sich auch so bald nichts entscheidend ändern.

gewissermaßen auch ihre Exaktheit) kann nur in Relation zum beabsichtigten Zweck beurteilt werden. Wahrscheinlich sollten zur Beurteilung verschiedener Prognosen verschiedene Kriterien benutzt werden, je nach dem Zweck, für den die Prognosen erstellt wurden. So z. B. werden manche Prognosen am besten danach beurteilt, wie gut die zugrunde gelegten Gleichungen zu früheren Daten passen. Andere werden am besten danach eingeschätzt, wie gut sich die Gleichungen als logische Darstellung von realen Beziehungen vertreten lassen. Manche Prognosen lassen sich am besten danach beurteilen, wie exakt und genau sie (1) der zeitliche Abfolge von realen Ereignissen oder (2) die bestimmten Werte bestimmter Variablen zu bestimmten Zeitpunkten voraussagen. Andere wiederum werden am besten danach bewertet, wie gut sie mögliche zukünftige Verhaltensstrukturen erhellen, selbst wenn die zeitlichen Abfolgen und Größenordnungen der von ihnen prognostizierten Strukturen nicht ganz exakt sind.

Die verschiedenen Elemente des Weltmodells der Regierung waren nicht für eine wechselseitig völlig konsistente Verwendung entworfen, obwohl die damit erstellten Prognosen häufig so behandelt werden, als ob dies der Fall wäre. Daher ist es den Entwerfern dieser Elemente gegenüber gewissermaßen unfair, wenn man sie holistisch analysiert – obwohl eine umfassende Perspektive, wie bereits im vorigen Abschnitt erörtert, ein Grunderfordernis der Direktive des Präsidenten zur Durchführung dieser Studie ist. Und es wäre noch unfairer gegenüber den Entwerfern dieser Elemente einzuwenden, daß diese Elemente eine Anzahl behördenspezifischer Funktionen erfüllen können, die im Rahmen des Auftrags von *Global 2000* nicht von Belang sind.

Trotz der zahlreichen Unverträglichkeiten, die jetzt analysiert werden sollen, sind die für diese Studie unter Verwendung des Weltmodells der Regierung erstellten Prognosen die vollständigsten und intern verträglichsten, die je von der Exekutive entwickelt wurden. Der zentrale Stab von *Global 2000* kam wie viele ihrer Berater zu dem Schluß, daß die Gesamtergebnisse valide sind. Die Gründe hierfür werden weiter unten in diesem Kapitel im Abschnitt »Interpretation der Prognosen« erörtert.

Das wesentliche Problem bei den derzeitigen Elementen des Weltmodells der Regierung (und der daraus abgeleiteten Prognosen) liegt natürlich darin, daß sie entworfen wurden, um sektorale Aspekte langfristiger weltweiter Trends größtenteils unter Ausschluß von Interaktionen zwischen diesen Sektoren zu simulieren. Dieser Charakter ist kein institutioneller Zufall, sondern entspricht der bürokratischen Kompetenzverteilung innerhalb der Exekutive.* Doch gibt es – besonders langfristig – Interaktionen zwischen Phänomenen der Wirklichkeit, die

* Dieser zersplitterte Ansatz beschränkt sich nicht auf die Exekutive. Der US-Kongreß steht infolge seiner Ausschußstruktur vor ähnlichen (wenn auch etwas anderen) Schwierigkeiten bei der systematischen Analyse miteinander zusammenhängender Fragen.

sich nicht nach bürokratischer Kompetenzverteilung oder eng begrenzten Sektormodellen richten. Daher kann das Weltmodell der Regierung in seiner derzeitigen Form die Folgen dieser Interaktionen nur unvollkommen prognostizieren. Außerdem dürfte sich bei Ausbleiben weiterer institutioneller Anreize zur sektorüberschreitenden Interaktion in absehbarer Zukunft nichts Entscheidendes ändern.

Die folgende Analyse des derzeitigen Weltmodells der Regierung befaßt sich mit sechs Themen: (1) den allgegenwärtigen und bedeutenden Inkonsistenzen innerhalb des Weltmodells der Regierung; (2) dem Umfang, in dem sich die Inkonsistenzen aus der Heranziehung verschiedener Informationsquellen ergeben; (3) dem Umfang, in dem die Inkonsistenzen auf das Fehlen wichtiger Rückkopplungsbeziehungen zurückzuführen sind; (4) den verschiedenen strukturellen Unterschieden zwischen den Elementen, die die Justierung schwierig machen; (5) einigen der institutionellen Faktoren, die den Diskrepanzen zugrunde liegen, einschließlich der Verwendung der Elemente zur Erstellung von Prognosen, die in erster Linie dazu dienen, bestimmte Absichten durchzusetzen.

Unverträgliche Variablenwerte

Die 11 Elemente des Weltmodells der Regierung verwenden vielfach dieselben Variablen – zum Beispiel Bevölkerungswachstumsraten. Vor Verwendung eines Elements werden diesen Variablen einige angenommene Werte zugewiesen, während andere Werte als Zwischen- oder Endschrift bei der Aufstellung der Prognose eines Elements berechnet werden.

In vielen Fällen sind die Werte, die denselben Variablen von verschiedenen Elementen zugewiesen werden, miteinander unverträglich.* So zum Beispiel ging ein Prognosenkomplex davon aus, daß die Bevölkerungswachstumsraten in den unterentwickelten Ländern (UL) signifikant abnehmen würden, während dies in einem anderen nicht errechnet wurde. Ein Prognosenkomplex unterstellte, daß das Pro-Kopf-Bruttosozialprodukt (BSP) in den UL signifikant zunehmen würde, während in einem anderen errechnet wurde, daß dies nicht der Fall sein würde.

Um dem Leser bei einem Verständnis der Gesamtauswirkungen dieser zahlreichen Inkonsistenzen zu helfen, ist die folgende Erörterung in vier Unterabschnitte gegliedert, von denen jeder einen wichtigen Komplex inkonsistenter Variablenwerte behandelt (nicht enthalten ist hier die Unzahl von

* Die hier als unverträglich beschriebenen Variablen sind nicht immer genau oder auch nur näherungsweise kommensurabel. Daher sollten die in dieser Diskussion zitierten »Unverträglichkeiten« nur so verstanden werden, daß sie augenfällig sind und weiterer Verifizierung bedürfen. Es war nicht möglich, sie im Rahmen der zeitlichen und finanziellen Sachzwänge von *Global 2000* miteinander verträglicher zu machen.

Ergebnissen der Umweltprognose, die in explizitem Widerspruch zu wichtigen Variablenwerten bei fast allen anderen Elementen stehen und ausführlich in Kapitel 13 erörtert werden). Der erste Unterabschnitt betrifft Zuwachsraten bei Bevölkerung und BSP; der zweite und dritte Rohstoffpreise und -volumen; der vierte Kapital- und Ressourcenverbrauch. Jeder Unterabschnitt besteht aus einem kurzen Überblick über einen Komplex von Inkonsistenzen, einem Diagramm, das diesen Komplex optisch zusammenfaßt, und einer Aufzählung spezifischer Unverträglichkeiten.*

Die aufgeführten Inkonsistenzen sind repräsentativ, jedoch nicht allumfassend, genauso wenig wie die vier Aggregate, in die sie zusammengefaßt sind. Andere Aggregate hätten zur Unterstützung anderer Argumente zusammengefaßt werden können, doch schienen diese vier ausreichend, um den allgegenwärtigen und schwerwiegenden Charakter der Inkonsistenzen aufzuzeigen.

Inkonsistente Zuwachsraten bei Bevölkerung und BSP

Die Prognosen von *Global 2000* über Bevölkerung und BSP wurden getrennt voneinander aufgestellt und scheinen wechselseitig inkonsistent zu sein. Da diese Prognosen benutzt wurden, um weitere Prognosen der Studie zu eichen, haben sich die von ihren Inkonsistenzen hervorgerufenen Verzerrungen auf diese anderen Prognosen übertragen. Zusätzliche Diskrepanzen wurden dadurch erzeugt, daß noch weitere Prognosen in den vorstehenden Kapiteln Prognosen über Bevölkerung und BSP benutzten, die getrennt von der Studie erstellt worden waren.

Fig. 14-3 veranschaulicht einige der Inkonsistenzen mit Bezug auf die Zuwachsraten bei Bevölkerung und BSP. Betroffen sind vier der 11 nummerierten »Elemente«**, die in diesem Kapitel behandelt werden: Bevölkerung (1), BSP (2), Nahrungsmittel (5), und nicht-energetische Mineralien (10). Vier offensichtliche Inkonsistenzen werden unten erörtert: (A) Soziale und ökonomische Entwicklung der UL, (B) Bevölkerungswachstum in den UL, (C) Wachstum der Weltbevölkerung und (D) Wachstum des BSP in den UL. Die Pfeile stellen Verknüpfungen dar, die auftreten sollten oder tatsächlich auftraten. Das breite Ende des Pfeils geht von der Quelle einer bestimmten Art von Information aus; die Pfeilspitze zeigt an, wo die Information als Eingabedatum benötigt wird. Die Plus- und

* In diesen etwas fachchinesischen Aufzählungen werden zahlreiche Methoden und Berichte mit Kurztiteln oder Abkürzungen bezeichnet – z. B. die »Kohorten-Komponenten Methode« oder die »WAES-Studie«. Eine auch nur kurze Erläuterung dieser Begriffe in diesem Kontext würde die Aufmerksamkeit des Lesers von den Inkonsistenzen ablenken, auf die sich die Erörterung hier bezieht. Für eine kurze Erläuterung dieser Begriffe wird der Leser auf den letzten Abschnitt dieses Kapitels und auf die Kapitel 15-22 verwiesen, wo jeder ausführlicher beschrieben wird.

** Die Nummer bei jedem Element entspricht der Abfolgeposition, die diesem Element im letzten Abschnitt dieses Kapitels willkürlich zugewiesen wurde.

Minuszeichen bezeichnen Punkte offener Inkonsistenz in den Verknüpfungen.

A. *Soziale und ökonomische Entwicklung in den UL.* Das Nahrungselement (5), das BSP-Element (2) und das Bevölkerungselement (1) des Weltmodells der Regierung scheinen verschiedene soziale und ökonomische Entwicklungsraten der UL vorauszusetzen. Insbesondere prognostizierte das GOL-Modell (*Grain/Getreide, Oilseed/Ölsaaten, Livestock/Viehbestand*) des US-Landwirtschaftsministeriums (für den Fall mittleren Wachstums über die Periode 1970-2000), daß der weltweite Pro-Kopf-Verbrauch an Nahrungsmitteln nur geringfügig zunehmen und daß diese Zunahme nicht gleich verteilt sein wird, so daß in einigen UL Abnahmen zu verzeichnen sein werden. In ähnlicher Weise prognostizierte die Studie des WAES (*Workshop on Alternative Energy Sources*) die ein untrennbarer Bestandteil des BSP-Elements (2) ist, (für die Variante mit mittlerem Wachstum, die den Durchschnitt aus den beiden WAES-Varianten für den Zeitraum von 1985-2000 bildet), daß in einigen Ländern (z. B. Brasilien, Mexiko, Bangladesch) das reale (unter Verwendung der Bevölkerungsprognosen von *Global 2000* errechnete) Pro-Kopf-BSP nur unbedeutend zunehmen und daß es in anderen (z. B. Pakistan) abnehmen dürfte. Im Gegensatz dazu ging die Kohorten-Komponenten-Methode des Bureau of the Census (in allen drei Fällen für den Zeitraum 1975-2000) davon aus, daß alle UL weiterhin in ihrer sozialen und ökonomischen Entwicklung bescheidene Fortschritte machen.

B. *Bevölkerungswachstum in den UL.* Das Bevölkerungselement (1) und das BSP-Element (2) scheinen in den UL von verschiedenen Bevölkerungswachstumsraten auszugehen. Insbesondere prognostizierte die Kohorten-Komponenten-Methode des Bureau of the Census (für den Fall mittleren Wachstums für den Zeitraum von 1975-2000), daß die UL im Zeitraum 1985-2000 keine im Vergleich zum Zeitraum 1975-85 signifikant geringeren Gesamtwachstumsraten der Bevölkerung erleben werden – d. h. die durchschnittliche jährliche Zuwachsrate für den Zeitraum 1985-2000 (2,09%) wurde um nur 0,07 Prozentpunkte niedriger prognostiziert als die durchschnittliche jährliche Zuwachsrate für den Zeitraum 1975-85 (2,16%).* Im Gegensatz dazu reduzierte die WAES-Studie willkürlich alle BSP-Zuwachsraten (einschließlich derjenigen der UL) um etwa 10-30% (in beiden WAES-Varianten für den Zeitraum 1985-2000), um die prognostizierte Auswirkung einer angenommenen sinkenden Zuwachsrate der Bevölkerung auf das Wachstum des BSP auszudrücken.

* In der Datenreihe des Bureau of the Census für hohes Wachstum nimmt der Durchschnitt der jährlichen Zuwachsrate der Bevölkerung in den UL sogar von 2,32% jährlich im Zeitraum 1975-85 auf 2,39% jährlich für den Zeitraum 1985-2000 zu.

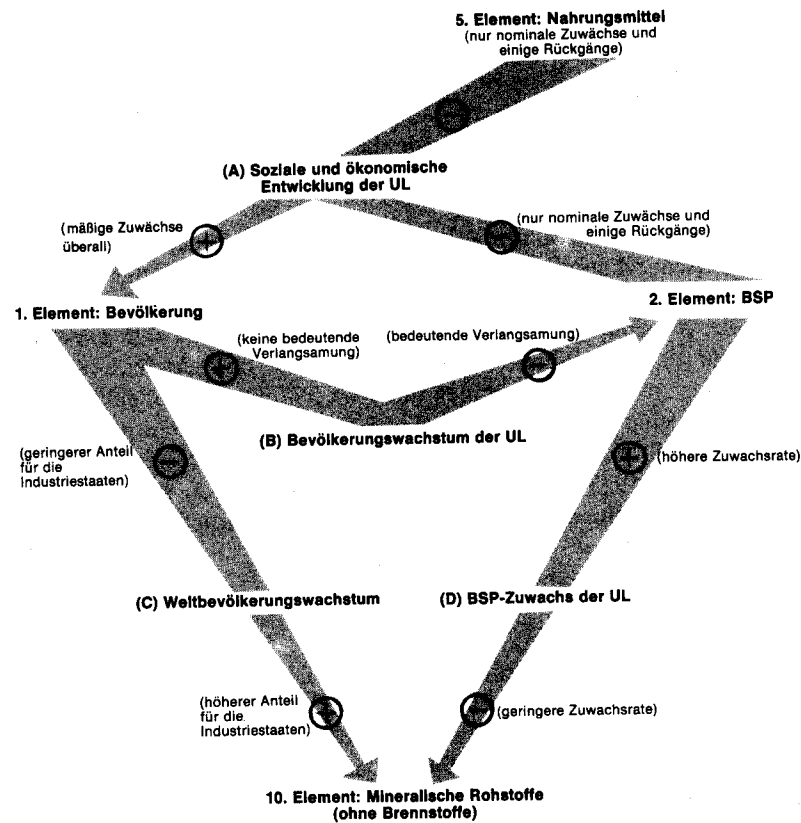


Fig. 14-3. Inkonsistente Bevölkerungs- und BSP-Zuwachsraten.

C. Weltweiter Bevölkerungszuwachs. Das Bevölkerungselement (1) und das Element nicht-energetische Mineralien (10) scheinen für die Bevölkerung der Industrienationen andere Zuwachsraten vorauszusetzen als für die Weltbevölkerung. Insbesondere prognostizierte die Kohorten-Komponenten-Methode des Bureau of the Census (in der Variante mit mittlerem Wachstum für den Zeitraum 1975-2000), daß der durchschnittliche Bevölkerungszuwachs in den USA und in der UdSSR (jeweils 0,6 und 0,8%) signifikant geringer als die durchschnittliche jährliche Zuwachsrates der Weltbevölkerung (1,8%) ausfallen wird – obwohl zum

Beispiel für denselben Zeitraum für die USA eine 20%ige Zunahme der Fruchtbarkeitsrate prognostiziert wird. Im Gegensatz dazu ging der *Malenbaum-Report* (1977), auf den sich das Innenministerium stützt (in der einen Variante für den Zeitraum 1973-2000) davon aus, daß der durchschnittliche jährliche Bevölkerungszuwachs in den USA und der UdSSR (jeweils 1,0 und 1,3%) nicht so stark unter der durchschnittlichen jährlichen Zuwachsrates der Weltbevölkerung (1,9%) liegen wird.

D. *Zuwachs des BSP in den UL.* Das BSP-Element (2) und das Element nicht-energetische Mineralien (10) scheinen in den UL verschiedene Zuwachsraten des BSP zu postulieren. Insbesondere prognostizierte die *WAES-Studie* (für die Variante mit mittlerem Wachstum, dem Durchschnitt der zwei WAES-Varianten für den Zeitraum 1975-2000), daß das BSP Afrikas, Asiens und Lateinamerikas zusammengekommen um etwa 5% jährlich zunehmen wird. Im Gegensatz dazu ging die IOU (*Intensity of Use/Verbrauchsintensitäts*)-Methode, auf die sich das US-Innenministerium stützt (in der einen vorgelegten Darstellung für den Zeitraum 1973-2000) davon aus, daß das BSP in Afrika, Asien und Lateinamerika zusammengekommen um etwa 3,5% jährlich zunehmen wird.

Inkonsistente Rohstoffpreise

Größere Disparitäten bestehen zwischen vielen Elementen des Weltmodells der Regierung im Hinblick auf die Prognosen über Rohstoffpreise. Nicht nur der Umfang der Veränderungen der realen Preise, sondern auch die Richtung derartiger Veränderungen wird im Hinblick auf grundlegende Preisvariablen bei Kunstdünger, nicht-energetischen Mineralien, Nahrung und Energie unverträglich prognostiziert.

Fig. 14-4 veranschaulicht größere Inkonsistenzen bei den Prognosen über Rohstoffpreise. Fünf Elemente des Weltmodells der Regierung sind betroffen: BSP (2), Nahrungsmittel (5), Energie (7), fossile Brennstoffe (6), und nicht-energetische Mineralien (10). Vier Inkonsistenzen der Rohstoffpreise werden unten erörtert: (A) Kunstdüngerpreise, (B) Preise für mineralische Rohstoffe, (C) Nahrungsmittelpreise und (D) Energiepreise.

A. *Kunstdüngerpreise.* Das Element nicht-energetische Mineralien (10) und das Element Nahrungsmittel (5) des Weltmodells der Regierung scheinen unterschiedliche Zuwachsraten der realen Preise für Kunstdünger zu postulieren. Insbesondere prognostiziert der *Malenbaum-Report* (1977), auf den sich das US-Innenministerium stützt, »eine allmähliche Abschwächung der Nachfragekräfte gegenüber den Angebotskräften« und kam daher zu dem Schluß, daß »die langfristige Tendenz für 1985 und 2000 demnach in die Richtung gehen kann, daß

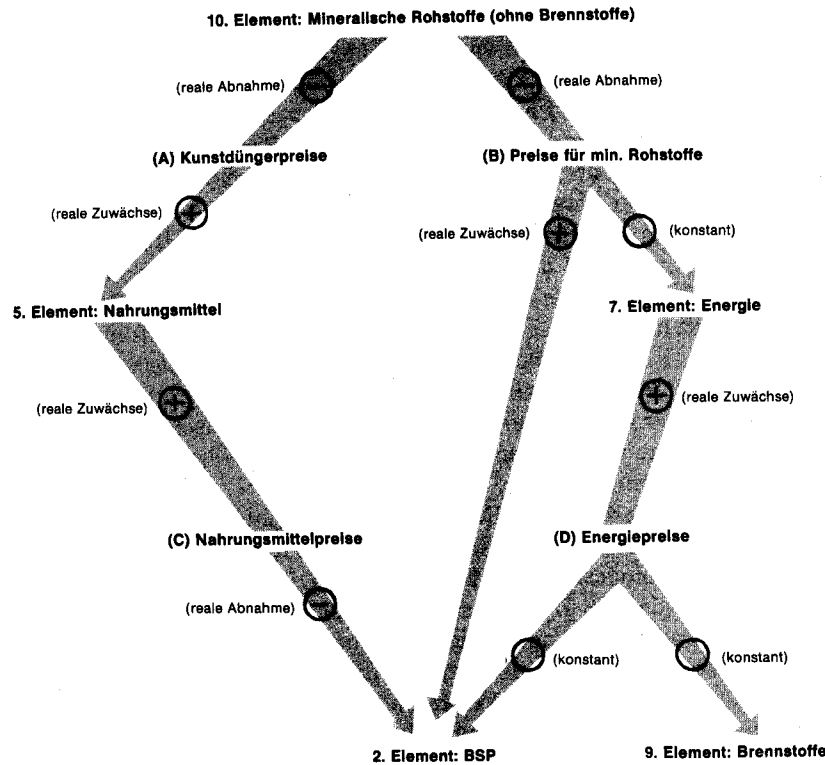


Fig. 14-4. Inkonsistente Rohstoffhandelspreise.

die Materialpreise (einschließlich der für die Herstellung von Kunstdünger erforderlichen) im Vergleich zu den Preisen der mit ihnen hergestellten Endprodukte sinken.« Im Gegensatz dazu ging das GOL-Modell des US-Landwirtschaftsministeriums davon aus, daß die Kunstdüngerpreise in Reaktion auf steigende Energiepreise (in der Variante mit steigenden Energiepreisen und in der pessimistischen Variante für den Zeitraum 1970-2000) steigen werden, obgleich die jeweils angenommenen Preissteigerungen bei Kunstdünger nicht explizit von anderen Kostenannahmen desaggregiert sind.

B. *Preise für mineralische Rohstoffe.* Das Element nicht-energetische Mineralien (10), das Element BSP (2) und das Element Energie (7) scheinen bei den Preisen für mineralische Rohstoffe unterschiedliche Zuwachsraten zu postulieren – zumindest im Hinblick auf Kupfer und Zinn. Insbesondere prognostizierte der vom US-Innenministerium verwendete *Malenbaum-Report* (1977) »eine allmähliche Abschwächung der Nachfragekräfte im Vergleich zu den Angebotskräften« und kam daher zu der bereits im vorigen Absatz zitierten Schlußfolgerung. Im Gegensatz dazu ging das SIMLINK-Modell (*SIMulated trade LINKages*/simulierte Handelsverknüpfungen) davon aus, daß die Zuwachsrate der durchschnittlichen realen Preise für Kupfer und Zinn (in allen drei Varianten für den Zeitraum 1975-85) jeweils ungefähr 5,2 und 2,5% betragen wird. Ebenfalls im Gegensatz dazu ging das IEES (*International Energy Evaluation System*) Modell des US-Energieministeriums (in allen vier Varianten für den Zeitraum 1975-90) davon aus, daß die zur Energieerzeugung erforderlichen verschiedenen Ressourcen (z. B. fossile Brennstoffe) zu gegenwärtigen realen Preisen uneingeschränkt verfügbar sein werden.

C. *Nahrungsmittelpreise.* Das Element Nahrungsmittel (5) und das Element BSP (2) scheinen verschiedene Steigerungsraten der realen Nahrungsmittelpreise zu postulieren – zumindest im Hinblick auf Weizen. Insbesondere prognostizierte das GOL-Modell des US-Landwirtschaftsministeriums, daß der reale Preis für Weizen (in der Variante mit mittlerem Wachstum für den Zeitraum 1970-85) um 2,1% jährlich steigt. Im Gegensatz dazu ging das SIMLINK-Modell der Weltbank davon aus, daß der reale Preis für Weizen (in allen drei Varianten für den Zeitraum 1975-85) um ungefähr 0,6% jährlich sinken wird.

D. *Energiepreise.* Das Element Energie (7), das Element BSP (2) und das Element fossile Brennstoffe (9) scheinen verschiedene Steigerungsraten der Energiepreise zu postulieren – zumindest im Hinblick auf die Erdölpreise. Insbesondere geht aus vorläufigen Prognosen des IEES-Modells des US-Energieministeriums für die Studie hervor, daß die Weltnachfrage nach Erdöl das Weltangebot (zu konstanten Preisen von 1978) lange vor dem Jahr 2000 übersteigen wird; daher wurden neue Prognosen aufgestellt, bei denen willkürlich eine jährliche Preissteigerung von 5% angenommen wurde (in der Variante mit steigenden Energiepreisen für den Zeitraum 1980-1990), aus denen hervorging, daß Gleichgewichtsbedingungen für Angebots- und Nachfragemengen und -preise wahrscheinlich bei dieser Annahme erreicht werden. Im Gegensatz dazu ging das SIMLINK-Modell der Weltbank davon aus, daß die realen Erdölpreise (in allen drei Varianten für den Zeitraum 1975-85) auf dem Stand von 1975 bleiben. Ebenfalls im Gegensatz dazu steht die Annahme des US *Geological Survey Circular 725* (aus dem die Schätzungen der Ressourcen und Reserven an Erdöl und Erdgas für die USA abgeleitet wurden), daß die Preise von 1974 und die in

den Jahren vor 1974 allgemein herrschenden Preis-Kosten-Verhältnisse und technologischen Trends weiterbestehen.

Inkonsistente Rohstoffhandelsvolumen

Wie im Fall der Rohstoffpreise bestehen zwischen vielen Elementen des Weltmodells der Regierung Disparitäten im Hinblick auf die Prognosen über das Volumen des Rohstoffhandels. Die BSP-Prognosen zum Beispiel gingen von geringeren Zuwachsraten des Weltnahrungsmittelhandels aus, als sie vom Element Nahrungsmittel prognostiziert wurden, und von höheren Zuwachsraten im Welthandel mit mineralischen Rohstoffen, als sie vom Element nicht-energetische Mineralien prognostiziert wurden.

Fig. 14-5 veranschaulicht einige der größeren Inkonsistenzen in bezug auf die Rohstoffhandelsvolumen. Vier Elemente des Weltmodells der Regierung sind betroffen: BSP (2), Nahrungsmittel (5), Fischerei (6), und nicht-energetische Mineralien (10). Vier Inkonsistenzen werden im folgenden erörtert: (A) Angebot an Fisch, (B) Kunstdüngerverbrauch der USA, (C) Nahrungsmittelhandel und (D) Handel mit mineralischen Rohstoffen.

A. *Angebot an Fisch.* Das Element Fischerei (6) und das Element Nahrungsmittel (5) des Weltmodells der Regierung scheinen verschiedene Zuwachsraten im Weltfischfang zu postulieren. Insbesondere sagten die beurteilenden Prognoseverfahren des US-Handelsministeriums (in der allein vorgelegten mittleren Variante für den Zeitraum 1975-2000) voraus, daß zwar die Anlandungen einiger Fischarten womöglich zunehmen, andere aber wahrscheinlich abnehmen, wodurch die jährlichen Gesamtanlandungen im wesentlichen konstant bleiben. Im Gegensatz dazu ging das Teilmodell für alle Nahrungsmittel des US-Landwirtschaftsministeriums im wesentlichen davon aus, daß der Umfang der Anlandungen jedes Landes (mit Ausnahme Japans) in jedem Land einen konstanten Anteil des Nahrungsmittelbedarfs decken wird (in allen vier Varianten für den Zeitraum 1975-2000), was implizit voraussetzt, daß die jährlichen Fischenlandungen für jedes Land (mit Ausnahme Japans) im wesentlichen mit derselben Quote zunehmen wie die Bevölkerung.

B. *Kunstdüngerverbrauch der USA.* Das Element Nahrungsmittel (5) und das Element nicht-energetische Rohstoffe (10) scheinen für den Kunstdüngerverbrauch der USA im Vergleich zu den Zuwachsraten der übrigen Welt verschiedene Zuwachsraten zu prognostizieren – zumindest mit Bezug auf Phosphate (die hauptsächlich zur Kunstdüngerherstellung gebraucht werden). Insbesondere sagte das Kunstdünger-Teilmodell des US-Landwirtschaftsministeriums voraus, daß der Zuwachs des US-Kunstdüngerverbrauchs (in der einen prognostizierten mittleren Variante mit konstanten Energiepreisen für den Zeitraum 1973-2000)

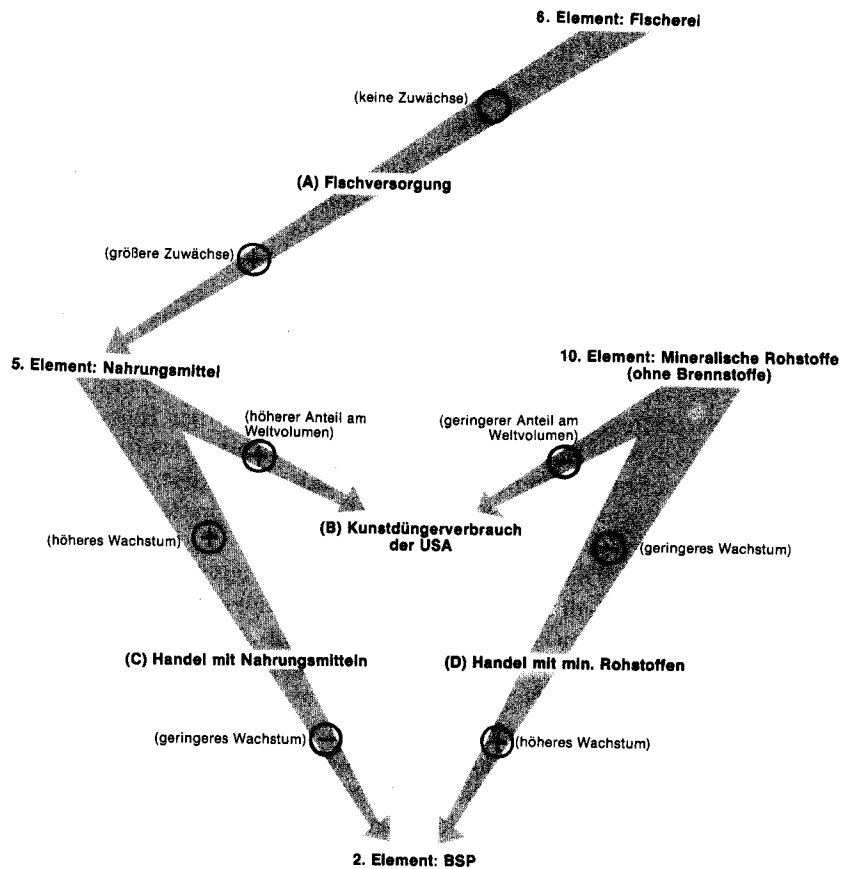


Fig. 14-5. Inkonsistente Rohstoffhandelsvolumen.

mit 3,2% jährlich etwas geringer als in der übrigen Welt (0,4% jährlich) ausfallen wird. Dagegen prognostizieren die (weitgehend auf dem *Malenbaum-Report* von 1972 beruhenden) Berechnungen des US-Innenministeriums einen Zuwachs des US-Verbrauchs an Phosphaten (in der wahrscheinlichsten Variante für den Zeitraum 1973-2000), der mit 2,6% jährlich beträchtlich geringer ausfällt als in der übrigen Welt (5,9% jährlich).

C. *Nahrungsmittelhandel*. Das Element Nahrungsmittel (5) und das Element BSP (2) scheinen unterschiedliche Zuwachsraten im Welthandel mit Nahrungsmitteln zu postulieren – zumindest in bezug auf Weizen. Insbesondere prognostizierte das GOL-Modell des US-Landwirtschaftsministeriums einen Zuwachs im Welthandel mit Weizen zwischen allen Ländern (in der Variante mit mittlerem Wachstum für den Zeitraum 1970-85) von 4,1% jährlich. Dagegen ging das SIMLINK-Modell der Weltbank davon aus, daß der Zuwachs des Weizenhandels zwischen den Industrienationen und den UL (in allen drei Fällen für den Zeitraum 1975-85) 2,5% jährlich betragen wird.

D. *Handel mit mineralischen Rohstoffen*. Das Element nicht-energetische Mineralien (10) und das Element BSP (2) scheinen unterschiedliche Zuwachsraten bei den auf dem Weltmarkt gehandelten Mengen an mineralischen Rohstoffen zu postulieren – zumindest im Hinblick auf Aluminium und Zink. Insbesondere prognostizierte die vom US-Innenministerium verwendete IOU-Methode einen Zuwachs des Weltverbrauchs an Primäraluminium und Zink (in der einen vorgelegten Variante für den Zeitraum 1973-85) von jeweils 4,2 und 3,3% jährlich. Dagegen ging das SIMLINK-Modell der Weltbank von einem Zuwachs des Handels in einer Sammelkategorie von bestimmten Schlüsselmineralien (Bauxit, Blei, Phosphate, Silber und Zink) zwischen den Industrienationen und den UL (in allen drei Varianten für den Zeitraum 1975-85) von 6,3% jährlich aus.

Inkonsistenter Kapital- und Ressourcenverbrauch

Keine konsistente Berücksichtigung erfuhr die Allokation von Kapital und Ressourcen auf die 11 Elemente des Weltmodells der Regierung. So können bedeutende Auslassungen oder Doppelzählungen in das prognostizierte Niveau der Wasserversorgung und einiger Formen der Kapitalinvestition eingegangen sein. Bedeutsame Auslassungen oder Doppelzählungen können auch in den Annahmen über die zukünftige Allokation von Boden und Arbeitskräften enthalten sein. Doch ist es unmöglich, diese Annahmen in dieser Erörterung zu vergleichen, da sie bei fast allen Elementen völlig inexplizit waren und nur durch ausführliche Analysen ermittelt werden könnten, die über den Umfang und die Mittel von *Global 2000* hinausgehen.

Fig. 14-6 veranschaulicht einige der beträchtlichen Auslassungen oder Doppelzählungen, die in bezug auf den Verbrauch an Kapital und Ressourcen vorgekommen sein können. Betroffen sind sechs Elemente des Weltmodells der Regierung: BSP (2), Nahrungsmittel (5), Wasser (6), Energie (7), Energieerzeugungsabfälle (8), und nicht-energetische Mineralien (10). Vier Inkonsistenzen werden unten erörtert: (A) Wasserversorgung, (B) Investitionen zur Steigerung

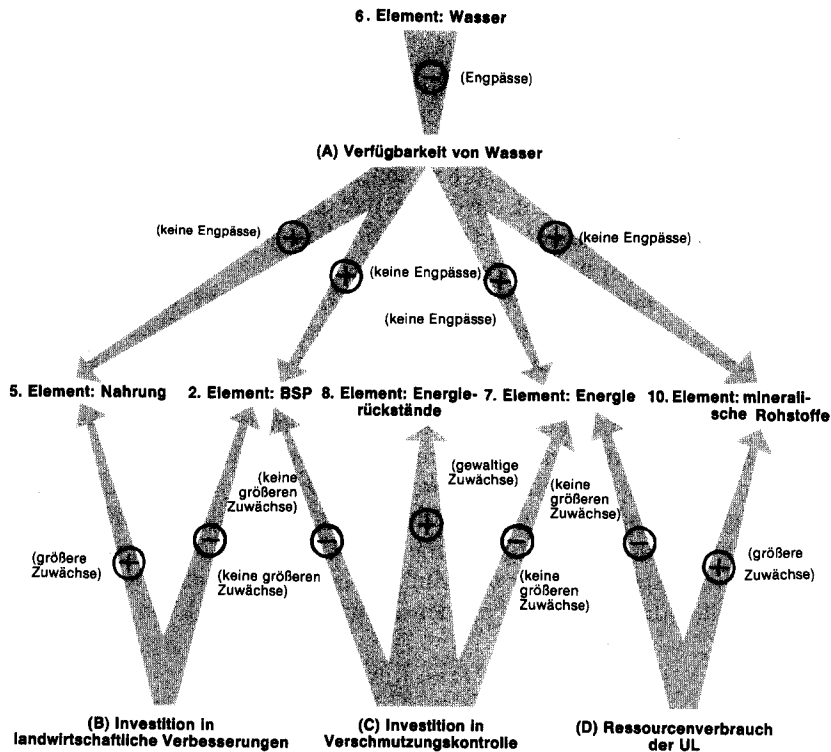


Fig. 14-6. Inkonsistente Kapital- und Ressourcenverwertung.

der landwirtschaftlichen Erträge, (C) Investitionen zur Beseitigung der Umweltverschmutzung und (D) Ressourcenverbrauch der UL.

A. *Wasserversorgung*. Das Element Wasser (6), das Element Nahrungsmittel (5), das Element BSP (2), das Element Energie (7) und das Element nicht-energetische Mineralien (10) scheinen verschiedene Niveaus der Wasserversorgung zu postulieren. Insbesondere prognostizierten die von den Wasserexperten der Studie verwendeten beurteilenden Vorhersageverfahren (in der einen vorgelegten mittleren Variante für den Zeitraum 1975-2000), daß Probleme der Wasserknappheit um das Jahr 2000 sehr viel verbreiteter und schwerwiegender

sein werden als heute – zum Teil infolge umfangreicher Abholzungen. Dagegen unterstellte das GOL-Modell des US-Landwirtschaftsministeriums (in allen vier Varianten für den Zeitraum 1970-2000) keine expliziten Einschränkungen der Wasserversorgung (zu gegenwärtigen realen Preisen), obwohl Einschränkungen des anbaufähigen Landes ausdrücklich berücksichtigt wurden. Ebenfalls im Gegensatz dazu ging das SIMLINK-Modell der Weltbank (in allen drei Varianten für den Zeitraum 1975-85) davon aus, daß das Wachstum des BSP in den UL mehr von mangelnden Deviseneinnahmen als von mangelndem Sparvermögen, Kapital oder fehlenden Arbeitskräften beeinträchtigt wird; mangelnde Verfügbarkeit von Ressourcen (z. B. Wasser) wurde nicht als maßgebender Engpaß unterstellt. Ebenfalls im Gegensatz dazu unterstellte das IEES-Modell des US-Energieministeriums (in allen vier Varianten für den Zeitraum 1975-90), daß die zur Energieerzeugung indirekt erforderlichen verschiedenen Ressourcen (z. B. Wasser) zu gegenwärtigen realen Preisen uneingeschränkt zur Verfügung stehen. Ebenfalls im Gegensatz dazu nahm die vom US-Innenministerium benutzte IOU-Methode (in der einen vorgelegten Variante über den Zeitraum 1973-2000), an, daß der langfristige Zuwachs des Verbrauchs an mineralischen Rohstoffen und Ressourcen nicht unter einem eingeschränkten Angebot (z. B. von Wasser) leidet.

B. Investitionen zur Verbesserung der Landwirtschaft. Das Element Nahrungsmittel (5), und das Element BSP (2) scheinen bei den Investitionen zur Verbesserung der Landwirtschaft unterschiedliche Zuwachsraten vorauszusetzen. Insbesondere setzte das GOL-Modell des US-Landwirtschaftsministeriums (in allen vier Varianten für den Zeitraum 1970-2000) voraus, daß auf der ganzen Welt größere Steigerungen der öffentlichen und privaten Investitionen zur Vergrößerung der Anbauflächen erfolgen werden. Dagegen unterstellte das SIMLINK-Modell der Weltbank (in allen drei Varianten für den Zeitraum 1975-85) daß der zur Verbesserung der Landwirtschaft aufgewendete Teil des BSP eines UL nicht übermäßig von den neuesten realen Daten abweichen wird.

C. Investitionen zur Bekämpfung der Umweltverschmutzung. Das Element Energieerzeugungsabfälle (8), das Element BSP (2) und das Element Energie (7) scheinen verschiedene Zuwachsraten bei den Investitionen zur Bekämpfung der Umweltverschmutzung vorauszusetzen. Insbesondere geht das IEES-ESNS (*International Energy Evaluation System-Energy System Network Simulator*)-Modell in allen drei Varianten für den Zeitraum 1975-90 davon aus, daß alle Länder bis zum Jahre 1985 außerordentlich hohe Investitionen in Technologien zur Bekämpfung der Umweltverschmutzung machen werden, so daß bis zu diesem Zeitpunkt alle Kraftwerke auf der Welt die neuen US-Emissionsrichtlinien für 1978 für Kohlenmonoxyd, Schwefeldioxyd, Stickoxyde und Staub erfüllen oder zu diesem

Zweck umgebaut worden sind. Dagegen unterstellt das SIMLINK-Modell der Weltbank (in allen drei Varianten für den Zeitraum 1975-85), daß der für den Umweltschutz bereitgestellte Anteil des BSP in den UL nicht bemerkenswert von den Daten aus jüngster Zeit abweichen wird. Ebenfalls im Gegensatz dazu beruht das IEES-Modell des US-Energieministeriums (in allen vier Varianten für den Zeitraum 1975-90) auf der Annahme, daß sich die Realkosten für den Einsatz technischer Verfahren zum Umweltschutz die realen Kosten für das Errichten oder Betreiben von Kraftwerken in der Zukunft nicht entscheidend erhöhen werden.

D. *Ressourcenverbrauch der UL.* Das Element Energie (7) und das Element nicht-energetische Mineralien (10) scheinen von verschiedenen Zuwachsraten beim Ressourcenverbrauch der UL auszugehen, wenn auch Vergleiche nicht leicht zu ziehen sind. Insbesondere setzt das IEES-Modell des US-Energieministeriums (in allen vier Varianten für den Zeitraum 1975-90) voraus, daß die Industrialisierung der UL nicht dazu führt, daß der Ressourcenverbrauch (hier: Energie) der UL nicht rascher zunimmt als deren Sozialprodukt. Im Gegensatz dazu unterstellt die vom US-Innenministerium verwendete IOU-Methode (in der einen vorgelegten Variante für den Zeitraum 1973-2000), daß die Industrialisierung der UL erfordern wird, daß sie bei zunehmender Industrialisierung zunehmende Mengen an Ressourcen (hier: mineralische Rohstoffe und natürliche Ressourcen) pro Einheit des Pro-Kopf-BSP verbrauchen.

Verwendung verschiedener Informationsquellen

Es gibt eine Anzahl von Inkonsistenzen zwischen den Elementen des Weltmodells der Regierung, die darauf zurückzuführen sind, daß die verschiedenen Elemente für dieselben Annahmenreihen aus verschiedenen Informationsquellen schöpfen.

So zum Beispiel stützen sich viele US-Bundesbehörden, darunter das Landwirtschafts-, Energie- und das Innenministerium, üblicherweise auf internationale Bevölkerungsschätzungen und -prognosen, die nicht vom Bureau of the Census, sondern von anderen Organisationen erstellt sind. Diese Schätzungen weichen stark voneinander ab, wie aus den folgenden neueren Schätzungen für die durchschnittliche jährliche Zuwachsrate der Bevölkerung in den UL im Jahre 1975 zu entnehmen ist:

	Prozent
US Agency for International Development	1,88
Bureau of the Census	2,25
UN-Sekretariat, Abteilung Volkszählung	2,34
Environmental Fund (private Stiftung)	2,55

Prognosen über zukünftiges Bevölkerungswachstum weichen gewöhnlich sogar noch mehr voneinander ab als diese Schätzungen historischer Zuwachsraten.

Viele US-Bundesbehörden verwenden außerdem häufig abweichende Prognosen des internationalen BSP, die von anderen Organisationen als der Abteilung für ökonomische Analysen und Prognosen der Weltbank aufgestellt worden sind. Die Entwicklungshilfe-Behörde des US-Außenministeriums zum Beispiel stützt sich gewöhnlich auf die allgemein optimistischeren Einzelländer-Analysen der Weltbank. Der *Economics, Statistics and Cooperatives Service* des US-Landwirtschaftsministeriums verwendet gewöhnlich Prognosen, die von der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der UNO (FAO) erstellt wurden. Die *Information Administration* des US-Energieministeriums benutzt Prognosen, die von der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) stammen. Die Bergbaubehörde des US-Innenministeriums stützt sich auf internationale Wirtschaftsprojektionen von Professor Wilfred Malenbaum (Universität Pennsylvania).*

Durch die Straffung innerhalb von *Global 2000* setzten die anderen Elemente des Weltmodells der Regierung, die unter Verwendung der Elemente Bevölkerung und BSP entwickelten Projektionen, sehr viel konsistenter ein als bisher. Dennoch wimmelt es von inkonsistenten Annahmen, wie aus Tab. 14-2 hervorgeht, die einen Kreuzindex ausgewählter verschiedener Annahmen enthält, wie sie von den Elementen verwendet wurden. Viele dieser inkonsistenten Annahmen sind in den Zusammenfassungen der verschiedenen Elemente im letzten Abschnitt dieses Kapitels und in den Kapiteln 15-23 detaillierter beschrieben.

Sogar ein und dieselbe Annahmereihe kann innere Inkonsistenzen enthalten, weil sie aus verschiedenen Quellen zusammengestellt worden ist. So zum Beispiel unterhält die US-Regierung keine eigene konsistente Quelle für BSP-Prognosen. Die für die OECD-Länder** am häufigsten gebrauchten Prognosen werden vom Hauptquartier der OECD zusammengestellt. Die am häufigsten verwendeten BSP-Prognosen für die UL sind die der Weltbank. Die für die zentralen Planwirtschaften am häufigsten benutzten BSP-Prognosen stammen von der CIA.

Jede dieser Quellen erstellt ihre Prognosen unter Verwendung unterschiedlicher statistischer Konventionen und getrennt entwickelter Annahmen über die Zukunft. Derartige BSP-Prognosen sind daher nicht innerlich konsistent, wie bereits in Kap. 3 festgestellt wurde. Da sie durch die US-Regierung nicht

* Die Prognosen der FAO und der OECD liegen tendenziell beträchtlich höher als die der Weltbank und von Professor Malenbaum erstellten. Außerdem sind diese Unterschiede zwischen den Prognosen bei Regional- oder Einzelländer-Prognosen größer als bei weltweiten Prognosen.

** Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) umfaßt die folgenden Länder: Australien, Belgien, Bundesrepublik Deutschland, Dänemark, Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Holland, Island, Irland, Italien, Japan, Luxemburg, Neuseeland, Norwegen, Portugal, Spanien, Schweden, Schweiz, Türkei und die USA.

Tab. 14-2
Ausgewählte Kontrastannahmen für die 11 Elemente des Regierungs-Weltmodells

Die 11 Elemente des Regierungs- Weltmodells	Vorgestellte Varianten	Ausgewählte Annahmen				
		Politik	Bevölkerung	BSP	Klima	Technologie
1. Bevölkerung	a. Hohes Wachstum b. Mittleres Wachstum c. Niedriges Wachstum	Weltweite Ausdehnung von Maßnahmen der Familienplanung	Keine Nettowanderung zwischen den Regionen	Mittlerer sozialer u. ökonomischer Fortschritt weltweit zwischen 1979 und 2000	Keine Annahmen	Keine größeren technischen Zusammenbrüche und Rückschläge, welche die Fruchtbarkeits- oder Sterberaten beeinflussen
2. BSP	a. Hohes Wachstum b. Mittleres Wachstum c. Niedriges Wachstum	Fortsetzung oder Aufnahme einer vorsichtigen Politik zur Maximierung der Exporterlöse	Stärkerer Rückgang der Bevölkerungszuwachsraten in allen Ländern zwischen 1985 und 2000	BSP-Zuwachs in den UL hängt weitgehend vom BSP-Zuwachs in den Industriestaaten ab	Keine Annahmen	Größere Ertragszuwächse bei den meisten Bruttokapitalinvestitionen in den UL
3. Klima	a. Erwärmung b. Konstante Temperatur c. Abkühlung	Bewußte menschliche Eingriffe zur Veränderung des Klimas ausgeschlossen	Keine expliziten Annahmen	Keine expliziten Annahmen	Extreme Klimaveränderung nicht in Betracht gezogen	Bewußte menschliche Eingriffe zur Veränderung des Klimas ausgeschlossen
4. Technologie	Keine Differenzierung zwischen den Varianten. Technologieannahmen beziehen sich jeweils auf ein Element. Keine Koordinierung der Annahmen zwischen den verschiedenen Elementen	Deutliche Intensivierung der Familienplanung, Ausbau der Kernkraft und von sauberen Technologien (die z. T. erhebliche Veränderungen in der Politik mancher Länder erfordern)	Keine größeren technischen Zusammenbrüche oder Rückschläge, welche die Fruchtbarkeits- oder Sterberaten beeinflussen	Größere Ertragszuwächse bei den meisten Bruttokapitalinvestitionen in den UL	Bewußte menschliche Eingriffe zur Veränderung des Klimas ausgeschlossen	Größerer technischer Fortschritt in fast allen Prognosen; keine technischen Rückschläge oder ungünstigen Nebenwirkungen
5. Nahrungsmittel	a. Optimistische Variante b. Mittlere Variante c. Pessimistische Variante d. Steigende Energiepreise	Weiterhin große öffentliche und private Investitionen in die Erschließung landwirtschaftlicher Nutzflächen; weltweiter Übergang zu Anbaumethoden mit hohem Bedarf nach fossilen	a. Global 2000: niedrige Wachstumsvariante b. Global 2000: mittlere Wachstumsvariante c. Global 2000: hohe Wachstumsvariante d. Global 2000:	a. Global 2000: niedrige Wachstumsvariante b. Global 2000: mittlere Wachstumsvariante c. Global 2000: hohe Wachstumsvariante d. Global 2000:	Explizite Annahme: keine Klimaveränderung	Verbreitete Verstärkung der Anwendung von Kunstdünger und anderen ertragssteigernden Inputs mit der Folge stetig steigender Ernteerträge; Zuwächse vergleichbar denen der letzten

Ausgewählte Annahmen						
Nahrungsmittel	Fischbestand, Wald und Wasser	Energie	Energie-rückstände	Brennstoffe	Mineralische Rohstoffe (ohne Brennstoffe)	Umwelt
Keine expliziten Annahmen (ausgen. die unter BSP-Annahmen genannten)	Keine expliziten Annahmen (ausgen. die unter BSP-Annahmen genannten)	Keine expliziten Annahmen (ausgen. die unter BSP-Annahmen genannten)	Keine expliziten Annahmen (ausgen. die unter BSP-Annahmen genannten)	Keine expliziten Annahmen (ausgen. die unter BSP-Annahmen genannten)	Keine expliziten Annahmen (ausgen. die unter BSP-Annahmen genannten)	Keine expliziten Annahmen (ausgen. die unter BSP-Annahmen genannten)
Geringeres Handelsvolumen bei niedrigeren Preisen als in den Global-2000-Nahrungsmittelp prognosen	Keine expliziten Annahmen	Unbegrenzte Energie bei konstanten realen Preisen	Keine Annahmen	Unbegrenzte Energie bei konstanten realen Preisen	Höheres Handelsvolumen bei höheren Preisen als in den Global-2000-Prognosen über mineralische Rohstoffe	Keine expliziten Annahmen
Keine expliziten Annahmen	Keine expliziten Annahmen	Keine expliziten Annahmen	Keine expliziten Annahmen	Keine expliziten Annahmen	Keine expliziten Annahmen	Keine expliziten Annahmen
Verbreitete Verstärkung der Anwendung von Kunstdünger und anderen ertragssteigernden Inputs mit der Folge stetig steigender Ernteerträge; Zuwächse vergleichbar denen der letzten beiden Jahrzehnte	Entwicklung rentablerer Methoden zum Fang bisher ungebräuchlicher Fischarten; Entwicklung rentablerer Methoden und von Methoden zur Ausbeutung bisher ungebräuchlicher Baumarten; Annahmen über Wasser unbekannt	Verbreiteter Ausbau von Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren	Bis 1985 Anpassung der Energieeinrichtungen in allen Ländern an die US-Vorschriften über die Emission von CO ₂ , SO _x , NO _x und anderen Teilchen	Fortbestehen der Preis-Kosten-Relation und der technischen Trends, die in den Jahren vor 1974 vorherrschten und allen Schätzungen über die Öl- und Gasressourcen und -reserven der USA zugrunde liegen	Nachlassende Intensität des Rohstoffverbrauchs in den Industrieländern; intensiver Rohstoffverbrauch in den UL	Nebenwirkungen der Technik, gepaart mit institutionellen und sozialen Problemen scheinen die Grundursache für viele der ernstesten Umweltprobleme zu sein; doch die Technik hilft auch viele Probleme lösen
Kein größerer Zuwachs des Fleischanteils in der Nahrung in den UL	Implizit werden größere Zuwächse der Fischfänge angenommen; ungünstige Auswirkungen der Waldvernichtung nicht explizit berücksichtigt; explizite Annahme unbeschränkter Wasserversor-	a. Konstanter Energiepreis b. Konstanter Energiepreis c. Global-2000-Variante mit steigendem Energiepreis d. Global-2000-Variante mit steigendem Energiepreis	Keine Annahmen	Keine Beschränkung der Brennstoffressourcen (außer durch Preise)	Keine Beschränkung der Rohstoffressourcen (außer Energiepreisauswirkungen)	Keine weitreichende Bodenverschlechterung aufgrund von Umwelt- oder menschlichen Faktoren (außer Verstädterung) und keine Zunahme der Seuchenresistenz

Tab. 14-2 (Forts.)

Die 11 Elemente des Regierungs- Weltmodells	Vorgestellte Varianten	Ausgewählte Annahmen				
		Politik	Bevölkerung	BSP	Klima	Technologie
		Brennstoffen	mittlere Wachstums- variante.	mittlere Wachstums- variante		beiden Jahr- zehnte
6. Fischbestand	Nur eine mittlere Variante	Verbesserte Be- wirtschaftung der Fischbestände und verbesserter Schutz der Mee- resumwelt auf weltweiter Grundlage	Annahmen nicht expliziert	Annahmen nicht expliziert	Keine Annah- men	Entwicklung von Methoden zum Fang bisher un- gebräuchlicher Fischarten
Wald	Nur eine mittlere Variante	Weltweite Ver- änderungen in der Politik hin- sichtlich der Ent- waldungsprakti- ken	Annahmen nicht expliziert	Annahmen nicht expliziert	Keine Annah- men	Entwicklung von rentableren Pro- duktionstechni- ken und von Methoden zur Ausbeutung bis- lang ungebräuch- licher Baumarten
Wasser	a. Höhere Variante b. Niedrigere Variante	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt
7. Energie	a. Optimistische Variante b. Mittlere Variante c. Pessimistische Variante d. Variante mit steigendem Energiepreis	Einführung ef- fektiverer Ener- giesparprogram- me in der OECD; OPEC- Länder schöpfen maximale För- derkapazität zur Deckung des Öl- bedarfs bis hin zum Rest- bedarf aus	a. Global 2000: niedriges Wachstum b. Global 2000: mittleres Wachstum c. Global 2000: hohes Wachs- tum d. Global 2000: mittleres Wachstum	a. Global 2000: hohes Wachs- tum b. Global 2000: mittleres Wachstum c. Global 2000: niedriges Wachstum d. Global 2000: mittleres Wachstum	Keine Annah- men	Verbreiteter Ausbau von Kernkraftwerken mit Leichtwas- serreaktoren
8. Energie- erzeugungs- abfälle	a. Optimistische Variante b. Mittlere Variante c. Pessimistische Variante	Größere öffentli- che und private Investitionen in saubere Techno- logien in allen Ländern	Keine expliziten Annahmen (so- weit nicht aus den Energie- prognosen abgeleitet)	Keine expliziten Annahmen (so- weit nicht aus den Energie- prognosen abgeleitet)	Keine Annah- men	Bis 1985 Anpassung der Energieeinrich- tungen in allen Ländern an die US-Vorschriften

Ausgewählte Annahmen						
Nahrungsmittel	Fischbestand, Wald und Wasser	Energie	Energie-rückstände	Brennstoffe	Mineralische Rohstoffe (ohne Brennstoffe)	Umwelt
	gung zu konstanten Realpreisen	(In allen Varianten wird ein unbeschränkter Energievorrat bei den zitierten Preisentwicklungen angenommen)				
Keine Annahmen	Keine Annahmen zu Wasserprognosen	Keine Annahmen	Keine Annahmen	Keine Annahmen	Keine Annahmen	Fischbestände werden nicht durch größere Verschmutzung gefährdet; keine bedeutsamen Verluste von Mündungsgebieten
Keine Annahmen	Keine Annahmen zu Wasserprognosen	Keine Annahmen	Keine Annahmen	Keine Annahmen	Keine Annahmen	Keine bedeutsamen Auswirkungen, welche das Wachstum beeinflussen (z. B. saurer Regen, UV-Strahlung oder erhöhte Seuchenresistenz)
Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt	Unbekannt
Keine Annahmen	Keine Rohstoffbeschränkungen in den Industrieländern (außer durch BSP); Engpässe bei den Bioenergie-Ressourcen in den UL	Keine expliziten Annahmen zur Nettoenergie	Keine Annahmen	Nicht direkt mit den Brennstoffprognosen der Studie verbunden	Keine Rohstoffbeschränkungen (außer durch BSP)	Keine expliziten Annahmen
Keine Annahmen	Keine Ressourcenbeschränkungen	a. Global 2000: optimistische Variante b. Global 2000: mittlere Variante	Keine Kapitalinvestitions-Beschränkungen	Keine Annahmen	Keine Annahmen	Bis 1985 Anpassung der Energieeinrichtungen in allen Ländern an die US-

Tab. 14-2 (Forts.)

Die 11 Elemente des Regierungs- Weltmodells	Vorgestellte Varianten	Ausgewählte Annahmen				
		Politik	Bevölkerung	BSP	Klima	Technologie
						über die Emis- sion von CO, SO _x , NO _x und anderen Teilchen
9. Brennstoffe	Nur eine mittlere Variante	Fortbestand der Preise von 1974, die allen Schät- zungen über die Öl- und Gasres- ourcen und -reserven der USA zugrunde liegen	Keine Annah- men	Keine Annah- men	Keine Annah- men	Fortbestehen der Preis-Kosten- Relation und der technischen Trends, die in den Jahren vor 1974 vorherrschen und allen Schätzungen über die Öl- und Gasressourcen und -reserven der USA zu- grunde liegen
10. Mineralische Rohstoffe (ohne Brenn- stoffe)	Nur eine mittlere Variante	Keine Verände- rungen	Eine Prognose- serie, die aus UN-Prognosen abgeleitet wurde	Eine Prognose- serie, die auf dem persönli- chen Urteil Ma- lenbaums basiert	Keine Annah- men	Nachlassende In- tensität des Roh- stoffverbrauchs in den Industrie- ländern; intensi- verer Rohstoff- verbrauch in den UL
11. Umwelt	Dieselben Vari- anten wie bei den einzelnen Elementen, je- doch wurde im allgemeinen nur eine mittlere Va- riante untersucht	Keine Verände- rungen (außer den aus den übr- igen Prognosen abgeleiteten)	Global 2000: mittlere Variante	Global 2000: mittlere Variante	Annahme mehrerer Umwelt- entwicklungen, die möglicher- weise das Welt- klima beeinflus- sen	Technologien zur Bewältigung der ernsthaftesten Umweltprobleme (wie Bodenero- sion und -ver- schlechterung) stehen im allge- meinen zur Ver- fügung; soziale und institutionel- le (nicht techni- sche) Probleme bilden oft das Haupthindernis für den Umwelt- schutz

Ausgewählte Annahmen						
Nahrungsmittel	Fischbestand, Wald und Wasser	Energie	Energie- rückstände	Brennstoffe	Mineralische Rohstoffe (ohne Brennstoffe)	Umwelt
		c. Global 2000: pessimistische Variante				Vorschriften über die Emission von CO, SO _x , NO _x und anderen Teilchen
Keine Annah- men	Keine explizi- ten Annah- men	Nicht direkt mit den Ener- gieprognosen der Studie verbunden	Keine Annah- men	Keine explizi- ten Annah- men zur Net- toenergie	Keine explizi- ten Annah- men	Keine explizi- ten Annah- men
Keine Annah- men	Explizite An- nahme: keine Ressourcen- beschränkung	Explizite An- nahme: keine Ressourcen- beschränkung	Explizite An- nahme: keine Umweltbe- schränkungen	Explizite An- nahme: keine Ressourcen- beschränkun- gen	Explizite An- nahme: keine Ressourcen- beschränkun- gen	Explizite An- nahme: keine Umweltbe- schränkungen
Global 2000: Variante mit steigendem Energiepreis	Global 2000: mittlere Variante	Global 2000: Variante mit steigendem Energiepreis	Global 2000: mittlere Variante	Global 2000: mittlere Variante	Global 2000: mittlere Variante	Extensiv auf umfassender, interrelierter Basis berück- sichtigt

gesammelt fortgeschrieben werden, war es innerhalb des Auftrags und der Sachzwänge von *Global 2000* nicht möglich, die den von der Regierung routinemäßig verwendeten BSP-Prognosen zugrunde liegenden Annahmen im einzelnen zu überprüfen.* Die verfügbaren Informationen lassen darauf schließen, daß Bevölkerung, Ressourcen und Umwelt nicht über irgendwelche expliziten funktionellen Beziehungen, sondern allenfalls beurteilend berücksichtigt werden.

Drei weitere Probleme, die mit der Verwendung verschiedener Quellen für BSP-Prognosen zusammenhängen, sind unten aufgeführt. Sie sind repräsentativ für die Art von Problemen, auf die man stößt, wenn verschiedene Quellen auch für Bevölkerungs-, Nahrungsmittel-, Energie- und andere Prognosen herangezogen werden:

1. Die von der OECD für ihre Mitgliedsländer veröffentlichten BSP-Prognosen werden weithin als »fromme Wünsche« betrachtet. Um ein gewisses Maß von Realismus zu erzielen, korrigiert die Weltbank die OECD-Prognosen vor einer Verwendung beträchtlich nach unten. Weitere Korrekturen nach unten wurden von der WAES Studie** gemacht (und von Analytikern der Weltbank für *Global 2000* empfohlen), um die Tatsache zu berücksichtigen, daß diese BSP-Prognosen auf der Annahme einzelner OECD-Länder beruhten, daß sie in Zukunft unrealistisch große Mengen OPEC-Öl importieren können.

2. Die Prognosen der Weltbank über die Wachstumsraten der UL geht davon aus, daß die hauptsächliche Treibkraft des ökonomischen Fortschritts in den UL das wirtschaftliche Wachstum der Industrieländer ist. Bis jetzt wurden weder diese Theorie noch die dieser Annahme zugrunde gelegten spezifischen Zahlen adäquat validisiert. Die theoretischen und zahlenmäßigen Grundlagen der BSP-Prognosen für die zentralen Planwirtschaften werden noch weniger allgemein anerkannt.

3. Die Zahlen von *Global 2000* für das Pro-Kopf-BSP ergeben sich unmittelbar aus der Kombination der Prognosen über Bevölkerung und BSP, die getrennt voneinander aufgestellt wurden, und deren wechselseitige Inkonsistenz in diesem Kapitel bereits dargelegt worden ist. Außerdem wurden allen BSP-Prognosen der Studie über einen Zeitraum von etwa zehn Jahren hinaus ein simples exponentielles Wachstumsmodell zugrunde gelegt, das einen bestimmten jährlichen Zuwachs ansetzt. Diese Annahme exponentiellen Wachstums führt langfristig***

* Allerdings wird ein bedeutendes ComputermodeLL zur Erstellung von BSP-Prognosen (das SIMLINK-Modell der Weltbank) in Kap. 16 etwas eingehender erörtert.

** Die in Kap. 16 erörterte *World Alternative Energy Strategies Study*, die vom Massachusetts Institute of Technology finanziert wurde. Die für diese Untersuchung erstellten BSP-Prognosen für die UL sind in Kap. 3 als Bestandteil der BSP-Prognosen von *Global 2000* wiedergegeben.

*** Die Analytiker der Weltbank stellen fest, daß ihre offiziellen BSP-Prognosen selten weiter als 10 Jahre in die Zukunft reichen. Die oben erwähnten exponentiellen Zuwachsraten wurden speziell für die Bedürfnisse der WAES-Studie entwickelt und sollten nie über das Jahr 2000 hinaus angewandt werden.

zu absurden Ergebnissen und geht implizit davon aus, daß keinerlei Ressourcen- oder Umweltengpässe auftreten werden, die nicht durch nicht näher bezeichnete Fortschritte der Technik bewältigt werden können (von denen wiederum angenommen wird, daß sie zu keinen Engpässen bei Ressourcen oder Umweltbelastungen führen). Soweit die BSP-Prognosen irgendwie Bevölkerung, natürliche Ressourcen oder Umwelt berücksichtigen, ist diese Berücksichtigung exogen, beurteilend und der Überprüfung oder Verifizierung nicht zugänglich.

Fehlende Rückkopplung

Ein zweiter kritischer Faktor, der für die bereits vorgestellten Inkonsistenzen verantwortlich ist, ist der allgemeine Mangel an Rückkopplung zwischen den einzelnen Elementen des Weltmodells der Regierung. Unter den (bereits beschriebenen) einschränkenden Bedingungen von *Global 2000* wurden nur einige wenige grundlegende Verknüpfungen zwischen den Elementen hergestellt, wie dies schematisch in Fig. 14-2 dargestellt ist. Aber selbst wenn viel strengere und umfassendere Bedingungen hätten gesetzt werden können (zum Beispiel Verwendung einer einzigen Informationsquelle für die Annahmen über zusammenhängende Eingabedaten, die für die einzelnen Elemente erforderlich sind), wäre man bei dem Versuch, die Elemente konsistent miteinander zu verknüpfen, auf zwei grundlegende Strukturprobleme im Zusammenhang mit der Rückkopplung gestoßen:

- Die Elemente wurden so entworfen, daß sie nur die in Fig. 14-1 gezeigten schrittweisen Verknüpfungen in Einbahnrichtung zulassen. Das heißt, daß die Prognosen über Bevölkerung und BSP den Prognosen über Ressourcen vorangehen müssen, die wiederum vor den Umweltprognosen rangieren.
- Die Annahmenreihen, die vor Verwendung vieler der Elemente aufgestellt werden, sind insofern »eingefroren«, als sie im Verlauf der Prognoseberechnungen nicht auf veränderte Bedingungen reagieren.

Diese beiden Probleme sind in Wirklichkeit zwei Dimensionen desselben Rückkopplungsproblems. Das erste Problem der schrittweisen Verknüpfung in Einbahnrichtung betrifft hauptsächlich die Verzerrungen zwischen den Sektoren, nämlich daß im Weltmodell der Regierung bestimmte Sektoren so dargestellt werden, daß sie andere beeinflussen, selbst aber von diesen nicht beeinflusst werden. Das zweite Problem der »eingefrorenen« Annahmenreihen betrifft hauptsächlich zeitliche Verzerrungen, da das allgemeine Fehlen von Rückkopplung immer schwererwiegende Inkonsistenzen produziert, je weiter die Prognosen in die Zukunft verlängert werden.

Schrittweise Verknüpfung in Einbahnrichtung. In den meisten Elementen des

Weltmodells der Regierung werden Bevölkerung und BSP als »treibende Kräfte« aufgefaßt. Für einen jeweils angenommenen Stand der Bevölkerung und des BSP berechnen die verschiedenen Elemente den Verbrauch an Nahrungsmitteln, Energie, mineralischen Rohstoffen und anderen Ressourcen. Keine Berechnungen werden jedoch im Hinblick auf eine – von ihren jeweiligen Elementen prognostizierte – Knappheit oder einen Überfluß an Nahrungsmitteln, Energie, mineralischen Rohstoffen und anderen Ressourcen auf die Bevölkerung oder das BSP angestellt. In ähnlicher Weise gibt es keine Berechnungen über den – vom Umweltelement prognostizierten – Einfluß von Umweltfaktoren auf Bevölkerung, BSP oder die verschiedenen natürlichen Ressourcen.*

Bei den Bevölkerungsprognosen werden zum Beispiel bestimmte äußerst allgemeine Annahmen im Hinblick auf die soziale und ökonomische Entwicklung gemacht, und in vielen Fällen sind diese unverträglich mit den von anderen Elementen erstellten Prognosen. Doch gibt es wenig oder keinen Spielraum im Bevölkerungselement selbst, der genaue, explizite und quantitative Anpassungen der Berechnungen des Elements als Reaktion auf genaue, explizite und quantitative Berechnungen von anderen Elementen ermöglichen würde.

Kurz gesagt, besteht das Problem nicht nur darin, daß die Rückverknüpfungen (zum Beispiel vom Pro-Kopf-Verbrauch an Nahrungsmitteln zur Bevölkerung) nicht hergestellt wurden, sondern auch darin, daß die derzeitige strukturelle Anordnung dies überhaupt allgemein verhindert. Die Elemente Bevölkerung und BSP sind ihrem Wesen nach nicht in der Lage, die Ergebnisse der Prognosen über natürliche Ressourcen präzise zu berücksichtigen. Und die Elemente Bevölkerung, BSP und natürliche Ressourcen sind nicht in der Lage, die Ergebnisse der Umweltprognosen präzise zu berücksichtigen. In Wirklichkeit lautet die Frage natürlich nicht: präzise oder unpräzise? Die Umweltprognosen werden vielmehr kaum oder überhaupt nicht berücksichtigt. Das Umweltelement ist zwar nicht in der Lage, die Ergebnisse der Elemente Bevölkerung, BSP und Ressourcen präzise zu berücksichtigen, doch geschieht dies zumindest qualitativ.

Ebenso muß hier festgestellt werden, daß selbst dann, wenn die Modelle so strukturiert wären, daß sie die Herstellung der erforderlichen Rückverknüpfungen erleichtern würden, viele dieser Verknüpfungen aufgrund von Mutmaßungen hergestellt werden müßten, weil das derzeit zur Verfügung stehende empirische Material beschränkt ist. Allerdings wäre in den meisten Fällen sogar die mutmaßliche Verknüpfung einer Annahme überhaupt keiner Verknüpfung bei

* Die sehr beträchtlichen Auswirkungen, die von den Umweltprognosen auf Prognosen über Bevölkerung, BSP und Ressourcen erwartet werden können, werden unter der Überschrift »Den Kreis schließen« in Kap. 13 erörtert. Wie jedoch in diesem Kapitel betont wird, behalten alle diese Prognosen ihren grundlegend offenen Charakter bei, weil keine der fehlenden Rückkopplungs-Verknüpfungen über unmittelbare dynamische Effekte auf die Elementberechnungen hergestellt werden konnte.

weitem vorzuziehen, wenn bekannt ist, daß diese Annahme beträchtliche Fehler enthält. Außerdem können für den Fall, daß in Empfindlichkeitstests nachgewiesen wird, daß die Verknüpfung kritisch ist und empfindlich reagiert, Prioritäten für das Sammeln der erforderlichen empirischen Daten gesetzt werden.

»Eingefrorene« Annahmereihe. Jedes Element des Weltmodells der Regierung verwendet eine Reihe von Annahmen (z. B. Zeitreihen-Eingabedaten), die als »eingefroren« gedacht werden können. Sie sind insofern eingefroren, als sie vor Verwendung des Elements bestimmt und nicht in Reaktion auf veränderte Bedingungen geändert werden, die sich aus den von diesem und von anderen Elementen angestellten Berechnungen ergeben. Mit anderen Worten, es gibt keine Rückkopplung von den Berechnungen des Elements auf die ursprüngliche Reihe eingefrorener Annahmen.

So zum Beispiel wurden, wie bereits aus Fig. 14-2 hervorgeht,

- die Bevölkerungsprognose mit fixen Annahmen über den sozialen und ökonomischen Fortschritt erstellt,
- die Prognosen über das Bruttosozialprodukt (BSP) mit fixen Annahmen über das Bevölkerungswachstum,
- die Energieprognosen mit fixen Annahmen über den Zuwachs von Bevölkerung und BSP,
- die Nahrungsmittelprognosen mit fixen Annahmen über den Zuwachs von Bevölkerung und BSP und über steigende Energiepreise,
- die Prognosen über Bevölkerung, BSP und Ressourcen mit fixen Annahmen über die Umwelt und
- die Umweltprognosen mit fixen Annahmen über die Bevölkerungs-, BSP- und Ressourcenprognosen.

In manchen Fällen kann die von einem Element verwendete Reihe fixer oder eingefrorener Annahmen, die mit den komplexen Berechnungen eines anderen Elements entwickelten Prognosen zusammenfassen. Häufig werden diese komplexen Berechnungen in Form von einfachen Zeitreihen-Daten oder entsprechenden Gleichungen zusammengefaßt. In anderen Fällen kann die Reihe eingefrorener Annahmen aus einer Quelle völlig außerhalb des Weltmodells der Regierung stammen und in völligem Widerspruch zu Berechnungen eines anderen Elements dieses Modells stehen. Häufig werden diese eingefrorenen Annahmen nicht explizit quantitativ formuliert, sondern können dennoch abgeleitet werden – zum Beispiel, wenn bei einer Ware ein unbeschränktes Angebot oder konstante Preise oder beides angenommen werden.

Die langfristigen Weltprognosen der Regierung unterstellen implizit entweder, (1) daß die Verwendung eingefrorener Annahmenreihen logisch konsistente Prognosen ermöglicht oder (2) daß etwaige Inkonsistenzen in Anbetracht der in der Gesamtdarstellung des Weltsystems vorgenommenen Vereinfachung und der

Datenungewißheit relativ folgenlos sind. Diese Annahmen sind für kurzfristige (ein- bis zweijährige) Prognosen – bei denen sich bei Ausbleiben größerer Störungen Haupttrends im allgemeinen geradlinig fortsetzen – tendenziell valide, werden aber zunehmend zweifelhaft, wenn sich die Prognosen über 5, 10, 20 oder noch mehr Jahre erstrecken. In dem Maße, wie Prognosen weiter in die Zukunft verlängert werden, erlangen Rückkopplungs-Interaktionen insofern zunehmende Bedeutung, als Haupttrends in Kollision miteinander geraten und auf komplexe Art und Weise von ihrem ursprünglichen Pfad abgelenkt werden. Die Elemente des Weltmodells der Regierung sind im allgemeinen nicht so weit strukturiert und miteinander verknüpft, daß solche Ablenkungen auftreten können. Infolgedessen überlagern die Trends einander und führen in dem Maße zu immer schwerwiegenderen Inkonsistenzen, wie sich die Prognosen weiter in die Zukunft bewegen.

Strukturelle Unvereinbarkeiten

Jedes Modell der Wirklichkeit wählt und schließt zwangsläufig Beziehungen und Daten aus, um die Fragen zu klären, die es simulieren soll. So zum Beispiel enthalten die 11 Elemente des Weltmodells der US-Regierung natürlich Vereinfachungen, Einschränkungen und Auslassungen, die für die ursprünglichen Zwecke dieser Elemente durchaus angemessen gewesen sein können, aber eine effektive Koordinierung zwischen diesen Elementen außerordentlich erschweren. Die Unmöglichkeit, die in einem Element entsprechend einer bestimmten Reihe von Strukturkonventionen enthaltenen Annahmen auf ein anderes Element mit einer anderen Reihe von Strukturkonventionen zu übertragen, liefert eine dritte Erklärung für die bereits dargestellten Unverträglichkeiten.

Die meisten Elemente verwenden zum Beispiel verschiedene Konventionen zur geographischen Darstellung der Welt, was die Koordinierung erschwert. Manche Elemente bieten viele Einzelheiten über die Industrienationen des Westens und sehr wenig über die UL oder umgekehrt, während viele fast gar keine Einzelheiten über die zentralen Planwirtschaften angeben. Manche Elemente sind grundsätzlich nicht in der Lage, Interaktionen zwischen verschiedenen geographischen Regionen zu simulieren, außer durch Veränderung der exogenen Annahmen (wodurch sie interregionale Korrekturen nicht berücksichtigen können). Andere Elemente sind grundsätzlich interregional, d. h. ihr Hauptzweck besteht darin, Prognosen über interregionale Handelsbilanzen aufgrund der Annahme zu erstellen, daß Bedingungen eines statischen ökonomischen Gleichgewichts auch in Zukunft in der Art und Weise gelten, daß die ökonomische Effizienz der Welt insgesamt für den jeweiligen Prognosesektor maximiert wird.

Einen Eindruck von den geographischen Unterschieden zwischen den Elemen-

ten mit den komplexesten explizit quantitativen Beziehungen vermitteln die ersten fünf Landkarten auf den Farbtafeln. Diese Landkarten veranschaulichen das Ausmaß, bis zu dem jedes Element (1) in verschiedenen Weltregionen aggregiert (oder desaggregiert), und erstellt (2) unabhängige (oder wechselseitig abhängige) Prognosen für diese Regionen. Außerdem zeigen die Karten, wieviel Einzelheiten in jedem Aggregat dargestellt sind.

Die meisten Elemente verwenden verschiedene Konventionen zu Darstellungen von Veränderungen im Zeitverlauf, was die Koordinierungsschwierigkeiten ebenfalls vergrößert. Einige Elemente sind theoretisch in der Lage, Prognosen weit über das Jahr 2000 hinaus zu erstellen, andere waren nicht für Prognosen über 1985 oder 1990 hinaus gedacht. Einige Elemente waren dazu entworfen, Gleichgewichte zwischen Angebot und Nachfrage zu Gleichgewichtspreisen zu errechnen, und sind grundsätzlich nicht in der Lage, Veränderungen im Zeitverlauf zu simulieren, außer durch Veränderung der exogenen Annahmen. Dies bedeutet, daß sie dynamische Ungleichgewichte nicht berücksichtigen können. Andere Elemente sind grundsätzlich dynamisch – das heißt ihr Hauptzweck besteht darin, Trends und Verhaltensweisen im Zeitverlauf aufzuzeigen.

Weitere größere strukturelle Unterschiede und Einschränkungen bestehen darin,

- daß viele Elemente auf analytischen Methoden beruhen, die es erfordern, daß entscheidende interdependente Variablen vorweg getrennt voneinander prognostiziert werden,
- daß viele Elemente erfordern, daß diese Variablen historische Wachstumshorizonte oder -raten nicht überschreiten,
- daß die meisten Elemente grundlegende Strukturveränderungen nicht simulieren können,
- daß viele Elemente inkonsistente Eingabedaten, die unter Verwendung anderer analytischer Methoden ermittelt wurden, nur begrenzt integrieren können.

Viele dieser Unterschiede sind in Tab. 14-3 von Element zu Element zusammengefaßt. Eine komplexere Darstellung wird im letzten Abschnitt dieses Kapitels und in den Kap. 15-23 gegeben.

Institutionelle Faktoren als Ursache der Diskrepanzen

Zahlreiche institutionelle Faktoren liegen den Unverträglichkeiten zugrunde. Wie aus Tab. 14-3 hervorgeht, wurde jedes der 11 Elemente des Weltmodells der Regierung in einem anderen bürokratischen Kontext entwickelt. Es wäre tatsächlich überraschend, wenn sich die Elemente nicht beträchtlich voneinander unterscheiden, da jedes einzelne

- von verschiedenen Leuten (selbst zwischen Fachleuten gibt es Unterschiede)

Tab. 14-3
Ausgewählte institutionelle und strukturelle Differenzen zwischen den Elementen des Regierungs-
Weltmodells

Element	Quelle der Prognosen	Wichtigstes Rechenverfahren	Erste größte Anwendung	Geographische Repräsentation	Zeitliche Repräsentation	Zahl der Varianten
1. Bevölkerung	Census Bureau; University of Chicago	Kohorten-Komponenten-Methode	Frühe 30er Jahre	Welt in 23 unabhängigen Regionen	1975-2000 (dynamisch berechnet)	3
2. BSP	WAES-Studie (MIT) und Weltbank	SIMLINK-Modell; extrapolierende Beurteilung	1974	Hauptsächlich 6 UL-Aggregate mit begrenzter Interaktion	1975-85 (dynamisch berechnet) 1985-2000 (informell extrapoliert)	3
3. Klima	National Defense University study (CIA)	Gewichtete Expertenmeinungen	1977	Welt in 8 Regionen	1977-80 1981-90 1991-2000 (diskontinuierlich berechnet)	3
4. Technologie	Verschiedene unabhängige Quellen	Verschiedene verbundene Methoden	Verschiedene	Gewöhnlich nur global	Keine konsistente Repräsentation	1 pro Element
5. Nahrungsmittel	Department of Agriculture	GOL-Modell	1974	Welt in 28 interrelierten Regionen	1985 2000 (diskontinuierlich berechnet)	4
6. Fischbestand, Wald und Wasser	NOAA; CIA; Department of Interior	Kein explizites quantitatives Modell	Verschiedene	In der Regel nach interrelierten Ökosystemen	2000 (informell extrapoliert)	1, 1, 2
7. Energie	Department of Energy	IEES-Modell	1977	Welt in 5 interrelierten Regionen	1985 1990 (grundsätzlich diskontinuierlich berechnet)	4
8. Energieerzeugungsabfälle	Department of Energy	IEES-ESNS-Modell	1978	Welt in 5 unabhängigen Regionen	1985 1990 (diskontinuierlich berechnet)	3
9. Brennstoffe	Unabhängige Experten (in Verbindung mit den Departments of Energy and the Interior)	Eklektisch (auf der Basis vieler früherer Studien)	Verschiedene	Keine konsistente Repräsentation	Keine Zeitdimension	Im allg. 1
10. Mineralische Rohstoffe (ohne Brennstoffe)	Prof. Malenbaum (Univ. of Pennsylvania)	IOU-Methode	1972	Welt in 10 unabhängigen Regionen	1985 2000 (diskontinuierlich berechnet)	1
11. Umwelt	Diverse vom Stab der Studie koordinierte Quellen	Kein explizites quantitatives Modell	Verschiedene	Industrielle und in Entwicklung begriffene Wirtschaften und Ökosysteme auf interrelierter Basis	Im allgem. 2000 (informell extrapoliert)	Keine konsistente Auswahl von Varianten

- zu verschiedenen Zeitpunkten (die Wirklichkeit verändert sich im Zeitverlauf)
- unter Verwendung verschiedener Perspektiven und Methoden (die verschiedene Vereinfachungsannahmen und verschiedene Berechnungsverfahren einsetzen)
- für andere Bedürfnisse (die die Auswahl von Annahmen und die Validisierung von Berechnungen beeinflussen) entwickelt wurde.

Darüber hinaus wäre es naiv, nicht anzuerkennen, daß an den Prognosen und an den zu ihrer Erstellung verwendete Verfahren von Kongreßausschüssen und anderen Institutionen häufig kritisiert wurde, daß sie Einflüssen unterliegen, deren Ursprung nicht rein analytisch ist. Jede Behörde hat ihre eigenen Zuständigkeiten und Interessen, ihre eigenen Wählergruppen und Klienten, und ihre eigenen Lieblingsprojekte. Häufig betrachtet es eine Behörde als nützlich, fortgeschrittene Analyseverfahren (und entsprechende Prognosen) als Waffen in der Auseinandersetzung um die Initiierung, Begründung und Verteidigung ihrer Programme zu nutzen. Infolgedessen können die Elemente (und entsprechenden Prognosen) des Weltmodells der Regierung bei zahlreichen Gelegenheiten zur Unterstützung (oder Widerlegung) stark umstrittener Programme benutzt worden sein, und die Glaubwürdigkeit der Prognosen ist damit fragwürdig geworden. Dies gilt besonders für die jüngste Zeit, da sowohl die Probleme als auch die fortgeschrittenen analytischen Methoden zu ihrer Untersuchung zunehmend komplex und in gewissem Sinne für viele Nichtexperten unverständlich geworden sind.

Unter diesen Umständen werden Regierungsbehörden gelegentlich beschuldigt, die Datengrundlagen ihrer Prognosen zu fälschen oder die Gleichungen mit bestimmten Faktoren »zu verlängern«, um das gewünschte Ergebnis zu erzielen. Zwar sind solche Beschuldigungen relativ selten, doch wird den Behörden häufig unterstellt, daß sie die ihren Analysen zugrunde liegenden Annahmen sorgfältig so zurechtschneiden, daß die erwünschten Resultate auf eine analytisch vertretbare Art und Weise mit Sicherheit erreicht werden. Soweit diese Umstände vorliegen, tragen sie zu den bereits dargelegten Inkonsistenzen bei.

Interpretation der Prognosen

Die vorstehende Analyse hat den Finger auf Unverträglichkeiten, Unvereinbarkeiten und sonstige Probleme gelegt, die unvermeidlich Fragen im Hinblick auf die Validität der in Teil I Kap. 2-13 vorgestellten Prognosen aufwerfen müssen. Ein Teil dieser problematischen Fragen werden nun erörtert.

Validität der Grundergebnisse

Bevor wir die Implikationen der im vorigen Abschnitt dieses Kapitels identifizierten Probleme erörtern, muß darauf hingewiesen werden, daß die in Teil I vorgestellten Prognosen trotzdem die konsistenteste Prognosenreihe darstellen, die je unter Verwendung der Reihe von Elementen erstellt wurde, aus denen sich das Weltmodell der Regierung zusammensetzt. Keine anderen derzeit verfügbaren Regierungsprognosen bieten eine logisch kohärentere Grundlage für die längerfristige Planung der Regierung. Dies liegt natürlich daran, daß *Global 2000* der erste Anlaß war, bei dem eine Anstrengung (ungeachtet ihrer Mängel) gemacht wurde, die von der Regierung routinemäßig benutzten globalen und längerfristigen Methoden zusammengefaßt und konsistent anzuwenden und Trends im Hinblick auf Bevölkerung, natürliche Ressourcen und Umwelt vorherzusagen.

Sofern dies berücksichtigt wird, kann es dem Leser nützlich sein, einige der grundlegendsten Ergebnisse von Teil I kritisch zu betrachten. Nur die grundlegendsten Veränderungen der Elemente des Weltmodells der Regierung würden die Grundrichtung der folgenden Ergebnisse verändern.

Bevölkerung. Die Gesamtwachsraten der Weltbevölkerung werden bis zum Jahre 2000 nicht signifikant abnehmen. Statt dessen werden im Zeitraum 1975-2000 netto fast doppelt so viel Menschen zur Weltbevölkerung hinzukommen wie im Zeitraum 1950-75. Ein großer Teil dieses Bevölkerungszuwachses wird in den UL, insbesondere in Südasien, Afrika und Lateinamerika erfolgen.

Bruttosozialprodukt. Das Pro-Kopf-BSP nimmt weltweit um etwa 55% zu, in einigen UL jedoch nur geringfügig. Die Probleme, die zu sinkendem Zuwachs des Pro-Kopf-BSP führen, werden sich im Zeitraum 1985-2000 verschärfen.

Klima. Sofern Klimaveränderungen eintreten, dürften sich ihre nachteiligsten Auswirkungen (Veränderungen der Durchschnittstemperatur, der Niederschläge und der Wetterschwankungen) in den gemäßigten Regionen auswirken, wo sich die Hauptexportländer für Nahrungsmittel der Welt befinden.

Nahrungsmittel. Der weltweite Pro-Kopf-Verbrauch an Nahrungsmitteln wird trotz größerer Steigerungen der realen Nahrungsmittelpreise und der landwirtschaftlichen Investitionen nicht signifikant zunehmen. Ein Rückgang des Pro-Kopf-Verbrauchs an Nahrungsmitteln wird in vielen der ärmsten UL eintreten, am drastischsten im Zeitraum 1985-2000.

Ressourcen-Preise. Die realen Preise für Nahrungsmittel, Fisch, Holz, Wasser und Energie werden beträchtlich steigen, wobei die höchsten Preissteigerungen im Zeitraum 1985-2000 eintreten.*

* Gerade dieses Ergebnis wirft mehrere wichtige ökonomische Fragen auf. Wenn die realen Preise dieser Waren wie vorausgesagt steigen, für welche entsprechenden Waren nehmen dann die realen Preise ab? Wenn keine kompens-

Umwelt. Ökologische Systeme auf der ganzen Welt werden stark beansprucht werden, und infolgedessen können die bisher von der Umwelt gelieferten Güter und Dienstleistungen nicht mehr als gewährleistet angesehen werden. Die beträchtliche Verschlechterung der Umwelt von Land, Wasser und Atmosphäre, die für die ganze Welt vorausgesagt wird, wird sich unweigerlich nachteilig unter anderem auf die landwirtschaftliche Produktivität, die Krankheits- und Sterblichkeitsraten, die ökonomische Gesamtentwicklung und vielleicht sogar auf das Klima auswirken. Am stärksten spürbar werden diese Beanspruchungen in den UL gegen Ende des Jahrhunderts, wo bereits jetzt zahlreiche Anhaltspunkte für ihr Vorhandensein vorliegen.

Kurzum, zunehmend schwerwiegendere Belastungen werden gegen Ende des Jahrhunderts weltweit spürbar werden. Diese Belastungen werden für die ärmsten Nationen der Welt am schlimmsten sein, doch werden sie sich auch auf die Industrieländer auswirken.

Der Stab von *Global 2000* und viele der Berater sind zu dem Schluß gekommen, daß diese grundlegenden Ergebnisse qualitativ richtig sind, auch wenn man die vielen gegenwärtigen Mängel des Weltmodells der Regierung berücksichtigt. Es gibt drei Hauptgründe für diese Ansicht:

1. Sie enthalten größtenteils keine radikalen Abweichungen von Prognosen, wie sie von den jeweiligen Quellen seit Jahren veröffentlicht worden sind.
2. Sie werden zum größten Teil durch andere Prognosen untermauert, die von zahlreichen Organisationen mit ähnlichen sektoralen Interessen erstellt worden sind.
3. Sie werden (bezogen auf viele ihrer grundlegendsten Stoßrichtungen) durch Prognosen gestützt, die von einer Reihe weniger komplexer, aber höher integrierter Weltmodelle erstellt werden.*

Wie schwerwiegend die Auswirkungen dieser grundlegenden Trends ausfallen, kann infolge der sehr eingeschränkten Rückkopplung zwischen den Elementen des Weltmodells der Regierung sogar noch untertrieben sein. Diese Ansicht wird weitgehend von Prognosen bestätigt, die auf stärker integrierten Modellen beruhen.

Der Stab von *Global 2000* und viele der Berater kamen außerdem in Anbetracht der vorstehenden Analyse des Weltmodells der Regierung zu dem Schluß, daß es unmöglich ist, irgendeiner der in den vorangehenden Kapiteln dargestellten spezifischen zahlenmäßigen Prognose hohe Wahrscheinlichkeit zuzuschreiben.

torischen Abnahmen realer Preise vorausgesagt werden, was bedeuten diese »realen« Preissteigerungen dann theoretisch – oder auch nur semantisch? Leider hätte der bloße Versuch, Antworten auf diese schwierigen Fragen zu finden, den zeitlichen und finanziellen Rahmen der Studie gesprengt.

* Diese nicht regierungsamtlichen Prognosen werden ziemlich detailliert in Teil III dieses Bands beschrieben, analysiert und verglichen.

Verzerrungen aufgrund inkonsistenter Variablenwerte

Die komplexen Verzerrungsmuster, die durch die von den verschiedenen Elementen des Weltmodells der Regierung verwendeten unverträglichen Variablenwerte verursacht werden, machen eine Anpassung äußerst schwierig. Insbesondere stößt man bei dem Versuch, quantitative Anpassungen in einer von einem bestimmten Element des Modells erstellten bestimmten Prognosenreihe vorzunehmen, auf das Problem vom Huhn und Ei.

So zum Beispiel wird den Annahmen über das BSP, die zur Erstellung der Bevölkerungsprognosen gemacht wurden, von den BSP-Prognosen widersprochen. Insbesondere beruhten die Bevölkerungsprognosen auf der Annahme, daß es infolge verbesserter sozialer und ökonomischer Bedingungen auf der ganzen Welt beträchtliche Geburtenrückgänge zu verzeichnen sein werden. Doch weisen die Prognosen des Pro-Kopf-BSP in vielen Weltteilen keine signifikanten Verbesserungen der ökonomischen Verhältnisse aus, besonders dort nicht, wo die Bevölkerung am raschesten wächst.*

In ähnlicher Weise wird den Annahmen über die Bevölkerung, die zur Erstellung der BSP-Prognosen gemacht wurden, von den Bevölkerungsprognosen widersprochen. Insbesondere wurden die BSP-Prognosen für den Zeitraum 1985-2000 aufgrund der Annahme nach unten korrigiert, daß der Bevölkerungszuwachs bis dahin geringer wird. Aus den Bevölkerungsprognosen geht jedoch hervor, daß die Zuwachsrate der Weltbevölkerung weiterhin im wesentlichen konstant bei 1,8% jährlich bleiben wird.

Wenn man mit der Korrektur der BSP-Prognosen (zur Beseitigung der offensichtlichen Unverträglichkeit mit der Bevölkerung) anfängt, werden diese nach oben korrigiert (um den ausbleibenden Rückgang des Bevölkerungszuwachses zu berücksichtigen). Potentiell macht dies die BSP-Prognosen verträglich mit den Bevölkerungsprognosen (wobei die Bevölkerungsprognosen unverändert bleiben).

Wenn man aber andererseits mit der Korrektur der Bevölkerungsprognosen anfängt (um die offensichtlichen Unverträglichkeiten mit dem BSP zu beheben), dann werden diese nach oben korrigiert (um die ausbleibenden Verbesserungen der sozialen und ökonomischen Bedingungen zu berücksichtigen). Wenn dann die Zahlen für das Pro-Kopf-BSP erneut berechnet werden, stellt sich heraus, daß die sozialen und ökonomischen Bedingungen noch schlechter sind als vorher und eine weitere Korrektur der Bevölkerungszahlen nach oben erfordern und so fort, bis

* Allerdings ist festzuhalten, daß diese Prognosen über das Pro-Kopf-BSP mögliche Verschiebungen der Verteilungsstrukturen nicht berücksichtigen, die das Pro-Kopf-Einkommen verschiedener ökonomischer Gruppen innerhalb einer bestimmten Population selbst bei Annahme eines fixen Niveaus des Pro-Kopf-BSP insgesamt erhöhen oder mindern können.

vielleicht irgendwann eine Grenze erreicht ist (wodurch die Bevölkerungsprognosen beträchtlich aufgebläht werden). Wenn umgekehrt der zweite Schritt darin besteht, die BSP-Prognosen erneut zu korrigieren, kann ein Gleichgewicht erreicht werden, wenn man die Bevölkerungsprognosen mit den BSP-Prognosen verträglich macht (indem man sowohl die Bevölkerungs- als auch die BSP-Prognosen beträchtlich erhöht).

Soll man also damit anfangen, die BSP-Prognosen als richtig zu unterstellen und die Bevölkerungsprognosen zu korrigieren, oder umgekehrt (oder ein Mittel-ding)? Wo ist der Hebel, und wo der Ansatzpunkt?

Diese Probleme vervielfachen sich noch, wenn noch mehr Elemente und Beziehungen berücksichtigt werden, wie zum Beispiel die folgenden:

- Zum Beispiel geht aus den Nahrungsmittelprognosen hervor, daß es in bestimmten Weltregionen (insbesondere in Nordafrika und im Mittleren Osten) einen gewissen Rückgang des Pro-Kopf-Verbrauchs an Nahrungsmitteln geben wird (selbst bei Verwendung der anscheinend zu niedrigen Bevölkerungsprognosen). Dieses Ergebnis bekräftigt das Ergebnis der Prognosen über das Pro-Kopf-BSP, daß sich die sozialen und ökonomischen Bedingungen nicht auf der ganzen Welt verbessern werden.
- Die Nahrungsmittelprognosen unterstellen außerdem, daß es keine Engpässe bei der Wasserversorgung für die Landwirtschaft geben wird. Dem jedoch wird von den Prognosen über Wasser, Forstwirtschaft und Umwelt widersprochen, was eine Korrektur der Nahrungsmittelprognosen nach unten nahelegt. Dies wiederum würde zu einer Korrektur der Prognosen über den Pro-Kopf-Verbrauch an Nahrungsmitteln nach unten führen.
- Die Nahrungsmittelprognosen gehen weiterhin davon aus, daß keine Bodenverschlechterung infolge intensiver Nutzung eintreten wird. Dem jedoch wird von den Umweltprognosen* widersprochen, was die Notwendigkeit weiterer Korrekturen der Nahrungsmittelprognosen und der Prognosen über Pro-Kopf-Nahrungsmittelverbrauch nach unten geraten sein läßt.

* Weil aus den Umweltprognosen hervorgeht, daß die kombinierte Umweltwirkung aller anderen Prognosen das Potential hat, fast alle anderen Prognosen allgemein negativ zu verändern, kann man mit einiger Berechtigung folgern, daß die Prognosen von *Global 2000* im großen und ganzen »optimistisch« verzerrt sind und einer »pessimistischen« Korrektur bedürfen. Bevor jedoch Prognosen sinnvoll als optimistisch oder pessimistisch beschrieben werden können, müssen die Wertvorstellungen klargestellt werden, nach denen sie beurteilt werden. Für wen, wo und wann sind Prognosen optimistisch oder pessimistisch? Sind Prognosen über eine umfangreiche Verbrennung von Feuerholz optimistisch oder pessimistisch für diejenigen, die jetzt heizen und kochen müssen? Sind dieselben Prognosen für ihre Kinder optimistisch oder pessimistisch, oder für Pflanzzüchter, die genetische Ressourcen brauchen? Prognosen und Modelle sind nicht wertfrei, daher liegt es sehr am Betrachter, ob sie optimistisch oder pessimistisch sind. Die Betrachtungsweisen und Wertvorstellungen eines amerikanischen Farmers und eines verarmten Bürgers eines UL bei der Beurteilung der Aussichten auf zukünftige Preissteigerungen bei Nahrungsmitteln um das Jahr 2000 dürften sehr verschieden sein, so daß der Versuch, die Prognosen ohne sorgfältige Definitionen als positiv oder negativ verzerrt zu bezeichnen, nicht unbedingt hilfreich ist.

- Korrekturen der Prognosen über den Pro-Kopf-Verbrauch an Nahrungsmitteln nach unten würden Erhöhungen der Bevölkerungsprognosen erfordern, damit die Prognosen über den Pro-Kopf-Verbrauch an Nahrungsmitteln noch weiter nach unten drücken und eine weitere Korrekturrunde auslösen.
- Höhere Bevölkerungsprognosen würden wiederum vermutlich die Dringlichkeit von Wasserversorgungsproblemen (zurückführen auf steigende Belastung durch Brennholznachfrage und gesteigerte Abholzung) und die Geschwindigkeit der Bodenverschlechterung erhöhen (die auf intensivere Kultivierungsmethoden zurückzuführen ist) und damit die Nahrungsmittelprojektion und die Projektion über ihren Pro-Kopf-Verbrauch weiter nach unten drücken. Also müßte der Korrekturprozeß bis zum Erreichen einer bestimmten Grenze (wenn es diese gibt) weitergeführt werden.

Noch einmal: wenn man die Prognosen über Nahrungsmittel, BSP oder Bevölkerung korrigieren wollte, um sie verträglicher zu machen, (statt den Versuch zu machen, die Elemente selbst auf einer etwas integrierteren Grundlage zu korrigieren und neu durchzurechnen), wo soll man anfangen – oder aufhören? Wo ist der Hebel, und wo der Ansatzpunkt?

Verbesserung der derzeitigen Grundlage

Zwar können nur wenige konkrete, quantitative Schritte unternommen werden, um die in Kap. 2-13 vorgestellten Prognosen (aus den eben erörterten Gründen) zur Verbesserung ihrer Reliabilität zu korrigieren, doch gibt es mehrere Alternativen für die Verbesserung der derzeitigen Form des Weltmodells der Regierung selbst, so daß spätere Prognosen beträchtlich zuverlässiger werden. In Anbetracht der Tatsache, daß gegenwärtig Milliarden Dollar an Bundesmitteln aufgrund von Entscheidungen ausgegeben werden, die sich auf die von den verschiedenen Behörden erstellten Prognosen stützen, dürfte es nicht schwierig sein, die Kosten für geeignete Verbesserungen zu rechtfertigen. Mehrere geringfügige Verbesserungen am Weltmodell der Regierung sind bereits im Verlauf der Durchführung der vorliegenden Studie vorgenommen worden, und weitere geringfügige Verbesserungen sind in der nahen Zukunft möglich, wenn erforderliche Mittel in bescheidenem Umfang zur Verfügung gestellt werden. Doch sollte auch anerkannt werden, daß größere Verbesserungen eine (1) neue institutionelle Festlegung auf die Entwicklung langfristiger, globaler Analyseverfahren in der ganzen Regierung und (2) eine sehr viel größere Investition an Zeit und Mitteln erfordern werden, als sie für *Global 2000* zur Verfügung stand.

Bedarf nach institutioneller Kontinuität

Die zahlreichen Probleme, die derzeit mit dem Weltmodell der Regierung zusammenhängen, sind in erster Linie Symptome eines tieferen und grundlegenden Problems. Die zweifelhaften Annahmen, die Auslassungen, Unverträglichkeiten und Unvereinbarkeiten sind nur die äußeren Erscheinungsformen eines schwerwiegenden institutionellen Problems: die Exekutive verfügt derzeit über keine kontinuierlich arbeitende Institution, die ausdrücklich mit der für die Lösung derartiger sachlicher und philosophischer Probleme erforderlichen Zuständigkeit und Autorität ausgestattet wäre. Solange eine derartige Institution fehlt, kann man sich schwer vorstellen, wie die Fähigkeiten der Regierung für längerfristige Analyse und Planung beträchtlich verbessert werden können.

Die an der Studie beteiligten Behördenexperten sind sich allgemein über die Einschränkungen der derzeitigen Elemente des Weltmodells der Regierung klar. Mit wenigen Ausnahmen planen die Behörden, neue Rechenverfahren zu entwickeln, die schließlich an die Stelle der derzeit verwendeten treten werden. Sofern jedoch nicht eine gewisse Koordinierung erfolgt, gibt es kaum Gründe für die Annahme, daß Vereinbarkeit, Verträglichkeit oder Interaktion bei den neuen Verfahren größer sein werden als bei den jetzigen. Daher hat die Aufgabe Priorität, die mit langfristiger, weltweiter Analyse zusammenhängenden Entwicklungspläne aller maßgeblichen Behörden mit dem Ziel zu überprüfen, die Veränderung derzeitiger sektorieller Elemente (oder gegebenenfalls die Entwicklung neuer sektorieller Elemente) und die spezifischen Bedürfnisse der Behörden zu koordinieren.

Diskussionen mit den an der Studie beteiligten Behördenexperten weisen bereits darauf hin, daß mehrere zusätzliche Analysen erforderlich sind, wenn die abgeschlossene *Global 2000 Study* von größtmöglichem Nutzen für diese Behörden sein soll. Höchste Priorität wird der Suche nach den Antworten auf die folgenden Fragen zugewiesen:

1. Welche strategischen und ökonomischen Schlußfolgerungen ergeben sich aus den jetzt vorhergesagten Trends?
2. Welche anderen politischen Strategien könnten eingeschlagen werden, um die Trends in die erwünschte Richtung zu verändern?
3. Welche Technologien können am umfangreichsten zur Entwicklung einer angenehmeren Zukunft beitragen?

Glücklicherweise hat die Studie bereits den Anstoß für ein höheres Maß von Zusammenarbeit und Koordinierung bei Datentausch und Modellformulierung zwischen den Behörden gegeben.

Potentielle methodische Verbesserungen

Es ist klar, daß so früh wie möglich untersucht werden muß, in welchem Umfang relativ bescheidene Abwandlungen des derzeitigen Weltmodells der Regierung eine engere Interaktion und Rückkopplung gewährleisten könnten, als sie bei *Global 2000* erreicht wurden. Einfache Veränderungen (z. B. die Erstellung von Prognosen, bei denen alle Elemente die Prognosen der Studie über Bevölkerung und BPS verwenden) wären relativ billig und könnten relativ schnell vorgenommen werden. In ähnlicher Weise könnten etwas verträglichere Prognosen einfach dadurch erreicht werden, daß ein etwas größeres Maß an Koordinierung und Ausgleich gefördert wird. In vielen Fällen können die Entscheidungen der Behörden für verschiedene Datenquellen und verschiedene vereinfachende Annahmen ungewollt gefallen sein. Doch der Termindruck zwingt die Modellexperten der Behörden häufig, zeitsparende Vereinfachungen zu machen, die selten tiefer analysiert werden und später schwer zu revidieren sind. Andere Diskrepanzen könnten Ausdruck tatsächlicher Meinungsverschiedenheiten zwischen den zuständigen Behörden sein. Ganz gleich jedoch, ob sie ungewollter oder inhaltlicher Art sind, müßten diese Diskrepanzen durch Verhandlungen und Schiedsspruch zwischen den Behörden zu lösen sein – wenn eine geeignete Institution für die Identifizierung der Diskrepanzen und die Förderung von Verhandlungen und Schiedsverfahren zuständig wäre.

Iterative Korrekturen könnten die Prognosen weiter verbessern. So könnten z. B. die Ergebnisse aller Prognosen von *Global 2000* als Grundlage für eine neue Annahmenreihe in den vorhandenen Modellen zur Erstellung neuer Prognosen über Bevölkerung und BPS verwendet werden. Diese neuen Prognosen über BSP und Bevölkerung könnten sodann dazu verwendet werden, neue Prognosen über Ressourcen und Umwelt zu erstellen. Wenn dieser Zyklus ein- oder zweimal wiederholt würde, könnte er zu einem stärkeren Ausmaß an zeitlicher und intersektorieller Interaktion und Verträglichkeit führen. Derartige Zyklen können jedoch nur im rekursiven Blockverfahren durchgeführt werden – das heißt eine komplette Prognosenreihe müßte für ein Element erstellt werden, bevor Prognosen für ein anderes Element gemacht werden können, für die die Prognosen des ersten Elements erforderlich sind. Das Verfahren dürfte bestenfalls schwerfällig, zeitraubend und teuer sein, und bietet keine Gewähr dafür, daß Deckungsgleichheit (oder auch nur mäßige Konvergenz) zustande kommt. Selbst wenn ein umfangreicherer Versuch gemacht würde, viele der offensichtlicheren Unverträglichkeiten und Unvereinbarkeiten zwischen den Elementen zu beheben, würden noch größere strukturelle Unverträglichkeiten bleiben, welche Konvergenzen und die Verifizierung von Konvergenzen problematisch machen.

Wie aus den Kapiteln 15-23 hervorgeht, sind die derzeitigen Elemente des Weltmodells der Regierung so unähnlich, daß Zuwachsverbesserungen der oben erörterten Art nur von beschränktem Nutzen wären. Einfach ausgedrückt, gibt es keine Möglichkeit, die derzeitigen sektoriellen Elemente des Weltmodells der Regierung vollständig integriert, simultan und interaktiv zu benutzen. Schwerwiegende Struktur- und Berechnungsschwierigkeiten schließen eine solche Handhabung aus. Außerdem wären zur Erreichung auch nur eines bescheidenen Maßes verträglicher und gleichzeitiger wechselseitiger Verknüpfungen derart umfangreiche Abwandlungen der derzeitigen Elemente erforderlich, daß die Schaffung einer völlig neuen Familie von Elementen durchaus kostengünstiger sein dürfte.

Es ist jedoch zweifelhaft, ob es die Regierung irgendwann in nächster Zukunft angebracht findet, mit einem einzigen großen ComputermodeLL der Welt zu arbeiten. Der Versuch, ein einziges Allzweckmodell zu entwickeln und beizubehalten, könnte sogar langfristig nicht gut beraten sein. Einerseits haben die Ministerien und Behörden individuelle und einzigartige Prognosebedürfnisse, die von einem einzigen großen Weltmodell nicht leicht befriedigt werden könnten. Andererseits ist es nicht wahrscheinlich, daß ein einziges Modell je in der Lage ist, die verschiedenartigen Perspektiven bei Fragen zu liefern, die für eine vernünftige Formulierung der Politik unerlässlich sind. Ein pluralistischerer Ansatz dürfte daher sowohl erwünscht als auch notwendig sein.

Ein solcher pluralistischer Ansatz könnte einige der folgenden Prinzipien einschließen:

- Alle größeren Entwicklungen und Einsätze analytischer Verfahren im Hinblick auf langfristige Weltprognosen einer Regierungsbehörde würden weiterhin von dieser Behörde oder unter ihrer Federführung durchgeführt – unter Verwendung von speziell für diesen Zweck bereitgestellten Mitteln und Personal.
- Es würde eine größere Anstrengung gemacht, eine umfangreichere Entwicklung und Verwendung vorhandener und neuer langfristiger Weltmodelle zu fördern.
- Ebenso würde eine größere Anstrengung gemacht, um zu gewährleisten, daß Richtlinien für alle Regierungsstellen im Hinblick auf Dokumentationsregeln, Zuständigkeit, Reproduzierbarkeit und Vergleiche mit standardisierten Reihenprognosen sowie weitere Schritte zur öffentlichen Verständlichkeit der Elemente des Weltmodells der Regierung und der daraus abgeleiteten Prognosen aufgestellt und durchgesetzt würden.

Einfügung breiterer Perspektiven

Mehrere wichtige Schritte könnten unternommen werden, um zu gewährleisten, daß ein breiterer Fächer von Perspektiven als gegenwärtig bei der Entwicklung

und Verwendung des Weltmodells der Regierung herangezogen wird. Zum Beispiel also:

1. *Ein Koordinierungsgremium zur Verbesserung des Modellverständnisses.* Gegenwärtig können Informationen über die Prognosen der Studie und die ihnen zugrunde liegenden Methoden nicht einmal von den politischen Entscheidungsträgern und Kongreßmitgliedern ohne weiteres überprüft werden, ganz zu schweigen vom privaten Sektor und der allgemeinen Öffentlichkeit. Die Grunddokumentation über die Elemente des Weltmodells der Regierung ist unvollständig und von gemischter Qualität und wird erst jetzt der Öffentlichkeit als dritter Band von *Global 2000* zugänglich gemacht. Wenn die Computer-Instrumente und -modelle ihr Potential zur Unterstützung der Analyse politischer Strategien ausschöpfen sollen, müssen Mittel und Wege gefunden werden, das Verständnis der Annahmen zu erleichtern, auf denen sie beruhen. Ein Koordinierungsgremium (oder auch mehrere) könnte seine Aufmerksamkeit diesem Problem zuwenden, das sowohl die Perspektive des analytischen Expertenwissens als auch die soziale, politische und ökonomische Erfahrung darstellt.

2. *Gesteigerte Interaktion mit dem privaten Sektor, mit Bildungseinrichtungen, anderen Bundesunternehmungen und internationalen Behörden.* Da alle Modelle Vereinfachungen der Wirklichkeit sind, besteht einer der Grundzwecke eines Modells darin, die Grundlage für seine eigene Verbesserung zu liefern. Ein wichtiger Teil jedes Prozesses zur Verbesserung der Sektoren des Weltmodells der Regierung ist die gesteigerte Interaktion mit Einzelpersonen und Organisationen, die zur Verbesserung der Regierungsmodelle beitragen könnten. Der private Sektor verfügt über viele Daten und große Vertrautheit mit bestimmten Sektoren der Wirtschaft. Daher könnte eine organisierte Kritik der Annahmen und Strukturen der langfristigeren Modelle der Regierung durch die Privatwirtschaft sowohl die Modelle verbessern als auch die unerwarteten Veränderungen der Regierungspolitik reduzieren. Die Modellkonstruktion in Bildungseinrichtungen muß gefördert werden, damit sowohl neue Verfahren als auch eine Vielzahl von Perspektiven in die verfügbaren Modelle eingehen können. Da andere Länder und internationale Behörden vor ähnlichen Analyseproblemen stehen, wäre eine umfangreichere und tiefergehende Interaktion zwischen Fachleuten nützlich für die weltweite Verbreitung von Methoden und Informationen.

3. *Eine brauchbare und innerlich konsistentere Fähigkeit zur längerfristigen Analyse und Planung.* Ausgangspunkt muß hier ein verbesserter Informationsaustausch sein. Gegenwärtig haben sogar die für die Entwicklung, Verwendung und Fortführung der einzelnen Sektorelemente des Weltmodells der Regierung verantwortlichen Behördenexperten wenig Kenntnis von den Annahmen, Methoden und Erfordernissen der anderen Sektorelemente. Der dritte Band von *Global 2000* bietet ein Nachschlagewerk über die verschiedenen Sektormodelle,

doch ist noch viel mehr erforderlich. Nicht nur die Behördenexperten für Modellkonstruktion, sondern auch Experten von Kongreßausschüssen, des privaten Sektors, der Bildungseinrichtungen und der allgemeinen Öffentlichkeit sollten Gelegenheit haben, mehr über diese Modelle zu erfahren, um mit ihrer Anwendung Erfahrungen zu machen. Aus diesem Informationsaustausch werden sich mit Sicherheit ein besseres Verständnis und Verbesserungsvorschläge ergeben.

4. *Bessere Dokumentierung der Elemente des Weltmodells der Regierung.* Eine bessere Dokumentierung ist dringend erforderlich. Der dritte Band von *Global 2000* stellt einen ersten Versuch dar, die Bruchstücke zusammenzufügen, doch die grundlegenden Bezugsdokumente sollten aus einer einzigen Quelle erhältlich sein. Außerdem muß die Qualität der Dokumentierung insbesondere im Hinblick auf Beschreibungen der den Prognosen zugrunde liegenden Annahmen verbessert werden. Auch sollte eine unparteiische Validisierung durchgeführt werden.

Summarische Beschreibung der 11 Elemente

Jedes der 11 Elemente des Weltmodells der Regierung wird hier nach 9 Gesichtspunkten beschrieben, die für die bereits weiter oben in diesem Kapitel vorgelegte Analyse von besonderer Relevanz sind.

- Quelle der angegebenen Prognosen
- Explizite Verknüpfungen mit anderen Elementen des Weltmodells der Regierung
- Kritische Annahmen über Politik und Technologie
- Analytische Methode für die Erstellung der Prognosen
- Kurzbeschreibung der Methode
- Erster größerer Einsatz der Methode
- Geographische Darstellung innerhalb der Methode
- Zeitliche Darstellung innerhalb der Methode
- Mit der Methode für *Global 2000* analysierte Varianten

Die 11 Elemente werden in der Reihenfolge der Tab. 14-1 beschrieben. Der größte Teil des unten dargestellten Materials ist in Tabellen 14-2 und 14-3 enthalten.

1. Das Element Bevölkerung

Quelle. Auf Vorschlag der Agency für International Development (AID) des US-Außenministeriums wurden zwei getrennt voneinander erstellte Reihen von Bevölkerungsprognosen für die Studie herangezogen. Das Bureau of the Census und das US-Handelsministerium entwickelten die Prognosen, die dann zur Erstellung der Prognosen der Studie über Energie und Nahrungsmittel und über das Pro-Kopf-BSP benutzt wurden. Das Community and Family Study Center der Universität Chicago entwickelte alternative Prognosen, die die potentielle Auswirkung von Familienplanungsprogrammen auf Größe und Struktur der Bevölkerung herausstellen.

Explizite Verknüpfungen mit anderen Elementen des Weltmodells der Regierung. Die Bevölkerungsprognosen des Bureau of the Census und der Universität Chicago wurden nicht unter expliziter Berücksichtigung irgendwelcher anderer Prognosen der Studie entwickelt. Allerdings wurden Prognosen des Bureau of the Census später zur Entwicklung der Nahrungsmittel- und Energieprognosen der Studie (und der daraus abgeleiteten Energieerzeugungsabfall- und Umweltprognosen) benutzt.

Kritische Annahme über Politik und Technologie. In bezug auf politische Strategien gingen alle Bevölkerungsvarianten von der Annahme aus, daß fast alle Länder, in denen das nicht bereits der Fall ist, einem beträchtlichen Teil der Bevölkerung während des Zeitraums 1975-2000 Familienplanungsprogramme anbieten, und daß Länder mit bereits funktionierenden Familienplanungsprogrammen diese speziell auf ländliche Gebiete ausdehnen werden. Dies bedeutete z. B., daß in der Prognose des Amts für Bangladesch (in der Variante mit mittlerem Wachstum für den Zeitraum 1975-2000) für die Geburtenraten vorausgesagt wurde, daß sie um 40% zurückgehen würden, wie dies bereits in Kap. 15 erörtert wurde.

Im Hinblick auf den Stand der Technik wurden keine größeren Durchbrüche oder Rückschläge angenommen, die die Fruchtbarkeits- oder Sterblichkeitsraten (z. B. im Hinblick auf Verhütungsmittel oder medizinische Entdeckungen) beeinflussen würden.

Analysemethode. Sowohl die Prognosen des Bureau of the Census als auch die der Universität benutzen die Kohorten-Komponenten-Methode. Die Bezeichnung dieser Methode bezieht sich darauf, daß jeder »Kohorte« einer bestimmten Bevölkerung (jeweils die Geburtsjahrgänge bei Männer oder Frauen) getrennt und ausdrücklich im Hinblick demographische Haupt-»Komponenten« (Sterberate, Geburtenrate und Nettowanderung) behandelt wird. Jede Prognosereihe wurde unter Verwendung etwas unterschiedlicher Versionen eines FORTRAN-Programms von etwa 1000 Zeilen (einschließlich ausführlicher Kommentare) erstellt.

Die exogenen Fruchtbarkeitsprognosen der Universität Chicago verwenden ebenfalls eine zusätzliche, explizit quantitative Methode. Auf der Grundlage der Geburtenrate einer Bevölkerung von 1975 und der »Wirksamkeit« ihrer Familienplanungsprogramme im selben Jahr, prognostiziert die Computermethode von Chicago zukünftige Geburtenraten, wobei sie sich völlig auf explizit definierte Annahmen für die zukünftige Entwicklung und Wirksamkeit von Familienplanungsprogrammen stützt; bei der Erstellung dieser Prognosen werden keine weiteren Faktoren berücksichtigt.

Kurzbeschreibung. Die Kohorten-Komponenten-Methode prognostiziert Bevölkerungsgröße- und -struktur aufgrund exogener Prognosen von Sterblichkeitsrate, Fruchtbarkeitsrate und Nettowanderungsquoten.

Bei der Entwicklung der Bevölkerungsprognosen werden nur demographische Variablen berücksichtigt. Nirgendwo werden explizite mathematische Beziehungen benutzt, welche nichtdemographische Faktoren einbeziehen, wie Umfang und Verteilung des Pro-Kopf-Einkommens, Nahrungsmittelbedarf, Wohnverhältnisse, Schulen, Arbeitsplätze oder medizinische Versorgung, wahrscheinliche Sozialausgaben, Bildungsmöglichkeiten, Arbeitsrollen und -chancen für Frauen oder Männer, oder Einfluß von Umweltfaktoren auf die Gesundheit. Die Binnenwanderung (z. B. zwischen ländlichen und städtischen Gebieten oder zwischen sozialen Schichten) wird nicht dargestellt; ebenso wenig unterschiedliche Zuwachsraten für getrennte ethnische, rassische oder religiöse Gruppen.

Erster größerer Einsatz. Obwohl die in den dreißiger Jahren entwickelte Kohorten-Komponenten-Methode seit Jahrzehnten von Bevölkerungsstatistikern umfassend genutzt wird, wurde sie erst Ende der sechziger Jahre vom US-Amt für Volkszählung und Statistik in größerem Umfang zur Entwicklung internationaler Bevölkerungsprognosen auf Bitten von AID eingesetzt. Damals forderte AID das Amt zur Entwicklung eines Modells auf, mit dem die in den Bevölkerungsschätzungen und -prognosen der Vereinten Nationen offenbar enthaltenen Verzerrungen vermieden werden könnten. Später bat AID das Amt auch um Durchführung verschiedener politischer Analysen.

Mehrere Jahre später forderte AID im August 1977 die Universität Chicago auf, eine neue Prognosemethode zu entwickeln und Prognosen zu erstellen, die die wahrscheinlichen zukünftigen Auswirkungen von Familienplanungsprogrammen (die von AID unterstützt wurden) auf Umfang und Struktur der Bevölkerung expliziter berücksichtigen würden. Die in der Studie dargestellten Bevölkerungsprognosen aus Chicago, die auf diese Aufforderung hin entwickelt wurden, hoben hauptsächlich die Wirksamkeit der Programme von AID hervor. Die hohen, mittleren und niedrigen Prognosen der Weltbevölkerung für das Jahr 2000 liegen z. B. zwischen 3 und 12 Prozent niedriger als die des Bureau of the Census.

Geographische Darstellung. Die Kohorten-Komponenten-Methode kann zur

Erstellung von Prognosen für jede angemessen definierte Bevölkerung benutzt werden. Für *Global 2000* wurden auf Ersuchen ihres zentralen Stabs getrennte Prognosen für 23 Länder und Teilregionen erstellt. Diese 23 Gebiete umfassen zusammen die gesamte Weltbevölkerung; darüber hinaus stellen die 12 unterentwickelten Länder, für die Einzelprognosen erstellt wurden, 75% der derzeitigen Gesamtbevölkerung der UL.

Für *Global 2000* wurden Prognosen für jedes der 23 Länder oder der Teilregionen getrennt voneinander erstellt und dann entsprechend addiert. Die Wanderung zwischen Ländern oder Teilregionen wurde aus den in Kap. 15 erläuterten analytischen Gründen mit Null angesetzt.

Zeitliche Darstellung. Prognosen über Größe und Struktur einer bestimmten Bevölkerung wurden dynamisch erstellt – schrittweise Jahr für Jahr. Diese Prognosen beruhten auf exogenen Prognosen der Sterblichkeits- und Fruchtbarkeitsraten. Für *Global 2000* wurden in Kap. 2 Prognosen für jedes 5-Jahres-Intervall des Zeitraums 1975-2000 angegeben.

Analysierte Varianten. Sowohl vom Bureau of the Census als auch von der Universität Chicago wurden drei Prognosereihen aufgestellt: jeweils eine Variante mit hohem, mittlerem und niedrigem Bevölkerungszuwachs. Im allgemeinen verwendeten das Bureau und die Universität verschiedene Schätzungen der gegenwärtigen Größe und Struktur der Bevölkerungen und verschiedene Prognosen über Sterblichkeits- und Fruchtbarkeitsraten. Die drei Varianten beider Prognosereihen beruhten einzig und allein auf verschiedenen Prognosen über Fruchtbarkeitsraten (und in den Prognosen des Bureau für die VR China auf verschiedenen Schätzungen der tatsächlichen Bevölkerung im Jahre 1975). Die Annahmen über Sterbeziffern und die Null-Annahme für die Nettowanderung variierten in keiner der beiden Prognosereihen.

2. Das Element Bruttosozialprodukt

Quelle. Keine US-Behörde ist dafür zuständig, eine konsistente Reihe langfristiger BSP-Prognosen für alle Nationen der Welt zu entwickeln. Daher wandte sich *Global 2000* auf Empfehlung der *Agency for International Development* des US-Außenministeriums an die innerhalb der Weltbankgruppe für die Erstellung konsistenter BSP-Prognosen für die westlichen Industrienationen und die unterentwickelten Länder bis zum Jahre 1985 verantwortliche Stelle.* Auf Empfehlung der Bankexperten ergänzte *Global 2000* die Prognosen der Bank um BSP-Zuwachsraten bis zum Jahre 2000, die von dem durch das *Massachusetts Institute of Technology* veranstalteten *Workshop on Alternative Energy Strategies* (WAES) 1977 entwickelt worden waren.

* Die Weltbankgruppe ist eine internationale Organisation, die den Vereinten Nationen assoziiert ist.

Die WAES-Gruppe hatte zunächst ihre eigenen Prognosen für die westlichen Industrienationen und dann mit Unterstützung von Experten der Weltbank eine konsistente Reihe von Prognosen für die UL unter Verwendung der analytischen Instrumente der Weltbank entwickelt. Die Prognosen von Weltbank und WAES wurden sodann um von der CIA entwickelte Prognosen für die zentralen Planwirtschaften (ZPW) ergänzt. Weiter sind die in diesem Band vorgelegten BSP-Prognosen für die ZPW von der CIA unrealistisch niedrig angesetzt, wenn sie zusammen mit den anderen BSP-Prognosen betrachtet werden (was auf in Kap. 3 kurz erörterte statistische Unterschiede zurückgeht). Doch sollte festgehalten werden, daß die Zuwachsraten für die ZPW, die von der Weltbank bei der Errechnung der UL-Zuwachsraten für die WAES-Studie verwendet wurden, viel höher als die in diesem Band wiedergegebenen sind.

Explizite Verknüpfungen mit anderen Elementen des Weltmodells der Regierung. Die BSP-Prognosen wurden nicht unter expliziter Berücksichtigung irgendwelcher anderer Prognosen der Studie entwickelt, außer daß die Prognosen über das Pro-Kopf-BSP später unter Verwendung der (vom Bureau of the Census erstellten) Bevölkerungsprognosen errechnet wurden. Allerdings wurden die BSP-Prognosen später zur Erstellung der Nahrungsmittel- und Energieprognosen der Studie und der davon abgeleiteten Prognosen über Energieerzeugungsabfälle und Auswirkungen auf die Umwelt herangezogen.

Kritische Annahmen über Politik und Technologie. Es wurden keine größeren politischen Veränderungen unterstellt. Im Hinblick auf den Stand der Technik jedoch gehen alle BSP-Prognosen für die UL von der Annahme aus, daß die Produktivität des Kapitals in fast allen UL über den Zeitraum 1975-85 signifikant zunehmen wird. Dies bedeutete z. B. daß in der UL-Gruppe Sonstiges Südasien davon ausgegangen wurde, daß eine bestimmte Investition 1985 zu 60% mehr BSP-Zuwachs (in konstanten Dollar-Preisen) führen würde als 1977, wie bereits in Kap. 16 erörtert.

Analysemethode. Die meisten BSP-Prognosen (die für die UL) wurden unter Verwendung eines dynamischen, block-rekursiven Computer-Modells errechnet, das als SIMLINK (SIMulated trade LINKages) bekannt ist. Das Modell enthält mehr als 200 ökonometrische Strukturgleichungen und nimmt etwa 1500 FORTRAN-Zeilen ein.

Kurzbeschreibung. SIMLINK simuliert den Welthandel zwischen den Industrienationen und den UL. Zweck des Modells ist es, die für einzelne UL von Analytikern der Weltbank entwickelten Prognosen über das Wirtschaftswachstum so zu aggregieren und korrigieren, daß sie explizit und konsistent wahrscheinliche Beschränkungen der weltweiten Verfügbarkeit von Deviseneinnahmen und ausländischem Investitionskapital berücksichtigen. Wenn diese Korrekturen nicht vorgenommen würden, würden sich sowohl die von einzelnen UL als auch von

Analytikern der Weltbank aufgestellten Prognosen zu einem unwahrscheinlichen Niveau des Welthandels und der Auslandsinvestitionen aufaddieren.

Der Handel zwischen Industrienationen oder zwischen den unterentwickelten Ländern ist in SIMLINK nicht ausdrücklich vertreten, und ebensowenig der Handel mit Primärgütern zwischen den unterentwickelten Ländern und den zentralen Planwirtschaften. Der gegenwärtige Schuldenstand und dessen Zuwachsraten sind ebenfalls nicht explizit berücksichtigt.

Keine explizite Berücksichtigung erfahren in SIMLINK die zukünftigen Größen und Strukturen der Bevölkerung oder der potentiellen Umweltschäden. Ressourcen gehen in erster Linie aufgrund historischer Kosten/Preisverhältnisse und früherer Trends des Produktionszuwachses ein.

Erster größerer Einsatz. Eine frühe Version von SIMLINK wurde erstmals 1974 eingesetzt. Eine der ersten Anwendungen untersuchte die potentielle direkte Auswirkung damaliger und potentieller Veränderungen des internationalen Ölpreises auf die Wirtschaftswachstumsraten der UL (die für die Weltbank von entscheidender finanzieller Bedeutung sind). Das Modell untermauerte die Ansicht der Bank, daß die direkte Auswirkung von Veränderungen des Ölpreises auf das Wirtschaftswachstum der UL geringfügig sein würde. Doch ging aus dem Modell außerdem hervor, daß Veränderungen der Wachstumsraten der Industrienationen, die ebenfalls von Veränderungen des Ölpreises beeinträchtigt werden könnten, eine größere direkte Auswirkung auf das Wirtschaftswachstum der UL haben würden.

Geographische Darstellung. SIMLINK behandelt die westlichen Industrienationen und die sozialistischen Länder exogen als vier Aggregate, von denen jedes seine eigene Zuwachsraten des BSP und eigene Nachfrageelastizität für UL-Exporte an Industriegütern hat. Die UL werden selektiv durch sechs Aggregate dargestellt: Indien, sonstige Länder Südasiens, Afrika mit geringem Einkommen, Länder mit unterem mittlerem Einkommen, Länder mit mittlerem Einkommen, und Länder mit oberem mittlerem Einkommen. Jedes Aggregat wird mit der gleichen Detailfülle behandelt. SIMLINK simuliert den Handel zwischen jedem der sechs UL-Agregate und (1) den westlichen Industrienationen sowie (2) den ZPW. Der Handel zwischen den sechs UL-Aggregaten wird nicht simuliert und ebensowenig der Handel zwischen den Industrienationen und den zentralen Planwirtschaften.

Bei der Entwicklung des SIMLINK-Modells wurden mehrere vereinfachende Annahmen gemacht. Innerhalb jedes der sechs UL-Agregate werden geographisch und sozioökonomisch verschiedene UL – wie (1) Argentinien, Jamaika und Jugoslawien oder (2) Bolivien, Thailand und Marokko – als Einheiten behandelt, weil sie ungefähr dasselbe Niveau des Pro-Kopf-Einkommens haben. Viele UL sind in dem Modell nicht enthalten. So zum Beispiel wurden die OPEC-Länder mit

Devisenüberschüssen in der für die WAES-Studie verwendeten Version von SIMLINK nicht explizit dargestellt. Doch repräsentieren die im einzelnen einbezogenen Länder nach Angaben von Analytikern der Bank den größten Teil der Bevölkerung und des Nationaleinkommens der UL.

Zeitliche Darstellung. Prognosen über direkte Auswirkungen des Welthandels auf die UL beruhen auf exogenen Prognosen über (1) Wachstumsraten, Handelsvolumen und Preise für viele wichtige Waren in den westlichen Industrienationen und ZPW, und (2) Inflationsraten für alle Jahre, über die sich die Prognose erstreckt. Nach Abschluß dieser exogenen Prognosen prognostiziert SIMLINK die Wirtschaftswachstumsraten der UL schrittweise Jahr für Jahr.

Analytiker der Bank betonen, daß SIMLINK nicht für Prognosen über das Jahr 1985 hinaus konstruiert wurde, daß sie wenig Vertrauen zu seiner Verwendung für die Entwicklung längerfristiger Prognosen haben, und daß sie es vor kurzem durch ein umfassenderes Modellsystem ersetzt haben. Für die WAES-Studie wurden SIMLINK-Prognosen für den Zeitraum 1975-90 entwickelt und beurteilend bis zum Jahre 2000 extrapoliert.

Analysierte Varianten. Für *Global 2000* wurden hohe, mittlere und niedrige BSP-Prognosen verwendet. Die hohen und mittleren Prognosen leiten sich zum größten Teil von Zahlen ab, die für die WAES-Studie entwickelt wurden. Die Variante mit hohem Wachstum prognostiziert im allgemeinen eine Fortsetzung der Wachstumsstrukturen von 1960-72, dagegen die Variante mit niedrigem Wachstum eine Fortsetzung der für den Zeitraum 1973-75 typischen Strukturen – wo das Wachstum gerade so viel über dem Bevölkerungszuwachs in diesem Zeitraum liegt, um einen Zuwachs des realen weltweiten Pro-Kopf-BSP zu ermöglichen. Die dritte Prognosereihe (mit mittlerem Wachstum) wurde mit dem Durchschnitt der in den hohen und niedrigen Varianten verwendeten Wachstumsraten entwickelt.

3. Das Element Klima

Quelle. Die Klimaprognosen von *Global 2000* wurden von der Central Intelligence Agency (CIA) auf der Grundlage eines interministeriellen Klimaforschungsprojekts entwickelt, das von der National Defense University (NDU) unter Beteiligung des US-Verteidigungsministeriums, des Landwirtschaftsministeriums und der National Oceanic and Atmospheric Administration des US-Wirtschaftsministeriums durchgeführt wurde. Die erste der vier Aufgaben des NDU-Projekts, die Wahrscheinlichkeit von Klimaveränderungen im Laufe der nächsten 25 Jahre zu definieren und abzuschätzen und Klima-Szenarien für das Jahr 2000 zu entwerfen, wurde im Februar 1978 abgeschlossen, und die Ergebnisse wurden im National Defense University Report unter dem Titel

Climate Change to the Year 2000 veröffentlicht.* Zu den weiteren drei Aufgaben des NDU-Projekts gehörten (1) die Einschätzung der wahrscheinlichen Auswirkungen möglicher Klimaveränderungen auf ausgewählte Feldfrüchte in bestimmten Ländern, (2) die Bewertung der Schlußfolgerungen aus diesen spezifischen Klima/Feldfrüchte-Varianten im eigenen Land und auf internationaler Ebene, und (3) die Weiterleitung der Forschungsergebnisse an Einzelpersonen und Organisationen, die sich mit den Folgen von Klimaveränderungen auf anderen Gebieten als dem der Landwirtschaft befassen.

Explizite Verknüpfungen mit anderen Elementen des Weltmodells der Regierung. Die Klima-Varianten wurden nicht unter unmittelbarer Berücksichtigung irgendwelcher anderen Prognosen der Studie entwickelt, noch wurden sie zur Erstellung dieser Prognosen verwendet, da sich herausstellte, daß keines der anderen zur Erstellung der sonstigen Prognosen der Studie verwendete Element in der Lage war, irgendwelche in den letzten 2-3 Jahrzehnten festgestellten Strukturen ermittelter Klimaschwankungen unmittelbar zu berücksichtigen.

Kritische Annahme über Politik und Technologie. In bezug auf Politik und Technik wurden absichtliche menschliche Eingriffe zur Klimaveränderung aus der Analyse ausgeschlossen.

Analysemethode. Eine vom Institute for the Future entwickelte spezielle Methode (im folgenden als NDU-Methode bezeichnet) wurde zum Sammeln, Gewichten und Konsolidieren der Ansichten zahlreicher Klimaexperten benutzt. Zweck des NDU-Projekts war nicht, Klimaveränderungen vorherzusagen oder einen Konsens über mögliche Klimaveränderungen zu erzielen, sondern logische, kohärente und konsistente Möglichkeiten für das Weltklima am Ende des Jahrhunderts zu konstruieren und der Wahrscheinlichkeit des Eintretens jeder dieser Möglichkeiten plausible Grenzen zu setzen.

Kurzbeschreibung. Die CIA entwickelte drei vereinfachte Varianten für *Global 2000*, die in erster Linie auf den komplexeren und stark qualifizierten Ergebnissen des NDU Reports beruhen. Die Methode zur Erstellung des NDU-Berichts bestand darin, einen weiten Fächer von Expertenmeinungen einzuholen und zu gewichten. Diese Methode des synthesesbildenden Überblicks schien in Anbetracht der Tatsache, daß es gegenwärtig kein allgemein anerkanntes quantitatives Modell der für das Klima vermutlich bestimmenden Kausalkräfte gibt, wahrscheinlich die aussagefähigsten Resultate überhaupt zu ergeben.

In der ersten der vier Aufgaben des NDU-Projekts wurde ein Fragebogen mit fünf zukünftigen Klimamöglichkeiten erstellt und von einer gemischten Gruppe

* Diese »Klimaprognosen« sind in Wirklichkeit keine »Prognosen« (im Sinne vorhersehbarer Folgen gegenwärtiger Trends), sondern in Wirklichkeit Szenarien (im Sinne von sich konsistenten Aussagen über mögliche zukünftige Entwicklungen). Um den Vergleich mit den anderen Elementbeschreibungen dieses Kapitels zu erleichtern, werden sie in dieser Erörterung im weiteren als »Varianten« bezeichnet.

von Klimaexperten vervollständigt. Der Schwerpunkt des Projekts lag hauptsächlich auf der Einschätzung von Wahrscheinlichkeiten in bezug auf (1) Weltdurchschnittstemperatur, (2) durchschnittliche Breitengrad-Temperatur, (3) Kohlendioxyd und Eintrübung (einschließlich Staubteilchen), (4) Niederschlagsveränderungen, (5) Niederschlagsschwankungen, (6) Dürre in mittleren Breitengraden, (7) asiatische Monsune, (8) Sahel-Dürre, und (9) Dauer der Wachstumsperiode.

Die Einzelantworten wurden nach dem durch Selbsteinschätzung und Kollegeneinschätzung ermittelten Stand des Fachwissens gewichtet und die Antworten auf diesen Fragebogen wurden sodann zur Errechnung komplexer topographischer Wahrscheinlichkeitsfunktionen für jede spezifische Variante verwendet.

Erster größerer Einsatz. Die NDU-Methode wurde zuerst im Zusammenhang mit eben dieser NDU-Studie Mitte der siebziger Jahre entwickelt und verwendet, allerdings ist sie verwandt mit den im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte entwickelten Delphi-survey Methode.

Geographische Darstellung. Die NDU-Studie entwickelte getrennte Wahrscheinlichkeitsfunktionen hauptsächlich in bezug auf jede einzelne von acht Regionen (Polargebiete, höhere mittlere Breiten, niedrige mittlere Breiten und subtropische Regionen für die Nord- und Südhalbkugel). Geographische Kausalketten zwischen den in diesen Regionen auftretenden Phänomenen wurden von jedem an der Studie Beteiligten formlos, einzeln und undokumentiert beurteilt.

Zeitliche Darstellung. Wahrscheinlichkeitsfunktionen wurden für drei Zeiträume erstellt: 1977-80, 1981-90, und 1991-2000. Zeitliche Kausalketten zwischen den in diesen Zeiträumen auftretenden Phänomenen wurden von jedem an der Studie Beteiligten formlos, einzeln und undokumentiert eingeschätzt.

Analysierte Varianten. Die drei für *Global 2000* entwickelten Klimavarianten stellen Vereinfachungen von drei der fünf NDU-Varianten dar, d. h. sie kommen den drei von dem Report als wahrscheinlichste vorausgesagten gemäßigten Varianten nahe. Zu beachten ist hier allerdings, daß *Global 2000* durch Außerachtlassen der extremeren und umfangreicheren Veränderungen solche Klimaentwicklungen nicht berücksichtigt, die sich auf die sonstigen Prognosen der Studie außerordentlich stark auswirken könnten.

Die folgenden drei Varianten des Weltklimas wurden für den Zeitraum 1975-2000 erstellt. Sie unterscheiden sich hauptsächlich in bezug auf angenommene Weltdurchschnittstemperatur und Niederschläge.

Variante	Temperatur	Niederschläge
Keine Veränderung	Vergleichbar mit dem Zeitraum 1941-70 (d. h. weniger Schwankungen als im Verlauf der letzten 100-200 Jahre)	Vergleichbar mit dem Zeitraum 1941-70 (d. h. seltenere schwere Dürren im Sahel und selteneres Ausbleiben des Monsuns in Indien als in der jüngsten Zeit).
Erwärmung	Anstieg der Weltdurchschnittstemperatur um 1° C, bei nur geringer Erwärmung in den Tropen.	Jahresniederschläge nehmen 5-10% zu und werden weniger variabel; Dürrewahrscheinlichkeit für USA nimmt zu.
Abkühlung	Weltdurchschnittstemperatur nimmt um 0,5° C ab, bei nur geringer Abkühlung in den Tropen.	Niederschlagsmengen nehmen ab und Niederschlagsschwankungen nehmen zu; Wahrscheinlichkeit für Dürre in den USA nimmt zu.

4. Das Element Technologie

Quelle. Dieser Abschnitt faßt unter einer Überschrift (als eines der Hauptelemente des Weltmodells der Regierung) die von den anderen Elementen des Weltmodells zur Prognostizierung der Raten der technologischen Innovation, ihrer Verbreitung und Auswirkung benutzten verschiedenartigsten Methoden zusammen. Tatsache ist, daß keine Regierungsstelle die alleinige Verantwortung für die Prognose zukünftiger Raten des technologischen Wandels zur Verwendung in anderen amtlichen Prognosen und Voraussagen hat. Infolgedessen entwickelt jede Behörde praktisch unabhängig ihre eigenen Technologieprognosen und -voraussagen.

Diese Praxis wurde auch bei Erstellung der Prognosen von *Global 2000* eingehalten. Die Annahmen der Studie über zukünftige Raten des technologischen Wandels wurden von den verschiedenen Behörden getrennt für ihren jeweiligen Beitrag zur Studie bestimmt.

Explizite Verknüpfungen mit anderen Elementen des Weltmodells der Regierung. In bezug auf den Stand der Technik wurden keine expliziten Verknüpfungen zwischen irgendwelchen der anderen 10 Elemente des Weltmodells der Regierung hergestellt. Von den Elementen, aus denen Prognosen unter Verwendung der von anderen Elementen entwickelten Prognosen erstellt wurden, kann jedoch angenommen werden, daß sie implizit (und häufig auf unverträgliche Weise) die Technologieannahmen dieser anderen Elemente enthalten.

Kritische Annahmen über Politik und Technologie. Keine expliziten und konsistenten und politischen Annahmen wurden in bezug auf technologische Innovation und deren Verbreitung oder Auswirkung gemacht. Doch werden einige repräsentative kritische Annahmen in bezug auf Technologie und im

Abschnitt »Analysierte Varianten« aufgeführt. Im allgemeinen wird ein Fortschritt der Technik unterstellt und werden potentielle Rückschläge und negative Nebenwirkungen nicht berücksichtigt.

Analysemethode. Im Laufe der Jahre haben Regierungsstellen eine große Vielzahl von unterschiedlichen Methoden zur (häufig impliziten) Prognose technologischer Annahmen entwickelt. Diese Prognosen über den Stand der Technik werden dann in die Prognosen und Voraussagen über andere interessierende Variablen eingebaut. In manchen Fällen werden diese Technologieprognosen vor Anwendung der Methoden gestellt, aus denen sich die anderen Elemente des Weltmodells der Regierung zusammensetzen; in anderen Fällen werden sie gleichlaufend mit anderen Berechnungen unter Verwendung derselben Methode berechnet. Die von den verschiedenen Elementen zur Prognose der technologischen Innovation, deren Verbreitung und Auswirkung benutzten Verfahren sind so idiosynkratisch, daß eine ausführlichere Gesamtbeschreibung (wie sie in Kap. 23 gegeben wird) hier nicht angebracht ist.

Kurzbeschreibung. Für die meisten Technologien wurde vorausgesagt, daß sie entsprechend jüngsten historischen Erfahrungen exponentiell zunehmende Erträge abwerfen. In einigen Fällen wurde prognostiziert, daß die Verbreitung der vorhandenen Technologie schneller erfolgt als in jüngster Zeit (z. B. in den Prognosen über Bevölkerung und Energieerzeugungsabfälle). Die potentiellen negativen und dysfunktionalen Folgen der technologischen Innovation und Verbreitung wurden fast nie ausdrücklich berücksichtigt, ausgenommen in den Umweltprognosen.

Erster größerer Einsatz. Die Gesamtprognosemethoden der Behörden haben im allgemeinen ihre eigene Art, die zugrunde gelegten Annahmen zur Technologie einzubeziehen. Daher fiel der erste größere Einsatz der unterschiedlichen Methoden für Technologieprognosen mit dem ersten größeren Einsatz der Gesamtprognosen-Methoden zusammen, deren Teil sie sind. Wenig oder keine Verträglichkeit wurde bei der für verschiedene Gebiete (z. B. im Zusammenhang mit Zuweisungen von Bundesforschungsmitteln) prognostizierten Geschwindigkeit des technischen Fortschritts gefordert, und *Global 2000* ist der erste Fall, wo die verschiedenen Methoden der Regierungsbehörden für längerfristige, globale Technologieprognosen insgesamt in einem offiziellen Bericht der Exekutive auch nur flüchtig untersucht worden sind.

Geographische Darstellung. Die meisten Prognosen gingen davon aus, daß alle Weltregionen kulturell und physisch in der Lage sind, den technischen Fortschritt ungefähr im selben Umfang mit ungefähr derselben Geschwindigkeit zu übernehmen.

Zeitliche Darstellung. Von der Studie wurde kein systematischer Versuch unternommen, die Verwendung verträglicher Annahmen im Hinblick auf wahr-

scheinliche zukünftige Geschwindigkeiten der technologischen Innovation, Verbreitung und Auswirkung insgesamt für die Prognosen der Studie zu gewährleisten. Daher ist es unwahrscheinlich, daß die zeitliche Darstellung des technologischen Wandels zwischen den verschiedenen Elementen in irgendwelchem Umfang konsistent ist, obwohl dies wegen der nicht näher beschriebenen Art und Weise, wie der Stand der Technik in vielen Elementen des Weltmodells der Regierung vertreten ist, praktisch unmöglich zu beurteilen ist.

Analysierte Varianten. Für die Studie wurden keine konsistenten, systematischen Prognosen über die Technologie als solche erstellt, doch gingen verschiedene Technologieannahmen in alle anderen für die Studie entwickelten Prognosen ein. Einige Schlüsselbeispiele dafür folgen hier:

- Alle Bevölkerungsvarianten gingen von der Annahme aus, daß fast alle Länder, in denen das nicht bereits der Fall ist, einem beträchtlichen Teil der Bevölkerung während des Zeitraums 1975-2000 Familienplanungsprogramme anbieten, und daß Länder mit bereits funktionierenden Familienplanungsprogrammen diese speziell auf ländliche Gebiete ausdehnen werden. Dies bedeutete z. B., daß in der Census-Prognose für Bangladesch (in der Variante mit mittlerem Wachstum für den Zeitraum 1975-2000) für die Fruchtbarkeitsraten ein Rückgang von 40% vorausgesagt wurde, wie bereits in Kap. 15 erörtert.
 - Fast alle BSP-Prognosen für die UL gehen von der Annahme aus, daß die Produktivität des Kapitals in fast allen UL über den Zeitraum 1975-85 signifikant zunehmen wird. Dies bedeutete z. B. für die UL-Gruppe Sonstiges Südasien die Annahme, daß eine bestimmte Investition 1985 zu 60% mehr BSP-Zuwachs (in konstanten Dollar-Preisen) führen würde als 1977, wie bereits in Kap. 16 erörtert.
 - Alle Nahrungsmittelprognosen gingen davon aus, daß die weitverbreitete Anwendung von Kunstdünger und anderen ertragsteigernden Einsatzfaktoren (gemeinsam mit anderen Faktoren) zu weiterhin steigenden Erträgen führen werden, die mit den in den letzten zwei Jahrzehnten (der Periode der Grünen Revolution) eingetretenen Steigerungen vergleichbar sind. Dies bedeutete beispielsweise die Prognose einer Steigerung der jährlichen Getreideproduktion der UL von 125% für den Zeitraum 1975-2000 (in der mittleren Variante), wie in Kap. 5 erörtert.
 - Alle Energieprognosen gingen von der weitverbreiteten Anwendung von Leichtwasser-Atomreaktoren aus. Dies bedeutete beispielsweise, die Prognose einer Zunahme der Stromerzeugung aus Kern- und Wasserkraft von etwa 200% für den Zeitraum 1975-90 (in der mittleren Variante), wie in Kap. 5 erörtert.
 - Alle Prognosen über Energieerzeugungsabfälle (d. h. Prognosen über Rück-
-

stände wie Schadstoffe oder Abwärme aus Kraftwerken) unterstellten implizit, daß größere öffentliche und private Investitionen in Umweltschutztechnologien erfolgen, so daß bis zum Jahre 1985 alle Kraftwerke in allen Ländern die Emissionsvorschriften der USA aus dem Jahre 1978 erfüllen bzw. zu diesem Zweck umgerüstet worden sind, wie in Kap. 10 erörtert.

5. Das Element Nahrungsmittel

Quelle. Die Nahrungsmittelprognosen wurden vom *Economics, Statistics and Cooperative Service* des US-Landwirtschaftsministeriums aufgestellt.

Explizite Verknüpfungen mit anderen Elementen des Weltmodells der Regierung. Die Prognosen beruhen auf den (vom Bureau of the Census) Bevölkerungsprognosen und auf den BSP-Prognosen der Studie. Außerdem wurden die Prognosen über steigende Energiepreise der Studie zur Erstellung der beiden Nahrungsmittel-Varianten (die steigende Erdölpreise voraussetzen) und der damit zusammenhängenden Umweltprognosen der Studie herangezogen. Doch wurden keine weiteren Prognosen der Studie (außer Bevölkerung, BSP und Energie) unmittelbar zur Erstellung der Nahrungsmittelprognose benutzt (d.h. die Prognosen der Studie über Klima, Fischerei, Forstwesen, Wasser, Energieerzeugungsabfälle, mineralische Brennstoffe, nicht-energetische Mineralien oder Umwelt wurden nicht genutzt).

Kritische Annahmen über Politik und Technologie. In bezug auf politische Veränderungen gingen die Prognosen alle davon aus, daß größere öffentliche und private Investitionen zur Erschließung von Anbauflächen erfolgen. In bezug auf den Stand der Technik unterstellten sie, daß die weitverbreitete Anwendung von Kunstdünger und anderen ertragsteigernden Einsatzfaktoren (gemeinsam mit anderen Faktoren) zu weiter steigenden Erträgen führen werden, die mit den in den letzten zwei Jahrzehnten (der Periode der Grünen Revolution) eingetretenen Steigerungen vergleichbar sind. Dies bedeutete beispielsweise die Prognose einer Steigerung der jährlichen Getreideproduktion der UL um 125 % für den Zeitraum 1975-2000 (in der mittleren Variante).

Analysemethode. Ein als GOL (*Grain, Oilseed, Livestock*/Getreide, Ölsaaten, Viehbestand)-Modell bekanntes statistisches Gleichgewichtsmodell war das Hauptinstrument zur Erstellung der Nahrungsmittelprognosen. Das GOL-Modell besteht aus annähernd 930 simultan gelösten ökonomischen Gleichungen.

Drei zusätzliche Verfahren wurden benutzt, um Prognosen über anbaufähige Flächen, Gesamtproduktion und Verbrauch an Nahrungsmitteln und Kunstdüngerverbrauch zu machen. Sie wurden seit Herbst 1977 speziell für die Studie entwickelt und beruhen auf Anwendungen vergleichsweise einfacher Berech-

nungsverfahren auf einige Ergebnisse der GOL-Berechnungen. Diese zusätzlichen Berechnungen erfolgten ohne Verwendung eines Computermodells.

Kurzbeschreibung. Das GOL-Modell prognostiziert die Weltproduktion, den Weltverbrauch und die Welthandelsmengen und -preise für Getreide, Ölsaaten und Viehprodukte auf der Grundlage exogener Prognosen über Bevölkerung, BSP, Zuwachs der Hektarerträge infolge Weiterverbreitung effizienterer ertragsteigernder Technologien und weiterer Variablen. Am detailliertesten ist die Struktur des Modells für Getreide; andere Nahrungsmittelprodukte sind weniger detailliert dargestellt. Zusammengenommen sollen die im Modell enthaltenen Beziehungen ungefähr 70-80% der Weltproduktion, des Weltverbrauchs und des Welthandels insgesamt mit Nahrungsmitteln repräsentieren. Umweltüberlegungen (mit Ausnahme von Bodenknappheit und Wetter) sind im Modell nicht explizit enthalten. In ähnlicher Weise ist der mit Entwicklung und Aufrechterhaltung der im Jahre 2000 erforderlichen Produktionskapazität zusammenhängende öffentliche und soziale Aufwand im Modell nicht explizit dargestellt.

Erster größerer Einsatz. Zusammen mit anderen Analysen wurde das Modell ursprünglich 1974 zur Erstellung von Prognosen benutzt, die das Positionspapier der USA auf der von der FAO veranstalteten Welternährungskonferenz in Rom untermauern sollten. Aus den ursprünglichen Prognosen des Modells ging hervor, daß die Welt im Verlauf des nächsten Jahrzehnts genügend Getreide (zu realen Preisen über den relativ niedrigen von Ende der sechziger Jahre) erzeugen würde, um die Nachfrage (1) einer größtenteils auf Getreide beruhenden Ernährung in den unterentwickelten Ländern und (2) einer mäßig steigenden Ernährung mit Getreideveredelungsprodukten (hauptsächlich Getreidemastvieh) in den Industrienationen zu befriedigen. Das auf der Konferenz vorgelegte Positionspapier der USA nutzte diese Prognosen zur Untermauerung politischer Vorschläge, die sich im allgemeinen für eine Einschränkung der Regierungsinterventionen auf dem Binnen- und Weltmarkt für Nahrungsmittel aussprachen und im besonderen den Bedarf nach einem umfangreichen internationalen System regierungseigener Nahrungsmittelreserven bezweifelte.

Geographische Darstellung. Insgesamt sind 28 eng miteinander zusammenhängende Regionen verschieden detailliert dargestellt. Die 28 Regionen bestehen aus 8 Regionen westlicher Industrienationen, 3 Regionen zentraler Planwirtschaften und 17 Regionen unterentwickelter Länder (UL). Alle Regionen verfügen über Gleichungen für Feldfrüchte, aber nicht alle weisen vollständige Sektoren für Viehproduktion auf. Die Regionen mit zentraler Planwirtschaft sind lediglich durch verkürzte internationale Handelsgleichungen dargestellt (d. h. Hektarertrags- und Produktionsprognosen werden von »Satelliten«-Modellen erstellt, während der Verbrauch errechnet wird als Produktion plus oder minus Handel).

Zeitliche Darstellung. Das GOL-Modell ist in statisches Gleichgewichtsmodell. Es wird insofern als statisch beschrieben, als es keine Prognosen auf Jahr-für-Jahr-Basis dynamisch entwickelt. Statt dessen werden seine Prognosen von Schätzwerten für eine erste Basisperiode abgeleitet, die direkt passend zu den antizipierten Gleichgewichtsbedingungen des Endjahres korrigiert werden, ohne daß für die Zwischenjahre aufeinanderfolgende Werte kalkuliert würden. Dieser Prozeß der Einschnitt-Prognose beruht auf der Annahme, daß die Weltproduktion an Getreide, Ölsaaten und Viehprodukten in der Basisperiode ungefähr im Gleichgewicht war (das Angebot war zum berichteten Marktpreis gleich der Nachfrage), und daß auch die für jedes beliebige Zukunftsjahr errechnete Lösung ungefähr im Gleichgewicht sein wird. Das GOL-Modell ist also äußerst beschränkt in seiner Fähigkeit, die zahlreichen wichtigen Aspekte des Agrarmarkt-Verhaltens zu simulieren, die über Zeiträume von mehr als einem Jahr in einem Zustand dynamischen Ungleichgewichts sind.

GOL-Prognosen für 1985 und 2000 wurden für *Global 2000* ausgehend von den (durchschnittlichen) Basisbedingungen 1969-71 (die durch Daten bis 1976 geringfügig korrigiert wurden) erstellt und bis 1985 und 2000 fortgeschrieben.

Analysierte Varianten. Vier Prognosen der Weltproduktion, des Weltverbrauchs und des Welthandels mit Nahrungsmitteln wurden für die Studie aufgrund verschiedener Annahmen über Bevölkerungszuwachs, BSP-Zuwachs, Wetter und reale Preise für Erdöl entwickelt. Die vier Nahrungsmittelvarianten* sind nachstehend zusammengefaßt:

Varianten	Bevölkerungs- zuwachs	BSP- Zuwachs	Wetter	realer Erdölpreis
mittlere	mittleres	mittleres	wie in den letzten drei Jahrzehnten	gleichbleibend (13 \$/Barrel in Dollar von 1978)
optimistische	gering	hoch	besser als in den letzten drei Jahrzehnten	gleichbleibend (13 \$/Barrel in Dollar von 1978)
pessimistische	hohes	niedriges	schlechter als in den letzten drei Jahrzehnten	steigend (1980-2000 5 Prozent jährlich zu realen Preisen)
mit steigenden Energiepreisen	mittleres	mittleres	wie in den letzten drei Jahrzehnten	steigend (1980-2000 5 Prozent jährlich zu realen Preisen)

* Die »Varianten« werden in Kap. 6 und 18 als »Alternativen« und »Szenarien« bezeichnet. Alternative I in Kap. 6 umfaßt die mittlere Variante und die mit steigenden Energiepreisen; Alternative II ist die optimistische Variante; Alternative III die pessimistische. In diesen Varianten werden die Veränderungen in den Annahmen über das Wetter (das hier relativ kurzfristige Veränderungen innerhalb historischer Normen bezeichnet) nicht als gleichwertig mit Veränderungen in den Annahmen über das Klima (das hier grundlegende langfristige Veränderungen bezeichnet) betrachtet.

6. Das Element Fischerei, Forstwesen, Wasserversorgung

Quelle. Wegen ihrer methodischen Ähnlichkeiten werden die Prognosen über Fischerei, Forstwesen und Wasser hier zusammen beschrieben, als ob sie im Weltmodell der Regierung ein einziges Element wären. Die Fischereiprognosen wurden von der *National Oceanic and Atmospheric Administration* des US-Wirtschaftsministeriums und von externen Beratern erstellt. Die Prognosen über das Forstwesen wurden vom CIA mit Unterstützung des US-Landwirtschaftsministeriums und des US-Außenministeriums (und dessen *Agency for International Development*) entwickelt. Die Wasserprognosen wurden vom US-Innenministerium mit Unterstützung durch den CIA und externe Berater erstellt.

Explizite Verknüpfungen mit anderen Elementen des Weltmodells der Regierung. Bei der Erstellung der Prognosen über Fischerei, Forstwesen und Wasser wurden weder diese untereinander noch irgendwelche anderen Prognosen der Studie direkt berücksichtigt, auch wurden sie nicht zur Entwicklung irgendwelcher anderer Prognosen der Studie mit Ausnahme der Prognosen über Umweltschäden herangezogen.

Kritische Annahmen über Politik und Technologie. In bezug auf die politische Strategie unterstellen die Fischereiprognosen weltweit eine gute Bewirtschaftung der Fischgründe und den Schutz der Meeresumwelt; die Forstwirtschaftsprognosen setzen gewisse politische Veränderungen auf der ganzen Welt im Hinblick auf gegenwärtige Kahlschlagpraktiken voraus; die politischen Annahmen der Wasserprognosen sind unbekannt. In bezug auf die Technologie gehen die Fischereiprognosen von der Erfindung von Methoden zum Fang bisher nicht verwerteter Arten aus; die Prognosen zum Forstwesen setzen sowohl die Erfindung weniger verschwenderischer Produktionsverfahren als auch von Methoden zur Ausbeutung bisher nicht genutzter Holzarten voraus; die technologischen Annahmen der Wasserprognosen sind unbekannt.

Analysemethode. Deskriptive und beurteilende Analysen (und nicht ausführliche mathematische Modelle) wurden für die Entwicklung der Fischerei-, Forstwesen- und Wasserprognosen benutzt.

Kurzbeschreibung. Den Prognosen über die Fischereiproduktion (Angebot) wurden empirische Daten und ökologische Theorien zugrundegelegt. Die Verbrauchsprognosen (Nachfrage) für Fischerei beruhten auf breit verallgemeinerten Annahmen über die Beziehungen zwischen Bevölkerung, Einkommenszuwachs und Einkommenselastizitäten der Nachfrage für Meeresprodukte. Zusammengekommen lassen diese Prognosen darauf schließen, daß der zukünftige Fischverbrauch Einschränkungen durch Produktion und Preis unterliegt.

Die Prognosen zum Forstwesen beruhten auf einem kritischen Überblick über die forstwirtschaftliche und ökologische Literatur in Kombination mit Urteilen

von Experten. In Fällen, wo sich die Quellen widersprechen (wenn z. B. ökologische und anthropologische Prognosen im Hinblick auf die Haltbarkeit des Brandrodungs-Ackerbaus zu verschiedenen Schlüssen kamen), wurde der Quelle mit dem besseren empirischen Material der Vorzug gegeben.

Zwei Prognosereihen über die Verfügbarkeit von Wasser wurden vom US-Innenministerium und von der CIA vorgelegt: (1) die niedrigere Prognose von Zunahmen des »Verbrauchs« (Entnahme) von »vom Menschen beherrschtem Wasser« für den Zeitraum 1975-2000 wurde von C. A. Doxiadis vorgelegt; (2) die höhere Prognose des weltweiten Wasserbedarfs bis zum Jahre 2000 wurde vom russischen Hydrologen G. P. Kalinin entwickelt. Die Prognosen wurden anscheinend vom US-Innenministerium nicht wegen ihrer hervorragenden Qualität ausgewählt, sondern weil andere weltweite Wasserprognosen nicht zu finden waren oder nicht entwickelt werden konnten.

Erster größerer Einsatz. Die Fischerei- und Forstwesenprognosen wurden speziell für *Global 2000* entwickelt. Bei den Wasserprognosen waren die Prognosen von Doxiadis ursprünglich 1967 in dem für die *International Conference on Water for Peace* in Washington, D.C., vorgelegten Bericht »Water for Peace« veröffentlicht worden. Die Prognosen Kalinins wurden erstmals in der UNESCO-Zeitschrift *Impact of Science in Society* April/Juni 1969 publiziert.

Geographische Darstellung. Prognosen über Ressourcen bei Fischerei, Forstwesen und Wasser werden dadurch äußerst kompliziert, daß die Grenzen der für die Datensammlung und Bewirtschaftung zuständigen politischen Einheiten nicht mit den natürlichen Grenzen der jeweiligen ökologischen Systeme zusammenfallen. Am größten sind diese Komplikationen bei den Fischereiprognosen, die zum größten Teil aufgrund von Arten und nicht aufgrund geographischer Regionen erfolgen mußten. Im Fall der Forstwirtschaftsprognosen wurden Angebot, Nachfrage und Preis von forstwirtschaftlichen Produkten für jede der Hauptwaldregionen der Welt getrennt betrachtet. Ein gesonderter Abschnitt wurde den Problemen der tropischen Regenwälder gewidmet.

In den Wasserprognosen der Studie wird argumentiert, daß es etwas wie eine weltweite Wasserwirtschaft nicht im selben Sinne wie z. B. eine Weltwirtschaft für nicht-energetische Mineralien und fossile Brennstoffe gibt. Da die Kosten des Wassertransports über größere Entfernungen ziemlich hoch sind, sind Wasserversorgungsprobleme eher lokal oder regional und nicht global.

Zeitliche Darstellung. Die Fischerei, Forstwesen- und Wasserprognosen beruhen entweder auf geradlinigen (linearen) oder exponentiellen (nicht-linearen) Extrapolationen früherer Trends.

Analysierte Varianten. Nur eine einzige mittlere Variante wurde für die Fischerei- und Forstwirtschaftsprognosen beurteilt; für die Wasserprognosen wurde eine niedrigere und höhere Reihe vorgelegt. Die spezifischen Annahmen zu

diesen Varianten (soweit sie bekannt sind) sind in Kap. 7, 8 und 9 wiedergegeben.

7. Das Element Energie

Quelle. Die Energieprognosen der Studie wurden von der *Energy Information Administration* des US-Energieministeriums entwickelt.

Explizite Verknüpfungen mit anderen Elementen des Weltmodells der Regierung. Die (vom Bureau of the Census entwickelten) Bevölkerungsprognosen der Studie und die BSP-Prognosen wurden zur Entwicklung der Energieprognosen benutzt. Keine sonstigen Prognosen der Studie wurden herangezogen, doch wurden die Energieprognosen zur Entwicklung der Prognosen der Studie über Nahrungsmittel, Energieerzeugungsabfälle und Umwelt verwendet (nicht aber zur Entwicklung der Prognosen über Klima, Fischerei, Forstwesen, Wasser, mineralische Brennstoffe oder nicht-energetische Mineralien).

Kritische Annahmen über Politik und Technologie. In bezug auf politische Strategien unterstellten alle Energieprognosen, daß von den Mitgliedsländern der *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) entschiedenere Maßnahmen zur Energieeinsparung ergriffen werden. In bezug auf die Technologie gingen alle Energieprognosen von der weitverbreiteten Anwendung von Leichtwasserreaktoren aus. Dies bedeutete die Prognose einer Steigerung von mehr als 200% für die Stromerzeugung aus Kern- und Wasserkraft (in der mittleren Variante für den Zeitraum 1975-2000), wie bereits in Kap. 5 erörtert.

Analysemethode. Die Energieprognosen wurden mit Hilfe eines statischen Gleichgewichtsmodells für Computer erstellt, das als *International Energy Evaluation System* (IEES) bekannt ist. Beim IEES handelt es sich um eine Familie komplexer Modelle über Angebot, Nachfrage und Produktion, die über eine umfangreiche Matrixdarstellung mit linearer Programmierung von ungefähr 2000 Reihen und 6000 Spalten integriert werden. Die quantitativen Daten über Weltangebot und -nachfrage, Weltproduktion und Transportkosten bei Energie, die für diese integrierenden Berechnungen erforderlich sind, werden von sechs IEES-Teilmodellen geliefert. Diese Teilmodelle wurden getrennt voneinander zusammengestellt und werden schrittweise ausgeführt, wobei sie sich auf ihre eigenen externen Datenquellen stützen.

Kurzbeschreibung. Das IEES-Modell prognostiziert Weltproduktion, Weltverbrauch und Welthandel bei Energie aufgrund exogener Prognosen über Bevölkerung und BSP, Trends beim internationalen Erdölpreis und weitere Variablen. Das Modell legt den Schwerpunkt auf den Sektor mineralische Brennstoffe, da es ausführliche Einzelheiten für Erdöl (und verwandte Brennstoffe) und Kohle

angibt, aber beträchtlich weniger Einzelheiten für Kernenergie, Sonnenenergie, Energiesparprogramme, Brennholz und neue alternative Techniken enthält. So ist beispielsweise die Sonnenenergie nicht explizit dargestellt und kann in die Prognosen nur durch exogene Annahmen eines bestimmten Beitrags der Sonnenenergie zur Stromerzeugung oder Energieeinsparung eingeführt werden. Das Angebot an Kernkraftwerken wird größtenteils außerhalb des Modells durch eigene Prognosen und Annahmen bestimmt.

Das IEES-Modellsystem ist um eine einzige große integrierende Matrixdarstellung mit linearer Programmierung strukturiert. Die dem Modell zugrunde liegende Theorie geht davon aus, daß der Weltenergiemarkt als freier Markt fungiert, dessen Gleichgewicht die Gesamtkosten der Befriedigung der Weltenergienachfrage bei einem spezifischen, angenommenen Erdölpreis minimiert.* Angebot und Nachfrage werden über einen Preismechanismus ausgeglichen, der durch wiederholte Anpassungsvorgänge die Grenzkosten von Angebot und Nachfrage auf gleiche Werte bringt. Von der *Organization of Petroleum Exporting Countries* (OPEC) wird unterstellt, daß sie (bis zu ihrer maximalen Produktionskapazität) unabhängig von dem für die Modellberechnung angenommenen Ölpreis so viel Öl, wie nachgefragt wird, liefert. In der Wirkungsweise des IEES-Preismechanismus sind mehrere wichtige Annahmen implizit enthalten. Für jedes Prognosejahr wird angenommen, daß die Energieproduktion außerhalb der OPEC innerhalb bestimmter Grenzen mit nur geringer oder gar keiner zeitlichen Verzögerung auf die vorherrschenden Energiepreise reagiert. Die Erdölförderung außerhalb der OPEC-Länder befriedigt im allgemeinen die Nachfrage nicht, und IEES erreicht ein Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage durch die Annahme, daß die OPEC den Nachfrageüberhang (der in manchen Computerläufen größer als die maximale Förderkapazität der OPEC ist) zu jeweils dem Ölpreis befriedigt, der für das jeweilige Jahr gilt. Von den Alternativen der Energieproduktion wird angenommen, daß sie einzig und allein danach ausgewählt werden, daß sie die prognostizierte Nachfrage zu den geringstmöglichen Gesamtkosten befriedigen. Im allgemeinen werden nur Bruttoenergieproduktionsziffern dargestellt; Nettoenergieproduktionsziffern (d. h. Bruttoenergieproduktion minus der bei der Bruttoenergieproduktion verbrauchten Energie) werden nicht berechnet. Energieformen, die nicht allgemein international gehandelt werden (bis auf Energie aus Wasserkraft und geothermische Energie) sind im Modell nicht dargestellt.

* In den für *Global 2000* durchgeführten Analysen wurde das Ölpreis-Szenario der OPEC (konstant bei \$ 13 pro Barrel, in Dollar von 1975, bis zum Jahre 1980, dann jährliche Preissteigerung von 5%) vorausgesetzt. Doch verfügt das US-Energieministerium über einen Oil Market Simulator (OMS) Modell, mit dem das Ministerium mittelfristige Prognosen über OPEC-Ölpreise stellt. OMS ist nach IEES justiert und unterstellt bei Prognosen einen jährlichen Ausgleich zwischen dem Ölangebot und der von IEES prognostizierten Ölnachfrage.

Da die OPEC gegenwärtig einen so beträchtlichen Anteil des von den USA und anderen Ländern verbrauchten Erdöls liefert, sind die Annahmen des IEES-Modells über die OPEC von entscheidender Bedeutung. IEES geht (in allen analysierten Varianten dieser Studie) davon aus, daß die OPEC unabhängig von dem exogen prognostizierten Preis so viel Öl liefern wird, wie verbraucht werden kann. Wenn jedoch die prognostizierte OPEC-Produktion über der Kapazität der OPEC liegt, wird eine Ölpreiserhöhung unterstellt.

Allgemein wird IEES zur Untersuchung des Weltgleichgewichts von Energieangebot und -verbrauch bei spezifisch angenommenen Ölpreisen benutzt – bei im wesentlichen exogenen Angebotsschätzungen für alle Energiequellen. Als Schlüsselziffern werden Austauschquoten zwischen einzelnen Brennstoffen bei Verbrauch und Energieeinsparung errechnet.

Die sozialen oder umweltspezifischen Auswirkungen des Energiesektors werden von IEES nicht beurteilt, und ebenso wenig ist die Erschöpfung von Ressourcen explizit im Modell dargestellt. Zwar wird das BSP als einer der Hauptdominanten der Energienachfrage einbezogen, doch unterstellt IEES implizit, daß der BSP-Zuwachs unabhängig von Verfügbarkeit und Preis der Energie ist.

Erster größerer Einsatz. IEES beruht auf derselben analytischen Struktur wie das Project *Independence Evaluation System* (PIES), das ursprünglich im Anschluß an das Ölimbargo 1973-74 zur Analyse der Alternativen der US-Energiepolitik entwickelt wurde.* IEES erstellt internationale Prognosen, die mit den Binnenprognosen von PIES konsistent sind. Daher ist IEES im wesentlichen eine Kopie der PIES (mit wenigen unvermeidlichen Abweichungen) unter Verwendung internationaler Daten. Die erste größere öffentliche Analyse von IEES wurde 1978 veröffentlicht (und zuvor 1977 in einer für einen beschränkten Kreis gedachten Form in Umlauf gesetzt). Sie untermauert die Ansicht, daß die Nachfrage nach Erdöl wahrscheinlich Mitte der achtziger Jahre die Produktionskapazität der OPEC-Länder übertreffen wird, wobei sie von der Annahme ausgeht, daß die realen Preise für Erdöl in nächster Zukunft nicht signifikant über den (realen) Preisen von 1975 liegen.

Geographische Darstellung. IEES simuliert einen modernen konkurrenzbetonten Energiemarkt, auf dem hauptsächlich fossile Brennstoffe gehandelt werden. Vier Ländergruppen werden im Modell unterschiedlich detailliert dargestellt: Mitgliedsländer der OECD, die OPEC-Länder, die ZPW und die UL. Die OECD-Länder, die 80% der Welterdölproduktion verbrauchen und allgemein die

* PIES wurde ursprünglich benutzt, um zu analysieren, wie Präsident Nixons Ziel der Energie-Autarkie der USA bis zum Jahre 1980 erreicht werden könnte. Zwar ging aus den Ergebnissen hervor, daß ein derartiges Ziel bis 1980 nicht erreicht werden könne, doch ließ das Modell darauf schließen, daß das Ziel bei Durchführung der von der Nixon-Regierung vorgeschlagenen Energiepolitik bis 1985 erreicht werden könne.

höchstindustrialisierten Länder der Welt sind, werden in den Analysen des Nachfrage-Teilmodells am ausführlichsten behandelt, obwohl alle Teilmodelle Daten für jeden Weltteil produzieren. Dagegen wird die Energiewirtschaft der UL nicht detailliert und sogar mit beträchtlichen Auslassungen behandelt. So zum Beispiel ist der große Anteil von UL-Energiewirtschaften nicht dargestellt, die auf Brennholz und anderen Biomasse-Brennstoffen beruhen.

Zeitliche Darstellung. Obwohl einige seiner Elemente ein dynamisches Verhalten zeigen, ist IEES im wesentlichen ein Modell statischen Gleichgewichts. Wie das zur Erstellung der Nahrungsmittelprognosen verwendete GOL-Modell ist IEES insofern »statisch«, als es seine Prognosen nicht dynamisch Jahr für Jahr entwickelt und damit die Vorgänge in einem Jahr, die Chancen und Schwierigkeiten in den Folgejahren nicht beeinflussen. Die IEES-Prognosen werden in einem Ein-Schritt-Prozeß erstellt, der von einem Basisjahr (z. B. 1975) ausgeht und unter der Annahme unmittelbar zum Abschlußjahr (z. B. 1990) übergeht, daß das internationale Energiesystem in den Zwischenjahren im Gleichgewicht und optimal effizient ist.

Die zeitabhängigen Merkmale der IEES-Prognosen leiten sich gänzlich von exogenen Prognosen ab, die als steuernde Eingabedaten in das IEES-Modell eingehen. Im Hauptteil des IEES-Systems verändern sich Variablen im Zeitverlauf nur in unmittelbarer Reaktion auf Veränderungen der exogen prognostizierten Variablen.

Die statischen Gleichgewichtsprognosen des Modells für ein bestimmtes Jahr sind intern abhängig von seinen Prognosen für alle anderen Jahre und können durchaus mit Prognosen für andere Jahre unverträglich sein. Doch ist das Nachfrage-Teilmodell (das als Grundlage für die ursprünglichen Nachfrageschätzungen dient) ein jährliches dynamisches Modell, das für eine gewisse zeitliche Konsistenz sorgt. Das Modell entwickelt seine Prognosen für ein bestimmtes Jahr aufgrund exogen prognostizierter ökonomischer und ressourcen-spezifischer Bedingungen allein für dieses eine Jahr, ohne Entwicklungen explizit zu berücksichtigen, die über das jeweilige Jahr hinaus antizipiert werden könnten. Das Modell funktioniert also so, als ob die Planer das Ziel hätten, ohne irgendeine weitere Planung für die Folgejahre nur für dieses einzelne Jahr ein Optimum zu erreichen. Eine Ausnahme hiervon ist, daß Nachfragedaten exogen korrigiert werden können (und werden), um die von den OECD-Ländern erwarteten Energiesparmaßnahmen zu berücksichtigen.

Prognosen für die Studie wurden für 1985 und 1990, nicht aber für 2000 erstellt. IEES war nicht für Prognosen über 1990 hinaus konstruiert, und zur Zeit setzen die Analytiker des US-Energieministeriums wenig Vertrauen in seine Anwendung zur Entwicklung längerfristiger Prognosen oder in die beurteilende Extrapolation derartiger Prognosen.

Analysierte Varianten. Vier Prognosen der Weltproduktion des Weltverbrauchs und des Welthandels an Energie wurden für die Studie entwickelt. Diese Prognosen beruhten in erster Linie auf verschiedenen Annahmen über Bevölkerungszuwachs, BSP-Zuwachs und reale Erdölpreise, wie im folgenden zusammenfassend dargestellt:*

Varianten	Bevölkerungszuwachs	BPS-Zuwachs	realer Erdölpreis
mittlere	mittleres	mittleres	gleichbleibend (13 \$/Barrel in Dollar von 1978)
optimistische	gering	hoch	gleichbleibend (13 \$/Barrel in Dollar von 1978)
pessimistische	hohes	niedriges	steigend (1980-2000 5 Prozent jährlich zu realen Preisen)
mit steigenden Energiepreisen	mittleres	mittleres	steigend (1980-2000 5 Prozent jährlich zu realen Preisen)

8. Das Element Energieerzeugungsabfälle

Quelle. Die Prognosen über Energieerzeugungsabfälle wurden vom Brookhaven National Laboratory im Auftrag des Office of Technology Impacts des US-Energieministeriums entwickelt.

Explizite Verknüpfungen mit anderen Elementen des Weltmodells der Regierung. Wie die Energieprognosen der Studie sind auch ihre Prognosen über die Energieerzeugungsabfälle (über die Energieprognosen) von den Bevölkerungs- und BSP-Prognosen der Studie abgeleitet. Doch beeinflussten sie weder irgendeine sonstige Prognose der Studie (mit Ausnahme der Umweltprognosen), noch wurden sie durch irgendeine andere Prognose der Studie beeinflusst (z. B. Prognosen über Klima, Nahrungsmittel, Fischerei, Forstwesen, Wasser, mineralische Brennstoffe oder nicht-energetische Mineralien).

Kritische Annahme über Politik und Technologie. In bezug auf Politik und Stand der Technik gingen alle Prognosen über Energieerzeugungsabfälle (d. h. Prognosen über Abfälle wie Schadstoffe oder Abwärme aus Energieumwandlung) implizit davon aus, daß größere öffentliche und private Investitionen in Umweltschutz-Technologien erfolgen, so daß bis 1985 alle Kraftwerke auf der Welt entsprechend den neuen Emissionsrichtlinien der USA von 1978 für Kohlenmonoxyd, Schwefeldioxyd, Stickoxyde und Staubpartikel umgerüstet sein werden.

Analysemethode. Die Prognosen über Energieerzeugungsabfälle wurden unter Verwendung einer stark vereinfachten Version eines Computer-Netzmodells oder

* Die »Varianten« werden in den Kap. 10 und 20 als »Szenarien« bezeichnet.

Berechnungsinstruments entwickelt, das als *Energy Systems Network Simulator* (ESNS) bekannt ist. ESNS kann derzeit die Emissionen von 435 Energieumwandlungsprozessen berechnen, wobei es 69 exogen abgeleitete Koeffizienten zur Umwandlung von Energieverbrauchsziffern in Schätzungen von Abfällen benutzt.

Kurzbeschreibung. Die in der Studie benutzte vereinfachte Version von ESNS verwendet wiederholt die folgende Gleichung, summiert nach Endverbrauchs- (sektoriellen) Kategorien und nach Brennstoffart-Kategorien:

Regionale Gesamterzeugung an Abfällen (nach Emissionstypen)
 = Gesamte regionale Energieumwandlung (nach Brennstofftypen) $\times$ erzeugte Abfallstoffe (nach Emissionstypen) pro Einheit der Energieumwandlung.

Das ESNS-Modell für die USA wurde für diese Studie so abgewandelt, daß es die Ergebnisse des *International Energy Evaluation System* (IEES) als Eingabedaten akzeptierte – also des Modells, das zur Entwicklung der Energieprognosen der Studie benutzt worden war. Die Anpassung war schwierig, (1) weil die internationale Version nicht ohne Annahmen über die weltweiten Emissionsrichtlinien entwickelt werden konnte, (2) weil die Rechendaten aus dem IEES-Modell (insbesondere Schätzungen über den Brennstoffverbrauch durch Endverbraucher der UL, der OPEC-Regionen und der zentralen Planwirtschaften) für die Zwecke des ESNS-Modells zu stark aggregiert waren, und (3) weil die IEES-Prognosen für *Global 2000* keine Basisvariante – wie z. B. 1975 – enthalten, mit dem die Energieerzeugungsabfälle in späteren Jahren verglichen werden können.

Dem angepaßten ESNS-Modell werden daher durch die Fähigkeit von IEES enge Grenzen gezogen, und das daraus hervorgegangene Modell wird am besten als IEES-ESNS-Modell aufgefaßt. Besonders entscheidend wird der Wert der IEES-ESNS-Analyse von der Annahme eingeschränkt, daß bis 1985 alle Länder die oben erörterten neuen Emissionsrichtlinien der USA erfüllen.

Erster größerer Einsatz. ESNS selbst wurde 1975 als Hilfe für die *Energy Research und Development Agency* (dem Vorläufer des US-Energieministeriums) bei der Analyse der Energieerzeugungsabfälle entwickelt, die in den von dieser Behörde vertretenen Energieentwicklungsprogrammen implizit enthalten waren. Mit der vorliegenden Studie wurde das ESNS-Modell zum ersten Mal für langfristige weltweite Prognosen herangezogen.

Geographische Darstellung. Die geographische Darstellung in ESNS ist zwangsläufig dieselbe wie in den IEES-Energieprognosen – d.h. die Welt wird in Form von vier Hauptregionen oder Ländergruppen dargestellt: OECD-Länder (auch getrennt dargestellt), OPEC-Länder, zentrale Planwirtschaften und UL.

Zeitliche Darstellung. Die zeitliche Darstellung ist zwangsläufig dieselbe wie bei den Energieprognosen – d. h. Prognosen wurden für 1985 und 1990 und nicht für frühere oder spätere Jahre entwickelt.

Analysierte Varianten. Die drei analysierten Varianten sind zwangsläufig dieselben wie in den Energieprognosen – die niedrige, mittlere und hohe Variante – mit der Ausnahme, daß die vierte Variante (mit steigenden Energiepreisen) nicht analysiert wurde.

9. Das Element mineralische Brennstoffe

Quelle. Die Schätzungen der Studie über Reserven und Ressourcen bei mineralischen Brennstoffen wurden aus einer Vielzahl von Quellen entwickelt, da keine Bundesbehörde ausschließlich für die Aufstellung solcher Schätzungen zuständig ist. Unter diesen Quellen sind die Prospektierungsbehörde *US-Geological Survey* (USGS) des US-Innenministeriums, das US-Energieministerium und einige private Organisationen, insbesondere die Weltenergiekonferenz (WEC). Eine konsistente Reihe von Schätzungen wurde für die Studie von einem Regierungsexperten zusammengetragen, verglichen und interpretiert, der sowohl für das Energieministerium als auch für die Bergbauabteilung des Innenministeriums gearbeitet hatte.

Explizite Verknüpfungen mit anderen Elementen des Weltmodells der Regierung. Die Prognosen über fossile Brennstoffe wurden nicht von irgendwelchen anderen Prognosen der Studie – auch nicht von den Energieprognosen – abgeleitet, und wurden auch nicht zur Erstellung weiterer Prognosen der Studie außer der Umweltprognosen herangezogen.

Kritische Annahmen über Politik und Technologie. Als politische Annahmen setzen die Ressourcen- und Reservenschätzungen der USA über Erdöl und Erdgas eine Fortgeltung der Energiepreise von 1974 voraus. In bezug auf den Stand der Technik gehen dieselben Schätzungen von der Fortgeltung der Preis/Kosten-Verhältnisse und der technologischen Trends aus, die allgemein vor 1974 vorherrschten.

Analysemethode. Die zur Ableitung der Ressourcen- und Reservenschätzungen für Brennstoffe benutzten Methoden variieren in gewissem Umfang, je nach den Organisationen, die die Zahlen zusammentrugen. Im allgemeinen benutzten die oben erwähnten Organisationen eher sekundäre als primäre Informationsquellen – d. h. sie befragten Firmen und andere Organisationen und summierten dann diese verschiedenen Schätzungen, oder sie korrigierten Schätzungen, die andere Organisationen zuvor aus ähnlichen Quellen abgeleitet hatten.

Kurzbeschreibung. Zwar sind Feldübersichten und -untersuchungen die beste Primärquelle für Informationen, doch mußte man sich für diese Studie in erster Linie auf sekundäre oder tertiäre Quellen stützen. So zum Beispiel beruhen die Ressourcenziffern in dieser Studie für feste Brennstoffe auf den Schätzungen der Weltenergiekonferenz. Diese verschickt Fragebogen an die teilnehmenden Län-

der mit Anfragen über Reserven, Ressourcen, maximale Tiefe der Lagerstätten, minimale Mächtigkeit der Flöze und andere kritische Faktoren. In vielen Fällen unterscheiden sich die Schätzungsmethoden für Reserven und Ressourcen von Land zu Land beträchtlich. Infolgedessen ließ sich ein konsistent-systematischer methodischer Ansatz auch für einzelne fossile Brennstoffe nicht beschreiben.

Erster größerer Einsatz. Die Prospektierungsbehörde der USA (der US-Geological Survey, USGS) unternimmt neben der Auswertung anderer Informationsquellen seit Jahrzehnten eigene geologische Feldforschungen zur Untermauerung ihrer Schätzungen über die Ressourcen und Reserven der USA. Doch gab der USGS 1974 neue Schätzungen über Erdgas und Erdöl aufgrund neuer Verfahren ab, die in Kap. 21 kurz erörtert werden. Die neuen Erdöl- und Erdgasschätzungen sind beträchtlich niedriger als frühere, so daß die gegenwärtigen USGS-Schätzungen als aus 1974 stammend aufgefaßt werden können. Die Weltenergiekonferenz benutzte bereits vor dem Zweiten Weltkrieg Ermittlungsverfahren zur Schätzung der Reserven und Ressourcen und veröffentlicht seither periodisch ihre Zahlen. Das US-Energieministerium erstellt seine eigenen Schätzungen der US-Kohlenreserven mit Verfahren, die von den verschiedenen Vorläufern dieser Behörde entwickelt wurden. Bei den Reserveziffern für Erdöl und Erdgas stützt sich das Ministerium hauptsächlich auf Schätzungen der US-Prospektierungsbehörde (USGS), die durch die eigenen Ermittlungen des Ministeriums aktualisiert und für die gerade zurückliegenden Monate durch Daten ergänzt werden, vom *American Petroleum Institute* und von der *American Gas Association* als Dachorganisation der Erdöl- und Erdgasindustrie veröffentlicht werden.

Geographischen Darstellung. Die Erstellung der Prognosen über fossile Brennstoffe hielt sich an keine konsistente Struktur der geographische Darstellung.

Zeitliche Darstellung. Die Schätzungen sowohl über Ressourcen als auch über Reserven sind dynamisch. Durch Funde werden vermutete Ressourcen zu gesicherten Reserven. Durch ökonomische und technische Entwicklungen werden unwirtschaftliche Ressourcen zu wirtschaftlich erschließbaren. Reserven sind diejenigen Ressourcen, die als wirtschaftlich erschließbar festgestellt und noch nicht erschöpft sind.

Die Ressourcen- und Reservenschätzungen von *Global 2000* verfügen nicht über eine dynamische Perspektive. Die vorgelegten Schätzungen beruhen auf einer statischen Auffassung; sie gelten für ein bestimmtes Jahr, haben aber keine weitere Zeitdimension. Im allgemeinen beruhen sie auf der Annahme, daß sich die derzeitigen Preis/Kosten-Verhältnisse und technologischen Trends fortsetzen, obwohl die (aus dem *USGS Circular 725* abgeleiteten) US-Schätzungen für Ressourcen und Reserven an Erdöl und Erdgas eine Fortgeltung der Preise von 1974 und der allgemein vor 1974 vorherrschenden Preis/Kosten-Verhältnisse und technologischen Trends unterstellen.

Analysierte Varianten. Nur eine Reihe von Schätzungen wurde für die Studie entwickelt, doch wurden in vielen Fällen auch die mit verschiedenen Meßverfahren der statistischen Varianz zusammenhängenden Wahrscheinlichkeiten angegeben.

10. Das Element nicht-energetische Mineralien

Quelle. Die Prognosen der Studie über den Verbrauch an nicht-energetischen Mineralien wurden vom zentralen Stab der Studie mit Unterstützung der Bergbaubehörde des US-Innenministeriums und externer Berater zusammengestellt. Da die Behörde nicht über die für diese Studie erforderlichen disaggregierten internationalen Prognosen verfügt und diese auch nicht beschaffen konnte, wurden die Prognosen der Studie (auf Vorschlag der Behörde) zum größten Teil auf Prognosen gestützt, die 1972 von Wilfred Malenbaum für die *National Commission on Materials Policy* entwickelt worden waren, und um Prognosen ergänzt, die Malenbaum 1970 für die *National Science Foundation* erstellt hatte. Malenbaums Prognosen erfassen 12 mineralische Rohstoffe und Rohprodukte, die 80-90% des Werts der Gesamtweiterzeugung an mineralischen Rohstoffen umfassen sollen. Außerdem wurden von der US-Bergbaubehörde Verbrauchsprognosen für weitere 75 mineralische Rohstoffe und Rohprodukte unter Verwendung von Malenbaums Analyse erstellt.

Um die Auswertung und den Vergleich mit den anderen in dieser Studie dargestellten Trends zu erleichtern, ist in Kap. 12 nur eine repräsentative Teilreihe dieser Verbrauchsprognosen wiedergegeben. Diese Teilreihe besteht aus 10 mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten mit Prognosen von Malenbaum, und 9 weiteren mineralischen Rohstoffen mit Prognosen der US-Bergbaubehörde.

Explizite Preisprognosen sind weder aus den vom US-Innenministerium noch aus den von Malenbaum veröffentlichten Analysen zu entnehmen.

Explizite Verknüpfung mit anderen Elementen des Weltmodells der Regierung. Die Prognosen über Erze und Erden wurden nicht aus irgendwelchen anderen Prognosen der Studie abgeleitet und wurden auch nicht zur Entwicklung weiterer Prognosen der Studie (außer der Prognosen über Umweltschäden) herangezogen.

Kritische Annahmen über Politik und Technologie. In bezug auf politische Strategien wurden keine signifikanten Änderungen angenommen. Für den Stand der Technik gehen die Prognosen von einem immer weniger intensiven Einsatz von mineralischen Rohstoffen in hochindustrialisierten Ländern und von einem immer intensiveren Einsatz in den UL aus.

Analysemethode. Die Malenbaum-Prognosen sowohl 1972 als auch 1977

wurden unter Verwendung einer als Intensity of Use (IOU) -Analyse bekannten Methode entwickelt. Diese Methode verwendet einfache arithmetische Verfahren, die auf der relativen Intensität beruhen, die für den Verbrauch eines bestimmten Rohstoffs pro Einheit des Brutto-Inlandsprodukts (BIP) prognostiziert wird. Diese relative Nutzungsintensität wird im weiteren als IOU-Statistik des Materials bezeichnet. Eine relativ hohe IOU-Statistik bedeutet, daß entsprechend der Prognose eine relativ hohe Menge eines bestimmten Rohstoffs pro Einheit des Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukts (BIP) verbraucht wird.

Kurzbeschreibung. Im Malenbaum-Report von 1977, auf den sich die Studie hauptsächlich stützte, wurden Verbrauchsprognosen für 12 mineralische Rohstoffe und Rohprodukte getrennt voneinander unter Verwendung der IOU-Methode entwickelt. Sie beruhen auf exogenen Prognosen über BSP und Bevölkerung, die mit einer (entsprechend der IOU-Theorie entwickelten) Extrapolation der historischen Beziehungen zwischen Verbrauch an mineralischen Rohstoffen und Pro-Kopf-BSP kombiniert wurden.

Die IOU-Theorie geht davon aus, daß unterentwickelte Länder im Verlauf ihrer Industrialisierung zunehmende Mengen pro Einheit des Pro-Kopf-BIP verbrauchen. Im Gegensatz dazu unterstellt sie, daß Industrieländer im Verlauf ihrer Entwicklung zum postindustriellen Stadium abnehmende Mengen von mineralischen Rohstoffen pro Einheit des Pro-Kopf-BIP verbrauchen. Malenbaums Verwendung der IOU-Methode setzt außerdem explizit voraus, daß der langfristige Zuwachs des Verbrauchs an mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten nicht durch Angebotsbeschränkungen beeinträchtigt wird – ob diese nun auf Erschöpfung, Umweltrücksichten, Preissteigerungen oder andere Faktoren zurückzuführen sind. Insbesondere unterstellt sie explizit, daß der zukünftige Verbrauch an mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten größtenteils unabhängig vom Preis sein wird, wobei Malenbaum allerdings feststellt, daß die Preise – bei dem vagen und ungenauen Umfang ihrer Berücksichtigung überhaupt – als fallend prognostiziert werden.

Erster größerer Einsatz. Die IOU-Methode soll 1972 vom *International Iron and Steel Institute* entwickelt worden sein und führt tendenziell zu niedrigeren Verbrauchsprognosen als andere Methoden (da sie voraussetzt, daß zunehmendes Wirtschaftswachstum in den Industrieländern einen immer geringeren Verbrauch an mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten pro Einheit des Pro-Kopf-Wirtschaftswachstums erfordert). Malenbaums auf dieser Methode beruhende Untersuchungen wurden von der *National Commission on Materials Policy* für den Nachweis herangezogen, daß es möglich ist, zwischen den nationalen Bedürfnissen nach Warenproduktion einerseits und nach Umweltschutz andererseits ein Gleichgewicht herzustellen.

Geographische Darstellung. In Malenbaums Verbrauchsprognosen für minera-

lische Rohstoffe wird die Welt in 10 Länder oder Ländergruppen unterteilt, die getrennt und mit gleicher Detailliertheit behandelt werden. Die Prognosen der US-Bergbaubehörde werden geographisch in nur zwei Teile desaggregiert: in die USA und die übrige Welt.

Zeitliche Darstellung. Zur IOU-Methode gehören keine endogenen dynamischen Berechnungen. Prognosen für ein bestimmtes Jahr beruhen gänzlich auf exogenen Bevölkerungs- und BSP-Prognosen und auf IOU-Annahmen. Die exogenen Annahmen über Bevölkerung und BSP müssen genauso wie die zur Prognostizierung zukünftiger Trends in den IOU-Statistiken benutzten Daten aggregiert werden, und mit den zur Herstellung der IOU-Beziehungen benutzten historischen Daten verträglich sein. Der Malenbaum-Report 1977 stellte historische Schätzungen für den Zeitraum 1973-75 und früher und Prognosen für 1985 und 2000 vor.

Analysierte Varianten. Aus einer Vielzahl von Gründen war es nicht möglich, Prognosen über nicht-energetische Mineralien speziell für *Global 2000* zu erhalten. Infolgedessen mußte man sich völlig auf früher veröffentlichte Prognosen (nämlich den Malenbaum-Report 1977) stützen, die nur eine Reihe von Verbrauchsprognosen enthalten: die mittlere. Diese Prognosenreihe beruhte auf Malenbaums Prognosen über Bevölkerung und BSP, die sich auf komplexe Weise von denen dieser Studie unterscheiden (vgl. Kap. 22).

Die Prognosen der US-Bergbaubehörde für weitere 75 mineralische Rohstoffe und Rohprodukte werden für drei Varianten erstellt: eine wahrscheinliche, hohe und niedrige Variante. Auch sind die Annahmen der Behörde nicht explizit oder dokumentiert genug, um zu bestimmen, wie sich diese Annahmen zu denen der Studie verhalten, und daher wurden in Kap. 12 nur die Prognosen für die wahrscheinliche Variante der Behörde dargestellt.

11. Das Element Umwelt

Quelle. Die Umweltprognosen wurden vom zentralen Stab der Studie mit Unterstützung der *Environmental Protection Agency*, der *Agency for International Development* des US-Außenministeriums, des *Council on Environmental Quality* und externer Berater erstellt. Insbesondere lieferten der *Council on Environmental Quality* und die *Environmental Protection Agency* ausführliche Kritiken der Entwürfe zu Kap. 13. Auf der Grundlage dieser ersten Kritiken schrieb der zentrale Stab in einem Zeitraum von sechs Monaten das Umweltkapital um. Die Hauptbeiträge zur Endfassung stammen von mehreren Personen: Gerald O. Barney, dem Direktor der Studie; Jennifer Robinson, Mitglied des zentralen Stabs; Peter Freeman, freiberuflicher Berater für Umwelt und Entwicklung; Jeffrey Maclure, Mitglied des zentralen Stabs; Allan Matthews, Beamter des

Außenministeriums im Ruhestand; Bruce Ross, Ökologe, bei der CIA; Thomas Lovejoy vom Wildlife Fund, Washington, D.C.; Paul Lehr, einem auf Klimafragen spezialisierten Schriftsteller aus Washington; und Richard Hennemuth, stellvertretender Direktor des *Northeast Marine Fisheries Laboratory* der *National Oceanic and Atmospheric Administration* in Woods Hole, Massachusetts.

Explizite Verknüpfungen mit anderen Elementen des Weltmodells der Regierung. Die Umweltprognosen der Studie beruhten in erster Linie auf den mittleren Varianten aller ihrer anderen Prognosen. Obwohl sie unmittelbar von keiner der anderen Prognosen herangezogen wurden, wurde ein ernsthafter Einschätzungsversuch gemacht, wie sich Rückkopplungen aus dem kombinierten Einfluß aller Umweltbeeinträchtigungen wiederum auf die Prognosen über Bevölkerung, BPS und Ressourcen auswirken würden. Die grundlegende Schlußfolgerung aus dieser Analyse ging dahin, daß Rückkopplungen aus den Umweltprognosen die Prognosen über Bevölkerung, BSP und Ressourcen beträchtlich verändert hätten, wenn es möglich gewesen wäre, diese Rückkopplung explizit einzubauen.

Kritische Annahme über Politik und Technologie. In bezug auf Politik und Technologie wurden keine größeren Veränderungen außer den implizit von den anderen Prognosen der Studie eingebrachten unterstellt, von denen die Prognosen über Umweltschäden abgeleitet wurden.

Kurzbeschreibung. Die ursprüngliche Planung der Studie hatte vorgesehen, daß jede beteiligte Behörde die Umweltauswirkungen ihrer eigenen Prognosen analysieren sollte. Es wurde von der Annahme ausgegangen, daß jede dieser Behörden als Reaktion auf die Anforderungen des US-Gesetzes zum Schutz der Umwelt (*National Environmental Policy Act*) die Fähigkeit entwickelt hätte, die Umweltauswirkungen ihrer Trendprognosen zu analysieren. Wie sich herausstellte, verfügen zwar die meisten über eine gewisse Fähigkeit zur Umweltanalyse, doch besteht selten die Fähigkeit, die Umweltauswirkungen langfristiger Weltprognosen zu untersuchen. Infolgedessen waren die Umweltanalysen, die als Anhang zu den Prognosen der Behörden eingingen, mit wenigen Ausnahmen minimal oder nicht vorhanden. In Anbetracht dieser Situation war der zentrale Stab der Studie gezwungen, die eingereichten Beiträge zu verbessern und Umweltanalysen für die Fälle zu erstellen, wo keine eingereicht worden waren. Zur Beschleunigung der Arbeit wurde eine Anzahl Berater zugezogen, doch wurde die Fertigstellung der Studie durch die umfangreichen Umweltanalysen zwangsläufig verzögert. Im Laufe der Arbeit wurde klar, daß die Regierung derzeit nur über eine sehr begrenzte analytische Befähigung zu integrierten langfristigen Prognosen weltweiter Umwelttrends verfügt.

Analysemethode. Die Umweltprognosen wurden unter Verwendung der deskriptiven, deduktiven und induktiven Methoden der wissenschaftlichen Forschung erstellt. Wo immer das möglich war, setzten die Umweltanalysen den Schwerpunkt

auf die qualitativen und quantitativen Aspekte der Fähigkeit der Umwelt zur Gewährleistung menschlichen Lebens und zur Bereitstellung von Gütern und Dienstleistungen. Besondere Aufmerksamkeit wurde Situationen gewidmet, in denen die von intakten Umweltsystemen bereitgestellten Güter und Dienstleistungen für große Teile der Weltbevölkerung oder über große geographische Gebiete gefährdet sind. Spezielle Aufmerksamkeit wurde Situationen zuteil, in denen umfangreiche oder irreversible Beschädigungen der Umweltsysteme unmittelbar drohen. Ungewißheiten waren in der Umweltanalyse unvermeidlich, weil in der wissenschaftlichen Erkenntnis und in den Daten auf diesem Gebiet noch zahlreiche Lücken bestehen.

Die Umweltprognosen oder -analysen wurden aus zwei verschiedenen Perspektiven erstellt. Eine Perspektive setzte bei jeder der sonstigen (nicht umweltspezifischen) Prognosen der Studie an und analysierte Schlußfolgerungen aus dieser Prognose auf die Umwelt. Diese Perspektive ist analog der bei der Vorbereitung der für die Formulierung des US-Umweltschutzgesetzes erforderlichen Aussagen über Umweltschäden verwendeten. Die andere Perspektive setzte bei der gesamten Umweltwirkung aller prognostizierten Trends an und analysierte die Rückkopplungs-Schlußfolgerungen aller dieser Umweltschäden zusammen auf jede der sonstigen (nicht umweltspezifischen) Prognosen. Die Regierung macht routinemäßig keine Analysen aus dieser zweiten (Rückkopplungs)-Perspektive, doch Teile der Jahresberichte über Umweltqualität (*Environmental Quality Report*) des *Council on Environmental Quality* gehen in eine ähnliche Richtung.

Erster größerer Einsatz. Die Umweltanalysen mußten zwangsläufig speziell für diese Studie entwickelt werden, doch beruhen sie auf Verfahren, die seit Jahrzehnten weithin in Gebrauch sind.

Geographische Darstellung. Wie die Prognosen über Fischerei, Forstwesen und Wasserversorgung, werden die Umweltprognosen dadurch kompliziert, daß die Grenzen der für die Bewirtschaftung und Datensammlung zuständigen politischen Einheiten nicht mit den natürlichen Grenzen ökologischer Systeme zusammenfallen. Wo immer das möglich ist, wird die Umweltanalyse nach geographischen Teilgebieten gegeben, die den Flächen bestimmter ökologischer Systeme entsprechen (z. B. Strombecken oder Wassereinzugsgebiete). In zahlreichen Fällen machte die Eingeschränktheit der Daten die Verwendung nationaler Unterteilungen zur Erörterung spezifischer Problembeispiele nötig, wo ökologische Grenzen geeigneter gewesen wären.

Zeitliche Darstellung. In den meisten Varianten werden Umweltauswirkungen bis zum Jahre 2000 prognostiziert. Sie werden im allgemeinen aus geradlinigen (linearen) und exponentiellen (nicht linearen) Extrapolationen vergangener Trends und aus Folgerungen aus der Ökologietheorie entwickelt.

Analysierte Varianten. Wie bereits festgestellt, beruhen die Umweltprognosen hauptsächlich auf den mittleren Varianten der sonstigen Prognosen der Studie. Obwohl sie selbst nicht für die Erstellung irgendwelcher der anderen Prognosen der Studie herangezogen wurden, wurde später eine Sonderanalyse erstellt, die zahlreiche der Schlußfolgerungen aus den Umweltanalysen für die anderen (nicht umweltspezifischen) Prognosen der Studie erörtert. Diese Sonderanalyse wird als Teil von Kap. 13 wiedergegeben.

15 Bevölkerung

Census-Prognosen

Das Bureau of the Census (im US-Wirtschaftsministerium) sammelt und veröffentlicht Schätzungen und Prognosen über weltweite Trends des Bevölkerungszuwachses und über demographische Parameter. Seine Hauptaufgabe besteht darin, Material über die Bevölkerung und Wirtschaft der USA zu sammeln. Zuständig für diese Schätzungen und Prognosen ist das International Demographic Data Center in der Volkszählungsabteilung des Bureau und seine Foreign Demographic Analysis Division.

Das internationale demographische Programm des Bureau wurde 1954 begonnen, erhielt jedoch einen entscheidenden Anstoß erst in den späten sechziger Jahren, als die Entwicklungshilfebehörde (Agency for International Development, AID) des US-Außenministeriums bessere statistische Daten benötigte. Zuvor hatte sich AID auf die alle fünf Jahre veröffentlichten offiziellen Prognosen der UNO gestützt, die bisweilen von den Interessen der Mitgliedsstaaten beeinflusst waren und als nicht genügend aktuell oder flexibel für die politischen Analysebedürfnisse dieser Behörde betrachtet wurden. Daher schuf und führt das Bureau of the Census eine umfassende Reihe von Bevölkerungsstatistiken und damit zusammenhängende Sozial- und Wirtschaftsstatistiken für alle Nationen der Welt, wobei besondere Betonung auf die unterentwickelten Länder (UL) gelegt wird.

Völlig zuverlässige Sterblichkeits- und Fruchtbarkeitsstatistiken für die meisten dieser Länder sind aus üblichen Quellen wie den von den meisten UL geführten amtlichen Geburten- und Sterberegistern nicht erhältlich. Daher muß das Bureau bei der Erstellung von Bevölkerungsprognosen (für die diese Statistiken erforderlich sind) frühere Fruchtbarkeits- und Sterblichkeitsraten schätzen und sonstige demographische Bedingungen aus unvollständigen Daten ermitteln, wobei gegebenenfalls nach Überprüfung aller Daten auch mögliche Fehlerkorrekturen vorgenommen werden. Erst nach diesen Korrekturen sind die Daten als Grundlage für Prognosen geeignet. Daher fußen demographische Vergangenheitsschätzungen (ebenso wie Zukunftsprognosen) auf dem Fachurteil des Amtes und können sich beträchtlich von Schätzungen anderer Fachorganisationen unterscheiden.

Schätzungen früherer Zuwachsraten der Bevölkerung (die aus Schätzungen früherer Sterblichkeits- und Fruchtbarkeitsziffern und früherer Bevölkerungs-

strukturen abgeleitet sind) veranschaulichen diese Unterschiede. So zum Beispiel schätzt das Amt, daß die Bevölkerung der unterentwickelten Welt 1975 jährlich um 2,25% zunahm, während die VN mit 2,34% von einer um 4% höheren Schätzung ausgehen. Da die Schätzungen der zugrunde gelegten Sterblichkeits- und Fruchtbarkeitsraten bei diesen beiden Behörden für 1975 fast dieselben sind, ist dieser Unterschied in der Zuwachsrates vermutlich auf unterschiedliche Schätzungen der Altersstruktur der Bevölkerung zurückzuführen.* Andere Organisationen weisen sehr viel größere Unterschiede in ihren Schätzungen früherer Zuwachsraten in den unterentwickelten Ländern auf. So zum Beispiel schätzt AID für 1975 eine Zuwachsrates von 1,88%, und der Environmental Fund eine von 2,55%.¹

Zukunftsprognosen weichen sogar noch mehr voneinander ab als Schätzungen über die Vergangenheit. Einige Experten meinten zum Beispiel auf der Jahresversammlung der American Association for the Advancement of Science 1978, daß auf der Welt im Jahre 2000 unter Umständen eine Milliarde weniger Menschen leben werden, als aus den Prognosen der UN-Behörden und anderer Organisationen hervorgeht. Andere Experten widersprechen und verweisen dabei auf die neuerlichen in so verschiedenen Ländern wie Taiwan und den USA steigenden Geburtenraten.

Viele US-Bundesbehörden, darunter das Landwirtschafts-, das Energie- und das Innenministerium, stützen sich häufig auf internationale Bevölkerungsschätzungen und -prognosen, die von anderen Organisationen als dem Bureau of the Census – z. B. von der bevölkerungsstatistischen Abteilung der UNO oder der Weltbank – aufgestellt wurden, was anscheinend am größeren Bekanntheitsgrad der Schätzungen und Prognosen von UNO und Weltbank liegt. Wenn überhaupt, stellen diese Bundesbehörden nur selten kritische Vergleiche zwischen den Prognosen des Bureau und den anderer Institutionen an. Andere Bundesbehörden, insbesondere AID, machen ausgiebigeren Gebrauch von den Schätzungen und Prognosen des Bureau, die sie zusammen mit denen anderer Organisationen heranziehen.

Chicago-Prognosen

Auf Vorschlag des Bevölkerungsstatistischen Büros von AID wurde für *Global 2000* zu Vergleichszwecken eine alternative Reihe von Bevölkerungsprognosen vom Community and Family Study Center der Universität Chicago aufgestellt.

* Im Gegensatz dazu prognostiziert die UNO, daß die Zuwachsrates der Bevölkerung in den UL im Zeitraum 1995-2000 um 4% niedriger liegen wird als in den mittleren Prognosen des Bureau of the Census.

Diese Prognosen (die im folgenden als Chicago-Prognosen bezeichnet werden) verwenden eine Methode, die die potentielle Auswirkung nationaler Maßnahmen zur Familienplanung auf die Bevölkerung betonen. Die Prognosen werden zur Zeit von AID zur Erstellung von Prognosen über die folgenden kritischen bevölkerungsrelevanten Sozialstatistiken für ausgewählte Länder benutzt: (1) Umfang der schulpflichtigen Bevölkerung, Arbeitsbevölkerung und alten Bevölkerung; (2) Bedarf an Nahrung, Wohnung, Schulen, Arbeitsplätzen und medizinischer Versorgung und (3) Verstädterungstrends.

Sowohl die Census- als auch die Chicago-Prognosen sind in Kap. 2 dargestellt worden. Die Chicago-Prognosen mit hohem, mittlerem und geringem Wachstum der Gesamtbevölkerung im Jahr 2000 liegen jeweils 12, 7 und 3% niedriger als die Census-Prognosen. Diese Unterschiede spiegeln die niedrigeren Basisjahr-Schätzungen der Chicago-Prognose von Bevölkerungsgröße und Fruchtbarkeitsziffer und deren Annahme wider, daß Mittel zur Geburtenkontrolle bis zum Jahre 2000 auf der ganzen Welt geordnet zur Verfügung stehen.

Da es erforderlich war, *Global 2000* auf eine begrenzte Anzahl von Szenarien zu konzentrieren, und weil die Prognosen des Amts von einer Bundesbehörde aufgestellt wurden, werden nur die Census-Prognosen zur Erstellung der Nahrungsmittel- und Energieprognosen der Studie herangezogen, für welche exogene Bevölkerungsprognosen erforderlich waren. Andere Prognosemethoden der Studie (die in zahlreichen Fällen ebenfalls exogene Bevölkerungsprognosen erforderten) stützen sich auf verschiedene andere, getrennt entwickelte Prognosen.

Entscheidende Analysemethoden

Sowohl die Prognosen des Bureau als auch die der Universität Chicago beruhen auf der von der Scripps Foundation Anfang der dreißiger Jahre entwickelten Kohorten-Komponenten-Methode der Bevölkerungsprognose. Diese Methode, die inzwischen auf der ganzen Welt das Standardverfahren zur Bevölkerungsprognose ist, verwendet exogene Schätzungen der ursprünglichen Bevölkerungsgröße, nach Alter und Geschlecht desaggregiert, und exogene alters- und geschlechtsspezifische Prognosen von Sterblichkeits-, Fruchtbarkeits- und Nettowanderungstrends, um Alters- und geschlechtsspezifische Prognosen des Bevölkerungsumfangs Jahr-für-Jahr-weise zu erstellen. Die Bezeichnung »Kohorten-Komponenten-Methode« bezieht sich darauf, daß jede »Kohorte« der Gesamtbevölkerung (d. h. jede Jahrgangsgruppe von Männern oder Frauen) getrennt und explizit im Hinblick auf jede demographische »Haupt-Komponente« (Sterblichkeitsrate, Fruchtbarkeitsrate und Nettowanderung) behandelt wird.

Statistische Standardverfahren wurden zur Entwicklung der exogenen Schätzungen von Anfangsbevölkerung und zukünftigen Sterblichkeitsraten sowohl der Census- als auch der Chicago-Prognose angewandt. Ähnliche Verfahren wurden zur Erstellung der exogenen Schätzungen des Bureau über zukünftige Fruchtbarkeitsraten benutzt. Bei der Chicago-Prognose beruhten die exogenen Schätzungen zukünftiger Fruchtbarkeitsraten jedoch auf komplexeren quantitativen Methoden, die auf anderen Grundannahmen hinsichtlich der die Fruchtbarkeitsraten beeinflussenden Hauptfaktoren fußen. Sowohl die Census- als auch die Chicago-Prognose unterstellen, daß im Zeitraum 1975-2000 keine Wanderung zwischen irgendwelchen Ländern der Welt auftreten wird.

Die Chicago-Methode zur Prognose von Fruchtbarkeitstrends wurde erstmals im August 1977 am Community and Family Study Center der Universität entwickelt und wird immer noch verfeinert. Bei den vorläufigen Schätzungen ging es darum, wie schnell Familienplanungsprogramme von den verschiedenen Völkern der Welt übernommen werden dürften, und um die wahrscheinliche Wirksamkeit dieser Programme. Diese Schätzungen wurden im September 1977 von einem Ausschuß von bevölkerungsstatistischen Experten kritisch überprüft. Die Ausschußmitglieder kritisierten zahlreiche Aspekte der Studie und waren allgemein der Ansicht, daß die Wirksamkeit von Familienplanungsprogrammen stark übertrieben dargestellt sei. Diese Kritik wurde von zusätzlichen in Chicago bereits in Durchführung begriffenen quantitativen Analysen untermauert.

Korrekturen, mit denen die geschätzten Auswirkungen von Familienplanungsprogrammen auf die unbereinigten Geburtenraten um etwa 50% reduziert wurden, wurden daher von der Chicago-Gruppe vorgenommen, und im Oktober 1977 wurde für *Global 2000* eine umfangreichere Reihe von Bevölkerungsprognosen für verschiedene Länder und Weltregionen vorbereitet, die um etwa 10-20% niedriger lagen als die Prognosen des statistischen Amts. Eine letzte Reihe von Prognosen für alle Länder der Welt wurde *Global 2000* im Februar 1978 übergeben. Sie enthielt eine Revision regionaler Prognosen, für die zuvor nur grobe Schätzungen verfügbar waren. Hierbei handelt es sich um die in Kap. 2 dargestellten Prognosen, die um etwa 5-10% höher liegen als die früheren Chicago-Prognosen.

Beide Prognosenreihen wurden mit Hilfe von Computerprogrammen in FORTRAN entwickelt und auf IBM 370/168 Computern gerechnet. Das Kohorten-Komponenten-Programm des Bureau of the Census besteht aus annähernd 1100 Zeilen Programmieranweisungen, die ausführliche Kommentare enthalten und durch ein Programm zur Schätzung prognostizierter Lebenstabellen von annähernd 200 Zeilen und ein Programm zur Schätzung prognostizierter altersspezifischer Fruchtbarkeitsraten von annähernd 15 Zeilen

unterstützt werden.* Das Kohorten-Komponenten-Programm von Chicago besteht aus annähernd 800 Zeilen Programmieranweisungen einschließlich Kommentar. Darüber hinaus verwendet die Fruchtbarkeitsmethode von Chicago ein gesondertes 30-zeiliges FORTRAN-Programm zur Berechnung der Gesamtfruchtbarkeitsraten, und ein 15-zeiliges FORTRAN-Programm zur Umrechnung der Gesamtfruchtbarkeitsraten in altersspezifische Fruchtbarkeitsraten.

Grundprinzipien

Die Kohorten-Komponenten-Methode konzentriert sich fast gänzlich auf die folgende demographische Grundgleichung:

Netto-Bevölkerungsveränderung = Geburten – Todesfälle $\pm$ Nettowanderung.

Damit diese Beziehung gilt, muß sie sich auf ein feststehendes Territorium beziehen, und keine der Komponenten darf irgendwelche Meßfehler enthalten. Prognosen über die regionale Bevölkerung und die gesamte Weltbevölkerung erhält man, indem man einfach die jeweiligen Landes- und Teilregion-Prognosen summiert, die als unabhängig voneinander angenommen werden. Ein Zuwachs einer Bevölkerung innerhalb eines bestimmten Gebietes erfolgt, wenn eine Person geboren wird oder zuwandert; umgekehrt nehmen die Bevölkerungszahlen durch Todesfälle oder Abwanderung ab.

Faktoren, die die Raten bestimmen, mit denen diese Ereignisse eintreten, sind für die Methode nebensächlich, und ihr Einfluß wird fast immer exogen geschätzt. Explizite Prognosen über Sterblichkeit, Fruchtbarkeit und Nettowanderung sind für die Kohorten-Komponenten-Methode erforderlich. Allerdings sind die diesen Prognosen zugrunde liegenden Faktoren gewöhnlich nicht explizit spezifiziert. Sie sind nicht nur nicht genau quantifiziert, sondern häufig nicht einmal genau identifiziert. Die Fruchtbarkeitsprognosen der Universität Chicago sind eine seltene Ausnahme. Außerdem muß in bezug auf die Nettowanderung jeder Ausgleich der prognostizierten Ströme an Einwanderern und Auswanderern zwischen verschiedenen Bevölkerungen exogen vorgenommen werden, wenn die Prognosen für Land und Subregion miteinander verträglich sein sollen. Für *Global 2000* wurde die Verträglichkeit dadurch erreicht, daß eine Nettowanderung von Null angenommen wurde.

* Eine Schätzung der demographischen Basisjahr-Parameter des Bureaus wird außerdem unter Verwendung der Computerprogramme erstellt, die in *Computer Programs for Demographic Analysis* von E. Arriaga, P. Anderson und L. Heligman (Washington, GPO, 1976) dargestellt sind.

Nach der Kohorten-Komponenten-Methode erfolgt die Erstellung von Bevölkerungsprognosen ausschließlich aufgrund (1) einer ersten geschätzten Bevölkerungsstruktur für ein bestimmtes Basisjahr im Sinne der verschiedenen Bevölkerungskohorten nach Geschlecht, und (2) einer Reihe exogener Prognosen über Sterblichkeits-, Fruchtbarkeits- und Nettowanderungsraten für jedes Jahr innerhalb der Prognose, die für jede der verschiedenen Bevölkerungskohorten spezifiziert werden. Eine Bevölkerungskohorte (oder genauer eine Geburtenkohorte) ist die Gesamtzahl von Männern oder Frauen einer Bevölkerung, die im selben Jahr geboren und daher gleichaltrig sind, obwohl Kohorten auch nicht für ein Jahr, sondern auch für andere Zeiträume definiert werden können. So zum Beispiel würde sich der Begriff Fünf-Jahreskohorte auf die Gruppe von Männern oder Frauen innerhalb einer Bevölkerung beziehen, die während desselben Fünf-Jahreszeitraums geboren sind.

Die Prognosen werden schrittweise Jahr um Jahr ausgehend von einer Basisjahrschätzung der Bevölkerungsstruktur der Regierung oder des Landes erstellt. Jede Kohorte altert in der Prognose jeweils um ein Jahr entsprechend ihrer exogen geschätzten Sterblichkeitsziffer (die sich als Prozentsatz der Überlebenden ausdrückt) und entsprechend einer beliebigen exogen geschätzten Nettowanderung (die entweder prozentual oder in absoluten Zahlen ausgedrückt werden kann). Geburten werden durch Multiplikation jeder weiblichen Kohorte im fruchtbaren Alter mit deren exogen geschätzter Fruchtbarkeitsrate für dieses Jahr errechnet (die sich in jährlichen Geburten auf 1000 Frauen einer bestimmten Altersgruppe ausdrückt). Diese Berechnungen ergeben eine neue Bevölkerungsstruktur, die sich von der ursprünglichen Struktur des Basisjahres unterscheidet und als neues Basisjahr zur Errechnung der Bevölkerungsstruktur des Folgejahres benutzt wird.

Da Sterblichkeits-, Fruchtbarkeits- und Nettowanderungsraten für alle Jahre, über die sich die Prognose erstreckt, vor allen Berechnungen zur Prognose der Gesamtstruktur der Bevölkerung für diese Jahre exogen geschätzt werden, wird von der Kohorten-Komponenten-Methode implizit unterstellt, daß altersspezifische Sterblichkeits-, Fruchtbarkeits- und Nettowanderungsraten mit der Gesamtstruktur der Bevölkerung in keiner direkten Beziehung stehen. So zum Beispiel sind die Fruchtbarkeitsraten als solche unabhängig von anderen Bevölkerungsstatistiken, obwohl die für ein bestimmtes Jahr prognostizierte Gesamtzahl an Geburten von der soeben für das Vorjahr prognostizierten Zahl der Alterszusammensetzung der fruchtbaren Frauen abhängig ist. Dies läuft letztendlich auf die Annahme hinaus, daß die Wahrscheinlichkeit, mit der eine Frau in einem bestimmten Jahr ein Kind bekommt, unabhängig davon ist, wieviel Männer auf wieviel Frauen kommen oder für wieviele Abhängige eine Person im Erwerbsalter unterhaltspflichtig ist.

Die Kohorten-Komponenten-Methode unterstellt außerdem implizit, daß exogen geschätzte Sterblichkeits-, Fruchtbarkeits- und Nettowanderungsraten in keiner unmittelbaren Beziehung zur Auswirkung der zukünftigen Bevölkerungsgröße und -struktur auf die Allokation ökonomischer Ressourcen oder auf die Entwicklung der Sozialpolitik sind. So zum Beispiel beruhen exogene Prognosen über Sterblichkeitsraten zwar implizit auf vorausgesagten Trends des Wirtschaftswachstums und der Modernisierung von sozialpolitischen Programmen, doch beruhen sie nicht auf präzisen quantitativen Beziehungen zwischen den folgenden Variablen: Pro-Kopf-Einkommen; Bedarf an Nahrungsmitteln, Wohnungen, Schulen, Arbeitsplätzen oder medizinischer Versorgung; wahrscheinliche Wohlfahrtsausgaben (unter expliziter Berücksichtigung des prognostizierten Investitions- und Devisenbedarfs eines Landes); Einfluß von Umweltfaktoren; und potentielle grundlegende ökonomische, soziale oder politische Veränderungen.

Die meisten Demographen, die die Kohorten-Komponenten-Methode verwenden, sind sich einig, daß viele dieser Beziehungen wichtige Determinanten der Bevölkerungsstruktur sind. Allerdings verweisen sie auch darauf, daß es unter den Bevölkerungsstatistikern keine allgemeine Einigkeit darüber gibt, welche Art von Einfluß jeder dieser Faktoren auf Sterblichkeit, Fruchtbarkeit und Nettowanderung hat. Auch gibt es keine Einigkeit darüber, wie derartige Einflüsse am besten quantitativ im Sinne von Strukturgleichungen darzustellen wären, und über die Werte, die Koeffizienten und Exponenten in bestimmten Gleichungen zugewiesen werden sollten.

Manche Demographen betonen, wie wichtig der kulturelle Kontext, die sozialen Normen und die allgemeine Wirtschaftssituation eines Landes für die Bestimmung von Niveau und Trends der Fruchtbarkeit sind. Viele von ihnen argumentieren, daß Fruchtbarkeitsraten nur dann als fallend prognostiziert werden können, wenn gleichlaufend andere größere soziale Veränderungen vorausgesagt werden. Zu diesen könnte die Erreichung eines großen Zuwachses des Pro-Kopf-Nationaleinkommens gehören, oder eine gleichmäßigere Verteilung des Nationaleinkommens, ein weit verbreitetes gutes Gesundheitswesen, eine Zunahme der Chancen für Frauen in Zahl und Umfang, verbesserte Bildungschancen für Kinder und die Schaffung anderer Möglichkeiten der Altersversorgung als Großfamilien.

Andere Demographen betonen, wie wichtig es ist, die direkte Fruchtbarkeitsregelung selbst durch die Praxis von Empfängnisverhütung, Sterilisierung und Abtreibung zu fördern. Viele behaupten, daß veränderte sozio-ökonomische Bedingungen wenig Einfluß im Sinne einer Senkung hoher Fruchtbarkeitsraten haben, wenn Informationen und Techniken zur Geburtenregelung nicht weithin verfügbar sind. Auch verweisen sie darauf, daß Prognosen über die Durchführung wirksamer nationaler Programme zur Versorgung mit diesen Techniken implizit

unterstellt, daß die anderen Verbesserungen der sozioökonomischen Situation gleichzeitig eintreten.

Wieder andere Demographen bezweifeln, ob die Bereitstellung von Informationen und Techniken zur Geburtenregelung einen großen Einfluß im Sinne einer beträchtlichen Senkung der Fruchtbarkeitsraten in vielen Ländern mit starken geburtsverherrlichenden Traditionen haben dürften. Manche verweisen darauf, daß ein höheres Pro-Kopf-Einkommen in vielen Bevölkerungen unterentwickelter Länder mit höheren Fruchtbarkeitsraten einherzugehen scheint.

Die Demographen verweisen auch darauf, daß es wenig Einigkeit unter Ökonomen und Sozialwissenschaftlern über den Einfluß von Bevölkerungsgröße und -struktur auf die ökonomischen und soziologischen Variablen gibt, die wiederum auf Bevölkerungsgröße und -struktur rückwirken könnten. Manche Wirtschaftswissenschaftler behaupten, daß ein hoher Bevölkerungszuwachs einen Druck auf begrenzte natürliche Ressourcen ausübt, die private und öffentliche Kapitalbildung senkt und dazu führt, daß ein Kapitalzuwachs nur zur Aufrechterhaltung und nicht zur Erhöhung des Kapitalbestands pro Arbeiter benutzt wird. Andere verweisen auf positive Effekte, wie Losgrößendegression und Spezialisierung, die durch zunehmende Abhängigkeit möglicherweise gesteigerte positive Motivation und die im Vergleich zu älteren Bevölkerungen positiveren Einstellungen, Fähigkeiten und Motivationen von Bevölkerungen mit jüngerem Altersdurchschnitt.

Anstatt also eine Reihe expliziter Beziehungen auszuwählen, die einzeln nicht ohne weiteres vertretbar sein könnten, ziehen die Demographen des Bureau of the Census die Aussage vor, daß beispielsweise Sterblichkeitsniveaus und -trends zu zahlreichen Faktoren in Beziehung stehen, darunter Quantität und Qualität von Ernährung und Wohnungswesen, Ausmaß verschiedener ökonomischer Engpässe, Verfügbarkeit medizinischen Wissens, Personals und medizinischer Ausrüstungen und Umfang des öffentlichen Gesundheitswesens. Sie prognostizieren Sterblichkeitsniveaus und -trends exogen als summarische Statistiken, ohne den Einzeleinfluß jedes dieser Faktoren besonders zu berücksichtigen, und weisen darauf hin, daß es häufig unangemessen sein dürfte, diese exogenen Prognosen zwecks Berücksichtigung verschiedener Annahmen über irgendeine Variable (z. B. Nahrungsmittelversorgung) zu revidieren. Nach Ansicht der Bevölkerungsstatistiker des Bureau könnten durchaus verschiedene vernünftige Annahmen über Nahrungsmittelversorgung in Anbetracht der zahlreichen Bestimmungsfaktoren der Sterblichkeit allesamt mit zuvor prognostizierten Annahmen über die Sterblichkeit verträglich sein.

Aus ähnlichen Gründen gehen sowohl die Prognosen des Bureau als auch der Universität Chicago für *Global 2000* davon aus, daß die Nettowanderung zwischen Ländern nach 1975 Null sein wird. Diese Annahme widerspiegelt zum

Teil die Entscheidung, die Prognosen zu vereinfachen und die Termine für das Projekt einzuhalten. Die Kohorten-Komponenten-Methode erfordert, daß ein sorgfältiger Ausgleich der Einwanderer- und Auswandererströme zwischen verschiedenen Bevölkerungen exogen vorgenommen wird – ein mühsamer Prozeß, den die Methode nicht erleichtert. Außerdem ist das statistische Material über frühere internationale Wanderungen zum größten Teil unvollständig und unzuverlässig, so daß eine einfache Trendextrapolation schwierig und nur beschränkt verwendungsfähig ist.

Doch spiegelt die Annahme einer Nettowanderung von Null auch die Tatsache wider, daß es zwischen Wirtschafts- oder Sozialwissenschaftlern nur begrenztes Einvernehmen darüber gibt, welche Kausalfaktoren (in welchen Gleichungen mit welchen Koeffizienten- oder Variablenwerten) die Hauptdeterminanten internationaler Wandertrends unter verschiedenen Umständen sind oder sein dürften. Zufällig ist die Annahme einer Nettowanderung von Null in der Vergangenheit für die meisten Länder der Welt gültig, aber für etliche davon eindeutig ungültig – die USA sind einer der hervorstechendsten Fälle dafür. Die Annahme einer Nettowanderung von Null für den Zeitraum 1975-2000 beruht daher mehr auf dem Mangel an Zeit, Mitteln, Daten und Theorie als auf der Überzeugung, daß diese Komponente auch tatsächlich Null bleibt. Die Prognose größerer internationaler Wanderungen hätte natürlich eine beträchtliche Auswirkung auf viele der anderen für *Global 2000* entwickelten Prognosen. Eine Prognose über Größenordnung und Richtung derartiger Wanderungen wäre jedoch wie im Fall der Prognosen über Dimension und Richtung von Klimaveränderungen etwas willkürlich und äußerst ungewiß ausgefallen.

Viele Demographen sind der Ansicht, daß sehr ungewisse Beziehungen bei der Erstellung von Bevölkerungsprognosen nicht explizit spezifiziert werden sollten. Sie meinen, daß die Methode derartige Beziehungen entweder implizit bei der Entwicklung exogener Prognosen über Sterblichkeit, Fruchtbarkeit und Nettowanderung behandeln oder sie völlig außer acht lassen sollte. *Die Methode der Universität Chicago zur Fruchtbarkeitsprognose ist hier eine Ausnahme.* Sie macht vergleichsweise gewagte Annahmen über eine weitverbreitete Einführung und Wirksamkeit von Familienplanungsprogrammen, wobei sie diese Annahmen explizit und quantitativ formuliert, und sie verwendet die auf diese Weise erzielten Fruchtbarkeitsprognosen als exogene Eingabedaten für die Erstellung von Bevölkerungsprognosen.

Die Chicago-Methode für Fruchtbarkeitsprognosen beruht auf fünf Hauptannahmen:

1. Zwei Hauptfaktoren für die Bestimmung des zukünftigen Verlaufs der Fruchtbarkeit einer Nation sind der Zeitpunkt, zu dem sie ein landesweites

Programm zur Empfängnisverhütung zu fördern beginnt, und die Intensität, mit der sie dieses Programm durchführt.

2. Von Ländern, die derzeit nicht über Programme zur Familienplanung verfügen, kann erwartet werden, daß sie in nächster Zukunft zumindest gewisse (Teil-)Programme einleiten, und von Ländern mit geringen oder gemäßigten Familienplanungsprogrammen kann erwartet werden, daß sie diese beträchtlich verstärken. Bis zum Ende des Jahrhunderts wird erwartet, daß jede Nation der Welt irgendwelche umfangreichen öffentlichen oder privaten Maßnahmen zur Geburtenkontrolle ergriffen hat.

3. Stetige, aber nicht unbedingt spektakuläre Fortschritte können auch auf anderen Gebieten der wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung erwartet werden (d. h. Maßnahmen zur Senkung der Säuglingssterblichkeit, Alphabetisierungskampagnen, Erhöhung des Lebensstandards und Förderung der Gemeindeentwicklung werden etwa mit den derzeitigen Raten fortgeführt). In anderen Worten, es ergibt sich ein rascher Rückgang der Fruchtbarkeit nicht allein infolge der ökonomischen Entwicklung oder der Fortschritte bei der Familienplanung, sondern aus beiden gleichzeitig.

4. Die vorausgesagte Rate des Rückgangs der Fruchtbarkeit wird direkt proportional zum Umfang der Maßnahmen der Familienplanung und zur Qualität dieser Maßnahmen sein, welche wiederum einige Schwankungen im Hinblick auf Kontinente, Kulturen, religiöse Gruppen und Niveaus der Wirtschaftstätigkeit enthält.

5. Mit welchem Tempo die Fruchtbarkeit abnimmt, läßt sich mit einer liegenden S-Kurve darstellen. Solange die Geburtenraten hoch sind und Familienplanungsprogramme erst noch sozial akzeptiert werden müssen, ist das Tempo niedrig. In dem Maße, wie die Geburtenraten auf niedrigere Niveaus fallen, beschleunigt sich das Tempo des Rückgangs auf ein Maximum, bei dem die unbereinigte Geburtenrate zwischen 20 und 38 Geburten pro tausend der Gesamtbevölkerung liegt. In diesem Zeitabschnitt kann das Tempo sehr groß sein. Wenn die unbereinigte Geburtenrate unter 25 liegt, wird auf dem Gebiet der Empfängnisverhütung vollständige Sättigung erreicht sein. Nicht praktiziert wird sie zu diesem Zeitpunkt wahrscheinlich von jungen Menschen, die eine Familie gründen wollen, und von ein paar reaktionären Nachzüglern. Der Rückgang der Fruchtbarkeit setzt sich fort, jedoch mit abnehmendem Tempo, bis sie nahezu oder ganz das Niveau erreicht hat, bei dem Geburten und Sterbefälle einander ausgleichen.

Diese Annahmen sind explizit in einer Reihe von Tabellen quantifiziert, die prognostizierte Abnahmen der Gesamtfruchtbarkeitsraten für den Zeitraum 1975-2000 in Abhängigkeit von den geschätzten Werten für 1975 (1) der Gesamtfruchtbarkeitsrate und (2) des Wirkungsgrads von Familienplanungsprogrammen in bestimmten Ländern oder Regionen darstellen. Nur eine Tabellen-

reihe wird zur Prognose der Fruchtbarkeitsabnahmen für alle Regionen und Länder eines bestimmten Szenarios verwendet; jedes der drei Szenarien von *Global 2000* verfügt über eine eigene Tabellenreihe. Es können nur Abnahmen prognostiziert werden; keine der für den Zeitraum nach 1975 prognostizierten Ereignisse oder Trends beeinflussen die Fruchtbarkeitsprognosen, die lediglich von den beiden oben zitierten Statistiken von 1975 abhängig sind. Die zum Entwerfen der verschiedenen Szenarien verwendeten Tabellenreihen enthalten verschiedene Annahmen über das Tempo, mit dem Maßnahmen zur Familienplanung ergriffen oder verstärkt werden, und über die prognostizierte Wirksamkeit dieser Programme. Die Tabellen wurden von der Chicago-Gruppe auf der Grundlage statistischer Analysen ausgewählter Länder und kritischer Anmerkungen anderer Demographen erstellt.

Viele Bevölkerungsstatistiker vertreten die Meinung, daß die Chicago-Methode zur Fruchtbarkeitsprognose den Einfluß von Familienplanungsprogrammen auf die Fruchtbarkeitsraten überbetont, doch haben nur wenige Fachleute alternative Methoden vorgeschlagen, um den Einfluß dieser Programme in Verbindung mit anderen Faktoren zu berücksichtigen. Tatsächlich argumentieren die meisten Demographen zwar, daß die Kausalität komplexer sei, stimmen jedoch den obigen Annahmen 1 und 2 über die weitverbreitete Einführung von Familienplanungsprogrammen bis zum Jahre 2000 und die darauffolgende Abnahme der Fruchtbarkeit zu. Zum Beispiel lag den Fruchtbarkeitsprognosen des Bureau of the Census die folgende Annahmenreihe zugrunde, die den bei Erstellung der Bevölkerungsprognosen der UNO verwendeten Fruchtbarkeitsannahmen ähnelt:

1. Die unterentwickelten Länder werden weiterhin im Zeitraum 1975-2000 mittlere Fortschritte in der sozialen und wirtschaftlichen Entwicklung machen.
 2. Die Fruchtbarkeitsraten werden in dem Maße abnehmen, wie die UL eine soziale und wirtschaftliche Entwicklung erleben. Langfristig werden die Fruchtbarkeitsraten mehr oder weniger kontinuierlich zurückgehen, auch wenn unter Umständen gewisse zeitweilige Plateaus auftreten.
 3. Fast alle Länder, in denen das nicht bereits der Fall ist, werden im Zeitraum 1975-2000 einem beträchtlichen Teil der Bevölkerung Familienplanungsprogramme anbieten, und Länder mit bereits laufenden Familienplanungsprogrammen werden diese besonders auf ländliche Gebiete ausdehnen.
 4. Kenntnisse und Methoden der Familienplanung werden in Bevölkerungen bekannter und besser genutzt, die die Fruchtbarkeit senken wollen, und die weitere Verbreitung dieser Praktiken wird den Prozeß des Sinkens der Fruchtbarkeit fördern. In Ländern, in denen rascher sozialer und ökonomischer Fortschritt mit dem starken Wunsch nach kleineren Familien zusammenfallen, wird die Fruchtbarkeit sehr rasch zurückgehen.
-

Sowohl die Annahmen des Bureau als auch die der Universität Chicago (im Hinblick auf prognostizierte Fruchtbarkeitsabnahmen) könnten nahelegen, daß diese Fruchtbarkeitsabnahmen in den meisten Ländern von genauso raschen und gleichzeitig verlaufenden Abnahmen des Bevölkerungszuwachses begleitet sein werden. Zwar werden abnehmende Zuwachsraten für manche Länder vorausgesagt, doch ist festzustellen, daß die Fruchtbarkeitsraten im Zeitraum 1960-75 zwar in den meisten Weltregionen zurückgingen, die Gesamtweltbevölkerung aber im Zeitraum 1970-74 mit 1,9% jährlich fast genauso schnell zunahm wie im Zeitraum 1960-70, wie aus Fig. 15-1 hervorgeht. Daher überrascht es nicht, daß *Global 2000* zwar für die meisten Länder für den Zeitraum 1975-2000 abnehmende Fruchtbarkeitsziffern annimmt, jedoch in den Prognosen des Bureau mit mittlerem Zuwachs ein fortgesetzter weiterer Zuwachs der Weltbevölkerung mit konstanter Quote (1,8% jährlich) für den größten Teil dieses Zeitraums (1975-95) vorausgesagt wird. Hierbei wird davon ausgegangen, daß die Fruchtbarkeitsraten beispielsweise in Bangladesch im Zeitraum 1975-2000 um etwa 40% abnehmen werden; doch wird dagegen unterstellt, daß die Fruchtbarkeitsraten im selben Zeitraum in den USA um 20% und in Westeuropa um 10% steigen werden.

Als Prämisse setzten sowohl die Census- als auch die Chicago-Prognosen für ihre exogenen Prognosen über Abnahmen der weltweiten Fruchtbarkeitsraten voraus, daß sich die jüngsten Trends einer Verbesserung der wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse fortsetzen. Indessen weisen die BSP-Prognosen von *Global 2000* Quoten auf, die im allgemeinen unter denen der jüngsten Vergangenheit liegen. Für einige sehr arme Länder wird sogar prognostiziert, daß Pro-Kopf-BSP und pro-Kopf-Nahrungsmittelverbrauch in diesem Zeitraum abnehmen.

Darüber hinaus setzen die Fruchtbarkeits- und Sterblichkeitsprognosen voraus, daß es zwar mittlere Fortschritte bei der Verbesserung der Mittel zur Geburten- und Sterbekontrolle geben wird, daß jedoch keine größeren technischen Durchbrüche erfolgen. Dies wird nicht als unlogisch betrachtet angesichts der Tatsache, daß nicht solche medizinischen Durchbrüche der Hauptbestimmungsfaktor für den Rückgang von Fruchtbarkeit und Sterblichkeit sein werden, sondern das Ausmaß, in dem vorhandene Techniken die gesamte Bevölkerung erfassen, insbesondere in ländlichen Gebieten. Als weitere Annahme ist in beiden Prognosereihen zur Bevölkerungsentwicklung implizit enthalten, daß Umfang und Verbreitung vorhandener Techniken stark von der Fähigkeit von Regierungen abhängen, diese Techniken über Programme der Familienplanung und des öffentlichen Gesundheitswesens durchzusetzen.

Infolgedessen mögen zwar Verbesserungen bei der Technik zur Geburtenkontrolle – z. B. ein orales Empfängnisverhütungsmittel mit weniger Nebenwirkungen, eine seltener einzunehmende Pille, eine Pille für den Mann, oder reversible

Sterilisierung – eintreten, sowie Verbesserungen der Verfahren zur Senkung der Sterblichkeit – wie z. B. einfache, leicht anzuwendende und wirksame Methoden zur Verhütung von Lebensmittelvergiftungen oder Wurmkrankheiten –, doch ist es unklar, ob diese technischen Fortschritte bis zum Jahre 2000 eine bedeutende Auswirkung auf das Fruchtbarkeits- und Sterblichkeitsniveau haben werden. Daher sind sie in den Prognosen nicht dargestellt.

Auch wurde implizit unterstellt, daß es keine technischen Rückschläge geben wird (z. B. keine weitere Zunahme der Hinweise auf schädliche Nebenwirkungen von Pille oder Sterilisierung oder größere Einbrüche bei der Pockenbekämpfung). Technische Durchbrüche oder Einbrüche würden nach Ansicht der Bevölkerungsstatistiker, die die Prognosen für das Jahr 2000 erstellten, diese Prognosen nur näher an die niedrigen oder hohen Prognosereihen heranrücken, die als wahrscheinliche Ober- und Untergrenzen der Bevölkerungsentwicklung betrachtet werden.

Grundkomponenten

Bezogen auf die Erfordernisse von *Global 2000* führt die Kohorten-Komponenten-Methode zu expliziten Schätzungen des zukünftigen Bevölkerungszuwachses, die auf exogenen Schätzungen der Sterblichkeit, Fruchtbarkeit und Nettowanderung beruhen (wobei die für *Global 2000* entwickelten Prognosen allerdings eine Nettowanderung von Null unterstellen). Die Chicago-Prognosen beruhen auf einer expliziteren Methode zur Fruchtbarkeitsvoraussage, die sich aus exogenen Schätzungen des Umfangs der Durchsetzung und wahrscheinlichen Wirksamkeit von Programmen zur Familienplanung stützt. Keine der beiden Methoden berücksichtigt explizit Wirtschaftswachstum, Ressourcenbedarf und -verfügbarkeit oder Umweltschäden. Indessen setzen beide Methoden voraus, daß sich die neuesten Trends bei diesen Faktoren ohne größere Korrekturen oder Brüche fortsetzen.

Im einzelnen wird die zur Erstellung beider Prognosereihen verwendete Kohorten-Komponenten-Methode mittels eines dynamischen Computermodells angewandt, das Berechnungen auf einer Jahr-für-Jahr-Basis anstellt. Bevölkerungsprognosen werden getrennt nach Einzelländern oder Regionen entwickelt. Die Prognosen des Bureau und der Universität Chicago für *Global 2000* wurden getrennt für die in Tab. 15-1 aufgeführten 23 Länder und Teilregionen erstellt. Ausgewählt wurden die Länder und Teilregionen durch den Stab von *Global 2000*.

Die 12 UL, für die getrennte Prognosen gemacht wurden, repräsentieren etwa 75% der derzeitigen Gesamtbevölkerung der unterentwickelten Regionen. Eine

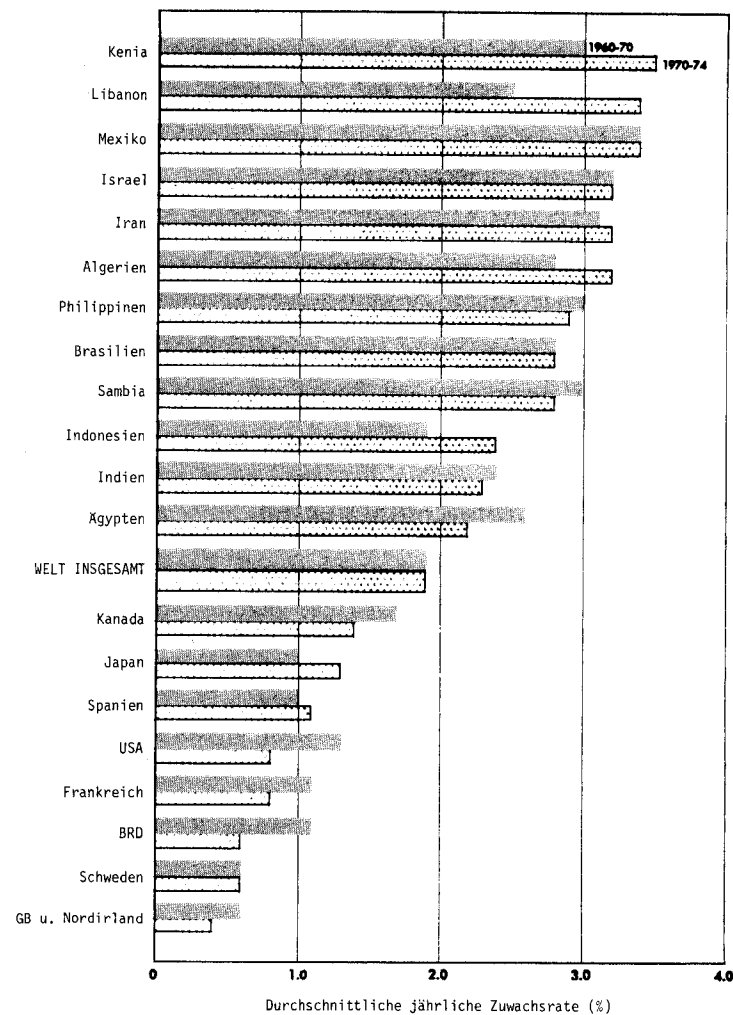


Fig. 15-1 Bevölkerungswachstum ausgewählter Länder, 1960-70 und 1970-74. (*Social Indicators 1976, Bureau of the Census, 1977*).

geographische Perspektive für die diesen Prognosen zugrunde gelegten Methode wird auf einer der Farbtafeln zur Veranschaulichung der Erörterung in Kap. 14 gegeben. Die Prognosen wurden für jedes der 25 Jahre im Zeitraum 1975-2000 erstellt und sind in Kap. 2 zusammengefaßt. Jede Prognose gibt die Gesamtbe-

Tab. 15-1
Regionen, Unterregionen und Länder, für die
Bevölkerungsprognosen entwickelt wurden

Region	Unterregionen und Länder ^a
Afrika	Ägypten Nigeria Übriges Afrika
Asien und Ozeanien	VR China Indien Indonesien Bangladesch Pakistan Philippinen Thailand Südkorea Übriges Asien und Ozeanien (ohne <i>Australien</i> und <i>Neuseeland</i>)
Lateinamerika	Brasilien Mexiko <i>Gemäßigtes Südamerika</i> Übriges Lateinamerika
UdSSR und Osteuropa	<i>UdSSR</i> <i>Osteuropa</i> ^b einschl. <i>Albanien</i> und <i>Jugoslawien</i>
Nordamerika, Westeuropa, Japan, Australien und Neuseeland	USA und Kanada, einschl. <i>Grönland</i> , <i>Bermudas</i> , <i>St. Pierre</i> und <i>Miquelon</i> <i>Westeuropa</i> <i>Japan</i> <i>Australien</i> <i>Neuseeland</i>

^a Die kursiv gesetzten Länder sind »Industrieländer«, die übrigen »Entwicklungsländer«.

^b Osteuropa schließt ein: *Bulgarien*, die *Tschechoslowakei*, die *DDR*, *Ungarn*, *Polen* und *Rumänien*.

^c Westeuropa schließt ein: Die *Kanalinseln*, *Dänemark*, die *Färöer-Inseln*, *Finnland*, *Island*, *Irland*, die *Isle of Man*, *Norwegen*, *Schweden*, *Großbritannien* und *Nordirland*, *Andorra*, *Gibraltar*, *Griechenland*, *Italien*, *Malta*, *Portugal*, *San Marino*, *Spanien*, *Österreich*, *Belgien*, *Frankreich*, die *Bundesrepublik Deutschland*, *Liechtenstein*, *Luxemburg*, *Monaco*, die *Niederlande* und die *Schweiz*.

völkerung nach Alter und Geschlecht wieder. Die Altersgruppen sind in Fünfjahreskohorten angegeben.

Für jede geographische Einheit wurden Prognosen mit hohem, mittlerem und geringem Zuwachs erstellt, die die höchsten, mittleren und niedrigsten Bevölkerungszählungen repräsentieren, die vernünftigerweise in Anbetracht gegenwärtiger Trends und Kenntnisse in den kommenden Jahren zu erwarten sind. Es wird erwartet, daß das tatsächliche Bevölkerungswachstum einem Pfad folgt, der nahe an der mittleren Prognose liegt.

Die drei Prognosen gehen jeweils von nur einer Basisjahrschätzung über Altersstruktur, Sterblichkeit und Fruchtbarkeit der Bevölkerung aus, auch wenn die amtlichen und die Chicago-Prognosen in vielen Fällen sowohl sehr unter-

schiedliche Schätzungen als auch unterschiedliche Basisjahre benutzen. Im allgemeinen wurde das Jahr 1975 für beide Prognosereihen herangezogen, sofern einigermaßen stabile Schätzungen über Bevölkerungsgröße und Fruchtbarkeits- und Sterblichkeitsniveau für dieses Jahr gemacht werden konnten. Ansonsten wurde ein früheres Basisjahr ausgewählt. Die Behandlung der VR China in der Prognose des Bureau of the Census ist das hervorstechendste Beispiel für einen Fall, wo die Auswahl eines früheren Basisjahrs von größerer Bedeutung für die Gestaltung der drei Prognosen des Amts war. Das aktuellste Jahr, für das zuverlässige Daten für China verfügbar waren, war das Jahr 1953. Daher sind für 1975 drei verschiedene Schätzungen über die chinesische Bevölkerung vom Bureau aus dem Basisjahr 1953 prognostiziert worden, während die Chicago-Prognosen für 1953 bis 1975 ein und dieselbe Prognose des Bevölkerungszuwachses in China benutzen.

Die hohen, mittleren und niedrigen Prognosen des Bureau für jedes Land und jede Teilregion verwenden dieselbe exogene Reihe von Sterblichkeitsprognosen (China ist hier infolge der großen Unsicherheiten bei allen chinesischen Volkszählungsdaten die einzige Ausnahme.) Jede Prognose des Amts verwendet außerdem dieselbe exogene Reihe von Wanderungsprognosen – nämlich, daß die Nettowanderung zwischen allen Ländern nach 1975 Null sein wird.* Nur die exogenen Fruchtbarkeitsprognosen werden variiert, um die drei Bevölkerungsprognosen für jede Region und jedes Land zu erzeugen.

Die Chicago-Prognosen wurden ungefähr auf dieselbe Weise entwickelt. Sie unterstellen ebenfalls eine Nettowanderung von Null, verwenden im allgemeinen aber andere Basisjahr-Schätzungen und andere Sterblichkeits- und Fruchtbarkeitsprognosen. Für die Fruchtbarkeitsprognosen der Universität Chicago wurde jedes behandelte Land außerdem danach eingeteilt, ob es nach Beurteilungen der Weltbank starke, mittlere oder schwache Maßnahmen zur Familienplanung ergriffen hat.

Wie bereits festgestellt sind viele der beiden Prognosen zugrunde gelegten Daten weder von guter Qualität noch sehr aktuell. Theoretisch sind jährliche Daten über Bevölkerungszuwachs oder natürliche Bevölkerungszunahme aus nationalen Geburten- und Sterberegistern oder aus laufenden kontinuierlichen Erhebungen zu erhalten, doch in der Praxis gibt es in den UL keines dieser beiden Datensammlungssysteme. Von 52 UL in einer neueren Untersuchung des Bureau of the Census² verfügen derzeit nur acht über eine wenigstens zu 90 % vollständige Erfassung von Geburten und Todesfällen. Mit Ausnahme Sri Lankas liegen alle diese Länder in Lateinamerika (Chile, Costa Rica, Guatemala, Guayana, Jamaika,

* Für drei Länder in den Prognosen des Amts (Mexiko, Philippinen und Südkorea) wurde die Wanderung über 1975 hinaus prognostiziert, indem unter Verwendung früherer demographischer Daten Basisjahr-Schätzungen für 1975 entwickelt wurden.

Panama und Uruguay). Weitere fünf Länder (Ägypten, Tunesien, El Salvador, Nicaragua und Ostjordanien) verfügen über Geburtenregister (aber nicht über Sterberegister) mit einer geschätzten Vollständigkeit von wenigstens 90%. Sechs Länder verfügen über eine laufende Erhebung, von denen drei (Lesotho, Indien und Brasilien) gegenwärtig Daten sammeln, die zur Schätzung von Zuwachsraten oder von natürlichen Zunahmeraten auf Jahresbasis verwendet werden können.

Mangels zuverlässiger Daten aus Geburten- und Sterberegistern und fortlaufenden Erhebungen müssen sich Länder für die Schätzung von Niveaus und Trends des Bevölkerungszuwachses auf Volkszählungen und ad hoc-Erhebungen verlassen. Unter Verwendung der im Zeitraum 1956-76 durchgeführten Volkszählungen lassen sich für 35 der 52 behandelten Länder Zuwachsraten zwischen den Volkszählungen ableiten. Ägypten, Tunesien, die Republik Südkorea und die Philippinen führten in diesem Zeitraum mehr als zwei Volkszählungen durch; daher können für jedes dieser Länder mindestens zwei Zuwachsraten zwischen Volkszählungen errechnet werden.

Die meisten der behandelten Länder haben mindestens eine Volkszählung oder Erhebung durchgeführt, mit der Daten sowohl über Geburten und Todesfälle gesammelt wurden; daher verfügen sie zumindest für einen Zeitpunkt über Schätzungen des Bevölkerungszuwachses. Nur vier Länder haben zwei oder mehr derartige Volkszählungen durchgeführt, und 10 haben zwei oder mehr Erhebungen durchgeführt, bei denen derartige Daten gesammelt wurden. Daher ist es nur für wenige der 52 Länder möglich, zu Schätzungen über den Trend des Bevölkerungszuwachses zu gelangen. Trends bei der Fruchtbarkeits-Komponente können für weitere 18 Länder geschätzt werden, die in zwei Volkszählungen Daten über Geburten sammelten, und für 15 Länder, die solche Daten in zwei oder mehr Erhebungen gesammelt haben. Keine dieser Datensammlungen bietet jedoch jährliche Schätzungen über Niveau oder Trend des Bevölkerungszuwachses oder über die Komponenten der Veränderung.

Vorhandene bevölkerungsstatistische Systeme bieten die größten Möglichkeiten zur Abgabe regelmäßiger und aktueller Schätzungen der Bevölkerungsveränderungen; doch beträgt die zeitliche Verschiebung zwischen Sammlung und Verfügbarkeit von Daten häufig mehrere Jahre (für Volkszählungsdaten zuweilen bis zu sechs Jahren, für Erhebungsdaten im allgemeinen nur ein bis zwei Jahre). Volkszählungen und Erhebungen werden zwar in regelmäßigen Abständen stattfinden, doch können sie keine jährlichen Schätzungen des Bevölkerungszuwachses liefern. Mit Ausnahme der wenigen Länder, die über zuverlässige bevölkerungsstatistische Daten verfügen, erhalten die Bevölkerungsstatistiker erst jetzt genügend Informationen, um Bevölkerungsveränderungen messen zu können, die Ende der 60er und Anfang der 70er Jahre eingetreten sind.

Grundlegende Verfahren

Endogene Prognosen der Bevölkerungsgröße

Das Kohorten-Komponenten-Programm des Bureau of the Census zur Erstellung von Bevölkerungsprognosen für ein bestimmtes Land oder eine bestimmte Region enthielt die folgenden Schritte:

1. Zunächst Einlesen der exogenen Basisjahr-Schätzungen, der Anzahl von Frauen und Männern in jeder Fünfjahreskohorte der Bevölkerung (z. B. die Anzahl von Männern im Alter von 20-24).
 2. Desaggregation dieser Basisjahrschätzungen, so daß sie in Einzeljahreskohorten der Bevölkerung angegeben werden (z. B. die Anzahl der Männer im Alter von 20 Jahren). Diese Desaggregation wird unter Verwendung einer Interpolationsfunktion erreicht, die eine stetig konvexe Kurve erzeugt, auf der zunehmendes Kohorten-Alter in Relation zur abnehmenden Kohortengröße steht.
 3. Daraufhin Einlesen der exogenen Statistiken über Sterblichkeit, Fruchtbarkeit und Nettowanderung, die der Schätzung nach für die Basisjahrbevölkerung während des Basisjahres gelten. Die Sterblichkeits- und Nettowanderungs-Statistiken werden für jede Fünfjahreskohorte von Männern und Frauen angegeben, und die Fruchtbarkeitsstatistiken für jede Fünfjahreskohorte gebärfähiger Frauen (z. B. Geburten auf tausend Frauen im Alter von 15-19).
 4. Desaggregation dieser Mortalitäts- und Nettowanderungsstatistiken, so daß sie jeweils in Einzeljahreskohorten der Bevölkerung dargestellt sind. Die Sterblichkeitsstatistiken werden unter Verwendung einer Interpolationsfunktion desaggregiert, die eine stetig konvexe Kurve erzeugt, auf der zunehmendes Kohortenalter in Relation zu abnehmender Überlebensquote steht. Die Nettowanderungs-Statistiken werden unter Verwendung einer Interpolationsfunktion desaggregiert, die mit zunehmendem Kohortenalter eine schiefe Normalverteilung erzeugt, die die Annahme widerspiegelt, daß der größte Teil der Wanderungen bei den Kohorten im arbeitsfähigen Alter auftritt. Die Fruchtbarkeitsstatistiken brauchen nicht desaggregiert zu werden, da die jährlichen Geburten einfach dadurch geschätzt werden können, daß die jährliche durchschnittliche Fruchtbarkeitsquote für eine Fünfjahreskohorte auf die Gesamtzahl der Kohorte umgerechnet wird.
 5. Einlesen der Sterblichkeits-, Fruchtbarkeits- und Nettowanderungsstatistiken, deren Geltung für eine etwas veränderte Bevölkerung in einem zukünftigen Jahr prognostiziert wird. Wie zuvor werden Sterblichkeits- und Nettowanderungsstatistiken für jede Fünfjahreskohorte von Männern und Frauen angegeben, während Fruchtbarkeitsstatistiken für jede Fünfjahreskohorte von Frauen im gebärfähigen Alter angegeben werden.
-

6. Desaggregieren der neuen Sterblichkeits-, Fruchtbarkeits- und Nettowanderungsstatistiken, so daß sie für jede einzelne Jahreskohorte der Bevölkerung angegeben werden, unter Verwendung der bereits in Schritt 4 beschriebenen Desaggregierungsverfahren.

7. Berechnung der Sterblichkeitsstatistiken für die Zwischenjahre unter Verwendung einfacher linearer Extrapolationen.

8. Errechnung der Nettowanderungsstatistiken für die Zwischenjahre unter Verwendung einfacher linearer Extrapolationen.

9. Errechnung der Fruchtbarkeitsstatistiken für die Zwischenjahre unter Verwendung einfacher linearer Extrapolationen.

10. Schrittweises Errechnen der Zahl von Frauen und Männern in jeder Einzeljahreskohorte der Bevölkerung für jedes Jahr, für das Sterblichkeits-, Fruchtbarkeits- und Nettowanderungsstatistiken prognostiziert worden sind, in der nachstehenden Schrittfolge:

(a) Hinzufügung der halben Nettowanderung des Jahres, die positiv oder negativ sein kann; (b) Vorausberechnung des Bevölkerungstrends auf ein Jahr entsprechend der prognostizierten Überlebensquoten; (c) Hinzufügung der anderen Hälfte der Nettowanderung dieses Jahres; (d) Bestimmung der Anzahl neuer Geburten, indem die prognostizierte Anzahl von Frauen in jeder gebärfähigen Kohorte während des Jahres genommen, der Durchschnitt dieser Zahl vor und nach der Wanderung und vor und nach den Überlebensberechnungen gebildet und mit der entsprechenden Fruchtbarkeitsziffer multipliziert wird; (e) Bestimmung der Anzahl überlebender Neugeborener am Ende des Jahres unter Verwendung der jeweiligen prognostizierten Überlebensquoten.

11. Heranziehung der neuen Basisjahr-Schätzung der Anzahl von Männern und Frauen in jeder Einzeljahres-Kohorte der Bevölkerung, wie soeben prognostiziert, und Wiederholung der Schritte 5 bis 11, bis die Bevölkerungszahlen für alle Jahre errechnet sind, für die eine Prognose gewünscht wird.

Das Kohorten-Komponenten-Programm der Universität Chicago weist eine ähnliche Schrittfolge auf.

Bevölkerungsgröße: Das Beispiel Ägypten

Für den größten Teil des Rests dieses Kapitels wurde Ägypten als Beispiel herangezogen, um Ähnlichkeiten und Unterschiede bei Benutzung der Kohorten-Komponenten-Methode durch das Bureau of the Census einerseits und die Universität Chicago andererseits zu skizzieren. Unterschiede bei diesen Beispielen zeigen unter anderem auf, wie weit die bevölkerungsstatistische Prognose zu den schönen Künsten und nicht zu den exakten Wissenschaften zählt.

Das Wachstum der Bevölkerung Ägyptens, wie es vom Bureau of the Census

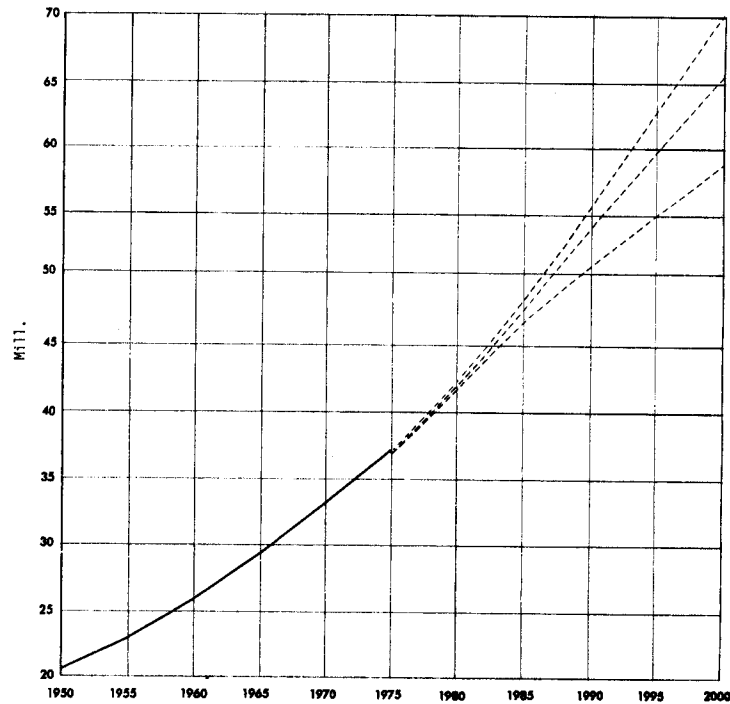


Fig. 15-2. Bevölkerungswachstum Ägyptens, 1950-2000; Census-Prognosen. Die Angaben für 1950-75 sind aus: *World Population 1975: Recent Demographic Estimates for the Countries and Regions of the World*, Bureau of the Census, 1976. Die Schätzungen wurden für die Global-2000-Studie auf den neusten Stand gebracht; dabei ergab sich bei 1975 eine Inkonsistenz in der Bevölkerungszeitreihe 1950-75. Eine revidierte, konsistente Zeitreihe für 1950-75 wird im Zusammenhang mit: Bureau of the Census, *World's Population: 1977*, vorbereitet.

unter Verwendung der Kohorten-Komponenten-Methode prognostiziert wird, ist in Fig. 15-2 dargestellt. Wie zu ersehen ist, nahm die Bevölkerung Ägyptens im Zeitraum 1950-75 mit einer jährlichen Zuwachsrate von 2,4% zu, und wird der Prognose zufolge im Zeitraum 1975-2000 mit fast derselben Quote ($2,3 \pm 0,4\%$) weiterwachsen.

Dasselbe Beispiel aus den Chicago-Prognosen (Fig. 15-3) zeigt für Ägypten für den Zeitraum 1975-2000 eine beträchtlich geringere jährliche Zuwachsrate ($1,8 \pm 0,1\%$), als aus der vergangenen Entwicklung oder den Prognosen des Bureau

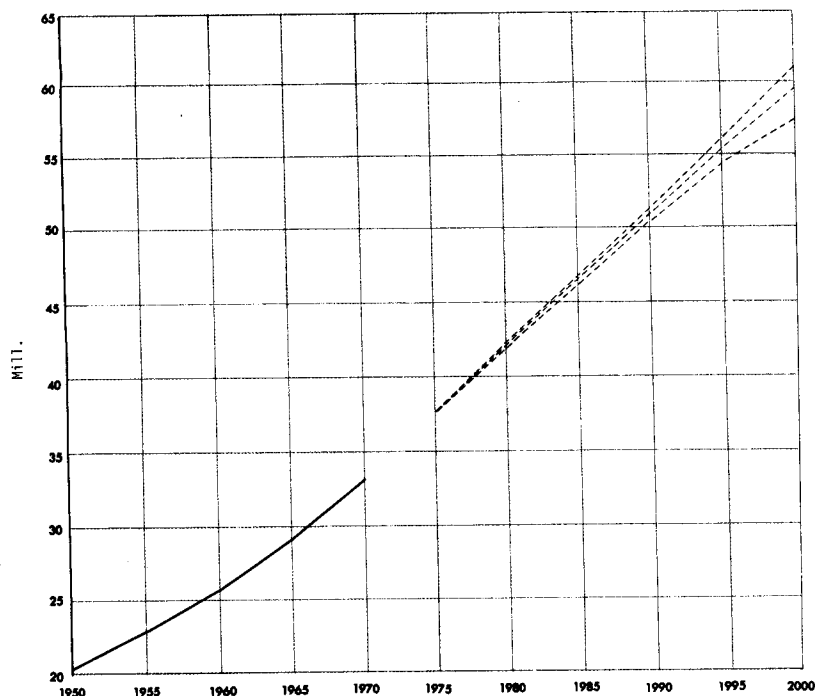


Fig. 15-3. Bevölkerungswachstum Ägyptens, 1950-2000, Chicago-Prognosen. Die Angaben für 1950-70 stammen aus: *World Bank Atlas, 1976*.

hervorgeht. Sowohl die Census- als auch die Chicago-Prognosen schätzen, daß die ägyptische Bevölkerung im Jahre 2000 1,0% der Weltbevölkerung ausmachen wird.

Die Prognosen unterscheiden sich, weil sie von verschiedenen Basisjahrschätzungen der ägyptischen Bevölkerungsgröße im Jahre 1975 ausgehen und unterschiedliche exogene Prognosen und Sterblichkeits- und Fruchtbarkeitsraten verwenden. Die Bevölkerungsschätzungen des Bureau für 1975 liegen niedriger als die von Chicago, und die Prognosen des Bureau für die Sterblichkeitsraten sind niedriger, doch sind dessen Prognosen über Fruchtbarkeitsraten höher, was zu allgemein höheren Bevölkerungsprognosen für Ägypten im Jahre 2000 führt. Beide Prognosen unterstellen, daß keine Nettowanderung eintritt, keine für Fruchtbarkeits- oder Sterblichkeitsraten relevanten neuen Techniken entwickelt werden und sich die jüngsten Trends bei Wirtschaftswachstum und Modernisierung fortsetzen.

Der Unterschied zwischen den beiden Schätzungen der ägyptischen Bevölkerung zum 1. Juli 1975 ergibt sich daraus, daß die Chicago-Prognosen auf den Schätzungen der Weltbank über die Bevölkerung von 1975 beruhen. Im Gegensatz dazu fußen die Prognosen des Bureau auf dem Vorlauf der ägyptischen Volkszählung vom November 1976 (auf den 1. Juli 1975 zurückgerechnet aufgrund registrierter Geburten und Todesfälle, wobei die Geburten um 2% nichtregistrierte und die Todesfälle um 4% nichtregistrierte korrigiert wurden). Da nur eine vorläufige Gesamtzahl der Volkszählung zur Verfügung stand, konnte die Volkszählung nicht auf Erfassungsfehler korrigiert werden. Da keine Altersverteilung aus der Volkszählung 1975 zur Verfügung stand, wurde die Altersverteilung für 1975 aus der mittleren Variante der Prognosen der UNO außerdem sowohl von den Census- als auch von den Chicago-Prognosen als Basisjahr-Altersverteilung akzeptiert.

Exogene Sterblichkeitsraten

Sowohl die Census- als auch die Chicago-Prognosen verwenden dasselbe Zwei-Schritt-Verfahren für die Entwicklung exogener Prognosen der Sterblichkeit. Zunächst werden die Lebenserwartungs-Vorgaben bei Geburt in Fünfjahresintervallen über den Zeitraum prognostiziert, für den die Voraussage erfolgen soll. Dann werden diese Zahlen für jede Fünfjahreskohorte der Bevölkerung (z. B. Männer im Alter 20-24) in die Überlebensquoten für den Fünfjahreszeitraum übersetzt.

Die Lebenserwartungs-Vorgaben bei Geburt für jedes Land lassen sich auf zweierlei Weise entwickeln. Für manche Länder wird eine Lebenserwartungsvorgabe für das Jahr 2000 ausgewählt, wobei man die Lebenserwartungen für die Zwischenjahre durch Zugrundelegen einer annehmbaren Struktur der Veränderung der Sterblichkeit erhält. Für andere Länder werden Struktur und Umfang der Veränderungen der Sterblichkeit von Jahr zu Jahr prognostiziert, wobei sich die schließliche Lebenserwartung für das Jahr 2000 aus diesem Prozeß ergibt.

Die Wahl der Methode hängt vom Charakter der vorhandenen Daten und vom Urteil des Bevölkerungsstatistikers ab. Wo zum Beispiel Trends bei der Veränderung der Sterblichkeit festzustellen sind, werden sie beurteilend extrapoliert. Wo Prognosen über die Lebenserwartung im Jahr 2000 vom betreffenden Land erstellt worden sind und als zuverlässig beurteilt werden, werden diese Prognosen verwendet. Stets berücksichtigt werden nationale Prognosen und solche von internationalen Organisationen, und Analysen von Sterblichkeitstrends, wie sie in ähnlichen Ländern in derselben Region aufgetreten sind, die bereits den für die betreffenden Länder relevanten Teil der Sterblichkeitsveränderung durchgemacht haben.

Die Sterblichkeitsprognosen der Universität Chicago leiten sich zum Teil von Trenduntersuchungen der UNO über den Rückgang der Sterblichkeit und von Prognosen über zukünftige Rückgänge der Sterblichkeit ab, wobei die Annahme zugrunde gelegt wird, daß nationale und internationale Bemühungen der Volksgesundheitspflege und medizinischen Versorgung der Bevölkerung fortgesetzt werden. Außerdem sind sie abgeleitet von den Korrekturen der Weltbank und den Prognosen der UNO, die sich auf die Beobachtung stützen, daß der Rückgang der Sterblichkeit in den letzten Jahren in gewissen Ländern, insbesondere unterentwickelten, nicht so groß gewesen ist wie von den Vereinten Nationen erwartet. In zahlreichen Fällen sind diese Revisionen von der UNO zur Kenntnis genommen worden, und es wird erwartet, daß in zukünftigen Prognosen der UNO der langsamere Rückgang der Sterblichkeit aus den letzten Jahren zum Ausdruck kommt. Bei der Entwicklung der Chicago-Prognosen wurden die Korrekturen der Sterblichkeitsprognosen der UNO durch die Weltbank ohne weitere Veränderungen übernommen. Das Bureau of the Census benutzte bei seinen Prognosen die Korrekturen der Weltbank als Ausgangspunkt für weitere Korrekturen oder als Bezugspunkte für getrennt erstellte Prognosen.

Sterblichkeitsraten: Das Beispiel Ägypten

Im Falle Ägyptens zum Beispiel fußen die Prognosen des Bureau und der Universität Chicago auf leicht verschiedenen exogenen Schätzungen der Lebenserwartung bei Geburt im Jahre 1975, und auf leicht verschiedenen exogenen Schätzungen der Steigerung der Lebenserwartung bei Geburt bis zum Jahre 2000. Diese Unterschiede beruhen auf den unterschiedlichen Fachurteilen von Bevölkerungsstatistikern des Bureau of the Census und der Weltbank (die Sterblichkeitsprognosen der Bank wurden von der Chicago-Gruppe verwendet). Diese exogenen Prognosen werden von ihren Verfassern als ungefähr konsistent mit vergleichbaren früheren Erfahrungen anderer repräsentativer UL betrachtet, die verschiedene Niveaus ökonomischer und sozialer Entwicklung durchlaufen haben, die nach Annahme der Prognosen des Bureau und der Universität Chicago in Zukunft für Ägypten gelten werden (im Gegensatz zu den in Kap. 2 dargestellten niedrigeren Prognosen des Wirtschaftswachstums).

Im allgemeinen haben Prognosen über die zukünftige Lebenserwartung bei Geburt beurteilenden Charakter und werden häufig wie in Fig. 15-4 gezeigt, direkt bei einer handgezeichneten Kurve oder Linie auf Papier aufgrund der Ergebnisse der zuvor erörterten Analyse extrapoliert. Sie beruhen nicht auf irgendwelchen explizit definierten quantitativen Beziehungen mit Faktoren außer der Lebenserwartung oder deren Steigerung. Nebenbei ist zu bemerken, daß Prognosen von Lebenserwartungen bei Geburt für spätere Verwendung durch die Kohorten-

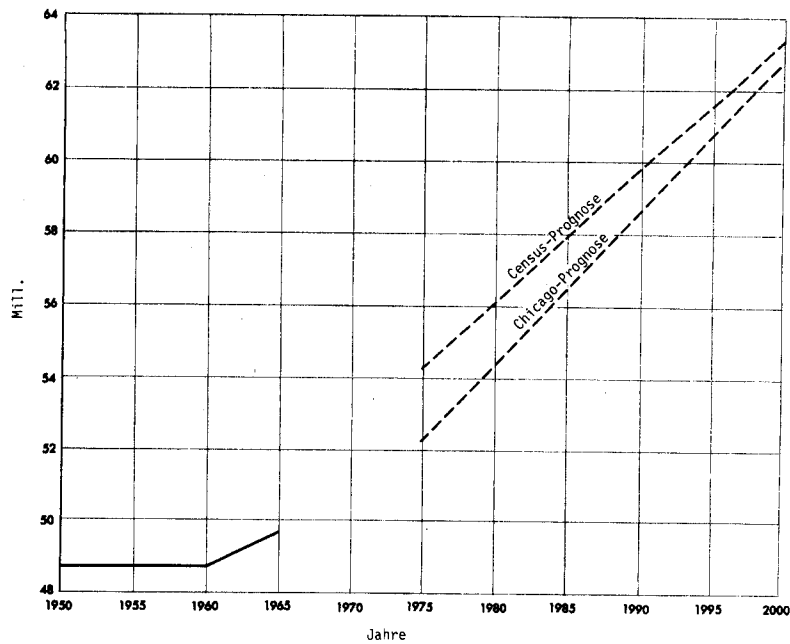


Fig. 15-4. Prognosen über die Lebenserwartung in Ägypten, 1950-2000, für die mittlere Wachstumsvariante. Die Angaben für 1950-65 sind aus: V. G. Valaorgs, *Population Analysis of Egypt, 1950-70 (with special Reference to Mortality)*, Cairo Demographie Centre Occasional Paper No. 1, Cairo 1972, Tab. 18 bis 21.

Komponenten-Methode getrennt nach Männern und Frauen gemacht werden, und daß kein Durchschnitt für die Gesamtdarstellung ermittelt wird, wie in Fig. 15-4.

Gewöhnlich wird für die Lebenserwartungen bei Geburt prognostiziert, daß sie mehr oder minder kontinuierlich steigen, und für die damit zusammenhängenden Bruttosterberaten wird in ähnlicher Weise ein mehr oder minder kontinuierlicher Rückgang vorausgesagt. Obwohl die Bruttosterberate von Ägypten Anfang der siebziger Jahre ein Plateau erreicht zu haben schienen, wie aus Tab. 15-2 hervorgeht, werden in keiner der beiden Prognosereihen für irgendein Land oder irgendeine Region zukünftige Plateaus dieser Art allgemein antizipiert.

Sowie die Lebenserwartungsvorgaben für Männer und Frauen bei Geburt für eine bestimmte Region oder ein bestimmtes Land prognostiziert sind, werden sie in Überlebensquoten von männlichen und weiblichen Fünfjahreskohorten aller

Tab. 15-2
Bruttogeburtenraten Ägyptens 1950-75

	Sterberate pro Tausend
1950-54	21.6
1955-59	19.9
1960-64	18.0
1965-69	15.8
1970-74	13.7
1972	13.2
1973	13.8
1974	13.0
1975	12.2

Altersgruppen unter Verwendung von vier regionalen Modell-Lebenstabellen nach Coale-Demeny³ übersetzt, die die Bezeichnung West, East, North und South tragen. Jede Reihe enthält 24 für Männer und Frauen getrennt berechnete Tabellen, mit gleichen Abständen der Lebenserwartung bei Geburt für Frauen, die sich von 20 Jahren (Niveau 1) bis 77,5 Jahren (Niveau 24) erstrecken. Die Sterblichkeitsniveaus in den Tabellen für Männer unterscheiden sich von den zugehörigen Tabellen für Frauen, ein Ausdruck der typischen Beziehung zwischen der männlichen und weiblichen Sterblichkeit in bestimmten Bevölkerungen.

Diese Tabellen werden zur Übersetzung von Lebenserwartungen bei Geburt in

Tab. 15-3
Schätzung über die alterspezifische Sterblichkeit
in Ägypten, 1975

(Überlebenswahrscheinlichkeit zwischen Fünf-Jahres-Kohorten)

	Männlich		Weiblich	
	Census	Chicago	Census	Chicago
0-4 to 5-9	.95130	.92858	.97729	.93971
5-9 to 10-14	.97991	.98542	.98968	.98601
10-14 to 15-19	.98338	.98751	.98999	.98720
15-19 to 20-24	.97709	.98119	.98509	.98270
20-24 to 25-29	.97242	.97729	.98207	.97937
25-29 to 30-34	.97085	.97588	.98110	.97751
30-34 to 35-39	.96797	.97278	.97922	.97554
35-39 to 40-44	.96255	.96700	.97558	.97252
40-44 to 45-49	.95437	.95770	.96955	.96831
45-49 to 50-54	.94122	.94345	.95843	.95955
50-54 to 55-59	.92249	.92133	.94288	.94390
55-59 to 60-64	.89358	.88682	.91865	.91506
60-64 to 65-69	.84662	.83434	.87763	.86544
65-69 to 70-74	.77613	.75282	.81600	.78531
70-74 to 75-79	.67664	.63614	.72546	.66586
Danach	.42108	.42065	.46330	.44643

Überlebensquoten für die verschiedenen Alterskohorten benutzt. Obwohl das Bureau of the Census diese Überlebensquoten ohne Änderung bei den meisten Einzelprognosen für *Global 2000* benutzte, wird die von den Tabellen nach Coale-Demeny implizierte Struktur der Veränderung der Überlebensquoten (entsprechend der Veränderung der Lebenserwartung) verwendet, um die für den Basiszeitpunkt erhältlichen empirischen Lebenstabellen zu korrigieren. Die Tabellen mit der Bezeichnung East beruhen hauptsächlich auf mitteleuropäischen Erfahrungen, während die Tabellen North und South jeweils von Lebenserwartungstabellen skandinavischer und südeuropäischer Länder abgeleitet wurden. Die Tabellen mit der Bezeichnung West hingegen sind repräsentativ für eine umfassende Restgruppe, zu der Kanada, die USA, Australien, Neuseeland, Südafrika, Israel, Japan und Taiwan ebenso wie eine Anzahl Länder Westeuropas gehören.

Die Unterschiede in den Geschlechts- und Altersstrukturen der Sterblichkeit in den vier Regionalmodellen sind in einigen Aspekten geringfügig, in anderen ausgeprägt, und ihr Charakter schwankt mit dem Niveau der Sterblichkeit. Daher kann das Ausmaß, in dem die Verwendung einer Reihe anstatt einer anderen das Ergebnis bei einer bestimmten Anwendung beeinflusst, nicht in Form einfacher Regeln zusammengefaßt werden.

So zum Beispiel beruhen die Prognosen des Bureau of the Census und der Universität Chicago für Ägypten auf leicht unterschiedlicher Desaggregationen leicht unterschiedlicher Lebenserwartungen bei der Geburt. Die Prognosen des Bureau sind Desaggregationen, die aus den Modell-Lebenstabellen mit der Bezeichnung North (die den skandinavischen Erfahrungen von Anfang und Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts entsprechen) abgeleitet wurden, während die Chicago-Prognosen aus den Tabellen mit der Bezeichnung South (die der südeuropäischen Erfahrung Anfang und Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts entsprechen) abgeleitet wurden. Die Säuglingssterblichkeit ist in den South-Tabellen höher als in den North-Tabellen. Diese Unterschiede, die auf dem unterschiedlichen Fachurteil von Bevölkerungsstatistikern des Bureau und der Weltbank beruhen, sind in Tab. 15-3 zusammengefaßt.

Exogene Fruchtbarkeitsraten: Census-Prognosen

Wie bereits festgestellt, beruhen die Prognosen des Bureau of the Census und der Universität Chicago auf sehr verschieden erstellten exogenen Prognosen. Doch verwenden sie beide wie im Fall der Sterblichkeitsprognosen ein Zwei-Schritt-Verfahren zur Entwicklung exogener Fruchtbarkeitsprognosen. Zunächst werden die Bruttofruchtbarkeitsraten für den gesamten Zeitraum prognostiziert, für den die Voraussage gelten soll (in Fünf-Jahres-Intervallen bei den Prognosen

des Bureau und jährlich für die Chicago-Prognosen). Diese Bruttofruchtbarkeitsraten werden dann in altersspezifische Fruchtbarkeitsraten für jede Fünfjahreskohorte von Frauen im gebärfähigen Alter (z. B. Frauen im Alter von 15-19) desaggregiert.

Bei den Prognosen des Bureau wurde kein mathematisches Modell der Veränderung der Fruchtbarkeit zur Entwicklung der Prognosen über die Gesamtfruchtbarkeit benutzt. Statt dessen wurden die Prognosen beurteilend von Demographen gemacht, die sich schon seit Jahren mit den bevölkerungsstatistischen und damit zusammenhängenden sozio-ökonomischen Daten für die einzelnen Länder beschäftigen. Bei den unterentwickelten Ländern, für die Einzelprognosen erstellt wurden, legten die Bevölkerungsstatistiker die Fruchtbarkeitsniveau-Vorgaben und die Bahnen der Fruchtbarkeitsabnahme unter Berücksichtigung der folgenden Hauptfaktoren fest:

- Gegenwärtiges Niveau und jüngste Trends der Fruchtbarkeit.
- Neueste Fruchtbarkeitstrends in Ländern mit ähnlichen kulturellen, sozialen und wirtschaftlichen Bedingungen und Aussichten.
- Gegenwärtiges Niveau und neueste Trends der sozio-ökonomischen Entwicklung.
- Gegenwärtiger Zustand und bisherige Leistungen von Programmen der Familienplanung und des öffentlichen Gesundheitswesens.
- Politik der Regierung in Bevölkerungsfragen.
- In der Bevölkerung geäußerte gewünschte Familiengröße.
- Von internationalen Behörden wie der UNO und der Weltbank gemachte Fruchtbarkeitsannahmen.

Bei der Bestimmung der angenommenen Schwankungsbreite der Gesamtfruchtbarkeitsrate für das Jahr 2000 hielt man sich an folgende Regel: je höher das Fruchtbarkeitsniveau zum Basiszeitpunkt und je größer die Ungewißheit über gegenwärtige Fruchtbarkeitsniveaus und -trends, desto größer die Schwankungsbreite.

Drei Annahmen über zukünftige Trends der Gesamtfruchtbarkeitsziffern wurden für jedes Land oder für jede Teilregion gemacht, im allgemeinen dadurch, daß die nach Urteil des Bureau of the Census wahrscheinlichste Rate für das Jahr 2000 angesetzt wurde. Diese diente als angenommener Stand der Gesamtfruchtbarkeitsrate für die mittlere Prognosereihe des Bureau. Angenommene Niveaus und Kurvenverläufe für das Jahr 2000 wurden auch für die hohe und niedrige Prognosereihe ausgewählt.

Praktisch jedes Industrieland hat seine eigenen offiziellen nationalen Prognosen erstellt, und die Annahmen aus diesen Prognosen wurden auch verwendet, mit leichten Abwandlungen in einzelnen Fällen. Die Bevölkerungen von Ost- und Westeuropa wurden aufgrund der aus der mittleren Reihe der UNO entnomme-

nen Bevölkerungen von 1975 prognostiziert, die vom Bureau of the Census zwecks Berücksichtigung späterer Fruchtbarkeitsdaten geringfügig korrigiert wurde. Die Trends der Gesamtfruchtbarkeitsziffern (und ebenso der Sterblichkeitsziffern) für 1975 bis 2000 wurden aus den Prognosen der UNO entlehnt, die auf nationalen Prognosen der Einzelländer basierten.

Nachdem die Analytiker des Bureau ihre Annahmen über Fruchtbarkeitsniveaus und -pfade entwickelt hatten, wurden die Annahmen für alle Länder und Regionen auf allgemeine Konsistenz verglichen und innerhalb des Bureau kritisch überprüft. Sodann wurden die Basisdaten und Fruchtbarkeitsannahmen für einzelne Länder und Regionen mit einer Gruppe von mit unterentwickelten Ländern vertrauten Bevölkerungsstatistikern erörtert, die aus Universitäten, Bundesbehörden, einer internationalen Behörde und einem Forschungsinstitut beigezogen wurden. Daraufhin wurden vom Amt entsprechende Korrekturen vorgenommen.

Im allgemeinen haben daher Prognosen des Bureau über zukünftige Gesamtfruchtbarkeitsraten beurteilenden Charakter – wie die Sterblichkeitsprognosen des Bureau und der Universität Chicago – und sind außerdem häufig auf der Grundlage der zuvor erörterten Analyse direkt in handgezeichneten Kurven auf's Papier extrapoliert.

Exogene Fruchtbarkeitsraten: Chicago-Prognosen

Im Gegensatz dazu beruhen die Chicago-Prognosen der Gesamtfruchtbarkeitsraten auf einer expliziten quantitativen Methode, deren theoretische Grundlage bereits beschrieben worden ist. Sie beruht in erster Linie auf Tab. 15-4, welche Abnahmen der Bruttogeburtenraten einer Region oder eines Landes in Relation zu seiner gegenwärtigen Geburtenziffer und der Intensität seiner gegenwärtigen Programme zur Familienplanung setzt. Die rechte Spalte der Tabelle (»Keine«) gibt den geschätzten jährlichen Rückgang der Bruttogeburtenzahlen an, der schon durch die Modernisierung und ohne besondere Maßnahmen der Bereitstellung von Informationen und Dienstleistungen zur Familienplanung zu erwarten ist. Der vorhergesagte Abwärtstrend ist fast linear, wobei die unbereinigte Geburtenrate alle vier oder fünf Jahre einen Punkt zurückgeht (was in der Tabelle als jährlicher Rückgang von 0,20 oder 0,25 ausgewiesen ist). Unter dieser Reihe von Bedingungen wären etwa 135 Jahre erforderlich, damit eine Bevölkerung den demographischen Übergang von einer Bruttogeburtenziffer von 45 auf das Stabilitätsniveau von etwa 15 pro tausend Einwohner bewältigt, das für viele Nationen gilt.

Die Spalte mit der Überschrift »Stark« in Tab. 15-4 gibt den jährlichen Rückgang der Bruttogeburtenziffer an, der bei Vorliegen eines starken, anhal-

Tab. 15-4
Angenommene jährliche Rückgänge der Brutto-
geburtenrate*, Chicago-Prognosen

Brutto- geburtenrate	Intensität der Bemühung um Familienplanung			
	Stark	Gemäßigt	Schwach	Keine
45 und älter	.40	.333	.25	.20
40-44	.60	.50	.30	.20
35-39	.80	.667	.40	.25
30-34	1.00	.75	.50	.25
25-29	1.00	.667	.40	.25
20-24	.20	.50	.30	.20
15-19	.60	.333	.25	.20
13-14	.40	.25	.15	.15

* Wird, wie im Text erläutert, indirekt in allen drei Wachstumsvarianten verwendet.

tenden, gut finanzierten, gut organisierten und gut verwalteten Familienplanungsprogramms zu erwarten ist, das die gesamte städtische und ländliche Bevölkerung erfaßt. Unter diesen Bedingungen wird geschätzt, daß die jährliche Rückgangsrage zwei- bis viermal so groß ist wie bei Fehlen eines solchen Programms – eine Beschleunigung, die in etwa 38 Jahren oder etwa einem Viertel der bei Fehlen eines Familienplanungsprogramms erforderlichen Zeit einen vollständigen bevölkerungsstatistischen Wandel von einer Bruttogeburtenrate von 45 auf eine von 15 herbeiführen kann.

Die Tabelle beruht zum Teil auf zwei Regressionsgleichungen zur Messung der Veränderungen der Fruchtbarkeit einer Nation entsprechend ihrem gegenwärtigen Fruchtbarkeitsniveau und dem Zustand der Familienplanung. Die erste Gleichung bestimmt die Gesamtfruchtbarkeitsrate (GFR) einer Region oder eines Landes für 1975 (GFR_{75}) als Funktion ihrer GFR im Jahre 1968 (GFR_{68}), ihrer Bruttogeburtenziffer von 1975 (BGR), der Stärke ihres Familienplanungsprogramms für 1975 (FP) und ihres Pro-Kopf-BSP von 1975, wie im folgenden angegeben:

$$\begin{aligned}
 GFR_{75} = & 1741\,255 + 0,559 (GFR_{68}) \\
 & 119\,274 (BGR \geq 40)* \\
 & + 301\,053 (30 \leq BGR \leq 39) \\
 & - 587\,635 (\text{starke FP})* - 86\,437 (\text{median FP}) \\
 & + 0,028 (\text{Pro-Kopf-BSP})
 \end{aligned}$$

Um die beobachtete jährliche Veränderung der unbereinigten Geburtenrate empirisch mit den Prognosen vergleichen zu können, wurde zur Umwandlung der GFR-Abnahme in eine BGR-Abnahme die folgende Gleichung verwendet:⁴

$$BGR = 0,007 (GFR) + 0,2453$$

* Diese Variablen nehmen den Wert von 1 an, wenn die zwischen den Klammern formulierte Bedingung gilt, und von 0, wenn dies nicht der Fall ist.

Aus den Ergebnissen ging hervor, daß der ursprünglich prognostizierte Rückgang (der etwa doppelt so hoch wie die Abnahmequoten, die für die Endprognosen benutzt wurden und in Tab. 15-4 dargestellt sind) zu optimistisch waren. Etwa die Hälfte der vorausgesagten Abnahme war aus den Daten zu entnehmen, und da in den Schätzverfahren implizit eine weitere Ungewißheit enthalten war, wurden einfache gerundete Werte etwa von der doppelten Höhe der ursprünglich geschätzten in die ursprüngliche Version von Tab. 15-4 eingesetzt.

Weil die Gesamtfruchtbarkeitsrate (GFR) die bei Verfahren der Bevölkerungsprognose gewöhnlich verwendete Meßeinheit ist, und um mehrere methodische Schwierigkeiten im Hinblick auf Alterszusammensetzung, Verhältnisquoten der Geschlechter und Wechselwirkung zwischen Fruchtbarkeit und Sterblichkeit zu umgehen, wurde diese Tabelle dann in eine weitere Tabelle übersetzt, auf der Abnahmen der Gesamtfruchtbarkeitsraten einer Region oder eines Landes in Relation zu seiner gegenwärtigen Gesamtfruchtbarkeitsrate und der Stärke des gegenwärtigen Familienplanungsprogramms gesetzt wurden. Die folgende leicht verschiedene Regressionsbeziehung wurde benutzt, auf der Grundlage der Schätzung der Gesamtfruchtbarkeitsraten als Funktion der Bruttogeburtenrate:⁵

$$\text{GFR} = 137,94 (\text{BGR}) + 106,16^*$$

Diese erste GFR-Tabelle wurde dann in Tabellenreihen umgeschrieben, um die Prognose der Gesamtfruchtbarkeitsrate einer Region oder eines Landes allein aufgrund seiner Gesamtfruchtbarkeitsrate und der Intensität seiner Familienplanung im Jahre 1975 zu erleichtern (jedes Land wurde entsprechend dem Niveau seiner Familienplanungsmaßnahmen unter »stark«, »gemäßigt«, »schwach« oder »keine« eingeordnet). Drei Tabellenreihen wurden für Prognosen mit hoher, mittlerer und geringer Fruchtbarkeit entworfen. (Die Tabellenreihe für mittleres Wachstum ist in Tab. 15-5 dargestellt.) Die drei Tabellenreihen beruhten auf den folgenden Annahmen:

Prognosen hoher Fruchtbarkeit unterstellten, daß jedes Land den für seinen Status in Tab. 15-4 vorgezeichneten Ablaufplan einhalten würde.

Prognosen mittlerer Fruchtbarkeit (die als die wahrscheinlichsten betrachtet wurden) unterstellten zusätzlich zu dem aus Tab. 15-4 hervorgehenden Ablaufplan der Fruchtbarkeitsabnahme, daß die einzelnen Länder ihre Familienplanungsprogramme wie folgt verstärken würden:

* Nach Ansicht der Bevölkerungsstatistiker der Universität Chicago kann in Anbetracht der getrennten Fehlerbedingungen keine Transposition der erstgenannten Gleichung benutzt werden, die die BGR als Funktion der GFR ausdrückt.

Tab. 15-5
Prognosen der jährlichen Rückgänge in den Gesamtfruchtbarkeitsraten, Chicago-Prognosen, mittlere Wachstumsvariante

Familien- planungs- programm 1975	Gesamt- fruchtbarkeits- rate 1975	1976-80	1981-85	1986-90	1991-95	1996-2000
Stark	≥ 6245	55.18				
	5556-6244	82.76				
	4866-5555	110.35				
	4176-4865	137.94				
	3487-4175	137.94		wie 1976-80		
	2797-3486	110.35				
	2107-2796	82.76				
Gemäßigt	1899-2106	55.18				
	≥ 6245	45.52	48.28	51.04	55.18	55.18
	5556-6244	68.97	73.11	77.25	82.76	82.76
	4866-5555	92.42	97.94	103.46	110.35	110.35
	4176-4865	103.46	114.49	125.53	137.94	137.94
	3487-4175	92.42	107.59	122.77	137.94	137.94
	2797-3486	68.97	82.76	96.56	110.35	110.35
Schwach	2107-2796	45.52	57.93	70.35	82.76	82.76
	1899-2106	34.49	41.38	48.28	55.18	55.18
	≥ 6245	34.49	38.62	42.76	45.52	51.04
	5556-6244	41.38	49.66	59.31	68.97	75.87
	4866-5555	55.18	67.59	80.00	92.42	100.70
	4176-4865	68.97	80.00	91.04	103.46	120.00
	3487-4175	55.18	67.59	80.00	92.42	114.49
Keine	2797-3486	41.38	49.66	59.31	68.97	89.66
	2107-2796	34.49	38.62	42.76	45.52	64.83
	1899-2016	20.69	24.83	28.97	34.49	44.14
	≥ 6245	27.59	31.73	34.49	45.52	51.04
	5556-6244	27.59	34.49	41.38	68.97	75.87
	4866-5555	34.49	45.52	51.18	92.42	102.08
	4176-4865	34.49	52.42	68.97	103.46	120.01
	3487-4175	34.49	45.52	55.18	92.42	114.49
	2797-3486	27.59	34.49	41.38	68.97	89.66
	2107-2796	27.59	31.73	34.49	45.52	78.63
	1899-2016	20.69	20.69	20.69	34.49	44.14

- Nationen ohne Familienplanungsprogramme werden diesen Status bis 1980 beibehalten, sich dann bis 1985 in Richtung auf ein schwaches Programm, bis 1990 in Richtung auf ein gemäßigtes Programm und bis 2000 in Richtung auf ein starkes Programm bewegen.
- Nationen mit schwachem Programm werden diesen Status bis 1980 beibehalten, sich dann bis 1990 in Richtung auf ein gemäßigtes Programm und bis 2000 in Richtung auf ein starkes Programm bewegen.
- Nationen mit gemäßigtem Programm werden sich bis 1990 auf ein starkes Programm bewegen und diesen Status bis 2000 beibehalten.
- Nationen mit starkem Programm werden diesen Status bis 2000 beibehalten.

Prognosen geringer Fruchtbarkeit (die als weniger wahrscheinlich, aber möglich angesehen wurden) unterstellten, daß die Verstärkung von Familienplanungsprogrammen wie folgt vorgenommen würde:

- Nationen ohne heutige Programme werden sich bis 1985 in Richtung auf ein schwaches Programm, bis 1990 in Richtung auf ein gemäßigtes und bis 1995 in Richtung auf ein starkes Programm bewegen.
- Nationen mit schwachen Programmen werden sich bis 1985 in Richtung auf ein gemäßigtes Programm, bis 1995 auf ein starkes Programm bewegen und bis 2000 in diesem Status verbleiben.
- Nationen mit gemäßigtem Programm werden sich bis 1980 in Richtung auf ein starkes Programm bewegen und diesen Status bis 2000 beibehalten.
- Nationen mit starkem Programm werden bis 2000 in diesem Status verbleiben, doch wird sich die Wirksamkeit ihrer Programme von der gegenwärtigen Übergangszeit von 38 Jahren auf die Hälfte (19 Jahre) verbessern, was einer Verdoppelung der Koeffizienten für das starke Programm in Tab. 15-4 entspricht.

Wenn sie ohne besondere Korrekturen zugrunde gelegt würden, würden manche dieser Annahmen (insbesondere die für die niedrigen Prognosen) zu absurd geringen Geburtenziffern führen. Daher wird angenommen, daß es bei Annäherung der Geburtenraten an das Stabilitätsniveau (das ungefähr bei einer Bruttogeburtenrate von 14 oder einer Gesamtfruchtbarkeitsrate von 2,1 angenommen wird) zu einem starken Widerstand gegenüber einer weiteren Fruchtbarkeitsabnahme kommen wird, und daß die Geburtenraten auf ein Minimum sinken und dort für den Rest des Jahrhunderts verbleiben. Dieses Minimum für 1000 Frauen in den gebärfähigen Altersgruppen ist wie folgt festgelegt:

GFR bei hoher Prognose = 2000 (BGR von etwa 14)

GFR bei mittlerer Prognose = 1900 (BGR von etwa 13,5)

GFR bei niedriger Prognose = 1800 (BGR von etwa 13)

Auf diese Weise lassen die mittlere und niedrige Projektion zu, daß das Fruchtbarkeitsniveau in wenigen Ländern im Jahre 2000 etwas unter das prognostizierte Stabilitätsniveau fällt. Die Nationen Westeuropas und Nordamerikas liegen bereits darunter. Die Prognosen gingen davon aus, daß sie weitere 10 Jahre in diesem Zustand verbleiben und sich dann bis zum Jahre 2000 linear in Richtung auf ein Bevölkerungsgleichgewicht hin entwickeln; für die mittlere und niedrige Prognose bewegen sich die Ziffern jeweils linear auf 1900 und 1800 zu. In dem Maße, wie diese Länder ein Stadium absoluten Nullwachstums der Bevölkerung erreichen, wird angenommen, daß Prämiensysteme und andere materielle Anreize für Geburten zur Verhinderung von Bevölkerungsabnahmen eingeführt werden.

Fruchtbarkeitsraten: Das Beispiel Ägypten

Die Verwendung verschiedener Verfahren zur Prognose der Gesamtfruchtbarkeitsraten durch die Bevölkerungsstatistiker des Bureau und der Universität Chicago führte keineswegs unerwartet zu etwas unterschiedlichen Prognosen der Gesamtfruchtbarkeitsrate für die meisten Länder und Teilregionen. So liegen zum Beispiel für Ägypten die Fruchtbarkeitsprognosen von Chicago um 30% niedriger als die des Bureau, wie aus Fig. 15-5 hervorgeht.

In den Prognosen des Bureau über die Fruchtbarkeit in Ägypten wurde angenommen, daß die geschätzte Fruchtbarkeitsrate des Jahres 1975 von 5,8 bis zum Jahre 2000 in der hohen Reihe auf 4,6, in der mittleren Reihe auf 3,6 und in der niedrigen Reihe auf 2,6 abgenommen hat. Für die mittlere Reihe wurde die Rate für das Jahr 2000 entsprechend der idealen Familiengröße in Alexandria Mitte der sechziger Jahre und in Kairo im Jahre 1970 festgesetzt, und zur Berücksichtigung möglicher Unfruchtbarkeit und einer parallel zur Abnahme der Fruchtbarkeit erwarteten abnehmenden gewünschten Familiengröße um 10% nach unten korrigiert. Die Rate von 3,6 ist außerdem dieselbe wie die in den Prognosen der mittleren Variante der UNO für 1995-2000. Die Gesamtfruchtbarkeitsrate für das Jahr 2000 in der hohen und niedrigen Reihe wurde jeweils mit einem Kind mehr oder weniger gegenüber der Ziffer der mittleren Reihe festgelegt. Ein großer Spielraum zwischen der hohen und niedrigen Reihe wurde wegen der großen Ungewißheit hinsichtlich zukünftiger Fruchtbarkeitstrends in Ägypten gewählt.

Die Fruchtbarkeitsprognosen des Bureau für Ägypten berücksichtigen außerdem die starke Abnahme der Fruchtbarkeit, die in Ägypten seit Mitte der sechziger Jahre erfolgte, aber 1972 abrupt abbrach. Seither nimmt die Fruchtbarkeit stark zu. Obwohl alle drei Reihen davon ausgehen, daß sich diese Zunahme der Fruchtbarkeit abschwächen wird, unterscheiden sie sich hinsichtlich des Zeitbedarfs für die Rückkehr auf das Niveau von 1972. Für die hohe Datenreihe werden dafür 16 Jahre, für die mittlere Datenreihe 8 Jahre und für die niedrige Datenreihe 4 Jahre angesetzt. Innerhalb dieser Grenzen wurden die GFR für die Zwischenjahre durch graphische Interpolation zwischen den Niveaus von 1975 und 2000 auf der Grundlage der Annahme ermittelt, daß sich die Fruchtbarkeit entsprechend einer logistischen oder S-Kurven-Struktur verändern wird. Die Chicago-Prognosen zur Fruchtbarkeit in Ägypten wurden mit der oben beschriebenen alleinigen Methode entwickelt, die identische Prognosen für jede Region oder jedes Land mit einer für 1975 geschätzten Gesamtfruchtbarkeitsrate von 5,2 und einem heutigen Familienplanungsprogramm »gemäßigter« Intensität hervorbringt.

Bei der Einschätzung dieser Fruchtbarkeitsprognosen für Ägypten muß auf

Tab. 15-6
Verteilung der persönlichen Ausgaben in
Ägypten, 1974-75

(Ägyptische Pfund)

Haus- halts- aus- gaben	Ländlich		Städtisch	
	Aus- gaben pro Per- son	Per- sonen pro Haus- halt	Aus- gaben pro Per- son	Per- sonen pro Haus- halt
0-50	28.7	1.3	33.0	1.1
50-75	32.1	1.9	45.8	1.4
75-100	29.2	3.0	38.9	2.2
100-150	34.3	3.7	43.9	2.9
150-200	38.5	4.5	46.8	3.7
200-250	42.7	5.3	48.4	4.6
250-300	45.9	6.0	57.6	4.8
300-350	49.3	6.6	64.0	5.1
350-400	55.4	6.7	64.9	5.8
400-500	61.5	7.1	72.3	5.9
500-600	69.9	7.7	87.6	6.3
600-800	81.4	8.5	105.4	6.5
800-1000	98.0	9.0	147.1	6.0
1000-1400	149.8	8.0	168.0	6.8
1400-2000	150.8	10.6	261.9	6.7
2000-	418.7	9.2	358.6	6.9
Durchschnitt	63.0	6.0	99.8	5.6

zwei nicht unbedingt auf Ägypten beschränkte anscheinend entgegengesetzte Phänomene hingewiesen werden. Zunächst korrelierten in Ägypten 1975 höhere Niveaus der Haushaltsausgaben anscheinend mit einer größeren Anzahl von Kindern pro Haushalt, wie aus Tab. 15-6 hervorgeht. Zweitens fördert die ägyptische Regierung zwar seit Jahren Familienplanungsprogramme, doch sind nur wenig fachkundige Beobachter mit Erfahrung in Ägypten davon überzeugt, daß diese Programme bisher eine große Auswirkung auf das Fruchtbarkeitsniveau in Ägypten hatte. Diese Faktoren wecken Zweifel, in welchem Umfang ein höheres Pro-Kopf-Einkommen und eine Fortsetzung oder Intensivierung von Familienplanungsprogrammen zu niedrigeren Fruchtbarkeitsraten führen dürften.

Ebenso wie die Sterblichkeitsprognosen des Bureau und der Universität Chicago verschiedene Verfahren zur Desaggregation einer summarischen Statistik (Lebenserwartung bei Geburt) in altersspezifischen Statistiken (Überlebensquoten für Fünfjahreskohorten) benutzten, verwendeten sie auch verschiedene Verfahren zur Aufgliederung von Gesamtfruchtbarkeitsraten in altersspezifische. Infolgedessen sind aus Kap. 15-7 beträchtliche Unterschiede zwischen den Schätzungen des Amtes und der Universität im Hinblick auf die Fruchtbarkeit jüngerer gegenüber älteren ägyptischen Frauen zu entnehmen.

In den Fruchtbarkeitsprognosen des Bureau für Ägypten wurde der Altersstruktur der Fruchtbarkeit für 1975 die Altersstruktur für Fruchtbarkeit von 1973

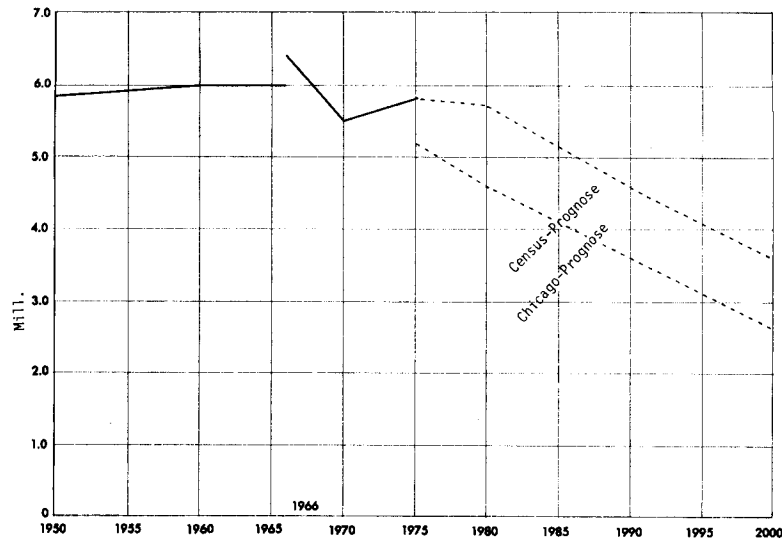


Fig. 15-5. Prognosen der Gesamtfruchtbarkeitsraten in Ägypten, 1950-2000, für die mittleren Wachstumsvariante. Die Angaben für 1950-66 sind aus: A. R. Omran, ed., *Population Problems and Prospects: Egypt*, Chapel Hill, N. C.: Carolina Population Center, 1971, Tab. 4. Es handelt sich um unbereinigte Registerdaten. Die tatsächliche Abnahme der Fruchtbarkeitsrate könnte durch die zunehmende Vollständigkeit der Registrierung zwischen 1950 und 1966 verdeckt sein.

zugrunde gelegt, dem letzten Jahr, für das solche Daten zur Verfügung stehen. Für die niedrige Datenreihe für Ägypten im Jahre 2000 wurde die Altersstruktur der Fruchtbarkeit von Zypern im Jahre 1975 unterstellt. Zypern wurde ausgewählt, weil seine heutigen altersspezifischen Fruchtbarkeitsraten (ASFR) bekannt sind, weil es gegenwärtig eine Gesamtfruchtbarkeitsrate aufweist, die sehr nahe bei der Vorgabebeiziffer für Ägypten der niedrigen Datenreihe für das Jahr 2000 liegt und weil Zypern zur selben Region wie Ägypten gehört. Auch Zypern ist zum Teil moslemisch und wurde daher als annehmbare Vertretung für Ägypten im Jahre 2000 bei der Aufgliederung der Fruchtbarkeitsraten betrachtet. Alle anderen ASFR, einschließlich der Strukturen der mittleren und der hohen Datenreihe für das Jahr 2000 wurden linear zwischen den ASFR des Jahres 1975 und den niedrigen ASFR des Jahres 2000 unter der Annahme interpoliert, daß zwischen den altersspezifischen Fruchtbarkeitsraten (ASFR) und den Gesamtfruchtbarkeitsraten eine lineare Beziehung besteht.

Tab. 15-7
Schätzungen über die altersspezifischen
Fruchtbarkeitsraten in Ägypten, 1975

(Geburten je tausend Frauen)

Altersgruppe	Census	Chicago
15-19	27.1	88.6
20-24	192.6	240.4
25-29	293.3	259.9
30-34	263.6	218.5
35-39	230.3	148.2
40-44	105.9	72.0
45-49	50.8	14.3
Gesamtfruchtbarkeitsrate ^a		
	5.8	5.2

^a Je Frau. Die Gesamtfruchtbarkeitsrate für ein gegebenes Jahr ist die durchschnittliche Zahl von Kindern, die jede Frau in ihrem Leben gebären würde, wenn man die altersspezifische Fruchtbarkeitsrate für dieses Jahr auf ihre Lebenszeit angewendet dächte. Sie ist das Fünffache der Summe der altersspezifischen Fruchtbarkeitsraten, geteilt durch 1000.

In den Fruchtbarkeitsprognosen von Chicago wurden die altersspezifischen Aufgliederungsmethoden der Weltbank benutzt. Diese weisen relativ höhere Fruchtbarkeitsraten für junge Frauen und niedrigere Raten für ältere Frauen auf.

Wanderung: Das Beispiel Ägypten

Wie bereits bemerkt, unterstellen sowohl die Census- als auch die Chicago-Prognosen für alle Länder und Teilregionen eine Nettowanderung von Null. Für Ägypten (und viele andere Länder) ist dies eine krasse Vereinfachung, da die ägyptischen Wanderungsziffern hoch sind und eine große Auswirkung auf die nationale Volkswirtschaft haben.

In der vorläufigen ägyptischen Volkszählung von 1976 wurde geschätzt, daß 1,4 Millionen Ägypter zeitweilig ihren Wohnsitz im Ausland hatten, wobei geschätzt wurde, daß über 20% in den benachbarten Erdöl-Exportländern arbeiten (also zwischen 2,5 und 10% der gesamten arbeitsfähigen Bevölkerung Ägyptens). Diese Wanderung hat nach Meinung mancher Analytiker zwei Haupteffekte auf die ägyptische Volkswirtschaft: (1) Devisenüberweisungen leisten einen positiven Beitrag zum Ausgleich der Zahlungsbilanz, bei allerdings (2) hohen Kosten, da die Wanderung selektiv ist und tendenziell über das gesamte Spektrum an Berufen und Qualifikationen der im Inland verfügbaren Arbeitskraft einige der besten Elemente entzieht.

Wegen dieser Vereinfachung können weder die Prognosen des Bureau noch der Universität Chicago irgendwelche Hinweise über die Auswirkungen einer Fortdauer oder Veränderung dieser Wandlungstrends liefern.

Anmerkungen

1. For a comparison of Census Bureau estimates with those of other organizations, see R. Kramer and S. Baum, "Comparison of Recent Estimates of the World Population Growth," paper to be presented at the 1978 meetings of the Population Association of America.
 2. J. Spitzer and N. Frank, "The Feasibility of Measuring Population Growth in Developing Countries," Bureau of the Census, 1977 (mimeo).
 3. A. Coale and P. Demeny, *Regional Model Life Tables and Stable Populations*, Princeton: Princeton University Press, 1966.
 4. Donald J. Bogue, *Demographic Techniques of Fertility Analysis*, Family Planning Research and Evaluation Manual No. 2, Chicago: Community and Family Study Center, 1971.
 5. *Ibid.*, p. 16.
-

16 Bruttosozialprodukt

Die Agency for International Development (AID) im US-Außenministerium ist für die Durchführung der meisten Entwicklungshilfeprogramme und Wirtschaftshilfeprogramme der US-Regierung zuständig. Im Rahmen dieser Zuständigkeit muß die Behörde das wahrscheinliche zukünftige Wirtschaftswachstum von Ländern auf der ganzen Welt analysieren. Infolge von Haushaltskürzungen in letzter Zeit stützt sich AID fast gänzlich auf Daten, Prognosen, die von anderen, größtenteils internationalen Behörden, entwickelt wurden. Daten über das Weltbruttosozialprodukt bezieht die Behörde hauptsächlich von der Weltbank.

Die Weltbankgruppe, eine mit den Vereinten Nationen assoziierte Organisation zur internationalen Zusammenarbeit, besteht aus drei Institutionen: der Internationalen Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (IBRD), der Internationalen Entwicklungsorganisation (IDA) und der Internationalen Finanz-Corporation (IFC). Gemeinsames Ziel dieser Institutionen ist es, die Hebung des Lebensstandards in den unterentwickelten Ländern (UL) durch Umleitung finanzieller Ressourcen aus den Industrieländern in die Entwicklungsländer zu unterstützen.

Die Prognosen der Weltbank über das wahrscheinliche zukünftige Wirtschaftswachstum ihrer unterentwickelten Mitgliedsländer, die in den jährlich herausgegebenen *Prospects for Developing Countries* zusammengefaßt sind, werden von der Comparative Analysis and Projections Division des Economic Analysis and Projections Department der Bank erstellt. Normalerweise würden diese Prognosen den Bedürfnissen von *Global 2000* nicht gerecht, weil sie sich nicht über 1985 hinaus erstrecken, nicht nach einzelnen Ländern aufgegliedert sind, und keine Prognosen über das Wirtschaftswachstum bezogen auf das Bruttosozialprodukt (BSP) geben. Statt dessen werden Prognosen für drei regionale Gruppen von Industrieländern und für sechs Gruppen unterentwickelter Länder (die ca. 87% der Bevölkerung und des Volkseinkommens aller UL repräsentieren) vorgelegt. Diese Prognosen werden nicht bezogen auf das Bruttosozialprodukt (BSP), sondern bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt (BIP) erstellt, doch ist der Unterschied geringfügig. Das BSP stellt den Gesamtwert der Nettoausbringung aller Produktionsstätten mit Standort in einem bestimmten Land dar. Das BIP repräsentiert den Gesamtwert der Ströme an Gütern und Dienstleistungen, die den zu einem Lande gehörigen Wirtschaftsobjekten zur Verfügung stehen, ohne zu berücksichtigen, ob die Einkommensquellen oder -empfänger ihren Standort innerhalb oder außerhalb dieses Landes haben. In den meisten unterentwickelten

Ländern unterscheiden sich BSP und BIP nur um wenige Prozent und haben etwa dieselben Zuwachsraten. Daher ist die Darstellung von BSP-Zuwachsraten als gleichwertig mit BIP-Zuwachsraten für unterentwickelte Länder (UL) ein annehmbares Verfahren. Die BSP-Zuwachsraten von Industrieländern werden direkt prognostiziert und erfordern daher keine Umwandlung aus dem BIP.

Glücklicherweise sind BSP-Prognosen bis zum Jahr 2000 auf Land-für-Land-Basis, die sich ungefähr mit den offiziellen Prognosen der Weltbank decken, vor kurzem veröffentlicht worden. Zwar wurden diese Prognosen von der Bank nicht offiziell sanktioniert, doch wurden sie mit Unterstützung von Fachleuten der Bank erstellt und von einem hochkarätigen Gremium internationaler Energieexperten akzeptiert. Anfang 1976 bat der vom Massachusetts Institute of Technology veranstaltete Workshop on Alternative Energy Strategies (WAES) Mitglieder des entwicklungspolitischen Stabs der Bank um Unterstützung bei der Erstellung von BSP-Prognosen über das wahrscheinliche Wirtschaftswachstum aller UL bis zum Jahr 2000, und ein Bericht mit solchen Prognosen wurde 1977 veröffentlicht.*

Zwei Prognosereihen für den BSP-Zuwachs der UL wurden für die WAES-Studie entwickelt: Ein Szenario mit hohem Wachstum und eines mit niedrigem Wachstum für die Zeiträume 1976-85 und 1985-2000. Die Variante mit hohem Wachstum prognostiziert im allgemeinen eine Fortsetzung der für 1960-72 geltenden Wachstumsstrukturen, während die Variante mit niedrigem Zuwachs eine Fortsetzung der für den Zeitraum 1973-75 typischen Struktur voraussagt, die gerade soviel über dem Bevölkerungszuwachs dieses Zeitraums liegt, daß eine Steigerung des realen weltweiten Pro-Kopf-BSP möglich ist. In beiden Szenarien wurden alle BSP-Zuwachsraten von den WAES-Analysten um ungefähr 10-30% reduziert, um die zukünftige Auswirkung sinkender Bevölkerungswachsraten auf das Wachstum des BSP zu berücksichtigen.

Da die beiden WAES-Prognosen praktisch alle Länder außerhalb des kommunistischen Machtbereichs auf Land-für-Land-Basis abdecken und sich bis zum Jahr 2000 erstrecken, dienen sie als Basis für die in Kap. 3 dieses Bandes vorgelegten hohen und niedrigen BSP-Zahlen. Eine dritte Prognosereihe mit mittlerem Wachstum wurde für *Global 2000* erstellt, in dem der Durchschnitt aus den hohen und niedrigen Prognosen gebildet wurde. Zu bemerken ist, daß die WAES-Variante mit hohem Wachstum ungefähr der mittleren Prognose** der Weltbank für 1976-85 entspricht.

* *Energy: Global Prospects, 1985-2000*. New York: McGraw-Hill, 1977.

** Enthalten in »Prospects for Developing Countries 1977-85«, World Bank Staff Study, Sept. 1977.

Die Prognosen für das BSP-Wachstum in kommunistischen Gebieten wurden für *Global 2000* von regionalen Wirtschaftsfachleuten der CIA geliefert.*

Entscheidende Analysemethoden

Die Prognosen der CIA für die verschiedenen Länder des Ostblocks und für die VR China wurden unter Verwendung einer Kombination von fachlicher Beurteilung und ökonomischem Grundverfahren einschließlich einfacher Trendextrapolationen und Produktionsfunktions-Berechnungen erstellt.**

Die WAES-Prognosen für Industrieländer wurden getrennt und Land für Land von Expertengremien entwickelt, die vom WAES zusammengestellt worden waren. Die Prognosen dieser Gremien beruhten auf der Verwendung verfügbarer ökonomischer Modelle, offizieller Regierungsprognosen und der Beurteilung durch Regierungsexperten.*** Sie erfolgten vor Erstellung der BSP-Prognosen für die UL. Die offiziellen Prognosen der Weltbank für die Industrieländer wurden fast auf dieselbe Weise entwickelt, sie wirken jedoch höher, weil sie offiziellen nationalen Prognosen mehr Gewicht geben.

Die BSP-Prognosen für die UL in der WAES-Studie, die die für die Industrieländer bereits gestellten Prognosen ergänzen, wurden von Fachleuten der Weltbank fast auf dieselbe Art und Weise entwickelt wie die offiziellen Weltprognosen der Bank – d. h. als Teil eines Drei-Schritte-Prozesses: (1) Die Prognosen wurden von Analytikern getrennt nach Ländern aufgrund einer Kombination von Fachurteil und Verwendung spezialisierter Landes- oder Regionalmodelle erstellt. (2) Die verschiedenen Landesprognosen wurden mit einem Computermodell aggregiert und so korrigiert, daß sie weltweit konsistent sind und die Einschränkungen des Wirtschaftswachstums aufgrund wahrscheinlich beschränkter Verfügbarkeit von Deviseneinnahmen und ausländischem Investitionskapital ausdrücken. (3) Die Prognosen wurden durch Analytiker der Bank und des WAES beurteilt und weiter korrigiert.

* Dieses Verfahren führte zu einer gewissen Verwirrung, weil die von der CIA und die von der Weltbank benutzten Basisjahrszahlen (1975) unter Verwendung verschiedener Umrechnungsmethoden abgeleitet worden waren. Im Endergebnis wird die niedrige Zuwachsrate von 2,5% für die VR China und die BSP-Zahl für 1976 für die UdSSR von der CIA als zu niedrig betrachtet. Zu beachten ist jedoch, daß für die WAES-Studie zu erstellende BSP-Prognosen für die UL verwendeten Modelle der Weltbank für alle Wachstumsvarianten eine Zuwachsrate von 6% für alle sozialistischen Länder voraussetzt, die beträchtlich über den gegenwärtigen Schätzungen der CIA liegt.

** Die derzeit von der CIA angewandte Methode für Prognosen über die sowjetische Volkswirtschaft, die für die den anderen CIA-Prognosen zugrunde gelegten Methoden repräsentativ ist, ist kurz beschrieben im *Soviet Economic Problems and Prospects*, Joint Economic Committee, 8. Aug. 1977, pp. 29-30.

*** Diese werden relativ detailliert in *Workshop on Alternative Energy Strategies, Energy Supply-Demand Integrations to the Year 2000: Global and National Studies*, Cambridge, Mass.: MIT Press, 1977, beschrieben.

Die Weltbank-Prognosen für Einzelländer, die im allgemeinen nur auf der Vollendung von Schritt (1) beruhen, spiegeln die optimistische, jedoch realistische Einschätzung von Wachstumsraten durch die Bank wider, die unter optimalen Umständen (darunter hohen Wirtschaftswachstumsraten für die westlichen Industrienationen) erreicht werden könnten. Daher handelt es sich bei ihnen nicht unbedingt um Voraussagen. Doch hat die Bank bei der Formulierung weltweiter Berichte, die einzelne UL in Gruppen aggregieren, schon früher die Schritte (2) und (3) vollzogen, um sicherzugehen, daß die aggregierten Prognosen im Hinblick auf die erweiterten Exporteinnahmen der UL und die erweiterte Verfügbarkeit des ausländischen Investitionskapitals realistisch ausfallen. Für die WAES-Studie wurden diese aggregierten Prognosen nach Vollzug dieser drei Schritte nach einzelnen UL aufgegliedert, bis zum Jahr 2000 verlängert und so korrigiert, daß sie die Ansichten der WAES-Teilnehmer über die Auswirkungen von Energieverknappungen und das nicht näher angegebene Sinken der Zuwachsraten der Bevölkerung wiedergeben.

Schritt (2) wurde schon früher für die Weltbank und für die WAES-Studie mit Unterstützung eines als SIMLINK (SIMulated trade LINKages)* bekannten ökonometrischen Modells der Weltbank vollzogen. Mit diesem Modell werden die Berechnungen angestellt, die die ursprünglichen Zuwachsraten des Wirtschaftswachstums auf einer explizit quantitativen Basis so korrigieren, daß sie der prognostizierten Verfügbarkeit von Deviseneinnahmen und ausländischem Investitionskapitals entsprechen, wobei gleichzeitig die Zuwachsraten der Industrieländer und die der UL berücksichtigt werden. Während dieses Schrittes wurden die niedrigeren BSP-Prognosen des WAES für die Industrieländer gegen die höheren Prognosen der Weltbank ausgetauscht.

Die Entwicklung des SIMLINK-Modells wurde Anfang 1974 von der Weltbank begonnen, um Handelsrelationen und Entwicklungsaussichten für UL unter alternativen Szenarien von Entwicklung und Inflation in den Industrienationen zu analysieren. Ende April 1974 lag eine arbeitsreife Version von SIMLINK vor und wurde als Grundlage für die erste Jahresausgabe von *Prospects for the Developing Countries* verwendet. Eine der ersten Analysen von SIMLINK bezog sich auf die Auswirkung potentieller Veränderungen des internationalen Erdölpreises auf die Wirtschaftswachstumsraten der UL. Das Modell untermauerte die Ansicht, daß die direkten Auswirkungen von Veränderungen des Erdölpreises auf das Wachstum der UL geringfügig sein würden. Allerdings ging aus derselben Analyse auch hervor, daß die Auswirkungen von Veränderungen der Wachstumsraten der Industrieländer auf das Wachstum der UL beträchtlich ausfallen würden. In der

* Eine offizielle Beschreibung in *The SIMLINK Model of Trade and Growth for the Developing World*, World Bank Staff Working Paper – No. 220, Oktober 1975, ebenfalls in Norman L. Hicks et al., "A Model of Trade and Growth for the Developing World," *European Economic Review* 7, 1976.

Folge untersuchte die WAES-Studie detaillierter, wie weit die Wirtschaftsraten der Industrienationen durch Veränderungen des internationalen Ölpreises sinken könnten. Die WAES-Studie stellte fest, daß die Auswirkungen auf die Industrieländer beträchtlich sein würden, was wiederum zu indirekten Auswirkungen der Veränderungen des internationalen Ölpreises auf das Wachstum der UL führe.

Seit SIMLINK entwickelt wurde, wurde es einer Reihe wichtiger Verbesserungen unterzogen und so korrigiert, daß es veränderten ökonomischen Wahrnehmungen und Bedürfnissen der Weltbank entspricht. Die Version V (1975-76) diente als Grundlage für die WAES-Studie. Version VI (1976-77), die neueste, wurde bis Mitte 1977 von Development Policy Staff und damit indirekt auch von AID und anderen US-Bundesbehörden benutzt. Aus diesem Grund, und weil die Programme von SIMLINK V zur Unterstützung der WAES-Studie nicht mehr zugänglich sind, wurde eine Reihe von drei Läufen der Version VI SIMLINK vom Stab der Weltbank für *Global 2000* als Grundlage für diese Methodendiskussion entwickelt. Die Programme entsprechen den Szenarien mit hohem, mittlerem und niedrigem BSP-Zuwachs und enthalten nicht die späteren beurteilenden Korrekturen, die üblicherweise von Analytikern der Bank und des WAES vorgenommen werden (Schritt 3).

Als SIMLINK entwickelt wurde, sah man es nicht als theoretischen Durchbruch der ökonometrischen Modellkonstruktion an, noch war es als solcher gedacht. Es kombinierte mehrere vorhandene Modellbildungsverfahren zu einem umfassenden System, das aktuelle Information für politische Entscheidungen liefern sollte. Seiner Natur nach umfassend, war das Modell so einfach, daß es sich schnell rechnen ließ.

Frühere Modellbildungen über UL bestanden größtenteils aus parallelen, aber häufig unverbundenen Arbeiten auf drei Hauptlinien: landesspezifische Modelle, die sich auf ein Land konzentrierten und die übrige Welt als gegeben annahmen; Rohstoffmodelle, die die Bedingungen des Marktgleichgewichts für einen einzigen Rohstoff untersuchten; und Welthandelsmodelle, die statische Teilungsrelationen zum Ausgleich von Weltexporten und -importen benutzten. Eine weitere Anstrengung war gemacht worden, umfangreiche ökonometrische Modelle und Welthandelsrelationen zu kombinieren (das Projekt LINK), doch hatte sie sich nicht als brauchbar für Untersuchungen der unterentwickelten Länder erwiesen, denn die meisten Modelle waren kurzfristige Vorhersagemodelle für die Industrieländer ohne die Dynamik der Rohstoff- und Produktenmärkte und ohne adäquate UL-Modelle. Außerdem wurde das LINK-System von der Weltbank als zu unhandlich für aktuelle Analysen politischer Strategie-Alternativen angesehen.

SIMLINK wurde von einem Team von acht Fachleuten mit Expertenwissen in Ökonomie und Ökonometrie entwickelt. Für die daran Beteiligten war es immer

nur ein Teilzeitprojekt, so daß die bisher darin investierten Mittel zusammengekommen ungefähr drei Mannjahren entsprechen. Zu den größeren Verbesserungen seit 1974 gehört die Entwicklung detaillierterer Rohstoff- und Produktenbeschreibungen, aussagefähiger Aggregierungen von Ländern und eine verbesserte Dynamik des Handels. Das Modell enthält über 200 ökonomische Strukturgleichungen, die Definitionsgleichungen und Identitäten nicht gerechnet. Es umfaßt einschließlich umfangreicher Kommentare ungefähr 1500 Zeilen FORTRAN und wird auf dem Burroughs 7700 Computer der Weltbank gerechnet.

Vor der Entwicklung von SIMLINK stützten sich die Ökonomen der Weltbank allgemein auf einfache Berechnungen und ihr eigenes Urteil, wenn sie regionale Prognosen des Wirtschaftswachstums korrigierten, um sie mit der wahrscheinlichen Verfügbarkeit von ausländischem Investitionskapital und von Deviseneinnahmen verträglich zu machen. Zwar hat SIMLINK der Weltbank ermöglicht, diese Korrekturen expliziter, konsistenter und raffinierter vorzunehmen, doch haben inzwischen viele Mitglieder ihrer entwicklungspolitischen Abteilung ein ungutes Gefühl angesichts der Einfachheit von SIMLINK im Vergleich zu ökonomischen Modellen für andere Zwecke, und entwickeln daher umfangreichere, detailliertere und komplexere ökonomische Regional- und Weltmodelle, die an die Stelle von SIMLINK treten sollen. Von diesen neuen Modellen wird erwartet, daß sie Prozessen der Investition in UL, wechselseitige Handelsbeziehungen zwischen UL und den Industrieländern, technologische Veränderungen, Ressourcenerschöpfung und Strukturveränderungen in den Volkswirtschaften der UL strukturell besser simulieren können. Insbesondere wird von den neuen Modellen erwartet, daß sie annehmbare Ergebnisse für eine größere Variationsbreite ökonomischer Indikatoren und Strukturen erbringen, als mit SIMLINK möglich sind. Größere Verbesserungen an SIMLINK sind gegenwärtig nicht geplant.

Zwar ist es offensichtlich, daß die SIMLINK-Methode in mehrerlei Hinsicht Grenzen hat, doch ist hervorzuheben, daß SIMLINK nicht ausdrücklich für die Zwecke entworfen wurde, für die es von *Global 2000* verwendet wird. Die Analytiker der Weltbank sind der Ansicht, daß die meisten, wenn nicht gar alle größeren Mängel des Modells hätten behoben werden können, wenn für die Erstellung von *Global 2000* mehr Zeit zur Verfügung gestanden hätte. Jedenfalls, so stellen sie fest, ist SIMLINK bei allen seinen Unzulänglichkeiten jedem anderen Modell oder System haushoch überlegen, das für die Zwecke der Weltbank hätte benutzt werden können. Allerdings sind sie der Ansicht, daß es für den Fall einer Fortführung von *Global 2000* durch irgendeine Stelle der US-Regierung auf der Hand liegt, daß der Entwicklung eines sehr viel leistungsfähigeren und geeigneteren ökonomischen Weltmodells hohe Priorität zukommt.

Grundprinzipien

Der Zweck von SIMLINK besteht darin, die für einzelne UL von Fachleuten der Weltbank entwickelten Prognosen des Wirtschaftswachstums jeweils so zu korrigieren, daß wahrscheinliche Beschränkungen der weltweiten Verfügbarkeit von Deviseneinnahmen und ausländischem Investitionskapital auf einer konsistenten Basis explizit berücksichtigt werden können. Wenn die Einzelprognosen der Bank ohne diese Korrekturen aggregiert würden, würden der gesamte Welthandel und die Gesamtauslandsinvestitionen ein plausibles Niveau übersteigen.

Diese Prognosen für den Zeitraum 1975-85 wurden für die WAES-Studie (allgemein nach unten) korrigiert, um beurteilende Schätzungen von Analytikern der Weltbank und des WAES über die wahrscheinliche Auswirkung zusätzlicher Faktoren (insbesondere Veränderungen der Preise und Verfügbarkeit von Energie) auf das reale Wachstum des BSP auszudrücken (Tab. 16-1). Die SIMLINK-Prognosen für die meisten UL lagen um etwa 5% niedriger als die ursprünglichen Einzelprognosen der Weltbank, und um ungefähr 10% höher als die von der WAES-Studie und von *Global 2000* verwendeten beurteilenden Endprognosen für den Zeitraum 1975-85.

Um Berechnungen mit SIMLINK anstellen zu können, sind exogene Prognosen von vier Hauptvariablenreihen erforderlich, die für jedes prognostizierte Jahr getrennt angegeben werden müssen. Prognosen über diese Variablenreihen

Tab. 16-1
Prognosen über den durchschnittlichen realen Jahreszuwachs des BSP, nach Kontrollschritten,
mittlere Wachstumsvariante, 1975-85

	(%)				
	Schrift 1 Einzelne Länder ^a	Schrift 2 SIMLINK ^a	Schrift 3 End- beurteilung ^b	SIMLINK vs. einzelne Länder	SIMLINK vs. End- beurteilung
Westliche Industrienationen	4.1	4.1	4.0	0.0	0.1
Sozialistische Staaten	6.0	6.0	3.0 ^c	0.0	3.0
UL-Gruppen ^d :					
Indien	3.1	3.6	3.6	0.5	0.0
Übrige südasiatische Länder	4.9	4.9	3.6	0.0	1.3
Afrika, niedr. Einkommen	4.8	4.6	3.6	-0.2	1.0
Unteres mittleres Einkommen	6.4	5.8	5.4	-0.6	0.2
Mittleres Einkommen	5.0	4.9	5.6	-0.6	0.6
Oberes mittleres Einkommen	5.5	5.1	4.4	-0.4	-0.6

^a Der Berechnung liegen Schätzungen über das Niveau der Wirtschaftsaktivitäten im Jahre 1975 zugrunde, die von den in Kap. 3 dargestellten abweichen. Analytiker der Weltbank, die beide Schätzungsreihen für 1975 (auf der Basis unterschiedlicher methodischer Annahmen) entwickelten, empfahlen dieses Vorgehen.

^b Die WAES-Studie hat diese Zahl, welche die in dieser Studie angeführten Daten für die UdSSR und Osteuropa zusammenfaßt, nicht veröffentlicht.

^c Die hier zusammengefaßten Länder sind in der folgenden Erörterung unter der Überschrift »Grundkomponenten« genannt.

wurden von verschiedenen Länder- und Rohstoffexperten der Weltbank erst hauptsächlich getrennt gestellt und dann in geeigneter Form für SIMLINK aggregiert. Es handelt sich um die folgenden Hauptvariablenreihen, die beim Entwurf neuer Szenarien verändert werden:

- Reale Wirtschaftswachstumsraten für die westlichen Industrienationen (in drei Gruppen aggregiert).
- Reale Preise für die von den UL exportierten 25 Hauptrohstoffarten und -gruppen.
- Vier separate Inflations-Indizes.
- Schätzungen der maximalen potentiellen Zahlungsbilanzlücke zwischen Exporteinnahmen und Importausgaben, die die (in sechs Gruppen aggregierten) UL mit Wahrscheinlichkeit länger verkraften können. Diese Schätzungen dienen als Ersatz für die Schätzungen wahrscheinlicher Zuflüsse an Auslandskapital in die UL.

Weitere exogene Prognosen sind für SIMLINK außerdem erforderlich, werden aber beim Entwerfen verschiedener SIMLINK-Szenarien fast nie variiert. So benötigt SIMLINK beispielsweise für jede UL-Gruppe exogene Prognosen über die proportionale Mischung von Rohstoffexporten und anderen Exportgütern und Dienstleistungen für jedes Prognosejahr; danach kann spezifiziert werden und wird spezifiziert, daß sich die proportionale Exportmischung für jede UL-Gruppe im Zeitverlauf verändert, obwohl diese Spezifizierungen selbst selten verändert werden, nachdem sie einmal gemacht sind. Im Gegensatz dazu wird die proportionale Importmischung für jede UL-Gruppe nicht exogen spezifiziert, ist jedoch in Form linearer Gleichungen mit unveränderlichen Konstanten und Koeffizienten in der Modellstruktur enthalten.

Weitere Beispiele für Variablen, die exogene Prognosen erfordern, welche selten verändert werden, sind die folgenden: Wirtschaftswachstumsraten der sozialistischen Länder; Nachfrageelastizitäten der (als ein einziges Aggregat aufgefaßten) UL nach Industriegütern bezogen auf die Wirtschaftswachstumsraten der westlichen Industrieländer und der sozialistischen Länder (vier Aggregate)*; und proportionale Gesamtwachstumsraten der Exporte an Industriegütern für jede der sechs Gruppen von UL. Eine einzige Reihe von Nachfrageelastizitäten bezogen auf die Industriegüterexporte der UL wird für alle Prognosejahre verwendet. Die proportionalen Gesamtwachstumsraten der Exporte von Industriegütern für jede Gruppe von UL werden für jedes Prognosejahr getrennt spezifiziert.

* Nach Ansicht der Analytiker der Bank hat sich gezeigt, daß diese Elastizitäten eine der Schwachstellen von SIMLINK sind. Die Endergebnisse reagieren sehr empfindlich auf die hier gemachten Annahmen.

SIMLINK errechnet sodann:

- Das Welthandelsvolumen für die verschiedenen Rohstoffe.
- Die zu diesem Handelsvolumen gehörigen Exporterlöse (in Dollar), korrigiert im Hinblick auf Inflation und terms of trade.
- Allokation dieser Exporterlöse auf jede der sechs Gruppen von UL.
- Gesamtüberschüsse, die zur Bezahlung der Importe jeder UL-Gruppe zur Verfügung stehen (Exporterlöse zuzüglich der maximalen potentiellen Lücke zwischen Exporterlösen und Importausgaben, ein Ersatz für die Zuflüsse an Auslandskapital).
- Reale Wachstumsraten für jede der sechs Gruppen von UL aufgrund ihrer Fähigkeit, Importe mit Exporterlösen und Zuflüssen an Auslandskapital zu bezahlen.

Die relative Leistungsfähigkeit von SIMLINK wird durch Einfachheit erreicht. Die Wirtschaftswachstumsraten der UL werden lediglich als Funktion der Investitionsraten, der Kapitalzuflüsse aus den Industrienationen und des (von SIMLINK aufgrund unterschiedlicher Inflationsraten, Zuwachsraten des industriellen Wirtschaftswachstums und exogener Preisprognosen prognostizierten) Handels mit den westlichen Industrienationen und den sozialistischen Ländern prognostiziert. Der Handel zwischen den UL bleibt unberücksichtigt.* Die Wirtschaftswachstumsraten der UL wirken sich nicht auf die Zuwachsraten der Industrienationen aus, für die wiederum nicht prognostiziert wird, daß sie irgendwelche Auswirkungen auf die Fähigkeit der Industrienationen zur Investition in den UL haben.

Die Prognosen über Rohstoffpreise werden exogen geschätzt und im allgemeinen von Analytikern der Bank alle sechs Monate aktualisiert. Diese Prognosen sind konsistent mit den gegenwärtigen Prognosen der Bank über die Wirtschaftswachstumsraten in den Industrienationen. Allerdings wird bei der Entwicklung der Szenarien mit hohem, mittlerem und geringem Wachstum nur eine einzige Reihe exogener Rohstoffpreisprognosen benutzt. Die Preise sind also unabhängig von Veränderungen der Angaben der Studie über Wirtschaftswachstumsraten in den Industrienationen und ebenso unabhängig von den vom Modell errechneten Handelsvolumen und Wirtschaftswachstumsraten der UL.

Jede UL-Gruppe enthält Länder mit Pro-Kopf-Einkommen, die in bestimmte vorher festgelegte Bandbreiten passen. So werden bestimmte Länder wie Bolivien, Thailand und Marokko – oder Argentinien, Jamaica und Jugoslawien – aufgrund der Annahme in einer Gruppe zusammengefaßt, daß sie sich trotz ihrer offensichtlichen soziopolitischen und geographischen Unterschiede ökonomisch

* Die Analytiker der Bank bemerken hierzu, daß der Handel zwischen den UL, soweit vorhanden, in den Parametern des Modells implizit enthalten ist, die das Verhalten in der Vergangenheit einschließen.

strukturell gleichartig verhalten. Frühere Versionen von SIMLINK wiesen sehr viel homogenere Regional- und Einkommengruppen auf. Die derzeitigen Ländergruppen wurden später von Analytikern der Bank zusammengestellt, um zu gewährleisten, daß SIMLINK nicht den Anschein erweckt, die Politik einzelner Länder zu analysieren.

SIMLINK beruht außerdem auf der allen kurzfristigen ökonomischen Modellen gemeinsamen Annahme, daß im gewünschten Prognosezeitraum keine größeren Strukturveränderungen innerhalb der Gruppen oder in bezug auf die internationale Wirtschaftsordnung eintreten. Es kann nicht zur Gewinnung aussagekräftiger Ergebnisse aufgrund exogener Eingabedaten benutzt werden, bei denen angenommen wird, daß derartige Veränderungen eintreten, und es kann solche Veränderungen nicht endogen prognostizieren. Modelle für einzelne Länder, die von Analytikern der Weltbank entwickelt wurden, können in gewissem Umfang Annahmen über strukturelle Veränderungen enthalten, die sich wiederum in den von SIMLINK verwendeten exogenen Annahmen widerspiegeln. Bis auf diese Korrekturen jedoch unterstellt SIMLINK im Prinzip beispielsweise entweder, (1) daß keine beträchtlichen Ressourcen/Umweltengpässe auftreten, daß keine größeren technologischen Veränderungen vorkommen, daß es den UL nicht gelingt, durch Kartellbildung die relativen Preise für Rohstoffe zu erhöhen, daß die Industrienationen sich nicht zunehmend auf Protektionspolitik verlegen, daß der steigende Schuldenstand der UL, deren Wirtschaftswachstum nicht signifikant hemmen wird, und daß keine größeren militärischen, politischen oder kulturellen Veränderungen eintreten; oder (2) daß derartige Ereignisse keine Nettoauswirkungen auf gegenwärtige Strukturen des Wirtschaftsverhaltens haben werden und daher vernachlässigt werden können.

Das Modell unterstellt daher auch im Prinzip, daß (1) das bestehende Wirtschaftssystem und die dazugehörigen Finanzinstitutionen und -einrichtungen im Grunde intakt sind, daß (2) die Industrienationen und die UL ein wechselseitiges Interesse an der Erhaltung und Weiterentwicklung des bestehenden Systems haben, und daß (3) dieses wechselseitige Interesse auf der unvermeidlichen Abhängigkeit der Armen vom Wohlstand der Reichen beruht.

Es hat vielleicht den Anschein, daß diese Annahmen implizieren, daß die in letzter Zeit erhobenen Forderungen der UL nach einer »neuen Wirtschaftsordnung« nicht erfüllt werden; doch wurde SIMLINK nicht dazu entworfen, diese Frage zu analysieren. Eine derartige neue Wirtschaftsordnung würde größere Veränderungen der Struktur der Weltindustrie, eine neue internationale Arbeitsteilung und eine drastische Verschiebung im relativen Einfluß des Westens auf das internationale Wirtschaftssystem nach sich ziehen. Wie in der Erklärung und dem Aktionsplan zu industriellen Entwicklungsfragen von 1975* formuliert wurde,

* Verabschiedet 1975 auf der Konferenz der Organisation für Industrielle Entwicklung der Vereinten Nationen in Lima.

werden diese verschiedenen Forderungen in einem einzigen Ziel konkretisiert: Bis zum Jahr 2000 soll die Erzeugung der UL mindestens 25 % der Weltindustrieproduktion ausmachen.

SIMLINK ist strukturell nicht in der Lage, die großen Veränderungen zu simulieren, die dieses Ziel von 25 % voraussetzt.* Gemäß den für *Global 2000* unter Verwendung von SIMLINK erstellten BSP-Prognosen (vgl. Kap. 3) besteht nämlich bei mehreren UL die Wahrscheinlichkeit, daß sie im Zeitraum 1985-2000 nur ein geringfügiges Pro-Kopf-Wirtschaftswachstum und ein mögliches Sinken des Pro-Kopf-Verbrauchs erleben. Dies stünde im Gegensatz sowohl zu neueren historischen Trends als auch zu den Erwartungen der UL und könnte zu schwerwiegenden sozialen und politischen Spannungen führen, die im Modell ebenfalls nicht dargestellt sind.

Wegen vieler dieser strukturellen Einschränkungen benutzen die Analytiker der Weltbank SIMLINK nur ungern für Prognosen über das Jahr 1985 hinaus. Zwar wurden die neuen Regional- und Weltmodelle der Bank so entworfen, daß sie sehr viel mehr kurzfristige Strukturschwankungen als SIMLINK berücksichtigen, doch fehlt der Bank immer noch eine mathematische Analyseverfahren zur Prognose zukünftigen BSP-Zuwachses von UL über 1985 hinaus. Für die WAES-Studie wurde SIMLINK bis in den Zeitraum 1985-90 verlängert, doch zur Erstellung von Prognosen für den verbleibenden Zeitraum 1990-2000 wurden simple, beurteilend nach unten korrigierte Extrapolationen von BSP-Trends verwendet. Man war der Ansicht, daß dieses Verfahren seriöser und weniger irreführend sei als der Versuch, dieses mittelfristige Modell weit über den Zeitraum hinaus zu verlängern, den es simulieren sollte. Die beurteilende Analyse wurde auch dazu benutzt, die Ergebnisse der korrigierten mathematischen Modellanalysen auf Länder auszudehnen, die in den im Modell vertretenen Ländergruppen nicht explizit enthalten sind.

Grundkomponenten

Im Sinne der Ziele von *Global 2000* muß SIMLINK die Prognosen über das Wirtschaftswachstum liefern, die zur Erstellung der Nahrungsmittel- und Energieprognosen der Studie erforderlich waren, und dieselben Prognosen wurden auch als Bezugspunkt bei der Erörterung von Fragen des Wirtschaftswachstums in Relation zu Trends bei Bevölkerung, Ressourcen und Umwelt bis zum Jahr 2000

* Analytiker der Bank sind anderer Meinung; ihrer Meinung nach ließen sich solche Veränderungen mit Leichtigkeit im SIMLINK einbauen. Sie erklären, daß diese Korrekturen an SIMLINK nicht vorgenommen wurden, weil ein neues System zur Erforschung solcher Fragen inzwischen entworfen und eingeführt wird.

benutzt. SIMLINK selbst berücksichtigt Bevölkerungswachstum, Ressourcenerschöpfung oder Umweltschäden nicht explizit. Allerdings werden einige dieser Faktoren berücksichtigt, bevor die Läufe des Modells stattfinden (bei der Erstellung einiger für SIMLINK erforderlicher exogener Prognosen), und einige anschließend (durch beurteilende Korrektur der Rechenergebnisse von SIMLINK). Die Annahmen bezüglich dieser Faktoren sind in vielen Fällen nicht explizit, und weil sie die politisch brisanten Einzellandmodelle der Bank berühren, wurden sie *Global 2000* nicht zugänglich gemacht. SIMLINK berücksichtigt jedoch explizit eine Reihe prognostizierter Warenpreise und -volumen im internationalen Handel. Diese wurden von der Bank zur Verfügung gestellt und werden später erörtert.

Obwohl von SIMLINK entwickelte Weltprognosen der Weltbank eine Primärquelle der BSP-Prognosen sind, die von AID und von anderen US-Bundesbehörden benutzt werden, wurden von diesen Behörden auch alternative Wachstumsprognosen herangezogen. AID z. B. neigt eher dazu, sich auf die Einzelländeranalysen der Bank als auf die unter Verwendung von SIMLINK erstellten aggregierten Weltanalysen zu stützen. Der Economics, Statistics and Cooperatives Service des US-Landwirtschaftsministeriums verwendet Prognosen der Organisation für Ernährung und Landwirtschaft (FAO). Die Energy Information Administration des US-Energieministeriums verwendet Prognosen, die von den Vereinten Nationen und der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) erstellt wurden. Die US-Bergbaubehörde stützt sich auf internationale Wirtschaftsprognosen von Wilfred Malenbaum, wie in Kap. 22 beschrieben. Die Prognosen der FAO, der UN und der OECD liegen höher als die des WAES oder der Weltbank; die Prognosen der Bergbaubehörde liegen niedriger.

Was seine innere Struktur angeht, ist SIMLINK im wesentlichen ein blockrekursives Modell, das drei Gruppen von Industrienationen, den sozialistischen Block und sechs repräsentative Gruppen von UL darstellt. Es erfaßt den Handel mit 25 Rohstoffen, der ungefähr 10 Jahre in die Zukunft prognostiziert wird. »Blockrekursiv« bezieht sich darauf, daß jede Hauptkomponente des Modells für alle Prognosejahre gelöst wird, bevor die nächste Hauptkomponente gelöst wird. Dies bedeutet z. B., daß Prognosen über Warenexporte der UL für alle Prognosejahre in einem Teilprogrammblock aufgrund unkorrigierter Wachstumsprognosen für die UL (die später in einem getrennten Teilprogrammblock korrigiert werden) errechnet werden.

Dieser Rechenansatz spiegelt die Annahme wider, daß die Warenexportniveaus der UL im wesentlichen unabhängig vom Wirtschaftswachstum der UL sind. Obwohl viele der Rohstoff-Teilmodelle von SIMLINK teilweise als Funktionen der Wirtschaftswachstumsraten in den westlichen Industrienationen (ohne sozia-

listische Länder) angegeben sind, wirken sich Veränderungen dieser Raten nur sehr begrenzt im Sinne von Veränderungen der Rohstoffexportziffern der UL aus. Der konstante Dollarwert von UL-Exporten an Rohstoffen schwankt um weniger als 10%. Dies liegt daran, daß die Rohstoffpreisniveaus exogen angegeben sind, und diese Angaben nicht zusammen mit Veränderungen in den exogenen Angaben über die Wirtschaftswachstumsraten der Industrienationen variiert werden. Allerdings haben Veränderungen der Wirtschaftswachstumsraten der westlichen Industrienationen und der sozialistischen Länder insofern eine größere Auswirkung, als sie das Niveau der UL-Exporte an Fertigprodukten und Dienstleistungen verändern. Der konstante Dollarwert dieser Exporte schwankt um mehr als 30%.

Innerhalb von SIMLINK sind die westlichen Industrienationen geographisch gruppiert nach Nordamerika, Westeuropa und Japan-Ozeanien. Eine Gruppe sozialistischer Länder ist ebenfalls dargestellt, unterhält jedoch weniger Wechselbeziehungen mit anderen Komponenten als die westlichen Industrienationen. Ein OPEC-Importmarkt für UL wurde im Modell für bestimmte Spezialanalysen der Weltbank dargestellt, nicht aber für die WAES-Analyse.

Die sechs repräsentativen Gruppen unterentwickelter Länder werden in den verschiedenen Versionen von SIMLINK verschieden definiert.* In SIMLINK VI, wo sie hauptsächlich nach Pro-Kopf-Einkommen gruppiert sind, sind es die folgenden:

1. *Indien*.
2. *Sonstige Länder Südasiens*: Bangladesch, Pakistan, Sri Lanka.
3. *Afrika mit niedrigem Einkommen*: Äthiopien, Kenia, Madagaskar, Tansania.
4. *Unteres mittleres Einkommen*: Ägypten, Bolivien, Elfenbeinküste, Ghana, Kamerun, Liberia, Marokko, Philippinen, Senegal, Sudan, Thailand.
5. *Mittleres Einkommen*: Brasilien, Chile, Guatemala, Kolumbien, Korea, Malaysia, Mexico, Peru, Sambia, Syrien, Tunesien, Türkei.
6. *Oberes mittleres Einkommen*: Argentinien, Jamaica, Jugoslawien.

Die unterentwickelten OPEC-Länder sind nicht dargestellt. Eine geographische Veranschaulichung der diesen Prognosen zugrunde liegenden Methode wird auf einer der Farbtafeln zur Erörterung in Kap. 14 gegeben.

Die in SIMLINK dargestellten 25 Rohstoffe und Rohprodukte und Rohstoffgruppen wurden ausgewählt, weil jeder dieser Rohstoffe oder jede dieser

* Die folgende Erörterung beruht auf der derzeit gültigen Version IV von SIMLINK. Die Tabellen fußen auf SIMLINK IV, das unter denselben exogenen Annahmen gerechnet wurde wie SIMLINK V von der WAES-Studie. Die vollständige Dokumentation und die mit der ursprünglichen WAES-Studie und mit SIMLINK V zusammenhängenden Läufe sind gegenwärtig nicht zugänglich und würden ohnehin nicht die (indirekt) von AID und anderen US-Bundesbehörden bei BSP-Prognosen verwendete Methode wiedergeben.

Rohstoffgruppen mehr als 3% der Gesamtexporterlöse jeder UL-Gruppe oder in manchen Fällen (bestimmte Länder) erbringt. Sie umfassen: 11 Waren oder Warengruppen des Nahrungsmittelexports; 9 sonstige Agrarexporte; 5 Exporte an mineralischen Rohstoffen und Metallen. 11 endogene Teilmodelle mit 3-25 Gleichungen sind im SIMLINK zur Prognose der Exportvolumen (oder Gesamtproduktion) an Rindfleisch, Kakao, Kaffee, Kupfer, Fetten und Ölen (darunter Kokusnußöl, Kopra, Erdnüssen, Erdnußöl und Palmöl), Eisenerz, Reis, Kautschuk, Zucker, Tee und Zinn enthalten.

Zehn Waren werden unter Verwendung einfacher Gesamtzuwachsformeln prognostiziert (die im allgemeinen aus den Ergebnissen der getrennt gerechneten Waren oder der Weltbank abgeleitet sind). Hierzu gehören: Baumwolle, Jute, Reis, Erdöl, Holz, Tabak, Weizen, vermischte Nahrungsmittelexporte, vermischte sonstige Agrarexporte und vermischte Exporte an mineralischen Rohstoffen und Metallen.

Alle Voraussagen über Rohstoff- und Produktpreise sind exogen und werden für die Varianten mit hohem, mittlerem und geringem Wachstum nicht verändert. Aus diesem Grund sind auch die endogen prognostizierten Warenmengen für alle drei Varianten sehr ähnlich, ohne Rücksicht auf Veränderungen der BSP-Zuwachsraten der Industrieländer. Die Handelsvolumen anderer UL-Exporte in die Industrienationen (d. h. Industriegüter und Dienstleistungen) verändern sich jedoch beträchtlich.

Die Weltbankschätzungen über potentiellen BIP-Zuwachs und ausländischen Kapitalbedarf einzelner UL sind politisch brisant und daher vertraulich. Es wäre jedoch nicht ungewöhnlich, wenn ein unterentwickeltes Mitgliedsland der Weltbank seine offizielle jährliche Wachstumsrate der Wirtschaft mit 10% prognostizierte, die Landesexperten der Weltbank diese realistischer sähen, etwa bei einem Maximum von 7% unter optimalen Bedingungen, und aggregierte Prognosen sie zwischen 5 und 6% prognostizierten. Häufiger noch sind die relativ armen Länder, deren Plan 6% erfordert, bei denen die Analytiker der Bank wahrscheinlich 4,5% prognostizieren, während die aggregierten Prognosen diese Werte auf 3% reduzieren.

In vielen Fällen beruhen diese internen Prognosen der Bank auf deren eigenen detaillierten ökonometrischen Modellen, wenn auch die Ergebnisse dieser Modelle umfangreichen heuristischen Korrekturen unterworfen werden, bevor sie von SIMLINK bearbeitet werden. In anderen Fällen werden sie mit weniger mathematischen Verfahren abgeleitet. Die exogenen Rohstoff- und Rohproduktpreise werden allgemein ebenfalls aus detaillierten ökonometrischen Modellen für einzelne Rohstoffe abgeleitet und werden wie alle exogenen Eingabedaten einer beurteilenden Korrektur unterzogen, bevor sie im SIMLINK eingehen.

Die internen Koeffizienten und exogenen Eingabedaten von SIMLINK sind aus

von der Weltbank oder der UNO gesammelten Daten über den Zeitraum 1960-75 abgeleitet. Im allgemeinen sind die neuesten verfügbaren Wirtschaftsdaten über UL mindestens zwei Jahre alt, obzwar aktuellere Daten über die Schuldenbilanz der UL und über die wirtschaftliche Gesamtaktivität in den westlichen Industrienationen erhältlich sind. Die meisten Daten aus UL sind nicht von guter Qualität, da ökonomische Definitionen zwischen einzelnen Ländern und zu verschiedenen Zeitpunkten variieren. Die Stichproben- und Weiterleitungsfehler sind groß, und Daten werden im allgemeinen nur jährlich gesammelt. Infolge von Veränderungen der ökonomischen Grundstruktur der meisten UL haben Daten von 1960 allgemein für Prognosen keine Validität, so daß im allgemeinen nicht mehr als 10-15 Jahresbeobachtungen zur Verfügung stehen. Über dies besteht in vielen UL eine Industriebranche aus einer oder zwei großen Firmen, so daß Veränderungen der Daten im Zeitverlauf mit großer Wahrscheinlichkeit mikroökonomische und nicht makroökonomische Determinanten widerspiegeln.

Grundlegende Verfahren

Das schrittweise Vorgehen des SIMLINK-Modells wird in Fig. 16-1 dargestellt.

Die in den (mit SIMLINK IV gerechneten) Prognosen mit mittlerem Wachstum für *Global 2000* verwendeten exogenen Annahmen über den BSP-Zuwachs für die westlichen Industrienationen und die sozialistischen Länder sind in Tab. 16-2

Tab. 16-2
Daten und Prognosen über den
durchschnittlichen realen Jahreszuwachs des
BSP für die westlichen Industrieländer und die
sozialistischen Staaten

(%)

Ländergruppe	Tatsächlich			Prognostiziert ^a	
	1955- 60	1961- 70	1971- 75	1977- 80	1980- 85
Nordamerika	3.2	4.2	2.4	4.4	4.0
Westeuropa	4.9	4.7	2.9	3.7	3.7
Japan-Ozeanien	7.3	9.5	5.0	4.9	4.9
Westl. Industrieländer insgesamt	4.1	4.9	2.7	4.2	4.0
Sozialist. Länder ^b				6.0	6.0

Hinweis: Die im SIMLINK-Modell verwendeten wirklichen Raten sind für jedes Prognosejahr spezifiziert und verändern sich in größerer Abstufung als die hier aufgeführten durchschnittlichen Jahresraten.

^a Mittlere Wachstumsvariante.

^b Die verfügbaren tatsächlichen Raten sind für einen Vergleich ungeeignet.

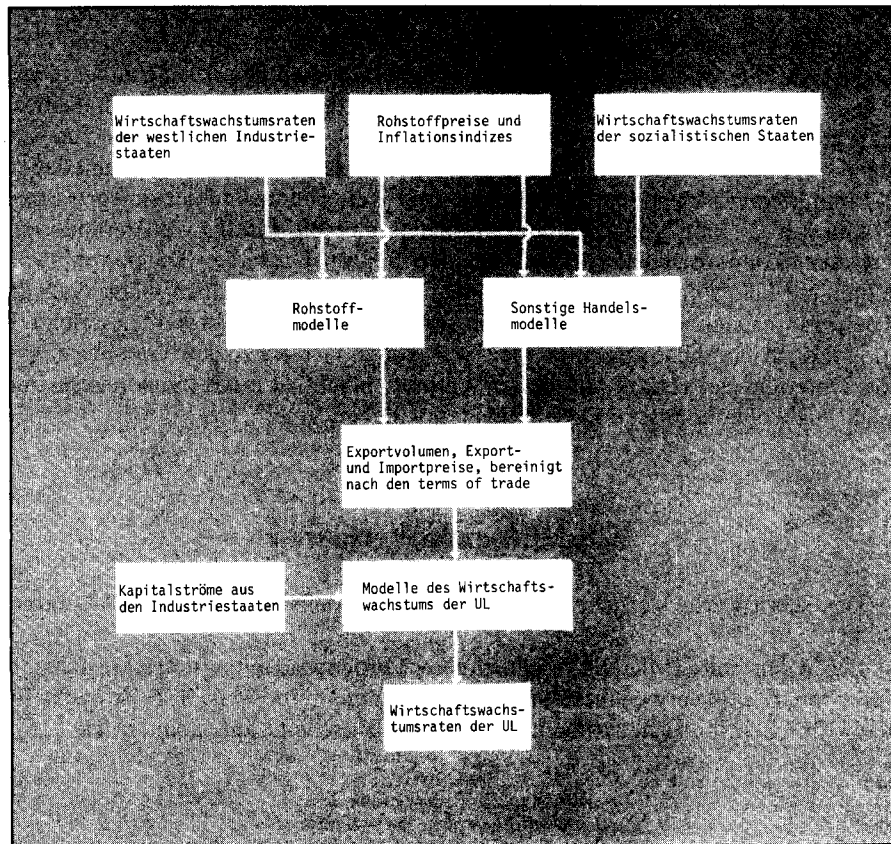


Fig. 16-1. Das sequentielle Verfahren des SIMLINK-Modells.

zusammengefaßt. In dieser Analyse wird die Wirtschaftswachstumsrate Nordamerikas im Vergleich zu der der letzten 20 Jahre als hoch prognostiziert, während das Wirtschaftswachstum in Westeuropa und Japan-Ozeanien im Vergleich zum selben Zeitraum ziemlich niedrig ist. Weil die Nachfrageelastizität Nordamerikas für Fertigprodukte der UL, bezogen auf den BSP-Zuwachs Nordamerikas, von SIMLINK mit 3,5% mehr als doppelt so hoch wie die Westeuropas (1,7%) oder Japan-Ozeaniens (1,5%) prognostiziert wird, sollte man nicht davon ausgehen, daß diese Differenzen einander ausgleichen.

Aufgrund der wirtschaftlichen Erfahrungen der letzten 2-3 Jahre schlugen Analytiker der Weltbank (lange nach Beginn von *Global 2000*) vor, die

Tab. 16-3
Prognosen über den durchschnittlichen realen
Jahreszuwachs des BSP für die hohe, mittlere
und niedrige Wachstumsvariante, 1977-85

(%)

	Hoch	Mittel	Niedrig	Mittel vs. Hoch	Mittel vs. Niedrig
	(1)	(2)	(3)	(2)-(1)	(2)-(3)
Westliche Industrie- länder	4.8	4.1 ^a	3.3	-0.7	0.8
Sozialist. Länder	6.0	6.0 ^a	6.0	0.0	0.0
UL-Gruppen					
Indien	4.3	3.8	3.4	-0.5	0.4
Übrige süd- asiatische Länder	5.8	5.0	4.0	-0.8	1.0
Afrika, niedriges Einkommen	5.3	4.8	4.5	-0.5	0.3
Unteres mittleres Einkommen	7.6	5.6	4.5	-2.0	1.1
Mittleres Einkommen	8.3	6.4	4.8	-1.9	1.6
Oberes mittleres Einkommen	5.8	4.5	3.4	-1.3	1.1

^a Diese Zahlen sind konsistent mit den in Tab. 16-1 aufgeführten Werten, die für den Zeitraum 1975-85 berechnet wurden, damit sie den in Kap. 3 angeführten BSP-Prognosen entsprechen. Weil SIMLINK-Prognosen (Version VI) für 1975 und 1976 nicht erarbeitet wurden (hier lagen historische Schätzwerte vor), wurden diese Jahre in dieser und den folgenden Tabellen nicht aufgeführt.

BSP-Zuwachsraten der westlichen Industrienationen etwas nach oben zu korrigieren. Dies hätte zu entsprechenden Aufwärtskorrekturen der prognostizierten Zuwachsraten nach SIMLINK (infolge zunehmender Käufe von UL-Exporten durch die westlichen Industrienationen) geführt. Experten der CIA hingegen meinten, daß geringere jährliche Zuwachsraten im Verlauf des nächsten Jahrzehnts sowohl für die westlichen Industrienationen als auch für die UL wahrscheinlicher seien.* Weil diese Korrekturempfehlungen nicht konsistent waren, und weil die *Global 2000* nicht auf die Analyse des BSP ausgerichtet war, wurden die ursprünglichen WAES-Prognosen nicht für die Zwecke der Studie korrigiert.

Wie empfindlich die Wirtschaftswachstumsraten der UL in SIMLINK auf Veränderungen in den Annahmen über die Wachstumsraten der westlichen Industrienationen reagieren, geht aus Tab. 16-3 hervor. Diese Veränderungen ergeben sich aus der vom Modell angenommenen Schlüsselbeziehung zwischen dem Wirtschaftswachstum der UL und ihren Außenhandelserlösen, die völlig vom

* Wie bereits oben bemerkt, war die CIA außerdem der Ansicht, daß die Zahlen der Studie für die BSP-Zuwachsraten der VR China und einiger anderer sozialistischer Länder zu gering angesetzt seien.

Handel mit den westlichen Industrienationen und den sozialistischen Ländern abhängig sind. SIMLINK ist nicht in der Lage, die Auswirkungen alternativer Binnenentwicklungsstrategien der UL zu prognostizieren, die auf anderen Faktoren als den Wirtschaftswachstumsraten der westlichen Industrienationen und der sozialistischen Länder beruhen. Wie bereits bemerkt, wirken sich diese Wachstumsraten nur auf das Exportvolumen und nicht auf die Exportpreise oder die Kapitalströme aus.

In seinem ersten Hauptprogrammblock errechnet SIMLINK die Welthandelsvolumen für einen breiten Fächer von Rohstoffen und Rohprodukten für alle Prognosejahre, in vielen Fällen aufgrund exogener Prognosen über das Wirtschaftswachstum der westlichen Industrienationen, der Nachfrageelastizitäten bezogen auf diese Wachstumsraten, exogener Preisprognosen und anderer Variablen. In anderen Fällen jedoch sind die Prognosen über das Warenhandelsvolumen unabhängig von Veränderungen irgendeiner exogenen Variablen. So z. B. benötigen Prognosen über die Produktion mehrerer wichtiger Waren nur einfache Wachstumsformeln der folgenden Struktur:

$$\text{Menge}_t = \text{Menge}_{t-1} (1 + \text{Verzinsungsrate})$$

So wird z. B. für die Handelsvolumen vieler mineralischer Rohstoffe und Metalle, (nämlich Bauxit, Blei, Phosphate, Silber und Zink) gemeinsam prognostiziert, daß sie mit einer durchschnittlichen Jahresquote von 6,3% zunehmen, ohne Rücksicht auf die für die Industrienationen oder die UL prognostizierten Schwankungen der Preise oder der Wirtschaftswachstumsraten. In ähnlicher Weise werden die Handelsvolumen bei Holz mit 4,1%, bei Erdöl mit 2,8%, bei Weizen mit 2,5% und bei Baumwolle mit 1,7% jährlich ohne Rücksicht auf Veränderungen irgendwelcher Variablen ermittelt.

Während diese Prognosen häufig lediglich summarische Darstellungen von komplexeren Wechselverhältnissen sind, wie sie in den (vertraulichen) Warenhandelsmodellen der Weltbank vor den Berechnungen mit SIMLINK simuliert wurden, unterscheiden sie sich beträchtlich von vielen der Zuwachsraten im Handel mit denselben Waren, wie sie aus den Prognosen anderer US-Bundesbehörden für *Global 2000* hervorgehen. So z. B. werden für *Global 2000* jährliche Zuwachsraten des Weltverbrauchs an Aluminium, Bwei, Phosphaten, Silber und Zink für den Zeitraum 1973-85 jeweils mit nur 4,4%, 3,6%, 4,4%, 2,1% und 3,4% prognostiziert, liegen also allesamt beträchtlich unter dem Durchschnitt von 6,3% in SIMLINK. Für die Exportvolumen an Rohöl wird prognostiziert, da sie jedes Jahr im Zeitraum 1966-85 um etwa 4% zunehmen (was beträchtlich über der jährlichen Zuwachsrate von SIMLINK von 2,8% jährlich für den Zeitraum 1977-85 liegt), und die Weizenexporte sollen der Prognose zufolge um 4,1% jährlich im Zeitraum 1970-85 zunehmen (liegen also ebenfalls beträchtlich über den 2,5% von SIMLINK von 1977-85). Da die meisten UL tendenziell

Nettoexporteure von mineralischen Rohstoffen und Metallen, und Nettoimporteure von Nahrungsmitteln und Brennstoffen sind, könnten diese Korrekturen beim Zuwachs des Handelsvolumens, wenn sie in das SIMLINK-Modell eingingen, die prognostizierten Devisenerlöse der UL beträchtlich senken und damit auch ihre prognostizierten Wirtschaftswachstumsraten.

Die exogenen Preisprognosen von SIMLINK unterscheiden sich ebenfalls beträchtlich von anderen für *Global 2000* verwendeten Preisprognosen. Die Preise für mineralische Rohstoffe und Metalle sind bei SIMLINK höher, die Preise für Nahrungsmittel und Brennstoffe niedriger. Wenn Korrekturen auch an den im SIMLINK verwendeten exogenen Warenpreisprognosen vorgenommen würden, so daß sie den anderen Prognosen dieses Projekts entsprechen, würden die prognostizierten Devisenerlöse und die daraus resultierenden Wachstumsraten der UL noch weiter nach unten gedrückt. So z. B. beruhen die SIMLINK-Prognosen auf der exogenen Annahme, daß die realen Preise für Kupfer und Zinn (in konstanten Dollar) im Zeitraum 1975-85 jeweils um ungefähr 5,2 und 2,5% jährlich steigen werden.

Im Gegensatz dazu unterstellten die für *Global 2000* entwickelten Prognosen hinsichtlich derselben Metalle, daß ihre realen Preise im selben Zeitraum konstant bleiben oder sinken. Dagegen beruhen die SIMLINK-Prognosen auf der exogenen Annahme, daß die Erdölpreise real konstant bleiben,* während in den für *Global 2000* entwickelten Prognosen von 1980 an ein Ansteigen der realen Preise um 5% jährlich unterstellt sind. Die SIMLINK-Prognosen beruhen außerdem auf der Annahme, daß die prognostizierten Weizenpreise um ungefähr 0,6% jährlich sinken (in konstanten Dollar, aufgrund eines fünf Jahres-Basiszeitraums berechnet), während die für *Global 2000* erstellten Prognosen von einer Steigerung von ungefähr 2,1% jährlich für den Zeitraum 1970-85 ausgingen.

In seinem nächsten größeren Programmblock errechnet SIMLINK nach Errechnung der Welthandelsvolumen für die hauptsächlichen Rohstoffe und Warengruppen die Nachfrage der Industrienationen und des sozialistischen Blocks nach Fertigprodukten und Dienstleistungen aus den UL. Diese Berechnungen beruhen auf exogenen, historisch abgeleiteten Schätzungen der Einkommenselastizitäten der Nachfrage jeder Gruppe von Industrienationen für Fertigwaren aus den UL; sie werden wiederum mit entsprechenden Korrekturen zur Errechnung der Nachfrage nach allen sonstigen UL-Exporten außer denen an primären Rohstoffen benutzt und sind für alle drei Wachstumsvarianten dieselben. Diese angenommenen Elastizitäten lassen zusammen mit den prognostizier-

* Analytiker der Bank verweisen darauf, daß diese Annahme nicht unbedingt eine Prognose sein soll; sie wurde nämlich gemacht, weil die Bank nicht den Anschein erwecken wollte, zur Wahrscheinlichkeit potentieller Veränderungen des Erdölpreises Stellung zu beziehen.

Tab. 16-4
Prognosen über die Nachfrage nach Fertigprodukten aus unterentwickelten Ländern

Ländergruppe	Elastizität ^a	Durchschnittl. jährl. Wirtschaftswachstum ^b		Durchschnittl. Jahreszuwachs i. d. Nachfrage nach Fertigprodukten aus UL ^b		Importindex für Fertigprodukte aus UL ^{b,c}		
		1977-80	1980-85	1977-80	1980-85	1975	1980	1985
Nordamerika	3.5	4.4	4.0	15.4	14.0	1.000	1.715	2.848
Westeuropa	1.7	3.7	3.7	6.3	6.3			
Japan-Ozeanien	1.5	4.9	4.9	7.4	7.4			
Sozialist. Staaten	1.5	6.0	6.0	9.0	9.0			

^a Elastizität (der Nachfrage nach Fertigprodukten aus UL) unter Berücksichtigung des Wirtschaftswachstums. Nach der Prognose bleibt diese Elastizität über den Zeitraum 1977-85 konstant und zeigt auch hinsichtlich der drei Wachstumsvarianten keine Veränderung.

^b Mittlere Wachstumsvariante.

^c SIMLINK verwendet einen aggregierten, keinen regionalen Index. Dieser Index basiert auf den regionalen Elastizitäten und Wachstumsraten, die in dieser Tabelle wiedergegeben sind. Bei der Berechnung wurden komplexe

Verfahren eingesetzt, in denen zusätzlich auch andere UL-Exporte und Handelsbedingungen berücksichtigt wurden. Nach Ansicht von Analytikern der Weltbank wäre es irreführend, wenn man in dieser Tabelle die Veränderungen in den regionalen Anteilen an der Gesamtnachfrage nach Fertigprodukten aus Entwicklungsländern anführte, die auf diesen regionalen Elastizitäten und Zuwachsraten basieren, zumal solche Berechnungen im SIMLINK-Modell nicht durchgeführt werden.

ten Wirtschaftswachstumsraten darauf schließen, daß die westlichen Industrienationen und die sozialistischen Länder ihre Importe an Fertigprodukten der UL im Vergleich zu 1975 bis 1980 fast verdoppeln und bis 1985 fast verdreifachen, wie aus Tab. 16-4 hervorgeht. Was dies für das Jahr 2000 bedeutet, ist eine offene Frage. Der prognostizierte Zuwachs der Exportvolumen an Fertigprodukten aus jeder UL-Gruppe geht aus Tab. 16-5 hervor.

Eine komplexe Reihe weiterer Berechnungen, die als Teil desselben Programmblocks interagieren, wird dann zur Prognose der Zuwachsraten sonstiger UL-Exporte benutzt, die einzeln auf jede Gruppe von UL aufgeteilt und so korrigiert werden, daß sie die terms of trade (Austauschverhältnisse) widerspiegeln. Die Prognosen über die Zuwachsraten jeder der verschiedenen Klassen von UL-Exporten für alle drei Szenarien nach den Berechnungen von SIMLINK gehen aus Tab. 16-6 hervor. Das prognostizierte Wachstum der Exporterlöse für jedes der sechs UL-Gruppen in der Variante mit mittlerem Wachstum ist in Tab. 16-7

Tab. 16-5
Prognosen über den durchschnittlichen Jahreszuwachs der Exporte von Fertigprodukten aus unterentwickelten Ländern, nach UL-Gruppen^a, mittlere Wachstumsvariante

UL-Gruppe	($\%$)	
	1975-80	1980-85
Indien	6.3	7.1
Übriges Südasien	6.2	7.0
Afrika, niedriges Einkommen	5.4	7.5
Unteres mittleres Einkommen	13.6	10.8
Mittleres Einkommen	12.7	11.3
Unteres mittleres Einkommen	7.2	5.4

^a Korrigiert um Auswirkungen der prognostizierten Handelsbedingungen.

Tab. 16-6
Prognosen über den durchschnittlichen
Jahreszuwachs aller Exporte aus
unterentwickelten Ländern, nach der Art der
exportierten Güter^a

(%)

	1975-80			1980-85		
	Hoch	Mittel	Niedrig	Hoch	Mittel	Niedrig
Nahrungsmittel	2.3	2.3	2.3	3.4	3.3	3.3
Sonstige landwirt. Produkte	2.2	2.0	2.1	2.3	2.1	2.0
Mineralien und Metalle	4.4	3.9	4.0	4.5	4.2	4.0
Erdöl und Brenn- stoffe	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
Fertig- produkte	12.6	11.4	10.1	12.5	10.7	8.8
Dienstleistungen	9.6	8.5	7.4	9.6	8.1	6.4
Rohstoffe u. Roh- produkte insg.	2.9	2.7	2.7	3.5	3.3	3.2

^a Korrigiert um Auswirkungen der prognostizierten Handelsbedingungen.

^b Umfaßt Nahrungsmittel, sonstige landwirtschaftliche Produkte, Mineralien und Metalle.

dargestellt. Die Prognosen über den Exportzuwachs für jede der verschiedenen Klassen von UL-Exporten für eine repräsentative UL-Gruppe (die Gruppe mit unterem mittlerem Einkommen für die Variante mit mittlerem Wachstum) gehen aus Tab. 16-8 hervor.

In seinem letzten Programmblock berechnet SIMLINK iterativ Jahr um Jahr (1) das für die Erhaltung eines bestimmten Niveaus des BIP-Zuwachses erforderliche

Tab. 16-7
Durchschnittlicher Jahreszuwachs aller Exporte
aus unterentwickelten Ländern, nach UL-
Gruppen^a mittlere Wachstumsvariante

UL-Gruppe	1977	1980	1985	Durchschn. jährl. Ertrags- zuwachs 1977-85
	<i>Mrd. Dollar von 1975</i>			%
Indien	5,979	6,625	8,970	5.2
Südasien	2,417	2,856	3,744	5.6
Afrika, niedriges Einkommen	2,923	2,899	3,508	2.3
Unteres mittleres Einkommen	18,358	21,600	29,683	6.2
Mittleres Einkommen	49,856	58,317	89,167	7.5
Oberes mittleres Einkommen	13,009	15,576	21,338	6.4

^a Zu festen Dollarwerten und korrigiert um Auswirkungen der prognostizierten Handelsbedingungen.

Tab. 16-8
Exportprognosen für UL der unteren mittleren Einkommensgruppe, nach der Art der Exportgüter, mittlere Wachstumsvariante

Art der Exportgüter	Zusammensetzung			Wert ^a			Durchschn. jährl. Wertzuwachs 1977-85
	1977	1980	1985	1977	1980	1985	
		%		<i>Mrd. Dollar von 1975</i>			%
Nahrungsmittel	27	26	24	5.0	5.6	7.1	4.5
Sonst. landwirtsch. Produkte	16	15	13	2.9	3.2	3.9	3.8
Mineralien u. Metalle	16	17	16	2.9	3.7	4.8	6.5
Erdöl u. Brennstoffe	5	6	6	.9	1.3	1.8	9.1
Industrieprodukte	14	16	19	2.6	3.5	5.6	10.1
Dienstleistungen	22	22	22	4.0	4.8	6.5	6.3
Insgesamt	100	102 ^b	100	18.4	21.6	29.7	6.2

^a Ohne Korrekturen zur Berücksichtigung von Auswirkungen der prognostizierten Handelsbedingungen.

^b Wegen Rundungsfehlern größer als 100.

Importniveau, (2) vergleicht diese Zahlen mit endogen prognostizierten verfügbaren Exporterlösen plus einer (exogen angegebenen) zulässigen Lücke zwischen Importen und Exporterlösen (die den Umfang darstellt, bis zu dem prognostizierte ausländische Kapitalinvestitionen diese Lücke schließen können), und korrigiert (3) erforderlichenfalls das ursprünglich eingegebene Niveau des BIP, worauf es zu Schritt 1 zurückkehrt, bis innerhalb des zulässigen Spielraums der Lücke eine stabile Lösung erreicht ist.

Strikt ökonomisch gesprochen stellt die soeben zitierte »zulässige Lücke« eine Schätzung des prognostizierten Nachfrage »Überhangs« und nicht der prognostizierten Verfügbarkeit von Auslandskapital dar. Nichtsdestoweniger sind die Analytiker der Weltbank der Ansicht, daß diese Schätzungen ungefähr konsistent mit den prognostizierten Zuflüssen von öffentlichem und privatem Kapital aus den Industrienationen sind. Dies könnte den Anschein erwecken, daß solche Kapitalströme von SIMLINK für jede UL-Gruppe nie höher oder niedriger angesetzt werden als die Zahlungsbilanzlücke zwischen Importausgaben und Exporteinnahmen. Doch bemerken die Experten der Bank hierzu, daß zahlreiche der anderen in SIMLINK verwendeten Parameter sich aus historischen Erfahrungen oder einzelnen Ländermodellen ableiten, in die in vielen Fällen andere Annahmen über Kapitalströme eingegangen sein können. Repräsentative Prognosen für die Gruppe mit unterem mittlerem Einkommen sind in Tab. 16-9 dargestellt.

Die in den Gleichungen 1-6 in Tab. 16-10 ausgedrückten Relationen wurden für jede UL-Gruppe getrennt aufgrund historischer Daten aus dem Zeitraum 1965-75 unter Verwendung von linearen Regressionsverfahren des kleinsten Quadrats geschätzt. Sie beruhen auf der Annahme, daß das Verhältnis von Zuwachseinheiten für jede Art Importe pro Zuwachseinheit des BSP feststeht. Dies bedeutet zwangsläufig, daß für die Mischung des Importzuwachses an

Tab. 16-9
SIMLINK-Berechnungen für die UL der unteren mittleren Einkommensgruppe, mittlere Wachstumsvariante, 1977-85

(Mill. Dollar zum Wert von 1975)

	Zulässige Lücke zwischen Importen und Exporten ^a	Unkorr. Export- erlöse ^b	Terms of Trade Kor- rektur ^c	Korr. Export- erlöse ^d	Import- aus- gaben ^e	Brutto- inlands- produkt ^f	Brutto- inlands- einkommen ^g	Erforderl. Brutto Investi- tion ^h	Erforderl. Brutto- inlands- ersparnis ⁱ
1977	4,325	18,304	54	18,358	22,683	77,698 ^j	77,751	17,749 ^j	13,424
1978	4,806	19,524	-634	18,890	23,696	82,338	81,704	19,002	14,196
1979	4,734	21,075	-1,125	19,950	24,684	85,831	84,706	19,899	15,164
1980	4,509	22,863	-1,263	21,600	26,109	90,882	89,619	21,195	16,686
1981	4,572	24,621	-1,522	23,099	27,671	96,418	94,896	22,615	18,044
1982	4,763	26,171	-1,693	24,478	29,241	101,973	100,280	24,041	19,278
1983	4,842	28,039	-1,965	26,074	30,915	107,900	105,935	25,561	20,720
1984	4,923	29,844	-2,195	27,649	32,572	113,767	111,573	27,067	22,144
1985	4,805	32,087	-2,404	29,683	34,488	120,547	118,144	28,806	24,002
Durchschnittl. Jahreszuwachs									
1977-80	1.4%	7.7%	—	5.6%	4.8%	5.4%	4.9%	6.1%	7.5%
1980-85	1.3%	7.0%	13.7%	6.6%	5.7%	5.8%	5.7%	6.3%	7.5%

^a Exogen spezifiziert. Obgleich die zulässige Lücke technisch eher eine Schätzung der prognostizierten »Über«nachfrage als des prognostizierten verfügbaren ausländischen Kapitals ist, nehmen Weltbankexperten an, daß sie in etwa mit den prognostizierten Zuflüssen an staatlichen Geldern und privatem Kapital aus den Industriestaaten übereinstimmt.

^b Berechnet mit SIMLINK unter Verwendung exogener Preisprognosen und exogener Handelsmodelle.

^c Berechnet mit SIMLINK; auf die verschiedenen Bestandteile der UL-Exporte und Importe wurden verschiedene Inflationsindizes angewendet.

^d Berechnet mit SIMLINK; die unkorrigierten Exporterlöse wurden um die Handelsbedingungen korrigiert.

^e Berechnet mit SIMLINK in Verbindung mit der Berechnung der Bruttoinlandsprodukte; Korrektur um die prognostizierten Handelsbedingungen. Bestimmt ist eine BIP-Zuwachsrates, die einen Ausgleich herstellt zwischen

den wichtigsten Importausgaben und den korrigierten Exporterlösen zuzüglich der zulässigen Lücke zwischen Exporten und Importen (welche den Investitionszustrom aus dem Ausland darstellt).

^f Berechnet mit SIMLINK als Teil der Berechnung der Importausgaben.

^g Berechnet mit SIMLINK; BIP um Handelsbedingungen korrigiert.

^h Berechnet mit SIMLINK unter Verwendung folgender Formel: Erforderliche Bruttoinvestition = eine Konstante + einen Koeffizienten × BIP. Es wird unterstellt, daß ein Teil dieser Investition aus dem Ausland kommt, wie es in der zulässigen Lücke zwischen Exporten und Importen zum Ausdruck kommt.

ⁱ Berechnet mit SIMLINK: Subtraktion der ausländischen Investition (wie sie in der zulässigen Lücke zwischen Exporten und Importen zum Ausdruck kommt) von der erforderlichen Bruttoinvestition.

^j Exogen spezifiziert für 1977.

Kapitalgütern, Halbfabrikaten, Brennstoffen, Dienstleistungen, Nahrungsmitteln und Konsumgütern (gemessen in konstanten Dollar von 1975) angenommen wird, daß sie für jede Gruppe von UL bei fortschreitender Industrialisierung konstant bleibt. Die verschiedenen Gleichungen aus Tab. 16-1 lassen sich in der Tat in die eine folgende lineare Gleichung zusammenziehen:

$$\text{Erforderliche Gesamtimporte} = 872,4 + (.2824 \times \text{BIP}).$$

Während SIMLINK also annimmt, daß jede der Importkomponente jeder UL-Gruppe eine konstante lineare Funktion des BIP jedes Landes sein wird, unterstellt das Modell, wie gesagt, nicht, daß jede Exportkomponenten jeder UL-Gruppe eine konstante lineare Funktion des BSP jeder UL-Gruppe ist. Die Annahmen über die Importkomponenten scheinen demnach eine statische Struktur der Binnenwirtschaft in jedem UL zu implizieren, während die Annahmen über Exportkomponenten eine dynamische Veränderung dieser Binnenwirtschaft voraussetzen scheinen.

Besonders kritisch bei der Folge von UL-Importberechnungen in Tab. 16-10 ist

Tab. 16-10
Typische UL-Importberechnungen*, Gruppe: unteres mittleres Einkommen, mittlere Wachstumsvariante

Gleichung 1:	Erforderliche Bruttoinvestition	=	Konstante	+	(Koeffizient)	+	(Bruttoinlandsprodukt)
	1977 Schätzung		17,749 ^a		-2,122.09		77,698 ^b
	1985 Geplant ^c		30,575		-2,122.09		127,446
	1985 Wahrscheinlich		28,805		-2,122.09		120,547
Gleichung 2:	Importe von Investitionsgütern	=	Konstante	+	(Koeffizient)	+	(erforderliche Bruttoinvestition)
	1977 Schätzung		5,423		186.6		17,749
	1985 Geplant		9,140		186.6		30,595
	1985 Wahrscheinlich		7,911		186.6		28,805
Gleichung 3:	Import von Zwischenprodukten	=	Konstante	+	(Koeffizient)	+	(Bruttoinlandsprodukt)
	1977 Schätzung		5,654		-2,170.3		77,698
	1985 Geplant ^c		10,664		-2,170.3		127,446
	1985 Wahrscheinlich		9,969		-2,170.3		120,547
Gleichung 4:	Brennstoffimporte	=	Konstante	+	(Koeffizient)	+	(Bruttoinlandsprodukt)
	1977 Schätzung		2,561		129.2		77,698
	1985 Geplant ^c		4,118		129.2		127,446
	1985 Wahrscheinlich		3,902		129.2		120,547
Gleichung 5:	Importe von Dienstleistungen	=	Konstante	+	(Koeffizient)	+	(Bruttoinlandsprodukt)
	1977 Schätzung		3,967		703.7		77,698
	1985 Geplant ^c		6,056		703.7		127,446
	1985 Wahrscheinlich		5,767		703.7		120,547
Gleichung 6:	Import von Nahrungsmitteln und Konsumgütern	=	Konstante	+	(Koeffizient)	+	(Summe von 2-4 oben)
	1977 Schätzung		5,171		3039.3		13,638
	1985 Geplant ^c		6,793		3039.3		24,019
	1985 Wahrscheinlich		6,569		3039.3		22,584
Gleichung 7:	Gesamte erforderliche Importe	=	Summe von 2-6 oben				
	1977 Schätzung		22,776		=		22,776
	1985 Geplant ^c		36,868		=		36,868
	1985 Wahrscheinlich		34,920		=		34,920

* Nicht um die Einflüsse der prognostizierten Terms of Trade korrigiert.

^a Exogen geschätzt; nicht mit SIMLINK berechnet.

^c Die »geplanten« Zahlenwerte stehen für Berechnungen, die man anstellen würde, wenn es keine Begrenzung für den Umfang gäbe, in dem die Importausgaben die Exporterlöse übersteigen können.

die Berechnung der erforderlichen Bruttoinvestition, die mit einem bestimmten Niveau des Gesamt-BIP zusammenhängt. Obwohl sie in SIMLINK als konstante lineare Funktion des Gesamt-BIP ausgedrückt ist, kann aus den Ergebnissen auf einen variablen Zuwachs des Kapitalkoeffizienten geschlossen werden (als ob die Investitionen in diesem Modell als Funktion des BIP-Zuwachses ausgedrückt seien)*. Ein derart wachsender Kapitalkoeffizient ergibt eine Vergleichsbasis für die impliziten Annahmen über Veränderungen der Produktivität des Investitionskapitals. Insbesondere gibt der Koeffizient an, wieviel Einheiten an neuem Investitionskapital für eine Einheit an zusätzlichem BIP erforderlich sind. Bei der

* Die Analytiker der Weltbank bemerken hierzu, daß die Investitionsrelation in SIMLINK für den Zeitraum 1965-75 im allgemeinen unter Verwendung von »distributed lag formulations« ermittelt wurde. Allerdings wurden diese Formulierungen für die Einfügung in die Version VI von SIMLINK in konstante lineare Funktionen verwandelt. Frühere Versionen von SIMLINK enthielten unmittelbar »distributed lag formulations«, doch wurden diese für Prognosen über 1980 hinaus als etwas instabil befunden und daher ausgeschieden.

Gruppe mit unterem mittlerem Einkommen geht er in den Zeiträumen 1977-79 und 1983-85 leicht zurück (von 4,6 auf 4,3%), was darauf hindeutet, daß für eine bestimmte Investition angenommen werden kann, daß sie 1985 etwa 7% mehr BIP-Zuwachs bringt als 1977 (in konstanten Dollar). Für die anderen UL-Gruppen wird ein Rückgang dieses Koeffizienten zwischen ungefähr 5 und 40% im selben Zeitraum prognostiziert, ein Hinweis darauf, daß für alle UL-Gruppen ein größerer Zuwachs der Produktivität des Investitionskapitals angenommen wird. So z. B. gehen die BSP-Prognosen davon aus, daß bei den sonstigen südasiatischen UL (mit einem ungefähr um 2,9 bis 1,8% zurückgehenden Zuwachs des Kapitalkoeffizienten) für eine bestimmte Investition angenommen werden kann, daß sie 1985 60% mehr BIP-Zuwachs bringt als 1977 (in konstanten Dollar).*

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß eine der Hauptkomponenten der Bruttoinvestition, nämlich die Auslandsinvestition, für jede UL-Gruppe bezogen auf die zulässige Zahlungsbilanzlücke zwischen Exportausgaben und Importerlösen exogen geschätzt wurde. Bei den UL mit unterem mittlerem Einkommen macht diese Lücke, wie aus Tab. 16-9 zu ersehen ist, ungefähr bis 20% der jährlichen Bruttoinvestition aus und läuft im Zeitraum 1977-85 zu etwa 35% des BSP von 1985 auf. Die andere Hauptkomponente der Bruttoinvestition, die Bruttoinlandsersparnis, wird als Restziffer errechnet, wie ebenfalls aus Tab. 16-9 zu entnehmen ist. Ihre Errechnung als Restziffer ist eine notwendige Folge der Struktur des Modells, das Devisen und nicht Ersparnis, Kapital oder Arbeit als wachstumshemmenden Engpaß in den UL betrachtet. Die Analytiker der Weltbank sehen dies zwar als schwerwiegende Vereinfachung an, doch betrachten sie es als akzeptabel im Kontext der Analysetypen, für die das Modell entworfen wurde, da dieses zur Erstellung von Prognosen für einen Zeitraum benutzt wird, in dem allgemein ein Rückgang an Deviseneinnahmen durch Verschlechterung der terms of trade und durch unterhalb des Optimums liegende Exportvolumen prognostiziert wird.

* Analytiker der Weltbank bemerken hierzu, daß die Ungewißheiten im Zusammenhang mit dem zukünftigen Zuwachs des Kapitalkoeffizienten sich dadurch häufen, daß der technologische Wandel bei mehreren UL mit mittlerem Einkommen wahrscheinlich die Produktivität des Investitionskapitals auf eine Art und Weise verändert, die aus historischen Erfahrungen nicht unmittelbar abzuleiten ist. Insoweit müssen Prognosen über zukünftigen Zuwachs des Kapitalkoeffizienten zwangsläufig umfangreiche subjektive Beurteilungen enthalten.

17 Klima

Mehrere Behörden der US-Regierung verfügen über laufende Forschungsprogramme zum Klima (National Oceanic and Atmospheric Administration, National Aeronautics and Space Administration, National Science Foundation), andere finanzieren oder veranstalten spezielle Beobachtungs- und Analyseprogramme oder unterhalten ein beträchtliches Forschungsvolumen, weil ihr Zuständigkeitsbereich von Klimaschwankungen beeinflusst werden kann (US-Verteidigungsministerium, US-Innenministerium, Energy Research and Development Administration). Eine weitere Gruppe von Behörden hat zwar politische Aufgaben oder Interessen im Zusammenhang mit Klima und Klimaschwankungen, stellt aber wenig oder gar keine Klimaforschungen an (US-Landwirtschaftsministerium, US-Ministerium für Gesundheit, Bildung und Wohlfahrt, US-Außenministerium, US-Verkehrsministerium und US-Umweltschutzbehörde).

Es war daher nicht von vornherein klar, an welche Stelle man sich um Klimaprognosen für *Global 2000* hätte wenden können. Außerdem wurde bald klar, daß zwischen den Klimatologen eine große Uneinigkeit darüber herrscht, welche Veränderungen des Weltklimas wahrscheinlich sind, ganz zu schweigen von der Frage, wie sich solche Veränderungen vorhersagen lassen.

Ein Versuch, die Wahrscheinlichkeit entscheidender Veränderungen aufgrund der Meinungen führender Klimaforscher zu quantifizieren, wird in einem vom Research Directorate of the National Defense University (NDU) in Washington D.C. durchgeführten interministeriellen Forschungsprojekt gemacht. Die Untersuchung wird gemeinsam vom US-Verteidigungsministerium, vom Landwirtschaftsministerium und von der National Oceanic and Atmospheric Administration finanziert. Methodische Unterstützung leistet das Institute for the Future, Menlo Park, California. Geleitet wird das Projekt von einem Beratergremium, das sich aus einem Querschnitt von Behörden und Institutionen der Regierung und des zivilen Sektors zusammensetzt. Die Hauptziele der NDU-Studie sind in vier Aufgaben enthalten:

Aufgabe I: Die Wahrscheinlichkeit von Klimaveränderungen in den nächsten 25 Jahren zu definieren und zu schätzen sowie Klima-Szenarien für das Jahr 2000 zu konstruieren.

Aufgabe II: Die wahrscheinlichen Auswirkungen möglicher Klimaveränderungen auf ausgewählte Feldfrüchte in bestimmten Ländern zu schätzen und eine Methode der Zusammenführung von Auswirkungen auf Feldfrüchte und Klima-

wahrscheinlichkeiten in Klima/Feldfrüchte-Szenarien für das Jahr 2000 zu entwickeln.

Aufgabe III: Die politischen Auswirkungen der Klima/Feldfrüchte-Szenarien auf die USA und international zu bewerten, sowie Klimavariablen von entscheidender Bedeutung für die Entscheidung über politische Alternativen zu identifizieren.

Aufgabe IV: Die Ergebnisse der Forschungen über Klima/Feldfrüchte und allgemeine Methoden zu Klimareaktionen an Einzelpersonen und Organisationen weiterzuleiten, die sich mit den Folgen von Klimaveränderungen auf anderen Gebieten als dem der Landwirtschaft befassen, und Forschungsgebiete aufzuzeigen, die die Ergebnisse der ersten drei Aufgaben präzisieren oder erweitern könnten.

Im Februar 1978 wurden die Arbeiten in der ersten Aufgabe abgeschlossen, und die Ergebnisse in dem Bericht *Climate Change to the Year 2000* veröffentlicht. Die in der NDU-Studie entwickelten Klimaszenarien sind bereits in Kap. IV beschrieben worden. Im NDU-Bericht ist ihre Methode wie folgt beschrieben:

Entscheidende Analysemethoden

Die Studie beruht auf den Auffassungen eines Gremiums von 24 Experten aus den USA und aus 6 anderen Ländern über das zukünftige Klima. Die Mitglieder wurden sowohl wegen ihrer Kompetenz in Klimaforschung als auch wegen ihrer verschiedenen Ansichten ausgewählt. Jedes Mitglied wurde gebeten, eine Reihe von Fragen über Klimafaktoren zu beantworten, darunter Fragen über Klimaschwankungen im Verlauf der nächsten 25 Jahre; jeder sollte für spezifische Klimaveränderungen Wahrscheinlichkeiten angeben, und seine Antwort begründen. Die einzelnen Antworten wurden dann aufgrund von Eigen- und Kollegenbeurteilungen nach Fachwissen gewichtet.

Dies war ein erster Versuch, wie eine Gruppe von Experten eine Reihe von Fragen behandeln und ihr Urteil über Klimaveränderungen in quantitativen Wahrscheinlichkeiten und nicht unter der Fragestellung »was wäre, wenn?« abgeben zu lassen. Die Antworten wurden in 5 mögliche Szenarien aggregiert, die ein gewisses grobes Maß der Wahrscheinlichkeit von Klimaveränderungen im Verlauf der nächsten 25 Jahre angeben.

Grundprinzipien und Grundkomponenten

Atmosphärenmodelle, meteorologische Tabellen und vorhandene Klimatheorien können die Informationsbedürfnisse von politischen Entscheidungsträgern über das zukünftige Klima nicht befriedigen. Gegenwärtig gibt es keine andere Wahl, als sich auf Expertenurteile – so subjektiv und widersprüchlich sie sein mögen – über das zukünftige Weltklima und seine Auswirkungen auf die Landwirtschaft und andere Wirtschaftssektoren zu verlassen.

Die Befragungsmethode (in Kap. 4 detaillierter beschrieben) wurde als bestes Mittel zur Quantifizierung derartiger Urteile ausgewählt. Ihr Zweck ist nicht, Klimaveränderungen vorauszusagen oder einen Konsens über die Frage zu erzielen, wie sich das Klima bis zum Jahr 2000 verändern wird, es sollen vielmehr annehmbare, kohärente und konsistente Möglichkeiten des Weltklimas am Ende des Jahrhunderts dargestellt und die Wahrscheinlichkeit des Eintretens dieser Möglichkeiten innerhalb plausibler Grenzen bestimmt werden.

Der Fragebogen, der von den Mitgliedern des Gremiums beantwortet wurde, bezog sich auf 10 Klimavariablen oder geographische Interessengebiete:

1. Veränderungen der Weltdurchschnittstemperatur
2. Veränderung der Durchschnittstemperatur bestimmter Breiten
3. Kohlendioxyd und Eintrübung
4. Veränderungen der Niederschlagsmengen
5. Niederschlagsschwankungen
6. Dürre und anhaltende Dürren in den mittleren Breiten
7. Aussichten für das Erntejahr 1977
8. Asiatische Monsune
9. Sahel-Dürre
10. Dauer der Fruchtperiode

Zu jeder dieser zehn Variablen gehörten drei Elemente: wahrscheinlichkeitstheoretische (oder gleichwertige) Voraussagen über eine bestimmte Klimavariablen; Gründe für die quantitativen Schätzungen und Eigen- und Kollegenbeurteilung.

Grundlegende Verfahren

Die meisten Beantworter des Fragebogens äußerten ebenso wie manche Experten, die eine Beantwortung ablehnten, gewisse Befürchtungen und Bedenken hinsichtlich des Fragebogens und der Verwendung (des möglichen Miß-

brauchs) der in ihren Antworten enthaltenen Informationen. Diese Bedenken konzentrierten sich auf die folgenden Fragen:

- Den Mangel an ausreichenden meteorologischen Vergangenheitsdaten, an umfassenden Theorien oder adäquaten Modellen zur Untermauerung der in den Fragen geforderten quantitativen Schätzungen;
- die mögliche Unterschlagung des vollen Ausmaßes der Ungewißheit solcher Antworten; und
- die Gefahr, sich ungewollt an »Wissenschaft durch Konsensbildung« zu beteiligen.

Das Team des NDU-Projekts berücksichtigte die zitierten Bedenken bei der Analyse der Daten und bei der Zusammenfassung der Ansichten (samt der geäußerten Einschränkungen), die von den Beantwortern des Fragebogens angegeben worden waren.

Die folgenden Kommentare von Befragten geben diesen Bedenken Ausdruck:

Meines Wissens gibt es im allgemeinen keine Verfahren zur Erstellung von Klimaprognosen, die sich insofern als qualifiziert erwiesen hätten, daß die Prognosen besser als eine Prognose der langfristigen Durchschnittsstatistiken sind. Eine Kenntnis auch nur der langfristigen Durchschnittsstatistiken (Mittelwerte, Varianzen, Extremwerte, bedingte Wahrscheinlichkeiten usw.) wäre für manche Zwecke höchst nützlich, doch stehen nicht einmal diese Daten ohne weiteres zur Verfügung.

Ich glaube, daß das beeindruckendste Ergebnis ihres Fragebogens die Erkenntnis sein wird, daß uns die Grundlage zur Voraussage auch nur der größten Aspekte des Klimas fehlt.

Wir verfügen über keine Fähigkeiten zu mehr als kurzfristigen Prognosen außer solchen, wie sie Wahrscheinlichkeiten aufgrund einer Häufigkeitsverteilung bieten. Nur eine Verschlechterung des Klimas wird die Phantasie der Experten beflügeln. Bekannt werden Propheten durch Kassandrarufe. Prophezeiungen über den Status quo oder über Besserungen sind uninteressant.

Wegen der Ungewißheit über Rückkopplungsmechanismen, über die Bedeutung von Aerosolen, die allgemeine Zirkulation in Atmosphäre und Ozeanen und über viele andere Faktoren beruht viel auf Mutmaßung.

Ich habe den Eindruck, daß eines der wichtigsten Ergebnisse Ihrer Untersuchung eine eindeutige Aussage über unsere derzeitige Unwissenheit sein könnte. Schon dies wäre ein klarer Fingerzeig, daß Maßnahmepläne erforderlich sind.

Eigen- und Kollegenbeurteilung

Ein interessantes und nützliches Merkmal des Fragebogens war der Begriff der Eigen- und Kollegenbeurteilung. Das Folgende ist ein Auszug aus den Anweisungen am Ende jeder Frage, mit der das Fachwissen des Beantworters gemessen werden sollte:

Bitte geben Sie unter Verwendung der Selbsteinordnungs-Definitionen in den Anweisungen Ihr Niveau themabezogenen Expertenwissens für diese Hauptfrage an.

5 – 4 – 3 – 2 – 1

Bitte benennen Sie wiederum unter Verwendung dieser Anleitung zur Selbsteinordnung diejenigen anderen Beantworter, die Sie für Ihre Antwort auf diese Frage als »fachkundig (5)« oder »gut bewandert (4)« einordnen würden.

Die Kategorien von 5-1 (fachkundig, gut bewandert, bewandert, flüchtig informiert und unbewandert) wurden in dem Fragebogen sorgfältig definiert. Tab. 17-1 gibt ein Beispiel für die Korrelationen zwischen Selbsteinordnung und Einordnung durch Kollegen für fünf Beantworter der Frage I. Ein Blick auf die beiden rechten Spalten der Tabelle zeigt sofort, daß die Selbsteinordnung und die Einordnung durch Kollegen allgemein übereinstimmen. Die detaillierte Analyse der Korrelation zwischen Selbsteinordnung und den Mittelwert der Einordnung durch Kollegen ergibt einen Wert von 0,52 bei einem Signifikanzniveau von 0,007. Dies wird als ziemlich hohe Korrelation betrachtet.

Tab. 17-1
Korrelation zwischen Eigen- und
Kollegenbeurteilung (Beispiele aus Frage I)

Befragter	Eigen- beurteilung	Häufigkeit der Kollegenbeurteilung	
		Fachkundig	Gut bewandert
A	Fachkundig	10	3
B	Fachkundig	4	3
C	Gut bewandert	–	3
D	Gut bewandert	1	2
E	Bewandert	–	–

Tab. 17-2
Umsetzung der Fachwissen-Beurteilung in eine
gewichtete Skala

Fachwissen	Gewicht
Fachkundig	4
Gut bewandert	2
Bewandert	1

Die einfache Durchschnittsbildung der Selbsteinordnungen und Kollegen-einordnungen jedes Befragten bei jeder Frage, auf den nächsten ganzen Wert gerundet, ergab eine Gewichtung, die sodann bei der Zusammenfassung der Antworten benutzt wurde. Beurteilungen unterhalb von »bewandert« (»flüchtig informiert« und »unbewandert«) wurden nicht verwendet. Von den drei in Tab. 17-2 gezeigten Niveaus wurde die mit »fachkundig« überschriebene Kategorie doppelt so hoch gewichtet wie die Kategorie »gut bewandert«, und die Kategorie »gut bewandert« doppelt so hoch wie die Kategorie »bewandert«. Dies sollte die größtenteils praktische und intuitive Vorstellung ausdrücken, daß die Meinung eines Fachmanns doppelt so viel wert ist wie die von jemand, der mit etwas »gut vertraut« ist, doch ist dessen Meinung immer noch doppelt so viel wert wie die eines Menschen, der auf einem bestimmten Gebiet nur »bewandert« ist.

Die Verarbeitung der Antworten

Das allgemeine Schema zur Verarbeitung der Informationen aus den Fragebogen war das folgende:

- Tabellierung der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion jedes Befragten bezogen auf Veränderungen einer bestimmten Variablen zu einem bestimmten Zeitpunkt, oder Ableitung der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion aus vom Befragten gegebenen graphischen Darstellungen.
- Multiplikation jeder Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion um die jeweilige Expertengewichtung (wie bereits beschrieben).
- Addition der gewichteten Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen der Befragten.
- Division der gewichteten und aggregierten Dichtefunktionen durch die Summe des Fachwissengewichts zur Normalisierung der Gruppenantwort.
- Zusammenfassung der Antworten des Gremiums zu jeder Klimavariablen in eine Reihe von Szenarien, die den von den Befragten beschriebene Spielraum der Ungewißheit oder der Bedingungen umfassen.

Frage I, die sich mit möglichen Veränderungen der (weltweiten) mittleren Jahrestemperatur befaßt (hier als Äquivalent der Jahresdurchschnittstemperatur zwischen 0° und 80° nördlicher Breite benutzt) war eine Schlüsselfrage, weil Überlegungen zur (weltweiten) mittleren Jahrestemperatur die in den folgenden Fragen behandelten Klimavariablen sehr stark beeinflussen. Die Frage beruht auf (Fig. 17-1) einem Diagramm der historischen Veränderung der mittleren Jahrestemperatur im Verlauf des letzten Jahrhunderts. Jeder Befragte wurde gebeten, drei Schätzungen über den zukünftigen Verlauf möglicher Veränderungen der Welttemperatur bis zum Jahr 2000 abzugeben. Der erste geschätzte Temperaturpfad bis zum Jahre 2000 sollte so aussehen, daß nur eine Chance von

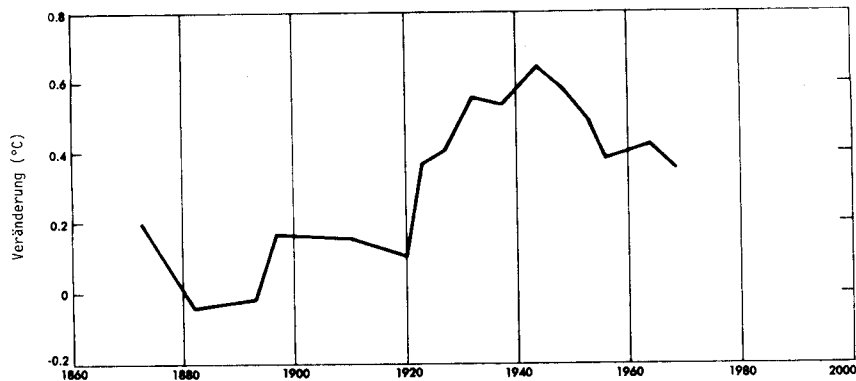


Fig. 17-1. Globale Temperaturen; dargestellt sind die aufgezeichneten Veränderungen der durchschnittlichen Jahrestemperaturen in den letzten hundert Jahren auf dem Breitenband 0°-80° nördlicher Breite. Bezugsperiode: 1880-84. (Mitchell, National Oceanic and Atmospheric Administration).

1:10 bestand, daß der reale Kurvenverlauf noch niedriger ausfallen könnte. Beim zweiten geschätzten Pfad sollte die Wahrscheinlichkeit höherer oder niedrigerer Temperatur gleich sein, und der dritte Pfad sollte eine Chance von 1:10 enthalten, daß sie sogar noch höher steigen könnte.

Fig. 17-2 zeigt eine Musterantwort eines einzelnen Befragten auf Frage I. Jede der drei Schätzungen könnte in jeder gewünschten Funktionsform gezeichnet

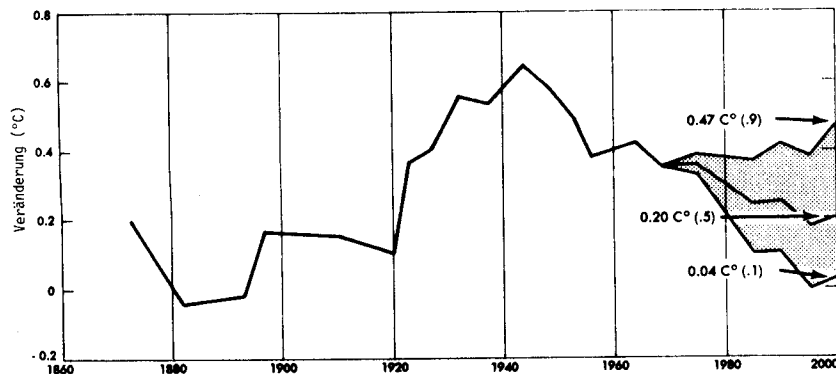


Fig. 17-2. Musterantwort auf Frage I; Einzelbeispiel für die Reaktion auf die Fragebogenanweisungen. Bezugsperiode: 1880-84.

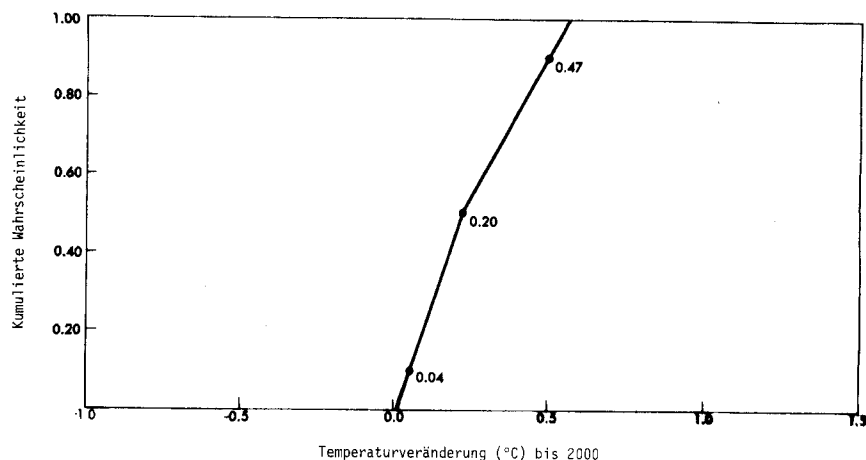


Fig. 17-3. Kumulierte Wahrscheinlichkeitsfunktion für Frage I. Basisperiode: 1880-84.

werden. Prozentmarken von jeweils 10, 50 oder 90 können für jedes Jahr zwischen »Gegenwart« (Kurvenende in Fig. 17-1) und dem Jahr 2000 abgelesen werden.

Die Verarbeitung der Antworten soll am Beispiel der Antworten eines Befragten veranschaulicht werden. Fig. 17-3 ist eine graphische Darstellung der in Fig. 17-2 für das Jahr 2000 gegebenen Information, umgewandelt in eine kumulative Wahrscheinlichkeitsfunktion, bei der die Enden der Funktion in lineare Annäherungen über die Prozentmarke 90 und unter die Prozentmarke 10 hinaus verlängert wurden. So z. B. hat der Befragte eine Wahrscheinlichkeit von 10% dafür angegeben, daß die Temperatur sich um 0,04° C oder weniger verändern wird, eine Wahrscheinlichkeit von 50%, daß sie sich um 0,2° C oder weniger verändert, und eine Wahrscheinlichkeit von 90%, daß sie sich um 0,47° C oder weniger verändert. (Diese Temperaturveränderungen stehen in Relation zu der mit Null angesetzten Basisperiode 1880-84, wie aus Fig. 17-1 hervorgeht.) Ähnliche Werte können natürlich aus Fig. 17-2 für jedes andere Jahr ermittelt werden.

Der nächste Schritt besteht darin, die kumulativen Wahrscheinlichkeitsfunktionen in eine Funktion äquivalenter Dichte umzuwandeln, indem die erste Ableitung der Kurvenfunktion in Fig. 17-3 vorgenommen wird. Da die daraus resultierende Kurve nur aus zwei geradlinigen Abschnitten besteht, haben wir im Grunde zwei Freiheitsgrade oder zwei Niveaus der Dichtefunktion, die in Fig. 17-4 wiedergegeben ist. Die unterhalb der Kurve durch einen beliebigen

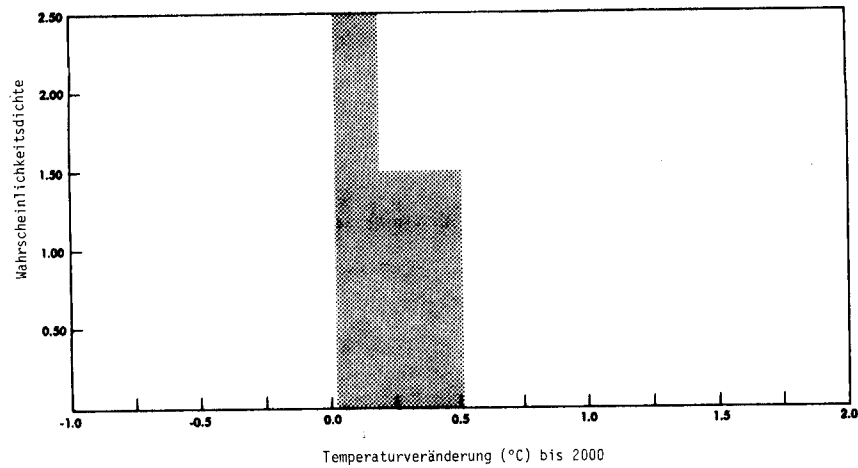


Fig. 17-4. Äquivalente Dichtefunktion für Frage I. Basisperiode: 1880-84.

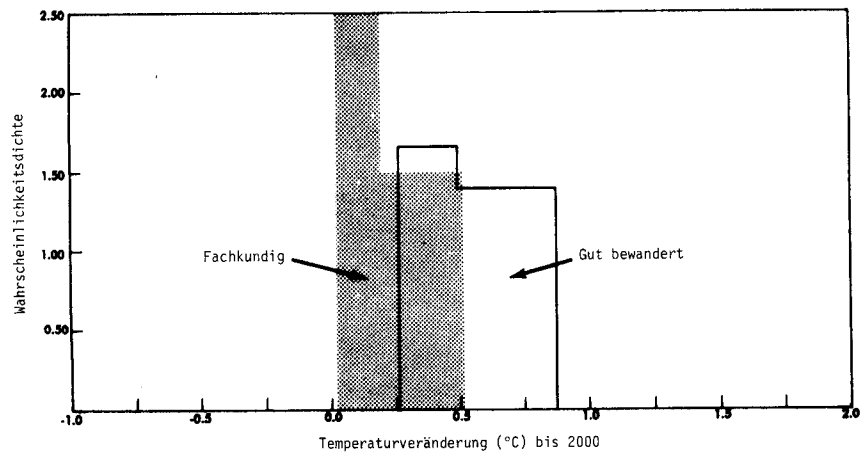


Fig. 17-5. Addition zweier Dichtefunktionen für Frage I. Bezugsperiode: 1880-84.

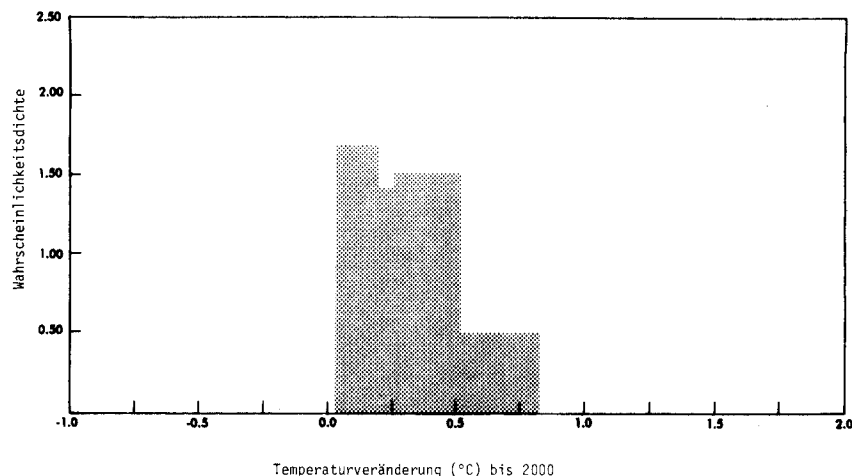


Fig. 17-6. Normalisierte Dichtefunktion für zwei Befragte zu Frage I. Bezugsperiode: 1880-84.

Temperaturbereich begrenzte Fläche ist gleich der Wahrscheinlichkeit des Eintretens jeweils dieses Temperaturbereichs, und die Gesamtfläche unter der Kurve in Fig. 17-4 ist gleich Eins.

Fig. 17-5 zeigt ungewichtete Dichtefunktionen von zwei verschiedenen Befragten. Die beiden Funktionen werden sodann gewichtet nach dem entsprechenden Fachwissen addiert, und dann durch die Summe der Gewichte dividiert, um die kombinierte und normalisierte Dichtefunktion für die beiden Befragten zu erhalten. Auch hier wiederum ist die Fläche unter der Kurve dieser kombinierten und normalisierten Dichtefunktion in Fig. 17-6 gleich Eins.

Das oben geschilderte Verfahren wurde für die Antworten jedes der anderen Befragten wiederholt. Fig. 17-7 ist eine graphische Darstellung der aggregierten normalisierten Antworten aller Befragten zusammen für das Jahr 2000. Ein analoges Verfahren ergibt Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen für Veränderungen der mittleren Jahrestemperatur für die Jahre 1975, 1980 und 1990. Die in den Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen enthaltene Information geht aus Fig. 17-8 in Form von Verlängerungen der Kurve aus Fig. 17-1 hervor. Die Verlängerungen der Kurve zeigen die Prozentmarken von 10, 50, 90% für jedes Jahr von der »Gegenwart« bis zum Jahr 2000. Kurven für dazwischen liegende Prozentmarken sind ebenfalls eingezeichnet. Damit ist Fig. 17-8 eine Zusammenfassung der aggregierten Antworten der Befragten zur Welttemperatur.

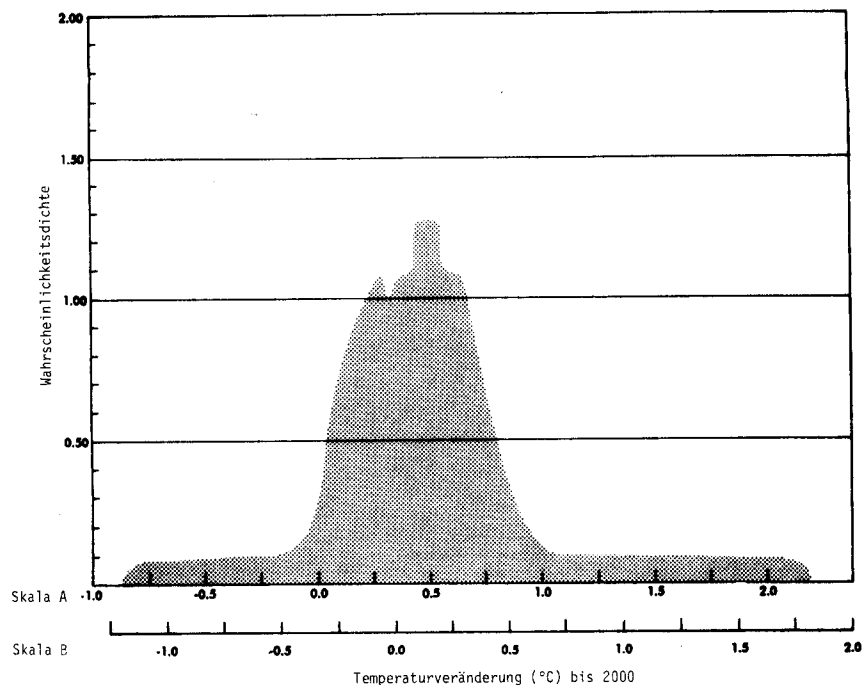


Fig. 17-7. Wahrscheinlichkeit einer Veränderung der durchschnittlichen Jahrestemperatur auf der Nordhalbkugel bis ins Jahr 2000, wie sie vom Panel der Klimaexperten bestimmt wurde. Bezugsperiode für Skala A ist 1880-84 (siehe Fig. 17-1). Bezugsperiode für Skala B ist 1965-69 (siehe den Endpunkt in Fig. 1-1).

Tab. 17-3
Definition von Temperaturkategorien

Temperatur- kategorie	Veränderung der Durchschnittstemp. a. d. Nordhalbkugel v. d. Gegenwart bis ins Jahr 2000	Wahr- schein- lichkeit
Starke Abkühlung	0.3° C bis 1.2° C kälter	0.10
Mäßige Abkühlung	0.05° C bis 0.3° C kälter	0.25
Wie in den letzten 30 Jahren	0.05° C kälter bis 0.25° C wärmer	0.30
Mäßige Erwärmung	0.25° C bis 0.6° C wärmer	0.25
Starke Erwärmung	0° C bis 1.8° C wärmer	0.10

* »Gegenwärtige« Temperatur wird definiert als Endpunkt des Graphen in Fig. 17, also als Durchschnittstemperatur der 5-Jahres-Periode, die 1969 endet.

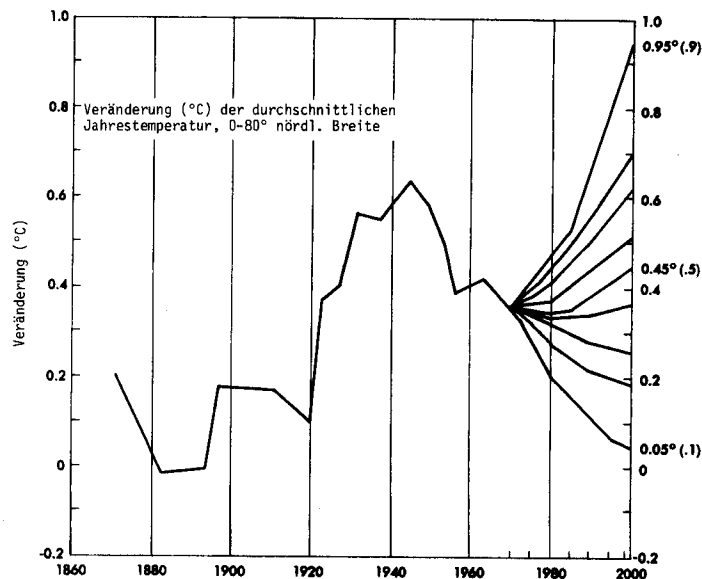


Fig. 17-8. Wahrscheinlichkeit einer Veränderung der durchschnittlichen Jahrestemperatur auf der Nordhalbkugel bis ins Jahr 2000, wie sie vom Panel der Klimaexperten bestimmt wurde. Bezugsperiode: 1880-84.

Beim Aggregieren der Antworten mit der Methode der gewichteten Durchschnitte wurde angenommen, daß sich die Befragten auf dieselbe allgemeine Informationsbasis stützen und daß ihre Informationen daher stark voneinander abhängig sind. In solchen Fällen von Informationsabhängigkeit unter Befragten ist es üblich, die Methode der gewichteten Durchschnitte zur Aggregation der Antworten zu verwenden. Alle Antworten werden nach dem Fachwissen der Befragten gewichtet, wie sie es selbst und wie ihre Kollegen es wahrnehmen. Form und Verlauf der aggregierten Kurven reagieren nicht sehr empfindlich auf das verwendete Gewichtungssystem. Die Methode ist insofern »konservativ«, als die abgeleiteten Wahrscheinlichkeitskurven dazu tendieren, infolge der additiven Behandlung der individuellen subjektiven Wahrscheinlichkeit zu streuen und die Ungewißheit übertrieben darzustellen. Hätten sich die Antworten auf voneinander unabhängige Informationsquellen bezogen, wäre eine multiplikative Behandlung der Einzelwahrscheinlichkeiten angemessener gewesen, und die abgeleiteten Wahrscheinlichkeitskurven hätten weniger Streuung gezeigt.

Klimaszenarien

Ein praktisches Verfahren zur Behandlung eines Ungewißheitsbereichs bei gleichzeitiger Unmöglichkeit der Konstruktion quantitativer Modelle ist die Verwendung von Szenarien, die als plausible Ereignisketten oder Trendfolgen betrachtet werden können. Szenarien beschreiben wechselseitige Verbindungen – vielleicht sogar kausale Prozesse – und heben soweit möglich die Punkte heraus, an denen Entscheidungen gefällt werden müssen. In diesem Sinne ist ein Szenario ein mögliches »Stück zukünftiger Geschichte«.

Die Konstruktion von Szenarien

Im vorliegenden Fall kann in Anbetracht der Tatsache, daß die Antworten zur Weltdurchschnittstemperatur von kritischer Bedeutung für andere Klimavariablen sind, die Kurve in Fig. 17-7 als Grundlage für die Unterteilung der Auffassungen über die mögliche Schwankungsbreite der Temperatur in eine Anzahl Kategorien genommen werden. Diese Kategorien werden dann zur Grundlage für die Konstruktion von Szenarien. Die Zahl der Kategorien (und Szenarien) ist in gewissem Sinne willkürlich und kann je nach Wunsch drei oder fünf oder mehr betragen. Tab. 17-3 zeigt die Auffassungen über Temperaturbereiche, aufgeteilt in fünf Kategorien. Sie erstrecken sich von starker weltweiter Abkühlung zu starker weltweiter Erwärmung. Zu jeder Temperaturangabe gehört eine Wahrscheinlichkeit des Eintretens, bei der die Temperaturbereiche so gewählt wurden, daß diese Wahrscheinlichkeitsbereiche symmetrisch werden.

Um die Informationen über andere Klimavariablen zu verarbeiten, ist es sinnvoll, die Befragten im Hinblick auf diese fünf Temperaturbereiche danach einzuordnen, wo der größte Teil der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion jedes Befragten liegt. Tab. 17-4 ist eine Matrix, die jede der fünf Temperaturkategorien als Sprossen und die 19 Befragten in fünf Gruppen als Spalten der Matrix zeigt.

Tab. 17-4
Prozentuale Anteile der
Wahrscheinlichkeitsdichten in den einzelnen
Temperaturkategorien

Temperatur- kategorie	Anzahl der Befragten				
	1	3	10	4	1
Starke Abkühlung	99	12	2	—	—
Mäßige Abkühlung	1	68	24	10	—
Wie in den letzten 30 Jahren	—	20	52	31	—
Mäßige Erwärmung	—	—	22	44	20
Starke Erwärmung	—	—	—	15	80

Man beachte in der Tabelle, daß der Schwerpunkt der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion jeder Gruppe entlang dem diagonalen Element der 5×5 -Matrix liegt (ein Befragter an jedem Ende, drei und vier in den Zwischenbereichen, und 10 im Mittelbereich).

Die Ergebnisse der unter Aufgabe I gesammelten Informationen sind in einer Reihe von fünf Szenarien aufgenommen worden, die in Kap. 4 dieses Bandes beschrieben sind.* Die Szenarien werden in Übereinstimmung mit den Welttemperaturkategorien in Tab. 17-3 etikettiert. Eine Absicht ist dabei, eine integrierte Zusammenfassung der Auffassungen von Klimatologen über Klimaveränderungen und Klimaschwankungen bis zum Jahr 2000 zu geben. Genauso wichtig ist die Absicht, einen Ausgangspunkt für die Strukturierung der Fragen in Aufgabe II zu geben und die Auswirkungen derartiger möglicher Klimaveränderungen auf die Nahrungsmittelproduktion und auf die Auswahl möglicher politischer Entscheidungen zu skizzieren.

Die Szenarien für die fünf Welttemperaturkategorien werden nach dem folgenden Verfahren entworfen:

- Jeder Befragte wird zunächst einer Welttemperaturkategorie zugewiesen, wie in Tab. 17-4 beschrieben.
- Antworten innerhalb jeder Temperaturkategorie werden für alle anderen Klimavariablen kombiniert (außer für Niederschläge und Niederschlagsschwankungen, wo alle Antworten zur Verfügung standen**).
- Die Antworten werden in eine narrative Darstellung integriert, die durch zusammenfassende Tabellen unterstützt wird.

Die Verarbeitungsschritte für die Fragen II bis X sind identisch mit denen für Frage I mit der einen Ausnahme, daß die Dichtefunktion oder Äquivalente in diesen Fällen natürlich direkt von den Befragten angegeben werden und nicht unter Verwendung der kumulativen Wahrscheinlichkeit abgeleitet werden müssen.

Die Schrittfolge wird an Frage VI veranschaulicht, welche Dürren in mittleren Breiten betrifft. Tab. 17-5 veranschaulicht, wie die Antworten für einen der Zeitabschnitte (d. h. 1991 bis zum Jahr 2000) in dem Szenario für mäßige Erwärmung gewichtet und aggregiert wurden. Der für Frage VI skizzierte Prozeß wird für jede der anderen Fragen wiederholt.

* Die Antworten auf Frage VII, »Aussichten für das Erntejahr 1977« sind in den Szenarien nicht enthalten.

** Für die Fragen über Niederschläge und Niederschlagsschwankungen wurden von jedem Befragten Informationen aufgrund bedingter Annahmen in bezug auf die Welttemperatur erbeten.

Tab. 17-5
Häufigkeit von Dürreperioden in den USA,
1991-2000

Der Kateg. »Starke Er- wärmung« zugeordnete Befragte	Fachwissen	Häufig	Durchschn.	Selten
A	3	0.25	0.50	0.25
B	3	0.60	0.20	0.20
C	5	0.60	0.20	0.20
Gewichteter Durchschnitt		0.54	0.25	0.21

Charakter der Szenarien

Jedes Szenario versucht die durchschnittlichen Klimabedingungen zu beschreiben, wie sie in einer Reihe von Jahren um das Jahr 2000 bestehen könnten. Die Klimabedingungen beziehen sich nicht spezifisch auf dieses Jahr; sein Klima weicht vermutlich von der Szenarioprognose in einem Umfang ab, der wahrscheinlich noch mit normalen Klimaschwankungen von Jahr zu Jahr verträglich ist. Ein gewisser Hinweis auf den Verlauf der Klimaveränderungen zwischen der Gegenwart und dem Ende des Jahrhunderts wird auch in der narrativen Darstellung und in den Tabellen im Anhang zu jedem Szenario gegeben.

Jedem Szenario wird eine »Szenariowahrscheinlichkeit« zugewiesen. Diese Wahrscheinlichkeit ist ein abgeleiteter Wert, der auf den wahrscheinlichkeitstheoretischen Temperaturvorhersagen der Befragten und einem Gewichtungsschema beruht, das das Fachwissen jedes Befragten entsprechend seiner Eigenbeurteilung und der Beurteilung durch die Kollegen berücksichtigen soll. Daher spiegelt es den von den Klimaexperten geäußerten Urteilsbereich und die Stärke ihrer Überzeugungen ebenso wie ihr fachwissenschaftliches Niveau wider.*

Diese Wahrscheinlichkeit sollte nicht in ein wahrscheinliches reales Auftreten des Gesamtszenarios in der Zukunft umgemünzt werden. Zur richtigen Interpretation der »Szenariowahrscheinlichkeit« gehören die folgenden Überlegungen:

Die »Wahrscheinlichkeit« ist ihrem Wesen nach ein Maß des kollektiv von den Klimaexperten geäußerten Vertrauens darauf, daß die *weltweiten Temperaturveränderungen zwischen etwa 1970 und etwa 2000 in dem von dem Szenario angegebenen Bereich liegen werden*. Die Relation zwischen diesem Maß des

* Eine »Wahrscheinlichkeit« von 0,25 bedeutet z. B. nicht, daß Einigkeit darüber bestand, daß das fragliche Szenarium mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,25 eintreten wird. Ebenso wenig bedeutet es, daß 25% der Befragten jeweils für diese Temperaturveränderung und gegen alle anderen »stimmten«. Grob gesprochen ist die »Wahrscheinlichkeit 0,25« ein Amalgam aus dem Anteil der Befragten, die jeweils dieser Temperaturveränderung eine gewisse Glaubwürdigkeit einräumten, der Stärke ihrer individuellen »Überzeugtheit« von diesem Wechsel (ihre individuellen Auftretenswahrscheinlichkeiten) und ihres individuellen Fachwissens.

Vertrauens und der Wahrscheinlichkeit, daß das Szenario tatsächlich eintritt, ist unbekannt.

Es wurde angenommen, daß die von den Szenarien angegebene Veränderung der Welttemperatur mit vernachlässigbarer Wahrscheinlichkeit größer als $+1,8^{\circ}\text{C}$ (der Obergrenze großer Erwärmung) oder geringer als $-1,2^{\circ}\text{C}$ (der Untergrenze großer Abkühlung) ausfällt. In dieser Hinsicht wird davon ausgegangen, daß die fünf Szenarien zusammengekommen alle realistischen Ergebnisse umfassen – d. h. daß sich die Wahrscheinlichkeiten der fünf Szenarien zu Eins addieren.

In jedem Szenario sind Einzelheiten angegeben, die das Szenario in anderen Aspekten als der angegebenen Veränderung der Welttemperatur ausführlicher darstellen. Sie werden von dem befragten Klimaexperten als annehmbare Schlußfolgerungen über zukünftige Klimaentwicklungen betrachtet, die mit der Veränderung der Welttemperatur verträglich sind. Diese Einzelheiten schließen keineswegs anders verlaufende Entwicklungen aus. Daher dürfen sie einzeln und zusammengekommen nicht so betrachtet werden, als sei ihre Wahrscheinlichkeit so hoch wie die für das Szenario insgesamt angegebene. Die in den Tabellen zu jedem Szenario enthaltenen Angaben über bedingte Wahrscheinlichkeiten lassen sich mit der Gesamtwahrscheinlichkeit des Szenarios kombinieren, um das absolute Niveau des Vertrauens beurteilen zu können, das auf das Eintreten der in den Szenarien geschilderten zukünftigen Ereignisse gesetzt wird. So z. B. kann man die Gesamt»wahrscheinlichkeit« eines bestimmten Ereignisses (z. B. »häufige« Dürre in den USA für den Zeitraum 1991-2000) dadurch ermitteln, daß man zunächst für jedes Szenario das Produkt aus der »Wahrscheinlichkeit« des Szenarios und der bedingten Wahrscheinlichkeit dieses Ereignisses für dieses Szenario errechnet und dann die Produkte aller fünf Szenarien addiert.

Validierung

Im Juni 1977 empfahl die Beratergruppe des Projekts, daß ein ad hoc-Gremium erste Entwürfe der fünf Szenarien auf innere und gegenseitige Verträglichkeit überprüfen sollte. Daher trafen Mitarbeiter des Projekts im Juli mit sechs Klimatologen am National Center for Atmospheric Research in Boulder, Colorado, zusammen. Besondere Aufmerksamkeit widmeten die Kritiker Szenarios für große und mittlere Erwärmungen und Abkühlungen, d. h. denjenigen, die auf schmalere Datengrundlage konstruiert waren. Die Einzelheiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten dieser Endszenarien spiegeln daher die Beurteilungen einer größeren Zahl von Personen als der begrenzten Anzahl der befragten

Experten wider, die auf die Fragebogen im Sinne dieser Szenarien antworteten. Der Überprüfungsprozeß, der die Datengrundlagen der Endszenarien im wesentlichen verbreiterte, führte nur bei einem davon, dem Szenario für große weltweite Abkühlung, zu umfangreichen Veränderungen.

Dokumentation

Die NDU-Studie wird detailliert in ihrem Bericht über die Ergebnisse von Aufgabe I, *Climate Change to the Year 2000*, beschrieben, aus dem die obige Darstellung der Methodologie zur Analyse der Antworten auf den Fragebogen entnommen ist. Der NDU-Bericht enthält auch die gestellten Fragen, eine Erörterung der Szenarien und Klimawahrscheinlichkeiten sowie eine Zusammenfassung der Anzahl von Antworten und durchschnittlichen Expertenbeurteilungen für jede dieser Fragen.

18 Nahrungsmittel und Landwirtschaft

Zuständig für die Prognosen der US-Regierung über Weltangebot und -nachfrage bei Nahrungsmitteln zur Unterstützung von Formulierung und Ausführung der US-Agrar-Handelspolitik ist die Foreign Demand and Competition Division des US-Landwirtschaftsministeriums.

Entscheidende Analysemethoden

Die Prognosen des US-Landwirtschaftsministeriums über langfristige Weltnahrungsproduktion, Weltverbrauch und Welthandel werden mit Unterstützung eines Computermodells statischen Gleichgewichts mit der Bezeichnung GOL (über weltweite Getreide-, Ölsaaten- und Viehwirtschaft) erstellt. Obwohl GOL vom Landwirtschaftsministerium nur als ein mathematisches Modell unter vielen zur Analyse zukünftiger Agraraussichten betrachtet wird, ist es das einzige, mit dem umfassende Fragen im Hinblick auf die Welternährungsaussichten relativ detailliert nach Produkten und Regionen behandelt werden können. Für *Global 2000* benutzte das Landwirtschaftsministerium drei zusätzliche Teilmodelle, um Prognosen über Anbauflächen, Gesamtnahrungsproduktion und -verbrauch und Kunstdüngstoffverbrauch zu erstellen.*

Das GOL-Modell

Das gegenwärtige GOL-Modell, das 1974 von einem Team von Wirtschaftswissenschaftlern entwickelt wurde, wobei die gesamte Arbeitsleistung etwa sieben Mannjahre beträgt, war eines der ersten statischen Gleichgewichtsmodelle, das

* Die verschiedenen vom US-Landwirtschaftsministerium für *Global 2000* erstellten Prognosen sind nicht unbedingt dieselben wie die vom Landwirtschaftsministerium für bestimmte Nahrungsmittelprodukte oder Regionen veröffentlichten, die häufig unter Verwendung verschiedener Annahmen und unter Einbeziehung von Rechen- und anderen, detaillierteren Modellen erstellt werden. Da jedoch die im GOL-Modell verwendeten Parameter zum großen Teil auf den Rechen- und anderen Modellen beruhen, die von Produkthandels- und Regionalspezialisten des Ministeriums beurteilend korrigiert wurden, halten die Analytiker des Ministeriums die GOL-Prognosen im wesentlichen für konsistenter als die unter Verwendung anderer Modelle des Ministeriums erstellten. Da die unter Verwendung der drei Teilmodelle erstellten zusätzlichen Prognosen direkt aus den Prognosen des GOL-Modells abgeleitet wurden, und besonders weil sie danach von Experten des Ministeriums kritisiert und (ggf.) korrigiert wurden, werden sie vom Ministerium ebenfalls als im wesentlichen konsistent mit seinen anderen Prognosen betrachtet.

den breiten Fächer von Viehbestandsrelationen auf regionaler und weltweiter Ebene berücksichtigte. Es war speziell dafür entworfen, die getreideorientierten Nahrungsmittelwirtschaften der unterentwickelten Regionen mit den viehbestandsorientierten Nahrungsmittelwirtschaften der Industrieregionen vollständig und konsistenter als früher zu verknüpfen.*

Im Herbst 1974 wurde eine erste Fassung der vom GOL-Modell produzierten Regionalprognosen für 1985 der Welternährungskonferenz in Rom zur Verfügung gestellt. Die offizielle Veröffentlichung der Prognosen folgte im September. Aus diesen Prognosen ging hervor, daß die Welt im Verlauf des nächsten Jahrzehnts genug Getreide, Ölsaaten und Viehprodukte zu annehmbaren Preisen produzieren könnte, um die Nachfrage der hauptsächlich auf Getreide beruhenden Ernährung der unterentwickelten Welt und die mäßig steigende Nachfrage nach Futtermitteln in den Industrienationen zu befriedigen. Sie wurden (zusammen mit anderen Prognoseanalysen) vom US-Landwirtschaftsminister zur Untermauerung seines positiven Standpunkts im Hinblick auf die Einschränkung von Regierungsinterventionen auf dem Nahrungsmittel- und Weltmarkt und seiner Zweifel an der Notwendigkeit der Schaffung eines umfangreichen Systems internationaler Reserven herangezogen.**

Seit damals sind die regions-spezifischen Modelle, die die von GOL verwendeten Parameterschätzungen verwenden, und das GOL-Modell selbst beträchtlich verbessert worden, und es wird von verschiedenen US-Bundesbehörden zu Untersuchungen eines breiten Fragenbereichs verwendet. So z. B. wurde das Modell zur Analyse der potentiellen Auswirkung verschiedener Paritätspreisstrategien der Vereinigten Staaten auf dem Agrarsektor und zur Analyse der potentiellen Auswirkung unterschiedlicher Hilfsprogramme im Auftrag der U.S. Agency for International Development benutzt.

In seiner gegenwärtigen Form besteht das GOL-Modell aus 930 ökonometri-

* Der Economics, Statistics, and Cooperatives Service des US-Landwirtschaftsministeriums hat eine umfangreiche und offizielle Dokumentation über das GOL-Modell unter dem Titel *Alternative Futures for World Food in 1985* von Anthony Rojko, et al. veröffentlicht. Der erste Band mit dem Titel *World GOL Model Analytic Report* wurde im April 1978 als *Foreign Agricultural Economic Report* Number 146 veröffentlicht, der zweite Band *World GOL Model Supply-Distribution and Related Tables* und der dritte Band *World GOL Model Structure and Equations* jeweils im Mai und Juni 1978 unter Report Numbers 149 und 151. Der vierte und letzte Band soll im Herbst 1978 unter dem Titel *World GOL Model Users Manual* publiziert werden.

** Die UN-Organisation für Ernährung und Landwirtschaft (FAO) äußert weiterhin Bedenken (z. B. in einer Presseerklärung der FAO im Zusammenhang mit der Zweijahreskonferenz 1977), daß die Welternährungssituation immer noch kritisch sei und kein Grund zur Selbstzufriedenheit bestehe. Nach Angaben der Welternährungskonferenz scheint die Weltnahrungsmittelproduktion 1977 nur um 1,5% oder um weniger als den Bevölkerungszuwachs von fast 2% gestiegen zu sein. Besonders besorgt war die Konferenz darüber, daß Fortschritte in der Erzeugung in Afrika und allgemein in den ärmsten unterentwickelten Gebieten am langsamsten verlief, wo der Nahrungsmittelbedarf am größten ist. Die Konferenz stellte fest, daß damit nicht nur die Kluft zwischen den Industrienationen und den unterentwickelten Ländern, sondern auch die Lücke zwischen besser- und schlechtergestellten unterentwickelten Ländern breiter geworden sei.

schen Gleichungen (unter Einschluß ökonomischer, physischer und politischer Variablen), die simultan gelöst werden. Ein Matrixgenerierer erleichtert die Dateneingabe, und ein Listenschreiber druckt die Ergebnisse aus. Die Gleichungen werden unter Verwendung der Programmiersprache MPS-3 spezifiziert und gelöst, und alle Programme werden auf einem IBM 370/168-Computer gerechnet. Das Programm produziert ungefähr 30 Tabellen mit Basisdaten über Angebot und Verteilung, Preise, Pro-Kopf-Produktion und -verbrauch und Zuwachsraten sowie spezielle Zusammenfassungstabellen.

Pläne zur Einführung größerer Verbesserungen am Modell werden gegenwärtig geprüft. Ein Modell zweiter Generation ist geplant, und einige Abschnitte werden derzeit entwickelt (z. B. Marktstudien für die Volkswirtschaften Großbritanniens, Irans und Venezuelas). Unter den Zielgebieten zur Verbesserung im Verlauf der nächsten 3-4 Jahre sind:

- Ausdehnung der Erfassung der Weltagrarwirtschaft (z. B. werden Angaben über Viehbestand vieler unterentwickelter Länder verkürzt; Wasser, Kunstdünger, Pestizide und Herbizide werden exogen behandelt; Produkte wie tropisches Obst und Gemüse, Stärkemehle, Fisch und gewisse andere Produkte sind im Modell erster Generation völlig ausgelassen).
- Endogene Behandlung von Meßziffern der makroökonomischen Rückkoppelung in größerem Umfang (z. B. der potentiellen Auswirkung von Veränderungen der Devisenposition auf den Produktenhandel und das Wirtschaftswachstum, die derzeit exogen behandelt werden).
- Einbau von rekursivem dynamischem Verhalten (z. B. beschränken sich die Rechendaten, weil dies ein statisches Gleichgewichtsmodell ist, auf die Messung langfristiger Nettoanpassungen; das Modell sagt wenig aus über die Anpassungen von Jahr zu Jahr, die erforderlich sind, um die für 1985 oder 2000 errechneten Lösungen zu erreichen).

Die drei Teilmodelle

Die drei Teilmodelle (über Anbauflächen, Gesamtnahrungsmittelproduktion und -verbrauch und Kunstdüngerverbrauch) wurden Ende 1977 für *Global 2000* entwickelt. Sie waren nicht auf automatische Ausführung programmiert. Da sie kurzfristig (in etwa drei Wochen) für diesen spezifischen Bedarf entwickelt wurden, gibt es derzeit keine Pläne, ihre Anwendung zu präzisieren oder auszuweiten. Allerdings werden im US-Landwirtschaftsministerium alternative Ansätze zur Prognose derselben Variablen geprüft.

Das Teilmodell Anbaufläche beruhte auf Gleichungen für jede der 27 Regionen mit zuverlässigen historischen Daten. Diese Gleichungen definieren die Gesamtanbaufläche als Funktion der Produktionspreise aus GOL und aus anderen

Quellen, des Trendwachstums bei Erweiterung der Anbauflächen und von Schätzungen über die maximalen potentielle Anbaufläche. Die Gleichungen über Anbaufläche wurden getrennt voneinander unter Verwendung von Prognosen des GOL-Modells gelöst.

Das Teilmodell Gesamtnahrungsmittelproduktion und -verbrauch beruhte auf regionsspezifischen Angebots- und Nachfragegleichungen für Produkte, die im GOL-Modell nicht erfaßt sind. Diese Gleichungen definierten Produktion und Verbrauch in GOL nichterfaßter Produkte, bezogen auf historische Relationen zwischen von GOL erfaßten und nichterfaßten Produkten. Die für von GOL nichterfaßte Produkte (unter Verwendung der Angebotsgleichungen für nicht erfaßte) errechneten Produktionsniveaus wurden dann anhand der durch die Restanbaufläche für nicht-GOL-Produkte implizierten Produktionsniveaus (als Unterschied zwischen der Gesamtanbaufläche und der für erfaßte Produkte benutzten Fläche) überprüft und mit den Wachstumstrends nicht erfaßter Produkte multipliziert. Die für von GOL nicht erfaßte Produkte (unter Verwendung der Nachfragegleichungen für nicht erfaßte Produkte) errechneten Verbrauchsniveaus wurden anhand der historischen Einkommens- und Preisrelationen und der im Wandel begriffenen Verbraucherpräferenzen überprüft, und in allen Fällen wurde festgestellt, daß sie im Rahmen eines Standardfehlers auf dem Trend der historischen Daten lagen. Jede Reihe von regionsspezifischen Angebots- und Nachfragegleichungen wurde getrennt von den anderen Reihen unter Verwendung von Prognosen des GOL-Modells gelöst.

Das Teilmodell Kunstdüngerverbrauch beruhte auf regionsspezifischen Gleichungen, die den Kunstdüngerverbrauch in Relation zum Gesamtnahrungsmittelverbrauch definieren, und auf kombinierten Zeitreihen und Kreuzquerschnittsbeziehungen zwischen Eingabe- und Rechendaten. Diese wurden ebenfalls getrennt voneinander unter Verwendung von Prognosen sowohl des GOL-Modells als auch des Teilmodells Gesamtnahrungsmittelproduktion gelöst.

Grundprinzipien

Das GOL-Modell

Wie bereits erwähnt, besteht der Zweck des GOL-Modells darin, weltweite Prognosen über Erzeugung, Verbrauch, Handel und Preise von Getreide, Ölsaaten und Viehprodukten bis 1985 und 2000 zu generieren. Der Schwerpunkt des Modells liegt darauf, die Interaktion zwischen den vorwiegend auf Getreide beruhenden Wirtschaften der unterentwickelten Welt mit den Viehwirtschaften

der industrialisierten Welt im Rahmen ihrer Konkurrenz um die landwirtschaftlichen Ressourcen zu erfassen. Die Berechnungen der drei Teilmodelle, die diese Analyse auf die Berücksichtigung der anteilmäßigen Nutzung der Anbauflächen, der Gesamtnahrungsmittelproduktion und des -verbrauchs und des Düngemittelverbrauchs erweitern, werden anschließend an die Ausführung des GOL-Modells angestellt und beeinflussen dessen Berechnungen daher nicht.

Die Hauptstärke des GOL-Modells liegt in seinem großen Erfassungsbereich, zusammen mit seiner Detailliertheit bei Produkten, Regionen und Preisen. So z. B. enthält das Modell Variablen, mit denen die Konkurrenz um Ressourcen quer über den Feldfrüchtesektor und die Konkurrenz und der Nahrungs- und Mastfutterkomponenten um verschiedene Feldfrüchte simuliert werden kann. Es enthält physische input-output- und Mastfutterkomponenten um verschiedene Feldfrüchte. Es enthält physische input-output-Raten in seinem Mast- und Viehbestandssektor und in seinem Feldfrüchtesektor. In seiner regionalen Detailliertheit differenziert es zwischen produzierenden und konsumierenden Regionen ebenso wie zwischen Regionen mit verschiedenem Wirtschaftswachstum und verschiedenen Einkommensniveaus. Doch da der Schwerpunkt bei früheren Modellen ausschließlicher auf Getreide lag und sich das GOL-Modell stark auf diese bezieht, betont es eher Getreideprodukte, während Viehprodukte weniger ausführlich erfaßt sind.

Eine der Schwachstellen von GOL liegt darin, daß es ein statisches Gleichgewichtsmodell ist. Veränderungen im Zeitverlauf bei so dynamischen Faktoren wie Bevölkerungs- und Einkommenszuwachs werden exogen vor den Läufen des Modells errechnet und daher von dessen Berechnung nicht beeinflusst. Darüber hinaus sind die statischen Gleichgewichtsprognosen des Modells für ein bestimmtes Jahr unabhängig von seinen Prognosen für jedes andere Jahr und können mit den Prognosen dafür unverträglich sein. Außerdem sind statische Gleichgewichtsmodelle schon ihrer Natur nach nicht in der Lage, Aspekte des Marktverhaltens einzufangen, die grundsätzlich im Zustand dynamischen Ungleichgewichts sind.

Die 930 Gleichungen des GOL-Modells drücken nicht nur physische Variablen und ökonomische Verhaltensstrukturen aus, sondern auch institutionelle Rahmenbedingungen, politische Zwänge und Veränderungen der Verbraucherpräferenzen. Die regionsspezifischen Gleichungen des Modells können als 28 interaktive regionale Teilmodelle von stark schwankender Größe und Komplexität gedacht werden, die sich von 40 auf bis über 100 Gleichungen erstrecken. Die Wirtschaftstätigkeit zwischen den Regionen wird durch explizite Einbeziehung internationaler Handelsmengen und Preisvariablen relativiert, die für jede Ware konsistent sein müssen, und durch die Forderung, daß die Weltproduktions- und -verbrauchsvolumen für jedes Produkt ausgeglichen sein müssen. Für *Global 2000* wurde angenommen, daß Bestandsveränderungen für alle Produkte gleich Null

sind, d. h. daß die Weltgetreidereserven nicht zunehmen, um mit Veränderungen der Weltbevölkerung Schritt zu halten.

In die 28 interaktiven regionalen Teilmodelle geht ein breiter Bereich und eine große Anzahl von Annahmen ein. Diese Annahmen unterscheiden sich klar von Schlußfolgerungen aufgrund der Berechnung des GOL-Modells. Einige der kritischsten oder repräsentativsten Annahmen sind nachstehend aufgeführt:

- Es wird angenommen, daß keine größeren Kriege, Naturkatastrophen oder Veränderungen des internationalen Wirtschaftssystems (außer Ölpreisteigerungen) eintreten. Grund dafür ist, daß solche Veränderungen nur willkürlich prognostiziert werden könnten und die historischen Relationen, auf denen das GOL-Modell beruht, völlig überschatten würden. Zwar sind in den hohen und niedrigen Prognosen von *Global 2000* optimistische und pessimistische Wetterannahmen enthalten, doch wird keine Klimaveränderung prognostiziert, und genauso wenig werden umfangreiche Bodenverschlechterungen durch Umweltschädigung oder andere von Menschen verursachte Faktoren außer der Verstädterung angenommen.
 - Es wird angenommen, daß der Stand der Technik – bezogen auf Ertragszuwachs und letztendlich größtenteils abhängig von den Erzeugerpreisen, die unter einem besonderen Szenario generiert werden – sich weiterhin in einem Tempo entwickelt, das mit den raschen Fortschritten der letzten beiden Jahrzehnte vergleichbar ist; es wird unterstellt, daß die Industrienationen, und in geringerem Umfang die unterentwickelten Länder, die Technologie nutzen werden – was jeweils von den Anreizen infolge Veränderungen der Faktorpreise und der Produktpreise abhängt.
 - Aspekte des internationalen Ernährungssystems im Zusammenhang mit Nahrungsmittelverarbeitung, -vertrieb und -vermarktung (die ebenfalls von Veränderungen der Faktor- und Produktpreise beeinflusst würden) sind im Modell nicht explizit dargestellt.
 - Es wird angenommen, daß die Länder Westeuropas weiterhin eine gewisse protektionistische Agrar- und Handelspolitik beibehalten, die auf größere Autarkie abzielt. Außerdem wird unterstellt, daß die Preispolitik anderer westeuropäischer Länder zu ähnlichen Preisniveaus führen wird wie in der EWG.
 - Es wird angenommen, daß der Umfang des Handels der USA mit der UdSSR, mit der VR China und mit Osteuropa langfristig mehr von politischen als von wirtschaftlichen Faktoren beeinflusst wird. Obwohl nicht von der Annahme spezifischer langfristiger Handelsvereinbarungen zwischen den USA und den Ländern mit zentraler Planwirtschaft für eine Vielfalt von Waren ausgegangen wird, bewegen sich die prognostizierten Handelsziffern im Rahmen der in neueren bilateralen Vereinbarungen festgelegten Mengen.
-

- Es wird angenommen, daß die Importe- oder Exportpreise jeder Region über allgemein konstante Spannen in Relation zu den Nachfrage- oder Angebotspreisen dieser Region stehen.

GLEICHUNG 1 (A): Wie vor Verwendung im GOL-Modell geschätzt

Abhängige Variable	Ausdrücke und Variablen als unabhängig voneinander geschätzt
Gesamtes genutztes Weizenanbaugebiet	$= 22\,766,5 + 125 \text{ (Jahre seit 1970)} + 15,34 \text{ (Angebotspreis für Weizen)}$

GLEICHUNG 1 (B): Wie im GOL-Modell verwendet

Als unabhängig behandelte endogene Variablen	Exogene Ausdrücke
Gesamtes genutztes Weizenanbaugebiet	$- 15,34 \text{ (Angebotspreis für Weizen)} = 22\,766,5 + 125 \text{ (Jahre seit 1970)}$

GLEICHUNG 1 (C): Wie in diesem Kapitel nachstehend dargestellt

	Exogene Ausdrücke
Gesamtes genutztes Weizenanbaugebiet	$= 22\,766,5 + 125 \text{ (Jahre seit 1970)} + 15,34 \text{ (Angebotspreis für Weizen)}$

Außerdem sollte erkannt werden, daß die vom GOL-Modell erzeugten Listen von den Produkt- und Landesspezialisten des US-Landesministeriums kritisch überprüft werden, um zu gewährleisten, daß die Berechnungen des Modells ihrem Fachurteil im Hinblick auf die zukünftigen Aussichten für den Welthandel mit Getreide, Ölsaaten und Viehprodukten entsprechen. *In vielen Fällen bedeutet dies, daß die schließlich innerhalb des GOL-Modells benutzten Koeffizienten sowohl auf dem Urteil von Länder- und Produktspezialisten als auch auf der statistischen Analyse beruhen.*

Die 930 Gleichungen des GOL-Modells werden simultan gelöst, nachdem sie in Matrixform kodiert worden sind. Vor der Verkodung werden Struktur und Koeffizienten jeder Gleichung und Verwendung statistischer Standardverfahren und einer nachfolgenden kritischen Überprüfung durch Produkte- und Länderanalytiker getrennt geschätzt. In vielen Fällen führt diese kritische Überprüfung zur erneuten Bewertung und Korrektur der ursprünglichen Gleichungen durch Analytiker des Ministeriums, bevor ein Lauf des GOL-Modells als Einheit erfolgt. Eine so geschätzte einfache repräsentative Gleichung (für die Niedrigeinkommens-Regionen Nordafrikas und des Mittleren Ostens) verfügt über Struktur und Koeffizienten von Gleichung 1 (A).

Bei der Vorbereitung einer derartigen Gleichung zur simultanen Lösung mit den anderen GOL-Gleichungen wird diese so umgeschrieben, daß die endogenen Variablen (die simultan im Modell gelöst) alle auf der linken Seite der Gleichung und die exogenen Variablen (die vor dem ersten Lauf des Modells prognostiziert werden) alle auf der rechten Seite stehen. Also würde Gleichung 1 (A) in Gleichung 1 (B) umgeschrieben.

Wenn alle Gleichungen derart umgeschrieben sind, enthält die linke Seite 930 Ausdrücke mit 930 Variablen, deren Werte bestimmt werden müssen. Die Gleichungen können dann in folgender Form gedacht werden:

$$A X = D,$$

wobei A eine Quadratmatrix aller (exogen geschätzten) Koeffizienten der endogenen Variablen, X ein Vektor aller (vom Modell zu lösender) endogenen Variablen und D ein Vektor der Ausdrücke exogener Variablen und damit zusammenhängender Koeffizienten und Exponenten ist.

Zur Erleichterung der Berechnung wird ein standardisiertes Computerprogrammierungspaket, das zur Ausführung linearer Programmierungsrechnungen entwickelt wurde, zur Lösung dieser Reihe von Relationen benutzt. Zuerst wird der Vektor der Ausdrücke D auf der rechten Seite der Gleichung unter Verwendung von exogen prognostizierten Werten für die exogenen Variablen gelöst, weil sie zu einem Wert Vektor S reduziert werden. Dann wird X nach der folgenden Formel unter Verwendung linearer Programmierungsalgorithmen gelöst, um die einzige Lösung des bekannten Problems der Lösung von n Gleichungen für n Unbekannte zu erhalten:

$$X = A^{-1}S$$

Matrix A und Vektor X, der endogene (simultane) Teil des Modells dürfen nur lineare Relationen enthalten, da zur Lösung der 930 Gleichungen lineare Programmierungsalgorithmen benutzt werden. Doch neigen lineare Formulierungen in vielen Fällen dazu, reale Relationen falsch darzustellen, indem sie sie entweder untertreiben oder übertreiben. So z. B. tendieren lineare Gleichungen bei hohen Preisniveaus dahin, übertriebene Preisreaktionen zu generieren. Daher müssen nichtlineare Relationen simuliert werden und wurden auch simuliert, indem Koeffizienten erneut geschätzt und neue Läufe des Modells mit abgeänderten Koeffizienten bei Fällen ursprünglich äußerst hoher oder äußerst niedriger Preise durchgeführt wurden. Derartige Korrekturen wurden z. B. vorgenommen, um die unterschiedliche Auswirkung sehr hoher Nahrungsmittelpreise als Folge steigender Energiepreise und die Auswirkung von Stützpreisen und An-

baubeschränkungen in den USA bei sehr niedrigen Preisen darstellen zu können.

Der exogene Ausdruck Vektor D ist nicht darauf beschränkt, nur lineare Relationen auszudrücken, da er unter Verwendung exogen prognostizierter Variablenwerte gelöst wird, bevor die lineare Programmialgorithmen genutzt werden. Die Form jeder der verschiedenen Ausdrücke in Vektor D hängt von den Annahmen ab, die im Hinblick auf die von den exogenen Variablen erwartete Auswirkung gemacht werden, und kann z. B. exponentielle Reaktionen als Ausdruck kumulierter Zuwachsraten enthalten.

Obwohl im Fall des GOL-Modells eine objektive Funktion mathematisch angegeben ist*, löst das Modell allein seine 930 Gleichungen. Eine Minimierung oder Maximierung erfolgt also nicht. Das Modell verfügt auch gegenwärtig nicht über eine Transportmatrix. Eine Transportmatrix könnte theoretisch hinzugefügt werden, doch gibt es gegenwärtig keine Pläne dafür.

Um die weitere Erörterung des Modells zu vereinfachen, werden seine mit der Matrix zusammenhängenden Merkmale im folgenden vernachlässigt und die Gleichungen in Form von Gleichung 1 (C) gezeigt, auch wenn nicht alle endogenen Variablen in Wirklichkeit simultan gelöst werden. Daher sollten endogene Variablen, die für die Zwecke der Erörterung auf der rechten Seite des Gleichheitszeichens auftauchen, auch nicht als rechenmäßig »unabhängiger« denn die auf der linken Seite verstanden werden, auch wenn die Üblichkeiten in der Mathematik etwas anderes nahelegen.

Das GOL-Modell enthält Angebots-, Nachfrage- und Handelssektoren für die meisten Waren. Auf dem Angebotssektor ist die endogene Schlüsselvariable die gesamte Erntefläche, definiert als Funktion der Preise für die wichtigsten Feldfrüchte der Region, des Trendwachstums, der grenzziehenden Maximalausdehnung anbaufähiger Flächen, und der historischen und physischen Daten über den Anteil der in GOL erfaßten Feldfrüchte am Gesamtertrag der kultivierten Fläche. Die einzelnen in GOL erfaßten Feldfrüchte konkurrieren um die Gesamtanbaufläche auf der Grundlage historischer Anteile, der physischen Grenzen der Bodenallokation auf die Feldfrüchte und der prognostizierten relativen Preise. Die Produktion wird nach der Gesamterntefläche und einer endogenen Ertragsprognose aufgrund absoluter und relativer Preise ermittelt, wobei Einsatzfaktorverbrauchsfiguren und Trendwachstum einbezogen werden,

* Normalerweise würde ein lineares Programmierungsmodell eine derartige Funktion enthalten, um dem Programm zu ermöglichen, eine Lösung zu finden, die den Wert einer angegebenen Variablen maximieren oder minimieren würde. Beispielsweise könnte ein lineares Programm zur Ermittlung des besten Wegs der Nutzung der Ressourcen einer Farm zwecks Gewinnmaximierung ermitteln.

um die zunehmende Verbreitung der vorhandenen Technologie zu berücksichtigen.

Die Getreideangebotsgleichungen für eine Region sind typischerweise in folgender Form konstruiert:

Gesamtfläche = f (Weizen- und andere Getreidepreise; Trendwachstum der angebauten Flächen bezogen auf die physischen Grenzen, die die maximale Anbaufläche definieren).

Weizenanbaufläche = f (Gesamtfläche; Preis für Weizen und für die anderen Nahrungsmittel-Feldfrüchte, die um Anbauflächen konkurrieren).

Weizenproduktion = f (Weizenanbaufläche; Weizenbasiserträge; Veränderungen der Weizenenerträge aufgrund von Veränderungen der Weizenpreise; sonstige Produktpreise; Veränderungen im Verbrauch von Einsatzfaktoren; Trendwachstum).

Die Nachfrage nach Getreide zur unmittelbaren Ernährung von Menschen ist eine Funktion der Getreidepreise, der Preise anderer Nahrungsprodukte, des Einkommens und der Bevölkerung. Die Preiselastizitäten erlauben eine Varianz sowohl bei der Gesamtnachfrage nach Getreide als auch bei dem relativen Anteil verschiedener Getreidesorten. Die Nachfrage nach Fleisch- und Getreideprodukten ist ähnlich ins Modell eingefügt. Verbraucherpräferenzen sind im Preis und in den Kreuzpreiselastizitäten und Einkommenselastizitäten ausgedrückt. Gleichungen auf diesem Sektor sind typischerweise in folgender Form konstruiert:

Nachfrage nach Weizen als Nahrungsmittel = f (Preis für Weizen, Mais, Reis; Protkopf-Einkommen; Bevölkerung; Veränderungen der Präferenzen).

Nachfrage nach Rindfleisch = f (Preis für Rindfleisch, Schweinefleisch und Geflügel; Pro-Kopf-Einkommen; Bevölkerung; Veränderungen der Präferenzen).

Der Sektor zur Darstellung der Viehproduktion und des für die Viehmast nachgefragten Getreides ist komplexer. Die Fleischproduktion ist eine Funktion der Fleischpreise, der Futtermittelpreise und der Produktivität. Die Einbeziehung einzelner Fleischpreise ermöglicht eine Konkurrenz zwischen den Fleischsorten. Die Preise für Mastfutter aus Getreide und Ölsaaten beeinflussen die Kosten der Fleischerzeugung. Gleichungen auf diesem Sektor sind typischerweise in folgender Form konstruiert:

Rindfleischerzeugung = f (Preis für Rindfleisch, Schweinefleisch, Mais und Ölsaatenschrot; Veränderungen der Produktivität).

Die Nachfrage nach Futtermitteln ist eine Funktion der entsprechenden Preise für Getreide, Ölsaaten, Fleisch und der Vieherzeugung. Die Preise der einzelnen Feldfrüchte ermöglichen eine Konkurrenz zwischen verschiedenen Futtermitteln. Die Koeffizienten für die Viehproduktion sind zum großen Teil physische input-output-Quoten – die die Tonnen an Futtergetreide zur Erzeugung einer

Tonne Viehprodukt relativieren. Die Viehproduktpreise werden benutzt, um die Futtermittelnachfrage zu korrigieren, was die Mastquote wesentlich verändert, welche eine zweite Reihe von Relationen zwischen Preisen der Feldfrüchte und Preisen für Viehprodukte bildet. Gleichungen auf diesem Sektor sind typischerweise in folgender Form konstruiert:

Nachfrage nach Ölschroten für Futtermittel = f (Erzeugung und Preis von Rindfleisch, Schweinefleisch, Geflügel, Eiern und Milch; Preis von Mais und Maisschrot).

Die Angebots- und Nachfragepreise für Feldfrüchte und Fleischsorten werden gewöhnlich über konstante Spannen relativiert. Wie jedoch bereits bemerkt, fluktuieren die Preisspannen in den wenigen ausgewählten Regionen, wo aus historischen Daten hervorgeht, daß sich die Spannen mit Veränderung des Preisniveaus ausweiten oder verengen.

Die drei Teilmodelle

Die drei Teilmodelle – anbaufähiges Land, Gesamtnahrungsproduktion und -verbrauch, und Gesamtkunstdüngerverbrauch – waren äußerst einfach, können jedoch nur näherungsweise beschrieben werden, weil das US-Landwirtschaftsministerium nicht bereit oder nicht in der Lage war, Nachweise zu liefern. Die folgenden Beschreibungen beruhen zum größten Teil auf mündlichen Antworten auf Fragen über die Teilmodelle.

Die Teilmodelle haben wenig gemeinsame Merkmale. Sie wurden alle getrennt für jede Region des GOL-Modells angegeben, für die zuverlässige historische Daten verfügbar waren. Die Teilmodelle wurden alle nach dem GOL-Modell ausgeführt und hingen auf verschiedene Weise vom GOL-Modell ab. Die Funktion der Teilmodelle und ihrer verschiedenen Annahmen muß getrennt beschrieben werden.

Das Teilmodell Anbauflächen ergänzt das GOL-Modell, indem es Prognosen über Anbauflächen liefert. Die Verfügbarkeit anbaufähigen Lands hängt von vielen Trends ab, darunter von Verstädterung und Landerschließung. Es wird in diesem Teilmodell angenommen, daß die Menge des potentiell anbaufähigen Landes endlich ist, und den Prognosen wird nicht gestattet, diese Grenze zu überschreiten. Bis zu dieser Grenze wird eine Zunahme der Anbauflächen auf der Grundlage von Zeittrends und einem Index von GOL-Nahrungsmittelpreisen (der ökonomische Anreize ausdrücken soll) prognostiziert. Es wird unterstellt, daß es keine umfangreichen Verluste oder Verschlechterungen anbaufähigen Lands infolge Mißwirtschaft oder Umweltzerstörung geben wird.

Das Gesamtnahrungs-Teilmodell ergänzt die GOL-Prognosen (über Getreide, Ölsaaten und Viehbestand), um zu Gesamtnahrungsprognosen zu gelangen. Die

Verfahren hierzu waren äußerst einfach. Der Zuwachs der Gesamtnahrungsmittel wurde in den meisten Fällen als Funktion des auf historischen Trends beruhenden Zuwachses der GOL-Produkte (Getreide, Ölsaaten und Viehprodukte) prognostiziert. Ihre Relation wurde fast stets als konstant im Zeitverlauf und als linear unterstellt. Zuckerprodukte, Stärkeprodukte, tropische Produkte und diverse Viehprodukte wurden in den verschiedenen Regionen jeweils entsprechend berücksichtigt. Die Anlandungen an Speisefisch wurden für keine Region (außer Japan) explizit veranschlagt, wurden jedoch in die Analyse einer vermischten Kategorie aufgenommen. Von dieser vermischten Kategorie wurde angenommen, daß sie in Zukunft denselben Anteil des Nahrungsmittelangebots liefern wird wie in der Vergangenheit. Dies wiederum bedeutet (für alle Regionen außer Japan), daß der durch Fischkonsum abgedeckte Teil des Nahrungsbedarfs konstant bleibt oder ansonsten durch ein anderes Nahrungsmittel der vermischten Kategorie (z. B. Bananen, Ziegen, Kamele, usw.) substituiert wird. Da für den Fischkonsum eine drastische Zunahme in allen Regionen prognostiziert wird, ergibt sich hieraus (bei Ausbleiben größerer Verschiebungen zu anderen Nahrungsmitteln der Kategorie Vermischtes), daß die Weltfischfänge drastisch zunehmen werden. Eine derartige Zunahme der Anlandungen stehe jedoch im Widerspruch zu den Fischereiprognozen von *Global 2000*.

Das Teilmodell Kunstdüngerverbrauch ergänzt das GOL-Modell durch Prognosen über den Gesamtverbrauch an Kunstdünger. Die Prognosen sind stark aggregiert. Die relativen Mengen von Stickstoff, Phosphaten und Kalium sind nicht angegeben. Die aggregierten Prognosen beruhen auf regionalen Zeitreihen und Kreuzquerschnitts-Relationen über Hektarerträge und Zuwachs der Feldfrüchteproduktion. Die Relation zwischen Düngemittelverbrauch und Produktionsziffern wird allgemein als linear angenommen, doch wurden Koeffizienten von Analytikern des US-Landwirtschaftsministeriums (je nach dem Prognosezeitraum) so korrigiert, daß Annahmen über abnehmenden Ertragszuwachs darin Ausdruck finden. Der abnehmende Ertragszuwachs ist somit indirekt (als Funktion der Zeit) und nicht direkt (als Funktion des Kunstdüngerverbrauchs) angegeben.

Grundkomponenten

Bezogen auf die Ziele von *Global 2000* benutzten das GOL-Modell und die abgeleiteten Teilmodelle Bevölkerungs- und Einkommenszuwachsrate zur Prognose von Weltproduktion, Weltverbrauch und Welthandel bei Nahrungsmitteln. Umweltfaktoren werden wenig berücksichtigt, außer insofern, als für sie ein impliziter Einfluß auf die Produktionskosten prognostiziert wird.

Tab. 18-1
Im GOL-Modell spezifizierte Nahrungsmittel-
Rohprodukte

GESAMTER WEIZEN
Weizen für menschlichen Bedarf
Weizen für Futterzwecke
GESAMTER REIS
Reis für menschlichen Bedarf
Reis für Futterzwecke
GESAMTE HARTSCHALIGE GETREIDE (Mais,
Graupen, Hirse und Mischgetreide)
Hartschalige Getreide für menschlichen Bedarf
Hartschalige Getreide für Futterzwecke
GESAMTE ÖLSAATEN (Mehläquivalent, hauptsächlich Sojabohnen,
aber auch Leinsamen, Baumwollsaamen, Rapssamen,
Fischmehl, Sonnenblumenmehl, Erdnüsse und Kopra)
Ölsaaten für menschlichen Bedarf
Ölsaaten für Futterzwecke
GESAMTES FLEISCH
Rindfleisch (einschließlich Kalbfleisch)
Schweinefleisch
Geflügel
Schaf (einschließlich Lamm)
GESAMTE MILCH UND MILCHPRODUKTE
Milch
Butter
Käse
Eier

Im einzelnen ist das GOL-Modell ein formales ökonometrisches Modell, das 11 Hauptagrarprodukte erfaßt – Weizen, Reis, sonstige Getreide, Ölschrot, Sojabohnen, Rind- und Kalbfleisch, Schweinefleisch, Geflügel, Milch, Butter und Käse. Eine detailliertere Aufzählung gibt Tab. 18-1.

Innerhalb des GOL-Modells sind 28 Regionen dargestellt – 8 Regionen industrialisierter (nichtkommunistischer) Länder, 3 Regionen von Ländern mit zentraler Planwirtschaft, und 17 Regionen unterentwickelter Länder (UL). Tab. 18-2 führt die Länder auf, die unter jeder der 28 Regionen zusammengefaßt sind. Eine geographische Perspektive der Methodologie, die diesen Prognosen zugrunde gelegt ist, wird in einer der Farbkarten zur Veranschaulichung der Erörterung des Weltmodells der Regierung in Kap. 14 gegeben.

Die Relation des GOL-Modells erfassen nach Ansicht von Analytikern des US-Landwirtschaftsministeriums ungefähr 70-80% der Weltgesamtproduktion und des Weltgesamtverbrauchs an Nahrungsmitteln, und einen noch größeren Anteil des Handels. Alle Regionen verfügen über einige Feldfrüchtegleichungen, aber nicht alle über Viehbestandsgleichungen. Diese Regionen mit zentraler Planwirtschaft weisen nur vereinfachte Welthandelsgleichungen auf; die Produktionsziffern werden exogen bestimmt, wobei der Verbrauch auf der Interaktion zwischen den Produktions- und Handelsprognosen beruht. Diese Relationen sind in Tab. 18-3 zusammengefaßt.

Tab. 18-2
Regionen im GOL-Modell

Regionen	Länder
USA	INDUSTRIELÄNDER
Kanada	USA
Westeuropa	Kanada
Europäische Gemeinschaft	Belgien, Luxemburg, Niederlande, Frankreich, BRD, Italien
Europäische Sechs	Dänemark, Irland, Großbritannien und Nordirland
Europäische Drei	Österreich, Finnland, Griechenland, Island, Malta, Norwegen, Portugal, Spanien, Schweden, Schweiz
Übriges Westeuropa	Japan
Japan	Australien, Neuseeland
Ozeanien	Republik Südafrika, Botswana, Lesotho, Namibia, Swasiland
Südafrika	ZENTRALE PLANWIRTSCHAFTEN
Osteuropa	Albanien, Bulgarien, Tschechoslowakei, DDR, Ungarn, Polen, Rumänien, Jugoslawien
UdSSR	UdSSR
China	China
Mittelamerika	UNTERENTWICKELTE LÄNDER
Südamerika	Mexiko, Bahamas, Bermudas, Costa Rica, Dominikanische Republik, El Salvador, Guatemala, Haiti, Honduras, Belize, Jamaika, Nicaragua, Panama, Trinidad und Tobago, übrige karibische Inseln
Argentinien	Argentinien
Brasilien	Brasilien
Venezuela	Venezuela
Übriges Südamerika	Bolivien, Chile, Kolumbien, Ecuador, Franz. Guiana, Guyana, Paraguay, Peru, Surinam, Uruguay
Nordafrika, Mittlerer Osten	Algerien, Bahrain, Zypern, Iran, Irak, Israel, Kuwait, Libyen, Oman, Qatar, Saudi-Arabien, Vereinigte Arabische Emirate
Nordafrika, Mittlerer Osten – hohes Einkommen	Ägypten, Jordanien, Libanon, Marokko, Sudan, Syrien, Tunesien, Türkei, Jemen (Sana), Jemen (Aden)
Nordafrika, Mittlerer Osten – niedriges Einkommen	
Übriges Afrika	Kenia, Madagaskar, Malawi, Moçambique, Rhodesien, Tansania, Uganda, Sambia, Angola, Burundi, Kamerun, Zentralafrikan. Republik, Tschad, Kongo, Benin, Äthiopien, Äfar und Issa, Gabun, Gambia, Ghana, Guinea, Äquatorial-Guinea, Elfenbeinküste, Liberia, Mali, Mauretanien, Niger, Nigeria, Réunion, Ruanda, Senegal, Sierra Leone, Somalia, Togo, Obervolta, Zaire
Ostafrika	
Zentralafrika	
Südasien	Indien
Indien	Afghanistan, Bangladesch, Bhutan, Nepal, Pakistan, Sri Lanka
Übriges Südasien	
Südostasien	Thailand
Thailand	Burma, Kambodscha, Laos
Übriges Südostasien	
Ostasien	Indonesien
Indonesien	Hongkong, Singapur, Südkorea, Taiwan, Brunei
Übriges Ostasien – hohes Eink.	Malaysia, Philippinen
Übriges Ostasien – niedr. Eink.	Nordkorea, Vietnam, Mongolei, Kuba, Pazifische Inseln, Papua-Neuguinea*
Übrige Welt	

* „Übrige Welt“ umfaßt auch die Regionen, die noch nicht explizit im Modell aufgeführt sind.

Tab. 18-3
Im GOL-Modell verwendete Variablen

	Weizen	Reis	Hartweizen- Getreide	Ölsaaten- mehl	Rinder- hälften	Rindfleisch- produkte	Schwein- fleisch	Geflügel	Schaf u. Lamm	Milch	Käse	Eier
Industrieländer												
USA	DF PA	D PA	DF PA	F PA	D P	D P	D P	D P	D	D S	D S	P
Kanada	DF PA	D	DF PA	F PA		D P	D P	D P		D S	D S	P
Europäische Sechs	DF PA	D PA	DF PA	F PA		D P	D P	D P	D P	D S	D S	P
Europäische Drei	DF PA	D PA	DF PA	F PA		D P	D P	D P	D P	D S	D S	P
Übriges Westeuropa	DF PA	D PA	DF PA	F PA		D P	D P	D P	D P	D S	D S	P
Japan	D PA	DF PA	DF PA	DF PA		D P	D P	D P	D P	D S	D S	P
Australien/Neuseeland	DF PA	D PA	DF PA	F PA		D P	D P	D P	D P	D S	D S	P
Südafrika	D PA	D	DF PA	F S		D P	D P	P				
Unterentwickelte Länder												
Mittelamerika	DF PA	D PA	DF PA	F PA		D P	D P					
Argentinien	D PA	D PA	DF PA	F PA		D P	D P		D P			
Brasilien	D PA	D PA	DF PA	F PA		D P	D P					
Venezuela	D PA	D PA	DF PA	F PA								
Übriges Südamerika	D PA	D PA	DF PA	F								
Nordafrika u. Mittlerer Osten, hohes Eink.	D PA	D PA	DF PA									
Nordafrika u. Mittlerer Osten, niedr. Eink.	D PA	D PA	DF PA									
Ostafrika	D S	D S	D S	T								
Zentralafrika	D PA	D PA	DF PA	F PA								
Indien	D PA	D PA	DF PA									
Übriges Südasien	D PA	D PA	DF PA									
Thailand	D	D PA	DF PA									
Übriges Südostasien	D	D PA	DF S									
Indonesien	D	D PA	D PA	D PA								
Ostasien, hohes Einkommen	D PA	D PA	DF PA	F PA								
Ostasien, niedr. Einkommen	D	D PA	DF PA	S								
Zentrale Planwirtschaften												
Osteuropa	T	T	T	T		T	T					
UdSSR	T	T	T	T		T	T					
China	T	T	T	T		T	T		T			
Übrige Welt												

S = Angebot
T = Nettoausfuhr

P = Produktion
A = Fläche

D = Nachfrage, gesamte oder Nicht-Futter-N.
F = Abgeleiteter Futterbedarf

Tab. 18-4
Typische Angebotsgleichungen: Weizen, Nordafrika und Mittlerer Osten, niedriges Einkommen (Variante mit mittlerem Wachstum und steigenden Energiepreisen)

	Funktionsform		
	Exogene Ausdrücke		
	Gesamte Getreide- anbaufläche	$= 22.766,5 +$ (Koeffizient*) (Jahre seit 1970)	$+ 15,34$ (Weizenangebotspreis)
	23.965,0	Variablewerte 1970 0	78,13
	26.292,4	Prognostizierte Variablenwerte für 1985 125 15	101,50
	28.475,6	Prognostizierte Variablenwerte für 2000 110 30	144,52

	Funktionsform		
	Exogene Ausdrücke		
Weizen- anbaufläche	$= - 1257,53 + 81$ (Jahre seit 1970)	$+ 5,49$ { Ges. Getreide- anbaufläche } $+ 25,26$ (Weizenangebotspreis)	$- 11,11$ (Angebotspreis f. hartschal. Getreide)
13.155,0	0	Variablewerte 1970 23.965,0	78,13 64,61
15.970,1	15	Prognostizierte Variablenwerte für 1985 26.292,4	101,50 82,63
18.911,2	30	Prognostizierte Variablenwerte für 2000 28.475,6	144,52 128,10

	Funktionsform		
	Exogene Ausdrücke		
Inländische Weizenproduktion	$= - 15.194,09 + 13,815$ $\left[1 + ,875 \right]$ $\left\{ \frac{\text{Kosten-indexd. physikal.Inputs}^b}{\text{Jahre seit1970}} + \frac{\text{Koeffizientfür Erne-zuwachs}}{\text{Jahre seit1970}} \right\}$	$+ 1,05$ { Weizen- anbau- fläche } $+ 17,68$ { Weizen- angebots- preis }	78,13
13.815,0	Variablewerte 1970 0	0	13.155,0

Prognostizierte Variablenwerte für 1985				
21,309.1	0	$\int_{15}^{275}$	15	15,970.1
				101.50
Prognostizierte Variablenwerte für 2000				
38,840.9	- .01	$\int_{700}^{700}$	30	18,911.2
				144.52

* Dieser Koeffizient bringt den Trendzuwachs an anbaufähigem Land ein. Er wurde auf der Basis einer multiplen Regressionsanalyse geschätzt, welche die Fläche als Funktion der Zeit, der Investition und der Veränderungen in den realen Preisen der Nahrungsprodukte sowie in den Faktorkosten definiert. Jenseits 1985-2000 nimmt dieser Koeffizient aufgrund von Maßnahmen, die einen absoluten Druck auf das anbaufähige Land darstellen, ab.

^a Dieser Index wird vom Department of Agriculture gewöhnlich zur Evaluation von Maßnahmen benutzt, die eine zunehmende Verwendung von Kunststoffe involvieren. Nach Experten des DOA ist die Korrektur (Verringerung) des Index für die Prognosen über das Jahr 2000 erforderlich, um die Auswirkungen der abnehmenden Ertragszuwächse für die Kunststoffe zu berücksichtigen. Für andere Regionen wird eine ähnliche Korrektur jedoch zur Berücksichtigung steigender Energiepreise vorgenommen. Für die hier interessierende Region wurden solche Korrekturen allerdings nicht vorgenommen, weil die dort praktizierten Anbau-

methoden als zu wenig energintensiv angesehen wurden. Die Auswirkungen steigender Energiepreise werden also für diese Region und diese Funktion als vernachlässigenswert eingestuft und behandelt.

* Dieser Koeffizient kombiniert die Auswirkungen (1) des Trendzuwachses und (2) des technologischen Wachstums auf den Ernteertrag. Die Auswirkungen dieser beiden ertragswirksamen Faktoren werden des weiteren mit den Auswirkungen von Veränderungen der Anbauläche kombiniert, um Produktionsveränderungen zu berechnen. Die 275 000 Tonnen Jahreszuwachs basieren auf einem Trendzuwachs in den Erträgen von 10 kg pro ha, plus dem Äquivalent von 165 000 Tonnen jährlicher Produktionszuwachs, die auf den Trendzuwachs in den Erträgen auf dem Basis- und dem zusätzlichen Land zurückgeht. Die entsprechenden Zahlen für 2000 lauten: 20 kg/ha und 410 000 Tonnen Jahreszuwachs aufgrund von Flächenveränderungen.

Tab. 18-5
Typische Nachfragegleichungen: Weizen, Nordafrika und Mittlerer Osten, niedriges Einkommen
(Variante mit mittlerem Wachstum und steigenden Energiepreisen)

Exogene Ausdrücke		Funktionsform	
Inländischer Weizenverbrauch*	$= -988.07 + 19,771 \left[1 + .05 \left(\frac{\text{Pro-Kopf-BSP-Zuwachs}}{\text{rate}^b} \right) + \left(\frac{\text{Bevölk.} \cdot \left(\frac{\text{Jahre seit 1970}}{\text{rate}^b} \right) \right) \right]$	$- 61.62 \left(\frac{\text{Weizen-nachfrage}}{\text{preis}} \right) + 31.31 \left(\frac{\text{Nachfr.preis}}{\text{f. hartschal. Getreide}} \right) + 23.72 \left(\frac{\text{Reis-nachfrage}}{\text{preis}} \right)$	
19,771.0	0	Variablewerte 1970	64.17
			63.15
29,599.0	.0330	Prognostizierte Variablenwerte für 1985	87.54
			82.63
42,696.2	.0429	Prognostizierte Variablenwerte für 2000	130.56
			128.10
			274.88

* Es wird angenommen, daß der gesamte in dieser Region verbrauchte Weizen der Ernährung der Menschen dient und nicht als Viehfutter verwendet wird.

^b Durchschnittliche Jahreszuwachsrate seit 1970. Das Verhältnis zwischen diesen Annahmen über die Zuwachsrate des Pro-Kopf-BSP (aus dem GOI-Modell) und den von der Global-2000-Studie entwickelten Annahmen ist problematisch und konnte von den Experten des Department nicht eindeutig geklärt werden.

Grundlegende Verfahren

Zwar gibt es keine einfache Möglichkeit, alle die komplexen Interaktionen zu veranschaulichen, die begrifflich zur simultanen Lösung in der Quadratmatrix von 930 Gleichungen oder zur Lösung der vielen abgeleiteten Teilmodelle gehören, doch können einige repräsentative Gleichungen, die sich auf ein bestimmtes Nahrungsmittelprodukt in einer bestimmten Region konzentrieren, einen Einblick in den Charakter zahlreicher dieser Interaktionen geben. Zum Zweck der Veranschaulichung wird im folgenden Abschnitt ein kurzer Überblick über die Gleichungen für Weizen in den Niedrigeinkommensregionen Nordafrikas und des Mittleren Ostens gegeben, wie diese in dem Szenario mit mittlerem Wachstum und steigenden Energiepreisen prognostiziert werden.

Das GOL-Modell

Die GOL-Gleichungen und damit zusammenhängende Berechnungen, die sich unmittelbar auf die einheimische Weizenproduktion beziehen, sind in Tab. 18-4 wiedergegeben. Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, sind etwa 80% des Zuwachses an »kultivierten Getreideanbauflächen« zwischen 1970 und 1985 auf exogene Zeittrendschätzungen mit einem beurteilend korrigierten Koeffizienten zurückzuführen. Da ungefähr 45% der Zunahme der »kultivierten Weizenanbauflächen« im selben Zeitraum auf Zunahmen der »kultivierten Getreideanbauflächen« zurückzuführen sind und ungefähr 45% auf einen anderen exogenen Zeittrend, können etwa 80% der Zunahme der »kultivierten Weizenanbauflächen« dem Einfluß exogener Zeittrends und beurteilender Korrekturen zugeschrieben werden.* Ähnliche Schlußfolgerungen zeigen, daß etwa 84% der prognostizierten Zunahme der »Weizeninlandsproduktion« für den Zeitraum 1970-85 ähnlichen exogenen Einflüssen zugeschrieben werden kann (ungefähr 90% für den Zeitraum 1985-2000).

Das bedeutet, daß 85-90% der in den Prognosen des Modells enthaltenen Steigerung der Weizenproduktion wesentlich ein exogenes Eingabedatum für das Modell sind – mehr eine Prämisse der Modellrechnung als eine Schlußfolgerung aus ihr. Andere »Prognosen« des Modells enthalten ebenfalls beträchtliche direkt exogene Komponenten. Diese beruhen größtenteils auf dem Urteil von Analytikern des US-Landwirtschaftsministeriums über zukünftige Aussichten für die Welterzeugung an Getreide, Ölsaaten und Viehprodukten. Da jedoch die

* Analytiker des Ministeriums stellen fest, daß diese exogenen Trends und Korrekturen auf der Grundlage der Analyse des Ministeriums über regionales Anbauflächenpotential und Anbaustrukturen vor den Läufen des GOL-Modells geschätzt wurden.

Tab. 18-6
Vergleich von Prognosen über die durchschnittlichen jährlichen Bevölkerungswachstumsraten, mittlere Datenreihe

Region/Land ^a	1975-85			1975-2000		
	DOA ^b	Census Bureau ^c	Differenz	DOA ^b	Census Bureau ^c	Differenz
Industrieländer	0.69	0.59	-.12	0.52	0.63	-.11
USA	0.70	0.75	0	0.55	0.60	-.05
Westeuropa	0.33	0.38	0	0.43	0.38	+.05
Japan	0.87	0.76	+.01	0.59	0.70	-.11
Zentrale Planwirtschaften	1.25	1.17	0	1.21	1.22	-.01
Osteuropa	0.68	0.65	0	0.57	0.62	-.05
UdSSR	0.92	0.89	+.01	0.68	0.78	-.10
VR China	1.41	1.31	+.01	1.42	1.41	+.01
Entwicklungsländer	2.49	2.49	+.01	2.37	2.41	-.04
Lateinamerika	2.87	2.84	+.04	2.61	2.69	-.08
Afrika und Asien	2.40	2.39	+.10	2.30	2.33	-.03
Welt	1.78	1.78	+.01	1.77	1.76	+.01

^a Die benutzten Kategorien sind die des Department of Agriculture. Die entsprechenden Kategorien des Census Bureau sind folgende:

DOA	Census Bureau
Industrieländer	= USA, Kanada, Australien, Neuseeland, Japan, Westeuropa
Zentrale Planwirtschaften	= UdSSR, Osteuropa, VR China
Entwicklungsländer	= Entwicklungsländer ohne VR China
Afrika und Asien (Nordafrika/Mittlerer Osten, übrige afrikanische Entwicklungsländer, Südasiens, Südostasien, Ostasien)	= Afrika und Asien ohne VR China

^b Wie von den Experten des Department of Agriculture für dieses Kapitel zusammengefaßt; nicht vollständig konsistent mit der gleichfalls vom DOA stammenden Tab. 6-1.

^c Wie vom Bureau of the Census auf einer vergleichbaren Basis zusammengefaßt.

endogenen Variablen wechselseitig voneinander abhängen, hat diese Analyse nur Vermutungscharakter. Im Falle der Weizenproduktion in der Niedrigeinkommensregion Nordafrika und Mittlerer Osten sind die Faktoren, die zu den exogenen Variablenprognosen beitragen, entsprechend ihrer Bestimmung durch Analytiker des Ministeriums in Tab. 18-4 aufgeführt. Diese Bedeutung der exogenen Flächen- und Produktionsvariablen schwankt stark von Region zu Region, je nach dem Umfang, bis zu dem der Agrarsektor kommerzialisiert ist und bis zu dem die Verfügbarkeit von Ressourcen – d. h. die begrenzten Anbauflächen in der Niedrigeinkommensregion Nordafrika und Mittlerer Osten – die Auswirkung von Marktfaktoren auf das zukünftige Wachstum begrenzt.

Die Gleichung und die damit zusammenhängenden Berechnungen zur Prognose des Weizeninlandsverbrauchs sind in Tab. 18-5 wiedergegeben. Auch hier wiederum erklären die Veränderungen der exogenen Variablen über 90% der Produktionssteigerung für diese Region zwischen 1985 und 2000.*

In Anbetracht der Bedeutung dieser exogenen Prognosen ist zu bemerken, daß die Bevölkerungszahlen des GOL-Modells zwar im Sinne einer Konsistenz mit

* Analytiker des Ministeriums weisen darauf, daß diese Region keine der detaillierten GOL-Regionen ist und daß die Marktinteraktion in den meisten anderen Regionen umfangreicher ist.

Tab. 18-7
Typische Weizenhandels- und Preisgleichungen: Nordafrika und Mittlerer Osten, Niedriges Einkommen (mittleres Wachstum, Variante mit steigenden Energiepreisen)

Funktionsform:	Weizenimporte	= Inländischer Weizenverbrauch	- Inländische Weizenproduktion
1970	5378.0	19771.0	13815.0
1985	8289.9	29599.0	21309.1
2000	4138.3	42969.2	38830.9
Funktionsform:	Weizenangebotspreis	= 13.96 + Weizennachfragepreis	
1970	78.13	64.17	
1985	101.5	87.54	
2000	144.52	130.56	
Funktionsform:	Weizennachfragepreis	= 1.27 + Weizenhandelspreis	
1970	64.17	62.90	
1985	87.54	86.27	
2000	130.56	129.29	

den Bevölkerungsprognosen des Bureau of the Census korrigiert wurden, diese Korrektur aber nicht exakt war (Tab. 18-6). Weitere geringfügige Diskrepanzen zwischen den exogenen Prognosen von GOL und anderen Prognosen von *Global 2000* sind auch bei den Voraussagen über den Zuwachs des Pro-Kopf-BSP zu finden.

Die Gleichung zur Schätzung der Preisrelationen für die Niedrigeinkommensregion Nordafrika und Mittlerer Osten sind in Tab. 18-7 wiedergegeben. Wie zu ersehen ist, wird für diese Relationen keine Veränderung im Zeitraum 1970-2000 prognostiziert. Das scheinbar anomale Phänomen eines beträchtlich unter einem Angebotspreis liegenden Nachfragepreises wird von den Analytikern des Ministeriums auf historische Subventionsprogramme für Nahrungsmittel in mehreren der größten Länder der Region zurückgeführt. Ägypten, ein Hauptweizenkonsument, importiert Weizen zu vergünstigten Preisen und setzt ihn auf dem Binnenmarkt zu Subventionspreisen ab. Die Türkei, einer der Hauptproduzenten der Region, zahlt ihren Bauern beträchtliche Subventionen für die Weizenerzeugung. Die negative Spanne zwischen den Angebots- und Nachfragepreisen der Region zeigt eines der vielen Probleme auf, die bei der Aufschlüsselung der Welt nach Regionen mit zahlreichen Ländern auftreten. Die regionalen Prognosen sind stark aggregiert und sollten daher als umfassende Parameter und nicht als exakte Prognosen betrachtet werden, die bis hin zu den Gesamtsummen einzelner Länder aufgeschlüsselt werden könnten.

Keine Einzelgleichung oder Teilmenge der Gleichungen des Modells legt den internationalen Handelspreis für Weizen fest. Der Handelspreis wird bestimmt, indem die zahlreichen Gleichungen des Modells für Weizenproduktion und Weizenverbrauch gelöst werden. Allerdings sind die Exportpreise der Hauptüberschußproduzenten und die Importpreise der Defizitregionen der Welt miteinander verknüpft, um den Preis eines Haupthandelslandes stellvertretend für den Weltpreis verwenden zu können. So dient der US-Preis als Stellvertreter für

Tab. 18-8
Prognosen für die Nettoexportländer von Weizen (mittleres Wachstum, Variante mit steigenden Energiepreisen)*

	(1970)		(1985)		(2000)		Durchschn. Jahreszuwachs	
	Exporte	Anteil in %	Exporte	Anteil in %	Exporte	Anteil in %	1970-85	1985-2000
USA	17.881	39	48.838	58	58.226	57	7	1
Australien/Neuseeland	8.300	18	12.165	15	16.084	16	3	2
Argentinien	1.640	4	6.410	8	13.974	14	10	5
Kanada	11.750	26	15.288	18	7.311	7	2	-1
Südafrika	60	—	839	1	4.108	4	19	11
UdSSR	4.799	11	127	—	1.995	2	-22	20
Indien	—	—	—	—	166	—	—	—
Europäische Sech	1.170	3	—	—	—	—	—	—
Insges.	45.600	101 ^b	83.667	100	101.862	100	4	1

* Die Zahlenangaben sind typisch für das niedrigste Disaggregierungsniveau im GOL-Modell; sie werden hier angeführt, um die GOL-Methode etwas zu verdeutlichen. Während die Analytiker des Department von den höher aggregierten Berechnungen im GOL-Modell durchaus überzeugt waren,

hätten sie diese stärker disaggregierten Prognosen lieber nicht in der Global-2000-Studie veröffentlicht gesehen.

^b Wegen Rundungsfehlern nicht gleich 100.

den Weltmarktpreis von Weizen, während die Exportpreise von Thailand von Australien/Neuseeland jeweils dieselbe Stellvertreterrolle für Reis und Viehprodukte spielen.

Die weiterhin prognostizierte Rolle der USA als weltgrößter Weizenexporteur ist aus Tab. 18-8 zu entnehmen, aus der hervorgeht, daß der Anteil der USA am internationalen Weizenexport von 39% im Jahre 1970 auf 57% im Jahre 2000 zunimmt. Dieser Zuwachs beruht auf einem Zuwachs der Gesamtweizenproduktion der USA von 109% zwischen 1970 und 2000. Für die Gesamtweizenproduktion von Argentinien wird eine noch größere Zunahme – 222% – für denselben Zeitraum prognostiziert, und für die Gesamtweizenproduktion Südafrikas eine Zunahme von 406%.*

Diese prognostizierten Zunahmen der Gesamtweizenproduktion fallen hinter die prognostizierte Zunahme der Weltweizenexporte von 123% zurück, die mit der prognostizierten 106prozentigen Steigerung der realen Handelspreise für Weizen im Zeitraum 1970-2000 zusammenhängt. Ähnliche Steigerungen werden auch für einige Länder prognostiziert, die keine Nettoexporteure sind. Z. B. wird für die Gesamtweizenproduktion in Ostafrika eine Steigerung um 128% und in Brasilien eine von 277% prognostiziert.

* Analytiker des US-Landwirtschaftsministeriums verweisen darauf, daß die Wahl des Jahres 1970 als Basisjahr für die Zwecke der Erörterung (da es ursprünglich zur Eichung des GOL-Modells verwendet wurde) etwas irreführend sein könnte, da 1970 ein Jahr mit relativ niedrigen Nahrungsmittelproduktionsziffern war. Z. B. betrug der US-Anteil an den Weltweizenexporten 1973-75 ungefähr 45%. In ähnlicher Weise steht die Zunahme der US-Weizenproduktion von 109% bis zum Jahre 2000 bei Verwendung von 1970 als Basisjahr nur für eine 45prozentige Zunahme der Produktion im Vergleich zu den Ziffern für den Zeitraum 1973-75. Dies sollte man bei Bewertung aller Vergleiche zwischen 1970 und 2000 im Gedächtnis behalten.

Die drei Teilmodelle

Die funktionalen Variablen und die Variablenwerte des Teilmodells Anbauflächen jeweils für dieselbe Variante und dieselbe Region gehen aus Tab. 18-9 hervor. Wegen des Termindrucks, unter dem das Teilmodell entwickelt wurde, gaben die Analytiker des US-Landwirtschaftsministeriums nur ungern die exakte Form der Gleichung zur Veröffentlichung frei. Doch bemerkten sie, daß die Funktion, die eine Preiselastizität von 0,05 bezogen auf die Fläche unterstellte (d. h. eine 1prozentige Steigerung der realen Erlöse der Bauern nach Abzug der Kosten) entsprechend der Prognose bei Abwesenheit zwingender Grenzen zu einer Zunahme der Anbaufläche von 0,05% führen würde – sowohl der kultivierten Fläche als auch der weniger intensiv genutzten Flächen einschließlich des Weidelands. Außerdem bemerkten sie, daß positive Zeittrends im allgemeinen sowohl Verbesserungen bei den Anbau- und Erntetechnologien als auch Investitionen in Landgewinnung, Entwicklung verbesserter Bodenbewirtschaftungstechniken und in andere Verbesserungen darstellen. Negative Zeittrends enthielten dagegen Variablen wie Verstädterung, die sich im Zeitverlauf im Sinne einer Einschränkung und nicht einer Ausdehnung der Anbauflächen auswirken.

Die Prognosen für diese Region werden in Wirklichkeit nicht durch diese Funktion errechnet, sondern stellen statt dessen zwingende Grenzen dar, die die den entsprechenden Annahmen zufolge maximal verfügbare Anbaufläche betreffen. Für die maximale Anbaufläche wird angenommen, daß sie im Zeitraum 1971 bis 2000 um etwa 3% von 94 Mio. auf 91 Mio. Hektar abnimmt. Diese Annahme ist Ausdruck der zunehmenden Verstädterung und deren Flächenbedarf in einer Region, die eine Anzahl Länder mit schwerwiegenden Raumproblemen umfaßt. Weil für die gesamte kultivierte Getreideanbaufläche ein Zuwachs von 90% von 24,0 auf 28,5 Mio. Hektar über denselben Zeitraum prognostiziert wird – und weil nur ein Teil dieses Zuwachses in Form von Mehrfachernten zu erwarten ist – implizieren die Prognosen die allmähliche Verwandlung von Weideland und anderen nicht intensiv genutzten Flächen in Ackerland mit intensiverer Nutzung. Obwohl die Umweltanalyse von *Global 2000* darauf hinweist, daß eine weitere umfangreiche Bodenverschlechterung aus anderen Gründen als der Verstädterung eintritt, wurde dies beim Teilmodell nicht berücksichtigt.

Die Funktionsform des Teilmodells Gesamtnahrungsmittel und seine Variablen für dieselbe Variante und Region bezogen auf die Gesamtnahrungsmittelproduktion gehen aus Tab. 18-10 hervor. Wie aus der ersten Hälfte der Tabelle zu ersehen ist, wird für die GOL-Nahrungsmittelproduktion eine Zunahme von durchschnittlich 2,5% jährlich für den Zeitraum von 1970-85, und eine Zunahme von durchschnittlich 3,7% jährlich für den Zeitraum von 1985-2000 prognostiziert. In denselben Zeiträumen soll die Gesamtnahrungsproduktion um ungefähr diesel-

Tab. 18-9
Teilmodell: anbaufähiges Land, Nordafrika und Mittlerer Osten, niedriges Einkommen

Mittleres Wachstum, Variante mit steigenden Energiepreisen

Funktionsform:	Anbaufähiges Land	= f	(aggreg. GOL-Nahrungsmittelpreisindex, ^a	Jahre seit 1971-75)
1970	91.5 Mill. ha ^b		100.0	0
1985	92.5 Mill. ha ^b		112.12	12
2000	91.0 Mill. ha ^c		129.27	27

^a Ein Index der Produzentenpreise von Getreide, Ölsaaten und Vieh, gewichtet mit Größen, die aus dem GOL-Modell resultieren.

^b Die maximale potentielle Fläche wurde für diese Region für 1970 auf 94.0 Mill. ha geschätzt, doch wurde diese mögliche Zahl 1970 nicht erreicht.

^c Exogen geschätzte maximale potentielle Fläche, spezifiziert für diese Region und dieses Jahr. Bei der Berechnung mit der rechts vom Gleichheitszeichen stehenden Funktion ergab sich ein zu großer Wert, so daß statt dessen die maximale potentielle Fläche eingesetzt wurde.

Tab. 18-10
Teilmodell: Gesamte Nahrungsmittel, Nordafrika und Mittlerer Osten, niedriges Einkommen

Mittleres Wachstum, Variante mit steigenden Energiepreisen

Funktionsform:	Index der gesamten Nahrungsmittelproduktion	= Koeffizient ^b ×	GOL-Index der Nahrungsmittelproduktion ^c
1970	102	1.02001	100
1985	146	1.02001	144
2000	253	1.02001	248
Funktionsform:	Index des gesamten Nahrungsmittelverbrauchs	= Koeffizient ^b ×	GOL-Index des Nahrungsmittelverbrauchs ^d
1970	102	1.02001	100
1985	167	1.02001	164
2000	276	1.02001	271

^a Gewichteter Kalorienindex.

^b Verhältnis, das aufgrund historischer Daten geschätzt wurde.

^c Kalorienindex der Produktion von Getreide, Ölsaaten und Vieh, gewichtet

mit Größen, die aus dem GOL-Modell resultieren.

^d Kalorienindex des Verbrauchs von Getreide, Ölsaaten und Vieh, gewichtet mit Größen, die aus dem GOL-Modell resultieren.

Tab. 18-11
Teilmodell: Kunstdünger, Nordafrika und Mittlerer Osten, niedriges Einkommen

Mittleres Wachstum, Variante mit steigenden Energiepreisen

Funktionsform:	Kunstdüngeranwendung ^a	= Koeffizient ^b ×	gewichteter Kalorienwert d. Anbauprodukte ^c
1971-75	1,950	0.13	15,000
1985	4,250	0.17	25,175
2000	8,750	0.24	35,875

^a In 1000 Tonnen Nährstoff.

^b Schätzung; basiert auf der Verbindung historischer Relationen für die Region mit Querschnittsrelationen, welche die physikalische Reaktion der angebauten Frucht auf die wachsende Anwendung von Kunstdünger berücksichtigen. Ein wachsender Koeffizient zeigt die Wirkungen abnehmender Ertragszuwächse.

^c Kalorienwert der produzierten Frucht; die Berechnung verwendet die Ergebnisse des Teilmodells: Gesamte Nahrungsmittelproduktion (ohne Vieh).

ben Raten steigen, was eine Zunahme von Mehrfachernten und eine zunehmende Kultivierung zuvor als Weideland genutzter Flächen voraussetzt. Für den Gesamtverbrauch an Nahrungsmitteln wird sogar eine noch raschere Zunahme prognostiziert, unter Verwendung einer Funktion, die der für die Gesamtproduktion von Nahrungsmitteln ähnlich ist, wie aus der zweiten Hälfte von Tab. 18-10 entnommen werden kann.

Tab. 18-12
Zusammenfassende Statistik der Anbauflächen und landwirtschaftlichen Erträge, Nordafrika und Mittlerer Osten, niedriges Einkommen*

Mittleres Wachstum, Variante mit steigenden Energiepreisen

	1970	1985	2000	Durchschnittlicher Jahreszuwachs in %	
				1970-85	1985-2000
BEVÖLKERUNG UND PRO-KOPF-BSP					
Bevölkerung (Mill.)	116.5	165.1	229.8	2.4	2.2
Pro-Kopf-BSP ^b (Dollar von 1970)	188	306	663	3.3	5.3
ANBAUFÄHIGES LAND					
Gesamtes anbaufähiges Land (Mill. ha)	91.5	92.5	91.0	0.1	- 0.1
Gesamte Getreideanbaufläche ^c (Mill. ha)	24.0	26.3	28.5	0.6	0.5
Gesamte Weizenanbaufläche (Mill. ha)	13.2	16.0	18.9	1.3	1.1
Reisanbaufläche (Mill. ha)	0.6	0.8	1.0	1.9	1.5
Anbaufläche, hartschaliges Getreide (Mill. ha)	10.3	9.5	8.6	- 0.5	- 0.7
KUNSTDÜNGERVERBRAUCH UND ERNTEN					
Kunstdüngerverbrauch für Nahrungsmittelanbau (Mill. Tonnen Nährstoff)	2.0	4.3	8.8	5.2	4.9
Gesamte Getreideernte ^c (t/ha)	1.2	1.6	2.3	1.9	2.4
Weizenerte (t/ha)	1.1	1.3	2.1	1.1	3.2
Reisernte (t/ha)	3.4	3.5	3.6	0.2	0.2
Ernte v. hartschaligem Getreide (t/ha)	1.3	1.9	2.6	2.6	2.1
PRODUKTION					
Gesamte Nahrungsmittelproduktion (1970 = 100)	100	144	248	2.5	3.7
GOL-Nahrungsmittelproduktion (1970 = 100)	100	144	248	2.5	3.7
Gesamte Getreideproduktion ^c (Mill. metr. Tonnen)	29.0	41.9	64.7	2.5	2.9
Weizenproduktion (Mill. metr. Tonnen)	13.8	21.3	38.8	2.9	4.1
Reisproduktion (Mill. metr. Tonnen)	1.9	2.7	3.5	2.4	1.7
Produktion v. hartschaligem Getreide (Mill. metr. Tonnen)	13.3	17.9	22.4	2.0	1.5
ANTEIL AN DER WELTPRODUKTION					
% der gesamten Weltgetreideproduktion	2.7	4.2	4.7	-	-
% der Weltweizenproduktion	4.3	8.2	11.6	-	-
% der Weltreisproduktion	0.9	1.4	1.2	-	-
% der Weltproduktion v. hartschal. Getreide	2.4	3.3	2.9	-	-

* Diese Zahlen sind typisch für das niedrigste Disaggregierungsniveau im GOL-Modell; sie werden hier angeführt, um die GOL-Methode etwas zu verdeutlichen. Während die Experten des Department von den in Kap. 6 vorgestellten Berechnungen auf höheren Aggregationsniveaus durchaus überzeugt sind, hätten sie diese stärker disaggregierten Prognosen lieber nicht in der Global-2000-Studie veröffentlicht gesehen.

^b Das Verhältnis zwischen diesen exogenen Annahmen zur Wachstumsrate und den für die Global-2000-Studie entwickelten Annahmen ist problema-

tisch und konnte auch von den Analytikern des Department nicht eindeutig geklärt werden.

^c »Gesamtes Getreide« umfaßt Weizen, Reis und die hartschaligen Getreidearten, nicht jedoch Hülsenfrüchte. Wie in Tab. 18-3 gezeigt, gibt es im GOL-Modell keine Gleichungen, mit denen sich Hülsenfrüchte und Fleisch oder Fleisch und Milchprodukte für diese Region auf einer disaggregierten Basis darstellen ließen.

Die Funktionsform des Teilmodells Kunstdüngerverbrauch und seine Variablen für dieselbe Variante und Region sind in Tab. 18-11 dargestellt. Für den Kunstdüngerverbrauch (für Nahrungspflanzen) dieser Region wird eine Prognose von etwa 5% jährlich für den Zeitraum 1970-2000 gestellt.

Tab. 18-13
Zusammenfassende Statistik der Nachfrage und des Handels, Nordafrika und mittlerer Osten^a

Mittleres Wachstum, Variante mit steigenden Energiepreisen

	Durchschnittlicher Jahreszuwachs in %				
	1970	1985	2000	1970-85	1985-2000
Bevölkerung (Mill.)	BEVÖLKERUNG UND PRO-KOPF-BSP				
Pro-Kopf-BSP ^a (Dollar von 1970)	116.5	165.1	229.8	2.4	2.2
	188	306	663	3.3	5.3
Gesamter Nahrungsmittelverbrauch (1970=100)	VERBRAUCH				
GOL-Nahrungsmittelverbrauch (1970=100)					
Gesamter Getreideverbrauch ^c	100	164	271	3.4	3.4
(Mill. metr. Tonnen)	100	164	271	3.4	3.4
Weizenverbr. z. Nahrungszwecken (Mill. t.)	35.3	52.8	77.5	2.7	2.6
Reisverbr. z. Nahrungszwecken (Mill. t.)	19.8	29.6	43.0	2.7	2.5
Verbr. v. hartschal. Getreide z. Nahrungs- zwecken (Mill. t.)	1.5	2.2	3.7	2.6	3.5
Verbr. v. hartschal. Getreide z. Futter- zwecken (Mill. t.)	9.4	14.3	21.2	2.8	2.7
Gesamte Getreideimporte ^c (Mill. t.)	4.6	6.7	9.6	2.5	2.4
Weizenimporte (Mill. t.)	NETTOHANDEL				
Reisimporte (Mill. t.)					
Importe v. hartschaligem Getreide	5.3	11.0	12.8	5.0	1.0
(Mill. t.)	5.4	8.3	4.1	2.9	- 4.6
	- 0.4	- 0.4	0.2	0.0	-
Weizenhandelspreis (Dollar v. 1970 pro metr. Tonne)	0.3	3.2	8.5	17.1	6.7
Reishandelspreis (Dollar v. 1970 pro metr. Tonne)					
Handelspreis v. hartschal. Getreide (Dollar v. 1970 pro metr. Tonne)	REALE PREISE				
	62.90	86.27	129.29	2.1	2.7
	-	204.21	280.85	-	2.1
	-	80.03	125.50	-	3.0

Tab. 18-14
Zusammenfassende Fleischstatistik: Unterentwickelte Länder und Industriestaaten^a

Mittleres Wachstum, Variante mit steigenden Energiepreisen

				Durchschnittlicher Jahreszuwachs in %	
	1970	1985	2000	1970-85	1985-2000
FLEISCHPRODUKTION (Mill. t.)					
Unterentwickelte Länder	6.5	10.5	19.6	3.2	4.2
Industrienationen	46.6	63.1	75.2	2.0	1.2
FLEISCHVERBRAUCH (Mill. t.)					
Unterentwickelte Länder	5.6	9.3	16.1	3.4	3.7
Industriestaaten	47.3	63.2	77.1	2.0	1.3
FLEISCHVERBRAUCH PRO KOPF ^b (kg)					
Unterentwickelte Länder	3.2	3.7	4.6	1.0	1.5
Industriestaaten	67.6	82.9	94.3	1.4	0.9
GETREIDEVERBRAUCH FÜR NÄHRUNGZWECKE PRO KOPF ^c (kg)					
Unterentwickelte Länder	155.9	181.7	188.6	1.0	0.2
Industriestaaten	172.5	170.2	163.4	- 0.1	- 0.3
GETREIDEVERBRAUCH FÜR FUTTERZWECKE PRO KOPF ^c (kg)					
Unterentwickelte Länder	17.0	19.4	23.8	0.9	1.4
Industriestaaten	362.0	440.1	585.6	1.3	1.9

^a Wie in Tab. 18-3 gezeigt, gibt es im GOL-Modell keine Gleichung, welche die gesamte Fleischnachfrage und das gesamte Fleischangebot für die Zentralen Planwirtschaften darstellt. Wie gleichfalls in Tab. 18-3 gezeigt, sind die Fleischprodukte dennoch innerhalb des GOL-Modells für die Unterentwickelten Länder und für die Industriestaaten disaggregiert.

^b Nicht völlig konsistent mit den Tabellen 6-6 und 6-8; der Grund liegt in

Diskrepanzen, die in Anm. b zu Tab. 18-3 erläutert sind.

^c »Gesamtes Getreide« umfaßt Weizen, Reis und die hartschaligen Getreidearten, nicht jedoch Hülsenfrüchte. Wie in Tab. 18-3 gezeigt, gibt es im GOL-Modell keine Gleichungen, mit denen sich Hülsenfrüchte und Fleisch oder Fleisch und Milchprodukte für diese Region auf einer disaggregierten Basis darstellen ließen.

Zusammenfassungen der Schlüsselprognosen des GOL-Modells und seiner Teilmodelle für diese Region werden in Tab. 18-12 und 18-13 gegeben. Da die Fleischprognosen von GOL allgemein nicht für einzelne UL-Regionen errechnet werden (sondern für die UL als Aggregat), sind sie getrennt in Tab. 18-14 zusammengefaßt. Über den Zeitraum 1970-2000 ist der Anteil des Gesamtgetreideverbrauchs (einschließlich der Spitzen) für Futtermittel in den UL mit ungefähr 10% relativ konstant, während er im selben Zeitraum in den Industrienationen von 70% auf ungefähr 80% zunimmt.

19 Erneuerbare Ressourcen

Es gibt gegenwärtig kein adäquates, mathematisches und präzises Mittel zur Prognose von weltweiten Trends für erneuerbare Ressourcen wie Wasser, Wälder, Fischerei, Boden und Umwelt. In manchen Fällen (Fischerei und Wald) sind Behördenexperten dem Stab von *Global 2000* entgegengekommen, indem sie weltweite Vorhersagen über erneuerbare Ressourcen bis zum Jahr 2000 entwickelten, doch hat mit einer Ausnahme* keiner der Studie eine Prognose aufgrund eines expliziten mathematischen Modells vorgelegt. Es waren sogar alle überzeugt, daß auf ihrem Fachgebiet beschreibende und beurteilende Analysen in Anbetracht des gegenwärtigen Stands der Dinge genauer, objektiver und aufschlußreicher seien als Prognosen auf der Grundlage mathematischer Modelle. Beschreibende und beurteilende Analysen werden bisweilen abschätzig als »unwissenschaftlich« bezeichnet. Doch ist Wissenschaftlichkeit ohne mathematische Methoden genauso möglich wie Unwissenschaftlichkeit mathematischer Methoden. Tatsächlich führt die Anwendung mathematischer Verfahren (z. B. der Regressionsanalyse) vor der Entwicklung einer adäquaten Begriffstheorie oder Hypothese zu unwissenschaftlichem Denken – und häufig zu präzisen, aber falschen Schlußfolgerungen. Daher sollten die Prognosen über erneuerbare Ressourcen nicht deswegen als unglaubwürdiger oder unwissenschaftlicher betrachtet werden, weil sie nichtmathematisch sind. Tatsächlich dürfte es angenehmer sein, den Analytikern dafür Respekt zu zollen, daß sie auf ihrem Arbeitsgebiet Instrumente anwenden, die dem derzeit begrenzten Wissensstand angemessen sind.

In diesem Kapitel werden die Methoden erörtert, mit denen die Prognosen dieses Bandes über erneuerbare Ressourcen gemacht wurden. Alle derartigen Voraussagen wurden von verbalen Modellen abgeleitet, und jeder Beschreibung der verwendeten Methode werden ein paar Verallgemeinerungen darüber vorangestellt, warum verbale Modelle vorzuziehen waren und warum jeweils für diese Ressource keine guten quantitativen Voraussagen gemacht werden konnten.

Was haben Wasser, Forstwesen, Fischerei, Boden und Umwelt gemeinsam, das ihre Entwicklung so schwer prognostizierbar macht? Einmal werden sie in den USA, historisch gesehen, allesamt als »kostenlose Güter« betrachtet. Niemand führt Buch über kostenlose Güter, und ein Anreiz für die systematische

* Das Brookhaven National Laboratory entwickelte die am Ende dieses Kapitels beschriebene mathematischen Methoden über die Auswirkung des Energiesektors auf die Umwelt.

Überwachung erneuerbarer Ressourcen, noch dazu auf Weltebene, war so gut wie nicht vorhanden. Daher fehlt es an festen Begriffen und Datengrundlagen für Voraussagen. Als kostenlose Güter in unserem Wirtschaftssystem sind erneuerbare Ressourcen die abhängigen Variablen von Gütern mit höherer Priorität. Das Schicksal von Wäldungen dürfte von landwirtschaftlichen oder weidewirtschaftlichen Bedürfnissen bestimmt werden; Wasser wird in dem Maße, wie es von einem Verbraucher zum andern fließt, mit Abwässern belastet; Mündungsgebiete verschwinden im Zuge der Verstädterung. Alle diese Umstände durchkreuzen Versuche der Messung, machen ständige Erfassungen zunichte und Exaktheit schwierig, so daß die jeweiligen Zukunftsaussichten nur »vermutet« werden können.

Im letzten Jahrzehnt haben lokale Verknappungen gewisse Veränderungen der Mentalität hinsichtlich kostenloser Güter bewirkt. Die Neigung, die Entwicklung der Ressourcen von Wasser, Wäldern, Fisch und Boden zu verfolgen, ist stärker geworden. Neue Technologien machen den Kataster leichter. Die Satellitenfotografie hat sich als brauchbar zur Sammlung weltweiter Daten erwiesen, und die Datenverarbeitung durch Computer hat das Speichern, Sortieren und Verarbeiten von Informationen beschleunigt. Der hauptsächliche Engpaß für treffende Analysen sind gegenwärtig die ungenügende institutionelle Anerkennung ökologischer Konzeptionen, das Fehlen stabiler Analyse-Institutionen, und der Mangel an Koordination. Gearbeitet wird an diesen Dingen an vielen Universitäten quer durchs ganze Land und in verschiedenen Ministerien, und Konzeptionen wurden entwickelt, doch gibt es häufig keinen Konsens – und in manchen Fällen nicht einmal Kommunikation – zwischen Experten, die am selben Ressourcenproblem arbeiten. Wo ein Konsens besteht, fehlen häufig die Mittel zur Umsetzung der Ergebnisse über wirkungsvolle Ressourcenbewirtschaftung.

Ein zweites Merkmal erneuerbarer Ressourcen, das Prognosen zunichte macht, ist die Neigung eines Ressourcenproblems, sich mit einem anderen unentwirrbar zu verschlingen. Infolgedessen können Probleme nur schwer getrennt untersucht werden. Wasserregulierungen und Bodenprobleme werden stark von der Bewirtschaftung von Einzugsgebieten beeinflusst, die häufig Sache der Waldbewirtschaftung ist. Diese wiederum wird von Versuchen der Ausweitung der landwirtschaftlichen Produktion und durch institutionelle Fragen beeinflusst, wie z. B. welche Einschlagmethoden erlaubt sind und wieviel Weidewirtschaft in Waldgebieten zulässig sein soll. Wo Holz als Brennstoff benutzt wird, sind auch die Preise und die Verfügbarkeit alternativer Brennstoffe von entscheidender Bedeutung für Voraussagen über die Zukunft der Wälder.

Drittens sind Prognosen über erneuerbare Ressourcen deswegen schwer zu stellen, weil zu ihrer Dynamik häufig Umstände gehören, bei denen Ursache und Wirkung nach Zeit, Raum oder beidem weit voneinander entfernt liegen. Bäume,

die heute gepflanzt werden, werden erst nach dem Jahr 2000 schlagreif. Allmähliche Steigerungen der Ausbeutungsintensität von Böden können keine merklichen Wirkungen haben, bis eine schwere Dürre einsetzt. Giftstoffe können lange Zeit durch die Nahrungskette wandern, bis sie bei den höheren Fleischfressern konzentriert genug sind und schwere Schäden anrichten. In solchen Situationen ist häufig nicht klar, was eigentlich vorgeht, und die Wahrscheinlichkeit ist hoch, daß subtile Veränderungen der erneuerbaren Ressourcen gar nicht auffallen.

Wasser

Die institutionelle Geschichte von Wasserprognosen steht in einem interessanten Gegensatz zu der von Prognosen über andere Ressourcen. Der US Geological Survey interessiert sich seit der Amtszeit Theodore Roosevelts für die Prognose der Wasserversorgung, und seit den 50er Jahren werden regelmäßig landesweite Schätzungen durchgeführt. Unter dem Strich hat die Erfahrung aus diesen Jahren die Behörde ein wenig gegen Versuche eingenommen, Voraussagen allgemeiner Art für weite Regionen unter Verwendung einfacher quantitativer Meßverfahren zu machen. Sie hat festgestellt, daß lokale Ermittlungen und Verfahren der »Problemidentifizierung« brauchbarer sind. In einer ersten Fassung der Wasserprognose für *Global 2000* wird folgender Grund dafür angegeben:

Es gibt wirklich keine Art weltweiter Wasserwirtschaft im selben Sinne wie z. B. bei mineralischen Rohstoffen und Brennstoffen. Ein Überschuß an einem Ort ist woanders wenig nütze. Die Kosten schränken den Transport von Wasser ein. Wasserversorgungsprobleme sind gewöhnlich lokal und nicht global.

Während auf anderen Gebieten in der Regierung zunehmender Druck in Richtung auf das Führen landesweiter Kataster ausgeübt wird – und weltweiter, wo dies begründet ist –, war für den Trend auf dem Gebiet der Wasserprognose eine zunehmende Betonung problemspezifischer Untersuchungen typisch. Dennoch hat die Water Resources Division des US Geological Survey *Global 2000* einige weltweite Wasserprognosen zur Verfügung gestellt, wobei sie beschrieb, wie sie konstruiert sind, und Kommentare zur Identifizierung der jeweiligen Probleme hinzufügte.

Wasser ist in mehr als einem Sinne eine flüssige Substanz. Auf der Angebotsseite schlüpft es durch alle Versuche, zu einer einheitlichen Definition von »Angebot« zu gelangen. Soll eine Bestandsaufnahme von Oberflächenwasser gemacht werden? Oder von Grundwasser? Wie steht es mit der Mehrfachnutzung? Wie berücksichtigt man Wasser, das verfügbar wäre, wenn ein ausreichendes

Transportsystem da wäre? Eine andere Antwort auf jede beliebige der obigen Fragen könnte das »Wasserangebot« halbieren oder verdoppeln.

Auf der Nachfrageseite ist es schwierig, Wasser an festen Relationen zu messen. Wo Wasser als »kostenloses Gut« betrachtet wird, ist die Struktur des Wasserverbrauchs das Produkt komplexer Kräfte der kulturellen und technologischen Entwicklung. Die für einen bestimmten industriellen Prozeß erforderlichen Wassermengen schwanken oft um einen Faktor von zwei oder mehr, wobei mit dem wasserintensiveren Prozeß beträchtliche Kosteneinsparungen einhergehen. Der Pro-Kopf-Verbrauch im nationalen Querschnitt hält sich nicht eng an das Pro-Kopf-Einkommen. Kurzum, man hat beim Erstellen von Prognosen wenig Balken zum Festhalten; die Wasserverbrauchsstrukturen sind äußerst variabel und könnten ganz andere Formen als die heute beobachteten annehmen, sowie Wasserknappheit zum Problem wird.

In Anbetracht dieser Unbestimmtheit ist die Methodologie weltweiter Wasserprognosen völlig willkürlich gewählt, und die Prognosen selbst sind nicht besonders aussagekräftig – ein Grund, warum sich Kap. 9 mit der Überschrift »Wasserprognosen« hauptsächlich auf Beschreibungen der Natur des Wassers als Ressource und auf Erklärungen dazu beschränkte, warum aussagefähige Prognosen nicht möglich sind. Die beiden Prognosen des weltweiten Wasserbedarfs für das Jahr 2000 wurden nicht wegen ihrer hervorragenden Qualität ausgewählt, sondern weil keine anderen weltweiten Wasserprognosen zu finden waren. Die beiden Schätzungen unterscheiden sich um mehr als eine Potenz, und die Annahmen, auf die sie sich stützen, sind nicht öffentlich dokumentiert.

Das Kapitel über Wasserprognosen schließt mit der Aussage, daß lokale Wasserknappheit im Jahr 2000 sehr viel verbreiteter sein wird als heute, daß jedoch weltweite quantitative Voraussagen schlicht unmöglich sind.

Fischerei

Keine US-Regierungsbehörde ist dafür zuständig, langfristige Weltprognosen über den Fischfang zu machen, doch wandte sich *Global 2000* an die einzige Behörde, die zu solchen Prognosen in der Lage ist: an den National Marine Fisheries Service der National Oceanic and Atmospheric Administration des US-Wirtschaftsministeriums. Es wurde entschieden, daß eine verbale Beschreibung der operationalen Merkmale des Verhaltens von Meeresressourcen in Kombination mit Schlußfolgerungen aus historischen Daten über den Fischfang in Anbetracht des derzeitigen Stands über Modellkonstruktion für Fischerei den Zwecken der Studie dienlicher sei, als Rechendaten aus einem mathematischen

Modell. Daher beruhen die Fischereiprosen (Kap. 7) auf empirischem Material und auf ökologischen Argumenten dafür, warum bestimmte Ergebnisse zu erwarten sind oder nicht.

Die ökologische Analyse kann Aussagen über das potentielle Angebot, aber nicht über die Nachfrage machen. In der Prognose über Meeresressourcen wurde eine Synopse von Aussagen über Nachfrage aus Quellen der FAO und aus den Arbeiten von Frederick W. Bell und seinen Kollegen von National Marine Fisheries Service zusammengestellt. Beide Nachfrageprognosen beruhten auf Annahmen über Bevölkerungs- und Einkommenszuwachs und über Einkommenselastizitäten der Nachfrage nach Meeresprodukten. Die Bell-Analyse berücksichtigte auch Angebotsengpässe und die preistreibende Wirkung unelastischer Angebote.

Die Begriffe, Rezepte und Methodologien von Ökologie und Ökonomie unterscheiden sich grundsätzlich und stehen im Widerspruch zueinander. Dieser Widerspruch tritt in der Fischereiprosen klar zutage. Die ökologisch abgeleiteten Angebotsschätzungen besagen, daß es vernünftig ist, weltweite Anlandungen von etwa 60 Mio. metrische Tonnen im Jahr 2000 zu erwarten – wenn die Umweltverschmutzung die grundsätzliche Fruchtbarkeit der Weltmeere nicht vermindert. Die ökonomisch abgeleiteten FAO-Prognosen besagen, daß die Nachfrage nach Meeresprodukten 1985 106,5 Mio. metrische Tonnen erreicht haben wird und implizieren, daß sie danach wahrscheinlich noch steigen wird. Die ökonomische Schätzung von Bell prognostiziert, daß die Nachfrage im Jahr 2000 83,5 Mio. metrische Tonnen erreicht haben wird. Es bleibt dem Leser überlassen, den Unterschied zwischen Angebots- und Nachfrageprognosen auszugleichen.

Forstwesen

Keine US-Regierungsbehörde führt Akten oder unternimmt Analysen zum Forstwesen auf weltweiter Grundlage. *Global 2000* wandte sich um Hilfe an das Environmental und Resources Center der CIA. Die vom Center gelieferten Prognosen beruhten auf einem Überblick über die Literatur zur Forstökonomie und -ökologie in Kombination mit Expertenurteilen. Wo die Quellen sich widersprachen – wie z. B. im Falle verschiedener Schlußfolgerungen ökologischer und anthropologischer Prognosen über die Zulässigkeit von Brandrodungs-Ackerbau – wurde die Quelle mit dem besseren empirischen Material bevorzugt.

Die in Kap. 8 dargestellten Prognosen konzentrieren sich auf Erwartungen in bezug auf Angebot und Nachfrage bei Forstprodukten und die damit zusammen-

hängenden Kosten. Diese Variablen wurden für jede der Hauptwaldregionen der Welt getrennt betrachtet. Ein getrennter Abschnitt wurde dem Problem der tropischen Regenwälder gewidmet.

Das stärkste strukturelle Konzept war die Unterscheidung zwischen Waldnutzungsstrukturen in den Industrieländern und in den unterentwickelten Ländern. Die ersteren verfügen über beträchtlich mehr Holz pro Kopf der Bevölkerung und nutzten ihre Walddressourcen in erster Linie für forstwirtschaftliche Industrien, während die UL, die über weniger Holz pro Kopf der Bevölkerung verfügen, einen großen Anteil als Brennstoff verbrauchen. Es wird erwartet, daß die beiden Strukturen bis zum Jahr 2000 zu sehr unterschiedlichen Folgen führen. Ein formales mathematisches Modell wurde nicht entwickelt.

Umwelt

Nach dem ursprünglichen Entwurf von *Global 2000* sollte jede Behördenprognose eine Analyse der Umweltauswirkungen ihrer Prognosen enthalten. Als die Prognosen eingingen, wurde den Experten der Studie klar, daß die ursprüngliche Absicht unrealistisch gewesen war. Zwar verfügen die meisten Behörden über eine gewisse Fähigkeit zur Erstellung von Umweltanalysen, doch erstreckt sich diese selten auf langfristige weltweite Prognosen. Die Analysen der Umweltauswirkungen im Anhang zu den meisten dieser Prognosen waren minimal oder fehlten ganz. Infolgedessen mußte *Global 2000* einen Teil der Analyse nach außen vergeben und einen anderen Teil der Arbeit selber leisten. Aufgrund von Empfehlungen von Mitgliedern der US-Umweltschutzbehörde und des Council on Environmental Quality wurde die Wasser-Umweltprognose an Threshold, Inc. vergeben, eine Umweltberatungsfirma in Washington, D.C.; der Abschnitt Meeresumwelt wurde an das Marine Laboratory at Duke University und an George Woodwell vom Woods Hole Marine Biological Laboratory vergeben; und der Abschnitt über Verluste an Lebensräumen und aussterbende Arten wurde vom World Wildlife Fund in Washington, D.C. erstellt.

Die Energie-Umweltprognose war die einzige, die sich mehr oder weniger an den ursprünglichen Plan hielt. Das US-Energieministerium schloß einen Vertrag mit dem Brookhaven National Laboratory über die Erstellung einer Analyse der Umweltauswirkungen der Energieprognosen ab. Diese wurde vom Stab von *Global 2000* nach Einholung von Kommentar und Kritik von Analytikern der Umweltschutzbehörde interpretiert.

Die Energie-Umweltprognose beruhte auf einer Computeranalyse der Energieverbrauchsziffern, die vom Energiemodell prognostiziert worden waren.

Methode, Schwerpunkt und Struktur dieses Modells sind nachstehend beschrieben. Andere Abschnitte der Umweltprognosen wurden unter Verwendung der normalen beurteilenden Verfahren der wissenschaftlichen Forschung gemacht.

Die Umwelt wurde für diese Studie als »Fähigkeit zur Erhaltung von Leben« definiert, und die Betonung lag auf qualitativen und quantitativen Aspekten der Fähigkeit zur Erhaltung menschlichen Lebens und zur Stabilisierung und Erhaltung von Umweltsystemen. Besondere Aufmerksamkeit wurde Situationen gewidmet, in denen große Teile der Weltbevölkerung oder der Erdoberfläche betroffen sein würden, oder wo durch Umweltveränderungen umfangreiche, nicht wiedergutzumachende Schäden verursacht würden.

Die Umweltprognosen hielten sich an die Grundstruktur der anderen Prognosen. Für jede Hauptprognose wurde eine Umweltprognose erstellt. Erörtert wurde sowohl die Art und Weise, wie die Umwelt den Prognosen zufolge beeinflusst werden könnte, als auch die Art und Weise, wie Umweltveränderungen die anderen Vorhersagen beeinflussen können. Wo sich die Themen eindeutig überschneiden, wie bei Landwirtschaft, Forstwesen und Wasser wurde der Stoff nach dem Urteilen der Analytiker verteilt.

Das Energie-Umweltmodell

Der Energy Systems Network Simulator (ESNS) wurde 1974 am Brookhaven National Laboratory entwickelt. Das Modell ist dazu gedacht, äußerst detaillierte Analysen der Umweltwirkungen von Energieströmen im US-Energiesystem zu ermöglichen. Es stützt sich auf Daten von Brookhaven Data Base und auf andere Quellen.

Durch einen Prozeß der Aggregation desaggregierter Kategorien, der Vereinfachung der mathematischen Struktur und des Kopierens der vereinfachten Struktur für verschiedene Regionen wurde das ESNS-Modell so angepaßt, daß es sich mit dem in Kap. 10 und 20 beschriebenen International Energy Evaluation System (IEES) kombinieren ließ.

Diese Anpassung verlief nicht ohne Schwierigkeiten. Die internationale Version forderte Annahmen über Emissionsrichtlinien auf weltweiter Basis. Ohne Schätzungen über Maßnahmen zur Bekämpfung der Umweltverschmutzung in anderen Weltregionen gingen die Analytiker von Brookhaven von der Annahme aus, daß die US-Emissionsrichtlinien weltweit übernommen würden. Zwar werden einige wenige Länder vielleicht strengere Reglementierungen einführen als die USA, doch werden die meisten wahrscheinlich niedrigere Maßstäbe anlegen. Daher neigt das Modell der Untertreibung der Emission.

Die Rechendaten aus dem IEES-Modell, insbesondere die Schätzungen des Brennstoffverbrauchs durch Endverbraucher für die UL, die OPEC-Regionen

und die zentralen Planwirtschaften waren für die Verwendung im ESNS-Modell viel zu stark aggregiert. Der erforderliche Umfang der Desaggregation für die UL und die OPEC-Länder wurde unter Verwendung von Schätzungen der Endverbrauchsverteilung von Brennstofftypen nach der WAES-Studie (Workshop on Alternative Energy Strategies)* ermittelt. Die WAES-Szenarien, die in diesen beiden Varianten für niedrige, mittlere und hohe Zuwachsraten für IEES verwendet wurden, waren

für 1985:

niedriges	WAES Szenario D
mittleres	Gewichteter Durchschnitt
	von hoch und niedrig
hohes	WAES Szenario C

und für 1990:

niedriges	WAES Szenario D7
mittleres und hohes	errechnet aus Zahlen für 1985 im Verhältnis
	zum Gesamtbrennstoffverbrauch

Die Schätzungen für die zentralen Planwirtschaften beruhten auf den Schätzungen für Osteuropa und China aus dem *Annual Review of Energy* von 1977.**

Schließlich enthielten die IEES-Schätzungen weder Basisfallzahlen noch Schätzungen für die Jahre nach 1990, wodurch die Brookhaven-Analyse auf Prognosen für 1985 und 1990 beschränkt war.

Der Mechanismus des ESNS-Modells

Mechanisch gesehen, ist die IEES-Adaption des ESNS-Modells lediglich ein Teilinstrument, das jährliche Emissionsbestandslisten errechnet. Im Grunde enthält es nicht mehr als die wiederholte Verwendung der folgenden Formel und Summenbildungen quer über (sektorale) Endverbrauchs-kategorien und quer über Kategorien von Brennstofftypen:

Regionaler Gesamtenergieendverbrauch (nach Brennstofftypen)
 $\times$ erzeugte Emission (nach Emissionstypen) pro Einheit des Energieendverbrauchs (nach Brennstofftypen)
 $=$ Erzeugte regionale Gesamtemission (nach Emissionstypen).

Mathematisch gesehen, werden die Operationen unter Verwendung von Matrix-Algebra ausgeführt; daher sind der Multiplikator, der Multiplikand und

* Energy: Global Prospects 1985-2000, New York: McGraw-Hill, 1977.

** Jack M. Hollander, ed., *Annual Review of Energy*, vol. 2, Palo Alto, Calif., 1977.

Im ESNS-Modell durchgeführte Sample-Berechnungen

Brennstoffverbrauch, Kanada, 1985 (10^{15} Btu pro Jahr)							
	Elektrizit.- erzeugung	Synthet. Brennstoffe	Indu- strie	Transport, Verkehr	Haushalte und Wirtschaft	Roh- produkte	Energie- sektor
Kohle	-0.55	-0.11	0.14	0	0.01	0	0
Öl	-0.11	0	0.65	2.55	1.34	0.44	0.55
Gas	-0.06	0.11	0.82	0	0.74	0	0.40
Elektrizität	1.48	0	0.64	0	0.66	0	0.18
Kernkraft	0	0	0	0	0	0	0
Hydro-geothermisch	0	0	0	0	0	0	0

Multipliziert mit

Schwefeldioxyd (in short tons) pro 10^{12} Btu Brennstoff*						
	Kohle	Öl	Gas	Elektrizität	Nuklear	Hydro- geo- thermisch
Elektrizitätserzeugung	202.0	320.0	0.293	0	0	0
Synthetische Brennstoffe	31.7	0	0	0	0	0
Industrie	603.0	393.0	0.291	0	0	0
Transport/Verkehr	0	15.0	0	0	0	0
Haushalte u. Wirtschaft	1.240.0	113.0	0.276	0	0	0
Rohprodukte	603.0	393.0	0.291	0	0	0
Energiesektor	603.0	393.0	0.291	0	0	0

Gleich:

Schwefeldioxyd-Erzeugung (in 10^5 short tons) pro Jahr, Kanada, 1985						
	Kohle	Öl	Gas	Elektrizität	Kernkraft	Hydro- geo- thermisch
Elektrizitätserzeugung	78.78	35.20	0.018	0	0	0
Synthetische Brennstoffe	3.80	0	0	0	0	0
Industrie	84.42	235.8	0.230	0	0	0
Transport/Verkehr	0	41.4	0	0	0	0
Haushalte u. Wirtschaft	12.40	136.7	0.209	0	0	0
Rohprodukte	0	169.0	0	0	0	0
Energiesektor	0	220.1	0.116	0	0	0

* Für alle Regionen und Jahre wird dieselbe Matrix verwendet.

das Produkt in der obigen Formel allesamt tabulare Zahlenblöcke (Matrizen), wenn die eigentlichen Operationen ausgeführt werden. Stichprobenwerte für eine der 187* Matrix-Multiplikation der Modellmatrizen sind im nebenstehenden Beispiel aufgeführt.

* Elf Emissionskategorien werden für jede der 17 Regionen geschätzt.

Für jede der 17 im Modell behandelten Regionen wurden identische Berechnungen durchgeführt. Ähnliche Berechnungen wurden für jede der folgenden 11 Klassen von Umweltauswirkungen angestellt:

- Kohlendioxyd
- Kohlenmonoxyd
- Schwefeldioxyd
- Stickoxyde
- Kohlenwasserstoff-Emissionen
- Staubpartikel-Emissionen
- Flächenbedarf für Brennstoffverwertung (z. B. Kraftwerke)
- Festmüll
- Tritium-Emissionen
- Dosis der ionisierenden Strahlung, der die Bevölkerung ausgesetzt ist.
- Atom Müll

In Anbetracht des ungewissen Charakters der IEES-Rechendaten sind diese Berechnungen erste Näherungen. Da die Struktur des Modells statisch und linear ist, hängt die Qualität der Ergebnisse völlig von der Qualität der Eingabedaten und der Emissions-Koeffizienten ab. Die Struktur des Modells vermittelt keine Erkenntnisse über die Dynamik der gestellten Frage. Ein großer Teil der brennstoffspezifischen Endverbrauchsschätzungen des Energieverbrauchs für die zentralen Planwirtschaften muß gemutmaßt oder abgeleitet werden. Die Reliabilität der IEES-Eingabedaten zur Steuerung des Modells ist nicht über jeden Zweifel erhaben (wie in Kap. 20 beschrieben).

Und es ist fast eine Gewißheit, daß die Emissionsschätzungen für viele Regionen zu niedrig sind – weil sie die Übernahme der neuen Emissionsrichtlinien der USA voraussetzen.

Die für *Global 2000* erzeugten ESNS-Ergebnisse sind wenig mehr als eine Demonstration, wie weltweite Emissionskataster entwickelt werden könnten, wenn Zeit, Geld und Daten für die Berechnungen zur Verfügung gestellt würden. Darüber hinaus liefert das Modell eine erste Annäherung für die Umweltauswirkungen des Energiesektors. Trotz aller ihrer willkürlichen Annahmen ist diese Schätzung unter Umständen realistischer als die intuitiven Mutmaßungen, die die besten Experten ohne ein mathematisches Berechnungsinstrument abgeben würden.

20 Energie

Die Energy Information Administration des US-Energieministeriums hat innerhalb des Ministeriums die Gesamtverantwortung für das Sammeln und Verbreiten von Energieinformationen und für die Erstellung von Energieprognosen. Die Behörde macht kurzfristige, mittelfristige und langfristige Prognosen sowohl für einzelne Brennstoffe als auch für integrierte Energiebilanzen für mehrere Brennstoffe und mehrere Sektoren. Die internationalen Prognosen, die sich auf binnenwirtschaftliche und internationale Arbeiten mehrerer Abteilungen der Behörde stützen, fallen in die Zuständigkeit der International Analysis Division.

Diese Abteilung erstellt Vorhersagen über internationale Energiestatistiken für das US-Energieministerium. Zur Darstellung des Umfangs der Ungewißheit bei den Grundannahmen werden die Prognosen gewöhnlich mehrfach erstellt, wobei jede auf verschiedenen Annahmen über Politik oder Szenarien beruht. Wie bei den meisten Prognosen fühlt sich auch die Analysis Division ihrer Methoden bei der Erstellung von relativen Wirkungsanalysen sicherer als bei Einzelpunktschätzungen. Die Analysen konzentrieren sich auf die Industrieländer und werden für die gesamte Welt wenig detailliert ausgeführt. Die einzige bisher von der Abteilung erstellte dokumentierte Prognosereihe ist enthalten in *World Energy Prospects*, einem Bericht für die damalige Federal Energy Administration (FEA), für den begrenzten amtlichen Gebrauch Mitte 1977 veröffentlicht.

Um ihre Prognosen für *Global 2000* zu erstellen, stellte die International Analysis Division erneute Berechnungen aller Daten an, die von Bevölkerung oder BSP als Eingabedaten abhängen (also über einen großen Teil der Daten des Nachfragesektors), wobei die Prognosen von *Global 2000* für diese Variablen benutzt wurden. Da die Prognose des Nachfragesektors auf einer ökonometrischen Analyse vergangener Reaktionen auf relative Brennstoffpreise und BSP beruht, hielt es die Abteilung nicht für angemessen, die Prognosen über einen Zeitraum von 15 Jahren hinaus zu verlängern und entschied sich daher für einen Abbruch bei 1990. Da die Energy Information Administration derzeit eine Kapazität zu langfristigen Prognosen entwickelt, war sie nicht bereit, irgendeine andere Vorhersage als offizielle Prognose der Regierung wiederzugeben. Statt dessen lieferte sie einen Überblick über konkurrierende Ansichten über den internationalen Energiemarkt im Jahre 2000 (vgl. Kap. 10).

Entscheidende Analysemethoden

Alle von der Energy Information Administration gelieferten internationalen quantitativen Prognosen beruhen auf dem International Energy Evaluation System (IEES). IEES ist eine mathematische Darstellung des Weltenergiemarktes und daher nur ein Modell teilweisen Gleichgewichts. Das Herz von IEES ist eine lineare Programmierungsmatrix, die zur Erstellung der Endprognosen große Mengen von internationalen Energiemarktdaten kombiniert. Das lineare Programmierungsmodell ist der Funktionsweise eines volkswirtschaftlichen Konkurrenzmarkts angenähert. Die Daten für die Matrix liefern sechs IEES-»Teilmodelle«, die entweder selbst wiederum Computer-Prognose-Modelle der International Analysis Division oder einfach Verfahren zur Beschaffung und Korrektur von Daten aus äußeren Quellen sind. Die sechs Submodelle sind nach dem Datentyp benannt, den sie für die lineare Programmiermatrix ergeben: Nachfrage; Angebot; Transportwesen; Elektrizitätsversorgung; Raffineriewesen; und vermischte Energieveredelungen.

Die Methoden zur Beschaffung der Eingabedaten für das lineare Programm variieren je nach dem Teilmodell. Jedes der sechs Teilmodelle stützt sich auf beträchtliche externe Daten; selbst die Teilmodelle, die hauptsächlich aus Computernmodellen bestehen, erfordern Eingabedaten von außerhalb. Wie (und wie weit) jedes Teilmodell seine Eingabedaten verarbeitet, um Daten für das lineare Programm zu erzeugen, ist jedoch unterschiedlich. Das Nachfrage-Teilmodell produziert originale ökonomische Vorhersagen aufgrund gewisser ökonomischer und demographischer Eingabedaten. Das Teilmodell Stromversorgung verwendet Computerprogramme, um die internationalen Industriestatistiken in Schätzungen regionaler Stromerzeugungskapazitäten, -technologien und -kosten umzurechnen. Die Teilmodelle für Angebot, Transport, Raffinierung und vermischte Energieveredelungen sammeln größtenteils einfach Daten aus externen Quellen und nehmen nötigenfalls Korrekturen vor.

Die Schaffung des IEES-Modells war ein Teil der Reaktion der US-Regierung auf das Erdöl-Embargo der Exportländer von 1973-74. Das Embargo rief Bedenken in den USA angesichts ihrer großen Abhängigkeit von Energieimporten wach. In jenem Winter formulierte Präsident Nixon die Absicht der Regierung, dafür zu sorgen, daß die USA bis zum Jahre 1980 auf dem Energiesektor autark seien. Die Aktivitäten in Richtung auf dieses Ziel wurden als »Project Independence« bezeichnet. Die Federal Energy Administration wurde im Mai 1974 für einen großen Teil der Energiemaßnahmen der Regierung geschaffen. Innerhalb dieser Behörde sollten mehrere Abteilungen als Gruppe die Datenbeschaffung und Prognose bewältigen. Unter diesen war die Supply and

Integration Division verantwortlich dafür, die von den anderen Abteilungen gesammelten Informationen zusammenzutragen, um sowohl die Fähigkeit des Landes zur Erreichung seines Autarkie-Ziels als auch die Auswirkung alternativer politischer Maßnahmen und Szenarien auf diese Fähigkeit zu bewerten.

Zu diesem Zweck organisierte sie die von den verschiedenen Abteilungen produzierten quantitativen Daten in einem selbstentwickelten Rechenrahmen mit der Bezeichnung Project Independence Evaluation System (PIES). Der Stab der Supply and Integration Division, der hauptsächlich aus Spezialisten für Ökonomie und Operations Research besteht, entwickelte PIES zu einem einzigen linearen Programmiermodell des US-Energiesystems, das seine Eingabedaten aus den Datenbanken und quantitativen Prognoseverfahren der anderen Abteilungen bezieht.

In der Zwischenzeit begann die FEA International Division, die für dieselbe Art weltweiter Schätzungen und Vorhersagen zuständig ist, ein paralleles Modell mit der Bezeichnung International Energy Evaluation System zu entwickeln, das bereits kurz beschrieben wurde. IEES ist eine Weiterentwicklung von PIES. Der Stab der International Division, der ebenfalls in erster Linie aus Spezialisten für Ökonomie und Operations Research besteht, hielt sich aus Gründen der Konsistenz fast exakt an Struktur und Methoden von PIES. Grenzen in den Daten erforderten einige wenige Abweichungen. Die hinter PIES und IEES stehende Kapazität zur Modellkonstruktion hat mehrere Reorganisirungen der US-Energiebehörden überstanden. Verantwortlich für die Fortführung von PIES ist inzwischen das Office of Analytic Methods innerhalb der Energy Information Administration, und die Aktualisierung und Handhabung von IEES gehört zu den Funktionen der International Analysis Division (IAD).

Um die Energieprognosen für *Global 2000* zu erstellen, führte IAD die IEES Standardanalysen mit den Prognosen des Projekts über Bevölkerung und BSP durch. Diese Prognosen von *Global 2000* traten an die Stelle der Schätzungen über Bevölkerung und BSP, auf die sich IAD sonst stützt. Ansonsten verwendete dieser spezielle Lauf von IEES die Eingabedaten, die IAD für die Standardläufe gesammelt hat.

Wenn alle erforderlichen Daten der sechs Typen eingegeben sind, umfaßt die lineare Programmierungsmatrix von IEES annähernd 2000 Spalten und 6000 Spalten. Sie wird von dem linearen Programmierungspaket WHIZARD auf einem IBM 370/168-Computer gelöst. Die Lösung der Matrix selbst erfordert etwa 30 Minuten Computerzeit (Verarbeitungszeit), doch die Anordnung des großen Volumens an Eingabedaten für den Lauf und den Ausdruck der Ergebnisse in einem verständlichen Format erfordert eine weitere Stunde Computerzeit. Das Modell ist in dem Matrix-Erzeugungscode GAMMA geschrieben, während das ökonometrische Teilmodell für Nachfrage Zeitreihenprozessoren verwendet.

Grundprinzipien

IEES prognostiziert Variablen des internationalen Energiemarkts durch mathematische Darstellung des Weltenergiesystems unter Bedingungen der Marktkonkurrenz. Es wird angenommen, daß das Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage über den Preismechanismus hergestellt wird. Außerdem organisiert IEES die Energieströme, die Angebot und Nachfrage ausgleichen, so daß die Gesamtkosten der Prozesse, mit denen Primärbrennstoffe in gelieferte verbrauchsfähige Energieprodukte umgewandelt werden –, Transportwesen, Raffinierung, Energieveredelung und Stromerzeugung – unter der Annahme minimiert wird, daß ein echter Konkurrenzmarkt ungefähr so funktioniert. Die für diese Berechnungen erforderlichen Daten, mit denen Weltenergieangebot, -nachfrage und -kosten quantifiziert werden, werden von den sechs IEES-Teilmodellen geliefert, die größtenteils getrennt voneinander funktionieren und sich auf ihre eigenen externen Datenquellen stützen. Die Daten werden in eine einzige lineare Programmierungsmatrix angeordnet, die so gelöst wird, daß die Weltnachfrage nach Sekundärenergie zu minimalen Kosten befriedigt wird. Wenn Angebot und Nachfrage in der Lösung nicht ausgeglichen sind, erfolgt ein erneuter Durchlauf der Matrix mit Korrekturen in den Eingabedaten, bis die beiden nahezu ausgeglichen sind.

Die Endprognosen von IEES bestehen in einer »Energiebilanz« für jede einzelne Weltregion. Diese Tabelle enthält die Mengen jedes fossilen Primärbrennstoffs, den die Region produzieren wird, und die Mengen jedes Sekundärenergieprodukts, die sie verbrauchen wird. Auch die Preise werden vom IEES bestimmt, doch im gewissen Sinne sind dies keine Prognosen, es sei denn, der OPEC-Produktion werden gewisse Beschränkungen auferlegt. Die Angebots- und Nachfragemengen werden ursprünglich aus einer exogen angenommenen Reihe von Preisen prognostiziert. Diese Preise werden im Prozeß des Ausgleichs von Angebot und Nachfrage korrigiert, und die korrigierten Preise sind Rechen-daten von IEES. Daher sind die Preisprognosen zum Teil abhängig von den Preisannahmen, die als Eingabedaten in die IEES-Analyse eingehen.

Wie PIES soll IEES einen modernen konkurrenzbetonten Energiemarkt simulieren, auf dem hauptsächlich fossile Brennstoffe gehandelt werden. Mitgliedsländer der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), die 80% der Weltölproduktion verbrauchen und allgemein die höchstindustrialisierten Länder der Welt sind, werden in den Analysen des Teilmodells am ausführlichsten behandelt, obwohl die Teilmodelle Daten für jeden Weltteil erzeugen. (Die unterschiedliche Behandlung verschiedener Weltregionen durch IEES wird graphisch auf der Farbkarte mit dem Titel »Energiepro-

gnosen: IEES-Methodologie« dargestellt.) Erdöl, Erdgas und Steinkohle sind die einzigen Brennstoffe mit expliziter Modellbildung in IEES. Schätzungen über die Stromerzeugungskapazität mit Kernkraft, Wasserkraft und geothermischer Kraft aus externen Quellen gehen in die Berechnungen jedes Jahres als Konstanten ein. Das Modell prognostiziert für sie keinen Zuwachs, doch kann IEES über Mehrfachläufe mit verschiedenen Annahmen über Atom- und Wasserkraftskapazität die Auswirkungen unterschiedlicher Wachstumsstrukturen dieser Energiequellen bewerten. Da die sogenannten sanften Energien – Holz, Sonne und Wind – international nicht gehandelt werden, sind sie in IEES nicht explizit vertreten; ebenso wenig sind sie normalerweise Thema von Auswirkungsanalysen mit IEES.

Reale Marktstörungen werden in IEES eingebaut, wo immer das möglich ist. Es gibt zwei Möglichkeiten zur Darstellung der Aktionen der OPEC-Länder. In jedem Lauf wird entweder angenommen, daß (1) die OPEC ihre Ölproduktion auf einem bestimmten Stand einfriert und den jeweils geltenden Ölpreis nimmt, oder (2) daß die OPEC einen Preis für ihr gesamtes Öl festlegt und zu diesem Preis so viel verkauft, wie gebraucht wird. In der ersten Variante geht IEES von der Annahme aus, daß die Welt das gesamte OPEC-Öl aufkauft und dann den restlichen Bedarf aus anderen Quellen deckt. Der Ölpreis wird hier vom Markt festgelegt. In der zweiten Variante wird automatisch angenommen, daß der OPEC-Ölpreis der Preis für alles Öl auf der Welt ist. Um die Nachfrage zu decken, kauft die Welt so viel OPEC-Öl wie sie braucht, um die Lieferungen aus sonstiger Produktion zu ergänzen. Bei keinem dieser Läufe wird angenommen, daß die OPEC den Markt für Erdgas oder Steinkohle direkt beherrscht. US-Preiskontrollen werden ausführlich dargestellt. Auch ist eine gewisse Preisbildung für Erdgas und Strom auf der ganzen Welt enthalten. Beim Strom hängen die Kosten der Stromerzeugung in IEES von den Grenzkosten der Brennstoff-Einsatzfaktoren ab, doch hängt der Strompreis von den durchschnittlichen Erzeugungskosten ab. Preiskontrollen in anderen Ländern sind ebenfalls enthalten, aber weniger umfassend als die in den USA, da die Information darüber unvollständiger ist.

Die Annahmen über Gleichgewicht von Angebot und Nachfrage und Kostenminimierung berechtigen dazu, IEES als Modell eines »konkurrenzbetonten« Energiemarkts zu bezeichnen. Wie später noch erläutert wird, wird die lineare Programmierungsmatrix von IEES mehrmals gelöst, bis Angebot und Nachfrage gleich sind (oder mathematisch, bis die Summe des Überschusses von Konsumenten und Produzenten maximiert ist). In jeder Lösung, einschließlich der letzten, die als Grundlage für die Prognosen benutzt wird, wählt das lineare Programm diejenigen Brennstoffquellen, Transportwege und Verarbeitungsverfahren aus, mit der der gesamte Weltaufwand für alle diese Faktoren zusammen ein absolutes Minimum erreicht. Diese Formulierung folgt insofern der klassischen mikroöko-

nomischen Theorie, als angenommen wird, daß sich Angebot und Nachfrage zum analysierten Zeitpunkt genau ausgleichen, und von den Handlungsbeteiligten wird angenommen, daß sie ihre Kosten minimieren (implizit wird unterstellt, daß sie nicht nur den Willen haben, Energiekosten auf einem Minimum zu halten, sondern auch das Wissen, die Fähigkeit und die Motivation dazu). Die IEES-Formulierung unterscheidet sich von der klassischen Ökonomie insofern, als für Einzelpersonen oder Firmen nicht unbedingt angenommen wird, daß sie ihre Kosten minimieren oder ihren Profit maximieren. Alle Entscheidungen über Produktion, Transport und Energieveredelung auf der ganzen Welt werden so gefällt und koordiniert, daß der weltweite Gesamtaufwand dieser Tätigkeiten minimiert wird. Die Profite und Kosten von Einzelpersonen oder Firmen werden nicht explizit ins Modell aufgenommen.

Fragen, die in keiner unmittelbaren Beziehung zum Weltmarkt für fossile Brennstoffe stehen, werden im allgemeinen von IEES vernachlässigt. Das Modell enthält keine politischen Faktoren und bewertet nicht die sozialen oder Umwelteffekte der Energieindustrie. Ebenso wenig ist die Erschöpfung von Ressourcen im Modell enthalten. Das Bruttosozialprodukt (BSP) wird als einer der Hauptbestimmungsfaktoren der Energie-Nachfrage aufgenommen, doch wird es innerhalb von IEES durch keine Variablen des Energiemarkts beeinflusst; implizit wird das BSP als unabhängig vom Energiemarkt behandelt. Hingegen berücksichtigt IEES Energie-Sparmaßnahmen, die als Verringerung der Energienachfrage dargestellt werden.

Die sechs Teilmodelle, die Daten für das lineare Programm liefern, gehen zum größten Teil getrennt voneinander vor. Jedes arbeitet unter seiner eigenen Annahmenreihe darüber, wie der von ihnen dargestellte Sektor funktionieren kann. Daten werden zwischen den Teilmodellen nicht unbedingt ausgetauscht, wenn sie Prognosen erstellen, die in das integrierende lineare Programm eingehen sollen.

Das Nachfrage-Teilmodell ergibt jeweils eine Prognose für die nachgefragte Menge an Sekundärenergie aus jedem Brennstoff und für jede Region. Für jede OECD-Region außer den USA erzeugt es auch für jede Form von Sekundärenergie aus Brennstoffen eine Schätzung der Preiselastizität der Nachfrage; diese Elastizitäten gehen nicht in die lineare Programmierungsmatrix ein, werden aber später zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage verwendet. Die Daten werden alle für das Analysejahr prognostiziert. Wenn der Lauf des linearen Programms Prognosen für 1985 erstellen soll, müssen sich auch die Nachfragedaten auf 1985 beziehen. Die Methoden zur Ermittlung der Nachfrageprognosen unterscheiden sich beträchtlich nach Regionen und Brennstoffen, wobei aber den OECD-Ländern und den Hauptbrennstoffen die bei weitem umfangreichere Analyse zuteil wird. Die nachgefragten Energiemengen für nichtkommunistische und nicht

zur OECD gehörende Regionen werden einfach als konstanter Faktor des BSP angesetzt; die Modellkonstrukteure schätzen diesen Koeffizienten aus dem historischen Verbrauch und den BSP-Daten. Für die USA und die kommunistischen Regionen sammelt der Stab der IAD Voraussagen über Nettoimporte aus externen Quellen. Diese werden als die Mengen an Energiebrennstoffen interpretiert, die die Regionen exportieren oder importieren werden; ihre Nachfrage ist in Modellen nicht explizit enthalten. Keine Nachfrageelastizitäten werden für die USA oder die nicht zur OECD gehörenden Länder errechnet; für diese Regionen wird angenommen, daß sie im Vergleich zum Preis fixe Energiemengen verbrauchen.

Die OECD-Nachfragedaten ohne USA stammen aus einem iterativen ökonomischen Prognosemodell. Das Modell selbst sagt nur die Nachfragemengen voraus, doch wird es durch Variierung der Preis-Eingabedaten in das Modell und durch Vergleich der daraus resultierenden Mengenprognosen auch zur Schätzung von Preiselastizitäten benutzt. Die von wichtigen Wirtschaftssektoren (Montanindustrie, sonstige Industrie, Wohnwesen/Handel) nachgefragten Mengen an Hauptbrennstoffen werden durch »Budget«-Gleichungen prognostiziert, dem höchstentwickelten Gleichungstyp der Nachfragemodelle. In der Budgetformulierung bestimmen die Regionen zunächst, aufgrund eines Energiepreis-Index, des Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukts (BIP), und des letztjährigen Pro-Kopf-Brennstoffbudgets in Steinkohleeinheiten (StKE), wieviele StKE an Brennstoff pro Kopf der Bevölkerung sie kaufen wollen. Dann entscheiden sie aufgrund einzelner Brennstoffpreise und den letztjährigen Brennstoffkäufen, welchen Anteil des Gesamtbudgets sie für jeden Brennstoff ausgeben wollen. Die Budgetformulierung berücksichtigt die Produktsubstituierung durch die Verbraucher. Für weniger wichtige Brennstoffe und andere Sektoren wird die nachgefragte Menge im allgemeinen durch eine einzige Gleichung prognostiziert, in der die Nachfrage eine Funktion der Zeit oder des BIP ist, und die Substitution ist im Modell nicht enthalten.

Da es die oben erwähnten zeitverschobenen Variablen benutzt (den letztjährigen StKE-Haushalt, den letztjährigen Brennstoffeinkauf), muß das Nachfragemodell iterativ von einem Basisjahr aus prognostizieren. Die Prognosen über das Basisjahr werden mit historischen Daten erstellt. Für den Lauf für *Global 2000* wurden Daten über Preise, BIP und Bevölkerung aus 1975 zur Erstellung der Nachfrageprognosen für 1976 verwendet. Aus diesen Prognosen für 1976 errechnete das Modell Prognosen für 1977, aus diesen wiederum Prognosen für 1968, und so fort bis 1990. Die Nachfrageprognosen werden zum großen Teil durch die Prognosen der Eingabedaten über Preise, BIP und Bevölkerung getrieben. Diese Daten stammen allesamt aus externen Quellen, darunter aus privaten Computer-Prognosemodellen und von Experten innerhalb und außer-

halb der Regierung, die mit Beurteilungen arbeiten. Keine der Quellen für die Eingabedaten bezieht sich routinemäßig bei der Erstellung ihrer Prognosen auf das ökonometrische Nachfragemodell IAD oder auf die Daten der anderen IEES-Teilmodelle. Die Nachfragemengen für die USA sind den Rechendaten von PIES entnommen.

Das ökonometrische Modell erfaßt Verhaltensreaktionen auf Preise, aber nicht auf politisch motivierte Energieeinsparungsstrategien. Die Energieeinsparung als solche ist durch exogene Korrekturen der Nachfragedaten zur Berücksichtigung der Schätzungen über die Einsparungen an Energiebrennstoffen repräsentiert, die sich aus bestimmten politischen Maßnahmen der OECD ergeben.

Die in das lineare Programm von IEES eingegebenen Angebotsdaten bestehen ebenfalls aus einer Menge für jede Region und jedes Primärenergieprodukt, und aus einer Preiselastizität für manche Regionen und jedes Primärprodukt, doch die Methode ihrer Ableitung ist allgemein einfacher. Die Mengen für die USA und für kommunistische Regionen werden wie die Nachfragemengen aus Vorhersagen über Nettoimportziffern entnommen. Für alle anderen Regionen jedoch werden externe Fachleute um Schätzungen für die regionale Energieerzeugung von 1975 gebeten. Zusammen mit historischen Preisen ab Förderstelle führen diese zu einem einzigen Punkt auf jeder Angebotskurve. Bei den Angebotselastizitäten für diese Regionen handelt es sich um Annahmen des IAD; für die meisten Energiearten und Regionen wird die Elastizität der Prognosen für 1985 mit 0,1 und bei Prognosen für 1990 mit 0,26 angenommen.

Bei den Transportkosten handelt es sich um gegenwärtige reale Kosten, wie sie von externen Quellen gemeldet werden. Sie müssen geringfügig korrigiert werden, weil das IEES nicht jeden Großhafen der Welt darstellt; statt dessen verfügt jede Region über einen als Schwerpunkt bezeichneten Ort, von dem annahmengemäß alle Brennstoffe verschifft werden. Die realen Transportkosten werden als konstant angenommen, ohne Rücksicht darauf, wie weit sich die Prognose in die Zukunft erstreckt.

Das Teilmodell Stromerzeugung umfaßt ein Computerprogramm zur Umwandlung externer Kraftwerksdaten in Schätzungen regionaler Stromerzeugungskapazitäten und -kosten. Kern- und Wasserkraftwerkskapazitäten werden dann hinzugefügt; diese sind nicht variabel. Diese Daten werden ins lineare Programm eingegeben, was sie dann als Beschreibung der Grenzen des Stromverbrauchs interpretiert: die Daten teilen dem Programm mit, daß der Bezug von mehr Strom aus einem Kraftwerk mit Ölbrennern mehr Öl erfordert; der Gesamtverbrauch in einer Region kann die Gesamtkapazität der Kraftwerke nicht übersteigen; usw. Enthalten in diesen Daten sind Grenzen über die zulässigen Kapazitäts-Stillegungsraten; im allgemeinen kann die Kapazität nicht schneller als um 3 % jährlich abgebaut werden. Für die Schaffung neuer Produktionskapazitäten

werden in den Daten keine Grenzen gesetzt. Der absolute Umfang der Erzeugungskapazitäten, die in einem Lauf stillgelegt und neu geschaffen werden können, variiert daher mit dem Prognosen-Zeitraum. Ansosten unterscheiden sich die Erzeugungsdaten nicht zwischen einem IEES-Lauf und dem anderen. Daher variieren die realen Stromerzeugungskosten nur in dem Maße, wie die Zusammensetzung aus neuen und alten Kraftwerken variiert.

Die Daten über Raffinierung und vermischte Energieveredelung sind den Stromerzeugungsdaten ähnlich. Sie beschreiben die Prozesse, in denen unbehandelte Brennstoffe zu verschiedenen raffinierten, derivierten und synthetischen Brennstoffen veredelt werden. Für die Raffineriekapazitäten ist keine obere Grenze gesetzt, doch enthalten die Daten über vermischte Energieveredelung Begrenzungen des Veredlungsvolumens, die die lineare Programmierungsmatrix zur Erreichung ihrer geringsten Kostenlösung auswählen kann, um zu gewährleisten, daß dieses Volumen nicht unsinnig hoch wird. In einem IEES-Lauf zur Erstellung von Prognosen für 1985 läßt man die vermischten Energieveredelungen auf mehr als das Doppelte ihres historischen Niveaus von 1975 wachsen; für Prognosen späterer Jahre wird den Veredelungen eine noch höhere Grenze gesetzt. Alle anderen Daten in den Teilmodellen einschließlich der Angaben über Kosten und Technologie bleiben für jeden IEES-Lauf gleich.

Wenn die endgültige lineare Programmierungsmatrix mit den Daten aus jedem der Teilmodelle gefüllt und zum ersten Mal gelöst wird, gleichen sich Angebot und Nachfrage wahrscheinlich nicht aus. Angebots- und Nachfragemengen werden durch die exogen geschätzten zukünftigen Preise bestimmt. Die Wahrscheinlichkeit, daß die so abgeleiteten Mengen genau gleich sind, nachdem die lineare Programmierungsmatrix die Einzelheiten des Transportwesens und der Energieveredelung ausgearbeitet hat, sind gering. Also werden die Preise korrigiert und die Angebots- und Nachfragemengen mit den neuen Preisen und den Angebots- und Nachfrageelastizitäten erneut berechnet. Ein erneuter Lauf des Nachfragemodells mit den neuen Preisen zur Ermittlung der neuen Nachfragemengen erfolgt nicht; es wird vermutet, daß die aus ihm abgeleiteten Elastizitäten seine Reaktion auf Preisveränderungen exakt genug darstellen. Die lineare Programmierungsmatrix wird sodann erneut gelöst, wobei die neuen Angebots- und Nachfragemengen die alten ersetzen. Dieser Prozeß wird wiederholt, bis Angebot und Nachfrage in der gelösten Matrix ziemlich eng beieinander liegen.

Grundkomponenten

Die Schwerpunktsetzung des IEES-Modells macht es für *Global 2000* in einigen internationalen Energiefragen äußerst brauchbar, besonders für Fragen im Zusammenhang mit den hochentwickelten Ländern, aber weniger für andere Probleme. Die IEES-Prognosen beziehen sich auf die internationale Produktion und den Welthandel mit fossilen Brennstoffen und sind insoweit für die Einschätzung der zukünftigen Energiemarktposition der industrialisierten Regionen von größtem Wert. Die Auswirkungen der Prognosen auf nicht energieintensive Weltsektoren wie Umwelt und Landwirtschaft müssen beurteilend geschätzt werden. Die Detailliertheit innerhalb des Modells ist unterschiedlich; es ist allgemein für die OECD-Länder und die wirtschaftlich wichtigeren Brennstoffe engheriger. Die Detailliertheit der Rechen- (der Prognosen) ist für alle im IEES dargestellten Weltregionen und Energieformen ungefähr gleich.

Für die Beschreibung der in IEES verwendeten Variablen ist es am besten, sie nach Teilmodellen zusammenzufassen. Obwohl die Teilmodelle in keiner bestimmten Reihenfolge gerechnet werden müssen, ist es am einfachsten, die Variablen von IEES aufzuzählen, indem man die Teilmodelle so durchgeht, wie die Energiebrennstoffe real durch den Markt fließen: vom Angebot über den Transport über die verschiedenen Veredelungsprozesse bis zur Nachfrage.

Tab. 20-1
Die 33 IEES-Regionen, angeordnet nach der
Klassifikation der Energieposition

OECD-Region:	
US-Ostküste	Großbritannien/Irland
US-Golfküste	Benelux/Dänemark
US-Westküste	BRD
Puerto Rico/Virgin Islands	Frankreich
Kanada	Österreich/Schweiz
Japan	Spanien/Portugal
Australien/Neuseeland	Italien
Skandinavien	Griechenland/Türkei
OPEC-Region:	
Venezuela/Ecuador	Indonesien
Libyen/Algerien	Iran
Nigeria/Gabun	Persischer Golf-Arab.
Region: UL-Exporteure	
Bolivien/Peru	Angola/Kongo/Zaire
Ägypten/Syrien/Bahrain	Asiat. Exporteure
Übrige Regionen:	
Lateinamerika	Sino-Sowjetische R.
Afrika	Karibik
Mexiko	
Asien	

Tab. 20-2
Die 59 Brennstoffsorten im IEES-Angebots-Teilmodell

Brennstoffsorte	Anwendungsregion ^a	Brennstoffsorte	Anwendungsregion ^a
Arab. OPEC- und OAPEC-Rohöle:		Frankreich	Frankreich
Algerien	Libyen/Algerien	Österreich	Österreich/Schweiz
Ägypten/Syrien/Bahrain	Ägypten/Syrien/Bahrain	Spanien	Spanien/Portugal
Irak	Pers. Golf – Arab.	Italien	Italien
Kuwait	Pers. Golf – Arab.	Türkei	Griechenland/Türkei
Libyen	Libyen/Algerien		
Qatar/Verein. Arab. Emirate	Pers. Golf – Arab.	Einheimische Rohöle, USA:	
Saudi-Arabien Leicht	Pers. Golf – Arab.	Alaska Nordsenke	US-Westküste
Saudi-Arabien Schwer	Pers. Golf – Arab.	Alaska Süd	US-Westküste
		Pazifik Offshore	US-Westküste
		Wyoming Gemisch	US-Golfküste
Nicht-arab. OPEC-Rohöle:		Schieferöl	US-Golfküste
Ecuador	Venezuela/Ecuador	Louisiana Onshore	US-Golfküste
Indonesien	Indonesien	Louisiana Offshore	US-Golfküste
Iran Leicht	Iran	Texas-Golfküste	US-Golfküste
Iran Schwer	Iran	Ost-Texas Gemisch	US-Golfküste
Nigeria/Gabun	Nigeria/Gabun	West-Texas Gemisch	US-Golfküste
Venezuela	Venezuela/Ecuador	Pad II, einheimisch	US-Golfküste
Übrige Export-Rohöle:		Oklahoma Gemisch	US-Golfküste
Angola/Kongo/Zaire	Angola/Kongo/Zaire	Padd I, einheimisch	US-Golfküste
Bolivien/Peru	Bolivien/Peru	Schweres Rohöl, V	US-Westküste
Kanada	Kanada	Schweres Rohöl, IV	US-Golfküste
China	Sino-Sowjet.	Schweres Rohöl, III	US-Golfküste
Mexiko	Mexiko	Schweres Rohöl, II	US-Golfküste
Norwegen	Skandinavien	NPR-1	US-Westküste
Rußland	Sino-Sowjet.	Synthetisches Rohöl	US-Golfküste
Südasiens Gemisch	Asiat. Exporteure	San Joaquin Valley	US-Westküste
Trinidad	Karibik	Los Angeles Basin	US-Westküste
GB u. Nordirland	Großbritannien/Irland		KOHLE
Nicht-exportierte Rohöle:		Kokskohle	Verschiedene ^b
Australien	Australien/Neuseeland	Fettkohle	Verschiedene ^b
Ölsände	Verschiedene	Braunkohle	Verschiedene ^b
Japan	Japan		ERDGAS
Dänemark	Benelux/Dänemark	Erdgas	Verschiedene ^b
BRD	BRD		

^a »Anwendungsregion« ist die IEES-Region, aus der die betreffende Brennstoffsorte kommt.

^b »Verschiedene« Regionen heißt, daß die betreffende Brennstoffsorte in mehr als einer IEES-Region gefördert wird.

Das Angebots-Teilmodell liefert eine Menge – die geschätzte Menge des voraussichtlichen Angebots im Prognosejahr – für jede der 33 Weltregionen und die von diesen Regionen produzierten Primär-Energiebrennstoffe, wie aus Tab. 20-1 und 20-2 hervorgeht. Außerdem wird eine Schätzung der Preiselastizität des Angebots für alle Brennstoffe und Regionen von den Angebotsexperten des IAD erstellt. Wo Anhaltspunkte dafür bestehen, daß die Elastizität für einen bestimmten Brennstoff und eine bestimmte Region wahrscheinlich sehr verschieden von dieser Wertschätzung ist, wird eine getrennte Schätzung gemacht. Alle der vom Teilmodell hervorgebrachten Daten sind daher beurteilende Schätzungen entweder außenstehender Behörden oder des IAD.

Das Transport-Teilmodell ergibt einen Vektor deskriptiver Daten für jedes geordnete Paar der 33 Weltregionen und jede von etwa 13 Transportmöglichkei-

Tab. 20-3
Die 13 IEES-Transportarten und die
transportierten Brennstoffe

Art	Brennstoff
Mittlerer Tanker	Rohöl
Mittleres Tankschiff	Rohöl
US-Tanker	Rohöl
Großtanker	Rohöl
Supertanker	Rohöl
Produkttanker	Raffinierte Produkte
Rohöl-Pipeline	Rohöl
Produkt-Pipeline	Raffinierte Produkte
Massengutfrachter	Kohle
Flüssiggas-Tanker	Erdgas
Gas-Pipeline	Erdgas
Eisenbahn	Kohle
Lastkahn	Kohle

ten, die auf dieses Regionenpaar zutreffen. So zum Beispiel gibt es für zwei beliebige Regionen in Europa zwei Vektoren: einen für Bahntransport und einen für Binnenschifffahrt. Jeder Vektor besteht aus einer Codenummer für jede der beiden Regionen, einer für die Transportmöglichkeit und eine Schätzung der Kosten pro Einheit des mit dieser Transportmöglichkeit von »Schwerpunkt« der Ursprungsregion zu dem der Empfängerregion verfrachteten Brennstoffs. Jede Transportmöglichkeit steht im Modell nur für die Verfrachtung bestimmter Brennstoffarten zur Verfügung; die 13 Transportmöglichkeiten und die damit verfrachtbaren Brennstoffe sind in Tab. 20-3 aufgeführt. Weil in den meisten Varianten keine Grenze der Frachtkapazität angenommen wird, enthalten die Vektoren keinen Kapazitätseintrag. Die Eingabedaten für das Transport-Teilmodell sind Selbstschätzungen der Transportkosten verschiedener Transportmöglichkeiten zwischen Häfen; der IAD-Stab korrigiert sie, um die unterschiedlichen Entfernungen zwischen den Transportrouten, für die sie aufgestellt wurden, und die in IEES aufgestellten hypothetischen Routen von Schwerpunkt zu Schwerpunkt zu berücksichtigen.

Das Raffinerie-Teilmodell erzeugt Daten-Vektoren, die sich nach 43 Typen von Rohöl, 8 Regionen, 6 Fertigprodukttypen und 10 Märkten unterscheiden. Die 43 Rohöltypen sind eine Teilmenge der in Tab. 20-2 aufgeführten. Die 8 Regionen sind diejenigen, die über umfangreiche Raffinerien verfügen, darunter einige OECD-Regionen und einige andere. Die sechs im Modell enthaltenen Produkttypen sind Flüssiggas, Benzin, Flugbenzin, Derivate, Heizöl und »sonstige Raffinerieprodukte«. Der Vektor für jeden Raffinerietyp innerhalb einer Region enthält Daten über die verwendete Technologie (erzeugte Mengen pro Einheit Einsatzfaktor), die prognostizierte Produktionskapazität, über den Aufwand für

das Errichten und Betreiben von Raffinerien. Der Schaffung neuer Kapazitäten wird keine Grenze gesetzt, so daß diese in jedem IEES-Lauf zur Befriedigung der Raffinerie-Nachfrage zunehmen können, wenn auch zu bestimmten Kosten. Die für die Konstruktion der Raffinerie-Datenvektoren erforderlichen Daten sind wie beim Transportwesen die in den Vektoren real vorhandenen Datentypen; zur Gebrauchsfähigkeit für IEES müssen sie größtenteils nur zusammengetragen und korrigiert werden.

Das Teilmodell »vermischte Veredelungen« produziert einen Datenvektor für jede OECD-Region und für jeden in der Region betriebenen Veredelungsprozeß. Die vier behandelten Veredelungsprozesse sind die Umwandlung von Verhüttungskohle in Koks, Braunkohle in Briketts, von Ölbrennstoffen und Kohle in Gase, und von Koks in Hochofengas. Jeder Vektor enthält Daten, welche die innerhalb der Region für diesen Prozeß benutzte Technologie quantifiziert (Koeffizienten des physischen input-output) und die geschätzte Produktionskapazität für 1975. Außerdem wird Erhöhungen der Produktionskapazität anstelle irgendwelcher Einschränkungen der Schaffung neuer Kapazitäten eine Obergrenze gesetzt; der Aufwand für die Betriebe oder die Produktion ist in den Daten nicht enthalten. Die Eingabedaten für das Teilmodell »vermischte Veredelungen« sind internationale Statistiken aus externen Quellen; sie werden für die Verwendung des linearen Programms von IEES gesammelt und korrigiert.

Das Teilmodell Stromerzeugung produziert einen Vektor für jede OECD-Region und jeden innerhalb dieser Region anzutreffenden Kraftwerkstyp für fossile Brennstoffe. Die Kraftwerkstypen verbrennen Schweröl, Rohöl, Heizöl, Steinkohle, Braunkohle, Hochofengas und Erdgas. Jeder Vektor enthält Daten über den Wirkungsgrad der Stromerzeugung, Kapazitäten und Kosten. Ebenso enthalten ist ein Maximum für Stilllegungen, das gewöhnlich einer 3prozentigen jährlichen Stilllegungsrate der Gesamtkraftwerkskapazität entspricht. Eine Grenze für die Ausweitung der Stromerzeugungskapazität wird nicht gesetzt. Außerdem werden Schätzungen über die Stromerzeugungskapazität durch Kern- und Wasserkraft produziert. Variationen dieser Kapazitäten sind nicht vorgesehen. Den Datenreihen für einen Stromerzeugungstyp wird außerdem ein Belastungstyp oder Belastungstypen zugewiesen. Kernkraftwerke sind stets Kraftwerke für Normalbelastung; Heizölkraftwerke sind stets für Spitzenbelastungen vorgesehen; Wasserkraftwerke und vorhandene Öl- und Kohlekraftwerke können je nach den Kostenansätzen in den Läufen des linearen Programms für Normal-, gemischte oder Spitzenbelastung, neue Öl- und Kohlekraftwerke für Normal- oder gemischte Belastung vorgesehen sein.

Ebenfalls produziert wird eine Reihe von drei Zahlen – eine für Normalbelastung, eine für gemischte und eine für Spitzenbelastung –, um anzugeben, welcher Anteil der Gesamtstromerzeugungskapazität in jeder Region auf jeden Bela-

stungstyp entfällt. Die Daten für das Teilmodell Stromerzeugung stammen aus verschiedenen externen Quellen und bestehen hauptsächlich aus Kraftwerksstatistiken für die OECD-Länder. Sie werden mit einem getrennten Computerprogramm für das lineare IEES-Programm adaptiert.

Das Nachfrage-Teilmodell erzeugt für jede OECD-Region außerhalb der USA für jedes energetische Endprodukt eine Nachfragemengenprognose und Nachfrageelastizität, und eine Nachfragemenge für jedes Produkt aller anderen Regionen. Die in den Nachfrageprognosen für IEES-Linearprogramm enthaltenen energetischen Endprodukte sind in Tab. 20-4 aufgeführt. Die Eingabedaten zu ihrer Erzeugung unterscheiden sich stark von Region zu Region. Die Nachfragemengen für die USA sind Rechendaten eines Laufes von PIES, der Eingabedaten für Preise und BSP verwendet, die mit denen im IEES-Lauf verwendeten konsistent sind. Die US-Nachfragemengen erfordern keine sonstige Datensammlungen durch IAD, beruhen aber letztendlich auf allen Eingabedaten für PIES. Die Daten für die sonstigen OECD-Regionen werden ökonometrisch für die Hauptbrennstoffe aus Energiepreisen, Bevölkerung, BSP und historischen Nachfragemengen geschätzt. Die Eingabedaten für sonstige Brennstoffe sind gewöhnlich Zeit oder BSP. Die Nachfrage für Regionen außerhalb der OECD wird im allgemeinen direkt externen Quellen entnommen, wobei nötigenfalls Korrekturen vorgenommen werden. Weil keine Modellkonstruktion für Raffinerie, vermischte Veredelungen und Stromerzeugung für die Regionen außerhalb der OECD erfolgt, wird die Nachfrage nach solchen Veredelungsprodukten aus diesen Regionen in Steinkohleeinheiten (StKE) umgerechnet.

Grundlegende Verfahren

Ein Lauf von IEES beginnt mit der Sammlung der Eingabedaten für die sechs Teilmodelle. Der größte Teil davon bleibt von Lauf zu Lauf gleich und muß nicht für jeden neu erstellt werden; bereits zusammengetragene Daten können verwendet werden. Diese Daten müssen dann für die Verwendung in der linearen Programmierungsmatrix korrigiert werden. Auch diese Daten werden zwischen den einzelnen Läufen nicht sehr verändert und können sich daher auf frühere Arbeiten stützen. Zuletzt werden die Läufe des linearen Programms wiederholt, bis eine Lösung für den Weltenergiemarkt mit einem Beinahe-Ausgleich von Angebot und Nachfrage erreicht ist. Kraft der Formulierung des linearen Programmierproblems sind die Energieströme zwischen Angebot und Nachfrage, auf die sich IEES zur Herstellung des Ausgleichs stützt, diejenigen Ströme, bei denen die Transport- und Veredelungskosten minimiert werden. Der gesamte Prozeß wird in Fig. 20-1 in Form eines Diagramms dargestellt.

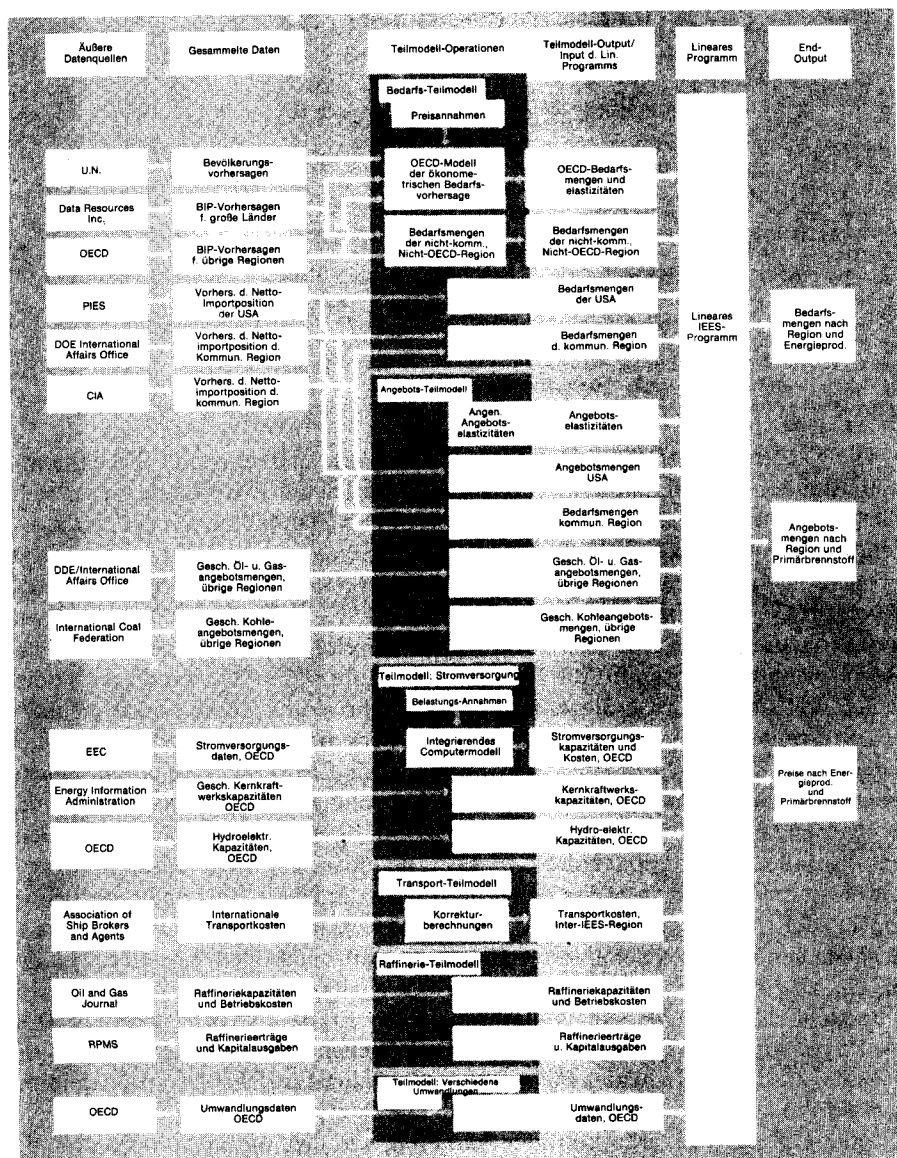


Fig. 20-1. Struktur des *International Energy Evaluation System* (IEES). (Bei allen für die *Global-2000-Studie* durchgeführten Läufen kamen die Bevölkerungs- und BSP-Daten aus Quellen der Studie, nicht aus den im Text beschriebenen üblichen IEES-Datenquellen; bei zusätzlichen, für die Studie durchgeführten PIES-Läufen wurden die eigenen Voraussagen über das BSP der USA benutzt).

Tab. 20-4
Energetische Endprodukte im linearen IEES-
Programm

Erdölprodukte:	Restöl
	Benzin
	Destillate
	Flüssiges Propangas
	Flugbenzin
Kohle	Steinkohle
	Braunkohle
Erdgas	
Elektrizität	

Die Nachfragedaten für die USA werden den Rechendaten von PIES entnommen. Bei den IEES-Läufen für *Global 2000* wurden die PIES-Läufe, aus denen die Nachfragedaten entnommen wurden, mit PIES-Standardannahmen durchgeführt, mit der Ausnahme, daß die von *Global 2000* zur Verfügung gestellten Prognosen über BSP und Brennstoffpreise der USA anstelle der PIES-Standarddaten für diese Variablen benutzt wurden. Die OECD-Nachfragedaten werden aus Prognosen über BSP, Bevölkerung und Preise geschätzt. Die BSP- und Bevölkerungsprognosen für die *Global 2000*-Läufe waren die von dieser Studie gelieferten, wie in Kap. 3 dieses Bandes aufgeführt. Für größere Länder benutzt IEES normalerweise BSP-Prognosen des ökonometrischen Prognosedienstes DRI (Data Resources Incorporated). DRI ist eine Bostoner Firma, die einem breiten Kundenkreis aus Wirtschaft und Forschung ökonomische Daten und Prognosen liefert. Die BSP-Prognosen für die übrigen OECD-Regionen werden aus offiziellen Publikationen der OECD entnommen. Die Bevölkerungsprognosen entstammen normalerweise den Schätzungen der UNO. Bei den Preisprognosen handelt es sich typischerweise um Annahmen und nicht um irgendwelche Schätzungen aufgrund detaillierter Hintergrundinformationen. Die IEES-Läufe für *Global 2000* enthalten zwei verschiedene Annahmen über Ölpreise. Die erste unterstellt, daß die OPEC den Weltölpreis unbegrenzt bei 13 \$ pro Barrel hält. Die zweite geht davon aus, daß die Weltölpreise ausgehend von 13 \$ von 1981 an um 5% jährlich steigen. In beiden Fällen wurde wie üblich für IEES-Läufe unterstellt, daß die Preise für die anderen Brennstoffe etwa beim heutigen Niveau beginnen und dann je nach den Marktkräften variieren, wie dies im linearen Programm dargestellt ist.

Die Nachfragedaten für die kommunistische Region werden aus Prognosen entnommen, die vom International Affairs Office des US-Energieministeriums (oder bisweilen von Prognosen der CIA) über die Nettoimport-Positionen dieser Region entnommen. Wenn eine Region von diesen Quellen als Nettoimporteur

eines Brennstoffs aufgeführt wird, werden ihre Importe in IEES als ihre Nachfrage nach Brennstoff auf dem Weltmarkt eingegeben. Nachfragemengen für die nichtkommunistischen Regionen außerhalb der OECD werden aus den BSP-Prognosen aufgrund der Annahme errechnet, daß die Energienachfrage ein konstanter Anteil des BSP ist. Weil für Raffinerie, Veredelungen und Stromerzeugung für die Länder außerhalb der OECD keine Modellkonstruktion erfolgt, müssen ihre Nachfragemengen als Nachfrage nach Primärbrennstoffen und nicht nach Endprodukten ausgedrückt werden. Sowie alle Nachfragedaten vorliegen, werden die Nachfragemengen zur Berücksichtigung von Energie-Spareffekten um gleiche Prozentanteile reduziert. Zur Ermittlung dieser Prozentanteile gab die IAD bei der privaten Beraterfirma Resource Planning Associates eine Untersuchung in Auftrag.

Die Schätzungen über Angebotsmengen für Öl und Erdgas stammen vom Office of International Affairs des US-Energieministeriums und die für Kohle von der International Coal Federation. Die Schätzungen gelten für 1975 und müssen daher korrigiert werden, um eine Anfangsangebotsmenge für das Prognosejahr zu ermitteln, mit dem das lineare Programm seine wiederholten Läufe beginnen kann. Dies geschieht mit Preiselastizitäten (die für fast alle Brennstoffe und Regionen mit 0,1 für das Prognosejahr 1985 und mit 0,26 für 1990 angenommen werden), und mit prognostizierten Preisen. Die Preise sind dieselben wie bei den ökonomischen Nachfrageprognosen, unter Abzug der geschätzten Transport- und Raffineriekosten. Dies soll Primär-Brennstoffpreise »ab Förderstelle« ergeben, die den im Nachfrage-Teilmodell verwendeten Endproduktpreisen entsprechen.

Die Transportkosten werden hauptsächlich den von der Association of Ship Brokers and Agents veröffentlichten Frachtraten entnommen. Wie für die Kosten von Stromerzeugung, Raffinerie und sonstige Veredelungen wird für die Transportkosten angenommen, daß sie zu realen Preisen in Zukunft konstant bleiben und daher für einzelne IEES-Läufe nicht erneut berechnet werden müssen. Die Daten aus diesen vier Teilmodellen waren ebenso wie die Angebotsdaten in allen Läufen für *Global 2000* fast identisch.

Die für das Stromerzeugungs-Teilmodell erforderlichen Kraftwerksdaten stammen in erster Linie aus Veröffentlichungen der EWG. Sie werden in ein Computer-Modell eingegeben, das sie zu IEES-Regionaldaten zusammenfaßt und Daten über Belastungstypen und Verteilung dieser Belastungstypen hinzufügt.

Die Raffineriedaten entstammen hauptsächlich zwei größeren Quellen. Die Daten über Kapitalaufwand und Erträge (input-output) sind im Computer-Modell für die Ölindustrie dem RPMS* entnommen, das von der Houstoner Firma

* Refinery Petrochemical Modelling System.

Bonner and Moore entwickelt wurde. Daten über Kapazität und Betriebskosten stammen aus dem *Oil and Gas Journal*. Diese werden zur Verwendung im linearen Programm von IEES angeglichen.

Die Daten über vermischte Veredelungen für Heizgas, Hochofengas usw. entstammen den OECD-Statistiken von 1975. Die Kosten der Prozesse werden mit dem US-Niveau angesetzt, wenn Daten aus externen Quellen nicht verfügbar sind.

Sobald alle erforderlichen Daten eingegeben sind, wird das lineare Programm von IEES gelöst. Doch kann es sein, daß sich Angebot und Nachfrage in der Lösung nicht ausgleichen. Dies ist wegen der Komplikationen des Transports und der Veredelungsprozesse zwischen Produktion von Primärbrennstoffen und Endproduktverkauf nicht vorhersehbar. Daher werden die Preise auf eine Art und Weise angepaßt, die die beiden Mengen einander annähern soll. Sodann werden die Angebots- und Nachfragemengen für die OECD-Regionen aus den alten Mengen, neuen Preisen und den Preiselastizitäten neu errechnet.

Zur Ermittlung der neuen Nachfragemengen erfolgen keine wiederholten Läufe des PIES-Modells und des ökonometrischen Nachfragemodells, die ursprünglich die OECD-Nachfragedaten produzierten. Das lineare Programm von IEES wird mit den neuen Nachfrage- und Angebotsmengen gelöst. Der Prozeß von Schätzung neuer Mengen und Lösung des linearen Programms wird wiederholt, bis Angebot und Nachfrage nahe genug beieinander liegen.

Dokumentation und Validierung

Mit der vollständigen Dokumentierung des International Energy Evaluation System (IEES) hat das US-Energieministerium eine private Firma beauftragt. Die Dokumentation wurde 1978 in zwei Bänden veröffentlicht.

Ein Vergleich der Schätzungen des ökonometrischen Nachfragemodells mit realen historischen Daten ergab allgemein befriedigende Ergebnisse.

21 Mineralische Brennstoffe

Keine US-Bundesbehörde hat die ausschließliche Zuständigkeit für Schätzungen der Weltressourcen und -reserven an mineralischen Brennstoffen. Teile dieser Aufgabe sind in der Vergangenheit von der US-Bergbaubehörde und dem *United States Geological Survey* bewältigt worden (die beide zum US-Innenministerium gehören), und vom US-Energieministerium. Außerdem veröffentlichen einige private Organisationen, besonders die Weltenergiekonferenz, Schätzungen, die weithin Autorität genießen. Der *Geological Survey* gibt als Prospektierungsbehörde Schätzungen über die Ressourcen der USA ab. Das US-Energieministerium ist zuständig für Schätzungen der US-Reserven. Die Weltenergiekonferenz erstellt in regelmäßigen Abständen Schätzungen über Weltreserven und Weltressourcen.*

Schätzungen über das Energieproduktionspotential aus erneuerbaren Quellen wie Sonneneinstrahlung, Gezeiten und Wasserkraft werden von anerkannten Behörden oder Organisationen nicht so häufig erstellt und müssen daher aus verschiedenen Quellen gesammelt werden.

Zum Zusammentragen, Vergleichen und Interpretieren der Daten aus allen oben genannten Quellen gewann *Global 2000* Walter G. Dupree (einen früheren Mitarbeiter des US-Energieministeriums, der heute beim Bureau of Mines arbeitet) als unabhängigen Experten.

Entscheidende Analysemethoden

Die Methoden zur Ermittlung von Brennstoffressourcen und -reserven unterscheiden sich in gewissem Umfang je nach den Organisationen, die die Schätzungen zusammenstellen. Schätzungen über Lagerstätten entstammen einer Kombination von Probebohrungen und Expertenbeurteilungen. Doch nahmen die hier zitierten Organisationen im allgemeinen die geologischen Forschungen nicht selbst vor. Statt dessen befragten sie Firmen und andere Organisationen, um Größenschätzungen verschiedener mineralischer Lagerstätten zu erhalten, und summierten diese, oder sie korrigierten die von anderen Organisationen auf diese Weise ermittelten Schätzungen.

* Die in der Analyse über nicht-energetische Mineralien verwendeten Schätzungen von Ressourcen und Reserven sind in verschiedenen amtlichen Veröffentlichungen erschienen, wie in Kap. 22 aufgeführt.

Eine Ausnahme ist der United States Geological Survey, der außer der Durchführung von Umfragen schon seit Jahrzehnten eigene geologische Forschungen zu Ressourcenschätzungen für die USA anstellt. Seit der Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg erstellt die Weltenergiekonferenz (WEC) Schätzungen über Weltressourcen und -reserven mit Hilfe von Umfragen, und veröffentlicht periodisch vollständige Schätzreihen. Der Congressional Research Service der Library of Congress gab eine ähnliche Reihe von Ressourcen- und Reservenschätzungen in Auftrag, die 1977 freigegeben wurden, weil damals keine neueren WEC-Zahlen verfügbar waren. Allerdings wurden inzwischen neue publiziert. Die Schätzungen wurden in Auftrag gegeben, nachdem beim Congressional Research Service vom House Subcommittee on Energy and Power und vom Senate Committee on Energy and Natural Resources eine Reihe solcher Schätzungen angefordert worden waren. Als das US-Energieministerium aus verschiedenen anderen Bundesbehörden gebildet wurde, übernahm es die Zuständigkeiten dieser Behörden für die Schätzungen der US-Reserven. Das Ministerium erstellt seine eigenen Schätzungen der US-Kohlereserven. Für die Reservezahlen bei Erdöl und Erdgas stützte es sich größtenteils auf Schätzungen des American Petroleum Institute und der American Gas Association.

Grundprinzipien

Obwohl Ressourcen und Reserven an mineralischen Rohstoffen physische Mengen sind, die theoretisch zu jedem beliebigen Zeitpunkt bemessen werden können, gibt es für ihre Messung keine unfehlbare Standardmethode. Weil die Organisationen, die die Ressourcen- und Reservenschätzungen in Kap. 11 lieferten, ihre Daten, Annahmen und Verfahren nicht vollständig miteinander koordinieren, gelangen sie zu verschiedenen Ergebnissen. Außerdem können Verfahrensverbesserungen im Laufe der Zeit zu beträchtlichen Korrekturen früherer Schätzungen führen, wie z. B. 1975, als der Geological Survey seine Schätzungen der US-Erdölressourcen um mehr als die Hälfte nach unten korrigierte (in der weiter unten, im Abschnitt »Dokumentation und Validierung« zitierten Veröffentlichung). Nichtsdestoweniger ist eine gewisse allgemeine Beschreibung der geologischen Testmethoden und anderer Techniken möglich, auf denen die in Kap. 11 vorgelegten Schätzungen beruhen.

Erdöl und Erdgas. Die primären Zahlen für Erdöl- und Gasressourcen wurden von King Hubbert für den Congressional Research Service zusammengetragen. Hubbert verweist darauf, daß potentiell ölfündige Regionen entsprechend dem Umfang der Exploration in drei Gruppen eingeteilt werden können:

1. Regionen im reifen Explorationsstadium. Für diese Regionen können annehmbare Schätzungen des insgesamt förderbaren Öls aufgrund der Statistiken über die Bohraktivität und die entsprechenden Ölfunde pro Bohrloch oder pro Fuß Bohrtiefe erstellt werden. Hierbei handelt es sich im Grunde um den makroanalytischen Ansatz, bei dem Modelle über empirische Beziehungen in aggregierten Daten über Funde oder Förderung gebildet werden.

2. Regionen im früheren Explorationsstadium. Für diese Regionen können Schätzungen des insgesamt förderbaren Öls auf frühe Bohrerfolge oder -mißerfolge gestützt werden. Frühe Erfolge lassen auf beträchtliche Mengen an Erdöl (oder Erdgas) schließen, und umgekehrt.

3. Territorien ohne bisherige Probebohrungen. Hubbert zufolge ist die geologische Analogie die einzige Grundlage von Urteilen über vermutete Ressourcen. Wenn durch geologische und geophysikalische Vermessungen festgestellt wird, daß das unerschlossene Gebiet einer ergiebigen reifen Region ähnelt, wird erwartet, daß dieses Gebiet vergleichbare Erdöl- und Erdgasmengen pro Flächen- oder Raumeinheit erbringen wird. Hierbei handelt es sich im Grunde um den mikroanalytischen Ansatz, der Modelle über strukturelle Beziehungen des Explorationsprozesses bildet.

Feste Brennstoffe. Die in dieser Studie verwendeten Ressourcenzahlen für feste Brennstoffe beruhen auf Schätzungen der Weltenergiekonferenz. Die WEC schickte den beteiligten Ländern Fragebogen mit der Bitte um Informationen über ihre Reserven, Ressourcen, maximale Tiefen der Lagerstätten, minimale Mächtigkeiten der Flöze usw. Es gibt Unterschiede, wie jedes Land seine Reserven und Ressourcen schätzt – und in manchen Fällen sind die daraus folgenden Unterschiede in den Daten beträchtlich; daher ist es unmöglich, die verwendete Methode zu beschreiben. Es muß jedoch betont werden, daß die Geologie der Kohle relativ einfach ist und über weite Gebiete gleichbleibt, und die meisten Kohlelagerstätten oberflächennäher als Erdöl oder Erdgas liegen. Daher beruhen Daten über feste Brennstoffe im allgemeinen auf präziseren geologischen Daten als die über das Öl und sind weniger korrekturbedürftig.

Uran. Die Ressourcenziffern dieser Studie für Uran beruhen ebenfalls auf Schätzungen der WEC. Wie bei den festen Brennstoffen wurden Fragebogen an die Teilnahmeländer verschickt und die Antworten in Tabellen erfaßt. Verschiedenheiten der Methodologie erschweren Verallgemeinerungen.

Wasserkraft, geothermische Energie und Sonnenenergie. Verfahren zur Schätzung des Energiepotentials dieser Energiequellen sind weniger allgemein anerkannt und Schätzungen über Ressourcen und Reserven sind tendenziell ungewisser als die für feste Brennstoffe. Im allgemeinen beruhen Schätzungen über dieses Potential auf Messungen relevanter Variablen möglicher Standorte, wie Strömungsgeschwindigkeit und Durchflußmenge für Wasserkraftwerke, Tidenhub für

Gezeitenkraftwerke, oberflächennahe Temperatur für geothermische Kraftwerke, und Sonneneinstrahlung für Solarkraftwerke. Die Schätzungen des Potentials dieser Energiequellen sind für die Erörterungen in dieser Studie aus anderen Veröffentlichungen entnommen, deren Schätzungen auf derartigen Standortmessungen beruhen.

Grundkomponenten

Kap. 11 mit dem Titel »Mineralische Brennstoffe und andere Energieträger« konzentriert sich auf die Weltressourcen und Reserven an mineralischen Brennstoffen und auf Schätzungen des Energiepotentials der mit diesen konkurrierenden erneuerbaren Energiequellen. Regionale Feinaufgliederungen der Daten, die nicht durchgängig zur Verfügung standen, wurden im allgemeinen nicht vorgelegt. Die Behandlung der Energieproduktion, des Energieverbrauchs und des Energiehandels wurde der Energieanalyse in Kap. 10 überlassen.

Grundlegende Verfahren

Neben allgemeinen geologischen Überlegungen sind der gegenwärtige Produktpreis und die Fördertechnologie der jeweiligen Branche relevante Annahmen für die Schätzung der Reserven an einem mineralischen Rohstoff. Zahlenangaben über die Punkte sind in erster Linie Sache des Geologen, der die Schätzungen erstellt. Die Ressourcenschätzungen sind theoretisch von Annahmen über potentielle zukünftige Preise und zukünftige Technologie abhängig. Die Erdöl- und Erdgasschätzungen für die USA (erstellt vom *U.S. Geological Survey*) setzen eine Fortsetzung der Preise/Kosten-Relationen und technologischen Trends voraus, wie sie in den letzten Jahren vor 1974 galten. Preis/Kosten-Relationen und Produktion nach 1974 wurden nicht berücksichtigt, ebensowenig wurden explizite Annahmen über zukünftige Preise gemacht. Die Annahmen über Preise und Technologie, die den Schätzungen über die Weltressourcen zugrunde liegen, sind von ihren verschiedenen Verfassern nicht näher angegeben worden.

Dokumentation und Validierung

Der US Geological Survey erörtert seine Methoden zur Ressourcenschätzung im 1975 veröffentlichten USGS Circular 725 mit dem Titel *Geological Estimates of Undiscovered Recoverable Oil and Gas Resources in the United States*. Die Weltenergiekonferenz skizziert ihre Methoden der Datensammlung in *WEC Activities in the Field of Surveying World Energy Resources*, abgedruckt in M. Grenon, ed., *First IIASA Conference on Energy Resources*, Internationales Institut für angewandte Systemanalyse, Laxenburg, Österreich.

Die US-Bergbaubehörde USGS, das US-Energieministerium und die WEC haben keine formale Überprüfung der Reliabilität ihrer jeweiligen Methoden zur Ressourcen- und Reservenschätzung vorgenommen.

22 Nicht-energetische Mineralien

Das Bureau of Mines, die Bergbaubehörde des US-Innenministeriums, ist mit dafür verantwortlich, die Leistungsfähigkeit der Rohstoffversorgung der USA zu sichern und eine ausreichende Vorratshaltung mit mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten zu gewährleisten. Im Rahmen dieser Zuständigkeit entwickelt das Amt weltweite Prognosen über Angebot und Nachfrage bei mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten mit der Absicht, Veränderungen auszumachen, die das nationale Interesse berühren könnten. Diese Prognosen, die im Jahresbericht des US-Innenministers an den Kongreß veröffentlicht werden, unterstützen den Minister in der Erfüllung seiner Pflichten aus dem Rohstoffsicherungsgesetz (Strategic and Critical Materials Stock Piling Act), durch das er gehalten ist, Produktion und Verbrauch an mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten zu untersuchen.

Prognosen über den zukünftigen Verbrauch, die von der Bergbaubehörde als Nachfrageprognosen bezeichnet werden, werden alle 5 Jahre detailliert vom Büro in *Mineral Facts and Problems* und in zusammengefaßter Form in *Mineral Trends and Forecasts* veröffentlicht. Die letzte vollständige Reihe solcher Prognosen wurde 1975 publiziert. Neuere Prognosen für ausgewählte mineralische Rohstoffe und Rohprodukte sind in einer Zwischenberichtsreihe mit dem Titel *Mineral Commodity Profiles* abgedruckt.

Die offiziellen Prognosen der Behörde enthalten hohe, niedrige und wahrscheinlichste Prognosen für den Verbrauch an mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten für 1985 und 2000 in (1) den USA und (2) der gesamten übrigen Welt. Letztere Prognosen beruhen zum großen Teil auf einer im November 1972 für die US-Commission on Materials Policy von Professor Wilfred Malenbaum von der Wharton School of Finance and Commerce an der University of Pennsylvania erstellten Studie.*

Diese (als Malenbaum-Report 1972) bekannte Studie unterteilte die Welt in 10 Regionen und prognostizierte Trends der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, des Bevölkerungszuwachses und des Zuwachses des Primärverbrauchs an 11 mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten für jede Region. Sie legte eine einzige Prognosenreihe und nicht einen Prognosenbereich vor. Im Oktober 1977

* »Materials Requirements in the United States and Abroad in the Year 2000,« National Commission on Materials Policy, März 1973 (der ursprüngliche Bericht wurde am 30. Nov. 1972 vorgelegt). Wie die US-Bergbaubehörde diesen Bericht verwendet, wird in der Einleitung zu *Mineral Facts and Problems*, Ausgabe 1975 kurz erörtert (p. 21 im Vorabdruck des *Bulletin* 667 der Behörde).

aktualisierte Malenbaum auf Verlangen der National Science Foundation seinen Bericht von 1972,* wobei er einen Teil der ursprünglich aufgenommenen Rohstoffe ausschied und neue aufnahm.

Die gegenwärtigen Prognosen der US-Bergbaubehörde knüpfen locker an den Malenbaum-Report 1972 an, der von Mitgliedern der Behörde unter Verwendung arithmetischer Verfahren beurteilend korrigiert und extrapoliert wurde. Experten der Behörde erwarten, daß deren zukünftige Prognosen auf dem Malenbaum-Bericht von 1977 fußen werden. Daher werden in den Prognosen von *Global 2000* in Kap. 12 auf Empfehlung von Experten der Behörde gegenwärtige Zahlen dieser Behörde immer dort durch die aktuellsten Zahlen von Malenbaum ersetzt, wo dies möglich ist.**

Ein Vergleich der in den laufenden Veröffentlichungen der US-Bergbaubehörde verwendeten Prognosen des Malenbaum-Reports 1972 mit denen aus dem Malenbaum-Report 1977 wird in Tab. 22-1 gegeben. Aus der Tabelle geht hervor, daß die Malenbaum-Prognosen von 1977 für einige Waren (Aluminium, Kobalt, Kupfer und Nickel) beträchtlich niedriger ausfallen als frühere Prognosen Malenbaums oder der Bergbaubehörde, und die Prognosen für einige andere beträchtlich höher (Mangan, Zinn und Wolfram).***

Entscheidende Analysemethoden

Vor 1968 erstellte die US-Bergbaubehörde keine langfristigen Prognosen über den Verbrauch an mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten, weder für die USA noch weltweit. 1968 begann sie unter Verwendung von Daten aus 1966 intern Prognosen aufzustellen, wobei sie sich auf das Urteil von Analytikern der Behörde und auf über den Daumen gepeilte Relationen stützte. Diese Relationen beruhten auf führenden Wirtschaftsindikatoren für die USA und auf historischen Strukturen von Weltproduktion und Weltverbrauch an mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten. Sie sind in der Ausgabe 1970 von *Mineral Facts and Problems* (zusammengefaßt in der Ausgabe 1970 von *Mineral Trends and Forecasts*) dargestellt und enthalten sowohl Preis- als auch Verbrauchsprognosen. Ausgleich von Angebot und Nachfrage wurde zu den angegebenen Preisen unterstellt.

* »World Demand for Raw Materials in 1985 and 2000,« Philadelphia, Oktober 1977.

** Malenbaums neueste Prognosen erstrecken sich auf 12 mineralische Rohstoffe und Rohprodukte; 10 davon sind in Kap. 12 erörtert.

*** Ein umfassender Vergleich zwischen den Methoden Malenbaums bei der Erstellung regionaler Prognosen und den Methoden der US-Bergbaubehörde bei der Erstellung von Prognosen für die »übrige Welt« in bezug auf den zukünftigen Kupfer- und Aluminium-Verbrauch ist in einem von Sheldon Wimpfen und Alvin Knoerr auf dem Achten Weltbergbau-Kongreß in Lima, Peru, vorgelegten Aufsatz mit dem Titel »World Resources vs. Copper and Aluminum Demand to the Year 2000« vom Nov. 1974 enthalten.

Tab. 22-1
Weltverbrauch von 14 mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten im Jahr 2000

	Malenbaum 1972	Bureau of Mines jüngste Ang.	Malenbaum 1977	Veränderung: Malenbaum '77 vs. Malenbaum '72 in %	Veränderung: Malenbaum '77 vs. Bureau of Mines in %
	(1000 metrische Tonnen)				
Primäraluminium	46,761	54,160 ^b	36,516	-22	-33
Chromerz	—	17,600 ^c	16,018	—	-9
Kobalt	—	72	58	—	-19
Veredeltes Kupfer	19,693	22,113 ^d	16,839	-14	-24
Flußspat	15,870	14,797	—	—	—
Eisenerz	1,086,000	1,025,000	919,000	-15	-10
Mangan	—	41,770 ^e	48,060	—	15
Nickel	—	1,546	1,314	—	-15
Platingruppe (1000 Troy Unzen)	—	13,113 ^f	14,030	—	7
Rohstahl	1,332,000	1,279,000 ^g	1,315,000	-1	3
Schwefel	100,424	112,000 ^h	—	—	—
Zinn	—	352 ⁱ	393	—	12
Wolfram	—	79 ^j	93	—	18
Zink	13,448	11,200 ^k	12,022	-11	7

* Um Vergleiche zu erleichtern, wurden alle Daten des Bureau of Mines (mit einer Ausnahme) in metrische Tonnen umgerechnet: 1 short ton = 0,9072 metrische Tonnen; 1 long ton = 1,016 metrische Tonnen. Die Ausnahme bilden die Daten zur Platingruppe, die in 1000 Troy Unzen angegeben sind.

^b Umfaßt nur Primäraluminium, also ohne nicht-metallisches Al.

^c Diese Zahl ist eine Umrechnung der Bureau-of-Mines-Angaben über das im Erz enthaltene Chrom in die Erzeinheiten des Malenbaum-Reports; dabei wird für Chromerz ein durchschnittlicher Chromgehalt von 27,4% angenommen.

^d In den Daten des Bureau of Mines ist Kupferschrott nicht enthalten, während der Malenbaum-Report ihn in der Kategorie »veredeltes Kupfer« einschließt. Um Vergleichbarkeit zwischen den Vorausschätzungen des Bureau of Mines und des Malenbaum-Reports herzustellen, wurden die Daten des Bureau of Mines um 25% erhöht (also: $17,690 \times 1,25 = 22,113$ tausend metrische

Tonnen); der Koeffizient beruht auf Erfahrungswerten über das Verhältnis von veredeltem Kupfer und Kupferschrott.

^e Die Malenbaum-Daten gelten für Manganerz; um Vergleichbarkeit herzustellen, wurden die Daten des Bureau of Mines in metrische Tonnen Manganerz mit einem Durchschnittsmangengehalt von 48% umgerechnet: $(20,049 \text{ metrische Tonnen Manganerz}) / 0,48 = 41,770$, die nun mit den Malenbaum-Angaben vergleichbar sind.

^f Einschließlich Sekundärmetall.

^g Enthält auch Gießerei- und Hüttenprodukte.

^h Gewöhnlich in long tons, hier in metrische Tonnen umgerechnet.

ⁱ Nur Primärzinn, von long tons in metrische Tonnen umgerechnet.

^j Nur Primärwolfram, von 1000 pounds in metrische Tonnen umgerechnet.

^k Nur Primärzink.

Die methodischen Verfahren, auf denen diese ersten Prognosen von 1970 beruhten, wurden heftig kritisiert, besonders die für die Entwicklung von Preisprognosen. Daraufhin wurden in Ausgabe 1975 von *Mineral Facts and Problems* andere Verfahren angewandt. Bei den Prognosen über den US-Verbrauch stützte man sich auf führende Wirtschaftsindikatoren für die USA in hochentwickelten linearen Regressionsgleichungen. Bei den Verbrauchsprognosen für die übrige Welt (die als Aggregat behandelt wurde) verließ man sich auf die Verwendung der im Malenbaum-Report 1972 prognostizierten Trends des weltweiten Wirtschaftswachstums, Bevölkerungszuwachses und des Verbrauchszuwachses an ausgewählten mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten; allerdings wurden arithmetische Relationen unter Verwendung weniger komplexer Verfahren als bei den US-Verbrauchsprognosen geschätzt. Keine expliziten Preisprognosen wurden bei Prognosen über den US-Verbrauch oder den Verbrauch der übrigen Welt gemacht, und Preisprognosen wurden nicht veröffentlicht.

Sowohl der Malenbaum-Report 1972 als auch die revidierte Fassung von 1977 beruhen auf einer Methode, die als IOU (*intensity-of-use*/Verbrauchsintensitäts-)Analyse bekannt ist.* Diese Methode führt zu niedrigeren Prognosen des weltweiten Verbrauchszuwachses an mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten bis zum Jahre 2000 als die von der US-Bergbaubehörde früher verwendeten einfachen Trend-Extrapolationen. Sie führt außerdem tendenziell zu niedrigeren Prognosen des US-Mineralverbrauchs als fast alle anderen Methoden, wie sie bisher von Gruppen außerhalb der Behörde benutzt wurden (z. B. die von Resources for the Future im Jahresbericht 1972 an die US-Commission on Population Growth and the American Future** verwendeten input-output-Verfahren).

Obwohl die Behörde den Malenbaum-Report 1972 umfassend zur Revidierung ihrer eigenen Prognosen benutzt und den Report 1977 künftig verwenden will, hat sie keinen dieser beiden Berichte in Auftrag gegeben. Der erste Bericht wurde für die US-National Commission on Materials Policy erstellt, welche prüfen sollte, ob die Herstellung eines Gleichgewichts zwischen dem nationalen Bedürfnis nach Erzeugung von Gütern einerseits und dem Schutz der Umwelt andererseits möglich sei. Die Malenbaum-Prognosen unterstützten die Commission beim Nachweis der Möglichkeit eines solchen Gleichgewichts, da die IOU-Analyse davon ausgeht, daß das zunehmende Wirtschaftswachstum in den Industrienationen einen abnehmend intensiven Verbrauch an mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten pro Einheit des Wirtschaftswachstums nach sich zieht. Die langfristigen Auswirkungen auf die Umwelt der anderen Hauptannahmen der IOU-Analyse – daß das zunehmende Wirtschaftswachstum in den unterentwickelten Ländern (UL) einen zunehmend intensiveren Verbrauch an mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten pro Einheit des Wirtschaftswachstums erfordert – wurden von der Commission nicht untersucht. Die Umweltschädigungen durch eine derart zunehmend intensive Nutzung von mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten durch die UL könnten im Zeitraum nach 2000 rasch eskalieren, wenn die derzeitigen Wirtschafts-Wachstumsraten der UL dann noch anhalten.

Die Ereignisse um das Öl-Embargo von 1973 führten zu Energie-Analysen, die sich beträchtlich von einigen der Prognosen im Malenbaum-Report 1972 unterscheiden. So zum Beispiel wurde in diesem Report der US-Energieverbrauch im Jahre 2000 mit einem fast dreimal so hohen Niveau wie 1966-69 prognostiziert, darunter eine Verdoppelung des US-Verbrauchs an Erdgas. Für den japanischen Energieverbrauch wurde eine Zunahme um den Faktor sechs im selben Zeitraum

* Die Entwicklung und mehrere Anwendungen der IOU-Methode werden kurz erörtert in D. B. Brooks and P. W. Andrews, »Mineral Resources, Economic Growth and World Population,« *Science*, 5. Juli 1974, p. 13.

** Leon Fischman and Hans H. Landsberg, »Adequacy of Nonfuel Minerals and Forest Resources,« in Commission on Population Growth and the American Future, *Population Resources and the Environment*, Washington, 1972.

ausgesagt. Die meisten späteren Energiestudien prognostizieren aufgrund der Berücksichtigung eines begrenzten Angebots, steigender Preise und strategischer und Zahlungsbilanz-Überlegungen sehr viel geringere Zuwachsraten des Energieverbrauchs. Diese Faktoren gehen in Malenbaums Methode nicht explizit ein, obwohl die Grundprinzipien der IOU-Analyse an Methoden angepaßt werden könnten, die solche Faktoren berücksichtigten. Vor dem Hintergrund sowohl der Veränderungen auf dem Energiesektor als auch der zunehmenden Debatte über potentielle Grenzen des Wachstums forderte die National Science Foundation Malenbaum auf, seinen ursprünglichen Report zu revidieren.

Der Malenbaum-Report 1977 nahm keine Berichtigung der früheren Prognosen über feste Brennstoffe, flüssige Brennstoffe, Erdgas und andere Energiequellen vor, jedoch eine Neubewertung der Prognosen über den Verbrauch von Aluminium, Kupfer, Eisen, Stahl und Zink. Alle wurden unter Verwendung desselben Verfahrens wie im Report 1972 nach unten korrigiert, wie aus Tab. 22-1 hervorgeht. Malenbaum wies in seinem revidierten Bericht darauf hin, daß diese geringeren Prognosen in keiner Weise auf die Argumenten von Befürwortern von Wachstumsbeschränkungen zurückgehen, da sowohl der Report 1972 als auch der Report 1977 davon ausgehen, daß die Rohstoffe, deren Verbrauch prognostiziert wird, im wesentlichen für den ganzen Prognosezeitraum unerschöpflich und zu gegenwärtigen realen Preisen erhältlich sein werden. Statt dessen spiegelt der revidierte Report geringere exogene Prognosen der Wirtschaftswachstumsraten sowohl der Industrienationen als auch der UL und niedrigere exogene Prognosen der Intensität wider, mit der mineralische Rohstoffe und Rohprodukte wahrscheinlich von Nationen beider Kategorien verbraucht werden.

Die exogenen Zuwachsraten des Wirtschaftswachstums und der Bevölkerung im Malenbaum-Report 1977 unterscheiden sich von denen von *Global 2000*. Die Wirtschaftswachstumsraten in *Global 2000* sind beträchtlich höher für Afrika, Asien und Lateinamerika, und beträchtlich niedriger für Osteuropa, Japan und die UdSSR, wie aus Tab. 22-2 hervorgeht. Die Wirtschaftswachstumsraten in diesen beiden Studien sind jedoch nicht streng vergleichbar, da sie sich auf verschiedene historische Basisschätzungen mit leicht verschiedenen proportionalen Anteilen beziehen (vgl. Tab. 22-3). Die Bevölkerungsprognosen unterscheiden sich ebenfalls, doch scheinen diese Unterschiede geringer zu sein (Tab. 22-4).

Der Malenbaum-Report 1977 zitiert die folgenden Quellen für Daten über das historische Bruttoinlandsprodukt (BIP): Vereinte Nationen, *Statistical Yearbook*, U.N., *Yearbook of National Account Statistics*; Internationale Bank für Wiederaufbau und Entwicklung, *World Bank Atlas*, 1975. Zusätzlich zitiert der Malenbaum-Bericht 1977 die folgenden Quellen für historische Bevölkerungsdaten: U.N., *Demographic Yearbook*, verschiedene Ausgaben (1948-74); U.N., *Population by Sex and Age for Regions and Countries*, 1950-2000 as Assessed in

Tab. 22-2
Durchschnittliches jährliches
Wirtschaftswachstum bis zum Jahr 2000

(%)

	Malen- baum '72	Malen- baum '77	Global- 2000- Studie	Global- 2000- Studie minus Malen- baum '77 ^a
	BIP 1970- 2000	BIP 1975- 2000	BSP 1975- 2000	
Afrika	3.4	3.4	4.9	1.5
Asien	3.5	3.2	4.8	1.6
China ^b	4.2	3.3	3.7	.4
Osteuropa	3.5	3.5	2.9	-.6
Japan	5.0	4.1	3.5	-.6
Lateinamerika	3.7	3.6	5.0	1.4
USA ^c	3.8	3.2	3.5	.3
UdSSR	4.0	3.4	2.9	-.5
Westeuropa	3.5	3.2	3.5	.3
Übrige Industrie- staaten	3.7	3.3	3.5	.2
Welt	3.8	3.3	3.6	.3

^a Für einen genauen Vergleich ungeeignet, da unterschiedliche Basisjahre, Basisjahrschätzungen und Meßverfahren für das Wirtschaftswachstum verwendet wurden.

^b Einschließlich Mongolei, Nordkorea und Nordvietnam.

^c Einschließlich Puerto Rico und übrige überseeische US-Inseln.

Tab. 22-3
Volkseinkommen im Basisjahr

(Mrd. Dollar)

	Malen- baum '72		Malen- baum '77		Global- 2000- Studie	
	BIP ^a	%	BIP ^b	%	BSP ^c	%
Afrika	65	2	71	2	128	2
Asien	236	6	201	5	348	6
China ^d	137	4	144	4	301	5
Osteuropa	195	5	227	6	330	5
Japan	240	7	258	7	495	8
Lateinamerika	202	6	200	5	319	5
USA ^e	1,025	28	1,122	28	1,516	25
UdSSR	510	14	617	16	666	11
Westeuropa	900	25	936	24	1,634	27
Übrige Industrie- staaten	160	4	183	5	288	5
Welt	3,670	101 ^f	3,960	102 ^f	6,025	99 ^f

^a Die Angaben für 1970 sind in Dollar zum Wert von 1971.

^b Durchschnitt der Daten für 1971-75 in Dollar zum Wert von 1971.

^c Die Angaben für 1975 sind in Dollar zum Wert von 1975.

^d Einschließlich Mongolei, Nordkorea und Nordvietnam.

^e Einschließlich Puerto Rico und übrige überseeische US-Inseln.

^f Wegen Rundungsfehlern nicht gleich 100.

Tab. 22-4
Beispiele von Bevölkerungsprognosen

(Mill.)

	Malenbaum '72		Malenbaum '77		Global-2000- Studie	
	1971	2000	1971-75	2000	1975	2000
USA	210	300	214	281	216	248
UdSSR	245	375	250	336	254	309
Japan	105	140	108	133	112	133
Alle übrigen Länder	3,224	5,615	3,276	5,608	3,508	5,661
Welt	3,784	6,430	3,848	6,358	4,090	6,351

1973: Medium Variant (1976); U.N., *World Population Prospects as Assessed in 1968* (1973). Kapitel III des Malenbaum-Berichts 1977 erklärt etwas detaillierter, inwiefern »die prognostizierten Zuwachsraten das Urteil des Forschungsleiters bei voller Berücksichtigung sonstiger derzeit über die Weltwirtschaftsentwicklung verfügbarer Forschungen und Schätzungen widerspiegeln«.

Die Methoden und Annahmen, die den BSP-Prognosen von *Global 2000* zugrunde liegen, werden in Kap. 16 dargestellt, das in bezug auf die UL feststellt, daß BSP und BIP in den meisten Fällen praktisch äquivalent sind und daher von *Global 2000* abwechselnd gebraucht werden. Die Methoden und Annahmen der Bevölkerungsprognosen der Studie sind in Kap. 15 dargestellt.

Der Stab von *Global 2000* untersuchte, ob es möglich und sinnvoll ist, die Prognosen über den Verbrauch an mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten des Malenbaum-Reports 1977 aufgrund der Prognosen von *Global 2000* über Wirtschaftswachstum und Bevölkerung erneut zu berechnen. Da Malenbaums historische BIP-Daten mit denen von *Global 2000* aus dem *World Bank Atlas* 1976 entnommenen BSP-Daten nicht konsistent sind, weil die IOU-Methode konsistente Zahlen erfordert und weil die Differenzen in der für *Global 2000* verfügbaren kurzen Zeit nicht ausgeglichen werden konnten, konnte keine neue Reihe von Verbrauchsprognosen für mineralische Rohstoffe und Rohprodukte entwickelt werden, die mit den Prognosen über Wirtschaftswachstum und Bevölkerung von *Global 2000* verträglich gewesen wäre.

Grundprinzipien

Der Zweck von Verbrauchsintensitäts-Analysen ist es, den Verbrauch an einem bestimmten mineralischen Rohstoff oder Rohprodukt in einer bestimmten Region

in einem bestimmten Jahr vorherzusagen. Die Analyse berücksichtigt nur den Primärverbrauch und läßt spätere Transporte weiter- oder fertigverarbeiteter mineralischer Rohstoffe und Rohprodukte in andere Regionen außer acht. So wird zum Beispiel Japan in außergewöhnlich hohen Verbrauchsniveaus dargestellt, da die japanischen Exporte negiert werden.

Der Gesamtweltverbrauch an einem bestimmten mineralischen Rohstoff oder Rohprodukt wird als die Summe der Verbrauchsniveaus für dieses Gut errechnet, die für jede Region prognostiziert werden. Berechnungen in bezug auf zukünftige Verbrauchsniveaus sind unabhängig von ähnlichen Kalkulationen über den Verbrauch dieser Region an irgendeinem anderen mineralischen Rohstoff oder Rohprodukt, und unabhängig von den Verbrauchsniveaus jeder anderen Region und jeder anderen Ware. Sie sind außerdem unabhängig von irgendwelchen expliziten Rücksichten auf potentielle Veränderungen des Angebotsniveaus, der Preise oder strategischer oder Zahlungsbilanzpositionen.

Entsprechend den Grundsätzen der IOU-Analyse kann der Verbrauch an einem bestimmten mineralischen Rohstoff oder Rohprodukt in einem bestimmten Jahr mit nur drei Komponenten zuverlässig errechnet werden:

- Einer exogenen Prognose des Niveaus der gesamten Wirtschaftstätigkeit (BIP) in einer bestimmten Region für ein bestimmtes Jahr.
- Einer exogenen Prognose der Gesamtbevölkerung derselben Region für dasselbe Jahr.
- Eines »IOU-Diagramms«, aus dem hervorgeht, welche Menge eines bestimmten mineralischen Rohstoffs oder Rohprodukts wahrscheinlich in dieser Region pro Einheit des Gesamt-BIP dieser Region (ein Verhältnis, das als Verbrauchsintensität dieses Guts bezeichnet wird) bei verschiedenen Niveaus des regionalen Pro-Kopf-BIP verbraucht wird.

Ein relativ hoher IOU-Wert für einen bestimmten Rohstoff (in einer bestimmten Region bei einem bestimmten Niveau des Pro-Kopf-BIP) weist darauf hin, daß der Prognose zufolge eine relativ große Menge dieses Guts pro Einheit des Gesamt-BIP (in dieser Region bei diesem Niveau des Pro-Kopf-BIP) verbraucht wird. Der IOU-Theorie zufolge brauchen die UL, die einen Industrialisierungsprozeß durchmachen, in dem Maße zunehmende Mengen an mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten pro Einheit des Gesamt-BIP, wie ihre Volkswirtschaften expandieren und ihre Pro-Kopf-Einkommen steigen (d. h. ihr IOU-Wert steigt als Funktion des wachsenden Pro-Kopf-BIP). Auf der anderen Seite benötigen Industrienationen, die sich in Richtung auf postindustrielle Dienstleistungswirtschaften bewegen, in dem Maße abnehmende Mengen von mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten pro Einheit ihres Gesamt-BIP, wie ihre Volkswirtschaften expandieren und ihre Pro-Kopf-Einkommen wachsen (d. h. ihr IOU-Wert nimmt als Funktion zunehmenden Pro-Kopf-BIP ab). Demnach

Verbrauchsintensität (Einheiten Rohprodukte pro Einheit BIP)

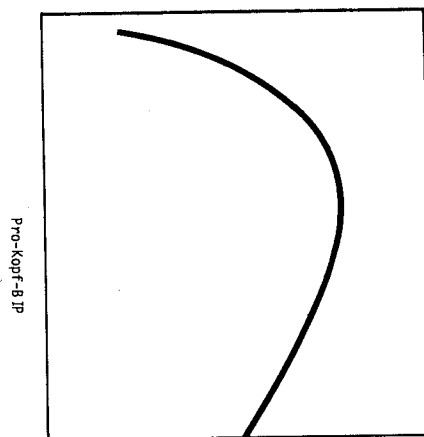


Fig. 22-1. Kurve der Verbrauchsintensität eines Landes, dessen Ökonomie von einer industriellen Wirtschaft zu einer post-industriellen Dienstleistungswirtschaft übergeht.

werden die Verbrauchsniveaus an mineralischen Rohstoffen und Metallen in einer bestimmten Region, deren Wirtschaft im Übergang von der industriellen in die postindustrielle Phase ist, unter Verwendung von IOU-Werten auf verschiedenen Niveaus des Pro-Kopf-BIP prognostiziert, die die kopfstehende U-Kurve in Fig. 22-1 bilden.

Mathematisch gesehen lassen sich die Berechnungsverfahren zur Prognose des weltweiten Verbrauchs eines bestimmten mineralischen Rohstoffs oder Rohprodukts für ein bestimmtes Jahr der IOU-Analyse in den folgenden drei Gleichungen zusammenfassen, in denen p ein bestimmtes Rohprodukt r eine bestimmte Region und j ein bestimmtes Jahr repräsentieren:

$$\text{Verbrauchsintensität}_{prj} = f_{pr} (\text{BSP}_{rj} / \text{Bevölkerung}_{rj})$$

$$\text{Verbrauch}_{prj} = \text{BSP}_{rj} \times \text{Verbrauchsintensität}_{prj}$$

$$\text{Weltverbrauch}_{pj} = \sum \text{Verbrauch}_{prj}$$

Nach dem Malenbaum-Report 1977 weist die IOU-Statistik mehrere bemerkenswerte Aspekte auf:

Zunächst steht sie für die vergangenen Jahre ohne weiteres zur Verfügung, soweit (zuverlässige) Statistiken des Verbrauchs eines Landes (für den jeweiligen Rohstoff) vorhanden sind.

Zweitens hat schon der Begriff einer Relation zwischen Einsatzfaktoren und Erzeugung eine technologische Dimension. Er muß Veränderungen im Verbrauch und Ertragsveränderungen der Einsatzfaktoren widerspiegeln, wobei Veränderungen der Technik (bei Einsatzfaktoren oder Erzeugung) und Veränderungen der Marktverhältnisse im Zusammenhang mit Angebot, Nachfrage und staatlicher Politik in bezug auf Einsatzfaktoren und Erzeugung berücksichtigt werden müssen.

Drittens, und dies ist von besonderem Interesse, läßt das historische Material über Verbrauchsintensität darauf schließen, daß es für dieses Meßinstrument Verhaltensstrukturen gibt. Und diese Strukturen können mit der zugrunde gelegten Theorie und empirischen Zeitbeobachtung identifiziert werden. Gerade das systematische Verhalten dieses Meßinstruments ist ein Anhaltspunkt für seine potentielle Brauchbarkeit bei Analysen der Nachfrage nach Rohstoffen und Rohprodukten.

Doch verweist der Malenbaum-Report 1977 auch darauf, daß die Anwendung der IOU-Analyse erst vorläufig ist und daß »noch weiteren und zusätzlichen Aufgaben nachgegangen werden muß, insbesondere in bezug auf die spezifischen Ursachen von Differenzen in den Verbrauchsintensitäts-Messungen im Zeitverlauf und zwischen einzelnen Regionen.«

Die benutzte Schätzung von IOU-Werten (für verschiedene Rohstoffe in verschiedenen Regionen), die mit zukünftigen Niveaus des Pro-Kopf-BIP in Zusammenhang zu bringen ist, beruht auf historischen Daten, ist aber in hohem Maße beurteilend.* Historische Verbrauchsintensitäten werden für jede Region und jeden Rohstoff als Funktionen des Pro-Kopf-BIP gezeichnet, und offenbare Trends werden mehr oder weniger linear extrapoliert. Dem Malenbaum-Report 1977 zufolge sind diese Extrapolationen Ausdruck »konsistenter Beurteilungen, die durch eine umfangreiche Sammlung relevanter Daten (und öffentlicher und sonstiger Expertenmeinungen) bedingt sind, der ökonomischen Begründung für Verhalten in der Vergangenheit und Theorien der ökonomischen Gleichgewichtsveränderung und des ökonomischen Wachstums.«

Es ist relativ einfach, neue Verbrauchsprognosen für mineralische Rohstoffe und Rohprodukte für Regionen zu erstellen, für die Verbrauchsintensitäts-Relationen bereits aufgrund neuer BIP- und Bevölkerungsprognosen definiert sind, die mit den zur Entwicklung der IOU-Werten benutzten historischen BIP-

* Malenbaum zitiert eine ganze Reihe von Quellen für seine historischen Daten über den Verbrauch an mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten: Metal Bulletin Limited, *Metal Bulletin Handbooks* (1909-76); National Commission on Materials Policy; Overseas Geological Surveys, Mineral Resources Div., *Statistical Summary of the Mineral Industry: Production, Exports, and Imports*, (1934-71); und die folgenden Jahrbücher: Metallgesellschaft Aktiengesellschaft, *Metal Statistics*; United Nations, *The Steel Market*; United Nations, *World Trade Annual and Its Supplement* (1971-74); U.S. Bureau of Mines, *Minerals Yearbooks* (1934-74).

und Bevölkerungsdaten konsistent sein müssen. Beträchtlich mehr Mühe und Einfallsreichtum sind erforderlich, um neue Prognosen aufzustellen, die die Formulierung neuer Verbrauchsintensitäts-Diagramme erfordern. Ein repräsentatives IOU-Diagramm aus dem Report 1977 (die die IOU-Verhältnisse für Feinkupfer, für 10 Regionen zeigt) ist grafisch in Fig. 22-2 dargestellt.

Die etwas unterschiedlichen Kurven für jeden mineralischen Rohstoff in jeder Region werden durch die besonderen ökonomischen Merkmale dieser Region erklärt, die durch drei für jeden mineralischen Rohstoff und jedes Rohprodukt eigentümlichen ökonomischen Determinanten beeinflusst werden. Die von Malenbaum zitierten drei Determinanten sind die folgenden:

1. *Nachfragekräfte.* Diese verändern die Zusammensetzung des BIP. In reichen Ländern wird die Tendenz zur relativen Expansion der Dienstleistungskomponente des BIP anhalten und vielleicht sogar zunehmen; der Rohstoffverbrauch pro Einheit des BIP wird insgesamt tendenziell abnehmen. In armen Ländern wird sich die Modernisierung fortsetzen und damit die Bildung eines höheren Anteils der Gesamterzeugung in den Industriesektoren. Beide Überlegungen lassen auf das Fortgelten einer Beziehung schließen, bei der die Verbrauchsintensität zunächst mit steigendem Pro-Kopf-Einkommen (vielleicht rasch) zunimmt, und früher oder später mit steigendem Pro-Kopf-Einkommen (vielleicht langsam) abnimmt.

2. *Fortschritt der Technik.* Dieser spielt bei der Verbrauchsintensität eine wichtige Rolle im Sinne ihrer Senkung. Insgesamt können wir auf der ganzen Welt die Fortsetzung eines Trends erwarten, dessen Nettoeffekt darin besteht, daß mit kleineren Eingabemengen an Rohstoffen im wesentlichen dasselbe erreicht werden kann wie früher mit größeren Mengen – bessere Brennstoffnutzung, Entwicklung von Legierungen, Konstruktionsverbesserungen usw., wie das Beispiel USA zeigte.

3. *Substituierung.* Die Substituierung eines Rohstoffs durch einen anderen und natürlicher Rohstoffe durch synthetische wird weiterhin für das Wirtschaftswachstum typisch sein. Diese Kräfte werden in dem Maße fortschreiten, wie Stand der Technik, Nachfrage und Angebot gegenüber relativen Marktpreisen und staatlicher Politik zum Tragen kommen. Hierbei handelt es sich vermutlich um universelle Kräfte, obwohl besondere Umstände (z. B. die relative Bedeutung der Binnenproduktion) in manchen Weltteilen den Zeitpunkt, wenn nicht die Richtung der Strukturverschiebung bestimmen können. In der Vergangenheit trug dieser Substitutionsprozeß zu kräftigen Abwärtsbewegungen der Verbrauchsintensität bei einigen Rohstoffen und zu entschiedenen Aufwärtsbewegungen bei anderen bei. Grob gesprochen, wird die Fortsetzung dieser Trends prognostiziert, wenn auch in mäßigerem Umfang. Eine grundlegende Prämisse liegt der Art und Weise zugrunde, wie der Malenbaum-Report 1977 diese Determinanten berücksichtigt:

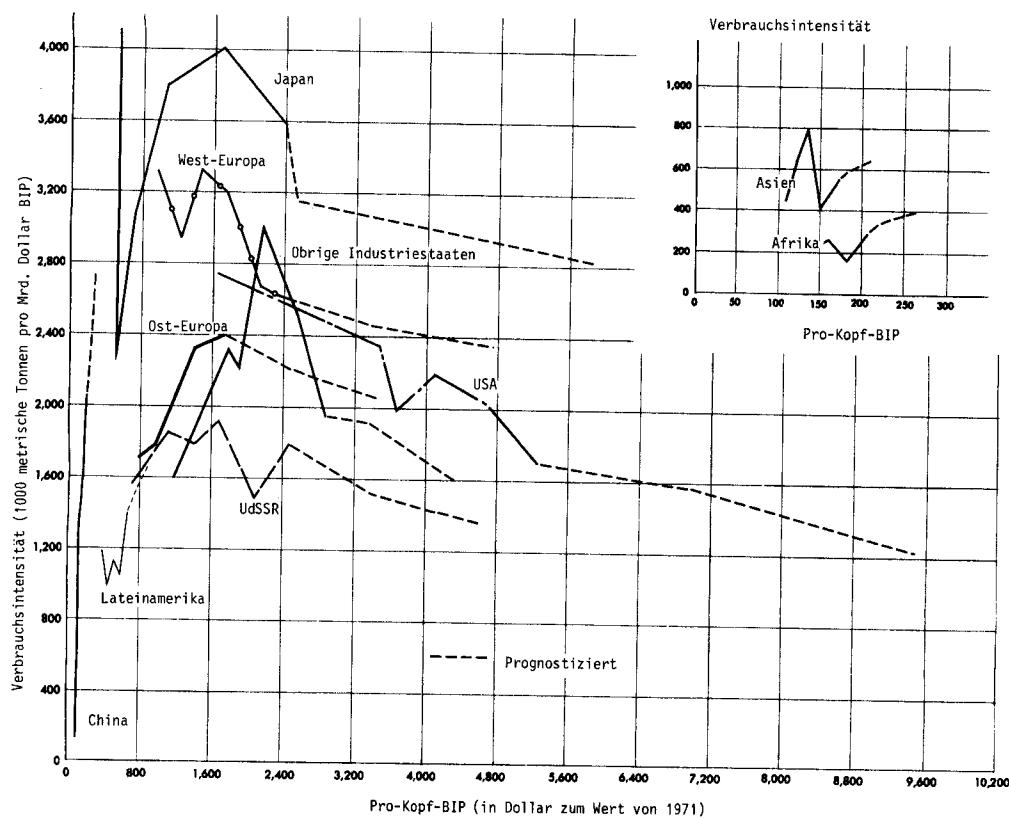


Fig. 22-2. Graphische Darstellung der Verbrauchsintensitäts-Tabelle für veredeltes Kupfer (1977) aus dem Malenbaum-Report. Durchgezogene Linien zeigen tatsächlich Werte, unterbrochene Linien prognostizierte Werte an. (»China« schließt die Mongolei, Nordkorea und Nordvietnam ein.)

»Die Entwicklung der Nation hat eine *innere Dynamik*. Das heißt, daß das langfristige Wachstum nicht durch Angebotsbeschränkungen bei irgendwelchen als Einsatzfaktoren erforderlichen spezifischen Rohstoffen beschränkt ist, noch durch irgendeine Inelastizität der Gesamterzeugung, die durch Angebot oder Nachfrage an Rohprodukten erzwungen wäre. Diese Annahme ermöglicht(e), das nationale und weltweite Wirtschaftswachstum in einen Teil des Forschungsvorhabens zu prognostizieren, ohne den im anderen Teil der Studie errechneten Rohstoffbedarf zu beachten.«

Vorhandensein und Unabhängigkeit dieser von Malenbaum beschriebenen inneren Dynamik wird damit eindeutig als Prämisse und nicht als Schlußfolgerung von Malenbaums Studie identifiziert. Die Theorie der IOU-Analyse beruht außerdem darauf, daß (1) die Länder, aus denen sich eine Region zusammensetzt, für die jede Verbrauchsintensitäts-Funktion entwickelt wird, historisch vergleichbare Volkswirtschaften in bezug auf den mineralischen Rohstoff oder das Rohprodukt erlebt haben, für das die Funktion entwickelt wird, (2) daß dieselben Länder auch vergleichbare Niveaus des Pro-Kopf-BIP gehabt haben und für den Prognosezeitraum ungefähr gleiche Wachstumsraten beibehalten werden, und (3) daß sich ihre verschiedenen Rohstoffverbrauchsraten getrennt voneinander prognostizieren lassen, ohne die Konkurrenz zwischen den Regionen oder die Substitution zwischen den Rohstoffen explizit zu berücksichtigen.

Außerdem nimmt Malenbaum an, daß Umweltgrenzen die zukünftige Verfügbarkeit von mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten nicht einschränken werden. So bemerkt z. B. der Malenbaum-Report 1977:

»Die Tatsache, daß die vorliegenden Prognosen einen 15prozentigen Abzug (gegenüber den Prognosen des Malenbaum-Reports 1972) enthalten, ist einem Urteil über das Streben des Menschen nach Fortschritt und über die Fähigkeiten zuzuschreiben, die er zu diesem Zweck entwickelt; sie kann nicht dem Gewicht einer unmittelbar bevorstehenden Erschöpfung der Rohstoff-Ressourcen oder einer Schädigung der Umwelt zugeschrieben werden.«

Doch stellt der Bericht auch fest, daß Erwartungen über Verknappung an grundlegenden Rohstoffen »zweifelloso den Menschen und die Gesellschaft ermuntert haben, durch intensiveren Materialeinsatz mit Mangelercheinungen fertig zu werden«.

Malenbaums Analyse vernachlässigt auch sozio-politische Faktoren, die die zukünftigen Verbrauchsniveaus beeinflussen können. So zum Beispiel werden Faktoren wie Verfügungsgewalt der Produzenten (z. B. eine mögliche Kartellbildung aufgrund der unregelmäßigen Weltverteilung der Ressourcen auf die einzelnen Länder) oder Handlungsunfähigkeit der Produzenten (z. B. potentielle Aufstände infolge Widerstands gegen zunehmende Umweltverschmutzung im Zusammenhang mit wachsender Montan-Industrie oder Widerstands gegen krasseste Depressionen) außer acht gelassen, wie alle potentiellen Veränderungen der internationalen Politik oder Wirtschaftsordnung. Ebenso unbeachtet bleiben Konjunkturzyklen (einschließlich ihrer entstabilisierenden Auswirkungen auf Nachfrage und Preise).

Malenbaums Analyse unterstellt weiterhin, daß der zukünftige Verbrauch an Rohstoffen und Rohprodukten unabhängig vom Preis ist, bis auf die kleine Einschränkung, daß die Preise implizit bei der Extrapolation historischer Nutzungsintensitäts-Relationen berücksichtigt werden. Soweit dies der Fall ist, wird

die Prognose gestellt, daß sie real sinken. Der Malenbaum-Report 1977 prognostiziert »eine allmähliche Abschwächung der Nachfragekräfte gegenüber den Angebotskräften« und kommt zu dem Schluß, daß »die langfristige Tendenz 1985 und 2000 daher in Richtung auf ein Sinken der Rohstoffpreise gegenüber den mit ihnen hergestellten Fertigprodukten hinauslaufen kann«.

Diese Preisvorhersage ist eine beurteilende Interpretation der Ergebnisse der IOU-Analyse im Report 1977, und keine direkte IOU-Berechnung, da die IOU-Methode keine Preise, Nachfrage- oder Angebotskurven prognostiziert. Die Preisvorhersage beruht statt dessen auf dem Vergleich vergangener Zuwachsraten des Verbrauchs an mineralischen Rohstoffen oder Rohprodukten (5-10% jährlich) mit den prognostizierten Zuwachsraten dieses Verbrauchs (3-4% jährlich) und darauf, daß eine Verringerung des Nachfragedrucks auf das Angebot eintritt, wobei diese Raten als die Summe der Nachfrage außerhalb der USA und der US-Nettoimporte errechnet wird.

Diese Preisprognose steht in unmittelbarem Widerspruch zu den Preisprognosen für mineralische Rohstoffe und Rohprodukte, die bei der Prognose der weltweiten Zuwachsraten des BSP für *Global 2000* benutzt wurden. Diese unterstellten z. B., daß die Durchschnittspreise für Kupfer und Zinn in konstanten Dollar für den Zeitraum 1975-85 jährlich jeweils um etwa 5,2 und 2,5% steigen werden. Dieser Unterschied läßt sich allerdings zum Teil wegerklären, weil die BSP-Prognosen auch höhere jährliche Zuwachsraten des Welthandels in den meisten mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten voraussetzen als der Malenbaum-Report 1977. So zum Beispiel wurde für den Handel in Bauxit, Phosphaten, Silber und Zink zusammengekommen eine Steigerung von 6,3% jährlich für den Zeitraum 1975-85 prognostiziert, während der Malenbaum-Report 1977 für denselben Zeitraum voraussagt, daß der jährliche Durchschnittsverbrauch an Primär-Aluminium um 4,2% und der von Zink um 3,3% steigen wird.

Eine der beiden grundlegendsten Verbrauchsintensitäts-Annahmen von Malenbaum – daß die UL mit fortschreitender Industrialisierung zunehmende Mengen an mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten pro Einheit des Gesamt-BIP benötigen – scheint unverträglich mit der Annahme zu sein, die den Prognosen des US-Energieministers für *Global 2000* zugrunde liegen. Die Energie-Methode von *Global 2000* ging davon aus, daß die Energie-Importe der UL (in Steinkohleeinheiten gemessen) einen festen Prozentsatz des BSP ausmachen würden.

Historische Verbrauchsintensitäts-Werte für die UL scheinen im allgemeinen Malenbaums Position zu untermauern – zumindest für Afrika (Tab. 22-5). Allerdings stellen frühere afrikanische IOU-Werte für Kobalt und Zinn bedeutende Ausnahmen von dieser Regel dar, weil sie im Zeitverlauf nicht stetig

Tab. 22-5
Statistik der Verbrauchsintensität: Afrika (ohne Südafrika), 1951-2000

(Einheiten pro Mrd. Dollar BIP, in Dollar zum Wert von 1971)

	1951-55	1961-65	1971-75	1985	2000
Primäraluminium (metrische Tonnen)	36.7	163.2	559.2	600.0	900.0
Chromerz (metrische Tonnen)	346.0	416.0	486.0	750.0	800.0
Kobalt (metrische Tonnen) ^a	13.3	12.0	9.9	10.5	11.0
Veredeltes Kupfer (metrische Tonnen)	217.8	266.7	291.4	350.0	400.0
Eisenerz (1000 metrische Tonnen)	46.4	57.9	53.2	70.0	80.0
Mangan (1000 metrische Tonnen)	3.8	4.9	6.7	7.5	8.5
Nickel (1000 metrische Tonnen)	3.9	16.0	49.4	55.0	50.0
Platingruppe (Troy Unzen)	11.0	95.0	534.0	600.0	725.0
Rohstahl (1000 metrische Tonnen)	49.3	57.6	68.9	75.0	85.0
Zinn (metrische Tonnen) ^a	46.6	64.2	21.6	60.0	55.0
Wolfram (metrische Tonnen)	2.3	1.7	9.6	10.0	10.2
Zink (metrische Tonnen)	22.9	122.0	327.5	350.0	400.0

^a Das historische Muster widerspricht der IOU-Theorie, die Extrapolation entspricht der IOU-Theorie.

^b Das historische Muster entspricht der IOU-Theorie, die Extrapolation widerspricht ihr. Daten schließen Südafrika mit ein.

^c Das historische Muster ist mehrdeutig; die Extrapolation widerspricht der IOU-Theorie; die Angabe für 1971-75 ist tentativ.

zunahmen. Außerdem scheint Malenbaum gegen seine eigene Regel zu verstoßen, wenn er afrikanische IOU-Werte für Nickel und Zinn prognostiziert, da bei den Verbrauchsintensitäts-Werten für diese Metalle eine Abnahme und nicht eine Zunahme prognostiziert wird. Eine Erklärung für diese Anomalie bietet er beim Zinn an, nicht aber beim Nickel.

Die zweite grundlegende Annahme der Verbrauchsintensität – daß die Industrienationen mit fortschreitender Entwicklung zu postindustriellen Dienstleistungswirtschaften abnehmende Mengen an mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten pro Einheit des Gesamt-BIP benötigen – wird von den BSP-

Tab. 22-6
Statistik der Verbrauchsintensität: USA, veredeltes Kupfer, 1934-75

Durchschnittswerte ^a	1934-38	1951-56	1956-61	1961-65	1966-70	1971-75
Verbrauch v. veredeltem Kupfer ^b	581.38	1298.12	1258.64	1681.26	1891.06	1886.08
BIP ^c	213.396	557.108	640.160	773.222	942.137	1122.094
Verbrauchsintensität ^d	2724.0	2330.1	1966.1	2174.4	2006.8	1680.9
Zuwachswerte ^e	1936-53	1953-58	1958-63	1963-68	1968-73	
Verbrauch v. veredeltem Kupfer ^b	716.74	-39.48	422.62	209.80	-4.98	
BIP ^c	343.712	83.052	133.062	169.095	179.777	
Verbrauchsintensität	2085.3	-475.4	3176.6	1240.7	-27.7	

^a Die Angaben sind mit derselben Genauigkeit spezifiziert wie im Malenbaum-Report von 1977.

^b Mill. metrische Tonnen.

^c Mrd. Dollar zum Wert von 1971.

^d Metrische Tonnen pro Mrd. Dollar zum Wert von 1971.

^e Der Zuwachswert für 1936-53 zum Beispiel ist gleich der Differenz zwischen dem Durchschnittswert 1951-56 und dem Durchschnittswert 1934-38.

Prognosen von *Global 2000* widersprochen. Die BSP-Methode ging davon aus, daß die Exportvolumen der UL für mineralische Rohstoffe und Metalle an die Industrienationen schneller zunehmen würden als das Wirtschaftswachstum der Industrienationen.

Historische Verbrauchsintensitäts-Werte für die Industrienationen bieten nicht so viel Unterstützung für Malenbaums Position, beispielsweise zumindest nicht im Fall des Kupferverbrauchs der USA. Tabelle 22-6 stellt die Verbrauchsintensitäts-Werte der USA an Feinkupfer sowohl bezogen auf den Durchschnitt als auch auf den relativen Zuwachs dar (der relative Zuwachs der Verbrauchsintensität läßt sich als Zuwachs des Verbrauchs mineralischer Rohstoffe geteilt durch den Zuwachs des BSP definieren – d. h., als die Menge des zusätzlichen Verbrauchs an mineralischen Rohstoffen, die mit einer zusätzlichen Einheit BSP-Zuwachs einhergeht). Zwar nehmen die durchschnittlichen Verbrauchsintensitäts-Werte im allgemeinen ab, was Malenbaums Position untermauert, doch weisen die relativen Zuwachswerte der Verbrauchsintensität keinen kontinuierlichen Rückgang auf. So könnte zum Beispiel zumindest im Fall des US-Verbrauchs an Feinkupfer der allgemeine Rückgang der Durchschnittswerte der Verbrauchsintensität seit 1936 rechnerisch damit erklärt werden, daß sie allein auf die hohe Verbrauchsintensitäts-Position der Industriebasis der USA vor 1936 zurückzuführen ist, da die Durchschnittswerte diese beherrschende Komponente immer einschließen. Sie nimmt eindeutig nicht infolge eines durchgängigen und anhaltenden Trends immer geringeren Zuwachses der auf diese Basis bezogenen Verbrauchsintensität ab.

Dies wirft natürlich Fragen darüber auf, wie weit sich anhaltende Abnahmen der durchschnittlichen Verbrauchsintensitätswerte für die Industrienationen mit Zuversicht unendlich in die Zukunft verlängern lassen. Es könnte zum Beispiel durchaus sein, daß zwar ein Zuwachs der technologischen Leistungsfähigkeit den Verbrauch an mineralischen Rohstoffen (bei fortschreitender Industrialisierung) beträchtlich senkt, doch werden diese Gewinne an Leistungsfähigkeit durch zunehmenden Einsatz der Technik in einer Industriegesellschaft (auf immer mehr Gebieten der menschlichen Tätigkeit, auf denen er früher nicht erfolgte) an irgendeinem Punkt überkompensiert. Unter diesen Umständen könnte die durchschnittliche Verbrauchsintensitätsstatistik für eine Industrienation sogar noch steigen (bei Ausbleiben von Angebotsgrenzen oder Preishemmnissen). Doch natürlich ist dies eine bloße Spekulation, die von Malenbaums Analyse weder bestätigt noch widerlegt wird, da Malenbaum keine umfassende analytische Untermauerung der Grundprämissen seiner Methode leistete.

Obwohl die IOU-Methode von der Annahme ausgeht, daß die Intensität und Quote des Verbrauchs an verschiedenen mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten innerhalb einer Region sich im Zeitverlauf verändert (in Reaktionen auf

Veränderungen der Quoten des BSP- und Bevölkerungswachstums der Region), unterstellt sie nicht, daß diese Intensitäten und Quoten sich für alle mineralischen Rohstoffe und Rohprodukte gleichmäßig verändern. Dies ist zum Beispiel aus den Prognosen für Afrika zu entnehmen, die in Tab. 22-2 dargestellt sind. In diesen Prognosen nimmt die durchschnittliche jährliche Wirtschaftswachstumsrate für Afrika für den Zeitraum 1975-2000 auf nur 70% dieser Rate des Zeitraums 1951-75 ab. Ebenfalls für den Zeitraum 1975-2000 geht die durchschnittliche jährliche Zuwachsrate der Bevölkerung auf 90% dieser Rate des Zeitraums 1951-75 zurück. Mit diesen Abnahmen geht eine breite Veränderung der Verbrauchszuwachsraten für mineralische Rohstoffe und Rohprodukte einher. Manche neuen Raten liegen um über 80% unter den vorigen (Aluminium und Platin); eine davon um 500% höher als die vorige (Zinn, eindeutig eine Ausnahme). In allen Fällen ergibt die Prognose für den afrikanischen Anteil am Weltverbrauch an mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten sehr geringe Veränderungen, wie aus derselben Tabelle hervorgeht.

Grundkomponenten

Bezogen auf die Erfordernisse von *Global 2000* erzeugt die IOU-Analyse explizite Schätzungen des zukünftigen Ressourcenverbrauchs in bezug auf mineralische Rohstoffe und Rohprodukte, die auf exogenen Schätzungen des Wirtschafts- und Bevölkerungswachstums beruhen. Wie bereits festgestellt wurde, wird für die Ressourcen im allgemeinen angenommen, daß sie unerschöpflich und zu konstanten realen Preisen verfügbar sind. Umweltfaktoren werden nicht explizit berücksichtigt.

An sich ist die Verbrauchsintensitätsanalyse ein unkompliziertes Rechenverfahren zur Verwendung von IOU-Werten (die die Intensität schätzen, mit der mineralische Rohstoffe oder Rohprodukte in einem bestimmten Land oder einer Region bezogen auf das Pro-Kopf-BIP-Niveau verbraucht werden) bei der Umrechnung exogener BSP- und Bevölkerungsprognosen in Prognosen über Verbrauch an mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten. Solche Tabellen ließen sich für jeden Rohstoff oder jedes Rohprodukt für beliebige Länder oder Regionen entwickeln. Doch sind die einzigen IOU-Werte, die gegenwärtig von Experten der US-Bergbaubehörde als aktuell und brauchbar betrachtet werden, die im Malenbaum-Report 1977 enthaltenen. Dieser Report enthält IOU-Werte für die folgenden 12 mineralischen Rohstoffe und Rohprodukte, die dem Report zufolge zusammengekommen 80-90% des Werts der Weltgesamtproduktion an mineralischen Rohstoffen ausmachen sollen:

Tab. 22-7
Verbrauch von mineralischen Rohstoffen und Rohprodukten: Afrika (ohne Südafrika), 1951-2000

	Durchschnittlicher Jahreszuwachs in %			Anteil am gesamten Weltverbrauch in %			
	1951-75	1975-85	1985-2000	1953 ^a	1973 ^b	1985	2000
Rohstoffe:							
Primäraluminium	20.5	4.0	6.2	—	.3	.3	.4
Chromerz	8.8	4.2	3.7	.3	.7	.8	.9
Kobalt	3.6	3.9	3.7	3.8	3.0	3.1	3.4
Veredeltés Kupfer	6.7	4.9	4.3	.2	.3	.3	.4
Eisenerz	6.0	6.2	3.8	.8	.9	1.3	1.5
Mangan	8.2	4.4	4.2	1.1	2.4	2.7	3.1
Nickel ^c	19.8	4.3	2.7	—	.7	.8	.8
Platingruppe	27.4	4.3	4.7	—	.7	.7	.9
Rohstahl	6.9	4.0	4.3	.6	.8	.9	1.1
Zinn	1.2 ^d	12.9 ^d	7.0	.8	.7 ^d	2.3	2.5
Wolfram	12.8	3.8	3.4	.3	1.7	1.8	2.0
Zink	20.4	3.6	4.3	0	.4	.5	.6
Wirtschaftswachstum:							
Malenbaum '77 (BIP)	5.1	3.5	3.3	1.6	1.8	1.8	1.8
Global-2000-Studie (BSP)	—	5.5	4.6	—	2.1 ^e	2.4	2.9
Bevölkerungswachstum:							
Malenbaum '77	2.4	2.7	2.2	8.4	9.2	10.0	10.7
Global-2000-Studie	—	2.9	2.9	—	9.1 ^e	10.2	12.0

^a Durchschnitt der Werte von 1951-55.

^b Durchschnitt der Werte von 1971-75.

^c Einschließlich Südafrika.

^d Malenbaum vermerkt, daß die Angaben für Zinn (1971-75) tentativ sind.

^e 1975.

Aluminium	Kupfer	Nickel	Zinn
Chrom	Eisen	Platin	Wolfram
Kobalt	Mangan	Stahl	Zink

Jeder IOU-Wert liefert getrennte IOU-Kurven für jedes der folgenden 10 Länder oder Ländergruppen, genau wie die IOU-Werte im Malenbaum-Report 1972:

- Afrika (außer Südafrika)
- Asien (außer Israel, Japan, China und den unten zusammen mit China aufgeführten Ländern)
- China, Mongolei, Nordkorea, und Nordvietnam
- Osteuropa (Länder des Sowjetblocks plus Albanien und Jugoslawien)
- Japan
- Lateinamerika
- USA (einschl. Puerto Rico und anderer überseeischer Inseln der USA)
- UdSSR
- Westeuropa (d. h. die westeuropäischen Mitglieder der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, OECD)
- Sonstige Industrienationen (Australien, Kanada, Israel, Neuseeland und Südafrika)

Eine geographische Darstellung der Methode, die diesen Prognosen zugrunde liegt, wird auf einer der Farbkarten zur Veranschaulichung der Erörterung des Weltmodells der Regierung in Kap. 14 gegeben.

Grundlegende Verfahren

Sofern eine Tabelle für IOU-Relationen vorliegt, wird die nachstehende Schrittfolge bei Durchführung einer IOU-Analyse und neuer, exogener Prognosen über BSP und Bevölkerung beachtet:

1. Beschaffung eines vorhandenen IOU-Werts, in dem die Menge (eines mineralischen Rohstoffs oder Rohprodukts) pro Einheit des regionalen BSP, die wahrscheinlich innerhalb dieser Region verbraucht wird, in Beziehung zum Pro-Kopf-BSP dieser Region gesetzt wird.

2. Beschaffung von exogenen regionalen (a) BSP- und (b) Bevölkerungsprognosen für das gewünschte Prognosejahr, und Berechnung des regionalen Pro-Kopf-BSP für dieses Jahr. Diese exogenen Prognosen müssen mit den zur Erstellung der Verbrauchsintensität-Tabelle verwendeten BIP- und Bevölkerungsdaten verträglich sein.

3. Bestimmung des entsprechenden IOU-Werts (in Wareneinheiten pro Einheit des Gesamt-BIP ausgedrückt) für das soeben errechnete regionale Pro-Kopf-BIP-Niveau aus der IOU-Tabelle, wobei erforderlichenfalls interpoliert oder extrapoliert wird.

4. Multiplizierung dieses IOU-Werts durch das exogen geschätzte regionale Gesamt-BIP für dieses Jahr zur Errechnung des geschätzten regionalen Verbrauchs an mineralischen Rohstoffen oder Rohprodukten für das gewünschte Prognosejahr.

Nachstehend ein Beispiel dafür, wie der Malenbaum-Report 1977 den Kupferverbrauch Afrikas für das Jahr 2000 prognostizierte:

1. Man schlage das IOU-Diagramm für Kupfer in Fig. 22-2 auf.

2. Man lege eine jährliche Zuwachsrate des afrikanischen BIP von 3,4% und eine jährliche Zuwachsrate der Bevölkerung Afrikas von 2,4% für den Zeitraum 1975-2000 zugrunde. Dies ergibt für das Jahr 2000 ein Gesamt-BIP Afrikas von 178 Mrd. Dollar (gerechnet in konstanten Dollar von 1971), und eine afrikanische Bevölkerung von 680 Millionen im selben Jahr. Das Pro-Kopf-BIP beträgt somit 262 Dollar.*

3. Aus Fig. 22-2 kann bei Annahme eines Pro-Kopf-BIP von 262 Dollar für Afrika entnommen werden, daß der entsprechende IOU-Wert für dieses Pro-

* Die Berechnung im Malenbaum-Report 1977 schätzte, daß das jährliche Durchschnitts-BIP Afrikas für den Zeitraum 1971-75 71 Mrd. Dollar betrug; ein Wirtschaftswachstum von 3,4% jährlich wurde dann für 27,5 Jahre berechnet; dieselbe Berechnung wurde für die Bevölkerung angestellt. Ungefähr vergleichbare Berechnungen unter Verwendung der mittleren Prognosen von *Global 2000* würden ein BSP-Niveau für Afrika von 427 Mrd. Dollar zu konstanten Dollar von 1975, einen Bevölkerungsstand von 497 Millionen und ein daraus resultierendes Pro-Kopf-BSP von 859 Dollar im Jahr 2000 prognostizieren.

Kopf-BIP-Niveau ungefähr 400 metrische Tonnen pro Milliarde Dollar des BIP beträgt.*

4. Man multipliziere das exogen geschätzte Gesamtniveau des afrikanischen BIP (178 Mrd. Dollar) mit dem umgerechneten IOU-Wert (400 metrische Tonnen auf 1 Mrd. Dollar BIP), um den geschätzten afrikanischen Verbrauch an Reinkupfer im Jahre 2000 (71 000 metrische Tonnen) zu erhalten.**

Bei Fehlen einer Tabelle von IOU-Beziehungen gibt es anscheinend für die Erstellung neuer IOU-Tabellen keine expliziten Regeln außer der, mit der graphischen Darstellung historischer Erfahrungen anzufangen und dann nach eigenem Urteil weiterzumachen. Im Falle der in Fig. 22-2 gezeigten Kupfertabelle werden mehrere Faktoren im Malenbaum-Report 1977 als Einflußfaktoren für die Art und Weise aufgeführt, wie die historischen Beziehungen für die verschiedenen Industrienationen und UL extrapoliert worden sind. Diese Faktoren erklären jedoch nicht, warum die extrapolierten IOU-Kurven linear sind, warum sie jeweils das dargestellte Gefälle haben oder warum es zwischen den Industrienationen oder den UL besondere Variationen gibt. Die im Malenbaum-Bericht 1977 zitierten primären Erklärungsfaktoren sind die folgenden:

Der Kupferverbrauch wird meistens vom Substitutionspotential anderer Metalle, insbesondere des Aluminiums, bei dauerhaften Verbrauchsgütern, im Bauwesen, im Automobilbau und besonders in der Elektrizitätsübertragung beeinflusst . . . Zum größten Teil sind diese Verdrängungen in einer bestimmten Installation irreversibel.

Die Preise von Aluminium und Plastik wurden von den Energie- und besonders von den Erdölpreisen negativ beeinflusst . . . Aus diesen und vielleicht anderen noch nicht klaren Gründen scheint sich der Kupferverbrauch stabilisiert zu haben.

Die [prognostizierten] Abnahmen [der Verbrauchsintensität von Kupfer] in reichen Ländern sind mittleren Umfangs.

Bis jetzt gibt es nur wenig Anhaltspunkte für eine rasche Flucht aus dem Kupfer, die die Zunahme der Verbrauchsintensität armer Länder für Kupfer bremsen würden.

Die jeweilige Anwendung der IOU-Theorie bei der Erstellung von IOU-Tabellen ist bei einigen anderen Metallen und Rohprodukten noch weniger klar. So zum Beispiel weichen die bei der im Malenbaum-Bericht 1977 abgedruckten

* Es wäre irreführend, die BSP-Prognosen von Global 2000 auf die Graphik in Fig. 22-2 zu übertragen, da die für die Erstellung der Graphik verwendeten historischen Zahlen (in der verfügbaren Zeit) mit den von *Global 2000* verwendeten BSP-Zahlen nicht verträglich gemacht werden konnten.

** Dies stellt 0,4% des Weltkupferverbrauchs im Jahre 2000 gegenüber 0,3% im Jahre 1973 dar – jedoch eine 76prozentige Zunahme des afrikanischen Pro-Kopf-Kupferverbrauchs über den Zeitraum 1973-2000 (auf 0,1 kg pro Person im Vergleich zum Weltdurchschnitt 2000 von 0,3 kg pro Person).

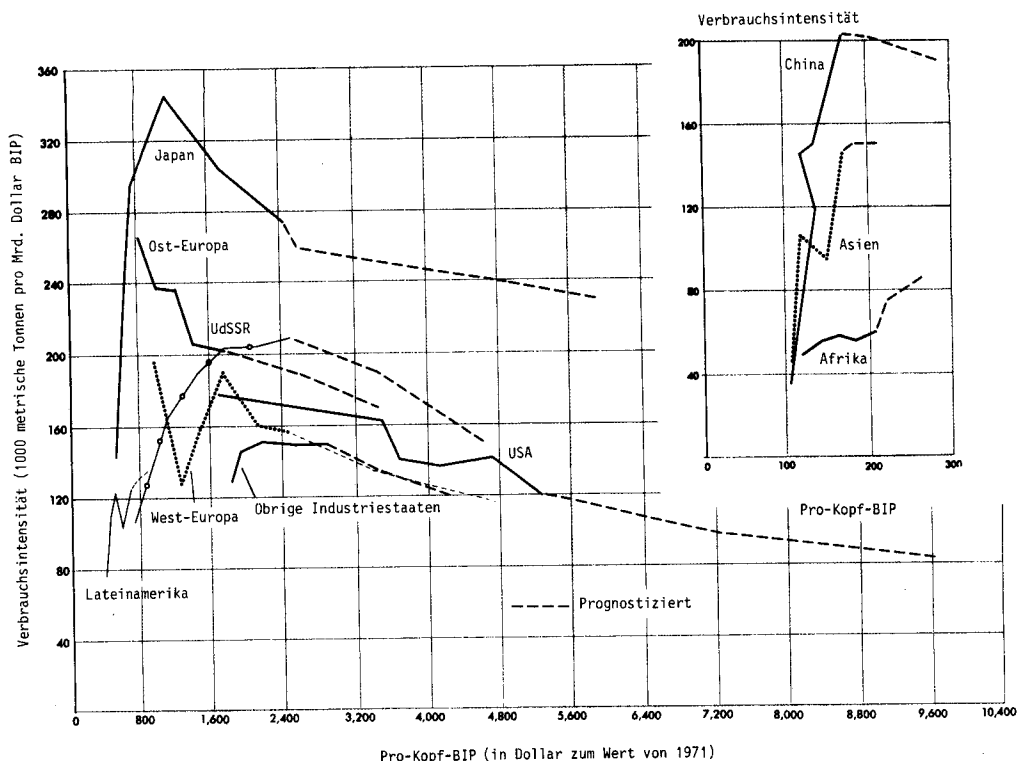


Fig. 22-3. Graphische Darstellung der Verbrauchsintensitäts-Kurve für Rohstahl aus dem Malenbaum-Report. Durchgezogene Linien zeigen tatsächliche Werte, unterbrochene Linien prognostizierte Werte an. (*»China«* schließt die Mongolei, Nordkorea und Nordvietnam ein).

Verbrauchsintensitätstabelle für Stahl prognostizierten IOU-Relationen in vielen Fällen drastisch von der historischen Erfahrung ab, wie aus Fig. 22-3 hervorgeht.

Wie beim Kupfer wurden mehrere Faktoren zur Erklärung der Art und Weise zitiert, wie die historischen IOU-Relationen für Stahl für die verschiedenen Industrienationen und UL extrapoliert worden sind. Doch erklären diese Faktoren nicht, warum abrupt sinkende IOU-Relationen (bei steigendem Pro-Kopf-BIP) für China geschätzt wurden. Ebenso wenig erklären sie, warum plötzliche und etwas weniger abrupte Trendumkehrungen nach unten für die

UdSSR und für »sonstige Industrienationen« in krassem Gegensatz zur historischen Erfahrung in diesen Regionen geschätzt wurden. Wie beim Kupfer erklären sie auch nicht, warum die extrapolierten IOU-Kurven linear sind, warum sie das jeweils dargestellte Gefälle aufweisen oder warum unter den Industrienationen oder unter den UL bestimmte Variationen auftreten. Im Malenbaum-Report 1977 werden folgende Erklärungsfaktoren zitiert:

Substitutions- und Verdrängungskräfte spielen . . . eine wichtige Rolle bei der Senkung der IOU für Stahl in Industrienationen, vermutlich schon seit den frühen fünfziger Jahren. Auf der einen Seite erfolgte eine kontinuierliche technische Innovation, angefangen vom Bergbau (Rösten und Anreichern von Eisenerz) über die Stahlherstellung (Sauerstoffkonverter, Siemens-Martin-Öfen) bis zu den Fertigerzeugnissen (Legierungen, Leichtbauweise). Auf der anderen Seite erfolgten Einbrüche durch Ersatzmaterialien, vor allem Beton, Plastik und besonders Aluminium.

Es wird erwartet, daß diese technologischen Kräfte in den armen Ländern ebenso auftreten, aber mit geringerem Gewicht als in den heutigen reichen Ländern. Zwar sind Schmiedeprozesse in der Bedeutung überall zurückgegangen, und Wasserkraft und niedrige Kapitalkosten fördern in einigen armen Ländern elektrische Schmelzöfen und direkte Reduktionsmethoden, doch bleiben die Aussichten für die parallele Anwendung neuer Methoden für das nächste Jahrzehnt und die nächste Generation sehr viel geringer. Alternative Produkte machen weniger Konkurrenz, das Angebot an Stahlschrott ist geringer, Eisenerz wird häufig im Tagebau gefördert: derartige Überlegungen wiegen zugunsten eines niedrigeren technologischen Horizonts in vielen Ländern für die Jahre bis 1985 und 2000. Für die IOU-Relationen wird daher für diese Jahre ein höheres Niveau prognostiziert.

Der schwierigste Fall der Anwendung für Verbrauchsintensitätstheorie ist die Entwicklung von IOU-Diagrammen für Aluminium. Aluminium ist das einzige wichtige Rohprodukt, dessen historische IOU-Relationen nicht wie andere die Struktur eines kopfstehenden U aufweisen. In Übereinstimmung mit der IOU-Theorie wurden die extrapolierten IOU-Relationen für Aluminium im Malenbaum-Report 1977 mit beträchtlich geringerem Gefälle geschätzt, als dies aus der historischen Erfahrung allein zu schließen wäre (vgl. Fig. 22-4).

Wie bei Kupfer und Stahl werden mehrere Faktoren zitiert, um zu erklären, wie die historischen IOU-Relationen für Aluminium für die verschiedenen Industrienationen und UL extrapoliert worden sind. Doch wird nicht explizit quantitativ dargelegt, in welchem Umfang die erwähnten höheren Energiepreise (wieviel höher, wird nicht angegeben) den Erwartungen zufolge die Aluminiumpreise beeinflussen werden. Auch gibt es keine quantitative Darstellung des Umfangs, in dem höhere Aluminiumpreise den Erwartungen zufolge das Verbrauchsniveau

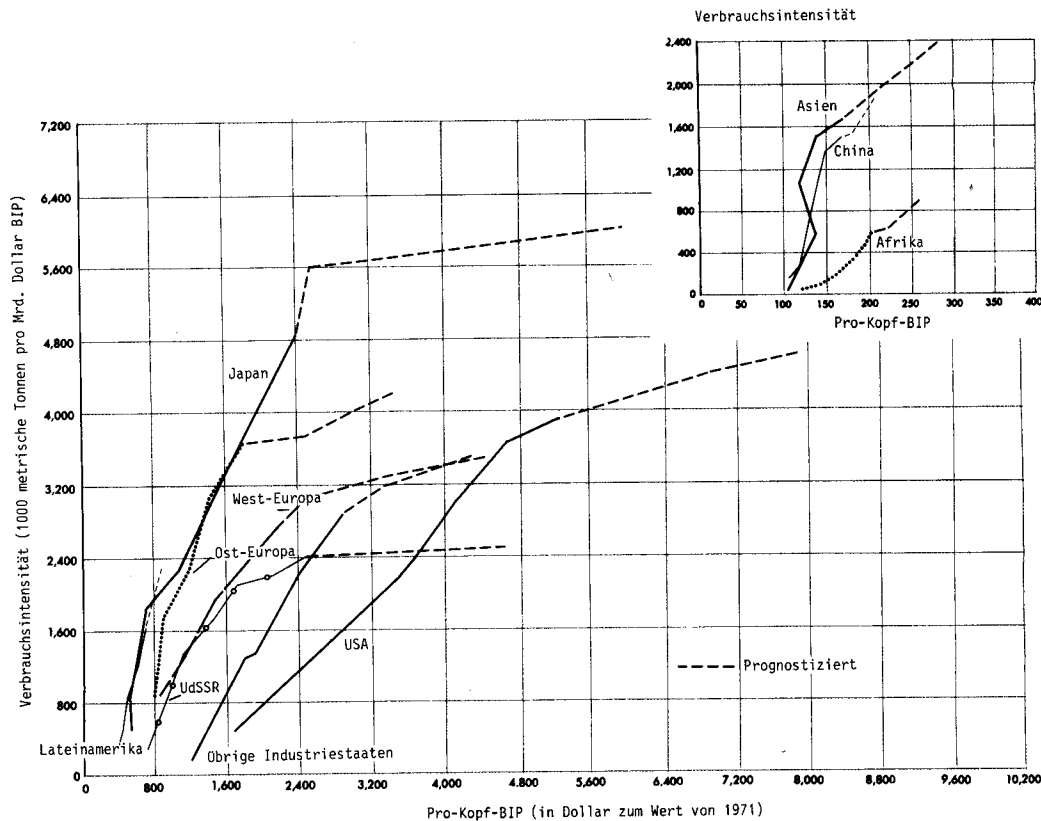


Fig. 22-4. Graphische Darstellung der Verbrauchsintensitäts-Tabelle für Primäraluminium (1977) aus dem Malenbaum-Report. Durchgezogene Linien zeigen tatsächliche Werte, unterbrochene Linien prognostizierte Werte an. (»China« schließt die Mongolei, Nordkorea und Nordvietnam ein).

senken werden, entweder durch Verzicht, bessere Ausnutzung oder durch Substitution durch andere Rohprodukte. Eine explizite quantitative Darstellung fehlt auch in bezug darauf, wie weit abnehmende IOU-Werte für Kupfer und Stahl in den Industrienationen durch Aluminium-Substitution (die die zunehmenden IOU-Werte für Aluminium in den Industrienationen erklären könnte) und nicht durch den Übergang von Industrienationen ins postindustrielle Stadium (der eine grundlegende Prämisse der IOU-Theorie ist) zu erklären ist. Diese allgemeineren

Annahmen werden im Malenbaum-Bericht 1977 nicht im einzelnen erörtert, wenn auch unter anderem die folgenden Argumente vorgebracht werden:

Es bleibt ein eindrucksvoller und immer noch größer werdender technischer Bereich für Aluminium als Ersatz für Eisenerz, Nickel, Zinn und Zink bei der Metallproduktion, und für Metallwaren aus Stahl und Kupfer . . . (insbesondere im Hinblick auf) die expandierende Rolle von Aluminium bei der Energieübertragung. In den meisten Teilen der Welt werden Bau- und Transportwesen (besonders Automobilbau) und ein breiter werdender Fächer von Konsumgütern zu großen Aluminiumverbrauchern.

Der rasche Zuwachs der Verbrauchsintensität von Aluminium in armen Ländern geht einher mit einem hohen Einkommenseffekt bei fortschreitender Entwicklung (oder zumindest Industrialisierung dieser Volkswirtschaften, ergänzt durch einen im allgemeinen positiven Substitutionseffekt. Indessen gibt es bis jetzt (in den unterentwickelten Ländern) wenig Anhaltspunkte für eine rasche Flucht aus dem Kupfer . . . Die Aussichten für Kupfer und besonders die ungewissen Preisaussichten für Aluminium im Verlauf der nächsten energieknappen Jahrzehnte sind mit der Extrapolation verträglich.

Für die reichen Nationen werden negative Einkommenseffekte durch Substitution mehr als kompensiert. Es ist schwer, sich einen Wendepunkt für die Verbrauchsintensität von Aluminium vorzustellen.

23 Technologie

Keine Regierungsbehörde hat die alleinige Zuständigkeit für die Entwicklung konsistenter Annahmen über das zukünftige Tempo des technologischen Wandels zur Verwendung in offiziellen Prognosen. Das Office of Science and Technology Policy und das Office of Technology Assessment sind jeweils dafür zuständig, den Präsidenten und den Kongreß über bestimmte Technologieaspekte zu beraten und wahrscheinliche soziale und wirtschaftliche Auswirkungen abzuschätzen. Keine Bundesbehörde arbeitet anderen Behörden routinemäßig zu bei der Erstellung konsistenter Annahmen über das zukünftige Tempo des Wandels der Technik, die für offizielle quantitative Prognosen verwendet würden. Infolgedessen erarbeiteten die mit Beiträgen an der vorliegenden Studie beteiligten Behörden gegebenenfalls eigene Annahmen, als sie ihre Prognosen entwickelten.

Zwar hat jede Behörde bei der Prognose anderer Variablen von Interesse im Laufe der Jahre technologische Annahmen zugrunde gelegt, doch gibt es keine genaue definierte Geschichte technologischer Prognosen, und ebensowenig wird eine anerkannte Methode dafür allgemein angewandt. Natürlich sind bei den Bundesbehörden zur Prognose des Tempos des Wandels der Technik verschiedene Methoden in Gebrauch, die auf den Zahlen für öffentliche und private Aufwendungen zur Forschung und Entwicklung, auf früheren Raten des technologischen Wandels und auf anderen Faktoren beruhen, doch weil diese Prognosen nicht von einer konsistenten Annahmenreihe ausgehen, können ihre Methoden nicht zusammengekommen zur Bewertung relativer Auswirkungen verschiedener Niveaus öffentlicher und privater Investitionen für Forschung und Entwicklung herangezogen werden.

Entscheidende Analysemethoden

Vier grundlegende Methoden zur Bestimmung von Richtung und Tempo der Entwicklung und Einführung neuer Technologien wurden von den Behörden in ihren Beiträgen zu *Global 2000* verwandt: implizite und explizite endogene Berechnungen, und implizite und explizite exogene Berechnungen.

Implizite endogene Berechnungen

Fast alle Prognosen von *Global 2000* beruhen in beträchtlichem Umfang auf historischen Relationen (z. B. in Form von Regressionsgleichungen), die implizit historische Raten des technologischen Wandels enthalten. Indem sie bei ihren Zukunftsprognosen eine Fortsetzung dieser historischen Relationen zugrunde legten, unterstellten die Behörden implizit, daß der technologische Wandel weiterhin wie in der Vergangenheit zur Korrelation von Variablen beitragen wird.

Vier explizite quantitative Methoden zur Erstellung von Prognosen für *Global 2000* machten besonders umfangreichen Gebrauch von historischen Relationen: Das SIMLINK(SIMulated trade LINKages)-Modell bei den BSP-Prognosen; das IEES(International Energy Evaluation System)-Modell bei den Energieprognosen; das GOL(Getreide, Ölsaaten, Viehbestands)-Modell bei den Prognosen über Nahrungsmittel und Landwirtschaft; und die vom Bureau of Mines bei den Prognosen über nicht-energetische Mineralien verwendeten Regressionsgleichungen. Die Prognose historischer Raten des technologischen Wandels ist auch implizit in den weniger systematischen Verfahren enthalten, z. B. in dem Verfahren zur Entwicklung der Umweltprognosen.

Ein Beispiel dafür, wie ein systematisch formuliertes Modell implizite endogene Berechnungen über Raten des technologischen Wandels anstellt, wird durch die Art und Weise gegeben, wie die BSP-Prognosen Annahmen über die Produktivität neuer Kapitalinvestitionen einbeziehen – Annahmen, in denen implizit Faktoren enthalten sind, die mit dem technologischen Wandel zusammenhängen. In dem zur Erstellung der BSP-Prognosen benutzten SIMLINK-Modell werden lineare Gleichungen verwendet, um die Relation zwischen neuen Bruttoinvestitionen und dem Gesamt-BSP für jede UL-Gruppe zu ermitteln. Ein variabler Zuwachs des Kapitalkoeffizienten (als ob Neuinvestitionen in Relation zum BIP-Zuwachs stünden anstatt zum Gesamt-BIP) kann aus den Ergebnissen des Modells abgeleitet werden. Ein derartiger Zuwachs des Kapitalkoeffizienten liefert ein Maß für die impliziten Annahmen in bezug auf Veränderungen der Produktivität des Investitionskapitals, die mit einer zusätzlichen Einheit des BIP einhergehen. Diese Veränderungen sind auf zahlreiche Faktoren zurückzuführen, unter denen implizit prognostizierte Raten des technologischen Wandels enthalten sind.

Für fast alle UL-Gruppen wird prognostiziert, daß der Kapitalzuwachskoeffizient im Zeitraum 1977-85 zwischen ungefähr 5 bis 40% zurückgeht, was auf größere Zunahmen der Produktivität des Investitionskapitals hinweist. So z. B. gehen die BSP-Prognosen davon aus, daß bei der UL-Gruppe »sonstiges Südasien« (bei der der Zuwachs des Kapitalkoeffizienten von ungefähr 4,1 auf

2,5% abnimmt) davon ausgegangen werden kann, daß eine bestimmte Investition 1985 60% mehr BIP-Zuwachs (in konstanten Dollar) erbringt als 1977.

Explizite endogene Berechnungen

Manche Prognosen verwenden explizit angegebene Kostenfaktoren im Zusammenhang mit den explizit angegebenen maximalen Marktdurchdringungsraten. Besonders das IEES-Modell macht ausführlichen Gebrauch von endogenen Berechnungen über die Entwicklung und Verbreitung verschiedener Energietechnologien, die derzeit nicht sehr verbreitet sind. So z. B. wird beim IEES-Modell die Verbreitungsrate von Kohlevergasungstechnologien explizit endogen berechnet. Zunächst wird ein maximales Verbreitungsniveau exogen für jedes gewünschte Prognosejahr angegeben. Für 1985 ist dieses Maximalniveau für Kohle- und Kohlevergasungstechnologien doppelt so hoch angesetzt wie das Produktionsniveau 1975, und für 1990 dreimal so hoch.

Sodann berechnet das Modell endogen für jede im Modell dargestellte Region die Konkurrenzfähigkeit dieses synthetischen Gases in Relation zu alternativen Brennstoffen.

Die im Modell dargestellten Elektrizitätskraftwerke, die Kohlegas verbrennen, können ebenso Erdgas und bisweilen andere Brennstoffe einsetzen. Das Modell prognostiziert, daß sie den Brennstoff benutzen, der das weltweite Energieerzeugungssystem mit den geringsten Kosten belastet. Dies ist wegen der Wirkungsgradverluste und zusätzlichen Transportkosten beim Vergasungsprozeß nur in seltenen Fällen Kohlegas. Die Nachfrage nach dem Gas aus anderen Sektoren kann stets mit anderen Brennstoffen befriedigt werden und wird wahrscheinlich wachsen, aber dennoch klein bleiben. Infolgedessen erreicht die Verbreitung von Kohlevergasungs-Technologien selten das angegebene Maximalniveau.

Implizite exogene Berechnungen

Alle Methoden für die Erstellung der Prognosen für *Global 2000* machen umfangreichen Gebrauch von der Korrektur von Eingabedaten des Modells durch Beurteilung. Häufig sind in diesen Beurteilungen Prognosen über zukünftige Raten des technologischen Wandels implizit enthalten. So z. B. schließen die Bevölkerungsprognosen Eingabedaten (Annahmen über Sterblichkeit und Fruchtbarkeit) ein, die auf den Erwartungen der Bevölkerungsstatistiker im Hinblick auf die Entwicklung und Verbreitung von Techniken zur medizinischen Versorgung und Geburtenkontrolle beruhen. Diese Annahmen finden dann in den Berechnungsverfahren des Modells ihren zahlenmäßigen Ausdruck.

Bei den Prognosen des US-Census Bureau beispielsweise beruhen diese

prognostizierten Fruchtbarkeitsdaten auf der Annahme, daß die UL im Zeitraum 1975-2000 weiterhin mittlere Fortschritte in ihrer sozialen und ökonomischen Entwicklung machen. In dem Maße wie die soziale und ökonomische Entwicklung der UL Fortschritte macht, wird erwartet, daß das Fruchtbarkeitsniveau mehr oder weniger stetig abnimmt, wobei allerdings zeitweilige Plateaus auftreten können. Diese Abnahme ist auf zahlreiche Faktoren zurückzuführen, darunter die zunehmende Verbreitung von Techniken zur Geburtenkontrolle in dem Maße, wie Methoden der Familienplanung bekannter werden und von Ehepaaren akzeptiert werden, die weniger Kinder haben wollen.

Infolge dieser impliziten Annahmen über die Verbreitungsraten des technologischen Wandels im Zeitraum 1975-2000 wird für die Fruchtbarkeitsraten in Bangladesch ein Rückgang von 39% prognostiziert. In Mexiko beträgt der prognostizierte Rückgang für denselben Zeitraum 37%, und in der VR China 38%. Bei den Prognosen des Community and Family Study Center der Universität Chicago ist der Rückgang der Fruchtbarkeitsraten allgemein sogar noch größer.

Explizite exogene Berechnungen

Einige Prognosen verwenden zur expliziten Erfassung der Auswirkungen des technologischen Wandels exogene Zeittrendvariablen. Koeffizienten für diese Variablen sind im allgemeinen von den statistischen Meßwerten historischer Daten abgeleitet, obwohl auch diese größeren Korrekturen durch Beurteilung unterzogen werden. Besonders das GOL-Modell macht bei Erstellung der Nahrungsmittelprognosen umfangreichen Gebrauch von dieser Methode zur expliziten Modellbildung für den technologischen Wandel.

Von unerklärten Abweichungen der historischen Erträge von den durch die Regressionsgleichungen des Modells implizierten wird angenommen, daß sie dem technologischen Wandel sowohl bei Entwicklung als auch bei Verbreitung dieser Technologien zuzuschreiben sind. Diese historisch abgeleiteten Raten dienen sodann als Grundlage für die Prognosen zukünftiger Veränderungen. Um den zukünftigen technologischen Wandel zu prognostizieren, fügen die Analytiker Koeffizienten für zeitabhängige Variablen in die Ertragsgleichungen des Modells ein. Größere Korrekturen an den historischen Regressionskoeffizienten werden von fachkundigen Analytikern vorgenommen, um zu gewährleisten, daß das Modell von ihnen als annehmbar erachtete Ergebnisse bringt.

Im Fall der Weizenproduktion in der Niedrigeinkommensregion Afrika und im Mittleren Osten wird z. B. ein Koeffizient auf eine Zeittrend-Variable angewandt, um den Zuwachs der Weizenproduktion zu prognostizieren, der auf den kombinierten Einfluß der Trendentwicklung und der technologischen Entwick-

lung zurückzuführen ist. Mehr als 50% des Zuwachses der Weizenproduktion in dieser Region im Zeitraum 1970-85 ist auf diesen Faktor zurückzuführen, und ein noch größerer Prozentsatz im Zeitraum 1985-2000.

Grundprinzipien

Obwohl zahlreiche verschiedene Methoden von den Behörden bei der Entwicklung ihrer Annahmen über Technologie verwendet werden, können ein paar Verallgemeinerungen über den theoretischen Ansatz gemacht werden.

Im allgemeinen unterstellen die Behörde eine Fortsetzung vergangener technologischer Trends ohne überraschende Entwicklungen. So z. B. wird für die raschen Veränderungen im Zusammenhang mit der Grünen Revolution der 60er Jahre prognostiziert, daß sie sich ohne Abschwächung bis zum Jahre 2000 fortsetzen. Keine der Prognosen unterstellt, daß irgendwelche heute noch nicht erfundenen Technologien bis zum Jahr 2000 verfügbar und weit verbreitet sind. Alle Prognosen gehen davon aus, daß derzeit zulässige Techniken im Jahr 2000 immer noch zulässig sind (z. B. daß kein krebsverursachende Wirkung der Pille festgestellt wird oder Insekten keine weitere Immunität gegenüber Pestiziden entwickeln).

Die zahlreichen Faktoren, die das Tempo direkt beeinflussen, mit dem der technologische Wandel und die damit zusammenhängenden Wirkungen eintreten, werden gewöhnlich nicht explizit berücksichtigt. So z. B. werden die verschiedenen für die Entwicklung und weite Verbreitung größerer technologischer Veränderungen erforderlichen institutionellen Bedingungen für Ressourcen, Weltwirtschaft und Gesellschaft selten explizit analysiert. Statt dessen setzen die Prognosen einfach implizit voraus, daß diese Bedingungen in Zukunft keine Barriere gegen die Fortsetzung vergangener Raten des Wandels sind. In ähnlicher Weise werden die Folgen der Entwicklung und Verbreitung neuer Technologien für Ressourcen, Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft ebenfalls selten explizit analysiert. Doch gehen die meisten Prognosen implizit davon aus, daß die Auswirkungen des technologischen Wandels auf die in den Prognosemodellen dargestellten Variablen solchen Auswirkungen in der Vergangenheit ähneln werden.

Grundkomponenten

Die Verfahren zur Auswahl der Indikatoren und Variablen zur Darstellung des technologischen Wandels sind nicht konsistent. Bei der expliziteren quantitativen Methoden konzentrieren sich die gewählten Verfahren tendenziell auf Variablen von traditionellem Interesse und nicht auf solche, die in Zukunft interessant sein dürften. So konzentrieren sich beispielsweise die technologischen Variablen für die Entwicklung der Nahrungsmittelprognosen in erster Linie auf Hektarerträge (und befassen sich nicht mit technologischen Indikatoren im Zusammenhang mit dem Wasser- und Energiebedarf pro Produktionseinheit). Dagegen konnten die nicht-quantitativen Prognosen neuere Überlegungen zum Tempo des technologischen Fortschritts berücksichtigen.

Der geographische Schwerpunkt der Technologieprognosen richtet sich nach der jeweiligen Prognose. Die meisten mathematischen Prognosen (Energie, Nahrungsmittel, Bevölkerung, BSP und nichtenergetische Mineralien) korrigieren ihre Meßverfahren für den technologischen Fortschritt für die jeweilige geographische Region. Doch unterstellt das in *Global 2000* zur Erstellung von Weltprognosen über die bei Energieveredlungsprozessen anfallenden Rückstände und Umweltschmutzstoffe die vollständige und einheitliche weltweite Übernahme der neuen US-Emissionsrichtlinien bis zum Jahr 1985.

Dokumentation und Validierung

Gegenwärtig ist keine veröffentlichte Dokumentation der Methoden der Behörden zur Prognose des Tempos des technologischen Wandels erhältlich. Die Behörden stellten keine mathematischen Validitätsüberprüfungen der Technologieprognosen an.
