

Siebert, Horst

Article — Digitized Version

Simulation als Informationsinstrument der Wirtschaftspolitik

Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft

Provided in Cooperation with:

Kiel Institute for the World Economy – Leibniz Center for Research on Global Economic Challenges

Suggested Citation: Siebert, Horst (1970) : Simulation als Informationsinstrument der Wirtschaftspolitik, Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, ISSN 0044-2550, Mohr, Tübingen, Vol. 126, Iss. 3, pp. 409-426

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/3595>

Standard-Nutzungsbedingungen:

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

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

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

Terms of use:

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

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

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

Simulation als Informationsinstrument der Wirtschaftspolitik*

von

HORST SIEBERT

Mannheim

Simulation ist ein Verfahren zur Repräsentation und Reproduktion des Verhaltens von Systemen in der Zeit¹. Sie ermöglicht es, Prozesse der Realität vorzutäuschen und an Hand dieser vorgeschützten Prozesse die Wirklichkeit zu untersuchen. Ein solches Imitieren der Realität ist als Analyse-methode immer dann vorteilhaft, wenn das Studium des Verhaltens der realen Systeme unmöglich ist, sehr hohe Kosten verursacht oder zu lange dauert². So wird die Simulation etwa in den Ingenieurwissenschaften angewandt, wenn Weltraumflüge im Simulator vorempfunden werden, wenn der Prototyp eines Flugzeugs im Windkanal erprobt wird oder wenn neue Güter auf dem Prüfstand im Zeitraffer auf ihren

* Geänderte Fassung einer Antrittsvorlesung vom 2. Juni 1969 an der Universität Münster.

¹ *G. P. E. Clarkson and H. A. Simon*, Simulation of Individual and Group Behavior, *American Economic Review*, Vol. 50 (1960), S. 920–932; *G. H. Orcutt*, Simulation of Economic Systems, *American Economic Review*, Vol. 50 (1960), S. 893–907; *M. Shubik*, Simulation of the Industry and the Firm, *American Economic Review*, Vol. 50 (1960), S. 908–919; *R. C. Meier, W. T. Newell and H. L. Pazer*, *Simulation in Business and Economics*, New York 1969; *H. Guetzkow* (Hrsg.), *Simulation in Social Science. Readings*, Englewood Cliffs 1962; *J. M. Beshers* (Hrsg.), *Computer Methods in the Analysis of Large-Scale Social Systems*, Joint Center for Urban Studies of M. I. T. and Harvard University, Cambridge, Mass., 1965; *K. J. Cohen and R. M. Cyert*, Computer Models in Dynamic Economics, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 75 (1961), S. 112 ff.; *W. A. Jöhr*, Spiel zur Simulation von Konjunkturprozessen, *Zeitschrift für Nationalökonomie*, Bd. 25 (1965), S. 99–132; *B. Fritsch*, Die Simulation als Instrument makroökonomischer Prognosen, *Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik*, Bd. 102 (1966), S. 409–421; *W. Müller*, *Die Simulation betriebswirtschaftlicher Informationssysteme*, Wiesbaden 1969; *H. Koller*, *Simulation und Planspieltechnik. Berechnungsexperimente in der Betriebswirtschaft*, Wiesbaden 1969.

² *R. W. Conway, B. M. Johnson, W. L. Maxwell*, Some Problems of Digital Systems Simulation, *Management Science*, Vol. 4 (1959), S. 93.

Verschleiß getestet werden³. Auch für den Sozialwissenschaftler ist die Simulation von Interesse, wenn das Verhalten eines realen Systems in der Zeit aus den oben genannten Gründen nicht untersucht werden kann.

I.

1. Voraussetzung des Simulationsansatzes ist die Existenz eines getreuen Abbildes der Realität, dessen Verhalten stellvertretend für reale Systeme analysiert wird. Für den Sozialwissenschaftler besteht dieses Abbild in der Regel⁴ in einem empirisch gefüllten Modell, das die Wirkungsmechanismen der Realität wiedergibt. Dieses Modell wird Gedankenexperimenten unterworfen, indem die Ausgangsbedingungen und exogenen Variablen, aber auch die Koeffizienten und Relationen geändert werden⁵. So kann etwa die Frage gestellt werden, welche Wachstumsrate sich für ein Entwicklungsland einstellt, wenn das Investitionsprogramm in seiner globalen Höhe, in seiner Aufteilung auf Infrastruktur- und private Investitionen, auf unterschiedliche Sektoren und in seiner zeitlichen Dosierung variiert wird⁶. Die Reaktion der endogenen Modellvariablen auf eine bestimmte Manipulation des Modells wird durch einen Simulationslauf angegeben. Im vorgenannten Beispiel liefert ein Simulationslauf Aufschluß über die Höhe der Wachstumsrate bei einem bestimmten Investitionsprogramm. Eine Reihe solcher Simulationsläufe vermittelt eine Menge von speziellen Ergebnissen (z.B. Wachstumsraten), wobei jedes nur für eine bestimmte Ausgangssituation (Investitionsprogramm) gilt. Von diesen numerischen Ergebnissen kann durch Induktion⁷ auf einen Zusammenhang zwischen dem Verhalten der endogenen Variable in Abhängigkeit von Manipulationen exogener Größen geschlossen werden. Eine Reihe von Simulationsläufen informiert über die Sensitivität von endogenen Variablen und damit über den Reaktionsmechanismus eines Modells und – bei erfolgreicher Simulation – über den Reaktionsmechanismus der Realität auf entsprechende Manipulationen der Variablen.

2. Die mit Hilfe der Simulation zu beantwortende Frage, wie sich bestimmte Variable ändern, wenn andere Größen manipuliert werden, kann

³ Zu den Anwendungsbeispielen vgl. *G.H.Orcutt*, *Simulation of Economic Systems*, aaO, S. 895.

⁴ Diese Aussage gilt nicht für die Personensimulation.

⁵ Das Experiment kann auch in einer Umstrukturierung des Modells bestehen, z.B. in der Transformation einer exogenen Größe in eine endogene Variable. Zur Vorgehensweise vgl. *G.H.Orcutt*, *Simulation of Economic Systems*, aaO, S. 893; *J.E.Stahl*, *Simulation as a Technique of Analysis*, in: *Regional Studies of Income Distribution*, Louisiana State University, Baton Rouge 1966, S. 81; *E.P.Holland* and *R.W.Gillespie*, *Experiments on a Simulated Underdeveloped Economy*, Cambridge, Mass., 1963, S. 55.

⁶ Vgl. die vier von *Holland* durchgespielten Investitionsprogramme und die Zahlungsbilanzstrategien von *Gillespie*: *E.P.Holland* and *R.W.Gillespie*, aaO, S. 33–43, S. 90f.

⁷ Zur Problematik des Induktionsschlusses: *K.R.Popper*, *Logik der Forschung*, Tübingen 1966, S. 1f.

grundsätzlich auch mit einem Modell ohne Simulation beantwortet werden, indem aus einer Menge von Hypothesen und Definitionsgleichungen durch logische Deduktion die Implikationen bzw. die Theoreme des Modells abgeleitet werden. Denn jeder Modellansatz enthält implizite Beziehungen zwischen einzelnen Variablen, die in der Ausgangsform eines Modells noch nicht explizit sind und erst durch Deduktion sichtbar werden. So kann bei einem Wachstumsmodell im Weg analytischer Rechenverfahren eine Beziehung zwischen dem Investitionsprogramm und der Wachstumsrate ermittelt werden. Wenn aber die Simulation im Prinzip das gleiche Problem zu beantworten sucht wie die Deduktion aus dem Modell, so ist die Frage berechtigt, warum die Simulationstechnik überhaupt angewandt wird.

Die Simulation zieht immer dann, wenn der Modellansatz so komplex ist, daß eine logische Deduktion aus den Modellprämissen mit den herkömmlichen Lösungsmethoden nicht möglich ist. Ein solches komplexes Modell⁸ liegt vor,

(1) wenn die Anzahl der Variablen, Parameter und der Relationen sehr groß ist, d. h. wenn komplexe Systeme untersucht werden, etwa wenn die Entwicklung einer Volkswirtschaft regional und sektoral disaggregiert betrachtet oder als das Wachstum eines Systems von Unternehmen und Haushalten aufgefaßt wird,

(2) wenn nicht-lineare Relationen eingeführt werden, z. B. Stufenfunktionen mit Unstetigkeitsstellen, die etwa realistische Angebotskurven mit Kapazitätsschranken darstellen⁹,

(3) wenn eine starke simultane Interdependenz von Variablen vorliegt, d. h. wenn Kopplungseffekte existieren,

(4) wenn die Zeit explizit eingeführt wird und unterschiedliche zeitliche Verzögerungen in den Wirkungszusammenhängen bestehen.

Eine allgemeine analytische Lösung solcher dynamisch orientierter komplexer Systemmodelle ist durch Deduktion, d. h. durch Lösung simultaner Gleichungen mit den herkömmlichen Rechenverfahren nicht möglich¹⁰. Die Simulation umgeht das Problem einer logischen Deduktion, indem sie keinen allgemeinen Zusammenhang, sondern nur partielle Resultate, d. h. numerische Ergebnisse, liefert, von denen erst durch Induktion auf allgemeine Aussagen geschlossen werden muß. Die Simulation erweist sich damit als ein Substitut für die nicht mögliche logische Deduktion. Sie ist ein Deduktionsumweg oder – wie *Solari*¹¹ sie bezeichnet hat – eine experimentelle Deduktion.

⁸ *L. Solari*, La simulation dans la prévision et la programmation en économétrie, Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, Bd. 102 (1966), S. 400.

⁹ Vgl. z. B. die von *Holland* verwandten Angebotsfunktionen: *E. P. Holland* and *R. W. Gillespie*, aaO, S. 23.

¹⁰ *G. H. Orcutt*, *M. Greenberger*, *J. Korbel* and *O. Rivlin*, Microanalysis of Socioeconomic Systems: A Simulation Study, New York 1961, S. 391.

¹¹ *L. Solari*, aaO, S. 393.

Partielle Ergebnisse lassen sich auch durch Realexperimente ermitteln, indem durch Variation der Experimentbedingungen empirische Daten gewonnen werden. Realexperimente sind aber in den Sozialwissenschaften schwierig durchzuführen¹², besonders dann, wenn es sich um ein Experimentieren mit Großgruppen, komplexen Systemen und Großorganisationen wie Volkswirtschaften handelt. Die Simulation kann auch als Ersatz für solche nicht mögliche Realexperimente dienen, indem sie Daten mit Hilfe von Gedankenexperimenten bereitstellt. Der Unterschied zum Realexperiment besteht darin, daß die Daten simuliert sind. Selbst wenn Großexperimente technisch durchführbar sind, hat die Simulation in der Regel den Vorteil niedrigerer Kosten, die sich infolge der Zeiträufferfunktion der Simulationsläufe auch in geringeren Zeitkosten ausdrücken.

Schaubild 1 grenzt die Simulationstechnik von der logischen Deduktion und vom Realexperiment ab¹³. J kennzeichnet ein Investitionsprogramm, w die gesamtwirtschaftliche Wachstumsrate.

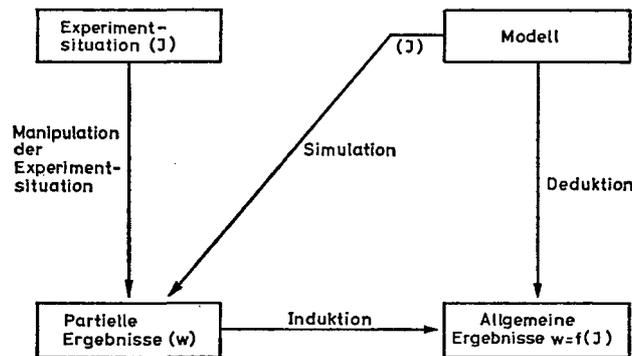


Schaubild 1

Bei den hier angesprochenen komplexen Modellen erfolgt die Berechnung der Ergebnisse eines Simulationslaufs mit Hilfe von Digitalrechnern. Ohne den Einsatz von Rechenautomaten ließe sich die Vielzahl der Rechenvorgänge nicht bewältigen. Im Gegensatz zu dieser Maschinensimulation ist aber auch eine Personensimulation¹⁴ möglich, bei der das Verhalten von Wirtschaftssubjekten durch Versuchspersonen simuliert

¹² Zur Anwendung des Experiments in der Sozialwissenschaft vgl. *H. Sauer-mann*, Experimentelle Wirtschaftsforschung, Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Bd. 180 (1967), S. 299–312; *K. J. Opp*, Das Experiment in den Sozialwissenschaften, Zeitschrift für die Gesamte Staatswissenschaft, Bd. 125 (1969), S. 106–122.

¹³ Zu dem Schaubild vgl. *L. Solari*, aaO, S. 393.

¹⁴ Neben der Maschinen- und der Personensimulation ist auch eine Kombination beider Simulationsformen in der »man-machine«-Simulation möglich. *M. Shubik*, Simulation of the Industry and the Firm, aaO, S. 911.

wird. Die Personensimulation, die auch als Gaming¹⁵ bezeichnet wird, erlaubt es, eine geringere Anzahl von Personen als in der Realität zu beobachten und die Vorgänge der Wirklichkeit beschleunigt ablaufen zu lassen. Die Beobachtung der Spieler ermöglicht den Test von Hypothesen über das Verhalten von Individuen, Gruppen und Entscheidungssystemen. Aus der Charakterisierung der Personensimulation wird deutlich, daß in diesem Fall die Simulation in ein Realexperiment übergeht.

3. Für die Anwendung der Simulationstechnik ist die folgende Vorgehensweise kennzeichnend:

Im *ersten Schritt* muß wie in der traditionellen Theorie ein Modell der Wirklichkeit konstruiert werden, das zunächst in der üblichen Modellsprache ausgedrückt wird, dann aber in ein Computer-Programm zu transformieren ist¹⁶. Bei der Modellkonstruktion sind bereits die spezifischen Erfordernisse und Eigenschaften der Simulationstechnik zu berücksichtigen.

Ein Simulationsansatz enthält Komponenten, Variablen und Operationscharakteristiken¹⁷. Komponenten sind die Subeinheiten eines Systems, wie Sektoren, Unternehmungen, Arten der Güter usw. Bei den Variablen werden Status-, Input- und Output-Variable unterschieden. Status-Variable beschreiben den Zustand einer Komponente, z. B. zu Beginn oder zu einem anderen Zeitpunkt eines Simulationslaufs. Input-Variable kennzeichnen die externe Umgebung einer Komponente zu einem bestimmten Zeitpunkt. Sie beziehen sich also auf Phänomene außerhalb einer Komponente. Status- und Input-Variable produzieren zusammen die Output-Variablen, mit denen sie über Operationscharakteristiken verknüpft sind. Die Output-Variablen einer Komponente können die Input-Variablen oder Status-Variablen einer neuen Periode sein.

Die folgenden Verfahrensweisen, die die Computer-Simulation durchführbar halten und die Zeitkosten der Benutzung von Rechenanlagen reduzieren, sind bei der Modellkonstruktion in Betracht zu ziehen:

Das Gesamtmodell wird zunächst in seinen einzelnen Komponenten isoliert entwickelt, getestet und dann erst zu einem Gesamtmodell zusammengefügt (Baublock-Ansatz)¹⁸. Die modulare Konstruktion erleichtert die Aufgaben der Konstruktion, der empirischen Auffällung und auch der Programmierung, da die Änderung einer Operationscharakteristik dann u. U. nur die Neuprogrammierung eines Sub-Modells, nicht aber

¹⁵ Zum Unterschied zwischen Gaming und Simulation vgl. *M. Shubik*, ebenda, S. 910; *H. Sauer mann*, Experimentelle Wirtschaftsforschung, aaO, S. 300.

¹⁶ Es sind Sprachen eigens für Simulationszwecke formuliert worden, z. B. *Dynamo*. *A. G. Pugh*, *Dynamo User's Manual*, Cambridge 1963.

¹⁷ *G. H. Orcutt*, *Simulation of Economic Systems*, aaO, S. 898 f.; *G. H. Orcutt*, *M. Greenberger*, *J. Korbel* and *O. Rivlin*, *Microanalysis of Socioeconomic Systems*, aaO, S. 13–17.

¹⁸ Zum Baublock-Ansatz vgl. *G. H. Orcutt* u. a., *Microanalysis of Socioeconomic Systems*, aaO, S. 901.

des Gesamtmodells erfordert¹⁹. Der Baublock-Ansatz hat auch den Vorteil, daß eine Reihe von Forscherteams mit einem Minimum an Koordination relativ unabhängig voneinander an einem Gesamtmodell arbeiten können²⁰. Eine Koordinierung ist sichergestellt, wenn ein Sub-Modell diejenigen Output-Variablen produziert, die von anderen Sub-Modellen als Input-Variable erwartet werden.

Der Baublock-Ansatz ist verbunden mit einer blockrekursiven Konstruktion²¹ des Gesamtmodells. Die Lösung des Modells schreitet in kurzen, diskreten Schritten fort. Die Output-Variablen einer Komponente hängen in einer Periode nur von den Output-Variablen anderer Komponenten früherer Perioden ab. Es gibt keine simultanen Gleichungen, die mehr als eine Komponente pro Zeiteinheit umfassen. Die Abhängigkeiten zwischen den Komponenten des Gesamtmodells sind sequentiell und nicht simultan²². Dieser Ansatz ist dann zu verwirklichen, wenn einmal die Blöcke oder Komponenten des Modells nicht zu groß gewählt werden, da mit zunehmender Größe eines Blocks die Anzahl der simultanen Gleichungen zunimmt. Zum anderen dürfen die Blöcke auch nicht zu klein sein, da kleine Blöcke sequentielle Dependenz implizieren, die in der Realität simultan sind. Dadurch kann eine Verzerrung der Modellergebnisse im Vergleich zur Realität entstehen. Aus den gleichen Gründen dürfen die time lags nicht zu lang gewählt werden. *Holland* geht in der Simulation einer unterentwickelten Volkswirtschaft über 20 Jahre beispielsweise von Perioden mit der Dauer von $1/20$ eines Jahres aus²³.

Sofern einzelne Komponenten eines Modells sich in gleicher Weise verhalten und dieselben Operationscharakteristiken haben, kann die Anzahl der Blöcke reduziert werden. Die Computer Simulation großer komplexer Modelle kann durch die Replizierung von Komponenten²⁴ vereinfacht werden, wobei für die einzelnen Komponenten unterschiedliche Status- und Input-Variable relevant sein können.

Schließlich können die Komponenten eines Modells als Wahrscheinlichkeitssamples größerer Komponenten betrachtet werden. Die Ergebnisse einer solchen sample-Komponente lassen sich im pars pro toto-Schluß²⁵ auf eine größere Komponente übertragen.

Nach der Aufstellung der Teilmodelle und des Gesamtmodells, die in der Regel mit einer empirischen Auffüllung und einem Test der Teilmodelle verbunden ist, wird im *zweiten Schritt* das Gesamtmodell auf

¹⁹ *R.W. Conway, B.M. Johnson and W.L. Maxwell, Some Problems of Digital Systems Simulation, aaO, S. 96.*

²⁰ *G.H. Orcutt u. a., Microanalysis of Socioeconomic Systems, aaO, S. 17.*

²¹ *Ebenda, S. 27; G.H. Orcutt, Simulation of Economic Systems, aaO, S. 901.*

²² *R.W. Conway, B.M. Johnson and W.L. Maxwell, Some Problems of Digital Systems Simulation, aaO, S. 98; M. Shubik, Simulation of the Industry and the Firm, aaO, S. 915.*

²³ *E.P. Holland and R.W. Gillespie, Experiments on a Simulated Underdeveloped Economy, aaO, S. 17.*

²⁴ *G.H. Orcutt, Simulation of Economic Systems, aaO, S. 902; J.E. Stahl, Simulation as a Technique of Analysis, aaO, S. 79.*

²⁵ *G.H. Orcutt, Simulation of Economic Systems, aaO, S. 903.*

seine Aussagefähigkeit untersucht. Diese Überprüfung besteht darin, daß man einen Testlauf durchführt und die simulierten Daten des Testlaufs mit der Realität vergleicht²⁶.

Ein solcher Gesamttest des Modells bedingt, daß die Manipulation der exogenen Größen im Testlauf genau der Veränderung dieser Input-Variablen in der Realität entspricht. Denn erst dann kann die Frage gestellt werden, ob das Verfahren der endogenen Variablen mit der Realität übereinstimmt. Ferner ist vorausgesetzt, daß die beobachteten Zeitreihen, die dem Testlauf gegenübergestellt werden, nicht auch für die Spezifizierung der Relationen zugrunde gelegt werden, da sonst diejenigen Daten simuliert werden, die in das Modell bereits hineingegeben worden sind.

Sind einzelne Parameter nicht unabhängig zu bestimmen, so können sie durch Simulationsläufe ermittelt werden, indem die hypothetisch gesetzten Werte der Parameter so lange variiert werden, bis die simulierten Zeitreihen mit den beobachteten übereinstimmen. In diesem Fall verlieren die Testläufe aber ihre Kontrollfunktion²⁷ über die Aussagefähigkeit des Ansatzes, da sie jetzt zur Parameterfeststellung eingesetzt werden.

Im *dritten Schritt* wird das getestete Simulationsmodell für die Sensitivitätsanalyse eingesetzt, indem die Werte der exogenen Variablen variiert werden und gefragt wird, wie sich daraufhin die Zeitreihen der endogenen Größen verändern. Die wirtschaftspolitische Relevanz dieser Sensitivitätsanalysen wird im folgenden erörtert. Dabei gehen wir von der üblichen Klassifizierung²⁸ eines wirtschaftspolitischen Entscheidungsproblems in Situationsanalyse (II), Maßnahmenauswahl (III) und Diskussion des Zielsystems (IV) aus.

II.

1. Die Lösung eines jeden wirtschaftspolitischen Problems setzt die Erklärung einer Lage und eine status-quo-Prognose der Entwicklung eines Problems ohne staatliches Eingreifen oder bei gegebener Staatsaktivität voraus. Die Anwendung traditioneller Modelle für diesen Zweck ist nicht praktikabel, wenn sehr komplexe Zusammenhänge untersucht werden müssen. Als Beispiel sei auf die Frage der Bestimmung der Struktur der Landschaft verwiesen²⁹. In der Standorttheorie sind eine Reihe

²⁶ Zum Testproblem vgl. *E. P. Holland and R. W. Gillespie*, aaO, S. 207/208; *R. W. Conway, B. M. Johnson and W. L. Maxwell*, Some Problems of Digital Systems Simulations, aaO, S. 104.

²⁷ Wenn mehrere Parameter durch einen Simulationslauf bestimmt werden müssen, entsteht das Problem, wie man zwischen den einzelnen Parametern diskriminieren kann. Diesen Hinweis verdanke ich Professor *Heinz König*, Universität Mannheim.

²⁸ Zur Problematik dieser Klassifizierung vgl. Teil IV.

²⁹ Zum Problem der Integration von Partialmodellen zur Bestimmung der Struktur der Landschaft vgl. *H. Siebert*, Regional Economic Growth. Theory and Policy, Scranton 1969, Kapitel 2.

von Partialmodellen für einzelne Aktivitäten entwickelt worden. So wird die Verteilung landwirtschaftlicher Aktivitäten über eine Fläche mit dem von-Thünen-Modell vorgenommen, etwa in der Formulierung von *E. S. Dunn*³⁰ oder von *B. H. Stevens*³¹ mit Hilfe der linearen Programmierung. Für den industriellen Sektor wird *ceteris paribus* im Sinne der *Weberschen Tradition*³² der kostenminimale oder in der neueren Entwicklung etwa bei *M. L. Greenhut*³³ und *E. M. Hoover*³⁴ der gewinnmaximale Standort bestimmt. Analog sind Partialmodelle für den tertiären Bereich und für Wohnzwecke (*residential activities*)³⁵ entwickelt worden. Alle diese Partialmodelle arbeiten mit einem *ceteris paribus* gegebener anderer Standortentscheidungen. Interdependenzen zwischen den Teilmodellen werden nicht berücksichtigt. Das Problem, wie die Struktur der Landschaft aus diesen Teilmodellen zu erklären ist, bleibt ungelöst.

In der Realität stellen sich die vier Standortaktivitäten Landwirtschaft, Industrie, tertiärer Sektor und Wohnen als ein komplexes System dar, bei dem die Standortentscheidung jeder einzelnen Aktivität (z. B. der Industrie) Auswirkungen auf alle anderen Standortaktivitäten (z. B. die Wohnstandorte) hat und für diese Standortentscheidungen wieder Rückkoppelungen auf jede andere Aktivität (z. B. *feed back* der Wohnstandorte auf die Industrieansiedlung) bestehen. Die Berücksichtigung dieser Abhängigkeiten zwischen Partialmodellen kann mit Hilfe der Simulation erfolgen, indem die simultanen Interdependenzen zwischen Standortentscheidungen in eine Reihe sequentieller Beziehungen aufgelöst werden und in einem Simulationslauf mit einer Menge von Perioden approximativ die Struktur der Landschaft durch das Zusammenspiel der vier Teilmodelle produziert wird³⁶. Damit ist eine Integration von Teilmodellen möglich, die in einem allgemeinen Gleichgewichtsansatz zu nicht mehr lösbaren Modellen führt.

Eine ähnliche Frage ergibt sich, wenn Sektormodelle zu einem globalen Ansatz integriert werden sollen oder wenn untersucht werden muß, wie sich Sanierungsprojekte in einer Stadt auf die Grundstückspreise, auf die Investitionsentscheidungen von Grundstückseigentümern, auf die Wohn-

³⁰ *E. S. Dunn*, *The Location of Agricultural Production*, Gainesville 1964.

³¹ *B. H. Stevens*, *Location Theory and Programming Models: The von Thünen Case*, »Papers«, *Regional Science Association*, Vol. 21 (1968), S. 19–34.

³² *A. Weber*, *Reine Theorie des Standorts*, Tübingen 1909.

³³ *M. L. Greenhut*, *A Theory of the Firm in Economic Space*, New York 1970 (in Vorbereitung).

³⁴ *E. M. Hoover*, *The Location of Economic Activity*, New York 1963.

³⁵ *W. Alonso*, *Location and Land-Use. Toward a General Theory of Land Rent*, Cambridge, Mass., 1964.

³⁶ Vgl. z. B. das Modell von *I. S. Lowry*, *Location Parameters in the Pittsburgh Model*, *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, Vol. 11 (1963), S. 145–177; ferner der Versuch *R. L. Morrills*, die Bevölkerungsverteilung in Schweden zu simulieren: *The Development of Spatial Distributions of Towns in Sweden: An Historical-Predictive Approach*, *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 53 (1963), S. 1–14.

standorte, auf die Transportströme usw. auswirken³⁷. Weitere Beispiele sind die Untersuchung von Staudammsystemen, d. h. einer Menge von Staudämmen, die durch ein Flußsystem miteinander verknüpft sind und alternativen Zwecken, etwa der Bewässerung und Hochwasserregulierung, dienen sollen³⁸, das Durchspielen ökonomischer Modelle in den neuen Textbüchern, den sog. Computer Problem Kits³⁹, und die von *Holland* und *Gillespie*⁴⁰ formulierten Ansätze für ein Entwicklungsland.

2. Die Simulation ist aber nicht allein eine Integrationsmethode für Teilmodelle und ein Instrument zur Erfassung komplexer Zusammenhänge, sondern erlaubt auch die Analyse von Modellen selbst. So untersuchen *I.* und *F. Adelman*⁴¹ mit Hilfe der Simulation die dynamische Struktur des Klein-Goldberger-Modells, indem sie exogene Schocks einführen und dann ermitteln, wie sich diese Schocks auf das Verhalten der endogenen Variablen auswirken. Ein weiterer Anwendungsfall der Modellanalyse ist die Beantwortung der Frage, ob ein Modell strategische Parameter und Relationen enthält, auf deren Variation die endogenen Variablen stärker reagieren als auf die Variation anderer Parameter.

Diese strategischen Parameter können mit Hilfe der Parameterelastizität ermittelt werden: Bezeichnen wir einen Parameter mit p und die endogene Variable des Modells mit z , so läßt sich die Parameterelastizität einer endogenen Variable definieren als

$$\varepsilon = \frac{\frac{dz}{z}}{\frac{dp}{p}}.$$

Die Veränderung der endogenen Variable und des Parameters beziehen sich auf den Vergleich zwischen einem Basislauf und einem Simulationslauf mit geänderten Parameter. Je elastischer die Parameterelastizität,

³⁷ Über die Simulation in der Stadtforschung: *U. Wullkopf*, Wohnungsanierung als wirtschaftspolitisches Problem, Köln und Opladen 1967, S. 87 f.; *B. Harris*, The Uses of Theory in the Simulation of Urban Phenomena, Journal of the American Institute of Planners, Vol. 31 (1966), S. 258–273; *W. A. Steger*, The Pittsburgh Urban Renewal Simulation Model, Journal of the American Institute of Planners, Vol. 31 (1965), S. 144–150.

³⁸ *M. M. Hufschmidt*, Simulating the Behavior of a Multi-Unit, Multi-Purpose Water Resource System, in: Symposium on Simulation Models, aaO, S. 203–220.

³⁹ *G. I. Treysz*, Computer Problem Kit for Economics, New York 1969; *L. R. Klein*, *M. K. Evans* and *M. J. Hartley*, Econometric Gaming, A Kit for Computer Analysis of Macroeconomic Models, New York 1969.

⁴⁰ *E. P. Holland* and *R. W. Gillespie*, Experiments on a Simulated Underdeveloped Economy, aaO.

⁴¹ *I.* and *F. Adelman*, The Dynamic Properties of the Klein-Goldberger Model, Econometrica, Vol. 27 (1959), S. 596–625. Über die Anwendung der Simulation zum Test von Modellen vgl. *Ch. C. Holt*, Validation and Application of Macroeconomic Models Using Computer Simulation, in: The Brookings Quarterly Econometric Model of the United States, Chicago 1965, S. 636–650.

um so größer ist die Sensitivität einer endogenen Variablen auf Änderungen der Parameter. Ordnet man die Parameter nach ihren Elastizitätskoeffizienten, so erhält man eine Rangordnung der strategischen Parameter.

Analog zu strategischen Parametern lassen sich auch strategische Hypothesen unterscheiden. Durch die Ermittlung der strategischen Parameter und Hypothesen gibt die Simulation eine Orientierung für die statistische Beschaffung von Daten. Sie verhindert ein blindes Suchen nach empirischem Material und gibt der empirisch-statistischen Arbeit der Datenbeschaffung eine sinnvolle Ausrichtung im Hinblick auf die Relevanz der zu beschaffenden Daten für ein angestrebtes Modell. Die Simulation ist also auch gerade dann anwendbar, wenn wie in Entwicklungsländern nur eine schwache Datenbasis für die wirtschaftspolitische Entscheidung vorhanden ist⁴².

3. Zur Situationsanalyse zählt auch der Test von Hypothesen, beispielsweise bei der Eliminierung konkurrierender Erklärungsversuche. So ist von *Samuelson* und *Solow*⁴³ zur Beantwortung der Frage, ob eine »demand pull«- oder »cost push«-Inflation vorliegt, ein Beobachtungsexperiment vorgeschlagen worden: Durch Einsatz wirtschaftspolitischer Instrumente soll in einer gegebenen Situation die Gesamtnachfrage vorsichtig eingeschränkt werden. Wenn eine solche Maßnahme zu einer Abschwächung der Löhne und anderen Faktoreinkommen bei Vollbeschäftigung der Faktoren führt, so liege eine nachfrage-induzierte Inflation vor. Wenn dagegen die Reduzierung der Gesamtnachfrage zu einem Beschäftigungsrückgang bei sich kaum verändernden Löhnen führt, sei eine kosten-induzierte Inflation gegeben.

Ein solches Realexperiment ist aber nicht durchführbar, da das Experiment volkswirtschaftliche Kosten in Form von Zieleinbußen beinhalten würde. Das Realexperiment kann durch einen Simulationsansatz substituiert werden, indem ein Modell einer Reihe von Simulationsläufen unterworfen wird, bei der die Anfangsbedingungen einer empirischen Situation berücksichtigt werden.

Der Test einer Hypothese erfolgt dabei dadurch, daß die Ergebnisse einer aggregaten Hypothese mit den Resultaten eines disaggregierten Simulationsansatzes verglichen werden. Voraussetzung hierzu ist, daß erstens die zu testende Hypothese im Simulationsansatz selbst nicht enthalten ist, denn in diesem Fall wird die Simulation die Daten simulieren, welche die Hypothese bereits impliziert, und daß zweitens der Simulationsansatz die Realität exakt wiedergibt. Denn Nichtübereinstimmung einer Hypothese mit den simulierten Daten kann neben einem falschen Hypothesenansatz auch auf einen nicht aussagefähigen Simulationsansatz zurückzuführen sein. Und die Übereinstimmung der Simulationsergeb-

⁴² *E. P. Holland*, Simulation of an Economy with Development and Trade, *American Economic Review*, Vol. 52 (1962), S. 429.

⁴³ *P. A. Samuelson* and *R. M. Solow*, Analytical Aspects of Anti-inflation Policy, *American Economic Review, Papers and Proceedings*, Vol. 50 (1960), S. 191.

nisse mit einer Hypothese ist keine Garantie für die Aussagekraft einer Hypothese, da die Übereinstimmung auf einem falschen Simulationsansatz basieren kann. Es müssen also für den Hypothesentest besondere Bedingungen an die Realitätsnähe und Aussagekraft der simulierten Daten gestellt werden. Zumindest läßt sich aber mit dieser Vorgehensweise die Plausibilität von Hypothesen einschränken oder erklären.

4. Als weiterer Aspekt des Diagnoseproblems ist das von *Holland*⁴⁴ vorgeschlagene Ausschnitt-Modell zu nennen. Ähnlich wie mit den neueren Fotolinsen mit Vario-Objektiv sowohl ein Überblicksbild gegeben als auch ein Ausschnitt herausgeholt werden kann, ist an eine Modellkonstruktion mit variabler Orientierung, mit variierendem Brennpunkt, zu denken. Ein aggregates Modell bestehe aus einer Reihe sektoraler und regionaler Sub-Modelle. Es wäre sehr vorteilhaft, wenn aus einem solchen Ansatz eine Serie von Ausschnittmodellen gebildet werden könnte, wobei bei einem Ausschnitt der Schwerpunkt etwa auf einen Sektor gelegt wird und die übrigen Sektoren in einen oder einige wenige Bereiche konsolidiert werden. Voraussetzung ist, daß das Verfahren der Brennpunktvariiierung in einem Computer-Hilfsprogramm festgelegt wird. Die Aggregationsvorschriften für die einzelnen Sektoren müssen also vorgegeben werden. Der Vorteil dieses Vorgehens besteht darin, daß die Sub-Modelle von Forscherteams relativ unabhängig voneinander entwickelt werden können, aber die Arbeit einzelner Expertengruppen sowohl für eine Studie der Gesamtwirtschaft als auch für eine Reihe von Ausschnittmodellen nutzbar zu machen sind. Ein noch nicht gelöstes Problem dieses Ansatzes ist, inwieweit die Aggregationsvorschriften von der Interdependenz der Sub-Modelle abhängen und inwieweit die Programmierung der Aggregationsvorschriften Information über die Interdependenz der Sub-Modelle voraussetzt.

III.

1. Neben der Bedeutung für die Gewinnung nomologischer Information für die wirtschaftspolitische Diagnose hat die Simulation auch für die Wirkungsanalyse von Instrumenten Relevanz. In diesem Fall lautet die Frage, wie die Aktionsparameter der Wirtschaftspolitik als Input-Variable die endogenen Größen eines Modells in ihrem Zeitablauf beeinflussen. Um die Frage der Inzidenz von staatlichen Maßnahmen zu analysieren, wird zunächst ein Basislauf ohne staatliche Aktivität oder mit gegebenem Einsatz wirtschaftspolitischer Mittel durchgeführt und dann in einer Reihe von Simulationsläufen das Verhalten der endogenen Variablen bei Veränderung der staatlichen Aktionsparameter getestet. Die in den Simulationsläufen produzierten endogenen Variablen werden in Beziehung zu den Instrumentvariablen gesetzt. Sie zeigen im Weg der Induktion die Sensitivität der endogenen Variablen, in der Regel der Ziel-

⁴⁴ *E. P. Holland and R. W. Gillespie*, aaO, S. 234.

variablen, auf ein Instrument an. Diese Beziehung läßt sich in einer Instrumentelastizität von Zielvariablen ausdrücken. Analog zur Parameterelastizität ist diese definiert als

$$\eta_{11} = \frac{\frac{dz_1}{z_1}}{\frac{dt_1}{t_1}},$$

wobei z_1 eine Zielvariable und t_1 eine Instrumentvariable kennzeichnet.

Die Instrumentelastizität einer Zielvariable gibt an, wie stark sich eine Zielvariable relativ ändert, wenn eine Instrumentvariable variiert wird. Je nachdem, ob $\eta \geq 0$, trägt ein Instrument zur Realisierung eines Ziels bei, verhält sich neutral oder verhindert seine Erfüllung. Ferner kann die Zielvariable instrumentelastisch ($\eta > 1$) oder instrumentunelastisch ($\eta < 1$) sein. Bei sonst gleichen volkswirtschaftlichen Kosten der Instrumente lautet das wirtschaftspolitische Entscheidungsproblem, diejenigen Instrumente auszusuchen, die für ein Ziel den höchsten Elastizitätskoeffizienten aufweisen.

Die simulierten Daten können auch in einem Streudiagramm mit den Achsen Zielvariable und Instrumentvariable eingetragen werden. Aus dem Streudiagramm läßt sich eine Reaktionskurve eines Zieles auf eine Instrumentvariable entwickeln. Diese Reaktionskurve liefert die wirtschaftspolitische Information, die wir heute so dringend brauchen. Simulationsläufe unter alternativen Ausgangsbedingungen und exogenen Größen können aufzeigen, wie sich diese Reaktionskurve bei Änderung der anderen exogenen Faktoren (also nicht allein der betrachteten Instrumentvariable t_1) verschiebt. Die dann entstehenden Wirkungskorridore (Schaubild 2) von Instrumenten stellen ebenfalls wichtige Information für die Wirtschaftspolitik dar.

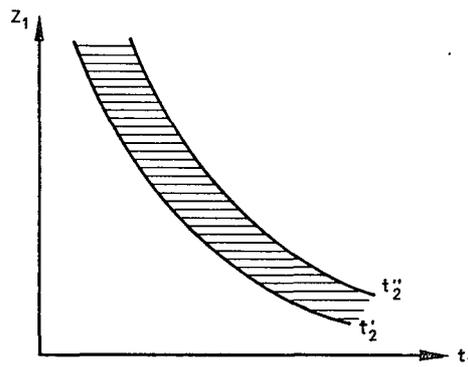


Schaubild 2

2. Der Wirtschaftspolitiker hat bei seinen Entscheidungen nicht allein ein Ziel und ein Instrument, sondern eine Reihe von Zielen und eine Vielzahl von Instrumenten zu berücksichtigen. Er braucht deshalb einmal Information über die Auswirkung einer Instrumentvariable auf eine Mehrheit von Zielkriterien. Zum anderen benötigt er Information über die Wirkung von Maßnahmenbündeln auf die Ziele. Diese Information ist nicht allein für ein Maßnahmenpaket erforderlich, das zu einem Zeitpunkt eingesetzt wird, sondern auch für den Einsatz von Instrumentenpaketen über einen Zeitraum hinweg. Eine solche zeitliche Sequenz von Maßnahmen bezeichnen wir als Strategie.

Vorfragen der Strategiewahl sind die Ermittlung strategischer Sektoren und Regionen und das Abtasten des Aktionsraums der Wirtschaftspolitik. Strategische Sektoren sind solche Bereiche einer Volkswirtschaft, deren Aktivität einen starken Einfluß auf die Zielvariablen ausübt. Diese strategischen Sektoren oder Regionen lassen sich durch die Analyse der Sensitivität der endogenen Variablen mit einer Reihe von Simulationsläufen bestimmen. Die Simulation ist aber auch geeignet, die Grenzen eines Aktionsraums⁴⁵ zu erkunden und solche Faktoren aufzudecken, von denen die stärksten negativen Einflüsse auf die endogenen Variablen ausgehen können. Sie kann also auch einen Negativkatalog der unbedingt zu verhindernden Prozesse aufstellen.

Zur Ermittlung der besten Strategie werden alternative Maßnahmenbündel durch eine Reihe von Simulationsläufen auf ihre Auswirkungen hin kontrolliert. Dabei sind zwei Suchmethoden⁴⁶ zu unterscheiden. Einmal können alternative zeitlich gestaffelte Maßnahmenbündel unabhängig voneinander als Input-Variable in Simulationsläufen eingesetzt werden. Diese Vorgehensweise empfiehlt sich allerdings nur dann, wenn die möglichen Strategien durch bisheriges Wissen oder Vortests bereits auf einige wenige reduziert worden sind. Zum anderen lassen sich bei der Formulierung des Maßnahmenbündels die Erfahrungen des vorhergehenden Simulationslaufs berücksichtigen, so daß ein Lernprozeß für die Festlegung alternativer Strategien zugrunde gelegt wird. Diese Vorgehensweise impliziert, daß jeweils nur ein Simulationslauf zu programmieren ist. Dadurch wird Computerzeit gespart, da unnötige Simulationsläufe vermieden werden.

Die Bestimmung einer Strategie beinhaltet auch die zeitliche Festlegung von »Umschaltpunkten«, bei denen die Richtung des Mitteleinsatzes variiert wird, etwa die Investitionsanreize von einem Sektor auf einen anderen Bereich überspringen. Ferner kann der Simulationsansatz so formuliert werden, daß das Maßnahmenbündel im Sinne einer »formula flexibility« automatisch variiert wird, wenn wichtige Zielvariable eine Grenze über- oder unterschreiten. Erreicht die Inflationsrate z. B. einen bestimmten Toleranzwert, so wird die Rate neuer Investitionsprojekte automatisch reduziert⁴⁷.

⁴⁵ Ebenda, S. 203.

⁴⁶ Ebenda, S. 31; *M. Shubik*, *Simulation of the Industry and the Firm*, aaO, S. 911.

⁴⁷ *E. P. Holland and R. W. Gillespie*, aaO, S. 32.

3. Es sind Computer entwickelt worden, die auch nicht-numerische Information verarbeiten⁴⁸. Damit kann die Computer-Simulation auch qualitative Aspekte der Instrumentenauswahl berücksichtigen, die sich nicht in eine mathematische Sprache übersetzen lassen. Ferner existieren Computer-Programme, die sich aufgrund von Erfahrungen selbst modifizieren und aus Fehlern und positiven Entscheidungen lernen⁴⁹. Solche Programme haben den Vorteil, daß sie die Menge bisheriger Computer-Entscheidungen bei jeder weiteren Entscheidung durch eine Modifizierung der Entscheidungsvorschriften berücksichtigen. Schließlich gibt es bereits nicht-numerische Computer-Programme, die Ziel-Mittel-Analysen eigenständig durchführen können. Dieser »Problemlöser«⁵⁰ geht wie folgt vor: »Gegeben ist eine Situation a. Die Lage b soll erreicht werden. Welcher Unterschied besteht zwischen a und b? Ein Unterschied ist d. Gibt es irgendwelche Wege, d zu behandeln? Ja, die Anwendung von t reduziert manchmal solche Differenzen. Es ist deshalb zu prüfen, ob durch t a in b transformiert wird.«⁵¹ Diese Programme stellen Ansatzpunkte zur Simulation allgemeinen Problemlösungsverhaltens dar, wobei die wirtschaftspolitische Entscheidung als ein Sonderfall des Problemlösungsverhaltens zu interpretieren ist.

IV.

1. Auch für die dritte Komponente eines wirtschaftspolitischen Entscheidungsproblems – die Analyse wirtschaftspolitischer Zielsysteme – ist die Simulation relevant. Ein für den Wirtschaftspolitiker in diesem Zusammenhang wichtiges Problem ist die Untersuchung von Zielbeziehungen, also Information darüber, ob Zielkonflikte oder Zielharmonien gegeben sind.

Die Frage, wie sich ein bestimmtes Instrument t_1 auf die beiden Ziele z_1 und z_2 auswirkt, kann beantwortet werden⁵², indem man die Reaktionskurven beider Ziele in bezug auf das Instrument t_1 durch Simula-

⁴⁸ G. P. E. Clarkson and H. A. Simon, *Simulation of Individual and Group Behavior*, aaO, S. 924.

⁴⁹ Ebenda, S. 925; M. Shubik, *Simulation of the Industry and the Firm*, aaO, S. 911.

⁵⁰ H. A. Simon and A. Newell, *Simulation of Human Thinking*, in: M. Greenberger (Hrsg.), *Management and the Computer of the Future*, New York 1962, S. 99f.

⁵¹ G. P. E. Clarkson and H. A. Simon, *Simulation of Individual and Group Behavior*, aaO, S. 925.

⁵² Ein möglicher Ansatzpunkt für die Lösung dieses Problems sind die Elastizitäten der Ziele z_1 und z_2 in bezug auf eine bestimmte Instrumentvariable t_1 . Sind diese Elastizitäten bekannt, so läßt sich bei multiplen Zielen ein Zielbeziehungskoeffizient α ermitteln, der die Zielneutralität ($\alpha = 0$), – Harmonie ($\alpha > 0$) oder – Inkompatibilität ($\alpha < 0$) der Maßnahme t_1 angibt. Der Zielbeziehungskoeffizient drückt die Veränderung eines Ziels in Abhängigkeit der Veränderung eines anderen Ziels aus (Kreuzelastizität von Zielen):

tionsläufe ermittelt und in einem Vier-Quadranten-Diagramm die Zielbeziehungskurve aus den Reaktionskurven ableitet.

Im Schaubild 3 kennzeichnet die Ostachse die Instrumentvariable t_1 ; auf der Nordachse wird die Zielvariable z_1 aufgetragen und auf den West- und Südachsen die Zielvariable z_2 . Die Quadranten I und IV geben die Reaktionskurve von Zielen auf eine Instrumentvariable wieder. Der dritte Quadrant dient dem Übertragen von z_2 -Werten.

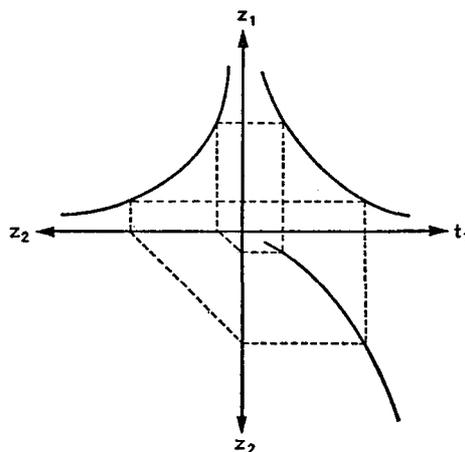


Schaubild 3

In der Darstellung ergibt sich ein Zielkonflikt zwischen den Zielen z_1 und z_2 in bezug auf die Instrumentvariable t_1 . Der Einsatz des Instruments t_1 führt zu einer Erhöhung des Zielerfüllungsgrades von z_2 und zu einem niedrigeren Zielerfüllungsgrad von z_1 . Die Zielbeziehungskurve $z_1 = f(z_2)$ läßt sich auch aus einem Streudiagramm entwickeln, wenn die simulierten Zielwerte direkt in den zweiten Quadranten eingetragen werden.

2. Die Simulationstechnik geht mit einigen neueren Ansätzen der Wirtschaftspolitik konform, die sich auf die Analyse der Zielsysteme beziehen. Die Klassifizierung des wirtschaftspolitischen Entscheidungsproblems in Ziel-Lage-Maßnahmen setzt voraus, daß die Ziele der Wirtschaftspolitik

$$\alpha_{t_1} = \frac{\frac{dz_2}{z_2}}{\frac{dz_1}{z_1}} = \frac{\frac{dz_2}{z_2}}{\frac{dt_1}{t_1}} : \frac{\frac{dz_1}{z_1}}{\frac{dt_1}{t_1}} = \frac{\eta_{21}}{\eta_{11}}.$$

Das Subskript t_1 bringt zum Ausdruck, daß die Kreuzelastizität der Ziele in bezug auf eine bestimmte Instrumentvariable definiert ist. Das erste Subskript der Instrumentelastizität η_{11} bezieht sich auf die Zielvariable, das zweite auf die Instrumentvariable.

vorgegeben sind. Die Prämisse gegebener Ziele verdeckt aber die Problematik der Zielfindung. Die Zielfindung ist einmal ein sozialer und politischer Prozeß, an dem eine Fülle von Entscheidungseinheiten mitwirken⁵³ – und zum anderen ein Vorgang, bei dem anzustrebende Zielgrößen erst durch die Aufzeigung von Handlungsalternativen deutlich werden⁵⁴. Eine wirtschaftspolitische Entscheidung erfolgt – nach dieser These – nicht am abstrakten Axiom, sondern an den konkreten Implikationen eines Axioms. Erst wenn die konkreten Handlungsalternativen vorliegen und zu einer Bewertung zwingen, wird die Präferenzstruktur des Wirtschaftspolitikers ersichtlich.

Die Simulation ist nun ein ideales Instrument für die Aufdeckung von Zielen an Hand von Handlungsalternativen, da sie in den Simulationsläufen unterschiedliche Aktionsprogramme in ihren Auswirkungen auf zentrale Variable analysiert und zu einer Bewertung dieser Handlungsalternativen herausfordert. Damit ist eine Aufdeckung von Zielvariablen an Hand von Gedankenexperimenten möglich. Der Wirtschaftspolitiker kann seine Präferenzen an den simulierten Resultaten erkennen, ohne den Preis für Inkonsistenzen in Form von Zieleinbußen zahlen zu müssen, die etwa durch eine mangelnde Konstanz der Wirtschaftspolitik⁵⁵ entstehen würden.

Ferner: Die neuere Verhaltenstheorie hat die in der Wirtschaftswissenschaft übliche Annahme des Maximierungsverhaltens in Zweifel gestellt. Nach *Simons*⁵⁶ These einer begrenzten Rationalität streben die Wirtschaftssubjekte nicht eine Maximierung an, sondern wollen ein befriedigendes Anspruchsniveau erreichen. Nach dieser Hypothese der »bounded rationality« oder des »intendedly rational man« steht das Anspruchsniveau⁵⁷ in einer Interdependenz zur Realität. Ist das Anspruchsniveau zu hoch gesteckt und ist es nicht erreichbar, so wird es zurückgenommen. Umgekehrt kann eine Verwirklichung des Anspruchsniveaus auf Antrieb zu seiner Erhöhung führen.

Folgt der Wirtschaftspolitiker einem solchen Verhalten der begrenzten Rationalität, so ist das Anspruchsniveau von der Realisierbarkeit abhängig. Das Anspruchsniveau wird entsprechend den Realisierungsmöglichkeiten nach oben erhöht oder nach unten reduziert. Es besteht also ein feed back von der Realität auf die Ziele. Dieser Anpassungsprozeß des Anspruchsniveaus an die realen Gegebenheiten kann durch die Simulation vorgenommen werden, so daß die Festlegung des Anspruchs-

⁵³ *H. K. Schneider*, Zielbestimmung der Wirtschaftspolitik in der pluralistischen Gesellschaft, in: Theoretische und institutionelle Grundlagen der Wirtschaftspolitik. Theodor Wessels zum 65. Geburtstag, Berlin 1967, S. 41 f.

⁵⁴ *G. Kade*, *R. Hujer* und *D. Ipsen*, Kybernetik und Wirtschaftsplanung, Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, Bd. 125 (1969), S. 43 f.

⁵⁵ Zur Bedeutung der Konstanz der Wirtschaftspolitik: *W. Eucken*, Grundsätze der Wirtschaftspolitik, Hamburg 1959, S. 174 f.

⁵⁶ *H. A. Simon*, A Behavioral Model of Rational Choice, Quarterly Journal of Economics, Vol. 69 (1955), wieder abgedruckt in: *H. A. Simon*, Models of Man. Social and Rational, New York 1957, S. 244 f.

⁵⁷ Ebenda, S. 253.

niveaus durch eine Reihe von Simulationsläufen und nicht durch ein u. U. mit Kosten verbundenes Experimentieren mit der Realität erfolgt.

Schließlich läßt sich die Simulationstechnik auch mit dem Ansatz der inkrementalen Politik⁵⁸ verknüpfen. Nach diesem Ansatz der *piece meal policy* betrachtet der Wirtschaftspolitiker nicht in einer Synopse⁵⁹ alle zu lösenden Probleme in ihrer gesamten Interdependenz, sondern er bemüht sich vorrangig um Lösungen für akute Probleme und läßt weniger drängende Fragen in den Hintergrund treten. Bei dieser inkrementalen Politik besteht also ebenfalls ein starker *feed back* von der Realität auf das Anspruchsniveau, das mit den Problemen der Wirklichkeit variiert. Die Simulationstechnik ist ein ideales Verfahren zur Informationsgewinnung über die Maßnahmeninzidenz bei variierenden nicht vorgegebenen Zielen, die für die inkrementale Politik kennzeichnend sind.

Geht man also von den Thesen aus, daß erstens die Ziele an ihren konkreten Handlungsalternativen aufgedeckt werden und nicht vorgegeben sind, daß zweitens Maximierungsverhalten nicht typisch ist und daß drittens die Ziele bei inkrementaler Politik stark variieren, so hat die Simulationstechnik im Vergleich zum Entscheidungsmodell, z. B. in der Form der linearen Programmierung, eine Reihe von Vorteilen⁶⁰: Sie erfordert nicht wie ein Entscheidungsmodell die Auswahl eines Hauptziels; sie verlangt nicht die Maximierung einer Variablen; und sie zwingt keine Zielgrößen in die Restriktionen, wie es beim Entscheidungsmodell in der Form konstanter Zielvorgaben üblich ist. Die Simulationstechnik stimmt damit in der Tendenz mit einer Reihe neuerer Ansätze in der Theorie der Wirtschaftspolitik überein.

V.

Die Simulationstechnik verspricht zwar gerade in der praktischen Wirtschaftspolitik anwendbar zu werden, da der Wirtschaftspolitiker die konkreten Entscheidungsfragen stellen kann, ohne die Programmierung des Simulationsansatzes verstehen zu müssen. Diese praktisch-politische Durchsetzbarkeit der Simulation kann jedoch mit einem unkritischen Sich-Verlassen auf ein Verfahren verbunden sein, das u. U. auch fragwürdige Information liefert. Die Anwendung der Simulation setzt deshalb einen Test der Aussagekraft eines Simulationsansatzes voraus, wobei eine Nicht-Falsifizierung kein permanenter Freibrief für das Arbeiten mit einem gegebenen Ansatz darstellt.

Ferner sollte man sich bewußt sein, daß die Simulation als ein Substitut für andere Methoden in die Sozialwissenschaft eingeführt worden ist. Die Simulation braucht deshalb nicht angewandt zu werden, wenn

⁵⁸ *D. Braybrooke* and *Ch. E. Lindblom*, *A Strategy of Decision*, New York 1963, S. 81f.

⁵⁹ *R. Jochimsen*, *Strategie der wirtschaftspolitischen Entscheidung*, *Weltwirtschaftliches Archiv*, Bd. 99 II (1967), S. 54f.

⁶⁰ *E. P. Holland* and *R. W. Gillespie*, *aaO*, S. 205.

Modelle deduktiv lösbar sind. Sie entfällt, wenn Realexperimente ausreichende Daten für Induktionsschlüsse liefern können. Und sie ist verzichtbar, wenn sich die Daten durch historische Beobachtungsfeststellungen ermitteln lassen. Die Simulation ist aber geeignet, dem Wirtschaftspolitiker quantitative Information zur Verfügung zu stellen, wenn die obigen Bedingungen nicht zutreffen – und zwar Information für die Situationsanalyse, über die Inzidenz von Maßnahmen, die Auswirkung von Strategien und die Existenz von Zielkonflikten oder Zielharmonien. Die Simulation läßt sich ferner mit neueren Erklärungsversuchen wirtschaftspolitischen Handelns in Einklang bringen.

Summary

The article is a survey on the use of simulation in economic policy. The simulation approach is described and contrasted to the method of logical deduction and to experiments. The problem of induction from simulation results to general hypotheses is explained. – Simulation can be applied to the analysis of an economic situation by providing information on the interdependence of complex systems. Thus, the construction of the economic landscape out of a series of individual location decisions can be imitated by simulation runs which integrate partial location models. Simulation can also be used for the study of incidence of policy instruments on strategic targets, e. g. the results of simulation runs can be expressed in terms of instrument elasticities of goal variables. Also, the mix of the policy instruments, their timing and the switching to a different set of means can be considered. The simulation approach may also provide information on the type of relations between goals, e. g. the existence of goal conflicts or goal harmonies. By analyzing a series of runs under different economic conditions, goal relation curves result which represent important information for economic policy. Finally, the relationship to new approaches of economic policy, such as incrementalism, limited rationality etc. is shown.