

Meißner, Werner; Fassing, Werner

Article — Digitized Version

## Die Anwendung kybernetischer Modelle in der Volkswirtschaftslehre

Wirtschaftsdienst

*Suggested Citation:* Meißner, Werner; Fassing, Werner (1973) : Die Anwendung kybernetischer Modelle in der Volkswirtschaftslehre, Wirtschaftsdienst, ISSN 0043-6275, Verlag Weltarchiv, Hamburg, Vol. 53, Iss. 11, pp. 601-609

This Version is available at:

<http://hdl.handle.net/10419/134614>

**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.*

# WISSENSCHAFT FÜR DIE PRAXIS

---

## Die Anwendung kybernetischer Modelle in der Volkswirtschaftslehre

Werner Meißner, Werner Fassing, Frankfurt

Der Friedenspreis des Deutschen Buchhandels wurde in diesem Jahr dem Club of Rome verliehen. Diese private Vereinigung von Wissenschaftlern und Industriellen hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Lebensbedingungen der Menschheit heute und für die Zukunft zu erforschen. Ihre Studie über die „Grenzen des Wachstums“ hat eine große Verbreitung gefunden. Den darin entwickelten Thesen über die Beschaffenheit der Welt von morgen – eine Projektion der sich heute abzeichnenden Tendenzen – wurde weltweite Aufmerksamkeit zuteil. Zustimmung kam dabei eher aus der öffentlichen Diskussion, während von fachlicher Seite insbesondere gegen den methodischen Ansatz Bedenken geäußert wurden.

Die Autoren der Studie untersuchten, was geschehen würde, wenn die Weltbevölkerung ihre gegenwärtige Vermehrungsrate beibehielte, Rohstoffe und Nahrungsmittelversorgung sich verknäpften und das Ausmaß an Umweltverschmutzung weiter anstiege. Ergebnis: Nur konzertierte Maßnahmen in allen diesen vier Bereichen können den endgültigen Zusammenbruch des Weltsystems aufhalten. Isolierte Eingriffe würden die Katastrophe höchstens hinausschieben.

Dieser Prognose, die mit den Methoden der Computer-Simulation erstellt wurde, lag ein Modell zugrunde, in dem Bevölkerungswachstum, Rohstoffvorkommen, Nahrungsmittelproduktion und Umweltverschmutzung nicht als einzelne, unverbundene Komponenten auftreten, sondern über vielfältige Wirkungszusammenhänge und funktionale Abhängigkeiten zu einem interdependenten System vermascht sind.

Indem die Autoren diese wechselseitigen Abhängigkeiten und Verflechtungen zwischen den Systemkomponenten berücksichtigten, wählten sie einen kybernetischen Forschungsansatz. Der Vorstudie zu dieser Untersuchung, die von Jay W. Forrester (MIT) unternommen wurde, gab man in der deutschen Übersetzung den bezeichnenden Titel „Der teuflische Regelkreis“. Die Kybernetik verrät sich durch ihre Sprache. Begriffe wie System, Struktur, Umgebung, Funktion, Information, Steuerung, Regelung und Rückkopplung sind zwar keine sprachlichen Neuschöpfungen der Kybernetik, haben aber doch erst in ihrem Rahmen eine Präzisierung und Systematisierung erfahren.

### Kriegsbedingter Anlaß

Die wesentliche Entwicklungsarbeit an der neuen Wissenschaft wurde in den frühen vierziger Jahren geleistet<sup>1)</sup>. Der Anlaß war kriegsbedingt: Zur Verbesserung der Flugzeugabwehr sollte ein Geschöß so gesteuert werden können, daß es ein bewegtes Ziel, das Flugzeug, trotz der Ausweichmanöver des

<sup>1)</sup> Die beiden klassischen Arbeiten von Norbert Wiener: *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*, Cambridge, Mass. 1961, 2nd ed., und W. Ross Ashby: *An Introduction to Cybernetics*, London 1956, sind noch immer relevant.

Zur Vereinheitlichung der Theorie trug das 1967 erstmals erschienene „Wörterbuch der Kybernetik“ von einem Autorenkollektiv unter der Leitung von Georg Klauß bei.

*Prof. Dr. Werner Meißner, 36, ist Direktor des Seminars für Volkswirtschaftslehre an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität in Frankfurt/Main. Werner Fassing, 23, Dipl.-Volksw., ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an diesem Seminar.*

Piloten traf. Für Probleme dieser Art erwies sich der regeltechnische Begriff der negativen Rückkopplung als besonders relevant. Soll eine Bewegung einem bestimmten Muster folgen, so wird die laufende Differenz zwischen der tatsächlichen und der gewünschten Bewegung, d. h. die Differenz zwischen dem Ist-Zustand und einem Soll-Zustand, zum Informationsinput eines Korrekturmechanismus. Kybernetische Systeme können solche zielgerichteten Bewegungen selbsttätig vollziehen; sie besitzen die Fähigkeit zur „error controlled regulation“, wie es der englische Kybernetiker W. Ross Ashby ausdrückt.

Die hinter Prozessen dieser Art stehende Idee ist aus der Technik lange bekannt. Das klassische Beispiel ist der Fliehkraftregler am Überdruckventil einer Dampfmaschine. Ein weiteres beliebtes Demonstrationsobjekt ist die Regelung der Raumtemperatur einer Wohnung über einen Thermostat. Die Tatsache, daß der Begriffsapparat der Kybernetik, insbesondere auch das zur Lösung ihrer Probleme entwickelte mathematische Instrumentarium, auf verschiedenste wissenschaftliche Fragestellungen angesetzt werden konnte – von der Erklärung neuropathologischer Fehlleistungen bis zur vollständigen Ablaufsteuerung komplizierter technischer Vorgänge –, macht die Attraktivität dieses Ansatzes aus. Von den klassischen Einzeldisziplinen unterscheidet sich die Kybernetik darin, daß sie nicht danach fragt, was etwas ist, sondern wie es funktioniert (Ashby). Dieser *Systemaspekt* ist zunächst ein wertvolles heuristisches Prinzip, erweist sich darüber hinaus aber als sehr bedeutungsvoll in Verbindung mit bestimmten Ansätzen der Mengentheorie, der Netzwerkanalyse, der mathematischen Informationstheorie und einigen speziellen Verfahren der Strukturanalyse wie etwa der Black-Box-Methode.

Neben dem *Regelungsaspekt* ist von zentraler Bedeutung der *Informationsaspekt* kybernetischer Systeme, der die Analyse von Informationsbeziehungen und -flüssen zwischen einzelnen Komponenten des Systems und dem System und seiner Umwelt behandelt.

Eine enge Verbindung gibt es schließlich noch zwischen der Kybernetik und der Spieltheorie (von Neumann / Morgenstern). Der *spieltheoretische Aspekt* betrifft Konfliktsituationen zwischen einzelnen Systemen oder zwischen Subsystemen innerhalb eines größeren Zusammenhangs, ihre Beschreibung und Lösung. Solche Überlegungen haben jedoch bislang eher theoretische Bedeutung, ihre praktische Relevanz ist noch gering.

#### Anwendung bei der Modellbeschreibung

Die Anwendung der Kybernetik beschränkte sich zunächst – der wissenschaftlichen Herkunft und

den Interessen ihrer Väter entsprechend – auf die Bereiche der technischen und Naturwissenschaften. Norbert Wiener hatte die Übertragung kybernetischer Methoden auf die Sozialwissenschaften zwar als möglich angesehen, wegen der starken Formalisierung aber insgesamt vorsichtig beurteilt.

Dabei setzten sich in der Soziologie schon während der frühen fünfziger Jahre explizit systemtheoretische und kybernetische Ansätze durch, vertreten etwa durch die Schule des amerikanischen Soziologen Talcott Parsons und später in den Untersuchungen des Harvard-Professors Karl Deutsch. Diese Forschungsarbeiten brachten es aber nur zu einer Analyse der Funktionsweisen und -bedingungen sozialer Systeme, etwa im Hinblick auf politische Stabilität oder sozialen Zusammenhalt. Das Verhaften im klassischen liberaldemokratischen Denken machte es unmöglich, daß Ansätzen bewußter Planung oder Lenkung auch nur akademisches Interesse zuteil geworden wäre – es sei denn als Negativkonzept im Zuschnitt einer Orwellschen künftigen Welt.

Für die Wirtschaftswissenschaften bemerkte der polnische Nationalökonom Oskar Lange, daß sie sich seit ihren Anfängen mit Fragen beschäftigt hatten, die man heute zu den kybernetischen Problemen rechnet. Allerdings erst vierzig Jahre alt sind erste Versuche, das dynamische Verhalten ökonomischer Systeme mit regeltechnischen Konzepten zu beschreiben und zu untersuchen.

In größerem Umfang entstanden dynamische Modelle des wirtschaftlichen Geschehens in der Nachfolge von Keynes. Diese Versuche, den statischen Keyneschen Ansatz durch Einführung von lag-Strukturen in den Gleichungssystemen zu dynamisieren, sind insbesondere mit den Namen Harrod, Domar und Kalecki verbunden. Eine kybernetische Interpretation dieser aus Systemen von Differenzen- oder Differentialgleichungen bestehenden postkeynesianischen Wachstumsmodelle ist einfach und wurde als naheliegend empfunden.

#### Multiplikatoreffekt als Rückkopplungsprozeß

So ist der Keynesche Multiplikatoreffekt aus der Sicht des Kybernetikers nichts weiter als ein einfacher Rückkopplungsprozeß. Die Multiplikator-Akzelerator-Modelle des Harrod-Domarschen Typs lassen sich als zweifach rückgekoppelte Regelkreise darstellen. Während nämlich das Volkseinkommen  $Y$  nach der Keyneschen Definitionsgleichung aus Konsum und Investitionen zusammengesetzt ist, sind sowohl Konsum als auch Investitionen ihrerseits Abhängige des Volkseinkommens. Der Konsum ist über die Konsumneigung  $c$  nach

der Formel  $C = cY$  definiert. Die Abhängigkeit der Investitionen bestimmt sich nach dem Akzelerationskoeffizienten  $v$  mit der Gleichung  $I = v dY/dt$ . In der Regelkreisdarstellung gehen vom Volkseinkommen  $Y$  zwei Wirkungspfeile aus, nämlich zum Konsum und zu den Investitionen, und zwei Pfeile kommen wieder zurück. Es handelt sich dabei um ein sogenanntes geschlossenes System, d. h. die Komponenten des Systems beeinflussen sich gegenseitig, sie erhalten keine Impulse von außen. Führt man in diesem einfachen Modell neben den induzierten noch autonome Investitionen ein, so erhält das System eine Komponente, die für sein Verhalten bestimmend ist, ohne von ihm selbst beeinflusst zu werden. Man spricht dann von einem offenen System.

Der Wert einer solchen *Regelkreisdarstellung* ist allerdings beschränkt; sie liefert über die Struktur und die Funktion der Systeme kaum andere Aufschlüsse als sich auch direkt aus der mathematischen Beschreibung ableiten ließen. Eine gewisse Bedeutung könnte die regeltechnische Interpretation als technisches Analogiemodell für Simulationen des dynamischen Verhaltens auf Analogrechnern erhalten, sobald die mathematische Struktur für eine analytische Behandlung der Gleichungen oder Gleichungssysteme zu kompliziert wird, etwa nach Einführung höherdimensionaler Verzögerungen und erheblicher Nichtlinearitäten.

#### Heuristischer Wert der Darstellung

Allerdings ist auch diese Anwendungsmöglichkeit durch die Fortschritte der modernen Computertechnologie relativ bedeutungslos geworden. Simulationen lassen sich auf digitalen Rechnern bequemer, einfacher und genauer durchführen. Trotzdem war die Umformulierung von gesichertem ökonomischem Lehrbuchwissen in die kybernetische Sprache ohne Zweifel ein interessanter, weil neuartig systematisierender und ordnender Darstellungsversuch, dessen heuristischer Wert nicht unterschätzt werden sollte.

An erster Stelle steht dabei die begriffliche Konzeption einer Volkswirtschaft als dynamisches System<sup>2)</sup>, d. h. als aus verschiedenen miteinander wechselwirkenden Komponenten zusammengesetztes Ganzes. Damit hängt unmittelbar die Analyse der Informationsbeziehungen innerhalb des Wirtschaftssystems und des Systems mit seiner Umwelt zusammen. Die Aufdeckung der strukturellen Verbindungen der einzelnen Systemkomponenten mit den bekannten Methoden der Ökonometrie oder der Input-Output-Theorie läßt sich ebenfalls kybernetisch interpretieren (Black-Box-Methode).

<sup>2)</sup> Einen Überblick über die regeltechnischen und kybernetischen Interpretationen der dynamischen Wirtschaftsmodelle des postkeynesianischen Typs gibt R. G. D. Allen: *Mathematical Economics*, London 1966, chap. 9.

Soll die Kybernetik in den Wirtschaftswissenschaften aber mehr als nur Übersetzungsarbeit leisten, so muß ihr gesamtes Programm nutzbar gemacht werden. Zu einer engeren Verknüpfung ökonomischer und kybernetischer Ansätze kam es bislang eher in der mikroökonomischen oder betriebswirtschaftlichen Theorie, vor allem der Operationsforschung und der Managementwissenschaft. So führte die Analyse der Informations- und Entscheidungsstrukturen in betrieblichen Einheiten bereits zu einer eigenen, mit einem beachtlichen formalisierten Apparat ausgerüsteten Theorie von Managementinformationssystemen.

Kybernetische Prinzipien können auch für die praktische Wirtschaftspolitik von Bedeutung sein. Die wesentlichen Impulse zur Weiterentwicklung in dieser Richtung kommen heute aus den sozialistischen Ländern. Ähnliche Überlegungen erwachsen aus der Kritik an dem relativ starren makroökonomischen Entscheidungsansatz der quantitativen Wirtschaftspolitik in den westlichen kapitalistischen Ländern.

#### Wirtschaftspolitische Anwendung in sozialistischen Ländern

Probleme der Planung und Planimplementation werden in den sozialistischen Ländern seit einigen Jahren vermehrt diskutiert, nachdem die Diskrepanz zwischen dem fortgeschrittenen Stand der Volkswirtschaften und den gesamtwirtschaftlichen Planungs- und Lenkungsmechanismen immer deutlicher wurde. Die entscheidende Schwierigkeit besteht darin, eine zentralisierte Planung auf der makroökonomischen Ebene mit der Erweiterung der operativen Selbständigkeit und Initiative in nachgeordneten Bereichen, also Produktions- und insbesondere Konsumsektoren, kompatibel zu machen. Diese Problematik, meist als Alternativenpaar Zentralisation – Dezentralisation beschrieben, war letztlich immer wieder die Ursache für Reformen in den sozialistischen Wirtschaftssystemen. Ihre Lösung wurde auf diese Weise gleichsam experimentell angegangen.

Man setzte jedoch gerade in diesem Punkt große Hoffnungen in die Wirtschaftskybernetik<sup>3)</sup>. Allerdings ist auch bei diesen Diskussionen zu bemerken, daß die Kybernetik zunächst nur Interpretationshilfen leistete. So ist z. B. das Neue Ökonomische System der Planung und Leitung der Volkswirtschaft (NÖSPL) in der DDR, das Anfang 1964 in Kraft trat, in allen Zügen die Darstellung eines Wirtschaftssystems als dynamisches, selbstregulierendes System<sup>4)</sup>. Die Unterschiede zwischen

<sup>3)</sup> S. von Känel: *Einführung in die Kybernetik für Ökonomen*, Berlin 1971.

<sup>4)</sup> Vgl. Werner Meißner: *Regelung statt Steuerung: Die Rolle der ökonomischen Hebel im Neuen Ökonomischen System der Planung und Leitung der Volkswirtschaft der DDR in kybernetischer Sicht*. In: *Konjunkturpolitik* 14/1968, S. 157 ff.

dem klassischen zentralen Planmodell und den neueren Ansätzen dezentralisierter Lenkung und Steuerung lassen sich in kybernetischer Betrachtung wie folgt darstellen:

Das zentrale Modell kennt nur vertikale Informationsbeziehungen; Informationen sind zugleich Handlungsanweisungen. Die Struktur des Systems ist streng hierarchisch und administrativ. Die Befolgung der Informationen/Anweisungen ist obligatorisch und durch Sanktionen abgesichert.

Das dezentrale Modell kennt sowohl vertikale als auch horizontale Informationsströme, hauptsächlich verlaufen sie aber auf einzelnen Leistungsstufen horizontal. Informationen sind somit auch weniger direkte Handlungsanweisungen, sondern eher Entscheidungshilfen.

### Einsatz bei der Planimplementierung

Ein makroökonomischer Planungsansatz, der ein Auseinanderfallen von gesamtwirtschaftlichem Produktionssortiment und aktuellem Bedarf vermeiden will, muß einige Bedingungen erfüllen.

Innerhalb der einzelnen Produktionssektoren ist es nötig, daß sowohl für kurzfristige Produktionsentscheidungen als auch für längerfristige Investitionsentscheidungen Bereiche relativer Autonomie garantiert sind.

Es muß ein Käufermarkt existieren. Die Ausrichtung des Produktionssortiments nach der Bedarfsstruktur verlangt nach einem ziemlich gleichgewichtigen Verhältnis zwischen Angebots- und Nachfrageseite.

Die Preisstruktur muß so gestaltet werden, daß in den Preisen Produktionskosten und Knappheitsgrade möglichst genau erfaßt werden.

Das entscheidende Problem eines realistischen Planungs- und Lenkungssystems betrifft die Verbindung zentraler und dezentraler Entscheidungsbefugnisse auf wenigstens drei Entscheidungsebenen: der makroökonomischen, der sektoralen und der individuellen.

Makroökonomische Entscheidungen bestimmen die grundsätzliche Entwicklungsrichtung einer Volkswirtschaft, d. h. Entscheidungen über Wachstumsraten und -richtung, Aufteilung der gesamtwirtschaftlichen Produktionskapazität in Konsum und Investitionen, in individuellen und kollektiven Konsum.

Die laufenden sektoralen Entscheidungen behandeln die Zusammensetzung des Outputs, die Inputallokation, Absatzpolitik, Faktorentlohnung und Investitionspolitik.

Individuelle Entscheidungen betreffen die Gestaltung des Konsums, Berufs- und Arbeitsplatzwahl und Arbeitseinsatz. Während Entscheidungen auf der makroökonomischen Ebene zentral getroffen werden, sind solche der individuellen gewöhnlich dezentralisiert, d. h. es sind private Entscheidungen. Die wichtige Frage betrifft also die Organisation der zweiten Ebene.

Traditionellerweise wurde die Aufgabe der Wirtschaftslenkung in sozialistischen Systemen als *Steuerungsproblem* begriffen, d. h. man stellte einen genauen Ablaufplan für alle Stufen des Wirtschaftsprozesses auf. Störungen im Ablauf waren, soweit man sie vorhersehen konnte, überwindbar. Unvorhergesehene Abweichungen führten aber zu ernsthaften Beeinträchtigungen der Systemfunktionen.

Bei der Verknüpfung zentraler und dezentraler Entscheidungen müssen Lenkungs- und Koordinationsmechanismen zwischen den einzelnen Bereichen vermitteln. Der gesamte Wirtschaftsprozess ist nicht mehr nach einem einzigen Plan hierarchisch gesteuert, sondern besteht aus mehreren Teilplänen, die in ihren Wirkungen ineinander übergreifen. Der volkswirtschaftliche Lenkungsapparat ist aus einer Kette von Regelkreisen aufgebaut. Jede Entscheidungsebene stellt einen solchen Regelkreis dar. Treten irgendwo unvorhergesehene Störungen auf, so hängt es von der Regelkapazität des betroffenen Sektors ab, ob die Störung ausgeregelt wird oder sich in andere, nach- oder vorgelagerte Bereiche fortpflanzt. Die Koordination der einzelnen Entscheidungsbereiche erfolgt über Orientierungsdaten, die einen gewissen Spielraum bieten müssen.

Während sich die erste Phase der Wirtschaftskybernetik mit der – zuvorderst unter heuristischem Gesichtspunkt interessanten – Umformulierung dynamischer wirtschaftstheoretischer Konjunktur- und Wachstumsmodelle befaßte, zeigt diese zweite Phase eine *anwendungsorientierte* Betonung. Nachdem die Rezeption und Fortentwicklung mathematischer Programmierungstechniken in den osteuropäischen sozialistischen Ländern zu einem gewissen Abschluß gekommen war, trat das Problem der Implementierung derartig konstruierter Wirtschaftspläne in den Vordergrund. Der Elan, mit dem das Instrumentarium der Kybernetik für die Probleme der Planimplementierung eingesetzt wurde, hat zumindest in einem Punkt dauerhafte Auswirkungen: Wirtschaftskybernetik ist seitdem ein Gebiet, das aus dem Forschungskatalog der Wirtschaftswissenschaften wohl kaum noch gestrichen werden kann. Eine Pause von fast 25 Jahren, wie sie nach der ersten Phase der Wirtschaftskybernetik eintrat, ist schwer vorstellbar.

Schwieriger fällt die Beurteilung, in welchem Maße der Erfolg einiger osteuropäischer Volkswirtschaften (z. B. DDR) auf den Einsatz des wirtschafts-kybernetischen Instruments zurückzuführen ist.

#### Steuerungsprozesse in kapitalistischen Systemen

Diskussionen über Probleme der Wirtschaftslenkung in kapitalistischen Systemen machen oft deutlich, daß es zu der ziemlich intensiven Praxis wirtschaftspolitischer Einflußnahme eine adäquate Theorie der Planung eigentlich gar nicht gibt. Tatsächlich existieren nur wenige Ansätze, die mit der Keyneschen Theorie vollzogene Abkehr von der radikal-liberalen Vorstellung einer völlig interventionsfreien Wirtschaftssphäre und die Hinwendung zu einer Auffassung von gemäßigten Lenkungen des Staates durch ein theoretisches Fundament abzusichern.

Bislang am weitesten entwickelt wurde jener umfassende makroökonomische Entscheidungsansatz, der als *Theorie einer quantitativen Wirtschaftspolitik* bekannt ist<sup>5)</sup>. Die maßgebliche Forschungsarbeit auf diesem Gebiet ist mit den Namen Ragnar Frisch und Jan Tinbergen verknüpft, de-

nen gemeinsam dafür der erste Nobelpreis für Wirtschaftswissenschaften verliehen wurde. Eng verwandt mit der Theorie der quantitativen Wirtschaftspolitik sind verschiedene Verfahren der mathematischen Optimierungstheorie, wie der linearen und nichtlinearen Programmierung oder der Kontrolltheorie. Als Ansatzpunkt nimmt die quantitative Wirtschaftspolitik ein quantitatives Modell der Volkswirtschaft, z. B. ein Input-Output- oder ein ökonometrisches Modell. In diesem Modell müssen die strukturellen Beziehungen zwischen den einzelnen Sektoren des Wirtschaftssystems, d. h. funktionale Beziehungen und Wirkungsrichtungen, quantitativ bestimmt werden.

Die Umformulierung eines offenen Input-Output-Modells in ein wirtschaftspolitisches Entscheidungsproblem ist relativ einfach: Man gibt einen Endnachfragevektor vor und kehrt die Koeffizien-

<sup>5)</sup> Die grundlegende Arbeit zur quantitativen Wirtschaftspolitik ist das Buch von Jan Tinbergen: *Economic Policy, Principles and Design*, Amsterdam 1952.

Eine umfassende Darstellung auch der neueren Ansätze findet man bei Karl A. Fox/Jati Sengupta/Erik Thorbecke: *The Theory of Quantitative Economic Policy*, Amsterdam-Chicago 1966.

Eine Kritik dieser Ansätze aus der Sicht der Wirtschaftskybernetik wurde von Gerhard Kade/Reinhard Hujer/Dirk Ipsen: *Kybernetik und Wirtschaftsplanung*, in: *Zeitschr. f. d. ges. Staatswiss.*, Bd. 125, 1969, S. 17 ff., geleistet.

## VERÖFFENTLICHUNGEN DES HWWA-INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG-HAMBURG

### NEUERSCHEINUNG

Dietrich Kobschull, Axel Borrmann, Franz-J. Jägeler, M. Rasul Schams und Ursel Steuber

### VERMARKTUNG UND VERTEILUNG VON ROHSTOFFEN

Fast 90 % der Ausfuhrerlöse der Entwicklungsländer stammen aus dem Export von Roh- und Grundstoffen. Die Erhöhung dieser Erlöse ist deshalb eines der vorrangigen Ziele der wirtschaftlich unterentwickelten Staaten. In jüngster Zeit konzentriert sich ihr Interesse dabei auf die Straffung der vorhandenen Vermarktungs- und Verteilungssysteme sowie auf die damit verbundene Umlenkung der Gewinnspannen von Händlern, Zwischenhändlern, Maklern, Weiterverarbeitern etc. Die vorliegende Studie prüft für einige ausgewählte Rohstoffe anhand völlig neu aufbereiteten statistischen Materials, ob es sich dabei um Wunschträume oder realisierbare, entwicklungspolitisch wirksame Maßnahmen handelt.

Großoktav, 263 Seiten, 1973, Preis brosch. DM 29,50

VERLAG WELTARCHIV GMBH - HAMBURG

tenmatrix um, damit der Aktivitätsvektor berechnet werden kann. Ganz ähnlich verfährt der ökonomische Ansatz. Zur Grundlage des Entscheidungsprozesses werden die in der ökonomischen Struktur ausgedrückten funktionalen Abhängigkeiten zwischen endogenen und exogenen Variablen genommen. Einige der endogenen Variablen werden mit bestimmten Werten ausgezeichnet, sie bilden die Zielvariablen. Die exogenen Variablen unterteilt man danach, ob sie als wirtschaftspolitische Instrumente taugen oder nicht.

Der eigentliche Entscheidungsprozeß besteht dann aus zwei Stufen: Vorgabe eines Vektors von Zielvariablen und Lösung des Problems durch Berechnung der entsprechenden Instrumentenvariablen, indem die Strukturmatrix umgekehrt wird. Es ist üblich, zwei Formen dieses Entscheidungsproblems zu unterscheiden: „fixed target“- und „flexible target“-Probleme. Ein Beispiel für ersteres wäre die Aufgabe, ein Bruttosozialprodukt von bestimmter Höhe anzustreben. Die Lösung bestünde in der Auswahl einer Anzahl von Instrumentenvariablen und der Zuordnung entsprechender Werte. Das „flexible target“-Problem würde als Entscheidung verlangen, ein möglichst hohes Bruttosozialprodukt anzustreben. Möglichst hoch bedeutet, daß es sich bei solchen wirtschaftspolitischen Entscheidungsproblemen meist um Optimierungsaufgaben unter Nebenbedingungen handelt.

Nebenbedingungen treten in zwei Formen auf: Die Erreichung des wirtschaftspolitischen Ziels kann nur nach Maßgabe der im Modell spezifizierten Beziehungen zwischen Ziel- und Instrumentenvariablen erreicht werden. Die einzusetzenden Instrumente sind möglicherweise nicht in beliebigem Umfang verfügbar. Das Entscheidungsproblem ist dann gelöst, wenn ein zulässiger Vektor von Instrumentenvariablen gefunden ist, der die Optimalbedingung erfüllt. Formal besteht diese Lösung in der Umkehrung der Strukturmatrix; die Lösbarkeit des Problems ist also gleichbedeutend mit der Umkehrbarkeit der Matrix. Damit wird aber das ganze Problem auf die Ebene einer formalen Konsistenzprüfung reduziert: Ist ein vorgegebener Zielvektor mit der Struktur und eventuellen Beschränkungen der Instrumentenvariablen vereinbar? In aller Regel dürfte bereits für etwas kompliziertere, und das heißt im allgemeinen auch realistischere Modelle diese formale Konsistenz nicht mehr garantiert sein.

Der Wert des Ansatzes wird aber noch aus einem anderen Grunde wesentlich gemindert: In der ökonomischen Praxis herrscht der interdependente Modelltyp vor<sup>6)</sup>. Diese Interdependenz kann zwar

<sup>6)</sup> Vgl. Werner Meißner: *Ökonometrische Modelle*, Berlin 1971.

durch eine mathematische Transformation überwunden werden, es bleibt aber meistens die Schwierigkeit, daß mehrere Instrumentenvariablen zugleich eine Zielvariable bestimmen. Die formale Konsistenzbedingung ist also nur in trivialen Fällen erfüllt. Die entscheidenden Schwächen dieser Methode liegen aber nicht nur in derartigen Ziel-Mittel-Konflikten, sondern bereits in der Phase der Zielformulierung, die unabhängig vom eigentlichen Entscheidungsprozeß ist.

Die wirtschaftskybernetischen Arbeiten, die sich mit der Interpretation der Theorie der quantitativen Wirtschaftspolitik befassen, haben diese Schwierigkeiten offengelegt.

### Kybernetische Kontrollprozesse

Die Entwicklung der theoretischen Nationalökonomie zu einer exakten Wissenschaft, ihre Mathematisierung, begann relativ spät. Dafür waren dann ihre Fortschritte innerhalb weniger Jahrzehnte rapid. Ihre wichtigsten Leistungen erzielte sie mit der mathematischen Optimierungstheorie, die zunächst als Weiterführung des klassischen mikroökonomischen Entscheidungskalküls konzipiert, mittlerweile aber auch an makroökonomischen Entscheidungsproblemen erprobt wurde<sup>7)</sup>.

Der makroökonomische Entscheidungsansatz folgt dem Muster des mikroökonomischen: Eine Zielfunktion wird definiert, Steuerungsparameter ausgewählt und schließlich auf die Lösung der Zielfunktion hin berechnet. Damit wird jedoch das gesamtwirtschaftliche Planungsproblem um entscheidende Dimensionen gekürzt; eine kybernetische Analyse vermag das zu zeigen.

Für ein komplexes dynamisches System, z. B. eine Volkswirtschaft, sieht ein umfassender Planungsansatz mehrere Stufen der Planung und Steuerung vor. *Kybernetische Kontrollprozesse* müssen mindestens vier Merkmale enthalten:

- das System, das kontrolliert werden soll;
- der gewünschte Zustand, in den das System gebracht werden soll;
- die Möglichkeit, den tatsächlichen Zustand des Systems zu messen, und das heißt auch die Abweichung dessen vom gewünschten;
- die Möglichkeit, das System zu steuern, um seine Entwicklung auf den gewünschten Zustand hin zu sichern.

<sup>7)</sup> Der übliche makroökonomische Entscheidungsansatz der quantitativen Wirtschaftspolitik wird ausführlich dargestellt bei Fox/Sengupta/Thorbecke: *The Theory of Quantitative Economic Policy*, Amsterdam-Chicago 1966, Teil II, insbes. die Kapitel 13 und 14.

Die neueren Ansätze umfassender Planung werden behandelt von Jay W. Forrester: *Counterintuitive Behavior of Social Systems*. In: *Technology Review*, vol. 73, no. 3, 1971, S. 52 ff.; sowie Erich Jantsch: *Forecasting and Systems Approach*. In: *Management Science* 19/1973, A-Series, S. 1355 ff.

Ein realistischer *Planungsprozeß* für komplexe Systeme könnte dann aus den folgenden Stufen bestehen: Prognose, Planung, Entscheidungsfindung und schließlich daraus resultierender Handlung.

Der *Prognoseaspekt* betrifft die Aufdeckung möglicher Entwicklungspfade für das dynamische System. Die übliche Wirtschaftsprognose ist ein Beispiel für explorative Prognosen. Hier wird aus der gegenwärtigen Beschaffenheit des Systems der weitere Verlauf geschlossen unter der Annahme, daß sich die Bewegungsgesetze nicht ändern. Prognosen können aber auch normativen Charakter haben, nämlich dann, wenn sie sich nicht auf die wahrscheinliche Entwicklung beschränken, sondern durch Variation der Ausgangsbedingungen und/oder der Bewegungsgesetzlichkeiten alternative Zeitpfade berechnen.

Der *Planungsaspekt* beschäftigt sich mit dem „system design“ auf der Ebene der Dynamik des Gesamtsystems. Die Systemanalyse definiert dabei die effektiven Veränderungen in der Struktur oder den Variablen des Systems, die nötig sind, die angestrebte Dynamik herbeizuführen. Der wesentliche Unterschied eines derartigen umfassenden Planungsansatzes zu den üblichen Verfahren der quantitativen Wirtschaftspolitik oder der makroökonomischen Entscheidungstheorie besteht darin, daß er auch die Struktur des Systems zu den Entscheidungsparametern zählt, während sich die anderen Methoden mit der Kontrolle der Instrumentenvariablen begnügen.

Der Prozeß der *Entscheidungsfindung* zielt dann auf das Erkennen desjenigen „system design“ ab, das geeignet ist, die Dynamik der Systeme in der gewünschten Weise zu verändern. Das führt zur Organisation der Systemstruktur und der Systemfunktionen in Richtung auf die Erfüllung der gesetzten Ziele. Die daraus sich ableitenden Handlungen müssen dann den effektiven Aufbau solcher Institutionen und Instrumentalitäten herbeiführen, die die projektierten Veränderungen auch tatsächlich vollziehen können.

Ein derartiger Planungsansatz trägt *Regelungscharakter*. Im Gegensatz dazu stehen die klassischen makroökonomischen Entscheidungstheorien, etwa der Tinbergensche ökonomische Ansatz, die das Problem nur unter dem *Steuerungsaspekt* sehen. Schließt man den Prozeß der *Zielbildung* noch ein, so kann dieser Ansatz sogar die Eigenschaft der Multistabilität erhalten. Erweist sich nämlich für eine bestimmte Zielfunktion die Möglichkeit des „system design“ nicht als ausreichend, so führt dies zu einer Revision des gesetzten Anspruchs.

Ein derartiges umfassendes Planungsmodell ist nicht mehr mit den mechanistischen Konzepten der negativen Rückkopplung zu beschreiben. Viel-

mehr handelt es sich dabei um die Einführung von positiven Rückkopplungselementen in komplexen dynamischen Systemen, die durch nichtlineare Interaktionsmuster zwischen mehreren Rückkopplungsschleifen charakterisiert werden müssen.

Soziale Systeme besitzen die Eigenschaft, aktiv gestaltend in ihre Umwelt einzugreifen. Sie benutzen nicht mehr von der Umwelt vorgegebene Zielwerte als Soll-Werte, sondern geben sich ihre Soll-Werte innerhalb der Beschränkungen, die zwischen ihnen und der Umwelt bestehen, selbst vor.

Die klassischen Entscheidungsansätze mit ihren klar abgegrenzten Problemstellungen, die einem wohldefinierten Instrumentarium zugänglich sind, taugen am ehesten noch für kurzfristige Planungen. Langfristige Planung greift zu kurz, wenn sie sich dieses mechanistischen Modells bedient, weil sie damit nicht imstande ist, Veränderungen der Entscheidungssituation, also des Interaktionsmusters System – Umwelt, zu verarbeiten.

#### Probleme des Planungsansatzes

Die eingangs erwähnte MIT-Studie über die „Grenzen des Wachstums“ ist ein Beispiel sowohl für explorative als auch normative Prognosen. Die Autoren untersuchten nicht nur die wahrscheinliche Entwicklung des Weltsystems, also im Sinne der üblichen Wirtschaftsprognose, sondern sie spielten verschiedene Entwicklungsmöglichkeiten durch. Probleme bei diesem Planungsansatz liegen auf mehreren Ebenen. Zunächst ist wichtig, das zu untersuchende System in einem möglichst realistischen Modell abzubilden: das Problem der Validität des Modells. Zweitens müssen die Prognosen einigermaßen realistisch sein, d. h. alle wahrscheinlichen und möglichen Entwicklungslinien müssen enthalten sein, die irrelevanten aber nicht: das Problem der Übersichtlichkeit der Prognosen. Schließlich kann der Planungs- und Entscheidungsprozeß bei komplexen Systemen, etwa einer ganzen Volkswirtschaft, solche Dimensionen annehmen, daß verfügbare Rechenkapazitäten nicht mehr ausreichen.

Der kybernetische Ansatz wirft also möglicherweise mehr Probleme auf, als er lösen kann. Aber immerhin wird dann gleichzeitig klar werden, warum die Probleme nicht lösbar sind. Der klassische makroökonomische Entscheidungsansatz scheitert schon früher, nur wird bei ihm nicht offenbar, warum. Die Kybernetik als Instrument für umfassende ökonomische Planungsmodelle ist noch zu wenig erprobt, um zu wissen, ob die unlösbaren Probleme die lösbaren überwiegen. Man kann aber sagen, daß derartige formale Probleme komplexer Regelungssysteme kaum anders als mit der Kybernetik erfolgversprechend angegangen werden können.