

# Informatik und Kybernetik

## in nicht-technischen Systemen

von B.V.Birjukov und E.S.Geller

### Inhaltsverzeichnis

Geleitwort . . . . .	9
Vorwort der Verfasser zur deutschen Ausgabe . . . . .	13
Einführung . . . . .	15
<b>1. Logisch-semiotische Probleme der Kybernetik . . . . .</b>	<b>27</b>
1.1. Formalisierung: Effektive Methoden . . . . .	28
1.2. Kybernetik und Probleme der Abstraktion . . . . .	35
1.3. Die Relation "Modell von" . . Modellierung . . . . .	41
1.4. Grundlegende Fragen der Logik. Erweiterung des Bereichs der logischen Modellierung . . . . .	48
1.5. Begriffe der Realisierbarkeit . . . . .	55
1.6. Automatisierung als "praktische Formalisierung" . . . . .	60
1.7. Informationsströme in der Wissenschaft. Kybernetische Maschinen als Werkzeug zur Intelligenzverstärkung . . . . .	66
1.8. Das Problem einer empirisch-logischen Analyse der Wissenschaften . . . . .	71
1.9. Mensch und kybernetische Maschine . . . . .	82
1.10. Diskussionen über "künstlichen Verstand" . . . . .	87
1.11. "Künstliche Intelligenz" und menschliches Bewußtsein . . . . .	92
1.12. Zeichenaspekt der Kybernetik . . . . .	100
1.13. Philosophische Fragen der Semiotik . . . . .	109
1.14. Methodologische Aspekte des Problems der Bedeutung. Wege zur Ausarbeitung des Begriffs der semantischen Information . . . . .	116
1.15. Kommunikation und Dokumentation . . . . .	123
1.16. Die synthetische Kraft der neuen Methoden . . . . .	131
<b>2. Kybernetische Aspekte bei der Untersuchung psychischer Prozesse . . . . .</b>	<b>137</b>
2.1. Neurokybernetische, psychologisch-kybernetische und logisch psychologische Problemlage . . . . .	138
2.2. Herangehen der Kybernetik an die Erforschung der Hirnfunk- tionen . . . . .	142
2.3. Auf dem Wege zu einer mathematischen Psychologie . . . . .	154
2.4. Die kybernetische Modellierung aus der Sicht der Intransitivität wissenschaftlicher Erklärung . . . . .	160
2.5. Weitere Schwierigkeiten einer Modellabbildung von Gehirn und Psyche . . . . .	167
2.6. Kybernetische Heuristik . . . . .	175
2.7. Zur Methodologie der Untersuchung des logischen Aspekts in haltlichen Denkens und der Denkmechanismen bei der Entscheidungsfindung . . . . .	184
2.8. Über Abstufungen im algorithmischen Charakter des Verhaltens . . . . .	191
2.9. Der kybernetische Sinn der "Physiologie und Psychologie der	



## Geleitwort

Das Buch von B. V. Birjukov und E. S. Geller hat seit seinem Erscheinen in der UdSSR (1973) nichts an Aktualität verloren. Die behandelten Probleme sind im Gegenteil heute eher noch brennender und jetzt oft erst deutlich sichtbar geworden.

Mit dem Voranschreiten des Prozesses der Theoretisierung und Mathematisierung, mit der raschen Entwicklung von Mikroelektronik, Industrierobotern, Computertechnik und anderen neuartigen Informationstechnologien rücken Fragen, die die Stellung des Menschen in Produktion und Gesellschaft betreffen, zunehmend in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit, und sie werden auch zu einem zentralen Thema der internationalen Klassenauseinandersetzung. Dabei scheinen drei Zentralbegriffe und deren dialektische Beziehungen wachsende Bedeutung zu erlangen: Die Probleme der Funktionsteilung von Automat und Mensch führen auf das Verhältnis von natürlicher und *künstlicher Intelligenz*. Die neuen technischen und technologischen Entwicklungen vollziehen sich auf der Basis von zum Teil neuartigen Beschreibungsmitteln für komplexe und hochkomplexe Systeme, wie sie von Mathematik und Systemanalyse bereitgestellt werden. *Mathematisierung* erscheint so als ein weiterer Zentralbegriff, der in seiner Bedeutung und in seinen vielfältigen Beziehungen verstanden werden muß. Beide Problemkreise, Mathematisierung wie künstliche Intelligenz, müssen vor allem zum Menschen im Sinne von *Humanisierung* in Beziehung gesetzt werden, denn dies entspricht einem Grundanliegen unserer sozialistischen Gesellschaft.

Dialektik und Humanisierung: dies sind die Kernpunkte der Betrachtungsweise der beiden Autoren. Die dialektische Herangehensweise ist aus der Ganzheitssicht allgemeiner und umfassender als die der Kybernetik, Informatik oder jeder anderen speziellen Disziplin. Zugleich ist es außerordentlich nützlich aus fachwissenschaftlicher Sicht die Dialektik in ihrer heuristischen Funktion nutzbar zu machen. Für den Brückenschlag zwischen der materialistischen Dialektik und anderen Disziplinen kommt der Informatik und der Kybernetik eine große Bedeutung zu. Eine wichtige Frage betrifft dabei das richtige Verständnis der Logik und des Verhältnisses von Dialektik und Logik: Wenn es sich um dialektische Zusammenhänge handelt, muß die Existenz dialektischer Widersprüche berücksichtigt werden. Daraus resultieren weitreichende Konsequenzen bei allen Arten der Formalisierung. Moderne Entwicklungen der Theorie dynamischer Systeme, wie sie sich in Arbeiten etwa von Prigogine, Fatou und Julia, Feigenbaum, Poincaré, Moser und anderen widerspiegeln, decken in immer stärkerem Umfange dialektische Zusammenhänge auf, d.h., zeigen die Korrespondenz der Dialektik in der Systemtheorie und der Dialektik in der Natur, wenn man entsprechende Systeme als Modell nutzt.

Beim Versuch von Begriffserklärungen stößt man im Falle dialektischer Zusammenhänge notwendigerweise auf das Problem der Selbstreferenz, d.h. der wechselseitigen Bedingtheit der Seiten einer dialektischen Polarität. Daher sind der Zurückführung komplexer Begriffe auf einfachere Grenzen gesetzt. Es geht also nicht allein darum, sich aus pragmatischen Gründen zur eingeschränkten Transitivität von Schlußketten zu bekennen, sondern wegen der Dialektik der objektiven Realität gibt es in dieser Beziehung prinzipielle Einschränkungen. Eine beliebte und außerordentlich wichtige Methode zur Auflösung solcher wechselseitiger Bedingtheit ist die *Iteration*.

Daraus resultiert die fundamentale Rolle des Automatenbegriffs für die Systemtheorie und der rekursiven Funktionen bei allen Formen der Formalisierung. Die Iteration ist jedoch eine Methode, die nicht immer zum Ziel führt. Man stößt dabei unter anderem auf das Konvergenzproblem, d.h. auf die Frage, ob das erreichte Ergebnis nach endlich vielen Iterationsschritten wirklich ein hinlänglich adäquater Ersatz für die wechselseitige Bedingtheit ist.

Eine Formalisierung (etwa in Gestalt von Iterationen) kann man nicht allein der Mathematik und erst recht nicht der Kybernetik überlassen. Das ist vielmehr eine Aufgabe für alle Disziplinen, die sich mit der Realität befassen, wobei sie sich stets des von der Mathematik entwickelten Instrumentarismus bedienen müssen. Hier gibt es also keine "Erbfolge" durch die Kybernetik oder Informatik.

Der grundlegende Begriff der Informatik ist der der *Information*. Birjukov und Geller stellen in ihrem Buch eine Reihe bemerkenswerter Theorieansätze zur Information und zur Bewältigung informationeller Prozesse unterschiedlicher Art vor, die sie durch eigene Vorschläge bereichern. Dabei spielt der für die Informatik besonders wichtige, aber zugleich kontrovers diskutierte Begriff der semantischen Information eine besondere Rolle.

Birjukov und Geller äußern sich weiterhin sehr ausführlich zum *programmierten Unterricht*. Nach wie vor ist die Frage zu bedenken, wie man den programmierten Unterricht so gestalten kann, daß die Lernmotivation beim Schüler erhöht wird. Damit müssen die Rolle von Erfolgserlebnissen, das Wachrufen und Aufrechterhalten des Interesses sowie die Integration spielerischer Faktoren in den Unterricht besonders beachtet werden. Weder der Lehrer noch der Wissensspeicher dürfen ein bloßes "Füllhorn des Wissens" sein. Und während beim Lehrer seine Persönlichkeit eine zunehmende Rolle spielt, müssen in den Wissensspeicher in wachsendem Maße experimentalpsychologische Erfahrungen integriert werden. Überhaupt hängt vieles nicht allein (oder sosehr) von den rechentechnischen Mitteln ab, sondern von einem hinlänglichen Vorlauf psychologischer und pädagogischer Forschung. Es versteht sich, daß auch generell für weitere Fortschritte auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz tiefere Einsichten in die kognitiven Fähigkeiten des Menschen und deren Mechanismen notwendig sind.

Abschließend sei auf einige Gesichtspunkte hingewiesen, die die Gesamtlage des Buches von Birjukov und Geller betreffen: Die Autoren haben für diese Ausgabe ihr Buch vollkommen überarbeitet und erweitert. Besonders zu vermerken ist, daß die Autoren überall die für den Problembereich wesentlichen philosophisch-weltanschaulichen und methodologisch-wissenschaftstheoretischen Grundlagen darlegen. Sie verbinden dies mit Beziehungen zu Geschichte und Vorgeschichte der Kybernetik sowie mit der Zurückweisung nichtmarxistischer Auffassungen. Ein Literaturverzeichnis mit mehr als 1000 Titeln führt den Leser in die einschlägige internationale Literatur ein.

Alle Anmerkungen ohne besondere Kennzeichnung stammen von den Verfassern. Bei manchen Textstellen gab der Herausgeber in Anmerkungen erläuternde oder ergänzende Hinweise. Diese wurden stets mit dem Zusatz *Anm. d. Bearb.* versehen. Gibt es in derselben Anmerkung sowohl Anmerkungen der Autoren wie des Herausgebers, so wurden die Anmerkungen der Autoren mit *Anm. d. Verf.*, die des Herausgebers mit *Anm. d. Bearb.* gekennzeichnet.

Es ist uns ein Bedürfnis, allen zu danken, die am Zustandekommen dieser deutschen Ausgabe beteiligt waren. Besonders erwähnt sei der Akademie-Verlag wegen seiner anhaltend verständnisvollen und geduldigen Zusammenarbeit. Frau Evelyn Reißner aus dem Zentralinstitut für Philosophie der Akademie der Wissenschaften der DDR gebührt Anerkennung für ihre Mühe bei der Erarbeitung der deutschen Fassung des Literaturverzeichnisses sowie bei der Durchsicht des Reinschriftmanuskripts. Besonders herzlich sei Frau Gabriele Engelmann gedankt, die die nicht leichte Aufgabe übernahm, eine satzgerechte Reinschrift herzustellen.

Berlin, im Februar 1985

Heinz Liebscher

Manfred Peschel

## Einführung

Ein wesentliches Merkmal unserer Zeit besteht darin, daß in allen Bereichen des Lebens und der Tätigkeit des Menschen die *Kompliziertheit* der Erscheinungen in bisher nicht dagewesenem Maße zunimmt. Eine besondere, noch weiter zunehmende Bedeutung erlangten die Anforderungen auf dem Gebiet der Ökonomie. Die Wissenschaften entwickeln sich ungewöhnlich rasch. Ihre einzelne Disziplinen verzweigen sich mehr und mehr. Ständig bilden sich neue Grenzbereiche und interdisziplinäre Richtungen heraus. Die Wissenschaft wird heute zu einer effektiven Produktivkraft der Gesellschaft, wobei zunehmend mehr Menschen in den Wissenschaftsbetrieb einbezogen werden.

Wissenschaftliche, technische und andere Informationen wachsen ständig an. Das erfordert schnelle und zuverlässige Gewinnung, effektive Verarbeitung und rationelle Nutzung der Informationen. Der Mensch ist heute ständig der Turbulenz gewaltiger Umsetzungen von Stoff, Energie und Information ausgesetzt. Aufgabe des Menschen ist es aber keineswegs, sich vor dieser Turbulenz zu "retten", vielmehr muß er "mit ihr fertig werden" mehr noch, er muß sie sich zunutze machen, so daß sie ihm ein "treuer Helfer" bei seiner vielgestaltigen Tätigkeit wird. Er muß letztlich lernen, diesen Fluß so gut, so genau, so zuverlässig und so wirksam wie möglich *zu steuern*.

Es gilt dabei, die Fragen der Steuerung und der Organisation wissenschaftlich zu fundieren. Der Lösung dieser Aufgabe nimmt sich vor allem die Kybernetik an, die über leistungsfähige theoretische Methoden und technische Mittel - wie elektronische Rechenmaschinen, Steuerungsanlagen und Anlagen zur Informationsverarbeitung - verfügt. Eine bedeutsame Unterstützung findet sie in der Entwicklung der Elektronik, die man schon heute als eines der wesentlichsten Hilfsmittel der Technologie ansehen kann, und in der Entwicklung der Atomenergetik. Gerade diese beiden Wissenschaftsgebiete sind, ebenso wie die Kybernetik, große Errungenschaften unseres Jahrhunderts und zugleich entscheidende Stimuli der heutigen sozialen Entwicklung. Wir wollen uns jedoch an dieser Stelle nicht mit der Charakterisierung dieser drei Hauptrichtungen der gegenwärtigen wissenschaftlich-technischen Revolution aufhalten und verweisen den Leser auf die Bücher von V. V. Parin und Mitarbeiter [1969], G. M. Dobrov [1977] sowie von B. G. Kuznecov [1969]; vgl. aber auch K. Hammer [1975]. Hier möchten wir nur eine Tatsache unterstreichen: Der Fortschritt von Wissenschaft und Technik ist untrennbar mit der sozialen, ökonomischen und kulturellen Entwicklung der Gesellschaft verbunden.

Wenn wir uns dem Menschen und jenen wissenschaftlichen Disziplinen zuwenden, deren Untersuchungsgegenstand er ist, so erlangt die Berücksichtigung methodologischer Prinzipien bei der Anwendung der Ideen, Methoden, und technischen Mittel der Kybernetik auf den verschiedenen Wissensgebieten besondere Bedeutung. Gerade dann tritt auch die integrierende Funktion der Wissenschaft von der optimalen Steuerung komplizierter dynamischer Systeme mit aller Deutlichkeit hervor. Dies gilt gleichermaßen für technische Anlagen, biotische Systeme und gesellschaftliche Organisationen. Freilich erfordern die Spezifik und die ungewöhnliche Kompliziertheit der Gegenstände der Gesellschaftswissenschaften, daß die Anwendbarkeit der Ideen und Mittel der Kybernetik und ihrer mathematischen (logisch-mathematischen) Methoden auf Objekte dieser Bereiche sorgfältig begründet wird.

Zunächst fällt auf, daß die Kybernetik überall dort, wo sie angewandt wird, "Exaktheit" und "Strenge" mit sich bringt. Wenn jedoch von der Anwendung "exakter Methoden" in den Humanwissenschaften die Rede ist, so denkt man gewöhnlich an die Anwendung mathematischer Methoden und die Schaffung von verschiedenartigen "Modellen". Dabei verbindet sich mit dem Begriff der Exaktheit oft eine Reihe von Vorurteilen. Eine dieser falschen Vorstellungen besteht in der Annahme, Exaktheit könne allein damit erzielt werden, daß man für das jeweilige Problem "eine Mathematik" findet. So stößt man zuweilen auf wissenschaftliche Arbeiten, in denen versucht wird, irgendein Stoffgebiet in mathematische (besser gesagt: in mathematikartige) Formeln zu kleiden. Manche Autoren wiederum bemühen sich darum, irgendwelche "Berechnungen" in ihre Arbeiten hineiniubringen, ohne allzu ernsthaft zu prüfen, inwieweit diese den gegebenen Sachverhalt widerspiegeln. Eine solche aus "Pseudoberechnungen" aufgebaute, gleichsam "darstellende" Mathematik (dabei ist "darstellend" lediglich im Sinne von Darstellung einer gewonnenen Erkenntnis in Gestalt von "Formeln" zu verstehen) erhöht jedoch keineswegs die wissenschaftliche Exaktheit. (Vgl. M. D. Achundov, L. B. Baženov, M. 8. Sluckij [1970])

Schon R. Descartes wußte: "Alles Wissen besteht in einer sicheren und klaren Erkenntnis." (R. Descartes [1948], S. 6) In diesem Sinne der Richtigkeit und Offensichtlichkeit der aus wissenschaftlichen Fakten, Verallgemeinerungen und Beweisen zu gewinnenden Erkenntnis ist *jede* Wissenschaft streng und objektiv. Dennoch sprechen wir vom "Grad" der Strenge und Exaktheit verschiedener Wissenschaften bzw. wissenschaftlicher Theorien, wobei wir Strenge und Exaktheit von der objektiven Wahrheit dieser Theorien unterscheiden (eine Eigenschaft, die alle Aussagen wissenschaftlicher Theorien - mit Ausnahme der hypothetischen - besitzen müssen). Das heißt aber, daß die Termini "Strenge" und "Exaktheit" einen objektiven Inhalt haben. Ihre Bedeutung wird durch die folgenden Ausführungen deutlich werden.

Die Strenge in der Wissenschaft steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der verwendeten *Sprache*. Am wenigsten streng sind die Wissensgebiete, in denen die gewöhnliche, Umgangssprache verwendet wird. Die Exaktheit einer Wissenschaft nimmt in dem Maße zu, in dem ihre sprachlichen Mittel entwickelt werden: Sie wächst zum Beispiel mit der Einführung einer hochentwickelten Terminologie, eines Hilfssystems von Zeichen (beispielsweise der chemischen Symbole) oder der Ausarbeitung einer speziellen "Zeichensprache", wie wir sie in der Mathematik finden. Daß die Mathematik für andere Wissenschaften bei deren Entwicklung zu höherer Exaktheit von so großer Bedeutung ist, erklärt sich vor allem daraus, daß die Mathematik für diese Wissenschaften eine Quelle exakter Sprachen darstellt. Unter der *Exaktheit einer Sprache* wollen wir folgendes verstehen: Eine Sprache ist exakt, wenn sie genaue, eindeutige Regeln zur Bildung sinnvoller Ausdrücke (in dieser Sprache) enthält und ebenso genaue Regeln für erlaubte Transformationen sinnvoller (d.h. nach den gegebenen Regel aufgebauter) Ausdrücke dieser Sprache. Diese Regeln müssen frei von doppeldeutigen "sinngebenden Vorschriften" sein, damit sie die Mehrdeutigkeit von Ausdrücken und damit ihre inhaltliche Unklarheit verhindern können.

Darüber hinaus ist die Exaktheit einer Wissenschaft natürlich mit der Existenz von Kriterien für die *quantitative Bewertung* der von ihr vermittelten Fakten (die somit zu meßbaren Größen werden) verbunden. An dieser Stelle muß erwähnt werden, daß hierin oftmals das einzige Merkmal der "Exaktheit" auf gesellschaftswissen-

schaftlichen Gebieten gesehen wird. "Diese einseitige Betrachtungsweise resultiert aus der simplifizierten Auffassung der Mathematik als der Wissenschaft von Zahlen, von Quantitäten. Gewiß ist die Mathematik ein Gebiet menschlicher Erkenntnis, das einen Gegenstand untersucht, der in der Philosophie als "Quantitative Bestimmtheit" der Objekte und Erscheinungen der Natur bezeichnet wird. Doch ist sie nicht nur dies. Sie ist auch (wie wir eben zeigten) eine bestimmte *Sprache zur Beschreibung* der Erscheinungen der Realität. Darüber hinaus ist sie eine *Wissenschaft* von bestimmten ontologischen "Gegebenheiten", und zwar jener, die der menschliche Verstand aufdecken kann, indem er lediglich solche Eigenschaften der zu untersuchenden Gegenstände berücksichtigt, nach denen sie unterschieden und identifiziert werden können. (S. A. Janovskaja [1962], S. 591f.)

Die Mathematik geht faktisch von den Begriffen der Identität (Gleichheit) und des Unterschieds (d.h. der Nicht-Identität) aus.<sup>1</sup> Sie entwickelt daraus ein umfangreiches System von Abstraktionen und baut unter Verwendung eines speziell für diesen Zweck geschaffenen Zeichenapparats ein zunehmend komplizierter werdendes Netz abstrakter Objekte auf. In der Wechselbeziehung dieser Objekte wird die auf "gegenständlichem" Gebiet evidente Gegenüberstellung von "Quantität" und "Qualität" in vielem "aufgehoben". Gerade deshalb gestatten es aber die mathematischen Theorien, in denen unmittelbar nur abstrakte Objekte, wie Zahlen, Funktionen, Räume u. dgl. auftreten, bei Beachtung gewisser Nebenbedingungen nicht nur quantitative, sondern auch qualitative Gesetzmäßigkeiten zu untersuchender Erscheinungen zu erfassen. Wir weisen jedoch schon hier darauf hin, daß bei der mit mathematischen Methoden durchgeführten Untersuchung von Erscheinungen, die den Menschen betreffen, sicher von besonderem Interesse ist, die bislang unbekannt *qualitativen* Seiten der Untersuchungsobjekte aufklären zu können. Nicht zufällig werden daher in den Gesellschaftswissenschaften mit Vorliebe diejenigen mathematischen Theorien angewandt, bei denen die quantitativen Aspekte eine untergeordnete Rolle spielen (Spieltheorie, Graphentheorie, angewandte Algorithmentheorie, Informationstheorie u. ä.).

Schließlich bedeutet Strenge und Exaktheit einer Wissenschaft, bestimmte Forderungen zu realisieren, die an das Ausgangsmaterial von Fakten zu stellen sind. Dieses *Faktenmaterial* muß zuverlässig und hinreichend vollständig sein. Folglich gilt es, höchste Bestimmtheit der Begriffe - im Inhalt gleichermaßen wie im Umfang - zu erstreben. In der Wissenschaft muß jede Art von Subjektivismus, Spekulation, Unbestimmtheit und "Weitschweifigkeit" bei der Beschreibung von Tatsachen, Prozessen und Erscheinungen ausgeschlossen werden. Die Erfüllung dieser Forderung ist eine notwendige Bedingung für die Anwendung exakter (mathematischer) Methoden auf Gebieten, die den Menschen betreffen. Anderenfalls entstehen unvermeidlich Fehler, die durch die Mathematik und die maschinelle Rechentechnik nur noch vergrößert werden können.

Natürlich ist es leichter, die eben genannten Forderungen zu formulieren als sie praktisch zu verwirklichen. Gerade darin - und nicht in der Anwendung der einen oder anderen mathematischen Theorie bzw. im Ausfindigmachen von zahlenmäßig auswertbaren Größen für diese oder jene Erscheinungen der Kultur oder des gesellschaftlichen Lebens - bestehen häufig die größten Schwierigkeiten.

---

<sup>1</sup> Dieser Ausgangspunkt des inathematischen Denkens wurde von A. A. Markov in seiner Behandlung der "Identifizierungsabstraktion" hervorgehoben.

Diese Schwierigkeiten gilt es zu überwinden. Mit diesem Ziel rückt eine Reihe von Forschern auf dem Gebiet der Methodologie der Wissenschaft das sogenannte systemtheoretisch-strukturelle Herangehen beharrlich in den Vordergrund. Dieses Herangehen orientiert den Wissenschaftler darauf, die zu untersuchenden Objekte als Systeme (bzw. als Hierarchien von Systemen, Elemente von Systemen, Elemente einer ganzen Hierarchie von Systemen o.ä.) zu betrachten. Erst nach der Entstehung der Kybernetik fand dieses Herangehen Anerkennung, denn sie erklärte die grundlegende systembildende Rolle der Steuerungsprozesse sowie der Prozesse der Übertragung, der Verarbeitung und der Nutzung von Informationen auf. Wir wollen hier die Grundgedanken dieser Auffassung nicht breiter darlegen. In den Arbeiten von Vertretern der "Systemtheorie" im In- und Ausland finden sich hierzu zahlreiche Versuche. Eine Beschreibung des Inhalts dieser Theorie gaben zum Beispiel I. V. Blauberg, N. V. Sadovskij und X G. Judin [1970], V. N. Sadovskij [1974] und A. I. Uemov [1978]. Leider wird in der Literatur zur Systemtheorie nicht immer die systembildende Bedeutung der Informationsprozesse hervorgehoben. Entscheidend ist jedoch nicht die eine oder andere Darlegung des "Systemdenkens" als spezielle methodologische Auffassung des jeweiligen Wissenschaftlers, sondern die Tatsache, daß diese Auffassung jedenfalls in unserer Zeit - eine *kybernetische* ist. Die "kybernetische Komponente" ist für die Erklärung des Wesens der "Systemforschung" auf jeden Fall die Hauptkomponente. Dabei ist zu beachten, daß der in der westlichen methodologischen Literatur auftretende Terminus "Systemforschung"<sup>2</sup> im Sinne des bei uns verwendeten Ausdrucks "Kybernetik"<sup>3</sup> gebraucht wird.

Geht man an die Humanwissenschaften vom Standpunkt der *kybernetischen Systemtheorie* heran, so leistet man schon einen wichtigen Beitrag zur Realisierung der Forderung nach "Strenge" und "Exaktheit" solcher Untersuchungen. Vor allem gibt diese Betrachtungsweise den in den Gesellschaftswissenschaften verwendeten Begriffen eine größere Bestimmtheit. Sie geht von der Tatsache aus, daß zwischen den Elementen des zu untersuchenden Systems, seinen Teilsystemen und zwischen System und Umgebung informationelle Kopplungen festgestellt werden und setzt voraus, daß Phänomene der Steuerung, Organisation und Adaptation erkennbar sind. Auf dieser Grundlage werden entsprechende quantitative Kriterien eingeführt. Damit sind jene Bedingungen geschaffen, die es gestatten, das

---

<sup>2</sup> Er wird ins Russische oft durch den für die russische Sprache unklaren Ausdruck "Systemuntersuchungen" (sistemnye issledovanija) übersetzt; dabei bleibt offen, ob sich "System" auf die Charakterisierung eines Untersuchungsverfahrens oder auf dessen Gegenstand bezieht.

<sup>3</sup> In den westlichen Ländern, besonders in den USA, wird "Kybernetik" in einem engeren Sinn als in der Sowjetunion verstanden. Man versteht dort darunter die Theorie der "künstlichen Intelligenz", eine Theorie von Systemen mit Rückkopplung u.a.m. In einem sehr engen Sinn versteht zum Beispiel L. v. Bertalanffy, der zu den Begründern der sogenannten allgemeinen Systemtheorie gehört, die Kybernetik; er zählt weder die Informationstheorie noch die Spieltheorie, die Entscheidungstheorie, Graphentheorie, Operationsforschung oder die "Systemtechnik" dazu. (Vgl. L. v. Bertalanffy [1969], S. 29f.) *Anm. d. Verf.*

Die Auffassung von L. v. Bertalanffy über den im Vergleich zu seiner "allgemeinen Systemtheorie" begrenzten Gegenstand der Kybernetik findet sich z. B. in der Schrift L. v. Bertalanffy [1970], S. 116ff. In diesem Zusammenhang von Interesse sind auch seine Ansichten über die Geschichte der Systemtheorie. (Siehe z. B. L. v. Bertalanffy [1969], S. 10ff.) In der DDR hat sich die wesentlich von Georg Klaus entwickelte Auffassung vom Gegenstand der Kybernetik weitgehend durchgesetzt. Hiernach untersucht die Kybernetik eine besondere Art von Systemen (eben die *kybernetischen Systeme*), die vor allem unter systemtheoretischen, informationstheoretischen und spieltheoretischen Gesichtspunkten untersucht werden. (Vgl. G. Klaus [1961]; G. Klaus, H. Liebscher [1974]) *Anm. d. Bearb.*

Faktenmaterial zu systematisieren und zu erfassen sowie verschiedene Sprachen zur Beschreibung der jeweiligen Probleme auszuarbeiten, d.h. zur Etappe der mathematischen Formalisierung überzugehen. Von wesentlicher Bedeutung für gesellschaftswissenschaftliche Forschung ist dabei, daß die kybernetische Systemtheorie fordert, die Untersuchungsobjekte als Systeme (oder Elemente von Systemen) zu betrachten, die eine bestimmte Vorgeschichte haben. Diese Vorgeschichte läßt sich in exakten mathematisch-kybernetischen Termini wiedergeben (z.B. in den Termini des Gedächtnisses von Automaten).

Wir betonten bereits, wie wichtig es für gesellschaftswissenschaftliche Forschungen ist, rationale Sprachen für die Beschreibung der auftretenden Erscheinungen zu erarbeiten. Dabei müssen dies nicht unbedingt Sprachen aus der gewöhnlichen Mathematik sein. Sie können vielmehr zugeschnitten auf die Beschreibung spezifischer Erscheinungen und Objekte - auch einen allgemeineren Charakter haben, beispielsweise aufbauend auf der symbolischen Logik. Deshalb kann man sagen, daß in den Wissenschaften vom Menschen die Methoden der Semiotik, die die verschiedenartigsten Sprachen untersucht, in zunehmendem Maße angewandt werden.

Allerdings besteht die *semiotische (logisch-semiotische) Behandlung* der Gegenstände gesellschaftswissenschaftlicher Untersuchungen nicht allein darin, entsprechende beschreibende Sprachen zu erarbeiten. Oft kann man diese Objekte selbst als Gesamtheit einer Art "sprachlicher" Zeichensysteme ansehen. Daher sei nochmals unterstrichen, daß die Anwendung der Ideen und Methoden der Semiotik einer der effektivsten Wege ist, um die Gesellschaftswissenschaften mit einem Denkstil zu durchdringen, der dem Ideal der Strenge und Exaktheit entspricht.<sup>4</sup> Dieser Gedanke wurde im Vorwort zu den Thesen der Vorträge auf dem Symposium zur Strukturuntersuchung von Zeichensystemen (Moskau 1962) ausgesprochen, seine Richtigkeit in den darauf folgenden Jahren bewiesen (siehe zum Beispiel V. V. Ivanov [1965]).

Somit gründet sich die Anwendbarkeit der Ideen, Methoden und Mittel der Kybernetik in den Gesellschaftswissenschaften aus philosophisch-methodologischer Sicht auf die dialektisch-materialistischen Prinzipien der Einheit von Quantität und Qualität sowie von formalem und inhaltlichem Herangehen an ein Problem.

Die Anwendung der kybernetischen Systemtheorie und der Semiotik bei gesellschaftswissenschaftlichen Untersuchungen hat gewöhnlich die Gestalt einer *Modellierung*. Bei aller Vielfalt von Bedeutungen, die man in der Literatur für die Begriffe "Modell" und "Modellierung" findet, haben diese dennoch einen klaren gnoseologischen Inhalt, den wir hier jedoch nicht erörtern wollen. Wir verweisen den Leser hierzu auf die Monographien von I. B. Novik [1965], V. A. Štoff [1966], I. G. Kodrjanu [1978] und N. M. Mamedov [1979]; auf das in russischer Übersetzung erschienene Buch von G. Klaus [1963]<sup>5</sup>, auf die Übersichtsarbeiten von A. A. Gorelov, N. M. Mamedov, I. B. Novik [1976], B. V. Birjukov, B. V. Kelle und Mitautoren [1980] sowie auf die Artikel "Modell" und "Modellierung" im Band 3 der *Filosofskaja Enziklopedija* [1964], die diese Frage ausreichend behandeln. An dieser Stelle sei lediglich erwähnt, daß die Modellierung bei

---

<sup>4</sup> Deshalb ist das erste Kapitel des vorliegenden Buches den logisch-semiotischen Aspekten der Kybernetik gewidmet.

<sup>5</sup> Es handelt sich um G. Klaus [1961]. *Anm. d. Bearb.*

gesellschaftswissenschaftlichen Untersuchungen recht vielfältige Formen annimmt. Die Modellierung besteht insbesondere darin, mathematische Beschreibungsweisen für die zu untersuchenden Objekte und Erscheinungen zu finden, und zwar solche Beschreibungsweisen, aus deren Analysen sich Schlußfolgerungen ergeben, die den Vergleich mit der zu untersuchenden Realität gestatten. Wird bei einer solchen Analyse die maschinelle Rechentechnik angewandt, so erweitern sich die Einsatzmöglichkeiten derartiger Modellierungen in entscheidendem Maße. So wurden bereits viele Modelle psychischer und gesellschaftlicher Erscheinungen entwickelt, insbesondere Modelle verschiedener Formen der Denktätigkeit - darunter auch der schöpferischen Tätigkeit<sup>6</sup> - sowie Modelle ökonomischer Prozesse<sup>7</sup>. Bei der Modellierung von Phänomenen, die unmittelbar den Menschen betreffen, spielen naturgemäß statistische Methoden eine große Rolle, da wir es hier sehr oft mit besonders umfangreichem Material zu tun haben.

Gerade im Hinblick auf die Aufgaben, die noch vor uns stehen, hat die Modellierung sehr unterschiedlichen Charakter. Das trifft beispielsweise zu, wenn die Gesetzmäßigkeiten des Zusammenwirkens menschlicher Kollektive oder von Bereichen der Kultur (wobei natürlich für die jeweilige Untersuchung bestimmte Einschränkungen vorzunehmen sind) sowie deren einzelne "Elemente", also Teilsysteme, auf unterschiedlichen Ebenen (Kunst, Wissenschaft, Technik, Bildung, spezielle Aspekte der Wissenschaften bzw. Künste, Kunstwerke usw.) untersucht werden sollen. Eine andere Aufgabe wäre die Erforschung von schöpferischen Prozessen oder einzelner ihrer Seiten. Es versteht sich, daß bei jeder derartigen Aufgabe die realen Möglichkeiten zur Modellierung einer Erscheinung entsprechend dem vorliegenden Erkenntnisstand zu berücksichtigen sind, denn stets muß man zuerst eine Hypothese formulieren, die die qualitativen Vorstellungen von der Struktur und (oder) den Funktionen der zu untersuchenden Objekte (Systeme), ihren Elementen (Teilsystemen) und deren Kopplungen u. ä. enthält. Außerdem sind die Fragen nach den Hilfsmitteln für die Schaffung des Modells zu beantworten, nach der Sprache der Beschreibung sowie einer möglichen Realisierung des Modells.

Eines muß hervorgehoben werden: Die Modellierung auf dem Gebiet der Gesellschaftswissenschaften ist eine außerordentlich komplizierte Aufgabe. Wir haben dabei in den meisten Fällen etwas vor uns, was in der Kybernetik *als große Systeme* (diffuse Systeme, Systeme mit niedrigem Grad der Organisiertheit) bezeichnet wird. V. V. Nalimov [1970] fand eine treffende Charakterisierung solcher Systeme. Er stellte fest, daß es bei diffusen Systemen nicht möglich ist, einzelne Erscheinungen exakt voneinander abzutrennen sowie "unüberwindliche Barrieren" zu schaffen, die die Wirkung von Variablen verschiedener "Natur" abgrenzen könnten. Bei der Untersuchung derartiger Systeme steht der Wissenschaftler vor einer grundlegenden Schwierigkeit nämlich der, eine große Anzahl von in ihrem Charakter verschiedenartigen Faktoren zu berücksichtigen, die ihrerseits verschiedene, jedoch stark miteinander wechselwirkende Prozesse bestimmen. Eben von dieser Art sind gesellschaftliche Systeme und psychische

---

<sup>6</sup> Siehe z. B. die Sammelbände Problemy modelirovanija psihičeskoj dejatel'nosti [1967], [1968]; N. M. Amosov [1965]; A. A. Bratko [1969]; A. A. Bratko, P. P. Volkov, A. N. Kočergin, G. L. Caregorodeev [1969]; I. B. Gutčin [1969]; R. Ch. Zaripov [1971]; A. V. Napalkov, N. A. Čičvarina [1966]; L. B. Novik [1969]; A. A. Bratko, A. N. Kočergin [1977]; L. A. Rastrigin, V. A. Markov [1976] und andere.

<sup>7</sup> Siehe z.B. N. E. Kobrinskij [1969]; E. Z. Majminas [1971]; N. Fedorenko [1978]; G. S. Pospelov [1978]; Kibernetiku - na sluibu kommunizmu [1967], Bd. 5 und andere.

Erscheinungen. Gerade hier ist offensichtlich eine Modellierung in der Form möglich, die V. V. Nalimov als "skizzenhafte Modelle" charakterisierte. Das Modell beschreibt in diesem Fall lediglich einzelne - möglicherweise die interessantesten - Erscheinungen, die sich in einem komplizierten diffusen System abspielen; Versuche, ein solches System "als Ganzes" zu beschreiben, sind nutzlos.

Die Kybernetik hatte bekanntlich schon seit ihren ersten Anfängen einen gewissen sozialen Aspekt. Wir treffen bei gesellschaftlichen Erscheinungen überall auf Leistungs-, Steuerungs- und Informationsprozesse. Als Beispiele seien die verschiedenartigen, bisweilen äußerst komplizierten technischen Anlagen erwähnt, Maschinen und Maschinensysteme, technologische Prozesse, Transportvorgänge, die Nachrichtenübertragung, die Tätigkeit der Kollektive von Menschen, die sich mit der Lösung bestimmter Aufgaben auf dem Gebiet der Planung, der Statistik und Rechnungsführung, der Wissenschaft, des Militärwesens usw. beschäftigen. Damit diese Anlagen, Vorgänge und Tätigkeiten funktionieren können, müssen Informations- und Leitungsprozeduren realisiert werden. Im Laufe ihrer Entwicklung wurde die Kybernetik zur theoretischen Grundlage der Automatisierung von Produktionsprozessen, die seit Ende der vierziger Jahre unseres Jahrhunderts in ökonomisch hochentwickelten Staaten auf verschiedenen Gebieten der Volkswirtschaft intensiv vorangetrieben wird.. Für die sozialistische Gesellschaft wird die vollständige komplexe Automatisierung der Produktionsprozesse, der Transportvorgänge, des Handels, der Wirtschaftsplanung, wissenschaftlicher Forschungsarbeiten usw. immer mehr zur zwingenden Notwendigkeit.

Auch für die Leitung von Betrieben, Einrichtungen, Werkhallen und einzelnen Produktionsbereichen usw. erfordert die Weiterentwicklung der Produktivkräfte der Gesellschaft, in zunehmendem Maße automatisierte Systeme auszunutzen, deren Grundlage die Methoden und technischen Hilfsmittel der Kybernetik sind. Ständig wachsende Bedeutung hat die Anwendung der Kybernetik in der Ökonomie, in der Statistik, in der Rechnungsführung, in der Verwaltungs- und Leitungstätigkeit u.ä. Hier wird die Möglichkeit eröffnet, die Volkswirtschaft so zu planen, daß maximaler ökonomischer Nutzen bei vertretbarem Aufwand an menschlicher Arbeit, an Material und Energie gewährleistet ist. Die Entwicklung moderner Produktivkräfte verlangt den Übergang zu automatisierten Systemen der Leitungstätigkeit und der volkswirtschaftlichen Arbeit auf der Grundlage wissenschaftlicher Methoden der Arbeitsorganisation und der Anwendung der maschinellen Rechentechnik.

Diese objektive historische Notwendigkeit nimmt mit dem Eindringen der Ideen, Methoden und Mittel der Kybernetik in die Gesellschaftswissenschaften Gestalt an. Dabei ist es selbstverständlich, daß die sozialistische Gesellschaft eine Vielzahl von Möglichkeiten bietet, die theoretischen und technischen Hilfsmittel der Kybernetik in den Wissenschaften einzusetzen, die sich mit gesellschaftlichen Erscheinungen und dem Menschen befassen. Wenn diese Möglichkeiten nicht immer ausgeschöpft werden, so liegen die Ursachen dafür häufig im Unverständnis dessen, was die Kybernetik auf diesem oder jenem Gebiet menschlicher Tätigkeit vermag, in der Abneigung dagegen, mit gewohnten Arbeitsmethoden zu brechen und sich Neues anzueignen u.ä. Um die Auswirkungen dieser die Vorwärtsentwicklung behindernden subjektiven Faktoren überwinden zu können, ist eine philosophisch-methodologische Analyse der Beiträge der Kybernetik zu

den Humanwissenschaften von großer Bedeutung. "Die Frage nach der Bedeutung der Kybernetik und der modernen elektronischen Maschinen für den Fortschritt der materiellen und geistigen Kultur ist eine zutiefst philosophische. Dieses Gebiet hat offenbar nicht nur auf die Produktivkräfte, sondern auf die gesamte Entwicklung der menschlichen Gesellschaft einen sehr starken Einfluß, und wir müssen diese Entwicklung so weit wie möglich voraussehen." (M. V. Keldys [1966], S.31)

Die sowjetische Wissenschaft leistete einen großen Beitrag zur philosophischen, dialektisch-materialistischen Begründung der Anwendung der Kybernetik in den Gesellschaftswissenschaften.

Hinsichtlich einer Anwendung der Kybernetik verdient die Wirtschaftswissenschaft den ersten Platz unter den Gesellschaftswissenschaften. Die Anwendung mathematischer Methoden, die heute zum Arsenal der Kybernetik gehören, erfolgte in der Ökonomie schon, bevor die Kybernetik sich als Wissenschaftsdisziplin herausgebildet hatte. Hierher gehören die Anwendung wahrscheinlichkeitstheoretisch-statistischer Methoden, der Modellierung, der linearen und dynamischen Optimierung und andere. Später kamen noch neue Richtungen, wie die Operationsforschung, die Bedienungstheorie und andere, hinzu. Ihre Anwendung in der Ökonomie auf der Grundlage der Ideen der materialistischen Geschichtsauffassung dient außerordentlich wichtigen Zielen: der Erarbeitung einer Theorie für optimale Lösungen von Aufgaben, die die Wirtschaftsplanung stellt; der Ausarbeitung von Prinzipien zur Schaffung rationeller Systeme für den Informationsfluß auf dem Gebiet der Ökonomie und der Präzisierung ökonomischer Grundbegriffe, mit der eine Erhöhung der Effektivität ökonomischer Berechnungen möglich wird. Die Kybernetik drang auch in andere gesellschaftswissenschaftliche Disziplinen ein, so in die Psychologie, die Rechtswissenschaft, die Unterrichtstheorie und -Praxis, die Linguistik, die Geschichtswissenschaft und andere. Dabei muß man noch auf eine wesentliche Tatsache hinweisen, nämlich darauf, daß die Anwendung der Kybernetik in den Humanwissenschaften stets mit einem Eindringen der Ideen und Methoden der modernen mathematischen Logik in diese Disziplinen sowie mit dem Studium der logischen Grundlagen dieser Wissensgebiete eng verbunden ist.

In diesem Sinne gibt die Kybernetik mit ihren technischen Hilfsmitteln, ihren logischen und mathematischen Grundlagen wesentliche Stimuli für die Entwicklung der Gesellschaftswissenschaften. Es genügt eben nicht, einfach die Anwendbarkeit der Kybernetik auf dem Gebiet der Gesellschaftswissenschaften zu konstatieren. Es muß vielmehr unterstrichen werden, daß die aktuellen Aufgaben unseres ökonomischen und kulturellen Aufbaues diese geradezu voraussetzen. Die Anwendung der Kybernetik eröffnet neue Möglichkeiten, das Tempo und die Ergebnisse gesellschaftswissenschaftlicher Forschungen zu erhöhen, und gibt den Wissenschaftlern und den Fachleuten in der Praxis leistungsfähige technische Hilfsmittel für die Informationsverarbeitung und für die Erhöhung der Effektivität der praktischen Anwendungen dieser Wissenschaften in den verschiedenen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens in die Hand. Dabei kann keineswegs von einem "Ersetzen der Gesellschaftswissenschaften durch die Kybernetik" und ebensowenig von einer Einengung ihrer Forschungsgebiete die Rede sein. Im Gegenteil: Die Kybernetik stellt eine große Hilfe bei der Lösung spezifischer Aufgaben dar, die sich im Rahmen konkreter gesellschaftswissenschaftlicher Disziplinen herauskristallisiert haben.

Wenn man die sowjetische Literatur zur Kybernetik und ihren vielfältigen Anwendungen betrachtet, kann man eine ganze Reihe von Büchern aufzählen, die die verschiedenartigen philosophisch-methodologischen Fragen, die im Zusammenhang mit der Anwendung der Kybernetik auf die Gesellschaftswissenschaften auftreten, vom dialektisch-materialistischen Stand Punkt aus behandeln.<sup>8</sup>

Ziel der vorliegenden Monographie ist es, einige grundlegende philosophisch-methodologische Probleme bei der Erforschung von Gesellschaft, Mensch und Bewußtsein zu behandeln. Diese Betrachtungen stützen sich auf die in der Sowjetunion zur methodologischen Analyse der Anwendung der Kybernetik in den Gesellschaftswissenschaften geleistete Forschungsarbeit. Es handelt sich dabei um Probleme der Sprache, der Logik, der Zeichensysteme, der Modellierung der Psyche, der Lehrtätigkeit und der Kunst.

Thematisch schließt das vorliegende Buch an die Arbeit von V. V. Parin, B. V. Birjukov, E. S. Geller und I. B. Novik [1969] an und ist in gewissem Sinne deren Fortführung. Deshalb werden hier allgemeine philosophisch-kybernetische Fragen nicht behandelt. Es ist allgemein-methodologisch orientiert und setzt daher voraus, daß der Leser mit den Grundgedanken und dem Apparat der Kybernetik in bestimmtem Maße vertraut ist. Diese Voraussetzung kann sich auf die große Popularität der Wissenschaft von den Steuerungsprozessen in komplizierten dynamischen Systemen berufen. Sie ermöglicht es den Autoren, das Buch von der Erklärung der Begriffe der Kybernetik und ihrer mathematischen Grundlagen zu entlasten und das Hauptaugenmerk auf methodologische Aspekte der Anwendung der Kybernetik in den Gesellschaftswissenschaften sowie auf die philosophische Interpretation der dabei auftretenden Schwierigkeiten und Probleme zu richten. Dieser Voraussetzung entspricht auch die Art der Darstellung einiger konkreter Untersuchungen. Es werden stets nur die Grundgedanken angegeben, ohne von einem mathematischen oder logischen Apparat Gebrauch zu machen.

Das Buch baut auf den Ergebnissen sowjetischer Forschungen auf und soll die Probleme bei der Anwendung der Kybernetik in den Gesellschaftswissenschaften unter den Bedingungen der sozialistischen Gesellschaft erörtern. Nicht-sowjetische Quellen werden insoweit herangezogen, als sie in der einen oder anderen Form in die sowjetische Wissenschaft eingingen (Übersetzungen; Vorträge auf internationalen Konferenzen, an denen sowjetische Wissenschaftlern teilnahmen u. ä.).

Die Anwendung der Kybernetik in den Humanwissenschaften hat in der Sowjetunion gegenwärtig bereits derart vielfältige Formen angenommen, ist so stark verzweigt und greift in vielen Fällen so tief, daß es schlechterdings unmöglich ist, alle diese Anwendungen in einem Buch darzustellen. Daher stellten

---

<sup>8</sup> Unter ihnen sind insbesondere die folgenden Sammelbände zu nennen: *Filosofskie voprosy kibernetiki* [1961]; *Kibernetiku - na službu kommunizmu* [1961], Bd. 1, [1967], Bd. 5 und [1980], Bd. 10; *Kibernetikal myšlenie, žizn* [1964]; *Filosofskie voprosy sovremennoj formal'noj logiki* [1964]; *Informaeija i kibernetika* [1967]; *Problemy modelirovanija psichičeskoj dejatel'nosti* [1967], [1968]; *Sodurlestvo nauk i tajny tvorčestva* [1968]; *Metodologičeskie probjemy kibernetiki* [1970]; *Točnye metody issledovannach kul'tury i iskusstva* [1971]; *Točnye metody i muzykal'noe iskusstvo* [1972]; *Filosofija v sovremennom mire* [1976]; *Kibernetika i dialektika* [1978]; *Upravlenie, informaeij a, intellekt* [1976]. Viele methodologische Fragen kybernetischer Anwendung in den Gesellschaftswissenschaften wurden in der *Filosofskaja Enciklopedija* [1960-1970] und in zahlreichen Monographien zu Einzelproblemen untersucht.

sich die Autoren nicht die Aufgabe, Vollständigkeit zu erreichen; nicht einmal bei den Themen, die sie zum Gegenstand ihrer Betrachtungen wählten. Das Buch spiegelt die wissenschaftlichen Interessen der Autoren wider, Probleme, mit denen sie sich in den letzten Jahren beschäftigt haben bzw. auf die sie auf wissenschaftlichen Konferenzen oder in der Literatur stießen. Es ist daher selbstverständlich, daß in diesem Buch einigen Themen und Fragen mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird als anderen. Außerdem ließen die Autoren das Material ihrer Publikationen aus den letzten Jahren nicht in dieses Buch einfließen. Statt dessen bemühten sie sich, die Ergebnisse der letzten von ihnen besuchten wissenschaftlichen Konferenzen zur Thematik des Buches ausführlich darzulegen.