

LEOPOLDINA

MITTEILUNGEN
DER DEUTSCHEN AKADEMIE DER NATURFORSCHER
LEOPOLDINA

Herausgegeben von
HEINZ BETHGE
PRÄSIDENT DER AKADEMIE

Reihe 3 · Jahrgang 31 · 1985



Halle/Saale 1986

Inhalt

1. Mitteilungen des Präsidenten

Wahlen von Senatsmitgliedern	7
Verleihung der Cothenius-, Carus-, Mendel- und Schleiden-Medaillen	8
Glückwunschschriften	9
an <i>J. Casanovas, E. Chargaff, P. Görlich, B. Haurwitz, H. Hungerland, W. Kämmerer, H. Kirchhoff, G. Köthe, E. Kubn-Schnyder, N. Mott, S. Ochoa, H. Röhrer, G. Rombányi, A. Unsöld</i>	
Neugewählte Mitglieder	30
<i>E. Aulborn, G. Baumgartner, G. Benad, R. Becker, J. Boessneck, E. Buchborn, G. Carstensen, E. Christophers, M. Davidoff, G. Delorme, A. Dold, H.-W. Georgii, H. Gürtler, St. Hildebrandt, H. J. Kende, H. Kleinkauf, R. Klöti, H. Koch, O. Ladyšenskaja, G. Köbler, M. Kramer, J.-M. Lehn, E. Macher, H. Markl, O. Mayrhofer-Krammel, F. A. Murphy, H. Nöth, J. M. Opitz, G. C. Pimentel, J. Pindborg, J. W. Roben, P. Roquette, G. Schatz, E. Steger, W. Trautwein, R. Wehner, A. Weller</i>	
Verstorbene Mitglieder (1. 1. bis 31. 12. 1984 und Nachtrag)	
mit Bibliographie von Nachrufen	61
Fortsetzung der Bibliographie im Supplement	213

2. Persönliches aus dem Kreise der Mitglieder

Jubiläen 1985	69
Personelle Veränderungen und Ehrungen	71

3. Wissenschaftliche Tagungen und Fest Sitzungen

Jahresversammlung: Singularitäten	79
Diskussionskreis: Phasenübergänge	81
Diskussionskreis: Das akute Abdomen	81
Meeting: Modes of Phytohormone Actions	83
Symposium: Chemie der Hauptgruppenelemente – Stand und Erwartung	85
Kurt-Mothes-Gedenkvorlesung	
<i>George E. Palade: Control of protein and membrane traffic in eukaryotic cells [nur Titel]</i>	88

4. Sitzungsberichte (in der Regel Kurzfassungen der Vorträge)

<i>Martin Peter: Festkörperphysik: Experiment, Modell und Rechnung</i>	89
<i>Gerhard Seifert: Die Immunzytochemie – Grundlagen und Anwendung in der Morphologie</i>	93
<i>Jörg Rehn: Unfallchirurgie und Technik</i>	97
<i>Reinhold Schwarz: Krebs und Schwangerschaft aus klinischer Sicht</i>	101
<i>Harald Ublig: Reisbausysteme und -ökotope: Geographische Forschungen in Südostasien [Zusammenfassung u. Literaturverweise]</i>	105
<i>Lothar Cossel: Intermediärzellen im Pankreas – Beitrag zur Transformation differenzierter Zellen im Organismus von Wirbeltieren (Mit 5 Tabellen)</i>	107
<i>Dietrich Plester: Chirurgie des Ohres – Möglichkeiten und Grenzen</i>	113
<i>Achim Trebst: Molekulare Topologie der Photosynthesemembran und ihre Bedeutung im Photosyntheseprozess (Mit 5 Abbildungen)</i>	119
<i>Norbert Bischof: Zur Anwendung der Systemtheorie in den Verhaltenswissenschaften</i>	129
<i>Rudolf K. Thauer: Die biologische Rolle von Nickel (Mit 3 Abbildungen)</i>	133

In der nichtöffentlichen Sitzung der Akademie am 17. 9. 1985 hielt Herr Prof. Dr. NORBERT BISCHOF (Zürich), Mitglied der Akademie, einen Vortrag

Zur Anwendung der Systemtheorie in den Verhaltenswissenschaften

Von NORBERT BISCHOF, Zürich

Die mathematische Beschreibung des Verhaltens physikalischer Systeme (wie etwa eines Pendels, einer Kugel auf einer schiefen Ebene oder eines Planetensystems) ergibt sich einerseits aus der *Qualität* der beteiligten Variablen (Masse, Weg, Zeit, Erdbeschleunigung etc.), andererseits aus der Konstellation der *Randbedingungen*, die die Systemstruktur definieren, indem sie die Freiheitsgrade der ablaufenden Prozesse auf spezifische Weise einschränken.

Physikalisch betrachtet, sind diese Randbedingungen zufällig und irrelevant; man sieht mit Recht einen Erkenntnisfortschritt darin, wenn es gelingt, physikalische Gesetze möglichst systemunabhängig zu formulieren, also etwa Pendelgesetz, Fallgesetz und KEPLERS Gesetze in der NEWTONSchen Mechanik zusammenzufassen. Die allgemeinste Weltbeschreibung, die der Physiker anstrebt, will Zusammenhänge herausarbeiten, die allein aus der Natur der interagierenden Größen folgen.

Die Systemtheorie erscheint unter diesem Aspekt als eine zur Physik komplementäre Disziplin. Sie interessiert sich gerade für die Randbedingungen und ihre Struktur; dafür stellt sie keine Fragen, für deren Beantwortung die Qualität (Meßvorschrift) der beteiligten Variablen bekannt sein müßte. Natürlich ist eine solche Vorgehensweise nur angebracht, wo die Systemstruktur nicht wirklich zufällig, sondern einem Sinnprinzip unterworfen ist. Ein solches existiert in der Tat für eine bestimmte Klasse von empirischen Systemen, nämlich für technische Geräte und lebendige Organismen: Es ist das Sinnprinzip der *Zweckmäßigkeit*. Hierin liegt ein erster Grund für die Relevanz der Systemtheorie für die Biowissenschaften.

Speziell für die Verhaltensforschung ist eine Methode, Kausalstrukturen unabhängig von der Qualität der interagierenden Variablen zu untersuchen, auch noch aus einem anderen Grund besonders wichtig. Verhalten ist ja das Produkt der Interaktion innerorganismischer Prozesse, über deren physiologische Natur im konkreten Fall meist nur wenig bekannt ist. Man weiß in der Regel nur, daß es sich um neurophysiologische oder endokrinologische Geschehensabläufe handelt; genaue Lokalisation, Entladungsmuster und der Chemismus der beteiligten Substanzen sind aber

meist Gegenstand der Spekulation. Handelt es sich um Verhaltensleistungen *menschlicher* Organismen, so sind häufig am ehesten noch die subjektiven Begleitphänomene solcher Prozesse faßbar, also etwa Wahrnehmungsdaten, Gefühle oder Antriebserlebnisse. Diese eignen sich aber lediglich zur Identifikation der beteiligten Variablen; ihre jeweilige Qualität bietet keine Handhabe, irgendwelche quantitativen Beziehungen zu formulieren. Die Psychologie ist bei dem Versuch, solche Handhaben zu entwickeln und eine psychologische Prinzipienlehre analog etwa zur NEWTONSchen Mechanik zu schaffen, auf breiter Front gescheitert. Unter diesem Aspekt erscheint die systemtheoretische Betrachtungsweise, die von vornherein auf eine qualitative Betrachtung verzichtet und sich auf die formale Analyse von Wirkungsbeziehungen beschränkt, als Methode der Wahl.

Die Fragestellungen der Systemtheorie lassen sich in drei Ebenen gliedern, die in einem Verhältnis hierarchischer Fundierung stehen und daher in jedem Einzelfall nacheinander abgearbeitet werden müssen.

Am Anfang steht stets die *topologische Systemanalyse*. Sie hat abzuklären, welche Variablen überhaupt in die Analyse einzubeziehen und gegebenenfalls hypothetisch zu definieren sind und welches der Graph des Wirkungsnetzes ist, das diese Variablen kausal miteinander verknüpft.

Auf der nächsten Stufe erfolgt die *stationäre Systemanalyse*; in ihr werden die *Kennlinien* der Interaktionen bestimmt, also die quantitativen Beziehungen, die zwischen den Systemvariablen gelten, wenn alle zeitlichen Ableitungen gegen Null gehen.

Die dritte Ebene schließlich bildet die *dynamische Systemanalyse*; in ihr werden die Übergangerscheinungen zwischen Gleichgewichtszuständen untersucht. Ziel ist dabei die Auffindung der für die Übertragungsglieder charakteristischen zeitlichen Differentialgleichungen oder dazu äquivalenter Operatoren.

Historisch gesehen ist die Entwicklung der Systemtheorie eigentümlicherweise nicht dieser logischen Stufenfolge gefolgt, vielmehr hat die theoretische Hauptarbeit von vornherein auf der obersten der drei Ebenen eingesetzt. Dabei wurde die Methodologie der Systemanalyse auf den beiden vorgeordneten Ebenen vernachlässigt. Man umging die empirische Frage hier einfach dadurch, daß man Spezialfälle als gegeben voraussetzte: Bezüglich der Systemtopologie konzentrierte man sich auf den Verknüpfungstyp der *negativen Rückkoppelung* nebst einigen erweiternden Vermachungen; in bezug auf das *stationäre Verhalten* beschränkte man sich weitgehend auf Systeme, deren Kennlinien wenigstens approximativ als *linear* anzusehen sind.

So verdienstvoll und praktisch nützlich sich diese Arbeiten auch im technischen Bereich erwiesen, so begrenzt sind sie in den Biowissenschaften verwendbar, weil hier die topologische Systemstruktur in den meisten Fällen nicht ohne weiteres transparent ist, sondern zunächst analytisch ermittelt werden muß, und weil für organismische Wirkungszusammenhänge in der Regel nichtlineare, häufig sogar nichtmonotone Kennlinien charakteristisch sind. Die einschlägigen Analyseverfahren müssen hier vorerst noch von Fall zu Fall entwickelt werden; eine zusammenhängende Theorie bzw. Methodologie ist noch nicht in Sicht.

In dem Vortrag wurden Beispiele für die beiden unteren Ebenen der Analyse vorgestellt. Das Hauptgewicht lag auf dem Bereich der topologischen Systemanalyse, also auf Fragen der Auswahl geeigneter Systemvariablen und der Rekonstruktion von einfachen Verknüpfungsnetzen unter der Bedingung, daß nur ein Katalog von qualitativ formulierbaren Zusammenhangsaussagen sowie allgemeine Zweckmäßigkeitsüberlegungen zur Verfügung stehen. Dies wurde am Beispiel eines besonders zentralen Problembereichs der Verhaltenswissenschaften verdeutlicht, nämlich der Frage der *sozialen Motivation*, insbesondere der Distanzregulation gegenüber vertrauten und fremden Artgenossen.

Anhand eines vergleichsweise einfachen Sonderfalles, nämlich der Frage nach der wechselseitigen Attraktion von Individuen in einem Fischschwarm, wurde außerdem ein analytisches Verfahren zur stationären Systemanalyse, d.h. zur quantitativen Bestimmung der Kennlinien innerorganismischer Übertragungsglieder aus experimentell gewonnenen Daten vorgestellt.

Den Abschluß bildete ein Ausblick auf ein neu entwickeltes Verfahren, welches auch im Humanbereich Probleme der sozialen Motivation, die bisher wegen ihrer Sensibilität nicht experimentell untersucht werden konnten, einer quantitativen Systemanalyse zugänglich macht.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Norbert Bischof, Psychologisches Institut der Universität, Attenhoferstr. 9, Postfach, CH-8044 Zürich, Schweiz