

INFORMATION UND KOMMUNIKATION

Referate und Berichte

der 23. Internationalen Hochschulwochen Alpbach 1967

Herausgegeben von

SIMON MOSER

unter Mitarbeit von

SIEGFRIED J. SCHMIDT



R. OLDENBOURG

MÜNCHEN – WIEN 1968



X P 62 5254

© 1968 R. Oldenbourg, München

Satz und Druck: Graph. Betriebe Dr. F. P. Datterer & Cie. Nachfolger Sellier OHG, Freising
Bindearbeiten: R. Oldenbourg, Graph. Betriebe GmbH, München

Umschlagentwurf: Günter Mittermeier, München

Inhalt

SIMON MOSER, Einführungsreferat	7
---	---

I. Kybernetik – Logik – Linguistik:

HEINZ ZEMANEK: Auffassungen der Kybernetik	21
YEHOSHUA BAR-HILLEL: Cybernetics and Linguistics	29
KLAUS BAUMGÄRTNER: Sprache und Automat	39

II. Kybernetik und Einzelwissenschaften

KARL STEINBUCH: Überlegungen zu einem hypothetischen cognitiven System	53
NORBERT BISCHOF: Kybernetik in Biologie und Psychologie	63
JOCHEN BEISTER: Technische Modelle in der Biologie	73
ADOLF VUKOVICH: Freiheit – Bewußtsein – Automaten. Die kybernetische Betrachtungsweise in der Psychologie	81
WOLFRAM MENZEL: Zur technischen Simulierbarkeit von Bewußtsein	103
HELMAR FRANK: Kybernetische Pädagogik	111
ANDRE KIRCHBERGER: Pédagogie et Cybernétique	121
ADOLF ADAM: Kybernetik und Wirtschaftswissenschaften	129

III. Probleme einer rationalen Ästhetik

HERBERT W. FRANKE: Grundriß einer kybernetischen Ästhetik	137
MAX IMDAHL: Modi im Verhältnis zwischen ästhetischer und semantischer Information. Anmerkungen zu Max Benses Aesthetica (1965)	145
SIEGFRIED J. SCHMIDT: Wissenschaftstheoretische Überlegungen zum Entwurf einer „Kriteriologischen Kunstwissenschaft“	151

IV. Hermeneutik und Kommunikation

KARL-OTTO APEL: Die erkenntnisanthropologische Funktion der Kommunikationsgemeinschaft und die Grundlagen der Hermeneutik	163
GERHARD FREY: Philosophische Probleme der Kommunikation	173
HANS-DIETER BASTIAN: Anfangsprobleme im Gespräch zwischen Kybernetik und Theologie	177
FRANZ HAMPL: „Information und Kommunikation“ in der Sicht eines Historikers	189

Kybernetik in Biologie und Psychologie

Von Norbert BISCHOF

Dieser Vortrag soll kein Sammelreferat der bisherigen Ergebnisse biokybernetischer Forschung sein. Es erscheint dem Sinn unserer Diskussion angemessener, wenn wir uns statt dessen über einige wissenschaftsgeschichtliche Zusammenhänge Gedanken machen, innerhalb deren das Aufkommen der neuen Denkrichtung verständlich werden kann. Ich möchte also von generellen gedanklichen Perspektiven der Biokybernetik sprechen und zeigen, wie diese in dialektischer Entwicklung aus Grundannahmen älterer Denkrichtungen hervorgegangen sind.

Tatsächlich läßt sich der Denkstil der Biokybernetik verstehen als Synthesis zweier gegensätzlicher Denkstile, die in den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts sowohl die Biologie als auch die Psychologie zumindest des deutschen Sprachraumes gespalten hatten und die man vorläufig als den *atomistischen* und den *ganzheitlichen* Ansatz kennzeichnen kann. Als charakteristisch für den „atomistischen“ Ansatz wählen wir die Reflexlehre; verwandte Gedankengänge lassen sich aber auch in der klassischen Elementenpsychologie und im frühen Behaviorismus nachweisen. Die Gruppe der „ganzheitlichen“ Ansätze ist wesentlich heterogener, auch übrigens, was ihre wissenschaftliche Qualität anbelangt. Ich berücksichtige nachfolgend im wesentlichen die Berliner Gestalttheorie (W. KÖHLER, W. METZGER), die Gestaltkreislehre v. WEIZSÄCKERS und vor allem eine Gruppe von Ansätzen, die man als „Tonustheorien“ bezeichnet hat, charakterisiert etwa durch die Namen Kurt GOLDSTEIN und Heinz WERNER. Mein Vortrag wird demgemäß eine Dreigliederung aufweisen, indem zunächst die atomistische Thesis, sodann die ganzheitstheoretische Antithesis und schließlich die biokybernetische Synthesis zu skizzieren sein wird, für welche die Auffassungen der verhaltensphysiologischen Schule (E. v. HOLST, K. LORENZ, H. MITTELSTAEDT) als repräsentativ gelten dürfen.

1. Thesis: Der atomistische Ansatz

Wenn ein Lebenswissenschaftler von Vorgängen in oder an „einem Menschen“, „einem Lebewesen“ oder „einem Organismus“ spricht, so kann diese Rede ihre Anschauungsgrundlage beziehen von der Vorstellung eines *fremden* Organismus oder aber von der Besinnung auf den *eigenen*. Ersteres bezeichne ich als Biologie (oder Psychologie) *von außen*, und dieser „Außenstandort“ ist das erste Charakteristikum der atomistischen Theorien, insbesondere der Reflexlehre. Der Organismus erscheint hier demgemäß als etwas, das reagiert (oder empfindet), wenn ich es reize. Die Herkunft des Reizes bleibt ebenso unberücksichtigt wie die Konsequenzen von Empfin-

dung und Reaktion; insofern findet die Außenbetrachtung im „Reflex-Bogen“ ihr prägnantes Paradigma.

Der Wirkungssinn, die Orientierung der Prozesse im Reflexbogen wird als nicht-umkehrbar verstanden, als *rückwirkungsfrei*. Die Sinnesorgane sind demnach die Eintrittspforte, die Erfolgsorgane (Muskulatur und Drüsen) die Austrittspforte des Organismus.

Eingangs- und Austrittspforte wofür? Hier läßt sich – freilich nur implizit – eine eigentümliche Metaphorik aufweisen: Viele Formulierungen der Reflexlehre klingen so, als wäre das, was am Ende des Reflexbogens herauskommt, in gewisser Weise noch dasselbe wie das, was am Anfang hineingesteckt wurde. Man ist versucht, an so etwas wie eine feine „Substanz“ zu denken, die in den Organismus „als“ Reiz einfließt und dann später „als“ Reaktion oder „als“ Empfindung wieder zu Tage tritt. Wie gesagt – es handelt sich hier nur um eine implizite und durchaus unreflektierte Modellvorstellung; aber der Aufweis von Metaphern dieser Art kann für das Verständnis einer Theorie außerordentlich wichtig sein, denn von ihnen hängt im allgemeinen ab, was überhaupt als erklärungsbedürftig und welcher Typus von Erklärungen als „einleuchtend“ erscheint, anders ausgedrückt – welche *Fragen* gestellt werden und, was noch charakteristischer ist, welche Fragen *nicht* gestellt werden. In diesem Sinn also spreche ich von einer Art „Substanz“, und zwar deshalb, weil für jenes Erregungsmaterial, oder wie man es nennen will, so etwas wie ein *Erhaltungssatz* unterstellt zu werden scheint, vergleichbar den Erhaltungssätzen der Mechanik. Diese Deutung wird durch eine Reihe von Eigentümlichkeiten der Reflexlehre nahegelegt, unter denen besonders die vehemente Ablehnung jeder *Spontanaktivität* des Nervensystems hervorsteicht. Wie wir heute wissen, gibt es Sinnesorgane, die auch spontan, d.h. im reizfreien Zustand, Erregungen produzieren. Ein gutes Beispiel sind die Bogengänge im Gleichgewichtsorgan: Sie dienen als Meßgeräte für Drehbeschleunigungen des Kopfes, aber auch bei völliger Kopfruhe entsenden sie einen permanenten Impulsstrom zum Zentralnervensystem. EWALD, einer der Pioniere der Forschung am Gleichgewichtsorgan, glaubte sich diese Erscheinung nur durch die Annahme besonderer Vorrichtungen erklären zu können, welche einen dauernden Flüssigkeitsstrom in den Bogengängen aufrechterhalten. Denn es muß, so meinte er, eine dauernde Reizung erfolgen, wenn eine dauernde Erregung resultieren soll: Nervenregungen können nicht „aus dem Nichts“ entstehen. Übrigens gilt für die Reflexlehre konsequenterweise auch die Umkehr: Ein Reiz kann sich nicht „in Nichts auflösen“, er muß immer irgendeinen Effekt haben – eine Empfindung oder eine Bewegung. Wenn daher auf eine Reizung keine Empfindung oder keine Bewegung in dem untersuchten Wahrnehmungs- oder Funktionsbereich erfolgte, so wurde daraus i. allg. der Schluß gezogen, daß das betreffende Sinnesorgan mit dem betreffenden Leistungsbereich in keinem Zusammenhang stehen könne – was z. B. dazu führte, daß man die mannigfaltigen Erscheinungen der biologischen Homöostase völlig übersah.

Korrelativ zu der Vorstellung eines von den Rezeptoren zu den Effektoren weitergegebenen Erregungs-„Materials“ ist die vom *Organismus* als *passiver Ordnungsform* dieses Geschehens. Das neuroanatomische Substrat wird vorgestellt nach Analogie des Schienensystems einer Bahnstation, auf dem die Züge nebeneinander herfahren:

Als ein Passivum in dem Sinn, daß es nicht seinerseits irgendwelche Prozesse in Gang bringen oder intensivieren kann, zugleich aber äußerst einflußreich insofern, als es bis auf den letzten Freiheitsgrad die mögliche Organisation des Erregungsgeschehens bestimmt. Änderungen in der Ordnung der nervösen Vorgänge werden immer verstanden als Änderungen des Substrats – man denke an die für die Reflexlehre typischen Modelle der Einschleifung oder Unterbrechung von Verbindungswegen oder der Umstellung von Weichen.

Die Erklärungsprinzipien der atomistischen Theorien sind *kausal-mechanisch*. Der Organismus wird als eine Maschine verstanden, deren Einzelteile in mechanischen Verursachungszusammenhängen stehen, und die Untersuchung solcher Kausalbeziehungen gilt als die alleinige Aufgabe des Forschers. Bei dem Wort „Maschine“ hat man dabei am ehesten an ein Uhrwerk oder einen Warenautomaten zu denken, also an einen ganz bestimmten *Typus* von Maschinen, nämlich jenen, dessen hervorstechende Eindrucksqualität die Starre ist. „Mechanisch“ – ein Wort, das vor allem die *Kritiker* dieser Denkweise verwenden – ist geradezu als synonym mit „starr“ zu verstehen und hat insofern mit der physikalischen Disziplin gleichen Namens nur wenig gemein, deren dominierendes Konzept bekanntlich das der *Kraft* ist. Gerade Kraft ist nun aber eine Dimension, die dem „Erregungsmaterial“ in der reflextheoretischen Metaphorik recht eigentlich fehlt, – es scheint sich den Leitungsbedingungen und deren Veränderungen stets widerstandslos und verzögerungsfrei anzupassen. Jedenfalls fällt auf, daß in den atomistischen Theorien bei der Interpretation von Prozessen *dynamische* Kategorien praktisch keine Rolle spielen. Unter dynamischen Kategorien verstehe ich alles, was mit Stichworten wie „Trägheit“, „Elastizität“, „Reibung“ u.ä. zusammenhängt. Metaphern dieser Art fehlen in der Reflexlehre wie auch in der Elementenpsychologie so gut wie vollständig. Für die Techniker unter Ihnen kurz gesagt: Man denkt nicht „in Übergangsfunktionen“ sondern ausschließlich „in Kennlinien“.

Schließlich bleibt noch das schon in der Überschrift genannte Charakteristikum der Reflexphysiologie und der Elementenpsychologie zu erläutern: sie sind *atomistisch*. Das Nervensystem wird nicht als kompliziertes Netzwerk sondern eher als Kabel mit parallelen Adern vorgestellt; es ist, um ein früher verwandtes Bild aufzugreifen, eher ein Durchgangs- als ein Rangierbahnhof. Jedes nervöse „Bauelement“ steuert dann auch zum Gesamtverhalten einen isolierbaren Elementarbestandteil bei, einen „Reflex“, der sich gegebenenfalls mit anderen zu sogenannten „Kettenreflexen“ synthetisch zusammenfügt. Auf der Wahrnehmungsseite ist etwas ganz ähnliches aufweisbar: Hier wird, freilich wiederum meist nur implizit, die sogenannte „Konstanzannahme“ vertreten. Das ist, etwa für den optischen Sektor erklärt, die Vorstellung, daß sich von jeder einzelnen Sinneszelle auf der Netzhaut eine isolierte Faser des Sehnervs bis in das Zentralnervensystem hinzieht und dort zu einer elementaren „Empfindung“ Anlaß gibt, die sich mit anderen zu einem Mosaik assoziiert. Damals entstand die Formulierung: „Über die Empfindung entscheidet der Reiz“, – wobei im *Singular* von „Empfindung“ und „Reiz“ die Konstanzannahme impliziert ist.

Mit dem Atomismus eng verknüpft ist schließlich, was oft übersehen wird, eine Tendenz zu *qualitativen* Unterscheidungen. Die zuvor erwähnte Erregungs-„Substanz“ ist

nicht homogen, sondern ein buntes Vielerlei; ich hätte also eigentlich im Plural von „Substanzen“ sprechen müssen. Für den Bereich der Sensorik genügt hier der Hinweis auf das „Gesetz der spezifischen Sinnesenergien“ von Johannes MÜLLER, demzufolge die Mannigfaltigkeit der Sinnesdaten in qualitativ heterogene Klassen zerfällt, die gesonderten „Zentren“ des Nervensystems zugewiesen werden können. Ganz analoges gilt nun aber auch für die Motorik: die einzelnen „Reflexe“ – *der Kratzreflex, der Lidschlagreflex, der Saugreflex, der Kopfstellreflex* usw. – werden durchaus als *qualitativ* aparte Verhaltenselemente verstanden, zwischen denen, gerade wegen ihrer qualitativen Sonderung, kein anderer Zusammenhang als der einer nachträglichen und äußerlich bleibenden Verkittung bestehen kann. Dies gilt übrigens, wie sich beinahe von selbst versteht, auch für den Gesamtbereich der Motorik in seiner Beziehung zum Gesamtbereich der Sensorik.

2. Antithesis: Der ganzheitstheoretische Ansatz

Versuchen wir nun die Gesichtspunkte, die bei der Betrachtung der atomistischen Lehren herausgearbeitet wurden, beizubehalten und festzustellen, was an ihnen bei den Ganzheitstheorien anders wird. Wir sagten zunächst, die Reflexlehre hätte den „Außenstandort“ eingenommen. Das ändert sich nun grundsätzlich, – die Ganzheitstheorien vollziehen eine Art „Wende nach Innen“. Wenn jetzt ein Autor vom „Organismus“ redet, dann denkt er primär nicht an eine Versuchsperson oder an ein vor ihm auf dem Operationstisch festgeschalltes Versuchstier, sondern er denkt an *sich selbst*. Allein dadurch schon entsteht eine ganz neue Terminologie. So begreift z. B. GOLDSTEIN nun das Verhalten als eine „Auseinandersetzung“ („coming to terms“) des Organismus mit seiner Umwelt, ein Begriff, der der Reflexlehre absolut ferngelegen hätte. Vom Außenstandort der Reflexlehre her erfolgte nur der Reiz spontan, das Verhalten fungierte als davon abhängige Variable. Nunmehr kehrt sich die Rangordnung um: Es wird erkannt, daß das Verhalten nicht nur passive Reaktion sondern auch spontane Aktivität sein kann, die ihrerseits in das Reizgeschehen eingreift – Der Reflexbogen schließt sich zum *Kreis*. In diesem Sinn spricht etwa v. UEXKÜLL vom „Funktionskreis“, v. v. WEIZSÄCKER vom „Gestaltkreis“, nachdem L. KLAGES bereits um die Jahrhundertwende die Kontrolle der Schreibbewegung durch einen optischen Regelkreis erkannt und demgemäß als einen der beiden Hauptpfeiler der von ihm begründeten Graphologie den Satz formuliert hatte: „Jede Willkürbewegung wird mitgestaltet durch die unbewußte Erwartung ihres anschaulichen Erfolges.“

Der Atomismus wird nunmehr durch eine *Ganzheitsbetrachtung* ersetzt; die synthetische weicht der analytischen Methode. Dies gilt zunächst für das neuroanatomische Substrat der organismischen Prozesse, für das neue Modelle angeboten werden wie etwa das eines isotropen Netzes (K. GOLDSTEIN) oder eines homogenen Elektrolyten (W. KÖHLER). Diese Vorstellungen haben gemeinsam, daß sie – in erklärter Antithese zum atomistischen Bild vom Bahnhof mit den Geleisen – den Organismus als ein „*Feld*“ verstehen, in dem alles mit allem interagiert. An die Stelle einsinnig gerichteter Wirkungsverläufe tritt die *Wechselwirkung*. Einige Autoren – die Vertreter der sog.

„Sensutonischen Wahrnehmungstheorie“ (H. WERNER u. S. WAPNER) – gehen darin sogar so weit, auch Sinnesorgane und Muskulatur jeweils als gleichsam beidsinnig leitend zu deuten, indem nämlich die Umwelt nicht nur über Reize die Sinnesorgane sondern auch über Kraftwirkungen (z.B. Schwerkraft) die Muskulatur beeinflusst, während der Organismus seinerseits nicht nur motorisch über die Muskulatur sondern auch sensorisch – durch „projektive“ Umgestaltung der (wahrgenommenen!) Außenwelt – auf diese einwirkt, eine Deutung, die sich erkenntnistheoretisch natürlich nicht halten läßt, aber gerade in ihrer Übertreibung das geistige Anliegen der Ganzheitstheorien recht gut verdeutlicht.

Das Verhalten des Organismus wird nun nicht mehr synthetisch als ein Nebeneinander von Einzelreaktionen interpretiert, sondern als ein zusammenhängendes Geschehen, bei dem immer der Organismus als Ganzer handelt. Und zwar ist sein Handeln nicht allein abhängig vom aktuell zu beantwortenden Einzelreiz, sondern immer auch von der Gesamt-Reizsituation und von der organismischen Gesamtverfassung. Ganz dasselbe gilt auf der Wahrnehmungsseite. Hier war es besonders die Berliner Gestalttheorie, die experimentell nachwies, daß die Konstanzannahme, jene Vorstellung von einer Kabelverbindung zwischen Sinnesorgan und Erlebnismannigfaltigkeit, falsch ist, und die statt dessen eine allseitige Wechselwirkung zwischen den afferenten Prozessen in den Sinneskanälen postulierte.

Die „Tonuslehren“ gingen noch weiter als die Gestalttheorie. So machte etwa GOLDSTEIN der Gestalttheorie geradezu den Vorwurf, daß sie nur den „Atomismus der Empfindungen“ überwunden habe, nicht aber den „Atomismus der Funktionen“. So wie aber eine Wahrnehmungsgestalt eine primäre Einheit darstelle, deren Einzelbestandteile allenfalls in nachträglicher Analyse gesondert werden könnten, so müsse auch der „organismische Gesamtprozeß“ als etwas Einheitliches aufgefaßt werden, aus dem sich erst sekundär Teilfunktionen wie etwa die einzelnen Sinne, die Motorik, die Emotionalität usw. ausgliedern. Und Heinz WERNER sprach geradezu von einem „Interaktions-Paradox“, das er etwa so formulierte: Wie soll es denn möglich sein, daß heteromodale Sinne miteinander und mit der Motorik interagieren, obwohl sie doch angeblich *qualitativ* verschieden sind? Ist das nicht genauso, als wollte man Äpfel und Birnen addieren? Eine eigentümliche Frage, in der augenscheinlich das qualitative Denken der atomistischen Theorien reflektiert wird. Die Antwort, die WERNER dann gibt, lautet: Die verschiedenen Sinne, die Emotionalität, die Motorik, sie alle sind in Wirklichkeit gar nicht qualitativ verschieden, sondern letztlich ein und dasselbe. Das „Material“ der Erregung ist *homogen*.

Dieser Standpunkt führte immerhin zu neuen Fragestellungen in der Experimentalpsychologie. So wurden nun etwa die sogenannten „intermodalen Qualitäten“ genauer analysiert, also Qualitäten wie etwa „hell“ oder „spitz“, die man nicht allein einer Farbe bzw. Form sondern außerdem auch einem Ton, einem Geruche usw. zusprechen kann. Das Hauptgewicht bei dem Versuch, die Homogenität jenes Erregungsmaterials nachzuweisen, lag nun jedoch bedeutsamerweise auf den oben (s. S. 65) genannten *dynamischen* Kategorien. Jetzt wurde auf einmal das Augenmerk darauf gerichtet, daß auf den verschiedensten Sinnesgebieten und in den verschiedensten Bereichen der Motorik in formal genau gleicher Weise Erscheinungen wie Verzögerung, gegen- und

gleichsinnige Nachwirkungen, Ein- und Ausschwingphänomene, Oszillationen usw. auftreten. Prozeßcharakteristika, wie sie der Physiker durch Schwingungsdifferentialgleichungen beschreiben würde, begannen nunmehr die Biologen und Psychologen zu faszinieren, und man glaubte in ihnen den Schlüssel zur geforderten einheitlichen Grundlage der phänotypischen Prozeßmannigfaltigkeit in der Hand zu haben.

Dabei ist jedoch zu beachten, daß die grundsätzliche *physikalische* Erfassbarkeit solcher dynamischer Kategorien nur bei Autoren, die der Berliner Gestalttheorie zumindest nahestehen, erkannt und gewürdigt wurde; bei den übrigen wurde die Prozeß-Dynamik eher als „*anti-mechanistisch*“ empfunden und auf mehr oder minder verschwommene Weise einbezogen in eine Argumentation, die die Unzulänglichkeit einer „reinen Kausalforschung“ dartun und das lebenswissenschaftliche Denken auf die „*Sinn*“-Kategorie gründen sollte. Hiermit war immerhin nicht nur negativ eine Hinwendung zum *Vitalismus* verbunden sondern auch positiv *phänomenologischem* Denken die Tür aufgetan, – freilich unter besonderer Akzentuierung seiner naturwissenschaftsfeindlichen Implikationen.

Die *Neuroanatomie* des Organismus selbst wurde nun nicht mehr so aufgefaßt, als ob sie die Ordnung der nervösen Prozesse erzwingt; das Erregungsgeschehen organisiert sich vielmehr selbst, und als das Prinzip dieser Selbstorganisation fungiert die Kategorie des *Gleichgewichts*.

Das „Material“ der Prozesse, das in der Metaphorik der Reflexlehre den Charakter eines trägeheitslosen Fluidums hatte, wird jetzt aktiver bestimmt: als eine Art Spannkraft, als „*Energie*“. Quelle dieser Energie sind zum Teil, aber nur zum geringeren Teil, die Reize; in der Hauptsache liegt sie nun im Organismus selbst. Dabei wird sie entweder mehr oder minder vitalistisch verstanden oder, wie etwa bei GOLDSTEIN, naturwissenschaftlich einwandfreier zurückgeführt auf Atmung und Stoffwechsel. Die „*Energie*“ manifestiert sich innerlich in der *Intensität* von Wahrnehmung und Erleben, äußerlich im *Tonus* (Spannungszustand) der Muskulatur. Ich verweise am Rande auf die Beziehung, die hier ganz offensichtlich zum Begriff der „*Libido*“ in der Psychoanalyse besteht.

Wichtig ist nun, daß auch für die Erregungs-„*Energie*“ mehr oder minder unreflektiert die Gültigkeit von *Erhaltungssätzen* angenommen wird. Demgemäß fordert man etwa, daß erhöhte Aktivität in einem Teilbereich organismischer Prozesse zu einer Senkung des Energieniveaus in einem anderen Teilbereich führen müsse; GOLDSTEIN nennt in diesem Zusammenhang als Beispiel die reduzierte Lebhaftigkeit der Wahrnehmung bei intensivem Nachdenken. Oder auf motorischem Gebiet: Die Hemmung der „*Energieabfuhr*“ an einer Stelle, z. B. die Behinderung der Bewegung eines Gliedes durch einen Widerstand, führt dazu, daß die Energie sich einen anderen Ausweg sucht, gleichsam in ein anderes „*Tal*“ abfließt, indem z. B. ein anderes Glied bewegt wird. Das ist die Theorie des „*Tonustals*“ von v. UEXKÜLL. Andere Autoren prägen ähnliche Bezeichnungen, wie etwa „*Transfer of Tonic Energy*“ (P. SCHILDER), „*Vicarious Channelization*“ (H. WERNER), „*Gegabelte Wirkung*“ (W. METZGER); insbesondere V. v. WEIZSÄCKERS Kategorie der „*Stellvertretung*“ gehört hierher. Stellvertretung wird nicht nur innerhalb der Sensorik oder innerhalb der Motorik angenommen sondern auch und gerade *zwischen* diesen beiden Bereichen. Ein besonderes

Gewicht wird dabei der „Stellvertretung von wahrgenommener und ausgeführter *Bewegung*“ beigemessen, wofür man etwa auf die Bewegungsdeutungen im Rorschachtest verweist, die nach RORSCHACHS ursprünglicher Vermutung bei motorisch Ungeschickten und Gehemmten besonders reichlich auftreten sollen, während sie bei Tänzern, Sportlern usw. angeblich weitgehend fehlen. Auch die Scheinbewegungen der Umwelt bei intendierter, aber motorisch behinderter Augenbewegung, wie sie v. HOLST später im Rahmen des Reafferenzprinzips erklärte, werden in diesem Zusammenhang genannt. Daß die Heterogenität der beiden angeführten und weiterer in der einschlägigen Literatur genannter Beispiele zur Belegung der Stellvertretungsannahme nicht erkannt wurde, läßt einen immanenten Mangel der „ganzheitlich“ orientierten Denkweise deutlich werden; lediglich die Berliner Gestalttheorie hat sich von unpräzisen Analogisierungen solcher Art konsequent frei gehalten. Gerade in ihr bereitet sich aber auch schon am deutlichsten der Umschwung zur biokybernetischen Konzeption vor.

3. Synthesis: Der kybernetische Ansatz

Die biokybernetisch orientierte Verhaltensphysiologie tendiert gleich den Ganzheitslehren dazu, den Organismus aus der „Innenperspektive“ im eingangs erläuterten Sinn zu verstehen; insofern ist es durchaus von wissenschaftsgeschichtlicher Relevanz, daß das Lebenswerk Erich von HOLSTS einerseits in der Erforschung der *spontanen Aktivität* des Organismus, andererseits in der Formulierung des *Reafferenzprinzips* gipfelte. Der Organismus erscheint demnach als ein System, das nicht nur auf Reize (Afferenzen) re-agierte, sondern immer auch Re-afferenzen seiner (spontanen) Aktionen empfängt. Auch hier also schließt sich der Reflexbogen zu einem „Kreis“, der nunmehr aber exakt als *Regelkreis* bestimmt wird.

Auch der verhaltensphysiologische Ansatz läßt sich als „ganzheitlich“ charakterisieren insofern, als der Organismus nicht durch synthetisches Zusammenfügen kleinster, elementarer Bestandteile nachkonstruiert, sondern zunächst global als eine Art „schwarzer Schachtel“ (black box) betrachtet wird, die sich im Zuge *allmählich differenzierender* Analyse in eine Struktur von Teilsystemen entfaltet. Das Verhalten dieser Gesamtstruktur ist dann wiederum, wie jeder Regelungstheoretiker weiß, durchaus mehr als die *Summe* der Verhaltenscharakteristika ihrer Teilstrukturen – in dem Sinn, daß i. allg. weit kompliziertere mathematische Operationen erforderlich sind, um die Eigenschaften des Ganzen aus denen der Teile (einschließlich ihrer gegenseitigen Beziehungen) zu ermitteln.

Während sich in Bezug auf die „Ganzheitlichkeit“ der Betrachtungsweise also durchaus Parallelen zu der vorhergenannten Gruppe von Denksystemen aufzeigen lassen, besteht doch eine bedeutsame Abweichung insofern, als die verschwommene Kategorie der „Wechselwirkung“ wieder aufgegeben wird zugunsten der durchgängigen Reduktion auf *einsinnig gerichtete* Wirkungsverläufe. Diese erscheinen nun allerdings im Unterschied zur Reflexlehre nicht mehr nur in Kettenstruktur verknüpft; durch Hinzunahme der Strukturtypen der „Masche“ und insbesondere der *Rückführung* (feed-back) gewinnt das begriffliche Werkzeug vielmehr einen Grad der Flexibilität,

der eine adäquate Beschreibung selbst von Fällen echter Wechselwirkung ohne weiteres gestattet. An die Stelle des vagen und undifferenzierten „Feld“-Begriffes kann somit nun der des „*Wirkungsgefüges*“ treten (MITTELSTAEDT) – übrigens eine ziemlich wörtliche Übersetzung des alten „Kausalnexus“.

Über das anatomische Substrat der nervösen Prozesse brauchen bei kybernetischer Betrachtung – so wie über Einzelheiten der „Gerätetechnik“ in der Regelungskunde – überhaupt keine Voraussetzungen mehr gemacht zu werden, denn die in der Systemanalyse aufgewiesenen innerorganismischen Variablen bestimmen sich nur durch ihre kausale Verknüpfung miteinander und mit Observablen, sie werden behandelt wie „Theoretische Begriffe“ im Sinne CARNAPS. Man bezeichnet sie als „Signale“.

Das „Material“ des nervösen Geschehens wird nun konsequent von aller halbanschaulichen Metaphorik gereinigt und als „*Information*“ bestimmt. Information ist bekanntlich „weder Masse noch Energie“ – ein Satz, der rein logisch betrachtet wenig Wert hat, den Informationsbegriff aber doch immerhin ein wenig von jenen Veranschaulichungsmöglichkeiten abrückt, welche die Gültigkeit von *Erhaltungssätzen* suggerieren könnten. Für Information gilt nämlich eben kein Erhaltungssatz, sie ist transportabel, bleibt aber jederzeit erzeugbar und vernichtbar. Das ist z. B. von Bedeutung für die Interpretation gewisser Leistungen der Wahrnehmungskonstanz, bei denen das vorhin (o. S. 69) erwähnte Prinzip der „Stellvertretung“ versagt, gerade weil es die Erhaltung einer Erregungsgröße voraussetzt (vgl. dazu BISCHOF 1966, S. 374 f.).

Trotz der Abkehr vom energetischen Denken behalten die früher im Zusammenhang damit genannten *dynamischen* Kategorien jedoch durchaus die Bedeutung, die ihnen in den Ganzheitstheorien beigemessen worden war, und sie werden, dank der Vorarbeit von regelungstheoretischer Seite, jetzt überhaupt erst mathematisch durchleuchtet. Bestehen bleibt auch die Rolle der *Gleichgewichts*-Kategorie als Prinzip der Prozeß-Organisation – so etwa in der Analyse des Zusammenhangs zwischen Willkür- und Reflexmotorik bei v. HOLST und ganz allgemein im Konzept der *Homöostase*.

Mit der weitreichenden Übernahme ganzheitstheoretischer Denkformen verbindet sich gleichwohl die Rückkehr zu einer *naturwissenschaftlich-kausal* ausgerichteten Erkenntnishaltung, welche freilich kaum mehr „mechanistisch“ genannt werden kann. Das ganzheitstheoretische Interesse an der *Sinn*-Kategorie geht dabei nun aber doch nicht verloren; es findet sich in modernem Gewande wieder als Bemühung um eine *semantische* Interpretation des Signalbegriffs. Ursprünglich, d. h. bei SHANNON und in der elementaren Systemtheorie, waren „Signal“, „Information“ usw. rein syntaktisch definiert, und für viele Fragen biokybernetischer Systemanalyse ist das auch durchaus hinreichend. Eine semantische Terminologie wird jedoch erforderlich, sobald die Analyse des Organismus auch die *Bewußtseinsvorgänge* einbeziehen soll. Das Verhältnis eines Signals zu seiner „Bedeutung“ erscheint nämlich geradezu ideal geeignet, die Beziehung zwischen zentralnervösen Prozessen und ihren Erlebniskorrelaten so zu objektivieren, daß sowohl die atomistischen Verstöße gegen die *Phänomenologie* als auch die *epistemologischen* Mängel der Ganzheitstheorien vermieden werden können. Allerdings stellt die Entwicklung eines konsistenten semantischen Begriffssystems bislang, trotz wertvoller Vorarbeiten (z. B. von D. MACKAY), eine noch nicht vollständig

gelöste Aufgabe dar, vornehmlich, weil sie nur von der Pragmatik her erfolgen kann, die bislang von zeichentheoretischer Seite noch so gut wie unbearbeitet ist. Schließlich bleibt zu erwähnen, daß durch den Signalbegriff in seiner syntaktisch-semantischen Doppelbestimmung auch das Problem „*Homogenität* versus *qualitative Differenzierung*“ befriedigend aufgelöst werden kann. Wenn wir uns an das früher (o. S. 67) erwähnte „Interaktions-Paradox“ von H. WERNER erinnern, so ist zunächst einzuräumen, daß sich dieses bei rein „gerätetechnischer“ Betrachtung als Scheinproblem darstellt: Was im Organismus interagiert, sind allemal Nervenregungen, die hinsichtlich ihrer *physiologischen* Qualität natürlich gleichartig sind, so daß die Tatsache ihrer Interaktion nie „paradox“ sein kann. Es war demgemäß auch nicht erforderlich, den Aufweis vergleichbarer „dynamischer“ Erscheinungen in verschiedenen Bereichen organismischen Geschehens als Argument für die durchgängige Homogenität des Prozeßmaterials heranzuziehen. Andererseits sind es nun aber gerade diese dynamischen Charakteristika, die allein übrig bleiben, wenn man in kybernetischer Betrachtungsweise von aller „gerätetechnischer“ Spezifikation, also von allen anatomischen und physiologischen Bestimmungsmöglichkeiten, abstrahiert, und so verstanden wird die Verlaufsdynamik nun tatsächlich zum Prinzip der Einheitlichkeit des organismischen Geschehens. Dies gilt wohlgerne für eine Definition des Signalbegriffs, die nur die (kausale) Verknüpfung der Signale miteinander berücksichtigt und insofern als rein *syntaktisch* angesprochen werden kann. Anders ist es beim Aufstieg in die *semantische* Ebene. Hier nämlich erschließt sich nun wirklich ein echtes Interaktionsproblem. Die Meldungen der verschiedenen Sinnesorgane und die Kommandos an einzelne Teilabschnitte der Muskulatur haben für den Organismus nämlich jeweils eine ganz unterschiedliche *Bedeutung*, und dadurch erweisen sie sich nun in der Tat als *qualitativ* verschieden. Bei jeder Interaktion mit anderen Signalen wird diese Bedeutung modifiziert – entweder in Richtung auf eine „Täuschung“ bzw. „Fehlleistung“ oder, wie zumeist, auf eine sinnvolle Verarbeitung von Teilmeldungen zu einem Resultat von erhöhtem Anpassungswert. So etwas läßt sich aber natürlich nicht durch unspezifische Interaktion von allem mit allem erreichen. Die semantische Betrachtungsweise lehrt also, daß man die Interaktion nervöser Signale keineswegs global als selbstverständlich voraussetzen hat sondern sich vielmehr in jedem Einzelfall fragen muß nicht zwar, warum zwei Erregungsprozesse interagieren können, wohl aber, wieso sie es *dürfen*. Mit dem Hinweis, daß damit zugleich dem Gesichtspunkt der *Zweckmäßigkeit* die ihm gebührende bedeutende Rolle im Rahmen der lebenswissenschaftlichen Kausalforschung zugewiesen wird – nämlich die Rolle eines *heuristischen Prinzips* –, möchte ich mein Referat schließen.

Literatur

- BISCHOF, N.: Psychophysik der Raumwahrnehmung. In: W. METZGER (Hrsg.) *Handbuch der Psychologie*, Bd. 1/I (Wahrnehmung und Bewußtsein). Göttingen 1966. S. 307-408.
- GOLDSTEIN, K.: *The Organism. A Holistic Approach to Biology*. New York 1939.
- HOLST, E. von, u. H. MITTELSTAEDT: Das Reafferenzprinzip. *Naturwiss.* 37, 1950, 464.
- KÖHLER, W.: *Die physischen Gestalten in Ruhe und im stationären Zustand*. Braunschweig 1920.
- MacKAY, D. M.: The Place of „Meaning“ in the Theory of Information. In: E. C. Cherry: *Information Theory*. London 1956, S. 215.
- METZGER, W.: *Psychologie*. Darmstadt 1954², 1965³.
- UEXKÜLL, J. v.: *Theoretische Biologie*. Berlin 1920.
- WEIZSÄCKER, V. v.: *Der Gestaltkreis*. Leipzig 1947³.
- WERNER, H., and S. WAPNER: Sensory-Tonic Field Theory of Perception. *Journ. of Personality* 18, 1949, 88.