

KOMPLEMENTARITÄT

Grundcharakteristikum von Systemgesetzen

Wilhelm T. Wolze

ZUSAMMENFASSUNG

Der Terminus *Komplementarität* wird völlig unterschiedlich gebraucht und weist darüber hinaus eine große Diffusität auf. Im Wesentlichen geht es in diesem Artikel um eine präzisierende Charakterisierung der Komplementarität und die Abgrenzung gegenüber anderen Auffassungen. Den Ausgangspunkt bilden die Komplementaritäts-Idee BOHRs und ihre Fortführung in der Naturwissenschaft, insbesondere bei den qualitativen Verallgemeinerungen der Theorien dissipativer Strukturen. Komplementäre Begriffe werden als neue Art von Begriffen eingeführt, und zwar als Begriffspaare, die sich nicht definitorisch auf andere Begriffsarten reduzieren lassen. Diese Begriffspaare konstituieren Unterscheidungen mit wechselseitigen Bedingungsbeziehungen. In diesem Sinne werden komplementäre Begriffspaare als elementare Gesetze aufgefasst. Verknüpfungen von Begriffspaaren liefern komplexere Gesetze. Dies wird an Beispielen erörtert. Gesetze dieser Art eignen sich für die Entwicklung einer allgemeinen, qualitativen Systemtheorie, sie lassen sich zusammen mit dieser erst hinreichend entfalten.

1. EINLEITUNG

Sowohl innerhalb der Wissenschaften als auch in der Umgangssprache wird der Terminus *Komplementarität* auch von denjenigen Autoren in unterschiedlicher Weise gebraucht, die sich auf NIELS BOHR beziehen. Der unterschiedliche Gebrauch beinhaltet unterschiedliche Begriffe. Für eine erste Orientierung und Abgrenzung der hier intendierten Begriffsexplikation sollen einleitend einige spezifische Formen der Komplementarität skizziert werden:¹

- Konträr-Komplementarität
Diese Form der Komplementarität findet man z. B. bei GREGORY BATESON (1987). Einem Begriff wird ein (quasi) konträrer zugeordnet; z. B.: „*Herrschaft und Unterwerfung, Abhängigkeit und Versorgung, Exhibitionismus und Voyeurismus*“.

¹ Die im Folgenden verwendeten Bezeichnungen sollen lediglich ein Merkmal hervorheben; es handelt sich nicht um Fachtermini.

Zwischen den entsprechenden komplementären Bereichen sind nach BATESON auch Bedingungsbeziehungen möglich, sie sind aber nicht charakteristisch für diese Komplementaritätsart.

- **Ergänzungs-Komplementarität**
Ein Bereich eines intendierten Gesamtbereiches wird um den fehlenden Teil zum Gesamtbereich ergänzt: Komplement einer Menge, Komplementärfarbe, Flora und Fauna, Mensch und Tier, etc.
- **Flipflop-Komplementarität**
Diesem Typ der Komplementarität liegt der Welle-Teilchen-Dualismus als Prototyp zugrunde. MEYER-ABICH (1976, 933) bestimmt diese Komplementaritätsart folgendermaßen:
„>Komplementarität< heißt die Zusammengehörigkeit verschiedener Möglichkeiten, dasselbe Objekt als verschiedenes zu erfahren. Komplementäre Erkenntnisse gehören zusammen, insofern sie Erkenntnisse desselben Objekts sind; sie schließen einander aus, als sie nicht zugleich und für denselben Zeitpunkt erfolgen können.“
Diese Charakterisierung ist nichtssagend. Sie trifft auf vieles, wenn nicht gar alles zu. Z. B., wenn man sich ein Haus von Osten und von Westen ansieht, eine Fensterscheibe mit Putzmittel putzt oder mit einem Öllappen.
- **Bedingungs-Komplementarität**
Diese Komplementaritätsart spricht auch BOHR an. Komplementäre Begriffe beziehen sich auf Bereiche mit Bedingungsbeziehungen. Im Gegensatz zur Konträrkomplementarität ist der Bedingungsbeziehung hier ein konstitutives Charakteristikum. BOHR führt u. a. die psychologischen Beispiele „Gedanken und Gefühle“, „Denken und Wollen“, „Liebe und Gerechtigkeit“ an (s. Abschnitt 2).

Diese letzte Komplementaritätsart liegt den folgenden Erörterungen zugrunde. Es stellt sich die Frage, welche Probleme mit Hilfe der komplementären Begriffe gelöst werden sollen. Versuche, komplementäre Begriffe durch eine Klassifizierung vorhandener Begriffe zu bestimmen, führen auf die ersten drei Komplementaritätsarten. Solche Klassifikationen vermögen vielleicht einen gewissen Klärungsgrad herbeizuführen, bringen aber nichts prinzipiell Neues. Entsprechendes gilt für Definitionsversuche der Art „...ist ein komplementäres Begriffspaar“ oder „...ist eine komplementäre Beziehung“. Als einen verunglückten Definitionsversuch kann die Bestimmung komplementärer Begriffe von MEYER-ABICH angesehen werden. Definitionen sind aber nichtkreativ – im Gegensatz zu Axiomen bzw. Gesetzen – und stets kontexteliminierbar. Dies trifft auf MEYER-ABICHS ‚Definitionsversuch‘ nicht zu.

Bleibt noch die hier verfolgte Möglichkeit (vierte Komplementaritätsart) der Entwicklung komplementärer Begriffe als Neues zur Erklärung und Beschreibung von Anomalien. Von solchen Anomalien in der Quantenmechanik ging BOHR aus und fand nach einer hinreichenden Entwicklung der Beziehung zwischen den komplementären Begriffen weitere Lösungsansätze in verschiedenen Wissenschaften.

Für die Explikation der komplementären Begriffe ist zunächst zu klären, ob lediglich einzelne Probleme aus verschiedenen Wissenschaften mehr oder weniger unabhängig voneinander mittels geeigneter Begriffe bearbeitet und gelöst werden sollen oder ob es um eine systematische Entfaltung der Komplementaritätsidee geht. Neue Begriffe können aber nur im Kontext eines Gegenstandes bzw. Realitätsbereiches entwickelt werden, wie etwa der Quantenmechanik. Für die Entfaltung einer allgemeinen Komplementaritätsidee wäre dann auch ein allgemeiner Gegenstand notwendig.

2. HISTORISCHES

Anmerkungen zum Komplementaritätsbegriff von NIELS BOHR

Der Begriff der Komplementarität wurde von BOHR in die Physik eingeführt, um zu einer konsistenten Interpretation der Quantenmechanik zu gelangen. Die Genesis des Begriffs in BOHR'S Jugend ist philosophischer Natur (vgl. C. F. v. WEIZSÄCKER 1985, 507), seine Verwendung in der Quantenmechanik kann als eine erfolgreiche Anwendung angesehen werden.

BOHR führte die Komplementarität auf den Erkenntnisprozess zurück, zur "Charakterisierung des Verhältnisses zwischen Erfahrungen" (BOHR 1964, 30): Komplementarität ist nach BOHR die universelle Struktur aller menschlichen Erkenntnis. Von hier aus gewinnt dieser Begriff einen interdisziplinären Charakter. "So weisen die Integrität lebender Organismen und die Merkmale bewußter Individuen und kultureller Gemeinschaften Ganzheitsbezüge auf, deren Beschreibung eine typisch komplementäre Ausdrucksweise fordert" (BOHR 1966, 7). Speziell zeigt sich für BOHR die Komplementarität in der Psychologie. Die Beziehungen zwischen Gedanken und Gefühlen, Denken und Wollen, Liebe und Gerechtigkeit gewinnen für ihn einen komplementären Charakter (BOHR 1966, 28). Entsprechendes gilt für Instinkt und Vernunft. Denn die "Anwendung von Begriffen unterdrückt ... nicht nur weitgehend rein instinktives Leben, sondern steht sogar in einem ausgesprochen komplementären Verhältnis zur Entfaltung ererbter Instinkte" (BOHR 1964, 28).

Innerhalb der Quantenmechanik ist der Begriff der Komplementarität weitgehend eliminiert und durch syntaktische Begriffe ersetzt worden. Das bedeutet jedoch nicht, dass dieser Begriff überflüssig geworden ist, da er innerhalb semantischer Betrachtungen fundamental bleibt. So verwundert

es auch nicht, dass gerade innerhalb qualitativer Überlegungen, in denen wesentliche semantische Probleme auftauchen, auf den Komplementaritätsbegriff zurückgegriffen wird. So wurde z. B. auf qualitativer Ebene von BOHR eine Komplementarität zwischen der dynamischen und thermodynamischen Beschreibung vermutet, die I. PRIGOGINE durch den von Null verschiedenen Kommutator „ $i(LM - ML)$ “ formal expliziert, wobei „L“ der Liouville-Operator und „M“ der mikroskopische Entropieoperator ist (PRIGOGINE 1980, 181f).

Die oben angeführte Flipflop-Komplementarität setzt bei der Welle-Teilchen Dualität an und nicht bei der qualitativen Interpretation nichtvertauschbarer Operatoren.

Weitere Beispiele komplementärer Begriffe finden sich in den Erörterungen selbstorganisierender Systeme, wenn auch hier der Komplementaritätsbegriff nicht immer explizit eingeführt wird. Zentral ist hier die Komplementarität von Struktur und Funktion nach PRIGOGINE, die im evolutionären Fall noch um auftretende Fluktuationen erweitert wird. Ein hier wesentlicher komplementärer Gegensatz ist Notwendigkeit und Zufall, wie er bei PRIGOGINE und STENGERS (1981) und expliziter bei JANTSCH diskutiert wird. Eine dichotomische Trennung von Notwendigkeit und Zufall führt innerhalb der Betrachtungen selbstorganisierender Systeme zu Anomalien. JANTSCHS allgemeiner Ansatz (1982, 81) gründet auf der Komplementarität im Prozessdenken. Auf dieser Grundlage führt er eine Reihe weiterer komplementärer Begriffe ein, wie *Subjektivität* und *Objektivität*, *Zustand* und *Prozess*, *Struktur* und *Funktion*, *Autopoiese* und *kohärente Evolution*, *Apperzeption* und *Antizipation*, *Physisch* und *Psychisch* sowie die von E. von WEIZSÄCKER (1974) entwickelten Begriffe *Erstmaligkeit* und *Bestätigung*, die die komplementäre Struktur der pragmatischen Information erfassen.

Komplementäre Begriffe wie *Theoretisches* und *Empirisches*, *Zufall* und *Notwendigkeit*, *Notwendigkeit* und *Freiheit*, *Kontinuität* und *Diskontinuität*, *Form* und *Inhalt*, *Zustand* und *Prozess* sind nicht einfach kontradiktorische Begriffe, die sich auf sich völlig ausschließende Gegensätze beziehen. Diesen kontradiktorischen Charakter besitzen noch die Begriffspaare, die im Prinzip den Kantschen Antinomien zugrunde liegen, wie z. B. gemäß Hegels Analyse (HEGEL 1969, 216 ff) die Begriffe der Kontinuität und der Diskontinuität (Diskretheit) in der zweiten (kosmologischen) Antinomie (KANT, K. d. r. V.). Hegels Widerspruchsbegriff hebt diesen kontradiktorischen Charakter auf: der dialektische Widerspruch bezieht sich auf sich wechselseitig bedingende Gegensätze, und diese wechselseitige Bedingung der Gegensätze bildet ihre Einheit.

Dem hier intendierten Explikationsversuch liegt eine allgemeine Komplementaritätsidee zugrunde: Die Entwicklung der komplementären Begriffe

im Kontext einer allgemeinen qualitativen Systemtheorie. Dies würden alle von BOHR geschilderten Beispiele umfassen.

3. CHARAKTERISTIKA KOMPLEMENTÄRER BEGRIFFE

Als neue Begriffsform, wie oben gefordert, lassen sich komplementäre Begriffe nicht mit Hilfe nichtkomplementärer Begriffe definieren. Daher sollen in einem ersten Schritt komplementäre Begriffe zusammenfassend durch eine negative Abgrenzung und eine positive Bestimmung charakterisiert werden.

Negativabgrenzung komplementärer Begriffe

- Komplementäre Begriffe sind nicht kontradiktorisch, sie gehen nicht durch (klassische) Negation auseinander hervor.

Die Negation von *Teil* ist *Nichtteil* und nicht *Ganzes*.

- Komplementäre Begriffe beinhalten auch keine polaren Gegensätze mit einer linearen Ordnung zwischen den Polen.

Ein Teil ist nicht mehr oder weniger ein Teil; entweder ist es ein Teil oder es ist kein Teil.

- Komplementäre Begriffe beschränken sich nicht auf additive Ergänzungen.

Ein Begriff dieser Art kommt in der Mengenlehre vor: Ausgehend von einer Grundmenge, etwa den reellen Zahlen, und der Ausgrenzung einer Teilmenge, etwa der Menge der irrationalen Zahlen, erhält man die „komplementäre Menge“ (Komplement der Menge) als Ergänzung zur Grundmenge; in unserem Beispiel ist dies die Menge der rationalen Zahlen.

Entsprechen ist der Begriff der Komplementärfarbe von dieser Art.

- Komplementäre Begriffe beinhalten keine isolierten Aspekte

Solche Begriffe beziehen sich auf Dualismen oder Dichotomien.

Die am Beispiel von Teil und Ganzem durchgeführten Betrachtungen lassen sich an vielen, wenn auch nicht an allen Begriffspaaren so eindeutig durchführen. Betrachten wir dazu die Begriffe *offen/geschlossen* zur Beschreibung selbstorganisierender Systeme. Diese Begriffe entsprechen nicht den konträren Begriffen *offen* und *geschlossen*, lauten aber so. Wenn ein System nicht offen ist, so kann es kein selbstorganisierendes System sein, und wenn es nicht geschlossen ist, so ist es auch nicht offen, darüber hinaus auch gar kein System. Die Geschlossenheit bedingt erst die Offenheit selbstorganisierender Systeme. Das Problem kommt also dadurch zustande, das zwischen verschiedenen aber gleich lautenden Begriffen gewechselt wird.

Positivbestimmung komplementärer Begriffe

Die Einheit von Teil und Ganzem konstituiert sich durch emergente Eigenschaften auf dem Niveau der Ganzheit, die durch die Teile und ihre Beziehungen zueinander hervorgebracht werden. Emergente Eigenschaften ergeben sich nicht additiv aus den Eigenschaften der Teile. Die Teile bedingen das Ganze und das Ganze die Teile: Ändern sich in einem System die Beziehungen zwischen den Teilen, dann ändert sich i. Allg. das Ganze und die Teile.

In einem sozialen System z. B. können sich die Beziehungen dadurch ändern, dass sich Kooperationen ändern und andere Ziele verfolgt werden oder dass z. B. neue Subjekte in das System kommen – etwa neue Wissenschaftler in ein Institut.

Diese Ergebnisse lassen nun folgendermaßen zusammenfassen:

- Komplementäre Begriffe konstituieren Gegensätze als Einheit. Sie bestimmen eine Unterscheidung mit einer integrierenden Beziehung (Zusammenhang) zwischen den unterschiedenen Entitäten.
- Komplementäre Gegensätze bedingen einander wechselseitig und zustandsartige Gegensätze (z. B. Teil und Ganzes) ändern sich qualitativ bzw. quantitativ im Prozess (hier: Prozess der Integration und Differenzierung)

Der Komplementaritätsbegriff involviert den Begriff der Bedingung, der auch für die Kausalbeziehung konstitutiv ist. Beide Begriffe, der Begriff der Ursache und der Begriff der Bedingung, werden oft miteinander identifiziert. Sie sind aber dennoch nicht identisch. Die Ursache ist zwar gemäß dem Kausalprinzip auch eine Bedingung, aber nicht alle Bedingungen sind Ursachen. Bedingungen beziehen sich auf Abhängigkeiten, z. B. die Abhängigkeit der Existenz eines Sachverhaltes von der Existenz eines anderen Sachverhaltes. Damit muss aber keine Produktionsbeziehung verbunden sein, für die der Wechselwirkungsbegriff konstitutiv ist.²

4. SINGULÄRE PROBLEMLÖSUNGEN

In verschiedenen Disziplinen wurden unterschiedliche Probleme unter Verwendung komplementärer (bzw. dialektischer) Begriffe gelöst. In Abschnitt 2 ist bereits auf die Lösung der Kantischen Antinomien mittels der Hegelschen Dialektik hingewiesen. Im Folgenden sollen noch einige Beispiele aufgeführt werden, zur Konkretisierung der Charakterisierungen komplementärer Begriffe im vorigen Abschnitt. Im Vordergrund steht da-

² Zur Abklärung: Entsprechend der Ansicht vieler Wissenschaftstheoretiker wird auch hier davon ausgegangen, dass sich ein allgemeines Kausalprinzip nicht formulieren lässt. Produktionsbeziehungen werden durch den Wechselwirkungsbegriff erfasst. Die Begriffe *Ursache* und *Wirkung* lassen sich zwar definitorisch auf den Wechselwirkungsbegriff zurückführen, sind damit als nichtkreative Begriffe nur Abkürzungen und damit überflüssig. (vgl. WOLZE 1989 und 2008b)

bei nicht die historische Entwicklung, sondern die Lösung von Problemen und Antinomien in Wissenschaft und Philosophie.

Problem der Realität von Allgemeinem und Einzelnem

Bei dieser Problematik ging und geht es um den Realitätsstatus des Allgemeinen (Eigenschaften und Beziehungen) und des Einzelnen (konkrete, einzelne Dinge) sowie um die Beziehung zwischen Allgemeinem und Einzelnem.

Problemgeschichtlich geht dies Realitätsproblem auf die philosophischen Konzeptionen PLATONS und ARISTOTELES' zurück, die insbesondere in der Scholastik kontrovers und konkurrierend erörtert wurden.

In der Früh-Scholastik herrschte die platonisch-neuplatonische Lehre vor, mit der Lösung des Realitätsproblems:

Universalium sunt realia. Universalium sunt ante res.

(Die Allgemeinbegriffe sind Realitäten. Die Allgemeinbegriffe existieren vor den Dingen.)

Ganz im Sinne der Platonischen Ideen wurde Allgemeines auf Begriffliches zurückgeführt.

In der Hoch-Scholastik setzte sich unter dem Einfluss der übersetzten Schriften ARISTOTELES' die Vorstellung von der Immanenz, dem Innewohnen der Form im Stoff durch, die zu der Lösung führte:

Universalium sunt realia. Universalium sunt in rebus.

(Die Allgemeinbegriffe sind Realitäten. Die Allgemeinbegriffe existieren in den Dingen.)

In der Spät-Scholastik erfolgte schließlich die Ablehnung der Allgemeinbegriffe als Realitäten:

Universalium sunt nomina. Universalium sunt post res.

(Die Allgemeinbegriffe sind Namen. Die Allgemeinbegriffe existieren nach den Dingen.)

Diese Anschauung nannte man Nominalismus.

Das Ergebnis dieser Auseinandersetzung von Realismus und Nominalismus besteht in der Alternative, ob Allgemeines eine eigenständige Existenz besitzt oder lediglich als Abstraktion von Klassen von Gegenständen existiert, und zwar in dem Sinne, dass die das Allgemeine bezeichnenden Worte nur Namen der Klassen sind.

Lösungen der Neuzeit gehen von der dialektischen oder komplementären Beziehung der beiden Entitäten Allgemeines und Einzelnes aus. Danach existiert weder Allgemeines ohne Einzelnes noch Einzelnes ohne Allgemei-

nes. Mit einer Konstitutionstheorie der Realität³ lässt sich dies so ausdrücken: Allgemeines und Einzelnes ist die Konstitution einer Unterscheidung mit einem wechselseitigen Bedingungs-zusammenhang zwischen diesen Entitäten.

Gegen den Begriff des Einzelnen wird gelegentlich der Einwand erhoben, er sei mit dem metaphysischen Begriff der Substanz belastet. Das Problem besteht darin, dass es kein empirisches Entscheidungsverfahren für die Substanz gibt. Lösungen, die ohne den Begriff des Einzelnen auskommen wollen, operieren mit verunglückten Reduktionen. Eine gängige Art besteht darin, lediglich von Bündeln von Attributen (Eigenschaften und Relationen) zu sprechen. Doch die Differenzierung in Bündeln liefert gerade das Einzelne.

Signifikanzproblem theoretischer Terme

Die Beziehung zwischen Theoretischem und Empirischem

Der Empirismus im Allgemeinen und der Logische Empirismus im Besonderen versuchte das Theoretische auf das Empirische zu reduzieren. Durch die Präzisierungsmöglichkeiten mittels der Logik gelang es dem Logischen Empirismus, die mit diesem Vorgehen entstandenen Anomalien derart zu präzisieren, dass sich die Auffassung der Unlösbarkeit mit den Mitteln des Logischen Empirismus durchsetzte. In der dritten Entwicklungsstufe seines Reduktionsprogramms⁴ wurde als letzter Rettungsanker (in der sog. Zweistufentheorie von Carnap) Theoretisches in Form von Logik und Mathematik als unentbehrlich angenommen. Mit der neueren Wissenschaftstheorie, die in der 60er Jahren des vorigen Jh. entstand, wurde Theoretisches auch als empirisch gehaltvoll angesehen, nämlich insofern, als eine der komplementären Beziehung nahe kommende Beziehung zwischen Theoretischem und Empirischem angenommen wurde. Charakterisiert wird sie mit Wendungen der Art: *Jede Beobachtungsaussage ist theoriebeladen*. Mit der weiteren Annahme, dass verschiedene Theorien verschiedene Objekte zur Folge haben, ist im Ansatz ein wechselseitiges Bedingungsverhältnis beschrieben.

Erklärungsproblem der Entstehung von Ordnung aus Unordnung

Die Beziehung zwischen Ordnung und Chaos

Den dynamischen Systemtheorien auf der Grundlage des Selbstorganisationsparadigmas lag eine Anomalie in Form einer Ordnung-Chaos-Dichotomie zugrunde, mit der Identifizierung von Chaos mit Unordnung als konträrem Pol von Ordnung. In der Strömungswissenschaft vertrat

³ Vergleiche hierzu (GETHMANN 1973 und 1993) sowie (VARELA 1990). Für eine zusammenfassende Erörterung dieser Positionen mit einem systemtheoretischen Lösungsansatz vgl. (KROPE, WOLZE 2005 und 2008)

⁴ STEGMÜLLER (1970) rekonstruiert die Entwicklung des Logischen Empirismus in drei Stufen.

man die Annahme, dass deterministische Beschreibungen nur bei hinreichend hoher Ordnung möglich seien und damit alle wissenschaftlichen Probleme gelöst seien. Der Rest sei Sache der Technik. Wesentlich für Erklärungsversuche der so genannten ‚schwachen Kausalität‘ (genauer: Determiniertheit) und der damit verbundenen Entstehung von Ordnung durch Chaos war die komplementäre Konzeption bzgl. Ordnung und Chaos: Ordnung kann in Chaos übergehen und Chaos in Ordnung. Dieses Verständnis eröffnete nicht nur in der Strömungswissenschaft neue Forschungsfelder.

Beschreibungsproblem der Information in offenen Systemen Die Beziehung zwischen Erstmaligkeit und Bestätigung

Bei der Bearbeitung von Problemen im Zusammenhang mit Computern sowie bei der Bearbeitung psychologischer, biologischer und sprachtheoretischer Probleme⁵ versagte die statistische Informationstheorie von SHANNON und WEAVER (1976). Diese Theorie misst den Informationsgehalt durch den Grad der Unwahrscheinlichkeit. Für ein Zeichen x mit der Auftretenswahrscheinlichkeit $p(x)$ ergibt sich hiernach der Informationswert:

$$I(x) = \text{Id}(1/p(x)) \quad (\text{Id: Logarithmus zur Basis 2})$$

Damit ist für ein sicher auftretendes Zeichen x ($p(x) = 1$) die Information $I(x) = 0$. Mit $p(x) \rightarrow 0$ erhalten wir $I(x) \rightarrow \infty$.

Entsprechend dieser Beziehung lässt sich die statistische Informationstheorie nur dann anwenden, wenn Auftretenswahrscheinlichkeiten für Signale aufgestellt werden können. Die Übermittlung von Information durch einen Sender an einen Empfänger geschieht durch Auswahl von Zeichen aus einem begrenzten, gemeinsamen Zeichenrepertoire. Damit reduziert sich die statistische Informationstheorie auf den Übermittlungsprozess einer Nachricht in einem Kanal zwischen Sender und Empfänger. Die Beziehung zwischen der übermittelten Information und dem Empfänger ist formal-abstrakt. Der Grad der Unwahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Zeichens ist unabhängig von den spezifischen Charakteristika der Empfänger, z. B. dem Wissen der Subjekte. Auf dem Hintergrund der aus der Semiotik stammenden Dreiteilung von Syntax, Semantik und Pragmatik wird diese Informationstheorie in den Bereich der Syntax verwiesen, denn von der semantischen und pragmatischen Dimension wird hier abstrahiert. Diese Dimensionen sind aber wesentlich, um die Veränderungen der Empfänger durch die (erfolgreiche) Information einbeziehen zu können. Speziell verändern sich beim Empfänger die Erwartungswahrscheinlichkeiten für eine identische Information, d. h. die Grundlage für ihre Quantifizierung.

⁵ Vgl. (H. v. DITFURTH 1969) und (E. v. WEIZSÄCKER 1974). Für eine Kritik der Verwendung des Informationsbegriffs in der Theorie der Autopoiese vgl. auch (MATURANA 1985).

Mit dem Ziel der Aufhebung dieser Reduktion bildeten sich Ansätze zu einer Kommunikationstheorie heraus, die zwar neben der Syntax die Semantik und die Pragmatik einbeziehen,⁶ aber auf dem Boden der dichotomischen, semiotischen Dreiteilung verhaftet bleiben. BÖHME (1974) fordert eine Kommunikationstheorie von der Pragmatik her zu entwickeln. Hierzu ist anzumerken, dass eine solche Entwicklung konsequenterweise eine Rekonstruktion der Begriffe *Syntax*, *Semantik* und *Pragmatik* auf dynamischer Grundlage einzubeziehen hat. Als Grundprinzip kann hier die Struktur-Prozess- bzw. Struktur-Funktions-Komplementarität angesehen werden.

In den Ansätzen, von der Pragmatik her einen neuen Informationsbegriff zu entwickeln, sprechen die Autoren von pragmatischer Information.

E. v. WEIZSÄCKER (1974, 82) charakterisiert den Anwendungsbereich folgendermaßen:

"Information ist eine für offene Systeme charakteristische Größe. Jede qualitative Veränderung sollte als informationelle Veränderung beschrieben werden können." Zum wesentlichen Problem wird damit nicht, wie viel SHANNONSche Information ein System empfängt, sondern wie und wo Information wirkt. Pragmatische Information ist Information bezüglich des empfangenden Systems.

Die pragmatische Information zeichnet sich durch zwei Komponenten aus, die einen Gegensatz andeuten, aber auch etwas sich gegenseitig Bedingendes: Neues ist in der menschlichen Kommunikation nur dann Neues, wenn es auch in gewisser Hinsicht verstanden wird, also in einem Sinnzusammenhang steht. In E. v. WEIZSÄCKERS Explikation des pragmatischen Informationsbegriffs wird dieser Gegensatz durch die allgemeinen Begriffe *Erstmaligkeit* und *Bestätigung* erfasst. Erstmaligkeit und Bestätigung werden danach für jede Information als konstitutiv angesehen, d. h. bezüglich aller offenen Systeme und nicht nur für das Subjekt. Die Beziehung zwischen Erstmaligkeit und Bestätigung wird als Komplementarität angenommen. Das Moment der Bestätigung einer Information bedingt die Erstmaligkeit. Diese kann ‚ausgeschöpft‘, durch Selbstorganisation von Information erweitert oder auch auf die vorhandenen Strukturen reduziert werden (Reduktion von Erstmaligkeit auf Bestätigung).

Beschreibungsprobleme des Erkenntnis- bzw. Lernprozesses Die Beziehungen zwischen Assimilation und Akkomodation

Auf dem Hintergrund des (naiven) Realismus entstanden Auffassungen vom Lernen und Erkennen in Wissenschaft und Alltag, gemäß denen das Subjekt rezeptiv Informationen empfängt, die es adäquat zu speichern gilt. Diese Auffassungen sind in vielerlei Hinsicht unbefriedigend. Entspre-

⁶ Vgl. z.B. (CHERRY 1967).

chendes gilt auch für die Gegenposition, gemäß der Erkenntnis in rein spontanen Akten ohne äußeren Einfluss gewonnen wird. Mit Hilfe der Begriffe *Assimilation* und *Akkomodation* beschreibt PIAGET im Prinzip das lernende und erkennende Subjekt sowohl rezeptiv als auch spontan zugleich. Zwischen PIAGETS Beschreibung des Lernprozesses und der pragmatischen Informationstheorie lassen sich Ähnlichkeiten erkennen: Beide lehnen die Informationsübertragung im Sinnen der SHANNONSchen Theorie ab. Mit den Begriffen der Akkomodation und der Assimilation werden komplementäre bzw. dialektische Subjektprozesse erfasst, die sich wechselseitig bedingen und zu einem Gleichgewicht (Äquilibration als Zustand) führen, zu einem immer neuen Ausgleichen aktiver Kompensation. Dem entspricht in der pragmatischen Informationstheorie die Ausschöpfung des Informationsreservoirs.

Die Aktivierung kognitiver Strukturen (Schemata, Theorien, Paradigmen), sozusagen die Initialakkomodation, ermöglicht eine spezifische Assimilation, ein in sich Aufnehmen von Umwelt. Die Aufnahme bedingt schon eine weitere Akkomodation, die Integration in die kognitive Struktur. Dieses sind Prozesse der pragmatischen Information mit geringer Erstmaligkeit. Ist die Erstmaligkeit größer, so ist, um dieser gerecht zu werden, ein weiterer Akkomodationsprozess notwendig, der wiederum eine Assimilation bedingt.

Wie dieses Beispiel zeigt, sind komplementäre Begriffe aufeinander beziehbar: *Assimilation* und *Akkomodation*, *Spontaneität* und *Rezeptivität*, *Erstmaligkeit* und *Bestätigung*, *offen* und *geschlossen*. Weitere Begriffspaare sind *Theoretisches* und *Empirisches*, *Selbstreferenz* und *Fremdreferenz*, *Selbstorganisation* und *Fremdorganisation* etc. Dabei sind etliche dieser Begriffe an einen systemtheoretischen Kontext gebunden.

5. ANMERKUNGEN ZU EINER SYSTEMATIK KOMPLEMENTÄRER BEGRIFFE.

Hintergrundthese

Einerseits lässt sich mittels komplementärer Begriffspaare eine allgemeine, qualitative Systemtheorie entwickeln, andererseits sind Systeme geeignete Gegenstände für die Entwicklung komplementärer Begriffe bzw. Begriffssysteme durch Vernetzung von Begriffspaaren.

Grundbegriffe der Systemtheorie

- Komplementäre Begriffe
- Wechselwirkungsbegriff

Die Wechselwirkung ist eine symmetrische, elementare und irreduzible Struktur-Prozess- bzw. Struktur-Funktions-Einheit. Sie ist sozusagen die Fundamentalkomplementarität, durch deren Wirkungsproduktion allgemeine Komplementaritäten entstehen.

Gesetze der Systemtheorie

Komplementäre Begriffspaare konstituieren sich wechselseitig bedingende Entitäten. Sie sind die elementaren Gesetze der Systemtheorie. Für die Beschreibung von Systemen ist zunächst ein Fundamentalgesetz zu entwickeln. Für dynamische Systeme lässt sich an der von ANOCHIN, PRIGOGINE, HAKEN und anderen beschriebenen Beziehung zwischen der Funktion und der Struktur eines Systems ansetzen. In den evolutionären Fällen sind zusätzlich noch Fluktuationen, d. h. Struktur-Funktions-Einheiten zu berücksichtigen.⁷ Komplexere Gesetze bestehen aus Beziehungen zwischen komplementären Begriffspaaren, wie noch ausgeführt wird. Für Systeme ohne Funktion reduziert sich die Struktur-Funktions-Komplementarität auf die Struktur-Prozess-Komplementarität.

Komplementaritätsprinzip

Das Komplementaritätsprinzip ist ein methodisches Prinzip. Seine Funktion besteht darin, geeignete komplementäre Unterscheidungen zu bestimmen. Denn je nach Systemtyp und intendierter Erklärung oder Beschreibung sind die relevanten Abhängigkeitsbeziehungen und ihre Beziehungen untereinander zu ermitteln.

Beziehungen zwischen Begriffspaaren

Komplementäre Begriffspaare konstituieren Unterscheidungen mit Zusammenhängen. Beziehungen zwischen komplementären Begriffspaaren unterscheiden komplementäre Unterscheidungen weiter, wie oben bereits angedeutet. Dies sei noch an Beispielen erläutert.

Beispiel 1

Die Komplementäre Beziehung zwischen Wirklichkeit und Möglichkeit lässt sich (je nach Systembedingungen) weiter unterscheiden, z. B. hinsichtlich der Möglichkeit in Notwendigkeit und Zufall (vgl. Abb. 1) sowie Notwendigkeit und Freiheit. Die Möglichkeit ist mit Notwendigkeit bestimmt, was eintritt unterliegt dem Zufall. Für einfache Zufallssysteme wie die Würfelvorrichtung oder das Roulett ist dies unmittelbar einsichtig. Für menschliches Handeln nicht und die Möglichkeiten liegen i. Allgem. auch nicht diskret und konkret vor. Insofern ist der Begriff *Selektion von Handlungen* – wie ihn auch die LUHMANNSchule benutzt – reduktionistisch, zumindest aber irreführend. Für Handlungen hängt Möglichkeit mit Freiheit zusammen. Die Realisierung der mit Freiheit verbundenen Möglichkeiten ist an Notwendigkeiten gebunden, die je nach Fall hergestellt (z. B. durch Technik oder Sozialbeziehungen), verändert oder hingenommen werden müssen. Auch hinsichtlich der Wirklichkeit lässt sich die komplementäre Beziehung weiter unterscheiden, z. B. in (Entwicklungs-)Prozess und (Entwicklungs-)

⁷ Eine detailliertere Ausführung befindet sich in (WOLZE 2008a)

Stadium. Die Geschichte schlägt sich im Stadium, z. B. einer historischen Situation oder einer kognitiven Struktur nieder und das Stadium bedingt die weitere Geschichte. Die Möglichkeit wird daher durch das jeweilige Stadium (die Gegenwart und nicht die Vergangenheit) bestimmt. In der Beschreibung der Entwicklung des Stadiums sind i. Allg. Umweltbeziehungen zu berücksichtigen.

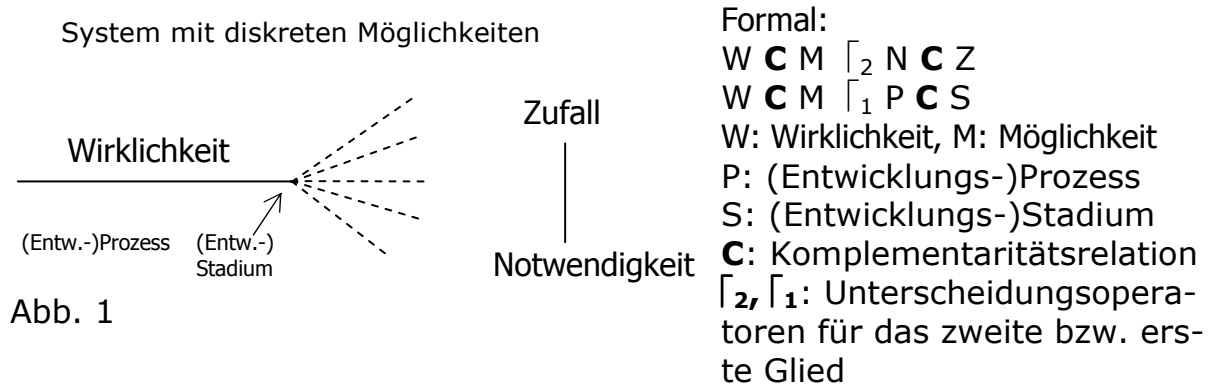


Abb. 1

Für den Handlungskontext wäre ein weiteres elementares Prinzip hinzuzufügen, die Komplementarität von Notwendigkeit und Freiheit; insgesamt:

$$W \mathbf{C} M \lceil_2 N \mathbf{C} Z \wedge W \mathbf{C} M \lceil_2 N \mathbf{C} F \wedge W \mathbf{C} M \lceil_1 P \mathbf{C} S,$$

mit: F: Freiheit, \wedge : Konjunktion.

Es lassen sich weitere Unterscheidungen anführen, z. B. die Komplementarität (Entwicklungs-)Prozess und (Entwicklungs-)Stadium in qualitativ und quantitativ und in Kontinuität und Diskontinuität. Qualitative Entwicklungen weisen Änderungen von Eigenschaften oder Relationen auf, wie z. B. ein Paradigmenwechsel. Solche Änderungen lassen sich wiederum unterscheiden nach Kontinuität und Diskontinuität, der Bestimmung der Kontinuität in der Diskontinuität einer Entwicklung in Natur oder Kultur.

Mit der Unterscheidung von Unterscheidungen ergeben sich weitere Komplementaritäten, z. B.: Aus $W \mathbf{C} M \lceil_1 P \mathbf{C} S$ und $W \mathbf{C} M \lceil_2 N \mathbf{C} Z$ die Unterscheidungen $S \mathbf{C} N$ und $S \mathbf{C} Z$ etc.

Beispiel 2

Systeme sind nicht einfach offen, sie sind zumindest partiell geschlossen. Sonst wären es keine Systeme. Entwickelbare Systeme müssen aber notwendigerweise auch offen sein: Entwicklung ist eine Komplementarität von Selbstentwicklung und Entwickeltwerden durch die Umwelt. Diese offenen Systeme, wie sie oben genannt wurden, sind auch offen gegenüber (pragmatischer) Information. Das kann zwar der Radikale Konstruktivismus nicht zulassen, da für ihn die äußere, innere und Körper-Welt nur Erlebniswelten sind. In einer Konstitutionstheorie der Erkenntnis ist die Annahme der Offenheit gegenüber Information aber sogar eine Notwendigkeit.

Die (informationelle) Offenheit ist durch die kognitiven Systeme (Entwicklungsstadium) bestimmt. Sie bedingen die möglichen kognitiven Prozesse, die Handlungen bzw. Tätigkeiten (Tätigkeitstheorie), speziell die Kommunikationen. Information aus der Umwelt ist stets Information für das betreffende System. Sie wird unterschieden in Erstmaligkeit und Bestätigung. Diese Unterscheidung wird durch das System getroffen:

Aufgrund der Geschlossenheit, der kognitiven Struktur, die die Offenheit bedingt, wird die Möglichkeit⁸ der Bestätigung (durch diese Wirklichkeit) bedingt.

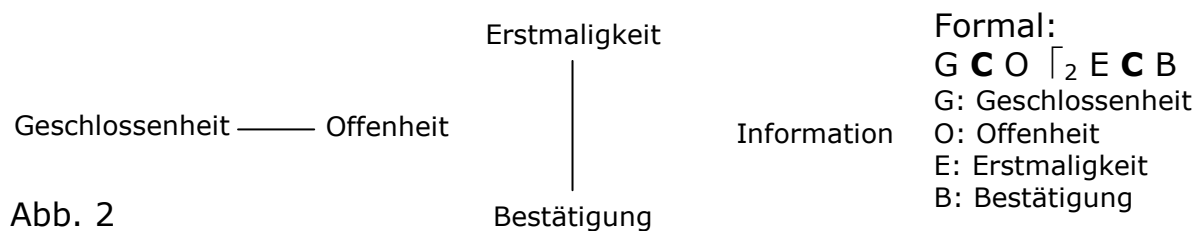


Abb. 2

Damit ist noch nichts über die Erstmaligkeit gesagt. Das System kann Erstmaligkeit auf Bestätigung reduzieren; die Information enthält nicht viel Neues. Dies ist ein Grundproblem des Lehrens und Lernens. Bedingt kann die Reduktion durch die Rationalität oder Emotionalität sein und damit auch, tätigkeitstheoretisch gesehen, durch die Motive der Tätigkeit.

Die Aufnahme der Information vollzieht sich in der Komplementarität von Selbstentwicklung und Entwickeltwerden. Selbstentwicklungsmöglichkeiten sind im Wesentlichen durch das kognitive Entwicklungsstadium bestimmt, d. h. die Informationsstrukturen, das Entwickeltwerden durch die übermittelte Information für das System. Information ist, was Information schafft. Die Informationsproduktion ist ein ‚autokatalytischer‘ Prozess. In diesen Prozessen kann, wie E. v. WEIZSÄCKER es formuliert, das Informationsreservoir ausgeschöpft werden.

Hohe Erstmaligkeit der Informationsstruktur bedeutet, dass das Wissenssystem (Theorie, Paradigma) abstrakt ist. Erst mit dem Operieren des Paradigmas, d. h. durch erfolgreiche Anwendungen, wird das Paradigma konkreter. Die Bestätigung nimmt zu und damit auch die Information. Ist der intendierte Anwendungsbereich ausgeschöpft, gibt es nichts mehr zu erforschen, so besitzt das Paradigma nur noch geringe Erstmaligkeit und hohe Bestätigung: die Information des Paradigmas ist gering.

⁸ Es geht hier um Möglichkeiten, da die Information mehr oder weniger vom System ignoriert werden kann.

Literatur

- BATESON, G.: Geist und Natur. Eine notwendige Einheit. Frankfurt/M. (1987)
- BÖHME, G.: Information und Verständigung. In: WEIZSÄCKER, E. v. 1974.
- BOHR, N.: Atomphysik und menschliche Erkenntnis I. Braunschweig 1964.
- BOHR, N.: Atomphysik und menschliche Erkenntnis II. Braunschweig 1966.
- CHERRY, C.: Kommunikationsforschung – eine neue Wissenschaft. Frankfurt/M. 1967
- DITFURTH, H. v. (Hrsg.): Informationen über Informationen. Hamburg 1969.
- GETHMANN, C. F.: Realität. In: H. KRINGS, H. M. BAUMGARTNER, CH. WILD (Hg.): Handbuch-philosophischer Grundbegriffe, Bd. 4. München, 1973, 1168 – 1187.
- GETHMANN, C. F.: Dasein: Erkennen und Handeln. Heidegger im phänomenologischen Kontext. Berlin/New York, 1993.
- HEGEL, G. W. F.: Wissenschaft der Logik I. Frankfurt/M. 1969.
- JANTSCH, E.: Die Selbstorganisation des Universums. München 1982.
- KROPE, P.; WOLZE, W.: Konstruktive Begriffsbildung – Vom lebensweltlichen Wissen zum wissenschaftlichen Paradigma der Physik. New York/ München/ Berlin 2005.
- KROPE, P.; WOLZE, W.: Anmerkungen zum Realitätsproblem. Skizze eines systemtheoretischen Lösungsansatzes. Z-*ISB*, Jg.1, 1, 2008, S.30-44.
- MEYER-ABICH, K. M.: Korrespondenz, Individualität und Komplementarität: Eine Studie zur Geistesgeschichte der Quantentheorie in den Beiträgen NIELS BOHRs. Wiesbaden 1976.
- MATURANA, H. R.: Erkennen: Die Organisation und Verkörperung von Wirklichkeit. Braunschweig/Wiesbaden 1985.
- SHANON, C. E.; WEAVER, W.: The mathematical theory of communication. Urbana 1949, dtsh.: Mathematische Grundlagen der Informationstheorie. Wien/München 1976.
- STEGMÜLLER, W.: Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Band II, Erster Halbband. Berlin/Heidelberg/New York 1970.
- PRIGOGINE, I.: Vom Sein zum Werden. München/Zürich 1980.
- PRIGOGINE, I.; STENGERS, I.: Dialog mit der Natur. München/Zürich 1981.
- VARELA, F. J.: Kognitionswissenschaft – Kognitionstechnik. Eine Skizze aktueller Perspektiven. Frankfurt/M. 1990.
- WEIZSÄCKER, C. F. v.: Aufbau der Physik. München/Wien 1985
- WEIZSÄCKER, E. v.: Erstmaligkeit und Bestätigung als Komponenten der pragmatischen Information. In: WEIZSÄCKER, E. v. 1974.
- WEIZSÄCKER, E. v. (Hrsg.): Offene Systeme I. Beiträge zur Zeitstruktur von Information, Entropie, und Evolution. Stuttgart 1974.
- WOLZE, W.: Zur Entwicklung naturwissenschaftlicher Erkenntnissysteme im Lernprozess. Wiesbaden 1989.
- WOLZE, W.: Interdisziplinarität und Systemtheorie. Entwicklungsperspektiven. Z-*ISB*, Jg.1, 1, 2008a, S.1-29.
- WOLZE, W.: Kausalität. Sind Systeme mit Kausalbegriffen beschreibbar? Z-*ISB*, Jg.1, 1, 2008b, S.45-58.

Kontakt
PD Dr. Wilhelm Wolze
Wolze@paedagogik.uni-kiel.de