

Wilhelm T. Wolze

Komplementarität und Interaktion Systemzusammenhänge in Natur und Kultur

Mit Grundzügen einer Systemtheorie der Tätigkeit

Zusammenfassung

Systemtheorien sind mit dem Problem konfrontiert, dass sie in quantitativer Form nur extensional begrenzt formulierbar sind, sich also auf spezielle Theorien reduzieren. Extensional umfassender sind zwar prinzipiell qualitativ formulierbare Theorien, doch hier besteht das Problem in einer fehlenden adäquaten Begrifflichkeit, um qualitative Systemgesetze formulieren zu können, die, wenn auch elementar, es verdienen, als Gesetze bezeichnet zu werden. Mit einer formalen Unterscheidungsoperation ist dieses Ziel nicht erreichbar. Unterscheidung und Entwicklung sind komplementäre und damit untrennbare Entitäten.

Das Anliegen dieser Arbeit ist die Entwicklung einer Grundlage für eine qualitative Systemtheorie. Ausgangspunkt sind Zusammenhänge, die konstitutiv für Systeme in Natur und Kultur sind. Zusammenhänge sind Relationen, aber nicht alle Relationen sind Zusammenhänge. Zugrunde liegt die These, dass sich Zusammenhänge auf Interaktionen und Komplementaritäten reduzieren lassen.

Der Terminus *Komplementarität* wird unterschiedlich gebraucht und weist darüber hinaus eine große Diffusität auf. In diesem Artikel geht es einmal um eine Präzisierung des Komplementaritätsbegriffs und die Abgrenzung gegenüber anderen Auffassungen. Zum anderen geht es um die Verschränkung von Komplementaritäten und Interaktionen mit einer Erweiterung des Interaktionsbegriffs auf Handlungen bzw. Tätigkeiten. Den Ausgang bilden die Komplementaritäts-Idee Bohrs und ihre Fortführungen 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.

In einem weiteren Abschnitt werden die Begriffe *Begriff*, *Gesetz* und *Theorie* erörtert und anschließend qualitative Systemgesetze diskutiert. Den Abschluss bilden Grundzüge einer qualitativen Systemtheorie der Tätigkeit, ein systemtheoretischer Explikationsansatz der Tätigkeitstheorie der Kulturhistorischen Schule Russlands jenseits von Kausalität und isolierter Finalität, die durch die Funktionalität dynamischer Systeme ersetzt wird. Diese Skizze kann als paradigmatisches Beispiel für die Anwendung der qualitativen Systemgesetze angesehen werden.

1. Problemstellung

Wissen konstituiert Welt in Form von Invarianzen, Regelmäßigkeiten, die aus Zusammenhängen bestehen. Sowohl in der Lebenswelt als auch der Wissenschaft werden Zusammenhänge mit Kausalbeziehungen in Verbindung gebracht. Diese asymmetrischen Relationen setzen Ereignisse als Ursachen mit anderen Ereignissen als den produzierten Wirkungen in Beziehung. Die Präziserungsversuche der Kausalbegrifflichkeit lassen aber zu Wünschen übrig. In der Physik wird der Begriff der Kausalität auf den Begriff der Determination reduziert und in diesem Sinne zwischen klassischer, quantenmechanischer, relativistischer, starker und schwacher Kausalität (Determination) unterschieden. In der Lebenswelt reduzieren sich Kausalitätsannahmen auf sich selbst erfüllende Prophezeiungen und Black-Box-Beschreibungen, wie z. B. die Input-Output-Beziehung der behavioristischen Reiz-Reaktionstheorie, und in den Geistes- und den Sozialwissenschaften führen Beschreibungen mit Kausalbegriffen zu Pseudozusammenhängen. Insbesondere wird hier oft auf das vermeintliche „Kausalparadigma der Physik“ Bezug genommen, obwohl kein Determinismus gemeint ist. Der Begriff der Kausalbeziehung ist zur Beschreibung von Zusammenhängen unbrauchbar.¹

Zusammenhänge sind Relationen zwischen Entitäten, aber nicht alle Relationen sind Zusammenhänge. Wesentlich ist dieser Unterschied bei der Beschreibung von Systemen. Der Terminus *Anschlussfähig* bzw. *Anschlussfähigkeit* z. B. beschreibt keinen kommunikativen Zusammenhang in sozialen Systemen, impliziert ihn aber. Der Zusammenhang wird durch die Interaktionsbeziehung und die Funktion des Kommunikationssystems hergestellt. Entsprechend sind die Subjekt-Objekt-Interaktion und die physikalische Interaktion Zusammenhänge.²

Doch worin besteht der fundamentale Unterschied zu Beziehungen ohne Zusammenhangsqualität? Beziehungen zwischen persönlichen Eigenschaften wie Alter, Größe etc. sind sicherlich keine Zusammenhänge. Solche Beziehungen sind auch keine fundamentalen Systemcharakteristika, wohl aber die Interaktionen. Interaktionen sind mit wechselseitigen Beeinflussungen, mit Wirkungsproduktionen verbunden. Dies unterscheidet sie von den erwähnten Beziehungen.

Neben den Interaktionen sind auch komplementäre Beziehungen als Zusammenhänge besonderer Art anzusehen. Entsprechendes gilt für den genetischen Zusammenhang, der sich aber mit Hilfe komplementärer Begriffe beschreiben bzw. konstituieren lässt. Komplementäre Beziehungen sind wechselseitige Bedingungsverhältnisse, die eine Einheit bilden: Komplementäre Begriffe konstituieren eine Unterscheidung mit einer integrierenden Beziehung (Zusammenhang) zwischen den unterschiedenen Entitäten. Im Unterschied zu den Interaktionen sind Komplementaritäten nicht mit Wirkungsproduktionen verbunden. Es wird sich aber zeigen, dass die Interaktionsbeziehung eine komplementäre Beziehung besonderer Art ist und die Interaktionen (die Interaktionsbeziehung zusammen mit den Wirkungen) ebenfalls. Hiermit deutet sich eine Verflechtung von Interaktionen und Komplementaritäten an, die im Folgenden untersucht wird. Ziel ist, mit den komplementä-

¹ Zum Problem der Kausalbegrifflichkeit für die Beschreibung von Zusammenhängen und Systemen vgl. auch (Wolze 2008)

² Unter *Subjekt* wird das psychisch-physische Subjekt der Tätigkeit verstanden und nicht nur das Subjekt der Erkenntnis. (s. Abschn. 8)

ren Begriffen und den Interaktionsbegriffen ein qualitatives Begriffssystem für allgemeine Systemkonstitution zu entwickeln. Dieses Begriffssystem kann einmal als Basis mit einem expliziten Kontext für (partielle) quantitative Beschreibungen dienen und zum anderen als explizite semantische Grundlage für Quantifizierungen.

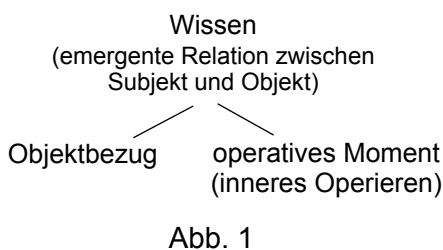
Im folgenden Abschnitt werden zunächst wesentliche Grundzüge des hier verwendete Konstitutionsbegriff erörtert, wobei bereits der Interaktionsbegriff als auch komplementäre Begriffe Verwendung finden. Die Klärung der erkenntnistheoretischen Position ist wesentlich, da sowohl die Wissenserzeugung als auch die Wissensanwendung in allen Bereichen, der Lebenswelt, Kunst und Wissenschaft, implizit wie explizit metatheoretisches Wissen einschließt. Metatheoretisches geht somit auch in die Semantik des Objektwissens (Begriffe, Gesetze, Theorien) ein.

Diese Auffassung von Realität und Möglichkeit, d. h. von Welt, ist eine wesentliche Interpretationsgrundlage für das Folgende. Gleichzeitig liefert diese Skizze ein paradigmatisches Beispiel für die Verwobenheit von Interaktion und Komplementarität. Im dritten Abschnitt wird der Begriff der Komplementarität durch negative Abgrenzungen und positive Bestimmungen eingeführt und abschließend an Beispielen konkretisiert. Im vierten Abschnitt werden die Interaktionsbegriffe präzisiert und im fünften die Verschränkungen von Interaktionen und Komplementaritäten herausgearbeitet. Der sechste Abschnitt besteht einmal aus einer allgemeinen Erörterung der Begriffe *Begriff*, *Gesetz* und *Theorie* und zum anderen aus der Bestimmung von einigen grundlegenden qualitativen Systemgesetzen. Im letzten, achten Abschnitt werden unter Verwendung des Interaktionsbegriffs und komplementärer Begriffe Grundzüge einer Systemtheorie der Tätigkeit dargestellt.

2. Konstitution von Welt

Wissen konstituiert Welt als komplementäre Einheit von Realität und Möglichkeit. Gesetze und Theorien sind realitätsübergreifend, sie beziehen sich sowohl auf die Realität als auch die Möglichkeit, integrieren Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Objekte bzw. Objektsysteme sind Teile der Welt, ihre Existenz umfasst alle drei Zeitmodi.

Zur Explikation der Beziehung von Wissen und Welt lässt sich am Doppelcharakter des Wissens anknüpfen, den L. Wittgenstein (1967) mit der Schilderung von Sprachspielen in



den Philosophischen Untersuchungen transparent macht. Einerseits besitzt Wissen einen Objekt- oder Weltbezug, andererseits kommt dem Wissen im Gebrauch ein inneres Operieren zu (Abb. 1). Der Objektbezug ist eine sequentiell-invariante Beziehung zwischen Subjekt und Objekt und damit ein Strukturelement des Subjekt-Objekt-Systems. Das innere Operieren ist ein Prozess, bedingt durch die Struktur, das Wissen. Wissen

ist sowohl Struktur als auch operierendes Mittel.

Der Objektbezug lässt sich in Intension (Begriffsinhalt) und Extension (Begriffsumfang) differenzieren. Die Intension eines Begriffs ist ein Attribut, eine Eigenschaft oder n-stellige Relation, und die Extension die Menge aller Objekte mit der betreffenden Eigenschaft bzw. die Menge aller Objekt-n-Tupel, die in der betreffenden Relation zueinander stehen. Für ein Gesetz oder eine Theorie besteht die Intension in einer Invarianz – z. B. dem invarian-

ten Ablauf eines Prozesses – und die Extension aus der Menge aller Systeme, denen diese Invarianz zukommt.³

Beide Wissensmomente, der Objektbezug und das Operationsmoment, stehen im operativen Modus des Wissens, bei aktiviertem Tätigkeitssystem also, in der komplementären Beziehung von Struktur und Prozess zueinander und es ist dieses wechselseitige Bedingungsverhältnis, das die beiden Momente integriert und auch der Beziehung zwischen Theorie und Tätigkeit bzw. Praxis zugrunde liegt. Damit ist Wissen nicht mehr isoliert zu betrachten, sondern nur im Kontext möglicher Tätigkeiten, den Prozessen mit einer (Zielrealisierungs-)Funktion.

Erzeugt wird Neues in der Interaktion von Subjekt und Faktizität (Gegenwarts-Realität) durch Konstruktion, der die Widerständigkeit der Realität entgegensteht. Die Realität determiniert Konstruktionsmöglichkeiten, und der Objektbezug des Wissens wird zur emergenten Eigenschaft von Subjekt und Welt. Welt wird in der komplementären Beziehung von Konstruktion und Determination konstituiert, im wechselseitigen Bedingungs-zusammenhang von Subjekt und Realität.

Als emergente Eigenschaft integriert Wissen Subjekt und Objekt. Beide Entitäten sind aufeinander verwiesen und entwickeln sich aneinander in der Tätigkeits-Interaktion: In der Coevolution von Subjekt und Objekt bringt Tätigkeit Wissen und Welt simultan hervor (s. Abb. 4).

Somit ist Welt Kulturelles im Sinne der Konstitution, mit oder ohne materieller (stofflicher) Veränderung, und zugleich Natürliches in dem Sinne, dass sich Welt nicht auf reine Konstruktion reduzieren lässt, sondern den komplementären Gegenpol eines subjektiven oder sozialen Systems bildet. Metaphorisch gesprochen handelt es sich um die zwei Seiten einer Medaille. Hervorgebracht wird Kulturelles in der Komplementarität von Subjektivem und Sozialem, und zwar im Kontext der Subjekt-Objekt-Tätigkeit und der Kommunikation.⁴

3. Komplementäre Beziehungen

3.1 Grundorientierung

Sowohl innerhalb der Wissenschaften als auch in der Umgangssprache wird der Terminus *Komplementarität* in unterschiedlicher Weise gebraucht, und zwar auch von denjenigen Autoren, die sich auf Niels Bohr beziehen. Der unterschiedliche Gebrauch beinhaltet aber unterschiedliche Begriffe. Für eine erste Orientierung und Abgrenzung der hier intendierten Begriffsexplikation sollen einleitend einige spezifische Formen der Komplementarität skizziert werden:⁵

3 In Kroepe, Wolze (2005) werden Gründe und empirische Resultate dafür angeführt, dass die Explikation beider Wissensmomente für den Aneignungsprozess von wissenschaftlichen Wissen von entscheidender Bedeutung sind.

4 Die hier skizzierte Konstitutionstheorie der Erkenntnis ist in (Kroepe, Wolze 2005) konkreter ausgeführt.

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

- **Konträr-Komplementarität**
Diese Form der Komplementarität findet man z. B. bei Gregory Bateson (1987). Einem Begriff wird ein konträrer zugeordnet; z. B.: „*Herrschaft* und *Unterwerfung*, *Abhängigkeit* und *Versorgung*, *Exhibitionismus* und *Voyeurismus*“. Zwischen den entsprechenden komplementären Bereichen sind nach Bateson auch Bedingungsbeziehungen möglich, die aber nicht charakteristisch für diese Komplementaritätsart sind.
- **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.
- **Aspekt-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 nichts sagend. Sie trifft auf vieles, wenn nicht gar alles zu.
- **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. Beispiele hierzu werden nachfolgend aufgeführt.

Diese letzte Komplementaritätsart liegt den folgenden Erörterungen als Explikandum zugrunde. Es stellt sich damit 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 „(x;y) ist ein komplementäres Begriffspaar“ oder „(x;y) stehen in einer komplementären Beziehung zueinander“. 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, z. B. zur Aufhebung von Dichotomien und zur Erklärung und Beschreibung von Anomalien. Von solchen Anomalien in der Quantenmechanik ging Bohr aus und fand nach einer hinreichenden Entwicklung der Komplementaritätsidee 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 mit Hilfe 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 entwickelt werden, wie etwa der Quantenmechanik. Für die Entfaltung einer allgemeinen Komplementaritätsidee wäre dann auch ein allgemeiner Gegenstand notwendig, der hier in den Systemen und ihren Beziehungen zueinander gesehen wird. Bedingungs-Komplementaritäten sind somit wechselseitige Bedingungsverhältnisse in Interaktionskontexten.

3.2 Historisches

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 Bohrs 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 transdisziplinären 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. Beispielsweise wurde 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 Aspekt-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 ein-

geführt wird. Zentral ist hier die Komplementarität von Struktur und Funktion⁶ 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 (1982, 81) allgemeiner Ansatz 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*, *Physisches* und *Psychisches* 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 strikt ausschließende Gegensätze beziehen. Diesen kontradiktorischen Charakter besitzen noch die Begriffspaare, die im Prinzip den Kantischen Antinomien zugrunde liegen, wie z. B. entsprechend Hegels Analyse die Begriffe der Kontinuität und der Diskontinuität (Diskretheit) in der zweiten (kosmologischen) Antinomie. Hegels Widerspruchsbegriff hebt diesen kontradiktorischen Charakter auf: der dialektische Widerspruch bezieht sich auf sich wechselseitig bedingende Gegensätze, und diese wechselseitige Bedingung bildet ihre Einheit.

Dem hier intendierten Explikationsversuch liegt eine allgemeine Komplementaritätsidee zugrunde: Die Entwicklung der komplementären Begriffe im Kontext einer allgemeinen qualitativen Systemtheorie. Dieser Begriff umfasst die meisten von Bohr geschilderten Beispiele.

3.3 Charakteristika komplementärer Begriffe

Als neue Begriffsform, wie oben gefordert, lassen sich komplementäre Begriffe nicht definitiv auf andere Begriffe zurückführen. Daher sollen in einem ersten Schritt komplementäre Begriffe zusammenfassend durch eine negative Abgrenzung und eine positive Bestimmung charakterisiert werden.

a) Negativbestimmung komplementärer Begriffe

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

⁶ Die Struktur-Funktion-Komplementarität wird in der vorliegenden Konzeption durch die Struktur-Prozess-Komplementarität ersetzt, da die Funktion als (sequentiell) invariantes Prozesscharakteristikum ein Strukturelement ist. Mit der Änderung des Prozesses, bedingt durch die Struktur, ändert sich auch die Funktion.

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 diesem Beispiel ist es die Menge der rationalen Zahlen. Entsprechend ist der Begriff der Komplementärfarbe von dieser Art.

- Komplementäre Begriffe beinhalten keine isolierten Aspekte.
Solche Begriffe beziehen sich auf Dualismen bzw. Dichotomien.

Die am Beispiel von Teil und Ganzem durchgeführten Betrachtungen lassen sich an vielen, wenn auch nicht an allen Begriffspaaren so eindeutig durchführen. Zum Beispiel entsprechen die Begriffe *offen* und *geschlossen* zur Beschreibung selbstorganisierender Systeme 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 auch geschlossen ist, so ist es auch kein System. Die spezifische Geschlossenheit bedingt erst eine spezifische Offenheit selbstorganisierender Systeme. Das Problem kommt also dadurch zustande, das zwischen verschiedenen aber gleich lautenden Begriffen gewechselt wird.

b) Positivbestimmung komplementärer Begriffe

Mit den folgenden Bestimmungen werden die komplementären Begriffe positiv charakterisiert und durch Beispiele noch etwas präzisiert. Konkreter werden diese Begriffe aber erst mit ihren Anwendungen bei der Beschreibung und Analyse von Systemen.

- Komplementäre Begriffe konstituieren Gegensätze als Einheit. Sie bestimmen eine Unterscheidung mit einer integrierenden Beziehung (Zusammenhang) zwischen den unterschiedenen Entitäten.

Das System z. B. ist eine Einheit von Teilen und Ganzem. Diese Einheit ist mehr als eine atomistische Aggregation, in der die Teile dominieren; sie reduziert sich aber auch nicht auf eine holistische Einheit, in der das Ganze gegenüber den Teilen dominiert. Weitere Beispiele sind die offen-geschlossen-Beziehung und die Struktur-Prozess-Beziehung.

- Die komplementären Entitäten existieren nur paarweise, die einzelnen Entitäten eines Paares kommen nicht einzeln vor.

Teile existieren nur zusammen mit dem Ganzen wie z. B. auch die Offenheit mit der Geschlossenheit und die Struktur mit dem Prozess: Es gibt nicht nur Veränderung, sondern auch Invariantes, d. h. Struktur. Dieses Invariante bestimmt schon deshalb den Prozess, weil hier keine Veränderung stattfindet und umgekehrt kann sich Invariantes bzw. Struktur nur durch (Strukturbildungs-)Prozesse ändern.

- Komplementäre Gegensätze bedingen einander wechselseitig.

Die Teile werden durch das Ganze bedingt, wie das Ganze durch die Teile in ihrem Interaktionskontext, der das Ganze bildet. Entsprechendes gilt für geschlossen und offen sowie Struktur und Prozess.

- Die Bedingungsverhältnisse liegen nicht einzeln vor, sie treten nur vernetzt in (systemischen) Interaktionskontexten auf.⁷

In der Struktur-Prozess-Komplementarität können die Prozesse deterministisch bestimmt sein, es können aber auch Zufälle auftreten. Struktur und Prozess sowie Notwendigkeit und Zufall sind hier miteinander vernetzt. Entsprechend die Teile-Ganze-Beziehung: Diese Beziehung ist u. a. mit der Struktur-Prozess-Komplementarität vernetzt. D. h., der Invarianz auf dem Niveau der Elemente, der Beziehungen zwischen den Elementen und dem

⁷ Vgl. hierzu die folgenden Abschnitte 4 und 5.

Niveau der Ganzheit, die mit den durch sie bedingten Prozessen die Teile-Ganzes-Beziehung stabilisiert oder verändert.

- Komplementäre Bedingungsverhältnisse involvieren weder eine Produktionsqualität, noch sind diese Bedingungsbeziehungen i. Allg. strikt, so dass die eine Seite die komplementäre eindeutig bestimmt oder gar determiniert.

Die Bedingtheit komplementärer Entitäten ist durch die Existenz der Entitäten im (dynamischen) Systemzusammenhang gegeben.

- Zustandsartige Gegensätze ändern sich qualitativ bzw. quantitativ im Prozess

Die Beziehungen zwischen Teilen und Ganzem z. B. ändert sich im Prozess der Integration und Differenzierung bei Umbildungen spezifischer Systeme.

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 dem Kausalprinzip entsprechend 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 Interaktionsbegriff konstitutiv ist.⁸

3.4 Singuläre Problemlösungen

In verschiedenen Disziplinen wurden unterschiedliche Probleme unter Verwendung komplementärer (bzw. dialektischer) Begriffe gelöst. In Abschnitt 3.2 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 dabei nicht die historische Entwicklung, sondern die Lösung von Problemen und Antinomien in Wissenschaft und Philosophie.

a) 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. Dieses Realitätsproblem geht 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:

Universalis sunt realia. Universalis 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

⁸ Zur Abklärung: Entsprechend der Ansicht vieler Wissenschaftstheoretiker wird auch hier davon ausgegangen, dass sich ein allgemeines Kausalprinzip nicht präzisieren lässt. Produktionsbeziehungen werden durch den Interaktionsbegriff erfasst. Die Begriffe Ursache und Wirkung lassen sich zwar definitorisch auf den Interaktionsbegriff zurückführen, sind damit als nichtkreative Begriffe nur Abkürzungen und damit überflüssig.

Aristoteles' die Vorstellung von der Immanenz, dem Innewohnen der Form im Stoff durch, die zu der Lösung führte:

Universalis sunt realia. Universalis 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. Diese Anschauung nannte man Nominalismus:

Universalis sunt nomina. Universalis sunt post res.

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

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 zwischen den beiden Entitäten aus. Danach existiert weder Allgemeines ohne Einzelnes noch Einzelnes ohne Allgemeines. Mit einer Konstitutionstheorie der Welt⁹ lässt sich dies so ausdrücken: Allgemeines und Einzelnes ist die Konstitution einer Unterscheidung mit einem wechselseitigen Bedingungs-zusammenhang zwischen diesen Entitäten. Diese Komplementarität koexistiert mit der Subjekt-Objekt-Interaktion.

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 sowohl die Bündelkonstruktion als auch die Differenzierung in Bündeln liefert gerade das Einzelne, bzw. umgekehrt: der Begriff des Einzelnen führt je nach dem vorhandenen Wissen (Theorien) zu speziellen Bündelkonzeptionen.

b) Signifikanzproblem theoretischer Terme

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 scharf, wenn auch ungewollt, herauszuarbeiten, dass sich die Auffassung der Unlösbarkeit mit den Mitteln des Logischen Empirismus durchsetzte. In der dritten Entwicklungsstufe seines Reduktionsprogramms¹⁰, der sog. Zweistufentheorie von Carnap, wurde als letzter Rettungsanker Theoretisches in Form von Logik und Mathematik als unentbehrlich angenommen. Mit der neueren Wissenschaftstheorie, die in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts entstand, wurde Theoretisches auch als empirisch gehaltvoll angesehen, nämlich insofern, als eine der komplementären Beziehung nahe kommende Beziehung zwischen Theoretischem und Empirischem angenommen wurde.

⁹ 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)

¹⁰ Stegmüller (1970) rekonstruiert die Entwicklung des Logischen Empirismus in drei Stufen.

Charakterisiert wird sie mit Wendungen der Art: *Jede Beobachtungsaussage ist theoriebeladen*. Mit der weiteren Annahme, dass verschiedene Theorien verschiedene Objekte konstituieren, ist im Ansatz ein wechselseitiges Bedingungsverhältnis zwischen Theoretischem und Empirischem beschrieben. Diese Komplementarität koexistiert ebenfalls mit der Tätigkeitsinteraktion, d. h. den Subjekt-Objekt-Systemen und den Kommunikationssystemen.

c) Erklärungsproblem: Entstehung von Ordnung aus Chaos

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 und Unordnung als konträrem Pol von Ordnung. In der Strömungswissenschaft vertrat 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 die Erklärungsversuche der Entstehung von Ordnung durch Chaos war die komplementäre Konzeption von Ordnung und Chaos: Ordnung kann in Chaos übergehen und Chaos in Ordnung. Dieses Verständnis eröffnete nicht nur in der Strömungswissenschaft neue Forschungsfelder. Die Komplementarität kommt auch in psychischen, sozialen und anderen naturwissenschaftlichen Systemen vor.

d) Beschreibungsproblem: Information in offenen Systemen

Beziehung zwischen Erstmaligkeit und Bestätigung

Bei der Bearbeitung von Problemen im Zusammenhang mit Computern sowie bei der Bearbeitung psychologischer, biologischer und sprachtheoretischer Probleme¹¹ 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:

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

Damit ist für ein sicher auftretendes Zeichen x ($p(x) = 1$) die Information

$$I(x) = 0. \quad \text{Mit } p(x) \rightarrow 0 \text{ erhalten wir } I(x) \rightarrow \infty.$$

Die statistische Informationstheorie lässt sich nur dann anwenden, wenn Auftretenswahrscheinlichkeiten für Signale aufgestellt werden können. Die Informationsübermittlung vom Sender an den 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. Die-

¹¹ 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).

se Dimensionen sind aber wesentlich, um die Veränderungen der Empfänger durch die Information einbeziehen zu können. Speziell verändern sich beim Empfänger die Erwartungswahrscheinlichkeiten für eine identische Information, d. h. die Grundlage für ihre Quantifizierung.

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,¹² aber auf dem Boden der dichotomischen, semiotischen Dreiteilung verhaftet bleiben. Böhme (1974) fordert eine Kommunikationstheorie von der Pragmatik her zu entwickeln. Dies setzt aber eine Rekonstruktion der Begriffe *Syntax*, *Semantik* und *Pragmatik* auf dynamischer Grundlage voraus. Als Grundprinzip kann hier die Struktur-Prozess-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 Information als Charakteristikum offener Systeme:

"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. Weizäckers 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, das Neue. Das so entstehende Informationsreservoir kann ‚ausgeschöpft‘, durch Selbstorganisation von Information erweitert oder auch auf die vorhandenen Strukturen reduziert werden (Reduktion von Erstmaligkeit auf Bestätigung).

e) Beschreibungsprobleme des Erkenntnisprozesses

Die Beziehungen zwischen Assimilation und Akkommodation

Auf dem Hintergrund des erkenntnistheoretischen 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. Entsprechendes gilt auch für die Gegenposition, gemäß der Erkenntnis in rein spontanen Akten ohne äußeren Einfluss gewonnen wird. Mit Hilfe der Begriffe *Assimilation* und *Akkommodation* beschreibt Piaget im Prinzip das lernende und erkennende Subjekt sowohl rezeptiv als auch spontan zugleich.

¹² Vgl. z.B. (Cherry 1967).

Zwischen Piagets Beschreibung des Lernprozesses und der pragmatischen Informationstheorie lassen sich Ähnlichkeiten erkennen: Beide lehnen die Informationsübertragung im Sinne der Shannonschen Theorie ab. Mit den Begriffen der Akkommodation und der Assimilation werden komplementäre bzw. dialektische Subjektprozesse erfasst, die sich wechselseitig bedingen und zu einem dynamischen Gleichgewicht führen. Dem entspricht in der pragmatischen Informationstheorie die Ausschöpfung des Informationsreservoirs.

Die Aktivierung kognitiver Strukturen (Schemata, Theorien, Paradigmen), sozusagen eine ‚Initialakkommodation‘, ermöglicht eine spezifische Assimilation, ein in sich Aufnehmen von Umwelt. Dies entspricht Prozessen, in denen die pragmatische Information eine geringe Erstmaligkeit besitzt. Ist die Erstmaligkeit größer, so ist ein weiterer strukturbildender Akkommodationsprozess notwendig, der wiederum die Assimilation bedingt.

Wie dieses Beispiel zeigt, sind komplementäre Begriffe aufeinander beziehbar: *Assimilation* und *Akkommodation*, *Spontaneität* und *Rezeptivität*, *Erstmaligkeit* und *Bestätigung*, *offen* und *geschlossen*. Weitere Begriffspaare sind *Theoretisches* und *Empirisches*, *Selbstreferenz* und *Fremdreferenz*, *Selbstorganisation* und *Fremdorganisation* etc. Dabei sind diese Begriffe an einen systemtheoretischen Kontext gebunden, z. B. dem Subjekt-Objekt-System.

f) Beziehungsproblem von Erklärung und Beschreibung

Im engeren Sinne bezieht sich der Begriff der Beschreibung auf die lebensweltlich-empirische Ebene. Entgegengesetzt wird diesem Begriff der Begriff der Erklärung. Erklärungen in diesem Sinne ermöglichen eine wissenschaftliche, theoretische Erfassung des betreffenden Gegenstandes. Diese Differenzierung soll hier jedoch aus zwei Gründen nicht zugrunde gelegt werden: Erstens suggeriert diese Differenz eine Dichotomie von Empirischem und Theoretischem. Empirisches und Theoretisches werden hier aber als komplementäre Entitäten angesehen. Sie stehen sowohl in der lebensweltlichen als auch in der wissenschaftlichen Erkenntnis in einem wechselseitigen Bedingungs Zusammenhang. Zweitens wird bei einer solchen Betrachtung der pragmatische Kontext ausgeklammert. Dies führt zur Reduktion des Erklärungsbegriffs auf den Begriff der logischen Ableitung, wie dies erstmals von Popper (1973, 59f.; Erscheinungsjahr 1934) durchgeführt und dann von Hempel und Oppenheim (1948) weiterentwickelt wurde.

Beschreibungen und Erklärungen beziehen sich auf verschiedene Ebenen: Beschreibungen werden mit Begriffen bzw. Begriffssystemen durchgeführt. Diese können sowohl der lebensweltlichen als auch der wissenschaftlichen Ebene angehören. Während die Beschreibungen sich auf Fragen des Typs „was ist / war der Fall?“, „wie verhält / verhielt es sich?“ beziehen, beantworten Erklärungen hingegen Warum-Fragen: „Warum ist / war das so?“, „warum ist dies und das der Fall?“. Diese Fragen involvieren den pragmatischen Kontext der Erklärungen, der durch eine Diskrepanz zwischen Erwartungen und eingetretenen Phänomenen gekennzeichnet ist. Den Erklärungen liegen Probleme zugrunde, deren Lösungen mit der Schließung von Wissenslücken verbunden sind. Dies geschieht in unter Umständen komplexen Analyse-Synthese-Prozessen, in denen Wissen organisiert, expliziert, modifiziert und auch entwickelt wird, um problemlösende Beschreibungen durchführen zu können. Erklärungen bedingen also Beschreibungen und Beschreibungen

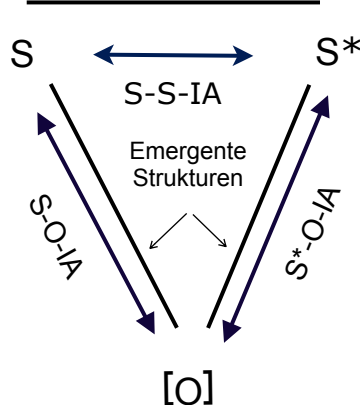
führen zu erklärungsbedürftigen Situationen, etwa den Anomalien, die in der normalwissenschaftlichen Tätigkeit auftreten¹³.

4. Interaktionen

Interaktionen integrieren Teile zu Systemen und stellen den Bezug zu anderen Systemen her. Relativ zu den einzelnen Entitäten enthalten Interaktionszusammenhänge Neues, das in den emergenten System-Eigenschaften zum Ausdruck kommt. Grundlegende Komplementaritäten der Interaktionskontexte sind die Teile-Ganzes-Beziehung und die Struktur-Prozess-Komplementarität, die der Systemdynamik zugrunde liegt. Dabei kann der Prozess eines Systems unter der Invarianz oder der Veränderung der Teile-Ganzes-Beziehung ablaufen. Änderungen dieser Beziehung verlaufen simultan mit Veränderungen von Interaktionen und für spezifische Systeme, wie etwa den sozialen Systemen, zusätzlich mit komplementären Differenzierungs- und Integrationsprozessen: Die Integration der Teile verändert sich mit einer Ausdifferenzierung der Teile und umgekehrt.

In Systemen treten Veränderungen der Komplementaritäten nur zusammen mit Veränderungen der Interaktionen auf. Denn Änderungen der Interaktionsbeziehungen sind Strukturänderungen, genauer: Änderungen der Struktur-Prozess-Komplementaritäten. Es sind aber die Interaktionen und nicht die Komplementaritäten, die Veränderungen in Form von Wirkungen produzieren. Die vorliegende Konzeption geht davon aus, dass keine Produktionsbeziehungen zwischen den Interaktionen und den komplementären Beziehungen existieren. Denn dies würde entweder die Annahme einer Kausalbeziehung zwischen den Interaktionen als den Ursachen und den komplementären Beziehungen als den Wirkungen zur Folge haben oder eine besondere Interaktionsbeziehung zwischen den ‚normalen‘ Interaktionen und den komplementären Beziehungen. Ein entsprechendes Problem tritt auf, wenn eine besondere Komplementarität zwischen den Interaktionen und den ‚normalen‘ komplementären Beziehungen angenommen wird. Eine solche Annahme ist aber operativ bedeutungslos. Es lässt sich sinnvollerweise nur von einer Koexistenz von Interaktionen und Komplementaritäten reden, die sich aus ihrer Vernetzung erklärt.

Emergente Strukturen



In der Kommunikation, der Interaktion (IA) zwischen den Subjekten S und S* (S-S-IA), bilden sich emergente Strukturen (Soziales) heraus. Sowohl dieses Kommunikationssystem als auch die Subjekt-Objekt-Systeme (S-O-IA und S*-O-IA) sind in sich geschlossen, aber funktional aufeinander bezogen. Die Verbindung der Subjekt-Objekt-Systeme wird durch die Funktion des Kommunikationssystems hergestellt und die emergenten Strukturen gewährleisten bei aller Differenz eine Identität des Objekts: Es existiert also genau genommen für beide Systeme kein identisches Objekt O (symbolisiert durch die eckige Klammer).

Abb. 2

¹³ Die normale Wissenschaft ist nach Kuhn (1978) diejenige Phase einer Wissenschaft, in der mit Hilfe einer bereits entwickelten Theorie gearbeitet wird.

Die Interaktionen sind in drei Hauptarten unterscheidbar, die physikalische Interaktion zwischen Objekten und die Tätigkeitsinteraktion, die sich weiter in die Subjekt-Objekt-Interaktion und die Subjekt-Subjekt-Interaktion¹⁴ oder Kommunikation unterscheiden lässt. Zwischen den Interaktionsarten lassen sich Beziehungen aufzeigen. Eine reine Subjekt-Objekt-Interaktion kommt nur sequentiell vor und eine reine Kommunikation nur in Trivialfällen, nämlich dann, wenn die Erstmaligkeit, das Neue der Information, relativ gering ist. Bei größerer Erstmaligkeit sind beide Interaktionsarten funktional integriert (Abb. 2). Dies ist nicht nur in Kooperationssystemen unabdingbar, sondern auch innerhalb von Kommunikationssystemen ohne gemeinsame Produktionsziele: Die Reflexionen der eigenen Tätigkeit und der Mitteilungen der Kommunikationspartner, die der adäquaten Fortsetzung oder Regulation der Kommunikation dienen, sind Subjekt-Objekt-Interaktionen.

Die Teilsysteme der Kommunikationssysteme sind also Subjekt-Objekt-Systeme, ihre Funktionen bestimmen die Gesamtfunktion des Kommunikationssystems. Der einfachste und ideale Fall ist dadurch gegeben, wenn alle Teilfunktionen ein objektbezogenes antizipiertes Resultat mit großer Identität und geringer Differenz besitzen, so dass sie sich hinreichend zu einer Gesamtfunktion zu integrieren vermögen. Dies ist aber nur dann gegeben, wenn die (mentalen) Mittel der einzelnen Teilsysteme eine entsprechend große Identität aufweisen. In anderen Fällen, z. B. der transdisziplinären Kooperation, ist die Integrationsmöglichkeit der einzelnen Teilfunktionen zur Gesamtfunktion des transdisziplinären Forschungssystems komplizierter. Neben dem verteilten Wissen ist gemeinsames Wissen wesentlich, zur Orientierung und Beschreibung des antizipierten Resultates. Denn dies Resultat der Gesamtfunktion organisiert das gesamte System und bestimmt was anschlussfähig ist.

Die Beziehung zwischen dem Subjekt und der natürlichen und sozialen Umwelt basiert auf Interaktion, sowohl auf physikalische als auch auf Tätigkeitsinteraktion. Beide Interaktionsarten sind nicht strikt trennbar, denn die physikalische Interaktion ist integraler Bestandteil der Tätigkeitsinteraktion. Die Grundlage dieser Einheit ist die sinnliche Wahrnehmung. Einmal basiert die Reizung der Rezeptoren der einzelnen Sinnesorgane auf der physikalischen Interaktion, zum anderen ist hierdurch eine sinnlich-konkrete Tätigkeit bedingt, die die Grundlage von Erfahrung und Erkenntnis ist. Sollen z. B. diese Vorgänge detaillierter untersucht, Störungen beseitigt oder erklärt werden, so ist auch die naturwissenschaftliche Seite zu berücksichtigen. Aus prinzipiellen Gründen ist damit die physikalische Interaktion einzubeziehen, obwohl sie explizit nur in speziellen Fällen benötigt und verwendet wird. Die Fortsetzung dieser Einheit bildet das Neurophysiologische. Verbunden hiermit ist auch das Problem der Beziehung zwischen Mentalem und Physischem.

Analog zur physikalischen Interaktion wird auch bei der Tätigkeitsinteraktion die Bestimmung zugrunde gelegt:

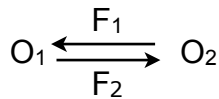
Interaktion ist simultane symmetrische Wirkungsproduktion

Die simultane und symmetrische Eigenschaft ist theoretisch zu beschreiben. Für die Tätigkeitsinteraktion, sowohl die Subjekt-Objekt-Interaktion als auch die Kommunikation, lässt sich die Beschreibung der Symmetrie unter Verwendung komplementärer Begriffe auf einer allgemeinen Ebene durchführen.

¹⁴ Genauer: Subjekt-Subjekt-Objekt-Interaktion

Im Lichte einer Kausalbetrachtung, wie sie i. Allg. den Handlungstheorien zugrunde liegt, sind beide Interaktionsbeziehungen asymmetrisch: ein Subjekt, der Urheber, wirkt auf ein Objekt bzw. Subjekt ein.¹⁵ Aber auch eine finalistische Sichtweise, wie sie in manchen Handlungskonzeptionen vorkommt, ist mit einer Asymmetrie verbunden. Entsprechendes gilt für physikalische Interaktionen aus lebensweltlicher Sicht.

In der klassischen Mechanik wird die Interaktionsbeziehung mit dem Kraftbegriff und die



$$F_1 = -F_2, \delta p_1 / \delta t = -\delta p_2 / \delta t$$

Abb. 3

Wirkung mit dem Begriff der Impulsänderung beschrieben. Die Symmetrie der Interaktion besteht einmal aus dem Kräftepaar von Kraft F_1 und Gegenkraft F_2 , deren Beträge identisch sind und zum anderen aus den identischen Beträgen der Impulsänderungen ($\delta p_1 / \delta t$ und $\delta p_2 / \delta t$) der einzelnen Interaktionspartner (interagierenden Objekte O_1 und O_2). Es sind also theoretische Begriffe, mit denen sich die

Symmetrie beschreiben lässt und mit der auch gewissermaßen die anschauliche Asymmetrie, z. B. bei einem fallenden Stein oder dem Aufprall eines Balles auf eine Wand, auf theoretischer Ebene aufgehoben wird.

Die Beschreibung der Symmetrie der Tätigkeitsinteraktion unter Verwendung komplementärer Begriffe umfasst wie bei der physikalischen Interaktion drei Bereiche, die beiden Interaktionspartner und die Interaktionsbeziehung.

- B1 Subjekt unter dem durch die Interaktion erzeugten Einfluss (Wirkung) des Objekts bzw. des Subjekts als dem Interaktionspartner
- B2 Interaktionsbeziehung zwischen Subjekt und Objekt bzw. Subjekt und Subjekt
- B3 Subjekt bzw. Objekt unter dem durch die Interaktion erzeugten Einfluss (Wirkung) des Subjekts als dem Interaktionspartner

Zum ersten Bereich B1

Für den ersten Bereich werden insbesondere Selbstkonzepte herangezogen. Selbstkonzepte beziehen sich auf das Operieren des Systems, das wesentlich durch die Umwelt bedingt ist. Der Umwelteinfluss wird aber nicht mit den Selbstkonzepten erfasst. Berücksichtigt wird der Einfluss i. Allg. dadurch, dass zusätzlich Bedingungen angegeben werden, etwa für den Ablauf einer spezifischen Selbstorganisation. Diese Bedingungen sind aber von Fall zu Fall bzw. System zu System verschieden. Unter Verwendung komplementärer Begriffe lassen sich die bedingenden Umwelteinflüsse auf einer allgemeinen Ebene zum Ausdruck bringen: den Selbstkonzepten werden komplementäre Fremdkonzepte zugeordnet.

Beispiele

Selbstorganisation/Fremdorganisation, Selbstherstellung/Fremdherstellung, Selbsterhalt/Fremderhalt, Selbstreferentialität/Fremdreferentialität

Auch das Begriffspaar *Aktion/Widerfahrnis* gehört im Prinzip zu diesem Begriffstyp, da Aktion Selbstentwicklung und Widerfahrnis Fremdentwicklung ist. Entsprechendes gilt für *Au-*

¹⁵ Diese lebensweltliche Asymmetrie scheint auch der Grund dafür zu sein, dass eine Mitteilung von einer Person an eine andere nicht als Interaktion angesehen wird, sondern erst bei einer Erwiderung.

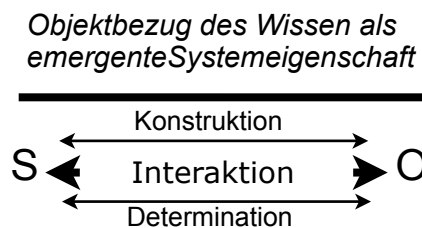
tonomie/Heteronomie. Die durch die Fremdkonzepte bzw. komplementären Gegenbegriffe erfassten Umwelteinflüsse lassen sich für spezielle Fallarten u. a. mit Hilfe komplementärer Begriffe spezifizieren.¹⁶

Diese Begriffswahl beinhaltet auch die Konstitution eines wechselseitigen Bedingungs-
zusammenhangs, so dass die Systementwicklung zu einer komplementären Einheit von
Selbstenwicklung und Fremdentwicklung wird.

Neben den Selbst- und Fremdkonzepten sind auch andere Konzepte zur Beschreibung
des Subjekts wesentlich, wie z. B. *Offenheit/Geschlossenheit* sowie *Integration/Differen-
zierung*. Während sich das Begriffspaar *Offenheit/Geschlossenheit* auf die Umweltbezie-
hungen bezieht, beschreiben die Begriffe *Integration* und *Differenzierung* die Selbstent-
wicklung des Subjekts mit der Entwicklung seiner Umweltbeziehungen.

Zum zweiten Bereich B2

Der zweite Bereich, die Interaktionsbeziehung zwischen Subjekt und Objekt bzw. Subjekt
und Subjekt, lässt sich ebenfalls durch komplementäre Begriffspaare erfassen: Beispiele
sind *Struktur/Prozess*, *Antizipation/Realisation*, *Konstruktion/Determination*, *Freiheit/Not-
wendigkeit*, *Selbstverwirklichung/Integration* (Integration in die soziale und natürliche Um-
welt), *Aktion/Reaktion* (Reaktion führt beim Subjekt zur Widerfahrnis).



Die Interaktion zwischen Subjekt und Objekt (Umgebungs-
system) vollzieht sich durch die Tätigkeit. Der Objektbezug
des Wissens entsteht als emergente Qualität. Komplemen-
täre Beziehungen bringen die Symmetrie der Interaktion
zum Ausdruck.

Beispiel: Konstruktion / Determination

Abb. 4

In der Interaktion entwickeln sich Subjekt und Objekt simultan als komplementäre Entitä-
ten. Der Objektbezug des Wissens ist also eine komplementäre Relation, genauer: eine
Struktur-Struktur-Komplementarität (s. Abschn. 6), die sich im simultanen Entwicklungs-
prozess von Subjekt und Objekt verändert.

Die aufgeführten komplementären Begriffe beziehen sich auf Mentales und Physisches
zugleich. Sie konstituieren einen wechselseitigen Bedingungs-
zusammenhang zwischen den Interaktionspartnern. Der erste Begriff bezieht sich jeweils auf das Subjekt und der
zweite auf den Interaktionspartner (Objekt bzw. Subjekt). Nur das Begriffspaar Konstrukti-
on und Determination ist hier insofern eine Ausnahme, als sich beide Begriffe sowohl auf
das Subjekt als auch auf den Interaktionspartner beziehen. Mit diesem Begriffspaar ist die
Weltkonstitution auf einer allgemeinen Ebene beschreibbar (s. Abb. 4). Einmal entsteht
Konstruktion durch das Wissen (lebensweltliche oder wissenschaftliche Theorien) und De-
termination durch die Widerständigkeit des Interaktionspartners. Zum anderen besitzt die-
se Widerständigkeit ein konstruktives Moment, insofern Anomalien (Störungen, Zusam-
menbrüche) Neues mit zum Teil hoher Erstmaligkeit enthalten, und dem spezifischen Wis-

¹⁶ Dieses Vorgehen steht in einer gewissen Analogie zum dynamischen Kraftgesetz $>F=m \cdot a<$ der klassischen Mecha-
nik. Denn die allgemeine Kraffunktion ist für die konkreten Fälle durch spezielle zu ersetzen, die sich sowohl auf die
einzelnen Komponenten als auch auf die Kraftarten (Gravitationskräfte, elektromagnetische Kräfte etc.) beziehen. Ein
weiteres Beispiel ist die Energie.

sen der Konstruktion ist Determination inhärent, da die Konstruktion andere Möglichkeiten ausschließt, also eine Geschlossenheit mit sich bringt. Die Entwicklung des Subjekt-Objekt-Systems ist damit wesentlich durch die Konstruktion bestimmt und die Kommunikation durch die jeweiligen Mitteilungen, die die weitere Entwicklung des Kommunikationssystems bestimmen. Die spezifischen Konstruktionen und Mitteilungen sind also sozusagen Weichenstellungen für weitere Entwicklungen und aus den wechselseitigen Bedingungsverhältnissen der komplementären Entitäten erklärt sich die Fremdentwicklung dynamischer Systeme, die durch die Interaktion mit der Umwelt bedingt sind.

Zum dritten Bereich B3

In diesem dritten Bereich sind Fallunterscheidungen vorzunehmen. Zunächst ist die Subjekt-Objekt-Interaktion von der Kommunikation zu unterscheiden, dann aber auch danach, ob das Objekt ein dynamisches oder kein dynamisches System ist. Im letzten Fall geht es um die Veränderung oder Umgestaltung des Objekts, d. h. die Realisation der antizipierten nützlichen Resultate des Tätigkeitssystems ohne eine Selbstentwicklung des Objekts. Dieser Realisierungsprozess vollzieht sich im wechselseitigen Bedingungsverhältnis von Realität und Möglichkeit: Das Stadium der Realisierung bedingt die Möglichkeit der weiteren Entwicklung, die von der vorangehenden Antizipation abweichen kann, und die antizipierte Möglichkeit bedingt eine spezifische Realisation. Dieses Beziehungsverhältnis korrespondiert mit der Entwicklung des antizipierten Resultats des Tätigkeitssystems und dem physiologischen Regelkreis auf der Grundlage des Reafferenzprinzips.

Das Objekt und die mögliche Veränderbarkeit sind durch die Struktur des Tätigkeitssystems bedingt. Dabei kann es sich je nach der jeweils erreichten Determination durch das Objekt um eine quasi ‚reine‘ Konstruktion oder um eine Konstitution handeln. Entsprechend sind die Möglichkeiten der Veränderbarkeit mehr oder weniger abstrakt bzw. konkret, und damit können insbesondere im abstrakten Bereich Zusammenbrüche bei der Realisierung entstehen.¹⁷

Ist dagegen das Objekt ein dynamisches System, so ist seine Entwicklung auch mit Hilfe komplementärer Begriffe zu beschreiben, die sich auf die Selbst- und Fremdentwicklung beziehen. Die Wahl der Begriffe hängt vom Systemtyp ab. Für Subjekte im Kommunikationsprozess sind die benötigten Begriffe mit denen des ersten Bereichs identisch.

5. Verschränkung von Interaktionen und Komplementaritäten

Interaktionen sind Wirkungsproduktionsbeziehungen, Komplementaritäten reduzieren sich auf wechselseitige Bedingungsverhältnisse ohne Produktionsqualität. Beide Entitäten koexistieren und verändern sich miteinander. Dies betrifft sowohl die physikalische Interaktion als auch die Tätigkeitsinteraktion. Einige Komplementaritäten koexistieren nur mit der Tätigkeitsinteraktion – z. B. Allgemeines und Einzelnes, Erstmaligkeit und Bestätigung, Theoretisches und Empirisches, Rationales und Emotionales sowie Erklärung und Beschreibung – und entsprechend andere mit der physikalischen Interaktion – z. B. Notwendigkeit

¹⁷ Die hier mit dem Begriffspaar *abstrakt* und *konkret* erfassten Verhältnisse sind auf der Grundlage der pragmatischen Information von E. v. Weizsäcker (1974) in (Wolze 2009) mittels des Begriffspaares *Erstmaligkeit* und *Bestätigung* beschrieben worden: Je größer die Bestätigung, desto konkreter die Möglichkeit.

und Zufall sowie die komplementären Beziehungen in der Quantenmechanik, denen nicht-vertauschbare Operatoren korrespondieren.

Der Zusammenhang zwischen Interaktionen und Komplementaritäten wird aber nicht durch eine besondere Beziehung in Form einer Interaktion oder Komplementarität konstituiert, schon gar nicht durch eine Kausalbeziehung. Die Beziehung zwischen diesen beiden unterschiedlichen Entitäten besteht vielmehr in ihrer Verschränkung miteinander.

Die Interaktionsbeziehung kann sich quantitativ und qualitativ verändern. Bleibt ihre Wirkungsproduktionsqualität invariant, so besteht relativ zu dieser Qualität allenfalls eine quantitative Veränderung der Wirkung. Zur Erläuterung mag das Gravitationssystem Sonne-Erde dienen (Abb. 5):

Die Gravitationskräfte zwischen Erde und Sonne nehmen mit der Entfernung der interagierenden Objekte ab. Entsprechend ändert sich die Umlaufgeschwindigkeit der Erde. Die hiermit verbundene Struktur-Prozess-Komplementarität kann aber nicht auf das Strukturelement der Interaktionsbeziehung beschränkt werden, denn dies

Strukturelement auf dem Niveau der Beziehungen zwischen den Teilen ist nur eine Teilstruktur. Die Struktur auf dem Niveau der Elemente – von den Umweltbeziehungen wird der Einfachheit halber abstrahiert – bedingt den Prozess mit. Änderungen der Massen oder ihrer Verteilung würde andere Prozesse zur Folge haben.

Interaktionen sind Teile der gesamten Struktur-Prozess-Komplementarität eines Systems. Die Interaktionsbeziehungen sind Teilstrukturen (Interaktionsstrukturen) und die produzierten Wirkungen Teil-Prozesse (Wirkungsprozesse). Neben dieser zentralen Verschränkung von Interaktionen und Komplementaritäten besteht eine weitere: Die emergenten Eigenschaften von Systemen auf dem Niveau der Ganzheit sind durch Interaktionen der tieferen Systemebene bedingt. Dies sind alle Stoffeigenschaften, die allgemeine Strukturelemente bilden. Zum Beispiel auch die Viskosität bzw. Festigkeit von Körpern, wie im obigen Beispiel.

Interaktionen inhärieren also Komplementaritäten. Es lassen sich zumindest drei verschiedene Typen von Verschränkungen unterscheiden:

- Die Interaktionen als spezielle Struktur-Prozess-Komplementaritäten sind ein spezifischer Komplementaritätstyp.
- Die emergenten Eigenschaften, Strukturelemente auf dem Niveau der Elemente und des Systems, sind konstituiert durch die Interaktionen tieferer Systemebenen und in dieser Weise mit ihnen verschränkt.
- Interaktionen lassen sich durch komplementäre Beziehungen detaillierter charakterisieren, präzisieren (s. Abb.4).

Die Struktur-Prozess-Komplementarität eines Systems besitzt dabei die folgenden Eigenschaften, so dass man sie als Fundamental-Komplementarität der Systeme bezeichnen kann:

- Die Struktur-Prozess-Komplementarität setzt (relativ) Invariantes und Variantens in Beziehung. Entsprechend sind auch in Sukzessionsgesetzen Größenbegriffe beider Arten funktionsmäßig in Beziehung gesetzt. Diese Komplementarität ist die

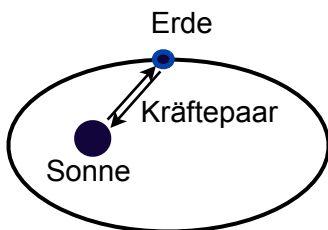


Abb. 5

elementarste und fundamentalste zugleich, was durch die folgende, zweite Eigenschaft hervorgehoben wird.

- Strukturen können sich verändern bzw. entwickeln. Den Entwicklungen dynamischer Systeme liegt eine rekursive Struktur-Prozess-Komplementarität zugrunde: Strukturen bedingen strukturverändernde Prozesse und die hierdurch entwickelten neuen Strukturen wiederum neue Prozesse. Diese Struktur-Prozess-Rekursion bringt die Selbstreferentialität des Systems zum Ausdruck und ist Grundlage der Selbstorganisation.¹⁸

Mit weiteren komplementären Begriffen lassen sich sowohl die Strukturen als auch die Prozesse spezifizieren. Systementwicklungen sind durch die Begriffe Integration und Differenzierung detaillierter beschreibbar und der Erkenntnisprozess durch die Begriffe Analyse und Synthese, die sich auf das Grundcharakteristikum der zielgerichteten Erkenntnistätigkeit beziehen. Demgegenüber lässt sich das Grundcharakteristikum für die Erfahrung mit Hilfe der Begriffe Aktion und Widerfahrnis beschreiben. Erfahrungen (Widerfahrnisse) sind keine Tätigkeiten oder Handlungen, sondern ihre Rückwirkungen auf das Subjekt zufolge der Interaktion, die in jeder Tätigkeit oder Handlung vorkommen.

Eine Strukturcharakteristik dynamischer Systeme ist die Komplementarität von Offenheit und Geschlossenheit, und zwar sowohl für physikalische Interaktionszusammenhänge als auch Tätigkeitsinteraktionen. Bei der Tätigkeitsinteraktion bezieht sich das Charakteristikum auf die Offenheit und Geschlossenheit bzgl. Information.

Die Struktur-Prozess-Komplementarität mit der Verschränkung von Interaktion und Komplementarität hebt die dichotomische Auffassung zwischen beiden Entitäten auf. Stabilisiert wird die dichotomische Auffassung insbesondere dadurch, dass neben den interagierenden Objekten noch die Interaktionsbeziehung als ein weiteres Element hinzugedacht wird. Dies ist aber eine atomistische und keine systemische Interpretation. Die Struktur des Systems, z. B. des gravitierenden Systems (Abb. 5), konstituiert die Beziehung. Die Gravitationskräfte und die schwere Masse der gravitierenden Körper sind nicht trennbar. Die Massen (und ihre relative Lage zueinander) bilden die Interaktionsstruktur, entsprechend die Ladungen bei der Coulomb-Interaktion. Bei der Subjekt-Objekt-Interaktion ist die Interaktionsstruktur durch einen Wissenskomplex (Theorie) mit dem korrespondierenden Gegenstand gegeben. Der Begriff der Interaktionsbeziehung beschreibt also die Interaktionsstruktur auf einer allgemeinen Ebene, deren Besonderheit jeweils in Spezialisierungsprozessen zu bestimmen ist. Dies resultiert bei den physikalischen Beispielen in speziellen Gesetzen, dem Gravitationsgesetz und dem Coulomb-Gesetz. Damit ist das Kräftepaar als das Allgemeine dieser speziellen Gesetze anzusehen. Verallgemeinert: die Interaktionsbeziehung ist Allgemeines, das korrespondierende Einzelne ist für konkrete Systembeschreibungen zu bestimmen. Wesentlich hierfür sind komplementäre Begriffe, mit deren Hilfe sich Interaktionskontexte auf qualitativer Ebene detaillierter beschreiben und hierdurch konträre Entitäten aufheben lassen, wie dies insbesondere die Beschreibung der Tätigkeitsinteraktion im vorangehenden Abschnitt deutlich macht.

Das hiermit in Sicht kommende methodische Prinzip ist ein Mittel für die Analyse und Synthese von

¹⁸ vgl. Jantsch 1982, 75

- Systemen (einzelner Stadien sowie ihrer Geschichte) und
- Gestaltungskonzeptionen mit ihren Realisierungsmöglichkeiten.

Für beide Bereiche ist jeweils der adäquate Interaktionskontext zu bestimmen, d. h. einmal der Umfang des Kontextes, der für die jeweilige Systemanalyse wesentliche Kontextbereich, und zum anderen die Funktion der Gestaltung des jeweiligen soziotechnischen Systems, die Kontextfunktion der Gestaltung.

Gestaltungen sind bewusste Aktivitäten mit einer doppelten Funktion, die einmal auf ein immanentes Resultat ausgerichtet ist (innere Funktion), z. B. auf die Produktion eines technischen Artefakts, und zum anderen auf eine Veränderung der Umwelt, d. h. des Kontextes, der durch die Produktion des Artefakts beeinflusst wird, und die soziotechnischen Systeme, in die dies Artefakt implementiert werden soll (äußere Funktion). Diese doppelte Funktion kann je nach Dominanz der inneren oder äußeren Funktion unterschiedlich hierarchisiert sein. Beide Teilfunktionen können gleichwertig oder eine der beiden höherrangige sein. Als echte Gestaltung soziotechnischer Systeme kann angesehen werden, wenn die innere Funktion auf die Realisierungsmöglichkeit der äußeren ausgerichtet, also dieser untergeordnet wird. Die innere Funktion ist also nur ein Mittel zur Realisierung der äußeren, die auf ein umfassendes und begründetes Ziel ausgerichtet ist. Relativ zu diesem Ziel ist dann erst die innere Funktion zu bestimmen und nicht unabhängig hiervon aus ökonomischen Gründen oder solchen der Machbarkeit.

6. Grundtypen komplementärer Beziehungen

Komplementaritätsprinzip

Mit dem Unterscheidungskriterium Invarianz-Varianz für die Bestandteile komplementärer Beziehungen lassen sich die folgenden drei Unterscheidungen vornehmen, die als *Grundtypen komplementärer Beziehungen* bezeichnet werden sollen:

- Struktur-Prozess-Komplementaritäten
- Prozess-Prozess-Komplementaritäten
- Struktur-Struktur-Komplementaritäten

Die allgemeine Struktur-Prozess-Komplementarität ist die Fundamentalkomplementarität, die allen Systemveränderungen zugrunde liegt. Die Struktur dieser Komplementarität ist die gesamte Systemstruktur inklusive aller Interaktionsbeziehungen innerhalb des Systems und die Umweltbeziehungen. Neben dieser allgemeinen Struktur-Prozess-Komplementarität lassen sich spezielle aufzeigen. Beispiele sind Theoriestructur und normalwissenschaftlicher Forschungsprozess oder relative Apriori und Generalisierungsprozess für die Entwicklung neuer Theorien. In diesen Beispielen bleibt die Interaktionsbeziehung implizit, sie ist jeweils durch die spezielle Beziehung zwischen Wissen und Gegenstand konkretisiert.

Prozess-Prozess-Komplementaritäten spezifizieren Prozesse. Der gesamte Forschungsprozess setzt sich aus komplementären Prozessen zusammen. Beispiele sind: Generalisierung und Spezialisierung, Analyse und Synthese, Integration und Differenzierung.

Die Entwicklung neuer Theorien basiert schwerpunktmäßig auf Generalisierung und die normalwissenschaftliche Forschung, die Konkretisierung der Fundamentalgesetze für spe-

zielle Weltbereiche (Anwendungsbereiche), auf Spezialisierung. Analyse-Synthese-Prozesse werden in beiden Fällen involviert (s. Abschn. 7). Die dritte Prozess-Prozess-Komplementarität, die Integration und Differenzierung, spezifiziert z. B. Prozesse der Wissenschaft im sozialen Bereich, und zwar sowohl bei der wissenschaftlichen Sozialisation als auch der Bildung von Forschergruppen. In diesem Kontext spielt noch die Komplementarität von Subjektivem und Sozialem eine Rolle, die jedoch zum dritten Typ der Struktur-Struktur-Komplementaritäten gehört.

Struktur-Struktur-Komplementaritäten spezifizieren die Struktur der Systeme. Beispiele sind: Teil und Ganzes, Notwendigkeit und Zufall, offen und geschlossen, Notwendigkeit und Freiheit, Vielheit und Einmaligkeit, Theoretisches und Empirisches, Rationales und Emotionales, Abstraktes und Konkretes, Subjektives und Soziales.

Strukturen, und damit auch Struktur-Struktur-Komplementaritäten, verändern sich mit Strukturveränderungsprozessen. An dem Beispiel *offen und geschlossen* soll dies für den Wissenschaftsprozess erläutert werden:

Theorien sind kognitive Strukturen, die spezifische Wissenschaftsprozesse ermöglichen (bedingen). Die durch Theorien bestimmte Geschlossenheit bedingt eine informationelle Offenheit. Dies betrifft sowohl Mitteilungen auf der Grundlage der jeweiligen Theorie als auch Ereignisse oder Vorgänge, die mit dieser Theorie beschreibbar sind. Im Falle von Anomalien ist diese Offenheit nicht mehr gegeben. Mitteilungen über den Anomalienkontext sind nicht mehr so eindeutig und präzise und die Anomalie-Systeme (Vorgänge, Ereignisse) sind informationell diffus und intransparent. Um die Offenheit wieder herzustellen, muss die betreffende Anomalie gelöst werden, und zwar mit einer Modifikation der Theorie oder mit einer neuen Theorie. Die hierfür notwendigen Strukturveränderungsprozesse involvieren die Prozess-Prozess-Komplementaritäten *Generalisierung und Spezialisierung, Analyse und Synthese, Integration und Differenzierung*. Mit der modifizierten bzw. neuen Theorie-Struktur entsteht eine hierdurch bedingte neue Offenheit, die im Entwicklungsprozess vom Abstrakten zum Konkreten über geht.

Die Erörterung der Grundtypen komplementärer Beziehungen bringt eine Systematik komplementärer Zusammenhänge von Systemen zum Ausdruck, die durch ein Prinzip beschreibbar ist. Es besagt, dass alle Komplementaritäten Spezifikationen der Fundamentalkomplementarität sind.

Komplementaritätsprinzip

Jedes System besitzt eine fundamentale Struktur-Prozess-Komplementarität (Fundamentalkomplementarität). Die Fundamentalkomplementarität und die Struktur und der Prozess der Struktur-Prozess-Komplementaritäten bestehen aus systemspezifischen Teil-Komplementaritäten (spezielle Komplementaritäten)¹⁹:

- die Fundamentalkomplementarität aus speziellen Struktur-Prozess-Komplementaritäten,
- die Strukturen (aller Struktur-Prozess-Komplementaritäten) aus Struktur-Struktur-Komplementaritäten und

¹⁹ Die Differenzierung in Fundamentalkomplementarität und spezielle Komplementarität korrespondiert mit der Unterscheidung von Fundamentalgesetz und speziellem Gesetz (s. Abschn. 7.1).

- die Prozesse (aller Struktur-Prozess-Komplementaritäten) aus Prozess-Prozess-Komplementaritäten.

Systeme ohne Fundamentalkomplementarität sind statische Systeme, die als Ausnahmen zu betrachten sind und die es im strengen Sinne auch nicht gibt. Das Vorkommen von Teilkomplementaritäten hängt von der Komplexität des jeweiligen Systems ab. Im Extremfall existieren keine Teilkomplementaritäten.

Bedingungsbeziehungen lassen sich in simultane und retardierte Komplementaritäten differenzieren. Die Struktur-Prozess-Komplementarität ist eine simultane Bedingungsbeziehung (Komplementarität), d. h.: einerseits haben Änderungen der Struktur unmittelbar Prozessänderungen zur Folge und Prozessänderungen sind unmittelbare Folgen von Strukturänderungen, andererseits führen Strukturentwicklungsprozesse zu unmittelbaren Strukturänderungen. In diesem Sinne sind alle Struktur-Struktur-Komplementaritäten simultane Bedingungsbeziehungen, nicht dagegen Prozess-Prozess-Komplementaritäten. So ist z. B. die komplementäre Analyse-Synthese-Beziehung eine retardierte Prozess-Prozess-Komplementarität: Die Analyse wird auf eine mögliche Synthese ausgerichtet, die aber erst einsetzt, wenn das Analyseergebnis hierfür als hinreichend angesehen wird.

7. Begriffe, Gesetze, Theorien

7.1 Begriffe und Gesetze

Gesetze sind Beziehungen zwischen (Größen-)Begriffen. Ihre Intensionen sind Realität und Möglichkeit umfassende Invarianzen. Es lassen sich raumzeitliche, räumliche und zeitliche Invarianzen unterscheiden. Raumzeitliche Invarianzen entsprechen den Sukzessionsgesetzen, räumliche den Zustandsgesetzen. Sukzessionsgesetze sind Beziehungen zwischen Struktur- und Prozessbegriffen, die sich in mathematisierten Disziplinen, wie z. B. der Physik, mit Hilfe von Differentialgleichungen wiedergeben lassen. Zustandsgesetze sind Beziehungen zwischen Strukturbegriffen. Sie beschreiben stabile Invarianzen auf dem Niveau der Ganzheit dynamischer Systeme. Ein Beispiel ist das Gesetz von Boyle-Mariotte „ $pV = \text{konstant}$ “ bei konstanter Stoffmenge und Temperatur. Psychisches lässt sich nicht im physikalischen Raum verorten, sodass sich psychische Gesetze auf zeitliche Invarianzen reduzieren.²⁰ Ein Beispiel ist die Beziehung zwischen Akkommodation, Assimilation und Äquilibration nach Piaget.

Gesetze lassen sich nach verschiedenen Kriterien ordnen, z. B. dem der Determiniertheit, dem hierarchischen Status bzgl. ihrer Allgemeinheit oder der Weltkonstitution.

Mit dem Kriterium der Determiniertheit lassen sich deterministische und stochastische Gesetze unterscheiden und die deterministischen in solche mit starker und schwacher Kausalität (Determiniertheit). Im Prinzip ist aber die Welt indeterministisch, sodass die deterministischen Gesetze als makroskopische Mittlungseffekte (Suppes 1974) angesehen werden müssen, und zwar in idealisierter Form: Aus der Sicht eines strikten Determinismus wird die Streuung als Messfehler gedeutet.

Das Kriterium der Weltkonstitution ordnet die Gesetze nach dem Status der Allgemeinheit bei der Konstitution. Fundamental- oder Grundgesetze, spezielle Gesetze und empirische

²⁰ Für Psychisches könnten aber andere Räume, z. B. topologische, definiert werden.

(empirisch entdeckte) Gesetze bilden die Grundordnung, die sich weiter differenzieren lässt.

Fundamentalgesetze

Fundamentalgesetze konstituieren neue Welten. Ihre Begriffsverknüpfungen werden auch als implizite Definitionen²¹ bezeichnet. Sie bringen die relative Abgeschlossenheit der Begriffsgefüge zum Ausdruck, in dem sich die Begriffe wechselseitig durch ihre Beziehungen zueinander bestimmen. Beispiele für Fundamentalgesetze in der Physik sind die Newtonschen Axiome, die Maxwell'schen Gleichungen, die Hauptsätze der Thermodynamik, die Schrödinger-, Dirac- und Feldgleichungen. Das qualitative Fundamentalgesetz der Theorie Piagets drückt einen Zusammenhang von Assimilation, Akkommodation und Äquilibration aus. Ein weiteres Beispiel ist die Grundkonzeption der biologischen Evolution, die prinzipiell Neues relativ zur Schöpfungslehre und den lebensweltlichen Auffassungen beinhaltet.

Spezielle Gesetze

Spezielle Gesetze werden mit Hilfe der Fundamentalgesetze entwickelt. Sie verschärfen die Fundamentalgesetze und bestimmen damit Besonderes der konstituierten Welt. Während Fundamentalgesetze die Welt nur vorkonstituieren und nicht falsifizierbar sind, können spezielle Gesetze widerlegt werden. Beispiele für spezielle Gesetze sind die verschiedenen Kraftgesetze der Klassischen Mechanik.

Empirische Gesetze

- Empirische Gesetze sind nach Carnap (1966) Gesetze, die empirisch im Sinne der sinnlichen Wahrnehmung entdeckt werden können; sie sind in der Beobachtungssprache formuliert. Im Gegensatz hierzu wird im Folgenden unter *empirischen Gesetzen* die in der experimentellen Praxis entdeckten Gesetze einer bereits konstituierten Welt verstanden. Gesetze also, die nach Carnap auch zu den theoretischen Gesetzen zählen können. Die Relevanz dieser Gesetze besteht darin, dass sie insbesondere in der anwendungsorientierten Forschung, der Technologie und in den sogenannten Bindestrich-Disziplinen wie der Biophysik oder Physikalischen Chemie Anwendung finden. Sie können auch den Ausgang für die Entwicklung fundamentaler Theorien und der transdisziplinären Forschung bilden.²² Auch diese Gesetze sind ebenso wie die speziellen Gesetze falsifizierbar.

Quasigesetze²³

Als Quasigesetze werden hier Ausdrücke in sprachlicher oder ikonischer Form verstanden, die sich auf Invarianzen von Objektsystemen beziehen und deren Wissensmomente eine geringe Allgemeinheit besitzen. Offen bleibt dabei, ob Quasigesetze durch Generalisierungen in Gesetze überführt werden können. In der Forschung der biologischen Evolution z.

21 Logiker verschmähen den Terminus *implizite Definition* gewöhnlich mit Statements der Form: Implizit definiert ist gar nicht definiert, wobei unter *Definition* eine explizite Nominaldefinition verstanden wird. Korrekter wäre aber die Formulierung: *implizit definiert ist nicht explizit definiert*. Im Gegensatz zum Terminus *Axiom* bringt aber der Terminus *implizite Definition* die Abgeschlossenheit dieses Begriffsgefüges zum Ausdruck. Hierin liegt der semantische Nutzen des Begriffs.

22 Im Gegensatz zu den Newtonschen Axiomen hat sich z. B. die Elektrodynamik sukzessive aus einfachen empirischen Gesetzen entwickelt.

23 Mit dem Terminus *Quasigesetz* werden in der empirischen Sozialforschung All-Sätze bezeichnet, die sich empirisch gut bewährt haben.

B., die durch eine Grundkonzeption vorkonstituiert ist, werden die ermittelten Invarianzen durch empirische und Quasigesetze beschrieben.

Beispiele für Quasigesetze sind das Pendelgesetz und das Fallgesetz in den einfachen empirischen Formen und bei Abstraktion vom Hintergrund der klassischen Mechanik:

(1) $T = k \cdot \sqrt{l}$ (2) $s = k' \cdot t^2$ mit den empirisch ermittelten Konstanten k und k' .

In den wissenschaftlichen Formen wird mit dem Einbezug der Feldgröße g ($k = 2\pi\sqrt{l/g}$) und $k' = 1/2 g$) der operative Gehalt der Quasigesetze erheblich vergrößert, sodass man hier auch von Gesetzen sprechen sollte.

Pseudogesetze

Allgeneralisierungen der Form „ $\forall x(Ax \rightarrow Ex)$ “, die für Entitäten der Art A die Eigenschaft E behaupten, sind keine Gesetze. Ein Beispiel hierfür ist der Satz: *Alle Raben sind schwarz*. Dies gilt auch für kompliziertere Ausdrücke mit mehrstelligen Prädikaten und mehreren Quantifizierungen. Solche Allgeneralisierungen sind wie die empirischen Gesetze empirisch ermittelt. Der Grund dafür, sie von den Gesetzen auszuschließen, besteht in ihrer marginalen Verwendung als Mittel. Sowohl der Weltbezug als auch die Operationsmöglichkeiten sind zu eingeschränkt. Außer der Subsumtionsoperation besitzen diese Allgeneralisierungen keine relevanten Operationsmöglichkeiten. Zu fordern ist zumindest, dass die Aussagen (Aussageformen) durch Festlegung von Anfangs- oder Randbedingungen spezifisches Besonderes zu bestimmen gestatten, z. B. in Form von Prognosen, Retrospektionen oder Erklärungen. Ob sich Pseudo-, Quasi- und empirische Gesetze dichotomisch unterscheiden lassen, bleibt hier offen.

7.2 Gesetze und Theorien

Theorien bestehen aus Gesetzen, die den Objektbereich konstituieren. Entsprechend der Differenzierung der Gesetze lassen sich die Theorien in fundamentale und empirische Theorien unterscheiden. Fundamental-Theorien bestehen im Wesentlichen aus Fundamental- und speziellen Gesetzen, sie können aber auch empirische Gesetze enthalten. Empirische Theorien bestehen aus empirischen Gesetzen, zusätzlich können sie auch Fundamental- und spezielle Gesetze einbeziehen. Es scheint auch sinnvoll, Quasigesetze in fundamentalen und empirischen Theorien zuzulassen.

Fundamentaltheorien – Der Kontext der Entwicklung

Fundamentalgesetze, die Strukturkerne²⁴ der Theorien, werden durch Generalisierungen entwickelt. Sie konstituieren neue Welten vor, in denen dann durch Spezialisierung in Form spezieller Gesetze die Besonderheiten der vorkonstituierten Welten entwickelt werden. Dies ist der Kontext der Entwicklung: Die hier konstituierten Entitäten sind neu, sie lassen sich daher auch nicht entdecken. Entsprechend sind die Begriffe bzw. Termini neu. Gleich lautende, vorhandene Termini haben eine andere Bedeutung. Abgesehen von umfassenderen Theorien gibt es auch keine allgemeineren Prinzipien als die Fundamentalgesetze, mit denen durch Spezialisierung Besonderes der vorkonstituierten Welt bestimmt werden kann. Dies ist die fundamentale Eigenschaft dieser Gesetze.

²⁴ vgl. Sneed (1971) und Stegmüller (1973)

Die Theoriendynamik vollzieht sich also im komplementären Prozess von Generalisierung und Spezialisierung mit unterschiedlicher Gewichtung beider Prozesse. Bei der Entwicklung von Neuem liegen der Generalisierung, die hier dominiert, Mittel in Form relativer Apriori zugrunde, und zwar sowohl metatheoretische als auch objekttheoretische. Voraussetzung für die Entwicklung von Neuem ist jedoch, dass die objekttheoretischen Apriori aufgehoben werden. Sie gehören einer bereits vorhandenen Theorien an und können da-

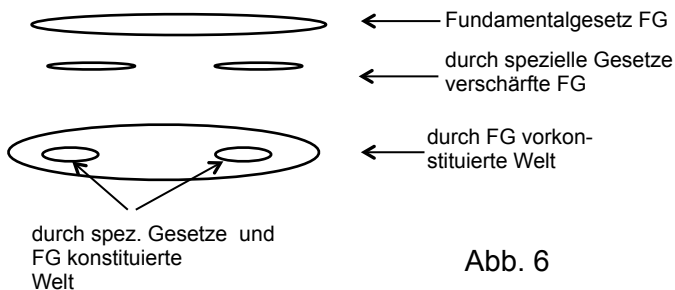


Abb. 6

Ein Beispiel für ein Fundamentalgesetz ist das Newtonsche Gesetz. Spezielle Gesetze sind z. B. das Gravitationsgesetz und das Hooksche Gesetz.

In der normalen Wissenschaft wird die durch das Fundamentalgesetz vorkonstituierte Welt mit Hilfe dieses Gesetzes als Mittel untersucht und konkreter mittels der entwickelten speziellen Gesetze beschrieben.

mit auch nicht Bestandteil von Neuem werden.²⁵ Dennoch bedingt der Entwicklungsprozess das Entwicklungsstadium, schlägt sich auch bei einem qualitativen Wandel im Stadium nieder.

Den Sachverhalt der Aufhebung bringt das am Abduktionsprinzip von Peirce²⁶ orientierte Bildungsgesetz von Neuem zum Ausdruck:

Neues (neues Wissen) ist eine neue Integration alter (Wissens-)Elemente.

Es ist die Integration der alten Elemente, die Altes aufhebt und Neues generiert.

Der qualitativen Entwicklungsphase der außerordentlichen Wissenschaft folgt die quantitative Entwicklung der normalen Wissenschaft.²⁷ Die invariante Qualität in dieser Entwicklungsphase sind die Fundamentalgesetze. Das Denken in dieser Phase vollzieht sich innerhalb der Theoriestruktur. Diese Komplementarität von Theoriestruktur und normalwissenschaftlicher Entwicklung ist ein Spezialfall der allgemeinen Struktur-Prozess-Komplementarität. Systemtheoretisch interpretiert handelt es sich bei der normalwissenschaftlichen Entwicklung um einen Attraktorprozess in einem Gebiet des Phasenraumes, dem Attraktor. Der Theoriestruktur korrespondiert ein Attraktor.

Der normalwissenschaftliche Entwicklungsprozess führt in der Regel auf Anomalien, für deren Lösbarkeit es kein Entscheidungsverfahren gibt. Entweder die Lösung gelingt schließlich doch noch mit der alten oder der modifizierten alten Theorie, oder es muss zur Lösung eine neue Theorie entwickelt werden. Verbunden mit diesem Sachverhalt ist ein Interpretationsproblem des Theoriebegriffs hinsichtlich der Falsifikation und Verifikation von Theorien.

Weltgrenze vs. Falsifikation

Mit der Ära der neueren Wissenschaftstheorie wurde Poppers Falsifikationismus als Unterscheidungskriterium von Wissenschaft und Pseudowissenschaft sowie als Operation für

²⁵ Für die Quantenmechanik und Relativitätstheorie hat Hübner (1979) die relativen Apriori und ihre Aufhebung herausgearbeitet.

²⁶ Peirce 1960, Vol. 5, §171

²⁷ Kuhn (1976). Auch Sneed (1971), Stegmüller(1973) und andere legen ihren Explikationen der Theoriestruktur diese beiden Entwicklungsformen zugrunde.

die Theorienentwicklung transzendiert. Dieser Falsifikationismus war verbunden mit einem spezifischen Theoriebegriff, der mit dem der neueren Wissenschaftstheorie inkommensurabel war. Lakatos (1970) führt in seine Konzeption des Forschungsprogramms einen modifizierten Falsifikationsbegriff ein, der die Kritik der neueren Wissenschaftstheorie an diesem Begriff immunisiert.

Die Fundamentalgesetze der Theorien sind auch nach Lakatos nicht in der normalen Wissenschaft falsifizierbar, dies sind nur die speziellen Gesetze. Doch sein raffinierter Falsifikationismus lässt die Falsifikation der alten Theorie mit einer neuen zu, wenn die neue Theorie die Anomalie der alten löst. Ein Beispiel ist die ‚Falsifikation‘ der klassischen Mechanik durch die Spezielle und Allgemeine Relativitätstheorie. Doch die so falsifizierten Theorien haben immer noch ihren Gültigkeitsbereich, so dass schon aus diesem Grunde der Terminus *Falsifikation* als inadäquat erscheint.

Der Begriff der raffinierten Falsifikation hätte allenfalls noch dann einen Sinn, wenn mit dem Fundamentalgesetz ein Universalismus verbunden würde, wie dies mit der klassischen Mechanik zu Beginn ihrer Geschichte noch der Fall war. Aus konstitutionstheoretischer Sicht ist der Begriff der Weltgrenze adäquater. Doch die Weltgrenze kann nicht durch reine Konstruktion bestimmt werden, sondern nur durch Konstruktion und Determination, sie muss konstituiert werden. Die Lösung der Anomalie der alten Theorie mit einer neuen ist hierfür eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung. Denn es kann nicht ausgeschlossen werden, dass mit der alten Theorie die mit ihr erzeugte Anomalie doch noch gelöst werden kann. Eine weitere Bedingung ist daher der Nachweis unter Verwendung der neuen Theorie, dass die alte ihre Anomalie prinzipiell nicht zu lösen vermag. Dies ist in dem oben genannten Beispiel der Fall.

Falsifizierbar sind damit nur die speziellen Gesetze, die die Besonderheiten der durch die Fundamentalgesetze vorkonstituierten Welt beschreiben und nicht die Fundamentalgesetze selbst. Auch solche Fundamentalgesetze, mit denen keine Besonderheiten konstituierbar sind, die stets zu Anomalien führen, können nicht als falsifiziert bezeichnet werden. Denn wenn durch neue Theorien diese Anomalien lösbar werden und auch der Nachweis der prinzipiellen Unlösbarkeit durch die alte Theorie (alten Fundamentalgesetze) erbracht wird, ist hiermit nur nachgewiesen, dass die ‚Fundamentalgesetze‘ keine Fundamentalgesetze sind.

Bewährung vs. Verifikation

Verifikation ist prinzipiell nicht möglich. Ein Grund sind die Allgeneralisierungen über nicht-endliche Individuenbereiche, z. B. die reellen Zahlen oder die Mannigfaltigkeit der Weltpunkte. Ein weiterer Grund ist die Offenheit der Zukunft, in der sich gegenwärtig Gesichertes ändern kann. Statt des Terminus *Verifikation* ist der Terminus *Bewährung* bzw. ein hiermit äquivalenter Terminus heranzuziehen. Bewährung entsteht mit erfolgreicher Konstitution, durch Spezialisierung bis zur Faktizität. Zwischen den einzelnen Konstitutionsbereichen werden (theoretisch begründete) Invarianzen angenommen, was allerdings nicht die Erzeugung von Anomalien ausschließt. Einzukalkulieren in die Begründung sind z. B. mögliche Resonanzen, Phasenübergänge oder Instabilitäten. Aus dieser Sicht ist die Bewährung von extremen Bereichen von Interesse, also jenen Bereichen, die mögliche Grenzbereiche der betreffenden Welt sein könnten.

Empirische Theorien – Der Kontext der Entdeckung

Wesentliche praxisrelevante, anwendungsorientierte Forschung vollzieht sich nicht innerhalb der normalen Wissenschaft durch Spezialisierung von Fundamentalgesetzen, setzt aber spezielle Gesetze und mit ihnen eine konstituierte Welt voraus, wenn diese Forschung die Begrifflichkeit der lebensweltlich konstituierten Welt transzendieren soll. Für die angewandte Forschung sind empirische Gesetze relevant, die in der bereits konstituierten Welt experimentell ermittelt werden. Angewandte Forschung ist im Allgemeinen transdisziplinäre Forschung, sodass empirische Gesetze Theorien und auch Disziplinen übergreifenden Charakter haben können. In den ersten Entwicklungsstadien der angewandten Forschung dominieren oft einzelne empirische Gesetze. Je fortgeschrittener aber diese Forschung ist, desto mehr Fundamental- und spezielle Gesetze kommen zusätzlich noch zur Anwendung. Denn zur Lösung von Problemen der angewandten Forschung ist in fortgeschrittenen Entwicklungsstadien Grundlagenforschung zur Lösung der Probleme notwendig (translationale Forschung). Der Unterschied zur reinen Grundlagenforschung besteht darin, dass der Gegenstand der translationalen Forschung durch empirische Gesetze konstituiert ist und nicht allein durch Fundamental- und spezielle Gesetze.

Aufgrund der möglichen Problembearbeitung lassen sich zwei Formen transdisziplinärer Forschung unterscheiden:

- (1) Die transdisziplinären Probleme sind im Wesentlichen disjunkt-multidisziplinär lösbar, also jeweils unabhängig von den anderen Disziplinen bzw. Spezialisierungen.
- (2) Die einzelnen Lösungen sind (zumindest partiell) kohärent-multidisziplinär, also miteinander verwoben und damit voneinander abhängig.

Die verschiedenen Formen können durch den Umfang der Komplexitätsentfaltung entstehen und so auch die zweite Form durch Komplexitätsentfaltung aus der ersten und die erste durch Komplexitätsreduktion aus der zweiten. Neben der Komplexität des Forschungsgegenstandes ist auch die Komplexität der Umweltsysteme einzubeziehen, die durch die Forschung beeinträchtigt wird. Forschung, insbesondere transdisziplinäre Forschung, ist durch zwei Funktionen bestimmt, durch die genuine Forschungsfunktion und die Kontextfunktion. Beide Funktionen lassen sich in einer Gestaltungsfunktion integrieren, in der die Forschungsfunktion auf den gesamten Kontext bezogen wird, wodurch die wissenschaftlichen Lösungen i. Allgemeinen von dem einbezogenen Umgebungskontext abhängig werden.

In Anbetracht dessen, dass einerseits auch in der normalen Wissenschaft empirische Gesetze auftreten und andererseits in der angewandten Forschung Fundamentalgesetze und spezielle Gesetze zur Anwendung kommen können, stellt sich die Frage nach einer Differenzierungsmöglichkeit beider Theorietypen. Ein wesentliches Differenzierungskriterium ist die unterschiedliche Beziehung zwischen den Teilfunktionen, der Forschungsfunktion und der Kontextfunktion, in den beiden Theorietypen: Empirische Gesetze in Fundamentaltheorien haben die Funktion, normalwissenschaftliche Forschung durch Spezialisierung in denjenigen Bereichen fortzusetzen, wo dies ohne empirische Gesetze in der durch die jeweiligen Fundamentaltheorien konstituierten Welt nicht möglich ist. Dagegen haben Fundamental- und spezielle Gesetze in empirischen Theorien die Funktion, Probleme zu lösen, die durch die empirischen Gesetze entstanden sind. Die idealtypische Lösung bes-

teht darin, die empirischen Invarianzen der empirischen Gesetze mit Hilfe einer Fundamentaltheorie zu rekonstruieren. Dies ist aber für sehr komplexe Systeme, wie die Organismen, kaum möglich. Insbesondere würde dies eine detaillierte Autopoiese-Theorie der betreffenden Systeme voraussetzen.

Qualitative System-Gesetze und System-Theorie

Qualitative Gesetze ²⁸

Unter *qualitative Systemgesetze* werden hier komplementäre Begriffspaare und ihre Verknüpfungen miteinander verstanden. Sie beziehen sich auf sich wechselseitig bedingende Gegensätze und integrieren diese zu einer komplementären Einheit. Als neuer Begriffstyp sind komplementäre Begriffe insbesondere im qualitativen Bereich geeignet, Regelmäßigkeiten bzw. Invarianzen zu beschreiben. Qualitative Systemgesetze in diesem Sinne sind Mittel für transdisziplinäre Forschung sowie für Problemlösungen, wie sie in Abschnitt 3.4 angesprochen sind. Mit der komplementären Integration von dichotomischen Entitäten konstituieren diese Gesetze prinzipiell Neues, sie sind damit auch in den Bereich der Fundamentalgesetze und speziellen Gesetze einzuordnen, sie sind aber nicht disziplinär beschränkt. Für quantitative Theorien, wie die physikalischen, bilden sie ein Mittel für die Explikation der Semantik und für qualitative Theorien derjenigen Disziplinen, die nicht oder nur schwer und ausschnittsweise quantifizierbar sind, die Möglichkeit zur Formulierung von Gesetzen, wie z. B. das Fundamentalgesetz von Piagets Theorie oder das Fundamentalgesetz der pragmatischen Informationstheorie von E. von Weizsäcker. Damit können qualitative Gesetze insbesondere für nicht mathematisierte Disziplinen eine Grundlage für die Ermittlung (quantitativer) empirischer Gesetze bilden.

Qualitative Gesetze sind i. Allg. extensional allgemeiner als quantitative formulierbar, umgekehrt sind quantitative Gesetze intensional schärfer als qualitative. Der Vorteil der Allgemeinheit der qualitativen Gesetze wird durch den Nachteil an Schärfe gewonnen, der durch die quantitativen Gesetze ergänzt wird: Beide Gesetzestypen ergänzen sich zu einer sinnvollen komplementären Einheit von Extensionalität und Intensionalität.

Das Fundamentalgesetz einer allgemeinen qualitativen Systemtheorie besteht in der simultanen komplementären Beziehung von Struktur und Prozess. Formal lässt sich mit den Abkürzungen ‚S‘ für ‚Struktur‘, ‚P‘ für ‚Prozess‘ und ‚〈 | 〉‘ für die Komplementaritätsbeziehung kurz so ausdrücken: 〈S|P〉

(zu lesen: Struktur und Prozess bedingen sich wechselseitig.)

In dieser allgemeinen Form sind auch die i. Allg. variablen Umweltinteraktionen als Strukturelemente einbezogen, die auch den Prozess mit bedingen. Trennbar sind beide Einflüsse nur dann, wenn hinreichend Spezielles über die Systeme bekannt ist. Wird der Begriff der Entwicklung sehr allgemein aufgefasst, so ist die Systementwicklung eine komplementäre Einheit von Selbstentwicklung und Fremdentwicklung. Für konservative Systeme ist die Entwicklung lediglich quantitativ, es handelt sich um Veränderungen, Selbstorganisation liegt nicht vor.

²⁸ Erste Ansätze zu qualitativen Systemgesetzen, u. a. im Kontext mit der Tätigkeitstheorie, sind vom Autor in (Wolze 1989) erschienen.

Invariantes eines Systems gehört zur Systemstruktur, wenn es den Prozess bedingt. Dies sei beispielhaft am mathematischen Pendelsystem erläutert:

Eine Variation des Pendelfadens, etwa durch die Eigenbewegung bei einem elastischen Faden oder durch Manipulation, hat eine gegenläufige Veränderung der Pendelfrequenz zur Folge. Wird dagegen die Masse der Pendelkugel variiert, etwa eine kleine Kugel aus Holz durch eine aus Blei ersetzt, dann ändert sich der Pendelprozess nicht. Vom Material bzw. der Masse hängt der Prozess nicht ab.²⁹ Im Gegensatz dazu variiert der Pendelprozess, wenn die Materie der Kugel über einen größeren Bereich verteilt wird, also das Trägheitsmoment des Pendels variiert wird. Weiterhin geht in die Struktur die Gravitationswechselwirkungsbeziehung ein. Wird diese variiert, etwa von derjenigen auf Meereshöhe zu der auf einen hohen Berg, so ändert sich ebenfalls der Prozess.

Spezialisierungen lassen sich durch einschränkende Bedingungen der Struktur-Prozess-Komplementarität durchführen, u. a. mit Hilfe weiterer komplementärer Begriffe. Entsprechend den Grundtypen komplementärer Beziehungen (Abschn. 6) lässt sich die Struktur durch Struktur-Struktur-Komplementaritäten, der Prozess durch Prozess-Prozess-Komplementaritäten und die allgemeine Struktur-Prozess-Komplementarität durch spezifische Prozesse und Strukturen zu speziellen Struktur-Prozess-Komplementaritäten einschränken. Ein Beispiel möge dies verdeutlichen:

Mit den komplementären Strukturbegriffen Notwendigkeit und Zufall lassen sich stochastische Prozesse erfassen. Einfache Systeme sind Zufallsgeneratoren wie Würfelvorrichtungen und Roulette. Mit Notwendigkeit ist bestimmt, was genau eintreten kann und was nicht. Was sich in diesem Möglichkeitsraum jedoch realisiert, unterliegt dem Zufall.

Für die Tätigkeit bestimmen die Begriffe Notwendigkeit und Freiheit Möglichkeiten und verändern sie gleichzeitig:

Mit der transzendentalen Reflexion setzt sich das Subjekt mit seiner eigenen Tätigkeit ins Verhältnis, indem sie die Bedingtheit der Tätigkeit, ihre (innere und äußere) Notwendigkeit und Möglichkeit zum Objekt distanziiert und damit einer Entscheidung und Veränderung zugänglich macht. Die selbstbestimmte Tätigkeit ist als eine gewollte, affirmative Tätigkeit sowohl der ‚reinen‘ Naturbestimmtheit als auch der sozialen Determination enthoben, so dass damit „die Notwendigkeit selbst in ihrer Qualität verändert“ wird (Krings 1973, 499). Freiheit ist weder die Unterwerfung unter eine unreflektierte Determination noch Determinationslücke. „Freiheit als transzendentales Bestimmen der Bestimmtheit bedeutet [...] eine affirmative Begründung von Notwendigkeit. Mit der Auflösung des Charakters bloßer Faktizität und der Vermittlung der Determination durch Handlung ist Freiheit vollzogen. Damit ist zugleich die Produktion und auch Manipulation von Notwendigkeitssystemen möglich geworden.“ (a. a. O.)

Eine andere Art von Verschärfung des Fundamentalgesetzes lässt sich mit Hilfe des Funktionsbegriffs durchführen. Das Pendel und das Sonnensystem sind z. B. Systeme ohne Funktion, ein thermodynamisches System, das sich in Richtung maximaler Entropie entwickeln, gehört zu den funktionalen Systemen, entsprechend auch autopoietische und soziale Systeme.

²⁹ Genau genommen ist das Problem komplizierter, da zwischen träger und schwerer Masse unterschieden werden muss.

Das funktionale Systemkonzept bezieht sich auf einen dynamischen Systemaspekt, auf ein spezifisches Verhalten oder Operieren des Systems. Die Funktion ist eine Prozesscharakteristik aller im System ablaufenden Prozesse und damit als Strukturelement komplementär zum dynamischen Operieren des Systems.³⁰ Dieses Konzept spielt sowohl in technischen Systemtheorien und der Kybernetik eine wichtige Rolle, als auch in Input-Output-Konzepten wie der behavioristischen Reiz-Reaktionstheorie und dem Funktionskonzept der Soziologie, Psychologie und Physiologie.

Eine weitere Spezialisierung des Fundamentalgesetzes lässt sich mit dem Selbstorganisationskonzept durchführen, das eine spezifische Eigenschaft der Komplementarität $\langle S | P \rangle$ beschreibt, und zwar der wechselseitigen Bedingtheit von Struktur und Prozess. Die Systemoperationen erzeugen rekursive Bedingungsverhältnisse von Struktur und Prozess, die eine operationale Geschlossenheit zum Ausdruck bringen: selbstorganisierte Systeme sind operational geschlossen.

Struktur bedingt Prozess und Prozess bedingt Struktur

Formaler ausgedrückt:

$$S \Rightarrow P \Rightarrow S^* \Rightarrow P^* \Rightarrow S^{**} \dots$$

$S, S^*, S^{**} \dots$: Strukturen der Rekursion

$P, P^*, P^{**} \dots$: Prozesse der Rekursion

$X \Rightarrow Y$: X bedingt Y

Für quantitativ beschreibbare Systeme wird diese Rekursion für den kontinuierlichen Fall in mathematischer Kurzform mit Gleichungen der Art beschrieben:

$$dX/dt = \psi(X, \Pi)$$

Im Vektor $X = (x_1, \dots, x_n)$ sind die Systemvariablen x_i und im Vektor Π , der oft auch weggelassen wird, die freien Parameter π_i zusammengefasst. Die Änderung der Systemvariablen zu Folge der Systemoperationen hängt von den Systemvariablen und den Parametern ab, wobei einige Parameter sich auf den Umwelteinfluss beziehen. Dies ist zum Beispiel der Strom durch einen Laser oder der Temperaturgradient bei den Benard-Zellen. Eine stationäre Lösung, bei der sich das System in einem Attraktor befindet, existiert nur, wenn diese (Kontroll-)Parameter spezifische Werte besitzen.

Die spezifische Struktur-Prozess-Rekursion ist jeweils das Ergebnis der Komplementarität von Selbstentwicklung und Fremdentwicklung. Doch die Fremdentwicklung beeinträchtigt oder verhindert nicht die operationale Geschlossenheit, sondern ist Bedingung ihrer Möglichkeit. Die Entwicklung endet in einem Gleichgewicht, bricht ab oder führt ins Chaos. Der Begriff der Selbstorganisation findet seine Anwendung von der Ebene der Elementarteilchen über die molekulare bis zur soziobiologischen und soziokulturellen Ebene.

Die Selbstentwicklung ist die Eigengesetzlichkeit, die Autonomie des Systems, die Fremdentwicklung die hierzu komplementäre Heteronomie des Systems, die der Systementwicklung durchaus förderlich sein kann, sie ermöglicht sie sogar erst. Der Strukturentwicklungsprozess eines Systems hängt also vom jeweiligen Entwicklungsstadium der Systemstruktur und den Beziehungen zu den Umweltsystemen ab. Über dieses Charakteristikum der Autonomie geht Selbstorganisation hinaus, indem sie den Selbsterhalt des Systems

³⁰ „Als Funktion eines Systems bezeichnet man die Gesamtcharakteristik aller ablaufenden Prozesse.“ E. Jantsch (1982, 65)

umfasst, d. h. die Reproduktion dieser Rekursivität bzw. des stabilen, invarianten Gleichgewichtes.

Für das Subjekt lässt sich die Entwicklung der kognitiven Struktur in zwei grundsätzlich unterschiedliche Entwicklungstypen differenzieren, in die durch die Erkenntnistätigkeit bedingte und in die durch die Erfahrung bedingte Entwicklung. Erfahrung findet in jeder Tätigkeit statt, auch in der Erkenntnistätigkeit. Die Erkenntnistätigkeit als Aktion steht mit der Erfahrung als Widerfahrnis in einer komplementären Beziehung: Widerfahrnis ist die Rückwirkung der Wechselwirkung auf das Subjekt.

Die mit dem Tätigkeitssystem aktivierte (Mittel-)Struktur S_M , eine Teilstruktur der Gesamtstruktur ($S_M \sqsubseteq S_G$) bedingt den (Strukturbildungs-)Prozess P und P bedingt die Struktur S^*_M ; S^*_M bedingt P^* .

Der Prozess P setzt sich aus einem Prozess P' und einem Erfahrungsprozess P_{EF} zusammen ($P \equiv P' \oplus P_{EF}$). Dabei kann P' eine beliebige Tätigkeit sein, speziell die Erkenntnistätigkeit P_{EK} . In diesem letzten Fall existieren zwei verschiedene Entwicklungsprozesse der kognitiven Struktur, der Erkenntnis- und der Erfahrungsprozess. Diese Entwicklung kann durch etliche Rückkopplungen bestimmt und damit recht komplex sein. Dennoch lässt sich die Entwicklung der kognitiven Struktur, entsprechend der Paradigmenentwicklung, in zwei Hauptphasen differenzieren:

1. Phase: Die neue Struktur S^* ist primär Objekt der Entwicklung und sekundär Mittel seiner eigenen Aneignung.
2. Phase: Die neue Struktur ist primär Mittel S^*_M der Weiterentwicklung und sekundär Objekt. (z. B. Konsolidierung des Paradigmas nach Kuhn)

Qualitative Systemtheorien

Entsprechend der Fundamentaltheorie besteht eine qualitative Systemtheorie aus dem Fundamentalgesetz und seinen Spezialisierungen relativ zum Entwicklungsstadium der Theorie. Die Besonderheit besteht darin, dass etliche Spezialisierungen erst mit konkreten Anwendungen durchgeführt werden können, d. h. mit der interpretierten Systemtheorie. So führt z. B. erst der konkrete Gegenstand der Anwendungen zu spezifischen Komplementaritäten. Beispiele dieser Art sind in Abschnitt 6 aufgeführt, und zwar im Kontext der Tätigkeitsinteraktion. Entsprechendes gilt für empirische Gesetze und Quasigesetze. Von besonderer Bedeutung sind intensional verschärfende quantitative Gesetze in Form einer Teilmetrisierung der qualitativen Gesetze. Die Einbettung solcher Gesetze in den qualitativen Kontext schafft auch Verbindungen zwischen den Gesetzen bzw. den Objektbereichen, was für transdisziplinäre Projekte wesentlich ist.

8. Grundzüge einer Systemtheorie der Tätigkeit

Im Allgemeinen sind Handlungstheorien – zum Teil unter fiktiver Bezugnahme auf die Physik³¹ – am so genannten kausalistischen Ansatz ausgerichtet, der wesentlich durch D. Davidson (1963) geprägt wurde. Nach dieser Konzeption sind Handlungen ausgezeichnete

³¹ Hervorgehoben wird das so genannte Kausalparadigma der Physik. Doch Kausalität wird in der Physik auf Determinismus reduziert. Es gibt kein physikalisches Gesetz, in dem die Termini *Ursache* und *Wirkung* vorkommen.

Körperbewegungen, die als Wirkungen mentaler Ursachen wie Absichten, Überzeugungen und Wünsche interpretiert werden.

Ein Vorgehen zur Präzisierung des Handlungsbegriffs, das sich insbesondere im Methodischen Konstruktivismus großer Beliebtheit erfreut, besteht darin, Handlungen von anderen Entitäten abzugrenzen. Allgemeine Entitäten, wie Geschehnisse, bilden den Ausgang der Unterscheidungen; sie werden zunächst in Regungen und Bewegungen und dann die Regungen in Verhalten und Handlungen differenziert.³² Zur Unterscheidung von Verhalten und Handlung dient das Kriterium, dass zum Handeln aufgefordert werden kann, nicht aber zum Verhalten wie Stolpern oder Niesen. Es gibt auch (häufig kritisierte) Definitionsversuche, Handlungen als Befolgung von Selbst- oder Fremdaufforderungen zu bestimmen.³³

Gegen solche Verfahren wendet Luhmann (1982, 366) kritisch ein: „Auch die Abdichtung des Phänomens Handlung gegen andersartige Phänomene wirkt als Abstraktionssperre; ganz zu schweigen von der verbreiteten Vorstellung, eine Handlung sei etwas Konkretes.“ Entsprechend vermag eine so entwickelte Handlungstheorie die phänomenologische, lebensweltliche Ebene nicht zu transzendieren.

Eine Theorie der Handlung konstituiert Handlungen als Prozesse mit Funktionen, die durch (mentale und physische) Strukturen bedingt sind, d. h.: als Systeme. Die Funktionen sind auf die Realisierung eines ideellen oder materiellen Gegenstandes, dem so genannten „nützlichen Resultat“ (Anochin 1978), ausgerichtet. Diese Realisierung, eine Transformation antizipierter Möglichkeit in Wirklichkeit, ist eine Veränderung, Verhinderung, Entwicklung, Herstellung oder ein Erhalt eines Gegenstandes. Ideelle Gegenstände sind z. B. die Herstellung und der Erhalt sozialer Beziehungen, die Entwicklung von Gesetzen und Theorien oder die Konzeption von Bau- oder Konstruktionsplänen für materielle Objekte wie z. B. technische Artefakte.

Anochin sieht im nützlichen Resultat den systembildenden Faktor als einen das funktionale System determinierenden Faktor. Dieser lässt sich in zwei wechselseitig aufeinander bezogene (komplementäre) Parameter differenzieren, einen Systemparameter – den ‚Zweck‘ (‚Zweckzustand‘, ‚Zweckparameter‘) – und einen Objektparameter, das Resultat (Resultatzustand, Resultatparameter). Der Systemparameter charakterisiert das funktionale System und der Objektparameter dasjenige Objektsystem, mit dem das funktionale System interagiert. In dieser Interaktion findet eine situationsbedingte Regulation des Entwicklungsprozesses statt. Der systembildende Faktor ändert sich somit innerhalb des gesamten Prozesses, dem Prozess des funktionalen Systems und dem des Objekts (Objektsystems). Im Ausgangszustand liegt zunächst der ‚Zweckzustand‘ vor, dem ein noch nicht durch die Interaktion veränderter Ausgangszustand des Objektsystems korrespondiert. Dies bedeutet keineswegs, dass unbedingt ein spezielles Objekt vorliegen muss, wie dies beispielsweise aus solchen Prozessen der Nahrungsaufnahme biologischer Organismen hervorgeht, die eine Nahrungssuche einschließt oder aus der Entwicklung einer Theorie, um eine Anomalie aufzuheben. Der Endzustand zeichnet sich durch die Realisierung des ‚Zwecks‘ im nützlichen Resultat aus. Die Zwischenzustände bestehen aus einem spezifischen Verhältnis von ‚Zweckzustand‘ und (bis dahin erreichtem) Resultat.

32 Vgl. z. B. (Hartmann 1996)

33 (Lorenz, Schwemmer 1975, 152) und zur Kritik (Hartmann 1996, 101ff)

Die im Folgenden skizzierte Theorie der Tätigkeit nimmt Bezug auf die Tätigkeitstheorie der Kulturhistorischen Schule Russlands, speziell auf Arbeiten von Leontjew (1982), enthält aber auch zum Teil grundsätzliche Modifikationen. Die wesentlichsten sind die Erkenntnistheorie sowie eine systemtheoretische Ausrichtung. Hierdurch wird der Realismus des dialektischen Materialismus zugunsten einer Konstitutionstheorie der Realität aufgegeben und eine dynamische Beschreibung der Tätigkeit in Form von Tätigkeitssystemen ermöglicht.

Die Tätigkeitstheorie bezieht sich auf drei hierarchisch geordnete Ebenen: Tätigkeiten, Handlungen und Operationen. Im Prinzip finden sich diese Ebenen auch in der Handlungstheorie des Methodischen Konstruktivismus wieder. Die Ebene der Tätigkeiten entspricht hier den Selbstzweckhandlungen, z. B. Mußhandlungen wie dem Musizieren. Es handelt sich hierbei um Handlungen deren Zweck in der Ausführung der Handlung selbst besteht.³⁴ Die Operationen entsprechen Verhaltenselementen, die in den Handlungen enthalten sind: Eine Handlung, wie z. B. das Türschließen, kann auf verschiedene Art und Weise durchgeführt werden.³⁵ In einer systemtheoretischen Konzeption sind die Teile eines Tätigkeitssystems Handlungssysteme und die Teile der Handlungssysteme Operationssysteme.

Bis auf rein physiologische Operationen liegt allen Systemen eine physisch-mentale Struktur zugrunde, mit einer Komplementarität von Mentalem und Physischem $\langle M|P \rangle$. Für diese ist anzunehmen, dass das Mentale eine Komplementarität von Theoretischem und Empirischem³⁶ $\langle T|E_p \rangle$ ist und diese komplementäre Einheit wiederum eine Komplementarität von Rationalem und Emotionalem $\langle R|E_m \rangle$. Wahrnehmungen, Beobachtungen, und Erkenntnisse werden damit emotional bewertet. Diese beiden Komplementaritäten bilden die Geschlossenheit bzgl. Information, mit der durch sie bedingten Offenheit als komplementären Gegensatz: Diese gesamte Komplementarität bestimmt damit die Komplementarität von Bestätigung und Erstmaligkeit von Information. In formaler Kurzform ausgedrückt:

$\langle M|P \rangle \uparrow_1 \langle T|E_p \rangle \uparrow_{1,2} \langle R|E_m \rangle$. Mit den Unterscheidungsoperationen \uparrow_1 , für die Unterscheidung der ersten Entität, und $\uparrow_{1,2}$, für die Unterscheidung beider Entitäten.

Tätigkeitssystem

Gesamtsystem mit Handlungssystemen als Teilen, dem Tätigkeits-Prozess und der Tätigkeits-Funktion:³⁷ Die nützlichen Resultate der Funktion, dasjenige also, das durch den Tätigkeitsprozess realisiert wird, können bewusst bzw. explizit oder vorbewusst bzw.

34 „Bei Selbstzweckhandlungen erscheint das Reden über Zweck und Mittel nicht angemessen, weil sie zum Beispiel für Ruhe und Entspannung nicht in derselben Weise ein Mittel sind wie das Türschließen für das Beenden des Durchzugs oder Lärms. Andererseits sind sie dennoch als Handlungen zu bestimmen, weil sie uns von anderen als Verdienst oder Schuld zugerechnet werden: Das entlastende Selbstgespräch beispielsweise kann – im Seminar aktualisiert – den Nachbarn in seiner Konzentration stören. Damit bleibt die Rede von Mitteln immer auf eine explizite Angabe von Zwecken bezogen.“ (Janich 2001, 39)

35 Hartmann 1996

36 Die neuere Wissenschaftstheorie drückt dies durch Wendungen der Form aus: Alle Beobachtungen sind theoriebeladen.

37 Im Folgenden soll aus sprachlichen Vereinfachungsgründen unter Tätigkeit, Handlung und Operation sowohl der Prozess als auch die Funktion mit dem jeweiligen nützlichen Resultat verstanden werden, sofern aus dem Kontext hervorgeht, was gemeint ist.

implizit sein. Sie werden „Motive“ – wenn vorbewusst – bzw. „Zielmotive“ – wenn bewusst – genannt. Auch die vorbewussten Motive sind nach Leontjew nicht vom Bewusstsein getrennt, sie treten als emotionale Tönung der Handlung in Erscheinung und bringen somit eine bewertende Beziehung zwischen den Motiven und der möglichen Realisierung durch die Handlungen zum Ausdruck. Ab dem fortgeschrittenen Kindesalter besteht nach Leontjew das nützliche Resultat aus mehreren Motiven mit einer hierarchischen Struktur (Motivstruktur). Die Motive der Tätigkeit befriedigen Bedürfnisse und die Bedürfnisse sind die bedingenden Faktoren der Tätigkeitsfunktion mit ihrem nützlichen Resultat als abschließenden Anpassungseffekt. Mit den Motiven ist das Subjekt in die soziale und natürliche Umwelt integriert.

Während Leontjew jedoch den Motivbegriff hinreichend präzise expliziert, ist der Bedürfnisbegriff dagegen weniger präzise, so dass Leontjew i. Allg. auch nur von Motiven und nicht von Bedürfnissen spricht. Es besteht insbesondere das Problem, die Differenzierung und Integration der den Motiven zugeordneten Bedürfnisse zu beschreiben sowie empirische Entscheidungsverfahren zu entwickeln. Es ist daher nicht plausibel, neben der Motivdifferenzierung noch eine Bedürfnisdifferenzierung einzuführen, die für die Anwendung der Theorie irrelevant zu sein scheint.

Eine Alternative lässt sich aus der naturwissenschaftlichen Beschreibung autopoietischer Systeme entwickeln. Die Funktion dieser Systeme ist primär ihr Selbsterhalt. Für eine, die menschliche Tätigkeit integrierende Beschreibung autopoietischer Systeme, bietet sich eine auch die Tätigkeit einbeziehende Funktion an. Hierbei wird die grundsätzliche Beziehung zwischen Mentalem und Materiellem bzw. Psychischem und Physischem als komplementäre Beziehung angenommen. Die integrierende Erweiterung des (primären) Selbsterhalts lässt sich mit dem Terminus *Selbstverwirklichung* beschreiben³⁸: Die Motivrealisierung dient der Selbstverwirklichung und die ‚Ausrichtung‘ der Selbstverwirklichung wird durch die Motive bestimmt. Die Motivstruktur und die Selbstverwirklichung (als dynamisches Gleichgewicht) stehen in einer komplementären Beziehung zueinander.

Handlungssystem

Handlungssysteme sind Teile des Tätigkeitssystems und die Teile eines Handlungssystems sind Operationssysteme. Handlungssysteme werden mit dem Tätigkeitssystem aktiviert und sind durch die Motive bedingt: Die Handlungs-Funktionen realisieren die Motive. Die nützlichen Resultate der Handlungen werden „Ziele“ genannt. Ziele sind stets bewusst. Eine Handlung entsteht mit dem Ziel als Antizipation und endet mit der Zielrealisation. Jedes Handlungssystem aktiviert Operationssysteme.

Operationssystem

Operationssysteme sind Teile eines Handlungssystems, ihre Funktionen sind auf die Realisierung der Handlungsziele ausgerichtet. Die nützlichen Resultate der Operationen sind nicht bewusst aber u. U. bewusstseinsfähig. Eine Operation entsteht mit ihrem nützlichen Resultat und endet mit der Realisation des nützlichen Resultates. Operationen sind durch Bedingungen bestimmt, sie sind sozusagen der ‚Motor‘ für die höheren Prozesse und Funktionen, den Handlungen und Tätigkeiten. Die Teile des Tätigkeitssystems und die Tei-

38 Dieser vorbelastete Terminus wird hier in Ermangelung eines besseren verwendet.

le der Handlungssysteme bilden miteinander einen funktionalen Zusammenhang: Die Funktionsstrukturen sind bedingende Faktoren der Systemprozesse. Es sind jeweils die nützlichen Resultate der hierarchisch höheren Ebene, die die Teile der niedrigeren Ebene und die Systemdynamik determiniert.

Gleiche Tätigkeiten können durch verschiedene Handlungen und gleiche Handlungen durch verschiedene Operationen realisiert werden. Umorganisationen dieser Art kommen u. a. dann vor, wenn die nützlichen Resultate der Tätigkeiten durch die Handlungen oder die der Handlungen durch die Operationen nicht realisiert werden können. Dies tritt insbesondere dann auf, wenn spezifische Bedingungen oder Mittel mentaler wie materieller Art zur Realisierung der Operationen nicht vorhanden sind.

Darüber hinaus können sich die Motivstrukturen derart umbilden, dass sie zu nützlichen Resultaten werden, die den spezifischen Situationen angepasst sind. Das zunächst höher-rangige Motiv, z. B. eine spezifische wissenschaftliche Arbeit, weicht einem zuvor nieder-rangigen, z. B. der Existenzsicherung.

Dynamik

Es wird jeweils ein Tätigkeitssystem aktiviert. Der Wandel eines Tätigkeitssystems oder Übergang von einem Tätigkeitssystem zu einem anderen ist ein dynamischer Prozess, der durch kein besonderes Agens, wie dem Willen, bedingt ist, sondern durch die Komplementarität von Motivstruktur und Selbstverwirklichung – eine spezifische Struktur-Prozess-Komplementarität. Bedingt die Motivstruktur des aktivierten Tätigkeitssystems die Selbstverwirklichung nicht mehr hinreichend, so tritt eine Änderung der Tätigkeitssysteme ein, eine Modifikation der Motivstruktur, die Aktivierung eines anderen Systems oder die Entwicklung eines neuen Tätigkeitssystems.

Dem System der Tätigkeitssysteme liegt eine Selbstorganisationsdynamik zugrunde: Tätigkeitssysteme können instabil werden und über Fluktuationen evolvieren, aber auch devolvieren. Tätigkeiten können zu Handlungen herabsinken, indem sie direkt nichts mehr zur Selbstverwirklichung beizutragen vermögen und umgekehrt Handlungen zu Tätigkeiten emporsteigen, indem sie Selbstverwirklichungsqualität erreichen. Auch Handlungen können durch Routine zu Operationen werden, die dann komplexere Handlungen zu realisieren vermögen. Weitere Operationsbildungen entstehen in Selbstorganisationsprozessen, z. B. durch Integration von einfacheren Operationen zu komplexeren bei der Realisierung von Handlungszielen.

Es gibt einzelne Tätigkeiten, die im Wesentlichen innere Tätigkeiten sind. Dies können z. B. Erkenntnistätigkeiten sein. Im Allgemeinen realisieren solche Tätigkeiten den Motiven entsprechende äußere Prozesse, Handlungen und motorische Operationen. Entsprechend können einige Handlungen und Operationen, die eine äußere Tätigkeit realisieren, innere, geistige Prozesse sein. Die Transformation von innen nach außen (Exteriorisation) und von außen nach innen (Interiorisation) vollzieht sich im wechselseitigen Bedingungsverhältnis, der Komplementarität von Interiorisation und Exteriorisation.

Persönlichkeitscharakteristik

Nach Leontjew (1982, 83) ist die „Tätigkeit [...] eine ganzheitliche, nicht aber eine additive Lebenseinheit des körperlichen, materiellen Subjekts“..., deren „reale Funktion darin bes-

teht, das Subjekt in der gegenständlichen Welt zu orientieren.“ Die Tätigkeiten gehen in ihrer Entwicklung hierarchische Beziehungen ein, sie bilden ein System mit eigener Struktur, mit eigenen inneren Übergängen und Umwandlungen und eigener Entwicklung: sie sind die Grundlage der Persönlichkeit.

Für Leontjew liegt die „reale Grundlage der Persönlichkeit eines Menschen nicht in seinen genetisch festgelegten Programmen, nicht in den Tiefen seiner natürlichen Anlagen und Triebe und sogar nicht einmal in den erworbenen Fertigkeiten, Kenntnissen und Fähigkeiten – auch in den beruflichen nicht, sondern in jenem System von Tätigkeiten, die durch diese Kenntnisse und Fähigkeiten realisiert werden“ (ebd., 177).

Es sind also vielmehr die Tätigkeitshierarchien, die durch ihre eigene Entwicklung erzeugt werden, die den „Kern der Persönlichkeit“ (ebd.) bilden.

Die Persönlichkeit ist nach diesem Ansatz eine statische Charakteristik des Systems der Tätigkeitssysteme. Einbezogen wird nicht die Abfolge und Wandlungsdynamik der Beziehungen zwischen den Tätigkeitssystemen. Relativ zur dynamischen Gesamtcharakteristik, die sich durch diese Beziehungen ergibt, ist der „Kern der Persönlichkeit“ eine emergente Eigenschaft auf dem Niveau der Ganzheit des Systems der Tätigkeitssysteme.

Regulation

Auf jeder Ebene eines Tätigkeitssystems können Störungen auftreten. Auf der Tätigkeitsebene z. B. durch einen Konflikt zufolge hierarchisch gleichrangiger Motive, die aufgrund einer spezifischen Umweltsituation nicht gleichzeitig realisierbar sind. Störungen auf der Handlungsebene sind durch Probleme der Zielrealisation bzw. Zielexplication oder den Aufbau eines Handlungssystems möglich und auf der Operationsebene durch nicht hinreichende Bedingungen, fehlende Mittel oder beim Aufbau eines Operationssystems. Es ist der systembildende Faktor, der alle verfügbaren Mechanismen des Systems aktiviert um die Störung zu überwinden. Gelingt dies nicht, so ist ggf. über die Reflexion (Reflexionstätigkeit oder Orientierungstätigkeit) des Tätigkeitssystems eine Regulation möglich. In schwierigen Fällen, z. B. bei wissenschaftlichen Anomalien, die auch die Metaebene einbeziehen, besteht die Möglichkeit der simultanen Entwicklung beider Tätigkeiten, und zwar im wechselseitigen Bedingungs Zusammenhang.³⁹

Über die Reflexion gelungener Regulationen ist die Abstraktion von Methoden (Systeme von Regeln mit Aufforderungscharakter) möglich, die als Mittel zur Regulation, z. B. zum Aufbau von Operations- und Handlungsstrukturen (Operationen bzw. Handlungen mit ihren Beziehungen zueinander), eingesetzt werden können. Die Struktur der Methoden bestimmt, in welcher Weise (Reihenfolge, Wiederholbarkeit etc.) die Regeln anzuwenden sind. Das Endobjekt einer Regelanwendung muss ein mögliches Ausgangsobjekt der folgenden Regelanwendung bilden.

³⁹ Ein Beispiel bildet der Übergang von der klassischen zur nichtklassischen Physik.

Literatur

- Anochin, P. K.: Beiträge zur allgemeinen Theorie des funktionellen Systems. Jena 1978.
- 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.
- Carnap, R.: An Introduction to the Philosophy of Sciences. New York 1966.
- Cherry, C.: Kommunikationsforschung – eine neue Wissenschaft. Frankfurt/M. 1967
- Davidson, D.: Actions, Reasons and Causes. In: Journal of Philosophy 60, 1963, S. 685-700.
- 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.
- Hartmann, D.: Kulturalistische Handlungstheorie. In: Hartmann, D.; Janich, P. (Hg.): Methodischer Kulturalismus. Zwischen Naturalismus und Postmoderne. Frankfurt a. M. 1996, S. 70-114.
- Hempel, C.; Oppenheim, P.: Studies in the Logic of Explanations. In: Philosophy of Science Bd. 15 (1948), S. 135 – 175.
- Hübner, K.: Kritik der wissenschaftlichen Vernunft. Freiburg/München 1979.
- Janich, P.: Logisch-pragmatische Propädeutik. Weilerstwit 2001.
- Jantsch, E.: Die Selbstorganisation des Universums. München 1982.
- Krings, H.: Freiheit. In: H. Krings, H. M. Baumgartner, Ch. Wild (Hg.): Handbuch philosophischer Grundbegriffe, Bd. 2. München, 1973, 493 – 510.
- 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.
- Kuhn, T. S.: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt/M. 1981.
- Lakatos, I.: Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes. In: Lakatos, I.; Musgrave, A. (eds.): Criticism and the Growth of Knowledge. Cambridge 1970, S. 174-182.
- Leontjew, A. N.: Tätigkeit, Bewußtsein, Persönlichkeit. Köln 1982.
- Lorenzen, P.; Schwemmer, O.: Konstruktive Logik, Ethik und Wissenschaftstheorie. Mannheim 1975.
- Luhmann, N.: Autopoiesis, Handlung und kommunikative Verständigung. Zeitschrift für Soziologie, Jg. 11, Heft 4, 1982, 366 – 379.
- Maturana, H. R.: Erkennen: Die Organisation und Verkörperung von Wirklichkeit. Braunschweig/ Wiesbaden 1985.
- Meyer-Abich, K. M.: Korrespondenz, Individualität und Komplementarität: Eine Studie zur Geistesgeschichte der Quantentheorie in den Beiträgen Niels Bohrs. Wiesbaden 1976.
- Peirce, Ch. S.: Collectet Papers of Vol. 1 to 6. Editors: Hartsborne, Ch., Weis, P., Cambridge 1960.
- Prigogine, I.: Vom Sein zum Werden. München/Zürich 1980.
- Prigogine, I.; Stengers, I.: Dialog mit der Natur. München/Zürich 1981.
- Popper, K. R.: Logik der Forschung. Tübingen 1973.
- Shanon, C. E.; Weaver, W.: The mathematical theory of communication. Urbana 1949, dtsh.: Mathematische Grundlagen der Informationstheorie. Wien/München 1976.
- Sneed, J. P.: The Logical Structure of Mathematical Physics. Dordrecht 1971.
- Stegmüller, W.: Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Band II, Erster Halbband. Berlin/Heidelberg/New York 1970.

- Stegmüller, W.: Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Band II, zweiter Halbband. Berlin/Heidelberg/New York 1973.
- Suppes, P.: Probabilistic Metaphysics. Uppsala 1974.
- 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.
- Wittgenstein, L.: Philosophische Untersuchungen. Frankfurt/M. 1967.
- Wolze, W.: Zur Entwicklung naturwissenschaftlicher Erkenntnisssysteme im Lernprozess. Wiesbaden 1989.
- Wolze, W.: Interdisziplinarität und Systemtheorie. Entwicklungsperspektiven. Z-*ISB*, 02/2008a.
- Wolze, W.: Kausalität. Sind Systeme mit Kausalbegriffen beschreibbar? Z-*ISB*, 03/2008b.
- Wolze, W. T.: Pragmatische Information in autopoietischen Systemen, Teil I. Z-*ISB* 05/ 2009

Kontakt
Dr. phil., rer. nat. habil. W. T. Wolze
Wolze@paedagogik.uni-kiel.de