

**Strukturalistische Wissenschaftstheorie:
Eine kurze Einführung**

Klaus Manhart

Überarbeitete Fassung aus meiner Dissertation

„KI-Modelle in den Sozialwissenschaften“,
Oldenbourg-Verlag, München, 1995

www.klaus-manhart.de
mail@klaus-manhart.de

München, Juli 2007

1. Einleitung

Seit den sechziger Jahren befindet sich das Standardtheorienkonzept, insbesondere die Methodologie des Kritischen Rationalismus, in einer tiefen Krise. Differenzierte Untersuchungen zur Geschichte der Naturwissenschaften haben ergeben, dass die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Disziplinen nicht im geringsten der Popperschen Falsifikationsmethodologie folgt. Wie die historischen Analysen zeigten, ist für weite Perioden naturwissenschaftlicher Forschung nicht der Versuch charakteristisch, Theorien zu widerlegen, sondern diese zu bestätigen und zu verteidigen - auch gegen jegliche empirische Evidenz.

Bahnbrechend für die Kritik des Kritischen Rationalismus war die Arbeit des Wissenschaftshistorikers Thomas S. Kuhn (1991, zuerst 1962): „The Structure of Scientific Revolutions“. Kuhn wandte sich gegen die bis dato allgemein akzeptierte Vorstellung, nach der (Natur-)Wissenschaft ein rationaler, kumulativer Prozeß sei, bei dem Theorien an der Erfahrung scheitern und durch neue, erfolgreichere und bessere Theorien ersetzt werden.

Kein einziger, von Kuhn aufgedeckter Ablauf hatte auch nur die geringste Ähnlichkeit mit der Popperschen Falsifikationsschablone. Wenn alte Theorien von neuen Theorien verdrängt wurden, dann *ohne* Dazwischenschaltung von Erfahrung, oft durch „irrationale“ Mittel der Überredung, Propaganda oder Tod einer Forschergeneration. Bei dieser „außerordentlichen“ Form der Wissenschaft handelt es sich um traditionszerstörende Ersetzungen und „wissenschaftliche Revolutionen“ im Gegensatz zur „normalen Wissenschaft“, in der Wissenschaftler ihre Tätigkeit im Rahmen einer bestimmten wissenschaftlichen Tradition - eines „Paradigmas“ - verrichten (Stegmüller 1979: 737-738).

In der normalen Wissenschaft halten Forscher an einer Theorie fest, auch wenn Anomalien auftreten und die Theorie nach dem Falsifikationskriterium eigentlich aufzugeben wäre. Mit seinen provozierenden, aber zum Großteil zutreffenden Analysen der wissenschaftlichen Entwicklungsprozesse leitete Kuhn eine historisch-pragmatische Wende in der Wissenschaftstheorie ein.¹

Die idealisierend-normative Ausrichtung der analytischen Wissenschaftstheorie und die damit verbundene, immer größer werdende Kluft zur realen Wissenschaft zeigte sich auch in anderen Bereichen. Ein Beispiel sind die miteinander rivalisierenden induktiven Bestätigungs- und deduktiven Bewährungstheorien. Ihren Kritikern zufolge

¹ Mit der historisch-pragmatischen Wende wurde von dem Dogma Abschied genommen, Wissenschaftstheorie könne allein mit den syntaktischen und semantischen Werkzeugen der modernen Logik betrieben werden. Stattdessen traten zunehmend wissenschaftshistorische, -psychologische und -soziologische Aspekte in den Vordergrund. Kuhn war für viele Wissenschaftsphilosophen und Substanzwissenschaftler der Anlass, sich endgültig von den Programmen der Logischen Empiristen und Kritischen Rationalisten zu lösen. Eine ausführliche Rezeption des Werks von Kuhn findet sich z.B. in Stegmüller (1979).

werden in diesen Metatheorien nicht faktische Vorkommnisse in den Einzelwissenschaften unter einem idealisierenden Aspekt betrachtet, und den Wissenschaftlern werden Argumentationsweisen unterstellt, die es niemals auch nur in Ansätzen gegeben hat (Stegmüller 1973: 4).

Die klare Diskrepanz zwischen dem faktischen Verlauf wissenschaftlicher Forschung und den postulierten wissenschaftstheoretischen Rationalitätsnormen bildete jedoch nicht den unmittelbaren Auslöser für die Entwicklung der strukturalistischen Wissenschaftstheorie. Als wesentliche Triebfeder für die Ausarbeitung der neuen Wissenschaftstheorie wird in der Literatur die Kritik am Zweistufenkonzept der Wissenschaftssprache betrachtet.

Diese Kritik äußerte sich in verschiedenen Formen. Zum Teil richtete sie sich gegen den Begriff der Beobachtungssprache selbst, zum Teil wurde die Eindeutigkeit der Dichotomie „beobachtbar-theoretisch“ bezweifelt. Es machte sich mehr und mehr die Überzeugung von der „Theorienbeladenheit aller Beobachtungen“ und der Nichtexistenz einer neutralen, theorieunabhängigen Beobachtungssprache breit (Stegmüller 1973: 27-34).

Insbesondere die genaue Rolle, die theoretische Terme in einer Theorie spielen, war ungeklärt und letztendlich Auslöser für den Strukturalismus. Alle bisherigen Versuche, theoretische von nicht-theoretischen Begriffen abzugrenzen, waren von Negativität gekennzeichnet in dem Sinn, dass ein Begriff theoretisch ist, weil er nicht zur Beobachtungssprache gehört. Tatsächlich scheint jedoch in vielen Fällen etwas wesentlich Stärkeres intendiert zu sein, nämlich, dass ein Term bezüglich einer Theorie deshalb theoretisch ist, weil er im Rahmen der Theorie eine ganz bestimmte Stellung einnimmt, die ihn von jenen Termen, die diese Stellung nicht einnehmen, scharf unterscheidet. Hilary Putnam hat diese Herausforderung prägnant wie folgt formuliert: was genau hat ein theoretischer Term, der mit Recht so genannt wird, mit der wissenschaftlichen Theorie, in der er vorkommt, zu tun? Was also sind die auszeichnenden Merkmale theoretischer Terme? (Stegmüller 1973: 31).

2. Grundzüge der strukturalistischen Theorienkonzeption

Das strukturalistische Theorienkonzept kann zur Diskussion um die Krise des Standardtheorienkonzepts wesentliche Beiträge und Lösungen anbieten und erlaubt es, empirische Forschung erheblich differenzierter zu betrachten als der Kritische Rationalismus oder Logische Empirismus. Es basiert auf Ideen von Patrick Suppes und wurde von Joseph Sneed (1971) in seinem Buch „The Logical Structure of Mathematical Physics“ ausgearbeitet.

Stegmüller widmete in den siebziger und achtziger Jahren einen Großteil seines Schaffens der Vereinfachung, Präzisierung und Popularisierung des Programms von

Sneed. Beide entwickelten den Ansatz zusammen mit Wolfgang Balzer und anderen weiter.

Die strukturalistische Deutung von Theorien wurde ursprünglich in Absetzung zum nicht mehr für adäquat gehaltenen Aussagenkonzept als Nicht-Aussagenkonzept („non-statement view“) bezeichnet und später umbenannt. Der Grund für die Bezeichnung „Strukturalismus“ liegt darin, dass Theorien nicht mehr als System von Sätzen gedeutet werden, sondern als Gebilde, deren wichtigste Bestandteile mathematische Strukturen sind (Stegmüller 1979: 752).

Ein charakteristischer Grundzug der strukturalistischen Theoriensicht ist ihre liberale und pragmatischere Auffassung von Wissenschaftstheorie. Dies bezieht sich insbesondere auf drei Aspekte. Erstens beschränkt sich die strukturalistische Wissenschaftstheorie nicht auf eine rein formale Analyse von Theorien, sondern erlaubt den Einbezug wissenschaftshistorischer, -psychologischer und -soziologischer Aspekte.

Zweitens ist das strukturalistische Programm - anders als der Logische Empirismus und Kritische Rationalismus - nicht normativ orientiert. Das Interesse der strukturalistischen Schule gilt vielmehr der *rationalen Rekonstruktion* oder *Explikation* bestehender Theorien. Damit ist gemeint, dass die *vorgegebenen* Konzepte einer Theorie (die *präsystematisch* vorgegebene Theorie) durch ähnliche, aber klarere, exaktere, konsistentere oder fruchtbarere ersetzt und dadurch Inkonsistenzen und Ungenauigkeiten beseitigt werden (Westermann 1987: 6). Die im Verhältnis zu seinen Vorläufern „bescheidene“ Funktion des Strukturalismus ist also eher systematisierend und beschreibend, allenfalls kommt dem Strukturalismus noch die Rolle eines Korrektivs zu, keinesfalls aber die eines Normgebers (Westermann 1987: 7).

Ein drittes Merkmal für die pragmatische und liberale Auffassung von Wissenschaftstheorie ist die Abkehr vom formalsprachlichen Vorgehen bei der Rekonstruktion von Theorien. Die von Carnap vertretene formalsprachliche Methode bedeutete eine vollständige Formalisierung einer Theorie in einer Kunstsprache, z.B. einem formalen mengentheoretischen System. Das strukturalistische Theorienkonzept hingegen legt bei der Rekonstruktion kein formales mathematisches System zugrunde, sondern nur *informelle* Logik und Mengenlehre.

In der von Stegmüller benutzten - scheinbar widersprüchlichen - Bezeichnung des strukturalistischen Vorgehens als „informelle Formalisierung“ soll ausgedrückt werden, dass Theorien zwar formal dargestellt werden, aber dieser Darstellung keine formale Kunstsprache zugrunde liegt. Logische Konstanten wie \wedge („und“), \vee („oder“), \neg („nicht“), \rightarrow („wenn...dann“), \forall (Allquantor) und \exists (Existenzquantor) sind nicht als Zeichen einer formalen Sprache aufzufassen, sondern als Abkürzungen für die entsprechenden umgangssprachlichen Ausdrücke, allerdings mit den bekannten Normierungen im Fall des wenn-dann (Stegmüller 1986: 21).

3. Informelle Axiomatisierung

Die Ausgangsidee der strukturalistischen Theorieninterpretation lässt sich auf Patrick Suppes zurückführen. Unter Verweis auf das so genannte Bourbaki-Programm in der Mathematik schlug Suppes vor, an die Stelle formalsprachlicher Methoden informelle mengentheoretische Axiomatisierungsverfahren zu setzen.² Die Axiomatisierung einer gegebenen Theorie geschieht dabei durch *Definition eines mengentheoretischen Prädikats* der Form „... ist ein P“.

Die mengensprachlich formulierten Axiome bilden bei diesem Vorgehen den Definitionsbestandteil des eingeführten Prädikats. In der Mathematik wird z.B. die Gruppentheorie oder die Wahrscheinlichkeitstheorie dadurch axiomatisiert, dass ein mengensprachliches Prädikat „...ist eine Gruppe“ oder „... ist ein Wahrscheinlichkeitsraum“ eingeführt wird. Die so genannten Axiome sind nichts anderes als bestimmte Bestandteile im Definiens des fraglichen Prädikats.

In einer kühnen, aber sehr nahe liegenden Verallgemeinerung, übertrug Suppes diesen Gedanken auf empirische Theorien der mathematischen Physik. „Die klassische Partikelmechanik zu axiomatisieren“ heißt dann, das mengentheoretische Prädikat „... ist eine klassische Partikelmechanik“ zu definieren.

Dieses Prädikat wird mit Hilfe der grundlegenden physikalischen Gesetze oder Axiome von Newton definiert, nämlich dem Trägheitsgesetz, dem dynamischen Grundgesetz (Kraft = Masse * Beschleunigung) und dem Actio-Reactio-Prinzip (vgl. Balzer/Moulines/Sneed 1987: 103-108). In analoger Weise bedeutet „die Quantenmechanik zu axiomatisieren“, das mengentheoretische Prädikat „... ist eine Quantenmechanik“ zu definieren und im Definiens die grundlegenden Gesetze der Quantenmechanik festzulegen. (Stegmüller 1980: 5).

Um den Leser nicht mit physikalischen Theoriedetails zu verwirren, wählen wir zur Illustration der Suppes-Methode den Strukturbegriff (die informelle Axiomatisierung lässt sich nicht nur mit Theorien durchführen, sondern mit beliebigen Begriffen). Der Strukturbegriff dient ja nicht nur als neuere Bezeichnung des hier behandelten Nicht-Aussagenkonzepts von Theorien, sondern wird insbesondere in den Sozialwissenschaften in schillernder Weise verwendet. Die folgende Definition legt den Term „Struktur“ durch Einführung des mengentheoretischen Prädikats „... ist eine Struktur“ fest (nach Balzer 1982: 273).

² Die „Bourbaki“-Gruppe war ein Zusammenschluss einer Reihe von Mathematikern nach dem zweiten Weltkrieg. Sie verfolgte das Ziel eines präzisen Aufbaus der modernen Mathematik. Das Bourbaki-Programm forderte ein klares axiomatisches Gerüst für jedes mathematische Teilgebiet, in dem scharf unterschieden wird zwischen Grundbegriffen, Definitionen, Axiomen und Theoremen. Die Mitglieder der Gruppe hatten wohlweislich darauf verzichtet, die Formalisierung der Mathematik in einer Kunstsprache vorzunehmen. Der Grund ist, dass so etwas außer für metamathematisch Interessierte nicht nötig sei und dass es außerdem die Realisierung des Projekts um mindestens hundert Jahre verzögert hätte. Das Programm ist mittlerweile zu einem großen Teil verwirklicht (Stegmüller 1979: 469-470).

Definition

x ist eine Struktur gdw es M_1, \dots, M_n und R_1, \dots, R_k gibt, so dass gilt:

- (1) $x = \langle M_1, \dots, M_n; R_1, \dots, R_k \rangle$
- (2) M_1, \dots, M_n sind nicht-leere Mengen
- (3) Für alle $i \in \{1, \dots, k\}$ gilt: R_i ist eine Relation über M_1, \dots, M_n

In dieser Definition ist „Struktur“ der zu definierende Begriff, der durch die mengensprachlichen Axiome (1)-(3) bestimmt wird. Die Axiome (1)-(3) sind dabei Bestandteile im Definiens des Definiendum „Struktur“. Sie besagen (in dieser Reihenfolge), dass eine Struktur ein $(n+k)$ -Tupel ist mit n nicht-leeren Mengen und k Relationen über diesen Mengen. Eine Struktur ist also informell gesprochen einfach eine Anzahl von Mengen mit bestimmten Relationen über den Mengen. Nachdem der Begriff der Struktur explizit definiert wurde, *wird man eine Entität dann und nur dann als Struktur bezeichnen, wenn die Axiome (1) bis (3) erfüllt sind.*

Das mengensprachliche Prädikat „... ist eine Struktur“ lässt zunächst offen, aus welcher Art von Objekten die Mengen M_i bestehen und wie die einzelnen Relationen R_i definiert sind. Bei den im zweiten Teil behandelten balancetheoretischen Strukturen wird M (mit $n, k = 1$) beispielsweise unter anderem als Menge von Personen und $R \subseteq M \times M$ als 2-stellige Freundschaftsrelation interpretiert.

Ist $x, y \in M$ und gilt xRy , so würde das in dieser Interpretation bedeuten, dass x Freund von y ist. Analog kann R als Machtrelation, Kommunikationsrelation usw. interpretiert werden. Ein Beispiel für eine 3-stellige Relation $R \subseteq M_1 \times M_1 \times M_2$ mit M_1 als Menge von Personen und M_2 als Menge „menschlicher Fähigkeiten“ wäre: x erkennt y bezüglich z an, wobei $x, y \in M_1$ und $z \in M_2$.

Wie die Interpretation auch sei, die mengensprachliche Strukturdefinition ist ein einfaches Beispiel für die Axiomatisierung eines sozialwissenschaftlich bedeutsamen Begriffs nach der Methode von Suppes.

4. Der mathematische Theoriekern

Suppes Vorschlag, die informelle mengentheoretische Axiomatisierung auch auf empirische Theorien anzuwenden, wurde von Sneed (1971) aufgegriffen. Sneed, der eigentliche Begründer des strukturalistischen Programms, ergänzte und präziserte den Ansatz von Suppes mittels informeller Semantik und Modelltheorie.

Eine vorexplikativ gegebene Theorie T informell mengentheoretisch zu axiomatisieren bedeutet - wie eben dargelegt - das die Theorie ausdrückende, mengentheoretische Prädikat „... ist ein P “ einzuführen. Alle Entitäten, welche das Prädikat P erfüllen, heißen *Modelle der Theorie T* . Modelle sind nichts anderes als der Begriffsumfang (die Extension) oder die „Wahrheitsfälle“ des entsprechenden Prädikats P und werden mit „ M “ bezeichnet. Ob man vom Prädikat „ P “ oder von der korrespon-

dierenden Menge „M“ der Modelle dieser Theorie spricht, läuft auf dasselbe hinaus, nur dass man sich im ersten Fall auf eine linguistische Einheit bezieht, im zweiten Fall dagegen auf deren Umfang (Stegmüller 1980: 5).

In der Definition des Strukturbegriffs nennt man z.B. jede Entität, welche die Axiome (1) bis (3) erfüllt, ein *Modell* des definierten Prädikats, und die Menge M der Modelle ist einfach die Extension des Prädikats „... ist eine Struktur“, also die Menge aller Entitäten, auf die das Prädikat zutrifft. Die linguistische Sprechweise „... ist ein P“ ist also der modelltheoretischen Redeweise „... ist ein Modell von T“ äquivalent.³

Bei empirischen Theorien bilden die Axiome, welche theoretische Zusammenhänge zwischen den Grundbegriffen festlegen, den wesentlichen Bestandteil der Modelldefinition. Axiome, die theoretische Zusammenhänge zwischen den Grundbegriffen fixieren, nennt man „*eigentlich inhaltliche*“ Axiome. Sie drücken das *Fundamentalgesetz* einer Theorie aus (im Fall mehrerer Gesetze ist das Fundamentalgesetz die konjunktive Verknüpfung der einzelnen Axiome). Alle und nur diejenigen Entitäten, welche das Fundamentalgesetz erfüllen, sind Modelle der Theorie.

Von den Modellen einer Theorie werden in der strukturalistischen Theorienkonzeption als zweite mengentheoretische Struktur die *potentiellen Modelle* unterschieden. Die Menge der potentiellen Modelle bezeichnet man als M_p . Mögliche oder potentielle Modelle entstehen aus Modellen, indem die eigentlich inhaltlichen Axiome weggelassen werden. Von potentiellen Modellen wird also nicht verlangt, dass sie die inhaltlichen Axiome wirklich erfüllen; sie definieren lediglich das Begriffsgerüst einer Theorie. Die Hinzunahme der eigentlichen Axiome ergänzt das potentielle Modell M_p zu einem Modell M.

Gegenstand des Interesses des Theoretikers ist grundsätzlich nur das, was sich mit den Begriffen des potentiellen Modells *beschreiben* lässt. Potentielle Modelle charakterisieren somit diejenigen Entitäten, von denen es überhaupt *sinnvoll* ist zu fragen, ob sie das Prädikat „... ist ein Modell von T“ erfüllen oder nicht. Die potentiellen Modelle bilden damit die größere Menge von Entitäten: zwischen Modell und potentiell Modell besteht die Teilmengenrelation, so dass jedes Modell ein potentielles Modell ist:

³ Es sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der Modellbegriff im strukturalistischen Theorienkonzept im präzisierten Sinn der modernen Logik und mathematischen Modelltheorie zu verstehen ist. Dieser Modellbegriff unterscheidet sich in der Regel vom Modellbegriff in informellen Kontexten empirischer Wissenschaft. Während empirische Wissenschaftler dahin tendieren, „Modell“ im Sinn eines „Bildes“ (eines Realitätsausschnittes) zu verwenden, benutzen Logiker und Mathematiker umgekehrt „Modell“ im Sinn der Dinge, die von einem Bild (= einer Theorie) dargestellt werden. Statt also zu sagen, dass bestimmte Gleichungen ein Modell subatomarer oder ökonomischer Phänomene sind, sprechen Formalwissenschaftler davon, dass die subatomaren oder ökonomischen Phänomene Modelle der Gleichungen sind, welche die Theorie repräsentieren. Der mathematische Modellbegriff hat den Vorteil, dass er klar definiert und gut etabliert ist (Balzer/Moulines/Sneed 1987: 2).

$$M \subseteq M_p.$$

Die eben dargelegte abstrakte Charakterisierung soll an einem natur- und sozialwissenschaftlichen Beispiel verdeutlicht werden. In der klassischen Partikelmechanik bestehen die Modelle aus Systemen von Teilchen, die mit Kräften und Massen ausgestattet sind und die außerdem die Newtonschen Gesetze erfüllen. In den meisten strukturalistischen Darstellungen wird nur die Gültigkeit des zweiten Newtonschen Gesetzes gefordert (Kraft = Masse * Beschleunigung), die anderen Axiome sind bereits Spezialgesetze.

In diesem Verständnis besteht die informelle Axiomatisierung der Theorie in der Definition des mengentheoretischen Prädikats „... ist ein Modell der klassischen Partikelmechanik“, wobei im Definiens das zweite Newtonsche Axiom enthalten ist. Alle Entitäten, die als Systeme von Teilchen mit Kräften und Massen beschreibbar sind *und* zusätzlich das inhaltliche Axiom von Newton erfüllen, sind damit Modelle der klassischen Partikelmechanik. Beispiele für solche Modelle wären das Planetensystem, das Teilsystem Erde-Mond oder frei fallende Körper an der Erdoberfläche.

Die potentiellen Modelle bilden die viel größere Gesamtheit der mit Massen und Kräften ausgestatteten Systeme von Teilchen, die *nicht* notwendig das zweite Gesetz von Newton erfüllen (Stegmüller 1979: 479). Ein Mückenschwarm könnte beispielsweise als potentielles Modell der klassischen Partikelmechanik betrachtet werden, da er ein solches Teilchensystem ist. Allerdings ist dieser kein Modell der Theorie, da das zweite Axiom hier nicht erfüllt ist.

Das eigentlich inhaltliche Axiom oder Fundamentalgesetz der Balancetheorie von Heider besagt, dass bestimmte kognitive Strukturen zum Gleichgewicht tendieren. Die informelle Axiomatisierung dieser Theorie besteht in der Definition des mengentheoretischen Prädikats „... ist ein Modell der Heider-Theorie“, wobei im Definiens der Definition das inhaltliche Axiom enthalten ist. Alle menschlichen Individuen, die diese Definition erfüllen - also alle Personen, deren kognitive Strukturen zu Balance tendieren - sind Modelle der Balancetheorie. Potentielle Modelle wären dann Personen mit kognitiven Strukturen, die in der Begrifflichkeit der Theorie beschreibbar sind, in denen aber das inhaltliche Axiom nicht unbedingt gelten muss.

Neben den Modellen und potentiellen Modellen gibt es als dritte Struktur in der strukturalistischen Wissenschaftstheorie die *partiellen potentiellen Modelle*, kurz: *Partialmodelle*. Diese entstehen aus den potentiellen Modellen, indem alle T-theoretischen Größen eliminiert werden.

Mit den T-theoretischen Termen hat es folgende Bewandnis. Die Behandlung theoretischer Begriffe war im Logischen Empirismus ein beträchtliches Problem,

bildete den zentralen Kritikpunkt und letztendlich den Auslöser für die Ausarbeitung des Strukturalismus. Der Strukturalismus behandelt theoretische Begriffe ganz anders als das Aussagenkonzept: ein Term ist nicht an sich entweder theoretisch oder nicht-theoretisch - wie im Programm von Carnap - sondern er ist *theoretisch relativ zu einer Theorie T*, was mit T-theoretisch ausgedrückt wird. Ein Term ist nach Sneed genau dann theoretisch relativ auf eine Theorie T, wenn ihre Messung stets die Gültigkeit von T voraussetzt (Stegmüller 1986: 33).

Theoretische Terme erhalten ihre Bedeutung typischerweise erst durch die Theorie, welche diese Terme benutzt. Beispielsweise hat der Begriff des „Unbewussten“ ohne Kenntnis der Freudschen Neurosenlehre eine unklare oder gar keine Bedeutung, so dass das „Unbewusste“ ein bezüglich der Freudschen Neurosenlehre theoretischer Begriff ist (Balzer 1982: 34ff.).

Die Abgrenzung T-theoretischer und nicht-T-theoretischer Größen setzt eine genaue Kenntnis der Theorie voraus. Partielle potentielle Modelle sind nun nichts anders als die um T-theoretische Größen reduzierten potentiellen Modelle. Die Menge dieser partiellen potentiellen Modelle bezeichnet man mit M_{pp} .

Theoretische Terme sind der erste Grund für die Immunität von Theorien gegen Widerlegung: kommen in Gesetzen T-theoretische Terme vor, so sind diese Gesetze unwiderlegbar.⁴ Für den Zweck einer solchen Widerlegung müsste man die Terme nämlich unabhängig von der Theorie bestimmen können, was wegen der T-Theoretizität gerade nicht möglich ist (Stegmüller 1986: 200-201).

In der klassischen Partikelmechanik ist beispielsweise die Unwiderlegbarkeit des zweiten Axioms immer wieder diskutiert worden, was damit begründet wurde, dass das Gesetz eine analytische Wahrheit oder Definition wäre. Strukturalisten erklären die Unwiderlegbarkeit des zweiten Axioms mit der T-Theoretizität von Masse und Kraft (Stegmüller 1980: 44-45).

Für die Sozialwissenschaften ist die Definition theoretischer Terme zu unflexibel und problematisch, da in sozialwissenschaftlichen Theorien alle Begriffe T-theoretisch sein können. Balzer (1985) ändert die Definition des partiellen potentiellen Modells ab und legt sie so allgemein fest, dass die Diskussion um theoretische Terme vermieden werden kann. Vereinfacht gesagt, besagt diese neue Theoretizitätsdefinition, „dass ein Term t in einer Theorie T theoretisch ist genau dann, wenn er in einer genau festgelegten Weise in T messbar oder bestimmbar ist“ (Balzer 1985: 139). Die Bestimmung erfolgt dabei durch eine „invariante Meßmethode“, auf die wir an dieser Stelle jedoch nicht näher eingehen können.⁵

⁴ Stegmüller (1986: 80-81) verweist auf insgesamt fünf Ursachen für die Immunität von Theorien gegen Widerlegung.

⁵ Während die Klärung der Rolle theoretischer Terme ein Kernproblem der strukturalistischen Wissenschaftstheorie war, stellte sich mit deren Ausarbeitung quasi als Nebenprodukt heraus, dass

Die drei eingeführten Modellklassen - M , M_p und M_{pp} - beschreiben nun mit den in den Axiomen festgelegten Eigenschaften die mathematische Struktur einer Theorie und bilden den sog. *Theoriekern*.

5. Intendierte Anwendungen

Der Theoriekern ist nur eine formale, mathematische Struktur, die nichts über die Welt aussagt, insbesondere auch nicht, *was* überhaupt von der Welt erfasst werden soll. Anders als *mathematische* Theorien wollen *empirische* Theorien aber Informationen über bestimmte Realitätsausschnitte liefern. Dies bedeutet, dass der Theoriekern in Beziehung gesetzt werden muss zu dem Weltausschnitt, den die Theorie behandeln soll. Diese für die Theorie vorgesehenen Realitätsausschnitte bezeichnet man als *Menge der intendierten Anwendungen* und benutzt dafür das Symbol „I“.

Die Menge der intendierten Anwendungen lässt sich nicht rein formal definieren und charakterisieren wie der Theoriekern. Vielmehr enthält I einfach eine Reihe realer Beispiele, die nach der sog. „paradigmatischen Methode“ bestimmt werden (Stegmüller 1986: 27-28).

Die „paradigmatische Methode“ besagt folgendes. Es wird zunächst eine Menge I_0 ausgezeichnet, welche eine vom Begründer oder von den Begründern der Theorie genannte endliche Menge von Beispielen explizit angibt und für die eine erfolgreiche Anwendung gelungen ist. I setzt sich dann zusammen aus der Menge I_0 und einer sukzessive erweiterten Menge I^* von realen Systemen, die denen von I_0 „hinreichend ähnlich“ sind: $I := I_0 \cup I^*$.

Die Ähnlichkeitsrelation lässt sich hierbei nicht präzise angeben. Vielmehr ist diese Relation als Familienähnlichkeit im Sinn von Wittgenstein aufzufassen (Wittgenstein diskutiert Familienähnlichkeiten in den „Philosophischen Untersuchungen“ am Beispiel des Begriffs „Spiel“). Steht eine mögliche Erweiterung der Menge I zur Diskussion, lässt man vielfach den Theoriekern selbst bestimmen, ob die Erweiterung erfolgen soll oder nicht. Die Extension von I wird einfach durch das im Theoriekern vorkommende inhaltliche Axiom festgelegt.

Da der Theoriekern in diesem Fall seine Anwendungen selbst bestimmt, spricht man von der „Regel der Autodetermination“ (Stegmüller 1986: 29 und 430, Balzer 1985: 26). Unabhängig davon, wie die Extension von I bestimmt wird, kann jede erfolgreiche Ausdehnung der Menge intendierter Anwendungen als *empirischer Fortschritt* betrachtet werden (Stegmüller 1986: 114).

auch Kuhns „Irrationalitätsthese“ rational im Rahmen der neuen Metatheorie rekonstruiert werden kann. Auf diesen Aspekt kann in dieser Arbeit nicht eingegangen werden. Es sei verwiesen auf Stegmüller (1986).

Zwei Eigenschaften von I sind besonders hervorzuheben (Stegmüller 1986: 28).

- Die intendierten Anwendungen einer Theorie sind *unabhängig* von der mathematischen Struktur gegeben und werden nicht mit dieser automatisch mitgeliefert.
- Die Menge I ist eine *offene Menge*, die im historischen Verlauf in der Regel größer, aber auch - bei hartnäckigem Versagen einer Theorie - kleiner werden kann.

Zwischen der Menge intendierter Anwendungen und dem Theoriekern besteht nun folgende Beziehung. Das mindeste, was von der Menge I erwartet werden muss ist, dass diese in der Begrifflichkeit der Theorie darstellbar sein muss, und zwar jener Begrifflichkeit, in der die theoretischen Größen nicht vorkommen. Es muss also gelten:

$$I \subseteq M_{pp}.$$

Mit der Forderung $I \subseteq M_{pp}$ wird ein Aspekt der *Theorienbeladenheit empirischer Beobachtungen* ausgezeichnet. Denn um eine Entität als intendierte Anwendung einer Theorie auszuwählen, muss diese in der Begrifflichkeit der Theorie und damit „durch die Brille der Theorie“ betrachtet werden. „Diese theoriegeleitete Strukturierung der Realität erfolgt dadurch, dass ganz bestimmte Objektklassifikationen gewählt werden und dass nur ganz bestimmte Beziehungen zwischen diesen Objekten identifiziert und benannt werden“ (Westermann 1987: 30). Die intendierten Anwendungen, also die Elemente der Menge I , sind dabei nicht als reale Systeme zu verstehen, sondern als bereits sprachliche, mit bestimmten Begriffen erfaßte Systeme (Balzer 1985: 26).

Empirische Wissenschaftler wollen aber nicht nur behaupten, dass sich die intendierten Anwendungen in der Begrifflichkeit der Theorie darstellen lassen. Vielmehr soll die viel engere Relation gelten, dass *alle Axiome* - insbesondere das Fundamentalgesetz - auf die Menge I zutreffen und somit alle intendierten Anwendungen auch *Modelle* sind, d.h. es muss die viel stärkere Forderung gelten:

$$I \subseteq M.$$

Man nennt $I \subseteq M$ die *empirische Behauptung einer Theorie T* (Balzer 1982: 31).⁶

⁶ Dies ist eine sehr grobe Vereinfachung. In dieser Formulierung trifft die empirische Behauptung nur für Theorien *ohne* theoretische Terme zu. In der strukturalistischen Literatur wird die empirische Behauptung allgemeiner und viel komplizierter unter Verwendung des sog. Ramsey-Satzes formuliert. In dieser Fassung ist die empirische Behauptung ein Existenzsatz: es wird die Existenz „passender“ theoretischer Terme behauptet, so dass sich die Elemente von I auf solche Weise (theoretisch) ergänzen lassen, dass die Resultate dieser Ergänzung Modelle sind. Da bei den hier behandelten Theorien theoretische Terme keine Rolle spielen, verzichten wir in diesem Punkt auf die allgemeine Darstellung und verweisen den interessierten Leser auf die wissenschaftstheoretische Literatur.

Die empirische Behauptung kann zunächst wahr oder falsch sein. Dadurch, dass die Menge I aber weder intensional noch extensional streng festgelegt ist, kann man jedoch immer beschließen, bestimmte Erweiterungen der Menge I_0 zurückzunehmen. Wenn ein versuchsweises $i \in I$ kein Modell ist, so wird nicht die Theorie bzw. der Theoriekern „falsifiziert“, sondern der Theoretiker kann einfach sagen: „ i ist keine intendierte Anwendung meiner Theorie“ und i einfach aus der Menge I streichen. Stegmüller (1986: 115) spricht in diesem Fall von *empirischem Rückschritt*.

Mit der grundsätzlichen Offenheit der Menge I liegt ein zweiter und für uns wichtiger Grund für die Immunität von Theorien gegen Widerlegung vor. Widerstreitende Daten müssen nicht gegen die Theorie gewertet werden, sondern der betreffende Realitätsausschnitt kann einfach aus dem Anwendungsbereich *ausgeschlossen* werden.

Ein von Stegmüller häufig benutztes Beispiel für die Rationalität dieser Reaktion ist wieder die Partikelmechanik. Newton hat für seine Theorie als typische Anwendungen I_0 genannt: das Sonnensystem und Teilsysteme, den freien Fall in der Nähe der Erdoberfläche, Pendelbewegungen und die Gezeiten. Newton hatte darüber hinaus die Hoffnung gehabt, auch Lichtphänomene in die intendierten Anwendungen seiner Theorie einbeziehen zu können. Für eine gewisse Zeitspanne war nicht klar, ob Lichterscheinungen von Newtons Theorie erklärt werden konnten. Als man später diesen Gedanken preisgab und die Maxwellsche Theorie des Lichts und der Elektrizität akzeptierte, erklärte man deshalb nicht die Theorie von Newton für widerlegt, sondern sagte bloß, dass Licht nicht aus Partikeln besteht (Stegmüller 1979: 487).

Da die eben dargelegte Konsequenz des strukturalistischen Programms in scharfem Konflikt mit den Forderungen der Kritischen Rationalisten steht (Stegmüller 1980: 125), sind einige Bemerkungen zu den unterschiedlichen Auffassungen - aber auch Ähnlichkeiten - beider Metatheorien angebracht.

Im Verständnis der Kritischen Rationalisten sind Theorien strengen Falsifikationsversuchen auszusetzen und gegenüber potentieller Widerlegung so empfindlich wie möglich zu machen. Nach dem Popperschen Konzept müssten insbesondere notwendige und hinreichende Bedingungen für die Zugehörigkeit zur Menge intendierter Anwendungen einer Theorie scharf definiert sein. Genau dies bestreitet der Strukturalismus unter Hinweis auf die Wissenschaftsgeschichte. Es scheint nämlich kein Naturwissenschaftler jemals bereit gewesen zu sein, das Falsifikationsrisiko einzugehen, das mit einer expliziten Definition des Umfanges von I , also mit der Angabe notwendiger und hinreichender Bedingungen für die Zugehörigkeit zu I , gegeben wäre. „Gegen diese Enthaltbarkeit von Naturforschern ankämpfen zu wollen, hieße nicht, diese Tätigkeit rationaler zu machen, sondern würde nur den Versuch darstellen, die Vorgänge in der Wissenschaft nach einem

vorgefassten und überspannten Rationalitätsklischee zurechtzubiegen“ (Stegmüller 1980: 125-126).

Der Strukturalismus entwirft ein realistischeres Bild empirischer Forschung, das der Kritik von Kuhn an Popper Rechnung trägt. Empirische Untersuchungen werden in der Regel durchgeführt, um die Anwendbarkeit einer Theorie zu zeigen und nicht, um diese zu widerlegen. Wenn eine Theorie in der Vergangenheit gute Dienste geleistet hat, wird man sie nicht preisgeben, nur weil ein oder mehrere Wissenschaftler beim Umgang mit dem Kern keinen Erfolg haben. „Scheitert der Wissenschaftler mit seinen Bemühungen, eine bestimmte Theorie auf bestimmte Arten von Partialmodellen erfolgreich anzuwenden, gibt es nach der strukturalistischen Theorienkonzeption keinen Grund, dieses Scheitern der Theorie in dem Sinn anzulasten, dass man sie als 'falsifiziert', 'belastet' oder dergleichen bezeichnet. Wenn man schon mit den Begriffen rational und irrational arbeiten will, so ist es aus strukturalistischer Sicht ganz und gar irrational, wenn ein Wissenschaftler eine Theorie verwirft, weil er bei ihrer Anwendung in bestimmten Kontexten erfolglos blieb, obwohl die Theorie sich doch zumindest bei den Elementen der paradigmatischen Anwendungsmenge I_0 als erfolgreich erwiesen hat und vielleicht auch noch Generationen von Wissenschaftlern gute Dienste leisten wird“ (Westermann 1987: 79).

Vieles von dem, was unter einem orthodoxen Falsifikationismus als methodologisch bedenklich oder einem „dogmatischen Geist“ entsprungen scheint, findet aus strukturalistischer Sicht ganz natürliche Erklärungen und verliert den Anspruch des Irrationalen (Stephan 1990: 3). Dies lässt sich auch an sozialwissenschaftlichen Theorien belegen. Anderson (1979: 456) stellt die provokante Frage, warum Balancetheorien empirisch so erfolgreich waren, obgleich Gegenbeispiele zu deren Behauptungen leicht zu finden sind.

Dieser für einen Falsifikationisten paradoxe und erschütternde Tatbestand hat für den Strukturalisten eine einfache und intuitive Lösung: die Balancetheorien waren erfolgreich, weil sie eine bestimmte Menge empirischer Systeme gut erklären können und die Gegenbeispiele schlicht keine Anwendungen der Theorie sind. Die strukturalistische Auffassung entspricht eher den Intuitionen und dem tatsächlichen Verhalten von Sozialwissenschaftlern. Hallinan (1974) berichtet z.B. von Daten, welche den Voraussagen einer Version der Balancetheorie widersprechen und führt dies auf eine unangemessene Anwendung der Theorie zurück: „I have found that an inappropriate application of the theory is responsible for the unsuccessful predictions of the model“ (Hallinan 1974: 365).

Die strukturalistische Theorienkonzeption und die Falsifikationsmethodologie Poppers müssen dennoch nicht als grundsätzlich inkommensurabel betrachtet werden. Popper (1982: 6) versteht seine Wissenschaftsphilosophie in erster Linie als Methode der systematischen Überprüfung von Hypothesen und Theorien und

weniger als „Wissenschaftsarchitektur“, wie sich die strukturalistische Wissenschaftstheorie darstellt (Balzer/Moulines/Sneed 1987).

Westermann (1987: 154-157) sieht den Strukturalismus als generelle Metatheorie, in die sich die deduktive Methodologie Poppers insofern einordnen kann, als sie eine wertvolle Analyse der Methoden der systematischen Überprüfung von Hypothesen und Theorien bereitstellt. In der strukturalistischen Konzeption sind Theorien zwar keine falsifizierbaren Entitäten, trotzdem können wir aber die methodologische Regel akzeptieren, dass stets kritisch und streng (aber auch genügend wohlwollend) zu prüfen ist, ob eine bestimmte Theorie auf ein bestimmtes empirisches System erfolgreich anwendbar ist.

Dies ist in den Sozialwissenschaften um so wichtiger, als bei Anwendung der strukturalistischen Metatheorie auf sozialwissenschaftliche Phänomene eine erhebliche Missbrauchsgefahr besteht. „Ein grundsätzliches Mißverständnis und ein grober Missbrauch des Strukturalismus läge insbesondere vor, wenn die von ihm betonte Nichtfalsifizierbarkeit von Theorien als Rechtfertigung für eine beliebige, sich an keinen erkenntnistheoretischen oder methodologischen Überlegungen orientierende empirische Forschung erhalten müßte“ (Westermann 1987: 153). Das Poppersche Falsifikationskonzept stellt zweifellos ein wertvolles Instrumentarium bereit, das hilft zu entscheiden, ob der Theoriekern auf bestimmte empirische Systeme erfolgreich angewendet werden kann oder nicht.

Mit der Menge I der intendierten Anwendungen sind die wichtigsten Komponenten des strukturalistischen Programms für unsere Zwecke nun vollständig charakterisiert: eine empirische Theorie besteht zusammenfassend also erstens aus formal eindeutig definierten Mengen von Modellen, potentiellen Modellen und Partialmodellen - dem Theoriekern - und zweitens aus der davon unabhängig und pragmatisch festgelegten Menge der intendierten Anwendungen. Eine empirische Theorie T ist dann das Tupel:

$$T = \langle M, M_p, M_{pp}, I \rangle.$$

Wir haben des strukturalistischen Theorienkonzept nur kurz, sehr grob und ohne detaillierte Beispiele skizziert. Auf wichtige Grundbegriffe wie Constraints oder eine ausführlichere Darstellung theoretischer Begriffe wurde verzichtet, da diese in unserem Rahmen nicht von Bedeutung sein werden. Eine tiefer gehende Beschreibung mit weiterführender Literatur findet sich in Stegmüller (1980, 1986), Balzer (1982) und vor allem Balzer/Moulines/Sneed (1987).

Literatur

- Balzer, W. (1982). *Empirische Theorien: Modelle - Strukturen - Beispiele. Die Grundzüge der modernen Wissenschaftstheorie*. Braunschweig: Vieweg.
- Balzer, W. (1985). *Theorie und Messung*. Berlin: Springer.
- Balzer, W./Moulines, C.U./Sneed, J.D. (1987). *An Architectonic for Science. The Structuralist Program*. Dordrecht: Reidel.
- Hallinan, M.T. (1974). A Structural Model of Sentiment Relations. *American Journal of Sociology*, 80, 2, S.364-378.
- Kuhn, T.S. (1991). *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen* (11.Aufl.). Frankfurt a.M.: Suhrkamp (zuerst 1962: *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University Press).
- Sneed, J.D. (1971). *The Logical Structure of Mathematical Physics*. Dordrecht: Reidel (2. Auflage 1979).
- Stegmüller, W. (1973). *Personelle und Statistische Wahrscheinlichkeit* (Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie. Band IV, Studienausgabe). Berlin: Springer.
- Stegmüller, W. (1979). *Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie. Eine kritische Einführung* Band II (6. Aufl.). Stuttgart: Kröner.
- Stegmüller, W. (1980). *Neue Wege der Wissenschaftsphilosophie*. Berlin: Springer.
- Stegmüller, W. (1986). *Theorie und Erfahrung: Dritter Teilband. Die Entwicklung des neueren Strukturalismus seit 1973*. (Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie)
- Stephan, E. (1990). *Zur logischen Struktur psychologischer Theorien*, Berlin: Springer.
- Westermann, R. (1987). *Strukturalistische Theorienkonzeption und empirische Forschung in der Psychologie. Eine Fallstudie*. Berlin: Springer.