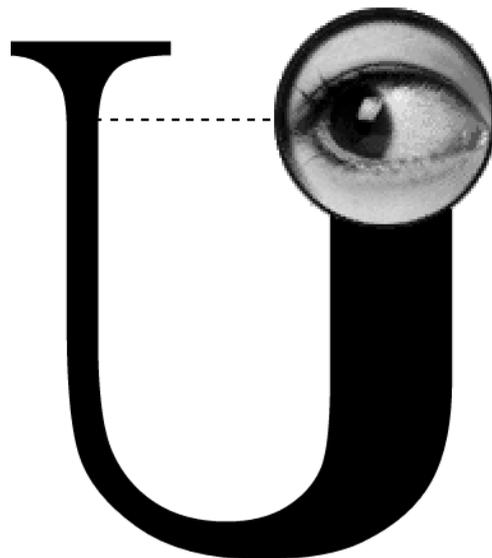


**Annette Schlemm**

**Wie wirklich sind Naturgesetze?**

– Auf Grundlage einer an Hegel orientierten  
Wissenschaftsphilosophie –

*Arbeitsexemplar,  
nicht identisch mit gedrucktem Buch*



**Münster: LIT Verlag**

## II.2.6 Marxistische Gesetzeskonzeption

Wie in der Arbeit „Vom Umgang mit dem Gesetzesbegriff in Wissenschaft und Politik der DDR“ (Schlemm 2000b) gezeigt wurde, war das Interesse an der Bestimmung der Kategorie „Gesetz“ innerhalb einer dialektisch-materialistischen Philosophie nicht völlig von politischen Interessen losgelöst. Immerhin gelang es in den 40 Jahren der Arbeit daran, wichtige Erkenntnisse festzuhalten. Dabei sind verschiedene Phasen zu unterscheiden.

In den 50er Jahren ging es primär noch nicht um eine inhaltliche Präzisierung der Determinismus und Gesetzesvorstellung, sondern grundsätzlich um den Nachweis der durchgängigen materiellen Bestimm- und Bedingtheit und Gesetzmäßigkeit der objektiven Realität. Diese Meinung sollte sich vor allem gegen „bürgerliche“ Autoren behaupten, die gesellschaftliche Gesetze (auch unter Nutzung des scheinbaren Zusammenbruchs der Kausalität in der Quantentheorie) ablehnten, was dem politischen Anspruch einer bewussten Gesellschaftsgestaltung die Grundlage nehmen würde.

Daraufhin wurden jedoch objektiven Prozesse fälschlicherweise selbst mit den Gesetzen identifiziert:

Der Marxismus faßt die Gesetze der Wissenschaft - ganz gleich, ob es sich um Gesetze der Naturwissenschaft oder der politischen Ökonomie handelt - als solche objektiven, unabhängig vom Willen der Menschen vor sich gehenden Prozesse auf (Stalin 1952, zit. in Bloch 1985b: 781).

Dadurch kam es auch zu einer vereinseitigenden Verallgemeinerung: „Alles hängt mit allem zusammen“ (Gropp 1959: 53). Erst etwas später wurde erkannt, dass es *verschiedene objektive Zusammenhangsformen* gibt. Im Zusammenhang mit der Auseinandersetzung mit der Interpretation der Quantentheorie, bei der die Kausalität verletzt schien, wurde deutlich, dass es notwendig ist, *Gesetz und Kausalität zu unterscheiden*. Das heißt konkret: Obwohl es keine ursachelosen Ereignisse gibt, sie immer in irgend einer Weise bedingt und bestimmt sind, müssen sie nicht gleichzeitig voraussagbar sein (Treder 1948). Diese Debatte erhielt 1957 noch einmal Auftrieb durch ein Buch „Die Dialektik in Marx „Kapital““ (Rosental 1957), in dem Gesetzmäßigkeit und Kausalität noch identifiziert wurden, was sofort auf Kritik stieß.<sup>1</sup> Alfred Kosing betonte:

Zwar ist die durchgängige Kausalität Voraussetzung der universellen Gesetzmäßigkeit der objektiven Welt, doch der Begriff des Gesetzes ist wesentlich weiter und umfassender als der Kausalbegriff. (Kosing 1957: 624)

Kosing bestimmte Gesetze als notwendige und allgemeine innere Zusammenhänge (ebd.). In diesem Zusammenhang wurde dann durch Alfred Kosing (1957) die Definition der Kategorie „Gesetz“ präzisiert

---

<sup>1</sup> Noch 1970 hatte D. Kaletta direkt auf eine „Gläubigkeit an eine Kausalgesetzlichkeit“ gesetzt, die eine „zukünftige Entwicklung als notwendig und damit gesetzmäßig erscheinen“ läßt (zitiert nach Hörz 1976: 377). Hörz setzte sich damit kritisch auseinander (Hörz 1976: 376ff.).

Gesetze sind notwendige Zusammenhänge, die allgemeinen Charakter haben, während kausale Zusammenhänge zwischen einzelnen, konkreten Erscheinungen und Prozessen existieren. (Kosing 1957)

Herbert Hörz fasste 1962 die Kausalität präzise als: „unmittelbare, direkte Vermittlung des Zusammenhangs durch das Verursachen einer Wirkung“ – also als nur eine Form des Determinismus, während z.B. Helmut Korch und Gerd Pawelzig 1961 den Determinismus noch direkt an Kausalität banden (Korch 1961: 799ff.; Pawelzig 1961: 811).

Die Differenz von Kausalität, Determinismus (Bestimmt- und Bedingtheit) und Gesetz war erkannt, bis zuletzt blieben jedoch Unterschiede in der Anerkennung oder der Ablehnung der Existenz „kausaler Gesetze“. Kröber unterschied „kausale“ und „nichtkausale“ Gesetze (Kröber 1976c) und auch Röseberg sprach mitunter von „kausalen Bewegungsgesetzen“ (Röseberg 1975: 52) – wobei er gerade dem berühmten 2. Newtonschen Axiom/Gesetz die Kausalität absprach (ebd.: 53). Hörz jedoch – in Hinsicht auf seine oben zitierte Definition von Kausalität – lehnt „Kausalgesetze prinzipiell ab: „Jedes Gesetz existiert als Zusammenhang in einem Komplex von Kausalbeziehungen und hebt das Reproduzierbare und Wesentliche hervor“ (Hörz 1976: 371). Ende der 50er Jahre wurde schließlich festgehalten:

Gesetzmäßigkeiten sind die inneren notwendigen Zusammenhänge, die relativ beständig sind, sich unter gleichen Bedingungen wiederholen und allgemeinen Charakter tragen. (Klaus, Kosing, Redlow 1959: 69)

Die Erkenntnis *der Bedingtheit von Gesetzen* wurde vor allem von Günter Kröber weitergeführt, der Anfang der 60er Jahre verschiedene Bedingtheitstypen klassifizierte (spezifische/nichtspezifische, konstitutive/ nichtkonstitutive Bedingungen).

Hier fand sich auch der Ansatzpunkt in der Unterscheidung von Natur- und gesellschaftlichen Gesetzen, da die gesellschaftlichen Gesetze zwar ebenso objektiv vorhanden sind, wie die Naturgesetze, ihre Wirkungsweise sich jedoch unterscheidet. Menschen können die Bedingungen für die Existenz von Gesetzen selbst und bewusst gestalten. Auch die Frage der *Historizität* von Gesetzen kann durch die Untersuchung von Bedingungsänderungen bearbeitet werden. Die Diskussion dazu in den 70er Jahren für kosmische Bereiche (Treder 1975, Gehlhar 1980) legte Grundlagen für Überlegungen von Objektbereichen, Extrapolationen und auch zur historischen Veränderlichkeiten von Naturgesetzen (vgl. auch Hörz, Wessel 1983: 83f.).

Zur Bestimmung der Spezifik von Gesetzen gegenüber Regelmäßigkeiten oder bloßen Gemeinsamkeiten erklärten z. B. Anissimow (1959), Ley (1957/58) und Owtschinnikow (1954), dass nicht alle notwendigen und allgemeinen Zusammenhänge bereits Gesetze sind, sondern dass das *Gesetz ein wesentlicher Zusammenhang* ist. Dies erscheint in der Fassung der Kategorie Gesetz im Buch „Grundlagen der marxistischen Philosophie“ von 1959:

Ein Gesetz ist ein „notwendiges Verhältnis zwischen Dingen, Erscheinungen und Prozessen, das sich aus ihrer inneren Natur, aus ihrem Wesen ergibt“ (Kopnin 1959: 218).

Allerdings war nicht immer klar, wie das „Wesen“ zu bestimmen sei. Zuerst wurden noch recht abstrakte Bestimmungen des Wesens als „Invariantes“ verwendet. Einen adäquaten Zusammenhang zwischen Allgemeinem und Wesentlichem arbeitete schließlich Gerda Schnauß aus, die klarstellte, dass „Allgemeinheit [...] eine Erscheinungsform des Wesens sein [kann]“, selbst aber noch „kein hinreichendes Kriterium dafür [ist], daß es sich bei der betreffenden Eigenschaft, Relation usw. um ein für das Wesen konstituierendes Moment handelt“ (Schnauß 1976: 76).

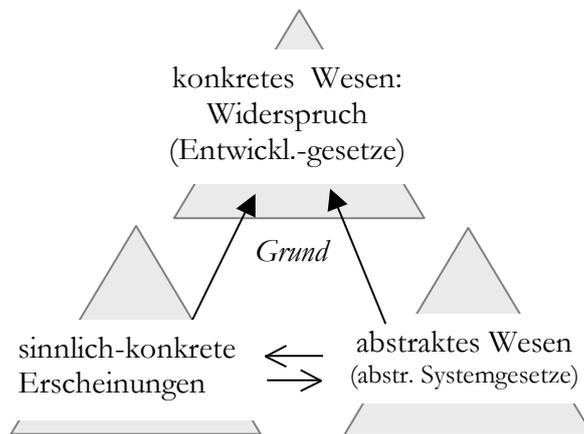


Abbildung 6: Beziehung zwischen abstraktem und konkretem Wesen  
(nach G. Schnauß 1976)

In spezifischerer Weise als bei der Unterscheidung von Wesens- und Begriffslogik bei Hegel wird hier also auch auf der Hegelschen begriffslogischen Ebene von „Wesen“ gesprochen, wobei dieses konkrete Wesen das innere Bewegungs- und Entwicklungsgesetz der Dinge ausdrückt und insofern konkret ist (Schnauß 1976: 76). Auf dieser Grundlage konnten neue Fragen gestellt werden.

Wie auch Hegel hatte Engels den *Zufall* als Erscheinungsform der Notwendigkeit anerkannt, was auch in der Gesetzeskategorie zu berücksichtigen war. Nach einer Irritation durch eine Tagung der Lenin-Akademie der Landwirtschaftswissenschaften 1948 in Moskau, auf der die Meinung vertreten wurde: „Die Wissenschaft ist der Feind alles Zufälligen“, erschien 1952 ein richtungsweisender Artikel von Gropp (Gropp 1952), in dem er Zufall definierte als „was so oder anders sein kann“ und die mechanistische Bestimmung des Zufalls als Schnittpunkte zweier Kausalketten vermied. Er betonte auch den Zusammenhang von Notwendigkeit und Zufall („Das Notwendige tritt nicht auf außerhalb des Zufälligen, und es gibt keine reinen Zufälle unabhängig von Notwendigkeit.“).

Gesetze wurden bereits damals nicht nur als „zu befolgende Vorgaben“ betrachtet, sondern ihre Erkenntnis und der Umgang mit ihnen war auch dadurch motiviert, „die Möglichkeiten, die in den Erscheinungen der Natur und Gesellschaft verborgen sind, zu erkennen und die Bedingungen ihrer Verwandlung in eine neue Wirklichkeit zu entdecken“ (Röseberg 1979: 411). Das bedeutete eine Abwendung von der Auffassung von Gesetzen als „unabänderliche eiserne Notwendigkeit. Die folgende Aussage von Klaus Zweiling könnte so verstanden

werden. „Immer und unausweichlich wirkt die objektive Notwendigkeit [...] Denn die Notwendigkeit ist nichts anderes als [...] ihr Gesetz“ (Zweiling 1956: 20). Diese Äußerung auf der sog. „Freiheitskonferenz“ 1956 (unterstützt u.a. von Kurt Hager über die Notwendigkeit der Diktatur des Proletariats und einer Stellungnahme „einer Gruppe marxistischer Philosophen“ wie Klaus, Kosing, Redlow u.a.) musste sich jedoch offeneren Sichtweisen stellen. Maßgebliche marxistische Autoren (wie Ernst Bloch) „wandten sich [...] gegen diese Auffassung von Freiheit als Einsicht in die Notwendigkeit alles Geschehens, eine Notwendigkeit, die sich als von Partei- und Staatsführung verkündete des Kommandierens und Administrierens erwies und die die Menschen schließlich nicht mehr einsehen konnten und wollten“ (Heppener 1991: 4). Die Dokumente dieser Konferenz wurden jedoch nicht mehr veröffentlicht, ihre Ergebnisse unterdrückt. Offiziell setzte sich die Lesart durch, dass die politischen Aufgaben „aus den Gesetzen der gesellschaftlichen Entwicklung abgeleitet“ und „im Kampf gegen alle Widerstände und Hemmnisse (durchgesetzt)“ werden (Koch 1966: 1949). Trotzdem hatte sich das Wissen festgesetzt, *dass es keine Identifikation von „Gesetz“ und „Notwendigkeit“ gibt.*<sup>2</sup>

In der von Herbert Hörz entwickelten „statistischen Gesetzeskonzeption“ wurden in den 60er Jahren die verschiedenen Aspekte des Gesetzes, die notwendige Tendenzen für das System als Ganzes und Möglichkeitsfelder für das Elementverhalten beinhalten, zusammengeführt. Es waren Physiker, die zuerst unterschieden zwischen dynamischen und statistischen Gesetzen. Boltzmann führte mit der Entropiedefinition in Proportionalität zur thermodynamischen Wahrscheinlichkeit einen neuen, einen statistischen Gesetzesbegriff in die kinetische Gastheorie ein. Schrödinger nahm – in Anschluss an Exner – sogar an: „Es ist sehr wohl möglich, daß die Naturgesetze samt und sonders statistischen Charakter haben“ (Schrödinger 1962: 16).

Die im Zusammenhang mit den neueren physikalischen Erkenntnissen geführten Debatten veranlassten Herbert Hörz 1964 dazu, eine grundsätzliche „Einheit von statistischen und dynamischen Gesetzen“ (Hörz 1964: 168) anzunehmen. 1974 definierte er das „statistische Gesetz“ als: „allgemein-notwendige(n) und wesentliche(n) Zusammenhang, der für das Systemverhalten eine Möglichkeit bestimmt, die notwendig verwirklicht wird (dynamischer Aspekt), wobei für das Verhalten der Elemente ein objektives Möglichkeitsfeld existiert, aus dem eine Möglichkeit zufällig verwirklicht wird (stochastischer Aspekt), für die eine gewisse Wahrscheinlichkeit existiert (probabilistischer Effekt)“ (Hörz 1974: 365-366; vgl. auch Schlemm 2003c).

Herbert Hörz schrieb dazu später:

---

<sup>2</sup> Zweiling nimmt noch einmal eine Identifikation von „gesetzmäßigem Zusammenhang“ und „objektiver Notwendigkeit“ (Zweiling 1956: 24) vor. Den Begriff der Notwendigkeit hat er vorher in differenzierter Weise (in Bezug auf die Begriffe Wirklichkeit und Möglichkeit) definiert. Er meint damit „daß der wirkliche Prozeß selbst die Momente produziert, die ihn bestimmen“ (ebd.: 16). Insofern wir selbst Teil der Wirklichkeit sind, ist deren Bewegung durch unser Handeln mit bestimmt und ist als Ganzes so „durch sich selbst“, d.h. notwendig bestimmt.

Das Problem des Verhältnisses von dynamischen und statistischen Gesetzen beschäftigte mich seit meiner Studienzeit. Ich ging erst den konventionellen Weg zwei Gesetzestypen anzuerkennen, merkte jedoch bald, dass das so nicht stimmt. In vielen Vorträgen Anfang der siebziger Jahre habe ich dann die Konzeption der statistischen Gesetze immer klarer herausgearbeitet. Die Auffassung, dass es sich nicht um gleichberechtigte Gesetzestypen handelt, sondern die statistischen Gesetze das tiefere Eindringen in die Struktur objektiver Gesetze sind, wobei die drei Aspekte existieren, ist enthalten in: Physik und Weltanschauung, 3. Auflage, Leipzig, Jena, Berlin 1975: 83. (Hörz 2000).

Mit der Weiterentwicklung einzelwissenschaftlicher Studien ergaben sich immer wieder Präzisierungen dieser grundlegenden Gesetzesauffassung, so z.B. durch die Berücksichtigung des „sich auszeichnenden Einzelnen [...] mit veranlassender Funktion im Bifurkationspunkt“ (Niedersen 1988: 51) bei sich selbst organisierenden Prozessen.

Parallel dazu wurde auch der Unterschied von dialektischen Gesetzen gegenüber mechanischen in der Art und Weise des Umgangs mit den dialektischen Widersprüchen thematisiert (vgl. Richter, G. 1976). Zuerst einmal erscheint das Wesen und das Gesetz als jeweils nur einen Aspekt des Gegensätzlichen enthaltend: das Allgemeine im Besonderen und Einzelnen, das Identische im Unterschiedenen, das Notwendige im Zufälligen, das Wesen in der Erscheinung. Aber diese Bestimmungen können nicht abstrakt bleiben. Wegen der dialektischen Einheit von Wesen und Erscheinung erweist sich das „Gesetz als solches widersprüchlich, Einheit widersprüchlicher Bestimmungen. Es enthält nicht nur die eine Seite des Widerspruchs, sondern diese Seite ist übergreifendes Moment – sie enthält den anderen Gegensatz, aber *nur, insofern* dieser zum ersten in Zusammenhang steht“ (Richter, G. 1976: 107). Die Möglichkeit der Unterscheidung und In-Bezugsetzung von Abstraktem und Konkretem für Gesetz und Wesen beruht auf den Hegelschen Methoden und kann von einer Wissenschaftstheorie, die diese Art Philosophie als „Metaphysik“ aus ihrem Repertoire entfernt hat, nicht mehr angemessen erfasst werden. Der Statistische Gesetzesbegriff ist eine Darstellung dieser Dialektik, entbehrt jedoch noch eine Orientierung auf die jeweils entwicklungsbestimmende Widersprüchlichkeit. Diese wird notwendig, sobald Gesetze innerhalb von Entwicklungsprozessen betrachtet werden sollen. Ernst Bloch verweist auf die Unentschiedenheit von Entwicklung, die im Wort „Gesetz“ zu wenig zum Ausdruck kommt und betont mit dem Begriff „Tendenz“ die Offenheit für das Novum (Bloch 1985c: 146). Rainer Zimmermann schlägt deshalb vor, den Begriff des Naturgesetzes durch ein approximatives Konzept von Tendenz zu ersetzen (Zimmermann 2004: 319).

Mit der immer wieder genannten „Objektivität“ der Gesetze beschäftigte sich vor allem Frank Richter im Jahr 2000 (Richter, F. 2003), wobei er zwischen verschiedenen Bestimmungen der Objektivität unterschied:

- Erkenntnistheoretische Objektivität: Wissenschaftliche Gesetze als Widerspiegelung<sup>3</sup> von Gesetzen der objektiven Realität;

---

<sup>3</sup> John Erpenbeck beschreibt in einer Arbeit von 1994, inwieweit bestimmte Widerspiegelungskonzepte in der DDR sehr nahe zum operationalen Konstruktivismus (Erlanger

- Handlungstheoretische Objektivität: Objektivität als „Invarianz in und gegenüber menschlichem Handeln“ (nach Hörz 1968: 22) und
- Objektivität im Zusammenhang mit den Bedingungen des Gesetzes: „Ein Gesetz ist insofern objektiv, als die wesentlichen und allgemeinen Zusammenhänge eines Systems durch spezifische Bedingungen mit einer bestimmten Notwendigkeit in subjektunabhängiger Weise determiniert werden. Gesetze sind durch Bedingungen gesetzte Zusammenhänge, wobei Objektivität durchaus auch Resultat bewußter Tätigkeit des Menschen sein kann“ (Richter, F. 2003).

### III Dialektische Auffassungen vom Gesetz und seinem Realitätsbezug

*Wie können die Vorstellungen zugleich als sich richtend nach den Gegenständen,  
und die Gegenstände als sich richtend nach den Vorstellungen gedacht werden?  
(Schelling 1985d: 416)*

#### III.1 Die Wirklichkeit der Physik - Das physikalische Gesetz

Aufgrund der ontoepistemischen Verflochtenheit von allem Wissen könnten wir zu der Schlussfolgerung kommen, die Welt „an sich“ sei uns grundsätzlich verborgen. Wir haben jedoch eine Möglichkeit, unser Wissen daraufhin zu befragen, was in ihm vorausgesetzt und was von ihm „von der Welt“ herrührt. Dies ist nicht strukturell-logisch möglich, sondern nur durch eine erkenntnistheoretische Analyse der Produktion des Wissens. Damit wird nicht der Geltungsanspruch von Wissen durch die Beschreibung der historischen Genese ersetzt.

Wie die Dinge wirklich sind, ist nur unter Einschluß einer Analyse unserer Erkenntnismittel, einer Untersuchung über die Herkunft unserer Begriffe zu erkennen. Daher ist die Notwendigkeit zu untersuchen, wie sich die Dinge in unserem Kopf darstellen und warum sie sich so darstellen, nicht zu umgehen. (Wahsner, Borzeszkowski 1992: 149)

Die Physik ist das traditionelle Paradigma für den Anspruch von Wissenschaftlichkeit und bei aller Unterscheidung verschiedener physikalischer Theorien in ihrer Aufeinanderfolge entstehen alle physikalischen (und zumindest viele andere einzelwissenschaftliche) Theorien durch analoge Produktionsweisen auf Grundlage analoger Voraussetzungen, die im Folgenden dargestellt werden. Obwohl schon das vorige Kapitel sich stark auf die Physik stützte, erfolgen hier weitere Konkretisierungen.

##### III.1.1 Physik als wissenschaftliche Arbeit

Was Physik ist, scheint man seit den ersten Physikunterrichtsstunden zu wissen. Physik wird dann häufig zum Paradigma des Wissenschaftlichen. Die Physik erreichte tatsächlich vor den anderen Wissensbereichen das Niveau, das heute wissenschaftlich genannt wird. Und auch nachdem sich die anderen Wissenschaften vom Physikalismus emanzipiert haben, kann man in der Physik – eher in den physikalischen Handlungen – typische Methoden der Begriffsbildung, der Gesetzes- und Theorienbildung, wissenschaftlicher Erklärung und Prognose usw. deutlicher erkennen als anderswo. Wenn aber beispielsweise Physik als „Lehre von den Stoffen und Kräften der unbelebten Natur“ (Recknagel 1971: 15) bezeichnet wird, ist dies schon irreführend. Die Physik spricht nicht über die Stoffe, wie wir sie in ihrer Unmittelbarkeit wahrnehmen. Die Kräfte sind auch nicht einfach Welttatsachen, die wir einfach auffinden könnten. Genauer betrachtet ist der Gegenstand der Physik die Bewegung in Form der Änderung von Größen, die ein physikalisches System charakterisieren (Wahsner, Borzeszkowski 1992: 126). Es geht dabei auch nicht um das Beschreiben konkret-stattfindender Bewegungen, sondern um das Erforschen von Verhaltens(Bewegungs-)möglichkeiten der Objekte.

Für unsere Gesetzesproblematik ist es besonders wichtig, nachzuvollziehen, wie genau die Wissenschaft arbeitet und dabei zur Erkenntnis von gesetzmäßigen Zusammenhängen kommt. Wir begegnen dabei dem Problem, dass uns (gehen wir nicht von vornherein von einer Leugnung des Realismus aus) aus der untersuchten Welt durchaus objektiv-reale

Wesenszüge entgegenkommen (können) – wir andererseits durch unsere Erkenntnistätigkeit selbst aktiv zum Ergebnis beitragen. Wissenschaftliche Objektivität bezieht sich einerseits auf die systematische Negierung des Einzelsubjekts, bezieht sich auf Intersubjektivität; und beinhaltet andererseits jedoch eine unhintergehbare (objektive) Einheit von Naturgegenstand „an sich“ und unserer Tätigkeit. Insofern ist nie die Natur „an sich“ Objekt unseres Erkennens, sondern Erkenntnis erweist sich als sehr komplexer Prozess. Wesentlich zum Verständnis der Erkenntnis als Prozess ist die zentrale Stellung von Erkenntnismitteln. Gegenüber mechanistisch materialistischen Abbildtheorien ist es richtig, die aktive Rolle der erkennenden Subjekte zu betonen. Diese realisieren sie aber nicht unvermittelt, sondern sie objektivieren ihre Arbeit über die Verwendung von Erkenntnismitteln, deren sinnlich-gegenständliche Wirkung Objektivität verbürgt. Diese objektivierende Rolle der Erkenntnismittel kann nicht verstanden werden, wenn als Problemstellung das Subjekt als Individuum der zu erkennenden Welt gegenüber gestellt wird und Erkenntnis nicht als Moment gesellschaftlicher Praxis thematisiert wird. Wissenschaft kann nur verstanden werden, wenn sie als Moment des menschlich-gesellschaftlichen Arbeitsprozesses gefasst wird. Nicht als mit Arbeit identischer Prozess, sondern als Moment, der spezifische Tätigkeiten umfasst, wie Experimentieren und Messen. Die Spezifik der wissenschaftlichen Arbeit bestimmt auch das Verhältnis der Wissenschaft und ihrer Ergebnisse zur Realität, die dann nicht mehr als statische Menge isoliert vorfindbarer Gegebenheiten verstanden werden kann, sondern als sich entwickelnder Praxiszusammenhang begriffen werden muss.

### **III.1.1.1 Naturgesetze statt „okkultur Qualitäten“ oder Kausalkettenabfolge**

Die Rolle der Gesetze in der neuzeitlichen Wissenschaft wird allem deutlich, wenn man sie kontrastiert mit den anderen Möglichkeiten, nach dem zu suchen „was die Welt im Inneren zusammenhält“.<sup>4</sup> Dass es etwas Grundlegendes gibt, wurde von den griechischen Denkern vorausgesetzt (Störig 1992, Bd. I: 95) und zuerst in Form von Urprinzipien gesucht. Später entstand die Vorstellung, dass die Welt aus verschiedenen Elementen zusammengesetzt ist – entweder durch qualitativ unterschiedliche oder gleichartige (Atome).

Die aristotelische wie auch die scholastische Weltsicht gingen im Wesentlichen vom Vorhandensein einer göttlichen Ordnung aus, die sich in das Substanziale des Seins eingepägt hat. Es war auch üblich, jedem Ding seine „Natur“ als eigenständige Wesenheit zuzuschreiben. Naturwissenschaft verstand Aristoteles als Wissenschaft über jene Dinge, „die die Quelle der Bewegung in sich selbst haben“ (Aristoteles MP: 260 - K7, 1064a). Für ihn war die Substanz wesentlich, wodurch ein Ding es selbst wird und nicht ein anderes. Der Bezug auf die den Dingen inhärente Natur und auf substantiellen Formen wurde später zu „verborgenen Wesen“ umgeformt. Newton kennzeichnet dieses Stadium und hebt davon seine Methode ab:

---

<sup>4</sup> Dieser kurze historische Exkurs folgt nur einer der möglichen Fragestellungen – jener der theoretischen Fassung des „Wesens“ – in ihrem Verlauf. Eine andere Richtung könnte beispielsweise die Entwicklung des dynamischen Denkens aus dem antiken statischen und geometrisch-kinematischen Denken sein.

Die Alten hielten [...] die Mechanik für sehr wichtig bei der Erforschung der Natur, und die Neuern haben, nachdem sie die Lehre von den substantiellen Formen und den verborgenen Eigenschaften aufgegeben, angefangen die Erscheinungen der Natur auf mathematische Gesetze zurückzuführen. (Newton Prinz.: 83)

Bereits Kepler vollzog den Übergang von den einzelnen Dingen zur geometrischen Struktur ihrer (kosmischen) Bewegung. Sein Ziel war es, „die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen in einem Bündel zusammenzubinden“ (Jammer 1992: 114) – wofür ihm die Geometrie angemessene Formen vorgab. Allerdings ging es ihm wie auch Copernicus nicht mehr nur um eine rein kinematisch-geometrische Beschreibung von Himmelskörperbahnen, sondern er benutzte den Sonnenstandpunkt als ausgezeichneten Punkt mit *physikalischer* Wirkung. Als Ursache der Bewegung auf diesen geometrischen Bahnen schrieb Kepler der Sonne erst eine „Seele“ zu, später führte er hier das Wort „Kraft“ ein, ohne es begrifflich genau zu erfassen.

Galileo Galilei ging nicht von der Frage aus, worin das qualitative Wesen der einzelnen Dinge bestünde. Die ihm folgende Naturwissenschaft ist also von vornherein überstrapaziert mit einer solchen Fragestellung. Mit Galilei begann die neuzeitliche Wissenschaft. Nicht, weil sie sich – wie Jammer (1992: 114) vermutet – vor allem auf die mathematische Darstellung der Erscheinungsweise der Dinge in Form von Abhängigkeiten konzentrierte, sondern indem Galilei gerade über die bis dahin vorliegende geometrische Physik (Archimedes) hinaus originär physikalische Größen wie Masse, Geschwindigkeit und Beschleunigung einführte (Wahsner, Borzeszkowski 1992: 244). Galilei war dabei durchaus auf der Suche nach dem Wesen der physischen Welt. Dieses suchte er aber weder direkt in den zu beobachtenden Erscheinungen, noch in „okkulten Qualitäten“. Er ging davon aus, dass das Wesen „im aufgeschlagenen Buch der Natur“ erkennbar sei, aber nicht in ihrer sinnlich wahrnehmbaren Form, sondern als Verhältnis messbarer (d.h. qualitativ bestimmter) Größen. Seit Galilei hat die Physik eine Struktur, in der Mathematisierbarkeit und qualitative Bestimmtheit Hand in Hand gehen und in der nicht mehr die erscheinenden Phänomene Gegenstand der Physik sind, sondern in der sie auf bestimmte Weise „idealisiert“ werden (mitunter gegen die „Intuition des Alltagsverstandes“).

Diese Betrachtungsweise wurde zu seiner Zeit von vielen anderen Denkern vorgebildet. Auch Paracelsus – noch völlig im ganzheitlichen Denken – legte Wert auf Erfahrung und Experiment als Weg zur Erkenntnis vom Sichtbaren hin zum Unsichtbaren (Vorländer 1965: 63); Petrus Ramus betonte das Befreiende der Mathematik gegenüber den Schranken des Körperlichen (ebd.: 82). Beides – Erfahrung und Mathematik – wurden bei L. da Vinci zu Konstituenten des Forschens (Störig 1992: 234ff.). Gilbert – auf dem Gebiet des Magnetismus und der Elektrizität – sowie Stevin – auf dem Gebiet der Statik und Hydrostatik – verwendeten bereits gezielte Experimente, die althergebrachte Ansichten widerlegten.

Francis Bacon erkannte, dass es notwendig ist, den natürlichen Formen (wie er Gesetze nannte) zu gehorchen, um Gestaltungsmacht für das „Reich der Menschen“ zu gewinnen. Er polemisierte explizit gegen die überkommene Suche nach Substanzen und Qualitäten. Als Ziel der Erkenntnis forderte er die Erkenntnis von Formen, was bedeutet, mit ihnen nicht nur einzelne Ursachen, Vermittlungen etc. zu kennen, sondern „die Einheit der Natur in den verschiedensten Stoffen“ und damit „die wahre Auffassung und die unbeschränkte Macht“

(Bacon Org: 187) zu finden. Diesem befreienden Umgang mit der Gesetzeserkenntnis entspricht auch der spätere Spruch von Friedrich Engels:

Nicht in der geträumten Unabhängigkeit von den Naturgesetzen liegt die Freiheit, sondern in der Erkenntnis dieser Gesetze, und in der damit gegebenen Möglichkeit, sie planmäßig zu bestimmten Zwecken wirken zu lassen. (Engels ADü: 106)

Für dieses freiheitliche Handeln eignet sich der wissenschaftliche Gesetzesbegriff besser als die Zuschreibung qualitativer Formen nach Aristoteles.

Auch Newton setzte sich eindeutig gegenüber Aristoteles ab:

Wenn man uns sagt, jede Species der Dinge sei mit einer spezifischen verborgenen Eigenschaft begabt, durch welche sie wirkt und sichtbare Effecte hervorbringt, so ist damit gar nichts gesagt; wenn man aber aus den Erscheinungen zwei oder drei allgemeine Principien der Bewegung herleitet und dann angibt, wie aus diesen klaren Principien die Eigenschaften und Wirkungen aller körperlichen Dinge folgen, so wäre dies ein grosser Fortschritt in der Naturforschung, wenn auch die Ursachen dieser Prinzipien noch nicht entdeckt sein würden. (Newton Opt.: 144).

Diese „klaren Prinzipien“ sind auch eine Abgrenzung gegenüber der Suche nach einer ewigen Kausalkettenabfolge. Wissenschaftliche Erklärung ist mit und nach Newton nicht mehr die Ermittlung von Ursachen von Ursachen von Ursachen. Nachdem Newton z.B. lange nach einer Erklärung der Schwerkraft gesucht hatte, rang er sich zur Erkenntnis durch, dass hier diese Suche einen Abschluss finden muss: weitergehende Hypothesen macht er nicht.

Physik beruht in ihrer Leistungsfähigkeit seither auf einer „Abkehr vom Augenschein“ (Hund 1975: 12). Dass die neuzeitliche Physik ihre Gegenstände nicht mehr aristotelisch definiert, macht auch die Schwierigkeit des „anschaulichen Verständnisses“ von Physik aus. Oft wird im Unterricht niemals eigentlich der Übergang zur neuzeitlichen Physik vollzogen. Anschauung – noch im aristotelischen Sinn – und platter Formalismus – bezogen auf die funktionalen Relationen der neuzeitlichen Physik – stehen häufig nebeneinander und werden nicht genügend unterschieden und vermittelt.

### III.1.1.2 Die Rolle von Gesetzen und ihrer Elemente in der neuzeitlichen Wissenschaft

Ich werde im Folgenden eine längere Ausführung zum Wesen der neuzeitlichen Physik, zur Art und Weise, wie sie die Bestandteile der Gesetzesaussagen erzeugt, machen. Denn man kann diese Gesetze erst verstehen, wenn man nicht nur ihre abstrakte Ergebnisform betrachtet, sondern wenn man ihre Erzeugung als wissenschaftliche Handlung, bzw. Arbeit analysiert. Dabei wird auch – was hier nur ansatzweise ausführbar ist – verständlich, WARUM manche Handlungen durchgeführt werden, die heutzutage häufig an der neuzeitlichen Wissenschaft kritisiert werden wie Abstraktion, Quantifizierung und Mathematisierung (vgl. Kapitel II.2.3).

#### Objekte und weitere Voraussetzungen der Physik

Die neuzeitliche Physik ist keine „betrachtende Wissenschaft“ (Aristoteles MP: 260 - K7, 1064a), sondern eine messende, experimentierende und mathematisierende. Was heißt das?

Neuzeitliche Wissenschaft – und die Physik steht i.a. paradigmatisch für diese – erzeugt Theorien, die axiomatische Setzungen, Definitionen und Gesetze enthalten. Wenn man verstehen will, was die Inhalte der Theorien bedeuten, muss man sich anschauen, wie sie entstanden sind. Die Prozessform erklärt die Ergebnisform.<sup>5</sup> Wissenschaft ist nur als (spezielles) menschliches Handeln adäquat zu verstehen.

Handeln enthält Zielstrebigkeit und Bewusstheit. Entsprechend konkreten Zielen wird die Natur nicht nur angeschaut, sondern unter Maßgabe vorausgesetzter Größenarten messend und experimentell, d.h. praktisch untersucht. So vielfältig die Ziele des wissenschaftlichen Erkennens auch sein mögen – das wissenschaftliche Handeln ist nicht beliebig, sondern enthält typische Tätigkeiten und verwendet Mittel, die eine größere Allgemeinheit tragen, als sie in den unmittelbaren Zwecken steckt (Wahsner, Borzeszkowski 1992: 270). Der Streit darum, ob die Entitäten der Wissenschaft „real“ sind oder bloße Konstruktionen des Geistes sind, kann nur geklärt werden, wenn die erkenntnistheoretischen Voraussetzungen der Wissenschaft geklärt werden.

Wissenschaftliche Theorien sind keine direkten „Abbilder“ der „Welt da draußen“, sondern verwenden Abstraktionen und Konkretionen.

- Mittels idealisierender Abstraktion werden die Objekte der Wissenschaft konstruiert. Der Physiker (und die Physikerin) ist an physikalischen Verhaltensweisen der natürlichen Dinge interessiert. Nancy Cartwright geht mit ihrem Begriff der „*capacities*“ über die Vorstellung von an den Dingen „angeklebten“ Eigenschaften hinaus, weil auch sie erkennt, was schon Hegel beschrieb: „Ein Ding hat die Eigenschaft, dies oder jenes im Andern zu bewirken und auf eine eigentümliche Weise sich in seiner Beziehung zu äußern. Es beweist diese Eigenschaft nur unter der Bedingung einer entsprechenden Beschaffenheit des andern Dings, aber sie ist ihm zugleich eigentümlich und seine mit sich identische Grundlage“ (Hegel WdL II: 134). Da im konkreten Ding selbst dieses

---

<sup>5</sup> Damit wird nicht behauptet, dass Genesedarstellungen Geltungsansprüche vollständig einlösen könnten.

Wechselverhältnis von Innerem und Äußerem unaufhebbar ist, und damit keine widerspruchsfreie mathematische Behandlung möglich ist, werden in der Physik Objekte und Wechselwirkungen (Teilchen/Körper, Kraftfelder) getrennt. Diese Trennung wird dann auch im praktischen Handeln erzeugt. Das Objekt wird kontrolliert als offenes, geschlossenes oder abgeschlossenes System betrachtet und durch verschiedene kontrollierte Wechselwirkungen versucht man, auf die „eigentümlichen“ Verhaltensweisen zu schließen. Die Kontrolle erfordert eine Erfassung der Verhaltensweisen nach Art und Quantum, die Messung. Aus der Forderung nach Messbarkeit dieser Verhaltensweisen werden dann die Objekte definiert, an denen diese Eigenschaften messbar sind. Diese Objektdefinition geschieht durch eine idealisierende Konstruktion. Der physikalische „Körper“ ist deshalb nicht der vor mir liegende Briefbeschwerer, sondern dieser nur als Objekt der Messung seiner Masse, seiner Dichte und ggf. seiner Geschwindigkeit.

Wenn Wissenschaftskritik heute diese Trennung, den Bezug auf Messung und Manipulierung kritisiert, steht sie vor der Aufgabe, ein alternatives angemessenes Vorgehen – für die gleichen Probleme – zu erarbeiten.

Es wäre auch falsch, die Bewegung und die Kräfte von den Körpern zu trennen. Kant wandte sich gegen hylozistische Vorstellungen von der Belebtheit und Beseeltheit der Materie. Dazu nahm er an, alle Veränderung der Materie bedürfe einer äußeren Ursache. Diese Vorstellung: „Hie Körper - da Kraft“ ist auch heute noch weit verbreitet. Sie beruht jedoch auf dem durch Newton überwundenen Standpunkt einer Trennung von Materie und Bewegung. Mit Newton (eigentlich schon den Galileischen Trägheitsgesetz) wird Bewegung zum „Grundzustand“ der materiellen Körper, nicht die Ruhe. Damit ist nicht ein isoliertes einzelnes Teilchen das Elementare, sondern Wechselwirkung. In Newtons Weltbild kann Einzelnes ohne Wechselwirkungen gar nicht existieren, er setzt eine „Wirkungsfähigkeit“ der Materie<sup>6</sup> voraus. Im Kraftbegriff wird diese sonderbare Beziehung auf den Begriff gebracht: Kraft ist keine äußere Einwirkung, sondern kennzeichnet die Wirkungsfähigkeit der Objekte selbst. Mit dieser unterstellten Wirkungsfähigkeit wird nicht ein isoliertes Ding als isoliertes Objekt mit einer zusätzlichen Bewegungskomponente zum Gegenstand der Physik, sondern die Bewegung selbst in einer spezifischen Weise. Damit relativiert sich die zu Anfang dieses Abschnitts geäußerte Formulierung, Gegenstand der Physik seien die Körper und ihre Eigenschaften – es geht tatsächlich nicht um statische Eigenschaften, sondern um Bewegungszustände und deren Dynamik, d.h. im allgemeinen Sinne um das Verhalten. Die physikalischen Größen sind jene Momente, durch die sich die physikalischen Bewegungsformen logisch widerspruchsfrei fassen lassen. (siehe Abschnitt II.2.3.3)

---

<sup>6</sup> Bereits Locke sprach sich mit dem Argument, dass den Dingen Kräfte (als Fähigkeit des Aufeinanderwirkens) zukommen, gegen Descartes Reduzierung der Körper auf ihre Ausdehnung aus (Locke Versuch).

- Prinzipien als Apriori in der Physik  
Claus Peter Ortlieb (Ortlieb 2000) macht darauf aufmerksam, dass die Entdeckung des Fallgesetzes durch Galilei nicht missverstanden werden darf als empiristischer Versuch, „die Tatsachen sprechen zu lassen“, sondern dass gerade das Fallgesetz nur unter Zuhilfenahme verschiedener Prinzipien entsteht, die selbst nicht direkt empirisch aufgenommen werden können. Er betont die Theoriegeleitetheit der Anlage von Experimenten und der Erhebung von Messdaten innerhalb eines Experiments (ebd.: 6)<sup>7</sup>. Auch bei Newton besteht der „Ausgangspunkt aller Betrachtungen [...] in *mathematischen* Fiktionen, die durch die Erfahrung bestätigt werden können oder auch nicht, wobei letzteres sie keineswegs entwerte [...]“ (ebd.: 17).

Am Beginn steht eine mathematische Fiktion, ein *Gedankenexperiment*, also die Formulierung von *Idealbedingungen* (was wäre, wenn...), aus denen auf mathematischem Weg Schlussfolgerungen gezogen werden. Sowohl die Idealbedingungen als auch die mathematischen Schlussfolgerungen gehen dann in die experimentelle Überprüfung ein, erstere als *Randbedingungen*, die im Experiment genauestens zu beachten sind, letztere als Hinweise darauf, *was* eigentlich zu messen sei. (Ortlieb 2000: 17-18)

Weiterhin fasst Ortlieb einige nichtempirische Grundannahmen neuzeitlicher Physik zusammen wie die Existenz universell gültiger, d.h. von Ort und Zeit unabhängiger Naturgesetze, den Begriff einer linearen und beliebig teilbaren Zeit und eines homogenen Raums, der mathematischen Beschreibbarkeit der Naturgesetze und des Prinzips der Einfachheit.

- Abstraktion und Konkretion in der Wissenschaft  
Die Bildung von idealisierten Objekten und Größen geschieht durch unterschiedliche Formen der Abstraktion. Durch Abstraktion wird „ein gewisser Aspekt der Wirklichkeit von anderen, mit ihm verbundenen Aspekten getrennt [...] und als Objekt der Betrachtung, der Untersuchung, der Erkenntnis ausgewählt“ (Finelli 1999: 20). Welcher „gewisse Aspekt“ wird ausgewählt?
  - Invariantes wird herausgehoben, von sich verändernden und – bei einer Menge untersuchter Objekte – unterschiedlichen Eigenschaften wird abstrahiert (Siegwart 1999: 27),
  - vom Besonderen wird zum Allgemeinen übergegangen,
  - die „für einen praktischen oder theoretischen Zweck wesentlichen Merkmale, Eigenschaften und Relationen“ (Bönisch 1991: 29) werden herausgehoben.

---

<sup>7</sup> Das Problem an Ortliebs Analysen besteht darin, dass er zwar empiristische Fehlinterpretationen der neuzeitlichen Physik berechtigt kritisiert, selbst aber nur im Sinne äußerlicher „Entlarvungen“ (Mannheim 1925: 315) argumentiert. Dadurch kann er die innertheoretische Funktionalität verschiedener Erkenntnismittel nicht anerkennen. Außerdem reduziert er die naturwissenschaftliche Methodik i.a. auf die mathematische Modellierung und lässt eine Analyse beispielsweise des qualitativen Charakters der Messgrößen und ihres Wirklichkeitsbezuges außer Acht.

Invariantes, Allgemeines und Wesentliches ist nun nicht unbedingt dasselbe. Das Wesentliche jedenfalls erfordert neben dem Herausfinden von (abstrakt-allgemeinem) Gemeinsamen auch das Festhalten des jeweils Besonderen – zielt also in Richtung des konkret-Allgemeinen.

In der Wissenschaft spielt nicht nur die Abstraktion eine Rolle – auch die Konkretion ist notwendig. Die Konkretion ist an mindestens drei Stellen anzutreffen:

- a) Konkretisierung auf Theorieebene:  
Wenn wir die jeweiligen Abstraktionen als historisch-konkrete wissenschaftliche Tätigkeiten betrachten, können wir vermeiden, sie absolut zu setzen. Die Quantentheorie verwendet andere Abstraktionen als die Newtonsche Physik. Jeder Versuch, sie über ihre spezifischen Geltungsbereiche hinaus zu verwenden, ist unangemessen.
- b) Eine Konkretisierung durch Bedingungsspezifizierung auf Gesetzesebene:  
Für die Physik ist eine Historisierung ihrer Ergebnisse untypisch, hier ist aber eine Konkretisierung über die Angabe der jeweiligen Wirkungsbedingungen der Gesetze im praktischen Umgang mit ihnen möglich. Nicht die abstrakte Formel für sich genommen, sondern das für bestimmte Bedingungen konkretisierbare Gesetz ist das Ziel wissenschaftlicher Erkenntnis.
- c) Konkretion im Experiment:  
Im Experiment werden die vorher theoretisch gebildeten Größenarten mit der Natur zusammengebracht, die Natur reagiert, setzt ihren Widerstand, ihren Widerstreit entgegen. Insofern ist die Konkretion im Experiment ein „Einschluß des Widerstreits gegen die Natur“ (Ruben 1969b: 168).

Diese Konkretion „wird aber im Rahmen der Physik nicht zum Gegenstand des Bewußtseins gemacht, weil ihr Resultat nur insofern von physikalischer Natur ist, als es die Möglichkeit sichert, äquivalente Wertepaare anzugeben“ (Ruben 1969b: 168/169).

Konkretion bedeutet in einer dialektischen Wissenschaftsphilosophie nicht den einfachen Rückverweis auf die unmittelbaren Erscheinungen, sondern das tiefere Durchdringen des in der abstrakten Identität verhüllten jeweiligen inneren Widerspruchs (vgl. Warnke 1979: 294). Wissenschaftliche Arbeit ist als Ganzes ein widersprüchlicher Entwicklungsprozess, in dessen Verlauf abstrakte Ergebnisformen entstehen. Erst die Entschlüsselung der Widersprüchlichkeit und der spezifischen Weise, naturwissenschaftlich mit Widersprüchen (in den Objekten und im Erkenntnisprozess) umzugehen, führt zum Begreifen wissenschaftlicher Arbeit.

### **Stellung der Gesetze in Theorien – Gesetze als Erklärung**

Die allgemeine Ergebnisform der Wissenschaft sind Theorien als „gesichertes Wissen“ in einem „wissenschaftlichen Lehrgebäude“ (Seiffert 1992: 368). Theorien unterscheiden sich

z.B. von Modellen, die lediglich materielle oder ideelle Reproduktionen möglicher oder wirklicher Objekte mittels Analogien (Franz, Hager 1996: 613) sind. Modelle können Theoriecharakter besitzen: mit der Bezeichnung Modell wird jedoch i.a. gerade ausgedrückt, dass jeweils nur bestimmte Aspekte und Perspektiven berücksichtigt werden und nicht wie in der Theorie eine „Zusammenfassung wesentlicher Beziehungen und Gesetze in einem Gesetzssystem mit den entsprechenden Existenzbedingungen“ (ebd.) eines Gegenstandsbereich gegeben wird.

Sofern man irgendwelche Erscheinungen mit den Begriffen der Newtonschen Physik, nämlich Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft usw. beschreiben kann, so gelten auch die Newtonschen Gesetze in aller Strenge, und daran wird sich auch in den nächsten hunderttausend Jahren nichts geändert haben. (Heisenberg 1988: 117)

Dies gilt natürlich nur für fest abgegrenzte Bereiche – für neue Bereiche werden neue Theorien gebraucht. Diese Bereichsbezogenheit zeigt sich auch in den jeweiligen Axiomensystemen und „erst bei einer solchen Axiomatik ist der Begriff „Naturgesetz“ wirklich berechtigt [...]“ (Heisenberg 1988: 120).

In dieser Axiomatik sind genau jene Objekte und Größen erfasst, von denen wir oben gesprochen hatten. Die Gesetze sind dann jene Aussagen, die mindestens allgemeine Beziehungen zwischen den Größen für die Objekte festhalten. Nicht alle allgemeinen Beziehungen in Form von Größengleichungen werden „Gesetze“ genannt, es gäbe sonst für jeden Bereich sicher beliebig viele – sondern nur jene, die für diesen Bereich spezifisch, typisch, d.h. in diesem Sinne wesentlich sind. Die Kategorien „Gesetz“ und „System“ sind miteinander verbunden über spezifische Wesenszüge für die als System bezeichneten Bereiche der Welt. Gesetzmäßige Zusammenhänge kennzeichnen das Gebiet, das systemisch zusammenhängt – für Systeme gelten spezifische gesetzmäßige Zusammenhänge, durch die sie sich von ihrer Umwelt unterscheiden.

Zu verstehen, welche Zusammenhänge als System verstandene Bereiche der Welt wesentlich kennzeichnen, ist das Ziel der neuzeitlichen Wissenschaft. Eine Erklärung zielt nicht auf das „Wesen“ eines Einzelnen ab, auch nicht auf das Nachvollziehen von unendlichen Kausalketten über viele Systeme und Bereiche hinweg – sondern darauf, die einzelne Erscheinung in Bezug zu den wesentlichen Beziehungen in diesem Bereich zu setzen. Mit der Erkenntnis des Wesens werden jene Aussagen gewonnen, die die Möglichkeiten und Grenzen der Veränderbarkeit der Gegenstände abstecken.

Die logische Struktur einer Erklärung wird heute meist nach dem Hempel-Opppenheimer-Schema verstanden: Eine Menge wissenschaftlicher Aussagen (u.a. Gesetzesaussagen) und mindestens eine singuläre Anfangsbedingung (oder Randbedingungen, oder gemessene Daten) führen gemeinsam als Prämissen zu dem Satz, der das zu erklärende Ereignis beschreibt. Die Zurückführung von Erscheinungen auf Gesetzesaussagen (für bestimmte Bedingungen) kennzeichnet wissenschaftliche Erklärungen als eine der wichtigsten Zielstellungen der Physik.

### III.1.3 Physikalische Gesetze

Für physikalische Gesetze sind diese allgemeinen Aussagen erst einmal nicht selbstverständlich. Ich nenne erst einige Fassungen des Terminus „Gesetz“:

- Ein Gesetz ist jeder regelmäßig in der Natur eintretender Vorgang unter definierten Bedingungen (Helmholtz 1984: 23).
- Es „durchwaltet ein Rhythmus, eine dem leiblichen Auge unsichtbare Regelmäßigkeit zwischen den Naturerscheinungen die Welt, die nur durch die Analyse sichtbar wird und die wir physikalische Gesetze nennen“ (Feynman 1990: 19).
- Naturgesetz ist „eine mit genügender Sicherheit festgestellte Regelmäßigkeit im Erscheinungsablauf, sofern sie als notwendig im Sinne des oben genannten Postulats<sup>8</sup> gedacht wird.“ (Schrödinger 1962: 10).
- Wir können Folgen von Tatsachen und Beobachtungsdaten durch Abkürzungen (algorithmische Kompression) ersetzen, die denselben Informationsgehalt haben (Barrow 1992: 254).

Regelmäßigkeit ist ein allgemeines Kennzeichen der Gesetze. Damit ist noch nicht klar, ob diese Regelmäßigkeit den Naturprozessen selbst zukommt, oder nur durch unsere Verstandestätigkeit erzeugt wird. Regeln werden fast synonym mit dem Terminus Gesetz verwendet – der wichtige Unterschied besteht jedoch darin, dass Regeln Ausnahmen besitzen können, Gesetze aber nicht (Hoffmeister 1955: 519). In der Wissenschaft interessieren uns jedoch nur jene Regelmäßigkeiten, die ohne Ausnahme stattfinden.

Dadurch unterscheiden sich auch wissenschaftliche Erkenntnisse von z.B. astrologischen Vermutungen. Während z.B. physikalische Erkenntnisse in Gleichungsform als „stets gilt  $A=B$ “ dargestellt werden können, unterscheidet Macke davon die Astrologie, in der gilt: „gelegentlich ist  $A=B$ “.

Während [...] der Satz „stets ist  $A=B$ “ unbeweisbar, aber gegebenenfalls widerlegbar ist, sind die [...] Aussagen „gelegentlich ist  $A=B$ “ gegebenenfalls beweisbar, aber unwiderlegbar (und daher leider aus unausrottbar). (Macke 1964: XIX)

Gesetze sind also in erster Näherung: Regeln ohne Ausnahme. In formaler Logik ausgedrückt: Die Gesetzesaussage ist eine Aussage über eine Gesamtheit von Variablen (Allaussage). Die Objekte sind die Variablen - und die Aussagefunktion beinhaltet die Geltung einer Größengleichung ( $Z(x)$ ) für bestimmte Bedingungen ( $W(x)$ ). Physikalische Gesetzesaussagen können in folgende logische Form gebracht werden:  $\forall(x) [ W(x) \rightarrow Z(x) ]$  (mit:  $x$ : Variable: Objekt aus dem Gültigkeitsbereich,  $W(x)$  als Komplex der Begleit- und Wirkungsbedingungen und der Aussage: „Wenn die Bedingungen  $W$  gelten, gelten auch die Gesetzesaussagen  $Z$ “.)

Die Gesetzesaussage ist deshalb immer an die Angabe ihrer Wirkungsbedingungen gebunden. Unter dieser Voraussetzung können wir einige Charakteristika von Gesetzen gegenüber anderen Aussagen genauer diskutieren.

---

<sup>8</sup> Gemeint ist das Kausalitätspostulat: „dass ein jeder Naturvorgang absolut und quantitativ determiniert ist mindestens durch die Gesamtheit der Umstände oder physischen Bedingungen bei seinem Eintreten“ (Schrödinger 1920: 10).

### III.4 Gesetzescharakter physikalischer Beziehungen

#### Allgemeinheit

##### Gesetzesaussagen als Allaussagen

Gesetzesaussagen sagen mithin etwas Allgemeines – nur was ist das Allgemeine? Was bedeutet es, etwas Allgemeines zu kennen? Der historische Universalienstreit drehte sich um die Befürchtung, dass das Allgemeine dem Einzelnen aufgeherrscht wird. Eine ähnliche Angst steckt immer noch hinter dem Vermeiden der Anerkennung objektiver Gesetze – besonders für die Gesellschaft.

Wissenschaftliche Erkenntnis war schon immer darauf gerichtet, eine Ordnung in der Vielfalt zu entdecken. Das gemeinsame Wesen der mannigfaltigen Dinge wurde einst in einem einheitlichen Urprinzip vermutet. Noch heute wird oft angenommen, wissenschaftliche Arbeit sei „Verallgemeinerung“ im Sinne des Findens von Ordnungsschemata. Der Grad an Allgemeinheit adelt oft das Wissenschaftliche, wie eine frühere Kritik an der Biologie zeigt:

Die Biologie hat in ihrer Begrifflichkeit noch keinen so hohen Grad an Allgemeingültigkeit erreicht wie die Physik. Insofern ist sie noch keine vollgültige Wissenschaft. (Barber, zit. in Lewontin 1998: 121)

Heute bezieht sich das Allgemeine der Wissenschaft nicht mehr auf bloße Gattungsgemeinsamkeiten. Das Ziel der Erkenntnis erfasst heute das Allgemeine in Form von wissenschaftlichen Gesetzen. Als Aussagen bilden sie All-Aussagen, in der Realität liegt ihnen das Allgemeine eines Wirkungszusammenhangs (Bloch 1985a: 46) zugrunde.

Damit wird auch dem Ergebnis des Universalienstreites entsprochen, bei dem Abälard das Hin und Her der Priorität von Einzelem oder Allgemeinem aufhob durch eine neue Bestimmung der Allgemeinheit: Nur dem Allgemeinen als Zusammenhang *in* der Welt, nicht als Gattung *über* dem Mannigfaltigen kommt Objektivität zu.

Das Allgemeine entsteht deshalb auch nicht erst im Denken, die Dinge selbst existieren nur durch ihre gegenseitige Bewirktheit und wechselseitige Abhängigkeit – die eine objektive Allgemeinheit darstellt (Ruben 1969a: 246).

Derartige Zusammenhänge sind jedoch nicht, wie in spirituellen bzw. esoterischen Denken dargestellt, eine unentwirrbare Vermischung – sondern bilden selbst relativ voneinander abgegrenzte Bereiche. Die physikalischen Wechselwirkungsarten unterscheiden sich – in der kosmologischen Gegenwart – durchaus prägnant durch ihre Reichweite und Stärke. Es existieren systemare Einheiten, für die jeweils unterscheidbare wesentliche, d.h. typische und spezifische Zusammenhangsformen dominieren. Diese Zusammenhänge bilden die Grundlage für Gesetzesaussagen. Ich wiederhole mit dieser Begründung das schon oben Ausgesagte: Eine Gesetzesaussage ist immer an die Angabe ihrer Wirkungsbedingungen gebunden.

## Abstrakte oder konkrete Allgemeinheit?

Aus der Sicht der Ergebnisse erscheint die Wissenschaft als (abstraktes) Theoriensystem. Ihre Begriffe geraten in Gefahr, sich von ihrer Entstehung zu lösen, sich zu verselbständigen. Wenn Abstrakta materialisiert und Relationen zu Objekten gemacht werden (Wechselwirkung zu Kraft, wechselseitige Veränderlichkeit zum Zeitbegriff...), verschwindet das besondere Konkrete hinter den Abstrakta. Abstrakt-Allgemeines subsumiert das Einzelne unter sich und löscht seine Qualitäten damit aus. Das so betrachtete Ganze ist lediglich die „Summe seiner Teile“. „Alle Kühe werden schwarz“ (Hegel Phän: 13).

Besonders die Gesellschaftswissenschaft scheint sich durch die Methode der Abstraktion sehr vom konkreten Leben zu entfernen:

Mit anderen Worten: wir werfen dem zeitgenössischen Marxismus vor, dass er alle konkreten Bestimmtheiten des menschlichen Lebens dem Zufall zuschreibt und für die historische Totalisierung nicht mehr als das schiere Gerippe abstrakter Allgemeinheit übrigbehält. (Sartre 1964: 68)

Die Klassenbildung, das Zusammenfassungen unter Gattungen ist jedoch nur eine (notwendige) Phase in der wissenschaftlichen Arbeit. Das Ziel besteht nicht in einer Faktenverallgemeinerung, sondern der Bildung von Gesetzen, die in Kröbers Bezeichnung als „spezifisch-allgemeine“ Aussagen (Kröber 1968) auch auf die Erkenntnis des jeweils spezifischen, d.h. konkreten Wesens abzielen.

numerisch-allgemeine

Gesetze

Faktenverallgemeinerungen

spezifisch-allgemeine Aussagen

Beruhend auf allgemeinen (gleichartigen) Eigenschaften der Objekte einer Klasse. Zwischen der Zugehörigkeit des Objekts zur Klasse und der Eigenschaft muss *kein notwendiger, wesentlicher und damit gesetzmäßiger* Zusammenhang bestehen.

= Allaussagen über eine *notwendige und wesentliche* Eigenschaft der Elemente einer potentiell unendlichen Klasse von Objekten, die bestimmten Bedingungen genügen (Kröber 1968: 182)

beziehen sich: auf aktual existierende Objekte

beziehen sich: auf Klasse aller möglichen Objekte

werden extensional bestimmt (als Summe der aktual existierenden Objekte)

werden intensional, durch Angabe eines bestimmten Bedingungskomplexes, bestimmt

Tabelle 7: Unterscheidung von numerisch-allgemeinen Faktenverallgemeinerungen und Gesetzen als spezifisch-allgemeinen Aussagen nach Kröber

Das Ergebnis der Wissenschaften zeigt Allgemeines in recht abstrakter Form. Die mathematisch formulierte Gesetzesaussage ist abstrakt-allgemein – *wenn* man sie von ihrer Entstehung in konkreter wissenschaftlicher Arbeit trennt und die Bindung der Verwirklichung der abstrakt gegebenen Möglichkeiten an die konkrete Bedingtheit übersieht. Das Konkrete wird auch oft durch die Trennung von (eher abstrakt-theoretisch orientierter) Grundlagenwissenschaft und technisch-konkreter Anwendungswissenschaft aus der „reinen“ Wissenschaft ausgelagert. Demgegenüber zeigt nur eine prozessuale, tätigkeitsbezogene Sicht auf die Wissenschaft, dass auch hier das Konkret-Allgemeine – in spezifischer Weise – das Ziel ist und nicht das Abstrakte.

Das konkret-Allgemeine hebt nicht die Besonderheiten seiner Momente auf, sondern ist eine „reiche Totalität“ von vielen Bestimmungen und Beziehungen“ (Marx EGr: 35). Statt eines einfarbigen „Einheitsbreis“ liefert uns der Übergang zur Totalität des Konkret-Allgemeinen die (konkret-)inhaltlichen Bestimmungen der Wechselwirkungen im Gemeinsamen. In der Physik lässt sich das schwieriger zeigen als für die Gesellschaftswissenschaften. Physik lässt sich auf der Basis einer fertigen Theorie notfalls auch mit einer abstrakten Sicht betreiben – allerdings fällt bereits die Beachtung der Gültigkeitsgrenzen und auch die qualitative Bestimmtheit der verschiedenen verwendeten Größen unter die Rückbindung ans Konkrete. Aber auch in der Theorie werden die sich bewegenden Körper nicht als Einzelne betrachtet, denen die Bewegung von außen zugeführt wird. Durch den Kraftbegriff wird den Körpern selbst eine Wirkungsfähigkeit unterstellt, so dass der Gegenstand der Physik nicht die einzelnen Körper, sondern ihre konkrete Beziehungen sind. Während in den Lehrbüchern i.a. nur jeweils eine einzelne Bewegungsform abgehandelt wird, besteht die konkrete Arbeit des Physikers darin, für seinen Objektbereich die verschiedensten, qualitativ unterschiedlichsten Wirkungsbeziehungen zu untersuchen. Im Plasma werden dann z.B. freie Elektronen, Ionen, Neutralteilchen in gasartiger oder fluider Mischung bei verschiedenen Elektronenenergien untersucht. Die Kenngrößen wie Ionisierungsgrad, Temperaturen, Geschwindigkeitsverteilungsfunktion, kinetische und Ratenkoeffizienten werden genau so gebildet, dass die qualitativ durchaus verschiedenen Verhaltensweisen des Plasmas bestimmt werden können – entweder zur Herstellung technischer Plasmen oder für das Verständnis kosmischer Phänomene<sup>9</sup>. Vielleicht ist die Klassische Mechanik gar nicht das geeignetste Paradigma, um zu verstehen, dass in der Physik durchaus auch der Goetheschen Aussage Rechnung getragen wird:

Wenn wir einen Gegenstand in allen seinen Teilen übersehen, recht fassen und ihn im Geiste wieder hervorbringen können; so dürfen wir sagen, dass wir ihn im eigentlichen Sinne und im höhern Sinne anschauen, dass er uns angehöre, dass wir darüber eine gewisse Herrschaft erlangen. (Goethe 1977b: 24)

---

<sup>9</sup> Immerhin bestehen 99% der kosmischen Materie aus Plasmen!

## Notwendigkeit

Notwendigkeit, Determinismus, Kausalität und Gesetzmäßigkeit werden oft nicht ausreichend voneinander unterschieden. Eine Beziehung ist dann notwendig, wenn durch die Beziehung ein Phänomen eindeutig durch anderes bestimmt wird (Kröber 1976a: 882). Dies ist aber nur dann der Fall, wenn diese bestimmenden Faktoren eine realisierte Gesamtheit von Bedingungen darstellen (Hörz 1996: 665). Angesichts der Prozessualität aller Phänomene ist eine vollständige Bedingungs-gesamtheit immer nur im Nachhinein feststellbar – im Verlaufe des Prozesses verändern sich Bedingungen laufend und sind nicht „gegeben“. Deshalb gibt es keine realen notwendigen Beziehungen zwischen einander zeitlich folgenden<sup>10</sup> Zuständen.

In Gesetzesaussagen werden die jeweiligen Objekte und Größen allerdings so gebildet, dass zeitliche Bedingungsänderungen – innerhalb des Rahmens der durch das Wesen gekennzeichneten Grundqualität der Objekte – keine Rolle spielen. Überschreiten sie in realen Systemen das Maß dieser Grundqualität, gelten für diese Systembereiche neue Gesetze.

Notwendigkeit kann nicht mit Kausalität identifiziert werden, denn es gibt auch notwendige Beziehungen, z. B. Strukturbeziehungen („Gleichseitige Dreiecke sind auch gleichwinklig“), die nicht in einem Ursache-Wirkungs- also einem Kausalverhältnis stehen.

„Das Wesen betreffende Gesetzeszusammenhänge kommen der betreffenden Klasse von Objekten nicht zufälligerweise, sondern mit Notwendigkeit zu“ (vgl. auch Röseberg 1975: 9). Dies bestätigt unsere obige Kennzeichnung der Gesetze als „Regeln ohne Ausnahme“ und bedeutet, dass sie „reproduzierbar unter gleichen wesentlichen Bedingungen“ (vgl. Hörz 1968: 5) sind. Dadurch ist die für Gesetze geforderte Allgemeinheit mit Notwendigkeit verbunden. Die *allgemeine* Notwendigkeit in diesem Sinne ist von der zuerst genannten Notwendigkeit der Bedingungs-gesamtheit zu unterscheiden, weil letztere auch Besonderes als notwendig kennzeichnet (vgl. ebd.: 5).

## Wesentlichkeit

Die einfachsten Bestimmungen des Wesens beziehen sich auf die grundlegenden Qualitäten der Erscheinungen, die man untersucht. „Wesentlich“ wird synonym mit „den Charakter bestimmend“ (Röseberg 1975: 9), als „So-Sein im Unterschied zum Dasein, Bestimmtheit, Eigenart, wovon alle anderen Eigenschaften abhängen, das Bleibende, Beharrliche“ (Hoffmeister 1955: 668) verwendet.

Je nachdem, welches Objekt betrachtet wird, sind unterschiedliche Wesenszüge erkennbar. Nehmen wir als Erscheinungen die verwickelten Bahnen der Planeten am Himmel, so kennen wir verschiedene Ordnungen von Wesen und Gesetz. Die Keplerschen Gesetze decken das Wesen der Planetenbewegung auf. Die Newtonsche Mechanik kann hinter der besonderen Gestalt der Planetenbahnen die universelle Gravitation nachweisen. Und die Relativitätstheorie konstatiert einen Zusammenhang von Materie, Bewegung, Raum-Zeit und Gravitation. Keine dieser Wesensbestimmungen wird durch die jeweils anderen „falsch“ – oder wird beliebig, sondern ist jeweils nur in Bezug auf konkrete Bereichsfestlegungen bezogen.

---

<sup>10</sup> Zeitabläufe sind inhaltlich durch Veränderungen (also auch von inneren und äußeren Bedingungsänderungen) bestimmt – nur abstrakt kann Zeit ohne Veränderung „dahingehen“.

Dies konstituiert natürlich eine andere Art von „Wesen“ als die aristotelische substanzial begründete Wesensvorstellung. Trotz der damit verbundenen Quantisierung geht das Wesentliche nicht unbedingt verloren – auch Bloch spricht für Galilei von einer „wesenhaft quantitativen“ Erkenntnis (Bloch 1977: 268). Denn die quantitativen Relationen sind immer Relationen „von etwas“, und dies wird primär qualitativ bestimmt. Ich möchte an die Plasmaphysik erinnern: Hier ist jede einzelne Formel eingebettet in eine qualitative Diskussion der möglicherweise auftretenden physikalischen Prozesse und quantitative Berechnungen wiederum sind unabdingbar für Aussagen darüber, welche qualitativ bestimmten Prozesse in welcher Weise wechselwirken.

Zur Bestimmung dessen, was Gesetze nun sind, können wir nun die Ergebnisse des Kapitels II.1.6.2 sowie die soeben erörterten Aspekte heranziehen. Gesetze kennzeichnen demnach allgemein-notwendige Zusammenhänge, deren Momente im Prozess der Wissenschaft als die für den jeweiligen Gültigkeitsbereich wesentlichen bestimmt werden. Wenn wir berücksichtigen, dass Gesetze an Bedingungen gebunden sind und dass Gesetze eine innere Struktur besitzen (siehe zum „statistischen Gesetz“), so beinhaltet die Kenntnis von Gesetzen jeweils Wissen über Verhaltensmöglichkeiten der Gegenstände unter bestimmten Bedingungen.