

Der Kantische Analogiebegriff und die Theorie der modernen Naturwissenschaften: Eine schematisierende Übersicht¹

Helmut PULTE, Bochum

Mit 8 Abbildungen

Zusammenfassung

Der Begriff der Analogie spielt sowohl in KANTS theoretischer als auch in seiner praktischen Philosophie eine wichtige Rolle. Der Beitrag konzentriert sich auf die schematische Darstellung unterschiedlicher Analogietypen im wissenschaftstheoretischen Kontext, wobei neben den „Analogien der Erfahrung“ auch die sogenannten „symbolischen Analogien“ und ihre Rolle für die Einheit wissenschaftlicher Erfahrung zur Sprache kommen. Bezüge zur neueren wissenschaftlichen und wissenschaftstheoretischen Diskussion weisen dabei die Aktualität, zum Teil auch die Unhintergebarkeit des Kantischen Analogiedenkens auf. Als Teil seiner Methodologie und Heuristik ist es auch nach Zusammenbruch des aprioristischen Begründungsprogramms von Bedeutung für die heutige Wissenschaft und Wissenschaftstheorie.

Abstract

The concept of analogy plays an important role in KANT'S philosophy not just of scientific theory but also of moral philosophy. This contribution concentrates on outlining different types of analogies within the context of the philosophy of science. Besides "analogies of experience" so-called "symbolic analogies" will also be addressed, along with their role in the unity of scientific experience. References to more recent debates within science and its philosophy signal its actuality, in part also the unavoidability of KANT'S thoughts on analogies. As a part of his methodology and heuristics, they are of significance to modern science and philosophy of science even after the collapse of the aprioristic foundational program.

1. Einleitung: Kants Wissenschaftstheorie heute

KANTS Wissenschaftstheorie der *Naturwissenschaft* – es gibt diese, seinem klassischen Wissenschaftsbegriff folgend, überhaupt nur im Singular – erscheint auf den ersten Blick seit mindestens einem Jahrhundert überholt: Die beiden Relativitätstheorien und mehr noch das Aufkommen der Quantenmechanik wurden von der großen Mehrzahl der Physiker wie auch von den meisten Vertretern der akademischen Philosophie als „Sargnägel“ für einen ohnehin ziemlich angestaubten, wenn nicht schon leicht mumifizierten wissenschaftstheoretischen Korpus verstanden, der nur im traditionellen Kontext von Euklidischer Geometrie und New-

¹ Erweiterte und überarbeitete Fassung des Vortrags „Kantischer Analogiebegriff und die (Theorie der) modernen Naturwissenschaften“, gehalten auf der Tagung über „Analogien in Naturwissenschaften, Medizin und Technik“ an der Universität Stuttgart, 17.–20. März 2008. Ich danke den Teilnehmern, besonders dem Veranstalter Klaus HENSCHEL, für konstruktive Diskussionen und instruktive Hinweise.

tonischer Mechanik noch eine halbwegs gute Figur abzugeben schien. Als dieser Kontext in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts von Seiten der Wissenschaften selber relativiert und ausgeweitet wurde, schien auch der Kantische Korpus kaum mehr zu retten. Der Neukantianismus bemühte sich noch um eine gewisse Konservierung und eine moderate Modernisierung. Dieser Versuch einer „Einbalsamierung“ ging am späteren logischen Empirismus zwar nicht spurlos vorüber, wurde von ihm selber aber kaum mehr reflektiert. Die spätere, ebenfalls analytisch orientierte Wissenschaftstheorie besorgte dann die weniger feierliche „Beisetzung“ des Kantischen Korpus, und die von ihr verordnete Friedhofsruhe ist im Folgenden auch, von einigen wenig einflussreicheren Ausnahmen abgesehen, lange eingehalten worden.

In den letzten Jahrzehnten ist nun allerdings ein gewisser „Entmumifizierungsprozess“ festzustellen, der nicht zuletzt durch eine gewisse Ernüchterung und Selbstaufklärung innerhalb der analytischen Philosophie über die eigenen Leistungen und deren Grenzen befördert worden sein dürfte. Michael FRIEDMAN, Philip KITCHER und andere haben den Wissenschaftstheoretiker KANT wieder entdeckt.² Das Erstaunen hierüber war in der angelsächsischen Szene verständlicherweise größer als in der deutschsprachigen, hat aber auch bei uns eine gewisse Kant-Renaissance innerhalb der Wissenschaftstheorie der *Naturwissenschaften* – der „nicht-kantische“ Plural ist heute unvermeidlich – befördert. Dabei steht jetzt nicht mehr KANTS transzendentalphilosophisches Begründungsprogramm im Zentrum der Aufmerksamkeit, sondern mehr seine *Methodologie* und die Umriss einer Heuristik, die KANT zwar angedeutet, aber selber doch nicht ausgeführt hat.

KANTS *Analogiebegriff* ist für seine Philosophie allgemein³ – bis hin etwa zur Kritik der natürlichen Theologie⁴ – bedeutsam, gehört aber primär in diesen Kontext der Methodologie und Heuristik, der in älteren Untersuchungen zur Kantischen Wissenschaftstheorie eine vergleichsweise geringe Beachtung gefunden hat.⁵ Zunächst mag es verwundern, dass ein „Systemdenker“ wie KANT der *Analogie* überhaupt an entscheidenden Stellen seiner Philosophie eine wichtige Erkenntnisfunktion eingeräumt hat: *Als Analogie* muss sie sich – um eine solche Funktion wahrnehmen zu können – einerseits auf sein transzendentalphilosophisch begründetes, apriorisches System stützen, andererseits dieses System aber eben auch *überschreiten*. Wenn KANT die Analogie gelegentlich in die Nähe zu Induktion, bloßer Wahrscheinlichkeit oder Vermutung rückt,⁶ nimmt er eine epistemologische Herabstufung vor, die gerade auf diesen systemtranszendierenden Charakter abhebt. Hier zeigt sich bei näherer Betrachtung aber zugleich auch, warum die Analogie bei ihm keineswegs als ein unerwünschter „Fremdkörper“ abgetan werden kann, sondern als ein plausibler und sogar notwendiger Bestandteil seiner theoretischen Philosophie angesehen werden sollte. „Notwendig“ meint hier, dass die

2 Vgl. etwa FRIEDMAN 1974, 1992, 2001 und KITCHER 1981, 1985, 1994; Näheres zu FRIEDMANS (späterem) Rekonstruktionsansatz in MÜLLER 2000.

3 Siehe hierzu die Überblicksdarstellungen LAKEBRINK 1960 und vor allem PIEPER 1996. Eine detaillierte Untersuchung des Kantischen Analogiebegriffs bietet TAKEDA 1969, dessen Ausführungen zum Thema „Kant und die moderne Physik“ (vgl. S. 154–170) allerdings in wissenschaftstheoretischer und auch fachwissenschaftlicher Hinsicht problematisch sind. Eine gründliche Analyse der „Analogien der Erfahrung“ liefert MELNICK 1973.

4 Vgl. zur Verwendung dort GILL 1984.

5 Vgl. etwa BRITAN 1978, GLOY 1976, HOPPE 1969, PLAASS 1965 und SCHÄFER 1966. BUCHDAHL 1992 setzt dagegen die in älteren Untersuchungen (vgl. hier insbesondere BUCHDAHL 1969) begonnene ‚methodologisierende‘ Kant-Interpretation fort und ist ein Anknüpfungspunkt für eine Deutung der Kantischen Wissenschaftstheorie, wie sie auch in diesem Beitrag vertreten wird.

6 Siehe etwa KANT 1783, § 31 (AA IV, 313) oder KANT 1800, §84 (AA IX, 132f.); vgl. auch CALLANAN 2008, S. 747f.

Analogie dazu dient, zwei Prämissen, die für KANTS theoretische Philosophie grundlegend erscheinen, miteinander in Einklang zu bringen. Die erste Prämisse besteht darin, dass wissenschaftliches Wissen die Form der systematischen und logisch gegliederten Einheit verlangt. Diese Forderung ist ein wesentliches Element der Transzendentalen Methodenlehre der ersten Kritik⁷ und wird insbesondere in der Vorrede zu den *Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft* näher ausgeführt.⁸ Die zweite Prämisse ist in KANTS theoretischer Philosophie an vielen Stellen greifbar und besteht darin, dass das wissenschaftliche System nicht rein formal bleiben darf, sondern darauf angelegt ist, auch eine „materiale“ *Vereinheitlichung* der Erfahrungswirklichkeit zu leisten, d. h. eine synthetische und objektive Einheit der Erfahrung herbeizuführen. Die beherrschende Erkenntnisfunktion der Analogie bei KANT ist in der Tat die *Einheit der Erfahrung*.⁹ Ziel dieses Beitrag ist es, einen Überblick über den so verstandenen Analogiebegriff und seine Ausdifferenzierungen im Kontext der Kantischen Transzendentalphilosophie zu geben und auf einige neuere Bezüge in der Theorie der Naturwissenschaften aufmerksam zu machen. Hierzu werden zunächst KANTS allgemeiner Analogiebegriff und die wichtige Differenzierung von schematischer und symbolischer Analogie vorgestellt (Teil 2). Beide Typen werden im Anschluss, getrennt voneinander, näher analysiert (Teile 3, 4). Die in diesen Teilen gegebenen Hinweise zur Aufnahme in der modernen Theorie der Naturwissenschaften sind weder auf Vollständigkeit angelegt, noch liefern sie systematische Detailanalysen zur Transformation des Kantischen Analogiebegriffs. Ihr Zweck ist lediglich, darauf hinzuweisen, dass KANTS Analogiebegriff keineswegs obsolet geworden ist, sondern Anschlussmöglichkeiten für aktuelle wissenschaftstheoretische Diskussionen geboten hat und weiter bietet. Hier geht es nicht darum, einmal mehr einer anachronistischen Hagiographie Vorschub zu leisten, die behauptet, die entscheidenden und letztgültigen Einsichten in die Theorie der Naturwissenschaften seien bereits KANT zu verdanken. Vielmehr geht es darum zu zeigen, dass KANTS Analogiebegriff als wichtiges Element seiner Methodenlehre und Heuristik auch ohne Verpflichtung auf seinen starren und überkommenen Apriorismus fruchtbar gemacht und als Deutungsoption für die Wissenschaftstheorie der Naturwissenschaften offen gehalten werden kann.

2. Kants Analogiebegriff: Differenzierungen und Funktionen

2.1 Mathematische und philosophische Analogien: Konstitutiver und regulativer Gebrauch

KANTS *allgemeine* Bestimmung der Analogie in der Philosophie zu Beginn der *Transzendentalen Analytik* geht unmittelbar auf die ursprüngliche terminologische Festlegung in der griechischen Mathematik¹⁰ zurück, also im Wesentlichen auf die Gleichsetzung zweier Zahlenverhältnisse. Zugleich setzt er die philosophische Analogie in *wesentlicher* Hinsicht von der mathematischen Analogie ab:

7 Vgl. KANT 1787, B860–873 (AA III, 538–546). Hier und im Folgenden wird vorwiegend auf die B-Auflage der *Kritik der reinen Vernunft* Bezug genommen; die A-Auflage wird nur im Einzelfall herangezogen.

8 Vgl. KANT 1786, AIII–XXIV (AA IV, 465–479).

9 Siehe insbesondere KANT 1787, B218–223 (AA III, 158–161).

10 Zur Analogie dort siehe die detaillierte Untersuchung BÄRTHLEIN und TALANGA 1995; vgl. allgemein auch LLOYD 1966.

„In der Philosophie bedeuten Analogien etwas sehr Verschiedenes von demjenigen, was sie in der Mathematik vorstellen. In dieser sind es Formeln, welche die Gleichheit zweier Größenverhältnisse aussagen, und jederzeit constitutiv, so daß, wenn drei Glieder der Proportion gegeben sind, auch das vierte dadurch gegeben wird, d. i. construiert werden kann. In der Philosophie aber ist die Analogie nicht die Gleichheit zweier quantitativen, sondern qualitativen Verhältnisse, wo ich aus drei gegebenen Gliedern nur das Verhältniß zu einem vierten, nicht aber dieses vierte Glied selbst erkennen und a priori geben kann, wohl aber eine Regel habe, es in der Erfahrung zu suchen, und ein Merkmal, es in derselben aufzufinden.“¹¹

KANTS Bestimmung der Analogie allgemein wie auch die Abgrenzung von mathematischer und philosophischer Analogie werfen eine Reihe von Fragen auf, die nur im weiteren Kontext der *Transzendentalen Analytik* eine – oft nicht eindeutige – Beantwortung erfahren: In welchem Sinn etwa können „qualitative“ Verhältnisse überhaupt gebildet werden, und wie können sie untereinander eine Gleichheit bilden? Was macht den Unterschied quantitativer und qualitativer Verhältnisse aus, so dass zwar erstere, nicht aber letztere zur Bestimmung eines nicht bekannten, vierten Relationsgliedes durch die Analogie ausreichen? Wie sind im einen und im anderen Fall die einzelnen Analogiepartner überhaupt bestimmt? Bevor solche Fragen näher ins Auge gefasst werden, scheint es sinnvoll, das allgemeine Merkmal der Analogie herauszustellen, das die ganze Diskussion beherrscht und bis in die einzelnen Verästelungen hinein strukturiert: Eine Analogie wird hergestellt zwischen zwei *Verhältnissen*, und sie sagt die *Gleichheit* beider Verhältnisse aus. Dies gilt eben nicht nur für die mathematische, sondern auch für die (hier allein näher zu untersuchende) philosophische Analogie. Die Differenz beider Arten von Analogien liegt also *nicht* darin, dass es der Philosophie an Regeln mangeln würde, die eine Verhältnissgleichheit zum Ausdruck bringen könnten, sondern vielmehr darin, dass in der Philosophie die *Regeln der Analogie* (wie sie hier der Kürze halber heißen sollen) nicht hinreichen, um ein unbekanntes, viertes Glied mit Hilfe der Verhältnissgleichheit eindeutig zu bestimmen. Vielmehr leiten in der Philosophie die Regeln nur im *Aufsuchen* des vierten Gliedes der Proportion (Abb. 1).

Mathematik:

$A : B = X : D$ (*quantitative* Verhältnisse)

X durch A, B, D eindeutig bestimmt \longrightarrow *konstitutiver* Charakter

Philosophie:

$A : B = X : D$ (*qualitative* Verhältnisse)

X durch A, B, D nicht bestimmt \longrightarrow *regulativer* Charakter

Abb. 1 Der Unterschied zwischen mathematischer und philosophischer Analogie

¹¹ KANT 1787, B222 (AA III, 160). Alle Hervorhebungen in Zitaten stammen von den zitierten Autoren.

Im Falle der Mathematik wird das vierte Glied X durch die Analogie eindeutig bestimmt. In KANTS Terminologie, wie sie im obigen Zitat hervortritt, heißt dies: Die Analogien der Mathematik sind *konstitutiv*. Im Falle der Philosophie dagegen kann die Analogie nur dazu dienen, das vierte Glied X zu suchen, nicht aber, es zu bestimmen. Die Analogien der Philosophie sind „nicht konstitutiv, sondern bloß regulativ“.¹²

Diese grundsätzliche Differenz wurzelt in KANTS Unterscheidung mathematischer und dynamischer Kategorien, der eine Unterscheidung in der Anwendung der Kategorien auf mögliche Erfahrung korrespondiert.¹³ Diese Anwendung ist zentral für KANTS Analogiebegriff: Im ersten (mathematischen) Fall geht es darum, die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen in der reinen Anschauung zusammenzufassen, wobei diese Zusammenfassung auf die Homogenität der Erscheinungen abhebt.¹⁴ Im zweiten (dynamischen) Fall geht die Anwendung auf das „Dasein einer Erscheinung überhaupt“,¹⁵ wobei die erforderliche Synthesis eine Verbindung des Mannigfaltigen stiftet, „so fern es notwendig zu einander gehört, wie z. B. das Accidens zu irgend einer Substanz, oder die Wirkung zu der Ursache – , mithin auch als ungleichartig, doch a priori verbunden vorgestellt wird“.¹⁶ Es ist hier wichtig zu sehen, dass KANT beiden Anwendungen von Kategorien ganz verschiedene Funktionen beimisst: Es geht zum einen um die Einheit der Erscheinungen in der *Anschauung*, vermöge deren Gleichförmigkeit und Homogenität (intensive und extensive Größe). Diese Einheit ist eine konstruktive, mathematisch herstellbare Einheit der Erscheinungen. Die hierher gehörenden Regeln heißen *konstitutiv*, weil sie Konstruktionsregeln für alle möglichen Erscheinungen sind.¹⁷ Zum anderen aber geht es um die Einheit der Erscheinungen unter dem Gesichtspunkt der *Existenz*: „Ganz anders muß es mit [den Grundsätzen] bewandt sein, die das Dasein der Erscheinungen a priori unter Regeln bringen sollen. Denn da dieses sich nicht construieren läßt, so werden sie nur auf das Verhältnis des Daseins gehen und keine andre als bloß regulative Principien abgeben können“.¹⁸ Das Dasein einer Erscheinung ist erfahrbar, aber weder konstruierbar noch antizipierbar. Die hier aus den apriorischen Prinzipien fließenden Regeln können daher keine Bestimmung einer Erscheinung leisten, „sondern wenn uns eine Wahrnehmung in einem Zeitverhältnisse gegen andere (obzwar unbestimmte) gegeben ist, so wird a priori nicht gesagt werden können: welche andere und wie große Wahrnehmung, sondern wie sie dem Dasein nach in diesem modo der Zeit mit jener nothwendig verbunden sei“.¹⁹ Es lässt sich somit feststellen, dass sowohl konstitutive als auch regulative Analogieregeln bei KANT auf das Verhältnis von Erscheinungen abzielen. Während es – im Falle der Mathematik – die konstitutiven Regeln ermöglichen, eine Erscheinung zu konstruieren (d. h. nach obigem Schema: das X eindeutig zu bestimmen), können die regulativen Regeln im Falle der philosophischen Analogie das unbekannte X nicht geben, sondern nur der weiteren Suche aufgeben, wobei die apriorischen Prinzipien die Suche nach der „entsprechenden“ Erscheinung leiten.

Mit dem letzten Hinweis ist nun „die linke Seite“ der obigen Analogieschemata angesprochen, die mit Blick auf KANTS Anlehnung des Analogiebegriffs an die Mathematik leicht

12 Ebenda, B223 (AA III, 161).

13 Siehe ebenda, B110 (AA III, 95); zu dieser Grundunterscheidung vgl. auch die eingehende Analyse in CALANAN 2008.

14 KANT 1787, B199–203 (AA III, 146–149).

15 Ebenda, B199 (AA III, 147).

16 Ebenda, B202, Anm. (AA III, 148).

17 Vgl. ebenda, B221 (AA III, 159f.).

18 Ebenda, B221f. (AA III, 160).

19 Ebenda, B222 (AA III, 160).

missverstanden werden könnte: Im Falle der Proportion in der *Mathematik* sind alle vier Glieder in der Verhältnisgleichheit zueinander homogen; es sind Zahlen oder, allgemeiner gesagt, Größen. KANTS Einführung der Analogie erfolgt nun zwar mit Bezug auf die Mathematik, nimmt aber von vornherein einen vergleichenden transzendentalphilosophischen Standpunkt auf Mathematik und Philosophie als apriorische Wissenschaften ein. Deshalb darf, genau genommen, im ersten Schema (Abb. 1) die linke Seite der „Verhältnisgleichung“ bereits in Bezug auf die Mathematik *nicht* als ein einfaches Größenverhältnis gelesen werden, sondern sie symbolisiert eine (konstitutive) transzendentalphilosophische Anweisung, wie – ausgehend von den mathematischen Grundsätzen des Verstandes – ein Zahl- bzw. Größenverhältnis (rechts) zu konstruieren ist. Entsprechend handelt es sich im Falle der Philosophie (links) um die Symbolisierung einer (regulativen) transzendentalphilosophischen Anweisung, wie – ausgehend von den dynamischen Grundsätzen des Verstandes – eine Erscheinung aufzusuchen ist, deren Existenz und Beziehung zu einer gegebenen Erscheinungen auf Grund dieser Grundsätze geltend gemacht werden kann. Dass KANT die Analogie allgemein als eine Verhältnisgleichheit bestimmt, weist darauf hin, dass er es mit ihrer *einheitsstiftenden* Funktion ernst meint: Auf der „zu bestimmenden“ Seite der Gleichheit (rechts) geht es ja um das Verhältnis von empirischen Erscheinungen (oder empirischen Regeln²⁰), auf der „bestimmenden“ Seite (links) um ein Verhältnis transzendentaler Natur. Es werden dort apriorische Festlegungen getroffen, die als Bedingungen der Möglichkeit von Erfahrung überhaupt fungieren (oder denen jedenfalls Erfahrung genügen muss, um sich als *wissenschaftliches* Wissen zu qualifizieren²¹). Insbesondere auch in den *wissenschaftstheoretisch* relevanten Verwendungen von „Analogie“ geht KANT von dieser einheitsstiftenden Verhältnisgleichheit aus.

2.2 Ähnlichkeit, Hypotypose, Versinnlichung: Schematische und symbolische Analogien

Die beiden Seiten der Verhältnisgleichheit der Analogie beziehen sich also auf die *Bedingungen* der Erkenntnis hier und auf das *Material* der Erkenntnis dort. In den *Prolegomena* deutet KANT mit Hilfe des Begriffs der Ähnlichkeit an, welche spezifische Erkenntnisleistung der Analogie hieraus resultiert: Es ist ihm zu tun um die „Erkenntniß [...] *nach der Analogie*, welche nicht etwa, wie man das Wort gemeinlich nimmt, eine unvollkommene Ähnlichkeit zweier Dinge, sondern eine vollkommene Ähnlichkeit zweier Verhältnisse zwischen ganz unähnlichen Dingen bedeutet“.²² Hier wird besonders deutlich, dass die durch die Analogie ermöglichte Erkenntnis allein auf *Verhältnisbeziehungen* beruht. Die Gegenstände in einer Analogie können so unähnlich sein wie sie wollen – z. B. kann es in ihr um das Handlungsrecht von Personen in der Gesellschaft auf der einen Seite und die Kräfte physischer Körper in der Mechanik auf der anderen Seite gehen.²³ Die Analogie zwischen beiden Bereichen stützt sich nicht auf Personen und Kräfte, sondern auf die *strukturelle Ähnlichkeit* von Verhältnissen. Konkret stützt sie sich in dem von KANT angeführten Beispiel auf den reziproken und symmetrischen Charakter von Interaktionen: Das Handeln und das Erleiden von Handlungen unter Individuen und die physische Wechselwirkung von Körpern, die wechselseitigen Kräften ausgesetzt sind, weisen in diesen Strukturmerkmalen große Ähnlichkeit auf.

20 Dieser Zusatz ist notwendig in Hinblick auf die „symbolischen Analogien“; vgl. hierzu Teil 2.2 und Teil 4.

21 Auch dieser Zusatz erfolgt mit Blick auf die „symbolischen Analogien“ (vgl. Anm. 20).

22 KANT 1783, §58 (AA IV, 357).

23 Vgl. das Beispiel in KANT 1783, §58, Anm. (AA IV, 357f.).

Dies trifft auch auf die *wissenschaftstheoretisch* relevanten Analogien KANTS zu: Sie setzen *nicht* auf eine irgendwie geartete Gegenstandsähnlichkeit, sondern auf eine spezifische *Verhältnisbeziehung*, nämlich die zwischen apriorischen Verhältnissen und unmittelbar sinnlichen Verhältnissen (oder verallgemeinernden empirischen, insbesondere gesetzlichen Verhältnissen²⁴). Ihre Funktion ist es, so könnte man pointiert sagen, aus Denkverhältnissen Erfahrungsverhältnisse zu machen.²⁵ KANTS Analogien sind folglich immer auch sinnliche Darstellungen apriorischer Begriffe und deren Beziehungen. Als „Versinnlichungen“ gehören sie unter die *Urteilkraft*, genauer unter die Hypotypose²⁶ als Funktion der Urteilkraft: „Die Hypotypose vergegenwärtigt der sinnlichen Anschauung etwas, das nicht innerhalb deren Reichweite liegt.“²⁷ Bei dem „Etwas“, das hier versinnlicht wird, kann es sich entweder um einen reinen Verstandesbegriff oder aber um einen Vernunftbegriff, dem gar keine Anschauung entsprechen kann, handeln. Entsprechend sind hier zwei verschiedene Fälle zu unterscheiden: die „schematische“ und die „symbolische“ Hypotypose.²⁸

Beide sind nicht bloße sinnliche Zeichen für Begriffe, sondern in ihrer Struktur ausdrücklich „analogisch“. Dies ist besonders für die *symbolische* Analogie zu unterstreichen: „Symbolisch“ heißt hier *nicht* soviel wie „semiotisch“, was KANT besonders der Mathematik ins Stammbuch schreibt: Der Buchstabe, der einen mathematischen Begriff vertritt, ist ein Zeichen, aber kein Symbol, weil er „gar nichts zu der Anschauung des Objects Gehöriges“ enthält.²⁹ Dies aber ist beim Symbol unbedingt der Fall: Es vermittelt durchaus eine *intuitive* Vorstellung vom Bezeichneten, und tut dies auf analogische Weise, indem es „die bloße Regel der Reflexion [...] auf einen ganz andern Gegenstand, von dem der erstere nur das Symbol ist“,³⁰ anwendet. In diesem Sinne kann etwa der gute monarchische Staat durch den beseelten Körper, der despotische Staat dagegen durch die mechanische Handmühle symbolisiert werden. Solche symbolischen Analogien beruhen natürlich wiederum auf keinerlei Gegenstandsähnlichkeit, sondern sie „transportieren“ die Art und Weise, wie der symbolisierte Gegenstand zu *reflektieren* ist, etwa unter dem Begriff der Kausalität. Insofern ist auch die symbolische Analogie, genau wie die schematische Analogie, formaler Natur. Worin liegt dann aber überhaupt der genauere Unterschied zur schematischen Analogie?

Die *schematische* Analogie versinnlicht reine Verstandesbegriffe, indem sie ihnen, wie KANT sagt, die korrespondierende Anschauung *a priori* gibt. Die wichtigste Erkenntnisfunktion der schematischen Analogie ist es, auf diesem Wege die *Realität* der reinen Verstandesbegriffe aufzuweisen. Die *symbolische* Analogie dagegen dient nicht der Versinnlichung eines *Verstandesbegriffs*, sondern bezieht sich auf einen *Vernunftbegriff*, etwa den Begriff der *Welt* als ganzer. Da Vernunftbegriffe nach KANT durch *keine* sinnliche Anschauung angemessen dargestellt werden können,³¹ ist deren *analogische* Versinnlichung nur „indirekter“ Art. Das Weltganze, vorgestellt als Uhrwerk, ist Teil einer solchen symbolischen Analogie, wie

24 Zu diesem Zusatz vgl. wiederum Anm. 22 und 23.

25 „Transzendentalphilosophie wäre so verstanden der Versuch, die Weltverhältnisse nach Analogie mit den Denkverhältnissen aufzuschlüsseln und in das Konzept eines umfassenden Vernunftkonstrukts zu integrieren“ (PIEPER 1996, S. 96f.).

26 „Hypotypose“ meint, dem griechischen Wortursprung nach, sowohl wie Entwurf, Umriss oder auch Abbildung. Zur terminologischen Verwendung in der antiken sowie der Kantischen Philosophie siehe BUCK 1974.

27 DE MAN 1996, S. 431.

28 Vgl. KANT 1790b, §59 (AA V, 351).

29 Ebenda (AA V, 352).

30 Ebenda.

31 Ebenda (AA V, 351).

auch Gott, vorgestellt als Uhrmacher.³² KANT legt großen Wert darauf, dass eine solche analogische Rede des „als ob“ den Vernunftideen keine (unerlaubten) Prädikate der Erfahrungswirklichkeit zuspricht. Dies legt die Frage nahe, worin ihr möglicher Nutzen für eine Wissenschaftstheorie der Naturwissenschaften bestehen kann. Bevor dieser Frage nachgegangen wird, sollen die schematischen Analogien näher untersucht werden, denn für das Geschäft der Gesetzes- und Theoriebildung der Naturwissenschaften sind sie zweifellos vorrangig.

3. Die Analogien der Erfahrung als schematische Analogien

Die herausgehobene Stellung der Analogien der Erfahrung für die Wissenschaftstheorie der Naturwissenschaft unterstreicht KANT in den *Prolegomena*, wenn er sie als die „eigentlichen Naturgesetze, welche dynamisch heißen können“,³³ bezeichnet. Für die empirischen Wissenschaften haben diese Analogien eine Aufgabe zu leisten, die sich für die reine Mathematik gar nicht stellt: Die Mathematik vergewissert sich der Existenz ihrer Gegenstände durch symbolische Konstruktion in der reinen Anschauung. Dagegen müssen die Objekte der Naturwissenschaft als Gegenstände aus der Mannigfaltigkeit der Wahrnehmungen zunächst durch gesetzmäßige Verknüpfungen gewonnen und in einen erfahrungsmäßigen Zusammenhang gebracht werden. Es geht KANT also um die Frage, in welcher Weise mehrere Erscheinungen, die in einem Verhältnis zueinander stehen, miteinander verknüpft werden, damit von einem *Dasein* der Erscheinungen die Rede sein kann, damit *eigentliche* Erfahrung, als gesetzmäßige Verknüpfung der Erscheinungen, möglich wird. In einem *Verhältnis* stehen dabei alle Erscheinungen *per se*, weil sie der reinen *Zeit* als Form des inneren Sinns unterliegen. KANT bringt dies in der ersten Auflage der *Kritik der reinen Vernunft* besser auf den Punkt als in der zweiten, wenn er als „Prinzip“ der Analogien der Erfahrung formuliert: „Alle Erscheinungen stehen, ihrem Dasein nach a priori unter Regeln der Bestimmung ihres Verhältnisses untereinander in einer Zeit.“³⁴

Es muss hier darauf verzichtet werden, zu zeigen, wie KANT die Analogien aus den drei Kategorien der Relation und deren Bezugnahme auf die reine Zeit gewinnt und begründet.³⁵ Es geht dabei um die Relationen (1.) Substanz und Akzidenz, (2.) Ursache und Wirkung und (3.) Gemeinschaft bzw. Wechselwirkung.³⁶ Ihnen korrespondieren die drei Zeitmodi Beharrlichkeit, Aufeinanderfolge und zugleichsein. Die zugehörigen „Regeln aller Zeitverhältnisse der Erscheinungen“³⁷ sind gerade die Analogien der Erfahrung. Die hier von KANT geführte Argumentation konstituiert die erste, *apriorische* Seite der Analogien. Die zweite, *empirische* Seite bekommt durch die apriorische Seite gleichsam „ihren Stempel aufgedrückt“. KANTS gerade zitiertes *Prinzip* der Analogien der Erfahrung kann nämlich so übersetzt werden: Erkenntnis realer Objekte setzt voraus, dass sie als Erscheinungen untereinander in einem analogen Verhältnis der notwendigen Verknüpfung stehen, wie es die kategorialen Relationsbegriffe unter Bezugnahme auf die reine Zeit tun. Die drei Analogien werden nun, auch in Hinblick auf ihre Aktualisierungsmöglichkeiten, etwas näher beleuchtet, wobei die zweite Analogie (auf Grund ihrer Bedeutung für die empirische Analogie) zuletzt behandelt wird.

32 Vgl. KANT 1783, §57 (AA IV, 357).

33 Ebenda, § 25 (AA IV, 307); vgl. THÖLE 1998, S. 267.

34 KANT 1781, A176 (AA IV, 121); vgl. KANT 1787, B218 (AA III, 158).

35 Siehe hierzu näher MELNICK 1973, chap. I, sowie THÖLE 1998, S. 268–275.

36 Vgl. KANT 1787, B106 (AA III, 93).

37 Ebenda, B219 (AA III, 159).

3.1 „Erste Analogie. Grundsatz der Beharrlichkeit der Substanz. Bei allem Wechsel der Erscheinungen beharrt die Substanz, und das Quantum derselben wird in der Natur weder vermehrt noch vermindert“³⁸

Wie ist dieser Satz zu verstehen, wie ist insbesondere das „Quantum der Substanz“ mit dem Zeitmodus der Beharrlichkeit in Verbindung zu bringen? Wir erleben die Mannigfaltigkeit von Wahrnehmungen sukzessive, in einer zeitlichen Abfolge, wir ordnen diese zeitlich an und etablieren anhand empirischer Erscheinungen objektive Verfahren der Zeitmessung, die wiederum dazu dient, objektiven Wandel in den empirischen Gegebenheiten zu konstatieren. Da die innere und absolute Zeit nicht wahrnehmbar ist, kann der Grund der Möglichkeit der Zeitordnung nicht in der reinen Zeit selber bestehen, also nicht darin, dass die Erscheinungen dieser reinen Zeit unmittelbar koordiniert werden. Es muss vielmehr etwas in der Wahrnehmung geben, was objektive Zeitbestimmung ermöglicht, was die reine Zeit als empirisches Bezugssystem vertritt,³⁹ oder was „die Zeit überhaupt vorstellt, und an dem aller Wechsel oder Zugleichsein durch das Verhältniß der Erscheinungen zu demselben [...] wahrgenommen werden kann“.⁴⁰ Dies kann nur etwas selber Beharrendes sein, ist gleichsam ein empirisches „Gegenstück“ zur apriorischen Substanz in der Relationskategorie von Substanz und Akzidenz. Dieses Gegenstück bezeichnet KANT als die „Substanz in der Erscheinung“.⁴¹

Die erste Analogie sagt aus, dass empirische Substanzbestimmungen möglich sein müssen, um objektive Zeitverhältnisse im Sinne von Zugleichsein und Aufeinanderfolge möglich zu machen. Zugleich fordert sie dazu auf, solche empirischen Substanzbestimmungen vorzunehmen. KANT dazu in einem plastischen Beispiel: „Ein Philosoph wurde gefragt: wie viel wiegt der Rauch? Er antwortete: ziehe von dem Gewichte des verbrannten Holzes das Gewicht der übrigbleibenden Asche ab, so hast du das Gewicht des Rauchs“.⁴² Die äußere Form der Analogie im eingangs beschriebenen Sinn einer Verhältnisgleichheit liegt hier auf der Hand, wobei der Bestimmung der „Unbekannten“ die Auffindung der „Substanz der Erscheinung“ entspricht (Abb. 2).⁴³

Substanz : Akzidenz

=

Beharrendes der Erscheinung : Veränderlichem der Erscheinung

=

„Substanz der Erscheinung“ X : Veränderlichem der Erscheinung

Abb. 2 Die erste Analogie der Erfahrung

³⁸ Ebenda, B225 (AA III, 162).

³⁹ Dies wird gut ausgeführt in THÖLE 1998, S. 276.

⁴⁰ KANT 1787, B225 (AA III, 162).

⁴¹ Ebenda.

⁴² Ebenda (AA III, 164).

⁴³ Ich folge in dieser Schematisierung wie auch den beiden nachfolgenden Schemata 3 und 4 im Wesentlichen PIEPER 1996, S. 98f., nehme aber in den Schemata einige Konkretisierungen und Ergänzungen vor.

Als *regulativer* Grundsatz kann die erste Analogie natürlich keinen Katalog von „Substanzen der Erscheinung“ bereitstellen. Sie fordert uns vielmehr auf, einen solchen Katalog empirisch zu ermitteln. Dass KANTS eigene Formulierung der Analogie *expressis verbis* den Ausdruck „Quantum“ der Substanz verwendet, ist oft mit der Masseerhaltung der Newtonschen Mechanik in Verbindung gebracht worden. KANT selber stellt diese Beziehung zur ersten Analogie nicht nur im obigen „Rauchbeispiel“ der *Kritik der reinen Vernunft*, sondern auch in den *Metaphysischen Anfangsgründen* her.⁴⁴ Dass er allgemein an eine empirische Substanzerhaltung *quantitativer* Art denkt, ist offenkundig und wird plausibel auch dadurch, dass die „Substanz der Erscheinung“ als in der Anschauung gegeben grundsätzlich auch einer Zahlbestimmung unterliegen können *muss*.

Systematisch wichtig ist dabei, dass KANTS Argumentation für die Notwendigkeit dessen, was in der Sprache der modernen Physik „Erhaltungsgröße“ heißt, bei der Nichtwahrnehmbarkeit der Zeit selber seinen Ausgang nimmt: Die Erhaltungsgrößen stehen auf empirischer Seite für die Zeit ein. Anders gesagt: Die „Zeitlosigkeit“ der Substanzkategorie auf der apriorischen Seite wird durch die erste Analogie in die Forderung nach Aufweis von Erhaltungsgrößen „X“ auf der empirischen Seite des Verhältnisses transformiert.

Die große Bedeutung von Erhaltungsgrößen für die moderne theoretische Physik braucht hier nicht dargelegt zu werden. Hier verhält es sich nun so, dass das Noethersche Theorem die Erhaltungssätze ganz *allgemein* als Invarianzforderungen an deren Naturgesetze aufweist. Der Energieerhaltungssatz ist danach z. B. eine Folge der Homogenität des Zeitparameters. Carl Friedrich VON WEIZSÄCKER war wohl der erste, der von dieser Sicht der modernen Physik den Bogen zurück zu KANTS erster Analogie geschlagen hat:

„Die Notwendigkeit des ‚Substrats‘ [d. h. KANTS ‚Substanz der Erscheinung‘] folgert Kant daraus, dass die Zeit für sich nicht wahrgenommen werden kann. Für den Physiker folgt die Unmöglichkeit, ‚die Zeit für sich wahrzunehmen‘, aus der Homogenität der Zeit. Wenn alle Gleichungen der Physik invariant sind gegen eine Änderung des Zeitnullpunkts, so kann man durch kein physikalisches Phänomen feststellen, welchen Wert die ‚absolute Zeitkoordinate‘ jetzt hat; der Begriff einer solchen absoluten Zeitkoordinate ist dann physikalisch sinnlos. Hingegen kann man Eigenschaften von Gegenständen feststellen, die sich gesetzmäßig ändern, und an diesen Änderungen die Zeitdifferenz ablesen. So scheint mir Einsteins Analyse des Zeitbegriffs durch Studium des möglichen Gangs von Uhren genau im Sinne Kants gedacht. Insofern jeder Gegenstand, dessen Eigenschaften sich gesetzmäßig ändern, eine Uhr ist, und jeder Gegenstand unter die Substanzkategorie fällt, kann man sehr wohl sagen, daß [...] alles, was unter die Substanzkategorie fällt, ‚die Zeit vorstellt‘.“⁴⁵

Die hier ausgezogene, starke Parallele zwischen Zeit und Erhaltungsgrößen bei KANT und in der modernen Physik macht die erste Analogie der Erfahrung besonders für die Quantenmechanik und deren Objektconstitution interessant, was hier nicht näher ausgeführt werden kann.⁴⁶

44 Siehe KANT 1786, „Lehrsatz 2“ zur Mechanik nebst „Beweis“ (AA IV, 541f.).

45 VON WEIZSÄCKER 1964, S. 163.

46 Eine sehr bedenkenswerte Darstellung der quantenmechanischen Objektconstitution aus Kantischer Perspektive gibt MITTELSTAEDT 1994.

3.2 „Dritte Analogie. Grundsatz des *Zugleichseins*, nach dem *Gesetze der Wechselwirkung*, oder *Gemeinschaft*. Alle Substanzen, so fern sie im Raume als zugleich wahrgenommen werden können, sind in durchgängiger Wechselwirkung“⁴⁷

Auch die dritte Analogie der Erfahrung hat die Erkenntnisfunktion, Erscheinungen zu einer Einheit zu bringen. Sie handelt aber spezifisch von Erscheinungen *gleichzeitig* existierender Objekte. *Gleichzeitig* können Objekte nur existieren, wenn die Wahrnehmung jedes einzelnen Objektes bzw. dessen Zustands zeitlich wechselseitig aufeinander folgen kann. Um dies an einem Beispiel KANTS zu verdeutlichen: Beobachtungen am Mond und an der Erde müssen in ihrer zeitlichen Reihenfolge austauschbar sein, wenn beide Himmelskörper zugleich existieren sollen.⁴⁸ Das *Zugleichsein* kann nun nicht in den Wahrnehmungen selber gesucht werden, denn diese werden stets sukzessive durchlaufen, noch kann sie in deren Beziehung zur reinen Zeit bestehen, denn die Zeit ist nicht wahrnehmbar. Die Vorstellung des *Zugleichseins* ist vielmehr eine Verstandesleistung und beruht auf einer Schematisierung der Wechselwirkungskategorie. Auch hier ist die äußere Form der Analogie die einer Verhältnisgleichheit (Abb. 3).

Ursache \rightleftarrows Wirkung = Erscheinung $_1(t^*)$: Erscheinung $_2(t^*)$

Abb. 3 Die dritte Analogie der Erfahrung

Genau das ist objektiv gleichzeitig, was in Wechselwirkung miteinander steht, was sich zueinander *reziprok* wie Ursache und Wirkung verhalten kann. (Die entgegengesetzten Pfeilrichtungen deuten diese Reziprozität auf der apriorischen Seite der Analogie an.) Durch die dritte Analogie wird *objektive Gleichzeitigkeit* konstituiert, obwohl die Wahrnehmung selber jederzeit sukzessiv erfolgt. Die Objektivierung wird dadurch erreicht, dass die Wahrnehmung – im Falle einer komplexen Objektwahrnehmung ist das in KANTS Terminologie die „Synthesis der Apprehension dieses Mannigfaltigen“⁴⁹ – nacheinander in beide Richtungen durchlaufen werden kann. Diese Forderung nach Umkehrbarkeit der Wahrnehmungsoperationen im Raum wie auch KANTS allgemeinere Ausführungen zur Kausalität machen klar, dass die Zeit t^* im obigen Schema *nicht* als ein isolierter Moment einer Newtonschen absoluten Zeit gelesen werden kann, sondern dass KANT hier eine „raum-zeitliche“ Bestimmung von Gleichzeitigkeit vornimmt, die nicht ohne materiellen „Wahrnehmungsinput“ an räumlich getrennten Objekten auskommen kann. Die objektive Zeitordnung unterliegt eben, wie KANT am Ende der Analogien sehr deutlich herausstellt, nicht den mathematischen, sondern den *dynamischen* Grundsätzen:

„Diese Einheit der Zeitbestimmung ist durch und durch dynamisch, d. i. die Zeit wird nicht als dasjenige angesehen, worin die Erfahrung unmittelbar jedem Dasein seine Stelle bestimmte, welches unmöglich ist, weil die absolute Zeit kein Gegenstand der Wahrnehmung ist, womit Erscheinungen könnten zusammengehalten werden; sondern die Regel

47 KANT 1787, B256 (AA III, 180).

48 Vgl. ebenda, B255 (AA III, 181).

49 Ebenda, B258 (AA III, 181).

des Verstandes, durch welche allein das Dasein der Erscheinungen synthetische Einheit nach Zeitverhältnissen bekommen kann, bestimmt jeder derselbe ihre Stelle in der Zeit, mithin a priori, und gültig für alle und jede Zeit.“⁵⁰

Der *dynamische* Charakter der Zeitbestimmung erfordert es, KANTS „Zeit“ besser als „Raum-Zeit“ zu verstehen, und auf diese Raum-Zeit beziehen sich auch seine Gleichzeitigkeitsrelationen.⁵¹ Diese Tatsache macht KANTS Diskussion der objektiven Zeitordnung in der dritten Analogie *anschlussfähig* für die Zeittheorien der modernen Physik, wie die Einsteinsche. Hierauf hebt schon VON WEIZSÄCKER ab.⁵²

Natürlich ist die (hier nur angedeutete) Argumentation KANTS zur objektiven Gleichzeitigkeit ganz unvollständig ohne die *zweite* Analogie, denn diese ist für die Konstitution einer *objektiven Zeitfolge* zentral und unverzichtbar.⁵³ Hier soll die zweite Analogie gleichwohl nur unter einem *anderen* Gesichtspunkt, der für die aktuelle Diskussion nicht ohne Interesse ist, angesprochen werden. KANT formuliert sie in der zweiten Auflage seiner ersten *Kritik* folgendermaßen:

3.3 „Zweite Analogie. Grundsatz der Zeitfolge nach dem Gesetze der Causalität. Alle Veränderungen geschehen nach dem Gesetze der Verknüpfung der Ursache und Wirkung“⁵⁴

In der Literatur herrscht weitgehende Einigkeit, dass dieses „Kausalprinzip“ KANTS im Kern die Antwort auf HUMES skeptische Herausforderung beinhalte; weniger Einigkeit herrscht allerdings darüber, worin diese Antwort genau besteht, d. h., welche Ansprüche die zweite Analogie an kausale Erklärung im Einzelnen stellt.⁵⁵ Hier soll es mit einem Blick auf ihre grundlegende Funktion getan sein: Als regulatives Prinzip fordert sie zur kausalen Verknüpfung von Erscheinungen, die zeitlich aufeinanderfolgen, auf. Zur beobachtbaren Wirkung zu einer Zeit ist die zugehörige, zeitlich frühere Ursache aufzusuchen. Das Analogie-Schema sieht also so aus wie in Abbildung 4.

Ursache : Wirkung = **Erscheinung 1** : Erscheinung 2

Abb. 4 Die zweite Analogie der Erfahrung

Auf der Erfahrungsseite gehört Erscheinung 2 zur Wirkung und die aufzusuchende Erscheinung 1 zur Ursache. Dabei wird das „apriorische Verhältnis“ (links) in der heuristischen Funktion der Analogie (rechts) zunächst umgekehrt, denn die aufzusuchende Erscheinung 1

50 Ebenda, B262 (AA III, 184).

51 Vgl. hierzu FRIEDMAN 1992, S. 160f. und 184.

52 Siehe VON WEIZSÄCKER 1964, S. 163.

53 Gute Rekonstruktionen hierzu geben MELNICK 1973, chap. III. und DRYER 1984.

54 KANT 1787, B 232 (AA III, 166).

55 Zu unterschiedlichen Interpretationsansätzen siehe insbesondere VAN CLEVE 1973, DRYER 1984 und CALLANAN 2008.

ist gegenüber der vorliegenden Erscheinung 2 die zeitlich frühere. Wenn für einen ganzen Erfahrungsbereich ähnlicher Erscheinungsarten 1 und 2 ein bestimmtes Kausalgesetz aufgedeckt ist, kann diese Richtung auf der Erfahrungsseite umgekehrt, d. h. gleichsam die unbekannte X nach rechts verschoben werden. Dies zu erreichen, ist Sache der Empirie:

„Wie nun überhaupt etwas verändert werden könne; wie es möglich sei, dass auf einen Zustand in einem Zeitpunkte ein entgegengesetzter im andern folgen könne; davon haben wir a priori nicht den mindesten Begriff. Hierzu wird die Kenntnis wirklicher Kräfte erfordert, welche nur empirisch gegeben werden kann, z. B. der bewegenden Kräfte, oder, welches einerlei ist, gewisser sukzessiven Erscheinungen (als Bewegungen), welche solche Kräfte anzeigen. Aber die Form einer jeden Veränderung, die Bedingung, unter welche sie [...] allein vorgehen kann [...], mithin die Succession der Zustände selbst (das Geschehene) kann doch nach dem Gesetze der Causalität unter den Bedingungen der Zeit a priori erwogen werden.“⁵⁶

Hier soll die zweite Analogie weiter *nicht* auf ihre (zentrale) Bedeutung für die objektive Zeitfolge bei KANT untersucht, sondern es soll allein auf die von KANT angesprochene empirische, insbesondere die wenig beachtete heuristische Funktion in der Ausbildung wissenschaftlicher Erfahrung aufmerksam gemacht werden: Wie alle Analogien der Erfahrung ist auch die zweite *transzendental*, insofern sie Erfahrung zuerst ermöglicht. Sie ist dabei auch für die Ausbildung *empirischer* Analogien wichtig, d. h., sie ermöglicht einen Übergang von einer apriorisch/empirischen-Verhältnisbestimmung, wie sie oben schematisch dargestellt wurde, zu solchen Analogien, die empirisch/empirische-Verhältnisbestimmungen beinhalten und deshalb – in Anschluss an KANTS Bezeichnung dieser Art von Analogie *und* der Induktion als „logische Präsumtionen oder auch empirische Schlüsse“⁵⁷ – auch als *empirische Analogien* bezeichnet werden können.⁵⁸

3.4 Empirische Analogien unter der zweiten Analogie der Erfahrung

Empirische Analogien werden gebildet, wenn nicht auf die Schemata der Analogien der Erfahrung selber reflektiert wird, sondern unmittelbar auf empirische Mannigfaltigkeiten:

„Die Analogie schließt von particularer Ähnlichkeit zweier Dinge auf totale, nach dem Princip der Specification: Dinge von einer Gattung, von denen man vieles Übereinstimmende kennt, stimmen auch in dem Übrigen überein, was wir in einigen dieser Gattung kennen, an andern aber nicht wahrnehmen.“⁵⁹

Diese Bestimmung bezieht sich zunächst nur auf die Analogiebildung bei Dingen einer Gattung. Sie lässt sich aber folgendermaßen auf die Gewinnung empirischer Regularitäten ausdehnen: Wenn zwei Erscheinungen [1] und [2] in einer Ursache-Wirkung-Beziehung stehen, und eine wahrgenommene Erscheinung [4] eine Ähnlichkeit zur Erscheinung [2] aufweist,

⁵⁶ KANT 1787, B 252 (AA III, 178).

⁵⁷ KANT 1800, §84 (AA IX, 133).

⁵⁸ Von „empirical analogies“ bzw. „a posteriori analogies“ spricht Hernán PRINGE in Abgrenzung von den Analogien der Erfahrung selber als „a priori analogies“ (PRINGE 2007, S. 19–22). An seinen kenntnisreichen Versuch einer „transcendental foundation of quantum objectivity“ schließen sich die folgenden Ausführungen dieses Abschnitts zur empirischen Analogie in der Quantenmechanik an.

⁵⁹ KANT 1800, §84, Anm. 1 (AA III, 133).

geht die empirische Analogie darauf aus, eine noch unbekannte Erscheinung [3] aufzusuchen, die zu [4] in der gleichen Kausalrelation steht wie [1] zu [2] (Abb. 5).

Erscheinung_U 1 : Erscheinung_W 2 = **Erscheinung_U 3** : Erscheinung_W 4

Abb. 5 Die empirische Analogie

Solche *A-posteriori*-Analogien sind zwar – gegenüber den *apriorischen* Analogien der Erfahrung – nur von nachgeordnetem Erkenntniswert, aber letztlich für die empirischen Wissenschaften unverzichtbar: Sie dienen der Gewinnung empirischer Einzelgesetze unter der zweiten Analogie der Erfahrung.⁶⁰ Die Unterordnung ist darin begründet, dass in der empirischen Analogie die beiden Relationen der Erscheinungen als *kausale* vorausgesetzt werden müssen, und diese Voraussetzung wird durch die zweite Analogie gerechtfertigt. Ohne die Einbettung in die durch die zweite Analogie der Erfahrung konstituierte objektive Zeitordnung blieben die Erscheinungen [3], [4] unverbunden und könnten gar kein Gegenstand der Erfahrung sein.

Neben der transzendentalphilosophischen Begründung hat aber die Unterordnung der empirischen unter die zweite Analogie auch einen heuristischen Sinn: Die Ähnlichkeit der Erscheinungen gibt zur Suche nach übergreifenden, allgemeinen empirischen Regeln Anlass, die sich (im Erfolgsfalle) als Kausalgesetze qualifizieren können. Dass die „nur“ auf Erscheinungsähnlichkeit basierenden empirischen Analogien tatsächlich zu allgemeinen Naturgesetzen werden, ist selber eine transzendentalphilosophisch motivierte, regulative Idee, ohne die nach KANT Naturwissenschaft gar nicht möglich wäre.⁶¹

Auch die empirische Analogie hat in der neueren Theorie der Naturwissenschaften ihre Spuren hinterlassen. Stellvertretend sei hier auf Niels BOHRs Ausbildung und Rechtfertigung des Korrespondenzprinzips in der Frühgeschichte der Quantenmechanik (1913–1924) verwiesen, das Kantische Bezüge erkennen lässt, die vor allem durch BOHRs Philosophielehrer Harald HÖFFDING vermittelt worden sein dürften.⁶² Verkürzt gesagt, spielt das Korrespondenzprinzip bei BOHR die Rolle einer *Maxime*, um ausgehend von der klassischen Theorie (KT) des Elektrons, d. h. von deren Bewegungsbeschreibung B und Strahlungseigenschaften R, empirische Analogien zur quantenmechanischen Bewegungsbeschreibung und Strahlungseigenschaften zu bilden (Abb. 6).⁶³

60 Vgl. KANT 1787, B236–238 und B247f. (AA III, 168–170 und 175f.); für nähere Erläuterungen siehe PRINGE 2007, S. 19–21.

61 Siehe hierzu näher BUCHDAHL 1969, S. 484–530, und BUCHDAHL 1992, S. 183–191. Auf die Notwendigkeit von Naturgesetzen, die sie von allgemeinen empirischen Regeln unterscheidet, kann hier nicht näher eingegangen werden. Sie spielt auch für die Vereinheitlichungsdiskussion (Teil 4) eine wichtige Rolle, die hier unausgeführt bleiben muss.

62 Vgl. HÖFFDING 1905 und 1923 zu dessen Analogiedenken, KANTS Einfluss auf BOHRs Philosophie der Physik wird in der Literatur recht kontrovers diskutiert; siehe neben PRINGE 2007 etwa auch FOLSE 1978 und KAISER 1992.

63 Nach PRINGE 2007, S. 21f. und 49–74.

$$KT(B) : KT(R) = QT(B) : QT(R)$$

Abb. 6 BOHRs Korrespondenzprinzip als Maxime zur Bildung empirischer Analogien

Die von BOHR vermutete Korrespondenz diente konkret als heuristisches Werkzeug, um mit Hilfe klassischer Gesetze des Elektrons zu „entsprechenden“ Gesetzen der Quantenmechanik zu gelangen. BOHR selber hat dabei allerdings letztendlich gesehen, dass es zwischen der Elektronenbewegung und der Strahlung als Quantenphänomen (rechts) keine zugleich kausale und raum-zeitlich darstellbare Beziehung geben könne. Deshalb bleibt die von seinem Korrespondenzprinzip geforderte Analogie rein *formaler* Art. Im Sinne KANTS handelt es sich hier bereits um *symbolische* Analogien, weil das Elektron mit seinen quantenmechanischen Strahlungseigenschaften durch die Analogie nicht anschaulich gegeben und kausal dargestellt werden kann, sondern nur im Sinne einer Regel der Reflexion vorgestellt werden kann. Auch BOHR verwendet schließlich diese Bezeichnung:

„[...] ich fühle, besonders wenn die Koppelung wirklich eine Tatsache sein sollte, dass man dann in noch höherem Grade wie bisher seine Zuflucht zu symbolischen Analogien nehmen muss. Eben in letzter Zeit habe ich mir den Kopf zerbrochen in solche Analogie mich hineinzuträumen“.⁶⁴

Zweite Analogie der Erfahrung

Ursache : Wirkung = **Erscheinung 1** : Erscheinung 2



Empirische Analogien

Erscheinung₁ : Erscheinung_w 2 = **Erscheinung_t 3** : Erscheinung_w 4



Symbolische Analogie

KT(B) : KT(R) = QT(B) : QT(R)

Abb. 7 Von KANTS zweiter Analogie zu BOHRs Korrespondenzprinzip

64 Brief von N. BOHR an M. BORN vom 2. Mai 1925 (BOHR 1984, S. 311).

Die von BOHR konstatierte Unmöglichkeit, Quantenobjekte durch empirische Analogien im engeren Kantischen Sinne darzustellen, beruht bekanntlich auf dem Kausalitätsproblem der Quantenmechanik und bringt ihn zur „symbolischen Analogie“ KANTS, die im Folgenden noch im Kontext der neueren Diskussion um theoretische Vereinheitlichung beleuchtet werden soll. Der mit dieser Unmöglichkeit angesprochene „Bruch“ lässt sich zusammenfassend und schematisch so darstellen (Abb. 7).

4. Kants „subjektive formale Teleologie“ als symbolische Analogie

Die eingangs skizzierten *symbolischen* Analogien dienen der „indirekten“ Versinnlichung von Vernunftideen. Wenn etwa Gottes Verhältnis zur Welt analog zum Verhältnis des Menschen zu einem von ihm geschaffenen Kunstwerk gesetzt wird, soll dies die Art der Reflexion anzeigen, in der wir das Verhältnis Gott–Welt reflektieren. Einen solchen „symbolischen Anthropomorphismus“⁶⁵ dürfen wir uns zwar erlauben, ihn aber nicht dogmatisieren, d. h. hernehmen, um Gott und der Welt bestimmte Prädikate beizulegen, die wir dem Künstler bzw. dem Kunstwerk zusprechen.

Für die Wissenschaftstheorie scheint die symbolische Analogie zunächst ganz irrelevant. Und doch steht sie bei KANT in Verbindung zu einem wissenschaftstheoretischen Problem, das ihn schon in seiner vorkritischen Zeit umgetrieben hat. Es wurde ihm durch die damalige mathematische Physik – konkret durch das Verhältnis von analytischer Mechanik zu Newtonscher Mechanik – aufgegeben und findet sich in transformierter Form in seinem kritischen System wieder.⁶⁶ Modern gesprochen, geht es hier um das Problem der „theoretischen Vereinheitlichung“, KANTS Versuch, es mit Hilfe einer formalen Teleologie zu lösen, wurde in der neueren wissenschaftstheoretischen Vereinheitlichungsdiskussion durch Michael FRIEDMAN und Philip KITCHER aufgegriffen⁶⁷ und soll daher hier noch kurz zur Sprache kommen.

KANT spricht das Problem u. a. in der *Kritik der Urteilskraft* an, wenn er an der traditionellen Teleologie Kritik übt und zugleich einer anderen, nicht-konstitutiven Teleologie in der Naturforschung Legitimität bescheinigt:

„Arithmetische, geometrische Analogien, imgleichen allgemeine mechanische Gesetze, so sehr uns auch die Vereinigung verschiedener dem Anschein nach von einander ganz unabhängiger Regeln in einem Prinzip an ihnen befremdend und bewunderungswürdig vorkommen mag, enthalten deswegen keinen Anspruch darauf, teleologische Erklärungsgründe in der Physik zu sein [...]. Daher spricht man in der Teleologie, so fern sie zur Physik gezogen wird, ganz recht von der Weisheit, der Sparsamkeit, der Vorsorge, der Wohlthätigkeit der Natur, ohne dadurch aus ihr ein verständiges Wesen zu machen (weil das ungerne wäre); aber auch ohne sich zu erkühnen, ein anderes verständiges Wesen über sie als Werkmeister setzen zu wollen, weil dieses vermessen sein würde: sondern es

65 KANT 1783, §57 (AA IV, 357); siehe hierzu auch PIEPER 1996, S. 100–103.

66 Auf den wissenschafts- und philosophiegeschichtlichen Hintergrund dieser Transformation kann hier nicht eingegangen werden. Siehe hierzu PULTE 1999, S. 301–327; zum wissenschaftstheoretischen Wandel der mathematischen Physik im fraglichen Zeitraum und mit Bezug auf KANT allgemeiner PULTE 2001.

67 Vgl. FRIEDMAN 1974 und KITCHER 1981, 1985. Für eine ausführlichere Behandlung der Vereinheitlichungsansätze von FRIEDMAN und KITCHER siehe PULTE 2005a, S. 90–95.

soll dadurch nur eine Art der Kausalität der Natur nach einer Analogie mit der unsrigen im technischen Gebrauche der Vernunft, bezeichnet werden, um die Regel, wornach gewissen Producten der Natur nachgeforscht werden muß, vor Augen zu haben.“⁶⁸

KANT verwirft hier zum einen die Praxis, mathematische und physikalische Analogiebildungen mit „materialen“ teleologischen Ansprüchen zu verbinden, wie sie der traditionellen Physikotheologie eigen waren. Zum anderen fordert er eine andere, neue Art von Teleologie, die eine „Art der Kausalität der Natur“ nach Analogie zum technischen Vernunftgebrauch vorstelle, und diese hat offenkundig heuristische Funktion: „Produkte der Natur“ zu erforschen, *als ob* sie Teil einer weisen oder sparsam eingerichteten Naturordnung seien, kann dienlich sein, um, ausgehend von den Erscheinungen, allgemeine Erfahrungsregeln zu gewinnen; diese Sicht kommt z. B. bei der Ausbildung empirischer Analogien⁶⁹ zum Tragen.

Die Ausbildung allgemeiner empirischer Regeln „von unten“ birgt nun für KANTS Wissenschaftstheorie ein Problem mit beträchtlichem Zündstoff, denn Wissenschaft als *System* wird „von oben“, d. h. durch die Kategorien Kausalität, Substanz etc. bestimmt. Aus dieser Bestimmung folgt aber noch nicht, wie er ausdrücklich bemerkt, „daß die Natur, auch nach empirischen Gesetzen, ein für das menschliche Erkenntnisvermögen faßliches System sei“.⁷⁰ Die Naturphänomene könnten nämlich unserer reflektierenden Urteilskraft zur Ausbildung einer Vielzahl empirischer Regelmäßigkeiten Anlass geben. Es könnte sein, dass wir keinen vernünftigen Grund haben, diesen Regelmäßigkeiten Gesetzesstatus *abzusprechen*. Zugleich könnte es sein, dass es uns nicht gelingt, sie aus unseren Verstandeskategorien einsichtig zu machen, d. h. durch eine Schematisierung nach den Analogien der Erfahrung an diese anzuschließen. Wir hätten es dann mit einer bunten Vielzahl heterogener *Einzelgesetze* zu tun, ohne dass diese sich für unseren Verstand zu einem *System* zusammenfügen. Es könnte sogar der Fall eintreten, dass sich die einzelnen Gesetze zwar in ein deduktives System einfügen, dieses aber unserem Verstand *nicht* gemäß ist. KANT selber spricht dieses Problem unter Bezugnahme auf BACONS bekannte Metapher als das „Labyrinth der Mannigfaltigkeit möglicher besonderer Gesetze“ an.⁷¹ Der „Ariadnefaden“ aus diesem Labyrinth ist für KANT „das transzendente Prinzip der Urteilskraft“, als die „subjektiv-notwendige transzendente Voraussetzung, daß jene besorgliche grenzenlose Ungleichartigkeit empirischer Gesetze [...] der Natur nicht zukomme, vielmehr sie sich, durch die Affinität der besonderen Gesetze unter allgemeinere, zu einer Erfahrung, als einem empirischen System, qualifiziere“.⁷² Dieses Prinzip ist *transzendental*, weil es sich um eine apriorische Voraussetzung dafür handelt, die Natur – beugend als eine Mannigfaltigkeit empirischer Gesetze – zum Gegenstand der Erkenntnis machen zu können. Es ist *subjektiv*, weil hier die reflektierende Urteilskraft gewissermaßen „zu eigenem Gunsten“ darauf setzt, dass sich die Vielzahl der Einzelgesetze zu einem System fügt, es ist *formal*, sofern es die Forderung an die Einzelgesetze beinhaltet, sich einem logischen System einzufügen, und es ist *notwendig*, weil ohne seine Anwendung die Einzelgesetze gar nicht unter ein allgemeines subsumiert werden könnten. Daher die Be-

68 KANT 1790b, §68 (AA V, 382 und 383).

69 Vergleiche Teil 3.4 oben. Zu beachten ist, dass nach der dortigen „*Top-down*-Perspektive“ die empirischen Analogien der zweiten Analogie der Erfahrung untergeordnet sind, während hier die bei KANT eben *auch* vorfindbare „*Bottom-up*-Perspektive“ ihren Ausgang von den Naturerscheinungen nimmt.

70 KANT 1781, IV (Werke 8, 21); vgl. hierzu auch KANT 1787, B681f. (AA III, 433).

71 KANT 1781, V (Werke 8, 26); vgl. zum Folgenden PULTE 2005a, S. 83f.

72 KANT 1781, IV (Werke 8, 22).

zeichnung „subjektive formale Teleologie“ (Abb. 8).⁷³ Sie beinhaltet eine *methodologische* Forderung an die Wissenschaft: Mit KANT zu reden, setzt die „Vernunft im hypothetischen Gebrauch“, hier die Einheit des Systems der Einzelgesetze, voraus und verlangt eine fortschreitende Vereinheitlichung der Naturgesetze „von unten nach oben“.⁷⁴

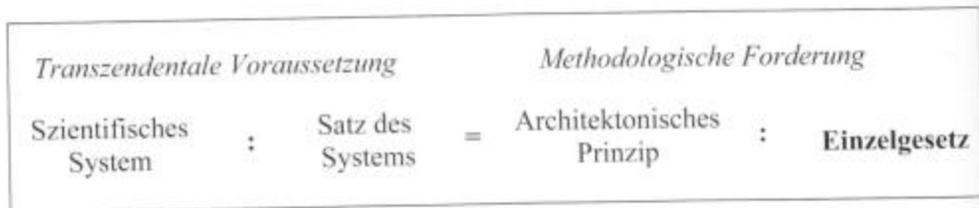


Abb. 8 KANTS subjektive formale Teleologie als symbolische Analogie

Im Sinne eines logisch-deduktiv geordneten „szientifischen Systems“, das in KANTS Architektonik als Ideal von Wissenschaft vor Augen steht, ist die Auffindung von Einzelgesetzen also von der methodologischen Forderung begleitet, ihnen ihren „logischen Ort“ im System zuzuweisen. KANT selber spricht von der hier angestellten Analogie nicht ausdrücklich als einer *symbolischen*. Sie kann aber im Sinne seiner Definition durchaus so genannt werden, denn ihr liegt der Gedanke zu Grunde, das Weltganze in formaler Hinsicht, d. h. nach seiner gesetzlichen Ordnung, als ein architektonisches System aufzufassen.⁷⁵

FRIEDMAN und KITCHER haben sich der Kantischen Vereinheitlichungstheorie in der Folge des Niedergangs der analytischen Erklärungstheorie nach HEMPEL-OPPENHEIM zugewandt und in gewissem Sinne radikalisiert: Nach beider Auffassung ist eigentliche wissenschaftliche Erklärung überhaupt eine Sache der theoretischen Vereinheitlichung *als solcher*.⁷⁶ KANT dient ihnen dabei als wichtigster Gewährsmann. Den vereinheitlichenden Gesetzen oder Prinzipien wird dabei kein besonderer erkenntnistheoretischer Status eingeräumt: Es ist die Vereinheitlichungsleistung einer Theorie als ganzer, durch die Erklärung erreicht werde. Ohne hier auf Einzelheiten und auch wichtige Unterschiede der Vereinheitlichungstheorie beider Ansätze näher eingehen zu können,⁷⁷ lässt sich sagen, dass KANT hier auf originelle und anregende Weise für die neuere Erklärungstheorie fruchtbar gemacht wird. Allerdings scheint es auch, dass über FRIEDMANS und KITCHERS Theorie einer „Bottom-up-Vereinheitlichung“

73 Zur Kantischen Terminologie und deren Uneinheitlichkeit vgl. PULTE 1999, insbesondere S. 323, Anm. 65.

74 KANT bemerkt im Anhang zur Transzendentalen Dialektik: „In der That ist auch nicht abzusehen, wie ein logisches Princip der Vernunfteinheit der Regeln stattfinden könne, wenn nicht ein transcendentales vorausgesetzt würde, durch welches eine solche systematische Einheit, als den Objecten selbst anhängend, a priori als nothwendig angenommen wird. [...] Denn das Gesetz der Vernunft sie [die Einheit nach Principien] zu suchen, ist nothwendig, weil wir ohne dasselbe gar keine Vernunft, ohne diese aber keinen zusammenhängenden Verstandesgebrauch und in dessen Ermangelung kein zureichendes Merkmal empirischer Wahrheit haben würden, und wir also in Ansehung der letzteren die systematische Einheit der Natur durchaus als objectiv gültig und nothwendig voraussetzen müssen“ (KANT 1787, B678f.; AA III, 431f.).

75 Aus Gründen der Umfangsbeschränkung werden Einzelfragen, die sich aus dieser Interpretation ergeben, hier nicht weiter verfolgt. Auch wird die Frage der Gesetzesnotwendigkeit, die für KANTS Vereinheitlichungstheorie von großer Wichtigkeit ist, hier nicht thematisiert. Siehe hierzu PULTE 1999, besonders S. 323–327.

76 Vgl. hierzu FRIEDMAN 1974, S. 173–183, und KITCHER 1990, S. 193–196.

77 Siehe hierzu PULTE 2005a, S. 90–95.

KANTS prävalenter „*Top-down*-Erklärungsbegriff“⁷⁸ zumindest stark heruntergespielt und eine „skeptische“ Pointe der Kantischen Vereinheitlichungstheorie aus dem Blick gerät: Nach KANT könnte *grundsätzlich* der Fall eintreten, dass wir die Mannigfaltigkeit der empirischen Gesetze in eine logische Einheit bringen können, ohne dass es eine Garantie dafür gibt, dass die so gewonnene Einheit auch unserem Verstand gemäß ist und uns etwas *erklärt*.⁷⁹ Theoretische Vereinheitlichung *ohne* Erklärungsleistung ist nach KANT eine nicht auszuschließende Gefahr, der nur *methodologisch* begegnet werden kann, indem die Vereinheitlichung „von unten“ immer mit Blick auf die konstitutiven Prinzipien einer wissenschaftlichen Theorie von „oben“ vorgenommen wird.⁸⁰

5. Schlussbemerkung

Zweifellos stellt die hier skizzierte subjektive formale Teleologie als symbolische Analogie den weitreichendsten und auch spekulativsten Gebrauch dar, den KANT vom Analogiebegriff, sofern er für die heutige Wissenschaftstheorie der Naturwissenschaften von Interesse sein kann, überhaupt macht. Dass „selbst“ dieser Gebrauch in der jüngeren Diskussion Beachtung gefunden hat, weist auf die andauernde Fruchtbarkeit seiner wissenschaftstheoretischen Reflexionen auch nach Zusammenbruch des apriorischen Begründungsprogramms hin. Die hier versuchte, stark „schematisierende“ Darstellung des Kantischen Analogiebegriffs und seiner wissenschaftstheoretisch wichtigsten Ausformungen wird zweifellos manchen Facetten und Feinheiten seiner Argumentation nicht gerecht und lässt andere ganz unberücksichtigt. Andererseits können, wie wir durch KANT selber wissen, „Versinnlichungen“ abstrakter Begriffe erkenntnisförderlich sein und Erkenntnisprozesse initiieren. Wenn, in diesem Sinne, die „Schematisierungen“ des Kantischen Analogiebegriffs zu einer näheren Auseinandersetzung mit seinem vielschichtigen Analogiedenken anregen, ist ihr Zweck erfüllt.

78 „Erklären heißt von einem Prinzip ableiten, welches man [...] deutlich muß erkennen und angeben können“ (KANT 1790b, §78; AA V, 412).

79 Dieser Punkt wird in den Kant-Interpretationen von FRIEDMAN und KITCHER nicht näher thematisiert, wäre aber in seinen Implikationen besonders für KITCHERS Vereinheitlichungstheorie näher zu bedenken; siehe hierzu PULTE 2005a, S. 94f.

80 In der Wissenschaftstheorie des Kantianers Jakob Friedrich FRIES wird eine „Dynamisierung“ zwischen konstitutiven und regulativen Prinzipien der Naturforschung vorgenommen und auch eine „Balance“ zwischen beiden gesucht, die bei KANT noch nicht greifbar ist; siehe hierzu näher PULTE 1999, S. 327–341. Für neuere Arbeiten, in denen FRIES' Wissenschaftstheorie und Philosophie der Mathematik eine maßgebliche Rolle spielt, siehe PULTE 2005b und VAN ZANTWIJK 2009.

Literatur

- BÄRTHLEIN, Karl, und TALANGA, Jossip: Der Analogiebegriff bei den griechischen Mathematikern und bei Platon. Würzburg 1995
- BECK, LEWIS W.: The second analogy and the principle of indeterminacy. *Kant-Studien* 57, 190–205 (1966)
- BOHR, Niels: *Collected Works*. Vol. 5: The Emergence of Quantum Mechanics. Ed. by K. STOLZENBURG. Amsterdam u. a. 1984
- BRITTAN, Gordon G.: *Kant's Philosophy of Science*. Princeton 1978
- BUCHDAHL, Gerd: *Metaphysics and the Philosophy of Science*. Oxford 1969
- BUCHDAHL, Gerd: *Kant and the Dynamics of Reason. Essays on the Structure of Kant's Philosophy*. Oxford u. a. 1992
- BUCK, Günther: Hypotypose. In: *Historisches Wörterbuch der Philosophie*. Bd. 3. Hrsg. von J. RITTER. S. 1266–1267. Basel 1974
- CALLANAN, John: Kant on analogy. *British Journal for the History of Philosophy* 16, 747–772 (2008)
- DE MAN, Paul: Epistemologie der Metapher. In: HAVERKAMP, A. (Hrsg.): *Theorien der Metapher*. 2. Aufl., S. 414–437. Darmstadt 1996
- DISTER, John D.: Kant's Regulative Ideas and the 'Objectivity' of Reason. In: *Proceedings of the Third International Kant Congress*; pp. 262–269. Dordrecht 1972
- DRYER, Douglas P.: The second analogy. In: HARPER, W., and MEERBOTE, R. (Eds.): *Kant on Causality, Freedom and Objectivity*; pp. 58–65. Minneapolis 1984
- FOLSE, Henry J.: Kantian aspects of complementarity. *Kant-Studien* 69, 58–66 (1978)
- FRIEDMAN, Michael: Explanation and scientific understanding. *The Journal of Philosophy* 71, 5–19 (1974); dt. in: SCHURZ, G. (Hrsg.): *Erklären und Verstehen*. S. 171–191. München 1990
- FRIEDMAN, Michael: *Kant and the Exact Sciences*. Cambridge, Mass. u. a. 1992
- FRIEDMAN, Michael: *Dynamics of Reason. The 1999 Kant Lectures at Stanford University*. Stanford 2001
- GILL, Jerry H.: Kant, analogy and natural theology. *International Journal for Philosophy of Religion* 16/1, 19–28 (1984)
- GLOY, Karen: *Die Kantische Theorie der Naturwissenschaft*. Berlin 1976
- HÖFFDING, Harald: On analogy and its philosophical importance. *Mind* 14/54, 199–209 (1905)
- HÖFFDING, Harald: *Der Begriff der Analogie*. Leipzig 1923
- HOPPE, Hansgeorg: *Kants Theorie der Physik. Eine Untersuchung über das Opus postumum von Kant*. Frankfurt (Main) 1969
- KAISER, David: More roots of complementarity: Kantian aspects and influences. *Studies in History and Philosophy of Science* 23, 213–239 (1992)
- KANT, Immanuel: *Gesammelte Schriften*. Hrsg. von der (Königlich) Preußischen Akademie der Wissenschaften bzw. der (Deutschen) Akademie der Wissenschaften (der DDR). 29 Bde., Berlin (und Leipzig) 1910–1983 [AA]
- KANT, Immanuel: *Werke in zehn Bänden*. Hrsg. von Wilhelm WEISCHDEL. Darmstadt 1983
- KANT, Immanuel: *Kritik der reinen Vernunft*. Riga 1781 [AA IV, 1–252]
- KANT, Immanuel: *Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik, die als Wissenschaft wird auftreten können*. Riga 1783 [AA IV, 253–384]
- KANT, Immanuel: *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*. Riga 1786 [AA IV, 465–565]
- KANT, Immanuel: *Kritik der reinen Vernunft*. 2. Aufl., Riga 1787 [AA III]
- KANT, Immanuel: *Erste Fassung der Einleitung in die Kritik der Urteilskraft*. 1790a [Werke 8, 171–232]
- KANT, Immanuel: *Kritik der Urteilskraft*. Riga 1790b [AA V, 165–485]
- KANT, Immanuel: *Logik. Ein Handbuch zu Vorlesungen*. Königsberg 1800 [AA IX, 1–150]
- KITCHER, Philip S.: Explanatory unification. *Philosophy of Science* 48, 507–531 (1981)
- KITCHER, Philip S.: Erklärung durch Vereinheitlichung. Die Rolle der Argumentationsmuster. In: SCHURZ, G. (Hrsg.): *Erklären und Verstehen*. S. 193–229. München 1990
- KITCHER, Philip S.: Two approaches to explanation. *The Journal of Philosophy* 82, 632–639 (1985)
- KITCHER, Philip S.: The unity of science and the unity of nature. In: PARRINI, P. (Ed.): *Kant and Contemporary Epistemology*; pp. 253–272. Dordrecht, Boston 1994
- LAKEBRINK, Bernhard: Der Kantische Begriff einer transzendentalen Analogie. In: MÜLLER, M., und SCHMAUS, M. (Hrsg.): *Philosophisches Jahrbuch*. 68. Jg., S. 244–257. Freiburg, München 1960
- LLOYD, Geoffrey E. R.: *Polarity and Analogy. Two Types of Argumentation in Early Greek Thought*. Cambridge 1966
- MELNICK, Arthur: *Kant's Analogies of Experience*. Chicago, London 1973
- MITTELSTAEDT, Peter: The constitution of objects in Kant's philosophy and in modern physics. In: PARRINI, P. (Ed.): *Kant and Contemporary Epistemology*; pp. 115–129. Dordrecht, Boston 1994

- MÜLLER, Olaf: Kantische Antworten auf die moderne Physik oder Sollen wir Kants Apriori mit Michael Friedman relativieren? *Philosophia Naturalis* 37, 97–130 (2000)
- PIEPER, Annemarie: Kant und die Methode der Analogie. In: SCHÖNRICH, G., und KATO, Y. (Eds.): Kant in der Diskussion der Moderne. S. 92–112. Frankfurt (Main) 1996
- PLAASS, Peter: Kants Theorie der Naturwissenschaft. Göttingen 1965
- PRINGS, Hernán: Critique of the Quantum Power of Judgment. A Transcendental Foundation of Quantum Objectivity. Berlin, New York 2007
- PULTE, Helmut: Von der Physikotheologie zur Methodologie. Eine wissenschaftstheoriegeschichtliche Analyse der Transformation von nomothetischer Teleologie und Systemdenken bei Kant und Fries. In: HOGREBE, W., und HERRMANN, K. (Hrsg.): Jakob Friedrich Fries – Philosoph, Naturwissenschaftler und Mathematiker. S. 301–351. Frankfurt (Main) 1999
- PULTE, Helmut: Order of nature and orders of science. On mathematical philosophy of nature from Newton and Euler to Lagrange and Kant and its changing concepts of science. In: LEFÈVRE, Wolfgang (Ed.): Between Leibniz, Newton and Kant. Boston Studies in the Philosophy of Science 220, 61–92. Dordrecht u. a. 2001
- PULTE, Helmut: Formale Teleologie und theoretische Vereinheitlichung. Wissenschaftstheoretische und -historische Überlegungen zu ihrer Beziehung bei Kant und Fries, Kitcher und Friedman. In: STÖLTZNER, M., und WEINGARTNER, P.: Formale Teleologie und Kausalität in der Physik. S. 77–96. Paderborn 2005a
- PULTE, Helmut: Axiomatik und Empirie. Eine wissenschaftstheoriegeschichtliche Untersuchung zur mathematischen Naturphilosophie von Newton bis Neumann. Darmstadt 2005b
- SCHÄFER, Lothar: Kants Metaphysik der Natur. Berlin 1966
- TAKEDA, Suetō: Kant und das Problem der Analogie. Den Haag 1969
- THÖLE, Bernhard: Die Analogien der Erfahrung. In: Immanuel Kant. Kritik der reinen Vernunft. Hrsg. von G. MOHR und M. WILLASCHER. S. 267–296. Berlin 1998
- VAN CLEVE, James: Four recent interpretations of Kant's second analogy. *Kant-Studien* 64, 71–87 (1973)
- WEIZSÄCKER, Carl Friedrich von: Zum Weltbild der Physik. Stuttgart 1954
- WEIZSÄCKER, Carl Friedrich von: Kants ‚Erste Analogie der Erfahrung‘ und die Erhaltungssätze der Physik. In: DELIUS, Harald, und PATZIG, Günther (Hrsg.): Argumentationen. Festschrift J. KÖNIG. Göttingen 1964 (zitiert nach dem Nachdruck in: Kant. Zur Deutung seiner Theorie von Erkennen und Handeln. Hrsg. von G. PRAUSS. S. 151–166. Köln 1973)
- ZANTWIK, Temilo van: Heuristik und Wahrscheinlichkeit in der logischen Methodenlehre. Paderborn 2009

Prof. Dr. Helmut PULTE

Lehrstuhl für Philosophie mit besonderer Berücksichtigung von
Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsgeschichte

Ruhr-Universität Bochum

Universitätsstraße 150

44780 Bochum

Bundesrepublik Deutschland

Tel.: +49 234 3222726

Fax: +49 234 3214201

E-Mail: helmut.pulte@rub.de