

GREGOR SCHIEMANN (Wuppertal)

Hermann von Helmholtz' Kantkritik

Dem Werk von Hermann von Helmholtz wird gemeinhin ein maßgeblicher Stellenwert bei der Begründung der neukantianischen Bewegung im 19. Jahrhundert beigemessen. Wo diese Zuordnung Helmholtz' positive Bezüge auf Immanuel Kant ohne hinreichende Kontextualisierung hervorhebt, läuft sie Gefahr, die Distanz zu übersehen, die zwischen den wissenschaftsphilosophischen Positionen von Helmholtz und Kant bestand. In meinem Beitrag gewinnt das Verhältnis von Helmholtz zu Kant erst seine Bedeutung vor dem Hintergrund ihrer konträren ontologischen und erkenntnistheoretischen Grundannahmen. Helmholtz betrachte ich als repräsentativen Vertreter einer szientistischen Wissenschaftsauffassung in der Naturforschung des 19. Jahrhunderts. Demgegenüber bietet Kant ein paradigmatisches Beispiel einer metaphysischen Wissenschaftsbegründung. Im Gegensatz zu Kant beschränkt Helmholtz seinen Ausgangspunkt nicht auf erfahrungsfreie Prinzipien, sondern entwickelt und stützt seine Begründung des Geltungsanspruches der wissenschaftlichen Erkenntnis auf forschungsbewährte Theorien und Experimente. Eine Differenz zwischen den beiden Positionen findet sich ebenfalls in den Strukturen der jeweils vertretenen Naturkonzeptionen. Führt Kants dynamischer Mechanismus alle Eigenschaften der Materie auf Kräfte zurück, so geht Helmholtz von einer Dualität von Kraft und Materie aus.

Schließlich lässt sich auch das philosophische Selbstverständnis der beiden Autoren als konträr charakterisieren. Während Kant sich als akademischer Philosoph verstand, positionierte sich Helmholtz polemisch gegenüber dieser Disziplin und wusste sich bei all seiner Aufgeschlossenheit gegenüber geisteswissenschaftlichen und ästhetischen Problemen seiner naturwissenschaftlichen Betrachtungsweise verpflichtet. Sein zwar nicht durchgängig, aber wiederholt vorgetragenes Ressentiment gegen das Textstudium verdichtete sich in Bezug auf den Zustand der Philosophie seiner Zeit zur Ansicht, dass man es bei den Philosophen „meistens [...] nur [mit] impotente[n] Bücherwürmer[n]“ zu tun habe, „die nie ein neues

Wissen erzeugt haben, also auch gar keine Ahnung davon haben, wie es dabei zugeht“.¹ Die einzig „berechtigten Ansprüche der Philosophie“ sah Helmholtz, wie er in seiner Rektoratsrede von 1862 bemerkte, in der Erkenntniskritik und in der vage formulierten normativen Aufgabe, „den Maassstab der geistigen Arbeit festzustellen“.² Diesem Verständnis philosophischer Arbeit, in der von transzendenten, ästhetischen, naturphilosophischen oder praktischen Gehalten keine Rede ist, entsprach seine – wiederum nur in privater Korrespondenz mitgeteilte – Überlegung, der Philosophie sei dadurch wieder auf die Beine zu helfen, dass man „einen der Philosophie zugewendeten Naturforscher zum Philosophen“ berufe.³

Helmholtz' Bezüge auf Kant waren seinen Forschungsinteressen untergeordnet, rekurrten nicht auf bestimmte Werke des Philosophen, blieben vielmehr immer pauschal und hatten wenig systematischen Charakter. Sie folgten zudem einem grundlegenden Wandel seiner Wissenschaftsauffassung, der nicht aus unmittelbaren Forschungszusammenhängen und philosophischen Reflexionen erklärt werden kann. Es handelt sich um eines der eindrucklichsten Zeugnisse aus dem Bereich der Naturwissenschaften des 19. Jahrhunderts für die Erosion eines anfänglich noch mit größter Überzeugung vertretenen Wahrheitsanspruches, der in seiner Emphase, seiner Allgemeinheit und Notwendigkeit keinesfalls hinter dem von Kant erhobenen zurückstand. Im Verlauf der 1870er Jahre setzte dann ein Verfall von Wahrheitsgewissheiten ein, zu dessen auffälligsten Kennzeichen der neuartige Stellenwert des Hypothesenbegriffes im wissenschaftstheoretischen Vokabular gehörte. Die Hypothesisierung der Wissenschaftsauffassung ging Hand in Hand mit einer zunehmend kritischen Haltung gegenüber Kants Transzendentalphilosophie.⁴

1 Brief an Rudolf Lipschitz vom 2.3.1881, in *Deutsche Allgemeine Zeitung* (Gross Berlin), Morgenausgabe, Nr. 453 vom 27.9.1932 (wieder veröffentlicht in Lipschitz 1986, 131f.), und ohne diesen Satz in Koenigsberger 1902f., Bd. 2, 163f. Zu Helmholtz' Ressentiment gegen das Studium historischer Texte und gegen das Bücherwissen im Allgemeinen vgl. z.B. Helmholtz 1874, 423f.; 1878a, 218; 1878c, 171f., aber auch die anders lautenden Bemerkungen in Helmholtz 1892.

2 Helmholtz 1862, 164. Entsprechend und mit ausdrücklicher Berufung auf Kant in Helmholtz 1855, 88.

3 Brief an Fick von 1875, ohne Datumsangabe in Koenigsberger 1902f., Bd. 1, 243.

4 Den Wandel von Helmholtz' Wissenschaftsauffassung habe ich ausführlich in Schiemann 1997 untersucht. Seine Aufwertung des Hypothesenbegriffes weist in systematischer Hinsicht überraschende Verwandtschaft zu Friedrich Nietzsches

Meine Untersuchung fokussiert sich auf den Kontext der Wissenschaftsauffassung und blendet andere Themenbereiche, die für die Bewertung von Helmholtz' Kant-Kritik ebenfalls bedeutsam sein könnten, weitgehend aus – wie die naturalistische Begründung der Erkenntnistheorie oder die empiristische Auffassung der Psychologie. Weil sich Helmholtz in seinen Vorträgen wie kaum in einem anderen Teil seines Werkes explizit zu wissenschaftstheoretischen Fragen äußert und diese Texte zugleich auch die einzigen Stellen enthalten, an denen er sich öffentlich auf Kant bezieht, stellen die Reden für die vorliegende Analyse die hauptsächliche Materialbasis dar. Vielbeachtet und schon zu Lebzeiten in mehreren Auflagen publiziert, sind die Vorträge durchweg populärwissenschaftlicher Art. Es gibt kaum einen Aspekt seiner eigenen wissenschaftlichen Arbeit, den er nicht dort allgemeinverständlich dargestellt hätte, und kaum eine Rede, in der er nicht auf sie eingegangen wäre. Die Vorträge gehen aber auch über die Thematik seiner eigenen Forschungen hinaus. Sie entwickeln Ansätze zu einer naturwissenschaftlichen Weltdeutung, reflektieren auf die Geschichte der Naturwissenschaften, suchen das Verhältnis von Natur- und Geisteswissenschaften zu klären und formulieren Aufgaben und Ziele für die Wissenschaften insgesamt. Ihre wissenschaftstheoretischen Passagen haben unverkennbar rhetorischen Charakter. Helmholtz spricht nicht als naturwissenschaftlicher Technokrat, sondern als Bildungsbürger und, seltener, als Bürger.⁵ Für seine zweifellos bestehende Wirkung auf die Anfänge der neukantianischen Bewegung kommt den Vorträgen nicht zuletzt wegen ihres Rekurses auf Kant die größte Bedeutung zu.

Nach einer kurzen Übersicht über das Leben und Werk von Helmholtz, diskutiere ich die drei Themenbereiche, die für die Beurteilung seines Verhältnisses zu Kant vornehmlich ins Gewicht fallen. Der erste Bereich bildet die Begründung des Energieerhaltungssatzes von 1847, den der spätere Helmholtz selbst „durch Kant's erkenntnistheoretische Ansichten [...]

Wissenschaftsauffassung auf und präludiert den Falsifikationismus des 20. Jahrhunderts (Schiemann 1995 und 2013).

- 5 Helmholtz hat nur ausnahmsweise im Sinne einer vermutlich eher nationalliberalen Haltung (Hörz/Wollgast 1971, XLVI) öffentlich Stellung genommen, so in Helmholtz 1878a, 216, und in Helmholtz 1877. Eckart und Gradmann 1994, 103, sprechen von Helmholtz' „bemerkenswert unpolitische[m] Charakter“ und heben hervor, dass sich „seine Fortschrittlichkeit [...] auf das rein Wissenschaftliche“ beschränke.

beeinflusst“ gesehen hat.⁶ Während viele Interpreten diese Selbstauskunft für berechtigt halten, sehe ich in der Struktur der Begründung einen Ausdruck der gegensätzlichen Wissenschaftsauffassungen von Helmholtz und Kant. Als zweites gehe ich auf die Rolle der Kausalität in der Wahrnehmungstheorie ein. In diesem Kontext bezieht sich Helmholtz erstmals und durchaus positiv explizit auf Kant. Seine Rede *Über das Sehen des Menschen* von 1855 zur Einweihung eines Kantdenkmals in Königsberg gilt als eines der Gründungsdokumente des Neukantianismus und spiegelt doch zugleich die tiefgreifenden Differenzen zwischen empiristischer und idealistischer Wissenschaftsphilosophie wider. Zeitlich wiederum nachfolgend steht die Begründung der nichteuklidischen Geometrien als dritter Bereich für die deutlichste Kritik an Kants transzendentaler Begründung der Wissenschaft. Sie ist zugleich wohl auch Helmholtz' bekanntester Beitrag zur Hypothesierung der Wissenschaftsauffassung.

Helmholtz' Leben und Werk

Auch meine knappe Darstellung von Helmholtz' Leben und Werk beschränkt sich auf die für sein Verhältnis zu Kant relevanten Zusammenhänge. So bleiben etwa bedeutende wissenschaftliche Arbeiten wie die zur Hydrodynamik, Elektrodynamik, Thermodynamik oder zu den Tonempfindungen unberücksichtigt. Allgemein lässt sich feststellen, dass Helmholtz (* 31.8.1821 Potsdam, † 8.9.1894 Berlin-Charlottenburg) einer der bedeutendsten Naturwissenschaftler des 19. Jahrhunderts war. Er bereicherte die Physiologie und die Physik um grundlegende Erkenntnisse, war maßgeblich an ihrem institutionellen Ausbau zu Laborwissenschaften beteiligt und prägte ihr heutiges Selbstverständnis. Er verfügte gleichermaßen über ein außerordentliches experimentelles wie theoretisches Talent. Wegweisend waren auch seine wahrnehmungstheoretischen und geometrischen Beiträge zur Erkenntnistheorie. Außer mit wissenschaftstheoretischen beschäftigte sich Helmholtz mit ästhetischen und bildungspolitischen Fragestellungen. Er war führender Vertreter einer mechanistischen Naturauffassung und trug wesentlich zur gesellschaftlichen Integration der Naturwissenschaften bei.

6 Helmholtz 1847, 53.

Seine Herkunft und seinen späteren intellektuellen Interessen weisen Helmholtz als Vertreter des durch die Biedermeierzeit geprägten Bildungsbürgertums aus. Er absolviert eine Ausbildung als Arzt am Medizinisch-chirurgischen Friedrich-Wilhelms-Institut in Berlin und promoviert 1842 bei dem berühmten Anatomen und Physiologen Johannes Müller mit einer Arbeit, in der er nachweist, dass die Nervenfasern aus den Ganglienzellen entspringen. Während seiner anschließenden Tätigkeit als Schwadronschirurg und Militärarzt in Potsdam publiziert er seine erste und zweifellos wichtigste physikalische Leistung – die mathematische Fassung des Energieerhaltungssatzes in der Schrift *Ueber die Erhaltung der Kraft* von 1847. Von 1849 bis 1871 hat er Professuren für Physiologie inne, zuerst in Königsberg, dann in Bonn und Heidelberg. Es gelingen bedeutende physiologische Arbeiten: der Nachweis einer endlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Nervenimpulsen und die für seine weitere Karriere äußerst förderliche Erfindung des Augenspiegels, eines Apparates, der auf einfache Weise den Augenhintergrund sichtbar macht. Sein monumentales *Handbuch der physiologischen Optik* enthält eine bis heute akzeptierte Fortentwicklung von Thomas Youngs Dreifarben-theorie des Sehens sowie die Grundlegung einer empiristischen Wahrnehmungstheorie.

Ende der 60er Jahre wendet sich Helmholtz verstärkt mathematisch-physikalischen Fragestellungen zu. In Kritik an Kants apriorischer Auffassung der geometrischen Axiome beweist er 1868 (ähnlich wie vor ihm Bernard Riemann), dass nichteuklidische und nichtdreidimensionale räumliche Strukturen formal ableitbar sind. 1871 kommt es zu einem einschneidenden Stellenwechsel: Helmholtz wird Nachfolger des angesehenen Physikers Gustav Magnus in Berlin, wo er bis zu seinem Tod bleiben wird. Ein Wechsel von der Physiologie zur Physik war schon im vergangenen Jahrhundert ein eher seltenes Ereignis. Etwa zeitgleich macht sich in Helmholtz' öffentlichen Vorträgen die Hypothesisierung seiner Wissenschaftsauffassung bemerkbar. Sie lässt sich unter anderem als Reaktion auf die zunehmende Kritik an der von ihm vertretenen mechanistischen Naturauffassung, als Ergebnis seines erkenntnistheoretischen Rekurses auf die lebensweltlichen Voraussetzungen der wissenschaftlichen Arbeit und als Teil einer den Relativismus begünstigenden kulturhistorischen Situation in Deutschland auffassen.

Seit 1888 ist Helmholtz zusätzlich Präsident der neugegründeten und von ihm selbst mitgeschaffenen Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. In dieser Einrichtung wird die enge Beziehung zwischen Naturwissenschaft

und Technik, die für die moderne Forschung typisch ist, über die organisierte Zusammenarbeit an Messinstrumenten auf eine neue Stufe gehoben.

Begründung der Energieerhaltung

Versteht man unter metaphysischen Begründungselementen allgemein die methodischen und begrifflichen Voraussetzungen der Erfahrung, so könnte es auf den ersten Blick scheinen, als habe Helmholtz in der Einleitung zu *Ueber die Erhaltung der Kraft* versucht, seine hier mit Nachdruck vertretene mechanistische Naturauffassung metaphysisch zu begründen. Dass die Begründung den Anspruch erheben könnte, vor aller Erfahrung zu gelten, wird auch durch die bereits erwähnte Bemerkung von Helmholtz selbst nahegelegt, mit der er 1881 rückblickend zur Einleitung feststellt:

„Die philosophischen Erörterungen der Einleitung sind durch Kant's erkenntnistheoretische Ansichten stärker beeinflusst, als ich jetzt noch als richtig anerkennen möchte.“⁷

In der Rezeptionsgeschichte ist diese Bemerkung durchgehend als Indiz für den Einfluss von Kants Metaphysik auf den Inhalt der Einleitung und weitergehend auf die durch Helmholtz vertretene Richtung der experimentellen Naturforschung gewertet worden – ein Urteil, dem angesichts der schon bald nach Veröffentlichung der Schrift führenden Stellung von Helmholtz in der wissenschaftlichen Gemeinschaft und der bahnbrechenden Wirkung des Erhaltungssatzes erhebliches Gewicht zukommt.⁸ Ohne

7 A.a.O. (Hervorheb. im Text). Im nächsten Satz weist Helmholtz erläuternd auf den Wandel seines Kausalitätsbegriffes hin: „Ich habe mir erst später klar gemacht, dass das Princip der Causalität in der That nichts Anderes ist als die Voraussetzung der Gesetzlichkeit aller Naturscheinungen.“ Zum Wandel seines Kausalitätsverständnisses vgl. Schiemann 1997, 254ff. und 369ff. Eine nicht aussagekräftigere Parallelstelle findet sich in der Vorrede zum ersten Band der dritten Auflage der ‚Populären wissenschaftlichen Vorträge‘: „Ich war im Beginne meiner Laufbahn ein gläubiger Kantianer als ich jetzt bin“ (Helmholtz 1884, Bd. 1, VIII).

8 Auf Ernst Cassirer geht dabei die Auffassung zurück, dass Helmholtz alle Wirkungen der Natur auf Zentralkräfte zurückführe, weil nur auf diese Weise dem Gesetz der Kausalität Genüge getan werden könne (Cassirer 1957, 92f.). Diese von Helmholtz „am deutlichsten und entschiedensten“ (ebenda, 92) vertretene Tendenz der Naturforscher hat eine Parallele in philosophischen Begründungsversuchen, wie sie beispielhaft Wilhelm Wundt unternommen habe (a.a.O., 94f.). Die mechanische Naturerklärung werde in einer „Art ‚transzendentalen Deduktion‘“ (a.a.O., 95) aus einer bestimmten Fassung des Kausalitätsbegriffes hergeleitet. Cassirer lässt uner-

Helmholtz' eigenes Zeugnis zu bezweifeln, möchte ich darlegen, dass man der Einleitung und den sich in ihr ausdrückenden Intentionen nicht gerecht wird, wenn man sie der metaphysischen Begründungstradition zuordnet, wie sie paradigmatisch durch Kant vertreten ist. Bei näherem Hinsehen zeigt sich, dass Helmholtz die inhaltlichen Bestimmungen seines Mechanismus auf ein chemisches und physikalisches Wissen stützt, auf das er auch explizit Bezug nimmt. Erst auf Grundlage des aus der Chemie stammenden Elementbegriffes glaubt er sich an der zentralen Stelle der Einleitung berechtigt, das „Weltall [...] in Elemente“ zerlegt zu denken.⁹ Auf diese Naturbetrachtung wendet er dann Prinzipien der physikalischen Mechanik an, die auf die bewährte Newtonsche Formulierung zurückgehen.

Wenn also ein transzendentalphilosophischer Einfluss tatsächlich vorgelegen hat, so hat er sich nur sehr gebrochen zur Geltung gebracht. Im Schema zweier Begründungstypen, des metaphysischen und des szientistischen, steht Helmholtz mit der 1847 gegebenen Begründung seines Mechanismus mit hinreichender Deutlichkeit auf der Seite des Szientismus.¹⁰ Dies lässt sich an der Herleitung seines Mechanismus zeigen, der in inhaltlicher Hinsicht nicht der von Leibniz und Kant begründeten dynami-

wähnt, dass Wundt Kausalität – ähnlich wie Mach 1872 und im Gegensatz zu Helmholtz – unabhängig von der Zeitfolge (Wundt 1866, 94) und unter strikter Ablehnung von Endursachen (z.B. ebenda, 32, 103 und 110) definiert. Die Bestimmung der Struktur der Kräfte – bei Helmholtz der zentrale Teil seiner Begründung – liegt außerhalb der Metaphysik Wundts: „Wir beschränken uns hier darauf, [die] empiristische Grundanschauung der Gegenwart zu konstatieren“ (ebenda, 41).

Dass die mechanistische Naturauffassung von Helmholtz das Ergebnis einer metaphysischen Deduktion sei, die nur aus seiner (historisch für diese Zeit nicht belegbaren) Auseinandersetzung mit Kant verständlich gemacht werden könne, wird in der Interpretation von Heimann 1974 vertreten (vgl. hier weiter unten). Diese Sicht wird trotz mancher kritischer Einwände auch von Fullinwider 1990, Heidelberger 1994a, 1994b, Darrigol 1994, Krüger 1994 und Hyder 2007, 2009 geteilt. Exemplarisch für weitreichende wissenschaftstheoretische Folgerungen, die aus seinem angeblichen Kantianismus gezogen werden, ist die Beurteilung des Verhältnisses zwischen Helmholtz und seinem Schüler Heinrich Hertz in Janik/Toulmin 1973 und D'Agostino 1975. Vgl. hierzu auch Schiemann 1998.

9 Helmholtz 1847, 5, und Text zu Anm. 14.

10 Zu den beiden Begründungstypen vgl. Schiemann 1997, 56ff.

schen Variante, sondern der von Newton und Boscovich vertretenen dualen Variante zuzuordnen ist.¹¹

Helmholtz reduziert die gesamte wissenschaftliche Begrifflichkeit auf die zwei Grundbegriffe der beweglichen Materie und der auf Materie bezogenen Kraft:

„Die Wissenschaft betrachtet die Gegenstände der Aussenwelt nach zweierlei Abstractionen: einmal ihrem blossen Dasein nach, abgesehen von ihren Wirkungen auf andere Gegenstände oder unsere Sinnesorgane; als solche bezeichnet sie dieselben als Materie. Das Dasein der Materie an sich ist uns also ein ruhiges, wirkungsloses; wir unterscheiden an ihr die räumliche Vertheilung und die Quantität (Masse), welche als ewig unveränderlich gesetzt wird. Qualitative Unterschiede dürfen wir der Materie an sich nicht zuschreiben, denn wenn wir von verschiedenartigen Materien sprechen, so setzen wir ihre Verschiedenheit immer nur in die Verschiedenheit ihrer Wirkungen, d.h. in ihre Kräfte. Die Materie an sich kann deshalb auch keine andere Veränderung eingehen, als eine räumliche, d.h. Bewegung.“¹²

Insofern die Begriffe der Materie und Kraft jeweils Bestimmungen enthalten, die nicht auf den anderen reduzierbar sind, ist diese Ontologie dual. So fasst Helmholtz die Materie nicht nur als das Bewegliche im Raum auf. Er schreibt ihr als zweite Eigenschaft außerdem die Massenerhaltung zu, die er im Unterschied zur dynamischen Grundlegung des Mechanismus von Leibniz nicht auf das Wirken von Kräften zurückführt. Schließlich ist durch die Eigenschaft der Ruhe auch angedeutet, dass der Materie mechanische Trägheit eigen sein soll. Gegenüber der Materie ist die Kraft der Inbegriff des qualitativ Verschiedenen, das nicht aus den Bewegungen der Materie abgeleitet, sondern als Grundzug des Natürlichen angenommen wird. Helmholtz fährt fort:

„Die Gegenstände der Natur sind aber nicht wirkungslos, ja wir kommen überhaupt zu ihrer Kenntniss nur durch die Wirkungen, welche von ihnen aus auf unsere Sinnesorgane erfolgen, indem wir aus diesen Wirkungen auf ein Wirkendes schliessen. Wenn wir also den Begriff der Materie in der Wirklichkeit anwenden wollen, so dürfen wir dies nur, indem wir durch eine zweite Abstraction demselben wiederum hinzufügen, wovon wir vorher

11 In der neuzeitlichen Entwicklung der mechanistischen Naturauffassung lassen sich drei Traditionslinien – die materialistische, dynamistische und duale – unterscheiden, vgl. ebenda, 93ff.

12 Helmholtz 1847, 4 f. Der Ausdruck „Abstraction“ verweist vermutlich auf das induktive Verfahren, vgl. hierzu Anm. 45.

abstrahiren wollten, nämlich das Vermögen Wirkungen auszuüben, d.h. indem wir derselben Kräfte zuertheilen.“¹³

Zwar wird der Kraftbegriff als eigenständiger Begriff eingeführt, er bleibt aber als „Vermögen Wirkungen auszuüben“ weitgehend unbestimmt. Man kann lediglich annehmen, dass Kraftwirkungen, die „qualitative Unterschiede“ hervorrufen sollen, nicht allein in Druck- und Stoßwirkungen bestehen können, wie dies in den materialistischen Grundlegungen des Mechanismus der Fall ist. Ein dualer Mechanismus bliebe damit als die naheliegendste Konzeption im Spektrum der naturphilosophischen Traditionslinien übrig.

Die näheren Bestimmungen seiner beiden Grundbegriffe entnimmt Helmholtz nun der empirischen Forschung:

„Materien mit unveränderlichen Kräften (unvertilgbaren Qualitäten) haben wir in der Wissenschaft (chemische) Elemente genannt. Denken wir uns aber das Weltall zerlegt in Elemente mit unveränderlichen Qualitäten, so sind die einzigen noch möglichen Aenderungen in einem solchen System räumliche d.h. Bewegungen, und [...] die Kräfte nur Bewegungskräfte.“¹⁴

Aus dem in der experimentellen Wissenschaft zu seiner Zeit bewährten Begriff des chemischen Elementes gewinnt er die ersten Festlegungen für seinen Kraftbegriff. Nicht mehr jede Kraftwirkung, sondern nur noch die ortsverändernde der Mechanik ist von nun an als elementare Wechselwirkung zugelassen. Die weiteren Eigenschaften der Kräfte leitet Helmholtz ab, indem er auf die ausgedehnten, aber unsichtbaren Elemente den Formalismus der Punktmechanik anwendet:

„Die Kraft aber, welche zwei ganze Massen gegen einander ausüben, muss aufgelöst werden in die Kräfte aller ihrer Teile gegen einander; die Mecha-

13 Helmholtz 1847, 5. Mit Bezug auf die im nächsten Abschnitt zu erörternde Wahrnehmungstheorie nehme ich an, dass mit „Kenntniss“ nicht schon eine wissenschaftliche Erkenntnis gemeint sein muss, denn das Zeugnis der Sinnesorgane ist nach Helmholtz' früher Wahrnehmungstheorie bloß subjektiv. „Kenntniss“ kann demnach ein lebensweltliches, für die alltägliche Orientierung gerade hinreichendes Wissen meinen, das von der naturwissenschaftlichen Erkenntnis experimentell ermittelter Gesetze und theoretisch begründeter Ursachen prinzipiell zu unterscheiden ist.

14 Ebenda, 5.

nik geht deshalb zurück auf die Kräfte der materiellen Punkte, d.h. der Punkte des mit Materie gefüllten Raums.“¹⁵

„Materielle Punkte“ ist der Ausdruck für ein im 18. Jahrhundert entwickeltes Verfahren der Mechanik zur mathematischen Darstellung der Massenverteilung eines gegebenen makroskopischen Körpers.¹⁶ Für Helmholtz ist – im Gegensatz zur Materietheorie von Kant – das Verhältnis von ausgedehnten materiellen Elementen und materiellen Punkten kein Gegenstand metaphysischer Ableitungen, sondern Angelegenheit „der“ Mechanik. Stützt sich die Vorstellung von ausgedehnten Elementen auf den Elementbegriff der Chemie, so rechtfertigt sich ihre Auflösung in materielle Punkte durch den Hinweis auf mechanische Verfahren, die scheinbar keiner Begründung mehr bedürfen.¹⁷

Das bisher Festgestellte reicht aus, um die Hauptthese der von P. M. Heimann vorgelegten Untersuchung, die in den vergangenen Jahrzehnten für die Diskussion um das Verhältnis von Helmholtz und Kant von einiger Bedeutung war, einer ersten Beurteilung zu unterziehen.¹⁸ Ausgehend von einer Analyse der Einleitung glaubt Heimann, zwischen Helmholtz' begrifflichen Voraussetzungen und Kants *Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft* vier "structural analogies" nachweisen zu können, die er entlang der vier Hauptstücke von Kants Schrift ausarbeitet.¹⁹ Derartige Analogien bestehen aber entweder nicht oder sind, wo sie bestehen, nicht signifikant. Denn erstens trifft Heimanns Behauptung nicht zu, dass Helmholtz die Materie, wie es bei Kant geschieht, nur als das Bewegliche im

15 Helmholtz 1847, 6. Hyder 2007, 14f. behauptet, Helmholtz habe diese Rückführung der Kräfte auf Raumpunkte, die Hyder – wie Darrigol 1994, 217 – 'principle of decomposition' nennt (ebenda 6), von Kant übernommen. Es handelt sich aber um ein Prinzip der Mechanik, dessen Verwendung keinesfalls nur mit Rückgriff auf Kant vorgekommen ist bzw. vorkommt. Vgl. z.B. seine Verwendung bei Louis Poinsot 1806 (Grattan-Guinness 1990, 366) oder in Marvin 2011, 288. Ein vergleichbarer Einwand kann gegen Heimann 1974 erhoben werden (vgl. das Ende dieses Abschnittes).

16 Vgl. Truesdell 1989, 51f.

17 Da sich aus dem mathematischen Kunstgriff, der zum Begriff der „materiellen Punkte“ führt, selbstverständlich noch keine Aussagen über die zwischen ihnen wirkenden Kräfte ableiten lassen, bleibt Helmholtz' Vorgehen durchaus erläuterungsbedürftig.

18 Heimann 1974, zur kritischen Auseinandersetzung Fullinwider 1990 und Krüger 1994, vgl. Anm. 8

19 Heimann 1974, 228.

Raum auffasse.²⁰ Von Heimann unberücksichtigt²¹ schreibt ihr Helmholtz, wie erwähnt, außerdem die Eigenschaften der Trägheit und der Massenerhaltung zu. Zweitens „ergänzt (supplements)“²² Kant seinen Materiebegriff nicht mit einem Kraftbegriff, sondern er leitet die Eigenschaften der Materie – seinem dynamischen Mechanismus entsprechend und im Gegensatz zu Helmholtz' dualistischer Auffassung – aus Grundkräften ab.²³ Drittens kann man als Analogie zwar gelten lassen, dass Kant in seinem dritten Hauptstück, der Mechanik, die Prinzipien der Newtonschen Mechanik, die Helmholtz aus der Forschung einfach übernimmt, ebenfalls anerkennt. Für das spezielle Verhältnis zwischen den beiden Autoren ist jedoch die Gemeinsamkeit ihrer Anerkennung der Newtonschen Prinzipien in keiner Weise aussagekräftig, weil sie bis auf wenige Ausnahmen von praktisch allen an der Naturforschung Interessierten seit der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts geteilt wird. Da es, viertens, fraglich ist, ob Helmholtz' knappe Bemerkung, dass man die Natur nur durch ihre Kraftwirkungen „kenne“,²⁴ überhaupt auf die wissenschaftliche Erkenntnis bezogen ist, können die vielleicht entfernt bestehenden Ähnlichkeiten zu Kants viertem Hauptstück, der Phänomenologie, kaum als hinreichender Beleg für einen Einfluss auf Helmholtz übrig bleiben.

Wahrnehmungsphysiologie

Im Vortrag *Über das Sehen des Menschen* von 1855 behauptet Helmholtz den bloß subjektiven Charakter der Wahrnehmung, indem er sie erstmals deutlich von den Empfindungen abhebt. Von Wahrnehmung könne erst gesprochen werden, wenn das Subjekt „durch“ seine Empfindungen „zur Kenntniss der Gegenstände der Aussenwelt“ gelange.²⁵ Während Empfindungen nach Helmholtz einen rein physiologischen Vorgang bezeichnen und vollkommen der empirisch feststellbaren Naturgesetzlichkeit unterliegen, gehören Wahrnehmungen der psychologischen Erfahrung an,

20 A.a.O.

21 Ebenda, 218.

22 Ebenda, 228.

23 Zu Kants dynamische Materietheorie in den Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft vgl. Schieman 1997, 122ff.

24 Helmholtz 1847, 5. Vgl. Anm. 13.

25 Helmholtz 1855, 99f.

für die er in diesem Vortrag – wie an anderen Stellen – eine nicht auf Kausalität reduzierbare Freiheit des Willens unterstellt.²⁶

Der Naturgesetzlichkeit entzogen kommt die Wahrnehmung als empirisches Material für die Naturforschung prinzipiell nicht mehr in Betracht.²⁷ Es wird über zehn Jahre dauern, bis Helmholtz im *Handbuch der physiologischen Optik* diese Position aufgeben und die Wahrnehmung jedenfalls im Hinblick auf die Erfassung von zeitlichen Relationen in den Stand einer wissenschaftlich verwertbaren Wahrheitsfähigkeit heben wird. Dass es allerdings problematisch ist, der Wahrnehmung grundsätzlich jede Objektivität abzusprechen, wird schon im Vortrag von 1855 deutlich. Solange nämlich eine unabhängig vom Erkennen bestehende Wirklichkeit vorausgesetzt wird, fragt es sich, wodurch ein wahrnehmendes Bewusstsein, überhaupt berechtigt ist, seine Wahrnehmungen auf äußere Objekte zu beziehen.

„Auf welche Weise sind wir denn nun zuerst aus der Welt der Empfindungen unserer Nerven hinübergelangt in die Welt der Wirklichkeit?“²⁸

Es ist wesentlich das Bemühen, auf diese Frage eine Antwort zu finden, welches Helmholtz dazu führt, sich am Ende des Vortrages auf Kant zu beziehen, in dessen Transzendentalphilosophie das vom Realisten Helmholtz aufgeworfene Problem freilich gar nicht auftreten kann:

„[W]ir müssen die Gegenwart äusserer Objecte als Ursache unserer Nervenregung voraussetzen; denn es kann keine Wirkung ohne Ursache sein. ... wir brauchen ... [das Kausalgesetz], um nur überhaupt zu der Erkenntniss zu kommen, dass es Objecte im Raume um uns giebt, zwischen denen ein Verhältniss von Ursache und Wirkung bestehen kann [nicht: bestehen muss – G.S.]. [...]

Also führt uns die Untersuchung der Sinneswahrnehmungen auch noch zu der schon von Kant gefundenen Erkenntniss: dass der Satz: ‚Keine Wir-

26 Ebenda, 116. Vgl. auch Helmholtz 1856ff., 452 und 454; 1862, 171 und 174; 1878a, 241, 225ff., 237 und 239. Auf Helmholtz' Theorie der Wahrnehmung gehe ich hier nicht näher ein. Vgl. Schiemann 1997, 165ff., 254ff. und 327ff. Ihr Ansatz ist oft in die Tradition von Kants Transzendentalphilosophie gestellt worden. Vgl. z.B. Le-noir 2006 146f.

27 Die Entgegensetzung von wissenschaftlicher Objektivität und subjektiver Wahrnehmung thematisiert Helmholtz bereits in: ders. 1852.

28 Helmholtz 1855, 116.

kung ohne Ursache', ein vor aller Erfahrung gegebenes Gesetz unseres Denkens sei".²⁹

Anders als in seiner Schrift *Ueber die Erhaltung der Kraft* macht Helmholtz hier auf ganz unkantische Weise vom Kausalgesetz Gebrauch. Dort hatte er Kausalität nur auf Gegenstände der Naturforschung bezogen,³⁰ die er auch als Objekte einer im Ganzen unerkennbaren Wirklichkeit hätte ansehen können, ohne dass dadurch der Gehalt seiner Aussagen geändert worden wäre. Während er dort zwischen der unabhängig bestehenden Außenwelt und ihrer bestimmten Gegebenheitsweise nicht differenzieren musste, kommt es ihm jetzt gerade auf diese Differenz an. Sie ist es, die durch die Anwendung von Kants apriorischem Satz so überbrückt werden soll, dass das Ganze des subjektiv Gegebenen vor aller Bestimmung als kausal Bewirktes interpretiert werden kann.³¹ In dieser Deutung, die jenseits aller raumzeitlichen Umstände statt hat und in der neuzeitlichen Philosophie auf Descartes zurückgeht, dient Kausalität weder einer empirischen Untersuchung als Leitfaden, noch begründet sie eine Außenweltannahme.³² Sie hebt deshalb auch den Realismus nicht auf, indem sie ihn von einem erkennenden Subjekt abhängig machte, das mit einem kausalen Schluss erst die Außenwelt setzte. Kausalität wird nur zur nachträglichen Rechtfertigung einer realistischen Grundhaltung verwendet, deren Ursprung sich aller Begründung entzieht.

29 A.a.O.; Lenoir 1994, 118ff., sieht in dieser Passage die erste programmatische Grundlegung der empiristischen Wahrnehmungstheorie von Helmholtz.

30 Helmholtz 1847, 3ff.

31 Helmholtz' ‚Aussenwelt‘ gehört in Kants Terminologie zu den ‚Dingen an sich‘, von denen Kant sagt: „was die Dinge an sich sein mögen, weiss ich nicht und brauche es auch nicht zu wissen, weil mir doch niemals ein Ding anders als in der Erscheinung vorkommen kann“ (Kant 1781, B 332 f.). Sowenig sich deshalb die für den Realismus typische Frage nach der Verbindung zwischen einer unabhängig vom Erkennen, d.h. realistisch vorausgesetzten Außenwelt und ihrer subjektiv wahrnehmbaren Gegebenheitsweise für Kant stellen kann, sowenig hat für ihn die Kategorie der Kausalität etwas mit den Dingen an sich oder ihrer Beziehung zum erkennenden Subjekt, wenn eine solche denn überhaupt besteht, zu tun.

32 In der dritten Meditation führt Descartes seine Vorstellungen auf Ursachen zurück, „die wenigstens ebensoviel formale Realität“ besitzen und ausserhalb seines Denkens in der Realität liegen (Descartes 1971, 62). Er kommt zu dem Schluss, dass seine Vorstellungen „gleichsam Bilder sind, die zwar leicht hinter der Vollkommenheit der Dinge zurückbleiben, von denen sie abgenommen sind, niemals aber Grösseres oder Vollkommeneres als die Originale enthalten können“ (ebenda, 63).

Die beiden Funktionen seines Kausalitätsbegriffes, zwischen denen er selbst nie unterschieden hat, lassen sich scharf auseinanderhalten. In Anlehnung an Kants Terminologie nenne ich die auf die Objekte der Naturforschung angewandte Kausalitätsvorstellung ‚phänomenale‘ Kausalität. Sie verlangt von der Naturforschung, Phänomene als eindeutig bestimmt durch vorangehende Ursachen aufzufassen, und beschränkt ihre Extension zugleich auf die realistisch angenommenen Gegenstände der Naturforschung. Die zur Legitimation seines Realismus verwendete Kausalitätsvorstellung bezeichne ich demgegenüber als ‚noumenale‘ Kausalität. Sie interpretiert das subjektiv Gegebene als von einer unabhängig bestehenden Wirklichkeit kausal Bewirktes.

Geometrie

Helmholtz' Arbeiten zur Geometrie, die zu seinen bedeutendsten erkenntnistheoretischen Leistungen gehören, sind für die Grundlagendiskussion der Geometrie bis heute aktuell geblieben.³³ Nach eigenem Bekunden ist Helmholtz im Zusammenhang seiner *Untersuchungen über die räumlichen Anschauungen im Gesichtsfelde* auf „die Frage nach dem Ursprunge und dem Wesen unserer allgemeinen Anschauungen vom Raume“ gestoßen.³⁴ Reflexionen im Kontext der physiologischen „Lehre von den Gesichtswahrnehmungen“ enthalten tatsächlich einen ersten, in der Sekundärliteratur zu Helmholtz' geometrischen Arbeiten meist unbeachteten Hinweis auf die empirische Grundlegung der Geometrie, der an die im voran-

33 Süßmann 1990, 214ff., gibt eine umfassende Literaturübersicht zur mathematischen Behandlung des ‚Riemann-Helmholtzschen-Raumproblems‘. Zur wissenschaftshistorischen und -theoretischen Rezeption von Helmholtz' Grundlegung der Geometrie vgl. Wahsner 1992, DiSalle 1994 und 2006, Carrier 1994, Schüller 1994, Volkert 1996 und Hyder 2009. Zum Wandel der Geometrieauffassung im 19. Jahrhundert vgl. Nagel 1939, Boyer 1956, Torretti 1979 und Mainzer 1980, 134ff.

34 Helmholtz 1868b, 618, vgl. auch 1868a, 610, und Koenigsberger 1902f., Bd. 2, 138f. Wahrnehmungstheoretische Entstehungsbedingungen der geometrischen Arbeiten werden von Richards 1977 und DiSalle 1994 dargestellt und in ihren wissenschaftstheoretischen Konsequenzen von Cassirer 1944 erörtert. Eine vermutlich vor 1847 entstandene Aufzeichnung (Helmholtz-Nachlass Nr. 705 bzw. Koenigsberger 1902f., Bd. 2, 126ff.) kann nicht dem wahrnehmungstheoretischen Entstehungskontext zugerechnet werden, denn Helmholtz versucht dort eine apriorische Ableitung des physikalischen Raumbegriffes, in die bereits der Begriff des festen Körpers eingeht (Koenigsberger 1902f., Bd. 2, insb. 134f.), vorzunehmen.

gehenden Abschnitt besprochene Problematik des Realismus unmittelbar anknüpft, nicht aber eine quasitranszendente Lösung in noumenaler Kausalität sucht, sondern im szientistischen Rückgriff auf die wissenschaftliche Erfahrung und damit an den Ansatz anschließt, der sich bereits in der Begründung des Energieerhaltungssatzes findet.

In der 1867 erschienenen Schlusslieferung zum *Handbuch der physiologischen Optik* führt er aus, warum in Bezug auf die „Raumverhältnisse“ (nicht aber im Hinblick auf zeitliche Relationen) zwischen alltäglichen Wahrnehmungen und Wirklichkeit kein Abbildungsverhältnis besteht:

„Was die Abbildung der Raumverhältnisse betrifft, so geschieht eine solche allerdings [...] nur in beschränkter Weise, da das Auge nur perspectivische Flächenabbildungen giebt, die Hand die objective Fläche an der ihr möglichst congruent gestalteten Körperoberfläche abbildet. Ein directes Bild einer nach drei Dimensionen ausgedehnten Raumgröße giebt weder das Auge noch die Hand.“³⁵

Um aber der alltäglichen Raumwahrnehmung den Abbildungscharakter abzusprechen, muss man bereits eine Vorstellung davon haben, wie sich die Wirklichkeit in ihrer Ausdehnung zeigen würde, hätte man von ihr ein objektives Abbild. Helmholtz setzt eine in der Welt realisierte räumliche Struktur voraus, und man wird in der Annahme nicht fehlgehen, wenn man dabei jene euklidische Struktur vermutet, die auch der dualen Ontologie seines Mechanismus zugrunde liegt. Wie eine in diesem Zusammenhang eher beiläufige Äußerung zeigt, plausibilisiert er die Annahme einer objektiven Raumstruktur, indem er sie zu einer notwendigen Naturbasis erklärt, die die Ausbildung des räumlichen Darstellungsvermögens des Menschen allererst ermöglicht.

„Man muss sich [...] nur nicht die Behauptung unterschieben lassen, dass [...] alle unsere Vorstellungen von den Dingen *falsch* seien [...] und dass wir demnach von dem *wahren* Wesen der Dinge nichts wissen könnten. [...]

Wenn es keine Anzahl ähnlicher Naturobjecte in der Welt gäbe, würde uns unsere Fähigkeit, Gattungsbegriffe zu bilden, freilich nichts helfen; wenn es keine festen Körper gäbe, würden unsere geometrischen Fähigkeiten unentwickelt und ungebraucht bleiben müssen, ebenso wie das körperliche Auge uns nicht helfen würde in einer Welt, wo kein Licht existierte.“³⁶

35 Helmholtz 1856ff., 445 f.

36 Ebenda, 446f.

Möglicherweise wird Helmholtz mit den „geometrischen Fähigkeiten“ noch nicht die Wissenschaft der Geometrie gemeint haben.³⁷ Aber der Gedanke liegt nahe, dass auch sie ihre Grundlage nicht allein in subjektiven Konstitutionsbedingungen der Wahrnehmung hat, sondern von materiellen Gegebenheiten einer realistisch angenommenen Außenwelt, hier von der Existenz fester Körper, abhängig ist. Im Ansatz wird damit zum einen die Erörterung der geometrischen Fragen von den Wahrnehmungsprozessen geschieden und zum anderen ein objektiv analysierbarer Bezugspunkt (feste Körper) hergestellt, von dem aus sich das „wahre Wesen der Dinge“ vielleicht doch noch erschließen lässt. Von der ursprünglich physiologischen und auf alltägliche Wahrnehmungen bezogenen Fragestellung beginnt sich somit eine physikalische abzulösen, und es zeichnet sich ab, dass diese Trennung eine Bedingung für die Sicherung des Wahrheitsanspruches der gleichwohl relativierten Geometrie sein wird.³⁸

In seinen seit 1868 publizierten Arbeiten zur Geometrie leitet Helmholtz fundamentale geometrische Axiome aus mechanischen Eigenschaften von „festen Körpern“ ab. Mit dem Ausdruck „feste Körper“ meint er Objekte der physikalischen Mechanik, deren unveränderliche Form und freie Beweglichkeit die „thatsächlichen Grundlagen der Geometrie“ bilden.³⁹ Anfänglich versteht er seine Veröffentlichungen vor allem als Alternative zu Bernhard Riemanns Auffassung, die Grundlegung der Geometrie habe hypothetischen Charakter. Gegen Riemann verteidigt er den Wahrheitsanspruch geometrischer Axiomensysteme, worin er sich geltungstheoretisch mit Kants Ansatz einig ist. Aber seine Begründung unterscheidet sich fundamental von der traditionell üblichen, auch von Kant geteilten Auffassung, dass sich die Wahrheit der geometrischen Axiome durch ihre zwingende Evidenz erweise, mit der die Geltung subjektiv und anschaulich

37 Aus dem anschließenden Satz geht hervor, dass die „geometrischen Fähigkeiten [...] weder vollständig noch genau“ sein müssen, was nur schlecht zu Helmholtz' damaliger Wissenschaftsauffassung passt.

38 DiSalle 1994, der zwischen Helmholtz' Geometrie und Wahrnehmungstheorie eine enge Verbindung sieht, verwischt die Differenz zwischen der zunächst vorausgesetzten absoluten Geltung geometrischer Sätze und der bloß relativen Geltung des Zeugnisses der Sinneswahrnehmung. Demgegenüber bemerkt Carrier 1994, 284, zu Recht, dass die Geometrie im Hinblick auf die Rechtfertigung ihres Geltungsanspruches deutlich von den Fragen geschieden sei, die die Wahrnehmung betreffen.

39 Titel von Helmholtz 1868a und ebenda 616. Vgl. entsprechend Helmholtz 1868b, 621, und 1870a, 19.

eingesehen werden könne. Dagegen behauptet Helmholtz jenen strikten Erfahrungsbezug, der mit den mechanischen Eigenschaften von realen festen Körpern als „Tatsache“ gegeben sei. Obwohl er von Anfang an keinen Zweifel an seiner Ablehnung der kantischen Auffassung der Geometrie lässt, hebt er den Gegensatz zwischen seiner empiristischen Begründung und den geometrischen Implikationen der transzendentalen Ästhetik des Raumes erst in späteren Arbeiten hervor.

Als Gegenentwurf zur Verteidigung des Wahrheitsanspruches der Geometrie als Größenlehre⁴⁰ war Riemanns Vorgehensweise umzukehren. Während Riemann von mathematischen Definitionen ausging, die nicht auf physikalische Objekte bezogen sind, und erst die Anwendbarkeit der verschiedenen mathematisch möglichen Geometrien von Erfahrung abhängig machte, schlug Helmholtz den entgegengesetzten Weg ein:

„Riemann ging von dem [...] algebraischen Ausdrücke, welcher die Entfernung zweier einander unendlich naher Punkte in allgemeinsten Form darstellt, als seiner Grundannahme aus [...] ; während ich von der Thatsache der Beobachtung ausgegangen bin, dass in unserem Raume die Bewegung fester Raumgebilde mit demjenigen Grade von Freiheit möglich ist, den wir kennen, und aus dieser Thatsache die Nothwendigkeit jenes algebraischen Ausdrucks hergeleitet habe, den Riemann als Axiom hinstellt.“⁴¹

Die mechanische Voraussetzung der freien Beweglichkeit fester Körper begründet Helmholtz mit dem Hinweis auf das, was seiner Auffassung nach für die Geometrie charakteristisch ist: Ihre Sätze gehören nicht nur „der reinen Raumlehre“ an, sondern handeln von „Größen“, die gemessen werden müssen.⁴² Alle geometrischen Messungen beruhen aber, so Helmholtz, „auf der Voraussetzung, dass unsere von uns für fest gehaltenen Messwerkzeuge wirklich Körper von unveränderlicher Form sind“. Nur dann könne man mit ihnen die elementaren Messoperationen, d.h. die Bewegung von Maßstäben im Raum, durchführen.⁴³

Für die Sicherung des Wahrheitsanspruches der Geometrie als Größenlehre ist damit zugleich die entscheidende Voraussetzung ausgesprochen:

40 Der von Helmholtz gewählte Titel *Ueber die Thatsachen, die der Geometrie zu Grunde liegen* (Helmholtz 1868b) wirke bereits wie „eine bewusste Antithese“ zu Riemanns *Ueber die Hypothesen, welche der Geometrie zugrunde liegen* (Riemann 1867), stellt Herneck 1973, 349, zutreffend fest.

41 Helmholtz 1870a, 19.

42 Ebenda, 29.

43 Ebenda, 23.

Die zum Zweck der Messung frei im Raum bewegten festen Körper (kurz: Festkörper) sollen ihre Form „wirklich“ nicht verändern. Welchen Stellenwert hat diese Vorgabe? Entspricht sie einem Naturmerkmal, das den vorhandenen Körpern eigen ist, oder gehört es (außerdem oder stattdessen) zum Wesen der vorhandenen Körper, von dieser Vorgabe, die durch die messenden Subjekte nur an sie herangetragen wird, abzuweichen? Helmholtz entscheidet sich – wie bereits im *Handbuch der physiologischen Optik* – für die erste Betrachtungsweise, wenn er feststellt,

„dass unsere Naturkörper thatsächlich ganz rein und ungestört nicht einmal denjenigen Begriffen entsprechen, die wir auf dem Wege der Induction von ihnen abstrahirt haben. Unter Hinzunahme eines [...] nur als Ideal concipirten Begriffs der Festigkeit könnte dann ein strenger *Kantianer* allerdings die geometrischen Axiome als a priori [...] gegebene Sätze betrachten [...] Dann [...] würden aber die geometrischen Axiome [...] nur etwas aussagen, was aus dem Begriffe der zur Messung nothwendigen festen geometrischen Gebilde analytisch folgen würde“.⁴⁴

Auch wenn Helmholtz das Missverhältnis zwischen wissenschaftlichen Begriffen und Erscheinungen erwähnt und vielleicht sogar einer Erklärung Wert findet, nimmt er es nicht zum Anlass, an der durch Induktion verbürgten Gewissheit seiner Begrifflichkeit zu zweifeln. Da der Begriff des formunveränderlichen und freibeweglichen Festkörpers eine Abstraktion der Wirklichkeit darstellt, macht es für ihn keinen Sinn, ihn durch ein „Ideal“ überbieten zu wollen.⁴⁵ Helmholtz verwirft deshalb den Gedanken, „den Begriff des festen geometrischen Raumgebildes als einen transcendentalen [gemeint ist: synthetisch apriorischen – G.S.] Begriff aufzufassen“.⁴⁶ An die Stelle einer metaphysischen Begründung tritt die scientistische der Induktion.⁴⁷

Aus mechanischen Eigenschaften fester Körper leitet Helmholtz die verschiedenen möglichen Metriken des physikalischen Raumes ab. Es gibt nicht mehr die eine wahre Repräsentation der Welt, sondern verschiedene, standpunktabhängige Repräsentationen. Die absolute Geltung der euklidi-

44 Ebenda, 30 (Hervorheb. im Text).

45 Dass Helmholtz „eigentlich Messanforderungen mit Tatsachen gleich [...] setzt“, wird von Wahsner 1992, 35 festgestellt, ohne jedoch auf den für das Verständnis entscheidenden wissenschaftstheoretischen Hintergrund von Helmholtz' Induktionstheorie einzugehen. Zur Induktion vgl. Schiemann 1997, 246ff. und 33ff.

46 Helmholtz 1870a, 30.

47 Den nichttranscendentalen Charakter von Helmholtz' Begründung der Geometrie betont auch DiSalle 2006.

schen Geometrie wird relativiert bzw. ihr hypothetischer Charakter partiell anerkannt. Zugleich wird aber die Geometrie einer auf Mechanik gegründeten Naturforschung einverleibt, die die Geltung der geometrischen Sätze auf neue Weise sichert, und der Anwendungsbereich der Mechanik auf nichteuklidische Geometrien ausgedehnt. Dabei zweifelt Helmholtz nicht an der praktischen Euklidizität des realen Raumes:

“[T]he axioms of Euclid [...] have been verified by experience to that degree of precision, which practical geometry and astronomy have reached hitherto, and, therefore, there is no doubt that the radius of curvature of our space, if it should be spherical or pseudospherical, is infinitely great, when compared with the dimensions of our planetary system.”⁴⁸

Helmholtz hat seine Auffassungen zu den Grundlagen der Geometrie mit der Rede *Ueber den Ursprung und die Bedeutung der geometrischen Axiome* von 1870 zum Abschluss gebracht. In den Stellungnahmen, die er nach 1870 in verschiedenen Reden und als Beilagen dazu verfassten Erklärungen zur Geometrie abgibt, modifiziert er den von ihm formulierten Zusammenhang von Geometrie und Erfahrung nicht mehr, sondern er beschränkt sich auf dessen Erläuterung und Interpretation. Seit 1870 geht es aber nicht mehr in erster Linie um die Verteidigung des Wahrheitsanspruches gegen Riemanns hypothetische Auffassung der Geometrie, sondern um die Kritik an der angeblich auf Kant zurückgehenden metaphysischen Grundlegung.⁴⁹ Dieser veränderte Hintergrund, bestimmt auch die in der Rede *Das Denken in der Medicin* gemachten Bemerkungen zur Geometrie:

48 Helmholtz 1870b, 131, und entsprechend 1870a, 23, 25 und 29. Es ist eine Frage von Helmholtz' Wissenschaftsauffassung, ob sich der Präzisionsgrad, mit dem die euklidischen Axiome verifiziert werden sollen, steigern lässt.

49 Die Kritik an Kant spielt in Helmholtz' ersten Schriften zur empirischen Grundlegung keine Rolle (Helmholtz 1868a, 1868b und 1869). Sie steht auch in der abschließenden Darstellung nicht im Zentrum (Helmholtz 1870a, 4, 22 und 30). Später scheint die Auseinandersetzung mit kantischen Geometrieauffassungen zum Drehpunkt für die Klärung seines Verhältnisses zur ganzen kantischen Philosophie geworden zu sein. In einem von Koenigsberger 1902f., Bd. 2, 141f., wiedergegebenen Gutachten von (nach Angabe von Koenigsberger) 1888 schreibt Helmholtz: „Der Kernpunkt dieser Irrthümer [verursacht durch die unvollkommene Entwicklung der Spezialwissenschaften zu Kants Zeiten – G.S.] sind die Axiome der Geometrie ... Meines Erachtens kann man, was Kant Grosses geleistet hat, nur halten, wenn man seinen Irrthum über die rein transcendente Bedeutung der geometrischen und mechanischen Axiome fallen lässt.“

„Alle Metaphysiker vereinigt kämpfen gegen jeden Versuch, die Anschauungen, seien es sogenannte reine oder empirische, die Axiome der Geometrie, die Grundsätze der Mechanik oder die Gesichtswahrnehmungen in ihre rationellen Elemente aufzulösen. Eben wegen dieses Sachverhalts halte ich die neueren mathematischen Untersuchungen von Lobatschewsky, Gauss, Riemann u.A. über die logisch möglichen Abänderungen der Axiome der Geometrie und den Nachweis, dass die Axiome Sätze sind, die durch die Erfahrung bestätigt oder vielleicht auch widerlegt, und deshalb aus der Erfahrung gewonnen werden können, für einen sehr wichtigen Fortschritt.“⁵⁰

Die physiologische Erklärung der räumlichen Anschauungsformen und die empirische Grundlegung der Geometrie werden zum Paradigma einer scientistischen Kritik an der erfahrungsfreien und in diesem Sinn metaphysischen Begründung der Wissenschaft.⁵¹ Kant habe behauptet, so Helmholtz, „dass räumliche Verhältnisse, die den Axiomen des Euklides widersprechen, überhaupt nicht einmal vorgestellt werden könnten“.⁵² Geht man mit Helmholtz und gegen Kant davon aus, dass „Vorstellung“ nicht erst eine begrifflich verarbeitete Erkenntnis, sondern schon eine aus äußerer Sinnesempfindung gebildete Wahrnehmung bezeichnet,⁵³ dann kann man dieser Feststellung einen richtigen Sinn abgewinnen. Nichteukli-

50 Helmholtz 1878c, 186. Der letzte Satz ist fast wörtlich aus Helmholtz 1870a, 30, bzw. etwas abgewandelt, 22, übernommen und taucht (leicht modifiziert) erneut in Helmholtz 1878a, 233, auf.

Die Aufnahme der „Grundsätze der Mechanik“ in die Reihe von „Anschauungen“, deren Auflösung „in rationelle Elemente“ versucht werde, bezieht sich m.E. auf die bereits in Helmholtz 1870a, 29, festgestellten Veränderungen der „mechanischen Principien“ in nichteuklidischen Geometrien. Vgl. hierzu auch die entsprechende Formulierung in Helmholtz 1878b, 643: Nichteuklidische „Systeme [...] wie die dazu gehörigen Systeme der Mechanik“. Helmholtz dürfte also davon ausgegangen sein, dass es zu jeder Geometrie auch eine (klassische) Mechanik gibt, und deshalb unter der Widerlegbarkeit der „Grundsätze der Mechanik“ die Unanwendbarkeit einer dieser Mechaniken in einem nicht dazugehörigen geometrischen System gemeint haben. Ein derartiges Verständnis findet sich auch in Helmholtz 1870a, 22.

51 V.a. in Helmholtz 1878a, 218f. und 223ff.

52 Ebenda, 230, und entsprechend Helmholtz 1878b, 642f. Eine vergleichbare Aussage findet sich in Helmholtz' Schriften zur Geometrie vor 1878 nur in Helmholtz 1870a, 22, wo es heißt, dass wenn „Räume anderer Art [...] vorstellbar sind, so wäre damit auch widerlegt, dass die Axiome der Geometrie notwendige Formen einer a priori gegebenen transcendenten Form unserer Anschauung im Kant'schen Sinne seien.“ Diese Art der Widerlegung ist in dieser Schrift jedoch nicht Hauptzweck, sondern Nebenprodukt, vgl. auch a.a.O., 28.

53 Zum Vorstellungsbegriff von Helmholtz vgl. Schiemann 1997, 265ff.

dische Geometrien sind im transzendentalphilosophischen System als Gegenstand einer dem Menschen begrifflich nicht fassbaren intellektuellen Anschauung zwar durchaus denkbar,⁵⁴ als mögliche Bestimmung der Eigenschaften des realen Raumes und der darauf bezogenen Wahrnehmungen bzw. Vorstellungen hingegen ausgeschlossen. Dieses folgt unmittelbar aus der transzendentalen Ästhetik, und jenes entspricht der gesamten Anlage von Kants kritischer Philosophie, die ihren Gegenstand, die Erkenntnisart sinnlicher Wesen, nur als besonderen zu verstehen vermag, wenn sie, wie Kant rückblickend schrieb, „andere mögliche Anschauung in Gedanken“ hat.⁵⁵

Was für Kant jenseits der menschlichen Anschauungsformen lag, wird nun bei Helmholtz zum möglichen Gegenstand der äußeren Wahrnehmung. In unmittelbarem Anschluss an seine früheren Ausführungen demonstriert er in der Rede *Die Thatsachen in der Wahrnehmung*, dass nicht-euklidische Geometrien „anschaulich vorstellbar“ sind, weil man die „Reihe der Sinneseindrücke vollständig und eindeutig“ angeben könne, die resultiert, wenn man ein euklidisches Objekt von einer gekrümmten Welt aus betrachtet.⁵⁶ Während er in seiner abschließenden Darstellung von 1870 den Wahrheitsverzicht, der mit dem Beweis äquivalenter geometrischer Axiomensysteme verbunden ist, durch die Behauptung, im Raum könne nur das euklidische System realisiert sein, kompensierte,⁵⁷ tritt dieses Argument hier gegenüber der Veranschaulichungsthematik in den Hintergrund.⁵⁸ Auch das müßige Bemühen um eine Antwort auf die Frage nach der realen Raumstruktur scheint an Bedeutung verloren zu haben.⁵⁹ Worauf es Helmholtz nun ankommt, ist, die mathematisch bereits bewiesene Äquivalenz der verschiedenen geometrischen Systeme durch einen

54 Kant 1781, B XL. Kant spricht freilich noch nicht von nichteuklidischen Geometrien. Ihre Denkbarkeit ist jedoch in seiner Überlegung impliziert, es könnte „Verstandeswesen geben, auf welche unser sinnliches Anschauungsvermögen gar keine Beziehung“ hätte (ebenda, B 309, vgl. entsprechend B 72). Dass empiristische Begründungen der Geometrie keine Argumente gegen die Realität von Räumen mit mehr als drei Dimensionen anführen können, stellt Kant explizit ebenda, A 24, fest.

55 Kant 1790, B 346.

56 Helmholtz 1878a, 230f.

57 Vgl. Helmholtz 1870b, 131, und Anm. 48.

58 Helmholtz weist auch auf die von ihm behauptete konstante Raumkrümmung in seinen Veröffentlichungen nach 1870 nicht mehr ausdrücklich hin.

59 Die „Untersuchung der Erfahrungsthatfachen“ wird bei der Erörterung der geometrischen Axiome in Helmholtz 1878a nur noch am Rand, auf 233, erwähnt.

gewandelten Begriff der Anschauung, dem die unmittelbare Erfahrbarkeit abgeht, zu fundieren:

„Die Aufgabe, sich die Raumverhältnisse in metamathematischen Räumen vorzustellen, erfordert in der That einige Uebung [...].

Dies aber widerspricht dem älteren Begriff der Anschauung, welcher nur das als durch Anschauung gegeben anerkennt, dessen Vorstellung ohne Besinnen und Mühe sogleich mit dem sinnlichen Eindruck zum Bewusstsein kommt. Diese Leichtigkeit, Schnelligkeit, blitzähnliche Evidenz [...] haben unsere Versuche, mathematische Räume vorzustellen, in der That nicht.“⁶⁰

Mit der Behauptung, Anschauungsformen seien erlernbar, wird der Evidenz, die Kant als Geltungsbasis noch anerkannte und auf die auch Helmholtz in den 1860er Jahren zur Begründung der „ersten allgemeinen Sätze“ der Mathematik⁶¹ noch zurückgegriffen hat, der Boden entzogen. An die Stelle eines evidenten Systems von Sätzen, von dem die Geometrie bisher ausging, tritt eine im Prinzip nicht begrenzbar Menge unterschiedlicher Satzsysteme, die die räumliche Darstellung eines empirisch Gegebenen gleichberechtigt bestimmen. Würde allein die Wahl eines Satzsystems den Zugang zum empirisch Gegebenen bestimmen, dann müsste seine Bewertung einem grundsätzlichen Wandel unterzogen werden. Keine räumliche Eigenschaft ließe sich mehr in unzweideutiger Abbildung, sondern nur noch relativ zum jeweils gewählten geometrischen Axiomensystem wiedergeben. Weil keine dieser Darstellungen beanspruchen könnte, dem empirisch Gegebenen adäquater zu sein als andere, müssten spezielle (z.B. konventionell vereinbarte oder lebensweltlich fundierte) Kriterien eingeführt werden, um die Darstellungsform festzulegen. In der Folge erhielte die Annahme der Existenz des Raumes, wenn sie denn nicht überhaupt fallengelassen werden soll, den Status einer prinzipiell wahrheitsoffenen und in diesem Sinn hypothetischen Aussage.

Helmholtz' Beschäftigung mit Kants Geometrieverständnis zeigt, wie sich die szientistische Wissenschaftsbegründung im 19. Jahrhundert eine Relativierung des empirischen Wissens zu eigen macht, die von metaphysischen Grundlegungen gerade abgelehnt wird, was Kant im Hinblick auf die Geometrie mit dem Satz Ausdruck gegeben hat: „Was von der Erfah-

60 Ebenda, 231f.

61 Helmholtz 1862, 175, vgl. Schiemann 1997, 246ff.

rung entlehnt ist, hat auch nur comparative Allgemeinheit, nämlich durch Induction.“⁶²

Im Eifer eines Gefechtes mit „Kantianer[n] stricter Observanz“⁶³ setzt sich Helmholtz mit eben diesem Vorwurf auseinander:

„Es wird behauptet, dass, wenn die Axiome Erfahrungssätze wären, wir von ihrer Richtigkeit nicht absolut überzeugt sein könnten, wie wir es doch wären. Darum dreht sich ja eben der Streit. [Richtig ist], wenn die [geometrischen] Axiome Naturgesetze sind, dass sie natürlich an der nur approximativen Erweisbarkeit aller Naturgesetze durch Induction Theil haben. [D]er Wunsch, exacte Gesetze kennen zu wollen, ist noch kein Beweis dafür, dass es solche giebt.“⁶⁴

Von unterschiedlichen Graden messbarer Exaktheit ist jetzt nicht mehr nur die Geltung der Anwendbarkeit eines geometrischen Systems abhängig, sondern die der geometrischen Axiome selbst, d.h. insbesondere die Geltung der Festkörpereigenschaften. Noch ist nicht ausgeschlossen, dass sich die bloß approximative Gültigkeit von Gesetzesaussagen fortschreitend verbessert und auf ein ideales Ziel zubewegt. Doch mit dem Hinweis auf das induktive Verfahren sind nunmehr auch für die formalen Wahrheiten der Geometrie prinzipielle Geltungsbeschränkungen ausgesprochen: Sie können nicht mehr als unveränderlich angesehen werden.

Die Bedeutung der zuletzt zitierten Stelle (eine weitere vergleichbare ist mir nicht bekannt) liegt darin, dass einem Teil der formalen Wahrheiten mit dem Hinweis auf ihre Zugehörigkeit zu den Erfahrungswissenschaften absolute Geltung abgesprochen wird. Ich verstehe diesen Vorgang entscheidend durch die von Helmholtz vorgenommene Ausweitung der Wahrnehmungstheorie zu einer allgemeinen naturalistischen Erkenntnistheorie beeinflusst. Deren Charakteristikum besteht darin, Aussagen, die traditionell aus reinem Denken abgeleitet wurden und zu denen die der formalen Wahrheiten gehörten, jegliche Autonomie gegenüber einem nur relativ gültigen Erfahrungswissen abzusprechen.⁶⁵ Für Helmholtz handelt es sich dabei nicht um den Wahrheitsgewissheitsverlust von analytischen Aussagen, sondern um die Erkenntnis des approximativen Charakters von

62 Kant 1781, A 24.

63 Helmholtz 1878a, 229.

64 Helmholtz 1878a, 392f. In dieser Beilage mit dem Titel "Der Raum kann transzendental sein, ohne dass es die Axiome sind" setzt sich Helmholtz kritisch mit Krause 1878 auseinander.

65 Vgl. Schiemann 1997, 334ff.

synthetischen Aussagen, denen ein Rest unwiderlegbar richtiger analytischer Aussagen gegenübersteht.⁶⁶ Vor der durch Willard van Orman Quine vollendeten und allen idealistischen Wissenschaftsauffassungen widersprechenden Verschmelzung von analytischen und synthetischen Sätzen steht bei Helmholtz die Eingrenzung der letzten vermeintlich analytischen Sätze.

Literaturverzeichnis

- Boyer, C.B. (1956), *A History of Analytic Geometry*, New York.
- Carrier, M. (1994), *Geometric Facts and Geometric Theory: Helmholtz and 20th-Century Philosophy of Physical Geometry*, in: L. Krüger (Hg.), *Universalgenie Helmholtz. Rückblick nach 100 Jahren*, Berlin, 276ff.
- Cassirer, E. (1944), *The Concept of Group and the Theory of Perception*, in: *Philosophy and Phenomenological Research* V, 1ff.
- (1957), *Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit*. Vierter Band: *Von Hegels Tod bis zur Gegenwart (1832–1932)*, Darmstadt 1973.
- D'Agostino, S. (1975), *Hertz's Researches on Electromagnetic Waves*, in: *Historical Studies in the Physical Sciences* 6, 261ff.
- Darrigol, O. (1994), *Helmholtz's Electrodynamics and the Comprehensibility of Nature*, in: L. Krüger (Hg.), *Universalgenie Helmholtz. Rückblick nach 100 Jahren*, Berlin, 216ff.
- Descartes, R. (1971): *Meditationen über die Erste Philosophie*, übers. und hg. v. G. Schmidt, Stuttgart.
- DiSalle, R. (1994): *Helmholtz's Empiricist Philosophy of Mathematics: Between Laws of Perception and Laws of Nature*, in: D. Cahan (Hg.), *Hermann von Helmholtz and the Foundations of Nineteenth-Century Science*, Berkeley usw. 498ff.
- (2006): *Kant, Helmholtz, and the Meaning of Empiricism*, in: M. Friedman und A. Nordmann (Hgg.), *The Kantian Legacy in Nineteenth-Century Science*, Cambridge (MA)/London, 123ff.

66 Vgl. Helmholtz 1868a, 610, wo Helmholtz die geometrischen Sätze in analytische und synthetische einteilt; Helmholtz 1870a, 30, wo er in seiner Auseinandersetzung mit Kant implizit den empirischen Gehalt der synthetischen Sätze behauptet; Helmholtz 1871, 45, wo er zwischen Erfahrungstatsachen und Wortdefinitionen unterscheidet = VI; und Helmholtz 1885ff., 590, wo er allgemein zwischen analytisch und synthetisch unterscheidet.

- Eckart, W. U./Gradmann, Ch. (1994), *Hermann Helmholtz und die Wissenschaft im 19. Jahrhundert*, in: Spektrum der Wissenschaft, Dezember 1994, 100ff.
- Fullinwider, S. P. (1990), *Hermann von Helmholtz: The Problem of Kantian Influence*, in: Studies in History and Philosophy of Sciences 21, 41 ff.
- Grattan-Guinness, I. (1990), *Convolution in French Mathematics, 1800–1840: From the Calculus and Mechanics to Mathematical Analysis and Mathematical Physics. Vol. 1: The Setting*. Basel usw.
- Heidelberger, M. (1994a): *Force, Law, and Experiment: The Evolution of Helmholtz's Philosophy of Science*, in: D. Cahan (Hg.), *Hermann von Helmholtz and the Foundations of Nineteenth-Century Science*, Berkeley u.a. 461 ff.
- (1994b), *Helmholtz' Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie im Kontext der Philosophie und Naturwissenschaft des 19. Jahrhunderts*, in: L. Krüger (Hg.), *Universalgenie Helmholtz. Rückblick nach 100 Jahren*, Berlin, 168ff.
- Heimann, P. M. (1974), *Helmholtz and Kant: The Metaphysical Foundations of Über die Erhaltung der Kraft*, in: Studies in History and Philosophy of Sciences 5, 205ff.
- Helmholtz, H. von (1847): *Über die Erhaltung der Kraft* (Ostwald's Klassiker der exacten Wissenschaften Nr. 1), Leipzig 1889.
- (1852), *Über die Natur der menschlichen Sinnesempfindungen*, in: ders., *Wissenschaftliche Abhandlungen*, Leipzig 1882 ff., Bd. 2, 591ff.
- (1855), *Über das Sehen des Menschen*, in: ders. (1884), Bd. 1, 85ff.
- (1856ff.), *Handbuch der Physiologischen Optik*, Leipzig 1856 (1. Lieferung: S. 1–192), 1860 (2. Lieferung: bis S. 432) und 1867 (3. Lieferung: bis S. 874).
- (1862), *Über das Verhältniss der Naturwissenschaften zur Gesamtheit der Wissenschaften*, in: ders. (1884), Bd. 1, 157ff.
- (1868a), *Über die thatsächlichen Grundlagen der Geometrie*, in: ders., *Wissenschaftliche Abhandlungen*, 3 Bde., Leipzig, 1882ff., Bd. 2, 610ff.
- (1868b), *Über die Thatsachen, die der Geometrie zum Grunde liegen*, in: ders., *Wissenschaftliche Abhandlungen*, 3 Bde., Leipzig, 1882 ff., Bd. 1, 618ff.
- (1869), *Zusatz* (1868), in: ders., *Wissenschaftliche Abhandlungen*, 3 Bde., Leipzig, 1882ff., Bd. 2, 617.
- (1870a), *Über den Ursprung und die Bedeutung der geometrischen Axiome*, in: ders. (1884), Bd. 2, 1ff.
- (1870b), *The Axioms of Geometry*, in: *The Academy*, Vol. 1, 128ff.
- (1870ff.), *Über die Theorie der Elektrodynamik*, in: ders., *Wissenschaftliche Abhandlungen*. 3 Bde. Leipzig, 1882ff., Bd. 1, 545ff. (erste Abhandlung 1870), 647ff. (zweite Abhandlung 1873) und 702 ff. (dritte Abhandlung 1874).
- (1871), *Zum Gedächtniss an Gustav Magnus*, in: ders. (1884), Bd. 2, 33ff.
- (1874), *Vorrede*, in: J. Tyndall (1874), *Unter dem Titel Ueber das Streben nach Popularisierung der Wissenschaft* auch enthalten in: H. Helmholtz (1884), Bd. 2, 422ff. (Ich zitiere nach dieser Ausgabe).
- (1877), *Über die akademische Freiheit der deutschen Universitäten*, in: ders. (1884), Bd. 2, 191ff.
- (1878a), *Die Thatsachen in der Wahrnehmung. Mit drei Beilagen*, in: ders. (1884), Bd. 2, 213ff. und 387ff.; die 3. Beilage wird zit.: ders. (1878b).

- (1878b), *Über den Ursprung und Sinn der geometrischen Sätze; Antwort gegen Herrn Professor Land*, in: ders., *Wissenschaftliche Abhandlungen*, 3 Bde., Leipzig, 1882ff., Bd. 2, 640ff.
- (1878c), *Das Denken in der Medicin*. 2., neu durchgearbeitete Aufl., Berlin. Auch enthalten in: ders. (1884), Bd. 2, 165ff. Ich zitiere nach dieser Ausgabe.
- (1884), *Vorträge und Reden*, 2 Bde., Braunschweig 1903.
- (1885ff.), *Handbuch der Physiologischen Optik*, Hamburg/Leipzig 1896.
- (1892), *Goethe's Vorabnungen kommender naturwissenschaftlicher Ideen*, in: ders. (1884), Bd. 2, 335ff.
- Herneck, Friedrich. (1973), *Die Stellung von Hermann von Helmholtz in der Wissenschaftsgeschichte*, in: W. Banasiewicz, et al., *Hermann von Helmholtz' philosophische und naturwissenschaftliche Leistungen*, in: *Wissenschaftliche Zeitung der Humboldt-Universität zu Berlin*, Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe XXII, S. 349ff.
- Hörz, H./Wollgast, S. (1971), *Einleitung*, in: H. Helmholtz, *Philosophische Vorträge und Aufsätze*, Berlin.
- Hyder, D. (2007): *Kant, Helmholtz and the Determinacy of Physical Theory*, in: V. Hendricks, K. Jørgensen, J. Lützen und S. Pedersen (Hgg.), *Interactions: Mathematics, Physics and Philosophy from 1860 to 1930*, Dordrecht, 1ff.
- (2009): *The Determinate World: Kant and Helmholtz on the Physical Meaning of Geometry*. Berlin/New York.
- Janik, A./Toulmin, St. (1973), *Wittgensteins Wien*. München/Wien 1985.
- Kant, I. (1781), *Kritik der reinen Vernunft*, in: Kant's gesammelte Schriften. Hg. v. der Königlich Preußischen (später: Deutschen) Akademie der Wissenschaften (zu Berlin). Berlin 1900ff., Bd. IV (1. Aufl., A) und Bd. III (2. Aufl., B).
- (1790), *Kritik der Urteilskraft* (2. Aufl., B), in: Kant's gesammelte Schriften. Hg. v. der Königlich Preußischen (später: Deutschen) Akademie der Wissenschaften (zu Berlin). Berlin 1900ff., Bd. V.
- Koenigsberger, L. (1902f.), *Hermann von Helmholtz*. 3 Bde. Braunschweig.
- Krause, A. (1878), *Kant und Helmholtz über den Ursprung und die Bedeutung der Raumschauung und der geometrischen Axiome*, Lahr.
- Krüger, L. (Hg.) (1994), *Universalgenie Helmholtz. Rückblick nach 100 Jahren*, Berlin.
- Lenoir, T. (1994), *The Eye as Mathematician: Clinical Practice, Instrumentation, and Helmholtz's Construction of an Empirist Theory of Vision*, in: D. Cahan (Hg.), *Hermann von Helmholtz and the Foundations of Nineteenth-Century Science*, Berkeley u.a. 109ff.
- (2006), *Operationalizing Kant: Manifolds, Models, and Mathematics in Helmholtz's Theories of Perception*, in: M. Friedman and A. Nordmann (Hgg.), *The Kantian Legacy in Nineteenth-Century Science*, Cambridge (MA)/London, 141ff..
- Lipschitz, R. (1986), *Briefwechsel mit Cantor, Dedekind, Helmholtz, Kronecker, Weierstrass u.a.* Bearbeitet von W. Scharlau. *Dokumente zur Geschichte der Mathematik*, Bd. 2. Braunschweig/Wiesbaden.

- Mach, E. (1872), *Die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit*, Prag.
- Mainzer, K. (1980), *Geschichte der Geometrie*, Mannheim.
- Marvis, S. (2011), *Dictionary of Scientific Principles*. Hoboken
- Nagel, E. (1939), *The Formation of Modern Conceptions of Formal Logic in the Development of Geometry*, in: *Osiris* 7, 142ff.
- Richards, J. L. (1977), *The Evolution of Empiricism: Hermann von Helmholtz and the Foundations of Geometry*, in: *British Journal for the Philosophy of Sciences* 28, 235ff.
- Riemann, B. (1867), *Über die Hypothesen, welche der Geometrie zugrunde liegen*, Darmstadt 1959.
- Schiemann, G. (1992), *Totalität oder Zweckmäßigkeit? Kants Ringen mit dem Mannigfaltigen der Erfahrung im Ausgang der Vernunftkritik*, in: *Kant-Studien*, 83. Jg. (1992), S. 294ff.
- (1995), *Zwischen klassischer und moderner Wissenschaftstheorie: Hermann von Helmholtz und Karl R. Popper, erkenntnistheoretisch verglichen*, in: *Deutsche Zeitschrift für Philosophie*, 43. Jg. (1995), 845ff. (engl.: *Between Classical and Modern Theory of Science. Hermann von Helmholtz und Karl R. Popper, compared epistemologically*, in: H. Lübbig (Hg.): *The Inverse Problem*. Weinheim : Akademie Verlag und VCH Weinheim 1995, 209ff.).
- (1997), *Wahrheitsgewissheitsverlust*, Darmstadt (engl.: *Hermann von Helmholtz's Mechanism: The Loss of Certainty. A Study on the Transition from Classical to Modern Philosophy of Nature*. Dordrecht 2009).
- (1998), *The Loss of World in the Image. Origin and Development of the Concept of Image in the Thought of Hermann von Helmholtz and Heinrich Hertz*, in: D. Baird et al. (Hg.): *Heinrich Hertz. Classical Physicist, Modern Philosopher*. Boston Studies in the Philosophy of Science. Dordrecht : Kluwer 1998, S. 25ff. (dt. *Verlust der Welt im Bild. Ursprung und Entwicklung des Bildbegriffes bei Hermann von Helmholtz und Heinrich Hertz*, in: G. Wolfschmidt (Hg.): *Heinrich Hertz (1857–1894) and the Development of Communication (Nuncius Hamburgensis. Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften, Band 10)* Norderstedt 2008, 31ff.)
- (2013), *Nietzsche und die Wahrheitsgewissheitsverluste im Anbruch der Moderne*, in: Helmut Heit (Hg.): *Nietzsches Philosophie des Wissens im Kontext des 19. Jahrhunderts*. Berlin/New York (im Erscheinen).
- Schüller, V. (1994), *Das Helmholtz-Liesche Raumproblem und seine ersten Lösungen*, in: L. Krüger (Hg.), *Universalgenie Helmholtz. Rückblick nach 100 Jahren*, Berlin, 260ff.
- Süßmann, G. (1990), *Kennzeichnungen der Räume mit konstanter Krümmung*, in: *Philosophia Naturalis* 27, 206ff.
- Torretti, R. (1979), *Philosophy of Geometry from Riemann to Poincaré*, Dordrecht u.a.
- Truesdell, C. (1989), *Newtons Einfluss auf die Mechanik des 18. Jahrhunderts*, in: K. Hutter (Hg.), *Die Anfänge der Mechanik*, Berlin u.a.

- Volkert, K. (1996): *Hermann von Helmholtz und die Grundlagen der Geometrie*, in: W. U. Eckart und K. Volkert (Hgg.), *Hermann von Helmholtz. Vorträge eines Heidelberger Symposiums anlässlich des einhundertsten Todestages*. Pfaffenweiler.
- Wahsner, R. (1992), *Zur Helmholtzschen Kritik des Raum-Apriorismus*, in: R. Wahsner (Hg.), *Prämissen physikalischer Erfahrung*, Berlin.
- Wundt, W. (1866), *Die physikalischen Axiome und ihre Beziehung zum Causal-princip. Ein Capitel aus einer Philosophie der Naturwissenschaften*, Erlangen.

DISKUSSION

Biagioli: Was halten Sie von Helmholtz' Bemerkungen über Kants Formen der Anschauung in *Zählen und Messen, erkenntnistheoretisch betrachtet* (1887)? Es sieht so aus, als ob Helmholtz' naturalistisches Verständnis der Wahrnehmung eine Kantische Deutung der Raumtheorie und der Zeittheorie nicht unbedingt ausschließt. Ich bin einverstanden damit, dass in dieser Annäherung an Kant die Rezeption eine wichtige Rolle gespielt haben könnte, aber diese naturalistische Auffassung kann nur als unkantisch bezeichnet werden, wenn man anti-psychologistisch ist. Dagegen scheint Helmholtz kein Problem damit zu haben, dass die Formen der Anschauung naturalistisch interpretiert werden können. Kann eine solche Auffassung trotzdem eine Erneuerung der Kantischen Lehre darstellen?

Schiemann: Wenn die Bedingung der Wahrnehmungen und damit auch die Formen der Anschauung Gegenstand der Naturwissenschaften sind, befindet man sich im Felde der Empirie und überschreitet das transzendente Projekt. Helmholtz sagt zudem, dass die Anschauungsformen nicht nur Gegenstand der Naturwissenschaften seien, sondern sich auch erlernen lassen. Wenn wir uns konvexe oder konkave Brillen nur lange genug anziehen würden, könnten wir in einer quasi positiv- oder negativ-gekrümmten Welt leben. Es sei nur eine Frage der Übung, weswegen man von einer Konstanz der Anschauung nicht sprechen könne, außer in dem elementaren Sinne, daß wir als Lebewesen in irgendeiner Weise mit der Welt stetig korreliert seien.

Biagioli: In *Zählen und Messen* sagt Helmholtz zum Beispiel, dass was er bis dahin an Kant kritisiert hatte – die Annahme nämlich, dass die geometrischen Axiome notwendige Folgen der Raumanschauung sind – eigentlich nicht für die Kantische Raumlehre überhaupt gilt, sondern nur für eine spezifische Auffassung dieser Lehre, die mit einer nativistischen Position zusammenfällt. Darüber hinaus taucht die Veränderbarkeit der Anschauungsform im Fall der Zeit nicht auf. Im Fall des Raumes schließt die von Helmholtz angedeutete Anschauungsform verschiedene Spezifizierungen ein. Dagegen kann es nur eine Zeitfolge geben. In diesem Fall scheint eine Annäherung zu Kant unproblematisch, oder zumindest betont Helmholtz, dass eine solche Annäherung auf Grund seiner psychologischen Analyse der Zeitfolge möglich ist.

Schiemann: Wenn Sie sich bei der genannten Brücke zwischen Helmholtz und Kant auf die unveränderliche Zeitstruktur beziehen, dann möchte ich zu bedenken geben, dass Helmholtz diese Struktur für die noumenale Kausalität braucht, mit der er seinen Realismus begründet. Demzufolge sind Naturereignisse Dinge an sich, die mit dem Bewusstsein der Subjekte zeitlich eindeutig verknüpft sind. Helmholtz diskutiert auch die Zeitverzögerung bei der Übertragung von Nervenimpulsen. Er geht davon aus, man die Dauer der Übermittlung der Impulse ermitteln und berechnen könne, womit auch hier ein empirisches Element hinein kommt.

Krijnen: Herr Schiemann, ich habe zwei Verständnisfragen. Die erste liegt eher auf der Oberfläche: Sie haben zwei Naturbegriffe unterschieden. Den dualisti-

schen Naturbegriff bei Helmholtz und den dynamischen bei Kant. Ich habe diese Entgegensetzung nicht so richtig mitbekommen, weil ich es so sehe: Die Natur besteht aus Materie und Kraft; das sind also zwei. Beim dynamischen Naturbegriff haben Sie von zwei apriorischen Kräften gesprochen, das sind auch zwei. Ihre Unterscheidung ist zunächst einmal erläuterungsbedürftig.

Die zweite Frage ist auch eine Verständnisfrage: Wenn man Helmholtz so deutet wie Sie es tun, dann fragt man sich: Was ist die Bedeutung Helmholtz' für den Neukantianismus angesichts der Tatsache, daß die Neukantianer einen anderen Begriff von Apriori gewählt haben? Bislang kann ich aufgrund Ihrer Ausführung nichts anderes sehen, als dass der Name Kant gelegentlich auftaucht. Die Apriorität, die für die Neukantianer später von großer Bedeutung ist, wird bei Helmholtz offenbar völlig entidealisiert oder naturalisiert. Wie sehen Sie dann Helmholtz als einen der „Gründungsväter“ des Neukantianismus?

Schiemann: Die erste Frage ist sehr schnell beantwortet. In Kants *Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft* gibt es zwei Grundkräfte, die dual heißen können, weil sie sich nicht aufeinander reduzieren lassen. Meine Begriffe des Dualismus und Dynamismus beziehen sich aber auf das Verhältnis der Begriffe von Kraft und Materie. Kant ist ein Dynamist, insofern er die Materie aus den beiden Grundkräften ableitet. Helmholtz ist Dualist in der Tradition Newtons, insofern er Materie und Kraft als nicht aufeinander reduzierbar versteht.

Zur zweiten Frage: Ich fühle mich von Ihnen schon richtig verstanden: Es bleibt ein erstaunliches Phänomen, warum Helmholtz eine so herausragende Rolle in der Neukantianischen Bewegung erhalten hat. Zwei verschiedene Bedingungen kann ich Ihnen für eine eventuelle Erklärung nennen. Zum einen der bedrohliche Zustand der Wissenschaftsphilosophie zu Helmholtz' Anfangszeit. Durch die Diskreditierung der Hegelschen Systemphilosophie in den Naturwissenschaften war die Existenz der Wissenschaftsphilosophie substantiell in Gefahr. Schon entfernte Verbindungen zwischen Naturwissenschaft und Philosophie mögen zur Rettung willkommen gewesen sein. Zum anderen hat man in der Öffentlichkeit wohl kaum noch damit gerechnet, daß sich ein Naturwissenschaftler auf Kant bezieht. Helmholtz' Rekurs auf Kant könnte schon als Sensation gewertet worden sein.

Flach: Propaganda.

Schiemann: Ja, eine willkommene Propaganda in schwieriger Situation, die dann eine sehr schnelle Rezeption erfährt. Mit Helmholtz' Zeichentheorie, die sich tatsächlich mit Kants Erkenntnistheorie verbinden lässt, hat sie einen ernstzunehmenden Kern. Aber es sind doch nur relativ wenige Stellen, an denen sich Helmholtz auf Kant bezieht und die trotzdem sehr große Beachtung gefunden haben.

Zeidler: Ich habe mich zwischenzeitig auf die Frage-Liste gesetzt. Dieser Vortrag von 1855 hat tatsächlich maßgeblich...

Flach: Unter der Flagge konnten die anderen Kantianer segeln.

Zeidler: Man konnte das aufgreifen. Vor dem historischen Hintergrund und mentalitätsgeschichtlich spielt da ja Vieles eine Rolle. Nach der misslungenen 48er Revolution ist einerseits Hegel auch politisch diskreditiert – nicht nur durch seine Naturphilosophie. Wenn man jetzt Hegel sagt, dann muss man auch immer Her-

bart dazusagen, das war der große Antipode Hegels – in der Philosophie des Vormärz jedenfalls. Trendelenburg hat das, die Situation Mitte des 19. Jahrhunderts beschreibend, sehr schön ausgedrückt: Man war einerseits dieser spekulativen Systembauten müde, andererseits sah man, dass der Realismus des Herbart doch allzu dürftig ist, also keine Ergebnisse hat. Der Held des Tages war dann zunächst Schopenhauer. Nur mit dem Schopenhauer kann man akademisch nicht allzu viel Staat machen, beziehungsweise ist das eine sehr, sehr empiristische und zugleich metaphysische Kant-Interpretation, die man bei Schopenhauer findet. Da kam jetzt genau diese Rede von dem Schüler Johannes Müllers [von Helmholtz], ein Repräsentant der modernsten und noch dazu deutschen Naturwissenschaft – das muss man alles mitberücksichtigen – der jetzt als Naturwissenschaftler ein Bekennnis ablegt zur Philosophie Kantens. Das wurde nun aufgegriffen und es war ja vor allem Friedrich Albert Lange mit seiner *Geschichte des Materialismus*, der diese gelegentliche Äußerung von Helmholtz zu einer Art Schuldoktrin macht, zu dem, was man einen *Physiologischen Neukantianismus* genannt hat: der ein ganz wesentliches Moment für die Kant-Bewegung ist und für die Installation dessen, was man dann Neukantianismus nennt.

Edel: Eigentlich wollte ich das Gleiche sagen, deswegen fasse ich mich kurz. Ich bin nicht hundertprozentig sicher, aber ich glaube, dass sich Cohen in der Vorrede zur ersten Auflage von *Kants Theorie der Erfahrung* auf Helmholtz bezieht, und zwar genau in dem Sinne, den Herr Krijnen angesprochen hatte, weil er [Cohen] sagt, er hätte wie viele der Jüngeren zunächst nicht so sehr von Kant überzeugt sein können, aber dann im Laufe der Zeit sich von der Richtigkeit der Kantischen Lehre überzeugt. Ich glaube das ist ein Hinweis auf Helmholtz. Das Zweite ist: Johannes Müller wird ausführlich in der zweiten Auflage von *Kants Theorie der Erfahrung*, gerade diese Geschichte mit den Sinnesorganen, oder spezifischen Sinnesenergien diskutiert und Cohen glaubt, dass er diese inhaltlich-materielle Seite der Empfindung mit seiner Theorie des Infinitesimalen als Objektivierung der Empfindung zusammendenken kann.

De Kock: Can I comment in English? – I want to say something, that has to do with the physiological Kantianism. Maybe Helmholtz' Kantianism should be placed within a broader perspective of putting the issue of subjective conditioning back to the forefront? In a physiological manner, there is where Müller comes in and where Liebmann refers to Helmholtz and Lange refers to Helmholtz and then the problem of his Kantianism is not, was he a Kantianist or not?, whether he misinterpreted Kant or not. That is what I wanted to say.

And then I had a little question concerning the interpretation one of the slides, that had to do with the Zeichentheorie. – I think it's the point, where you link Helmholtz to some kind of direct realism.

Schiemann: Ich antworte auf Deutsch. No problem?

De Kock: It's no problem.

Schiemann: Sie beziehen sich auf das Zitat aus seinem Vortrag *Über das Sehen des Menschen*: „es kann keine Wirkung ohne Ursache sein“. Und Helmholtz fährt fort: „wir brauchen [diesen Satz], um nur überhaupt zu der Erkenntnis zu kommen, dass es Objekte im Raume um uns gibt, zwischen denen ein Verhältnis von Ursa-

che und Wirkung bestehen kann.“ Helmholtz sucht hier die Existenz einer unabhängig bestehenden Realität zu begründen. Das ist kein Gegenstand der Kategorie der Kausalität bzw. der von mir sogenannten phänomenalen Kausalität, sondern der noumenalen Kausalität.

Flach: Naiver Realismus.

Schiemann: Nach Helmholtz führt uns der Schluss von der Ursache auf die Wirkung in die Realität.

Heidelberger: Ich wollte noch auf Alois Riehl eingehen, weil Riehl auch ein Leser Helmholtzens ist. Ich wollte fragen, ob Du meiner Meinung zustimmst, dass diese Rede von der Ordnung der Zeichen, die die gesetzliche Ordnung des Bezeichneten wiedergibt, sich bei Riehl wiederfindet und dann später zum Beispiel bei Moritz Schlick und sich daraus dann eine teilweise Erkennbarkeit des *Dinges an sich* ergibt. Bei Riehl wird das schon so ausgesprochen, dass wenn man das Subjektive wegstreicht an den Erscheinungen, ein objektiver Gehalt da sein muss, und das ist bei Riehl dann die *Korrelation der verschiedenen Sinnesräume zueinander*. Das taucht in ähnlicher Weise bei Moritz Schlick wieder auf. Das habe ich auch so ein bisschen vermisst, wie sich denn die Räumlichkeit der sinnlichen Wahrnehmung, der visuellen, der akustischen und der sensuellen Wahrnehmung, wie diese Räumlichkeiten sich zur mathematischen Räumlichkeit, wie Riehl das ausdrücken würde, bei Helmholtz verhalten.

Schiemann: Ich kenne mich bei Moritz Schlick und auch bei Alois Riehl nicht hinreichend aus, um die Frage zu beantworten. Helmholtz geht von der Vorstellung aus, dass die Ereignisse in der wirklichen Welt für uns nur über ihre Zeitfolge aufgenommen werden können. Die Naturgesetze sind nur zeitliche Relationen. Insofern hätte er wahrscheinlich zustimmen können, dass sie gewissermaßen einen Zugang zum *Ding an sich* bieten. Aber das findet sich bei ihm so nicht ausgesprochen.

Heidelberger: Der zweite Punkt, noch eine Ergänzung. Francesca [Biagioli] hat schon auf *Zählen und Messen, erkenntnistheoretisch betrachtet* hingewiesen, auf die dortige Behandlung der Arithmetik, aber ich würde sagen in Bezug auf das Messen ist vielleicht auch noch die Zweite Analogie der Erfahrung bei Kant in diesem Teil präsent, ohne dass Helmholtz jetzt Kant explizit nennt, aber ich glaube, dass er da Kant tatsächlich meint. August Stadler hat das dann auch versucht auszuarbeiten.

Schiemann: Gut, das wäre ein Einwand, den ich auch nicht richtig entkräften kann, weil das auch kein Gegenstand meiner Untersuchung ist.

Heidelberger: Das ist kein Einwand, sondern eine Ergänzung.

Schiemann: Die Messtheorie gehört zu den Bereichen, die ich mir für diesen Vortrag nicht vorgenommen habe. – Frau De Kock, Sie hatten noch *broader-context* angesprochen.

De Kock: Yes.

Schiemann: Es mag zwar eine Sensation gewesen sein, dass sich ein Naturwissenschaftler auf Kant bezog, aber es ist doch zugleich eine Ironie der Geschichte, dass Helmholtz zugleich im Grunde genommen ein Totengräber der Transzen-

dentalphilosophie gewesen ist. Als Naturalist und Empirist erkennt er nur an, was sich von den Aussagen dieser Philosophie, so wie er sie versteht, naturwissenschaftlich erweisen lässt. Damit kommt alles ins Rutschen, alle Erkenntnistheorie wird zum potentiellen Gegenstand der Erfahrung, es gibt nur noch verschiedene Grade der Gewissheit. – Haben Sie thematische Kontexte dieser Art mit dem *broader-context* gemeint?

De Kock: What I mean with 'broader context'? Actually, I mean a broader interpretation of Helmholtz's Kantianism. You know, Johannes Müller confirms the fact, that the subject is central, that the way in which the object appears is conditioned by the structure of the subject and not so much by the external object itself. That theme, that he puts that on the forefront, although the way he conceptualizes subjective organisation is physiological and psychological... But still, it's ...

Schiemann: But, there is a border-line, so to say.

De Kock: Yes. But that is the question of Kantian spirit and Kantian letter. Do you mean the letter of Kantianism and the spirit of Kantianism?

Schiemann: Kant ist ausgezogen, um den Skeptizismus von Hume zu beseitigen. Das war eine große Herausforderung und in der Originalität seines Ansatzes besteht Kants Leistung. In diesem Kontext steht Helmholtz eher in der Tradition Humes.

Krijnen: Wenn ich nochmals kurz erinnern darf an gestern: an die Rede vom ‚eigentlichen‘ Neukantianismus, der dessen ausgereifte Lehrstücke enthält. Es liegt jetzt doch ein wunderschönes Beispiel vor, weil dieser sogenannte ‚physiologische Neukantianismus‘ zur Gruppe der ‚uneigentlichen‘ Richtungen gehört.

De Kock: Yes, it is the problem of what is neo-Kantianism

Krijnen: Yes, exactly – and if it is that, it's rubbish.

Zeidler: Also so einfach... Entschuldigen Sie, aber so einfach ist das nicht. Klar, das ist eine Frühform, historisch bedeutsam, sozusagen ein Wegbereiter für alle Neukantianer.

Krijnen: Ja, eben eine nicht ausgereifte Form.

Zeidler: Aber gerade auch im Hinblick auf den vorigen Vortrag [von Massimo Ferrari] zu Mittag: Worum geht es denn eigentlich, und warum kommt denn in späterer Folge der Kantianismus selbst in Bedrängnis? Was geschieht denn da eigentlich in den Naturwissenschaften, wenn wir jetzt an solche Disziplinen wie die Sinnesphysiologie denken? Oder wenn wir denken an die relativistische Physik? Was geschieht da? Es wird die klassische, die methodische Fiktion revidiert, auf der die neuzeitliche mathematische Naturwissenschaft beruht: die fiktive Position des ‚unbeteiligten Beobachters‘ wird von den Naturwissenschaften selbst revidiert. Und das ist nun das eigentliche Problem für den Kantianismus: Hat denn Kant darauf eine Antwort?

Schiemann: Dem stimme ich zu. Wie ich in meinem Vortrag ausgeführt habe, ist bei Helmholtz Wissenschaft und Lebenswelt zunächst strikt geschieden. Der Wissenschaftler beobachtet die Lebenswelt. Er hat ein objektives Wissen von der Realität im Gegensatz zur bloß subjektiven Kenntnis der Lebenswelt. Im Zuge

seiner Forschungen erkennt Helmholtz aber, daß die wissenschaftliche Erkenntnis lebensweltliche Wahrnehmung zur Voraussetzung hat, womit die Geltungsansprüche der Wissenschaft nicht mehr aufrecht erhalten werden können.

Zeidler: Und wenn man diese Frage stellt: gäbe es da bei Kant eine systematische Antwort?

Flach: Ist nicht sein Thema.

Zeidler: Nein, aber wenn man bei Kant eine systematische Stelle sucht, an der ein Antwortversuch anknüpfen könnte, dann wäre das das Schematismuskapitel.

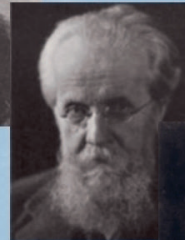
Ferrari: Ganz kurz: Es geht meiner Meinung nach bei Helmholtz um eine erste Form von Dynamisierung. Diese Dynamisierung erfolgt durch die Mittel der psychologischen Untersuchungen – Johannes Müller und so weiter. In diesem Sinne sagt Helmholtz, ich glaube im Anhang zu den *Tatsachen der Wahrnehmung*, dass Kant den Raum als die reine Anschauungsform und damit als eine leere Form auffasst. Der Inhalt dieser Form ist Sache der Wissenschaft, insbesondere der Mathematik, aber auch als psychologisch qualitatives a priori kann die reine Anschauungsform des Raumes noch weiter erhalten bleiben. Und in diesem Sinne ist es eine Dynamisierung, weil es die Entleerung der Form gestattet, dass neue Inhalte hineintreten – das ist mein Eindruck.

Schiemann: Aber die Form der Anschauung ändert sich auch, wenn nicht-euklidische Geometrien zugelassen werden. Die Form ist nicht mehr vor ihrem Inhalt. Sie wird historisch und kann durch individuelle Handlung beeinflusst werden.

Ferrari: Die Axiome der Geometrie sind Sache der Mathematik. Und was von Kant überbleibt, ist eben diese reine Anschauungsform und sozusagen allgemeine Form, während die verschiedenen Systeme von Axiomen als Inhalt dieser reinen Anschauungsform mathematisch formuliert und aufgebaut werden können.

Zeidler: Herzlichen Dank. – Wir sehen, wie drängend und auch für uns noch un-abgeschlossen die Probleme sind, mit denen uns die neukantianische Wissenschaftsphilosophie konfrontiert.

Diskutanten: Francesca Biagioli (Paderborn), Liesbet De Kock (Ghent), Geert Edel (Wyk/Föhr), Massimo Ferrari (Torino), Werner Flach (Lichtenau), Michael Heidelberger (Tübingen), Christian Krijnen (Tilburg/Amsterdam), Gregor Schiemann (Wuppertal), Kurt Walter Zeidler (Wien).



Christian Krijnen / Kurt Walter Zeidler (Hrsg.)

Wissenschaftsphilosophie im Neukantianismus

Ansätze – Kontroversen – Wirkungen

Königshausen & Neumann

Krijnen / Zeidler (Hrsg.)

—

Wissenschaftsphilosophie
im Neukantianismus

Studien und Materialien zum Neukantianismus

herausgegeben von

Helmut Holzhey und Ernst Wolfgang Orth

unter Mitwirkung von

Karl-Heinz Lembeck und Peter-Ulrich Merz-Benz

Band 32

Wissenschaftsphilosophie im Neukantianismus

Ansätze – Kontroversen – Wirkungen

Herausgegeben von
Christian Krijnen
Kurt Walter Zeidler

Königshausen & Neumann

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Verlag Königshausen & Neumann GmbH, Würzburg 2014

Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier

Umschlag: skh-softics / coverart

Bindung: Zinn – Die Buchbinder GmbH, Kleinlüder

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Printed in Germany

ISBN 978-3-8260-5417-4

www.koenigshausen-neumann.de

www.libri.de

www.buchhandel.de

www.buchkatalog.de

VORWORT

Obwohl der Neukantianismus Ende des 19. und in den ersten beiden Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts die diskursbestimmende deutsche Philosophie war, fiel er nach 1945 fast gänzlich dem Vergessen anheim. Neben dem schlichten Faktum, daß wichtige Repräsentanten vom Nazi-Regime ins Exil getrieben wurden (wie etwa E. Cassirer, J. Cohn oder R. Höningwald), sind für diesen kollektiven ‚Gedächtnisverlust‘ unterschiedlichste Gründe verantwortlich, die im einzelnen zu bewerten und zu diskutieren wären. Diese Diskussion gewinnt in der Gegenwart langsam aber zunehmend an Bedeutung, denn der Umstand, daß der Neukantianismus aus der Perspektive des Existentialismus, des (Neo-)Marxismus und der analytischen Philosophie als obsolet erschien, ist signifikant für das Selbstverständnis der Philosophie in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts beherrschenden Richtungen. Dem Neukantianismus nachzuspüren, berührt daher zutiefst die Interessen der um ihr philosophisches Selbstverständnis ringenden Gegenwart.

Es ist darum erfreulich, daß das Forschungsinteresse am Neukantianismus seit den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts stark zugenommen hat. Im Zuge dieser überfälligen Hinwendung zum Neukantianismus kam es zunächst darauf an, ein klares und deutliches Bild zu erhalten von dem, was der Neukantianismus ist und wovon die Philosophien der wichtigsten Neukantianer handeln. Die in dieser Neubelebungsphase geleistete Forschungsarbeit gibt Anlaß und Gelegenheit, eine Reihe weiterer und wichtiger Fragen aufzuwerfen. Sie zu traktieren, ist das Anliegen des mehrjährigen Tagungszyklus *Desiderata der Neukantianismus-Forschung*, dessen Organisationskomitee aus Marc de Launay (Paris), Massimo Ferrari (Torino), Pierfrancesco Fiorato (Sassari), Christian Krijnen (Tilburg/Amsterdam), Andrzej Noras (Katowice) und Kurt Walter Zeidler (Wien) besteht.

Die erste Tagung fand im Sommer 2011 in Ústron (Polen) statt. Sie war den Differenzen zwischen dem Marburger und dem südwestdeutschen Neukantianismus gewidmet. Im Zuge der Neubelebung der Neukantianismus-Forschung verstand man die Marburger Schule (bes. Cohen, Natorp, Cassirer) und die südwestdeutsche Schule (bes. Windelband, Rickert, Lask, Bauch, Cohn) als die ‚Hauptschulen‘ und ‚eigentlichen‘ Repräsentanten des

Neukantianismus. Dabei traten die Unterschiede zwischen beiden Schulen zunächst in den Hintergrund. Die erste Tagung machte sie zum Thema und suchte die grundsätzlichen Differenzen zwischen den beiden Hauptschulen des Neukantianismus herauszuarbeiten und zu bewerten. Die Ergebnisse liegen vor in: Ch. Krijnen/A. Noras (Hgg.), *Marburg versus Südwestdeutschland. Philosophische Differenzen zwischen den beiden Hauptschulen des Neukantianismus*, Königshausen & Neumann, Würzburg 2012.

Die zweite Tagung fand im Frühjahr 2012 in Paris statt. Sie nahm den Begriff der Geschichte im Marburger und südwestdeutschen Neukantianismus in den Blick. Ihr ging es darum, die verschiedenen Konzeptionen der Geschichte, die in Marburg und Südwestdeutschland entwickelt wurden, zu diskutieren und miteinander zu konfrontieren und darüber hinaus eine Brücke von diesen Konzeptionen zur Geschichtsphilosophie der Gegenwart zu schlagen. Die Beiträge zur zweiten Tagung sind publiziert in: Ch. Krijnen/M. de Launay (Hgg.), *Der Begriff der Geschichte im Marburger und südwestdeutschen Neukantianismus*, Königshausen & Neumann, Würzburg 2013.

Die dritte, vom 29. November bis 1. Dezember 2012 in Wien abgehaltene Tagung, nahm sich mit der *Wissenschaftsphilosophie* eines Kernthemas des neukantianischen Philosophierens an, für das der Neukantianismus von seinen Anfängen bis heute ebenso sehr gerühmt wie gescholten wird. Die Philosophie der Wissenschaften hat, ausgehend von der Kantrezeption und der Abgrenzung vom spekulativen Idealismus wie auch vom zeitgenössischen Empirismus und Materialismus bis hin zur systematischen Auseinandersetzung mit der logizistischen und empiristischen Wissenschaftstheorie im 20. Jahrhundert, das Profil und Selbstverständnis des Neukantianismus maßgeblich geprägt. Die Orientierung am ‚Faktum der Wissenschaft‘ hat nicht nur die Marburger Schule und ihr spezifisches Verständnis der ‚transzendentalen Methode‘ als Grundlegung der exakten Wissenschaften (Mathematik und Physik), sondern das Selbstverständnis aller Richtungen des Neukantianismus bestimmt: sie diente entscheidend der akademischen Profilierung des Neukantianismus als ‚wissenschaftliche Philosophie‘, da sie erlaubte, alle anderen Wissenschaften – und in weiterer Folge auch alle sonstigen ‚Fakta‘ der Kultur – als genuine Themen der Philosophie zu reklamieren.

Waren die beiden ersten Tagungen des Tagungszyklus vor allem der Diskussion der Differenzen zwischen den beiden Hauptschulen des Neukantianismus gewidmet, so weitete die dritte Tagung den Blick über die

Grenzen der ‚beiden Hauptschulen‘, da ihnen herausragende Vertreter der neukantianischen Wissenschaftsphilosophie wie O. Liebmann, A. Riehl und R. Hönlgswald nicht angehören. Zudem erlaubte und verlangte das Thema Wissenschaftsphilosophie im Neukantianismus Seitenblicke auf die vielfältigen Bezüge des Neukantianismus zu den Einzelwissenschaften, deren Ausdifferenzierung und beeindruckende Dynamik auch die Philosophie der Gegenwart vor Probleme stellt, mit denen bereits der Neukantianismus zu ringen hatte.

Wie sehr diese Probleme auch die gegenwärtigen Debatten bestimmen, zeigte sich eindrucksvoll an den aufschlußreichen und lebhaften Diskussionen auf der Wiener Tagung *Wissenschaftsphilosophie im Neukantianismus. Ansätze – Kontroversen – Wirkungen*. Besonderer Dank gebührt an dieser Stelle Frau Gertrude Dvornikovich und Frau Laura Steiner, die den Herausgebern eine Audiodokumentation der gesamten Tagung und deren Abschrift zur Verfügung stellten: damit ergab sich die glückliche Gelegenheit zur Publikation der Diskussionen, die im Anschluß an die Vorträge stattfanden. Der vorliegende Band präsentiert die Beiträge daher in der Reihenfolge, in der die Vorträge gehalten wurden (die wenigen Diskussionsbeiträge bei denen die Zustimmung zur Publikation nicht eingeholt werden konnte, sind mit Teilnehmer/in A, B usw. gekennzeichnet).

Die Herausgeber danken der *Niederländischen Organisation für wissenschaftliche Forschung (NWO)* und der *Fakultät für Philosophie und Bildungswissenschaften der Universität Wien* für die großzügige Bereitstellung der finanziellen Mittel. Sie danken Frau Dr. Helma Riefenthaler und Frau Gertrud Wachter für die umsichtige und tatkräftige Hilfe bei der Vorbereitung und Betreuung der Wiener Tagung. Sie danken den Referenten und den übrigen Teilnehmern für die anregenden Diskussionen und die angenehme Atmosphäre, sowie für ihre nachträgliche Zustimmung zur Veröffentlichung der Diskussionsprotokolle. Sie danken schließlich den Herausgebern der *Studien und Materialien zum Neukantianismus* für ihre Bereitschaft, den Band in ihre Reihe aufzunehmen, sowie dem Verlag für die reibungslose Zusammenarbeit.

Christian Krijnen (Tilburg/Amsterdam)
Kurt Walter Zeidler (Wien)

im Herbst 2013

INHALTSVERZEICHNIS

CHRISTIAN KRIJNEN Transzendentaler Idealismus und empirischer Realismus	11
GEERT EDEL Hypothesis: Die Grundlegung ist die Grundlage. Hermann Cohens tiefste Einsicht	57
KURT WALTER ZEIDLER Begriff und ‚Faktum‘ der Wissenschaft	85
WERNER FLACH Die Artikulation der Wissenschaftsphilosophie im Werk Bruno Bauchs	117
ELISABETH NEMETH Überlegungen zum Stellenwert des Neokantianismus in <i>A Parting of the Ways</i> von Michael Friedman	131
TOMASZ KUBALICA Die Begriffsbildung in der Kritik der Abbildtheorie durch Heinrich Rickert	153
MASSIMO FERRARI Neukantianismus und Relativitätstheorie	177
GREGOR SCHIEMANN Hermann von Helmholtz' Kantkritik	199
VOLKER PECKHAUS Das Erkenntnisproblem und die Mathematik. Zum Streit zwischen dem Marburger Neukantianismus und dem Neofriesianismus	233
STANLEY L. PAULSON Das regulative Prinzip als Rettung der Reinen Rechtslehre Hans Kelsens?	259

UWE WOLFRADT Neukantianismus und Psychologie. Ein kritisches Verhältnis und die Konsequenzen	289
PETER-ULRICH MERZ-BENZ Soziologie als Erkenntniskritik. Zur Genesis der Soziologie aus der Philosophie des Neukantianismus	317
WOLFDIETRICH SCHMIED-KOWARZIK Die Stellung der Pädagogik im und zum System der Wissenschaften. Bei Paul Natorp, Jonas Cohn und Richard Höningwald	347
Hinweise zu den Autoren	375