

Einführung

Gegenstand dieses Buches sind die Beziehungen zwischen dem hervorragenden deutschen Mediziner, Physiologen und Physiker Hermann von Helmholtz (1821–1894), der 1883 den erblichen Adel verliehen bekam, und seinem kongenialen britischen Kollegen, dem theoretischen Physiker, Erfinder von Präzisionsinstrumenten und wissenschaftlichen Berater für die atlantischen Kabelverlegungen William Thomson (1824–1907), ab 1892 Lord Kelvin of Largs. Über sie schrieb der Biograf von Helmholtz der Mathematiker Leo Koenigsberger (1837–1921): „Engste Freundschaft und grösste gegenseitige Verehrung verband nahezu 40 Jahre hindurch die grossen Forscher, bis der Tod sie trennte.“¹ Beide waren, in unterschiedlichem Maße, Prinzipiendenker, die nach den grundlegenden Gesetzen des Naturgeschehens suchten. Ihr Forschungsgegenstand war die Naturphilosophie, im weiten Sinn des Wortes, als Suchen nach dem, was die Welt im Innersten zusammenhält.

Wie wirkt sich der Gedankenaustausch zwischen zwei hervorragenden Gelehrten heuristisch, d. h. erkenntnisfördernd, auf den Wissenschaftsfortschritt aus? Die Antwort auf die Frage ist nicht leicht. Prinzipiell besteht sie darin, daß Informationen über die eigenen Forschungen gegeben werden, durch gemeinsame Diskussionen die Problemsicht sich verschärft, Argumente und Gegenargumente auszutauschen sind und Fragen zur Beantwortung gestellt werden. Das wird in unserem Falle dann nachvollziehbar, wenn man Aufzeichnungen über Gespräche, Hinweise auf die Arbeiten des anderen und vor allem den Briefwechsel berücksichtigt. Naturphilosophische Überlegungen dienten ihnen als Heuristik. Beide waren klassische Naturforscher, die mithalfen, die Mechanisierung des Weltbilds im 19. Jahrhundert zu vollenden.

Das Leben beider war vor allem der Erkenntnissuche gewidmet. Sie erdachten Experimente als Fragen an die Natur, deuteten sie theoretisch und untermauerten ihre Theorien experimentell. Ihre Einsichten in das Naturgeschehen formulierten sie mathematisch und beachteten stets die praktische Verwertung der Theorien. Sie behielten, trotz aller erforderlichen Detailforschung, immer die Natur als Ganzes im Auge. Wer von der rationalen Wirklichkeitsbewältigung, also der Wissenschaft als Wahrheitssuche, einmal gepackt wird, den läßt sie nicht mehr los. So können gegenwärtige Jünger der Athene, der Göttin der Weisheit, die Vorbilder suchen und Belehrung erwarten, das im Schaffen der beiden Heroen der Wissenschaft finden.

Auf der Grundlage des **Briefwechsels**² zwischen beiden, der hier erstmals vollständig im Anhang abgedruckt ist, werden die gegenseitigen Kontakte, die gemeinsamen wissenschaftlichen Interessen und die heuristische Wirkung aufeinander untersucht. Viele Fragen stellen sich, auf die Antworten zu finden sind. Warum suchten beide so intensiv den Kontakt zueinander? Welche gemeinsamen Interessen konnte es in den ersten Jahren ihrer Freundschaft zwischen einem ausgebildeten Mediziner und einem jungen theoretischen Physiker geben? Wie kamen sie zu ihren bahnbrechenden Entdeckungen und Erfindungen? Wie war es beiden möglich, mit oft nur geringem empirischem Material, weitreichende theoretische Folgerungen zu ziehen? Was ließ die Freundschaft dieser Männer alle politischen Wirren, von denen es in ihrer Lebenszeit viele gab, überdauern? Wie kam es, daß sie, obwohl ihren Ländern patriotisch verbunden, keinem engen Nationalismus anhängen? Die Korrespondenz zwischen beiden

¹ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster Band, Braunschweig 1902, S. 255. Da William Thomson erst ab 1892 den Titel eines Lord Kelvin erhielt, wäre es gerechtfertigt, vorher von William Thomson und erst dann von Lord Kelvin zu sprechen. Das ist hier nicht immer möglich und wird auch in der Literatur nicht eindeutig durchgehalten. Bei Hinweisen auf sein Gesamtwerk wird meist vom Werk Kelvins gesprochen. So wird auch hier verfahren.

² Die Briefe wurden von Thomson in englischer und von Helmholtz meist in deutscher Sprache geschrieben. Das war die Absprache zwischen beiden. Im ersten Brief an Helmholtz vom 24.7.1855 schrieb William Thomson: „If you write to me I shall be glad that you do so in your own language, which I shall feel no difficulty in reading, although I do not know it well enough to be able to write it myself.“ Vgl. Thomson 1. Die im Anhang abgedruckten Briefe zwischen Helmholtz und Thomson sind fortlaufend nummeriert. Sie werden unter der Angabe Thomson und der Nummer des Briefes zitiert, unabhängig davon, wer der Briefschreiber ist.

hilft uns, manche der Fragen zu beantworten, andere bleiben offen und sind als Probleme weiter zu erforschen.

Der Briefwechsel zwischen beiden zeigt, daß im Mittelpunkt ihrer Freundschaft gemeinsame wissenschaftliche Interessen standen. Sie lebten für die Wissenschaft. Sie waren besessen vom Entdecker- und Erfinderdrang. Kaum ein Brief, der Persönliches zum Gegenstand hat, kommt ohne Hinweise auf wissenschaftliche Fragen aus. Ihre Umgebung diente ihnen vor allem dazu, Bedingungen für kreative Arbeit zu schaffen und den Fluß ihrer Gedanken nicht zu stören. Es waren die persönlichen Begegnungen zwischen beiden, in denen sie ihre Fragen stellten, sich gegenseitig informierten, ihre experimentellen Ergebnisse vorstellten. Trafen sie sich nicht an ihrer jeweiligen Wirkungsstätte oder [9] auf Tagungen, so ersetzten Briefe den Ideenaustausch, der von beiden gebraucht und gesucht wurde. So war der Briefwechsel ein Gedankenlaboratorium. Es wurden Ansichten und Hypothesen mitgeteilt, die erst noch zu publizieren waren. Durch die ersten Begegnungen und Briefe zwischen Helmholtz und Thomson wurden beide in ihrer Arbeit so stark befruchtet, daß aus den wissenschaftlichen Kontakten Freundschaft entstand, was sich wiederum weiter erkenntnisfördernd auswirkte.

Helmholtz hatte sich intensiv brieflich mit seinem Freund Emil du Bois-Reymond (1818–1896) über wissenschaftliche Probleme und persönliche Fragen ausgetauscht, solange er in Königsberg wirkte. Als er 1855 nach Bonn und 1858 nach Heidelberg übersiedelte, weitete sich sein wissenschaftliches Interesse aus und er arbeitete auf anderen Gebieten als du Bois-Reymond.³ Deshalb trat, nach Koenigsberger, an die Stelle der ausführlichen wissenschaftlichen Dispute mit du Bois „ein schon im Jahre 1856 beginnender und mit den Jahren immer reger und enger werdender brieflicher und persönlicher Verkehr mit W. Thomson, der nicht nur die eigenen epochemachenden Untersuchungen dieser beiden grossen Naturforscher zum Gegenstand hatte, sondern in welchem sie sich auch gegenseitig Mittheilung machten von den wichtigsten Arbeiten und Entdeckungen anderer Forscher während des langen Zeitraums von fast 50 Jahren.“⁴

Als Beispiel nennt Koenigsberger die Nachricht von Helmholtz an Thomson über die Entdeckung der Metalle in der Sonnenatmosphäre durch Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887). Er beruft sich dabei auf einen Brief von Lord Kelvin vom 26.9.1902 an ihn, in dem dieser sich an die Mitteilung von 1859 erinnert: „On one Friday morning I had been telling my students that we must expect the definite discovery of other metals in the sun besides sodium by comparison of Fraunhofer solar dark lines with artificial bright lines. The next Friday morning I brought Helmholtz’s letter with me in my lecture and read it, by which there were told that the thing had actually been done with splendid success by [10] Kirchhoff.“⁵ Am 2.1.1859 hatte sich Thomson bei Helmholtz für die Information bedankt. „The information you gave me regarding Kirchhoff’s investigation of solar chemistry interested me greatly. I had just a week before been telling my students how other ingredients of the solar atmosphere besides sodium which was already proved, were to be tested, and I therefore took your letter with me to my lecture and read the part of it which had reference to that subject.“⁶ So half der Briefwechsel beiden Partnern oft, über neue wissenschaftliche Lösungen und Methoden informiert zu werden, womit sie ihren Platz an der Spitze der jeweiligen Forschungsrichtungen halten konnten.

Was verband die beiden miteinander? Beide drängten in ihren Ländern auf Erkenntnisgewinn. Sie standen an der Spitze des wissenschaftlichen Fortschritts. Hermann von Helmholtz war eine herausragende Figur im wissenschaftlichen Leben Deutschlands in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts

³ Dokumente einer Freundschaft. Briefwechsel zwischen Hermann von Helmholtz und Emil du Bois-Reymond 1840–1894, Herbert Hörz, Christa Kirsten et al. (Hrsg.), Berlin 1986, S. 8 f. (Weiter zitiert als: Dokumente einer Freundschaft).

⁴ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, Braunschweig 1903, S. 4. Das erste Treffen fand schon 1855 statt.

⁵ Ebd., S. 4 f. Der Brief ist ebenfalls zitiert in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, Baron Kelvin of Largs, in two volumes, London 1910, p. 302. Die Seiten der beiden Bände sind fortlaufend nummeriert, deshalb wird bei Hinweisen nicht zwischen erstem und zweitem Band unterschieden. Der zweite Band beginnt mit der Seite 585. Da die Absprache zwischen Helmholtz und Thomson lautete, jeweils die Muttersprache zu benutzen, werden die englischen Texte nicht übersetzt.

⁶ Thomson 11.

mit großem internationalen Ansehen. Er bereicherte als Mediziner, Physiologe und Physiker verschiedenste Disziplinen durch neue Erkenntnisse, wichtige Experimente und Erfindungen. William Thomson galt als der hervorragendste britische Physiker dieser Zeit, der durch seine theoretischen Leistungen die Entwicklung der Elektro-, Hydro- und Thermodynamik befruchtete. Er betonte die engen Beziehungen zwischen Physik und Technik nicht nur, sondern wirkte als beratender Ingenieur in London, neben seiner Lehrtätigkeit in Glasgow, für die Verlegung der transatlantischen Telefonkabel im Ozean.

Wenn man sich als Wissenschaftshistoriker mit dem Leben und Wirken bestimmter Gelehrter befaßt, dann meint man, hat man es lange genug getan, kaum noch neue Seiten entdecken zu können. Das ist jedoch keineswegs so. Bei der Untersuchung weiterer Aspekte des Wirkens der betrachteten Person müssen das bisherige Bild überprüft, seine Konturen schärfer gezeichnet, manches präzisiert und eventuelle Schablonen aufgegeben werden. Hermann von Helmholtz, mit dessen Arbeiten ich mich seit meiner Diplomarbeit von 1956 bei Georg Klaus „Über die Erkenntnistheorie von Helmholtz“⁷ immer wieder beschäftigt habe, [11] erschien mir erst als ein politisch wenig interessierter Mensch, der seine ganze Kraft seiner wissenschaftlichen Arbeit widmete und persönlichen Schmerz durch Forschungen verdrängte. Dieser Eindruck mußte nach dem Studium des Briefwechsels zwischen Helmholtz und seinem Freund William Thomson überdacht werden. In der Schilderung von Helmholtz⁷, die er Thomson über den Krieg Preußens gegen Frankreich von 1870/71 gab, in den auch andere deutsche Staaten, wie Baden, wo seine damalige Wirkungsstätte Heidelberg lag, einbezogen waren, wird deutlich, wie empfindsam er auf die Kriegserlebnisse reagierte. Er bedauerte seinen Sohn Richard⁸, der als Kriegsfreiwilliger in Karlsruhe für den Einsatz an der Front ausgebildet wurde. Dieses Detail macht zugleich deutlich, wie nahe sich die Freunde persönlich standen. Sie nahmen am Leid des anderen teil. Das zeigt sich auch, wenn Thomson nach dem Tod seiner ersten Frau Helmholtz für sein Beileid dankte und hinzufügte, „as I had hoped I could have spoken to you of these things but I feel it impossible to write“.⁹

Bisher gibt es ausführliche Darlegungen über Helmholtz¹⁰ und über Thomson (Kelvin)¹¹, in denen zwar die Beziehungen zwischen beiden eine Rolle spielen, jedoch nicht ausführlich behandelt werden. Hervorzuheben sind dabei vor allem die von Zeitgenossen geschriebenen umfangreichen Biografien, die auch heute oft noch als Grundlage für weitere Arbeiten dienen. Für Helmholtz ist das die von **Leo Koenigsberger** geschriebene Darstellung.¹² Er war Mathematiker und eng mit Helmholtz befreundet. Nach dem Studium der Mathematik in Berlin unterrichtete er von 1861–64 Mathematik und Physik am Cadettenhause zu Berlin, wurde 1864 a. o. Professor der Mathematik an der Universität Greifswald und 1869 ordentlicher Professor der Mathematik an der Universität Heidelberg, wo er mit Helmholtz engen Kontakt pflegte. 1875 [12] ging er ans Polytechnikum in Dresden und 1877 als ordentlicher Professor der höheren Mathematik nach Wien, wo er sich bei Besuchen mit Helmholtz traf. 1884 kehrte er nach Heidelberg zurück und begründete mit anderen die Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Ab 1914 lebte er im Ruhestand.

Im Vorwort zu seiner Biografie stellte er im Oktober 1902 fest: „Vieljährige persönliche und wissenschaftliche Beziehungen zu Hermann von Helmholtz und der dringend wiederholte Wunsch seiner jetzt verstorbenen Witwe Frau Anna von Helmholtz haben mich am Ende des vorigen Jahres den Entschluss fassen lassen, eine Biographie des grossen Naturforschers zu entwerfen.“¹³ Er hatte die

⁷ Thomson 35.

⁸ Richard Wilhelm Ferdinand Helmholtz (1852–1934), Sohn aus der ersten Ehe mit Olga von Velten (1826–1859).

⁹ Thomson 34.

¹⁰ Von den neueren Arbeiten sei auf Helmut Rechenberg, Hermann von Helmholtz, Bilder seines Lebens und Wirkens, Weinheim, New York, Basel, Cambridge, Tokyo 1994 verwiesen und auf die Bibliografie in: [Herbert Hörz, Brückenschlag zwischen zwei Kulturen. Helmholtz in der Korrespondenz mit Geisteswissenschaftlern und Künstlern, Marburg 1997](#), S. 479 ff.

¹¹ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, a biographical study of Lord Kelvin, Cambridge University Press 1989 und die dort angegebene Literatur.

¹² Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster bis Dritter Band, Braunschweig 1902/1903.

¹³ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster Band, vgl. FN 1, S. V.

Unterstützung von Angehörigen, Freunden und Kollegen, vor allem von der Tochter Ellen von Siemens-Helmholtz (1864–1941). Dem Leser überließ er das Urteil, inwieweit und ob ein Mathematiker in der Lage sei, die epochemachenden Leistungen von Helmholtz auf den verschiedensten Gebieten menschlichen Wissens in verständlicher Form darlegen zu können. Es ist ihm gelungen. Lücken bleiben jedoch, die von der gegenwärtigen Forschung weiter ausgefüllt werden.

Helmholtz korrespondierte noch mit Koenigsberger am 11.7.1894, um ihm seinen Schüler, den Physiker Heinrich Rudolf Hertz (1857–1894) für die Verleihung des Preises der Peter-Wilhelm-Müller Stiftung vorzuschlagen. Vorher hatte er dem Vorsitzenden der Stiftung seine Freunde Rudolph Lipschitz (1832–1903) aus Bonn und Leo Koenigsberger als weitere Preisrichter benannt und angeboten, da Lipschitz das Reisen schwerfiele, sich mit den anderen in Bonn zu treffen.¹⁴ Koenigsberger antwortete am 12.7.1894: „Gestatten Sie mir auf Ihr soeben erhaltenes freundliches Schreiben zu erwidern, daß ich mit Freuden Ihren Vorschlag begrüße, den Namen unseres unvergesslichen Hertz mit dem Preise zu krönen, der – von einem abgesehen – keinem ausgezeichneteren mathematischen Physiker und keiner edleren Gelehrtennatur zugesprochen werden könnte. – Sollte der Vorschlag sonst formal beanstandet werden, so bin ich gern bereit, nach Bonn zu kommen und zwar zu jeder Zeit, die Ihnen genehm ist; ich werde wohl erst Mitte oder Ende August mit meiner Familie verreisen und am 23ten September in Wien zur Naturforscherversammlung eintreffen, wo ich Sie zu meiner großen Freude wiederzusehen hoffen darf.“¹⁵ Den Brief konnte Helmholtz [13] schon nicht mehr beantworten und aus dem Wiedersehen in Wien wurde nichts. Koenigsberger setzte jedoch mit seiner materialreichen Biografie dem Freunde ein Denkmal.

Silvanus P. Thompson begann 1906 seine Biografie, unter Mitwirkung von Lord Kelvin, zu schreiben, der ihm persönliche Aufzeichnungen zur Verfügung stellte. Als dieser im Dezember 1907 verstarb wurde aus dem geplanten kurzen Überblick eine umfangreiche Darstellung des Lebens und Werks von William Thomson.¹⁶ Das Anliegen des Autors war es, vor allem Dokumente und Briefe für sich selbst sprechen zu lassen. Von Angehörigen, Kollegen und Freunden bekam er umfangreiches Material. Ellen von Siemens stellte ihm die Briefe Kelvins an ihren Vater zur Verfügung, bevor sie den wissenschaftlichen Nachlaß der Berliner Akademie übergab. Thompson bezeichnet sich als Jünger (disciple) vom Kelvin. Zu seiner Biografie bemerkte er: „Doubtless there are many of Lord Kelvin’s former pupils who will find gaps in the presentation of bis life and character, as must needs be when the author can himself claim no nearer association than that of a disciple. But the disciple of one who was himself conspicuously faithful in little things, must at least try to be faithful. The peculiar and affectionate admiration, amounting in some almost to worship, which characterizes those who had the high privilege of that more intimate association, spreads far beyond their circle to the disciple. Let it be hoped that the affectionate admiration which be too shares may not have warped his judgement.“¹⁷ Silvanus P. Thompson nahm an wissenschaftlichen Debatten teil, die Kelvin bestritt. So bewunderte er dessen Eifer, mit dem er, wie ein junger Debattierer, am 2.8.1907 in der British Association¹⁸ in Leicester, Argumente zu seiner Atomismusauffassung aufgriff.¹⁹ Der Schüler ehrte den Lehrer durch eine umfangreiche Dokumentation seines Lebens und Wirkens.

In meinem Buch geht es nun um mehr und anderes. Das **heuristische Zusammenwirken** der beiden herausragenden Naturforscher [14] wird, auf der Grundlage des im Anhang abgedruckten Briefwechsels zwischen Helmholtz und Thomson (Kelvin), in seinen persönlichen und wissenschaftlichen

¹⁴ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Dritter Band, Braunschweig 1903, S. 121.

¹⁵ Brief von Leo Koenigsberger an Helmholtz vom 12.7.1894 in: Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften (BBAW), Helmholtz-Nachlaß, Nr. 240.

¹⁶ Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5.

¹⁷ Ebd., p. X.

¹⁸ The British Association for the Advancement of Science (BAAS) hatte mit der Royal Institution in London ihre Zentrale. Sie hatte sich zur Aufgabe gestellt, die Entwicklung der Wissenschaften zu fördern und deren Ergebnisse zu popularisieren. Ihre Kongresse fanden regelmäßig jedes Jahr in einer der Städte des Landes statt. An ihnen nahmen nicht nur Wissenschaftler, sondern interessierte Vertreter der verschiedensten Bevölkerungsschichten teil, soweit sie es sich zeitlich und finanziell leisten konnten.

¹⁹ Agnes Gardner King, Kelvin the Man, A biographical sketch by his niece, London 1925, p. 135.

Aspekten zum Gegenstand der Betrachtung. Manche der Briefe sind schon in anderen Werken teilweise oder ganz veröffentlicht. Während Koenigsberger vor allem auf Briefe von Helmholtz an Thomson verweist, geht Thompson in seiner Kelvinbiografie auf Briefe von Thomson an Helmholtz ein. Damit wird gerade das für mich wichtige Anliegen nicht erreicht, das mündliche und schriftliche Wechselgespräch zwischen beiden in seiner heuristischen Rolle für die Forschungen beider zu erkunden. Dazu bedarf es nicht nur der Publikation von Briefen des einen an den anderen, ohne die Gegenbriefe, sondern der Darstellung und Interpretation des Briefwechsels als Ganzes.

Durch ihre Korrespondenz zieht sich die Leidenschaft der Forscher für die Lösung prinzipieller Fragen ihrer Wissenschaft. Briefe mit persönlichen Mitteilungen enthalten meist doch noch ein wissenschaftliches Problem. Mit diesen schriftlichen Mitteilungen über Fragen und Resultate, über Experimente und Hypothesen, können wir in das Gedankenlaboratorium der Gelehrten schauen. Dabei zieht sich wie ein roter Faden durch die mitgeteilte Gedankenwelt das Verhältnis von Empirie und Theorie, von Mathematik und Physik, von philosophischen Prinzipien und detaillierten Forschungen. Das ist mehr als die schriftliche Diskussion von wissenschaftlichen Spezialproblemen. Es sind naturphilosophische Ideen und Betrachtungen. Dieser umfangreiche Problemkomplex wird mit der Titelfrage „Naturphilosophie als Heuristik?“ erfaßt. Es ist die Suche nach allgemeinen Prinzipien in den Spezialforschungen und die erkenntnisfördernde, also heuristische, Rolle dieser Prinzipien für die Suche nach neuen Erklärungen in bisher gar nicht oder wenig erforschten Bereichen, die das Schaffen beider Koryphäen bestimmt.

Begegnungen und Briefe der beiden hervorragenden Gelehrten sind für die Geschichte der Physik, für die Verbindung von Physik und Technik, für den Zusammenhang von Physiologie und Physik und für das Verständnis der Energieerhaltung und -dissipation sehr wichtig. Ihre Korrespondenz zeigt das Entstehen von experimentellen und theoretischen Grundlagen der Physik und der naturwissenschaftlichen Erforschung der Lebensprozesse in den Forschungen beider, oft mit dem Hinweis, daß etwas noch nicht publiziert sei. Die umfangreiche und fruchtbare wissenschaftliche Zusammenarbeit der freundschaftlich miteinander verbundenen Gelehrten, die von der ersten persönlichen Begegnung 1855 bis zum Tod von Helmholtz 1894 andauerte, wobei Kel-[15]vin dann noch weiteren Kontakt mit Anna von Helmholtz (1834–1899), der zweiten Frau von Helmholtz, hielt. Noch 1895 schrieb Kelvin an Anna von Helmholtz, als er sich für den 1895 erschienenen dritten Band der Wissenschaftlichen Abhandlungen bedankte: „I am very glad now to have this third volume, with the two which preceded it, all most precious to me as gifts from your husband and yourself, and full of aid and suggestion for my daily work.“²⁰

Man kann zwei **Phasen** in der Zusammenarbeit zwischen Helmholtz und Thomson unterscheiden. Die erste umfaßt den Zeitraum vom ersten Treffen bis zum Beginn des Jahres 1871, als Helmholtz dann nach Berlin ging. In dieser Zeitspanne arbeitete Helmholtz als Professor der Anatomie und Physiologie bis 1855 in Königsberg und von 1855 bis 1858 in Bonn sowie von 1858 bis 1871 als Professor der Physiologie in Heidelberg, ehe er 1871 den Lehrstuhl für Physik, als Nachfolger von Gustav Magnus (1802–1870), in Berlin erhielt. Thomson war mit 22 Jahren als Professor der Physik nach Glasgow berufen worden. Er blieb dort und nahm keinen Ruf an eine andere Universität an. Obwohl Helmholtz noch kein etablierter Physiker war, hatte er sich vor allem durch seinen Vortrag von 1847 vor der Physikalischen Gesellschaft in Berlin „Über die Erhaltung der Kraft“²¹ Anerkennung unter den Physikern erworben, die seine Arbeit zu schätzen wußten. Auch seine Forschungen zur physiologischen Optik und zur Akustik waren physikalisch fundiert, so daß der Kontakt zwischen Helmholtz und Thomson, trotz der damals noch unterschiedlichen Lehrgebiete, verständlich ist. Da die ersten Versuche von Helmholtz, Thomson in England zu treffen, fehlschlügen, kam der erste persönliche Kontakt während der Zeit der Übersiedlung der Familie Helmholtz von Königsberg nach Bonn zustande.

²⁰ Anna 5. Die im Briefteil unter Punkt 5 aufgenommenen Briefe von Kelvin an Anna von Helmholtz werden mit Anna und der Briefnummer gekennzeichnet.

²¹ Hermann Helmholtz, Ueber die Erhaltung der Kraft, Berlin 1847 (Faksimile-Ausgabe Berlin 1982).

Als Helmholtz dann 1871 den Lehrstuhl von Magnus in Berlin übernahm, mußte sich die Zusammenarbeit notwendig verstärken, da es nun nicht mehr nur um einen persönlichen Gedankenaustausch ging, sondern berufliche Pflichten, wie die gemeinsame Arbeit in den Kommissionen zur Bestimmung internationaler elektrischer Einheiten, weitere Kontakte erzwang. Nun war die Physik das Lehr- und Forschungsgebiet beider. Ihr Interesse galt der mathematischen Fundierung physikalischer Erkenntnisse, wobei sich Thomson vor allem der Konstruktion [16] von Präzisionsinstrumenten widmete, während Helmholtz seine breite theoretische Basis nutzte, um auch auf anderen Gebieten, wie etwa der Meteorologie, zu neuen Einsichten zu kommen. Mit geologischen Problemen und Fragen der Sonnenwärme beschäftigten sich beide. Helmholtz und Thomson waren als hervorragende Experimentatoren, talentierte Erfinder und geniale Theoretiker besessen von der Wahrheitssuche. Ihre Freundschaft und die umfassende wissenschaftliche Kommunikation in Begegnungen und Briefen zwischen ihnen förderte entscheidend ihre wissenschaftliche Kreativität bei der Lösung wichtiger wissenschaftlicher Probleme. Dem soll nun nachgegangen werden.

Unter dem Thema „**Naturphilosophie als Heuristik?**“ geht es in diesem Buch um das Verhältnis von Naturphilosophie und Naturwissenschaft in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, um die prinzipielle Forschungsmethodik von Helmholtz und Kelvin und um ihre Beiträge zur Vollendung des mechanischen Weltbilds. Die Lebenswege der kongenialen Freunde, ihre persönlichen Begegnungen und gemeinsamen Interessen werden betrachtet. Da sich beide durch ihr Werk und ihr Wirken als herausragende Persönlichkeiten bestimmen, ist das wissenschaftliche Gedankenlaboratorium, das die Korrespondenz darstellt, durch den Hintergrund grundlegender Themen auszuleuchten, die beide beschäftigten. Das erst macht die heuristische Rolle des Briefwechsels klar, der kurz erläutert wird, um dann ein Fallbeispiel, den Atomismus, herauszugreifen. An wissenschaftlichen Themen, die in den Briefen anklingen, in den Begegnungen diskutiert wurden und in den Publikationen ausgearbeitet vorliegen, werden der Energieerhaltungssatz, das Verhältnis von Empirie und Theorie, die Beziehungen von Mathematik und Wirklichkeit, von Geologie und Meteorologie, von Sonnenwärme und Wärmetod des Weltalls und der Streit um die Fernwirkung behandelt. Um die heuristische Bedeutung des Briefwechsels für die Gegenwart zu zeigen, folgen einige Überlegungen zum Verhältnis von Philosophie und Naturwissenschaft heute. Den Abschluß bilden methodologische und inhaltliche Probleme bei der Edition des Briefwechsels, die von allgemeiner Bedeutung für Editionen sind und zum Anhang mit den Briefen überleiten.

Der **Anhang** enthält die bisher aufgefundene Korrespondenz zwischen Hermann von Helmholtz und Lord Kelvin (William Thomson). Sie ist die Grundlage für die Darstellung der persönlichen und wissenschaftlichen Beziehungen zwischen beiden. Nach den Hinweisen zur Edition dieser Briefe im ersten Abschnitt folgen der Briefwechsel zwischen Helmholtz und Thomson im zweiten Abschnitt, chronologisch [17] geordnet und fortlaufend mit Nummern gekennzeichnet. Zitiert wird die Korrespondenz durch Angabe der Ziffer nach dem Wort „Thomson“. Der Brief von Lady Kelvin an Anna von Helmholtz, der sich 1893 mit der bevorstehenden Reise des Ehepaars Helmholtz nach den USA befaßt, ist im dritten Abschnitt abgedruckt. Der vierte Abschnitt umfaßt sechs Briefe, die zwischen Helmholtz und der ersten und zweiten Frau von William Thomson ausgetauscht wurden. Sie werden als „Lady Thomson“ mit Angabe der Nummer zitiert. Fünf Briefe sind aus der Korrespondenz zwischen Helmholtz und der ersten Frau von Thomson, Margaret Thomson (1830–1870), und nur der sechste richtet sich an dessen zweite Frau, Frances Anna Thomson (1838–1916), die Thomson 1874 heiratete. Der fünfte Abschnitt enthält die Briefe von Kelvin an Anna von Helmholtz, die mit „Anna“ und Angabe der Briefnummer zitiert werden.

Ideen, konzeptionelle Vorstellungen, inhaltliche Probleme und Interpretationen der Dokumente, die in diesem Buche dargelegt sind, wurden an den verschiedensten Stellen vorgetragen und manches auch in Artikeln dargelegt, um Resonanz zu bekommen und die Hinweise einarbeiten zu können. Dazu gehören vor allem die beiden Publikationen in den Wissenschaftshistorischen Manuskripten der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften (BBAW),²² Teil 1 behandelt unter dem

²² Herbert Hörz, H. Helmholtz und W. Thomson, Begegnungen und Briefe von 1855–1871, Teil I und 2, BBAW, Wissenschaftshistorische Manuskripte 7 und 8, Berlin 1995.

Thema „Begegnungen“ den wissenschaftlichen Werdegang, die gegenseitigen Besuche und die theoretischen Probleme, die in den Beziehungen zwischen Helmholtz und Thomson eine Rolle spielten, soweit sie die vorphysikalische Zeit von Helmholtz bis 1871 betreffen. Im Teil 2 sind die Briefe von Thomson an Helmholtz aus der Zeit von bis Anfang 1871, die im Helmholtz-Nachlaß der BBAW enthalten sind²³, abgedruckt. Hinzu kommen sieben Briefe von Helmholtz an Thomson, die sich in der Glasgow University Library, Special Collection, befinden.²⁴ Damals wurde von mir auf weitere Briefe von Helmholtz an Thomson hingewiesen. Mit den Briefen von Kelvin an Helmholtz aus dem Berliner Archiv sind nun die in der Cambridge University Library, Department of Manuscripts and University Archives enthaltenen Briefe mit abgedruckt.²⁵

Dort existieren noch weitere Briefe von Helmholtz an Margaret und Frances Anna Thomson, die nicht mit aufgenommen wurden, da es hier um die Beziehungen von Helmholtz und Kelvin geht und die abgedruckten Briefe an die und von den Frauen nur bestätigen sollen, daß die Freundschaft auf die Familien ausgedehnt war.

Mein Dank gilt den vielen Kolleginnen und Kollegen, die mir Hinweise für meine Arbeit gaben und die nicht alle aufgezählt werden können. Die Verantwortlichen der BBAW waren bereit, die Publikation finanziell zu unterstützen, was mich sehr erfreute. Prof. Dr. Geus hat wieder, wie bei den vorhergehenden Helmholtz-Editionen, mit der bei ihm üblichen Sorgfalt, die Herstellung und Gestaltung des Buches übernommen. Ihm danke ich für die gute Zusammenarbeit.

Berlin, August 1999 Herbert Hörz

[19]

²³ Wie bei meinen anderen Studien zu Helmholtz hat mich das Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, in dem sich der wissenschaftliche Nachlaß von Helmholtz mit den Briefen von Thomson an Helmholtz befindet, auch bei meinen Recherchen zum Verhältnis von Helmholtz und Thomson bestens unterstützt. Ich danke dafür dem Leiter des Archivs Dr. Wolfgang Knobloch, der auch die Erlaubnis zum Abdruck der Briefe gab, und dem Verantwortlichen für Nachlässe Dr. Klaus Klauß für die erwiesene Hilfe.

²⁴ Ich danke der Glasgow University Library und Dr. Timothy D. Hobbs, Keeper of Special Collections für die Unterstützung meiner Arbeit und für die Erlaubnis diese Briefe von Helmholtz an Thomson zu publizieren.

²⁵ Mein Dank gilt hier Adam J. Perkins von der Cambridge University Library für die Bereitstellung der Kopien dieser Briefe. Im Brief vom 26.3.1999 bestätigte er mir noch einmal, daß es keine Einwände gegen die Publikation gäbe, wenn die Herkunft der Briefe genau angegeben würde.



Hermann von Helmholtz
Gemälde (1881) von Ludwig Knaus (1829–1910)
Öl auf Leinwand · Berlin, Alte Nationalgalerie · Photo: AKG Berlin

[20]



William Thomson · Lord Kelvin of Largs
Stahlstich (?) nach Photographie (?)
Photo: AKG Berlin

Naturphilosophie als Heuristik?

[23]

1. Zum Verhältnis von Naturphilosophie und Naturwissenschaft

Naturphilosophie kann als die, oft durch wissenschaftliche Erkenntnis fundierte, Erklärung des Naturgeschehens mittels allgemeiner Prinzipien gefaßt werden. Die Prinzipien sind selbst wieder Ausgangspunkt neuer Fragen an die Natur, die durch experimentellen und theoretischen Aufwand zu beantworten sind. Seit Archimedes (um 283–322 v. u. Ztr.) gilt heureka als der Freudenruf bei einer Entdeckung oder Erfindung. Daraus entstand die **Heuristik** als die Kunst oder Methode des Findens, als die Wissenschaft des methodischen Forschens. Heuristisch wirksam zu sein bedeutet also, Erkenntnis methodisch zu fördern.

Das Wirken von Helmholtz und Thomson war im doppelten Sinne heuristisch. Zum einen wirkten sie mit ihren Begegnungen und Briefen anregend aufeinander, zum anderen können wir als Nachgeborene etwas über die Art und Weise kreativer Tätigkeit, über das Zusammenwirken der Disziplinen und über das Aufgreifen neuer Ideen lernen. Man kann so von der Heuristik des ideellen Gebens und Nehmens zweier Freunde sprechen. Grundlegend für die heuristische Verwertung naturphilosophischer Überlegungen durch sie waren Einsichten in die Prinzipien der Naturforschung, zu denen vor allem der Energieerhaltungssatz gehörte, den Helmholtz als Satz von der Erhaltung der Kraft formulierte. Dieses theoretische Herangehen an die Wirklichkeit, basierend auf vielen empirischen Untersuchungen und stets das Ziel im Auge, praktisch verwertbar zu sein, soll als naturphilosophisch angesehen werden. Naturphilosophie kann als Heuristik wirksam werden. Ob sie es wird, ist in den wechselseitigen Beziehungen der beiden herausragenden Naturforscher zu untersuchen.

Naturphilosophie wird in den Herkunftsländern von Helmholtz und Thomson zur Zeit ihres Wirkens in unterschiedlicher Bedeutung genutzt. Während in Deutschland immer die Tradition des spekulativen philosophischen Denkens hochgehalten wurde, auch in den Phasen, in denen sich die Naturwissenschaft von der Philosophie emanzipierte, spielte in England der Empirismus eine große Rolle. Die deutschen Naturforscher folgten meistens Immanuel Kant (1724–1804) in seiner Erkenntniskritik, wenn sie sich nicht von jeder Philosophie fernzuhalten versuchten, und die britischen dem großen **Isaac Newton** (1643–[24]1727) in seiner mißtrauischen Haltung zu den Hypothesen, die man in der Naturforschung nicht machen sollte.

Im Werk „*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*“²⁶ hatte er ein Forschungsprogramm dargelegt, daß Naturerkenntnis auf die mathematische Erfassung beobachteter Phänomene orientierte. Ausgehend von den drei Bewegungsgesetzen, dem Trägheitsgesetz, dem Gesetz von der Proportionalität von der Bewegungsänderung und der Einwirkung der bewegenden Kraft und dem von der Gleichheit von Aktion und Reaktion, entwickelte er seine Massenpunktmechanik mit der Annahme eines leeren Raums und der Existenz von Fernwirkungskräften. Damit war eine in sich konsistente Erklärung des Weltsystems gegeben, das die Ergebnisse der von Nicolaus Copernicus (1473–1543) ausgelösten Wende im kosmologischen Denken zusammenfaßte und zu einem neuen Weltbild formierte.

Auf Newton berief sich auch der ständige Sekretar der Akademie der Wissenschaften zu Paris Emile Picard (1856–1941)²⁷, als er in seiner Rede über das Leben und Werk Lord Kelvins am 22.12.1919 vor der Akademie darauf hinwies, daß in Frankreich der Terminus „philosophie naturelle“ weniger als bei den Nachbarn benutzt würde, um die Probleme der allgemeinen Physik und Mathematik darzulegen.²⁸ Das Wort Philosophie drücke bei ihnen Ideen der Psychologie, Logik und Moral aus und behandle die metaphysischen Systeme. Er gab jedoch zu, daß die Mathematiker und Physiker des 19. Jahrhunderts, dessenungeachtet, von der „philosophie naturelle“ sprachen, wenn sie sich mit mathematischen Prinzipien und Grundlagen der Physik befaßten. Nun habe jedoch die Naturwissenschaft einen deskriptiven Charakter erreicht, der es verbiete, Resultate ohne Beobachtung zu deduzieren.²⁹

Hervorragende Naturforscher beschäftigten sich immer wieder intensiv mit der Diskussion um die Methodologie der Naturforschung. Auf die Auffassungen von Helmholtz und Thomson ist noch

²⁶ Isaac Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, London 1687.

²⁷ 1898 wurde er zum Korrespondenten der Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin gewählt.

²⁸ Emile Picard, *La vie et l'oeuvre de Lord Kelvin*, in: Emile Picard, *Discours et Melanges*, Paris 1922, S. 41-73.

²⁹ Ebd., S. 41.

einzugehen. Henri Poincaré (1854–1912) betonte: „Newton hat uns gezeigt, daß ein Gesetz nur die notwendige Verbindung zwischen dem gegenwärtigen Zustand der Welt und ihrem unmittelbar nachfolgenden Zustand ist. Alle anderen, seither entdeckten Gesetze, sind nichts anderes, es sind [25] mit einem Wort Differentialgleichungen; aber die Astronomie hat uns das erste Vorbild geliefert, ohne das wir sicherlich sehr lange hätten herumirren müssen.“³⁰ Es geht dabei immer wieder um die **Rolle der Mathematik**, die auch zwischen Helmholtz und Kelvin in der Diskussion war. Nach Poincaré haben wir mehrere Arten der Anschauung: „erstens die Berufung auf die Sinne und die Einbildungskraft, dann die Verallgemeinerung durch Induktion, die den experimentellen Wissenschaften sozusagen nachgebildet wird; wir haben endlich die Anschauung der reinen Zahlen ..., die allein die wahre mathematische Schlußfolgerung erzeugen kann. Die zwei ersten können uns keine Sicherheit geben, ... aber wer könnte ernstlich an der dritten, wer könnte an der Arithmetik zweifeln?“³¹ Auf den philosophischen Einwand, man gewinne durch die Mathematik zwar an Strenge, verliere jedoch an Objektivität, entgegnete er, man könne die Schwierigkeit teilen, indem man die strenge mathematische Wahrheit von der experimentellen Wahrheit unterscheide, bei der uns nur die Erfahrung lehren könne, ob das reale Objekt der abstrakten Definition entspreche. Die „mathematische Wissenschaft nimmt, indem sie streng wird, den Charakter des Künstlichen an, das alle Welt befremdet; sie vergißt ihren historischen Ursprung; man sieht, wie die Fragen gelöst werden können, man sieht nicht mehr, wie und warum sie gestellt wurden.“³²

Damit sind wir wieder beim Verhältnis von Naturphilosophie und Naturwissenschaft. Werden die Ergebnisse der Naturforschung mathematisch formuliert, wie es Helmholtz und Kelvin anstrebten, dann sind philosophische Fragen nach dem Warum in mathematische Darstellungen über das Wie transformiert. Der kreative Prozeß der Erkenntnis ist abgeschlossen, denn das Ergebnis liegt vor. Es kann jedoch, und wird es auch immer wieder, zu neuen Warumfragen führen. Insofern stehen die Empiriker und die Deduktionisten, diejenigen, die sich vorwiegend gegenständlich induktiv die Wirklichkeit als Naturforscher aneignen und diejenigen, die sich aus dem logisch-deduktiven Herangehen heuristische Hinweise auf mögliche Experimente holen, immer im Spannungsfeld von Naturwissenschaft, Mathematik und Philosophie. Letztere wird oft nicht erwähnt, ist jedoch ständiger Begleiter kreativen Denkens mit ihren Warumfragen als Grundlage von Wieantworten.

[26] Wie Philosophie allgemein umfaßt **Naturphilosophie** Warumfragen an die Natur. In einem Wörterbuch, das für Studenten das philosophische Wissen der damaligen Zeit zusammenfaßte, ist definiert: „Naturphilosophie heißt die Wissenschaft, welche das Wesen und Werden der unseren Sinnen gegebenen Welt zu erforschen sucht.“³³ Es wird darauf verwiesen, daß die Philosophen des Altertums sie Physik nannten, da Naturphilosophie und Naturwissenschaft nicht voneinander unterschieden wurden, während neuere Philosophen sie als Kosmologie bezeichneten. Physik wäre jetzt die Bezeichnung für exakte Naturforschung und Kosmologie, als Lehre von der Entstehung und Beschaffenheit der Weltkörper, umfasse damit nur einen Teil der philosophischen Naturforschung. „Der verbreitetste Name für das Gesamtgebiet der philosophischen Naturforschung ist jetzt Naturphilosophie.“³⁴ Weiter stellte man fest, daß in England, wo die Möglichkeit eigentlicher Naturphilosophie geleugnet würde, man unter „Natural philosophy“ nur Physik und Chemie verstehe.³⁵ Ernst Haeckel (1834–1919) nenne dafür in ähnlicher Weise die durch die Descendenztheorie versuchte Erklärung der organischen Welt Naturphilosophie. „Bei Wolf³⁶ und Kant ist Naturphilosophie die Gesamtheit

³⁰ Henri Poincaré, *Der Wert der Wissenschaft*, Leipzig, Berlin 1921, S. 123.

³¹ Ebd., S. 16.

³² Ebd., S. 18.

³³ Kirchner's Wörterbuch der Philosophischen Grundbegriffe, Dritte Neubearbeitung von Dr. Carl Michaelis, Leipzig 1911, S. 614.

³⁴ Ebd., S. 614 f.

³⁵ Natural Philosophy könnte mit dem deutschen Ausdruck Naturforschung übersetzt werden, betraf allerdings in England damals vor allem die Physik.

³⁶ Gemeint ist der Philosoph Christian Wolff (1679–1754), der 1707 in Halle Professor für Mathematik und Naturkunde war, wegen seiner Religionskritik aus Preußen ausgewiesen wurde und nach Marburg ging, jedoch 1740 wieder nach Halle zurückberufen wurde. Philosophie war für ihn eine Fertigkeit des Verstandes, alles, was man behauptet, aus

der von der Erfahrung unabhängigen philosophischen Spekulation über die Natur und Welt. Bei Schelling³⁷ und Hegel³⁸ wurde die Naturphilosophie zur begrifflichen Konstruktion der Natur, wodurch sie in Verruf kam.³⁹ Es werden dann die Höhepunkte der Naturphilosophie in der Zeit des Aristoteles, im 16. Jahr-[27]hundert in Italien und am Anfang des 19. Jahrhunderts in Deutschland durch Schelling gesehen. Als Tiefpunkte werden die Zeit des Sokrates und die für unsere Betrachtungen wichtige Mitte des 19. Jahrhunderts genannt, wobei auf ein erwachendes lebhafteres Interesse an der Naturphilosophie unter den Naturwissenschaftlern verwiesen wird.

Helmholtz und Kelvin beriefen sich auf Newton. Dieser hatte in seiner von Hegel scharf angegriffenen „Optik“ betont: „My design in this Book is not to explain the Properties of Light by Hypotheses, but to propose and prove them by reason and experiments.“⁴⁰ Er betonte also: „Es ist nicht meine Absicht, in diesem Buche die Eigenschaften des Lichts durch Hypothesen zu erklären, sondern nur, sie anzugeben und durch Rechnung und Experiment zu bestätigen.“⁴¹ Im Gegensatz zum spekulativen Herangehen wurde nicht mehr der Versuch unternommen, erst eine allgemeine Hypothese zu formulieren, um sie dann mit Material zu belegen, wobei die Hypothese das Wichtigste und das Material nebensächlich war. **Natural philosophy** sollte auf Empirie aufbauen und erst dann zu allgemeinen Schlüssen führen, wenn die empirische Basis breit genug war, um sie zu bestätigen. Die allgemeinen Prinzipien verlieren dabei keineswegs ihren philosophischen Charakter, da sie Antworten auf allgemeinste Frage sind, die in den Weltanschauungen der Menschen eine Rolle spielen.

Weltanschauungen sind die Grundlage für die bewußte Gestaltung der Wirklichkeit durch die Menschen. Mit ihnen beantworten sie die Fragen nach der Struktur und Entwicklung des Weltgeschehens, nach der Quelle unseres Wissens, nach der Stellung des Menschen in der Welt, nach dem Sinn des Lebens und nach dem Charakter der gesellschaftlichen Entwicklung. Philosophie ist die theoretische Fundierung von Weltanschauungen. Sie sucht nach den allgemeinsten notwendigen und hinreichenden Antworten auf die weltanschaulichen Fragen und richtet sich dabei nach bestimmten Rationalitäts- und Diskurskriterien, die selbst der kritischen philosophischen Analyse unterliegen.

Philosophie wird zu verschiedenen Zeiten in unterschiedlichem Maße ihren verschiedenen Funktionen gerecht. Philosophie als **Welterklärung** ordnet die Erkenntnisse der verschiedenen Wissenschaften, soziale Erfahrungen und Fragen an die Forschung in größere Zusammenhänge ein, um zu einem Weltbild zu kommen, das nicht nur bisher [28] Erkanntes erklärt, sondern auch auf Lücken in unserem Wissen aufmerksam macht. So kann Philosophie zum **Ideengenerator** werden, indem sie heuristisch wirksam wird. Sie stellt Fragen zu den benutzten Wörtern mit ihren begrifflichen Inhalten, denn Begriffe sind immer Zusammenfassung von Erfahrungen, deren Inhalt sich mit der Erweiterung des Wissens verändert. Sie analysiert kritisch die philosophischen Grundlagen gegenwärtiger Einsichten und ruft damit zur Erweiterung des Wissens auf. Daraus ergibt sich die Rolle der Philosophie als **weltanschauliche Lebenshilfe** im doppelten Sinne. Jede mit einem Ismus verbundene Philosophie, sei es der Theismus oder Pantheismus der Idealismus oder Realismus, wirkt einerseits motivierend auf die Handlungen, orientiert die Lebensgestaltung und ist so eine geistig-kulturelle Heimat. Im Rahmen eines durch einen Ismus bestimmten Programms, nehmen wir den Darwinismus oder den Marxismus, können zielgerichtet Teilaspekte bearbeitet werden, die sich dann zum Ganzen zusammenfügen. Das wäre der erkenntnisfördernde Aspekt eines Ismus, seine Heuristik. Andererseits können jedoch kreativitätshemmende Denkschranken, philosophisch begründete Vorurteile und Dogmen

unwiderstehlichen Gründen unumstößlich darzutun. Seine Vorlesungen hielt er in deutscher Sprache. Man sprach damals schon von der Leibniz-Wolffschen Philosophie, was er selbst jedoch ablehnte.

³⁷ Friedrich Wilhelm Joseph Schelling (1775–1854) beschäftigte sich als Vertreter der klassischen deutschen Philosophie mit der Dialektik der Natur. Er faßte die Natur als dynamischen Prozeß, in dem die Beziehungen von Innerem und Äußerem, von Teil und Ganzem, von Notwendigkeit und Zufall zu beachten sind.

³⁸ Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770–1831) entwickelte die Dialektik der Begriffe als einen Entwicklungszusammenhang in widersprüchlicher Ausprägung.

³⁹ Kirchner's Wörterbuch der Philosophischen Grundbegriffe, vgl. FN 33, S. 615.

⁴⁰ Isaac Newton. Optik, übersetzt und herausgegeben von William Abendroth, eingeleitet und erläutert von Markus Fierz, Braunschweig/Wiesbaden 1983, S. XV.

⁴¹ Ebd., S. 5.

aufgebaut werden, die Forschung behindern. Denken wir an die Mißachtung des Experiments in spekulativen philosophischen Systemen, aber auch an die Angst vor Hypothesen nach Newton, die allgemeine Schlußfolgerungen als Grundlage für die Suche nach neuem Wissen verhindern können.⁴²

Naturphilosophie als Naturerklärung, Heuristik der Naturforschung und Erkenntnismotivation, um die generellen Funktionen der Philosophie für unser Thema zu spezifizieren, befaßt sich sowohl mit dem Inhalt des Wissens über die Natur als auch mit den Methoden, um es zu erreichen. Dabei gehen **Naturwissenschaft** und Naturphilosophie verschiedene Wege, denn es sind zwei unterschiedliche Arten der Aneignung der Natur. Mit der Entwicklung der Naturwissenschaften zu selbständigen experimentell fundierten und theoretisch begründeten wissenschaftlichen Disziplinen wird das vorher einheitliche sowohl empirische als auch theoretische Herangehen an die Natur differenzierter. Philosophisch Allgemeines und empirisch Gefundenes werden nun genauer unterschieden und verschiedenen Gebieten der Erkenntnis zugewiesen. Jedoch finden sich beide wieder, sowohl in der theoretischen Naturwissenschaft die ohne philosophische Ansätze ihren innovativen Charakter verliert, und in der Naturphilosophie, die ohne Analyse neuer Naturerkenntnisse empirisch nicht fundierte Spekulation bleibt.

Gegenstand sowohl der Naturphilosophie als auch der Naturwissenschaft ist die Natur in der Auseinandersetzung der Menschen mit ihr. Natur ist die Gesamtheit der Objekte und Prozesse außerhalb und unabhängig vom menschlichen Bewußtsein und die Voraussetzung für die Herausbildung sozialer Systeme sowie die Grundlage individueller menschlicher Existenz.⁴³ Als Totalität umfaßt Natur die Unerschöpflichkeit des Kosmos ebenso wie das Naturwesen Mensch, das seine Umgebung gestaltet und sich dabei von der Natur als Sozial- und Vernunftwesen unterscheidet. Vom Menschen gestaltete Natur wird oft als zweite Natur bezeichnet und von den direkten Artefakten unterschieden. Natur ist **Wesen** im Sinne dessen, was in der Erscheinungen Flucht gleich bleibt.* Helmholtz suchte dieses Wesen in den Naturgesetzen. Nur ist die Struktur der (statistischen) Gesetze zu beachten, denn sie enthalten wahrscheinlich sich realisierende Möglichkeiten aus den durch das Geschehen konstituierten Möglichkeitsfeldern. Das Wesen ist, wenn wir dem dialektischen Naturphilosophen Friedrich Engels (1820–1895) in der Nachfolge von Hegel zustimmen, dialektische Einheit von Notwendigkeit und Zufall in bedingt zufällig sich realisierenden Möglichkeiten.⁴⁴ Da jede Struktur geronnene Entwicklung ist, ist Natur immer auch **Werden**. Die Philosophie kann der Heuristik, d. h. der Problemlösung ohne abarbeitbaren methodischen Algorithmus, dadurch dienen, daß sie philosophische Hypothesen über den möglichen zukünftigen Beitrag naturwissenschaftlicher Theorien zur Präzisierung philosophischer Aussagen entwickelt.⁴⁵ Der Naturwissenschaftler könnte dazu seine Fragen an die Philosophen präziser formulieren. Das sind jedoch Idealforderungen, die kaum zu erfüllen sind, denen man sich jedoch nähern kann.

Die **Heuristik der Naturphilosophie**, wie sie von Helmholtz und Kelvin in ihren Arbeiten berücksichtigt wird, besteht in der Nutzung empirisch fundierter allgemeiner Prinzipien zur Erklärung von Vorgängen in Bereichen, die bisher nicht oder wenig erforscht wurden, im Aufgreifen allgemeiner Ideen aus der Geschichte des Denkens als Anregung zur vertieften Erforschung, in der kritischen Analyse des Begriffsinhalts von Wörtern und in der Auseinandersetzung mit veralteten Auffassungen. Denken wir etwa an die Helmholtzsche Kritik des Vitalismus auf der Grundlage des Energieerhaltungssatzes oder an die Forderung Kelvins nach einer Reform des geologischen Denkens, worauf noch einzugehen ist. Es gibt keine Möglichkeit, aus einer philosophischen These, ohne empirische Untersuchungen, mathematisch formulierte Naturgesetze zu deduzieren. Es ist jedoch ebenfalls problematisch, aus zu engen Bereichen der Naturforschung auf allgemeine philosophische Prinzipien zu schließen.

⁴² Zur Rolle der Ismen vgl. Herbert Hörz, Wissenschaft als Aufklärung?, in: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät Bd. 28 (1999), Heft 1, S. 53 ff.

⁴³ Herbert Hörz, Das Naturverständnis der Klassik und Moderne, in: Philosophie und Natur, Collegium Philosophicum Jenense, Heft 5, Weimar 1985, S. 9–31.

* Sucht den ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht. Friedrich Schiller: Der Spaziergang (Gedicht, 1795).

⁴⁴ Herbert Hörz, Friedrich Engels und Hermann von Helmholtz, Zum Verhältnis von Naturphilosophie und Naturforschung, in: System & Struktur, Sonderband 2, Naturdialektik heute, Cuxhaven/Dartford 1995, S. 99–118.

⁴⁵ [Herbert Hörz, Marxistische Philosophie und Naturwissenschaften, Berlin, Köln 1974](#), S. 169 ff.

Die komplizierten und komplexen Beziehungen zwischen beiden Arten der Naturbetrachtung sollen gerade mit dem Terminus „Heuristik“ verdeutlicht werden. Zieht man etwa Analogien zwischen biologischen und humanen sozialen Systemen, dann könnte vergessen werden, daß jede Analogie ihre Grenzen in den Systemgesetzen hat, die das Wesen des Systems erfassen. So unterscheiden sich Tiere und Menschen dadurch, daß Menschen in der Lage sind, ihre Existenzbedingungen, mit Versuch und Irrtum, bewußt zu gestalten, wobei sie dabei zukünftige Zustände antizipieren und Einsichten in die Determinanten ihres eigenen Erkennen und Handelns gewinnen. Nimmt man jedoch die Analogie heuristisch, dann wird sie zum Denkanstoß, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen verschiedenen Bereichen der Wirklichkeit aufzudecken. So wird auch Naturphilosophie als Heuristik zu einem innovativen Bindeglied zwischen verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen und unterschiedlichen Gebieten gleicher Disziplinen, um das Spezielle in seinen allgemeinen Seiten zu selten und daraus neues Wissen zu gewinnen.

Philosophische Spekulation, oft von Empirikern nur abwertend gebraucht, ist positiv das Nachdenken über solche Welträtsel, wie das Verhältnis von Materie und Bewegung, von Geist und Materie usw., auf der Grundlage empirischer Forschung, negativ jedoch der Ersatz von Beobachtung und Experiment durch reine Denkkonstruktionen. Solide naturwissenschaftliche und philosophische Arbeit ist erforderlich, wenn nicht der Philosoph zum Nachbeter naturwissenschaftlicher Positionen durch Mißachtung der kritischen Funktion philosophischer Analyse, wie sie Engels betonte, werden soll und Naturwissenschaftler, weil sie philosophische Ideen nicht nutzen, wie Helmholtz es forderte, zum Ignoranten der Philosophie.

[31] Der Physikochemiker, Naturphilosoph und Wissenschaftstheoretiker Friedrich Wilhelm Ostwald (1853–1932) meinte, „daß der Verdacht bei der alten Naturphilosophie berechtigt war, daß hauptsächlich solche für spekulative Betätigung Neigung gezeigt hätten, denen es mit der exakten Arbeit nicht recht hatte glücken wollen, und daß zurzeit das Mißtrauen gegen allgemeine und umfassende Gedanken selbst in den philosophischen Äußerungen solcher Männer, wie Helmholtz und J. R. Mayer⁴⁶ Dinge sah, welche nicht nachzuahmen, höchstens zu verzeihen waren.“⁴⁷ Die positive Haltung von Helmholtz zur Philosophie geriet dabei ebenso in die Kritik seiner Kollegen, wie die Nutzung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse als Nachweis für die Existenz objektiver Naturdialektik durch Engels unter Philosophen. Ostwald konstatierte zu seiner Zeit ein Bedürfnis nach Philosophie. Es tritt generell immer dann wieder auf, wenn prinzipielle Fragen nach dem Ursprung und der Entwicklung des objektiven Geschehens, nach den Grundlagen, Prinzipien und Grenzen der Erkenntnis, nach der Stellung des Menschen in der Welt und nach dem Sinn von Wissenschaft auf Grund neuer Einsichten und sozialer Erfahrungen zu beantworten sind.

Philosophie versucht eine allgemeine Erklärung der Welt, indem sie den inneren Zusammenhang naturwissenschaftlicher und anderer Erkenntnisse aufdeckt und sie in die, oft auch erst spekulativ gewonnenen, philosophischen Einsichten in das Weltgeschehen einordnet. Sie gibt mit einem **Weltbild**⁴⁸ eine in sich geschlossene und anschauliche Darstellung des Ursprungs, der Existenzweise und Entwicklung der Welt, der Stellung des Menschen in der Welt und bestimmt einen Sinn des Lebens, die sie durch Aufarbeitung der traditionellen Positionen bekommt und die sie mit der Synthese der speziellen Erkenntnisse anderer Wissenschaften präzisiert. Sie kann neue Ideen dann generieren, wenn sie vorhandenes Wissen verallgemeinert, um mit Hypothesen über den möglichen zukünftigen Beitrag der Spezialwissenschaften zur Philosophie weiter zu fragen. Welterklärung und Ideengenerator sind verbunden mit den Einsichten in das Wesen der Menschen und mit den [32] humanen Kriterien zukünftiger sozialer Entwicklung, Ideale sittlichen Handelns. Philosophie als Lebenshilfe ist Erklärung des Bestehenden aus dem Vergangenen, Analyse der Werte und Orientierung des zukünftigen Verhaltens.

⁴⁶ Der Arzt Julius Robert Mayer (1814–1878) hatte schon 1842 die Unzerstörbarkeit der Kräfte betont und wird deshalb als einer der Begründer des Energieerhaltungssatzes genannt, obwohl manche seiner Ausführungen den damaligen Physikern als spekulativ erschienen.

⁴⁷ Wilhelm Ostwald, *Lebenslinien, Eine Selbstbiographie*, Leipzig 1887–1905, Band II, S. 314.

⁴⁸ Herbert Hörz, *Marxistische Philosophie und Naturwissenschaften*, vgl. FN 45, S. 92 ff.

Kant war schon auf das Verhältnis von Philosophie und Mathematik eingegangen. Er wollte die Grenzen der Vernunft im transzendentalen Gebrauch genau und mit Gewißheit bestimmen. Um die Illusion zurückzuweisen, über Grenzen der Erfahrung hinaus „in die reizenden Gegenden des Intellektuellen zu gelangen: so ist es notwendig, noch gleichsam den letzten Anker einer phantasiereichen Hoffnung wegzunehmen und zu zeigen, daß die Befolgung der mathematischen Methode in dieser Art Erkenntnis nicht den mindesten Vorteil schaffen könnte, es müßte denn der sein, die Blößen ihrer selbst desto deutlicher aufzudecken, daß Meßkunst und Philosophie zwei ganz verschiedene Dinge seien, ob sie sich zwar in der Naturwissenschaft einander die Hand bieten, mithin das Verfahren des einen niemals von dem anderen nachgeahmt werden könne.“⁴⁹ Mathematik beruht nach Kant auf Definitionen, Axiomen, Demonstrationen. Die Philosophie könne keines dieser mathematischen Stücke leisten oder nachahmen. So bringe der Meßkünstler in der Philosophie nichts als Kartengebäude zusammen, während der Philosoph in „der Mathematik nur ein Geschwätz erregen könne, wie wohl ebendarin Philosophie besteht, seine Grenzen zu kennen, und selbst der Mathematiker, wenn das Talent desselben nicht etwa schon von der Natur begrenzt und auf sein Fach eingeschränkt ist, die Warnungen der Philosophie nicht ausschlagen, noch sich über sie hinwegsetzen kann.“⁵⁰ Helmholtz und Kelvin waren in diesem Sinne keineswegs begrenzt. Sie sahen die heuristische Rolle der Philosophie. Naturphilosophie als Heuristik war für sie Ergebnis und Grundlage exakter Naturforschung. [33]

⁴⁹ Immanuel Kant, Kritik der reinen Vernunft, A 726 f., Leipzig 1945, S. 754 f.

⁵⁰ Ebd. A 727, S. 755.

2. Helmholtz und Kelvin als Vollender des mechanischen Weltbilds

Helmholtz arbeitete experimentell, erregte schon als junger Gelehrter Aufmerksamkeit durch seine Arbeiten zur Messung von Muskeleregungen, durch seinen Vortrag zur Erhaltung der Kraft von 1847, erfand 1850 den Augenspiegel, begründete die physiologische Optik und arbeitete die Lehre von den natürlichen Grundlagen der Tonempfindungen aus. Er war das Haupt einer Schule, die sich der organischen Physik, d. h. der physikalischen und chemischen Erforschung der Lebensprozesse, verschrieben hatte. Ihre Mitglieder widerlegten experimentell und theoretisch die Annahme einer Lebenskraft.⁵¹ Durch den Umfang seiner Arbeiten, die von der Medizin über die Physiologie bis zur Physik und Erkenntnistheorie reichen, kann Helmholtz für die Naturwissenschaft in der Epoche der Spezialisierung an die Seite früherer Universalgelehrter, wie Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716) und Alexander von Humboldt (1769–1859) gestellt werden. Er durchdrang Probleme konzeptionell und prinzipiell mit mathematischen und physikalischen Methoden und kam so zu neuen Erkenntnissen über die physikalisch-chemischen Grundlagen der Lebensvorgänge, die physiologische Optik, die Tonempfindungen, die Meteorologie, die räumliche Wahrnehmung u. a. m. Der Physiologe Theodor Wilhelm Engelmann (1843–1909) sprach in seiner Gedächtnisrede nach dem Tod von Helmholtz 1894 von einem „unermesslichen Verlust für die Menschheit. Sie verliert in Helmholtz nicht einen einzelnen grossen Gelehrten, sondern eine Vereinigung von Forschern und Denkern ersten Ranges, wie sie vielleicht noch nie in einer Person da war. Im Zeitalter der Specialitäten erscheint er, neben Alexander von Humboldt der universellste Geist des Jahrhunderts, auf allen Gebieten, die er betritt in bahnbrechender Weise schöpferisch thätig, jede seiner Arbeiten die vollkommen ausgereifte Frucht methodischer Forschung.“⁵²

[34] Sein Blick für das theoretisch Wesentliche in den empirisch geprüften unterschiedlichen Erscheinungen, sein philosophisches Interesse an der Lösung grundsätzlicher Probleme und seine Fähigkeit, neue prinzipielle Fragen zu stellen und sie selbst experimentell und theoretisch zu beantworten, machten ihn zu einer entscheidenden Autorität in den Wissenschaften. „Seit Newton ist Niemand so tief in das Innere der Natur eingedrungen wie Helmholtz, und unbestritten ist er der grösste Naturforscher gewesen, den die Akademie jemals besessen hat.“⁵³ Helmholtz trat für die Überwindung des spekulativen Systemdenkens in der Philosophie und Naturforschung durch seine theoretischen Reflexionen über das Verhältnis von Induktion und Deduktion und durch die praktische Durchführung induktiver Schlüsse und deduktiver Formulierung von Gesetzen ein. Er bemühte sich um eine naturwissenschaftlich fundierte Erkenntnistheorie mit seiner empiristischen Begründung der Zeichentheorie im Anschluß an das Gesetz der spezifischen Sinnesenergien von Johannes Müller (1824–1866).

Vieles von dem, was über die Art und Weise des prinzipiellen Herangehens an die Erforschung der Natur für Helmholtz zutraf, galt auch für Kelvin. Er versuchte, die physikalischen Aspekte seiner Umgebung zu begreifen, den Dingen, denen er begegnete, auf den Grund zu gehen. Seine Fahrten mit der eigenen Yacht „Lalla Rookh“ regten ihn zu Experimenten über die Wasserwellen an. Auf seinen Schiffsfahrten probierte er die von ihm verbesserten Kompassse aus. Er konstruierte Instrumente für die transatlantischen Kabel. Dabei versuchte er, zu den Prinzipien des Naturgeschehens vorzudringen. So ergänzte er den Energieerhaltungssatz durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik.

Durch ihre Arbeiten zur **Energieerhaltung** hatten Helmholtz und Kelvin das mechanische Weltbild besonders gefördert. Da Energieerhaltung nur Ausdruck der mechanischen Bewegung aller Körper ist, die letztlich auf die Bewegung letzter unteilbarer Teilchen zurückgeführt werden kann, welche konzentriert den Raum erfüllen, undurchdringlich, schwer und träge sind und sich nach den Gesetzen der klassischen Mechanik verhalten, bestand das Ziel der Naturforschung darin, alles auf die

⁵¹ [Herbert Hörz, Physiologie und Kultur in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, Briefe an Hermann von Helmholtz, Marburg 1994.](#)

⁵² Theodor Wilhelm Engelmann, Gedächtnisrede auf Hermann von Helmholtz, gehalten am 28. September 1894 in der Aula der Universität Utrecht von Th. W. Engelmann, Leipzig 1894.

⁵³ Adolf Harnack, Geschichte der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften, Hildesheim/New York, 1970, Bd. 1.2, S. 984.

mechanische Bewegung zurückzuführen. So hat der Energieerhaltungssatz „am meisten zur Ausbreitung derjenigen ‚mechanischen Naturauffassung‘ beigetragen, die der Meinung war, alle Phänomene der beobachtbaren Natur würden durch rein mechanische Wirkungen [35] der kleinsten Teile der Materie (und des hypothetischen Äthers) hervorgebracht; ja eine physikalische Theorie stelle noch keine wirkliche Erklärung der von ihr behandelten Erscheinungen dar, solange sie diese Erscheinungen nicht auf Mechanik zurückgeführt habe. ... Die empirisch allgemeine Gültigkeit des Energiesatzes ist dann nur ein Hinweis auf die Geltung dieser verborgenen Mechanik und eine Aufforderung, die in der Erfahrung auftretenden Energiearten auf mechanische Energieformen der kleinsten Teilchen zurückzuführen. So gilt dann z. B. die Wärme als kinetische Energie, die chemische Energie als eine bestimmte potentielle Energie der Atome. Man hat nach dem Vorgange von Helmholtz diesen Gedankengang geradezu als Begründung des allgemeinen Energiesatzes verwendet.“⁵⁴

Das ist prinzipiell richtig. Trotzdem müssen wir beachten, daß die beiden herausragenden Vollender des mechanischen Weltbilds Helmholtz und Kelvin in gewissem Maße über das mechanistische Denken hinausgingen. So wandte sich Helmholtz gegen einseitige mechanische Theorien von der ikonischen Abbildung der Wirklichkeit in unseren Sinnesorganen. Er verwies auf die Rolle der Ästhetik in den Tonempfindungen und begründete Nicht-Euklidische Geometrien, womit er sich gegen die Auffassung wandte, die Axiome der Geometrie seien a priori euklidisch.⁵⁵ Kelvin hatte vor allem Probleme mit den letzten unteilbaren Teilchen, die ihm nicht flexibel genug waren, worauf bei der Behandlung des Atomismus, der im Briefwechsel zwischen Helmholtz und Thomson eine wichtige Rolle spielt, noch zurückzukommen ist. Die Hauptleistungen beider Forscher dienen jedoch der Begründung und Vollendung eines mechanischen Weltbilds.

2.1. Situation

Die Situation auf dem Gebiet der Naturforschung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts und an der Jahrhundertwende ist durch einen enormen Aufschwung der experimentellen Forschung, den Ausbau von Instituten und der internationalen Zusammenarbeit charakterisiert. [36] Entscheidend für die **theoretische Situation** war die Vollendung des Mechanizismus, der mit der Annahme, alles auf letzte unteilbare Teilchen zurückführen zu können, dem klassischen Determinismus anhing. Der Philosoph Ernst Cassirer (1874–1945), der sich mit erkenntnistheoretischen Problemen befaßte, schrieb zu dem von Helmholtz in seinem Vortrag „Über die Erhaltung der Kraft“ entwickelten Programm der Rückführung aller Erscheinungen auf einfache Kräfte, dessen Erfüllung die Vollendung der theoretischen Naturwissenschaft wäre: „Hätte dieses Programm, das Helmholtz um die Mitte des 19. Jahrhunderts aufgestellt hat, sich verwirklichen lassen, so hätte sich damit ein Weltbild ergeben, das in empirischer und erkenntnistheoretischer Hinsicht gleich befriedigend gewesen wäre ... Alle Mannigfaltigkeit und alle qualitative Verschiedenheit der Naturphänomene war begrifflich auf einen einzigen Nenner gebracht. Daß diese Einfachheit lediglich postuliert, nicht aber empirisch bewiesen war, konnte leicht übersehen werden.“⁵⁶ Trotzdem mußte das vereinfachte Weltbild erst gesucht werden, um seine Grenzen zu erkennen.

Der Mechanizismus schränkte mit seiner Welterklärung die Ursachenvielfalt, die noch einer der größten Philosophen und Naturforscher des Altertums, nämlich **Aristoteles** (384–322 v. u. Ztr.), anerkannte und die in der scholastischen Philosophie des Mittelalters beibehalten wurde, auf die Ablaufkausalität ein. Aristoteles befaßte sich mit dem Naturprozeß und der dabei erfolgenden Veränderung der Objekte. Seine Einsichten sind in den Überlegungen zur Prozeßursache enthalten. Er verwies auf zwei wichtige Aspekte der Ursache-Wirkungs-Beziehung. Erstens faßte er den Prozeß als Verwirklichung von Möglichkeiten. „Der Prozeß muß ja die Verwirklichung (des Möglichkeitsmoments) beider

⁵⁴ Carl Friedrich von Weizsäcker, Die Auswirkung des Satzes von der Erhaltung der Energie in der Physik, in: Erich Pietsch, Hans Schimank (Hrsg.), Robert Mayer und das Energieprinzip 1842–1942, Berlin 1942, S. 156.

⁵⁵ Zu den Leistungen von Helmholtz auf dem Gebiet der Erkenntnis- und Musiktheorie und zu seiner Kritik am Kantschen Apriorismus vgl. Herbert Hörz, Brückenschlag zwischen zwei Kulturen, vgl. FN 10, S. 204 ff.

⁵⁶ Ernst Cassirer. Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der Neueren Zeit, Vierter Band, von Hegels Tod bis zur Gegenwart (1832–1932), Hildesheim/New York 1973, S. 93.

Gegenstände (der Ursache wie des Objekts des Prozesses) sein.⁵⁷ Daraus leitete er zweitens die Rückwirkung der Wirkung auf die Ursache ab. Er unterschied zwischen der Aktivität der Prozeßursache und der Passivität des Prozeßobjekts und betonte doch die Wechselwirkung. Hegel verschärfte das später, indem er keinen Inhalt in der Wirkung anerkannte, der nicht in der Ursache war und dann feststellte: „Die [37] Kausalität ist hiermit in das Verhältnis der Wechselwirkung übergegangen.“⁵⁸

Aristoteles umging diese Auflösung der Kausalität, denn die Verwirklichung des Möglichkeitsmoments der Ursache vollzieht sich an der Wirkung. So war Ausbildung, mit den zwei Prozeßmomenten, der Wirkung des Lehrers auf den Schüler und der des Schülers auf den Lehrer, für ihn ein einheitlicher Prozeß des Wirkens und Erleidens. Trotzdem bestehe keine Identität zwischen beiden, da der Lehrer nicht alles lernen müsse, was der Schüler lerne. Für Aristoteles „ist qualitative Veränderung nichts anderes als die Verwirklichung einer qualitativen Möglichkeit am Prozeßobjekt.“⁵⁹ Er faßte damit die Ursache-Wirkungs-Beziehung, die erst später als Kausalität bezeichnet wurde, als gerichtet. Sie ist eine inhaltlich, von der aktiven Ursache zur passiven Wirkung, und zeitlich, in der Zeit sich vollziehende, gerichtete Relation. Die Einordnung in die Zeit führte ihn zu der Position, „daß nämlich jeder im Prozeß befindliche Gegenstand immer schon ein Stück Prozeß hinter sich hat.“⁶⁰ In seiner Definition der Ursache verwies Aristoteles auf vier Gruppen: erstens auf die Bestandteile einer Sache, aus denen sie entsteht (causa materialis); zweitens auf die Gestalt oder das Urbild zur Formierung der Stoffe (causa formalis); drittens das Hervorbringende als Ursache des Hervorgebrachten (causa efficiens); viertens das Endziel, das Weswegen (causa finalis).⁶¹ Keine Veränderung sei allein auf eine Ursache zurückzuführen.

Der Mechanizismus, wie er von Helmholtz und Kelvin vertreten wurde, baute auf den Ansichten des französischen Mathematikers und Physikers Pierre Simon Marquis de **Laplace** (1749–1827) auf, der die Ergebnisse der Naturforschung seit Newton in seinen Arbeiten über die Mechanik des Weltalls zusammenfaßte. Laplace meinte, daß der gegenwärtige Zustand des Weltalls eine Wirkung des früheren und Ursache des folgenden sei. Das führte zum Laplaceschen Dämon. „Eine Intelligenz, der in einem gegebenen Zeitpunkt alle in der Natur wirkenden Kräfte bekannt wären und ebenso die entsprechenden Lagen aller Dinge, aus denen die Welt besteht, könnte, wenn sie umfassend genug wäre, alle diese Daten der Analyse zu unterwerfen, in einer und derselben Formel die Bewegungen der größten Körper des Weltalls und die der [38] leichtesten Atome zusammenfassen; nichts wäre für sie ungewiß, und die Zukunft wie die Gegenwart wäre ihren Augen gegenwärtig.“⁶² Die Kausalstruktur wäre voll durchschaubar, wenn folgende Voraussetzungen existieren: Jedes komplexe System besteht aus unteilbaren kleinsten Teilchen, die schwer sowie träge sind und konzentriert den Raum erfüllen. Die Bewegung der Elemente eines System bestimmt vollständig die Bewegung des Systems. Die Bewegungsgleichungen der klassischen Mechanik sind die Gesetze des Verhaltens dieser Systemelemente.

Verfolgt man die **Mechanisierung des Weltbilds**, dann gilt bis zum Ende des 19. Jahrhunderts diese Position. Helmholtz z. B. beurteilte den Fortschritt der Naturwissenschaften nach dem Maß, „in welchem die Anerkennung und die Kenntniss eines alle Naturerscheinungen umfassenden ursächlichen Zusammenhangs fortgeschritten ist ... Denn eine Naturerscheinung ist physikalisch erst dann vollständig erklärt, wenn man sie bis auf die letzten ihr zu Grunde liegenden und in ihr wirksamen Naturkräfte zurückgeführt hat.“⁶³ Die einheitliche Ordnung der Welt schien damit vollständig erkennbar, da sie allein durch die Bewegungen letzter unteilbarer Teilchen, die durch die Massenpunkte der klassischen Mechanik repräsentiert wurden, bedingt und bestimmt war. Damit wurde die von Aristoteles begründete Vielfalt der Ursachen auf eine, die causa efficiens, reduziert. Selbst diese wurde

⁵⁷ Aristoteles, Werke, Band 11, Physikvorlesung, Berlin 1989, S. 63.

⁵⁸ Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Encyclopädie der Philosophischen Wissenschaften, Leipzig 1949, S. 150.

⁵⁹ Aristoteles Werke, Band 11, Physikvorlesung, vgl. FN 57, S. 65.

⁶⁰ Ebd., S. 164.

⁶¹ Aristoteles, Metaphysik, Berlin 1990, S. 104.

⁶² Pierre Laplace, Philosophischer Versuch über die Wahrscheinlichkeit, Leipzig 1932, S. I f.

⁶³ Hermann von Helmholtz, Ueber das Ziel und die Fortschritte der Naturwissenschaft. Eröffnungsrede für die Naturforscherversammlung zu Innsbruck (1869), in: Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Erster Band, Braunschweig 1896, S. 377.

nicht als hervorbringende Ursache betrachtet, denn dann wäre immer die naturphilosophische Frage nach dem Grund des Hervorbringens zu stellen gewesen, sondern nur als bedingter und bestimmter Ablauf des Geschehens. Im mechanisierten Weltbild waren komplexe Erscheinungen auf die Bewegung letzter unteilbarer Teilchen zu reduzieren, die sich nach den Gesetzen der klassischen Mechanik verhielten. Deren Bewegung wurde untersucht. Es handelt sich also um einen einmal festgelegten und mit Uhrwerksgenauigkeit ablaufenden Prozeß des Naturgeschehens, der zwar im einzelnen noch nicht genau bestimmt war, doch bei weiteren Forschungen immer genauer erkannt werden würde. Das Naturgeschehen war damit vorausbestimmt und prinzipiell voraussagbar.

Der Physiker Werner Heisenberg (1901–1976) meinte zwar in unserem Jahrhundert, daß man die *causa formalis* als Struktur oder den geistigen Gehalt einer Sache bezeichnen könne, betonte jedoch zugleich: [39] „Nur die *causa efficiens* entspricht etwa dem, was wir heute mit dem Wort Ursache meinen.“⁶⁴ Bei Laplace war sie nicht mehr im Sinne einer hervorbringenden Ursache zu verstehen. Diese brauchte man nicht oder nur als Anstoß für das mechanisch ablaufende Weltuhrwerk. Das Ursache-Wirkungs-Verhältnis wurde auf den gesetzmäßigen mechanischen Ablauf reduziert. Wir können die Laplacesche Erkenntnisstufe der Kausalität deshalb auch als einfache **Ablaufkausalität** bestimmen, in der das Geschehen vorausbestimmt und voraussagbar war. Die Frage nach dem Warum wurde nicht mehr gestellt. Es reichte, Abläufe zu kennen. Wissenschaft löste Warumfragen in Wiefragen auf und beantwortete sie mit der Erkenntnis von Gesetzen und wesentlichen Kausalbeziehungen, was neue Warumfragen auslöste, die entweder Philosophie und Religion zugeschoben oder als neue Wiefragen behandelt wurden.

Der französische Philosoph und Schriftsteller Francois-Marie Arouet, genannt Voltaire (1694–1778), kritisierte Aristoteles und seine Anhänger, die unverständliche Worte wie Entelechie und substantielle Formen für unbegreifliche Dinge gebraucht hätten, denn Ursprünge und Wesen der Dinge blieben uns verschlossen. „Hauptsache ist, daß wir uns der Werkzeuge, die die Natur uns gegeben hat, vorteilhaft bedienen, wenn wir auch nie die innere Struktur dieser Werkzeuge ergründen werden. Archimedes hat sich der Spannkraft in wunderbarer Weise bedient, ohne zu wissen, was sie eigentlich ist. Wahre Physik besteht also in der richtigen Bestimmung aller Wirkungen. Die letzten Ursachen werden wir erkennen, wenn wir Götter sind. Uns ist gegeben zu rechnen, zu wägen, zu messen und zu beobachten. Das ist Naturphilosophie, fast alles übrige ist Spekulation.“⁶⁵

Wir bemerken einerseits eine Zuspitzung der Problematik auf den Umgang mit Prozessen, deren Ablauf durch die mechanischen Bewegungsgleichungen bestimmt ist und die durch Beobachtung, Messung und Experimente genauer im Wie ihres Ablaufs erkannt werden, ohne die Frage nach dem Warum zu stellen. Das korrespondierte andererseits mit der Haltung von **Kant**, nach der alle Veränderungen nach dem Gesetz der Verknüpfung von Ursache und Wirkung geschehen.⁶⁶ Kant hatte, nach Heisenberg, „im Grunde doch an vielen Stellen einfach die philosophischen Konsequenzen aus der Entwicklung der Naturwissenschaften seit Newton“ gezogen.⁶⁷ Physik und Astronomie implizierten ein [40] Wissenschaftsverständnis, nach dem die mechanischen Gesetze aller komplexen Vorgänge zu suchen und mathematisch zu formulieren seien. Alles andere sei keine Wissenschaft. 1786 bemerkte Kant, „daß in jeder besonderen Naturlehre nur soviel eigene Wissenschaft angetroffen werden könne, als darin Mathematik anzutreffen ist.“⁶⁸ Er orientierte so auf die axiomatisierte Theorie. Chemie könne „nichts mehr als systematische Kunst oder Experimentallehre, niemals aber eigentliche Wissenschaft werden, weil die Principien derselben ... der Anwendung der Mathematik unfähig sind.“⁶⁹

⁶⁴ Werner Heisenberg, *Das Naturbild der heutigen Physik*. Hamburg 1955, S. 24.

⁶⁵ Voltaire, *Philosophisches Wörterbuch*, Leipzig 1965, S. 158.

⁶⁶ Immanuel Kant, *Kritik der reinen Vernunft*, vgl. FN 49, S. 302 (A 211).

⁶⁷ Werner Heisenberg, *Das Naturbild der heutigen Physik*, vgl. FN 64, S. 25.

⁶⁸ Immanuel Kant, *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, in: *Kants Werke*, Bd. IV, Akademie-Textausgabe, Berlin 1968, S. 470.

⁶⁹ Ebd., S. 471.

1748 meinte der schottische Philosoph David **Hume** (1711–1776), daß es unmöglich sei, „eine richtige Definition der Ursache zu geben, ohne etwas ihr Äußerliches und Fremdes hineinzuziehen.“⁷⁰ Für Hume blieb von der Kausalität nur das post hoc, statt des propter hoc. Sie sei brauchbare Gewohnheit, Zeitfolgen als Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu betrachten. Kant nahm diese Haltung auf, um sie durch seine Position von der allgemeinen Gültigkeit des Kausalgesetzes zu ergänzen. Zur skeptischen Position Humes meinte er, sie sei „ein Ruheplatz für die menschliche Vernunft, da sie sich über ihre dogmatische Wanderung besinnen und den Entwurf von der Gegend machen kann, wo sie sich befindet, um ihren Weg fernerhin mit mehrerer Sicherheit wählen zu können, aber nicht ein Wohnplatz zum beständigen Aufenthalte; denn dieser kann nur in einer völligen Gewißheit angetroffen werden, es sei nun der Erkenntnis der Gegenstände selbst oder der Grenzen, innerhalb denen alle unsere Erkenntnis von Gegenständen eingeschlossen ist.“⁷¹ Hegel hielt das Problem der Kausalität für marginal im Vergleich mit den dialektischen Wechselbeziehungen.

Für **Engels** war die Wechselwirkung die wahre causa finalis. „Erst von dieser universellen Wechselwirkung kommen wir zum wirklichen Causalitätsverhältniß. Um die einzelnen Erscheinungen zu verstehen, müssen wir sie aus dem allgemeinen Zusammenhang reißen, sie isolirt betrachten, und da erscheinen die wechselnden Bewegungen, die Eine als Ursache, die Andre als Wirkung.“⁷² Engels kritisierte den Laplace-[41]schen Determinismus wegen der Leugnung des Zufalls. Wenn der Zufall, wie er sich in einer konkreten Erbsenschote mit Dicke und Härte der Schale, Anzahl und Größe der Erbsen und vielen weiteren individuellen Besonderheiten ausdrücke, auf Notwendigkeit reduziert würde, dann würde die Verfolgung der rückwärtigen Kausalverkettung dieser einen Schote zu einer unlösbaren Aufgabe und so die Wissenschaft zur Spielerei verdammt, argumentierte Engels, der mit Hegel den Zufall als Erscheinungsform der Notwendigkeit faßte und Wissenschaft auf die Suche nach Gesetzmäßigkeiten orientierte.⁷³

Die **Laplacesche Denkweise** kulminierte in den Forderungen des Freundes von Helmholtz und Anhängers des Forschungsprogramms der organischen Physik Emil du Bois Reymond, der 1882 in der Berliner Akademie dem physikalischen Chemiker Hans Heinrich Landolt (1831–1910) zum Beispiel des Umlagerens der Atome beim Übergang von einem Chlorknallgas-Faden zu einem Chlorwasserstoff-Faden sagte: „Die mathematisch-mechanische Darstellung solch eines einfachsten chemischen Vorganges dürfte die Aufgabe sein, die der Newton der Chemie anzugreifen hätte. Ihre Lösung wäre der Idee nach der Stein der Weisen, denn jene mathematische Chemie kennt keine Qualitäten mehr; wie denn in Sir William Thomsons kühnem Versuche, die Verschiedenheit der Atome durch verschiedene Verknotung von Wirbelringen zu erklären, die Qualitäten beseitigt sind.“⁷⁴

Die **Konsequenz des Mechanizismus** ist problematisch, denn eine Kausalität ohne Qualitäten führt den Ursachenbegriff in der Vielfalt ad absurdum. Es bedarf dann nur noch der quantitativen Bestimmungen von Massepunkten als den Repräsentanten der die komplexen Systeme konstituierenden Teilchen. Diese Position erwies sich als unhaltbar. Sie konnte den objektiven Zufall und die Entstehung von qualitativ Neuem nicht erklären, nannte als Ideal exakter Wissenschaft die Reduktion physikalischer Beziehungen auf die klassische Mechanik und sah Gesetze erst als erkannt an, wenn sie als Differentialgleichungen formuliert waren.⁷⁵ Die nicht-lineare Denkweise von Aristoteles war linearisiert worden. Ein neuer Übergang zu einer nicht-linearen Denkweise erwies sich als erforderlich. Der erfolgte dann prinzipiell, vor allem mit [42] der Quantenmechanik und ihrer philosophischen Interpretation der Rolle des Zufalls, in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts.

Neue Aspekte, die durch die Wärmetheorie in die Diskussion gebracht wurden, an deren Ausarbeitung Helmholtz und Thomson maßgeblich beteiligt waren, erweiterten die Diskussion um die Mechanisierung

⁷⁰ David Hume, Eine Untersuchung über den menschlichen Verstand, Leipzig 1953, S. 90.

⁷¹ Immanuel Kant, Kritik der reinen Vernunft, vgl. FN 49, S. 783 (A 762).

⁷² Friedrich Engels, Dialektik der Natur (1873–1882), MEGA, I. Abt., Band 26, Berlin 1985, S. 24.

⁷³ Ebd., S. 138 f.

⁷⁴ Physiker über Physiker II. Antrittsreden, Erwiderungen bei der Aufnahme von Physikern in die Berliner Akademie, Gedächtnisreden 1870 bis 1929, bearbeitet von Christa Kirsten und Hans Günther Körber, Berlin 1979, S. 129.

⁷⁵ [Herbert Hörz, Zufall. Eine philosophische Untersuchung, Berlin 1980](#), S. 127 ff.

des Weltbilds. James Clerk Maxwell (1831–1879) versuchte, die Einschränkung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik damit zu begründen, daß es möglich sei, die Bewegung einzelner Molekeln zu erkennen. Er meinte: „Denken wir uns aber nun ein Wesen, dessen Fähigkeiten so vollkommen sind, dass es jeder Molekel in ihrem Laufe folgen könnte, dessen Eigenschaften jedoch ebenso wesentlich endliche sind wie die unsrigen, so sehen wir, das diesem das möglich wäre, was uns unmöglich ist.“⁷⁶ Dieser, nach dem Autor benannte, **Maxwellsche Dämon**, wäre dann in der Lage, in einem Gefäß mit zwei Abteilungen A und B, die durch eine Öffnung verbunden sind, diese Öffnung so aufzumachen und zu schließen, daß sich in A die langsam sich bewegenden und in B sich die schnell bewegenden Molekeln sammeln. Damit würde, ohne Arbeit, die Temperatur in B erhöht und die in A erniedrigt, was dem zweiten Hauptsatz widerspräche. Später zeigte dann die Quantentheorie, daß sowohl der Laplacesche als auch der Maxwellsche Dämon physikalisch nicht zu realisieren sind.

Eine neue Erkenntnisstufe der Kausalität war mit dem Übergang von der klassischen zur modernen Physik in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts und mit der Kritik linearen Denkens im Mechanizismus oder klassischen Determinismus verbunden. Man kann sie nach dem Physiker Niels Bohr (1885–1962), einem der philosophischen Interpreten der Quantentheorie, die **Bohrsche Erkenntnisstufe der Kausalität** nennen. Das mechanistische Weltbild von Helmholtz und Kelvin wurde in seinen Grenzen erkannt, der Mechanizismus aufgegeben und ein neues Weltbild begründet, das den Zufall als konstituierendes Element in die Theorienbildung aufnahm. Wahrscheinlichkeiten bestimmten nun die Realisierung von Möglichkeiten aus einem vorhandenen Möglichkeitsfeld.

Gott würfle nicht, war zwar die Haltung von Albert Einstein (1879–1955), die er der von Niels Bohr und anderen entwickelten Kopenhagener Interpretation der Quantentheorie entgegenstellte. Damit blieb er in dem Denkraum, den Helmholtz und Kelvin für die Erklärung physikalischer Prozesse aufgespannt hatten. 1920 diskutierten Einstein und Bohr in Berlin. Einstein sah die von ihm in die Strahlungstheorie eingeführten Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen als Provisorien an, während Bohr Prinzipielles damit verband.⁷⁷ Kausalität in vereinfachter Form als notwendige Verwirklichung einer Möglichkeit unter wesentlich gleichen Bedingungen war Grundlage linearen Denkens, in dem Ablauf, Kausalität, Gesetz, Vorausbestimmtheit und Voraussagbarkeit zukünftiger Prozesse identisch sind. Dagegen richteten sich Erkenntnisse der Chemie und Biologie und dann der Quantenmechanik. Der Mechanizismus konnte die Entstehung von Neuem nicht erklären. Er leugnete die Existenz des Zufalls. Die Konsequenzen aus der Bohrschen Erkenntnisstufe als einem ersten wichtigen Schritt zur Überwindung eines vereinfachten Kausal Denkens sind theoretisch noch nicht voll gezogen. Die Alternative, für das Verhalten komplexer Systeme mit intern bedingter Strukturbildung entweder Kausalität oder Teleologie anerkennen zu müssen, ist erst noch theoretisch zu überwinden. Philosophisch kann man über die Existenz von Potentialitäten (Möglichkeitsfeldern) zu einer theoretischen Lösung kommen, die in ihrer Bedeutung für die Naturwissenschaften zu testen ist.

Helmholtz und Kelvin fühlten sich der mechanischen Denkweise verbunden, obwohl sie auch, wie schon betont, darüber hinaus dachten.

Neben der theoretischen Situation ist auch die **politische Lage** von Bedeutung, wenn man die Beziehungen zwischen Helmholtz und Kelvin untersucht. Die Auseinandersetzungen, vor allem zwischen Preußen und Österreich um die Vorherrschaft in Deutschland, später mit Frankreich, führten zu kriegerischen Konflikten, die wissenschaftliche Arbeit behindern und zu materiellen und persönlichen Verlusten führen, auch wenn man persönlich nicht so stark davon betroffen war, wie die Bemerkungen von Helmholtz zum **Krieg von 1866** an Thomson zeigen: „Mit den Kriegsereignissen dieses Sommers sind wir nicht in allzunahe Berührung gekommen, einige Einquartierung von beiden Heeren angenommen. Es war aber natürlich eine Zeit grosser politischer Aufregung, weil die Sympathien für die beiden Seiten überall sehr geteilt waren, und sehr heftig aneinander stiessen. Ich selbst war auf der Seite meines Geburtslandes Preussen, und wenn ich auch keineswegs alles billigen konnte, was von jener Seite geschah, so habe ich mich doch über den Erfolg gefreut, der immerhin ein Fortschritt zum

⁷⁶ James Clerk Maxwell, Theorie der Wärme, Breslau 1877, übersetzt von Felix Atterbach, S. 321.

⁷⁷ Ulrich Röseberg, Niels Bohr, Stuttgart 1985, S. 128.

Besseren in unseren verwirrten deutschen Zuständen ist, und schliesslich war die [44] preussische Einquartierung, die wir zuletzt hatten, besser zu ertragen, als die befreundete bayrische, mit der wir anfangs beglückt wurden.“⁷⁸

Anders war das schon mit dem deutsch-französischen Krieg. Am 21.8.1870 schrieb Helmholtz an Thomson: „At present I am occupied from morning to evening with hospital business. We have here already 500 wounded, and prepare the same number of beds for the sacrifices, slaughtered near Metz. The joy for the German victories is very much damped by the dreadful number of fallen soldiers.“⁷⁹

Untersucht man die Beziehungen eines Wissenschaftlers zu einem Land und den Kollegen dieses Landes, wie das mit den Beziehungen zwischen Helmholtz und Kelvin geschieht, dann taucht die Frage nach dem Verhältnis von **Patriotismus und Nationalismus** auf. Kann man Ergebnisse eines Wissenschaftlers einer Nation oder einem Land, das er als seine Heimat betrachtet, zuordnen? Die Antwort ist zwiespältig, denn die wissenschaftliche Wahrheit, die mit neuen Erkenntnissen aufgedeckt und mit neuen Methoden gesucht wird, ist keineswegs national bestimmbar, aber das kulturelle Prestige einer Nation oder eines Landes wird durch die Leistungen der Wissenschaftler mit bedingt. Herausragende wissenschaftliche Erkenntnisse mit internationaler Anerkennung, die durch bestimmte Personen erreicht wurden, sind ein Beitrag zur Identität einer Nation, von denen jede ihre eigene Kultur hat, zu der auch die Art und Weise gehört, Wissenschaft entweder zu fördern oder zu unterdrücken, ihre Vertreter zu unterstützen oder mit Restriktionen zu belegen, die Bildungs- und Wissenschaftsorganisation effektiv oder kreativitätshemmend zu gestalten. Helmholtz steht so für die herausragenden Leistungen deutscher Wissenschaftler, wie Kelvin als Schotte mit seinen Arbeiten die Ergebnisse britischer Wissenschaft repräsentiert.

Man könnte diese Problematik ignorieren, wenn sie nicht in den Diskussionen in Deutschland eine Rolle gespielt hätten, wobei die Beziehungen von Helmholtz und Kelvin Gegenstand der Auseinandersetzungen waren. Beide waren an der Ausarbeitung international gültiger elektrischer Maße beteiligt und schufen dafür experimentelle und theoretische Grundlagen. Sie bestimmten wesentlich die Entwicklung der klassischen Mechanik als mathematisch-physikalische Erklärungsbasis für Naturvorgänge und bemühten sich, die Arbeiten des anderen im eigenen Lande bekannt zu machen, Übersetzungen zu organisieren und [45] sich gegenseitig bei der Lösung von Problemen zu helfen. Es gab viele persönliche Begegnungen in Deutschland und Großbritannien, auf die auch in ihren Briefen Bezug genommen wird, die den internationalen wissenschaftlichen Kontakt förderten, die aber auch Kritik von deutschen Nationalisten, wie das Beispiel des Leipziger Astrophysikers Friedrich Zöllner (1834–1882) zeigt, hervorriefen. Helmholtz verteidigte die Toleranz zwischen den Nationen und die friedensstiftende Rolle der Wissenschaft gegen solche nationalistischen Angriffe. Im Hinblick auf die engen Beziehungen von Helmholtz zu französischen und besonders zu britischen Forschern schrieb Zöllner: „Kein liberaler Minister wird durch glänzende Institute und Laboratorien, durch Gehaltserhöhungen der Professoren und neue Berufungen allein den Verfall einer ehemals begeisterten Stätte deutscher Wissenschaft aufhalten können, solange nicht jene unterirdischen Verbindungen mit London und Paris gänzlich abgeschnitten sind.“⁸⁰ Im Streit mit Zöllner um wissenschaftliche und politische Fragen, mit ehrverletzenden Angriffen⁸¹, widerlegte Helmholtz mit Argumenten Angriffe in wissenschaftlichen Fragen und wies politische und philosophische Vorwürfe zurück. Zöllner entlarvte sich dabei in seinem Ärger und in seiner Eitelkeit selbst.

Nationalismus in wissenschaftlichen Fragen widerspricht der Universalität wissenschaftlicher Wahrheiten und übersteigert den berechtigten Stolz einer Nation und eines Staates auf seine Wissenschaftler in unwürdiger und gefährlicher Weise. Die wissenschaftliche Wahrheit ist nicht national gebunden, jedoch ist das Prestige einer Nation mit wissenschaftlichen Leistungen verknüpft. Helmholtz

⁷⁸ Thomson 26.

⁷⁹ Thomson 35.

⁸⁰ Johann Carl Friedrich Zöllner, Über die Natur der Cometen. Beiträge zur Geschichte und Theorie der Erkenntnis, Dritte Auflage. Leipzig 1883, S. LXVI. Die erste Auflage erschien 1871.

⁸¹ Herbert Hörz, Physiologie und Kultur in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, vgl. FN 51, S. 194 ff.

äußerte sich zu nationalen Fragen, zur Macht einer Nation, die er nicht in materiellen Ressourcen oder in militärischer Stärke sah, „sondern vor allem in der politischen und rechtlichen Organisation des Staates und in der moralischen Disciplin des Einzelnen, welche das Uebergewicht der gebildeten Nationen über die ungebildeten bedingt.“⁸² Die Wissenschaft galt ihm als einigendes Band des Friedens innerhalb der Nation. [46]

2.2. Naturphilosophische Grundlagen

In ihrem bahnbrechenden Handbuch der Theoretischen Physik⁸³ erklärten Thomson und sein Mitautor Peter Guthrie Tait (1831–1901) die physikalischen Phänomene auf der Grundlage des Energieerhaltungssatzes. Es war ein wesentlicher Beitrag zur Begründung des mechanistischen Weltbilds. In der Vorrede bemerkten sie: „Der Ausdruck ‚Natural Philosophy‘⁸⁴ wurde von Newton gebraucht und wird noch jetzt auf den britischen Universitäten angewandt, um die Erforschung der Gesetze der materiellen Welt und die Herleitung nicht direct beobachteter Resultate aus ihnen zu bezeichnen. Beobachtung, Classification und Beschreibung der Erscheinungen muss der Theorie in jedem Theile der Naturwissenschaften nothwendig vorhergehen. Diese frühere Stufe wird in einzelnen Zweigen der Wissenschaft Naturgeschichte genannt und könnte mit demselben Rechte auch in allen übrigen diesen Namen führen.“⁸⁵

Die Autoren stellten sich die Aufgabe, einen einigermaßen vollständigen Bericht über die erreichten Resultate zu geben mmd den Kennern der Mathematik, „einen zusammenhängenden Umriss der analytischen Prozesse zu liefern, durch welche die meisten dieser Resultate auch in Gebiete ausgedehnt worden sind, deren die experimentelle Untersuchung sich noch nicht hat bemächtigen können.“⁸⁶

Damit wird auf die heuristische Funktion der Naturphilosophie im engeren und im weiteren Sinne verwiesen, denn die Aufstellung allgemeiner Prinzipien auf der Grundlage von Erfahrungen⁸⁷ hat sowohl [47] mathematische als auch philosophische Aspekte. Die mathematischen betreffen die in Gleichungen ausgedrückten Beziehungen, die philosophischen sowohl die Verallgemeinerung des empirischen Materials bis zum Prinzip der Welterklärung als auch die Haltung, aus der stringenten Logik der Gedanken zu neuen empirisch überprüfbaren Erkenntnissen zu kommen. Sie bitten zu beachten, „dass an vielen Stellen unseres Werkes, wo es scheinen könnte, als hätten wir heutzutage allgemein angenommene Methoden und Beweisarten rasch und unnöthiger Weise verlassen, wir nicht sowohl Neuerer als vielmehr Wiederhersteller sind.“⁸⁸ Sie beziehen das sowohl auf die mathematischen Sätze von Jean-Baptiste-Joseph Fourier (1768–1830), George Green (1793–1841) und Laplace, als auch auf die Newtonschen Bewegungsgleichungen. Über letztere heißt es: „In der That ist jeder Versuch, diese Gesetze bei Seite zu drängen, völlig misslungen. Vielleicht in keiner Wissenschaft ist jemals einem System eine so einfache und zu gleicher Zeit so umfassende Grundlage gegeben worden.“⁸⁹

Darin drückt sich einerseits die prinzipielle philosophische Haltung aus, die Vielfalt der Erscheinungen auf wenige Grundprinzipien zurückführen zu können, aus denen dann wieder spezifische

⁸² Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, vgl. FN 4, S. 238.

⁸³ William Thomson, Peter Guthrie Tait, *Treatise on Natural Philosophy*, Vol. I, Oxford 1867. Die zweite Auflage erschien als Vol. I, part I in Cambridge 1879 und als Vol. I, part II in Cambridge 1883. Helmholtz und Gustav Wertheim (1843–1902) brachten unter dem Titel „Handbuch der theoretischen Physik“ eine deutsche Übersetzung heraus, deren Teil I in Braunschweig 1871 erschien und Teil II in Braunschweig 1874.

⁸⁴ Als Anmerkung dazu schrieben die Herausgeber Hermann Helmholtz und Gustav Wertheim in der deutschen Ausgabe, aus der hier zitiert wird: „Dies ist der englische Titel des Buches, entsprechend dem Titel von Newton’s berühmtem Werk ‚Philosophiae Naturalis Principia‘; im Deutschen entspricht diesem Begriff etwa der der ‚theoretischen Naturwissenschaft‘ oder auch in noch speziellerem Sinne geradezu: ‚Physik‘.“

⁸⁵ William Thomson und Peter Guthrie Tait, *Handbuch der Theoretischen Physik*, Erster Band, Erster Teil, Braunschweig 1871, S. V.

⁸⁶ Ebd., S. V.

⁸⁷ Im dritten Kapitel werden unter der Überschrift „Erfahrung“ Beobachtung, Experiment, Regeln zur Leitung von Experimenten, Hypothesen, Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen und Methoden der Darstellung experimenteller Resultate, wie Kurven und empirische Formeln behandelt, vgl. ebd. S. 369–198.

⁸⁸ Ebd., S. VII.

⁸⁹ Ebd. S. VII f.

Momente abgeleitet werden. Andererseits ist damit die Auffassung verbunden, daß die Newtonsche Mechanik keiner Ergänzung bedarf. Die weitere Entwicklung der Physik zeigte jedoch, daß die klassische Mechanik für Bereiche gilt, in denen es nicht um die Grundbausteine des materiellen Geschehens und nicht um Annäherungen an die Lichtgeschwindigkeit geht. Im ersten Fall enthält die Quantenmechanik und im zweiten die relativistische Mechanik zwar die klassische als Grenzfall, die Newtonsche Mechanik bedurfte jedoch damit der Ergänzung.

Dabei kritisierten Thomson und Tait den Gebrauch des Wortes „Mechanik“, den sie nicht gerade als passend bezeichneten. Sie sprachen von „abstrakter Dynamik“⁹⁰, was ihrer Meinung nach klarer zum Ausdruck bringt, daß Dynamik die Wissenschaft ist, „welche von der Wirkung der Kraft handelt, mag letztere nun relative Ruhe unterhalten oder eine Beschleunigung der relativen Bewegung hervorbringen“, was als Statik und Kinetik gefaßt wird.⁹¹

In einer Rezension im Scotsman vom 6.11.1868 werden die beiden Autoren als eine glückliche gegenseitige Ergänzung gesehen, denn „the [48] one being deeply speculative, but slightly nebulous in the utterance of his original thoughts, as often happens with profound thinkers; the other, though not deficient in originality, being clear, dashing, direct and practical. They are both honest and candid, free from that solemn humbug which has been known to hang as a sort of sared curtain about professors even of Natural Philosophy.“⁹² Es wird besonders hervorgehoben, daß die Welt der Naturphilosophie, die in dem Buch vorgestellt werden, nicht die abstrakte Welt von Examensarbeiten in Cambridge sei, in der die Materie perfekt homogen, die Scheiben perfekt eben, die Seile perfekt elastisch und die Flüssigkeiten perfekt unelastisch seien, sondern die konkrete Sinnenwelt, die sich zwar mathematischen Idealisierung annähere, sie jedoch nicht erreiche. Tatsächlich handelt die klassische Mechanik, wie mein Physiklehrer immer betonte, von punktförmigen Affen an gewichtslosen Seilen. Kelvin war sich jedoch, wie die Diskussion mit Helmholtz um die Mathematik noch zeigen wird, der damit vollzogenen Abstraktionen bewußt und suchte danach, die Mechanik realitätsverbunden zu entwickeln.

Helmholtz und Kelvin kommen aus unterschiedlichen **Traditionen der Naturphilosophie**. Helmholtz wurde vor allem durch die philosophische Atmosphäre im Vaterhaus geprägt⁹³ und orientierte sich dann an Kant, mit dem er sich kritisch auseinandersetzte. Die in seiner Arbeit zur Erhaltung der Kraft von 1847⁹⁴ angestellten allgemeinen Überlegungen zur Energieerhaltung bestimmten, auch Kelvin hatte diesen prinzipiellen Ausgangspunkt, seine spätere Orientierung in der Erforschung der vielfältigen Phänomene der Natur.

Helmholtz sah im Herangehen von Kant und Newton keinen Unterschied, hatte sich doch Kant selbst in seinem 1755 veröffentlichten Werk „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprünge des ganzen Weltgebäudes nach Newtonschen Grundsätzen abgehandelt“ auf Newton berufen. Helmholtz meinte, daß die prinzipielle Spaltung zwischen Philosophie und Naturwissenschaften zu Kants Zeiten noch nicht bestanden habe, denn: „Kant stand in Beziehung auf die Naturwissenschaften mit den Naturforschern auf genau denselben Grundlagen; er selbst interessierte sich lebhaft für Newton's Theorie der Bewegungen der Weltkörper, für dieses grossartigste Gedankenwerk welches der [49] menschliche Verstand bis dahin erbaut hatte, in welchem aus der einfachsten Grundlage, der allgemeinen Gravitationskraft, sich in strengster Folgerichtigkeit die unendliche Mannigfaltigkeit der himmlischen Bewegungen entwickelt, und welches gleichsam als das Vorbild für alle späteren naturwissenschaftlichen Theorien betrachtet werden kann. Ja Kant versuchte selbst, ganz in Newton's Sinne, eine Hypothese über die Entstehung unseres Planetensystems unter der Einwirkung der Gravitationskraft auszubilden.“⁹⁵

⁹⁰ Ebd., S. VIII.

⁹¹ Ebd., S. VI f.

⁹² Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5, p. 471.

⁹³ Herbert Hörz, Brückenschlag zwischen zwei Kulturen, vgl. FN 10, S. 80 ff.

⁹⁴ Hermann Helmholtz, Ueber die Erhaltung der Kraft, vgl. FN 21.

⁹⁵ Hermann von Helmholtz, Ueber das Sehen des Menschen, in: Hermann von Helmholtz, Vorträge mmd Reden, Erster Band, vgl. FN 63, S. 88.

Helmholtz betonte, daß die Naturwissenschaften noch fest auf denselben Grundsätzen stünden wie zu Kants Zeiten, sich nur reicher entfaltet hätten, während die Philosophie nun meine, Resultate der Erfahrungswissenschaften im Voraus durch reines Denken finden zu können, was jedoch nur auf einige philosophische Systeme zuträfe. Für ihn war das gemeinsame Band zwischen Philosophie und Naturwissenschaft keineswegs zerrissen.⁹⁶

Vor allem die Kritik von **Hegel** an Newton fand Helmholtz nicht gerechtfertigt. Hegel warf Newton und anderen Physikern vor, sich nicht auf eine Untersuchung der Begriffe eingelassen zu haben. Er habe schlechte Beobachtungen und noch schlechtere Schlüsse gemacht. Hegel meinte, Newton habe viel zur Verbreitung der englischen Manier des Philosophierens beigetragen. „Physik, hüte dich vor der Metaphysik, war sein Wahlspruch: d. h. also, Wissenschaft, hüte dich vor dem Denken.“⁹⁷ Newton sei ein so vollkommener Barbar an Begriffen, denn er habe nicht gewußt, daß er dachte und mit Begriffen zu tun hatte, während er meinte, es mit physikalischen Dingen zu tun zu haben. Helmholtz verteidigte die Auffassungen Newtons gegen die Angriffe Hegels. „Hegel’s Naturphilosophie erschien den Naturforschern wenigstens absolut sinnlos. Von den vielen ausgezeichneten Naturforschern jener Zeit fand sich nicht ein Einziger, der sich mit den Hegel’schen Ideen hätte befreunden können.“⁹⁸ Da Hegel Anerkennung auf diesem Gebiet suchte, richtete er seine erbitterte Polemik gegen „Newton, als dem ersten und grössten Repräsentanten der wissenschaftlichen Naturforschung ... Die Naturforscher wurden von den Philosophen der Bor-[50]nirtheit geziehen; diese von jenen der Sinnlosigkeit. Die Naturforscher fingen nun an, ein gewisses Gewicht darauf zu legen, dass ihre Arbeiten ganz frei von allen philosophischen Einflüssen gehalten seien, und es kam bald dahin, dass viele von ihnen, darunter Männer von hervorragender Bedeutung, alle Philosophie als unnütz, ja sogar als schädliche Träumerei verdammt.“⁹⁹

Hegel verteidigte den Anspruch der Philosophie, sich mit den Begriffen und dem Denken selbst zu befassen. „Die Newtonsche Philosophie enthält nur das, was wir jetzt Naturwissenschaft neuen, – Wissenschaft, die sich auf Erfahrung, Wahrnehmung stützt und Kenntnisse enthält von den Gesetzen, Kräften und allgemeinen Beschaffenheiten der Natur.“¹⁰⁰ Hegel machte auf den unterschiedlichen Gebrauch des Wortes „Philosophie“ in Deutschland und England aufmerksam. „In England wird unter Philosophie Naturwissenschaft verstanden.“¹⁰¹ Auch in Deutschland gehörten die Naturwissenschaften noch zur Philosophischen Fakultät. Wissenschaft war für ihn Nachdenken über Natur, Recht, Sittlichkeit, Staat usw., was zur Philosophie gehört, weshalb Hegel das philosophische Moment in den Wissenschaften hervorhob, „das Selbstsehen, Selberempfinden, Selbstdenken, das Selberdasein ... Dieses Moment und dann die Form, die durch das Denken hervorgebracht wird, die der allgemeinen Gesetze, Grundsätze, Grundbestimmungen, also das Selbst und die Form der Allgemeinheit sind das, was die Philosophie gemein hat mit jenen Wissenschaften, jenen philosophischen Ansichten, Vorstellungen usf. und was ihnen den Namen der Philosophie gegeben hat.“¹⁰²

Man kann mit Hegel Philosophie als Denken des Denkens fassen und Naturwissenschaft auf das Empirische reduzieren. Dann würde Philosophie der Naturwissenschaft den Gebrauch der Begriffe vorschreiben und Naturwissenschaft nur Material liefern, um Philosophisches zu explizieren. Die heuristische Funktion der Philosophie bliebe auf der Strecke. Die Frage, wie Philosophie und Naturwissenschaften miteinander verbunden werden und voneinander lernen können, wäre mit dieser Konstruktion nur negativ zu beantworten.

Gegenüber den Angriffen von Philosophen Hegelscher Provenienz verteidigten Helmholtz und Kelvin das Recht der Naturwissenschaften [51] auf empirischer Basis allgemeine Prinzipien zu entwickeln

⁹⁶ Ebd., S. 116 f.

⁹⁷ Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Werke in zwanzig Bänden, Band 20, Frankfurt am Main 1971, S. 231.

⁹⁸ Hermann von Helmholtz, Ueber das Verhältniss der Naturwissenschaften zur Gesamtheit der Wissenschaft, in: Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Erster Band, vgl. FN 63, S. 164.

⁹⁹ Ebd., S. 164.

¹⁰⁰ Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Geschichte der Philosophie Erster Band, Leipzig 1940, S. 159.

¹⁰¹ Ebd., S. 161.

¹⁰² Ebd., S. 165 f.

und deren Heuristik zu prüfen. Es gab jedoch auch Unterschiede im Herangehen. Helmholtz war davon überzeugt, daß die Erklärung des Naturgeschehens auf eine oder wenige Differentialgleichungen zurückzuführen sei. Insofern folgte er der deutschen philosophischen Tradition, im Detail das Allgemeine zu finden, das er in der mathematischen Ordnung der Wirklichkeit sah. Kelvin blieb dagegen dem vorwiegend empiristischen Herangehen treu, das ihn dann auch zu einem allgemeinen Prinzip führte, das die Vergänglichkeit des Geschehens in den Mittelpunkt der Überlegungen stellte. Er begründete mit Rudolph Clausius (1822–1888) den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik.

Das Streben Kelvins, sich über die Prinzipien der Physik klar zu werden und damit die philosophischen Grundlagen physikalischer Arbeit zu bestimmen, wird im Verlangen deutlich, einen Lehrtext darüber zu schreiben. Im November 1862 kündigte er im Brief an Helmholtz an, daß er mit Tait ein Buch zur „natural philosophy“ schreiben wolle, das den Studenten helfen solle. „I have long found the want of such a book, but the labour to prepare me has seemed too formidable, until I have found a most energetic and able coadjutor in my colleague of Edinburgh.“¹⁰³ Im Hinblick auf die Tonempfindungen wandte er sich an Helmholtz: „Sound‘ is to be our last Chapter of Vol. I, and any suggestions, contributions, or references, from you, if, assuming that we know all that is published in your book, you have any thing more to tell of, will be thankfully received. Is your book on acoustic now finished? I suppose it is, from what you told me in your letter, and if it is to be had we shall get it immediatly, to help us with what you have to do.“¹⁰⁴

Helmholtz antwortete: „Auch Ihr Unternehmen, ein Lehrbuch über Natural Philosophy zu schreiben ist sehr dankenswerth, freilich aber auch sehr mühsam. Doch hoffe ich, wird es Ihnen auch eine Menge Stoff zu wichtigen Arbeiten zuführen. Wenn man ein solches Buch zu schreiben sucht, bemerkt man am besten die Lücken, welche sich in der Wissenschaft noch finden. Mein Buch über Akustik ist eben erschienen unter dem Titel ‚Die Lehre von den Tonempfindungen, als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik‘.“¹⁰⁵ Ein Exemplar des Buches war auf Wunsch von Helmholtz durch den Buchhändler schon an Kel-[52]vin abgesandt worden. Der Glasgow University Calendar für 1863/64 weist als Textbücher für die Klassen der Natural Philosophy aus: George Richardson, Elements of Dynamics, dessen erster Teil fertig sei und W. Thomson und P. G. Tait, Elements of Natural Philosophy, von denen zwei Teile bis November vorliegen.¹⁰⁶

Kelvin sah die Bedeutung des Übergangs von einer Stoffphysik zu einer **Prozeßphysik**. Deshalb hatte er Mechanik vor allem als Dynamik verstanden. Er war begeistert von der Formulierung John Tyndalls (1820–1893), die Wärme als eine Art der Bewegung (as a Mode of Motion) zu betrachten. Als er im November 1880 den Vorschlag machte, über Elastizität in der Royal Institution vorzutragen, gab er als Titel an: „On Elasticity viewed as a possible Mode of Motion“. Seine Vorlesung am 4.3. 1881 begann er mit den Worten: „The mere title of Dr. Tyndall’s beautiful Heat, a Mode of Motion, is a lesson of truth which has manifested far and wide through the world one of the greatest discoveries of modern philosophy. I have always admired it.“¹⁰⁷

Über die Leistungen von Kelvin und Helmholtz bemerkte Augustus Edward Hough Love (1863–1940), der Präsident der Londoner Mathematischen Gesellschaft, in seiner Gedächtnisrede 1908: „But the most striking example of Kelvin’s simultancously concrete and imaginative mode of working is to be found in his theory of vortex motion and vortex atoms. Where Helmholtz had found interesting types of motion of air and water, depending upon his new integrals of the equation of hydrodynamics, Kelvin detected a possible interpretation of all nature, consisting in the permanence of vortices. His theory of vortex atoms became the type to which, as we now believe, a dynamical theory of ultimate physical reality must conform, inasmuch as it set forth in a realized example the

¹⁰³ Thomson 21.

¹⁰⁴ Thomson 21.

¹⁰⁵ Thomson 22, Lady Thomson 2. Der Briefwechsel zwischen Helmholtz und der ersten Lady Thomson sowie Briefe an die zweite Lady Thomson sind im Punkt 4 des Anhangs enthalten und werden zitiert: Lady Thomson mit der Briefnummer.

¹⁰⁶ Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5, p. 465 f.

¹⁰⁷ Ebd., p. 743 f.

doctrine that ether and atoms are one and the same stuff, the difference between matter and non-matter being kinematic. He has focussed attention upon that which is in the end the fundamental problem of theoretical physics.“¹⁰⁸

So wird der vorwiegend empirisch tätige Kelvin zum Naturphilosophen par excellence, der sich mit seinen grundlegenden Ideen als philosophischer Heuristiker betätigt, zugleich jedoch auf die empirische Bestätigung allgemeiner Gesetze setzt. Helmholtz ist in seinen allgemeinen Aussagen vorsichtiger, hat er doch immer wieder betont, daß die [53] philosophischen Aussagen über die Welt, ob materialistisch, realistisch oder idealistisch, Hypothesen seien.¹⁰⁹

Die Heuristik der Naturphilosophie ist nie einseitig deduktiv orientiert, wie die weiteren Darlegungen, auch zu den Auseinandersetzungen zwischen Zöllner einerseits und Helmholtz und Kelvin andererseits, noch zeigen werden. Naturphilosophische Überlegungen können nur dann heuristisch genutzt werden, wenn die Komplexität des induktiv-deduktiven Herangehens an die Wirklichkeit beachtet wird. Sie zeigt sich auch im System der wissenschaftlichen Methoden, das aus den Eckpunkten der mathematisch-logischen, der experimentellen und der historischen Methode besteht.

2.3. Zur Methodologie von Helmholtz und Kelvin

Trotz unterschiedlicher Auffassungen über das Verhältnis von Mathematik und Wirklichkeit kann man das methodologische Herangehen von Helmholtz und Kelvin als induktives Suchen nach Regeln und Gesetzen des empirisch untersuchten Materials auf der Grundlage deduktiver Heuristik betrachten. Beide gingen sowohl den Weg vom Experiment zur Theorie als auch umgekehrt. Kennzeichnend für **Helmholtz** war jedoch das systematische Experimentieren mit vorgegebenen Hypothesen. Er wußte, wonach er suchte.

Interessant in diesem Zusammenhang ist die Entdeckung des Augenspiegels von 1850, die ihn als jungen Wissenschaftler bekannt machte. Dabei kamen mehrere Komponenten für die Erfindung zusammen. Er kannte die Theorie des Augenleuchtens seines Freundes Ernst Wilhelm Ritter von Brücke (1819–1892), war mit den Nöten der Augenärzte vertraut, nicht in das Innere des Auges schauen zu können, und er forschte über optische Erscheinungen, was ihm die Möglichkeit gab, selbst die entsprechenden Gläser zu suchen, um das Augenleuchten diagnostisch zu nutzen. Brücke freute sich über den Erfolg von Helmholtz und schrieb ihm 1851 aus Wien dazu: „Ueber Deinen Augenspiegel habe ich mich sehr gefreut zumal derselbe mir der Idee nach nicht neu war. Ich habe nämlich vor über 5 Jahren auch einmal einen solchen ganz roh aus einem Hohlglase und einem schiefstehenden Stücke Spiegelglas zusammengebaut und ihn an du Bois Augen probiert ich muß mich aber recht [54] ungeschickt angestellt haben, denn die Geschichte wollte damals nicht gehen. Der junge Gräfe, ein sehr tüchtiger Augenarzt der sich im Augenblick hier befindet war gleichfalls hocheifrig über Deine Erfindung.“¹¹⁰

Der Ophthalmologe Albrecht von Graefe (1828–1870) tat selbst viel für die Verbreitung dieser Erfindung, was den Ruhm von Helmholtz noch erhöhte. Das war wichtig, denn viele Augenärzte begriffen erst nicht die Bedeutung dieses diagnostischen Instruments, da dafür optische Kenntnisse erforderlich waren. Weitere Verbesserungen erleichterten dann die Handhabung für alle, die damit umgehen wollten.

Theoretische Überlegungen waren für Helmholtz bei der Konstruktion anderer Instrumente ebenso wichtig, wie die Notwendigkeit genauer Meßinstrumente und Geräte zur Verifizierung von theoretischen Überlegungen zu haben. Nicht die praktische Relevanz für die Industrie war für ihn in erster Linie entscheidend, sondern die empirische Fundierung theoretischer Überlegungen. So entwickelte er das Ophthalmometer, nun die Krümmung der Hornhaut am lebenden Auge genau messen zu können. Das war für seine Arbeiten zur physiologischen Optik wichtig. Er mußte „wegen der geringen Mittel des Institutes das Fernrohr aus Gläsern zusammenstellen, die er zur Disposition hatte ...“¹¹¹

¹⁰⁸ Ebd., p. 1145.

¹⁰⁹ Gregor Schiemann, Wahrheitsgewissheitsverlust. Hermann von Helmholtz' Mechanismus im Anbruch der Moderne, Darmstadt 1997.

¹¹⁰ Herbert Hörz, Physiologie und Kultur in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, vgl. FN51, S. 356.

¹¹¹ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster Band, vgl. FN 1, S. 237 f.

Vom Prinzip ging **Kelvin** in gleicher Weise vor. Er konstruierte Geräte jedoch nicht nur zur Verbesserung seiner Messungen, sondern auch, unter dem Einfluß seines Bruders, des Ingenieurwissenschaftlers James Thomson (1822–1892), für direkte praktische Bedürfnisse, vor allem für die damals sich immer mehr ausbreitende Dampfschiffahrt, die er in Glasgow direkt vor Augen hatte, und für die transatlantischen Kabel. Seine Untersuchungen über Wellen und Ripples auf der Kelvin gehörenden Yacht „Lalla Rookh“, auf die noch einzugehen ist, seine Versuche mit Kreiseln und Metallscheiben, zeigen jedoch, daß er jede Gelegenheit nutzte, um Experimente anzustellen. In diesem Sinne war er ein empirischer Naturforscher, der seine Umgebung immer mit den Augen des nach unbekanntem Ereignissen Suchenden betrachtete. Man könnte so Helmholtz als den empirisch orientierten Theoretiker und Kelvin als theoretisch orientierten Empiriker sehen. Zugleich wird deutlich, daß man methodologisches Herangehen an die Natur bei solchen hervorragenden Forschern nicht einseitig klassifizieren kann. Helmholtz ging es oft gar nicht um empirische Belege, wenn er seine Theorien bis zu den [55] grundlegenden Differentialgleichungen formuliert hatte und Kelvin war sich der inneren Kraft und Logik von Theorien sehr wohl bewußt.

Kelvin vertraute auf die innere Konsistenz von Theorien. In seinen Baltimore Lectures betonte er bei der Darlegung der Dynamik elastischer Körper¹¹² und an anderen Stellen, daß die Eigenschaften der Lichtwellen, die mit Molekülen agieren, sich aus den dynamischen Überlegungen selbst ergeben. Die dynamische Behandlung des Problems bringe das hervor, was Experimente nachher bewiesen. Dabei war die Rolle der Mathematik zu beachten. Der Mathematiker solle stets Papier und Stift oder Tafel und Kreide benutzen, um die Dinge auszuarbeiten und nicht auszudenken. Es gehe um reale Körper und nicht um Mystifikationen des Geistes. Mystifikation contra Realität „offers the same contrast as between ‚brains‘ and hands, symbols and things, the ideal versus the real, but most especially the electromagnetic theory of light versus the elastic-solid theory. In fact the entire series of Baltimore Lectures should be read in its negative dimension as an attempt to denounce Maxwell’s displacement current as mystification.“¹¹³ Kelvin lernte in seiner wissenschaftlichen Umgebung die verschiedensten methodologischen Herangehensweisen an die Naturphänomene kennen. Er nahm die wenig mathematisch begründete Feldtheorie von Michael Faraday (1791–1876) ebenso zur Kenntnis, wie die mathematisch ausgeformten Theorien zum Elektromagnetismus von Maxwell. In mathematisch-physikalischen Fragen konsultierte er oft seinen Freund George Gabriel Stokes (1819–1903). Seine eigene Methodologie war jedoch stets auf die Verbindung von mathematischen Gleichungen und empirischer Erklärung orientiert.

Methodologie als Gesamtheit der Methoden ist nie völlig unabhängig von den untersuchten Inhalten. Da die Methode die Art und Weise ist, die inneren Mechanismen eines untersuchten Objekts zu erfassen, seine Gesetze und Regularitäten zu erkennen, muß sie dem Objekt angepaßt werden. Sie ist der bewußte Einsatz menschlicher Tätigkeit, von der praktisch-gegenständlichen Veränderung der Objekte bis zur gedanklichen und sprachlichen Durchdringung der Probleme, um ein Erkenntnisziel zu erreichen. Erst die Resultate der Forschung zeigen, ob eine Methode problemadäquat ist. Man kann die Methodologie als das System der Methoden durch die Eckpunkte der experimentellen, mathematisch-logischen und historischen Methode charakterisieren, wobei andere Methoden, wie etwa die Modellmethode, sich als Zwischenformen dieser Eckpunkte erweisen.¹¹⁴ Der herausragende, weil erfolgreiche, Wissenschaftler nutzt davon genau die Methoden, die er braucht, um seine Probleme zu lösen. So war es auch bei Helmholtz und Kelvin, die sich vor allem auf die mathematische Behandlung der Probleme verließen, da Mathematik als Wissenschaft von den möglichen formalisierbaren Strukturen ideeller Systeme sowohl die Potenz als Heuristik in sich trägt, indem mathematische Konsequenzen empirisch zu überprüfen sind, als auch die Konsistenz von Theorien verdeutlicht, aus denen weitere Schlußfolgerungen durch Anwendung der Regeln sich ergeben können.

Helmholtz ging auf **methodologische Unterschiede** bei der Naturforschung in einem Brief an seine Frau vorn 8.9.1853 ein. Er hatte auf dem Weg zur Sitzung der British Association nach Hull in

¹¹² Lord Kelvin, Baltimore Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light, London 1904, p. 34 ff.

¹¹³ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 469.

¹¹⁴ [Herbert Hörz, Wissenschaft als Prozeß, Berlin 1988](#), S. 292 ff.

London Station gemacht, um mit Kollegen zu sprechen. Der Astronom Georg Bidell Airy (1801–1882) lud ihn nach Greenwich ein, wo er ihm ausführlich die Sternwarte und andere Einrichtungen für magnetische und meteorologische Beobachtungen zeigte. Diesen Besuch bezeichnete Helmholtz als einen seiner interessantesten und angenehmsten auf dieser Reise. Er schrieb: „Airy scheint übrigens durch hochfahrendes Wesen die übrigen englischen Gelehrten zurückgestoßen zu haben. Er hat eine bevorzugte Stellung, was er schreibt geht nicht unter seinem Namen, sondern als vom Astronomer Royal in die Welt, und er ist den anderen überlegen durch methodische Ausbildung, während die meisten englischen Physiker nicht wie die Franzosen durch Einübung in ausgebildete Methoden, sondern durch reinen Instinct Großes leisten, was freilich auch oft genug durch Unkenntniß der aller gewöhnlichsten Dinge verdorben wird.“¹¹⁵

In der Diskussion zwischen Thomson und Tait über das gemeinsame Buch zu den Grundlagen der Naturphilosophie hatte Tait den Vorschlag unterbreitet, experimentelle von mathematischen Abschnitten zu trennen, während Thomson für die schnelle, gedrängte und populäre Darstellung eine Mixtur von mathematischer Analyse und experimentellen Teilen vorschlug. Man einigte sich auf kurze mathematische Darstellungen im deskriptiven Text. Tait schrieb dazu an den Verleger: „No mathematics will be admitted (except in notes, and these will be more [57] or less copious throughout the volume, being printed in the text but in smaller type). But we shall give very little in that way as my great object in joining Thomson in this work is to have him joined to me in the great work which is to follow, on the Mathematics of Nat. Phil., which I do not believe any living man could attempt alone, not even Helmholtz.“¹¹⁶

Methodologisch-erkenntnistheoretische Fragen sprach Zöllner im Streit mit Helmholtz um die Rolle der Philosophie in der Naturforschung an. Als Astrophysiker hatte sich Zöllner einen Namen mit seinen Arbeiten zur Photometrie gemacht. Er konstruierte einen visuellen Photometer, der die Intensität der zu messenden mit einer vorhandenen Lichtquelle verglich. Mit seinen Messungen an Mond, Sonne und Planeten begründete er die quantitativ arbeitende Astrophysik mit. Zugleich beschäftigte er sich intensiv mit erkenntnistheoretischen Fragen, wobei er zu Resultaten kam, die teilweise seiner eigenen Methodologie in der Astrophysik widersprachen. Im Zusammenhang mit seinen kritischen Anmerkungen zu Helmholtz und Kelvin bemerkte er, „dass es der Mehrzahl unter den heutigen Vertretern der exakten Wissenschaften an einer klar bewussten Kenntniss der ersten Principien der Erkenntnistheorie gebreche.“¹¹⁷ Das waren Vorwürfe, die er gegen Helmholtz erhob, als er ihn anklagte, Schopenhauer plagiiert zu haben und die Verdienste seines Freundes Wilhelm Eduard Weber (1804–1891) bei der Begründung des elektrischen Maßsystems nicht zu berücksichtigen, als es um die namentliche Benennung der Maßeinheiten ging.¹¹⁸ Zöllner meinte, eine generelle Unterschätzung der Deduktion durch seine zeitgenössischen Kollegen annehmen zu können. Er anerkannte zwar die Zweckmäßigkeit empirischer Materialsammlung und empirisch-experimenteller Forschungen, meinte jedoch zugleich eine Tendenz selbstgefälliger Verachtung für andere Arten wissenschaftlichen Herangehens feststellen zu müssen, so daß sich „die logische Schärfe der Verstandesoperationen in unserem Jahrhundert im Vergleich mit früheren herabgesetzt und vermindert hat.“¹¹⁹

Kelvin und Tait machte Zöllner den Vorwurf, sie hätten sich nicht nur mit den Gesetzen der Dynamik befaßt, wovon sie etwas verstünden, sondern auch mit deren Prinzipien. „Allein die Speculation ist in der gegenwärtigen Entwicklungsphase der Naturwissenschaft ein so tief [58] empfundenes Bedürfniss, dass selbst ein heut fast nur noch inductiv thätiges Volk, wie die Engländer, der Versuchung nicht widerstehen kann, sogar über mathematisch-physikalische Hypothesen zum speculiren.“¹²⁰ Als Beispiel nannte er das Webersche Gesetz, welches sich als Universalgesetz der Natur erweise, das sowohl die Bewegungen der Gestirne als auch die der Elemente der Materie umfasse, und nun von

¹¹⁵ Richard L. Kremer (ed.), Letters of Hermann von Helmholtz to his wife 1847–1859, Stuttgart 1990, S. 127.

¹¹⁶ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 352.

¹¹⁷ Johann Lan Friedrich Zöllner, Über die Natur der Cometen, vgl. FN 80, S. IX.

¹¹⁸ Herbert Hörz, Physiologie und Kultur in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, vgl. FN 51, S. 194–205.

¹¹⁹ Johann Lan Friedrich Zöllner, Über die Natur der Cometen, vgl. FN 80, S. X.

¹²⁰ Ebd., S. LI.

Männern vom Standpunkt allgemeiner Prinzipien angegriffen würde, was unbegründet sei.¹²¹ Es geht dabei um das **Verhältnis von Induktion und Deduktion**, das Kelvin und Helmholtz beschäftigte, wobei sie der Induktion den Vorrang gaben, denn erst mußte Material zur Verallgemeinerung existieren, um die Regularitäten und Gesetze in ihm zu erkennen. Dann konnten deduktiv Folgerungen aus den erkannten Gesetzen gezogen werden. Stellte man deduktiv Behauptungen auf, so waren diese empirisch zu überprüfen.

Zöllner setzte die Deduktion an die erste Stelle der Erkenntnistheorie, denn ein induktiver Beweis liefere „nichts weiter als die Wahrscheinlichkeit der Existenz eines Causalverhältnisses. ... Dagegen enthält der deductive Beweis eines Satzes nicht nur den Nachweis von der Existenz überhaupt, sondern auch zugleich den vom Grunde der Existenz jener causalen Beziehung.“¹²² Das mußte für solche empirisch und mathematisch orientierten Naturforscher, wie Helmholtz und Kelvin, als Verteidigung einer veralteten naturphilosophischen Haltung erscheinen, in der die spekulative Idee vor dem empirischen Nachweis stand. Ihre Versuche, Physik, Geologie, Physiologie usw. naturwissenschaftlich zu fundieren, konnten damit als unphilosophisch abgetan werden. Für Zöllner drückte die philosophisch-spekulative Episode der Wissenschaft jedoch das dringende Bedürfnis nach Deduktion aus. „Uner-schütterlich lebt in mir der Glaube an eine bevorstehende Epoche der deductiven Erkenntnis der Welt, wie sie schöner, herrlicher und reicher an Harmonie nie zuvor gesehen worden ist.“¹²³ Seine Hauptgegner im Streit um die Methodologie benannte er auch im Vorwort zur dritten Auflage seines Kometenbuches, wenn er betonte, dem Weberschen Gesetz Anerkennung verschafft zu haben und die gründliche Widerlegung der gegen dieses Gesetz vorgebrachten Einwendungen von Helmholtz, Thomson und Tait gezeigt zu haben.¹²⁴

[59] Kelvin machte mit Tait in dem gemeinsam geschriebenen Buch deutlich, daß sie sich zwar dem Herangehen von Newton verpflichtet fühlten, zugleich aber die Stringenz mathematischer Konklusionen nutzen, um zu neuen Erkenntnissen zu kommen. „Die Gesetze der Bewegung, das Gesetz der Gravitation und der elektrischen und magnetischen Attraction, Hooke’s Gesetz¹²⁵ und andere direct auf experimentellem Wege hergeleiteten Fundamentalprincipien führen mittels mathematischer Operationen zu manchen interessanten und nützlichen Resultaten, für deren Prüfung freilich auch unsere feinsten Versuchsmethoden bis jetzt völlig ungenügend sind. Ein grosser Theil unseres ersten Bandes ist diesen Entwicklungen gewidmet, die zwar nicht unmittelbar experimentell bestätigt werden können, aber so sicher wahr sind, wie die elementaren Gesetze, aus denen sie durch die mathematische Analyse hergeleitet wurden.“¹²⁶

Helmholtz war sich ebenfalls der inneren Konsistenz mathematischer Theorien bewußt, die aus der inneren Logik heraus zu heuristischen Aussagen führen konnte, die dann empirisch zu prüfen waren. In einem Brief an Lady Thomson bemerkte er, daß er sich bemühe, die Folgerungen aus einem allgemeinen Prinzip zu ziehen und sich dabei der inneren Logik des Geschehens auf der Grundlage innerer Gesetzmäßigkeiten bewußt sei. Er schrieb dazu: „Wenn man aus einem richtigen allgemeinen Principe die Folgerungen in den einzelnen Fällen seiner Anwendung sich entwickelt, so kommen immer neue Überraschungen zum Vorschein, auf die man vorher nicht gefasst war. Und da sich die Folgerungen nicht nach der Willkür des Autors sondern nach ihren eigenen Gesetzen entwickeln, so hat es mir oft den Eindruck gemacht, als wäre es gar nicht meine eigene Arbeit, die ich niederschrieb, sondern als ob ich nur die Arbeit eines anderen nachstudire. Mr. Thomson muss an seinen eigenen Arbeiten über die mechanische Wärmetheorie ähnliche Erfahrungen gemacht haben.“¹²⁷ Eines dieser erwähnten Prinzipien ist für beide der Energieerhaltungssatz oder nach Helmholtz der Satz von der Erhaltung der Kraft.

¹²¹ Ebd., S. LVI.

¹²² Ebd., S. XL.

¹²³ Ebd., S. LXXXV.

¹²⁴ Ebd., S. LXXXIV.

¹²⁵ Der englische Naturforscher Robert Hooke (1635–1703) hatte das Gesetz entdeckt, wonach die bei einer Verformung eines elastischen festen Körpers auftretende Gegenkraft im gleichen Verhältnis mit der Größe der Verformung wächst.

¹²⁶ William Thomson und Peter Guthrie Tait, Handbuch der Theoretischen Physik, vgl. FN 85, S. VI.

¹²⁷ Lady Thomson 2.

Interessant sind in diesem Zusammenhang die Überlegungen von Helmholtz zu Faraday. 1870 gab er die deutsche Übersetzung von John [60] Tyndalls „Faraday as a discoverer“ mit einem eigenen Vorwort heraus.¹²⁸ Bei seinen Besuchen in England hatte Helmholtz Faraday kennen und schätzen gelernt. Ihn interessierte nicht nur die hervorragende Gedankenleistung Faradays, sondern vor allem, wie unser Wissen zum treuen Abbild der Wirklichkeit werden kann. Für ihn war wichtig, daß es Faraday gelang, solche allgemeinen physikalischen Begriffe wie Kraft, Atome, Materie u. a. von den theoretischen Zugaben zu reinigen, die nicht unmittelbarer Ausdruck der Tatsachen sind. Dazu gehörte vor allem auch der Feldbegriff, der Wirkungen faßbar machte und sie nicht auf irgendwelche Fernkräfte zurückführte.

Helmholtz befaßte sich mit methodologischen Fragen im Zusammenhang mit der Herausgabe der Werke von Thomson und Tait 1873 und der von Tyndall 1874. Indem er die Einheit von Induktion und Deduktion betonte, wies er den Angriff gegen Thomson mmd Tait zurück, sie hätten die deduktive Methode unterschätzt. Er meinte: „Nach der bisherigen Ansicht der besseren Naturforscher war die deductive Methode nicht bloss berechtigt, sondern sogar gefordert, wenn es sich darum handelte, die Zulässigkeit einer Hypothese zu prüfen. Jede berechtigte Hypothese ist der Versuch, ein neues allgemeineres Gesetz aufzustellen, welches mehr Thatsachen unter sich begreift, als bisher beobachtet sind. Die Prüfung derselben besteht nun darin, dass wir alle Folgerungen, welche aus ihr herfließen, uns zu entwickeln suchen, namentlich diejenigen, welche mit beobachtbaren Thatsachen zu vergleichen sind.“¹²⁹ Es ging dabei um Thomsons und Tait's Überlegungen, daß sich Hypothesen nicht zu weit von den Tatsachen entfernen dürften, wofür sie Wilhelm Webers Gesetz der elektrischen Fernwirkung und Newtons Emissionstheorie des Lichts nannten.

Zöllner empfand den Hinweis von Thomson und Tait, die Emissionstheorie des Lichts wäre dann zu rechtfertigen, wenn ein Lichtkörperchen wirklich gesehen und untersucht worden wäre, als logische Unmöglichkeit, da ein Lichtkörperchen nicht gesehen werden könne, bevor es das Auge treffe. Sehen, erklärte dagegen Helmholtz, heiße aber gerade, ein Lichtkörperchen in das Auge aufzunehmen. Er meinte: „Ob und wie ein solcher Vorgang zur Beobachtung zu bringen ist, wäre im [61] Sinne der englischen Autoren natürlich Sache desjenigen, der die Existenz der Lichtkörperchen direct beweisen wollte.“¹³⁰ Vor allem fühlte sich Zöllner durch den Angriff der Briten auf Webers Leistung in seinem deutschen Nationalgefühl verletzt, was Helmholtz mit dem Hinweis auf die gleichzeitig erfolgte Kritik an Newtons Theorie zurückwies. Er forderte dazu auf, die Webersche Hypothese im Zusammenhang mit experimentellen Ergebnissen zu überprüfen, was dann zu Widersprüchen führe.

Zu dem Angriff Zöllners auf die Hypothese von Thomson, daß organische Keime in Meteorsteinen vorkommen, bekannte sich Helmholtz als „Mitirrender“, denn die Hypothese könne zwar für unwahrscheinlich gehalten werden, wäre jedoch berechtigt, da es bisher nicht gelänge, Leben aus lebloser Substanz zu erzeugen.¹³¹ Zöllner beschäftigte dieses Problem weniger aus inhaltlichen Gründen, obwohl er in seiner Argumentation betonte, daß diese Annahme das Problem nur auf die Frage verschiebe, warum sich jener Weltkörper mit Vegetation bedeckte und warum die Erde nicht. Er betonte, daß ihm gegenüber von Kollegen Thomsons diese Idee als Scherz bezeichnet wurde, die nicht ernst zu nehmen sei.¹³² Helmholtz habe jedoch diese Idee verteidigt, was seine Angriffe rechtfertige.

Sowohl in dieser Frage als auch bei der Forderung von Thomson, Lichtkörperchen wahrzunehmen, sah Zöllner den gleichen Denkfehler. Man verschiebe das Problem. „Denn könnte man wirklich dieses Medium selber wahrnehmen, so müsste man zur Erklärung dieser Wahrnehmung aus ganz denselben Gründen wieder ein zweites Medium zur Vermittelung dieser Wahrnehmung annehmen und

¹²⁸ Hermann Helmholtz, Vorrede, in: John Tyndall, Faraday und seine Entdeckungen, Braunschweig 1870, S. V–XI.

¹²⁹ Hermann von Helmholtz, Induction und Deduction. Vorrede zum zweiten Theile des ersten Bandes der Uebersetzung von W. Thomson's und Tait's „Treatise on Natural Philosophy“ in: Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Zweiter Band, Braunschweig 1896, S. 416.

¹³⁰ Ebd., S. 418.

¹³¹ Ebd., S. 418 f.

¹³² Friedrich Zöllner. Wissenschaftliche Abhandlungen, Erster Band, Leipzig 1878, S. 118 f.

so fort in infinitum.“¹³³ Er verglich die Argumentation mit der Frage des Kindes nach dem Neugeborenen, dem die Mutter antworte, es sei vom Storch gebracht worden. Dieses gäbe sich damit zufrieden und das sei derselbe Effekt, den Helmholtz und Thomson erreichen wollten.

Interessante Überlegungen zur Methodologie stellte Helmholtz im Zusammenhang mit der von ihm geförderten Übersetzung von Tyndalls „Fragments of Science“¹³⁴ an. Schon vorher hatte er sich für die Über-[62]setzung von Tyndalls Buch über Wärme eingesetzt.¹³⁵ Er faßte die Verbreitung der Tyndallschen Schriften in Deutschland als einen Beitrag „zur Befriedigung eines wirklichen geistigen Bedürfnisses der gegenwärtigen Entwicklungsepoche“ auf und der Erfolg gab ihm recht, denn zum Buch über die Wärme stellte er fest: „Von Männern sehr verschiedener Lebensberufe habe ich un-aufgefordert den Nutzen rühmen hören, den ihnen das Buch gebracht hat.“¹³⁶ Die Übersetzung hatten die Frauen von Helmholtz und Gustav Wiedemann (1826–1899) in Angriff genommen. Die Bedenken von Wiedemann gegen den Einsatz der Frauen zu dieser Aufgabe räumte Helmholtz am 1.12.1867 aus: „Meine Frau findet nichts Anstössiges dabei, wenn Freunden mitgeteilt wird, wer die Uebersetzung gemacht hat; sie meint, es wäre anstössiger, wenn die Welt meinte, dass Sie und ich unsere Zeit damit verschwendet hätten.“¹³⁷

Da sich Zöllner kritisch gegen Tyndalls Schriften wandte, verteidigte Helmholtz dessen Methodologie mit der seines Freundes Kelvin gegen diese Angriffe. Der italienische Naturforscher und Staatsmann Pietro Blaserna (1836–1918), seit 1872 Physikprofessor an der Universität Rom, meinte in einem Brief an Koenigsberger den **Spiritismus** als eine der Ursachen für die Angriffe Zöllners ausmachen zu können. Er schrieb: „Einer der unangenehmsten Punkte in der reichen und belebten Existenz unseres Denkers war der platte Anfall Zöllner's gegen ihn und andere Gelehrte. Ich wusste mir dies nicht zu erklären, und nur später erfuhr man, dass Zöllner durch den unternehmenden Schwindler Slade¹³⁸ zum Spiritismus bekehrt worden war. Sein Hass war daher in erster Linie gegen Tyndall gerichtet, der in England eine sehr unternehmende Campagne gegen den Spiritismus geführt hatte, und dann erst gegen Helmholtz, der die Arbeiten Tyndall's ins Deutsche hatte übersetzen lassen und seinen Namen zu der Uebersetzung hergegeben hatte.“¹³⁹ Das ist sicher ein wichtiger Punkt für die Angriffe von Zöllner gewesen. Doch es gab weitere. Er hatte Helmholtz Plagiat an Schopen-[63]hauer und Mißachtung der Philosophie vorgeworfen, wogegen sich Helmholtz sachlich zur Wehr setzte.¹⁴⁰

Henry Slade versuchte auch später noch, Gelehrte von seinen spiritistischen Fähigkeiten zu überzeugen. Am 5.3.1877 schrieb Rudolf Virchow an Helmholtz: „Das Medium, Mr. Slade, bearbeitet mich durch zahllose Versuche, eine Vorstellung von ihm zu besuchen. Heute war auch eine Deputation da im Namen eines Staats mit Ansehen, welche sich bereit erklärte, ihn vor u. unter welchen von mir gestellten Bedingungen zu prüfen. Ich habe, um nicht Gelegenheit zu einer Verwertung der Aeußerung zu geben, nur ruhig erklärt, daß ich mir die Sache überlegen wolle.“

Nun liegt mir zunächst die Frage vor, ob ich einen kompetenten Mitbeobachter finde, u. obwohl diese Herr mir sagten, Du magst nicht, so möchte ich doch noch einmal fragen, ob Du unter allen Bedingungen ablehnst. Ist diese Ablehnung nicht absolut, so würde ich versuchen, Dich morgen zu treffen u. mit Dir das Weitere zu verabreden, ehe ich einen Schritt tue.“¹⁴¹ Ob es zu diesem Zusammentreffen kam, ist nicht klar. Für Helmholtz war es stets ein geistiges Training, die Tricks von Magiern, Gauklern und Zauberern zu entlarven. Ihn beschäftigte „das psychologische Phänomen der Gläubigkeit“,

¹³³ Ebd., S. 121.

¹³⁴ John Tyndall, Wissenschaftliche Fragmente, Braunschweig 1874.

¹³⁵ John Tyndall, Die Wärme betrachtet als eine Art der Bewegung, Braunschweig 1871.

¹³⁶ Hermann von Helmholtz, Ueber das Streben nach Popularisirung der Wissenschaft, Vorrede zu der Uebersetzung von Tyndall's „Fragments of Science“ 1874, in: Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Zweiter Band, vgl. FN 129, S. 430.

¹³⁷ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, vgl. FN 4, S. 106.

¹³⁸ Der Amerikaner Henry Slade war damals ein bekanntes Medium, das zu spiritistischen Sitzungen einlud.

¹³⁹ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, vgl. FN 4, S. 109.

¹⁴⁰ Herbert Hörz. Physiologie und Kultur in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, vgl. FN 51, S. 194 ff.

¹⁴¹ Brief von Virchow an Helmholtz, Helmholtz-Nachlaß Nr. 486, Archiv der BBAW.

obwohl er auch zugestand, daß „in den hypnotischen Erscheinungen ein Kern von Wahrheit steckt ... Nur was davon wahr ist, würde kaum sehr wunderbar erscheinen.“¹⁴²

Den Angriff Zöllners gegen Tyndall, „der gleichsam im Namen des deutschen Nationalgefühls gegen das Eindringen fremdländischer wissenschaftlicher Richtungen vollführt wird“¹⁴³, führte Helmholtz auf die wissenschaftlichen Differenzen zurück, deren Quelle er im philosophischen Gegensatz zur induktiven Methode sah. Während Helmholtz die **Metaphysik** als vermeintliche Wissenschaft zurückwies, „deren Zweck es ist, durch reines Denken Aufschlüsse über die letzten Principien des Zusammenhangs der Welt zu gewinnen, möchte ich mich nur dagegen verwahren, dass das, was ich gegen die Metaphysik sage, auf die Philosophie überhaupt bezogen werde.“¹⁴⁴ Er verglich Metaphysik und Philo-[64]sophie mit Astrologie und Astronomie und meinte, wer Zöllner mit der Annahme apriorischer Prinzipien Glauben schenke „würde die Hoffnung auf eine endliche Versöhnung des Zwiespalts in unserer geistigen Bildung nur hinausrücken.“¹⁴⁵ Diesen Zwiespalt sah er in der vorwiegend auf Sprache, Literatur und Grammatik orientierten Bildung, die Ergebnisse der Naturwissenschaften vernachlässige. Dem literarisch -logischen Bildungsweg fehle „die methodische Schulung derjenigen Thätigkeit, durch welche wir das ungeordnete, vom wilden Zufall scheinbar mehr als von Vernunft beherrschte Material, das in der wirklichen Welt uns entgegentritt, dem ordnenden Begriffe unterwerfen und dadurch auch zum sprachlichen Ausdrucke fähig machen.“¹⁴⁶ Diese Kunst der Beobachtung und des Versuchs fand er fast nur in den Naturwissenschaften methodisch entwickelt. Sicher kann man Metaphysik auch in dem Sinne des Aristoteles verstehen, der darunter das faßte, was nach der Physik kam, die Suche nach den allgemeinen Prinzipien des Weltgeschehens. In diesem Sinne waren Helmholtz und Kelvin auch Metaphysiker. Helmholtz lehnte jedoch die Metaphysik als Ausdruck reinen Denkens ohne empirischen Gehalt ab.

Dabei sah er zwei **Wege des Erkennens**, um die Naturgesetze zu finden, den der abstrakten Begriffe und den der reichen experimentellen Erfahrung. Der erste basiere auf der mathematischen Analyse, sei jedoch nur zu beschreiten, wenn durch den zweiten schon Voraussetzungen dafür existierten. Er verwies auf unterschiedliche Fähigkeiten der Physiker, die den einen oder anderen Weg bevorzugen. Beide hingen jedoch miteinander zusammen. „Löst sich aber der Erstere ganz von der sinnlichen Anschauung ab, so geräth er in Gefahr, mit grosser Mühe Luftschlösser auf unhaltbare Fundamente zu bauen, und die Stellen nicht zu finden, an denen er die Uebereinstimmung seiner Deductionen mit der Wirklichkeit bewahrheiten kann; dagegen würde der Letztere das eigentliche Ziel der Wissenschaft aus den Augen verlieren, wenn er nicht darauf hinarbeitete, seine Anschauungen schliesslich in die präzise Form des Begriffs überzuführen.“¹⁴⁷

Helmholtz' Wertschätzung für die Arbeitsweise von Kelvin kommt in der Meinung zum Ausdruck, die er an Tait zur Veröffentlichung in einem biografischen Artikel sandte, den dieser für „Nature“ schrieb und der am 7.7.1876 veröffentlicht wurde. Dort bemerkte Helmholtz über Ke-[65]vin: „His peculiar merit, according to my own opinion, consists in his method of treating problems of mathematical physics. He has striven with great consistency to purify the mathematical theory from hypothetical assumptions which were not a pure expression of the facts. In this way he has done very much to destroy the old unnatural separation between experimental and mathematical physics, and to reduce the latter to a precise and pure expression of the laws of phenomena. He is an eminent mathematician, but the gift to translate real facts into mathematical equations, and vice versa, is by far more rare than that to find the solution of a given mathematical problem, and in this direction Sir William Thomson is most eminent and original. His electrical instruments and methods of observation, by which he has rendered amongst other things electrostatical phenomena as precisely measurable as magnetic or galvanic forces, give the most striking illustration how much can be gained for practical purposes by a

¹⁴² Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, vgl. FN 4, S. 110 f.

¹⁴³ Hermann von Helmholtz, Ueber das Streben nach Popularisierung der Wissenschaft, vgl. FN 136, S. 432.

¹⁴⁴ Ebd., S. 433.

¹⁴⁵ Ebd., S. 434.

¹⁴⁶ Ebd., S. 424 f.

¹⁴⁷ Ebd., S. 431.

clear insight into theoretical questions; and the series of his papers on thermodynamics and the experimental confirmations of several most surprising theoretical conclusions, deduced from Carnot's axiom¹⁴⁸, point in the same direction.“¹⁴⁹

Das ist zugleich eine gute Beschreibung des komplexen Herangehens solcher theoretischer Naturforscher an die Naturphänomene, die sich der heuristischen Funktion der Naturphilosophie bewußt sind und sie auch nutzen. Kein Erkenntnisweg wird ausgezeichnet. Für Kelvin wie für Helmholtz spielten **präzise Messungen** eine wichtige Rolle für den Wissenschaftsfortschritt. Als Präsident der Royal Society¹⁵⁰ erinnerte Kelvin 1894, im Zusammenhang mit den neusten Entdeckungen, darunter der des Argon, an seine Aussage, die er 1871 in seiner Adresse als Präsident der British Association machte, so wichtig war sie ihm: „Accurate and minute measurement seems to the non-scientific imagination a less lofty and dignified work than looking for something new. But nearly all the grandest discoveries of science have been put the rewards of accurate measurement and patient, long-continued labour in the minute sifting of numerical results.“¹⁵¹

[66] Experimentelle Ergebnisse werden auf ihre Regularitäten und Gesetzmäßigkeiten untersucht, die mathematisch formuliert werden. Ideen zu experimentellen Forschungen gewinnt man aus allgemeinen Fragen an die Natur. Dabei gefundene mathematische Gleichungen werden mit physikalischen Erkenntnissen gekoppelt. Damit schwebt Philosophie nicht als gedanklicher Richter über der Sprache der Naturforscher, sondern ist Bestandteil des Bemühens, die Fragen zu finden, die die Natur beantworten kann und die zu solchen theoretischen Resultaten führen, die praktisch verwertbar sind, getreu der Formulierung von Helmholtz, daß praktische Ziele umso besser erreicht werden, je klarer die Einsicht in die theoretischen Fragen ist.

2.4. Fallbeispiel: Forschungsprogramm der organischen Physik

Ein wichtiges Fallbeispiel für das methodologische Herangehen an die Natur war das von Helmholtz mitbegründete Forschungsprogramm der organischen Physik.¹⁵² Es zeigt einerseits klar, wie wichtig es ist, um Fortschritte in den Wissenschaften zu erreichen, ein solches Programm auch dann konsequent umzusetzen, wenn es in anderen Beziehungen Grenzen offenbart. Andererseits wird daran deutlich, daß die vorphysikalische Phase von Helmholtz bis 1871, in der er schon eng mit Thomson zusammenarbeitete, durch methodologische Gemeinsamkeiten bei der Erforschung der Natur bestimmt war, die Forschungsobjekte sich jedoch unterschieden. Thomson hatte nie die physiologischen Probleme und die Lebensprozesse generell zum Gegenstand seiner Untersuchungen gemacht. Das tat Helmholtz auf Grund seiner Ausbildung als Arzt und seiner Berufung auf die Lehrgebiete der Anatomie und Physiologie. So wie Kelvin mit einem physikalisch-theoretischen Sinn technische Probleme anpackte, was Helmholtz weniger interessierte, erforschte dieser mit physikalischen Methoden die Lebensvorgänge. Kelvin betrachtete das als eine der herausragenden Leistungen von Helmholtz. Das wird aus seinen würdigenden Ausführungen vor der Royal Society am 30.11.1894, nach dem Tod von Helmholtz, deutlich, als er nicht nur die Beiträge zur Entwicklung der Physik und Mathematik nannte, sondern neben der Physiologie auch den Dienst für die Biologie erwähnte, den Helmholtz ihr mit seinen Arbeiten geleistet habe.¹⁵³

[67] Es ging um die **naturwissenschaftliche Fundierung physiologischer Forschungen** zu den Lebensprozessen. Die Physiologie hatte sich von naturphilosophischen Spekulationen zu experimentell fundierten Aussagen entwickelt. Daran hatten sowohl Ernst Heinrich Weber (1795–1878) als auch der Lehrer von Helmholtz Johannes Peter Müller (1801–1858) großen Anteil. „Nachdem Ernst

¹⁴⁸ Zu den Leistungen von Sadi Carnot (1796–1832) vgl. Abschn. 5.1.

¹⁴⁹ Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 5 ,p. 677 f.

¹⁵⁰ Die Royal Society ist die 1660 gegründete Akademie der Wissenschaften in London. Ihre Mitglieder heißen Fellows. Sie besitzt eine Bibliothek sowie Exemplare des Normal-Yards und Normal-Pfundes. Seit 1665 erscheint die älteste wissenschaftliche Zeitschrift der Welt, die „Philosophical Transactions“. Als höchste Auszeichnung wird seit 1731 die Copley-Medaille verliehen.

¹⁵¹ Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 5, p. 940.

¹⁵² Herbert Hörz, *Physiologie und Kultur in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts*, vgl. FN 51, S. 165–174.

¹⁵³ Leo Koenigsberger, *Hermann von Helmholtz*, Dritter Band, vgl. FN 14, S. 136.

Heinrich Weber die Erklärung der Lebenserscheinungen auf Grund physikalischer Prozesse gefordert, suchte Johannes Müller, der zuvor noch ganz in naturphilosophischen Ansichten verstrickt gewesen nunmehr in allen seinen physiologischen Arbeiten der inductiven Forschung freie Bahn zu brechen und immer mehr die deductiven Methoden und metaphysischen Anschauungen in den Hintergrund zu drängen.¹⁵⁴ Seine Schüler du Bois-Reymond, Brücke und Helmholtz knüpften daran an. Sie waren bestrebt, „die Physiologie nach den Grundsätzen exacter Forschung consequent und einheitlich zu entwickeln ... die Lebenskraft vollends zu verscheuchen und die Physiologie als einen Zweig der Physik und Chemie zu cultiviren.“¹⁵⁵

Diese Programmatik reifte früh in den jungen Wissenschaftlern. Im Mai 1842 hatte Emil du Bois-Reymond an seinen älteren Studienfreund Eduard Hallman (1813–1855) geschrieben: „Brücke und ich, wir haben uns verschworen, die Wahrheit geltend zu machen, dass im Organismus keine andern Kräfte wirksam sind, als die gemein physikalisch-chemischen; dass, wo diese bislang nicht zur Erklärung ausreichten, mittels der physikalisch-mathematischen Methode entweder nach ihrer Art und Weise der Wirksamkeit im konkreten Falle gesucht werden muß, oder dass neue Kräfte angenommen werden müssen, welche, von gleicher Dignität mit den physikalisch-chemischen, der Materie inhärent, stets auf nur abstossende oder anziehende Componenten zurückzuführen sind.“¹⁵⁶

Zwischen 1845 und 1852 hatte sich Helmholtz mit Muskelkontraktionen befaßt und ihre chemischen und thermischen Veränderungen untersucht, sowie die Geschwindigkeit der Nervenimpulse gemessen. Frederic L. Holmes und Kathryn M. Olesko machen in diesem Zusammenhang darauf aufmerksam¹⁵⁷, daß die Auffassung, **Quantifizierung** und prä-[68]zise Messungen seien für die Physik des 19. Jahrhunderts maßgebend und hatten die Biowissenschaften erst im folgenden Jahrhundert erreicht, zwar für wichtige Gebiete stimme, jedoch nicht generell gelte. Sie verweisen auf die Möglichkeiten präziser Messung für physiologische Phänomene, die zu zwei Forschungslinien führten. Zum einen half die organische Chemie bei der Begründung einer physiologischen Chemie. Zum anderen gaben die elektromagnetischen Methoden Grundlagen für die physikalische Untersuchung der Lebensprozesse. Helmholtz habe sich an beiden Richtungen beteiligt, da er auf der Basis der Methoden von Jöns Jacob Berzelius (1779–1848), der die chemische Formelsprache schuf und die elektrochemische Theorie begründete, die chemischen Änderungen in der Muskelkontraktion untersuchte und physikalische Methoden beim Studium der tierischen Wärme und der Geschwindigkeit der Nervenimpulse anwandte. Er habe dabei die Forderungen an Präzision und Akkuratessse gegenüber den bisherigen Standards erhöht.

Norton Wise gibt dazu zu bedenken¹⁵⁸, daß man intensiver über qualitative Präzision nachdenken müsse, wozu er die damals verbreitete graphische Methode zählte, die sich schnell verbreitete und u. a. mit den Diagrammen für die Energienutzung von Dampfmaschinen zusammenhing. Helmholtz nutzte sie in konzeptueller Analogie, weil er sich darüber klar war, daß der sensible Mechanismus der Nervenkontraktion ebenfalls ein Problem der Energieverwertung war. Es bedurfte dazu des Eindringens in das Wesen der Prozesse, um mit der Analogie die großen Differenzen zwischen Druck und Zeitskala zu überbrücken.

Die **Gruppe der organischen Physiker** erweiterte sich. Brücke und du Bois-Reymond lernten in den Diskussionen bei Gustav Magnus, aus dieser Runde entstand dann 1845 die Physikalische Gesellschaft, Helmholtz kennen. Darüber berichtete du Bois an Hallmann: „Helmholtz' Bekanntschaft ist mir inzwischen geworden und hat mir in der Tat viel Freude gemacht. Dies ist ... zu Brücke und meiner Wenigkeit der dritte organische Physiker im Bunde. Ein Kerl, der Chemie, Physik, Mathematik mit Löffeln gefressen hat, ganz auf unserm Standpunkt der Weltanschauung steht und reich an Gedanken und netten Vorstellungsweisen.“¹⁵⁹

¹⁵⁴ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster Band, vgl. FN 1, S. 50.

¹⁵⁵ Ebd.

¹⁵⁶ Jugendbriefe von Emil du Bois-Reymond an Eduard Hallmann hrsg. von Estelle du Bois-Reymond, Berlin 1918, S. 108.

¹⁵⁷ Frederic L. Holmes, Kathrin M. Olesko, Helmholtz and the graphical method in physiology, in: M. Norton Wise (ed.), *The Values of Precision*, Princeton 1995, p. 198 ff.

¹⁵⁸ M. Norton Wise (ed.), *The Values of Precision*, Princeton 1995, p. 233.

¹⁵⁹ Ebd., S. 143.

Zu den drei organischen Physikern aus Berlin gesellte sich der Marburger Carl Friedrich Wilhelm Ludwig (1816–1895). Im Frühjahr 1847 [69] besuchte er Berlin und lernte im Labor von Johannes Müller persönlich Brücke, Helmholtz und du Bois-Reymond kennen, nachdem sie bereits schriftlich in Verbindung gestanden hatten. Ludwig hatte sich in Marburg seine Positionen zur „organischen Physik“ selbständig erarbeitet, verfocht sie aber nun mit seinen Freunden gemeinsam. Die wissenschaftliche und freundschaftliche Bindung zwischen den organischen Physikern war so eng, daß Helmholtz in der Tischrede zur Feier seines 70. Geburtstags neben du Bois, Brücke, Virchow und sich selbst auch Ludwig als Schüler von Johannes Müller bezeichnete.¹⁶⁰ Du Bois verwies später darauf, daß dieser Fehler immer wieder begangen wurde, obwohl Ludwig „in Marburg lebte, nie bei Müller hörte, und gerade das Verdienst hat, in dieser Vereinsamung selbst das Befreiungswerk vom Vitalismus unternommen zu haben.“¹⁶¹

Helmholtz meinte später: „Junge Leute greifen am liebsten gleich von vornherein die tiefsten Probleme an, so ich die Frage nach dem rätselhaften Wesen der Lebenskraft.“¹⁶² Das galt für alle organischen Physiker. Als Nachfolger von Weber und Müller bauten sie deren Positionen aus und erweiterten sie. Johannes Müller, der vitalistische Überlegungen zuließ, und Ernst Heinrich Weber, der sich mit der Lebenskraft nicht prinzipiell befaßte, übermittelten prinzipielle Einsichten zur naturwissenschaftlich fundierten experimentellen und theoretischen Erforschung der Lebensprozesse an ihre Schüler. Einige von ihnen erkannten den prinzipiellen Gegensatz zwischen dem Vitalismus und dem Prinzip von der Erhaltung der Kraft, das ein perpetuum mobile nicht zuließ. Gerade das aber wäre bei Existenz einer Lebenskraft möglich, wie vor allem Helmholtz zeigte. So gestaltete sich „in dem 20jährigen Charité-Chirurgus Helmholtz der Widerstreit der realistischen und metaphysischen Prinzipien zu einem entschlossenen Kampfe nicht gegen die herrschenden Ideen der Physiologie allein: die verschwindende, durch nichts ersetzte Lebenskraft war ihm physikalisch paradox, ein Verschwinden von Kraft und Materie undenkbar.“¹⁶³

Seine Erkenntnisse, wie er sie im Vortrag über die Erhaltung der Kraft 1847 darlegte, stießen keinesfalls auf allgemeine Zustimmung. Am schärfsten urteilte später der Berliner Privatdozent für Philosophie [70] Eugen Dühring (1833–1921), der wegen ungerechtfertigter Angriffe gegen Helmholtz und andere Professoren später von der Universität verwiesen wurde.¹⁶⁴ Er schrieb: „Kein Mensch bekümmerte sich um dies Broschürchen von 1847; aber deswegen konnte es Herr Helmholtz wie einen unzugänglichen, im Dunkeln befindlichen Hintergrund benutzen. Seit den fünfziger Jahren drängte er sich immer mehr mit der Erhaltung der Kraft oder, wie es bezeichnender heißen muss, mit der erhaltenen fremden Kraft in den Vordergrund. Später haben seine Trompeter, die ihm durch universitären Professoreinfluss affiliert waren, die Reclame soweit poussirt, dass die ganze Deutsche Studentenvelt und das wissenschaftliche Publicum glauben mussten, Herr Helmholtz sei der Entdecker eines Gesetzes der Erhaltung der Kraft und des mechanischen Aequivalents der Wärme.“¹⁶⁵ Diese Fehleinschätzung wurde durch kompetentere Autoren berichtigt. Kelvin suchte gerade auf Grund dieser Arbeit den Kontakt zu Helmholtz. Du Bois-Reymond berichtete: „Die Gruppe von Müller’s Jüngern, zu der Helmholtz sich hielt, war es, welche, obschon zu den Füßen des Meisters sitzend, sich doch von seinen vitalistischen Träumereien losgesagt hatte und jenes Truggebilde nach allen Richtungen zu erschüttern sich bemühte. Ohne gerade polemisch aufzutreten, was seiner Natur fern lag, leistete Helmholtz diesen Bestrebungen den mächtigsten Vorschub, indem in der Lehre von der Erhaltung der Energie den Bekämpfern der Lebenskraft eine unschätzbare Bundesgenossin erwuchs.“¹⁶⁶

Ludwig bemerkte in seinem Lehrbuch zur Physiologie des Menschen, das er Brücke, du Bois und Helmholtz widmete: „Die wissenschaftliche Physiologie hat die Aufgabe die Leistungen des

¹⁶⁰ Hermann von Helmholtz, *Erinnerungen*, in: Hermann von Helmholtz, *Philosophische Vorträge und Aufsätze*, hrsg. von Herbert Hörz und Siegfried Wollgast, Berlin 1971, S. 9.

¹⁶¹ Emil du Bois-Reymond, *Reden*, Zweiter Band, Leipzig 1912, S. 521.

¹⁶² Hermann von Helmholtz, *Erinnerungen*, vgl. FN 160, S. 9.

¹⁶³ Leo Koenigsberger, *Hermann von Helmholtz*, Erster Band, vgl. FN 1, S. 50 f.

¹⁶⁴ Herbert Hörz, *Brückenschlag zwischen zwei Kulturen*, vgl. FN 10, S. 72 ff.

¹⁶⁵ Eugen Dühring, *Robert Mayer der Galilei des 19. Jahrhunderts*, Chemnitz 1880, S. 100.

¹⁶⁶ Emil du Bois-Reymond *Reden*, Zweiter Band, vgl. FN 161, S. 527.

Thierleibes festzustellen und sie aus den elementaren Bedingungen desselben mit Nothwendigkeit herzuleiten.“¹⁶⁷ Er bezeichnete die dargelegte Auffassung als physikalische im Unterschied zur vitalen.¹⁶⁸ In der Vorrede zum zweiten Band verteidigte er die physikalische Schule gegen die verschiedensten Angriffe. Das pragmatische Argument, die Theorie helfe den Praktikern wenig, widerlegte er mit den Erfahrungen der Technik. Zugleich beruhigte er Spezialisten mit dem Hinweis, die Vertreter der [71] physikalischen Schule seien selbst Männer der Erfahrung und wüßten, daß den Tatsachen das letzte Wort gebühre. Das Verdienst der Brüder Weber sah er darin, daß Beschreibungen vom physiologischen Standpunkt erst durch ihre Arbeiten „eine dem physiologischen Lehrbuch brauchbare Gestalt gewonnen haben“, denn, „wenn man im Gegensatz hierzu sich klar macht, dass die Beschreibung der Muskeln und Gefäße, wie sie jetzt noch in den meisten Lehrbüchern der Anatomie gefunden wird, dem vollendetsten Mechaniker und Hydrauliker zu nichts dienlich ist.“¹⁶⁹

Am 9.1.1853 schrieb du Bois-Reymond, als er die erste Abteilung des Lehrbuchs erhielt, an Ludwig, daß er „mit wahrer Rührung die Dedikation gesehen“ habe. „Nun ich denke allen Ernstes, unser vier gemeinschaftliches Auftreten wird wirklich eine Epoche in der Wissenschaft der Wissenschaften, der Physiologie, gegründet haben, und so wirst Du deren Fahnen Träger geworden sein.“¹⁷⁰ Vom Lehrbuch versprach sich Ludwig Unterstützung für die Durchsetzung der Erkenntnisse und Methoden der organischen Physik. An Helmholtz, mit dem er über die Herausgabe einer eigenen Zeitschrift verhandelt hatte, weil er sich davon eine bessere Verbreitung ihrer Erkenntnisse versprach, schrieb er 1852: „Zudem hoffe ich erst daß durch mein Lehrbuch im großen Haufen der Ärzte eine Gasse gebrochen wird.“¹⁷¹ Diese Hoffnung war begründet und erfüllte sich. Das war ein wesentlicher Punkt für die Durchsetzung dieses und anderer Forschungsprogramme. Durch Schüler, die das neue theoretische und methodologische Konzept unvoreingenommener verfolgen als die alten Hasen, die mit anderen Vorstellungen über ihre Arbeit lange Zeit gelebt und gearbeitet haben, multipliziert sich der Einfluß einer wissenschaftlichen Schule, was auch ihre Durchsetzung fördert.

Die Anerkennung, die die organische Physik in ihrer Zeit genoß, wird im Schreiben des bekannten Chemikers Robert Wilhelm Bunsen (1811–1899) deutlich, das er 1857 an das Badische Ministerium richtete, in dem es heißt: „Die neuere Richtung der Physiologie ist weit entfernt, die speciellen Ansichten einer speciellen Schule zu vertreten, sie unterscheidet [72] sich vielmehr von der älteren nur dadurch, dass sie nicht mehr die principiellen Grundlagen der Physiologie anderen Naturwissenschaften auf Treu und Glauben entlehnt, sondern sich dieselben auf dem kritischeren Wege eigener experimenteller und mathematischer Forschungen selbst zu schaffen sucht. Unter den jüngeren Persönlichkeiten, welche in dieser Richtung auf die Entwicklung der Physiologie den wesentlichsten Einfluss ausgeübt haben, weiss ich nur vier zu bezeichnen: 1. Helmholtz, 2. Brücke, 3. du Bois-Reymond, 4. Ludwig.“¹⁷²

Die Verbindung von Physiologie und Physik bei Helmholtz löste 1868 das Bestreben der Philosophischen Fakultät der Universität Bonn aus, Helmholtz als Professor der Physik zu berufen. In der Stellungnahme der philosophischen Fakultät wird über Helmholtz, der auf den ersten Platz gesetzt wurde, festgestellt: „Derselbe hat zunächst seinen Weltruf sich als Physiologe erworben, namentlich durch seine classischen Untersuchungen im Gebiete der physikalischen Physiologie, doch ist er ebenso im Felde der reinen Physik, besonders in mathematischer Richtung mit einem Erfolge aufgetreten, welcher ihm den Rang eines der ersten Physiker verschafft hat. Wir dürfen es sogar als unzweifelhaft ansetzen, daß Helmholtz auch als Lehrer der Physik seine hervorragende Befähigung geltend machen würde.“¹⁷³ Helmholtz erkannte die Bedeutung der mathematischen Physik für die theoretische Begründung der Naturwissenschaften. Am 29.5.1868 schrieb er über seine Vorlesungen als Physikprofessor

¹⁶⁷ Carl Ludwig, Lehrbuch der Physiologie des Menschen, Erster Band, Heidelberg 1852, S. 1.

¹⁶⁸ Ebd., S. 2.

¹⁶⁹ Carl Ludwig, Lehrbuch der Physiologie des Menschen, Zweiter Band, Heidelberg 1856, S. V.

¹⁷⁰ Zwei grosse Naturforscher des 19. Jahrhunderts. Ein Briefwechsel zwischen Emil du Bois-Reymond und Karl Ludwig, hrsg. von Estelle du Bois-Reymond, Leipzig 1927, S. 120.

¹⁷¹ Herbert Hörz, Physiologie und Kultur in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, vgl. FN 51, S. 269.

¹⁷² Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, vgl. FN 4, S. 113 f.

¹⁷³ Personalakt der Philosophischen Fakultät betreffend Prof. Dr. Pflücker, befindet sich im Universitätsarchiv, Bonn.

in Bonn an seinen Freund, den Mathematiker Rudolph Lipschitz (1832–1903): „Nun muss ich jedenfalls Vorlesungen über mathematische Physik übernehmen, sonst hätte die ganze Sache keinen Sinn. Experimentalphysik ist am Ende nur das populäre Colleg; die mathematische Physik ist die eigentliche Wissenschaft, in welcher freilich das Mathematische durchaus nur als Mittel, nicht als Zweck zu behandeln ist.“¹⁷⁴ Helmholtz ging aus verschiedenen Gründen nicht nach Bonn, was Thomson bedauerte, denn er schrieb an Helmholtz: „I wish your conclusion had been for Bonn and Natural Philosophy because this would have brought you nearer both geographically and in community of pursuits, than Heidelberg and Physiology allow.“¹⁷⁵ Helmholtz [73] konnte dann doch noch zur Physik wechseln als er 1871 den Ruf auf den Physiklehrstuhl nach Berlin annahm.

Die **Kernpunkte des Forschungsprogramms der organischen Physik** waren:

1. Die vitalistische Erklärung der Lebensvorgänge durch eine Lebenskraft ist unnötig und widerspricht den experimentellen Ergebnissen.
2. Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft (Energieerhaltungssatz) widerlegt prinzipiell die Existenz einer Lebenskraft, denn ihre Anerkennung würde ein perpetuum mobile zulassen.
3. Lebensvorgänge sind vollständig physikalisch-chemisch zu erklären.
4. Alle existierenden Kräfte, auch in lebenden Organismen, sind als Attraktion oder Repulsion zu erfassen.

Damit war dieses interdisziplinäre Forschungsprogramm Ausdruck der von Helmholtz und Kelvin gemeinsam verfolgten generellen Methodologie der Naturforschung, im Rahmen des mechanistischen Weltbilds komplexe Vorgänge zu erklären. Es war gerade durch die Verbindung mathematisch-physikalischer, chemischer und physiologischer Erkenntnisse fruchtbar. Interdisziplinarität erwies sich in diesem Falle als Keimform der Disziplinarität, denn die konsequente Durchsetzung der Programmatik führte zu einer experimentell fundierten und theoretisch begründeten Physiologie.

Die „organische Physik“ war eine **Stufe in der Entwicklung der Physiologie**, die ihre Beziehungen zur Psychologie mit der Anerkennung der Spezifik individuellen subjektiven Verhaltens wieder herstellen mußte. Insofern bot Müller ein der Zeit noch angemesseneres breiteres Spektrum an Auffassungen zum Leben. Seine Positionen schlossen die Bedeutung der physikalisch-chemischen Grundlagen der Lebensprozesse ein, ohne die Forschung darauf zu reduzieren. Der wissenschaftliche Erfolg verlangte die Eingrenzung der Aufgaben, die Spezifizierung der Methoden und die Orientierung vor allem auf das Experiment. Das physikalisch-chemisch orientierte Experiment als objektiver Analytiker der Wirklichkeit kann zwar nicht die Spezifik der Lebensprozesse erfassen, ist aber Voraussetzung, um Wesensmomente zu bestimmen, die dann in einer Theorie des Lebens wieder synthetisiert werden können. Insofern liegen die Grenzen der Programmatik der organischen Physiker in der Integrität und Würde menschlicher Individuen. Emotionen und sittliches Verhalten sind zwar an physikalisch-chemische Prozesse gebunden, aber nicht allein mit ihnen zu erklären.

Soweit die organische Physik **wissenschaftlich berechnete Reduktionen** vollzog, indem sie die physikalisch-chemischen Grundlagen [74] der Lebensprozesse aufdeckte und die mathematischen Prinzipien des Systemverhaltens berücksichtigte, lieferte sie wichtige Einsichten in die Mechanismen des Lebens, ohne die eine ganzheitliche integrative Erklärung nicht möglich ist. Erst philosophischer Reduktionismus, der Ganzheiten vollständig aus Teilen erklärt oder das empirisch Besondere vollständig auf das theoretisch oder mathematisch Allgemeine zurückführt, baut bestimmte Problemreduktionen auf, die die Forschung behindern. Das war bei der organischen Physik nicht der Fall. Die Vertreter dieser Richtung arbeiteten erfolgreich auf ihrem Gebiet. Ihre grundlegende Auffassung von der Rückführung aller Probleme auf Mechanik der Atome erschloß neue Bereiche der Forschung mit neuen Methoden. Die Kritik richtete sich gegen den Vitalismus, aber nicht gegen andere Richtungen wissenschaftlicher Arbeit.

¹⁷⁴ Herbert Hörz, Helmholtz und die Bonner Universität, Teil I bis 3, Wissenschaftshistorische Manuskripte der BBAW, Heft I bis 3, Berlin 1994/95, Teil 3, S. 5.

¹⁷⁵ Thomson 32, vgl. zur Ablehnung der Berufung: Herbert Hörz, Helmholtz und die Bonner Universität, vgl. FN 174, Teil 2 und 3.

Grenzen der Programmatik sahen die organischen Physiker selbst unterschiedlich. Du Bois-Reymond, der zuerst von den organischen Physikern sprach, betrachtete das Naturerkennen als „Zurückführen der Veränderungen in der Körperwelt auf Bewegungen von Atomen, die durch deren von der Zeit unabhängige Centralkräfte bewirkt werden, oder Auflösen der Naturvorgänge in Mechanik der Atome.“¹⁷⁶ Gegenüber diesem mechanischen Programm zur Erklärung der Welt gab es für ihn keine Grenzen. Sie entstehen erst mit den prinzipiellen Fragen nach dem Verhältnis von Materie und Kraft und bei der Erklärung des Bewußtseins. Dabei unterschied er zwischen der Frage, ob das Bewußtsein materielle Grundlagen habe und aus ihnen entstanden sei, was er bejahte, und der Möglichkeit, zu erkennen, was das Bewußtsein sei, was er verneinte.

Helmholtz vertrat konsequent das Forschungsprogramm der organischen Physik, ohne es dogmatisch zu verfechten. In seinen Überlegungen spielte immer das Zusammenwirken von Natur- und Geisteswissenschaften eine Rolle.¹⁷⁷ Er sah jedoch Schwierigkeiten bei der Erkenntnis von Gesetzen in den Bereichen der Geisteswissenschaften. „Nicht als ob ich die Gesetzlichkeit der Erscheinungen des psychischen Lebens in den Individuen und Völkern damit leugnen wollte, wie sie das Objekt der philosophischen, philologischen, historischen, moralischen, sozialen Wissenschaften ausmachten. Aber im geistigen Leben ist das [75] Gewebe der ineinandergreifenden Einflüsse so verwickelt, daß eine klare Gesetzlichkeit derselben nur selten bestimmt nachzuweisen ist.“¹⁷⁸

In den Auseinandersetzungen mit Goethe ging es Helmholtz um den Unterschied zwischen künstlerischem und naturwissenschaftlichem Herangehen an die Wirklichkeit. Die Dichtung wolle Ideale zur Anschauung bringen. „Auch die Natur ist dem Dichter sinnbildlicher Ausdruck des Geistigen. Die Physik sucht dagegen die Hebel, Stricke und Rollen zu entdecken, welche hinter den Kulissen arbeitend, diese regieren, und der Anblick des Mechanismus zerstört freilich den schönen Schein. Deshalb möchte der Dichter gern die Stricke und Rollen hinwegleugnen, sie für die Ausgeburten pedantischer Köpfe erklären und die Sache so darstellen, als veränderten die Kulissen sich selbst oder als würden sie durch die Idee des Kunstwerkes regiert.“¹⁷⁹ Seine Haltung sah Helmholtz als eine „Art mechanischer Anschauung“.¹⁸⁰ Sie schloß für ihn ein, daß wir „den Mechanismus der Materie nicht dadurch besiegen, daß wir ihn weggleugnen, sondern nur dadurch, daß wir ihn den Zwecken des sittlichen Geistes unterwerfen.“¹⁸¹ Die Leistungen der Physik für die Kultur der Menschheit und ihre Berechtigung lagen für Helmholtz in den Erkenntnissen der Hebel und Stricke. Er brauchte also gar nicht über die Grenzen des Forschungsprogramms nachdenken, da er es stets nur als Teil anderer umfassenderer Forschungen und kultureller Leistungen betrachtete. Er bemühte sich, die Prinzipien des Naturgeschehens in ihrer mathematischen Gestalt zu erfassen. Während du Bois seinen Reduktionismus, der alles auf die mechanische Bewegung der Atome reduzierte, durch prinzipielle Grenzen einschränkte, war Helmholtz kein Reduktionist. In seiner Lehre von den Tonempfindungen betonte er, daß Musik und das System der Tonleitern nicht bloß auf den Naturgesetzen beruhe, sondern auch von ästhetischen Prinzipien herrühre. „Der wissenschaftlichen Ästhetik werden hierbei die psychologischen Motive zur Untersuchung zufallen, der Naturwissenschaft die technischen.“¹⁸²

[76] Manche **Kritiken am Forschungsprogramm** der organischen Physik betrafen dessen materialistischen Charakter. Ludwig wurde Atheismus vorgeworfen. Rudolph Wagner (1805–1864) forderte ihn anläßlich der Naturforscherversammlung von 1854 in Göttingen zu einem Streit über die Seele heraus, der nicht stattfand, da Wagner zu der von ihm festgesetzten Zeit nicht kam. Ludwig schrieb

¹⁷⁶ Emil du Bois-Reymond, Über die Grenzen des Naturerkennens, Leipzig 1891, S. 16.

¹⁷⁷ Herbert Hörz, Brückenschlag zwischen zwei Kulturen, vgl. FN 10.

¹⁷⁸ Hermann von Helmholtz, Über die Erhaltung der Kraft, in: Hermann von Helmholtz, Philosophische Vorträge und Aufsätze, vgl. FN 160, S. 109 f.

¹⁷⁹ Hermann von Helmholtz, Über Goethes naturwissenschaftliche Arbeiten, in: Hermann von Helmholtz, Philosophische Vorträge und Aufsätze, vgl. FN 260, S. 43.

¹⁸⁰ Hermann von Helmholtz, Erinnerungen, vgl. FN 160, S. 13.

¹⁸¹ Hermann von Helmholtz, Über Goethes naturwissenschaftliche Arbeiten, vgl. FN 179, S. 43.

¹⁸² Hermann von Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen, Braunschweig 1913 (Nachdruck Hildesheim, Zürich, New York 1983, S. 387.

an Helmholtz über ihn: „Dieser Herr ist viel bössartiger; man traut ihm allgemein zu, daß er den Denunzianten habe spielen wollen.“¹⁸³ Der Wiener Anatom Joseph Hyrtl (1810–1894), der sich auf ungeschöne Art mit Brücke auseinandersetzte, indem er ihm etwa vorwarf, seine Versuchshunde würden sich vor Hunger durch die Decke nagen oder Brücke ließe immer die Türen der Toiletten offen, um ihn zu stören¹⁸⁴, griff die Physiologen an, die meinten, die physikalisch-chemischen Grundlagen der Lebensprozesse aufdecken zu können. Er eröffnete die Naturforscherversammlung 1856 in Wien mit der Feststellung: „Wir haben es ja in jüngster Zeit erfahren, welchen unerwarteten Einfluss die Wahrheiten der Chemie und Physik, selbst die Gesetze der Zahlen und Linien auf die Erforschung der Lebensvorgänge im gesunden und kranken Organismus üben. Ihre Anwendung auf diesem Gebiet hat die Ungangbarkeit des Weges in's wahre Licht gesetzt, auf welchem die Physik des Lebens sich erfolglos bemühte, zu erreichen das verfehlete Ziel.“¹⁸⁵

In der Rektoratsrede von 1864 ging er mit den Folgen dieses Materialismus, den er in der Zergliederung des Lebendigen sah, scharf ins Gericht. Heilige Symbole des Glaubens wurden vom Sockel gestürzt, die Asche der Könige in die Kloaken geworfen und man wurde „mit der grauenvollen Hymne der Carmagnole, dem mündig gewordenen Volke verkünden, die Freiheit – der Schreckensherrschaft, die Gleichheit – des Elends, die Brüderlichkeit – die mit Maschinen beschleunigte, die blutige Arbeit des Henkers.“¹⁸⁶ Diese Rede meinte Brücke, als er über die vorgesehene Stiftungsfeier der Wiener Universität 1865 an du Bois schrieb: „Entschuldige mich also bei denjenigen von unseren Freunden, die etwa zum Jubiläum kommen sollten in der Hoffnung, Hyrtl ein zweites Mal die Gräuel der Vivisektionen beschreiben zu hören oder zu vernehmen wie er ein zweites Mal Revolution und Königsmord aus dem [77] Materialismus ableitet.“¹⁸⁷ Die Rede Hyrtls wurde von vielen Wissenschaftlern und von der Presse abgelehnt, denn sie zeigte nicht die vorhandenen Grenzen der Programmatik, sondern versuchte in politisch-denunziatorischer Weise das Programm der organischen Physik als umstürzlerisch und glaubensfeindlich zu verunglimpfen. Damit erwies er sich und der Wissenschaft keinen guten Dienst. Er ging 1874 in den vorzeitigen Ruhestand.

Das Forschungsprogramm der organischen Physik fand seine Fortsetzung in der Biophysik und Biochemie unseres Jahrhunderts. Es entwickelten sich weitere Forschungsrichtungen der Wissenschaft vom Menschen. Die Untersuchung des Menschen als biopsychosoziale Einheit¹⁸⁸ zeigte ebenfalls Grenzen einer einseitigen Programmatik und zugleich die Bedeutung der interdisziplinären Zusammenarbeit zur Erforschung des Menschen, wofür die organischen Physiker wichtige Voraussetzungen schufen.

[78]

¹⁸³ Herbert Hörz, *Physiologie und Kultur in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts*, vgl. FN 51, S. 285.

¹⁸⁴ Ebd., S. 185 ff.

¹⁸⁵ Josef Hyrtl, *Einst und Jetzt der Naturwissenschaft in Oesterreich*, Wien 1856, S. 14.

¹⁸⁶ Josef Hyrtl, *Die materialistische Weltanschauung unserer Zeit*, Wien 1865, S. 37.

¹⁸⁷ Hans Brücke u. a. (Hrsg.), *Ernst Wilhelm von Brücke Briefe an Emil du Bois-Reymond*, Erster Teil, Graz 1978, S. 141.

¹⁸⁸ Erhard Geissler, Herbert Hörz (Hrsg.), *Vom Gen zum Verhalten. Der Mensch als biopsychosoziale Einheit*, Berlin 1988.

3. Kongeniale Freunde

Für Kelvin war Helmholtz einer der engsten wissenschaftlichen Verbündeten.¹⁸⁹ Man diskutierte prinzipielle wissenschaftliche Fragen ebenso wie Details von Experimenten, wenn man sich begegnete und schrieb sich sonst Briefe, immer in Erwartung des nächsten Treffens. Helmholtz besprach in „Nature“ vom 14. Mai 1885 die beiden ersten Teile von **Kelvins** „Mathematical and Physical Papers“.¹⁹⁰ Darin wird die Hochachtung deutlich, die Helmholtz den Arbeiten des Freundes zollte, denn am Schluß heißt es: „Let us hope for an early continuation of this interesting collection. There are still nearly thirty years to be accounted for. When we think of that, we cannot fail to be astonished at the fruitfulness and unweariedness of his intellect.“¹⁹¹ Am 18. Juni 1885 bedankte sich Thomson: „I wanted before now to write and thank you for the very appreciative account of my Reprint of Collected Papers¹⁹² which you gave to Nature, and which we read with great interest, but was prevented by our unsettled life, between London, and visits at Cambridge (Prof. Stokes’) and Lord Rayleigh’s, and some other friends in England.“¹⁹³ Die große Achtung, die Thomson dem Freund für sein wissenschaftliches Werk entgegenbrachte, wird in dem Brief an Anna von Helmholtz vom 30.11.1894 deutlich: „I enclose a copy of an Adress¹⁹⁴ which I am to read today at the Anniversary meeting of the Royal Society. In writing it I wished very much that I could have had more scope to speak of the scientific work continued to the very end which has been so particularly interesting to myself, but I endeavored to choose what, within the limits of a presidential address, seemed most appropriate to the occasion as interesting both to all scientific workers, and to the whole world.“¹⁹⁵

Als Thomson 50 Jahre lang die Professur für „Natural Philosophy“ an der Universität Glasgow innehatte, hob die Universität sowohl seine [79] theoretischen Leistungen als auch seine Erfolge bei der praktischen Verwertung der Erkenntnisse hervor. „We recognise with admiration that in both these respects you have been a leader of the age in which we live. Your mathematical and experimental genius has unveiled the secrets of nature; your marvellous gift of utilising such discoveries has ministered in many ways to the happiness and dignity of human life. Your name and your work have been an inspiration to the physicists of the world: new departments of technical industry have sprung into existence under your hand; and even the unlettered have learned to value the gifts which science bestows.“¹⁹⁶

Die Leistungen von **Helmholtz** wurden vor allem zu seinem 70. Geburtstag in vielen Adressen gewürdigt.¹⁹⁷ Er galt als herausragender mathematischer Physiker, der die naturwissenschaftliche Fundierung der Lebensprozesse vor allem in der Physiologie vorangetrieben hatte. Hinzu kamen sein multidisziplinäres Wirken und die Beiträge zu den verschiedensten Gebieten, wie der Geologie und Meteorologie, der Medizin und Erkenntnistheorie. Diese Vielseitigkeit kommt in der gemeinsamen Gratulation der Medizinischen, Naturwissenschaftlichen und Philosophischen Fakultät der Tübinger Universität zum Ausdruck. „Gross ist die Reihe der wissenschaftlichen Disciplinen, in welchen Ihr ebenso tief eindringender als umfassender Geist Licht verbreitet, durch unvergleichliche Forschungen die schwierigsten Probleme gelöst und damit eine grossartig fortschreitende Entwicklung eingeleitet hat.

Gross war auch die Zahl der Stellungen, in denen Sie während eines halben Jahrhunderts Ihre bewundernswürdige Arbeitskraft durch Forschung, Lehre und Beispiel fruchtbar bethätigt haben. Keinen unter den heutigen Arbeitern auf den Gebieten physikalischer, mathematischer, medicinischer und

¹⁸⁹ Crosbie Smith and M. Norton Wise, *Energy and Empire*, vgl. FN 11, p. 812.

¹⁹⁰ *Mathematical and Physical papers*, by Sir William Thomson, Vol. I, Cambridge 1882, Volume II, Cambridge 1884. Volume III erschien erst 1890 in London.

¹⁹¹ Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 5; p. 846.

¹⁹² Helmholtz hatte in *Nature* vom 14.5.1885 sehr positiv die Veröffentlichung der „Mathematical and Physical Papers“, Volume I und II, vgl. FN 190, besprochen.

¹⁹³ Thomson 68.

¹⁹⁴ Lord Kelvin, *Presidential Adress from Nov.30.1894*. *Roy. Soc. Proc.* LVII, 1895, pp. 37-54.

¹⁹⁵ Anna 4.

¹⁹⁶ Agnes Gardner King, *Kelvin the Man*, vgl. FN 19, p. 27.

¹⁹⁷ Zum 70. Geburtstag am 31.8.1891 war Helmholtz nicht in Berlin. Die offizielle Feier fand am 2.11.1891 im „Kaiserhof“ in Berlin statt. Anerkennungen und Ehrungen erreichten ihn jedoch fast das ganze Jahr 1891.

philosophischer Wissenschaft gibt es, der Ihnen nicht Dank dafür schuldet, dass er die Früchte Ihrer Geistesarbeit genießt und durch Sie sicheren Boden für weitere Forschung gewonnen hat.“¹⁹⁸

[80]



Hermann von Helmholtz

Pastell-Zeichnung von Hans von Lenbach (1856–1904) aus dem Jahre 1894

[81]

3.1. Lebenswege

3.1.1. Herman von Helmholtz

Hermann Ludwig Ferdinand Helmholtz (31.8.1821 Potsdam – 8.9.1894 Berlin) war der älteste Sohn des Gymnasiallehrers August Ferdinand Julius Helmholtz (1792–1859) und der Tochter eines hannoverschen Artillerieoffiziers Caroline Helmholtz, geborene Penne. Sie hatten 1820 geheiratet. Er besuchte 8 ½ Jahre das Königliche **Gymnasium** zu Potsdam. Das mündliche Examen fand am 12. September 1838 statt.¹⁹⁹ Er erhielt ein ausgezeichnetes Reifezeugnis, Die Königliche Prüfungs-Commission „entläßt ihn unter Bezeugung ihres **vorzüglichen** Beifalls mit den besten Glück- und Segenswünschen zur Fortsetzung seiner so glücklich begonnenen Studien.“²⁰⁰ Ihm wird eine große Beweglichkeit des Geistes bescheinigt. Hervorragend sind die Bewertungen seiner Kenntnisse und Fähigkeiten in der lateinischen, griechischen, französischen, englischen, italienischen Sprache und im

¹⁹⁸ Gratulationsschreiben der medizinischen, naturwissenschaftlichen und philosophischen Fakultät der Tübinger Universität vom 31.8.1891 an Helmholtz, in: Siemens-Forum München, Aktenarchiv.

¹⁹⁹ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster Band, vgl. FN 1, S. 19.

²⁰⁰ Das Abiturientenzeugnis von H. Helmholtz, in: Das humanistische Gymnasium 23 (1912), S. 41.

Hebräischen. „In der deutschen Sprache hat der Abiturient die Fähigkeit entwickelt, sich selbst tiefere fremde Gedanken so anzueignen, daß sie ihm produktiv werden für eigene Ideen; er faßt das Ueberkommene scharf und in seinen wesentlichen Theilen auf, und hat sich über die Sprache schon solche Herrschaft erworben, daß er den Ausdruck der Gedanken frei und unbeengt aus sich gestalten kann, und obgleich in der Regel zu gedrängt und schmucklos schreibend, doch, wenn er will, selbst eines blühenden Styles Herr ist. Wenn sich das Interesse für Ausfeilung und scharfe Kritik des Einzelnen in der Form, sowie für den Ausbau der Perioden und symmetrische Anordnung, noch mehr entwickelt, so wird er einst in Hinsicht auf Darstellung sehr erfreuliches leisten.“²⁰¹ Grundlage dieser Einschätzung ist auch der deutsche Prüfungsaufsatz, den Helmholtz zum Thema „Die Idee und Kunst in Lessings Nathan der Weise“ schrieb.²⁰² Der Vater von Hermann, Professor am Potsdamer Gymnasium, bewertete die Arbeit seines Sohnes, entsprechend seinen Grundsätzen, sehr streng. Stilistische und inhaltliche Einwände merkte er [82] neben dem Text an. Durch ihn, der mit dem Philosophen Immanuel Hermann Fichte (1797–1879), dem Sohn des bekannten Vertreters der klassischen deutschen Philosophie Johann Gottlieb Fichte (1762–1814), eng befreundet war, lernte Hermann früh die Auseinandersetzung mit philosophischen Problemen.

Drei grundlegende Ideen sind es, die in seinem Abituraufsatz, teilweise nur in nuce zu finden sind, die jedoch später einen wichtigen Platz im Weltbild von Helmholtz einnehmen sollten. Durchdrungen ist die Arbeit erstens von dem Grundgedanken der Toleranz zwischen den Völkern und Religionen, von der humanistischen Forderung nach Liebe zwischen den Menschen. Zweitens geht es um die bei Lessing betonte Einheit von Wissenschaft und Kunst und drittens um die Suche nach dem Wesen, nach dem Allgemeinen im Besonderen.²⁰³

Wenn mancher geneigt sein mag, seinen Abituraufsatz als Pflicht zur Erreichung einer bestimmten Ausbildungsstufe anzusehen und ihn dann möglichst schnell zu vergessen, da er sich mit anderen Problemen beschäftigen will, so kann man bei Helmholtz feststellen, daß Gedanken der Abituararbeit später zu Grundlagen seines Weltbilds erweitert wurden. Er hatte sich der mechanischen Welterklärung verschrieben und gehörte zu ihren Vollendern, ohne sie je dogmatisch aufzufassen. Gerade mit seinen Beziehungen zu Philosophie, Geisteswissenschaften und Kunst sowie zu wichtigen Vertretern dieser Richtungen nahm er Erkenntnisse auf, die auch für seine Arbeit von Bedeutung waren. Er erweiterte die Gedanken seines Abituraufsatzes von der Toleranz und Wahrheitssuche zur Forderung nach interdisziplinärer und internationaler Zusammenarbeit, beteiligte sich selbst an der Aufklärung des Verhältnisses von Wissenschaft und Kunst und suchte in den Naturgesetzen und allgemeinen Prinzipien das Gerüst der Welterklärung zu erfassen. Im Gegensatz zu vielen seiner Kollegen von den Naturwissenschaften, die sich, nachdem die spekulativ orientierte Naturphilosophie Hegels und Schellings durch die experimentell fundierte und mathematisch begründete Naturforschung abgelöst worden war, ignorant gegenüber der Philosophie verhielten, war Helmholtz sich stets der philosophischen Relevanz naturwissenschaftlicher Erkenntnisse bewußt. Er schätzte die Leistungen großer philosophischer Denker und die Rolle der ästhetischen Aneignung der Wirklichkeit hoch ein. Als mathema-[83]tisch begabter und physikalisch orientierter Abiturient bewies er seinen Sinn für das Verständnis von Lessings Drama. Als international herausragender Wissenschaftler baute er Brücken zwischen den zwei Kulturen der experimentell und mathematisch orientierten Naturforschung einerseits und dem ästhetischen und geisteswissenschaftlichen Denken und Wirken andererseits.²⁰⁴

Sein **Studium** begann er 1838 am Königlich medizinisch chirurgischen Friedrich-Wilhelms-Institut in Berlin, das Militärärzte ausbildete. Er promovierte 1842 bei Johannes Müller mit dem Thema „De Fabrica Systematis nervosi Evertbratorum“. Schon mit dieser Arbeit erwies sich Helmholtz als ein hervorragender Experimentator, der sich bemühte, experimentelle Ergebnisse mit theoretischen

²⁰¹ Ebd., S. 40.

²⁰² Eine Kopie dieser Abituararbeit erhielt ich vom Urenkel von Helmholtz, Herrn Ruprecht von Siemens, den ich dafür, sowie für die ständige Unterstützung meiner Helmholtz-Studien mit Informationen und Materialien, danke.

²⁰³ Herbert Hörz, Von der Idee zum Weltbild – Anmerkungen zum deutschen Abituraufsatz von Helmholtz, in: Wilfried Schröder (Ed.). *Physics and Geophysics with Historical Case Studies*, Bremen-Roennebeck, Germany 1997, S. 294–313.

²⁰⁴ Herbert Hörz, Brückenschlag zwischen zwei Kulturen, vgl. FN 10.

Einsichten zu verbinden. „Die von ihm mit Hülfe des Mikroskops gemachte Entdeckung dass die Nervenfasern aus den von Ehrenberg²⁰⁵ 1833 entdeckten Ganglienzellen entspringen, ist nach der übereinstimmenden Ansicht der Physiologen die histologische Basis der gesamten Nervenphysiologie und -pathologie geworden; der bisher vergeblich gesuchte Zusammenhang von Nervenfasern mit Nervenzellen, und damit der Nachweis der centralen Natur dieser Zellen wurde von ihm für wirbellose Thiere durch diese mikroskopisch-anatomische Arbeit ersten Ranges erwiesen.“²⁰⁶

Helmholtz setzte sich seit Beginn seiner wissenschaftlichen **Forschungen** mit dem Vitalismus auseinander, da er die Annahme einer Lebenskraft für eine untaugliche Erklärung der Lebensprozesse hielt. Mit seinen Freunden Emil du Bois-Reymond²⁰⁷ und Ernst Brücke, mit denen er in Potsdam und Berlin oft zusammentraf und die die Physikalische Gesellschaft mit begründeten, sowie mit Carl Ludwig, den er 1847 kennen lernte und der sich diesem Freundeskreis gern anschloß, begründete er das fruchtbare Forschungsprogramm der organischen Physik zur Erforschung der physikalischen und chemischen Grundlagen der Lebensprozesse. Es richtete sich nicht nur gegen den Vitalismus, sondern sollte vor allem die Physiologie zu einer experimentell fundierten und theoretisch begründeten exakten Wissenschaft ausbauen helfen.²⁰⁸ Helmholtz arbeitete 1842 an der Charité und ging 1843 als Escadronchirurg nach Potsdam, um seiner Verpflichtung, als Militärarzt [84] tätig zu sein, die mit der kostenlosen Ausbildung am Friedrich-Wilhelms-Institut verbunden war, nachzukommen. Dort richtete er sich ein kleines physiologisch-physikalisches Arbeitszimmer ein.²⁰⁹ Am 23. Juli 1847 hielt er in der Physikalischen Gesellschaft in Berlin seinen Vortrag „Über die Erhaltung der Kraft“, der noch 1847 publiziert wurde. Thomson kannte diese Arbeit und schätzte sie sehr.²¹⁰ In ihr war der Grundstein für viele spätere Diskussionen beider Gelehrter über die Energieerhaltung gelegt. Sie lernten sich jedoch erst 1855 persönlich kennen.

Alexander von Humboldt half Helmholtz 1848 aus dem Militärdienst auszuschneiden, damit er die Stelle als Lehrer der Anatomie an der Kunstakademie in Berlin und als Gehilfe der anatomisch-zoologischen Sammlung übernehmen konnte, wofür ihn Johannes Möller empfohlen hatte. Ernst Brücke, der diese Stelle vorher inne hatte, war als Professor der Anatomie und Physiologie nach Königsberg berufen worden. Als er 1849 einem Ruf nach Wien folgte, erhielt Helmholtz als sein Nachfolger eine außerordentliche Professur für Anatomie und Physiologie in **Königsberg**. Er konnte nun seine Braut Olga heiraten. **Olga von Velten** wurde am 4.11.1826 als Tochter des Oberstabsarztes Leopold von Velten (1791–1828) und der Julie von Velten, geborene Puhlmann (1801–1881), in Riesenburg (Westpreußen) geboren. Nach dem frühen Tode des Vaters kehrte die Mutter in ihre Heimat Potsdam zurück und lebte dort bei ihrem Bruder. In Potsdam lernten sich Hermann Helmholtz und Olga von Velten kennen. Beide heirateten am 26.8.1849.

1850 erfand Helmholtz den Augenspiegel. Aus seiner Arbeit an der Charité, wo er kurze Zeit auf diesem Gebiet praktiziert hatte, wußte er, wie wichtig ein Diagnosegerät war, um ins Innere des Auges sehen zu können. Er verband Gläser so miteinander, daß es möglich wurde, in das Auge hineinzusehen. Ernst Brücke war bei seinen Versuchen, die Augen von du Bois-Reymond mit einem eigenen Gerät zu beobachten, gescheitert.²¹¹ Die Erfindung des Augenspiegels machte Helmholtz weit über die engen Fachkreise hinaus bekannt. 1851 wurde er zum ordentlichen Professor in Königsberg ernannt. Das Klima in Königsberg bekam jedoch dem Brustleiden seiner Frau überhaupt nicht. So nahm Helmholtz 1855 den Ruf nach **Bonn** an, um seiner Frau durch Klimaveränderung zu helfen. Dort blieb er bis 1858. Dann erhielt er einen Ruf nach [85] **Heidelberg** als Professor der Physiologie. Er brauchte dort Anatomie nicht mehr zu lehren und konnte sich intensiver seinen physiologischen

²⁰⁵ Der deutsche Naturforscher und Mediziner Christian Gottfried Ehrenberg (1795–1876) entdeckte die Nervenzelle und mehrere rezente und fossile Mikroorganismen.

²⁰⁶ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster Band, vgl. FN 1, S. 45.

²⁰⁷ Dokumente einer Freundschaft, vgl. FN 3.

²⁰⁸ Vgl. Abschn. 2.4.

²⁰⁹ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster Band, vgl. FN 1, S. 55.

²¹⁰ Thomsen 1.

²¹¹ Herbert Hörz, Physiologie und Kultur in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, vgl. FN 51, S. 127 f.

Forschungen widmen. Nach kurzer Besserung verstärkte sich das Leiden Olgas wieder²¹² und führte 1859 zum Tod der geliebten Frau.

In Heidelberg lernte Helmholtz **Anna von Mohl** kennen. Sie wurde am 19.11.1834 in Tübingen als Tochter des Staatsrechtlers und langjährigen Abgeordneten der Nationalversammlung und des Reichstags Robert von Mohl (1799–1875) und der Pauline von Mohl, geborene Becher, die er 1830 heiratete und die 1894 verstarb, geboren. Im Juli 1860 schrieb sie an ihre Tante über Helmholtz: „ein Physiologe – der eine Menge wunderbarer Dinge in seiner Wissenschaft gefunden zu haben scheint und der im Übrigen ausgezeichnete Musiker ist und ein sehr angenehmer Mensch.“²¹³ Am 8.2.1861 berichtete sie der Tante, daß sie heiraten werde.²¹⁴ Sie war verliebt und lobte Helmholtz in den höchsten Tönen, weshalb sie auch ihre Bedenken, ob die Heirat nicht zu schnell erfolge, zurückstellte und seinen Forderungen nachgab.

Helmholtz lobte seine Braut gegenüber Thomson in den höchsten Tönen. „Meine Braut ist ein reich begabtes, gegen mich verhältnismässig junges Mädchen, und wird, denke ich, zu den Heidelberger Schönheiten gerechnet. Sie hat sehr schnellen Verstand und Witz, ist sehr gewandt in der Gesellschaft, da sie einen grossen Theil ihrer Erziehung in Paris und London unter Leitung einer englischen Dame, der Gemahlin ihres Onkels, Mohl, der Professor der Persischen Sprache am Collège de France in Paris ist, erhalten hat. Sie spricht deshalb geläufig französisch und ist in der englischen Sprache mir entschieden überlegen. Übrigens hat ihre fashionable Erziehung ihrem ruhigen, guten und reinen Wesen keinen Eintrag gethan. Kurz, Sie sehen, ich halte sie für einen Engel, wie es jeder Bräutigam mit seiner Braut zu thun pflegt.“²¹⁵ Helmholtz, dem in seinen schriftlichen Äußerungen nur selten Gefühlsregungen unterlaufen, äußert sich für sein Alter geradezu schwärmerisch über seine Liebe zu Anna und bekennt, daß der Verstand kaum Einfluß auf deren Wachsen habe.

Am 3. März 1862 wurde der Sohn Robert Julius geboren. Es war, wie Thomson berichtet wurde, eine schwierige Geburt und der Kleine be-[86]

²¹² Thomson 15.

²¹³ Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, herausgegeben von Ellen von Siemens-Helmholtz, Erster Band, Berlin 1929, S. 326.

²¹⁴ Ebd., S. 326.

²¹⁵ Thomson 19.



*Jugendbildnis von Ellen von Helmholtz
aus dem Privatarhiv von Ruprecht von Siemens*

[87] kam eine Erysipelas.²¹⁶ Die Eltern befürchteten, ihn bald wieder zu verlieren. Robert wurde ein Physiker, der jedoch ständig krank war und sehr früh starb.

Von 1855 bis 1858 wirkte Helmholtz als Professor der Anatomie und Physiologie in Bonn.²¹⁷ Von 1858 bis 1871 lehrte er als Professor der Physiologie in Heidelberg. Die Verhandlungen 1868/69 über einen Ruf als Professor der Physik nach Bonn scheiterten aus verschiedenen Gründen.²¹⁸ Erst 1871 folgte Helmholtz dem Ruf als Nachfolger von Magnus nach Berlin, um dort als Physiker zu wirken.

Obwohl Helmholtz in politischen Fragen als zurückhaltend galt, befaßte er sich doch mit den Problemen der Entwicklung in Deutschland. Durch seinen Schwiegervater Robert von Mohl angeregt, beschäftigte ihn, wie er *Thomson* berichtete, der Kurhessische Verfassungskonflikt. Über Mohl schrieb er, daß dieser „im Bundestag selbst die Agitation in dem Kurhessische Verfassungsstreite²¹⁹ in Gang gebracht hat, dessen glückliche Beendigung jetzt endlich in Aussicht zu stehen scheint, womit ein alter Schandfleck der deutschen Regierungen hoffentlich endlich beseitigt werden wird.“²²⁰

²¹⁶ Thomson 20.

²¹⁷ Herbert Hörz, Helmholtz und die Bonner Universität, vgl. FN 174, Teil 1.

²¹⁸ Herbert Hörz, Helmholtz und die Bonner Universität, vgl. FN 174, Teil 2 und 3.

²¹⁹ Am 4.9.1850 brach der kurhessische Verfassungskonflikt im Bundestag aus. Österreich unterstützte Kurfürst Friedrich Wilhelm, der die von Preußen gewollte Union ablehnte, um Kurhessen auf seine Seite zu ziehen. Preußen unterstützte die oppositionellen Stände. Die Interessen des Bundestages führte zur Abschaffung der liberalen Verfassung von 1831 und zum Erlaß einer Scheinverfassung.

²²⁰ Thomson 20.

Am 4.4.1870 verstarb in **Berlin** Gustav Magnus, der seit 1834 außerordentlicher und seit 1845 ordentlicher Professor der Berliner Universität war, nachdem er sich erst für Technologie und dann auch für Physik dort habilitiert hatte. Schon 1840 wurde er Mitglied der Berliner Akademie. Helmholtz stand auf der Liste der möglichen Nachfolger. Er hatte 1843 bei Magnus drei Monate lang, auf dessen Anerbieten im Zusammenhang mit seinen medizinischen Staatsprüfungen, über Gärung und Fäulnis gearbeitet. Dankbar erinnerte er sich daran in der Gedächtnisrede für Magnus, die er am 6.7.1871 vor der Berliner Akademie hielt. „In ganz besonders charakteristischer Weise aber zeigte sich die Reinheit und Uneigennützigkeit, mit der Magnus den idealen Zweck seines Strebens festhielt, in der Art und Weise, wie er jüngere Männer zu wissenschaftlichen Arbeiten heranzog, und sobald er bei ihnen Eifer [88] und Fähigkeit für wissenschaftliche Arbeiten zu entdecken glaubte, ihnen seine Instrumente und die Hilfsmittel seines Privatlaboratoriums zur Verfügung stellte.“²²¹ So konnte sich Helmholtz, unter Anleitung eines ausgewiesenen Physikers, damals schon mit den physikalischen Grundlagen der Lebensprozesse befassen, die ihn durch seine gesamte wissenschaftliche Laufbahn beschäftigten.

Nun war er mit Gustav Kirchhoff im Gespräch als Nachfolger von Magnus. Am 18.4.1870 schrieb Anna von Helmholtz darüber an ihre Mutter: „Allein Hermann hofft, daß Kirchhoff den Ruf bekommen möge, weil er selbst viel lieber hier ist. Berlin aber schlägt man nicht aus, deshalb wurde er es vorziehen, wenn der Kelch nicht an ihn herankäme.“²²² Am 26.6.1870 berichtete sie dann, daß mit Berlin alles geregelt sei und alle Forderungen ihres Mannes erfüllt wurden. Die formelle Seite würde noch Zeit kosten, da der Neubau des physikalischen Instituts der Zustimmung der Kammern bedürfe. Heimweh klang mit. „Die Gefühlsseite, die alte liebe Heimat verlassen zu müssen, um in der großen fremden Stadt ein neues Leben zu beginnen, fängt erst allmählich an sich als etwas Gewisses hinzustellen.“²²³ Obwohl sie Berlin als späteren Aufenthalt in Betracht zog und es sich deshalb vorher ansah, fand sie es unerfreulich, tröstete sich jedoch mit den guten Freunden, die es dort gab. Dazu gehörte auch die Familie du Bois-Reymond, bei der man zur Jahreswende 1870/71 logierte, um alle offiziellen und persönlichen Probleme, die mit der Übersiedlung verbunden waren, zu klären.

Dazwischen gab es jedoch Schwierigkeiten, die Berlin für Helmholtz erst einmal in die Ferne rücken ließen. Der **deutsch-französische Krieg** stand bevor. Schon am 11.7.1870 hatte Helmholtz aus Heidelberg an seine Frau geschrieben, die sich mit den Kindern bei den Eltern in Starnberg aufhielt: „Jetzt fange ich wirklich an zu fürchten, daß wir Krieg haben werden, denn das Gebahren der französischen Regierung läßt nur die eine Erklärung zu, daß sie auf eine Gelegenheit gewartet haben und jetzt eine passende gefunden zu haben glauben; sonst wäre es der reine Wahnsinn. Ich glaube auch nicht, daß die Preußen dem Kriege allzu weit ausweichen werden; denn wenn es einmal feststellt, daß er früher oder später kommt, so werden sie ihn gleich annehmen. Das kann all unsere Pläne und Aussichten gewaltig verändern.“²²⁴ Vorerst bemühte er sich darum, seine Frau möglichst schnell nach Heidel-[89]berg zu bekommen, was auch am 19.7. gerade noch gelang, denn dann begannen die Truppentransporte.

Am 19.7. hatte Frankreich Preußen den Krieg erklärt. In beiden Ländern war Kriegsstimmung, seit die Frage nach der spanischen Thronfolge die politischen Auseinandersetzungen immer mehr verschärfte. Die Emser Depesche von Otto von Bismarck (1815–1898), seit 1861 preußischer Ministerpräsident, in der er den Gesandtschaften des Norddeutschen Bundes das Ergebnis des Gesprächs zwischen dem preußischen König Wilhelm I. (1797–1888) und dem französischen Botschafter Vincent Graf Benedetti (1817–1900) über die spanische Thronkandidatur in Bad Ems in redigierter Form mitteilte, mußte bei den Franzosen als Ultimatum verstanden werden. Der Kampf um die Vorherrschaft zwischen beiden Großmächten wurde nun mit militärischen Mitteln ausgefochten. In Preußen und darüber hinaus, in den mit Preußen verbundenen deutschen Ländern, herrschte zuerst Begeisterung. Die damals vielgelesene „Gartenlaube“ schrieb an ihre Leser: „Angesichts des frevelhaften

²²¹ Physiker über Physiker II. Antrittsreden, vgl. FN 74, S. 58.

²²² Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, Erster Band, vgl. FN 213, S. 153.

²²³ Ebd., S. 53.

²²⁴ Ebd., S. 154.

Übermutes, mit welchem in diesem Augenblicke Frankreich, aus keinem anderen Anlaß als erbärmlicher Ruhmeseitelkeit, die furchtbarste Kriegsbrandfackel in den Friedensseggen unseres Vaterlandes schlendert, angesichts dieser bubenhaften Verhöhnung unserer nationalen Würde und Freiheit muß die gesamte deutsche Presse geharnischer als je sich als die Großmacht bewähren, welche den Geist des Volkes in den Kampf führt.“²²⁵

Der älteste Sohn aus der ersten Ehe, **Richard Helmholtz**, „welcher wohl erkannte, dass sein Vater es gern sehen würde, wenn er den kriegerischen Ereignissen nicht fern bliebe – ‚warme Vaterlandsliebe war stets eine ausgesprochene Eigenschaft meines Vaters‘ – war, wiewohl erst siebzehnjährig, schon im August 1870 beim reitenden Zuge der leichten Ersatzbatterie des badischen Feldartillerieregimentes als Kriegsfreiwilliger eingetreten und wurde im Anfang des November ins Feld nachgeschickt, wo er ausser einzelnen kleinen Scharmützeln die dreitägige Schlacht an der Lisaine mitmachte und in Folge eines Unfalls an seinem Geschütz, wenn auch nicht schwer, verwundet wurde.“²²⁶ Am 15.7.1871 schrieb der Freund der Familie, Eduard Zeller (1814–1908), der noch in Heidelberg als Philosoph tätig und ein ausgezeichnete Philosophiehistoriker war, den Helmholtz 1872 nach Berlin²²⁷ holte, an diesen: [90] „Eben komme ich von Karlsruhe, wo ich ein paar Stunden mit Richard zusammen war. Ich traf ihn in Gottesau, u. sass mit ihm im ‚Grünen Hof‘, u. erfreute mich auch jetzt wieder an seinem schlichten tüchtigen Wesen. Er wird Ihnen mitgeteilt haben, dass er sein Examen gemacht hat; das Resultat war ihm auch heute noch nicht eröffnet, aber nach dem, was er mir über die Prüfung gesagt hat, zweifle ich nicht, dass es ein sehr befriedigendes sein wird.

Am 5ten August wird er nun also entlassen werden, u. dann, wie er mir sagte, wieder in die Maschinenfabrik eintreten.²²⁸ Ich glaube aber, dass eine Erholungszeit von einigen Wochen, ehe er wieder an die Arbeit geht, bei ihm gut angelegt wäre. Sein Aussehen ist weniger blühend, als wir es noch vor 6 Wochen fanden, wenn auch durchaus nicht besorgniserregend. Er selbst schien mir die lange Trennung von den Seinigen doch schmerzlich zu empfinden, wenn er sich auch nicht direkt darüber aussprach, u. bei seiner zurückhaltend bescheidenen Art wahrscheinlich auch gegen Sie keinen Wunsch laut werden lässt, wenn ihm nicht von Ihnen die Zunge gelöst wird.“²²⁹

Helmholtz selbst wurde zum Dienst bei der **freiwilligen Krankenpflege** einberufen, wie die Legitimationskarte 549 vom 7.8.1870²³⁰ nachweist. Er war in Wörth und Sulz eingesetzt und begleitete einen Transport mit Verwundeten von Weißenburg nach Heidelberg.²³¹ Am 4.9.1870 schrieb seine Frau an ihre Mutter aus Heidelberg, daß der Kaiser gefangen sei und man sich frage, ob Metz und Straßburg auch noch fallen müßten. Man sei so aufgereggt und alles dränge sich in diese Fragen.²³² Am 1.9.1870 hatte die kriegsentscheidende Schlacht bei Sedan stattgefunden. Die Armee Marschall Mac-Mahons²³³, bei der sich Napoleon der III.²³⁴ befand, kapitulierte. Beide begaben sich in deutsche Ge-[91]

²²⁵ Die Gartenlaube, hrsg. von Carl hier Cwojdrak, Berlin 1985. S. 8.

²²⁶ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, vgl. FN 4, S. 187 f.

²²⁷ Herbert Hörz, Brückenschlag zwischen zwei Kulturen, vgl. FN 10, S. 150 f.

²²⁸ Richard ging 1871 als Volontär in die Borsigsche Lokomotivenfabrik, studierte von 1873 bis 1876 Maschinenbau in München, arbeitete in der Krausschen Lokomotivfabrik und wurde 1881 Leiter des Konstruktionsbüros an der Stammfabrik am Marsfeld.

²²⁹ Herbert Hörz, Brückenschlag zwischen zwei Kulturen, vgl. FN 10, S. 461.

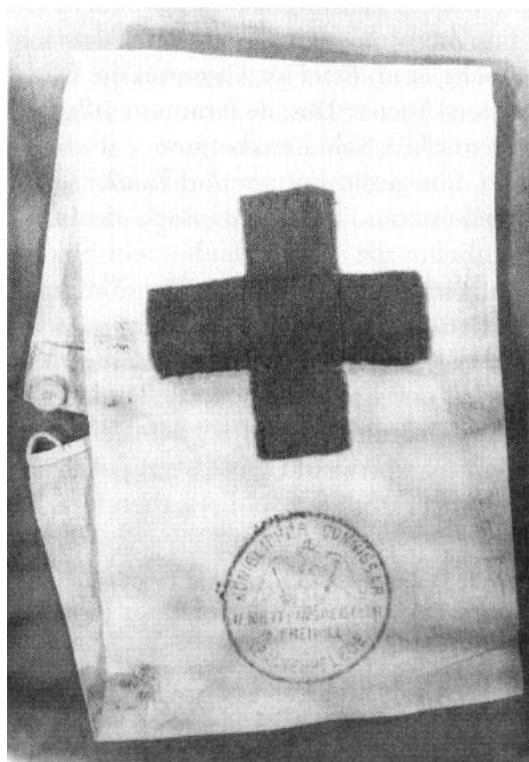
²³⁰ Mir freundlicherweise von Ruprecht von Siemens gezeigt, in dessen Besitz sie sich, wie auch der Legitimationsschein 1294 und die entsprechende Sanitätsarmbinde befindet.

²³¹ Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, Erster Band, vgl. FN 213, S. 155.

²³² Ebd., S. 155 f.

²³³ Marie Edme Patrice Maurice Comte de Mac-Mahon (1808–1893), seit 1859 Herzog von Magenta, war französischer Marschall und Politiker.

²³⁴ Charles Louis Napoléon Bonaparte (1809–1873) war von 1852 bis 1870 Kaiser der Franzosen.



[92]fangenschaft. Das zweite Kaiserreich wurde gestürzt und am 4.9.1870 in Paris die Republik ausgerufen. Am 27.12. begann auf Veranlassung von Bismarck, die Beschießung von Paris, das am 28.1.1871 kapitulierte. Schon am 18.1.1871 wurde der Preußische König Wilhelm I.²³⁵ in Versailles zum deutschen Kaiser proklamiert.

Diese Ereignisse verfolgte Helmholtz aus der Ferne. Am 18.9. bedankte Anna sich aus Innsbruck, daß die Kinder von ihrer Mutter versorgt würden und meinte, ihr Mann schlafe sich erst einmal aus, dann ginge es nach Meran, da er Ruhe und schöne warme Luft brauche.²³⁶ Im Oktober erwartete man Emil du Bois-Reymond aus Berlin in Heidelberg²³⁷, um mit ihm über die Berliner Berufung zu sprechen und im Dezember bereitete man sich auf die Berlinreise vor, die Ende Dezember stattfand.²³⁸ Im Zusammenhang mit der Übermittlung des Vorschlags an Helmholtz im Brief vom 28.1.1871, eine

²³⁵ Wilhelm I. (1797–1888) war seit 1861 König von Preußen.

²³⁶ Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, Erster Band, vgl. FN 213, S. 156.

²³⁷ Ebd., S. 150 f.

²³⁸ Ebd., S. 157.

Physikprofessur in Cambridge anzunehmen, erkundigte sich Thomson nach den **Auswirkungen des Krieges** auf die Familie. Er fragte „how you have been affected by this terrible war. I hope very much that you have not now cause for anxiety in respect to your son or other relations.“²³⁹

Über die propreußische Haltung von Helmholtz in dieser Zeit gibt es keine Zweifel. Im Zusammenhang mit dem deutsch-französischen Krieg 1870/71, geißelte er im Brief an Thomson die Lügen des französischen Außenministers Agénor Duc de Gramont (1819–1880), lobte die Heldentaten der deutschen Soldaten, betonte, daß die Turkos, die afrikanischen Truppen, nur gegen Frauen und Kinder, jedoch nicht gegen Soldaten kämpfen könnten.²⁴⁰ Das entsprach der allgemeinen Stimmung. So veröffentlichte die „Gartenlaube“ ein Soldatenlied, in dem eine Strophe mit Blick auf die Armee Mac Mahons lautet: „Seine Turkos, seine Zuaven, des Tyrannen rohe Sklaven, seine wilden Söldnerscharen trieb das deutsche Schwert zu Paaren: Mac Mahon! Mac Mahon! Fritze kommt und hat ihn schon.“²⁴¹ Bei den generellen Aspekten des Krieges folgte Helmholtz der offiziellen Meinung und stellte fest: „To us the result of the war would have been political annihilation, if Napoleon had been successful; our soldiers, therefore, have fought with [93] the courage of despair against the Frenchmen, who had better arms, and better positions. Now we are obliged to carry on the war to the end, that a repetition of such a rapacious invasion, as Napoleon had the purpose to perform, becomes impossible for a long series of years.“²⁴²

Thomson gab Auszüge aus diesem Brief an die Zeitung „Glasgow Herald“, jedoch ohne Namen.²⁴³ Er teilte die Meinung von Helmholtz, daß den Franzosen eine Lektion erteilt werden müßte und erinnerte an ihre Gespräche, die sie früher darüber führten: „We are all deeply interested in your case, and all (with scarcely an exception) agree in abhorrence of the whole action of the French from the declaration of war till now. I remember well all you told me eleven years ago in Arran, about the continual threat of France to interfere against German consolidation and I feel that emperor, officials, journalists, and people require a crashing defeat to cure forever that disease of vanity of which Louis Napoleon as emperor was only one symptom. I believe France itself will be better and happier ten years hence, for the bitter lesson you are now teaching it. But it is a terrible price you are paying for what is only your right.“²⁴⁴ Betroffen zeigte sich Thomson über das Schicksal der Verwundeten. Er hatte deshalb Geld für einen Fonds gespendet, der für die Leidenden bestimmt war. Helmholtz sandte er halbe 25 Pfund Noten, die dieser nach eigener Erfahrung zur Unterstützung im Zusammenhang mit den Krankenhäusern einsetzen sollte. Nach bestätigtem Erhalt der Hälften wollte er die anderen sofort nachschicken. Er sah das nur als eine kleine Hilfe für die vom Krieg Betroffenen.²⁴⁵ Am 14.6. 1871 gratulierte er dann noch zur glücklichen Heimkehr des Sohnes aus dem Krieg.²⁴⁶

Am 2.1.1871 bat Helmholtz um seine Entlassung aus dem badischen Staatsdienst und erhielt die am 13.2.1871 vom preußischen König und deutschen Kaiser Wilhelm I. in Versailles unterzeichnete Bestallungsurkunde. In dieser Zeit fragte Thomson an, ob er bereit wäre, eine **Professur für experimentelle Physik in Cambridge** anzunehmen. Am 28.1.1871 schrieb Thomson: „I have been asked by Stokes, and by the [94] Master and Tutor of my College²⁴⁷ at Cambridge, to write to you asking if you could be induced to accept a new Professorship of Experimental Physics to be established there. It is much desired to create in Cambridge a school of experimental science, not merely by a system of lectures with experimental illustrations but by a physical laboratory in which students under direction of the professor and his assistant would perform experiments, and the professor would have all

²³⁹ Thomson 37.

²⁴⁰ Thomson 35.

²⁴¹ Die Gartenlaube, vgl. FN 225, S. 37.

²⁴² Thomson 35.

²⁴³ Thomson 36.

²⁴⁴ Thomson 36.

²⁴⁵ Thomson 36.

²⁴⁶ Thomson 40.

²⁴⁷ Kelvins College war das St. Peter's College, genannt Peterhouse. Colleges waren so etwas wie Internate mit Statuten und genormtem Tagesablauf. Das College hatte für die Betreuung der jüngeren Studenten Tutoren, die entweder Lehrkräfte oder ältere Studenten waren.

facilities attainable, for making experimental investigations.“²⁴⁸ Helmholtz sagte ab, obwohl die Bedingungen sehr angenehm seien, wie Anna an ihre Mutter am 9.2.1871 schrieb, „allein nun ist doch Berlin die Losung.“²⁴⁹ Für Helmholtz übernahm dann Clerk Maxwell den Lehrstuhl. Er wurde im März 1871 gewählt und blieb dort bis zu seinem Tod 1879.²⁵⁰

Nun kam der **Abschied aus Heidelberg**. Am 5.3.1871 gab es dort in der „Harmonie“ ein Festmahl zu Ehren von Helmholtz. „Allen Theilnehmern werden die Worte, welche er und andere dort gesprochen, unvergesslich bleiben – aber alle beherrschte das Gefühl, dass der grösste Denker und Forscher Deutschlands dorthin gehöre, wo dem Gründer des Deutschen Reiches der gewaltigste Staatsmann und der genialste Feldherr zur Seite standen.“²⁵¹ Am 3.4. 1871 wurde das Haus Helmholtz im Friedrichsbau in Alt-Heidelberg geschlossen und in Berlin baute Anna von Helmholtz nach und nach wieder einen Kreis interessierter Künstler und Wissenschaftler auf, die sich im Haus Helmholtz trafen.

Die Übersiedlung nach Berlin und die Arbeit an der Universität und der Akademie brachten Helmholtz viele Pflichten, wichtige Arbeitskontakte, Ehrungen und weitere Erfolge in der wissenschaftlichen Arbeit. Gesundheitliche Probleme machten ihm oft zu schaffen. Am 1.11.1874 schrieb Anna an ihre Mutter: „Ich habe Friedreich²⁵² und Fräntzel²⁵³ ge-[95]sprochen wegen Hermanns Ohnmachten. Beide warnen vor Ermüdung des Gehirns durch Arbeit – wie vor späten Stunden und Schlafverkürzung. Ich werde sehen, wie Hermann vor Geselligkeit zu schützen ist; gegen seine Sitzungen bis tief in die Nacht und die amtliche Hetze und Überbürdung mit Geschäften ist es für mich unmöglich etwas zu thun. Ärger, Sorgen und Müdigkeit sollten vermieden sein – ganz können wir sie nicht aus seinem Leben streichen, nur annähernd.“²⁵⁴ Durch seine Ferientaufenthalte in der Schweiz und in Italien, durch seine Reisen zu Thomson und die Fürsorge seiner Frau gelang es immer wieder, die angeschlagene Gesundheit zu stabilisieren. So schrieb er am 23.8.1883 aus Pontresina an Thomson: „I am gone to this place, as I have done already during the last 10 or 12 years every summer, because I find the best mental repose and bodily refreshment.“²⁵⁵

In Berlin setzte Helmholtz seine umfassende **wissenschaftliche Arbeit** fort. Er erweiterte seine Studien zur Elektrizitätslehre, konstruierte eine, den Schwankungen des Erdmagnetismus nicht unterliegende, Waage, beschäftigte sich mit der Thermodynamik chemischer Vorgänge, befaßte sich mit monozyklischen Systemen, lieferte Beiträge zur Meteorologie und zur Nicht-Euklidischen Geometrie. „Die Vielseitigkeit von Helmholtz wird immer grösser, die Höhe der Anschauung und Auffassung wissenschaftlicher Problem immer staunenswerther.“²⁵⁶ Dabei stand er immer im wissenschaftlichen Kontakt mit Kelvin, dem er viel über seine Arbeiten berichtete, von dem er Anregungen entgegennahm und mit dem er gern persönlich diskutierte. Neid und Mißgunst blieben jedoch auch nicht aus. Engen Dühring meinte über das Wirken von Helmholtz und Kirchhoff in Berlin: „Aber das mathematische und physikalische Kohlgericht dieser von Anbeginn fast nur philologisch angelegten Körperschaft wurde durch diese exquisiten Zuthaten auch nicht fett. Wohl aber wurde dadurch die Olla* bunter. Der physikalische Salat, oder was dafür ausgegeben wurde, erhielt eine psychologisch physiologisch philosophelnde Oelung, die letzte Oelung sozusagen, und dazu kam noch der mathematische Essig, namentlich der Essig der vierten Raumdimension und der Ueberwindung der Euklidischen Axiome. Das Philosophastern machte sich statt echter Physik und gesunder Mathematik breit.“²⁵⁷ Solche Angriffe hatten jedoch keine [96]

²⁴⁸ Thomson 37.

²⁴⁹ Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, Erster Band, vgl. FN 213, S. 159.

²⁵⁰ Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5, p. 566.

²⁵¹ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, vgl. FN 4, S. 188 f.

²⁵² Nikolaus Friedreich (1825–1882) war seit 1858 Direktor der Medizinischen Klinik in Heidelberg und der Familie Helmholtz, auch nach der Übersiedlung nach Berlin, eng verbunden.

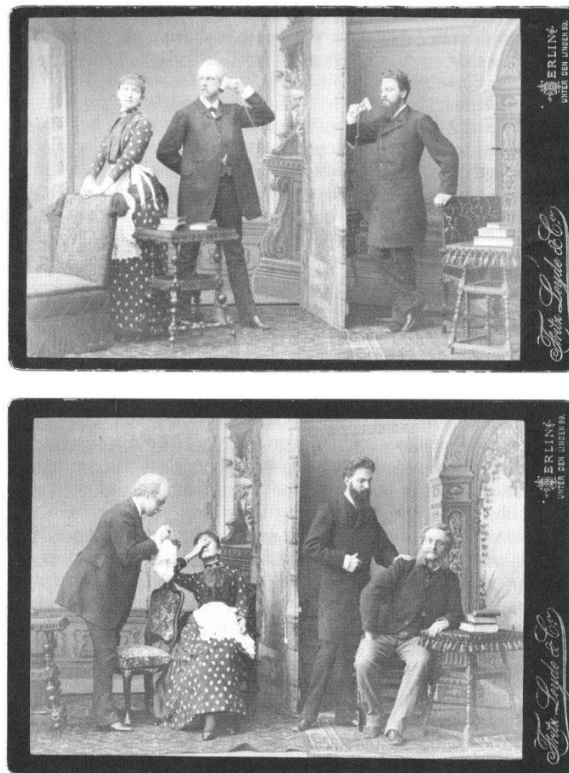
²⁵³ Oscar Fraentzel (1838–1894) war seit 1870 in der Inneren Abteilung der Charité tätig.

²⁵⁴ Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, Erster Band, vgl. FN 213, S. 193 f.

²⁵⁵ Thomson 64.

²⁵⁶ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, vgl. FN 4, S. 233.

* Tongefäß – ²⁵⁷ Eugen Dühring, Robert Mayer der Galilei des 19. Jahrhunderts, vgl. FN 165, S. 105.



Theaterspiel in der Familie Helmholtz
 Aus dem Privatarchiv von Ruprecht von Siemens

[97] Auswirkungen auf die wissenschaftliche Reputation von Helmholtz. Sie verstärkten die Solidarität mit ihm.

Am 24.7.1877 wurde Helmholtz zum Professor der Physik an der medizinisch-chirurgischen Akademie für das Militär ernannt, seiner ehemaligen Ausbildungsstätte, denn am Königlich medizinisch chirurgischen Friedrich-Wilhelms-Institut in Berlin hatte er am 26.9.1838 sein Studium begonnen. Am 2.8.1877 hielt er zum Stiftungstag der Einrichtung die Rede „Das Denken in der Medizin“²⁵⁸, in der er sich eingehend mit erkenntnistheoretischen Fragen befaßte. Am 15.10.1877 sprach er in seiner Rektoratsrede „Ueber die akademische Freiheit der deutschen Universitäten.“²⁵⁹ Anlässlich der Stiftungsfeier der Berliner Universität am 3.8.1878 äußerte er sich als Rektor in seiner Rede „Die That-sachen in der Wahrnehmung“²⁶⁰ noch einmal zu prinzipiellen Fragen der Wissenschaftsentwicklung. Er forderte, über den untergeordneten und praktisch nützlichen Aufgaben nicht die ewigen Ideale der Menschheit zu vergessen. Als Grundproblem nannte er die Frage nach der Wahrheit, auf die Philosophie und Naturwissenschaft stoßen. An seine Frau schrieb er zur Resonanz der Rede, daß einige Kollegen sehr angetan waren. Über die Reaktion der Mehrheit äußerte er sich jedoch skeptisch: „Ich wußte übrigens, daß es nicht nach dem Geschmack der Majorität sein würde. Ich aber hatte mir gesagt, wenn ich einmal arbeiten mußte, so wollte ich auch etwas machen, an dessen Ausarbeitung ich selbst Interesse hätte; denn schließlich ist es immer besser, daß sie mich zu gelehrt finden, als zu trivial.“²⁶¹ Der Musikwissenschaftler Ludwig Nohl (1831–1885) erbat sich diese Rede, da sie ihn sehr interessiere, denn es gelte doch um die „Nothwendigkeit einer Hebung der idealen Interessen an den deutschen Universitäten.“²⁶²

1883 wurde Helmholtz in den Adelsstand erhoben. Zu vielen Ehrungen kamen jedoch auch mehrere Schicksalsschläge, die ihm zu schaffen machten. So starb 1875 sein Schwiegervater Robert von Mohl, mit dem er viel diskutiert hatte. 1877 beklagte er den Tod seiner Tochter Käthe (1850–1877), seiner

²⁵⁸ Hermann Helmholtz, *Das Denken in der Medicin*, Berlin 1877. 1878 erschien schon die zweite Auflage.

²⁵⁹ Hermann Helmholtz, *Ueber die akademische Freiheit deutscher Universitäten*, Universitätsprogramm, Berlin 1877.

²⁶⁰ Hermann Helmholtz, *Die That-sachen in der Wahrnehmung*, Universitätsprogramm, Berlin 1878.

²⁶¹ Anna von Helmholtz, *Ein Lebensbild in Briefen*, Erster Band, vgl. FN 213, S. 225.

²⁶² Herbert Hörz, *Brückenschlag zwischen zwei Kulturen*, vgl. FN 10, S. 393.

ältesten Tochter aus erster Ehe, die mit Wilhelm [98] Branco, seit 1895 Freiherr zu Branca (1844–1928), verheiratet war. Freude bereitete ihm dagegen die Verbindung seiner Familie mit der seines Freundes Werner von Siemens (1816–1892), denn 1884 heiratete seine Tochter Ellen dessen Sohn Arnold Wilhelm von Siemens (1853–1918). Ellen war auch in der Familie Thomson, durch den Besuch ihres Vaters mit ihr in England, gut bekannt und man erkundigte sich stets nach ihrem Befinden.²⁶³ Werner von Siemens half, Voraussetzungen dafür zu schaffen, 1887 die **Physikalisch-Technische Reichsanstalt** als eine staatliche Einrichtung zu gründen, die sich mit Forschungen und Präzisionsmessungen befassen konnte, ohne durch den Lehrbetrieb ständig unterbrochen zu werden.²⁶⁴ Helmholtz wurde ihr erster Präsident.²⁶⁵

Schon am 2.9.1883 schrieb Helmholtz an Thomson, um sich zu entschuldigen, daß er nicht kommen könne: „I have got an invitation from the Ministry of Public Instruction at Berlin, to assist to the deliberations of a Commission, nominated by the Ministers of Finances and of Instruction. The aim is to build at Berlin an kind of scientific physical Observatory; this plan has been proposed principally by Dr. Werner Siemens and myself, and W. S. has offered a valuable piece of land, which belongs to him, to be given to the State, if the State takes upon himself the obligation, to build and to enclose the observatory. I have been urged to accept the direction of it.“²⁶⁶ Es dauerte jedoch noch einige Zeit, bis der Plan ausgereift, die Mittel beschafft und die Arbeit an der Reichsanstalt, zu der sich das Vorhaben ausgeweitet hatte, vorangetrieben wurde.²⁶⁷ Im Juni 1889 zog die Familie Helmholtz aus der Dienstwohnung des Physikalischen Instituts der Universität nach Char-[99]lottenburg in die Marchstraße, in der sich das Wohnhaus des Präsidenten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt befand.

Kelvin war von dem Plan und der Realisierung dieser Anstalt sehr angetan. Durch die Arbeiten über Thermodynamik und Elektromagnetismus war er sich, wie Helmholtz, der Rolle von exakt bestimmten Maßeinheiten bewußt. Beide nahmen an der experimentellen und theoretischen Bestimmung solcher Einheiten teil und waren aktiv an den Festlegungen auf internationalen Kongressen über die zu verwendenden elektrischen Maßeinheiten beteiligt. So schwebte ihm in London ein physikalisches Laboratorium vor, an dem konzentriert über solche Fragen gearbeitet werden könne. 1896 stand er an der Spitze von zweiundsechzig Unterzeichnern eines Memorandums, das im Namen der British Association der Regierung die Errichtung eines Nationalen Physikalischen Laboratoriums mit drei Abteilungen vorschlug, einer für die Untersuchung von Naturphänomenen auf längere Zeit als das Durchschnittsalter, einer für Tests und Überprüfungen von Instrumenten für die physikalische Forschung und der Ermittlung von Standards, einer für die exakte Bestimmung physikalischer Konstanten und von numerischen Daten, die für die Forschung und die Industrie von Interesse sind. Diese Abteilungen reflektierten die Struktur der Komitees, in denen Kelvin seit den sechziger Jahren aktiv in der British Association wirkte. Das Memorandum verwies direkt auf das Vorbild der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.²⁶⁸

Am 5.8.1889 starb Helmholtz' Sohn Robert, ein begabter Physiker, der an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt arbeitete. Der Vater flüchtete nach Pontresina, um den Schmerz zu betäuben. Im September nahm er dann in Heidelberg aktiv an der Naturforscherversammlung teil. Umfangreich waren die Ehrungen zu seinem 70. Geburtstag²⁶⁹, die ihren Höhepunkt in der Feier am 2.11.1891 im

²⁶³ Ruprecht von Siemens besuchte mit seiner Frau am 9.5.1995 das Akademievorhaben der BBAW Wissenschaftshistorische Studien, Helmholtz-Editionen, um sich über die Herausgabe des Nachlasses seines Urgroßvaters durch mich zu informieren. Dabei unterhielten wir, das Ehepaar Ruprecht von Siemens, meine Frau und ich, uns zwanglos über die Vorfahren. Ruprecht von Siemens konnte sich noch an seine Großmutter Ellen, die Tochter von Helmholtz, erinnern. Sie kam ihm als elfjährigem Jungen (1841/42) sehr selbstbewußt und herrschsüchtig vor. Sehr stolz war sie auf ihren Vater. Seine Frau ergänzte, daß Ellen ihre Kinder, durch ihre Haltung, zu großer Bescheidenheit erzogen habe.

²⁶⁴ Werner von Siemens, Lebenserinnerungen München 1956, S. 267.

²⁶⁵ Gisela Buchheim, Initiativen zur Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (1887), in: NTM – Schriftenreihe Gesch. Naturw., Technik, Medizin, Leipzig 11 (1974) Heft 2, S. 33–43.

²⁶⁶ Thomson 65.

²⁶⁷ David Cahan, An Institute for an Empire. The Physikalisch-Technische Reichsanstalt 1871–1918, Cambridge 1993.

²⁶⁸ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 686.

²⁶⁹ Viele der Grußadressen, die sich im Siemens-Forum, München, Aktenarchiv, befinden, sind auszugsweise oder vollständig publiziert in: Herbert Hörz, Brückenschlag zwischen zwei Kulturen, vgl. FN 10.

„Kaiserhof“ in Berlin fanden. 173 Persönlichkeiten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik des In- und Auslandes hatten einen Aufruf erlassen, um eine Stiftung zu Ehren von Helmholtz ins Leben zu rufen, deren Ertrag dazu dienen sollte, eine **Helmholtz-Medaille** an hervorragende Forscher aller Nationen zu verleihen, die auf den Gebieten arbeiten, die Helmholtz so beeinflußt hat. Die Medaille ist aus Gold, trägt auf der Vorderseite das Bildnis von Helmholtz. Auf der Rückseite sind der Name des Empfängers [100] und das Jahr der Verleihung eingraviert. Der Aufruf beginnt mit den Worten: „Am 31. August 1891 vollendet Hermann von Helmholtz sein siebenzigstes Lebensjahr. Collegen, Schüler und Verehrer des grossen Forschers haben sich in dem Wunsche vereinigt, an diesem Tage dem Dank einen dauernden Ausdruck zu geben, den die gesammte wissenschaftliche, ja die ganze gebildete Welt seinen bahnbrechenden Untersuchungen, seiner allseitig erleuchtenden und befruchtenden, weite Forschungsgebiete erschliessenden und durchdringenden Geistesarbeit schuldet.“²⁷⁰

Den Aufruf hatte auch Sir William Thomson als Präsident der Royal Society und Professor an der Universität Glasgow unterschrieben. Von den gemeinsamen Freunden beider Gelehrter gehörten u. a. Lord Rayleigh (1842–1919)²⁷¹ als Secretar der Royal Society, Sir Henry Enfield Roscoe (1833–1915) als deren Vizepräsident, der frühere Präsident der Royal Society Sir George Gabriel Stokes und Peter Guthrie Tait zu den Unterzeichnern. Ein Ausschuß dieses Komitees mit dem Physiologen Emil du Bois-Reymond, dem Mathematiker Leopold Kronecker (1823–1891), dem Physiker August Kundt (1839–1894), dem Seniorchef des Bankhauses Mendelssohn & Co in Berlin Ernst Mendelssohn-Bartholdy und dem Philosophen Eduard Zeller war ermächtigt worden, mit Helmholtz Näheres zu vereinbaren. Die Akademie der Wissenschaften hatte sich mit Beschluß vom 9.7.1891 zur Annahme und Verwaltung der Schenkung bereit erklärt, wozu sie vom Kaiser und König am 12.10.1891 die Erlaubnis erhielt. Mehrere Fassungen des Status der Helmholtz-Stiftung wurden vorgelegt und diskutiert. Helmholtz stimmte der letzten Fassung mit der Bemerkung zu: „Einverstanden auch mit den roth und blau geschriebenen Veränderungen.“²⁷² Am 22.4.1892 erhielt das Statut die Genehmigung des Ministeriums.

Nach dem Statut konnte Helmholtz die ersten vier Medaillen nach den festgelegten Normen vergeben, d. h. an Forscher, „welche die in der physikalisch-mathematischen Classe der Akademie vertretenen Wissenschaften oder die Erkenntnisslehre durch hervorragende Leistungen [101] gefördert haben.“²⁷³ Er wählte dafür den organischen Physiker Emil du Bois-Reymond, der seit 1867 beständiger Sekretar der Berliner Akademie der Wissenschaften war, den durch seine Entdeckung der Spektralanalyse bekannten Heidelberger Chemiker Robert Bunsen, den Berliner Mathematiker Karl Theodor Wilhelm Weierstrass (1815–1897), der sich um die Grundlegung der Analysis und um den Ausbau der Theorie der höheren Funktionen verdient gemacht hatte und den Physiker William Thomson. Diese Auswahl hervorragender Vertreter verschiedener Fachgebiete, der Physiologie, Chemie, Mathematik und Physik, machte deutlich, daß die Auszeichnung für solche Forscher zu vergeben war, die der Naturforschung entscheidende Impulse verliehen. Ein Erkenntnistheoretiker war nicht dabei. Offensichtlich wollte Helmholtz bekannte Gelehrte der grundlegenden naturwissenschaftlichen Gebiete zuerst durch die Medaille auszeichnen. Der hervorragendste Vertreter einer naturwissenschaftlich orientierten Theorie der Erkenntnis war er in dieser Zeit selbst. Er hatte durch seine Arbeiten zur Wahrnehmungstheorie, zu den Tonempfindungen und durch seine kritische Analyse der Ansichten Kants wesentliche Beiträge zum Verständnis des Erkenntnisvermögens der Menschen geleistet.²⁷⁴

Helmholtz freute sich sehr, seinem kongenialen Kollegen und Freund Kelvin mit der Auszeichnung eine Freude bereiten zu können. Am 4.7.1892 schrieb er an ihn: „I don't know, if You have received already the information, that on last Thursday the Academy of Sciences at Berlin has choosen You to be one of the first possessors of the Helmholtz medal. At the same time the medal has been given to

²⁷⁰ Stiftungsaufwurf, in: Archiv der BBAW, Hist. Abt., Abschn. II. Akten der Preußischen Akademie der Wissenschaften 1812–1945, Helmholtz-Medaille, Sign. II–X, 2.

²⁷¹ Der englische Physiker John William Strutt erbte nach dem Tod seines Vaters 1873 den Titel des dritten Barons of Rayleigh. Mit seinem 1877/78 erschienenen ersten Band von „The theory of sound“. das Helmholtz sehr lobte, setzte er dessen Arbeiten teilweise fort.

²⁷² Archiv der BBAW, II.–X, 2, Blatt 34.

²⁷³ Statut der Helmholtz-Stiftung, § 1, Archiv der BBAW II.–X, 2, Blatt 48.

²⁷⁴ Herbert Hörz, Brückenschlag zwischen zwei Kulturen, vgl. FN 10, S. 254 ff.

Mr. du Bois Reymond, to Robert Bunsen and to our mathematician Professor Weierstrass. In the future the bearers of the Medal shall constitute the body, who proposes the candidates for new elections, one every second year, among whom the Academy has to choose.²⁷⁵ Kelvin bedankte sich am 12.7.1892 mit den Worten: „I am very much pleased to be one of the first four Helmholtz medallists! I have written to the ‚Akademie‘ expressing my thanks, but I feel that I must also thank you for having thought me worthy of so great, and so especially interesting, and honour.

I shall be glad to do what I can to assist with the other medallists, in proposing to the ‚Akademie‘ candidates for new elections.²⁷⁶

[102] 1893 entschloß sich Helmholtz mit seiner Frau zur **Weltausstellung in Chicago** (USA) zu fahren. Vorherige Einladungen in die USA hatte er abgelehnt, meinte aber nun, die letzte Gelegenheit wahrnehmen zu wollen. Thomson war vor ihm dort und hielt seine berühmten Baltimore-Lectures. Lady Kelvin erkundigte sich am 12.8.1893 nach der Vorbereitung der Reise und gab gute Ratschläge an Anna. Außerdem meinte sie: „Prof. von Helmholtz is sure to get a tremendous reception and to have every thus made as pleasant and nice as possible. I hope if you go you will hit good passages there and back in a good steamer.“²⁷⁷ Der USA-Besuch war ein Erfolg. Von William Steinway (1836–1896), dem Sohn des Begründers der Klavierfirma Steinway und seit 1876 deren Seniorchef, bekam er als Dank für seine Arbeiten zur Musiktheorie einen Flügel geschenkt.

Auf der Rückreise aus den USA gab es einen folgenschweren Unfall, von dem sich Helmholtz nie mehr richtig erholte. Er fiel auf dem Schiff eine Treppe hinunter und war lange ohnmächtig. Die Folgen schienen überstanden, als er im Winter 1893 alle seine Geschäfte wieder aufnahm. Am 14.6.1894 trug er Ergänzungen zu seiner Arbeit über das Prinzip der kleinsten Wirkung an der Akademie vor. Er bereitete sich auf seine Rede vor, die er auf der Naturforscherversammlung in Wien Ende September halten wollte. Doch die Krankheit erfaßte ihn immer mehr. Am 31.8.1894 feierte er noch seinen Geburtstag, sprach jedoch schon von Pensionierung und wurde immer matter. Lähmungserscheinungen traten auf. Am 8.9.1894 verstarb Hermann von Helmholtz. Sein Nachfolger als Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt wurde Friedrich Wilhelm Kohlrausch (1840–1910), der dazu an den Chemiker Emil Fischer (1859–1919) schrieb: „Nun ist der traurige Ausgang von Helmholtz' Erkrankung entschieden, eher als wir vermuteten, aber wohl besser so als wenn ein Mann in seiner Stellung den Welt noch lange das Bild der vergangenen Größe dargestellt hätte. Es war ja undenkbar, daß er wieder frisch wurde. Aber ein schwerer Schlag ist es doch, für Berlin und für die deutsche Physik ... Mich drückt der Gedanke, in die verantwortlichen Reihen so hineingestorben zu werden.“²⁷⁸

Heinrich Hertz, Schüler von Helmholtz und selbst ein herausragenden Physiker, der schon am 1.1.1894 starb, pries seinen Lehrer „als den [103] grössten Physiker aller Zeiten“.²⁷⁹ Nach Emil du Bois-Reymond war er „der vollkommenste und höchste Typus des theoretischen Naturforschers.“²⁸⁰ Am 30.11.1894 sagte Kelvin vor der Royal Society zu den Leistungen von Helmholtz: „Of the whole of Helmholtz's great and splendid work in physiology, physics and mathematics, I doubt whether any one man may be qualified to speak with the power which knowledge and understanding can give: but we can all appreciate, to some degree, the vast services which he has rendered to biology by the application of his mathematical genius and highly trained capacity for experimental research to physiological investigation.“²⁸¹

²⁷⁵ Thomson 74.

²⁷⁶ Thomson 75.

²⁷⁷ Brief von Lady Kelvin an Mrs. Helmholtz im Abschn. 3 des Anhangs.

²⁷⁸ Dietrich Stoltzenberg, Die Nachfolge von August Kundt und Hermann von Helmholtz im Spiegel der Korrespondenz zwischen Emil Fischer und Friedrich Kohlrausch, in: Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 22 (1999), S. 15.

²⁷⁹ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Dritter Band, vgl. 14, S. 26.

²⁸⁰ Emil du Bois-Reymond, Gedächtnisrede auf Hermann von Helmholtz, in: Physiker über Physiker II, vgl. FN 74, S. 68.

²⁸¹ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Dritter Band, vgl. FN 14, S. 136.

3.1.2. William Thomson (Lord Kelvin)

William Thomson wurde am 26.6.1824 in Belfast geboren. Er starb nach einer erfolgreichen Laufbahn als Wissenschaftler am 17.12.1907 in Netherhall bei Largs. Seine Vorfahren waren schottischer Abstammung. „According to tradition they nearly all bore the character of being ‚religious, moral, patriotic, honest, lange, athletic, handsome men‘.“²⁸² Der **Vater** von William, James Thomson, wurde am 13.11.1786 in Annaghmore geboren. Er war ein begabter Junge, der auf der Farm der Eltern in Schottland arbeitete, vom Vater Grundlagen der Bildung erhielt und sich selbst Wissen aneignete. Er baute sich eine Sonnenuhr und ein Nachtzifferblatt, um bei Sternenlicht die Zeit zu bestimmen. Sein Vater erlaubte ihm den Schulbesuch in Ballynahinch, um Mathematik und klassische Stoffe zu lernen. Durch seine Fähigkeiten wurde er bald zum Gehilfen des Lehrers. Während er im Sommer noch an der Schule lehrte, um sich seinen Unterhalt zu verdienen, studierte er in den Wintersemestern von 1810 bis 1814 an der Universität Glasgow. Er graduierte 1812 zum M. A. und erhielt 1814 eine Stelle als Lehrer für Mathematik an der Royal Belfast Academical Institution im Schuldepartement. 1815 wurde er Professor für Mathematik im Collegedepartement. 1817 heiratete er Margaret Gardner, die Tochter eines Glasgower Kaufmanns.

[104] Sie hatten sieben Kinder: Elisabeth (1819–1896), die Reverend David King heiratete²⁸³; Anna (1820–1857), verheiratet mit William Bottomley; James, der erst Professor für Engineering in Belfast und dann in Glasgow war. Nach James wurde William geboren. Den dritte Sohn war John (1826–1847). Diesen Onkel nannte Agnes Gardner King „a very fine young man, died of fever when ‚walking the hospital‘ while he was studying as a doctor.“²⁸⁴ Er war einer der 4000 Fiebertoten, die 1847 in Glasgow registriert wurden. Die Pest wütete dort furchtbar. Anna Bottomley schrieb am 15.2.1847 an William über den am 7.2. verstorbenen Bruder: „There would have been no death among our number for which I would have been so totally unprepared ... he seemed so strong both in body and mind, so able to bear up and support others in their trials and difficulties of Life that anything else than a long life of usefulness for him had never been occurred to me.“²⁸⁵ Es folgten noch die früh verstorbene Margaret (1827–1831) und Robert (1829–1905), der nach Australien auswanderte, dort heiratete und drei Töchter hatte. 1830 starb die Mutter Margaret Thomson. Ihre älteste Tochter Elisabeth berichtet, daß ihre Mutter am Tag ihres Todes die älteren Kinder zu sich rief, sie noch einmal umarmte und sagte: „You have no mamma now.“ Die Tochter Elisabeths nannte die Großmutter „highly cultured, and both beautiful and talented.“²⁸⁶ Das war ein schwerer Verlust. Der Vater kümmerte sich sehr um seine Kinder. Er unterrichtete James und William und sorgte für ihren Schulbesuch in Belfast.

1832 wurde der Vater auf den Lehrstuhl für Mathematik in Glasgow berufen. Die Familie zog um. James und William durften ab 1834 die Vorlesungen des Vaters und andere Veranstaltungen an der Universität Glasgow besuchen, ohne vorerst eingeschrieben zu sein. So begann William mit zehn Jahren sein **Studium**.²⁸⁷ Der Vater kümmerte sich weiter um die Ausbildung und Karriere seines Sohnes, sonst wäre das erfolg-[105]reiche Studium in so jungen Jahren kaum möglich gewesen.²⁸⁸ Dieser erhielt mehrere Preise und war von der Weite des Studiums beeindruckt, die er noch 1907 anlässlich eines Dinners des Londoner „Glasgow University Club“ hervorhob. Er meinte: „I never found that the small amount of some knowledge of Greek I learned was a hindrance to my acquiring some knowledge of Natural Philosophy.“²⁸⁹ Ein breiter kultureller Hintergrund muß sich schon mit

²⁸² Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 5, p. 2.

²⁸³ Ihre Tochter, die Nichte von William Thomson, Agnes Gardner King, schrieb die schon erwähnte biographische Skizze über das Leben ihres Onkels unter dem Titel „Kelvin the Man“, die 1925 in London erschien. Die andere Tochter, Elisabeth Thomson King, hatte schon 1909 die Erzählung ihrer Mutter über das Leben William Thomsons „Lord Kelvin’s Early Home. Being the recollection of his sister, the late Mrs. Elisabeth King“ herausgebracht.

²⁸⁴ Agnes Gardner King, *Kelvin the Man*, vgl. FN 19, p. 5.

²⁸⁵ Crosbie Smith and M. Norton Wise, *Energy and Empire*, vgl. FN 11, p. 136 f.

²⁸⁶ Agnes Gardner King, *Kelvin the Man*, vgl. FN 19, p. 2.

²⁸⁷ David B. Wilson, Introduction, in: *The Correspondence between Sir George Gabriel Stokes and Sir William Thomson, Baron Kelvin of Largs, Volume I 1846–1869*, edited by David B. Wilson, Cambridge University Press 1990, S. XVI.

²⁸⁸ An anderer Stelle wird vom Studium des zwölfjährigen Jungen berichtet. Vgl. Fritz Krafft (Hrsg.), *Große Naturwissenschaftler*, Düsseldorf 1986, Stichwort Thomson, S. 327.

²⁸⁹ Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 5, p. 11.

dem Detailwissen auf einem Spezialgebiet verbinden, damit Naturphilosophie im doppelten Sinne, als theoretische Naturforschung bei Kelvin, jedoch auch als philosophisches Wissen, wie bei Helmholtz, heuristisch nutzbar wird.

William studierte Naturwissenschaften bei William Meikleham, der den Lehnstuhl für Natural Philosophy seit 1803 inne hatte, und seine Studenten auf das Studium der *Mécanique analytique* [analytische Mechanik] von Joseph-Louis Lagrange (1736–1813) und der *Mécanique céleste* [Himmelsmechanik] von Laplace orientierte, was durch die Hilfe des Vaters für William möglich war und eine gute Grundlage für seine späteren selbständigen Arbeiten schuf. Wegen gesundheitlicher Probleme wurden die Veranstaltungen von Meikleham ab 1838/39 vom Professor für Chemie Thomas Thomson (1773–1852) und dem Professor für Astronomie John Pringle Nichol (1804–1859) durchgeführt. In seiner Inauguraladresse von 1904 als Kanzler der Universität berichtete Kelvin, daß Nichol sie zusätzlich auf die Arbeiten von Fresnel und Fourier orientierte.²⁹⁰ Der französische Ingenieur und Physiker Augustin Jean Fresnel (1788–1827) wies die Korpuskulartheorie des Lichts von Newton zurück und verhalf durch seine Versuche der Wellentheorie zum Durchbruch. Fourier befaßte sich sowohl mit der Auflösung numerischer Gleichungen als auch mit der analytischen Wärmetheorie. Bei Nichol erfuhr Kelvin etwas über die Ergebnisse der Sonnenforschung und wurde in die Daguerreotypen-Fotografie eingeführt. Fouriers „*Théorie analytique de la chaleur*“ [Analytische Theorie der Hitze] war 1822 in Paris erschienen. Thomson studierte sie auf Empfehlung von Nichol und verteidigte dessen Arbeit in einem Artikel, den er mit PQR zeichnete²⁹¹, dem dann noch ein zweiter folgte.²⁹² Die Autorschaft wurde [106] bald bekannt und man wunderte sich über die mathematischen Fähigkeiten des Studenten.

David Thomson (1817–1880), ein Cousin von Faraday, der von 1840–1845 die Pflichten von Meikleham übernahm, infizierte William mit dem „**Faraday-Feuer**“.²⁹³ Damit war er mit der Problematik der Fern- und Nahwirkung von Kräften konfrontiert, die auch Helmholtz immer wieder beschäftigte. Während Newton die Fernwirkung annahm, hatte Faraday mit seinen Feldauffassungen die Nahwirkung eingeführt. Bei Nichol hatte William die Atome von Roger Joseph Boscovich (1711–1787), die etwa den Leibnizschen Monaden entsprachen, als infinitesimale Kraftzentren mit Fernwirkung kennengelernt. In seiner „*Theoria philosophiae naturalis*“ von 1758 war Boscovich zwar von den Kritikern beeinflusst, die Leibniz am Newtonschen Atomismus übte, anerkannte jedoch die Newtonsche Mechanik für den Makrokosmos. Nun erfuhr Thomson zusätzlich etwas über die in elektrischen und magnetischen Medien existierenden Feldlinien, die er erst als unvereinbar mit ersten Prinzipien der Naturphilosophie ablehnte. Später wurde er jedoch zum Verfechter der Faradayschen Position. Schon 1843 hatte er gezeigt, daß die Kräfte Faradays dieselbe Wirkung hervorbringen können, wie die Fernwirkungen des französischen Physikers Charles Augustin de Coulomb (1736–1806).²⁹⁴ Das führte Clerk Maxwell dazu, die Faradaysche Nahwirkungstheorie zur Grundlage seiner elektromagnetischen Theorie zu machen.

1841 ging William Thomson an das St. Peter's College in Cambridge, genannt **Peterhouse**. Der Vater hatte diesen Wechsel empfohlen, da dort der von ihm verehrte William Hopkins (1793–1866) Mathematik lehrte. Thomson nannte ihn 60 Jahre später „an excellent and sound mathematician and scientific man.“²⁹⁵ Hopkins, 1855 Präsident der British Association, war nicht nur Mathematiker, sondern auch ein kompetenter Physiker und Geologe, der sich 1835 mit Luftvibration in Röhren beschäftigte, von 1839–1842 mehrere Arbeiten zur Erdrotation und zur Dicke der Erdkruste veröffentlichte, von 1843 bis 1861 zu Gletscherbewegungen schrieb und von 1852–1860 zu Erdtemperaturen. So erfuhr Thomson in Glasgow und Cambridge Einflüsse von allen aktuellen [107] Richtungen der

²⁹⁰ Ebd., p. 13.

²⁹¹ William Thomson, On Fourier's Expansions of Functions in Trigonometrical Series, Cambridge Mathematical Journal, II, pp. 258–262, May 1841.

²⁹² William Thomson, Note on a Passage in Fourier's Heat, Cambridge Mathematical Journal, III, pp. 25–27, November 1841.

²⁹³ Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5, p. 19.

²⁹⁴ PQR (Pseudonym von William Thomson), On the Attractions of Conducting and Non-conducting Electrified Bodies, Cambridge Mathematical Journal III, p. 275–276, May 1843.

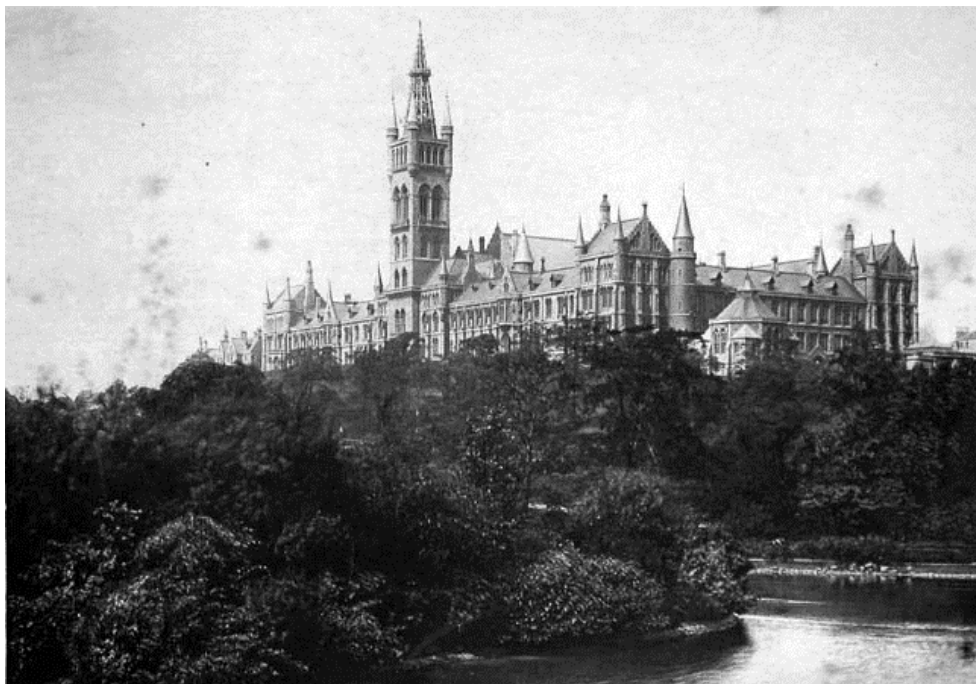
²⁹⁵ Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5, p. 27.

„Natural Philosophy“, befaßte sich mit Mathematik, Physik, Astronomie und Geologie, entdeckte seine Liebe zum Experimentieren und zum Bau von Instrumenten und war schon selbst durch eigene Arbeiten hervorgetreten.

In jungen Jahren war er schon in der wissenschaftlichen Welt bekannt, hatte er doch bis Ende 1845 etwa zwanzig wissenschaftliche Publikationen zur Wärmelehre und Elektrizitätstheorie, zur Gravitation und zur Mathematik vorgelegt. Es war also verständlich, daß sein Vater versuchte, ihm eine Position zu verschaffen, in der er forschen und lehren konnte. Noch studierte er in Cambridge, „and while he was an undergraduate, the Glasgow professor of natural philosophy, William Meikleham, fell seriously ill, prompting Kelvin and his father to plan an assault on the soon-to-be-vacated chair.“²⁹⁶ Nach seinem Studienaufenthalt in Paris und seiner Tätigkeit als Dozent in Cambridge erhielt Willam Thomson 1846, mit 22 Jahren, die Professur für Physik in Glasgow, wo er bis zum Ende seiner Arbeit als Hochschullehrer verblieb.

Glasgow war eine aufstrebende Stadt. Stadtrechte hatte sie seit 1178. Die frühgotische Kathedrale (1175–1258) war Ausgangspunkt der Siedlungsentwicklung. 1865 fand dort eine Industrial Exhibition statt. Glasgow ist heute die größte und wirtschaftlich wichtigste Stadt Schottlands. Es gibt dort 655.000 Einwohner (1991) statt der 77.000 von 1801. Seit 1451 hat Glasgow, der Sitz eines katholischen Erzbischofs und eines anglikanischen Bischofs, eine Universität. 1870 wurde die neue Universität auf dem Gilmore Hill nach Plänen des Londoner Architekten George Gilbert Scott gebaut. Als Theodor Fontane (1819–1898) mit seinem Freund 1858 nach Schottland reiste und sie sich „der reichen Hauptstadt des schottischen Westens näherten“, hatte ein Glasgower Reisegefährte mit seinen lokalpatriotischen Schilderungen zwar seinen Freund dazu gebracht, bleiben zu wollen, doch Fontane war damit nicht einverstanden. Er wollte das alte Schottland kennenlernen und berichtete: „Statt aller weiteren Antwort zeigte ich nur auf einige der dreihundert Fuß hohen Fabrikschornsteine, deren eben mehrere, wie erstarrte Dampfsäulen, hoch in den Himmel stiegen. Der Schornstein ist das Wahrzeichen Glasgows. Dieser Hinweis genügte.“²⁹⁷ Die Freunde fuhren weiter nach Edinburgh.

Wenn die industrielle Entwicklung Glasgows Fontane davon abhielt, diese Stadt zu besuchen, so war das für Helmholtz ein wichtiges Kenn-[108]



*New University Buildings
Gilmore Hill · Glasgow*

²⁹⁶ David B. Wilson, Introduction, vgl. FN 287, S. XVI.

²⁹⁷ Theodor Fontane, Jenseits des Tweed, Frankfurt am Main 1989, S. 245 f.

[109]zeichen der Stadt. Am 3.8.1855 entschuldigte er sich bei Thomson, daß er wegen seiner Übersiedlung von Königsberg nach Bonn leider nicht zur Sitzung der BAAS nach Glasgow kommen könne und meinte: „Diese Verlegung meines Wohnortes macht es mir leider auch unmöglich in diesem Jahre die Reise nach Glasgow zu machen, so sehr es übrigens meinen Wünschen entsprechen würde, wieder einmal einer Versammlung der britischen Naturforscher beiwohnen zu können, namentlich in dem durch die grossartigste Entwicklung der Industrie so ausgezeichneten Glasgow.“²⁹⁸

Thomson fühlte sich wohl in Glasgow. „When the young professor first took his place in the Natural Philosophy class-room it was embarrassing to face the rows of benches filled with students, some of them older than himself; and according to his own account his first lecture was a failure. By the end of the session, however, there was no doubt of his success. An old letter telling of the prize-giving speaks of the deafening cheers that greeted the young professor, even the grave old professors forgetting their dignity and applauding with hands and feet, while William himself looked so young and modest that it was quite touching to see him“. For fifty three years he was the shining light of that University. Many of his discoveries were made while demonstrating to his students, and any of them clever enough to understand were the first to see them.“²⁹⁹

Einer seiner Studenten, Dr. David Murray, erinnerte sich an seine Studien bei Thomson: „He was always in earnest, and when dealing with great problems, spoke with the fervour of a missionary charged with a weighty message. It was a strange sight to watch him as he became more and more eager in his exposition; a light seemed to play upon his forehead like an emanation.“³⁰⁰ Er war für **originelle Demonstrationen** seiner Theorien bekannt. Als er über Vibrationen und Schall sprach, nutzte er das Horn, das er als Mitglied der Musikalischen Vereinigung in Cambridge geblasen hatte. Mit seiner Flinte schoß er auf ein Pendel, um den Einfluß der Kugel auf die Bewegung zu zeigen. Als er die Unterschiede in der Rotation bei festen und flüssigen Körpern vorführen wollte, nutzte er ein rohes und ein gekochtes Ei. Die Studenten hatten jedoch zwei gekochte Eier unterschoben. Er drehte sie und bemerkte ruhig zu den Zuhörern, daß beide gekocht seien. Zum einem Ritual wurde [110] seine Definition eines Magneten als ein „infinitely long, infinitely thin, uniform, and uniformly and longitudinally magnetised bar“. Sie brachte immer vier Hochrufe mit dem nachfolgenden „Silence“, des Professors hervor. Nach Verabredung unterließen die Studenten einmal die Hochrufe, der Ruf „Silence“ folgte jedoch prompt. Thomson erklärte das zwinkernd als Reflex auf die Definition.³⁰¹

Seit seiner Kindheit kannte Thomson **Margaret Crum**. „Well educated, well read, possessed of a lively imagination and a poetic fancy, she was also of a deeply religious nature and of great earnestness of purpose. Thomson might well be attracted by so rare and sweet a character as hers; and the attraction, now that he had so many opportunities of meeting her, ripened into a deep attachment.“³⁰² Am 13.7.1852 teilte er seiner Schwester Elizabeth King freudig mit, daß Margaret Crum eingewilligt habe, seine Frau zu werden und auch die Eltern mit großer Freude ihre Zustimmung zur Heirat gaben.³⁰³ Am 15.9.1852 heirateten sie nach schottischem Brauch am Wohnsitz der Brauteltern in Thornliebank.

Wegen ihrer Gesundheit fuhr Margaret öfter zur Kur nach Deutschland, um die Wasser in Kissingen und Bad Schwalbach oder den Aufenthalt in anderen Kurorten der Schweiz oder Italiens zu ihrer Wiederherstellung zu nutzen. Helmholtz lernte sie 1855 in Bad Kreuznach bei Bingen kennen.³⁰⁴ Er korrespondierte mit ihr, als ihr Mann wegen des Beinbruchs 1861 lange ruhig liegen mußte.³⁰⁵ Am 22.12.1860 war Thomson auf dem Eis gefallen und mußte mit Gips im Bett liegen, bis der Bruch wieder verheilt war. Seine Frau hatte Helmholtz eine ausführliche Schilderung des Vorfalls

²⁹⁸ Thomson 2.

²⁹⁹ Agnes Gardner King, Kelvin the Man, vgl. FN 19, p. 17 f.

³⁰⁰ Ebd., p. 19.

³⁰¹ Ebd., p. 20.

³⁰² Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5, p. 232.

³⁰³ Ebd., p. 232.

³⁰⁴ Thomson 3.

³⁰⁵ Lady Thomson 2.

gegeben.³⁰⁶ Am 21.2.1861 antwortete sie ihm auf die Ankündigung seiner Hochzeit mit Anna von Mohl, wozu sie herzlich gratulierte, und über den Zustand des Kranken berichtete: „Mr. Thomson has made little apparent progress since I last wrote to you ... I begin to fear that he will not be able to return to his work this Session. He eats and sleeps pretty well, but is exceedingly thin, and is easily fatigued by any mental exertion.“³⁰⁷ Es war die Zeit, in der er begann, die später bekannt gewordenen grünen Notizbücher zu nutzen, [111] in die er seine Ideen und Beobachtungen eintrug. Danach trug er immer eines bei sich. Er notierte Vorschläge für Experimente, Berechnungen, Diagramme, Entwürfe für Artikel, alles genau datiert. Diese „greenbooks“ sind berühmt. Sie wurden speziell für ihn hergestellt. Fünf oder sechs brauchte er im Jahr. Seine Einträge, immer genau ausgewiesen mit Ort und Zeit, stammen aus dem Zug, aus dem Hotel, aus dem Garten, aus dem Bett.³⁰⁸ Mehr als hundert Bände sind erhalten.³⁰⁹

1861 teilte Helmholtz Lady Thomson mit, daß er Ostern nicht nach Schottland kommen könne, da er wegen seiner Verpflichtungen nach den Vorlesungen in London sofort wieder zurück müsse.³¹⁰ Am 4.4.1861 fragte sie ihn um Rat: „William desires me to say he wishes he could have been present at your lectures both for pleasure and instruction. Also I am to ask your opinion about applying electricity to his limb. Dr. Kirkwood has proposed this, but would like to know what you think of it. The limb is still quite stiff. It can move a little up and down at the knee, but not one inch to right or left.“³¹¹ Tatsächlich blieb ein Schaden zurück. Er lahmtete, was jedoch seinen Aktivitäten keinen Abbruch tat. So erzählt seine Nichte, daß er 1888 bei einem ihrer Besuche vorschlug, die Ansicht von oben zu genießen. Der Lift wurde per Hand bedient. Thomson kurbelte unten und ein anderer oben. Als er selbst an der Reihe war, wurde den oben arbeitenden Nichten das Hochziehen des Lifts sehr schwer. Als dieser endlich ankam, war er leer. Thomson lief die Treppe hoch und fragte, warum ein leerer Lift soviel Arbeit mache. Erst dann bekannte er, gegengekurbelt zu haben.³¹²

Gegen Ende der sechziger Jahre verschlechterte sich die Gesundheit von Margaret Thomson. So erholte sie sich im Winter 1867/68 in Italien, hauptsächlich in Bellagio am Como-See, wohin ihr Thomson nach Beendigung seiner Geschäfte folgte. Sie blieben bis Ende Juni dort und im Juli 1868 waren sie in Kissingen. Von dort schrieb er an Helmholtz: „My wife has been feeling much better, and able to walk more, since she came here, and it seems as if she has derived real benefit from the waters.“³¹³ Doch die Hoffnung war nur kurz. Ihr Gesundheitszustand verschlechterte sich zusehends und der Arzt konnte ihr nicht einmal mehr erlauben, zur Kur wegzufahren. Am 17. Juni '870 starb Lady [112] Thomson. An Helmholtz schrieb er, als er sich für dessen Beileid bedankte: „I thank you most warmly for your kind letter. It is indeed as you say, an unspeakably great loss which I have suffered. My sense of it goes on increasing every day and thought all my occupations, after the first shock. That the end was certainly a happy relief for my dear wife from incessant suffering has done nothing yet to diminish the desolation in which it has left me. I am very sorry to think that there is now no prospect of meeting you soon and had hoped I could have spoken to you of these things but I feel it impossible to write. Mean time what I suppose is the best medicine for me has been forced on me – sheer hard work.“³¹⁴ Nur harte Arbeit konnte ihm über den Schmerz hinweghelfen.

Eng waren die Beziehungen zwischen William, dem Physiker, und seinem **Bruder James**, dem Ingenieurwissenschaftler, auch auf wissenschaftlichem Gebiet. Als der Glasgower Professor für dieses Gebiet William John Macquorn Rankine (1820–1872) starb, bewegte William seinen Bruder dazu, sich für diese Stelle zu bewerben. Er wollte den brüderlichen Diskutanten in der Nähe haben und war an den Erkenntnissen der Ingenieurwissenschaften interessiert. Schon mit Rankine hatte er anregende

³⁰⁶ Lady Thomson 1.

³⁰⁷ Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 5. p. 414.

³⁰⁸ Agnes Gardner King, *Kelvin the Man*, vgl. FN 19, p. 121.

³⁰⁹ Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 5, p. 415.

³¹⁰ Lady Thomson 3.

³¹¹ Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 5, p. 416.

³¹² Agnes Gardner King, *Kelvin the Mau*, vgl. FN 19, p. 72 f.

³¹³ Thomson 28.

³¹⁴ Thomson 34.

Gespräche, denn dieser brachte ihn dazu, sich mit der dynamischen Theorie der Wärme intensiver zu befassen. Durch dessen Forschungen angeregt, beschäftigte er sich ab 1850 mit der Umwandlung von Wärme in Arbeit.

1873 hatte Kelvin an Helmholtz geschrieben: „I have urged my brother James Thomson, (who is at present professor of Engineering in Queen’s College Belfast, and has been so for 15 years) to apply for Raukine’s vacant chair. I should feel much obliged by your writing to me a very short statement of your opinion of my brother’s merits as a scientific investigator, or qualifications for a chair of engineering.“³¹⁵ Helmholtz antwortete sofort und gab eine positive Beurteilung von James Thomson für den Lehrstuhl in Glasgow. Er schrieb: „I regard Mr. James Thomson as a man of very acute judgement in questions relating to physical, mechanical, and mathematical science, and a very extended amount of knowledge in these same branches.“³¹⁶ Er konkretisierte das noch durch mehrere Leistungen von James und betonte auch die persönliche Bekanntschaft mit ihm.

[113] Thomson war ein begeisterter Segler. Mit seiner **Yacht „Lalla Rookh“** war er viel unterwegs. Das wird aus den Briefen deutlich. Während sie in Gareloch überwinterte, nutzte er die Zeit von Mai bis Winter, um Fahrten zu unternehmen. Helmholtz war mehrmals auf der Lalla Rookh. Am 24. August 1871 berichtete er seiner Frau aus Inverary von der Flotte der Yachten, von denen etwa 40 versammelt waren. „Lalla Rookh gehört zu den größeren, ist ein Zweimaster und ganz behaglich.“³¹⁷ Am 1.9.1871 ergänzte er: „Übrigens habe ich jetzt schon viel Vertrauen auf die Lalla Rookh gewonnen. Diese Yachten sind auf schnelles und sicheres Manövrieren eingerichtet und segeln zwischen Massen von anderen Schiffen mit merkwürdiger Sicherheit gerade auf die Stelle hin, an der sie Anker werfen wollen.“³¹⁸

Kelvin liebte **Musik** und spielte selbst. Die Familie ging oft zu Konzerten. Vergnügen bereiteten ihm die Quartette von Joachim.³¹⁹ Spielte eine Kapelle bei einem Empfang, dann hielt er sich mit seinem Notizbuch (green-book) bei ihr auf und dachte über Probleme nach. Wenn seine Nichte Klavier spielte, kam er zu ihr, um in ihrer Nähe zu arbeiten. Besonders gern hörte er Stücke von Ludwig van Beethoven (1770–1827), Wolfgang Amadeus Mozart (1756–1791) und Carl Maria von Weber (1786–1826). Von den damals modernen Werken Edvard Griegs (1843–1907) hielt er nichts. Als seine Nichte ein Stück von ihm zwischen anderen spielte, meinte er nur, es sei sehr clever von ihr, den bemerkenswerten Kontrast zu zeigen, indem sie Grieg zwischen Beethoven und Mozart plazierte.³²⁰

Thomson war sehr aktiv in der British Association for the Advancement of Science (BAAS), in der Glasgow Philosophical Society und bei der Redaktion von Fachjournalen. Mehr als zwanzig Jahre war er Präsident der Royal Society of Edinburgh. Er initiierte die Gründung des Komitees der BAAS für elektrische Maßeinheiten, wobei die vom Physiker Wilhelm Eduard Weber (1804–1891) entwickelten Maße und Methoden übernommen wurden. Wie Helmholtz beschäftigte sich Thom-[114]

³¹⁵ Thomson 45.

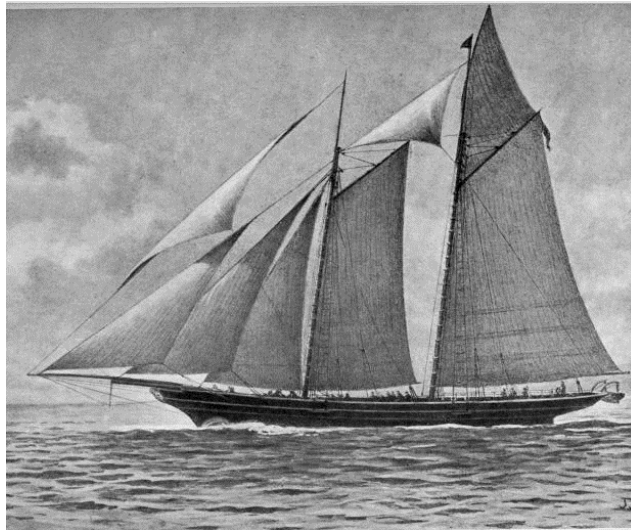
³¹⁶ Thomson 46.

³¹⁷ Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, Erster Band, vgl. FN 213, S. 167.

³¹⁸ Ebd., S. 169.

³¹⁹ Joseph Joachim (1831–1907), Violinist und Konzertmeister, trat schon 1839 als Violin-Wunder auf. Er war ein gefeierter Beethoven-Interpret und galt als „Geigenkönig“. Er erhielt u. a. von den Wirkungsstätten Thomsons, den Universitäten Cambridge und Glasgow, einen Ehrendoktor. Die Familien Helmholtz und Joachim verkehrten in Berlin miteinander. Vgl. Herbert Hörz, Brückenschlag zwischen zwei Kulturen, vgl. FN 10, S. 355 f.

³²⁰ Agnes Gardner King, Kelvin the Man, vgl. FN 19, p. 45.



Sir William Thomson's Yacht Lalla Rookh

[115]son mit prinzipiellen Fragen der Naturerkenntnis, da er Physik noch in dem breiten Sinne der Natural Philosophy, der Naturforschung, begriff. Neben prinzipiellen theoretischen Erwägungen auf dem Gebiet der mathematischen Physik befaßte er sich mit Problemen, die für die Verlegung der transatlantischen Unterwasserkabel zur Telegrafie wichtig waren.

Das erste Seekabel wurde 1835 verlegt. Telegrafie war möglich durch einen elektromagnetischen Telegrafen, der Zeichen durch die Ablenkung einer Magnetnadel übermittelte. Entwickelt wurde er 1833 von Carl Friedrich Gauß (1777–1855) und Wilhelm Weber, 1836 von Karl August Steinheil (1801–1870) und 1837 von amerikanischen Maler und Erfinder Samuel Morse (1791–1872). Dieser übermittelte am 24.5.1844 mit seinem verbesserten Morsetelegrafen zwischen Washington und Baltimore das erste Telegramm. 1857/58 wurde eine Kabelverbindung zwischen Europa und Nordamerika hergestellt. Bei der Verlegung von Kabeln zur Telegrafie gab es eine Reihe physikalischer und technischer Probleme zu lösen. Von 1847 bis 1852 wurde von Dover nach der französischen Küste ein Unterwasserkabel gelegt und somit 1852 eine direkte Telegrafenverbindung zwischen London und Paris hergestellt. Schwierigkeiten und Unregelmäßigkeiten beim Telegrafieren traten schon längere Zeit auf. Werner von Siemens in Deutschland führte sie auf spezifische Ladungserscheinungen zurück. „In England war man gleichfalls auf diese neuen Tatsachen aufmerksam geworden, und Sir William Thomson entwickelte eine Theorie derselben.“³²¹

Im Zusammenhang mit der Entwicklung der Telegrafie war es erforderlich, die Erzeugung von elektrischem Strom für die Telegrafen zu verbessern. Thomson nutzte für seine Experimente Daniells Zellen.³²² John Frederik Daniell (1790–1845) baute 1836 das erste beständige, die Spannung fast konstant haltende, galvanische Element. Solche Elemente nutzten chemische Reaktionen zur Stromerzeugung. Das Daniell-Element oder „Daniell's cell“³²³ mit einer in Kupfersulfatlösung tauchenden Kupferelektrode und einer in Zinksulfat tauchenden Zinkelektrode erzeugt durch Entladung der Kupferionen und durch die Erzeugung der gleichen Menge Zinkionen Strom. Die Spannung von 1,13 Volt blieb auch bei größeren Stromstärken einigermaßen konstant, [116] während sie bei anderen galvanischen Elementen durch elektrochemische Polarisation abfiel.

Das erste transatlantische Kabel von England nach Amerika wurde 1858 gelegt. Die Expedition begann am 29. Mai. Man wartete noch gespannt auf Thomsons Spiegelgalvanometer, dessen Konstruktion kurz vorher begonnen wurde. Thomson war erleichtert, als sein Assistent das Instrument brachte. Vor der Seereise war schon eine umfangreiche Arbeit zu leisten. Das Atlantikkabel brauchte 340.500 Meilen Draht. Es mußte von Anfang bis Ende getestet werden, damit kein Riß übersehen wurde. Dann war das Kabel im Schiff zu verpacken. Thomson war mit großer Sorge an allen Vorgängen beteiligt.

³²¹ Physiker über Physiker II, vgl. FN 74, S. 115.

³²² Thomson 5 und Thomson 9.

³²³ Thomson 5.

Beim Auslegen mußte ständig geprüft werden, ob alles in Ordnung ging. Endlich war es geschafft. Am 5.8.1858 ging die Nachricht über den Atlantik: „Europe and America are united by telegraphic communication. Glory to God in the Highest, on earth peace, good will towards men.“³²⁴ Ende 1866 wurden zwei transatlantische Kabellinien zwischen England und den USA in Betrieb genommen und damit die Aufgabe vollendet und der Betrieb gesichert. Thomson beteiligte sich an der gesamten Kabelarbeit. Er war sowohl beratend als auch mit experimentellen Untersuchungen tätig. So befaßte er sich mit den elektrischen Widerstand, um die Maße der einzusetzenden Drähte bestimmen zu können. 1860 wurde er für seine Verdienste um die Verlegung der Kabel als Sir William Thomson geadelt.

Der Erfolg des Unterseekabels zwischen England und Amerika führte zu weiteren Aktivitäten. Ende 1871 schrieb er an Helmholtz: „There is now a great telegraph project in the course of execution – to lay cables from England to Bermuda and then on to New York and St. Thomas. The manufacture of the cables has commenced, and Fleeming Jenkin³²⁵ and I being engineers to the Company are obliged one or other of us to be very frequently in London. We have a great deal of electric testing to do – insulation, electrostatic capacity, and resistance of the copper conductor – also testing the strength of the iron wire, and of the finished cable. The laying will not be commenced till this time next year.“³²⁶

Der Neffe von Kelvin, **David Thomson King**, der wie ein Sohn behandelt wurde, mathematisch talentiert und gerade 19 Jahre alt, [117] stand an der Spitze des Teams von Fachleuten, das die Herstellung der Kabel in Millwall und Mitcham beaufsichtigte. Thomson lobte seine Arbeit.³²⁷ 1873 kam er nicht mit auf das für die Kabelverlegung vorgesehene Schiff „Hooper“, da er die Arbeiten in Millwall weiter beaufsichtigen sollte. Dafür war er 1874 bei der Verlegung eines Kabels nach Brasilien beteiligt. Diese Arbeit war mit großen Problemen verbunden. Bei der Ankunft konnte das Kabel nicht an Land gebracht werden. Andere Schwierigkeiten traten auf. Ein neues Kabel war fertig, mit dem 1874 die „La Plata“ startete. David leitete wieder die Gruppe der Elektrofachleute. Das Schiff ging bei stürmischem Wetter unter und David mit ihm. Thomson verlor einen seiner besten Schüler und zuverlässigsten Mitarbeiter. Es war zugleich wie der Verlust eines Sohnes. Da William Thomson keine eigenen Kinder hatte, behandelte er seine Nichten und Neffen, als ob es seine Kinder wären. Er fühlte mit der Trauer seiner Schwester, gegenüber der er betonte: „David did his duty nobly to the last.“³²⁸

1873 war Thomson, im Zusammenhang mit der Kabelverlegung, mit der „**Hooper**“ unterwegs. Sie segelten von London nach Lissabon. Nachdem Plymouth verlassen war, stellten sich Mängel bei den Kabeln heraus und man mußte in Funchal Bay, Madeira, bleiben. Der Resident von Madeira war Charles R. Blandy: Die Familie war sehr gastfreundlich. Zwischen der „Hooper“ und der Villa von Blandy wurden jeden Abend Lichtsignale ausgetauscht. Die Tochter Blandys lernte die Morseschrift schnell. Als die „Hooper“ ablegte, fing der erstaunte Sir Thomson den Morsespruch „Good bye Sir William“ von Miss Blandy auf.³²⁹ 1874 segelte er mit seiner Yacht „Lalla Rookh“ wieder nach Madeira, um **Frances Anna (Fanny) Blandy** zu bitten, seine Frau zu werden. Am 12.5.1874 schrieb er seiner Schwester Elisabeth, „yesterday I was answered ‚yes‘ to a question I asked very soon after the English people came out of forenoon church on Sunday. I was here for sixteen days last June and July, on account of a fault in the cable. Otherwise this greatest possible blessing could not have come to me – that is as we see – but surely it is no chance. When I came to Madeira in the Hooper, it have never seemed to me possible that such an idea could enter my mind, or that this life could bring me happiness.“³³⁰

[118] Nach dem Jawort wurde am 24. Juni in der Britischen Konsularkapelle in Funchal, Madeira, geheiratet³³¹, was er am 23. Juni Helmholtz mit den Worten mitteilte: „I am to be married in Madeira

³²⁴ Agnes Gardner King, *Kelvin the Men*, vgl. LN 19, p. 59.

³²⁵ Fleeming Jenkin (1833–1885), Professor für Physik (Natural Philosophy) in Edinburgh.

³²⁶ Thomson 42.

³²⁷ Agnes Gardner King, *Kelvin the Men*, vgl. LN 19, p. 62 f.

³²⁸ Ebd., p. 69.

³²⁹ Silvanus P. Thompson, *The Life of William Thomson*, vgl. FN 5, p. 639.

³³⁰ Agnes Gardner King, *Kelvin the Men*, vgl. LN 19, p. 34.

³³¹ Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 5, p. 647.

tomorrow. I enclose a photograph and I hope you will know the original before very long.“³³² Außerdem bemerkte er: „My present happiness is due to a fault in the cable which kept the ‚Hooper‘ for sixteen days in Funchal Bay last summer.“³³³ Auf der Lalla Rookh fuhren Sir und Lady Thomson nach England. In Oktober wurde ein Stück Land gekauft und 1875 darauf dann der Landsitz der Thomsons „**Netherhall**“ gebaut. Seine Nichte berichtet, daß es eine große Freude für Thomson bedeutete, als alles fertig war. Er liebte dieses Heim, wie alle anderen, die seine Gastfreundschaft genossen. „It was most comfortable and home-like, and there was always a feeling of peace and welcome about it.“³³⁴ Viele Diskussionen gab es über die Architektur. So meinte bei einem Empfang in Glasgow einer der Gäste zu Lady Thomson, die er nicht kannte, wer wohl der Architekt gewesen sei, der Thomson so ein häßliches Haus gebaut habe, worauf er erwiderte: „Ich war der Architekt!“³³⁵ Nun waren die Thomsons ständig auf der Lalla Rookh, in Netherhall oder in Glasgow zu finden.

Großen Anteil hatte Thomson an der Arbeit der BAAS, der **British Association of the Advancement of Science**. Sir Joseph John Thomson (1856–1940), der durch den Nachweis des Elektrons 1897 berühmt wurde und 1906 den Nobelpreis für Physik erhielt, meinte dazu: „His personality was as remarkable as his scientific achievements; his genius and enthusiasm dominated any scientific discussion at which he was present. He was, I think, at his best at the meetings of Section A (Mathematics and Physics) of the British Association. He would stay, generally accompanied by Lady Kelvin, from beginning to end of the meeting, bubbling over with interest and enthusiasm, having something to the point to say on nearly every paper. He made the meeting go with a swing from start to finish, stimulating and encouraging, as no one else did, the younger men who crowded to hear him. Never had science a more enthusiastic, stimulating, or indefatigable leader.“³³⁶ 1871 wurde Sir William Präsident der British Association in Edinburgh.

[119] Der Neujahrstag 1892 brachte William Thomson die Nachricht, daß Königin Victoria ihn zum Lord ernannt hatte. Nun war er **Lord Kelvin of Largs**. Den Namen Kelvin nahm er vom Kelvin River, der unterhalb des Universitätsgebäudes floß. Alle Zeitungen war voll des Lobes über ihn und der „Daily Telegraph“ begrüßte ihn als „universally regarded as the first physicist, and one of the profoundest mathematicians, most suggestive thinkers, and most original inventor of the age.“³³⁷

1896 fand dann das beindruckende **Jubiläum** statt, das den fünfzig Jahren gewidmet war, die er den Lehrstuhl für Natural Philosophy an der Universität Glasgow innehatte. Dabei wurde ihm von den Kollegen im In- und Ausland, von den Schülern und Freunden viel Respekt erwiesen. Nur die offiziellen Vertreter des Staates fehlten. Das führte zu einem Vergleich in der „Saturday Review“ zwischen den Jubiläen von Helmholtz und Kelvin. „Though it is the fact that Lord Kelvin and von Helmholtz were each honoured by a title of nobility, the difference in the recognition is truly striking. It was not until Sir William Thomson began to dabble in politics that the great and wise and eminent in official circles discovered those transcendent claims to recognition which had long been patent in the world of science. Whereas the German Emperor, in conferring a patent of nobility upon von Helmholtz, specially commented on his abstention from intermeddling with political questions.“³³⁸ Es wird hervorgehoben, daß zum Jubiläum von Helmholtz 1891 der Innen- und der Bildungsminister da waren, was die Anerkennung des Staates für seine hervorragenden Wissenschaftler ausdrücke. Offizielle Staatsvertreter waren bei Kelvin nicht anwesend. Der König von Italien sandte seinen Botschafter, jedoch sei das auch ein Land, wurde bemerkt, in dem die Wissenschaft hoch angesehen sei.

Die **Leistungen** von Kelvin sind vielfältig. Er begründete im Zusammenhang mit den Arbeiten von Sadi Carnot (1796–1832) und mit den Schlußfolgerungen von Rudolph Clausius den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik. Er führte die absolute Temperatur ein, die nach ihm in Kelvin gemessen

³³² Thomson 49.

³³³ Thomson 49.

³³⁴ Agnes Gardner King, Kelvin the Man, vgl. FN 19, p 71 f.

³³⁵ Ebd., p. 72.

³³⁶ Ebd., p. 96.

³³⁷ Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5, p. 905.

³³⁸ Ebd., p. 987.

wird. „Thomsons Entdeckung der absoluten Temperatur in Jahre 1848 stellt den Beginn einer neuen Ara in der Geschichte der Physik dar. Die Temperatur, die vorher nur eine willkürliche Marke auf einer empirischen Skala war, wurde jetzt ein genaues und grundlegendes Maß der dynamischen Leistungsberechnungen, unabhängig [120]



Netherhall · Largs

Erbaut nach Ideen von Sir William Thomson, 1875

[121] von speziellen Substanzen und Umständen.³³⁹ Er bereicherte die Hydro- und Thermodynamik, die Elektrotechnik und allgemein die Physik durch viele Erkenntnisse, Experimente und Apparate.

Kelvin war an der **Politik** sehr interessiert. Die home rule [Selbst-Regierung] des Liberalen William Ewart Gladstone (1809–1898) lehnte er jedoch ab. Die Home Rule wurde in den siebziger Jahren des 19. Jahrhunderts zum Schlagwort der irischen Nationalisten, um auf parlamentarischem Wege Autonomie für Irland zu fordern. Den Terminus „Home Rule“ hatte der irische Politiker Isaac Butt (1813–1879) 1869 geprägt, um eine national-irische Partei für dieses Ziel zu formieren. Die Home Rule Party wurde am 3.3.1874 gegründet. Dieser Bewegung gelang es, Gladstone auf die Durchsetzung der Home Rule zu verpflichten. Die von ihm 1886 im Unterhaus eingebrachte Home Rule wollte ein eigenes Parlament für Irland, das die inneren Angelegenheiten regeln würde. Die Außen-, Handels- und Militärpolitik sollte weiter von London bestimmt werden. Das Gesetz scheiterte erst im Unterhaus und bei der zweiten Vorlage 1893 im Oberhaus. Die dritte Vorlage von 1912 wurde 1914 wegen des Krieges zurückgestellt. Erst 1921 bekam Ulster ein eigenes Parlament und Irland Selbständigkeit. 1937 erlangte Irland die volle Unabhängigkeit. Ulster blieb bei Großbritannien. Interessant ist folgende Episode. Um ihm eine Freude zu machen, wurde der Papagei seiner Schwester instruiert, zu sagen: „Welcome Lord Kelvin. Down with home rule.“ Als Kelvin kam, schrie der Papagei: „Welcome home rule.“ Thomson bat darum, ihn so etwas nicht sagen zu lassen.³⁴⁰

1906 sprach Thomson von der Elektrizität als einem Friedensstifter und von seinem großen Traum, an dem er vielleicht ein bißchen mitwirken konnte: „Universal peace, universal alliance, among the nations all over the world.“³⁴¹

Kelvin wurde oft geehrt. Seine Nichte zählt insgesamt 180 **Ehrungen**.³⁴² Er empfing sie mit Überraschung und Freude. Als er 1884 von der Universität Heidelberg einen Ehrendoktor erhielt, bekam er den Dr. med. h.c., den er noch nicht hatte. In der Familie wurde er dann aufgefordert, alle möglichen

³³⁹ Sir Edmund Whittaker., Von Euklid zu Eddington, Wien 1952, S. 106.

³⁴⁰ Agnes Gardner King, Kelvin the Man, vgl. FN 19, p. 70.

³⁴¹ Ebd., p. 60.

³⁴² Ebd., p. 108.

geheimnisvollen Krankheiten zu diagnostizieren, was er zum Spaß in erheiternder Weise in Latein tat. Einmal wurde er vor Gericht zitiert, da einem elektrischen Gürtel, mit Berufung auf ihn, alle möglichen Heilwirkungen zugeschrieben wurden. Auf die Frage [122] an Kelvin, was denn elektrisch und gut an dem Gürtel sei, meinte dieser, wenn der Gürtel alle die Wunder vollbringen könne, die ihm zugeschrieben würden, dann sei er das höchst bemerkenswerteste Ding, das je eingeführt wurde. Tatsache sei jedoch, Elektrizität könne er nicht hervorbringen. Der Inventor verlor den Fall, pries jedoch seinen Gürtel kurz danach mit den Worten an, Lord Kelvin habe ihn als das höchst bemerkenswerteste Ding bezeichnet, das je eingeführt wurde.³⁴³ Als ein Rechtsberater seine Bemerkungen zu Kelvin mit den Worten begann, er habe keine medizinische Qualifikation, konterte Kelvin mit der Bemerkung, das Gegenteil sei der Fall, denn er sei Doktor der Medizin der Universität Heidelberg. Damit hatte er die Lacher auf seiner Seite.³⁴⁴

1896 erhielt Kelvin für seine wissenschaftlichen Verdienste während der Zeit der Regierung Königin Viktorias (1819–1901), sie regierte seit 1837, das „Grand Cross of the Victorian Order“. Bei der Verleihung meinte die Königin, Lord Kelvin brauche nicht zu knien, da es seinem Bein schaden könne. Sie erinnerte sich auch noch an das Zusammentreffen mit ihm und seiner Frau vor zwanzig Jahren auf Inverary Castle, als ein Freund sie eingeladen hatte.³⁴⁵ Beim Dinner ging es um das Segeln und die Yacht. Als die Königin einen nautischen Fehler beging, wollte ihn Kelvin korrigieren, wurde jedoch von seiner Frau durch einen heimlichen Fußstoß daran gehindert, da die Königin sehr auf Etikette hielt. Als die Prinzessin der Königin etwas reichte und dabei eine Vase umstieß, nahm Kelvin sein Taschentuch, um die Nässe aufzuwischen, das er dann in seine Teetasse ausdrückte. Das brachte die Königin zum Lachen.³⁴⁶ Als König Eduard VII. (1841–1910), der 1901 den Thron übernahm, noch Prinz of Wales war, interessierte er sich für die Arbeiten von Thomson. Dieser bezeichnete ihn als einen Mann mit bemerkenswerter Intelligenz, der schnell eine neue Idee begriff und großes Interesse an der Wissenschaft zeige.³⁴⁷

Als Kelvin dann geadelt wurde, hielt er es für seine Pflicht, seinen Platz in House of Lords einzunehmen. Dort trat er u. a. für die bessere Versorgung der Seeleute ein, deren Arbeit er bei der Kabelverlegung so schätzen gelernt hatte. Er protestierte scharf gegen den Verkauf von billigem explosiven Paraffin, denn er fand es schrecklich, daß 25 % der [123] Feuertoten pro Jahr in London auf die Explosionen von Paraffinlampen zurückzuführen waren.³⁴⁸

Die Universität London brach 1903 für ihn ihre Regel, keine Ehrendoktorgrade zu verleihen und gab ihm den Doktor der Wissenschaften. In der Begründung heißt es: „Regarded with affectionate reverence by his contemporaries, it cannot be doubted that his name will shine brightly through long future generations. In offering the place of honour to such a man the University confers lustre on itself.“³⁴⁹ Am 17.12.1907 starb er in Netherhall. Am 23.12. wurde er neben Isaac Newton in der Westminster Abbey zur Ruhe gebettet.

3.2. Einladungen und gegenseitige Besuche

Das von Helmholtz, der ein angesehener Wissenschaftler in Deutschland war, schon für 1853 vorgesehene Zusammentreffen mit dem damals schon berühmten britischen Physiker William Thomson scheiterte. Am 16.8.1853 fuhr Helmholtz über Dover nach London. Er wollte Kollegen besuchen und an der Sitzung der BAAS in **Hull** teilnehmen. Das war seine erste Reise nach Großbritannien. Richard Kremer verweist auf die Bedeutung dieser und anderer Reisen von Helmholtz für dessen wissenschaftliche Karriere. Beim Besuch von Kollegen, durch Vorträge über seine Erkenntnisse und durch Demonstration seines 1850 entdeckten Augenspiegels, machte Helmholtz sein wissenschaftliches

³⁴³ Ebd., p. 40.

³⁴⁴ Ebd., p. 109.

³⁴⁵ Ebd., p. 109 f.

³⁴⁶ Ebd., p. 110.

³⁴⁷ Ebd., p. 110.

³⁴⁸ Ebd., p. 133.

³⁴⁹ Ebd., p. 126.

Programm bekannt. Empfehlungsbriefe des Physikers Magnus, des Physikers und Meteorologen Heinrich Wilhelm Dove (1803–1879), der seit 1848 das Preußische Meteorologische Institut leitete, und des Ordinarius für Chemie Heinrich Rose (1795–1864) hatte er bei sich. „He continued this strategy during his 1853 journey. Armed with letters of introduction from his former Berlin professors Magnus, Heinrich Wilhelm Dove and Heinrich Rose, Helmholtz sought out the major physical scientists in Great Britain, especially those who had enthusiastically received his 1847 paper on the conservation of force.“³⁵⁰

Am 7.9.1853 fuhr Helmholtz nach Hull. Die große Zahl der Teilnehmer an den Sitzungen, etwa 850, beeindruckte ihn. „Die Vorlesungen waren natürlich von sehr verschiedener Art; theils bedeutende wissen-[124]schaftliche Arbeiten, theils nährisches Zeug von Querköpfen, die sich einbildeten, bedeutende Entdeckungen gemacht zu haben.“³⁵¹ Seinen Vortrag über optische Versuche hatte er in London vorbereitet.³⁵² Er befaßte sich mit der Farbenmischung.³⁵³ Sicher hatte Helmholtz gehofft, William Thomson auf der Tagung zu treffen. Da das nicht der Fall war, fuhr er von Edinburgh nach Glasgow, denn selbstverständlich wollte er den Physiker kennenlernen, der, wie er seiner Frau schrieb, „viel in Sachen der Erhaltung der Kraft gearbeitet hat, er war aber nach einen Seebad ausgeflogen.“³⁵⁴ Thomson wußte nicht, daß Helmholtz in Hull anwesend war und entschuldigte sich deshalb später dafür, daß sie sich nicht treffen konnten.³⁵⁵ Helmholtz besuchte Michael Faraday, Georg Stokes und andere Mathematiker, Physiker und Chemiker; von den Physiologen jedoch nur Henry Bence-Jones (1831–1873), den Freund von Emil du Bois-Reymond. Am 23.9.1853 fuhr Helmholtz wieder in seine Heimat zurück. Dem ersten vergeblichen Versuch, Thomson zu treffen, sollten jedoch bald viele erfolgreiche folgen.

1855 erhielt Helmholtz erneut eine Einladung zur Sitzung der BAAS, die in Glasgow stattfinden sollte. Thomson, der sich mit seiner Frau zur Kur in **Bad Kreuznach** aufhielt, bat Helmholtz, die Einladung unbedingt anzunehmen und hoffte, ihn vor der Fahrt nach Glasgow persönlich kennenzulernen. Er lud ihn ein, nach Kreuznach zu kommen.³⁵⁶ Helmholtz sagte zu.³⁵⁷ Von Bonn, wo er seine Übersiedlung aus Königsberg vorbereitete, fuhr er über Bingen nach Bad Kreuznach, wo er am 7.8.1855 mit Thomson zusammentraf, der auch eine Unterkunft für Helmholtz besorgt hatte. „Ich erwartete“, schrieb er an seine Frau, „in ihm, der einer der ersten mathematischen Physiker Europas ist, einen Mann, etwas älter als ich selbst, zu finden, und war nicht wenig erstaunt, als mir ein sehr jugendlicher hellblonder Jüngling von ganz mädchenhaftem Aussehen entgegentrat.“³⁵⁸ Die Diskussion zwischen [125] beiden war intensiv und anregend. Offensichtlich ging es um viele Probleme im Zusammenhang mit der Erhaltung der Kraft. Helmholtz kannte „die berühmten Arbeiten von W. Thomson, über welche die beiden grossen Gesetzgeber auf den Gebiet der Naturwissenschaften in Kreuznach in mündlichen Gedankenaustausch traten.“³⁵⁹ Auch die Messung von Widerständen spielte eine Rolle, denn Helmholtz erkundigte sich nach diesem Besuch bei Kirchhoff nach den Widerstandsetalons und berichtete dann Thomson über die Ergebnisse seiner Nachfragen³⁶⁰.

Helmholtz war sehr beeindruckt von Thomson. „Er übertrifft übrigens alle wissenschaftlichen Größen, welche ich persönlich kennen gelernt habe, an Scharfsinn, Klarheit und Beweglichkeit des Geistes, so daß ich selbst mir stellenweise neben ihm etwas stumpfsinnig erscheine.“³⁶¹ Dem ersten

³⁵⁰ Richard L. Kremer (ed.), Letters of Hermann von Helmholtz to his wife, vgl. FN 115, S. XXIV.

³⁵¹ Ebd., S. 133.

³⁵² Ebd., S. 116.

³⁵³ Hermann Helmholtz, On the mixture of homogeneous colours, Report of the BAAS, 1853.

³⁵⁴ Richard L. Kremer (ed.), Letters of Hermann von Helmholtz to his wife, vgl. FN 115, S. 139.

³⁵⁵ Thomson 1.

³⁵⁶ Thomson 1.

³⁵⁷ Thomson 2.

³⁵⁸ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster Band, vgl. FN 1, S. 255. Diese Stelle ist, mit zwei Schreibfehlern, enthalten in: Richard L. Kremer (ed.), Letters of Hermann von Helmholtz to his wife, vgl. FN 115, S. 158.

³⁵⁹ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster Band, vgl. FN 1, S. 255.

³⁶⁰ Thomson 3.

³⁶¹ Richard L. Kremer (ed.), Letters of Hermann von Helmholtz to his wife, vgl. FN 115, S. 159.

Zusammentreffen folgten enge persönliche und wissenschaftliche Kontakte mit vielen gegenseitigen Anregungen, fruchtbaren Gesprächen und interessanten Besuchen. Sie wurden enge Freunde und begegneten den Leistungen des anderen mit größter Hochachtung.³⁶²

Im August 1856 trafen sich beide erst in Bonn bei Helmholtz³⁶³ und dann in Schwalbach³⁶⁴ bei Thomson.³⁶⁵ Vor dem Besuch am 15.8.1856 schrieb Helmholtz an seinen Vater über Thomson: „Er ist gegenwärtig jedenfalls einer der ersten mathematischen Physiker und von einer Schnelligkeit des Erfindens, wie ich sie noch bei keinem anderen Gelehrten gesehen habe.“³⁶⁶ So hatte sich Thomson während des Besuchs von Helmholtz in der Nacht neue Sirenenversuche ausgedacht, die, wie Helmholtz an seine Frau schrieb, „wenn sie gelingen, äußerst frappante Resultate geben müssen.“³⁶⁷

Die Bitte, an der Sitzung der BAAS in Aberdeen in Schottland teilzunehmen, die Helmholtz 1859 von Thomson zugleich mit der Ein-[126]ladung erhielt, im Haus des Onkels seiner Frau, James Crum, Quartier zu nehmen³⁶⁸, mußte er wegen der **Krankheit seiner Frau** Olga absagen. Thomson hatte ihm vorgeschlagen, seine Frau doch mitzubringen, da es keine Probleme mit der Unterkunft geben würde. „I write now to say that if you can leave home without anxiety and will bring Mrs. Helmholtz with you. Mr. and Mrs. Crum will have much pleasure in seeing her along with you in their house at Aberdeen. Mrs. Crum requests me to say this on the part of her and her husband, and to add that she hopes the air of Aberdeen, and a visit to some of the Scotch mountains, will have as good an effect on Mrs. Helmholtz as is pronounced by Swiss mountains.“³⁶⁹ Noch am 18.8. wiederholte Thomson die Einladung. „At the time of armistice I wrote to you at the request of Mr. and Mrs. J. Crum, to say that they would be very happy if you would bring Mrs. Helmholtz along with you to their house in Aberdeen, and that they hoped she would be persuaded to try the effect of Scotch mountain air, instead of that of Switzerland, with a good result as to her health. As some of our letters have miscarried in the Adrossan post office I think it possible that one may not have reached you, and I write now to remind you that we are looking forward to the pleasure of seeing you at Aberdeen along with Mrs. Helmholtz; and to say the meeting is fixed to commence on Wed. the 14th Sept.“³⁷⁰

An 30.8. schrieb Helmholtz an Thomson über das schlechte Befinden seiner Frau, die er nicht für so lange Zeit und auf so weite Entfernung verlassen könne, wie er es wollte. „Unter diesen Umständen, hoffe ich, werden Sie selbst und Mr. and Mrs. J. Crum mich entschuldigen, wenn ich meine gegebene Zusage nach Arran und Aberdeen zu kommen nicht einhalten kann. Ich hatte mich schon auf diese Reise und die Aussicht, mit Ihnen vielerley zu besprechen sehr gefreut, und halte die Hoffnung fest, in nicht zu ferner Zukunft nach England zu kommen, und Sie dann in Glasgow zu sehen.“³⁷¹ Ende September stellte Helmholtz noch einmal fest, daß die Sorge um seine Frau, die ihn zur Absage seiner Reise zwang, nur zu gerechtfertigt war. „Im Anfang des September herrschte hier eine solche Epidemie von katarrhalischen Fiebern, welche für Kranke mit chronischen Brustleiden immer sehr gefährlich sind. Meine Frau wurde befallen, es trat eine sehr bedeutende und ge-[127]fährliche Steigerung ihres Brustleidens ein, und sie ist seit jener Zeit in einem höchst jämmerlichen Zustande, der mich mit der grössten Angst schon für die nächste Zukunft erfüllt.“³⁷² Am 6.10. meinte Thomson zur Absage: „We looked forward with much pleasure to seeing you here a month ago, and were disappointed on receiving your letter after 30th Aug. to find that you were prevented carrying in your intention. I hope that by this time you have a better account to give regarding the health of your wife.“³⁷³

³⁶² Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster Band, vgl. FN 1, S. 255.

³⁶³ Thomson 7.

³⁶⁴ Thomson 8.

³⁶⁵ Richard L. Kremer (ed.), Letters of Hermann von Helmholtz to his wife, vgl. FN 115, S. 160.

³⁶⁶ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster Band, vgl. FN 1, S. 274.

³⁶⁷ Richard L. Kremer (ed.), Letters of Hermann von Helmholtz to his wife, vgl. FN 115, S. 161.

³⁶⁸ Thomson 12.

³⁶⁹ Thomson 13.

³⁷⁰ Thomson 14.

³⁷¹ Thomson 15.

³⁷² Thomson 16.

³⁷³ Thomson 17.

Den war leider nicht so. Nach langer Krankheit starb seine Frau Olga am 28.12.1859. Thomson und seine Frau waren sehr betroffen von dem Verlust, den Helmholtz erlitt, wie der Brief vom 22.1.1860 zeigt. Beide hatten sich Sorgen gemacht, sie auch zum Ausdruck gebracht und wurden nun von der Trauernachricht überrascht. „I was very much grieved to learn of the great loss you have suffered. Mrs. Thomson begs to join with me in expressing deepest sympathy. We were not unmindful of your anxiety, as you will see by the letter which I enclose. I had written it at Largs and brought it up to Glasgow with me to post, when I was must shocked to find waiting my arrival the intimation you had send me. I would not send it to you now, to trouble you when your mind may be so painfully occupied, but that I wish you to know that I did not neglect the short period of leisure I had, to write in reply to your previous letter.“³⁷⁴ Helmholtz rettete sich in die Arbeit. Er besuchte Thomson in **Arran**. „So flüchtete er sich, in seinem Herzen verwaist, von den Arbeiten des Semesters und den unausgesetzten Nachdenken über die schwierigsten Probleme menschlichen Erkennens fast aufgerieben, in Sommer 1860 nach Schottland zu seinem Freunde W. Thomson, den er auf der Insel Arran zu finden wusste, und kehrte erst nach einigen Wochen innerlich ruhiger und körperlich erfrischt über Edinburgh und Hamburg nach Heidelberg zurück.“³⁷⁵

An 13.2.1861 hatte Helmholtz Thomson mitgeteilt, daß er seine Verhältnisse neu ordnen werde und dies schnell geschehe, „denn wenn die Liebe erst einmal Erlaubnis erhalten hat, aufzukeimen, fragt sie nachher die Vernunft nicht mehr, wie schnell sie wachsen darf.“³⁷⁶ Ostern fuhr Helmholtz nach London, um an der Royal Institution über die physiologische Theorie der Musik zwei Vorträge zu halten.

[128] Die **Royal Institution in London**, Teil der British Association for the Advancement of Science (BAAS), war für Helmholtz ein Muster notwendiger populärwissenschaftlicher Arbeit, um die Ergebnisse der Naturwissenschaften einem interessierten Publikum zugänglich zu machen.³⁷⁷ Sie konnte helfen, die Kluft zwischen den zwei Kulturen, der geisteswissenschaftlich-ästhetischen und der mathematisch-naturwissenschaftlichen, zu überwinden. Die Institution war, durch Privatmittel finanziert, Anfang des Jahrhunderts gegründet worden. König Georg III. (1738–1820) übernahm das Patronat, was ihr den Namen „Royal“ einbrachte. Sie hatte Hörsaal, Bibliothek, Instrumentensammlung und Laboratorium und zwei angestellte Professoren der Physik und Chemie, zu denen der Physiker Faraday und der Chemiker Humphrey Davy (1778–1829) gehörten. Später folgte John Tyndall. Es wurden sowohl Einzelvorlesungen als auch Kurse für ein breites Publikum abgehalten. „Nun ist begreiflich, dass während der 70 Jahre, wo dies besteht, und unter so viel günstigeren Bedingungen sich das Publicum seine Vortragenden und die Vortragenden ihr Publicum viel besser ausgebildet haben, als dies bisher in Deutschland der Fall sein konnte.“³⁷⁸ Für Helmholtz war es eine Ehre, dort zu sprechen. Faraday bat ihn, noch zusätzlich über die Erhaltung der Kraft zu referieren.³⁷⁹

Thomson lag in dieser Zeit, wegen des gebrochenem Fußes, im Bett und konnte nicht nach London kommen, schlug jedoch einen Besuch in Largs vor. Helmholtz hatte jedoch keine Zeit dazu. Am 16.5.1861 heiratete er. Am 27.5.1862 berichtete Helmholtz an Thomson, daß der Druck seines Buches über Akustik begonnen habe, an dessen ersten Teilen er in Arran gearbeitet habe.³⁸⁰

Im November 1862 wiederholte Thomson seine Einladung an Helmholtz, den Urlaub wieder in Arran zu verbringen.³⁸¹ Im März 1864 freute er sich auf den Besuch von Helmholtz. Er schrieb am 16.3.1864: „I am very glad to hear you are soon to be in England, to give some lectures at the Royal Institution and I write to say that we hope you will be persuaded to come as far north as this, and give us a visit in Glasgow before you return to Germany. Wo are now living in our own house in the

³⁷⁴ Thomson 18.

³⁷⁵ Leo Koenigsberger. Hermann von Helmholtz, Erster Band, vgl. FN 1, S. 361.

³⁷⁶ Ebd., S. 371.

³⁷⁷ Hermann von Helmholtz, Ueber das Streben nach Popularisierung der Wissenschaft, vgl. FN 136, S. 428 f.

³⁷⁸ Ebd., S. 429.

³⁷⁹ Lady Thomson 2.

³⁸⁰ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, vgl. FN 4, S. 12.

³⁸¹ Thomson 21.

College and it will be a great pleasure to Mrs. Thomson and myself to see [129] you.“³⁸² Lady Thomson hatte sich der Einladung angeschlossen. Sie schrieb: „It is very kind of you to come so far to see us.“³⁸³ Am 16.3. kam Helmholtz über Rotterdam, Brüssel, Calais, Dover in London an und stieg auf Einladung von Bence Jones im Claridges Hotel in London ab. Er traf mit Faraday, Tyndall, Maxwell u. a. zusammen. Zweck der Reise war die Einladung, an der Royal Society die Croonian Lecture zu halten und sechs Vorlesungen über die Erhaltung der Energie an der Royal Institution. Am 27.2.1864 schrieb Helmholtz an seinen Freund Carl Ludwig: „Ich habe in diesen Winter dem Publicum und dem Mammon dienen müssen und die Erhaltung der Kraft als nährende Milchkuh behandelt. Ich habe in Karlsruhe acht Vorlesungen darüber gehalten und mich fertig gemacht, während der Osterferien in London das Gleiche zu thun. Eine Reise nach England betrachte ich immer als eine Art geistiger Badekur, durch welche man aus der trägen Bequemlichkeit des lieben Deutschland einmal wieder zu etwas activeren Verhalten aufgerüttelt wird, und solche Vorlesungen, wie ich sie schon einmal gehalten habe, geben ein gutes Verbindungsmittel ab zu einer engeren thätigen Berührung mit den englischen Naturforschern.“³⁸⁴

Ostern 1864 fuhr Helmholtz also mehrere Wochen nach Großbritannien, um die Vorträge zu halten, um die er gebeten worden war und um Kollegen zu besuchen.³⁸⁵ Er kam selbstverständlich nach Glasgow zur Familie Thomson. Wie immer gefiel es ihm dort ausgezeichnet. Er diskutierte eine Vielzahl wissenschaftlicher Probleme und erfuhr viel Neues. Am 31.3.1864 berichtete er seiner Frau: „Inzwischen habe ich eine Menge neuer und meist sehr sinnreicher Apparate und Versuche mit W. Thomson gesehen, die mir beide Tage sehr interessant gemacht haben. Er ist so schnell in seinen Gedanken, daß man ihn erst durch eine lange Reihe von Fragen, zu deren Beantwortung er schwer zu bring-[130]en ist, die nötigen Angaben über die Einrichtung der Instrumente herauswinden muß.“³⁸⁶ Dieser Brief ist, wie viele andere in dieser Ausgabe, nicht vollständig abgedruckt. Helmholtz schilderte darin noch eine Episode, die für das Verhalten von Thomson interessant ist, der seine Theorien und Erläuterungen gern experimentell untermauerte. So versetzte er eine schwere Metallscheibe in Rotation, die sich an einem Punkt drehte. Um die Gleichförmigkeit der Rotation zu zeigen, schlug er mit einem eisernen Hammer auf die Scheibe, die das übelnahm und in eine Richtung flog, wo sie den neuen Hut von Helmholtz mitnahm und aufriß.³⁸⁷ Nachdem Helmholtz die Thomsons verlassen hatte, um seine Verpflichtungen in London zu erfüllen, schrieb ihm Mrs. Thomson am 19.4.1864: „Your hat is here, and if you have not left London the first week in May, I think we may find an opportunity of sending it to you. I was very sorry when I heard of your accident in the Laboratory, which I did not until you had left us. I trembled to think what it might have been, and I am distressed that you should have been exposed to such a danger with us.“³⁸⁸

Im Schreiben vom 2.4.1864 an seine Frau hob Helmholtz die Liebenswürdigkeit und Natürlichkeit der Thomsons hervor und meinte, sich in Schottland noch wohler zu fühlen als in England. Wiederum hatte er eine Reihe von Apparaten in Aktion besichtigen können, was er als äußerst interessant bezeichnete.³⁸⁹ Helmholtz lernte dort auch James Thomson, den Bruder von William kennen, über den

³⁸² Thomson 23.

³⁸³ Lady Thomson 4.

³⁸⁴ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, FN 4, S. 47.

³⁸⁵ Thompson verlegte diese Reise auf 1863, vgl. Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5, p. 427 ff. Das gilt auch für Crosbie Smith und M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 132. Sie schreiben vom Besuch von Helmholtz in Thomsons Laboratorium von 1863 und fügen Auszüge aus dem auch hier zitierten Brief vom 31.3.1864 an seine Frau an. Helmholtz schrieb jedoch selbst über diese Vorträge, die er im Wintersemester 1862/63 in Karlsruhe gehalten hat, daß er sie „später auf Einladung der Royal Institution in London im April 1864 in englischer Sprache wiederholt habe.“ (Hermann von Helmholtz, Vorrede zum ersten Bande der dritten Auflage 1884, in: Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Erster Band, vgl. FN 63, S. XI.)

³⁸⁶ Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, Erster Band, vgl. FN 213, S. 117.

³⁸⁷ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 487 schildern diese Episode ebenfalls mit Bezug auf den Brief von Helmholtz an seine Frau, verlegen sie jedoch auf 1863, obwohl sie beim Besuch 1864 stattfand. Sie verweisen darauf, daß Thomson 1863 Versuche der geschilderten Art durchführte.

³⁸⁸ Lady Thomson 5.

³⁸⁹ Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, Erster Band, vgl. FN 213, S. 118.

er an seine Frau schrieb: Er „ist ein sehr gescheidter Kopf mit sehr guten Einfällen, aber hört und weiss nichts als engineering und spricht fortdauernd davon zu allen Zeiten des Tages und der Nacht, so dass kaum ein anderes Gespräch in seinen Beisein aufkommen kann. Es ist übrigens komisch, wie jeder der Brüder fortdauernd dem anderen etwas auseinandersetzt, und keiner auf den anderen hört, und von ganz verschiedenen Gegenständen redet. Aber der engineer ist von beiden der hartnäckigste und [131] setzt sein Stück gewöhnlich durch.“³⁹⁰ Am 24.4.1864 war Helmholtz wieder in Heidelberg.

Zwischen den gegenseitigen Besuchen von Helmholtz und Thomson dienten ihre Briefe dazu, eine Vielzahl von theoretischen und praktischen Problemen zu erörtern. Am 30.3.1871 schrieb Thomson an Helmholtz: „I hope you will be able to come to the Meeting of the British Association at Edinburgh in the first week of August. After it is over (and I wish it were over now, as I have the misfortune to be president elect) I want you to come and have a Cruise for a few weeks among the Hebrids and West Highlands.“³⁹¹ Helmholtz schaffte es zwar nicht, an den Sitzungen der BAAS teilzunehmen, besuchte jedoch im August und September 1871 Thomson, dessen Frau inzwischen verstorben war. Thomson hatte sich schon vorher oft auf der **Lalla Rookh** erholt und auch dort gearbeitet. Nun vorbrachte er mit Helmholtz eine längere und für beide erholsame und fruchtbare Zeit auf der Yacht. „Es ging sehr bequem und ungenirt zu“, schrieb Helmholtz an 10.9.1871 an seine Frau, „Thomson hat die Freiheit des Umganges jetzt soweit getrieben, daß er stets sein mathematisches Heft mit sich führt und sobald ihm etwas einfällt, mitten in der Gesellschaft zu schreiben anfängt, was man allgemein mit einer gewissen Ehrfurcht betrachtet. Wie wäre es, wenn ich die Berliner auch daran gewöhnte!“³⁹² Helmholtz wirkte ja seit 1871 als Physiker in Berlin. Man studierte gemeinsam auf der Yacht die Theorie der Wellen, was Thomson, wie Helmholtz meinte, „am liebsten auch als eine Art ‚race‘ zwischen uns beiden behandeln möchte.“³⁹³ Wenn Thomson einige Stunden an Land ging, meinte er zu Helmholtz, er solle nicht an der Theorie der Wellen arbeiten, solange er weg sei.³⁹⁴

Thomson war zur Internationalen Ausstellung in Philadelphia eingeladen, die anlässlich des Centenariuns der Unabhängigkeit der USA 1876 stattfand. Er wirkte in der Jury für Präzisions- und andere wissenschaftliche Instrumente, einschließlich der Telegrafie, mit. Am 30.5.1876, als er New York erreichte, schrieb er an Helmholtz. „Just before leaving [132] England I heard with pleasure that you and Mrs. Helmholtz are coming to the meeting of the British Association in **Glasgow** next September and in the hurry of coming away I was unable to write to you and ask you to stay with us in the University.“³⁹⁵ Am 9.8.1876 wiederholt er seine Einladung: „I wrote to you from New York, on my arrival there at the end of May, to say that it would give myself and my wife much pleasure if you and Mrs. Helmholtz will stay with us in the University during the meeting of the British Association to comonce on the 5th of September in Glasgow.“³⁹⁶ Helmholtz konnte nicht kommen. Am 18.9.1876 bedauerte das Thomson: „We were very sorry not to have you with us at the British Association and to hear that you not feeling well enough to come could deprive us of this pleasure. I hope you are now quite reestablished in health and have full enjoyed your sojourn among the mountains.“³⁹⁷

Helmholtz sollte im April 1881 in **London** über Faraday sprechen. Am 13.3.1881 schrieb Thomson: „I write urgently to ask you to come and see us in Glasgow on the occassion of your visit to England at die beginning of April.“³⁹⁸ Am 29.3. folgte dann die freudige Mitteilung über das bevorstehende Zusammentreffen und die erneute Einladung an Mrs. Helmholtz: „I an very glad to have the prospect

³⁹⁰ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, vgl. FN 4, S. 58. Diesen Teil des Briefes hatte Ellen von Siemens in ihrer Briefausgabe weggelassen, was wieder bestätigt, daß sie oft nur Auszüge drucken ließ, ohne die Auslassungen zu kennzeichnen. Zitiert wird dieser Absatz auch bei Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 283, jedoch wieder mit dem Hinweis auf 1863, obwohl es sich um 1864 handelt.

³⁹¹ Thomson 38.

³⁹² Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, Erster Band, vgl. FN 213, S. 171.

³⁹³ Ebd., S. 168.

³⁹⁴ Silvanus P. Thompson. The life of William Thomson, vgl. FN 5, p. 614 f.

³⁹⁵ Thomson 50.

³⁹⁶ Thomson 51.

³⁹⁷ Thomson 52.

³⁹⁸ Thomson 54.

of seeing you here on the 15th of April. I hope it will turn out that your Cambridge engagement will not prevent you from coming. I now write on the part of Lady Thomson and myself to say that we hope Mrs. Helmholtz will come with you, and that you will stay with us as long as you can. Perhaps Mrs. Helmholtz would stay here while you and I go to Edinburgh for the R. S. meeting on Monday the 18th, and return here on Tuesday.“³⁹⁹

Helmholtz und seine Frau waren am 28.3.1881 in London eingetroffen und fuhren weiter nach Manchester zur Familie Roscoe. Am 30.3. ging es dann nach Cambridge. Helmholtz besuchte das Laboratorium von Lord Rayleigh. Außerdem bekam er den Ehrendoktor der Universität. Über die Feier berichtete Anna von Helmholtz an ihre Tochter: „Papa wurde vorgeführt in einem scharlachroten gown [Umhang, Robe] mit rosa Aufschlägen und alsdann wurde von dem Sprecher der Universität eine [133] lange lateinische Rede gehalten, welche die Studenten mit großen Geräusch applaudierten.“⁴⁰⁰

An 5. April 1881 sprach Helmholtz dann vor der Chemical Society in London in englischer Sprache „Über die neuere Entwicklung von Faradays Ideen über Elektrizität“.⁴⁰¹ Thomson entschied sich, selbst nach London zum Vortrag von Helmholtz zu fahren.⁴⁰² Anna von Helmholtz schrieb am 5. April: „Jetzt ist Sir William bei Papa und viele andere Menschen sind gekommen. Für die Vorlesung seien elfhundert Billets ausgegeben! Ich bebe natürlich sehr.“⁴⁰³ Der Vortrag erregte „in wissenschaftlichen Kreisen ein ungewöhnliches Aufsehen, wengleich Helmholtz das Beste, was er habe tun können zur Feier des Gedächtnisses, darin erkennt, die Aufmerksamkeit derjenigen Männer, durch deren Tatkraft und Scharfsinn die Chemie ihre neue staunenswerte Entwicklung erreicht hat, zurück zu lenken auf die großen Wissensschätze, die noch in den Werken dieses wunderbaren Geistes verborgen liegen.“⁴⁰⁴ Danach gab es noch ein großes Diner der Chemischen Gesellschaft für Helmholtz mit 150 Personen. An 12.4. fuhr Helmholtz mit Thomson nach Dublin, blieb dann einige Tage in Glasgow bei Thomsons, um dann nach London und von dort nach Paris zu fahren, wo er seine Frau wieder traf.

Schon an 9.7.1881 folgte die nächste Einladung. Thomson schrieb: „I have been requested by the Council of the Glasgow Science Lectures association of which I am President, to write to you and ask you to give one of the lectures of our course for next session.“⁴⁰⁵ Helmholtz mußte jedoch absagen. Er meinte am 15.7.1881: „Aber ich finde, dass ich den angebotenen Auftrag nicht übernehmen kann. Erstens kenne ich das Publicum, vor dem ich zu sprechen haben würde, zu wenig, und habe überhaupt wenig Glück mit meinen Versuchen populäre Vorlesungen vor einem grossen aus verschiedenen Ständen gemischten Publicum zu halten, zweitens nimmt für mich das Ausarbeiten einer Vorlesung in Englischer Sprache zu viel Zeit in Anspruch und ich habe alle Ursache [134] mit meiner Zeit geizig zu werden, da ich in diesem Jahre 60 alt werde und noch viele Arbeiten vor mir habe, die ich gern vollenden möchte.“⁴⁰⁶

Am 15.9.1881 fuhr Helmholtz zum elektrischen Kongreß nach Paris. Mit Thomson wurde er als ausländischer Vizepräsident gewählt. Ihn bezeichnete er im Brief an seine Frau als einen der „Haupt-Debatoren“ auf englischer Seite. Weiter berichtete er, er hätte ihn und Lady Thomson zum Besuch in die Oper eingeladen, wo sie die Loge des Präsidenten allein für sich hatten und „La Favorita“ von Gaetano Donizetti (1797–1848) sahen.⁴⁰⁷ Thomson berichtete aus Paris in die Heimat, daß mit Helmholtz auch Wiedemann, Kohlrausch⁴⁰⁸, Lorenz⁴⁰⁹ und Werner Siemens da seien und er mit Helmholtz

³⁹⁹ Thomson 55.

⁴⁰⁰ Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, Erster Band, vgl. FN 213, S. 256.

⁴⁰¹ Hermann von Helmholtz, On the modern development of Faraday's conception of electricity, Journal of the Chemical Society, June 1881.

⁴⁰² Thomson 56.

⁴⁰³ Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, Erster Band, vgl. FN 213, S. 256 f.

⁴⁰⁴ Ebd., S. 254.

⁴⁰⁵ Thomson 57.

⁴⁰⁶ Thomson 58.

⁴⁰⁷ Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, Erster Band, vgl. FN 213, S. 261.

⁴⁰⁸ Friedrich Kohlrausch (1840–1910), Professor der Physik in Göttingen, Zürich, Darmstadt, Würzburg und Straßburg, wurde 1895 zum Nachfolger von Helmholtz als Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ernannt.

⁴⁰⁹ Damit könnte der dänische Physiker Ludwig Valentin Lorenz (1829–1891) gemeint sein.

in einem Hotel wohne.⁴¹⁰ 1882 erhielt Helmholtz eine Einladung zur Tagung der BAAS in Southampton⁴¹¹, konnte jedoch nicht teilnehmen.

Am 17.6.1883 schrieb Thomson von der „Lalla Rookh“ an Helmholtz: „Will you not come and have a cruise with us, either in July in the Solent or in August in the Clyde. The British Association meets on the 19th of September at Southport (near Liverpool) and if you would come to us in September early enough to have some good sailing first, we might go there together. We hope Mrs. Helmholtz will be able to come with you, and you must tell her not to be deterred by the idea of the yacht if she is not a good sailor, as any time after the middle of August the house on shore will always be available.“⁴¹²

Aus der gemeinsamen Kreuzfahrt mit der Lalla Rookh wurde zwar nichts, doch traf man sich auf dem Elektrischen Kongreß 1883 in **Wien**, der mit einer Elektrischen Ausstellung in der Rotunde in Wien verbunden war. Diese wurde von Kronprinz Rudolf (1858–1889) eröffnet. In seiner Rede würdigte er die Leistungen der Wissenschaftler und Praktiker auf diesem Gebiet, was die Verdienste von Kelvin und Helmholtz einschloß. „Die Verwertung einer mächtigen Naturkraft durch wissenschaftliche Arbeit und der Ausnützung derselben für das tägliche Leben [135] neue Bahnen zu brechen ist der Zweck dieses Werkes.“⁴¹³ Koenigsberger „versammelte damals diesen beiden Meistern der Naturforschung zu Ehren die hervorragendsten Naturforscher Wiens, wie Brücke, Stefan⁴¹⁴, Oppolzer⁴¹⁵ und viele andere an einem Nachmittage“ in seinem Haus.⁴¹⁶ Von Wien ging es nach **Berlin**, wo Thomson vier Tage mit Helmholtz verbrachte⁴¹⁷, ehe er am 3.11. wieder in England eintraf. Koenigsberger berichtet von einem Brief an Thomson aus Pontresina, den er nicht genau datiert und in dem Helmholtz bemerkte, daß er sich mit physikalischen Überlegungen gut unterhalten habe, kurze Zeit nach Berlin fahren werde, um Literatur durchzusehen, da er auf wichtige Theoreme gestoßen sei. Thomson habe ein nicht unwichtiges Ergebnis in der Wärmetheorie erreicht. Außerdem sei er durch die Verhandlungen der internationalen elektrischen Kommission dazu gebracht worden, elektrodynamische Strommessungen zu verbessern, „aber nur für Laboratorien, um die Genauigkeit von mindestens 1/1000 zu erreichen, die er für seine elektrischen Studien brauche.“⁴¹⁸

Im April 1884 fuhr Helmholtz mit seiner Tochter Ellen zu Thomsons. Sie waren erst in Glasgow und dann besuchte Helmholtz mit Thomson die akademischen Feierlichkeiten in **Edinburgh**. Seine Frau schrieb ihm, sie freue sich sehr, „Dich beim geliebten Sir William zu wissen, wie werdet Ihr schwelgen in den Urbegriffen der Dinge. Wenn man nicht schliesslich bei Anfang und Ende alles Lebens vor dem grossen Fragezeichen stünde und sich mit diesem zufrieden geben müßte! Darum bist Du so glücklich, weil die Dinge jenseits unserer Grenze Dich nicht quälen und es für Dich des Ewigen noch genug giebt ausserhalb unseres kleinen Menschendaseins.“⁴¹⁹

1890 erhielt Helmholtz die Einladung der Universität Edinburgh als Gifford-Lecturer für die nächsten zwei Jahre. Als Thomson das erfuhr, schrieb er sofort an Helmholtz, um ihn zu bitten, einen Teil seiner Zeit [136] in Glasgow mit ihm und seiner Frau zu verbringen. „The actual lecturing would I am sure be interesting to yourself if you feel that you can undertake it, which I hope will be the case; and I need not say, that it will be greatly appreciated in Scotland and by a far wider public than those

⁴¹⁰ Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 789, p. 789.

⁴¹¹ Thomson 59.

⁴¹² Thomson 62.

⁴¹³ Brigitte Hamann, *Kronprinz Rudolf*, Wien, München 1978, zitiert nach der Ausgabe im Wilhelm Goldmann Verlag 1980, S. 210.

⁴¹⁴ Bei dem Wiener Physiker Josef Stefan (1835–1893) hatte Ludwig Boltzmann (1844–1906) gearbeitet, der 1870/71 dann im Laboratorium von Helmholtz in Berlin forschte, vgl. Herbert Hörz, *Andreas Laaß, Ludwig Boltzmanns Wege nach Berlin*, Berlin 1989.

⁴¹⁵ Der Astronom Theodor Ritter von Oppolzer (1841–1886) war der Sohn des Internisten Johann Ritter von Oppolzer (1808–1871).

⁴¹⁶ Leo Koenigsberger, *Hermann von Helmholtz*, Zweiter Band, vgl. FN 5, S. 286.

⁴¹⁷ Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 5, p. 798.

⁴¹⁸ Leo Koenigsberger, *Hermann von Helmholtz*, Zweiter Band, vgl. FN 4, S. 310.

⁴¹⁹ Ebd., S. 314.

who will hear you or than Scotland.“⁴²⁰ Die Gifford-Lectures kamen nicht zustande. Zu groß war die Belastung von Helmholtz in Berlin. 1891 wurde er 70 Jahre alt. Da er zum Geburtstag in den Süden gefahren war, um mit der Familie im kleinen Kreis zu feiern, fand die große Feier am 2.11.1891 im „Kaiserhof“ in Berlin statt. Am 11. 6. 1892 hielt Helmholtz seine Goetherede in der Generalversammlung der Goethe-Gesellschaft zu Weimar.⁴²¹

An 20.6. hatte sich Thomson wieder gemeldet⁴²², diesmal mit einer Einladung nach Edinburgh. Er sprach dabei im Namen des „Advising Committee of the Board of Trade in respect to Electric Standards“, das die Anwesenheit von Helmholtz auf der Tagung der BAAS wünschte, um über die elektrischen Standards reden zu können. Helmholtz antwortete am 4. Juli: „According to Your and Lady Thomsons proposal and very kind invitation we shall come, I and Frau von Helmholtz, to Edinburgh for the time of the British Association, and afterwards, if it fits to Your time to Netherhall.“⁴²³ Thomson berichtete an Lord Rayleigh über die Teilnahme von Helmholtz und anderen hervorragenden Kollegen. Ihre Teilnahme „made the meeting about the best I have ever known in point of instructiveness.“ Er meinte „We had a splendid time in Edinburgh.“⁴²⁴

Helmholtz besuchte dann mit seiner Frau, wie vorgesehen, die Familie Thomson in Netherhall. Von dort schrieb Anna am 14.8.1892 an ihre Tochter: „Wir kamen hierher via Glasgow; ich sah die schönen Gebäude, die Universität, das Laboratorium voll von Lord Kelvins Elektromotoren oder wie er diese Meßinstrumente nennt. Dann fuhren wir hinüber in die rauchige Stadt, sahen die große Fabrik, wo seine Instrumente [137] gebaut werden – Whyte⁴²⁵, eine Art Siemens-Werke – mit unendlichen Metalldrehscheiben. Es ist wunderbar, wie die Gedanken dieses abstractesten Denkers solche praktischen Gestalten und Resultate annehmen.“⁴²⁶ Der Brief berichtete weiter von den gepflegten Haus in Netherhall voll angewandter höherer Mechanik, von einer Fahrt mit einer Yacht, von der reizenden Art Kelvins und seinen Enthusiasmus, um dann festzustellen: „Kaum waren wir zu Hause, so saßen die Herren wieder mitten in mathematischen Problemen bei dem Thee.“⁴²⁷

So war das Leben von Helmholtz und Thomson vor allem durch ihre wissenschaftliche Arbeit bestimmt. Ihr Zusammensein diente der Diskussion von ungelösten Problemen, von möglichen Experimenten, von praktikablen Meßinstrumenten und von theoretischen Differenzen. Die Erholung, die Fürsorge ihrer Frauen, die Liebe der Familie, die Anteilnahme der Kollegen, die Ehrungen, dienten vor allen dazu, den entladenen Akku der physischen und psychischen Spannkraft wieder zu füllen, um mit neuem Elan an die wissenschaftliche Arbeit zu gehen. Die schwere Krankheit von Helmholtz im Sommer 1894 und sein Tod verhinderten weitere Begegnungen. Kelvin schrieb an Anna von Helmholtz aus Paris am 11.10.1894: „I am full of recollections of happy meetings in the past, of which the first was when he came to see me at Creuznach in 1856, and all of which were to me unalloyed pleasure. The loss to myself is so severe that I cannot speak of it, and I feel that I must not intrude on your own most sacred sorrow. But I feel that I must write this now, on our way home to Largs, to tell you of my heart-felt grief, and to express for my wife her deepest and warmest sympathy with you.“⁴²⁸

[138]

⁴²⁰ Thomson 72.

⁴²¹ Hermann von Helmholtz. Goethe's Vorahnungen kommender naturwissenschaftlicher Ideen, Berlin 1892.

⁴²² Thomson 73.

⁴²³ Thomson 74.

⁴²⁴ Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5, p. 924.

⁴²⁵ Es handelt sich dabei um die Firma des Optikers und Instrumentenbauers James White, der viele von Thomsons Patenten realisierte. Es wird berichtet, daß der Sekretär von Thomson während der Arbeiten am Atlantiktelegraphen oft zur Glasgower Bahnstation geschickt wurde, wenn man in London dringend auf ein Instrument wartete, um die Mitteilung Thomsons zum übergeben: „I have gone to White's to hurry on an instrument. The London mail train must on no account start tonight until I come.“ Die nationale Bedeutung des Projekts und der Ruf von Thomson führten dazu, daß der Stationsvorsteher den Anweisungen folgte. Vgl. Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5, p. 489.

⁴²⁶ Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, Zweiter Band, Berlin 1929, S. 50.

⁴²⁷ Ebd., S. 51.

⁴²⁸ Anna 2.

3.3. Gemeinsame Interessen

Schon die Arbeit zur Erhaltung der Kraft hatte das Interesse des Physikers William Thomson an den Arbeiten von Helmholtz geweckt. Vor allem interessierte ihn die exakte mathematische Formulierung der Probleme und Erkenntnisse, wobei es ihm stets darum ging, die mathematischen Formeln physikalisch zu erklären. Helmholtz und Thomson schätzten die erklärende und darstellende Rolle der Mathematik für die Physik sehr hoch. Ihre Auffassungen differierten nur in dem Aspekt des Erklärungswerts mathematischer Theorien. Helmholtz hielt ihn für das Ende der Erklärung. Thomson suchte nach der physikalischen Bedeutung mathematischer Funktionen.

Was verband den mathematischen Physiker Thomson in der Zeit von 1855 bis 1871 mit den Mediziner, Anatomen und Physiologen Helmholtz? Die in Anhang publizierten Briefe aus dieser Zeit stammen doch aus der, wenn man nur an die offiziellen Lehrgebiete von Helmholtz denken würde, vorphysikalischen Phase des wissenschaftlichen Wirkens von Helmholtz. Dieser hatte sich jedoch immer schon mit physikalischen Problemen beschäftigt. Das Studium der **Physik** konnte er aus finanziellen Gründen nicht durchführen. Die Physik blieb jedoch sein wesentliches wissenschaftliches Interesse. Seine Arbeiten zur physikalischen Fundierung der physiologischen Optik⁴²⁹ und der physiologischen Akustik⁴³⁰ zeigen das. Helmholtz betonte, daß die Physik physiologische Erscheinungen nur unter den Aspekt ihrer Probleme behandelte. So stellte er zur Akustik fest: „Daher hat die bisherige physikalische Akustik wohl mancherlei Kenntnisse und Beobachtungen gesammelt, welche der Lehre von den Tätigkeiten des Ohres, also der physiologischen Akustik angehören, aber sie sind nicht als Hauptzweck ihrer Untersuchungen ausgemittelt worden, sondern nur nebenbei und stückweise.“⁴³¹ Nur einem Kenner der physikalischen und physiologischen Erkenntnisse, einen Forscher, der wie Helmholtz beide Gebiete mit neuen Experimenten und Einsichten befruchtete, war es möglich, mit so großem Erfolg die Grenzgebiete zwischen Physik und Physiologie zu bearbeiten. Der Briefwechsel mit Thomson bot dazu viele Anregungen. So ist es interessant, daß dieser im Zusammenhang mit den akustischen Arbeiten Helmholtz ein Experiment vorschlug, um einen [139] Kombinationston hörbar zu machen, das dieser mit Erfolg durchführte.⁴³²

Bei den Besuch von Helmholtz von 1871 machten beide **Beobachtungen an Wellen**, als sie auf der Lalla Rookh waren. Thomson unterschied dann in einen Artikel für die „Nature“⁴³³ die verschiedenen Wellenarten als „waves in which the restoring force was the weight of the water itself“ und den, wie er sie nannte, Ripples, „those lesser crispations in which the restoring force was the surface-tension of the watersurface.“⁴³⁴ An den Beobachtungen beteiligten sich neben Helmholtz auch noch James Thomson, worüber es in der Mitteilung für die Nature heißt: „About three weeks later, being becalmed in the Sound of Mull, I had an excellent opportunity, with the assistance of Prof. Helmholtz and my brother from Belfast, of determining the minimum wave velocity with some approach to accuracy.“⁴³⁵ Thomsons Bruder berichtete darüber ebenfalls an seine Frau: „William during the almost perfect calm (in the Sound of Mull), noticed the very slight speed of the yacht through the water as being fit to enable him to make experiments on ripples and waves regarding which he had been making out of mathematical theories and discussing them with Professor Helmholtz.“⁴³⁶

Die Wellentheorie beschäftigte sie auch in der **Optik**. Die große Auseinandersetzung um die Korpuskular- oder Wellentheorie des Lichts war in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts durch die Arbeiten von Fresnel und anderen zu Gunsten der Wellentheorie entschieden. In seinen Baltimore Lectures 1884 befaßte sich Thomson mit den Schwierigkeiten, die der Akzeptanz der Wellentheorie entgegenstanden und nannte dabei Dispersion, den Äther, Reflexion und Brechung sowie die Doppelbrechung.

⁴²⁹ Hermann Helmholtz, Handbuch der Physiologischen Optik, Leipzig 1850–1867.

⁴³⁰ Hermann Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen, Braunschweig 1863.

⁴³¹ Hermann von Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen, vgl. FN 182, S. 5.

⁴³² Thomson 10.

⁴³³ William Thomson, Ripples and Waves, Nature V, pp. 1–3, Nov. 2, 1871.

⁴³⁴ Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5, p. 746.

⁴³⁵ Ebd., p. 747.

⁴³⁶ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 738.

Zur Dispersion ging er auf die Ansichten des französischen Mathematikers Augustin-Louis Cauchy (1789–1857) ein, der sich mit der Fortpflanzung von Wellen befaßt hatte und die Ausbreitung der Lichtwellen durch neue Äthertheorien zu erklären versuchte. Er verglich sie mit den Auffassungen von Helmholtz.⁴³⁷ „The difficulty is to explain how the period of vibration of light of different colours can affect the velocity of their propagation through a medium, and can [140] cause some colours to be more refracted than others. Of this phenomenon two explanations have been offered. The first is that of Cauchy, who ascribed it to heterogeneousness: some of the molecules in the structure must have sizes not infinitely small compared with that of the wavelength. The second is due to Helmholtz, who supposes the molecules to have a compound structure such that they have natural periods of vibration of their own. The space occupied by a molecule must be filled with a substance differing from the ether in rigidity or in density, or in both respects. Thomson preferred Helmholtz’s view.“⁴³⁸

Thomson bemerkte zu der neuen Idee, mit der nun die Dispersion zu erklären sei, „that is the assumption of molecules loading the luminiferous ether and somehow or other elastically connected with it. The first distinct statement that I have seen of this view is in Helmholtz’s little paper on anomalous dispersion.“⁴³⁹ I shall have occasion to speak of that a good deal ...“⁴⁴⁰ Dabei beschäftigte er sich erkenntnistheoretisch mit der Rolle von Modellen, aus denen vieles abgeleitet werden könne, ohne unbedingt Experimente dazu anzustellen. Generell ging es ihm darum, wissenschaftliche Treffen, wie das an der John Hopkins Universität, zu Konferenzen zu machen, die dem Fortschritt der Wissenschaft dienen sollten und nicht der Belehrung der Kollegen. So betonte er im 1904 geschriebenen Vorwort zu den „Baltimore Lectures“: „I spoke with absolute freedom, and had never the slightest fear of undermining their perfect faith in ether and its light-giving waves; by anything I could tell them of the imperfection of our mathematics; of the insufficiency or faultiness of our views regarding the dynamical qualities of ether; and of the overwhelmingly great difficulty of finding a field of action for ether among the atoms of ponderable matter.“⁴⁴¹

Helmholtz und Kelvin vertraten die **Äther**hypothese. Kelvin verwies auf die Experimente von Albert Abraham Michelson (1852–1931) und Edward William Morley (1838–1923) über Ätherbewegungen, relativ zur Erde, als einen seriösen Einwand gegen die bisherigen dynamischen Erklärungen. Michelson hatte in Laboratorium von Helmholtz 1880/81 begonnen, mit einem Interferometer, das er, wegen seiner Störanfälligkeit, im Keller des Potsdamer Observatoriums aufbaute, mög-[141]liche Auswirkungen der Ätherbewegung zu messen. Sein negatives Ergebnis konnte nur so gedeutet werden, daß kein Äther existiert. Wegen der Bedeutung dieser Experimente wiederholte er sie mit mehr Genauigkeit. 1887 erzielte er in Cleveland (Ohio) mit dem Chemiker Morley eine Genauigkeit von 1:4 Milliarden. Sie wußten jedoch noch nicht, daß ihre Experimente über den Ätherwind die gesamte Elektrodynamik revolutionieren würden, da nun die Erklärung durch einen Äther wegfiel.⁴⁴² Thomson meinte: „It is to be hoped that farther experiments will be made; to answer decisively the great question: – is, or is not, ether at rest absolutely throughout the universe, except in so far as it is moved by waves generated by motions of ponderable matter? I cannot but feel that the true answer to this question is in the affirmative, in all probability: and provisionally, I assume that it is so, but always bear in mind that experimental proof or disproof is waited for.“⁴⁴³ Dahinter steckte der Glaube an eine verfeinerte Apparatur, die doch noch den Ätherwind nachweisen könne. Eigentlich gab es die notwendigen experimentellen Daten. Ihre theoretische Umbewertung war jedoch erforderlich. Als sie erfolgte, führte das zugleich zu einem neuen Weltbild, das über die Mechanisierung der Naturphänomene hinauswies, die Kelvin und Helmholtz wesentlich propagierten.

⁴³⁷ Lord Kelvin, Baltimore Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light, vgl. FN 112, p. 6 ff.

⁴³⁸ Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5, p. 817.

⁴³⁹ Hermann Helmholtz, Zur Theorie der anomalen Dispersion, in: Monatsberichte der Berliner Akademie vom 29.10.1874, Berlin 1875, S. 607–680.

⁴⁴⁰ Lord Kelvin, Baltimore Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light, vgl. FN 112, p. 7.

⁴⁴¹ Ebd., p. V.

⁴⁴² Sir Edmund Whittaker, Von Euklid zu Eddington, vgl. FN 339, S. 118 ff.

⁴⁴³ Lord Kelvin, Baltimore Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light, vgl. FN 112, p. VI.

Thomson und Helmholtz berieten und halfen sich gegenseitig. Thomson machte die Arbeiten von Helmholtz in Großbritannien bekannt. Er unterstützte Einladungen an Helmholtz zu Vorträgen und zu den Sitzungen der BAAS. Dieser hatte sich wiederum dafür eingesetzt, das Buch über „Natural Philosophy“, also über die Grundlagen der Physik, von Thomson und Tait, in deutscher Sprache herauszubringen. Die Übersetzung fertigte der Physiker Gustav Wertheim (1843–1902) an und Helmholtz stand mit Rat zur Seite.⁴⁴⁴ 1871 erschien dann der erste Teil des Buches mit einem Vorwort von Helmholtz.⁴⁴⁵

Dieser war stets bereit, wie aus dem Briefwechsel hervorgeht, **Bitten** von Kelvin zu erfüllen. So half er einer von ihm empfohlenen jungen Wissenschaftlerin⁴⁴⁶ sowie mit erbetenen Auskünften über Augenärzte.⁴⁴⁷ [142] Die Bereitschaft zur Erfüllung von Wünschen zeigt auch die Abschrift eines Briefes von Helmholtz an Thomson in englischer Sprache von 1873 in der Glasgow University Library. Man half mit Gutachten bei personellen Entscheidungen, denn der Brief enthält, worauf schon hingewiesen wurde, eine positive Empfehlung für die Berufung von James Thomson an die Universität Glasgow. „As you wish to have a statement of my opinion regarding Mr. James Thomson’s merit as a scientific investigator and his qualifications for the Chair of Engineering at the University of Glasgow: I have the honour to answer that I regard Mr. James Thomson as a man of very acute judgement in questions relating to physical, mechanical, and mathematical science, and a very extended amount of knowledge in these same branches.“⁴⁴⁸ Es wird dann auf bestimmte wichtige Ergebnisse der Arbeiten von James Thomson verwiesen. Auch die persönliche Bekanntschaft, die Helmholtz bei seinen Besuchen in Großbritannien machte, wird erwähnt. „Besides I know from personal acquaintance his scrutinizing way to penetrate into the very heart of scientific question, and I should think that such a man would be the very best teacher for young engineers.“⁴⁴⁹ Im Januar 1871, als Helmholtz die Berufung nach Berlin schon angenommen hatte, bot ihm Thomson einen Ruf als Physiker nach Cambridge an.⁴⁵⁰

Gemeinsame Interessen brachten nicht nur Anregungen für die eigenen Forschungen, sie drängten auch zur Aufdeckung von Widersprüchen zwischen Theorie und Experiment und damit zur **kritischen Analyse** der Arbeiten des Kollegen und Freundes. Am 5.3.1868 legte Helmholtz den Naturhistorisch-medizinischen Verein zu Heidelberg seine Arbeit „Zur Theorie der stationären Ströme in reibenden Flüssigkeiten“⁴⁵¹ vor. Er befaßte sich mit der Behauptung von Thomson, nach der ein Körper in einer nicht reibenden Flüssigkeit, der nahe einer senkrechten Wand fällt, von dieser angezogen wird. Helmholtz stellte dagegen in seinen Versuchen fest, daß kleine Körperchen immer zur Mitte streben, was er der Reibung zuschrieb, während schwerere mehrmals an die Wand anschlagen. Helmholtz hoffte, mit seinen Sätzen „die Abweichungen vom Thomson’schen Gesetze unter der Annahme kleiner Geschwindigkeiten erklären zu können, musste sich aber davon überzeu-[143]gen, dass zunächst erst noch ähnliche Sätze aufgestellt werden müssen, für welche die quadratischen Glieder der Geschwindigkeit nicht vernachlässigt werden.“⁴⁵²

Beide befaßten sich mit der Verbesserung der **Meßinstrumente und Geräte**, die für ihre Untersuchungen unentbehrlich waren, um exakte Ergebnisse zu erreichen. Darüber tauschten sie sich bei den Besuchen aus, die, wenn sie an den Heimatorten erfolgten, stets mit Vorführungen im Labor verbunden waren. Sie informierten sich auch in den Briefen über neue und präzisierte Geräte. Beide interessierten sich sehr für die Instrumente, die der andere erfand und verbesserte, patentieren und bauen ließ. So entwickelte Thomson 1855 das Quadrantenelektrometer, dessen Einteilung in isolierte Quadranten, die einzeln oder in verschiedenen Kombinationen zu laden sind, es ermöglichte, kompliziertere

⁴⁴⁴ Thomson 33.

⁴⁴⁵ William Thomson und Peter Guthrie Tait, Handbuch der Theoretischen Physik, vgl. FN 85.

⁴⁴⁶ Thomson 26.

⁴⁴⁷ Thomson 30.

⁴⁴⁸ Thomson 46.

⁴⁴⁹ Ebd.

⁴⁵⁰ Thomson 37.

⁴⁵¹ Hermann von Helmholtz, Zur Theorie der stationären Ströme in reibenden Flüssigkeiten. Verhandlungen des Naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg, Band V, 1869, S. 1–7.

⁴⁵² Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, vgl. FN 4, S. 125.

Meßprozesse durchzuführen. 1860 wurde dieses Meßgerät von ihm weiter verbessert. Schon 1856 schrieb er an Helmholtz, um Genaueres über das von diesem konstruierte Galvanometer⁴⁵³ zu erfahren.⁴⁵⁴ Er versuchte mit den Helmholtz-Galvanometer zu arbeiten, mußte jedoch feststellen, daß es für seine Zwecke, die Übermittlung von Signalen in den Tiefseekabeln, nicht recht geeignet war. 1858 entwickelte er ein Spiegelgalvanometer⁴⁵⁵, das durch einen an der Aufhängung des astatischen Magnetpaares angebrachten verschieb- und drehbaren Magneten eine vom lokalen Magnetfeld unabhängige Messung sicherte. Es wurde bei der transatlantischen Kabeltelegrafie eingesetzt.⁴⁵⁶

Hatte Helmholtz sich vor allem mit dem Augenspiegel einen Namen gemacht, so war Thomson durch seine Geräte für die Kabeltelegrafie und die Schifffahrt bekannt geworden. Am 12.5.1859 schrieb er an Helmholtz: „Since this time last year I have managed little in the way of experimenting except in connection with telegraphic instruments, and I have now got a set of marine and land reflecting galvanometers and resistance standards, which will very much shorten work in various [144] more purely scientific investigations, which I hope now to be able to proceed with. I think you would feel some interest in some of those instruments, which I shall be happy to show you if you come, although I do not mention them now as even the smallest inducement.“⁴⁵⁷ Vorerst wurde aus diesem Besuch, wegen der Krankheit und dem Tod seiner Frau, nichts. Jedoch im Sommer 1860 kam es dann zu der erhofften Begegnung und zur Vorführung der Instrumente. Für Helmholtz war Thomson ein hervorragender Ideenproduzent und Inventor neuer Meßgeräte, von deren Entwicklung er immer wieder profilierte. Thomson verbesserte den Schiffskompaß und besaß viele Patente für die Unterwassertelegrafie und Navigation.

Die Kenntnis der von Thomson konstruierten Instrumente half Helmholtz bei den Experimenten. So nutzte er für seine Untersuchungen zur experimentellen Bestätigung seiner Ansichten über die Elektrodynamik das Quadrantenelektrometer von Thomson.⁴⁵⁸ Dieser schickte ihm auch Muster der von ihm entwickelten Geräte. So berichtete er ihm im Juli 1870 von seinem Instrument, das er für Aufzeichnungen in der Kabeltelegrafie konstruiert hatte, gewissermaßen ein elektrisch geladener Füllhalter, der Tinte aufs Papier spritzte. Ein Probeexemplar sandte er an Helmholtz.⁴⁵⁹ Auf seiner Reise nach Philadelphia 1876 zur Internationalen Ausstellung testete er einen neuen Kompaß, worüber er vom Dampfer „Russia“ an Helmholtz schrieb: „We have had a very fine passage across with just enough of rough weather to test thoroughly a new compass, which I shall show you when you come to Glasgow. It behaved perfectly well throughout, notwithstanding a great shaking from the screw (which almost prevents me from being able to write legibly).“⁴⁶⁰

Die „Russia“ lief für die Samuel Cunard's British and North American Royal Mail Steam Packet Company (ab 1878 Cunard Steamship Company), zu deren drei leitenden Partnern auch die Glasgower Firma von G. und J. Burns gehörte. Noch 1876 erhielt Thomson sein Kompaßpatent und baute ihn in eines der sechs Schiffe der Burns, in den 1865 vom Stapel gelaufenen Dampfer „Buffalo“, ein. John Burns, Sohn der Gründer, später Lord Inverclyde, leitete die Cunard Linie, für deren acht Schiffe Thomson jeweils seinen Kompaß zur Verfügung stellte. weshalb ihn die Company 1884, als er seine Baltimore Lectures hielt, [145] eine Freipassage nach New York mit der „Servia“ gab und die freie Rückkehr mit der „Aurania“ ermöglichte.⁴⁶¹ Der Kompaß war leichter und weniger anfällig als seine

⁴⁵³ Galvanometer sind elektrische Meßinstrumente großer Empfindlichkeit, die auf der Kraftwirkung zwischen einem permanenten Magneten und einer stromdurchflossenen Spule beruhen.

⁴⁵⁴ Thomson 9.

⁴⁵⁵ Im Spiegelgalvanometer wird eine Magnetnadel vom Feld der Spule in Abhängigkeit von der Stromstärke mehr oder weniger weit abgelenkt. Der Ausschlag wird durch einen an einem Faden angebrachten Spiegel angezeigt, indem dieser beleuchtet und die Bewegung des vom Spiegel reflektierten Lichtstrahls beobachtet wird. Dieser Lichtzeiger kann sehr lang sein, weshalb die Anzeige sehr empfindlich ist.

⁴⁵⁶ Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 5, p. 347.

⁴⁵⁷ Thomson 12.

⁴⁵⁸ Leo Koenigsberger, *Hermann von Helmholtz*, Zweiter Band, vgl. FN 4, S. 258.

⁴⁵⁹ Thomson 34.

⁴⁶⁰ Thomson 50.

⁴⁶¹ Crosbie Smith and M. Norton Wise, *Energy and Empire*, vgl. FN 11, p. 776.

Vorgänger. Die Deutschen installierten ihn eher als die Briten. Erst 1889 stimmte dort die Admiralität zu.⁴⁶²

Thomson war in Philadelphia zum Präsidenten der Gruppe gewählt worden, die Instrumente zu begutachten hatte. Von den 385 reports [Berichten] schrieb er selbst 41, vor allen zu den verschiedenen Mustern für Telegrafen, so etwa zu den von Thomas Alva Edison (1847–1931), von Alexander Graham Bell (1847–1922) usw. und zu anderen Geräten für die Kabeltelegrafie. Mit den Bell-Instrumenten, die er mitbrachte, hatte er kein Glück, er experimentierte damit vor und nach dem Treffen der British Association, ehe er feststellte, daß die mitgebrachten Apparate sich etwas von denen unterschieden, die auf der Ausstellung gezeigt wurden.⁴⁶³ Auch darüber hätte er sicher Helmholtz bei dem vorgesehenen Besuch gern mehr erzählt, was jedoch verschoben werden mußte, da Helmholtz zu den Treffen nicht kommen konnte. Noch am 9.8.1876 hoffte Thomson auf den Besuch. So berichtete er im Brief über seine Versuche „on precession and nutation of a rotating liquid in a rigid ellipsoidal shell“⁴⁶⁴ und meinte, es gäbe dazu viel zu sagen, wenn Helmholtz bei ihm wäre. Er konnte sich jedoch nicht zurückhalten und schrieb dann doch in einem P. S. über die erreichten Ergebnisse.⁴⁶⁵

Im Dezember 1882 gab er Helmholtz die Empfehlung, sich den Zweitaktmotor von Dugald Clerk anzusehen, den er in seinem Brief ankündigte.⁴⁶⁶ Er selbst hatte das Experiment schon gesehen. Im Juni 1883 berichtete er wieder über neue Geräte, die er Helmholtz vorführen wolle. „In the laboratory I have been greatly occupied with electric measuring instruments, chiefly for practical purposes connected with electric lighting. One that I hope to have going very soon, – a gyrostatic current integrator, or ‚coulombmeter‘ I think would interest you. I have also a new electrometer and some arrangements of galvanometers to give moderately accurate absolute determinations through very wide ranges. I need not tell you about them now however as I hope you will come and see them all.“⁴⁶⁷

[146] Ein wichtiges Gebiet, das beide Forscher beschäftigte, waren die **elektrischen Maßeinheiten**. Das von Thomson initiierte Komitee der BAAS gab 1863 einen Bericht über seine Arbeit.⁴⁶⁸ Er verwies auf Ohms Gesetz⁴⁶⁹ ($I = E/R$), auf die Faraday-Beziehung ($Q = It$), auf Joules Gesetz⁴⁷⁰ ($W = I^2Rt$) und Coulombs Gesetz ($F = Q/d^2$), um festzustellen, daß diese vier Gleichungen ausreichen, um alle elektrischen Phänomene, bezogen auf Zeit, Masse und Raum, zu messen. Dabei wurde festgehalten, daß dieses elektrostatische System der Einheiten von Wilhelm Weber eingeführt wurde, jedoch ohne Hinweis auf das Gesetz von Joule, d. h. „without reference to the idea of work, introduced into the system by Thomson and Helmholtz.“⁴⁷¹ Weitere Berichte folgten.

1881 wirkten Helmholtz und Thomson auf dem Pariser Kongreß über elektrische Standards als ausländische Vizepräsidenten und arbeiteten an dem Kompromiß mit, der zwischen den Standards der BAAS und dem von Siemens zum Widerstand gefunden werden mußte.⁴⁷² Weitere Forschungen wurden angeregt. Auf den vierten Treffen des Pariser Kongresses von 1884 kam es dann zur genauen Festlegung des Ohm. Als Namen für die Einheiten wurden 1881 folgende festgelegt: Ohm für den Widerstand, Volt nach den italienischen Physiker Allesandro Volta (1745–1827) für die Spannung. Er war es, der von Giambatista Beccaria (1716–1781) den Begriff der Spannung übernommen hatte

⁴⁶² Agnes Gardner King, Kelvin the Man, vgl. FN, p. 88.

⁴⁶³ Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5, p. 671.

⁴⁶⁴ Thomson 51.

⁴⁶⁵ Thomson 51.

⁴⁶⁶ Thomson 61.

⁴⁶⁷ Thomson 62.

⁴⁶⁸ Report of the Committee appointed by the British Association on standards of electrical resistance, BAAS Report 33 (1863), pp. 111–176.

⁴⁶⁹ Der deutsche Physiker Georg Simon Ohm (1789–1854), nach dem die Widerstandseinheit benannt wurde, begründete Mitte der zwanziger Jahre sein Gesetz. Da er wenig Widerhall für seine Arbeiten fand, zog er sich erst von der wissenschaftlichen Arbeit zurück und wandte sich dann akustischen Problemen zu. Die britischen Forscher erkannten die Bedeutung seiner Arbeiten und die Royal Society verlieh ihm 1841 die Copley-Medaille, ihre höchste Auszeichnung.

⁴⁷⁰ Der englische Physiker James Prescott Joule (1818–1889) sah es als seine Aufgabe an, die Äquivalenz von Wärme und mechanischer Arbeit nachzuweisen.

⁴⁷¹ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 690.

⁴⁷² Ebd., p. 694.

und den Namen verteidigte, während andere Physiker den Terminus der Ladungsmenge beibehielten. Nach Faraday benannte man die Einheit für die elektrische Kapazität Farad. Coulomb war der Namensgeber für die Ladungsmenge und der französische Physiker und Mathematiker André Marie Ampère (1775–1836) für die Stromstärke.

Die Wahl des Namens Ampère anstelle von Wilhelm Weber führte in Deutschland dann zu nationalistischen Angriffen von Weberfreunden auf Helmholtz. Dieser schilderte 1881 in einem Vortrag vor den Elektro-[147]technischen Verein die Probleme, die bei der Bestimmung der Maßeinheiten auftraten.⁴⁷³ Er betonte: „Vor einer Reihe von Jahren nahm die British Association die Aufgabe in die Hand, eine Wahl von passenden Einheiten zu treffen und passende Namen dafür festzustellen. Es wurde eine Commission ernannt, deren leitende Mitglieder die berühmten Physiker William Thomson und Clerk Maxwell waren. Man entschied sich, die Einheiten aus dem metrischen System zu nehmen, aber andere Vielfache des Meter und Unterabtheilungen des Gramm zu wählen, um die elektrischen Maasse in kleineren Zahlen auszudrücken. In dieser Beziehung hat in der That die British Association eine sehr zweckmäßige Wahl getroffen.“⁴⁷⁴ In seinen Bericht ging Helmholtz ausführlich auf die Leistungen von Gauß und Weber für die Grundlegung des Systems ein, machte jedoch auch darauf aufmerksam, daß Weber als Einheit für die Stromstärke in Deutschland und England unterschiedlich genutzt wurde, denn die englische betrug 10 deutsche Webereinheiten. In Vorschlag der BASS tauchte Weber deshalb nicht mehr auf. „Da Weber definirt hatte, was unter Stromstärke zu verstehen sei, und da die meisten deutschen Arbeiten diese, verbunden mit der Siemens-Einheit, sowie das Product von beiden als Einheit der elektronotorischen Kraft gebraucht wurde, haben wir darauf bestanden, dass der Name Weber in seiner ursprünglichen Bedeutung stehen blieb, und dass für die englische Stromeinheit ein neuer Name eingeführt wurde; dazu hat man Ampère gewählt.“⁴⁷⁵ In diesem Fall entstanden für Helmholtz und Kelvin aus gemeinsamen Interessen auch gleiche Angriffspunkte, denn dieser wurde ebenso dafür kritisiert, den Begründer des Einheitensystems Weber nicht mit der Einheit der Stromstärke bedacht zu haben.

[148]

⁴⁷³ Hermann von Helmholtz, Ueber die elektrischen Maasseinheiten nach den Berathungen des elektrischen Congresses, versammelt zu Paris 1881, in: Hermann von Helmholtz. Vorträge und Reden, Zweiter Band, vgl. FN 129, S. 293–309.

⁴⁷⁴ Ebd., S. 302.

⁴⁷⁵ Ebd., S. 308.

4. Aus dem Gedankenlaboratorium

Helmholtz drückte seine Wertschätzung für die Leistungen von Thomson im Vorwort zur Übersetzung der Arbeit von Thomson und Tait ins Deutsche aus: „Wenigstens der eine der Verfasser des vorliegenden Buches, Sir William Thomson, ist längst auch in Deutschland bekannt als einer der durchdringendsten und erfindungsreichsten Denker, welche sich unserer Wissenschaft je zugewendet haben. Wenn ein solcher es unternimmt, uns gleichsam in die Werkstatt seiner Gedanken einzuführen und die Anschauungsweisen zu enthüllen, die leitenden Fäden auseinander zu wickeln, die ihm in seinen kühnen Gedankencombinationen geholfen haben, den widerstrebenden und verwirrten Stoff zu beherrschen und zu ordnen, so sind wir ihm alle dafür den höchsten Dank schuldig.“⁴⁷⁶ In diesen Sinn erweist sich auch der Briefwechsel zwischen Helmholtz und Kelvin als ein Gedankenlaboratorium, in dem mögliche Versuche, noch nicht publizierte Überlegungen und Hypothesen erwogen, sowie Informationen aus ihrer Werkstatt der Ideen weitergegeben werden.

Wie wichtig die gegenseitigen Anregungen waren, das bekannte Kelvin in einem Brief an Anna von Helmholtz, als er sich bei ihr für Band 5 der Vorlesungen zur theoretischen Physik 1897 bedankte.⁴⁷⁷ „Much in it remind me vividly of conversations I had with your husband here some time not long before I had to give a course of lectures on the Theory of Light at Baltimore. I think it must have been in April 1884; and I well remember walking about with him in the garden here, and learning then from him something of the principles which he taught to his students in his last semester in Berlin and which are now given to the world in this splendid volume.“⁴⁷⁸

Kelvin interessierte sich stets für die praktische Verwertung der theoretischen Erkenntnisse. So, wie Helmholtz bei der Erklärung der Theorie des Augenleuchtens von Brücke, bei Kenntnis der Not der Augenärzte, nicht ins Innere des Auges schauen zu können, auf die Idee kam, den Augenspiegel zu konstruieren und den Gedanken in die Tat umsetzte, so beschäftigte sich Kelvin mit der Verbesserung der eigenen [149] Lebensbedingungen, wenn er Elektrizität nutzte, um sein Haus 1881 zu beleuchten. Seine Nichte nennt das das erste Beispiel in Schottland, „and great was the excitement and delight of all us in first seeing a house actually lighted by electric light.“⁴⁷⁹ Im Zusammenhang mit der Empfehlung an Helmholtz, Dugald Clerk zu empfangen, berichtete er 1882 über die Nutzung von dessen Motor zur Beleuchtung. „It is it which I have in my laboratory and it gives me excellent results for lighting my lecture room and house, and for all my laboratory wants, in the way of power.“⁴⁸⁰

Die Briefe ermöglichen es, die Entwicklung von Problemfeldern und Forschungsorientierungen, die Ideen zur Konstruktion von Geräten, die theoretischen Ansätze, die Vorphasen von Reden und Publikationen beider Wissenschaftler zu verfolgen. Sie enthalten das, was kreative Forscher als mitteilenswert für den Freund erachten. Sie scheuen sich nicht Fragen und Bitten im Interesse ihrer Forschung auszusprechen. So ist der Briefwechsel wirklich ein Gedankenlaboratorium.

4.1. Die heuristische Funktion des Briefwechsels

Wichtig für beide war die Information über neuste Forschungen und Ergebnisse, Hinweise auf die Arbeiten von Kollegen, Überlegungen zu Experimenten und kritische Hinweise auf die Arbeit des anderen, die in den Briefen eine Rolle spielen. Manches hätte auch in öffentlicher Polemik ausgetragen werden können, was beide jedoch nicht taten. Trotzdem gingen sie nicht einfach von ihrer Meinung ab, wenn der andere diese nicht teilte. So bekannte Thomson 1870: „As to the objection I formerly to your way of introducing the discontinuity in the motion of a continuous fluid, by attributing it to negative pressure which is avoided through it, I cannot see reasons to change my views.“⁴⁸¹

⁴⁷⁶ Hermann von Helmholtz, Vorrede, in: William Thomson und Peter Guthrie Tait, Handbuch der theoretischen Physik, vgl. FN 85. S. XI.

⁴⁷⁷ Vorlesungen über theoretische Physik, Bd. V, Vorlesungen über die elektromagnetische Theorie des Lichts, hrsg. von Arthur König und Carl Runge, Leipzig 1897.

⁴⁷⁸ Anna 7.

⁴⁷⁹ Agnes Gardner King, Kelvin the Man, vgl. FN 19, p. 24.

⁴⁸⁰ Thomson 61.

⁴⁸¹ Thomson 32.

Ausführlich erläuterte Thomson in diesen Brief, mit Zitaten von Helmholtz belegt, und von seiner Seite mit Argumenten untermauert, seine differierenden Ansichten. Es ging dabei vor allem um die von Helmholtz theoretisch eingeführte Idealisierung, die Thomson als nicht praktikabel ansah und die er höchstens als Annäherung gelten ließ.

[150] Der Brief von 18.6.1885⁴⁸² ist ein gutes Beispiel dafür, wie wichtig es für Kelvin war, Helmholtz über seine neusten Experimente und die Herstellung elektrischer Instrumente zu berichten. So erläuterte er ausführlich die Grundgedanken und die konkrete Ausführung seiner standardisierten Volt- und Ampèremeter und seine Ideen für noch bessere Instrumente. Kelvin entschuldigte sich für den langen Brief und meinte, er hätte doch vielleicht warten sollen, bis er alles besser darstellen könnte, dann aber erst im Druck. Solche Überlegungen aus dem Gedankenlaboratorium sind jedoch gerade das Interessante an dem Briefwechsel. In ihnen liegt die Heuristik, das Anregende für Helmholtz, der dadurch die neusten Einsichten aus Kelvins Forschungen kannte und über die weiteren Pläne seines kongenialen Kollegen und Freundes informiert wurde. Umgekehrt galt das gleiche.

Abwarten, bis Publikationen erscheinen, heißt für die kreative Arbeit, für die heuristische Funktion der Zusammenarbeit, für die gegenseitige Anregung, unnötige Zeit zu vergeuden. Das wußten Kelvin und Helmholtz. Es gilt jedoch auch generell. Deshalb sind oft die Diskussionen zu den Vorträgen und die Pausengespräche der Spezialisten auf Kolloquien wichtiger, als das dann, oft erst sehr viel später, publizierte Material. Preprints sind eine Hilfe, doch auch sie können das konstruktive Gespräch und den schriftlichen Dialog über keimende Ideen nicht ersetzen.

Selbstkritisch nahm Kelvin auch zu seinen eigenen Versäumnissen Stellung. So bat er Helmholtz 1886 darum, Werner Siemens zu informieren, daß er die zugesagte Besprechung und Erklärung seiner Instrumente, die er vor zwei Jahren Siemens in Paris gezeigt habe, noch nicht geschickt habe, da er selbst mit ihnen nicht zufrieden gewesen sei und er erst bessere konstruieren wollte. Nun werde er jedoch die gedruckte Fassung schicken können.⁴⁸³

Das P. S. zum Brief von 20.6.1892 macht deutlich, daß Kelvin Resultate seines Denkens an Helmholtz übermittelte, damit er vor dem Druck schon die Ergebnisse kannte. Dort wurde über die Stabilität periodischer Bewegungen berichtet,⁴⁸⁴ ein Thema das beide interessierte. Kelvin meinte, daß jede periodische Bewegung wesentlich instabil sei.

Noch in seinem Brief an Anna von Helmholtz vom 6. Juli 1894, in dem er sich nach dem Gesundheitszustand von Helmholtz erkundigte, verwies Kelvin darauf, daß er sich mit einem Problem beschäftige, das [151] Helmholtz vor 47 Jahren behandelt habe, mit der oszillatorischen Entladung einer Leydener Flasche.⁴⁸⁵

Helmholtz berichtete ebenfalls über seine Probleme an Thomson: „Dann möchte ich Sie noch um Beantwortung einer wissenschaftlichen Frage bitten. In vorigen Herbst verfiel ich wieder auf Potentialfunctionen. Die Schwierigkeiten, welche in meiner Arbeit über Schallbewegung in einer cylindrisch offenen Röhre unbesiegt geblieben sind, quälten mich. Die Schwierigkeit der Behandlung jener Aufgaben beruht wesentlich darauf, dass an der Kante des offenen Endes der Pfeife die Luftbewegung discontinuirlich ist. Dies führte mich zur Untersuchung der Electricitätsvertheilung an einer kreisförmigen Kante. Ich fand, dass ich diese herleiten könne in gewissen Fällen aus derjenigen an einer geraden Kante zweier sich schneidender unendlicher Ebenen, und für letzteren Fall habe ich die Sache dann gelöst. Nun bin aber später darauf aufmerksam geworden, dass Sie schon früher in Cambridge Math. J. erklärten, diese Aufgabe gelöst zu haben, und ich möchte deshalb wissen, ob Sie die Lösung veröffentlicht haben, oder noch zu veröffentlichen gedenken, in welchem Falle es für mich nicht lohnt, die Arbeit zum Druck auszuarbeiten.“⁴⁸⁶

⁴⁸² Thomson 68.

⁴⁸³ Thomson 70.

⁴⁸⁴ Thomson 73.

⁴⁸⁵ Anna 1.

⁴⁸⁶ Thomson 20.

Helmholtz ging dabei auf Forschungen von Rudolph Lipschitz ein, mit dem er über das Thema korrespondiert hatte. Lipschitz schrieb am 4.4.1859 an Helmholtz und bedankte sich für die Hinweise auf die angesprochene Problematik der Potentialfunktionen. Er verwies auf Arbeiten von Coulomb, meinte jedoch: „Ich bin jetzt in der Lage einen theoretischen Beweis zu geben, den ich umso mehr Ihrer Prüfung zu unterwerfen wünsche, als der eigentliche Beweisgrund mir neu ist, und ich mich vielleicht auch täuschen kann, wenn ich ihn für stringent halte.“⁴⁸⁷ Am 10.5.1860 antwortete Helmholtz und forderte Lipschitz auf, seine Arbeit bald zu veröffentlichen, damit er nicht durch die Notiz von Helmholtz um sein Eigentum betrogen würde: „Ich möchte nicht, dass durch meine Veröffentlichung Ihr Eigenthumsrecht Ihnen zweifelhaft würde. Mich überhebt es einer Mühe, die mir etwas ungelegen kam, dass Sie nun schon die Sache fertig ausgearbeitet haben.“⁴⁸⁸

[152] Thomson antwortete Helmholtz: „I cannot tell you anything about the potential distribution in the neighbourhood of a ‚Kante‘, which can be useful and which you do not know already.“⁴⁸⁹ Er ging dann jedoch ausführlich auf seine Sicht des Problems ein, was die gegenseitige Anregung verdeutlicht.⁴⁹⁰ Helmholtz bedankte sich „für die ausführliche Auskunft, welche Sie mir über meine mathematischen Fragen gegeben haben.“⁴⁹¹

Obwohl es in unserer Zeit kaum noch üblich ist, lange Brief mit der Hand zu schreiben, um Kollegen zu informieren, machen es die modernen Informationstechnologien eigentlich leichter, mit den entsprechenden Fachleuten über E-Mail und Fax Gedanken auszutauschen. Das Studium des Gedankenlaboratoriums von Helmholtz und Thomson in ihrer Korrespondenz ist deshalb nicht nur für den Wissenschaftshistoriker wichtig, der die Entstehung von Ideen, Theorien und Geräten verfolgt, sondern auch für den Wissenschaftler, der am Beispiel begreifen will, wie wichtig der Gedankenaustausch zwischen denen ist, die am gleichen Problem arbeiten. Wer ängstlich seine Priorität durch Schweigen hüten will, vergibt Chancen zur schnelleren Lösung. Trotzdem bleibt der rechtliche Schutz von wissenschaftlichen Aussagen im Internet bei Fragen nach der Priorität ein wichtiges Anliegen.

4.2. Fallbeispiel Atomismus

Eines der wichtigsten Themen, das zwischen beiden Forschern in den Briefen diskutiert wurde, war die grundlegende Frage nach dem Mechanismus der Atombewegung. Die Atome, in der Chemie anerkannt, wurden von manchen Physikern mit Skepsis betrachtet. So zeigt die heuristische Debatte zwischen Helmholtz und Thomson um den Atomismus, wie die Aufnahme von Gedanken des einen durch den anderen erfolgte. Es war eine Wechselwirkung und nicht etwa eine Einbahnstraße in den wissenschaftlichen Debatten zwischen beiden. Jeder gab dem anderen und nahm von ihm, was er brauchte. Das macht erst Heuristik aus. Die Methode, nach neuen Ideen und Problemlösungen, praktischer und theoretischer Art, gemeinsam zu suchen, funktioniert sehen in einer Lehrer-Schüler-Beziehung, sondern meistens im Gespräch von Gleich-[153]chen. Betrachten wir deshalb die Debatte zwischen beiden um den Atomismus als ein Fallbeispiel für die Heuristik naturphilosophischer Überlegungen in ihrer Forschungsarbeit. Wichtig war weniger das direkt untersuchte Gebiet, sondern die Fähigkeit zur heuristischen Übertragung von Problemlösungen aus einem Gebiet auf das andere. Die Einsicht in mathematisch formulierte Strukturgleichheiten unterschiedlicher Forschungsobjekte führte zu neuen Einsichten. Kreativität wird vor allem immer dann gefördert, wenn es gelingt, theoretische Verbindungen zwischen Forschungsrichtungen herzustellen, die vorher als getrennt galten.

Als Helmholtz am 2.11.1892 sein fünfzigjähriges Doktorjubiläum feiern konnte, stellte die Berliner Akademie bei der Würdigung seiner Leistungen fest: „Mittlerweile hatte bei der Betrachtung der Meereswellen am Strande Ihres damaligen ostpreussischen Wohnortes die Hydrodynamik Ihre Aufmerksamkeit auf sich gelenkt. Aus Ihren transcendenten Studien in diesem Gebiete ging Ihre Theorie der

⁴⁸⁷ Brief von Rudolph Lipschitz an Helmholtz vom 14.4.1859, in: Archiv der BBAW Helmholtz-Nachlaß. Nr. 281.

⁴⁸⁸ Brief von Helmholtz an Lipschitz vom 10.5.60. Die Briefe von Helmholtz an Lipschitz befinden sich im Mathematischen Institut der Universität Bonn, vgl. Herbert Hörz, Helmholtz und die Bonner Universität, vgl. FN 174, Teil 3.

⁴⁸⁹ Thomson 21.

⁴⁹⁰ Thomson 21.

⁴⁹¹ Thomson 22.

Wirbelbewegungen hervor, welche Lord Kelvin zu dem Wagniss seiner Hypothese ermutigte, dass die Atome der Materie ausserordentlich kleine, von Ewigkeit fort und fort sich drehende, mannigfach geknotete Wirbelringe seien.⁴⁹² Thomson nutzte, wie Reden von ihm zeigen, die von Helmholtz entwickelte Theorie der Wirbel, um seine Vorstellungen über die Struktur der Materie und ihre letzten Bausteine zu präzisieren. „An das von Helmholtz aufgestellte Gesetz, dass ein in einer Flüssigkeit reibungslos existirender Wirbel eine für alle Zeiten unveränderliche Grösse darstellt, hat W. Thomson seine Vorstellung über die Constitution der Materie geknüpft. Er hält die Analogie des Satzes von der Erhaltung des Wirbels mit dem von der Erhaltung der Materie auch für eine innerliche, sieht die Atome als Aetherwirbel an und neigt sich der Ansicht zu, dass die chemische Verschiedenheit der Atome darin bestehe, dass wir es in ihnen mit verschiedenen geknoteten Wirbelringen zum thun haben.“⁴⁹³

1858 veröffentlichte Helmholtz seine Arbeit „Ueber Integrale der hydrodynamischen Gleichungen, welche den Wirbelbewegungen entsprechen.“⁴⁹⁴ In ihr wies er nach, daß, bei Existenz eines Kräftepotentials in einer Flüssigkeit, kein Wasserteilchen in Rotation kommt, das nicht von Anfang an rotierte. Wirbellinien sind die Linien, deren Richtung überall mit der augenblicklichen Rotation der in ihnen liegenden [154] Wasserteilchen zusammentrifft. Aus der Flüssigkeit schneidet man Wirbelfäden heraus, indem man durch alle Punkte des Umfangs eines unendlich kleinen Flächenelements die entsprechenden Wirbellinien konstruiert. Dann bleiben Wasserteilchen auch bei Fortbewegung der Linien immer in denselben Linien. Das Produkt aus dem Querschnitt und der Rotationsgeschwindigkeit eines unendlich dünnen Wirbelfadens längs der Länge des Fadens ist konstant und bleibt es auch bei Fortbewegung.

Kelvin meinte, mit den Helmholtzschen Wirbelringen das Problem der Trennung von Atomen und leerem Raum zu umgehen, Flexibilität der Atome anzuerkennen, was ihn zu der These führte, die Wirbelringe von Helmholtz seien die wahren Atome.⁴⁹⁵ Das spielte auch im Briefwechsel mit George Gabriel Stokes 1867, 1872 und 1873 eine Rolle. „Drawing upon Helmholtz’s theoretical hydrodynamics and P. G. Taits demonstrations with smoke rings, Kelvin transferred the rotational motion from the solid motes to portions of the fluid itself, thus picturing atoms as smoke-ring-like whirlpools of ether.“⁴⁹⁶

Thomson hatte sich in seinen „Baltimore-Lectures“ von 1884, die er für den Druck 1904 bearbeitete, ausführlich mit den Atomen befaßt. So ging es ihm um die „Theory of interactions between atoms of ponderable matter and ether, giving dynamical foundation for these assumptions.“⁴⁹⁷ Er sprach über die Themen: „The motion of ponderable matter through ether, an elastic solid. Early views of Fresnel and Young.⁴⁹⁸ Hypothesis of atoms and ether occupying the same space; uniform motion of atom unresisted if less than the velocity of light. Hypothesis sufficient to explain the production of light by vibrating atom, and consistent with aberration. Difficulty raised by Michelson’s experiment.“⁴⁹⁹ Diskutiert wurden auch die Boscovich-Atome.⁵⁰⁰ Außerdem untersuchte [155] er das stabile Gleichgewicht von mehreren Elektronen in einem Atom und behandelte die 1896 von dem französischen Physiker Antoine Henri Becquerel (1852–1908) entdeckte Radioaktivität.⁵⁰¹

Friedrich Zöllner, der in seinen Arbeiten die Fernwirkung verteidigte und sich dabei auf Faraday berief, betrachtete den Hinweis von Thomson, mit seinen Ideen zu den Helmholtzschen Wirbelfäden

⁴⁹² Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Dritter Band, vgl. FN 14, S. 59.

⁴⁹³ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Dritter Band, vgl. FN 1, S. 321.

⁴⁹⁴ Borchardts Journal für die reine und angewandte Mathematik, Bd. 55, S. 25–55.

⁴⁹⁵ William Thomson, On Vortex Atoms, Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Vol. VI (1869). No. 73, pp. 94–105, read Monday, 18th February 1867.

⁴⁹⁶ The Correspondence between Sir George Gabriel Stokes and Sir William Thomson, vgl. FN 287, p. XXXV.

⁴⁹⁷ Lord Kelvin, Baltimore Lectures on Molecular Dynamics and the Wave-Theory of Light, vgl. FN 112, p. 412.

⁴⁹⁸ Der englische Physiker, Physiologe. Ägyptologe und Erkenntnistheoretiker Thomas Young (1773–1829), bekannt durch seine Farbenlehre, vertrat die Auffassung, daß Licht eine im Äther sich fortpflanzende Wellenbewegung sei, so wie Schall und Töne in der Luft. Um Interferenzen zu erklären, machte er 1817 den Vorschlag, dem Licht transversalen Wellencharakter zuzuschreiben.

⁴⁹⁹ Lord Kelvin, Baltimore Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light, vgl. FN 112, p. 486 ff.

⁵⁰⁰ Ebd., p. 486 ff.

⁵⁰¹ Ebd., p. 541 ff.

im Einklang mit Faraday zu stehen, als eine Verunglimpfung des Erbes dieses großen Physikers. Bevor wir dazu kommen, muß noch auf Zöllners Kritik an dem Übergang von der Idee der Fernwirkung zu der von der Nahwirkung durch Thomson hingewiesen werden. Zöllner meinte, dieser hätte sich 1856, zu Lebzeiten von Faraday, als er die Frage offenhielt, welche stofflichen Grundlagen die elektromagnetischen Erscheinungen haben, einfach nicht getraut, für seine „widerspruchsvollen mathematischen Phantasien die Namen unsterblicher Männer zu missbrauchen.“⁵⁰² Zöllner sah in den Annahmen Thomsons über die Wirbelbewegung der Atome einen direkten Widerspruch zu den Auffassungen von Faraday über die Konstitution der Materie. Er wolle deshalb darlegen, welche bewunderungswürdigen Wirkungen „die durchaus objectiv und wissenschaftlich gehaltene Abhandlung von Helmholtz ‚Über Integrale der hydrodynamischen Gleichungen, welche den Wirbelbewegungen entsprechen‘ in dem Kopf Sir William Thomson’s hervorgerufen hat. Wenn man die Arbeit von Helmholtz liest und gleichzeitig erwägt, dass dieselbe bereits 9 Jahre vor den obigen Phantasien W. Thomson’s publicirt worden ist, so begreift man es nicht, wie ohne die Existenz von prädisponirenden Umständen diese Arbeit eine so verderbliche Wirkung auf den Geist eines englischen Mathematikers und Physikers auszuüben im Stande war.“⁵⁰³

Der Hinweis auf die zeitlichen Unterschiede bei der Veröffentlichung der Arbeit von Helmholtz 1858 und der vorgetragenen Ideen von Thomson 1867 hat sicher nichts mit dem Ableben von Faraday zu tun, wie Zöllner meinte annehmen zu können, sondern mit der Art Thomsons, Probleme immer wieder neu zu durchdenken. Zöllner erklärte dagegen, Tabaksrauch und Schöpfungsakt seien die unzertrennlichen Begleiter der Thomsonschen Wirbelatome, obwohl in der Arbeit von Helmholtz nichts davon zu finden sei. „Da jedoch Sir W. Thomson und die mathematischen Anhänger seiner Hypothesen sich fortdauernd des Taback-[156]rauches zur Erläuterung ihrer Anschauungen bedienen, so mag auch mir die Benutzung des gleichen Mittels zur Verdeutlichung meiner Auffassungen gestattet sein. Sollte ich nämlich die Empfindungen schildern, mit welchen ich aus der klaren und lichtvollen Gedankenwelt von Newton, Kant, und Faraday die Schwelle der Thomson’schen Wirbel-Welt betrat, so wüsste ich dieselben in der That nicht besser als durch die Gefühle eines Alpenwanderers zu erläutern, mit denen er aus der erquickenden Frische einer reinen Bergluft in die von Tabackrauch geschwängerte Atmosphäre einer düsteren Bierstube tritt.“⁵⁰⁴

Wäre Zöllner weniger sarkastisch gewesen, dann hätte er die zeitliche Differenz zwischen der Arbeit von Helmholtz und Thomsons intensiven Überlegungen zu den Atomen besser erklären können. Schon am 12.5.1859 schrieb Thomson an Helmholtz: „On my return from Valencia last October I found the copy of your paper on rotatory motion in fluids you were so good as to send me, which I read with very great interest. I intended to write to you regarding it but fell into the vortex of my winter’s work before doing so, and have had little time to think or to put pen to paper of any subject except that of the day, from that time till this. As I hope there is now a prospect of seeing you before long I shall keep the discussion of die ring wirbel-fäden till then.“⁵⁰⁵ Thomson hoffte also auf eine persönliche Diskussion mit Helmholtz über diese Arbeit. Wenn Crosbie Smith and M. Norton Wise im Abschnitt über „Vortex atoms“ meinen, es gäbe keine Hinweise dafür, daß Thomson die Arbeit von Helmholtz über Wirbelbewegungen von 1858 vor Tait’s Hinweis von 1862 auf sie kannte⁵⁰⁶, dann ist das durch den Brief widerlegt. Ihre Bedeutung für die Atomtheorie, die ihn zur Idee von den Wirbelatomen führten, erkannte er jedoch erst später.

Als er sich 1862 mit dem Problem beschäftigte, beschrieb er in einem Brief an Joule ein Experiment, mit dem er eine definite Größe für das Atom bestimmen wollte, bemerkte jedoch dazu, es wäre eine Größe für die molekularen Strukturen, da er nicht an Atome glaube.⁵⁰⁷ Tait hatte schon 1861 Schwierigkeiten mit dieser negativen Haltung Thomsons zu den Atomen und meinte, Thomson hätte nicht

⁵⁰² Friedrich Zöllner, Wissenschaftliche Abhandlungen, Erster Band, vgl. FN 132, S. 88.

⁵⁰³ Ebd., S. 94.

⁵⁰⁴ Ebd., S. 103.

⁵⁰⁵ Thomson 12.

⁵⁰⁶ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire vgl. FN 11, p. 417.

⁵⁰⁷ Ebd., p. 379.

zeigt, wie man die mathematischen Bedingungen formulieren könne, nach denen ein homogenes, beinahe unelastisches, kontinuierliches Gas oder eine solche Flüssigkeit als Substrat für die elastischen Moleküle der Materie fun-[157]gieren könnten. Anfang 1862 bemerkte er dann zu Thomson, daß weder Stokes Arbeit über die Kontinuumsmechanik noch die Wirbelbewegungen von Helmholtz diese Idee realisieren könnten.⁵⁰⁸

Auch die Wertschätzung, die Thomson Faraday entgegenbrachte, wäre in der Kritik von Zöllner zu berücksichtigen gewesen. So eröffnete Thomson 1867, nach dem Tod Faradays, die Sektion A der British Association mit einer Würdigung seiner Person: „Kindliness and unselfishness of disposition; clearness and singleness of purpose; brevity, simplicity, and directness; sympathy, with his audience or his friend; perfect natural tact and good taste; thorough cultivation – all these he had, each in a rare degree; and their influence pervaded his language and manner whether in conversation or in lecture ... Something of the light of his genius irradiated his presence with a certain bright intelligence, and gave a singular charme to his manner which was felt by every one, surely, front the deepest philosopher to the simplest child.“⁵⁰⁹ Zöllner griff Thomson an, weil er ihm nicht verzieh, Weber bei der Benennung der elektrischen Einheiten nicht bedacht zu haben. Die Argumente waren dabei weniger wichtig, obwohl Zöllner dachte, er hätte genug gegen Helmholtz und Thomson vorzubringen.

Verfolgen wir jedoch die Diskussion um die Atome weiter, so ist 1867 tatsächlich ein wichtiger Wendepunkt in der Debatte, da nun die Rauchexperimente von Tait einbezogen werden konnten. Tait hatte die Helmholtzsche Arbeit „one of the most wonderful pieces of mathematical physics ever written“⁵¹⁰ 1867 für das „Philosophical Magazine“ übersetzt und durch eigene Experimente über Wirbelringe, die durch Rauchen erzeugt wurden, ergänzt. Gerade diese Experimente waren es, die Thomson stark beeinflussten. Am 22.1.1867 schrieb er: „Just now however, Wirbelbewegungen have displaced every thing else, since a few days ago Tait shows me in Edinburgh a magnificent way of producing them.“⁵¹¹ Da Thomson versuchte, mathematische Ergebnisse physikalisch zu interpretieren, war er von den Rauchringen, die mit den Aussagen über die Wirbelbewegungen übereinstimmten, fasziniert. Hier zeigt sich ein wichtiges Moment für die heuristische Wirkung der Naturphilosophie in ihrer Verflechtung von Induktion und Deduktion, von Mathematik und Physik, von Philosophie und Naturforschung. Aus der Theorie der Wirbelringe konnte ein dynamisches Modell der Atome [158] entstehen, denn die Ringe können miteinander verbunden werden und zeigen beim Zusammentreffen mit festen Körpern eine Art Elastizität.

Im Januar 1867 besuchte Thomson Tait und sah die Rauchexperimente. Im Brief vom 22.1.1867, kurz nach seinem Besuch bei Tait, teilte er mit Beschreibungen der Experimente, Helmholtz die Überlegungen zu den Atomen als Wirbelbewegungen mit.⁵¹² Am 18.2.1867 übergab er seine Forschungsergebnisse der Royal Society of Edinburgh.⁵¹³ Die im „Philosophical Magazine“ abgedruckte Arbeit mit dem Hinweis auf die Lesung in der Royal Society beginnt mit den Worten: „After noticing Helmholtz’s admirable discovery of the law of vortex motion in a perfect liquid – that is, in a fluid perfectly destitute of viscosity (or fluid friction) – the author said that this discovery inevitably suggests the idea that Helmholtz’s rings are the only true atoms.“⁵¹⁴ Thomson war der Auffassung, daß die Wirbelatome an die Stelle der festen und starren Stoffstücke treten, wie sie von Lukrez⁵¹⁵, Newton und einigen der größten Chemiker angenommen wurden. Weitere Arbeiten von ihm zum Atomismus folgten.⁵¹⁶ Noch

⁵⁰⁸ Ebd., p. 379 f.

⁵⁰⁹ Agnes Gardner King, Kelvin the Man, vgl. FN 19, p. 125.

⁵¹⁰ Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5, p. 512.

⁵¹¹ Thomson 27.

⁵¹² Thomson 27.

⁵¹³ William Thomson, On Vortex Atoms, in: The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, Vol. XXXIV. – Fourth Series, July–December 1867, London.

⁵¹⁴ Ebd., p. 15.

⁵¹⁵ Der römische Dichter und Philosoph Titus Lucretius Carus (etwa 99 bis 55 v. u. Ztr.) verteidigte in seinem Lehrgedicht „De rerum natura“ (Über die Natur der Dinge) die Atomlehre des griechischen Philosophen Epikur (342/341–271/270 v. u. Ztr.), nach dem die Atome letzte Bausteine der Dinge sind, neben denen nur noch der leere Raum existiert.

⁵¹⁶ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 419.

im Juli 1868 bekannte er gegenüber Helmholtz: „All my spare time is now spent on ‚Wirbelbewegung‘ and these will be a great deal to say on that and other matters, which I must keep till we meet.“⁵¹⁷ Am 20.12. gab er der Edinburgh Royal Society ein „abstract“ zu „Vortex statics“, in dem er meinte: „Hitherto I have not indeed succeeded in rigorously demonstrating the stability of the Helmholtz ring in any case.“⁵¹⁸ Er konnte jedoch Beispiele für stehende Wellen in elastischen Ringen angeben, von denen einige stabile Ringe für bestimmte Energiebereiche darstellten.⁵¹⁹

Zöllner griff Helmholtz und Thomson immer wieder an, weil er ihre Auffassungen nicht teilte und direkt davon besessen war, sie würden die [159] Leistungen seines Freundes Wilhelm Weber nicht genügend würdigen. Ihre vermeintlichen Vorurteile gegen wissenschaftliche Leistungen anderer verstand er unter den genannten Prädispositionen, die er Thomson unterschob. Mehr noch, er meinte, in dessen Arbeiten einen prinzipiellen Unterschied zwischen deutschem und englischem Herangehen an die Wirklichkeit feststellen zu können: „Man könnte behaupten, der englische Geist sei vorwiegend inductiv, der deutsche dagegen vorwiegend deductiv angelegt.“⁵²⁰ Im nationalen Überschwang ging Zöllner in seinem Vorwort von 1871 sehr weit. Er schrieb: „Unerschütterlich lebt in mir der Glaube an eine bevorstehende Epoche der deductiven Erkenntnis der Welt, wie sie schöner, herrlicher und reicher an Harmonien nie zuvor gesehen worden ist. Deutschland allein ist berufen der Träger und Schauplatz dieser Epoche zu werden; denn nur der germanische Geist birgt in seinen Tiefen jene Fülle deductiver Bedürfnisse und Fähigkeiten, welche zur erfolgreichen Bewältigung des durch die exakten Wissenschaften aufgespeicherten inductiven Materials erforderlich sind.“⁵²¹

Am 20.3.1872 schrieb Zöllner an den Berliner Astronomen Wilhelm Foerster (1832–1921), der seit 1865 die Sternwarte leitete und mit dem ihn viele wissenschaftliche Kontakte verbanden: „Dass Behauptungen, wie sie Sir W. Thomson öffentlich und in seinem Buche ausspricht und unter der Aegide von Helmholtz in’s Deutsche übertragen worden sind, wirklich Unsinn enthalten – das einzusehen ist jeder Primaner eines Gymnasiums befähigt.“⁵²² So einfach ist es sicher nicht. Argumente wären am Platz. Er warf jedoch Helmholtz vor, gegenüber Wilhelm Weber „eine unverantwortlich leichtfertige“ Haltung eingenommen zu haben⁵²³ und wollte „gegen die blinde und unvorsichtige Voreingenommenheit von Helmholtz für die Engländer Thomson, Tait, Maxwell u. A.“ vorgehen.⁵²⁴

Der Briefwechsel zwischen Helmholtz und Kelvin zeigt, daß Zöllner die zeitliche Differenz zwischen dem Erscheinen der Arbeit von Helmholtz und den Ideen von Thomson dramatisierte. Wie schon betont, schrieb Thomson im Brief vom 12.5.1859 an Helmholtz⁵²⁵, daß er im Oktober 1858 dessen Arbeit gelesen habe, viel darüber nachdenke und die Diskussion darüber bis zum persönlichen Zusammentreffen ver-[160]schiebe. Durch die Krankheit seiner ersten Frau konnte Helmholtz die in dieser Zeit vorgesehenen Besuche bei Thomson nicht durchführen. Außerdem beschäftigte sich Thomson gerade mit Fragen der atmosphärischen Elektrizität, wie der Brief vom 11.7.1859 belegt.⁵²⁶ In der Folgezeit ging es immer wieder um wichtige Forschungen zur Kabeltelegrafie. 1864 war Helmholtz längere Zeit mit Thomson zusammen und sie diskutierten viele wissenschaftliche Probleme. Es ist anzunehmen, daß es dabei auch um die Wirbel ging. Am 22.1.1867 bestätigte Thomson, daß nun die Wirbel alle anderen Probleme verdrängt hätten und er alle freie Zeit nutze, in sich mit diesem Problem zu befassen.⁵²⁷ Angeregt dazu hatte ihn Tait, wie er selbst im Brief berichtete. Dieser zeigte ihm eine Möglichkeit, die Ringe zu beobachten, indem er rauchende Substanzen in einer Kiste zur Formung von Ringen durch eine Öffnung in der Kiste brachte. Auch hatte Thomson bei Tait Ringe

⁵¹⁷ Thomson 28.

⁵¹⁸ William Thomson, Vortex Statics, Edinburgh Royal Society Proceedings IX (1878), p. 68.

⁵¹⁹ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 431.

⁵²⁰ Friedrich Zöllner, Über die Natur der Cometen, vgl. FN 80, S. XLIII.

⁵²¹ Ebd., S. LXXV.

⁵²² Ebd., S. 403.

⁵²³ Ebd., S. 363.

⁵²⁴ Ebd., S. 364.

⁵²⁵ Thomson 12.

⁵²⁶ Thomson 13.

⁵²⁷ Thomson 27.

vom Tabakrauch beobachtet. Er sah die von Helmholtz bei Flüssigkeiten gewonnenen Erkenntnisse bestätigt. Deshalb ist es verständlich, wenn er auf der Tagung der Royal Society im Februar des Jahres über das ihn bewegende Problem sprach. Später verschärfte Thomson seine Position mit der Feststellung von 1872, er glaube nicht an die stofflichen Atome der Chemiker.

Man kann also mit dem Briefwechsel folgendes festhalten:

1. Thomson hatte sich sofort nach dem Studium der Arbeit von Helmholtz prinzipiell damit befaßt und hoffte auf die Diskussion mit diesem darüber.
2. 1867 beschäftigte ihn dann das Problem so sehr, daß er seine Positionen zum Atomismus überprüfte.
3. Thomsons Ideen wirkten auf andere Forscher zurück.

Das Atomismusproblem war für Thomson nicht einfach zu lösen. Gerade englische Physiker, wie Faraday, hatten mit der Feldvorstellung und den Kraftlinien die schwierige Verbindung von Atomen und leerem Raum aufgehoben und auf die Nahwirkung der Medien verwiesen.

Das mußte Zöllner als Herausforderung betrachten, da er ein strikter Anhänger der Fernwirkung war. Mit seinen kritischen Bemerkungen verband er zugleich persönliche Angriffe und nutzte dazu alle möglichen Stellungnahmen von Kollegen. So verwarnte sich Friedrich Kohlrausch in einem Brief vom 22.11.1881 an Helmholtz dagegen, daß ein früherer Brief von ihm gegen Helmholtz genutzt werden solle. Er [161] schrieb: „Sie werden Zöllners Publicationen der letzten Jahre so wenig wie ich studieren; beim Durchblättern des neusten Bandes aber fällt vielleicht auch Ihnen der 10 Jahre alte, aus nebensächlicher Veranlassung geschriebene Brief von mir ins Auge, welchen Z. der Veröffentlichung wert gefunden hat. Wie perfide ich die Publication solcher Privatbriefe finde brauche ich nicht zu sagen. Die Unverschämtheit aber erreicht ihren Gipfel dadurch, daß Zöllner den Brief in willkürlicher unverantwortlicher Weise zu einem Angriff auf Sie benutzte. Mein aufrichtiges Bedauern darüber auszusprechen wird Ihnen gegenüber nicht nötig sein, aber mir selbst gegenüber möchte ich das nicht unterlassen.

Zöllners Verfahren ist umso unverantwortlicher, als er wohl wissen wird, wie ich über seine persönlichen Streitschriften denke. Gerade weil ich meinen väterlichen Freund Weber in jeder Beziehung hoch verehere, ist mir die Kampfweise, welche Weber zum fortwährenden Ausgangspunkte der Zöllnerschen Scandalformulierungen macht noch verhaßter als den übrigen Fachgenossen – außer vielleicht Weber selbst. Ich glaube, daß auch Weber jeden Einfluß auf Zöllners Handlungen längst verloren hat, und daß er wohl nur durch das Gefühl, welches eine frühere warme Freundschaft zurückläßt, und durch das Mitleid mit Zöllners Zustand davon abgehalten wird, sich ganz von ihm loszusagen.“⁵²⁸ Die Atomismusdebatte hat ihre Bedeutung behalten, kann sogar durch neue Überlegungen zur Flexibilität der Atome in den string-Theorien eine positive Umbewertung erfahren. Dagegen sind die Angriffe von Zöllner wissenschaftlich wertlos, obwohl sie bestätigen, welche Rolle Intrigen und Diffamierungen im wissenschaftlichen Leben spielen können.

In seiner Gedächtnisrede für Helmholtz vom 4.7.1895 verwies Emil du Bois-Reymond auf die gegenseitige Einwirkung beider Gelehrter in wissenschaftlichen Fragen. „Lord Kelvin gründete nämlich auf die von Helmholtz eingeführte Vorstellung der Wirbelringe eine eigene Theorie der Konstitution der Materie. Er stellte sich vor, daß die Atome kleinste, von Ewigkeit her und in Ewigkeit fort sich drehende Wirbelringe seien, und daß die chemische Verschiedenheit der Atome darin bestehe, daß wir es in ihnen mit verschiedentlich geknoteten Wirbelringen zu tun haben.“⁵²⁹ Eben diese Theorie kommt in den Briefen immer wieder vor.⁵³⁰ Emil du Bois-Reymond hatte sich auf die Vorstellung Thomsons [162] von den Atomen bezogen, als er über die Aufgaben eines Newton in der Chemie sich äußerte und meinte, daß damit die Qualitäten beseitigt seien.⁵³¹

Vom mechanistischen Standpunkt aus ist das konsequent. Man könnte jedoch die Qualitäten durch verschiedene Bindungen der Wirbelringe erklären und müßte sie in den Überlegungen von Thomson

⁵²⁸ Archiv der BBAW Helmholtz-Nachlaß, Nr. 241.

⁵²⁹ Physiker über Physiker II. vgl. FN 74, S. 88 f.

⁵³⁰ Thomson 12, Thomson 27, Thomson 28, Thomson 31, Thomson 32.

⁵³¹ Physiker über Physiker II, vgl. FN 74, S. 129.

nicht einfach auf quantitative Beziehungen reduzieren, denn die Struktur der Wirbelringe ist ebenfalls eine Qualität, wenn man darunter den wesentlichen Unterschied von bestimmten Objekten zu anderen versteht.⁵³² Die mechanistische Rückführung der Qualitäten auf quantitative Beziehungen oder auf mathematische Gleichungen brachte Probleme bei der Interpretation der Energieerhaltung mit sich, die, wenn sie nur quantitativ gefaßt würde, einen Wärmetod des Weltalls zuließe, was jedoch mit dem Zustand unseres Universums nicht übereinstimmt. Darauf wird noch einzugehen sein.⁵³³

Bis zum Ende seines Lebens beschäftigte Thomson die größte Frage: Worin besteht der innere Mechanismus des Atoms?⁵³⁴ Das Atom in seiner unendlichen Kleinheit mußte, wenn es den Vorstellungen vom letzten unteilbaren Teilchen entsprach, selbst der Aktionspunkt ohne innere Struktur in der Attraktion und Repulsion sein. Mit der Frage entsprach Thomson seinen Vorstellungen vom strukturierten Atom, die sich später als richtig erwiesen. Noch im März 1907, dem Jahr seines Todes, verteidigte er seine Auffassung und erzählte den Chemikern bei einem Dinner der Chemischen Gesellschaft, sie hätten ein Ding, das geteilt werden könne, besser nicht als Atom bezeichnet.⁵³⁵ Am 2. August des gleichen Jahres argumentierte er in der British Association in Leicester, er glaube nicht, daß die bloße Bewegung der Elektronen die unterschiedlichen Eigenschaften und Stabilitätsgrade der verschiedenen Elemente erklären könne und daß die Radioaktivität nur ein Rest der kinetischen Energie des Atom sei. Für ihn sei das Atom ein Gewehr, das mit einem Geschöß geladen sei, das eine elektrische Ladung besitze. Gäbe das Atom ein Elektron ab, dann wäre es nicht mehr betroffen, als ein [163] Gewehr, das abgefeuert wurde. Die Atomladung existiere vor der Existenz von Sonne, Sternen usw.⁵³⁶ So bemühte er sich bis zum Ende seines Lebens und wissenschaftlichen Wirkens, neue Erkenntnisse in seine theoretischen Vorstellungen einzubauen. Er blieb so immer ein echter Naturphilosoph, der durch seine Bemerkungen dazu provozierte, tiefer über die Naturmechanismen nachzudenken.

[164]

⁵³² Achim Müller, Herbert Hörz, Kontinuität und Diskontinuität speziell im Qualitätswandel. Einige kritische Anmerkungen zu den Auffassungen von Friedrich Engels vor dem Hintergrund neuer naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, in: System & Struktur, vgl. FN 44, S. 171–192.

⁵³³ Vgl. Abschn. 5.5.

⁵³⁴ Agnes Gardner King, Kelvin the Man, vgl. FN 19. p. 133.

⁵³⁵ Ebd., p. 134 f.

⁵³⁶ Ebd., p. 135.

5. Wissenschaftliche Probleme

Im Mittelpunkt der persönlichen und brieflichen Diskussionen zwischen Helmholtz und Kelvin stand immer die Wissenschaft. Sie konnten stunden- und tagelang Probleme debattieren, Experimente ersinnen und Apparate testen. Eines der grundlegenden Probleme, das den Briefwechsel und die Zusammenarbeit durchzieht, ist der Energieerhaltungssatz in seiner prinzipiellen Bedeutung und in seinen Konsequenzen für die verschiedensten wissenschaftlichen Disziplinen. Gemeinsam war beiden Forschern die Suche nach den Gesetzmäßigkeiten in der Vielfalt experimentell untersuchter Erscheinungen. Sie sahen beide den inneren Zusammenhang von Induktion und Deduktion im Verhältnis von Theorie und Empirie. Schon als Physiologe fühlte sich Helmholtz von der mathematischen Physik angezogen. Kelvin arbeitete intensiv auf diesem Gebiet. Der Austausch von Ideen zwischen beiden zum Verhältnis von Mathematik und Wirklichkeit gibt heute noch Anregungen, über den Erklärungswert der Mathematik und ihre Erfolge weiter nachzudenken.

Die beiden Forscher beschränkten sich nicht auf bestimmte Forschungsfelder. Da sie von der grundlegenden Bedeutung der Physik für alle Erscheinungen und von der Darstellung aller Probleme mit der Mathematik überzeugt waren, bemühten sie sich als Prinzipiendenker um die physikalisch-mathematische Erklärung der Phänomene in anderen Naturbereichen. So waren die Meteorologie und Geologie Gebiete, auf denen sie wichtige Leistungen vollbrachten. Das gilt auch für die Erforschung der Sonnenwärme und für die Begründung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik als Erweiterung der Forschungen zur Wärmelehre. Beide gehörten zu denen, die bald erkannten, daß die elektromagnetischen Erscheinungen besser mit der Feldtheorie von Faraday zu erfassen waren. Damit waren sie in den Streit um die Fernwirkung einbezogen.

Diese verschiedenen Problemfelder werden in den Briefen teilweise ausführlich behandelt oder manchmal nur angedeutet. Sie sind jedoch der wissenschaftliche Kern ihrer Zusammenarbeit. Bei der Lösung der damit zusammenhängenden Probleme hatte sich die Naturphilosophie als Heuristik zu bewähren. [165]

5.1. Erhaltung und Umwandlung der Kraft (Energie)

1847 hatte Helmholtz in der Rede vor der Physikalischen Gesellschaft in Berlin „Ueber die Erhaltung der Kraft“⁵³⁷ mathematisch gezeigt, daß bei der Wirkung der Naturkörper aufeinander, durch anziehende und abstoßende Kräfte, durch Attraktion und Repulsion, die Summe der lebendigen und der Spannkraft konstant ist. Der **Arbeitsvorrat des Weltalls** ist danach eine Größe, die unzerstörbar und unvermehrbar ist. Leo Koenigsberger bemerkte um die Jahrhundertwende dazu, daß das Anschauungen seien, „die der heutigen Naturwissenschaft so geläufig sind, und die lediglich in jener grossen Arbeit von Helmholtz und in den herrlichen und bahnbrechenden Arbeiten von W. Thomson wurzeln.“⁵³⁸

Helmholtz war durch die Berichte über die Theorie der Wärme für die von der Physikalischen Gesellschaft herausgegebenen „Fortschritte der Physik“, in denen die neusten Arbeiten referiert wurden, auch mit Thomsons Erkenntnissen befaßt. Dieser publizierte dazu seit 1843⁵³⁹. Der Herausgeber der „**Fortschritte der Physik**“ August Karl Krönig (1822–1879), der die Jahrgänge 6 bis 12 redigierte, hatte am 9.6.1853 Helmholtz gebeten, mitzuarbeiten. „Mit einigermaßen beklommenem Herzen ergreife ich die Feder, um diesen Brief an Sie zu schreiben. Ich habe Ihnen nämlich eine inhaltschwere Bitte vorzutragen, und wenn Sie dieselbe nicht erfüllen wollten oder könnten, so würden Sie mich in große Verlegenheit stürzen. Es handelt sich um ein Kapitel unseres Jahresberichtes, über welches in Deutschland nur von zwei Personen referiert werden kann von Ihnen und von Clausus. Der letztere weisst leider alle und jede Beteiligung am Jahresbericht hartnäckig zurück. Da Sie folglich der einzige sind, der die Theorie der Wärme bearbeiten kann, so werden Sie nicht so grausam sein können Ihre Hülfe unseren ‚Fortschritten‘ vorzuenthalten. So wage ich es denn auf die Güte Ihres Herzens

⁵³⁷ Hermann Helmholtz, Ueber die Erhaltung der Kraft, vgl. FN 21.

⁵³⁸ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster Band, vgl. FN 1, S. 89.

⁵³⁹ The Correspondence between Sir George Gabriel Stokes and Sir William Thomson, vgl. FN 287, S. 758 f.

bauend, die Literatur der Theorie der Wärme für den nächsten Band unseres Jahresberichts hiermit Ihnen zu übersenden.“⁵⁴⁰ Helmholtz schrieb von da an regelmäßig für die „Fortschritte der Physik“ über die „Theorie der Wärme“.

[166] Wie aus einem weiteren Brief von Krönig an Helmholtz vom 3.1.1855 hervorgeht, gab es nicht selten Verzögerungen bei der Drucklegung der Berichte. „Indem ich hoffe, daß Sie meinen Brief vom 6. October vorigen Jahres erhalten haben, muß ich zugeben, daß Sie berechtigt waren, denselben noch nicht zu beantworten. Denn Sie haben die Vollendung des Jahresberichts von 1850 und 185 bisher noch vergeblich erwartet. Jetzt ist er aber fertig, wenigstens wurde der letzte Correcturstrich daran noch im vergangenen Jahr gemacht, und ich denke, daß auch das Broschieren in den nächsten Tagen erfolgen wird. Es soll dann sogleich ein Exemplar per Post an Sie gesandt werden. Es ist übrigens auch von dem folgenden Jahrgange 1852 ein nicht unbedeutender Theil schon gedruckt, und Sie werden deshalb, hoffe ich, eine Bitte um Einsendung Ihres Berichtes über Theorie der Wärme in sechs Wochen geneigtst erhören. Es scheint mir zweckmäßig, auch fernerhin jeden Band in zwei Abtheilungen zu publizieren, die Wärmelehre werde ich noch in die erste Abtheilung bringen, und ich kann Ihnen mit Gewißheit versprechen, daß Ihr Referat sehr bald in den Händen der Freunde unserer ‚Fortschritte‘ sich befinden soll.“⁵⁴¹ Helmholtz nahm Ergebnisse der Forschungen von Thomson in seine Besprechungen über die Theorie der Wärme von 1852 auf.⁵⁴² Seit dieser Zeit hegte er den Wunsch, Thomson persönlich kennen zu lernen, was dann auch 1855 gelang.

Ausgehend vom Satz von der Äquivalenz der von den Tieren erzeugten Wärme und der geleisteten Arbeit mit dem Arbeitsäquivalent der im Tierkörper verbrauchten chemischen Kräfte der Nahrung und des geatmeten Sauerstoffs, ordnete **Thomson** die Quellen mechanischer Effekte nach ihrem Ursprung und folgerte, „dass die von der Sonne gestrahlte Wärme, mit Einschliessung des Sonnenlichts, die Hauptquelle der Vorgänge auf der Erde ist, und dass die Bewegung der Erde, des Mondes, der Sonne und ihre gegenseitige Anziehung eine wichtige Quelle von Arbeitskraft bilden, während der Antheil, den rein irdische Quellen haben, sehr klein ist.“⁵⁴³ Das Studium der Arbeiten von Thomson regte Helmholtz an, über die Folgerungen des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik, den Thomson aus den Arbeiten von Carnot abgeleitet hatte, nachzudenken.⁵⁴⁴

[167] Thomson ging ebenfalls in die Richtung, einen allgemeinen Erhaltungssatz anzunehmen, was jedoch nicht so leicht war, weil nicht geklärt war, was Wärme ist. Nahm man Wärme als eine materielle Substanz, dann konnte man eine spezifische Theorie für sie aufbauen, die jedoch neben anderen existierte und keine prinzipielle Bedeutung hatte. Er sah jedoch Wärme und Elektrizität als Zustände von Körpern und nicht als Quantität bestimmter Substanzen. Das brachte ihn in theoretische Schwierigkeiten, als er Joules Erkenntnis von der Erhaltung mechanischer Energie mit Carnots Überlegungen zu einer Kraftmaschine zusammenbringen wollte.⁵⁴⁵ Erst später ging er zu der Auffassung über, Wärme generell als eine Form der Bewegung zu betrachten, was dem Energieerhaltungssatz dann erst seine grundlegende Bedeutung zur Erklärung aller energetischen Vorgänge in den verschiedensten Naturphänomenen gab.

In seinem Vortrag in Karlsruhe von 1862 „Über die Erhaltung der Kraft“ betonte **Helmholtz**, daß das Gesetz von der Erhaltung der Kraft nicht neu sei. Er nannte Newton und Daniel Bernoulli (1700–1782), die es für beschränkte Gebiete formulierten, Benjamin Thompson Graf Rumford (1753–1814) und Humphrey Davy mit wesentlichen Zügen in der Wärmelehre. „Die Möglichkeit seiner allgemeinen Gültigkeit sprach zuerst ein schwäbischer Arzt, Dr. Julius Robert Mayer, im Jahre 1842 aus, während beinahe gleichzeitig und unabhängig von ihm der englische Techniker James Prescott Joule in Manchester eine Reihe wichtiger und schwieriger Versuche über das Verhältnis der Wärme zur

⁵⁴⁰ Archiv der BBAW, Helmholtz-Nachlaß Nr. 247.

⁵⁴¹ Archiv der BBAW, Helmholtz-Nachlaß Nr. 247.

⁵⁴² Hermann Helmholtz, Bericht über „die Theorie der Wärme“ betreffende Arbeiten aus dem Jahre 1852, Fortschritte der Physik im Jahre 1852, 8. Jg., S. 369–387. Berlin 1855.

⁵⁴³ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster Band, vgl. FN 1, S. 256.

⁵⁴⁴ Vgl. Abschnitt 5.5.

⁵⁴⁵ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 283.

mechanischen Kraft durchführte, welche dazu dienten, die Hauptlücken, in denen die Vergleichung der neuen Theorie mit der Erfahrung noch mangelhaft war, auszufüllen.“⁵⁴⁶ In einem Brief an seine Frau aus London vom 5.4.1864 bezeichnete Helmholtz Joule sogar als den „Hauptfinder der Erhaltung der Kraft.“⁵⁴⁷ Helmholtz nutzte den Terminus „Kraft“ auch zur Bezeichnung der Naturgesetze. Engels wandte sich gegen diese Haltung, weil sie einerseits dem von Hegel kritisierten Kräfteschwindel verfallen sei und andererseits den mit Attraktion und Repulsion verbundenen Zusammenhang zwischen Energieerhaltung und -umwandlung nicht erfasse.⁵⁴⁸

[168] Für **Mayer** waren Bewegung und Wärme unterschieden. Seine Hauptthese war, Bewegung verwandelt sich in Wärme. Für ihn sind Fallkraft, Bewegung, Wärme, Licht, Elektrizität und chemische Differenz der Ponderabilien ein und dasselbe Objekt in verschiedenen Erscheinungsformen.⁵⁴⁹ Mayer wollte dem Fachterminus „Kraft“ die ursprüngliche Bedeutung wieder zurückgeben, nach der damit eine Leistung oder Arbeitsfähigkeit ausgedrückt wird. Das gelang nicht, da der Kraftbegriff durch Newton festgelegt war. „Wenn die Physik es in der Folgezeit vorgezogen hat, statt einer Bedeutungsumprägung des Wortes ‚Kraft‘, wie Mayer sie befürwortete, eine solche des Wortes ‚Energie‘ vorzunehmen, so ist dies verständlich, denn dieser Begriff der aristotelischen Philosophie war als Fachausdruck aus der Physik fast völlig verschwunden.“⁵⁵⁰

Während Helmholtz von lebendigen und Spannkräften sprach, nutzten die britischen Physiker eine andere Terminologie, die sich später durchsetzte. Maxwell⁵⁵¹ machte darauf aufmerksam, daß das Wort **Energie** zur Bezeichnung der Größe der Arbeit, die ein Körper leisten kann, zuerst von Thomas Young gebraucht wurde.⁵⁵² Die Energie, die von der Bewegung kommt, nannten Thomson und Tait kinetische Energie, während Thomson die Spannkräfte als statische und Rankine als potentielle Energie bezeichnete. Maxwell nannte letzteren Begriff „einen überaus glücklich gewählten Ausdruck, da er nicht allein die Energie angiebt, die das System zwar noch nicht besitzt, aber doch zu erlangen das Vermögen hat, sondern auch andeutet, dass man diesen Teil der Energie aus der aus anderen Gründen sogenannten Potentialfunction ableiten kann.“⁵⁵³ Der Übersetzer des Maxwellschen Buches E Auerbach⁵⁵⁴ machte 1877 darauf aufmerksam, daß in Deutschland noch vorwiegend der Ausdruck „lebendige Kraft“ genutzt würde. Er betonte jedoch auch: [169] „Helmholtz tritt übrigens in neuerer Zeit selbst lebhaft für die englische Nomenklatur in diesem Gebiete ein, insbesondere für die Ausdrücke ‚kinetische Energie‘ und ‚potentielle Energie‘ statt ‚lebendige Kraft‘ und ‚Spannkraft‘.“⁵⁵⁵ Man kann also in der von uns betrachteten Zeit sowohl die deutsche Formulierung von der Erhaltung der Kraft als auch die englische von der Erhaltung der Energie benutzen. Durchgesetzt haben sich letzten Endes die englischen Bezeichnungen von der kinetischen und der potentiellen Energie.

Der Physiker August Kundt (1839–1894) charakterisierte in seiner Antrittsrede in der Berliner Akademie am 4.7.1889 die Situation in der Physik des 19. Jahrhunderts so: „Die für einzelne Klassen physikalischer Erscheinungen entwickelten Theorien standen aber fast unvermittelt nebeneinander; es fehlte an allgemeinen, verknüpfenden, zusammenfassenden Ideen. Da wurde in der Mitte des Jahrhunderts das große Gesetz von der Erhaltung der Kraft ausgesprochen. Mit einem Schlag kam Zusammenhang in die Erscheinungen, die disjecta membra [versprengte Glieder] fügten sich zu einem

⁵⁴⁶ Hermann von Helmholtz, Ueber die Erhaltung der Kraft, Einleitung zu einem Cyclus von Vorlesungen, gehalten zu Karlsruhe im Winter 1862/63, in: Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Erster Band, vgl. FN 63, S. 191 f.

⁵⁴⁷ Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, Erster Band, vgl. FN 213, S. 118.

⁵⁴⁸ Herbert Hörz, Friedrich Engels und Hermann von Helmholtz, vgl. FN 44.

⁵⁴⁹ Hans Schimank, Die geschichtliche Entwicklung des Kraftbegriffs bis zum Aufkommen der Energetik, in: Erich Pietsch, Hans Schimank (Hrsg.), Robert Mayer und das Energieprinzip 1842–1942, Berlin 1942, S. 148.

⁵⁵⁰ Ebd., S. 145.

⁵⁵¹ James Clerk Maxwell, Theorie der Wärme, vgl. FN 76, S. 87.

⁵⁵² Thomas Young, Lectures on natural philosophy, London 1807, Lecture VIII.

⁵⁵³ James Clerk Maxwell, Theorie der Wärme, vgl. FN 76, S. 88.

⁵⁵⁴ F. Auerbach war damals Assistent am Physikalischen Kabinett der Universität in Breslau. Es könnte sich dabei um Felix Auerbach handeln, der der Entropie von Clausius die Ektropie entgegenstellte, als Ausdruck für einen zur Überführung der mechanischen Arbeit in Wärme entgegengesetzten Prozeß, der sich vor allen in Lebewesen abspielen sollte. Vgl. Felix Auerbach, Ektropismus oder die physikalische Theorie des Lebens, Jena 1910.

⁵⁵⁵ James Clerk Maxwell, Theorie der Wärme, vgl. FN 70, S. 88.

lebensvollen Ganzen.“⁵⁵⁶ Das war eine spätere Einsicht, denn zu Helmholtz' Vortrag von 1847 gab es viele Diskussionen. Es war für manche ältere Naturwissenschaftler problematisch, daß Helmholtz als junger Kollege sich einer so grundsätzlichen Problematik zuwandte. Man warf ihm philosophische Spekulationen vor. „Helmholtz' Ausführungen von 1847 fanden keineswegs sogleich allgemeine Zustimmung; die älteren seiner Zeitgenossen befürchteten darin ein Wiederaufleben der Phantasien der Hegelschen Naturphilosophie, gegen welche sie schon lange hatten kämpfen müssen. Nur der um die Mechanik hochverdiente Mathematiker Gustav Jacob Jacobi (1804–1851) erkannte in ihnen sogleich die legitime Fortsetzung der Gedankengänge jener Mathematiker des 18. Jahrhunderts an, welche die Mechanik durchgebildet hatten. Als dann, etwa um 1860, der Energiesatz allgemeine Anerkennung gefunden hatte, wurde er allerdings sehr bald zu einem Eckstein der gesamten Naturwissenschaft.“⁵⁵⁷ Thomson gehörte zu denen, die den Vortrag von Helmholtz hoch bewerteten. Die darin enthaltene Konzeption entsprach auch seinem Denken und seinen Erkenntnissen.

An der Publikation entzündete sich der, besonders von **Dürring** erhobene Vorwurf, Helmholtz hätte die Priorität von Julius Robert [170] Mayer nicht anerkannt, was nicht richtig ist.⁵⁵⁸ Für Dürring war es Tyndall in England, dessen Arbeiten Helmholtz übersetzt hatte, der 1862 in London die Existenz eines Deutschen verkündete, „dem man für die Brücke zwischen den Naturkräften und für das hiezu dienende Kraftmaass der Wärme zuallererst verbindlich wäre.“⁵⁵⁹ Es hätte ihn jedoch für das Lob Mayers „Tyndalls Übersetzungsgevatte Herr Helmholtz“ abgemahnt, denn: „Herr Tyndall hat sich nämlich in der Mayersache sichtlich in dem Maasse rückwärts entwickelt, in welchem dieses Uebersetzungcartell dazu führte, dass bei Herrn Tyndall die Meinungen des Herrn Helmholtz im Sinne der möglichsten Abschwächung der Mayerschen Verdienste ein geneigteres Ohr fanden.“⁵⁶⁰ Dürring sprach darüber in gut besuchten Vorträgen in Berlin.

Ein Zeitzeuge, der dänische Literaturhistoriker Georg Brandes (1842–1927), der 1877 mehrere Vorlesungen von Dürring besuchte, schilderte das Auftreten des Dozenten: „Geführt von einer ärmlich gekleideten Frau tastete sich eine kleine dürre Gestalt vorwärts, fand den Lehnstuhl und blieb davor mit einem Blick über das Auditorium stehen, der kein Blick war. Der arme Mann ist blind. Die Frau, die ihn hineinführte ist seine Ehefrau, seine Stütze und Helferin bei allen Arbeiten.“⁵⁶¹ Dürring sprach mit klarer, deutlicher und leidenschaftsloser Stimme. Sein Thema war: „Die durch professionelle Wissenschaftsverehrer gegen selbständige Denker ausgeübte Verfolgung.“ Am Beispiel des griechischen Philosophen Sokrates (etwa 470–399 v. Ztr.), des italienischen Gegners der katholischen Kirche Giordano Bruno (1548–1600), des französischen Wissenschaftstheoretikers und Soziologen Auguste Comte (1798–1857) u. a. erläuterte er, daß hinter erlassenen Verhaltensregeln von Staat, Kirche und Wissenschaft oft rein persönlicher Haß und persönliche Rivalität stecke. Sie alle waren Opfer der Professorenborniertheit. „Das konnte sogar alles so sein, wie es war, wenn nicht die unaufhörlichen Hinweise auf Dürrings eigenes Schicksal den Vortrag nicht nur burlesk, sondern peinlich gemacht hätten.“⁵⁶²

[171] Dürring wollte Professor werden. Er hatte eine von der Universität Göttingen preisgekrönte Geschichte der Mechanik geschrieben⁵⁶³, sich als Nationalökonom und Philosoph ausgewiesen und sich zu den verschiedensten wissenschaftlichen Fragen geäußert, hatte gelehrt und publiziert und blieb doch Privatdozent. Am 7.7.1877 wurde ihm die Eigenschaft eines Privatdozenten entzogen und er erhielt Lehrverbot. Daran war für ihn Helmholtz schuld. Er nutzte Vorträge, um gegen ihn Front zu machen. Brandes meinte dazu: „Helmholtz soll Rachegeleüste gegen Dürring hegen, weil dieser mit besonderem Nachdruck die Priorität des lange unbeachteten Physikers Robert von Mayer bei der Entdeckung der Äquivalenz von Arbeit und Wärme geltend gemacht habe, die lange Helmholtz

⁵⁵⁶ Physiker über Physiker II. vgl. FN 4. S. 159.

⁵⁵⁷ Max von Laue, Geschichte der Physik, Bonn 1950, S. 98.

⁵⁵⁸ Herbert Hörz, Physiologie und Kultur in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, vgl. FN 51, S. 94 f.

⁵⁵⁹ Eugen Dürring. Robert Mayer der Galilei des 19. Jahrhunderts, vgl. FN 165, S. 94.

⁵⁶⁰ Ebd., S. 95.

⁵⁶¹ Georg Brandes, Berlin als deutsche Reichshauptstadt. Erinnerungen aus den Jahren 1877–1883, Berlin 1989, S. 24.

⁵⁶² Ebd., S. 25 f.

⁵⁶³ Eugen Dürring, Kritische Geschichte der allgemeinen Principien der Mechanik, Leipzig 1877.

zugesprochen worden war und dieser sich selbst zugesprochen hatte ...⁵⁶⁴ Dühring hörte als Privatdozent mit seinen Angriffen gegen Kollegen, trotz Verwarnung vom Minister auf Antrag der Fakultät, nicht auf. „Der blinde Forscher ist verbittert, mißtrauisch und gallenkrank geworden. Sein großes Talent hätte in jedem Fall Anspruch auf Schonung. Es war sein Unglück, daß er als Widersacher Männer hatte, deren Verdienste unbestreitbar und so allgemein anerkannt waren, daß man ihnen schwerlich einmal die Borniertheit oder die Mißgriffe zutraute, die ansonsten allzuoft ihre Stellung als offizielle Repräsentanten der Wissenschaften mit sich bringt.“⁵⁶⁵ Hätte Dühring die Verdienste von Mayer hervorgehoben, ohne ihn als seinen Helden gegen Helmholtz einzusetzen, dann wäre damit ein wichtiger Beitrag zur Geschichte des Prinzips der Energieerhaltung geleistet worden. So siegten Zanksucht und Rachegelüste Dührings gegenüber denen, die, wie er meinte, ihn wegen seines kritischen Geistes verfolgten und als Privatdozent beließen und dann entließen, was ihm wirtschaftlich das Leben erschwerte und seine Frau zur Dienstmagd degradierte.

Mayer und Helmholtz, Joule und Kelvin, sowie viele andere, leisteten ihren Beitrag zur Durchsetzung der Äquivalenz von Wärme und mechanischer Arbeit. Es war jedoch nicht leicht, die mit den Prinzipien der Energieerhaltung verbundene **neue Denkweise** zu begreifen. Der Freund von Kelvin aus Cambridge, Ludwig Fischer (1814–1890), Professor für Naturphilosophie an der St. Andrews Universität, wollte sich 1855 mit einigen elementaren Werken über die mechanische Energie vertraut machen und las die damaligen Arbeiten von Kelvin und den klassischen [172] Vortrag von Helmholtz. Wie er Kelvin gestand, hatte er Probleme mit dem Verständnis, fühlte jedoch das Bedürfnis sich in diese neuen Doktrinen zu vertiefen.⁵⁶⁶

Kundt verwies bei der Einschätzung der Entwicklung der Physik auf den Schluß der Arbeit von Helmholtz, „daß die vollständige Bestätigung dieses Gesetzes wohl als eine der Hauptaufgaben der nächsten Zukunft der Physik betrachtet werden müsse.“⁵⁶⁷ Er bemerkte dazu: „Die Prophezeiung des größten jetzt lebenden Forschers auf physikalischem Gebiet ist voll und ganz in Erfüllung gegangen. Die mathematische Physik ist wesentlich auf Grundlage dieses Gesetzes in wunderbarer Weise erweitert und vertieft worden. Hierzu trug nicht wenig bei, daß sich bald an das Gesetz zur Erhaltung der Energie ein zweites allgemeines Prinzip anschloß, der von Clausius und William Thomson ausgesprochene sogenannte zweite Hauptsatz der Wärmetheorie.“⁵⁶⁸

Energieerhaltung war für die Physiker dieser Zeit konzeptionelle Vorstellung, Fazit vieler Untersuchungen und Programm für weitere Forschungen über Zusammenhänge zwischen vorher getrennt betrachteten Bereichen, wie Wärme, Elektrizität, mechanische Arbeit, die durch die Energie in Beziehung gebracht werden konnten. Energie war nicht von der qualitativen Bestimmtheit des Stoffes abhängig. Max von Laue zitiert die Definition von Thomson zur Energie, die dieser 1853 gab, gewissermaßen als Abschluß der prinzipiellen Debatte: „Als Energie eines materiellen Systems in einem bestimmten Zustand bezeichnen wir den in mechanischen Arbeitseinheiten gemessenen Betrag aller Wirkungen, welche außerhalb des Systems hervorgebracht werden, wenn es aus seinem Zustand auf beliebige Weise in einen nach Willkür fixierten Nullzustand übergeht.“⁵⁶⁹ In den Worten „auf beliebige Weise“ sieht Laue das Naturgesetz von der Erhaltung der Energie.

Bei seinen Untersuchungen über dielektrische Medien meinte Helmholtz, daß die bisherigen Verfahren, wie sie von Thomson, Maxwell und ihm angewandt worden seien, schon zu richtigen Resultaten führten. Er glaubte jedoch feststellen zu müssen, daß die volle Einsicht in die elementaren Kräfte noch fehle, was wichtig wäre, „wenn man auf die Mitwirkung der dielektrischen Medien bei den bisher noch wenig durchsichtigen elektrodynamischen Erscheinungen eingehen will.“⁵⁷⁰ Max-[173]well habe dieses Verhältnis unter Annahme eines unendlichen großen Werts der Dielektrizitätskonstante

⁵⁶⁴ Georg Brandes, Berlin als deutsche Reichshauptstadt, vgl. FN 561, S. 20.

⁵⁶⁵ Ebd., S. 27.

⁵⁶⁶ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, S. 351.

⁵⁶⁷ Hermann Helmholtz, Über die Erhaltung der Kraft, vgl. FN 21, S. 72.

⁵⁶⁸ Physiker über Physiker II, vgl. FN 74, S. 159 f.

⁵⁶⁹ Max von Laue, Geschichte der Physik, vgl. FN 557, S. 97 f.

⁵⁷⁰ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, vgl. FN 4, S. 270.

behandelt, was der Hauptgrund sei, daß seine sinnreichen mathematischen Ausführungen zu den Faradayschen Ideen wenig Verständnis bei den Physikern gefunden haben. Über seine Untersuchungen dazu meinte er: „Nur halten wir die Hypothese fest, dass die zwischen den ponderablen Molekeln gegenseitig, und zwischen diesen und den Electricitäten wirkenden Kräfte conservativ seien, das heisst dem Gesetze von der Constanz der Energie unterworfen sind.“⁵⁷¹

Thomson beschäftigte sich intensiv mit den prinzipiellen und experimentellen Problemen der Energieerhaltung und -umwandlung. In ihrem Buch bemerkten Thomson und Tait dazu: „Ein Gegenstand, den wir beständig im Auge behalten haben, ist das wichtige Princip der Erhaltung der Energie. Die Resultate neuerer experimenteller Forschungen, besonders die von Joule, lehren übereinstimmend, dass die Energie ebenso real und unzerstörbar ist, wie die Materie. Es gewährt uns hohe Befriedigung, zu finden, dass Newton, soweit es der Zustand der experimentellen Wissenschaft seiner Zeit gestattete, diese herrliche moderne Verallgemeinerung anticipirte.“⁵⁷²

Zur Terminologie stellte F. Auerbach 1877 fest: „Die deutschen Physiker beginnen in letzter Zeit in erfreulicher Weise, in Bezug auf eine Reihe allgemeiner Begriffe sich der überaus klaren und bezeichnenden englischen Terminologie anzuschließen. Im Deutschen vereinigt das Wort ‚Kraft‘ die beiden englischen ‚force‘ und ‚energy‘, wiewohl deren Bedeutungen gar nichts miteinander gemein haben. Die Kräfte (forces) sind die uns unbekanntenen Ursachen der Erscheinungen, mit denen es die Physik zunächst gar nicht zu tun hat; die Energie dagegen ist eine den Verlauf der Erscheinungen beschreibende Function.“⁵⁷³

Mit dieser Verlaufsfunktion hatte sich Kelvin ausführlich beschäftigt. Seine Untersuchungen führten ihn zum **zweiten Hauptsatz der Thermodynamik**. „His early researches focused on mathematical theories of heat, electricity, and magnetism, exploring analogies between them and reconciling apparently contradictory previous research – that of Coulomb and Faraday in electricity and that of Carnot and Joule in heat. The latter led to his formulation of the two laws of thermodynamics, his most fundamental contribution to physical theory.“⁵⁷⁴ Thomson anerkannte mit J. P. Joule, dessen Vortrag er 1847 auf der Sitzung der BAAS in Oxford interessiert verfolgte⁵⁷⁵, die Äquivalenz von Wärme und mechanischer Arbeit und beschäftigte sich intensiv mit dem Carnotscheu Kreisprozeß. Er zeigte, wie Clausius, daß dieser Prozeß nie vollständig reversibel sein kann. Neben dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik, der die Energieerhaltung umfaßte, wurde daraus der zweite Hauptsatz der Thermodynamik begründet, nach dem Energie nie von einem kälteren Körper auf einen wärmeren, ohne entsprechende Kompensation, übergehen kann. Ein perpetuum mobile erster und zweiter Art erwies sich als unmöglich.

Neben dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft oder dem Energieerhaltungssatz spielten in der Thermodynamik technische Probleme bei der **Energieverwertung** eine wichtige Rolle. Es war zu klären, wie Wärme besser genutzt werden konnte, um mechanische Arbeit zu leisten. Sadi Carnot gelang es, das Problem allgemeiner zu formulieren.⁵⁷⁶ Er kam zu Ergebnissen, die unabhängig von den benutzten Maschinentypen sind, und entwickelte, auf der Grundlage der damals noch herrschenden stofflichen Auffassung der Wärme, einen Kreisprozeß, in dem eine Arbeitssubstanz durch Aufnahme von Wärmestoff aus einem Reservoir erst isotherm und dann adiabatisch expandiert und ihre Temperatur auf die eines zweiten Reservoirs sinkt. An dieses wird bei einer isothermen Kompression der Wärmestoff nun wieder abgegeben. Durch eine adiabatische Kompression kehrt der Arbeitsstoff in den Ausgangszustand zurück, wobei Arbeit gewonnen wurde. Der Kreisprozeß erlaubt eine optimale

⁵⁷¹ Ebd., S. 277.

⁵⁷² William Thomson und Peter Guthrie Tait, Handbuch der Theoretischen Physik, vgl. FN 85, S. VII.

⁵⁷³ James Clerk Maxwell, Theorie der Wärme, vgl. FN 70, S. 6.

⁵⁷⁴ David B. Wilson, Introduction, vgl. FN 287, S. XVI.

⁵⁷⁵ Sir Edmund Whittaker, Von Euklid zu Eddington. vgl. FN 339, S. 104.

⁵⁷⁶ Sadi Carnot, Réflexions sur la Puissance Motrice du Feu et sur le Machines Propres a développer cette Puissance, Paris 1824. Eine deutsche Übersetzung erschien in: Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Nr. 37, Leipzig 1892 unter dem Titel „Betrachtungen über die bewegende Kraft des Feuers und die zur Entwicklung dieser Kraft geeigneten Maschinen“.

Nutzung der Wärme. Er hängt nur von den Temperaturen der Reservoirs und nicht vom Arbeitsstoff selbst ab.

Sadi Carnot war offensichtlich durch seinen Vater Lazare Carnot (1753–1823), französischer Politiker und Mathematiker, dazu gebracht worden, sich intensiver mit der Wärmetheorie zu befassen, als er diesen für einige Monate in dessen Exil in Magdeburg besuchte.⁵⁷⁷ Der Vater [175] hatte sich 1784 gegenüber der französischen Akademie der Wissenschaften über die Lenkbarkeit von Luftballons, die als Luftfahrzeuge eingesetzt werden können, geäußert und einen Antrieb unter Verwendung von Wärmeenergie vorgeschlagen, wobei er betonte, wieviel Arbeit eingespart werden könnte, wenn man die Mechanik der Wärme besser verstünde. Lazare Carnot war unter Napoleon I. kurze Zeit Kriegsminister. Als er 1803 vom US-amerikanischen Mechaniker Robert Fulton (1765–1815) eingeladen war, die Fahrt seines Dampfboots auf der Seine zu beobachten, meinte er in einem Brief an Fulton, wenn er noch Kriegsminister wäre, würde er ihm die Mittel zum Versuch geben, dessen Gelingen unzweifelhaft sei und dessen ungeheuren Resultate er für die Zukunft sähe.⁵⁷⁸ Lazare Carnot hatte sich selbst intensiv mit der Wärme befaßt und sicher seinen Sohn dafür begeistert, sich mit der bewegendenden Kraft des Feuers auseinanderzusetzen, denn bald nach seiner Rückkehr aus Magdeburg veröffentlichte dieser in Paris 1824 seine Arbeit.

Durch die 1834 von Benoit Paul Emile Clapeyron (1799–1864) vorgenommene mathematische Bearbeitung der Publikation und die graphische Darstellung des Kreisprozesses, die 1843 deutsch in den „Annalen der Physik“ erschien, wurden die Ergebnisse von anderen aufgenommen. Clausius, der sich mit dieser Arbeit befaßt hatte, denn er trug im Physikalischen Kolloquium von Magnus dazu vor⁵⁷⁹, verband die Ergebnisse von Carnot mit den neuen Ideen von der Wärme als Energieform. Dabei nutzte er die Ergebnisse von Joule. Er zerlegte den Kreisprozeß in die Änderung der inneren und der äußeren Arbeit und führte für die innere Arbeit eine neue Zustandsgröße ein.⁵⁸⁰

Helmholtz ärgerte sich darüber, „dass Clausius in seinen früheren Aufsätzen die Schrift über die Erhaltung der Kraft nie genannt hat, ehe er glaubte, Fehler in derselben aufdecken zu können.“⁵⁸¹ Er setzte sich damit auseinander.⁵⁸² Seine Wertschätzung für die Arbeiten von Clausius blieb. Als er am 11.1.1889 in der Physikalischen Gesellschaft über [176] Clausius sprach⁵⁸³, hob er dessen Leistungen hervor und betonte, daß die Bedeutung und Allgemeingültigkeit des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie erst durch die strenge Fassung von Clausius gewonnen wurde. Er nannte diesen Satz eine der wichtigsten, originellsten und überraschendsten Leistungen der Physik, da er absolute Allgemeingültigkeit unabhängig von aller Verschiedenheit der Naturkörper beanspruchen könne. Es sei allerdings noch kein allgemeiner und strenger mechanischer Beweis dafür vorhanden. Clausius und Kelvin hatten sich gleichzeitig die Frage gestellt, wie das Gesetz vom mechanischen Wärmeäquivalent mit den Carnotschen Ergebnissen zu verbinden sei. Helmholtz sprach dafür Clausius die Priorität zu, da dieser schon 1850 seine Ergebnisse veröffentlicht habe.

Kelvin hatte sich mit der **Verfügbarkeit der Energie** befaßt, ein allgemeiner Gesichtspunkt, der das Thema generell anging. Ihm ging es nicht nur um die Energieerhaltung, denn er konstatierte, daß zwar prinzipiell keine Energie verlorengelange, jedoch die Verfügbarkeit der Energie für die Menschen beachtet werden müsse. Energie gehe dem Menschen verloren, obwohl sie nicht vernichtet werde. Er nannte dieses Prinzip das Transformationsgesetz. Dieses Gesetz, the law of transformation, besagt: „It is impossible, by means of inanimate material agency, to derive mechanical effect from any

⁵⁷⁷ Ernst J. Gießmann, Lazare Carnot, Sadi Carnot und die Anfänge der Thermodynamik, in: Wiss. Zeitschr. d. TH Magdeburg 28 (1984), Heft 1, S. 1–7.

⁵⁷⁸ Ebd., S. 2.

⁵⁷⁹ Stefan L. Wolff, Clausius' Weg zur kinetischen Gastheorie, in: Sudhoffs Archiv 79, I (1995), S. 55.

⁵⁸⁰ Rudolph Clausius, Ueber die bewegende Kraft der Wärme und die Gesetze welche sich daraus für die Wärmelehre selbst ableiten lassen, in: Annalen der Physik 79 (1850), S. 368–397 und 500–524.

⁵⁸¹ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster Band, vgl. FN 1, S. 204.

⁵⁸² Hermann Helmholtz, Erwiderung auf die Bemerkungen von Hrn. Clausius, Poggendorff's Annalen, Bd. 91, S. 241–260.

⁵⁸³ Hermann von Helmholtz, Zur Erinnerung an R. Clausius, Verhandlungen der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin vom 11. Januar 1889, Jahrg. VIII, S. 1–6.

portion of matter by cooling it below the temperature of the coldest of the surrounding objects.“⁵⁸⁴
 1851 hatte Kelvin dazu publiziert. Sein Transformationsgesetz oder der zweite Hauptsatz der Thermodynamik war für ihn keineswegs selbstevident. Er sei nicht aus ersten Prinzipien ableitbar, stimme jedoch mit den Erfahrungen überein, denn es sei kein Widerspruch zu ihm festzustellen. „To the end of his life Lord Kelvin would admit that the second law of thermodynamics was a law of ‚natural history‘, rather than of natural philosophy.“⁵⁸⁵

Der Teil der Wärme, der durch eine perfekte Maschine in Arbeit verwandelt werden kann ist, nach Kelvin, in der Formel ausgedrückt: $T' - T/T'$. In seinem Poem, das James Napier in der Glasgow Philosophical Society dazu verlas, heißt es dazu: [177]

„When you yourself once thought me
 Heat's greatest work to know,
 Wasn't it T dash minus T,
 With a T dash below.“⁵⁸⁶

Thomson sah die Arbeit von Helmholtz über die Energieerhaltung nicht vor dem 20.1.1852. Er war erfreut darüber, daß viele der Probleme, mit denen er sich selbst beschäftigte, von Helmholtz behandelt wurden. Er bemerkte jedoch auch, daß Helmholtz, als er Joules Erkenntnis von der Umwandlung von Wärme in mechanische Arbeit übernahm, Carnots Prinzip aufgab, da er keine Aussagen über die praktische Verfügbarkeit der Wärme für die Umwandlung machte.⁵⁸⁷ Mit dieser Frage beschäftigte er sich 1852. Am 19.4.1852 teilte er der Edinburgher Royal Society die Ergebnisse seiner Arbeit mit⁵⁸⁸, deren Konsequenzen er so zusammenfaßte:

- „1. There is at present in the material world a universal tendency to the dissipation of mechanical energy.
2. Any restoration of mechanical energy, without more than an equivalent of dissipation, is impossible in inanimate material processes, and is probably never effected by means of organised matter, either endowed with vegetable life or subjected to the will of an animated creature.
3. Within a finite period of time past the earth must have been, and within a finite period of time to come the earth must again be, unfit for the habitation of man as at present constituted, unless operations have been or are to be performed which are impossible under the laws to which the known operations going on at present in the material world are subject.“⁵⁸⁹

Damit ist die These vom **Wärmetod des Universums**⁵⁹⁰ ausgesprochen, über die es immer wieder viele Diskussionen gab und die eigentlich erst in den Forschungen zur Selbstorganisation, durch die Untersuchung von Strukturbildungsprozessen als einer allgemeine Tendenz der Dissipation von Energie, ihre Einordnung in die energetische Bilanz des Universums erfuhr. Die Einheit der beiden Hauptsätze der Thermo-[178]dynamik erwies sich als die innere Einheit von Erhaltung und Transformation von Energie, wobei die Transformation mit der Strukturbildung im Zusammenhang mit der qualitativen Erhaltung der Energieformen steht.

Wenn man die Veröffentlichung der Arbeiten von Clausius 1850 und Thomson 1852 vergleicht, dann kann man Clausius die **Priorität** zusprechen, wie das Helmholtz tat. Thomson wird sowieso als generös in Fragen nach der Priorität wissenschaftlicher Entdeckungen beschrieben. Als Clausius ihm im „Philosophical Magazine“ 1855 vorwarf, er hätte Joule die Entdeckung von Clausius zugeschrieben, zitierte er nur sachlich seine Arbeit von 1851, in der er auf Joules Mutmaßung von 1848 über die Reziprozität der Carnotfunktion, auf die Arbeit von Clausius und auf Mayers frühere Überlegungen

⁵⁸⁴ Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5, p 282.

⁵⁸⁵ Ebd., p. 284.

⁵⁸⁶ Ebd., p. 285.

⁵⁸⁷ Ebd., p. 288.

⁵⁸⁸ William Thomson, On a Universal Tendency in Nature to the Dissipation of Mechanical Energy, in: Edinburgh Royal Society Proceedings III, read April 19, 1852, pp. 511–514.

⁵⁸⁹ Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5, p. 290 f.

⁵⁹⁰ Vgl. Abschnitt 5.5.

verwiesen hatte. Weitere Einwände dazu gab es dann nicht mehr.⁵⁹¹ Nur privat reagierte Thomson noch einmal. Als in der „Revue des Sciences Scientifiques“ am 8.2.1868 ein Artikel von Clausius über den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik erschien, in dem in keiner Weise auf Carnot verwiesen wurde, sandte er den Artikel an seinen Freund Tait mit der Bemerkung: „!! With no mention of the name of Carnot. O T' return – But don't forget to pray for Clausius.“⁵⁹²

Die beiden Hauptsätze der Thermodynamik mit ihren Zustandsgrößen Energie und Entropie, wie Clausius die mit dem zweiten Hauptsatz definierte Größe 1865⁵⁹³ nannte, gehörten zu den wichtigsten physikalischen Leistungen der vierziger, fünfziger und sechziger Jahre des 19. Jahrhunderts. Sie wurden nicht nur prinzipiell begründet, woran Helmholtz und Kelvin einen wichtigen Anteil hatten, sondern auch bei der Erforschung einzelner Prozesse sowohl als Heuristik zur Suche nach wesentlichen Beziehungen benutzt, als auch in ihrer Gültigkeit überprüft. Daran beteiligten sich beide Forscher ebenfalls intensiv. In den grundsätzlichen Fragen der Energieerhaltung gab es zwischen ihnen Übereinstimmung. Die Briefe zeigen dazu, wie in konkreten Fragen der Gedankenaustausch zwischen den kongenialen Gelehrten die experimentelle und theoretische Arbeit beider befruchtete.

In dem von Helmholtz am 21.6.1871 der Berliner Akademie vorgelegten Wahlvorschlag für die Wahl von Thomson zum korrespondierenden [179] Mitglied, die am 13.7.1871 erfolgte, wird auf dessen bedeutende Untersuchungen zur mechanischen Wärmetheorie verwiesen, „indem er schnell den glücklichen Gedanken von Clausius aufnahm, der das Gesetz von der Erhaltung der Kraft⁵⁹⁴ mit dem sogenannten Carnot'schen Gesetze vereinigt hatte. Thomson arbeitete dieses Prinzip durch alle Zweige der Physik vollständig durch.“⁵⁹⁵ Thomson freute sich über diese Wahl und wollte schnellstens antworten, hatte jedoch den Brief verlegt.⁵⁹⁶

Die philosophische Diskussion um die Energieerhaltung zeigte einen gewissen **Widerspruch zwischen erstem und zweiten Hauptsatz** der Thermodynamik. So konnte die Zunahme der Entropie als Grundlage für die Hypothese vom Wärmetod des Weltalls genommen werden. Schon Ludwig Boltzmann (1844–1906), der den Zusammenhang von Entropie und Wahrscheinlichkeit mit der Beziehung $S = k \log W$ aufdeckte, Einstein nannte sie das Boltzmannsche Prinzip, verwies darauf, daß große Fluktuationen Umkehrprozesse ermöglichen. „Boltzmann hat den unglaublich kühnen Gedanken gefaßt, auch der vom Wärmetod so stark abweichende Zustand unseres Weltalls könne einer riesenhaften Fluktuation zu verdanken sein.“⁵⁹⁷ Boltzmann initiierte ein über die klassische Physik hinausgehendes Denken⁵⁹⁸, denn er hatte mit seinen Überlegungen zur Statistik „maßgeblich zur Einführung einer neuen Sichtweise beigetragen und auch den Höhepunkt seines schöpferischen Schaffens erreicht.“⁵⁹⁹ Thomson war von den Arbeiten Boltzmanns zur Thermodynamik sehr angetan. Es gab jedoch Kritik an Boltzmanns mathematisch nicht immer exakt formulierten Aussagen und, vor allem von Physikern, an seinen atomistischen Positionen.

Die Diskussion über den Wärmetod des Weltalls geht noch weiter worauf noch einzugehen ist.⁶⁰⁰ Mit der Entropiezunahme könnte eine bestimmte Richtung des Geschehens verbunden werden. Das damit aufgeworfene Problem einer ausgezeichneten Zeitrichtung wird eben-[180]falls weiter diskutiert.⁶⁰¹ Die theoretischen Schwierigkeiten, mit denen sich Kelvin und Helmholtz befaßten, reichen so oft bis

⁵⁹¹ Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 5, p. 292.

⁵⁹² Ebd., p. 291.

⁵⁹³ Rudolph Clausius, Ueber verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie, in: *Annalen der Physik* 125 (1865), S. 353–400.

⁵⁹⁴ Helmholtz hielt auch noch in dieser Zeit am Kraftbegriff fest und nutzte nicht die englische Version des Energiebegriffs.

⁵⁹⁵ *Physiker über Physiker. Wahlvorschläge zur Aufnahme von Physikern in die Berliner Akademie 1870–1929*, bearbeitet von Christa Kirsten und Hans Günther Körber, Berlin 1975, S. 81 (weiter zitiert als *Physiker über Physiker I*).

⁵⁹⁶ Thomson 43.

⁵⁹⁷ Engelbert Broda, *Ludwig Boltzmann, Mensch, Physiker, Philosoph*, Wien 1986, S. 77.

⁵⁹⁸ Herbert Hörz/Andreas Laaß, *Ludwig Boltzmanns Wege nach Berlin*, vgl. FN 414, S. 27 ff.

⁵⁹⁹ Walter Höflechner (Hrsg.), *Ludwig Boltzmann, Leben und Briefe*, Graz 1994, Teil I, S. 78.

⁶⁰⁰ Vgl. Abschn. 5.5.

⁶⁰¹ [Herbert Hörz, Philosophie der Zeit, Berlin 1990](#), S. 46 f.

in unsere Zeit. Beachtet man den Zusammenhang von erstem und zweitem Hauptsatz, dann kann der erste Hauptsatz so interpretiert werden, daß nicht nur die quantitative Erhaltung der Energie, wie sie Kelvin und Helmholtz betonten, zu beachten ist, sondern auch die qualitative Erhaltung der Energieformen, die sich in der Energieumwandlung manifestiert. Das hob im Gegensatz zu Helmholtz Engels hervor.⁶⁰² Die aus dem zweiten Hauptsatz abgeleitete Hypothese des Wärmetodes widerspräche dann dem ersten Hauptsatz mit der qualitativen Erhaltung der Energieformen. Die von Helmholtz und Kelvin wesentlich beeinflusste Einsicht in die Energieerhaltung ist in wichtigen Aspekten deshalb immer noch Gegenstand sowohl prinzipieller philosophischer und physikalischer Diskussionen als auch konkreter Untersuchungen

Ein weiterer Diskussionspunkt bei der Energieerhaltung war die Anwendung dieses Prinzips auf **Lebewesen**. Helmholtz hatte sich darüber 1861 gegenüber der Royal Institution geäußert. Er bemerkte: „There may be other agents acting in the living body, than those which act in the inorganic world; but those forces, as far as they cause chemical and mechanical influences in the body, must be quite of the same character as inorganic forces.“⁶⁰³ Das war ein wichtiger Punkt im Forschungsprogramm der organischen Physik, der die wissenschaftlich begründete Polemik mit dem Vitalismus ermöglichte.⁶⁰⁴ Damit war jedoch zusätzlich das Leib-Seele-Problem mit der Frage nach dem freien Willen angesprochen. Das beschäftigte Maxwell und James Thomson. Maxwell schrieb nach dem Erscheinen der Arbeit von Helmholtz an Rev. Lewis Campbell am 21.4.1862 mit hohem Lob über Helmholtz als einem „who prosecutes physics and physiology, and acquires therein not only skill in discovering any desideratum, but wisdom to know what are the desiderata, e. g., he was one of the first, and is one of the most active, preachers of the doctrine that since all kinds of energy are convertible, the first aim of science at this time should be to ascertain in what way particular forms of energy can be converted into each other, and what are the equivalent quantities of the two forms of energy.“⁶⁰⁵ Maxwell [181] stimmte mit Helmholtz überein, daß die Seele keine bewegende Kraft der Körper sei, da sie keine Arbeit zu leisten imstande wäre, hob jedoch die positive Seite der Seele hervor. Nahrung sei der Beweger, jedoch steuere die Seele das Verhalten, wobei zwischen Körper und Seele keine Energieflüsse stattfänden.

James Thomson schrieb zum gleichen Thema an William, es sei notwendig die Theorie zu qualifizieren „by expecting from its decided statements, and leaving as still unknown and uncertain, the mysterious influence of spirit, life, or the vital principle in animals and plants over the matter composing their living bodies.“⁶⁰⁶ Es ist interessant, daß William, der insgesamt mit den Auffassungen seines Bruders übereinstimmte, in seiner Erwiderung vom 21.4.1862 darauf aufmerksam machte, der erste und zweite Hauptsatz der Thermodynamik könne nicht als ein Axiom betrachtet werden, wenn Leben im Spiel sei.⁶⁰⁷ Das ist ein Problem, daß mit der Mechanisierung des Weltbilds nicht zu lösen war. Erst die Forschungen zur Selbstorganisation⁶⁰⁸ und zur Information brachten neue Aspekte in diese Diskussion ein. Doch Kelvin machte schon auf eine theoretische Schwierigkeit aufmerksam, als er auf die Konsequenzen verwies, die sich allein aus der Reversibilität physikalischer Phänomene im Zusammenhang mit dem ersten Hauptsatz ergeben. Danach müßten sich Lebewesen rückentwickeln können, mit dem Bewußtsein der Zukunft und ohne Kenntnis der Vergangenheit, bis sie ungeboren wären.⁶⁰⁹ Der mit dem zweiten Hauptsatz eingeführte Zeitpfeil von der Vergangenheit über die Gegenwart in die Zukunft konnte zur Erklärung der realen Zeitrichtung in der Entwicklung beitragen, sprengte jedoch ebenfalls das mechanische Weltbild.⁶¹⁰

⁶⁰² Herbert Hörz, Friedrich Engels und Hermann von Helmholtz, vgl. FN 44.

⁶⁰³ Hermann von Helmholtz, On the application of the law of conservation of force to organic nature, in: Proceedings of the Royal Institution, 3 (1858–62), p. 357.

⁶⁰⁴ Vgl. Abschnitt 2.4.

⁶⁰⁵ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 618.

⁶⁰⁶ Ebd., p. 619.

⁶⁰⁷ Ebd., p. 621.

⁶⁰⁸ [Herbert Hörz, Selbstorganisation sozialer Systeme, Münster 1994.](#)

⁶⁰⁹ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 626.

⁶¹⁰ Herbert Hörz, Philosophie der Zeit, vgl. FN 601, S. ff

Ein wichtiger Vordenker für Konzepte der **Selbstorganisation** war Erwin Schrödinger (1887–1961) mit seiner Erklärung des Lebens durch Ordnung aus Ordnung.⁶¹¹ Die Arbeit von Heinz von Foerster „On Selforganization Systems and their Environment“⁶¹², 1960 erschienen, die das Prinzip „Order from Noise“ einführte, kann man „als die Geburts-[182]stunde der ‚Selbstorganisation‘ betrachten, weil in ihr eine klare Formulierung des neuen Systembegriffs vorliegt und weil von Foerster es verstand, für seine Ideen einen institutionellen Kontext zu schaffen.“⁶¹³ In den vierziger Jahren begann Ilya Prigogine mit seinen Arbeiten zur irreversiblen Thermodynamik. Manfred Eigen untersuchte seit Ende der sechziger Jahre molekulare Prozesse und begründete darauf seine Theorie vom Hyperzyklus. Weitere Arbeiten zur Selbstorganisation von Lebewesen wurden von anderen Forschern durchgeführt.

Um neue Einsichten in das Verhalten der Lebewesen zu gewinnen, mußte die Mechanisierung des Weltbilds überwunden werden. Das analytische Denken prägte wesentlich die Kriterien der Rationalität im europäischen Verständnis von Wissenschaft. Bis ins 19. Jahrhundert wurde die Reduktion aller Erscheinungen auf mechanische Prinzipien und physikalische Grundprozesse untersucht. Der Physikalismus war gegen Auffassungen gerichtet, mit denen Lebenskräfte und andere Faktoren eingeführt wurden, die physikalisch-experimentell nicht nachweisbar waren. Mit dem Holismus, der Erkenntnis des Ganzen, das nicht auf die Summe seiner Teile reduzierbar sein sollte, wurde eine Gesamtschau komplexer Vorgänge in Organismen angestrebt. Sie war solange mystisch, wie die Prinzipien der Komplexität nicht erkannt oder nur die Aufgabe gestellt wurde, sie auf elementare Mechanismen zurückzuführen. **Komplexität** mußte selbst zum Gegenstand der Forschung werden.

Dafür gibt es ebenfalls wichtige Vorarbeiten. Die Mathematik berücksichtigte in der Statistik und Thermodynamik mit ihren Parametern nicht reduzierbare Beziehungen. Diese Einsicht konnte gegen den Reduktionismus genutzt werden. Organismen als Ganzheiten sollten entsprechend dem Physikalismus einerseits auf die Summe chemisch-physikalischer Vorgänge reduziert werden. Das erklärte jedoch nicht die Selbstreproduktion der Systeme und erst recht nicht die Entstehung von Neuem. Der Physikalismus verhinderte jedoch andererseits die Annahme von Prinzipien der Ordnung, die wissenschaftlich nicht nachweisbar waren. Er stand dem Ganzheitsdenken entgegen. Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik konnte so verstanden werden, als ob jede Energieform sich letzten Endes in Wärme verwandele und die qualitative Vielfalt verschwinde. Als wichtiges Prinzip der Strukturierung [183] offener Systeme in einer Theorie des Nicht-Gleichgewichts wurde er erst später gefaßt.

Erst die Untersuchungen zur Entstehung von Ordnung aus Ordnung (Schrödinger) und Ordnung aus Unordnung (Foerster) in Nichtgleichgewichtssystemen zeigten, daß der Gegensatz von Reduktionismus und Holismus nur scheinbar existiert und dann zu überwinden ist, wenn die Analyse der Elementarmechanismen komplexer Systeme zur Synthese genutzt und die Existenz von Systembeziehungen nicht geleugnet wird. Gerade das geschieht in den konzeptionellen Überlegungen zur Selbstorganisation der Strukturen in komplexen Systemen.

Selbstorganisation ist als universelles Strukturbildungsprinzip durch die relative Selbständigkeit der Systeme mit ständigem Energie-, Stoff- und Informationsaustausch mit der Umgebung, durch kooperatives Verhalten der Systemelemente, durch den überkritischen Zustand des Systems mit einem Möglichkeitsfeld für sein Verhalten und durch die Nichtlinearität von Ursachen und Wirkungen charakterisiert.

Information entstand notwendig als Form der Überlebensstrategie von Lebewesen, die reaktions-schnell und teilweise antizipativ auf eine stochastische Umwelt reagieren mußten. Dazu nutzten sie auch Strukturen im anorganischen Bereich, womit diese als potentielle Information angesehen werden können. Damit wird Information zu einer fundamentalen und universellen Eigenschaft aller

⁶¹¹ Herbert Hörz: Determination and Self-Organization. Erwin Schrödinger's VIEWS ON CHANCE, in: Johann Götschl (Ed.): Erwin Schrödinger's WORLD VIEW, Dordrecht/Boston/London 1992, S. 71–85.

⁶¹² Heinz von Foerster, On Self-Organization Systems and their Environment, in: M. C. Young/S. Cameron (Eds.), Self-Organizing Systems, London 1960, S. 31–50.

⁶¹³ Wolfgang Krohn/Günther Küppers/Rainer Paslack, Selbstorganisation – Zur Genese und Entwicklung einer wissenschaftlichen Revolution, in: Siegfried J. Schmidt (Hrsg.), Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus, Frankfurt am Main 1987, S. 447.

Systeme. Ein philosophischer Informationsbegriff umfaßt im weiteren Sinne jede Struktur, die als Repräsentant Prozesse steuert und im engeren Sinne jede übermittelte Nachricht in der sozialen Kommunikation durch Sprache. Information ist allgemein jede als geronnene Entwicklung entstandene Struktur, die Einwirkungen repräsentiert und Prozesse steuert oder kurz: Information ist repräsentierende und steuernde Struktur.⁶¹⁴ Überlegungen zur Informationsproblematik widerlegen nicht die beiden Hauptsätze der Thermodynamik, ergänzen sie jedoch durch weitere fundamentale Prinzipien des natürlichen und sozialen Geschehens. [184]

5.2. Theorie und Empirie

Das Verhältnis von Theorie und Empirie hatte im Wirken von Helmholtz und Kelvin mehrere Aspekte. Dazu gehören die Beziehung zwischen philosophischen Spekulationen und empirisch begründeten Erkenntnissen der Naturforschung ebenso wie das Verhältnis von mathematischer und experimenteller Physik und die Rolle experimenteller Forschungen für die Ausbildung junger Wissenschaftler. Helmholtz hatte sich durch die Entdeckung des Augenspiegels schon 1850 einen guten Ruf als praktisch denkender Theoretiker erworben. Ein besondere Rolle spielte für Kelvin die praktische Verwertung seiner Erkenntnisse bei der Kabeltelegrafie, bei der Beleuchtung, bei der Navigation usw. Die Universität Glasgow schrieb anlässlich des Jubiläums 1896, als er fünfzig Jahre den Lehrstuhl für Natural Philosophy an der Universität innehatte, von den brillanten Entdeckungen auf allen Gebieten der Physikalischen Wissenschaften und deren Nutzung, um die praktischen Lebensbedingungen zu verbessern.⁶¹⁵ Schon 1848 betonte Kelvin die immensen Möglichkeiten für eine sinnvolle Nutzung der Elektrizität und er sei überrascht, daß dem so wenig Aufmerksamkeit gewidmet würde. Es gäbe kaum eine Wissenschaftsdisziplin, die so nach Anwendung des mathematischen Denkens verlange. Er selbst tat viel dafür.

Der Mathematiker und Physiker Joseph John Thomson (1856–1940) bemerkte über diese Leistungen: „Modern wireless telegraphy, telephony, and broadcasting depend upon a result published by him in 1853, which was, that in an electrical circuit containing capacity and selfinduction the motion of the electricity is oscillatory when the resistance is not too great, and that the time of vibration is proportional to the square root of the product of the self-induction and the capacity. This fact is the basis on which all transmitters and receivers of wireless are tuned.“⁶¹⁶ Es war vor allem sein Bruder James, der Ingenieurwissenschaftler, der ihn zu theoretischen Überlegungen über die Thermodynamik im Zusammenhang mit der Entwicklung der Schifffahrt inspirierte.⁶¹⁷ Es war die Zeit, als es um die praktische Realisierung der Dampfmaschine ging. Ingenieur und Physiker beflügelten sich dabei gegenseitig und Helmholtz war davon beeindruckt. Wenn elektrische [185] und heiße Körper Arbeit hervorbringen können, dann müssen die theoretischen Arbeiten auf diesem Gebiet praktisch nutzbar sein.

Ein wesentlicher Bestandteil der Verbindung von Empirie und Theorie war die Forderung nach **Quantifizierung**, nach der Messung der Phänomene. Thomson forderte, daß das, worüber gesprochen werde, gemessen und in Zahlen auszudrücken sei, damit man etwas Genaueres darüber wisse. Dabei ist der Hinweis berechtigt, daß nicht die im Newtonschen Sinne durchzuführende Mathematisierung der Natur vorwiegend zur Messung motivierte, sondern praktische Bedürfnisse zur Quantifizierung anregten. Die Forderung nach elektrischen Einheiten und Standards kamen vor allem aus der Industrie, die sich mit der Verstellung von Telegrafen als einen wichtigen Kommunikationsmittel für Herrschaft und Handel befaßten.⁶¹⁸ Viel Zeit verwandte Kelvin auf die Verbesserung der Kabeltelegrafie. In seine dafür erforderlichen experimentellen Messungen bezog er seine Studenten ein, zu deren Arbeit im Laboratorium es auch gehörte, Instrumente herzustellen und zu justieren.

⁶¹⁴ Herbert Hörz, Reflection on a Philosophical Notion of Information, in: Klaus Kornwachs, Konstantin Jacobs, Information, New Questions to a Multidisciplinary Concept, Berlin 1996, pp. 245–257.

⁶¹⁵ Agnes Gardner King, Kelvin the Man, vgl. FN 19, p. 26 f.

⁶¹⁶ Ebd., p. 53 f.

⁶¹⁷ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 283.

⁶¹⁸ M. Norton Wise, Introduction, in: M. Norton Wise (ed.), The Values of Precision, vgl. FN 158, p. 5.

Mit der Schilderung solcher Arbeiten in Kelvins Laboratorium wird die These verbunden, daß die akkurate Messung eine englische Wissenschaft sei.⁶¹⁹ Zumindest muß man die umfangreiche Arbeit hervorheben, die von britischen Wissenschaftlern zur Standardisierung elektrischer Einheiten geleistet wurde und es war eine Anerkennung ihrer Fähigkeiten, wenn die BAAS beauftragt wurde, Vorschläge dem Internationalen Kongreß zu unterbreiten. Kelvin war in vielen Fällen Initiator und Inspirator.

Ein wichtige Rolle für die Quantifizierung spielte der wissenschaftliche **Gerätebau**. Dazu gehörte das Spiegelgalvanometer, das es möglich machte, Nachrichten auch aus großer Distanz zu empfangen. Dieses Gerät war, wie seine Nichte bemerkt, sein Lieblingsinstrument. Er brachte es immer mit, erzählte, wie wunderbar es sei und ermahnte alle, es nicht zu berühren oder den Tisch, auf dem es stand, ja nicht zu erschüttern. Zur Aufhängung nutzte er die Haare seines kleinen Hundes Fairy, weil er nichts feineres fand. Als er bei seiner Nichte Kokons der Seidenraupen bemerkte und sich die dabei gewonnene Seide ansah, [186] fand er, was er suchte und nun wurde Kokonseide zur Aufhängung benutzt.⁶²⁰

Hervorzuheben ist auch die Leistung von Helmholtz, der durch die Bekanntschaft mit der industriellen Entwicklung in Berlin und durch seine Freundschaft mit Werner von Siemens die Probleme der Telegrafie kannte und theoretische Lösungen für die Elektrotechnologie suchte. Die Zusammenarbeit von Helmholtz und Kelvin beförderte wesentlich die Entwicklung der exakten Meßkunst und ihre praktische Verwertung, wie das im Briefwechsel zum Ausdruck kommt. Norton Wise macht auf zwei Achsen für die Verwirklichung des Meßprogramms aufmerksam. Erstens spielten Dampfschiffe, theoretische Thermodynamik und Wärmemessungen eine entscheidende Rolle und zweitens ging es um elektrische Messungen und die Theorie des Elektromagnetismus.⁶²¹

Mit **Präzisionsmessungen** beschäftigte sich auch der amerikanische Physiker Henry Augustus Rowland (1848–1901). Er war stark von Faraday und Maxwell beeinflusst. 1876 arbeitete er im Laboratorium von Helmholtz und konnte dort nachweisen, daß die von Faraday und Maxwell ausgesprochene Vermutung, daß bewegte elektrostatische Ladungen magnetische Wirkungen analog denen von elektrischen Strömen in Leitern haben, richtig ist. Bei seinen Besuchen in anderen Ländern stellte er fest, daß die Amerikaner Apparate zur Illustration haben. In England und Frankreich gäbe es Apparate zur Illustration und zum Experiment. In Deutschland dagegen wären die Apparate allein für die experimentelle Forschung da.⁶²² In Europa fand er 1875/76 etwa hundert Geräte, die für sein neues Physikdepartement an der John Hopkins Universität wichtig wären. Sie kosteten mehr als 6000 Dollar. Er erhielt jedoch die Erlaubnis, sie zu kaufen.⁶²³ Interessant ist vielleicht, daß Rowland, auf der Grundlage seiner Forschungen zur Spektroskopie, Beugungsgitter herstellte, mit denen Licht in seine spektralen Anteile zerlegt werden konnte. Seine Technologie hielt er geheim. Das Unternehmen war sehr erfolgreich. Mögliche Käufer kontaktierte Rowland selbst. So drückte Helmholtz 1891 sein Interesse an einem größeren als den üblichen Gittern aus, das nur von dort in einer den Ansprüchen genügenden Weise zu bekommen war.⁶²⁴

[187] Im Gegensatz zu Thomson hatte Rowland jedoch selbst keinen finanziellen Gewinn bei der **Vermarktung** seiner Instrumente und konnte so seine Idee von der reinen Wissenschaft, die das Ingenieurwesen mit einschloß, durchhalten. Seine Belohnung war die internationale Reputation.⁶²⁵ Die Vermarktung der Forschung übernahm in Deutschland die Industrie. Helmholtz wäre, im amerikanischen und auch britischen Sinn gesprochen, nicht clever genug gewesen, eine eigene Industrie, mit seinen Geräten, aufzubauen. Insofern bringt der Vergleich von Rowland zur Rolle der Apparate

⁶¹⁹ Simon Schaffer, Accurate Measurement Is an English Science, in: M. Norton Wise (ed.), The Values of Precision, vgl. FN 158, p. 150 ff.

⁶²⁰ Agnes Gardner King, Kelvin the Man, vgl. FN 19, p. 55 f.

⁶²¹ M. Norton Wise (ed.), The Values of Precision, vgl. FN 158, p. 225.

⁶²² Simon Schaffer, Accurate Measurement Is an English Science, vgl. FN 158, p. 43.

⁶²³ George Sweetnam, Henry Rowland, the Concave Diffraction grating, and the Analysis of Light, in: M. Norton Wise (ed.), The Values of Precision, vgl. FN 158, p. 303.

⁶²⁴ Ebd., p. 294.

⁶²⁵ M. Norton Wise (ed.), The Values of Precision, vgl. FN 158, p. 359.

auch die Orientierung von Helmholtz auf die Forschung zum Ausdruck, deren Ergebnisse praktisch zu verwerten er nicht mehr als seine Aufgabe ansah.

Das Verhältnis von Empirie und Theorie umfaßt erkenntnistheoretisch die Beziehung zwischen **Induktion und Deduktion**, einen der Angriffspunkte von Friedrich Zöllner in seiner komplexen Kritik an Helmholtz, dem er, wie schon betont, vorwarf, die Philosophie zu unterschätzen, Plagiat an Schopenhauer zu betreiben und die nationalen Gefühle der Deutschen durch seine engen Verbindungen zu britischen Gelehrten und durch seine Übersetzung des Buches von Thomson und Tait, das Angriffe gegen deutsche Physiker enthalte, zu verletzen.⁶²⁶ Zöllner versuchte, Thomson und Tait grobe Denkfehler nachzuweisen und warf ihnen vor, die Leistungen des deutschen Physikers Wilhelm Weber zu mißachten.

Helmholtz zeigte, „dass die englischen Autoren Nichts beabsichtigten, was ein gesund gebliebenes deutsches Nationalgefühl verletzen müsste.“⁶²⁷ Er wies mit Argumenten die Angriffe Zöllners gegen die Auffassungen von Thomson und Tait zur Emissionstheorie des Lichts zurück, betonte die Rolle von Hypothesen für den wissenschaftlichen Fortschritt und nahm Thomson für die Behauptung in Schutz, „dass organische Keime in den Meteorsteinen vorkommen und den kühl gewordenen Weltkörpern zugeführt werden.“⁶²⁸ Helmholtz meinte, er hätte diese Ansicht auch schon vertreten, betonte jedoch zugleich, daß er diese Möglichkeiten nicht als Wahrscheinlichkeiten ausgeben möchte. „Es sind nur Fragen, deren Existenz und Tragweite wir im Auge behalten müssen, damit sie vorkommenden Falls durch wirkliche Beobach-[188]tungen oder Schlussfolgerungen aus solchen gelöst werden können.“⁶²⁹ Zöllner setzte er, in sachlicher Erwiderung, seine Position zum Zusammenhang von empirischer Induktion und deduktivem Erschließen von Gesetzen entgegen, wobei er auch die Leistungen der Philosophen betonte. Immerhin gehörte er zu denen, die sich der allgemeinen Ignoranz vieler Naturforscher, mit der man den Arbeiten von Schelling, Fichte und Hegel und selbst von Kant begegnete, nicht anschloß.⁶³⁰ Thomson war mit solchen Problemen weniger konfrontiert, da die britischen Physiker die Physik selbst als Naturphilosophie verstanden. Sie waren im 19. Jahrhundert keinem solchen Druck philosophischer spekulativer Systeme ausgeliefert, wie die deutschen Naturforscher, die sich erst aus ihrer naturphilosophischen Phase, die vor allem durch Schelling und Hegel beeinflußt war, befreien mußten.

Das Verhältnis von Empirie und Theorie betrifft die **Beziehungen zwischen mathematischer und experimenteller Physik**, die beide lange Zeit in Deutschland nebeneinander existierten. In Großbritannien gab es dazu eine enorme Entwicklung durch den Ausbau der Ideen Faradays. Maxwell, Stokes, Kelvin u. a. zeigten den engen Zusammenhang von empirisch-physikalischen Erkenntnissen und mathematisch-physikalischen Theorien sowohl zur Erklärung von Experimenten als auch zur heuristischen Suche nach neuen Zusammenhängen. Helmholtz setzte sich in seiner Gedächtnisrede für seinen Lehrer und Vorgänger auf dem Physiklehrstuhl in Berlin Gustav Magnus, die er in der Akademie der Wissenschaften in Berlin am 6.7.1871 hielt, mit dem Verhältnis von Empirie und Theorie in der mathematischen Physik auseinander. Er berichtete, daß nach seiner Meinung, die andere teilten, Magnus das Mißtrauen gegen Spekulationen vor allem in der mathematischen Physik zu weit getrieben habe, bekannte jedoch auch, daß es in gewisser Weise gerechtfertigt war. „Auch in ihr war noch nicht rein geschieden, was erfahrungsmäßige Tatsache, was bloße Wortdefinition und was nur Hypothese war. Das unklare Gemisch aus diesen Elementen, welches die Grundlagen der Rechnung bildete, suchte man für Axiome von metaphysischer Notwendigkeit auszugeben und nahm eine ähnliche Art der Notwendigkeit auch für die Folgerungen in Anspruch.“⁶³¹

[189] Als Beispiel erwähnte Helmholtz die Hypothese über den atomistischen Bau der Materie, die die Rolle von Wärmebewegungen und Molekularkräften außer acht ließe. Er hob die Position von

⁶²⁶ Herbert Hörz, *Physiologie und Kultur in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts*, vgl. FN 51, S. 194 ff.

⁶²⁷ Hermann von Helmholtz, *Induction und Deduction*, vgl. FN 129, S. 415.

⁶²⁸ Ebd., S. 418.

⁶²⁹ Ebd., S. 420.

⁶³⁰ Herbert Hörz, *Physiologie und Kultur in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts*, vgl. FN 51, S. 220 ff.

⁶³¹ *Physiker über Physiker II*, vgl. FN 74, S. 62.

Thomson hervor, der über die Atome sagte, daß ihre Annahme keine Eigenschaft der Körper erkläre, wenn man sie nicht vorher den Atomen beigelegt habe. Helmholtz wollte sich damit nicht gegen die Existenz der Atome wenden, sondern nur gegen die Haltung, aus Hypothesen über den Atombau der Körper die Grundlagen der Physik herzuleiten. Mit dem Hinweis auf die Leistungen der deutschen und englischen Mathematiker, unter denen er Thomson nannte, meinte er: „Man hat begriffen, daß auch die mathematische Physik eine reine Erfahrungswissenschaft ist, daß sie keine anderen Prinzipien zu befolgen hat als die experimentelle Physik.“⁶³²

Diese Auffassung entwickelte Helmholtz in der Auseinandersetzung mit Kant, nach dem die Euklidischen Axiome der **Geometrie** synthetische Urteile a priori sein sollten. Helmholtz begründete seinen Empirismus, für den die Axiome der Geometrie aus der Erfahrung stammen, mit der Existenz Nicht-Euklidischer Geometrien. Er meinte, „dass sich mit den logischen Begriffsentwickelungen gar zu leicht Ergebnisse der alltäglichen Erfahrung als scheinbare Denknöthwendigkeiten vermischten“, die den empirischen Ursprung der geometrischen Axiome verdecken.⁶³³ Mit dem Empirismus betonte Helmholtz den empirischen Charakter der geometrischen Axiome, forderte die induktive Suche nach Gesetzen und Hypothesen und die empirische Prüfung der deduktiv erschlossenen Konsequenzen.

Der experimentelle Physiker Kundt verwies, aus anderer Sicht als die mathematischen Physiker, ebenfalls auf den **Zusammenhang von theoretischer und experimenteller Arbeit**, der für die Entwicklung der Physik wichtig sei. „Der experimentelle Physiker heutiger Zeit wird sogar nur dann auf einen Erfolg seiner Mühen rechnen können, wenn er sich die Richtungen, in denen er vordringen will, wenigstens in großen Zügen, von der Theorie weisen läßt. Andererseits ist aber gerade bei dem jetzigen Stande der Physik seine Arbeit nicht bloß eine dankbare, sondern auch eine sehr bedeutungsvolle und wichtige, denn wie mir scheint, bedürfen wir sehr einer Erweiterung der Tatsachen, um ver[190]schiedene fundamentale Theorien besser zu stützen oder in neue Bahnen zu lenken.“⁶³⁴

Das galt für die **Atomistik**, die zwar in der Chemie anerkannt, jedoch bei manchen Physikern umstritten war. Kelvin versuchte auch auf diesem Gebiet Empirie und Theorie miteinander zu verbinden. Er beschäftigte sich mit prinzipiellen Problemen ebenso wie mit experimentellen Überprüfungen seiner grundsätzlichen Annahmen. „It would appear that Kelvin’s philosophy of nature are driven by the overlapping notions of continuity, unity, and simplicity.“⁶³⁵ Allgemeine Annahmen führten ihn immer zur empirischen Prüfung von damit verbundenen Konsequenzen. Diese Haltung wird auch in seinen von Helmholtz schon erwähnten Argumenten zur Atomistik deutlich. Energie und Äther waren die Grundprobleme physikalischer Erklärungen des Geschehens in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. In den fünfziger und sechziger Jahren setzte Kelvin Äther und Luft gleich.⁶³⁶ Später unterschied er zwischen beiden. Das könnte mit seinen Auffassungen zu den Atomen zusammenhängen.⁶³⁷ In seiner 1870 publizierte Arbeit „The size of atoms“⁶³⁸ und in anderen Arbeiten dieser Zeit beklagte er, daß Chemiker und andere Naturforscher die Atome so klein und zahlreich gemacht hätten, daß sie nicht mehr vorstellbar seien. Die kinetische Theorie der Gase habe jedoch gezeigt, daß die Atome viel größer sein mußten als man früher dachte. Wenn der Stoff grobkörnig sei, dann könne er jedoch mit dem Äther nicht identisch sein.⁶³⁹ Helmholtz bezog sich auf diese Problematik bei den Ausführungen zu den atomistischen Positionen von Kelvin. Dieser korrigierte seine Ansichten, wenn ihn experimentelle Ergebnisse dazu zwangen. Das wird in den Briefen deutlich, die zeigen, daß beide Gelehrte sich zum Ziel setzen, theoretische Fragen experimentell zu beantworten, Experimente theoretisch zu deuten und theoretische Ansätze auf Grund der Empirie zu korrigieren.

⁶³² Ebd., S. 63.

⁶³³ Hermann von Helmholtz, Über den Ursprung und die Bedeutung der geometrischen Axiome, in: Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Zweiter Band, vgl. FN 129, S. 6.

⁶³⁴ Physiker über Physiker II, vgl. FN 74, S. 161.

⁶³⁵ David B. Wilson, Introduction, vgl. FN 287, S. XXXVII.

⁶³⁶ Ebd., S. XXXII.

⁶³⁷ Ebd., S. XXXIV.

⁶³⁸ W. Thomson, The size of atoms, Nature, I (1870), p. 551–553.

⁶³⁹ David B. Wilson, Introduction, vgl. FN 287, S. XXXV.

Konzeptionell erwies sich dabei oft die mathematische Theorie als fruchtbar, was wir als **Heuristik der Mathematik** bezeichnen können. Kelvin beschäftigte beispielsweise die Frage, wo der Energiebetrag eines Systems lokalisiert sei. „Die Energie eines Systems von Magneten, die den Kräften, die sie aufeinander ausüben, entspricht, war ursprünglich [191] als mathematischer Ausdruck zwischen den Lagekoordinaten der Magnete abgeleitet worden. 1853 zeigte jedoch Thomson, daß dieser Ausdruck in ein Integral über den unendlichen Raum transformiert werden kann. Mit einem Geniestreich stellte er daraufhin die Lehre auf, daß die Energie nicht in den Magneten lokalisiert, sondern über das ganze Feld verteilt ist.“⁶⁴⁰

Wie theoretische Überlegungen Kelvin zu experimentellen Untersuchungen führten, belegte Helmholtz für das Gebiet der Thermodynamik. „Er war es, der die Abhängigkeit des Gefrierpunktes vom Druck nachwies und ihre Größe experimentell bestimmte. Dann folgte die wichtige Untersuchungsreihe, die er mit Joule vereinigt durchführte, über die Wärmewirkungen strömender Gase.“⁶⁴¹ Helmholtz verwies darauf, daß sich die Forschungen von Kelvin mit prinzipiellen Fragen befaßten. „Er sucht die Grundgleichungen der verschiedenen Zweige der mathematischen Physik einfacher zu entwickeln, reiner auf Erfahrung zu gründen, die Thatsachen von den Hypothesen zu scheiden, die Anschauung durch Vergleichung verschiedener Anwendungen derselben Differentialgleichungen zu erleichtern; namentlich aber in einer großen Anzahl einzelner Probleme die Kräftefunction statt der von den älteren Mathematikern meist einzeln behandelten Kräftecomponenten einzuführen, ein Streben, in welchem er als Schüler Green's mit den theils kurz vorausgehenden, theils gleichzeitigen Bestrebungen der großen deutschen Mathematiker zusammentraf, und durch welches die neuere Mechanik so wesentlich umgestaltet und vereinfacht ist.“⁶⁴²

Konsequenzen aus ihren Positionen zum Verhältnis von Empirie und Theorie zogen Helmholtz und Kelvin bei der täglichen Forschungsarbeit. Sie schätzten die **experimentelle Arbeit im Laboratorium** sehr hoch. Im Gegensatz zu seinem Vorgänger Meikleham entwickelte Kelvin, nach der Übernahme der Professur für Physik in Glasgow, vor allem die experimentelle Seite seiner Arbeit. Auf die Frage einer Kommission, ob er Studenten Experimente durchführen lasse, hatte Meikleham geantwortet, daß er das niemals mache. Kelvin brachte die Universität dazu, größere Summen für die Anschaffung von Apparaten bereitzustellen, die für experimentelle Arbeiten erforderlich waren. „Although not an official part of the course, the laboratory work attracted a number of students.“⁶⁴³ In seinem Laboratorium arbeiteten [192] Studenten an wichtigen Experimenten. Am 23.11.1862 berichtete er stolz an Helmholtz: „From the beginning of this session (a month ago) I have had a really convenient and sufficient laboratory for students. Out of about 90 who attend my lectures, about 30 have applied for admission to the laboratory, and of these 20 or 25 will work fairly. I hope I may have half a dozen who will do good work. Some of them are at work at present on new electrometers, which you would not recognize.“⁶⁴⁴ Helmholtz bemerkte dazu: „Ihr neues Laboratorium in Glasgow ist wohl das erste in England, welches für physikalische Beschäftigung von Studirenden eingerichtet ist, es ist das aber eine Sache, die auch die Zeit des Lehrers ausserordentlich in Anspruch nimmt.“⁶⁴⁵ Kelvin war sehr an der Arbeit der Studenten im Laboratorium interessiert. So schrieb er an Helmholtz am 16.3.1864: „I have got a great improvement in my laboratory recently which gives me, what I never had before, space for allowing the students to work in a systematic manner.“⁶⁴⁶

Obwohl Helmholtz die Experimente der Studenten sehr schätzte, dachte er auch an die Zeit, die ihm für eigene Arbeiten verloren ging. Anders als sein Freund Carl Ludwig, der in der Betreuung der Studenten aufging, mit ihnen gemeinsam publizierte und es als Tragik empfand, als der Zustrom zu seinem Laboratorium nachließ⁶⁴⁷, war er vor allem darauf bedacht, Zeit für eigene Experimente zu

⁶⁴⁰ Sir Edmund Whittaker, Von Euklid zu Eddington, vgl. FN 339, S. 100.

⁶⁴¹ Physiker über Physiker I, vgl. FN 595, S. 81.

⁶⁴² Ebd., S. 80 f.

⁶⁴³ David B. Wilson, Introduction, vgl. FN 287, S. XXV.

⁶⁴⁴ Thomson 21.

⁶⁴⁵ Thomson 22.

⁶⁴⁶ Thomson 23.

⁶⁴⁷ Herbert Hörz, Physiologie und Kultur in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, vgl. FN 51, S. 123 f.

haben. So bedauerte er gegenüber Kelvin, daß er im Winter 1885/86 „gar nicht mehr zum Experiment“ gekommen sei.⁶⁴⁸ Er wirkte vor allem mit jungen Wissenschaftlern in seinem Laboratorium zusammen. Gemeinsame Erkenntnisse wurden dann veröffentlicht. Im Laboratorium von Helmholtz lernte beispielweise Boltzmann das Quadrantenelektrometer und Galvanometer von Kelvin kennen.⁶⁴⁹ Boltzmann arbeitete 1871/72 dort experimentell zur Theorie von Maxwell und beschäftigte sich dabei mit der Dielektrizitätskonstante von Isolatoren.⁶⁵⁰ An seinen Lehrer Stefan in Wien schrieb er begeistert über das Kelvinsche Spiegelgalvanometer, denn das Gerät beeindruckte ihn, da es „momentan und mit der größ-[193]ten Genauigkeit jede Stromstärke angibt“ und das Elektrometer bezeichnete er als ein ausgezeichnetes Instrument.⁶⁵¹

Helmholtz war weniger an der industriellen Verwertung und schon gar nicht an der Vermarktung von entwickelten Geräten interessiert. 1884 schrieb er seiner Frau, daß er den Eindruck habe, „dass Sir William seinen eminenten Scharfsinn besser verwenden könnte als für die industriellen Aufgaben; seine Instrumente erscheinen mir zu subtil, um sie wenig unterrichteten Arbeitern und Beamten in die Hand geben zu können, und die von Siemens, Hefner v. Alteneck⁶⁵² erscheinen mir viel zweckentsprechender. Daneben wälzt er noch immer weitgehende theoretische Gedanken in seinem Kopf herum, aber kommt nicht mehr zu ruhiger Ausarbeitung; ich freilich auch kaum.“⁶⁵³ Er ergänzte jedoch sofort, daß er ihm Unrecht getan habe, als er dachte, er sei ganz in industrielle Unternehmungen versunken, denn er sei voll von Spekulationen über die Urbeschaffenheit der Körper, denen man nur schwer folgen könne und wovon ihn keine Mahlzeit abhalte.⁶⁵⁴

5.3. Mathematik und Wirklichkeit

Kelvin hatte schon in jungen Jahren mathematische Studien durchgeführt. An George Boole (1815–1864) schickte er 1847 eine Arbeit, die er in symbolischer Weise geschrieben hatte und die auch an William Cayley (1821–1895) gehen sollte, die beide der britischen algebraischen Schule angehörten. Er wollte deren Meinung hören. Ihm war jedoch die Mathematik allein zu abstrakt. Er suchte nach ihrer physikalischen Relevanz. Das wurde deutlich, als er von Boole dessen Publikation „Mathematical analysis of Logic“ erhielt. Er meinte: „I hope I be able to read it carefully. The advocates of ‚symbolic algebra‘ must be delighted with such an unlooked for extension of the class of subjects, for laws [194] of symbolic operations.“⁶⁵⁵ 1851 drückte er gegenüber George Stokes seine Freude darüber aus, daß er dessen Arbeit publizieren könne, die nicht nur reine Mathematik enthalte.

Sicher ist es richtig, auf die enge **Verbindung von reiner und angewandter Mathematik** im 20. Jahrhundert hinzuweisen. Kelvin, Stokes, Boole u. a. werden dabei in eine Traditionslinie gestellt, für die eine Teilung in reine und angewandte Mathematik nicht existierte. „Gauß, der Princeps Mathematicorum, war auch der Princeps Calculatorum.“⁶⁵⁶ Trotzdem sind auch die Differenzen im mathematischen Herangehen an die Wirklichkeit zwischen Boole und Cayley auf der einen und Stokes und Kelvin auf der anderen Seite zu beachten. Was prinzipiell für die Mathematik gilt, deren theoretische Entwicklung oft lange darauf warten muß, bis die Praxis zur Theorie strebt, wie auch die Geschichte der Booleschen Algebra zeigt, ist auf die Arbeit der Mathematiker differenziert anzuwenden. Sie können mehr praktisch orientiert arbeiten oder sich mehr auf die Entwicklung neuer Theorien als

⁶⁴⁸ Thomson 69.

⁶⁴⁹ Walter Höflechner (Hrsg.), Ludwig Boltzmann. Leben und Briefe, vgl. FN 599, Teil I, S. 24.

⁶⁵⁰ Herbert Hörz/Andreas Laaß, Ludwig Boltzmanns Wege nach Berlin, vgl. FN 414, S. 43 ff.

⁶⁵¹ Walter Höflechner (Hrsg.), Ludwig Boltzmann, Leben und Briefe, vgl. FN 599, Teil II, S. 12.

⁶⁵² Friedrich Hefner von Alteneck (1845–1904) wirkte als Techniker von 1867–1890 in der Firma Siemens & Halske. Er bereicherte fast alle Bereiche der Elektrotechnik durch seine technischen Neuerungen. Physikalische Wirkprinzipien modifizierte er so, daß sie die praktisch zweckdienlichste Form erhielten. Er erfand auch eine Zeigerschreibmaschine, die unter dem Namen „Mignon“ serienmäßig produziert wurde. Als Jugendlerner habe ich selbst noch auf einer solchen Maschine geschrieben.

⁶⁵³ Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, Erster Band, vgl. FN 213, S. 277 f.

⁶⁵⁴ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, vgl. FN 4, S. 314.

⁶⁵⁵ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 189.

⁶⁵⁶ Hans Wussing, Wolfgang Arnold (Hrsg.), Biographien bedeutender Mathematiker, Berlin 1989, S. 531. – „Fürst der Mathematiker“, „Erster unter den Mathematikern“, „Fürst der Kalkulatoren“, „Erster unter den Kalkulatoren“

Denkmöglichkeiten für in sich konsistente formale Strukturen ideeller Systeme stürzen. In diesem Sinne war selbst Helmholtz noch mehr als Kelvin auf der mathematischen als auf der mathematisch-physikalischen Seite zu finden.

1864 schrieb Thomson an Helmholtz: „I shall not forget to return your Kirchof on Plates⁶⁵⁷ which has been very usefull to me. ... The full working out of the solution, too, for the circular plate, shows no small amount of courage, skill, and well spent labour. Oh that the Caylay's would devote what skill they have to such things instead of to pieces of algebra which possibly interest four people in the world certainly not more and possibly also only the one person who works. It is really too bad that they don't take their part in the advancement of the world and leave the labour of the mathematical solutions for people who would spend their time so much more usefully in experimenting.“⁶⁵⁸ Darin kommt deutlich seine Ansicht zum Ausdruck, daß es wichtiger wäre, die Mathematik zu nutzen, um praktische Ergebnisse zu erzielen. Es bedarf jedoch stets der Arbeit der vorwiegend reinen und vorwiegend angewandten Mathematiker, um die heuristische Rolle der Mathematik für [195] die praktisch verwertbaren naturwissenschaftlichen Resultate nutzen zu können.

Kirchhoff war für Thomson ein Beispiel dafür, wie eng mathematische Arbeit mit Experimenten zu verbinden ist, um zu verwertbaren Ergebnissen zu kommen. Als Kirchhoff 1861 zum Korrespondierenden Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften gewählt wurde, betonte Ernst Kummer (1810–1893) bei der Begründung als vorzüglichste Leistung von Kirchhoff, daß er die Theorie der Elastizität auf sichere Grundlagen zurückgeführt habe. Zwar hätten Dem. Sophie Germain (1776–1831)⁶⁵⁹ und Siméon Denis Poisson (1781–1840)⁶⁶⁰ solche Aufgaben behandelt, jedoch in unvollständiger und ungenügender Weise. Die Wertschätzung der Arbeit von Kirchhoff war dann auch Gegenstand des Wahlvorschlags für Kirchhoff zum Auswärtigen Mitglied der Berliner Akademie von 1870. In der von Wilhelm Borchardt (1817–1880) ausgearbeiteten Begründung wird dazu festgestellt: „Die Theorie der Elastizität verdankt ihm die Aufstellung der richtigen Fundamentalgleichungen für die elastischen Körper, deren Dimensionen nicht sämtlich als von endlicher Größe anzusehen sind. Für die Schwingungen der elastischen Scheiben hatten seine Vorgänger Poisson und Cauchy das Problem falsch in Gleichung gesetzt, sodaß es im Allgemeinen unmöglich war, den von ihnen verlangten Bedingungen zu genügen. Kirchhoff hat diesen Fehler zuerst erkannt und verbessert, unter Benutzung eines für die mathematische Physik wichtigen Princips, nämlich durch die Zurückführung des physikalischen Problems des Größten und Kleinsten also der Variationsrechnung. Als Beispiel für die Anwendung der von ihm berichtigten Gleichungen wählte Kirchhoff den Fall der Kreisscheibe. Dies einfachste Problem seiner Art, welches schon bedeutende analytische Schwierigkeiten bot, wurde von ihm vollständig und in eleganter Form gelöst.“⁶⁶¹ Man kann so zwar allgemein die Trennung von reiner und angewandter Mathematik ablehnen, dennoch bleibt die Orientierung von Mathematikern auf mehr praktische und mehr prinzipielle Probleme erhalten. Das kann der Mathematik in ihrer Entwicklung nur gut tun.

Wichtig ist die **Darstellungsfunktion** der Mathematik als Grundlage der heuristischen Wirkung. Helmholtz betonte in seiner Auseinandersetzung mit Goethe, daß die Physik die Wahrnehmung verlassen [196] müsse, um Begriffe bilden zu können, mit denen die Kräfte oder Gesetze erfaßt werden, die die Naturprozesse erst erklären. „Denn eine Naturerscheinung ist physikalisch erst dann vollständig erklärt, wenn man sie bis auf die letzten ihr zu Grunde liegenden und in ihr wirksamen Naturkräfte zurückgeführt hat.“⁶⁶² Die Naturgesetze selbst versuchten Helmholtz und Kelvin mathematisch zu formulieren, wenn sie in den empirischen Befunden Regularitäten erkannt hatten. Sie nutzten die

⁶⁵⁷ Gustav Robert Kirchhoff, Ueber die Schwingungen einer kreisförmigen elastischen Scheibe, Poggendorffs Annalen 81 (1850), S. 258–264.

⁶⁵⁸ Thomson 24.

⁶⁵⁹ Sophie Germain, Recherches sur la theorie des surfaces élastiques, Paris 1821.

⁶⁶⁰ Siméon Denis Poisson, Mémoire sur les surfaces élastiques, Mem. Inst. (Paris) 13 (1812).

⁶⁶¹ Physiker über Physiker I, vgl. FN 595, S. 77.

⁶⁶² Hermann von Helmholtz, Ueber Goethe's naturwissenschaftliche Arbeiten, in: Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Erster Band, vgl. FN 63, S. 40.

mathematischen Theorien in ihren logischen Konsequenzen so aus, daß sie aus Sachverhalten, die von ihnen mathematisch dargestellt wurden, weitere Folgerungen ableiteten, die es dann empirisch zu überprüfen galt.

Die **mathematische Denkweise** ist mehr als Rechnen. Unterscheidet man mit Heisenberg in der Mathematik zwischen dem mathematischen Handwerk und der Mathematik in ihrer reinsten Form, „so wie sie sich etwa in der Theorie der Symmetrien und der ganzen Zahlen offenbart“⁶⁶³, dann beherrschten Helmholtz und Kelvin ausgezeichnet das mathematische Handwerk und waren tiefe Denker auf dem Gebiet der reinen Mathematik. Sie konstruierten eine mathematisch erfaßte und damit erklärte Natur, machten sich, zwar auf unterschiedliche Weise, Gedanken über das Verhältnis von Mathematik und Wirklichkeit und überprüften empirisch ihre logischen Konstruktionen. Darin drückte sich für beide Naturforscher ihr Verständnis von Naturerklärung aus.

Helmholtz wollte auf der Naturforscherversammlung 1894 in Wien vom Wert der Substanzen reden. Durch seinen Tod war das nicht mehr möglich. In seiner unvollendeten Rede faßte er den Substanzgedanken weiter, als es mit der Vorstellung materieller Stoffe geschieht. Substanz sei das, was in den Erscheinungen konstant bleibe, eben das **Wesen** der Dinge. Wenn wir das Wesen eines Systems als die Gesamtheit der relativ invarianten inneren Beziehungen betrachten, dann ergeben sich für die Wechselwirkung des Systems wesentliche und unwesentliche Beziehungen, die zu dieser Gesamtheit gehören. Wesentlich ist alles das, was die Grundqualität des Systems mehr oder weniger verändert oder gar zerstört. Qualität ist dabei als die Gesamtheit der notwendigen und zufälligen, wesentlichen und unwesentlichen Beziehungen des Systems in [197] einem bestimmten Zeitintervall, im Unterschied zu anderen Systemen, zu bestimmen. Wenn wir zwischen der Systemstruktur als Gesamtheit aller Beziehungen und den Systemgesetzen als den allgemein-notwendigen, d. h. reproduzierbaren, und wesentlichen, d. h. den Charakter des Systems bestimmenden Beziehungen, unterscheiden, dann orientierten die Überlegungen von Helmholtz auf die Suche nach den Gesetzen, oder wie er es ausdrückte, nach den Substanzen als den unveränderlichen Bewegungsgrößen. Das sind die Naturkonstanten.

Solche unveränderlichen Bewegungsgrößen, wie die Energieerhaltung und andere Konstanten, gebe es viele. Ihre „Zahl ist so gross, dass das Menschengeschlecht schwerlich je mit ihrer Erkenntnis und Zählung wird fertig werden können.“⁶⁶⁴ Der riesige Umfang des wissenschaftlichen Materials könne jedoch mit diesen Größen geordnet werden, „damit man sich nicht im Labyrinth der Gelehrsamkeit hoffnungslos verlaufe. Je besser die Ordnung und Systematisierung ist, desto grösser kann auch die Anhäufung der Einzelheiten werden, ohne dass der Zusammenhang leidet.“⁶⁶⁵ Diese Ordnung erfolge durch Begriffsbildung und die Suche nach Gesetzen. „Indem wir also die Thatsachen der Erfahrung denkend zusammenfassen und Begriffe bilden, seien es nun Gattungsbegriffe oder Gesetze, so bringen wir unser Wissen nicht nur in eine Form, in der es leicht zu handhaben und aufzubewahren ist, sondern wir erweitern es auch, da wir die gefundenen Regeln und Gesetze auch auf alle ähnlichen künftig noch aufzufindenden Fälle auszudehnen berechtigt sind.“⁶⁶⁶ Diese Gesetze und Prinzipien sind in der Regel mathematisch formuliert. Mit den Arbeiten zur Erhaltung der Kraft und zum Prinzip der kleinsten Wirkung bemühte sich Helmholtz, weitere mathematisch faßbare Zusammenhänge zwischen den mathematisch formulierten Naturgesetzen und den Konstanten als den wesentlichen Substanzen aufzudecken.

Das Problem der **Naturerklärung** beschäftigte Helmholtz immer wieder. In seiner am 11.6.1892 gehaltenen Rede vor der Generalversammlung der Goethe-Gesellschaft in Weimar über die naturwissenschaftlichen Leistungen Goethes berief er sich auf dessen Suche nach dem Urphänomen. Er zitierte die Auffassung von Kirchhoff, daß die Mechanik die in der Natur vorgehenden Bewegungen

⁶⁶³ Werner Heisenberg, Die Goethesche und die Newtonsche Farbenlehre im Lichte der modernen Physik, in: Werner Heisenberg, Gesammelte Werke, herausgegeben von W. Blum, H.-P. Dürr, H. Rechenberg, Abt. C: Allgemeinverständliche Schriften, Band I, Physik und Erkenntnis 1927–1955, München, Zürich 1984, S. 150.

⁶⁶⁴ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Dritter Band, vgl. FN 14, S. 132 f.

⁶⁶⁵ Hermann von Helmholtz, Über das Verhältnis der Naturwissenschaften zur Gesamtheit der Wissenschaften, in: Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Erster Band, vgl. FN 63, S. 168.

⁶⁶⁶ Ebd., S. 170.

vollständig und [198] auf die einfachste Weise zu beschreiben habe und meinte: „Was Kirchhoff hier unter der ‚einfachsten Weise‘ der Beschreibung versteht, dürfte meines Erachtens nicht weit von dem Goethe’schen Urphänomen abliegen.“⁶⁶⁷ In Schillers Worten „Der Weise sieht das vertraute Gesetz in des Zufalls grausenden Wundern, suchet den ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht“ aus dem Gedicht „Der Spaziergang“ sah Helmholtz die Einsicht in das Gesetz. „Das Naturgesetz hat nun freilich noch eine andere Bedeutung uns Menschen gegenüber; es ist nicht nur ein Leitfaden für unseren beobachtenden Verstand; es beherrscht auch den Ablauf aller Vorgänge in der Natur, ohne dass wir darauf zu achten, es zu wünschen oder zu wollen brauchen, ja leider oft genug auch gegen unser Wünschen und Wollen.“⁶⁶⁸ Einsicht in die objektiven, vom Wünschen und Wollen der Menschen unabhängigen, Naturgesetze und ihre mathematische Formulierung war für Helmholtz das Wesen der Naturerklärung.

Dabei kann die Rückführung der Vielfalt der Erscheinungen entweder auf wenige oder ein Grundprinzip erfolgen. Das führt zur Suche der mathematischen Physiker nach der **Weltformel**. Man kann jedoch auch die Substanzen selbst suchen, weshalb Hochenergiephysiker sich mit den stofflich-energetischen Grundbestandteilen der Naturphänomene befassen. Es geht um die Frage von Schiller und Helmholtz nach dem Bleibenden in der Erscheinungen Flucht. Die Lösung kann entweder in einem stofflich-energetischen Urphänomen (Goethe) oder in einer gesetzmäßigen Struktur bestehen, wie den Symmetrieprinzipien, also informationell sein. Manche Naturforscher wechseln zwischen der stofflich-energetischen und der strukturell-informationellen Betrachtung. Ziel der Naturforschung ist es, in beiden Richtungen weiter zu forschen und eventuell einen Zusammenhang zwischen beiden aufzudecken.⁶⁶⁹ Das Wesen der Dinge ist nie allein in der Mathematik oder allein in einer Ursubstanz zu fassen. Jede mathematische Gleichung bedarf der Transformationsregeln, um zu beobachtbaren Ereignissen zu kommen. Jede Ursubstanz ist dabei nicht nur Ausdruck wesentlicher, in der Mathematik erfaßbarer Strukturen, sondern auch in der Wechselwirkung mit anderen Substanzen zu fassen, was zur Vielfalt der Naturphänomene führt.

[199] Mit der prinzipiellen Auffassung von Helmholtz zur Rolle der Mathematik bei der **Ordnung der Wirklichkeit** stimmte Kelvin voll überein. Er hatte nicht nur sehr früh mit dem Studium begonnen, sondern publizierte auch in jungen Jahren wichtige wissenschaftliche Ergebnisse auf mathematischem Gebiet. So verteidigte er mit 16 Jahren in seiner ersten wissenschaftlichen Arbeit die Fourier-Analyse gegen ungerechtfertigte Angriffe.⁶⁷⁰ In dieser Veröffentlichung zeigte sich schon sein mathematisches Interesse an grundsätzlichen Fragen. Seine Forschungen führten ihn später zu den zwei Hauptsätzen der Thermodynamik und zur Festlegung einer absoluten Temperaturskala. Damit folgte er der prinzipiellen Idee, den ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht durch Einsicht in die grundlegenden Prinzipien und Gesetze des Naturgeschehens zu finden.

Die mit der Haltung zur Rolle der Mathematik bei der Ordnung der Wirklichkeit verbundene Frage nach den Beziehungen zwischen Mathematik und Wirklichkeit führte jedoch zu gewissen **Unterschieden** in den Auffassungen der beiden mathematisch gleich versierten Wissenschaftler. Schon mit seinen Arbeiten zur Wirbelbewegung der Atome hatte Thomson versucht, die Atome besser anschaulich begreifen zu können. Mathematische Formen bedurften nach seiner Meinung der anschaulichen Interpretation. So setzte er sich mit den Arbeiten von Helmholtz zu tropfbaren Flüssigkeiten auseinander und dachte dabei tiefer über den Zusammenhang von mathematischer Theorie und physikalischer Wirklichkeit nach. Ihm ging es in der konkreten Diskussion um den physikalischen Inhalt der von Helmholtz beschriebenen Erscheinungen, wenn er dazu bemerkte: „I still believe that the true physical explanation of the phenomena to which your theory is applicable, is in the intense friction in the neighborhood of the edge. The motion that your analysis expresses in one case, and that you describe generally, could not originate in a perfect liquid (i. e. frictionless homogeneous incompressible fluid)

⁶⁶⁷ Hermann von Helmholtz, Goethe’s Vorahnungen kommender naturwissenschaftlicher Ideen, in: Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Zweiter Band, vgl. FN 129, S. 352.

⁶⁶⁸ Ebd., S. 353 f.

⁶⁶⁹ Vgl. Abschn. 6.2.

⁶⁷⁰ W. Thomson, On Fourier’s expansions of functions in trigonometrical series, vgl. FN 291.

initially at rest: and if a perfect liquid were given in such a state of motion this motion could not be stable (this easily enough proved decisively, and clearly as to consequences of the instability).“⁶⁷¹

Helmholtz hatte sich mit der Auffassung von Thomson auseinandergesetzt, „dass ein Körper, welcher in einer nicht reibenden Flüssigkeit [200] nahe einer senkrechten Wand fällt, von dieser angezogen wird und zu ihr hineilt.“⁶⁷² Er hatte dagegen festgestellt, daß kleine Körperchen immer zur Mitte des Stromes streben. Nun befaßte er sich intensiv mit der mathematischen Darstellung der Problematik und stellte Sätze auf, mit denen er hoffte, „die Abweichungen vom Thomson’schen Gesetz unter der Annahme kleiner Geschwindigkeiten erklären zu können, musste sich aber davon überzeugen, dass erst noch ähnliche Sätze aufgestellt werden müssen, für welche die quadratischen Glieder der Geschwindigkeiten nicht vernachlässigt werden.“⁶⁷³ Mathematik war für Thomson und Helmholtz Widerspiegelung realer Strukturen, Darstellungsmittel empirischer Befunde und theoretischer Konsequenzen sowie heuristische Suche nach neuen Beziehungen und Gesetzen.

Auf die Unterschiede in den Auffassungen zur Rolle der Mathematik in der Naturerklärung bei beiden ging Helmholtz im Vorwort von 1894 zu den Prinzipien der Mechanik von Heinrich Hertz ein. Er bemerkte dort generell zu den Bestrebungen von Hertz, Maxwell und Thomson, die mathematische Theorien durch **physikalische Inhalte** zu erklären versuchten, diese Physiker „haben sich offenbar durch ähnliche Erklärungen besser befriedigt gefühlt, als durch die bloße allgemeinste Darstellung der Thatsachen und ihrer Gesetze, wie sie durch die Systeme der Differentialgleichungen der Physik gegeben wird. Ich muss gestehen, dass ich selbst bisher an dieser letzteren Art der Darstellung festgehalten, und mich dadurch am besten gesichert fühlte; doch möchte ich gegen den Weg, den so hervorragende Physiker, wie die drei genannten eingeschlagen haben, keine prinzipiellen Einwendungen erheben.“⁶⁷⁴

Mathematik kann man als Wissenschaft von möglichen formalisierbaren Strukturen ideeller Systeme fassen.⁶⁷⁵ Sie ist Widerspiegelung von Sachverhalten, Darstellung von Zusammenhängen im Sinne der Beschreibung von bisher gewonnenen Einsichten und Heuristik bei der Suche nach physikalischen Gehalten logischer Formen. Während Helmholtz die mathematische Darstellung im Sinne der Heuristik zu weiteren Deduktionen nutzte, die dann empirisch überprüft wurden, suchte Kelvin hinter den mathematischen Formen die anschaulich faßbare physikalische Erklärung. Mathematik war für ihn nicht nur Heuristik zur Suche neuer theoretischer und empirischer Beziehungen zwischen [201] Sachverhalten, sondern zugleich Aufforderung, tiefer über die Naturphänomene und ihre Mechanismen nachzudenken. Was für Helmholtz der Endpunkt der Naturerklärung war, die mathematische Theorie des empirisch und theoretisch untersuchten Gegenstandes, rief bei Kelvin und anderen Wissenschaftlern weitere Fragen nach der physikalischen Bedeutung der mathematischen Funktionen hervor. Kelvin problematisierte so an bestimmten Beispielen, wie den tropfbaren Flüssigkeiten, eine Überschätzung der Mathematik durch Helmholtz, der an die Stelle realer Körper und Prozesse idealisierte setze und dadurch zu Ergebnissen komme, die real kaum erreichbar seien.

Die differierenden Standpunkte beziehen sich also vor allem auf die Veranschaulichung mathematischer Denkformen, was jedoch Auswirkungen auf die Idealisierung der Naturphänomene hat, die nach Kelvin nicht zu weit getrieben werden darf, um die Ergebnisse der Theorie im Einklang mit der Wirklichkeit zu halten. Das ist wiederum mit der Realisierung der idealisierten Phänomene verbunden. Eine mathematische Theorie muß physikalische Randbedingungen beachten. In seiner Vorrede zur deutschen Übersetzung des Handbuchs der Theoretischen Physik von Thomson und Tait hatte Helmholtz betont: „Das Werk arbeitet auf eine möglichst allseitige und eindringende Einsicht in die Wechselbeziehungen der Naturkräfte hin, wobei es wesentlich die Hervorhebung des physikalischen Zusammenhangs im Gegensatz zu der Eleganz der mathematischen Methoden bevorzugt. Wird die

⁶⁷¹ Thomson 32.

⁶⁷² Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz. Zweiter Band, vgl. FN 4, S. 123.

⁶⁷³ Ebd., S. 125.

⁶⁷⁴ Hermann von Helmholtz, Heinrich Hertz, in: Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Zweiter Band, vgl. FN 129, S. 377.

⁶⁷⁵ Herbert Hörz, Wissenschaft als Prozeß, vgl. FN 114, S. 246 ff.

Wissenschaft einst vollendet sein, so werden die physikalische und die mathematische Konsequenz vielleicht zusammenfallen.“⁶⁷⁶

Kann es dieses Zusammenfallen überhaupt geben? In bestimmten Fällen sicher. Generell gibt es jedoch zwei Schwierigkeiten. Erstens ist die Unerschöpflichkeit der Materiearten und -formen zu beachten, die mit zwar sich erweiternden doch immer begrenzten Erkenntnismitteln zu erfassen ist und deshalb nie vollständig sein kann. Wissenschaft ist deshalb nicht, wie Helmholtz vom Standpunkt der klassischen Mechanik her dachte, zu vollenden. Sie wird durch neue Erkenntnisse wieder neue Fragen stellen und auf neue Bereiche der Forschung an den Grenzen der Naturkonstanten aufmerksam machen. Zweitens sind die mathematischen Formen als Denkmöglichkeiten potentiell umfassender als die Physik an Kenntnissen über reale Strukturen zur mathematischen Darstellung bereit stellen kann. Die Mathematisierung der Wissenschaft-[202]ten dringt in alle Bereiche des Erkennens vor. Sie liefert damit ein Potential, das durch die Physik unter wieder neu auszuschöpfen ist.

Die **Anschaulichkeit von Theorien** ist selbst ein Problem. Helmholtz wollte Kelvins Linie, Mathematik physikalisch zu veranschaulichen, nicht einfach zurückweisen, teilte sie jedoch selbst nicht. Deshalb bemerkte er zur Auffassung, die das Buch von Thomson und Tait prägte, daß die Verfasser sich bemüht hätten, „wo es anging, mathematische Methoden zu gebrauchen und Begriffe einzuführen, welche einer Anschauung fähig sind. Eine solche sich herauszuarbeiten, ist im Anfang allerdings oft schwerer, als den gegebenen analytischen Methoden in der Rechnung einfach zu folgen; aber es bleibt durch die dabei gewonnene grössere Uebersichtlichkeit des Verfahrens auch ein dauernder Gewinn bestehen.“⁶⁷⁷ In Gedanken kann man hinzufügen, daß Helmholtz die andere Methode vorzog, der mathematischen Rechnung einfach zu folgen, ohne sich um die Veranschaulichung der mathematischen Beziehungen viel Gedanken zu machen. Er sah Kelvins Haltung zur Mathematik als möglich an, bevorzugte jedoch selbst eine andere. Bei der Anerkennung der praktischen Erfolge der Mathematik waren sich beide jedoch einig.

Anschaulichkeit ist selbst ein historisches Phänomen. Wir nehmen immer benannte Gegenstände wahr. In den Namen ist unser begrifflich formuliertes Wissen über diese Wahrnehmungen enthalten. Fassen wir Anschaulichkeit als die Hervorhebung des Wesens in unseren sinnlichen Eindrücken, dann geht immer unsere derzeitige Kenntnis in das ein, was wir als anschaulich fassen. Dabei spielt auch die bisher vermittelte Erfahrung eine Rolle. So lernen wir erst nach und nach, daß die Anschaulichkeit des Euklidischen Raums mit rechtwinkligem Koordinatensystem selbst eine Idealisierung ist. Die Erfahrung vermittelt uns gekrümmte Räume, wie sie Nicht-Euklidische Geometrien erfassen, weshalb Helmholtz sie als auf der Erfahrung gegründet ansah. Es ist also sowohl die historische Komponente der Anschaulichkeit als auch der Stand des Wissens um die veranschaulichten Beziehungen zu beachten.

Was begründet die **Erfolge der Mathematik**? Diese Frage ist auch gegenwärtig nicht eindeutig zu beantworten. Man kann jedoch drei Annahmen diskutieren: a) Die Ordnung der Welt ist mathematisch; b) Unsere Denkstrukturen sind mathematisch; c) Mathematik liefert praktisch überprüfte und dabei korrigierte Darstellungsformen mit [203] heuristischem Charakter. Eine mathematische Ordnung der Welt nahmen Kelvin und Helmholtz nicht an. Dieser hob bei der Diskussion nun die geometrischen Axiome mögliche unterschiedliche Denkstrukturen hervor, die zur Darstellung empirisch gefundener geometrischer Beziehungen in Nicht-Euklidischen Geometrien genutzt werden können. Er bemerkte: „Dass die physische Geometrie und die transcendente nicht nothwendig übereinstimmen brauchen, geht daraus hervor, dass wir sie uns thatsächlich als nicht übereinstimmend vorstellen können.“⁶⁷⁸ Diese Auffassung von den möglichen unterschiedlichen mathematischen Strukturen, in denen wirkliche Strukturen darzustellen sind, brachte Kritik hervor.

Der russische Autor Nikolai Gawrilowitsch Tschernyschewski (1828–1889) machte sich über Helmholtz lustig, da mit den neuen Geometrien nur neue Wortgebilde geschaffen würden. Die Überlegungen

⁶⁷⁶ William Thomson und Peter Guthrie Tait, Handbuch der Theoretischen Physik, vgl. FN 85, S. XI.

⁶⁷⁷ Ebd., S. XII.

⁶⁷⁸ Hermann von Helmholtz, Beilagen zu dem Vortrag „Die Thatsachen in der Wahrnehmung“, in: Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Zweiter Band. vgl. FN 129, S. 398.

von Helmholtz über zweidimensionale Wesen auf einer Kugeloberfläche waren für Tschernyschewski „eine dumme Ungereimtheit“. Er meinte, das „Geschwätz darf sich höchstens ein kleines Kind erlauben, das eben anfängt, die elementare Geometrie zu studieren“ und deshalb Oberfläche und Körper verwechsle.⁶⁷⁹ Gedankenexperimente mit zweidimensionalen Räumen, dargestellt durch die Kugeloberfläche, zur Erläuterung der Kugelgeometrie, lehnte er aus philosophischen Gründen ab, da es in der Wirklichkeit keine zweidimensionalen Räume gebe. Mathematische Strukturen sind jedoch nicht einfach auf wirkliche Strukturen isomorpher Abbildung zurückzuführen. Kelvin erkannte das Problem und verwies auf die erst noch zu findende physikalische Bedeutung der mathematischen Funktionen.

Der Zusammenhang zwischen **Denkmöglichkeit und Wirklichkeit** ist generell komplizierter als es das Bild von der einfachen Widerspiegelung realer in mathematischen Strukturen vermitteln könnte. In der Unerschöpflichkeit materieller Strukturen kann sich in bisher ungekannten Räumen und nicht vorhersehbaren Zeiten jede denkmögliche Struktur realisieren. Deshalb ist jeder Widerspruch zwischen Denkmöglichkeiten und bisherigen Erfahrungen dahingehend zu prüfen, ob die Denkmöglichkeit Naturgesetze verletzt, was zur Formulierung neuer Gesetze führen könnte, die empirisch zu fundieren sind. Insofern kann [204] auch jede mathematische Struktur als Denkmöglichkeit im unerschöpflichen wirklichen Prozeß einen Inhalt finden, der dann als mathematische Darstellung wirklicher Strukturen neue Erkenntnisse über die wirkliche Ordnung der Welt enthält. Jedoch führt nicht jede Denkmöglichkeit, die sich aus der Analyse realer Prozesse ergibt, zu neuen Einsichten in die für konkrete Menschen faßbaren raum-zeitlich bedingten Strukturen.

Die Position, daß unsere **Denkstrukturen** mathematisch sind, weshalb wir die Welt als erkennende Subjekte gezwungen mathematisieren, ist schwer zu beweisen und kaum zu widerlegen. Wir ordnen die Welt mit den von uns gefundenen mathematischen Strukturen. Da es sich um Denkmöglichkeiten handelt, muß die Struktur unseres Denkvermögens sie erst einmal zulassen. Wir könnten deshalb die Mathematik als die verschärfte Begriffsbildung verstehen, die unseren Neuronennetzen entspricht. Dabei gerät man dann in einen Zirkelschluß, wenn wir unsere Erkenntnisse über die materiellen Grundlagen der Denkstrukturen mathematisieren, um daraus zu schließen, daß sie selbst die mathematische Ordnung seien. Dieser Schluß kann nur umgangen werden, wenn die Mechanismen des Denkens in ihren materiellen Strukturen direkt oder indirekt experimentell untersucht sind und die Interpretation der Ergebnisse unvoreingenommen von verschiedenen Positionen her erfolgt.

Kelvin und Helmholtz vertraten eine Haltung, die der genannten dritten Erklärung entspräche, und die sich bisher immer als wissenschaftlich relevant erwies, nach der die Mathematik praktisch überprüfte und durch Erfahrung korrigierte **Darstellungsformen** mit heuristischem Charakter liefert. Jede materielle und ideelle Struktur ist mathematisierbar (Potentialität der Wirklichkeit), wobei die Mittel geschaffen werden müssen (Potentialität des Denkens), was die Realisierung der Potenzen durch praktische und theoretische Auseinandersetzung ermöglicht. Während Helmholtz mit der mathematischen Widerspiegelung von Sachverhalten die Erklärung der Natur in diesem Bereich als erreicht ansah, wollte Kelvin von der mathematischen Theorie noch einmal den Weg zur anschaulichen Vorstellung gehen, um die Mathematik selbst wieder in Termini der Wirklichkeitserfassung zu erklären. Anschaulichkeit ist eben nicht einfach auf Sinnlichkeit zu reduzieren, sondern man kann sie, auch in Hinblick auf die Diskussionen um die Anschaulichkeit in der Quantentheorie, so fassen: Anschaulichkeit ist [205] die Einheit von Wesen und Erscheinung in der sinnlichen Erkenntnis unter Hervorhebung des Wesens oder wesentlicher Seiten.⁶⁸⁰

Kelvin verband die Suche nach anschaulichen Gehalten der Mathematik in der Physik mit der Frage nach der physikalischen Bedeutung mathematischer Formen. Helmholtz setzte mit den gefundenen mathematischen Formen den Schlußpunkt unter sein Erklärungsstreben. Mathematik ist für beide nur relativ a priori, da sie mit der a posteriori feststellbaren Bedeutung der Denkformen verbunden ist,

⁶⁷⁹ [Nikolai Gawrilowitsch Tschernyschewski, Ausgewählte Philosophische Schriften, Moskau 1953](#), S. 671.

⁶⁸⁰ Herbert Hörz, Zur Anschaulichkeit in der Quantentheorie, in: Herbert Hörz und Rolf Löther (Hrsg.), Natur und Erkenntnis, Berlin 1964, S. 77.

die selbst als in sich konsistente und widerspruchsfreie Denkmöglichkeiten nach angebbaren Schlußregeln abgeleitet wurden. Mathematik ist deshalb verwertbare Denkform für die Widerspiegelung, Darstellung und heuristische Suche wirklicher Strukturen. Das Verhältnis von Mathematik und Wirklichkeit umfaßt sowohl die empiristische Komponente von Helmholtz, die sich auf die Einheit von empirischer Induktion und theoretischer Deduktion gründet, als auch den rationalen Sensualismus von Kelvin, der mathematische Formen in ihrer physikalischen Bedeutung begreifen will.

Zöllner, der Thomson, Helmholtz und Tyndall vorwarf, immer das lobend hervorzuheben, was der andere behauptete, kritisierte die Feststellung, daß Thomson Analogien zwischen Wärme und Attraktion feststellte und meinte: „Derartige Analogien sollen nun auch auf das Gebiet der Electricität übertragen werden und hierin liegt der Ausgangspunkt all der Irrthümer, zum welchen eine 20jährige Verfolgung dieses Wegs geführt hat. Während man sich beim Betreten desselben noch bewusst war, dass man nur mit mathematischen Analogien operire, hatte man dies im ferneren Verlaufe vergessen und war nun bestrebt, jenen mathematischen Symbolen für die Existenz rein formaler Analogien eine reale Bedeutung zu geben. Verblendet von dieser irrthümlichen Ueberzeugung hatte man geglaubt, in Faraday's Anschauungen die Realisirung dieser Symbole zu finden.“⁶⁸¹ Sicher ist die Kritik richtig, formale und mathematische Analogien nicht zu überschätzen. Die Grenze jeder Analogie liegt in den Systemgesetzen. Zugleich darf jedoch die heuristische Bedeutung von Analogien nicht unterschätzt werden. Sie regen an, formale Gleichheit auf ihren inhaltlichen Gehalt zu prüfen. Während es Zöllner nur darum ging, den Interpretationsspielraum für die Webersche Fernwirkungstheorie in den mathematischen Gleichungen von [206] Maxwell zu erhalten, wollten Helmholtz und Thomson die thermischen und elektromagnetischen Erscheinungen auch in ihren inhaltlichen Mechanismen genauer erfassen. Tatsächlich sind Analogien noch keine Beweise, jedoch kann jede heuristische Analogie durch weitere Belege bestätigt oder widerlegt werden.

Zöllner unterschob Helmholtz, er habe Widersprüche zwischen dem Weberschen Gesetz und den Prinzipien der Mechanik nur deshalb gefunden, weil er mit gleichen Worten verschiedene **Begriffe** bezeichne. „Die Mathematik bedient sich bei ihrer Anwendung auf die Physik anstatt der Worte gewisser Zeichen als Symbole für die Abkürzung von Operationen des Vorstellens und Denkens. Ebenso wie nun bei den begrifflichen Operationen mit Worten dasselbe Wort stets denselben Begriff bezeichnen muß, wenn die Resultate der formalen Combination der Lautzeichen eine Wahrheit oder Realität enthalten sollen, ebenso muss auch bei mathematischen Operationen mit Formeln den gleichen Zeichen stets dieselbe Bedeutung beigelegt werden. Geschieht dies nicht, so verwandeln sich die mathematischen Operationen in einen begrifflosen Formalismus des Calcüls, der nothwendig zu sinnlosen Resultaten führen muss.“⁶⁸² Das ist bedenkenswert. Jedoch wird nicht berücksichtigt, daß Begriffe als Zusammenfassung von Erfahrungen mit der Zeit einem Bedeutungswandel unterliegen, der sich auch in den Wörtern als den Bezeichnungen von Begriffen feststellen läßt. Denken wir an die Bedeutungsverschiebung des Atoms vom kleinsten unteilbaren Teilchen bis zum Grundstoff chemischer Reaktionen, der eine innere Struktur besitzt und dessen Teilchen selbst wieder teilbar sind.⁶⁸³ Es ist also mit Zöllner zwar übereinzustimmen, daß Worte eindeutig in einem bestimmten Diskurs zu benutzen sind, was ihre Bedeutungsverschiebung nicht aufhebt, zugleich ist jedoch für die Mathematik festzustellen, daß Strukturgleichheiten keineswegs inhaltliche Gleichheit in bezug auf die stofflich-energetischen oder strukturell-inhaltlichen Prozesse bedeutet. Deshalb ist es sehr wohl möglich, mathematische Symbole inhaltlich unterschiedlich zu interpretieren und daraus deduktiv Folgerungen zu ziehen, die dann experimentell zu prüfen sind.

Gerade weil die Mathematik mit den formalisierbaren Strukturen ideeller Systeme sowohl Denkmöglichkeiten produziert, als auch Darstellungsformen für wirkliche Prozesse aus der verallgemeinerten Erfahrung entwickelt, kann sie alle Bereiche der Wirklichkeit und die des [207] Erkennens und Handelns der Menschen theoretisch erfassen, in sich konsistent darstellen und heuristisch wirksam sein.

⁶⁸¹ Friedrich Zöllner, Wissenschaftliche Abhandlungen, Erster Band, vgl. FN 132, S. 145.

⁶⁸² Ebd., S. 149.

⁶⁸³ [Herbert Hörz, Materiestruktur, Berlin 1971](#), S. 139 ff.

5.4. Meteorologie und Geologie als Forschungsfelder

Helmholtz und Kelvin waren in der Lage, auf Grund der Einsicht in die prinzipiellen Grundlagen der Naturforschung und ihrer spezifischen thermodynamischen und elektromagnetischen Forschungen, auch auf anderen Gebieten wesentliche Erkenntnisse zu erreichen. Das gilt für die hier darzulegenden Beiträge von Helmholtz zur Meteorologie⁶⁸⁴ und die Forderung von Kelvin nach einer Reform des geologischen Denkens, das gegen physikalische Prinzipien verstoße. Die Heuristik der Naturphilosophie brachte sie dazu, auf bestimmten Gebieten erworbene prinzipielle Einsichten in anderen Bereichen zu testen. Beide entwickelten ihre Fähigkeiten dazu immer weiter. Sie lauschten der Natur ihre Geheimnisse ab oder zwangen sie im Experiment, auf ihre Fragen zu antworten. Kelvin liebte die Natur, wie seine Nichte bemerkte, nicht wie ein Künstler. „The sky was to him a lesson book, and the roar of the sea and the murmuring ripple of the Highland burn told him their secrets of motion and wave, while the mountains spoke of the age of the earth and past upheavals.“⁶⁸⁵

Die wissenschaftliche Laufbahn von Helmholtz zeigt dessen Multitalent und die Fähigkeit, sich in Grundlagen verschiedenster Gebiete einzuarbeiten. Das galt auch für die **Meteorologie**. Sein Freund Emil du Bois-Reymond stellte fest: „Zu den Überraschungen, welche man beim Durchmustern der Helmholtzschen Arbeiten erfährt, gehört es wohl, daß man den Mathematiker und Experimentator, den wir bisher in ihm kennen gelernt haben, plötzlich der geographischen Physik und der Meteorologie mit gleicher Liebe und Meisterschaft sich zuwenden sieht.“⁶⁸⁶

Helmholtz hatte sich immer wieder mit meteorologischen Fragen beschäftigt und sich dabei vor allem um die mathematisch-physikalische Fundierung der Meteorologie verdient gemacht. Als ausgezeichnete Beobachter, hervorragender Experimentator und begabter Theoretiker nutzte er selbst seine zur Erholung gedachten Wanderungen ins [208] Gebirge, um sich mit Problemen des Wetters wissenschaftlich zu befassen. So berichtete er am 22.10.1886 vor der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin über seine Wetterbeobachtungen. „An einem Tage der ersten Hälfte des Septembers d. J. war vom Rigi aus nach dem Jura hin morgens klare Aussicht. In etwas geringerer Höhe, als die der Aussichtsstelle, nämlich des Känzli am Rigi, war die obere ganz regelmässig horizontale Grenze einer trüberen und schwereren Luftschicht, welche Grenze durch eine dünne Schicht von Wölkchen angezeigt war, die schmalstreifig von Nord nach Süd zogen, und die ersten durch Störung und Aufrollung der Grenzfläche beider Schichten entstehenden Wirbel anzeigten.“⁶⁸⁷ Dann schilderte er kurz die weitere Entwicklung der Wolkenbildung und das Entstehen eines Gewitters.

Die meteorologischen Aktivitäten von Helmholtz begannen jedoch schon früher. In Heidelberg und Frankfurt a. M. hielt er 1865 eine Vorlesung zum Thema „Eis und Gletscher“⁶⁸⁸, in der er sich mit dem **Föhn** befaßte. „In diesen knappen Bemerkungen ist unter expliziter Erwähnung des ‚Föhnwindes‘ tatsächlich der heute als Föhnprinzip bekannte thermodynamische Prozeß umrissen, allerdings recht skizzenhaft und unvollständig – so fehlt jeglicher Hinweis auf die so charakteristische Trockenheit des Föhns in den Tälern.“⁶⁸⁹ Diese Leistung von Helmholtz wirkte sich jedoch auf die Entwicklung der Meteorologie kaum aus. Ausführlich entwickelte einige Jahre später der österreichische Meteorologe Julius von Hann (1839–1921) das Föhnprinzip. Helmholtz beschäftigte sich dann später noch intensiver mit der Meteorologie oder der **Physik der Atmosphäre**. „Umfangreicher, gewichtiger und in mancher Hinsicht bis in die Gegenwart fortwirkend sind Helmholtz’ Beiträge zur Dynamik der Atmosphäre.“⁶⁹⁰

⁶⁸⁴ Herbert Hörz, Helmholtz und die Meteorologie – Bemerkungen zu Briefen von Meteorologen, Wissenschaftshistorische Manuskripte, Heft 14, BBAW, Berlin 1997.

⁶⁸⁵ Agnes Gardner King, Kelvin the Man, vgl. FN 19, p. 102.

⁶⁸⁶ Emil du Bois, Gedächtnisrede auf Hermann von Helmholtz, vgl. FN 280, S. 89.

⁶⁸⁷ Hermann von Helmholtz, Wolken- und Gewitterbildung, in: Hermann von Helmholtz, Wissenschaftliche Abhandlungen, Dritter Band, Leipzig 1895, S. 287.

⁶⁸⁸ Hermann von Helmholtz, Eis und Gletscher, in: Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Erster Band, vgl. FN 63, S. 231–263.

⁶⁸⁹ Karl-Heinz Bernhardt, Der Beitrag von Helmholtz zur Physik der Atmosphäre, in: Wiss. Ztschr. der Humboldt-Uni. zu Berlin, Math.-Nat. R. XXII (1973) 3, S. 334.

⁶⁹⁰ Ebd., S. 334.

In den vielfältigen meteorologischen Erscheinungen wollte er schon immer das bestimmende Gesetz erkennen. Ausgangspunkt seiner Überlegungen war auch hierbei der allgemeingültige Satz von der Erhaltung der Kraft (Energie). Dabei nutzte er die Arbeiten von Kelvin, dem er schrieb: „Ihre beiden angekündigten Arbeiten über die Abkühlung der Erde und die Formveränderungen elastischer Kugelschalen, welche [209] sich auch wohl auf die Erde beziehen wird, interessiren mich sehr, weil ich jetzt angefangen habe, eine Vorlesung vor Studirenden aller Facultäten zu halten über die allgemeinen Resultate der Naturforschung, worin ich namentlich das Gesetz von der Erhaltung der Kraft und seine Consequenzen in populärer Weise zu erklären suche, und es als Leitfaden benutze, nun die verschiedenen Zweige der Naturwissenschaften miteinander zu verbinden. Da habe ich nun bisher die Geschichte des Planetensystems, der Sonne und der Erde besprochen, und mich überzeugt, dass dabei noch manche Probleme von den Astronomen und Geologen liegen gelassen sind, die bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft wohl behandelt werden könnten, freilich nur von Jemand der ein ganz gründlicher Physiker und Mathematiker ist.“⁶⁹¹

In der Vorlesung von 1862 zu diesem Thema befaßte er sich mit dem Ursprung der **Triebkräfte**, die uns zur Verfügung stehen und deren Untersuchung uns weit über Laboratorien und Fabriken hinausführe. „Die Kraft des fallenden Wassers kann den Bergen nur entströmen, wenn Regen und Schnee es ihnen zuführen. Um diese zu liefern, müssen wir Wasserdampf in der Atmosphäre haben, der nur durch Wärme erzeugt werden kann, und diese Wärme kommt von der Sonne ... Sie sehen, wenn wir forschen nach dem Ursprunge der Triebkräfte, die wir in unseren Dienst nehmen, so werden wir gewiesen auf die meteorologischen Vorgänge in der Atmosphäre der Erde, auf das Leben der Pflanzen im Ganzen, auf die Sonne.“⁶⁹² Er kündigte an, über diese Fragen in den weiteren Vorlesungen zu sprechen. Dieses frühe Interesse an meteorologischen Fragen setzte sich weiter fort und führte zu wichtigen Forschungsergebnissen.

Problematisch erschien es ihm, daß sich das Wetter so schwer wissenschaftlich erklären ließ. **Wetterprognosen** waren oft unsicher. Seinen Vortrag von 1875 über „Wirbelstürme und Gewitter“ begann er mit dem bekannten Verslein von Goethe über den Regen: „Es regnet, wenn es regnen will, Und regnet seinen Lauf; Und wenn’s genug geregnet hat, so hört es wieder auf.“ Es hat sich, meinte er, „seit alter Zeit in meinem Gedächtnis festgehäkelt, offenbar deshalb, weil es eine wunde Stelle im Gewissen des Physikers berührt und ihm wie ein Spott klingt, den er nicht ganz abzuschütteln vermag, und der noch immer trotz aller neugewonnenen Einsichten in den Zusammenhang der Naturerscheinungen, trotz aller neu errichteten meteorologischen Stationen und unüber-[210]sehbar langen Beobachtungsreihen nicht gerade weit vom Ziele trifft. Unter derselben Himmelsgewölbe, an welchem die ewigen Sterne als das Sinnbild unabänderlicher Gesetzmäßigkeit der Natur einherziehen, ballen sich die Wolken, stürzt der Regen, wechseln die Winde, als Vertreter gleichsam des entgegengesetzten Extrems, unter allen Vorgängen der Natur diejenigen, die am launenhaftesten wechseln, flüchtig und unfassbar jedem Versuche entschlüpfend, sie unter dem Zaum des Gesetzes zu fangen.“⁶⁹³

„**Begreifen**“ war für Helmholtz gleichbedeutend mit der begrifflichen Erfassung der Erfahrung, mit der Formulierung von Gesetzen. Seine Beobachtungen von Wolken, Wind, Gewittern wollte er theoretisch verstehen, indem er erklärende Differentialgleichungen suchte. Dabei nutzte er Analogien. So bearbeitete er die Theorie der Wellen an der gemeinsamen Grenzfläche zweier Flüssigkeiten, um eine Theorie der Luftwogen zu geben. Darüber sprach er in der Berliner Akademie der Wissenschaften am 31.5.1888 unter dem Titel „Ueber atmosphärische Bewegungen“.⁶⁹⁴ Dem folgte am 25.7.1899 die zweite Mitteilung zum gleichen Thema.⁶⁹⁵ Am 17.7.1890 behandelte er dann „Die Energie der Wogen und des Windes“.⁶⁹⁶

⁶⁹¹ Thomson 22.

⁶⁹² Hermann von Helmholtz, Ueber die Erhaltung der Kraft, vgl. FN 546, S. 228.

⁶⁹³ Hermann von Helmholtz, Wirbelstürme und Gewitter, in: Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Zweiter Band, vgl. FN 129, S. 139.

⁶⁹⁴ Hermann von Helmholtz, Ueber atmosphärische Bewegungen I, in: Hermann von Helmholtz, Wissenschaftliche Abhandlungen, Dritter Band, vgl. FN 687, S. 289–308.

⁶⁹⁵ Hermann von Helmholtz, Ueber atmosphärische Bewegungen II, in: Ebd., S. 309–332.

⁶⁹⁶ Hermann von Helmholtz, Die Energie der Wogen und des Windes, in: Ebd., S. 333–335.

Durch seine Forschungen trug er zur mathematisch-physikalischen Begründung der Meteorologie bei. „Erstaunlich ist immer wieder Helmholtz’ tiefes Verständnis für den physikalischen Mechanismus der wetter- und klimabildenden Prozesse, seine umfassende Kenntnis der zeitgenössischen synoptischen Meteorologie, in der er sich mit den täglichen Wetterkarten jener Zeit nicht minder wohlvertraut erweist als mit den Beobachtungstatsachen aus dem Wettergeschehen. Die Zyklonen der gemäßigten Breiten sind ihm ebenso bekannt wie die tropischen Wirbelstürme und ihr Zugbahnverhalten.“⁶⁹⁷ Helmholtz untermauerte seine Beobachtungen nicht nur theoretisch, sondern führte selbst Messungen durch. Du Bois-Reymond berichtete: „Um uns Helmholtz’ wissenschaftliche Gestalt vollständig zu vergegenwärtigen, darf übrigens [211] nicht unerwähnt bleiben, daß er die Meteorologie keineswegs so zu sagen am Schreibtische trieb, sondern es beispielsweise nicht verschmähte, auf dem Cap d’Antibes mit einem kleinen tragbaren Anemometer selber Beobachtungen über Windstärke und Wellengang anzustellen, und seine Formeln mit der Wirklichkeit zu vergleichen.“⁶⁹⁸

Wichtige Leistungen auf dem Gebiet der Meteorologie waren die Grundlage dafür, daß man Helmholtz um Rat fragte, als es um die Auszeichnung mit der **Buys-Ballot-Medaille** ging. Für ihn war Wilhelm von Bezold (1837–1907) dafür einer der geeigneten Kandidaten. Am 4.1.1893 schrieb der Direktor des physikalischen Instituts der Universität Leiden, Heike Kamerlingh Onnes⁶⁹⁹ an Helmholtz: „Ich muss mich der freundlichen Zuvorkommenheit meines unvergesslichen Lehrers G. Kirchhoff⁷⁰⁰ erinnern um es zu wagen mit einer Bitte um Rath zum Ihnen zu kommen, während Sie sogar meinen Namen nach aller Wahrscheinlichkeit nur ein Paar Malen im Vorbeigehen gesehen haben. Die Kön. Akad. d. Wissensch. zu Amsterdam zählt unter ihren Mitgliedern keinen Meteorologen. So bin ich dann als Physiker in die Commission ernannt, welche für die Verleihung der Buys-Ballot-Medaille ein Gutachten abzugeben hat.“⁷⁰¹

Der Holländer Christoph Hendrik Diederik Buys-Ballot (1817–1890) war seit 1847 Professor in Utrecht und begründete dort das meteorologische Institut. Er baute den niederländischen Wetterdienst auf und wies das nach ihm benannte Windgesetz als allgemeingültig nach. Er schuf das erste europäische Sturmwarnungssystem und förderte die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Meteorologie. Er vertrat die synoptische Meteorologie, die sich unter dem Einfluß der Arbeiten von Heinrich Wilhelm Brandes (1777–1834) herausbildete, und von Buys-Ballot und anderen Meteorologen weiter entwickelt wurde. Unter dem Einfluß der synoptischen Methode wurde in einem großen Gebiet an verschiedenen Orten gleichzeitig beobachtet, um durch eine [212] Zusammenschau der gesammelten Daten Wetterprognosen zu ermöglichen. Auf dieser Basis wurden Wetterkarten hergestellt. Zu den ersten, die in den fünfziger Jahren des 19. Jahrhunderts solche Karten entwarfen, gehörte Buys-Ballot. Um seine Verdienste zu ehren, verlieh die Königliche Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam die Buys-Ballot-Medaille für hervorragende Arbeiten auf dem Gebiet der Meteorologie.

Zu den Kriterien für die Vergabe der Medaille schrieb Kamerlingh Onnes: „Diese Medaille soll jedesmal nach Ablauf eines Decenniums Demjenigen zugewiesen werden, welcher sich während dieser Zeit für die Meteorologie am meisten verdient gemacht hat. Der einzige Meteorologe der dabei nicht in Betracht kommt ist Herr Neumayer der vor 5 Jahren die Huygens Medaille erhalten hat.“⁷⁰² Georg Balthasar von Neumayer (1826–1909), der sich große Verdienste um die Entwicklung der Meteorologie erworben hatte, sollte ebenfalls, von einem anderen Kollegen, nach seinem Urteil über die Verleihung der Medaille gefragt werden. Kamerlingh Onnes meinte weiter: „Im Allgemeinen wird es sich bei derartigen Zuweisungen nur darum handeln unter verschiedenen hervorragenden Leistungen

⁶⁹⁷ Karl-Heinz Bernhardt, Der Beitrag von Helmholtz zur Physik der Atmosphäre, vgl. FN 689, S. 337.

⁶⁹⁸ Emil du Bois, Gedächtnisrede auf Hermann von Helmholtz, vgl. FN 280, S. 91.

⁶⁹⁹ Heike Kamerlingh Onnes (1853–1926) war ab 1882 Physikprofessor in Leiden und gründete dort 1894 ein Kältelaboratorium, das für Jahrzehnte zum Zentrum der Tieftemperaturphysik wurde. 1908 gelang ihm die erstmalige Verflüssigung von Helium. 1913 erhielt er den Nobelpreis. 1922 wurde er zum Korrespondierenden Mitglied der Berliner Akademie gewählt.

⁷⁰⁰ Gemeint ist der von Helmholtz 1874 aus Heidelberg nach Berlin geholte Physiker Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887). Beide arbeiteten schon in Heidelberg eng zusammen.

⁷⁰¹ Brief von Heike Kamerlingh Onnes an Helmholtz vom 4.1.1893, Helmholtz-Nachlaß im Archiv der BBAW Nr. 922.

⁷⁰² Ebd.

die auszuwählen, welche dem wissenschaftlichen Sinn der Commissionsmitgliedern am meisten sympathisch ist. Und so wäre es mir lieb wenn ich meiner Pflicht nachkommen könnte, durch die Empfehlung desjenigen Meteorologen, welcher dem physikalischen Denken in der Meteorologie den grössten Vorschub geleistet hat. Das Gebiet der Meteorologie ist mir aber wissenschaftlich ganz fremd. Und so komme ich zu Ihnen mit der fast unbescheidenen Bitte mir in dieser Sache mit Ihrem wichtigen Urtheil zu Hülfe zu kommen und mir zu sagen wer nach Ihrer Meinung auf diese Medaille den grössten Anspruch hat.“⁷⁰³

Für die Auszeichnung schlug Helmholtz **Bezold** vor, der seit 1885 als erster deutscher Professor für Meteorologie in Berlin wirkte und Direktor des Preußischen Meteorologischen Instituts in Potsdam war. Er begann seine wissenschaftliche Laufbahn als Physiker. 1860 hatte er sich in Göttingen, wo er Mathematik und Physik studierte, in seiner Dissertation mit der Theorie des Kondensators befaßt.⁷⁰⁴ 1861 habilitierte er sich als Privatdozent in München und wurde dort 1868 Physikprofessor an der Technischen Hochschule. Er organisierte den meteorologischen Beobachtungsdienst in Bayern und war Direktor der bayrischen Zentralstation in München. Seine Forschungen betrafen verschiedene Aspekte der Elektrizitätslehre und die Farbenlehre, zwei Gebiete, mit denen auch Helmholtz befaßt war. Die Physik war damals Bezolds eigentlicher Forschungsgegenstand. Jedoch schon 1864 publizierte er seine „Beobachtungen über die Dämmerung“⁷⁰⁵, mit denen meteorologische Fragen in seine Arbeit einbezogen wurden. Ihnen widmete er dann immer mehr Aufmerksamkeit. Gustav Hellmann (1854–1939) stellte bei der Würdigung der Leistungen von Bezold dazu fest: „Mehr noch als das Studium der Dämmerung waren es Untersuchungen über die Gewitter und die Blitzgefahr, welche Wilhelm von Bezold der Meteorologie allmählich näher brachten. Vom Jahre 1869 bis an sein Lebensende hat er dieser eindrucksvollsten aller atmosphärischen Erscheinungen das lebhafteste Interesse entgegengebracht und sich in der Gewitterkunde als der bedeutendste deutsche Forscher erwiesen.“⁷⁰⁶ Wegen seiner umfassenden praktischen Erfahrungen und den wissenschaftlichen Erkenntnissen auf dem Gebiet der Meteorologie wurde Bezold 1885 nach Berlin berufen, um das preußische Beobachtungswesen und das Institut für Meteorologie zu reorganisieren.

Helmholtz bat Bezold am 6.2.1893 für seinen Vorschlag, ihm die Buys-Ballot-Medaille zu verleihen, um eine Einschätzung der eigenen Leistungen, die in dessen Brief vom 7.2.1893 erfolgte⁷⁰⁷, der einen interessanten Einblick in den Stand der Meteorologie gab. Bezold bedankte sich zuerst bei Helmholtz für das große Wohlwollen und für das hohe Vertrauen, die Beurteilung der eigenen Leistungen vornehmen zu sollen und meinte: „Ich will es deshalb auch versuchen, dieses Vertrauen zu rechtfertigen und mich bemühen ebensowohl falsche Bescheidenheit als Selbstüberschätzung bei Seite zu setzen, und möglichst objectiv die Stellung zu schildern, welche ich nach meinem innersten Gefühle gegenwärtig in der Meteorologie einnehme.“⁷⁰⁸

Er ging dabei vor allem auf die Leistungen der letzten Jahre ein. „Wenn es sich darum handelt, denjenigen zu nennen, der während des verflossenen Decenniums, oder sagen wir lieber, während der letzten [214] fünf Jahre, die meisten neuen Gedanken und neuen Methoden in die meteorologische Forschung gebracht hat, und dem es deshalb wohl beschieden sein durfte, für das nächste Jahrzehnt vielleicht auch noch etwas länger die führende Rolle zu übernehmen, so darf ich wohl darauf Anspruch machen, an erster Stelle genannt zu werden.“⁷⁰⁹ Bezold war sich jedoch zugleich darüber klar, daß, bei Berücksichtigung der längerfristigen Entwicklung der Meteorologie über die letzten fünf Jahre hinaus, andere Wissenschaftler schon mehr geleistet hatten. So betonte er: „Soll jedoch derjenige Forscher bezeichnet werden, der im Laufe langjähriger Beschäftigung mit dem Fache die grösste

⁷⁰³ Ebd.

⁷⁰⁴ Auszüge in Poggendorffs Annalen 114 (1861), S. 404–439.

⁷⁰⁵ Poggendorffs Annalen 123 (1864), S. 240–276.

⁷⁰⁶ Gustav Hellmann, Gedächtnisrede auf Wilhelm von Bezold, gehalten am 21.6.1907 in der gemeinsamen Sitzung der Physikalischen und Meteorologischen Gesellschaft sowie des Berliner Vereins für Luftschiffahrt, dem Bezold viel Kraft gewidmet hatte, in: Physiker über Physiker II, vgl. FN 74, S. 147.

⁷⁰⁷ Brief von Bezold an Helmholtz vom 7.2.1893, Archiv der BBAW, Helmholtz-Nachlaß, Nr. 47.

⁷⁰⁸ Ebd.

⁷⁰⁹ Ebd.

Summe von Verdiensten angehäuft hat, so muss ich wohl hinter Collegen Hann in Wien zurücktreten.“⁷¹⁰

Julius Ferdinand Edler von (ab 1910) **Hann** war seit 1874 Professor in Wien und von 1897–1900 in Graz. Er galt als bedeutendster Meteorologe und Klimatologe seiner Zeit, führte thermodynamische Prinzipien in die Meteorologie ein und wandte sie zur Erklärung der Wolken- und Niederschlagsbildung sowie des Föhns (1866) und bei der Untersuchung der Zyklonen bzw. Antizyklonen und der atmosphärischen Zirkulation an. Er entwickelte eine Theorie der Berg- und Talwinde und gab 1883 die erste umfassende Darstellung der Klimatologie. Sein Atlas der Meteorologie erschien als Teil des physikalischen Atlas des Geographen Heinrich Berghaus (1797–1884). Auf diese Leistungen machte Bezold in seinem Brief aufmerksam. Hann habe sich gleich bei Beginn seiner wissenschaftlichen Laufbahn mit der Meteorologie beschäftigt und sei seit 1866 mit größtem Erfolg auf diesem Gebiet tätig. Zahlreiche Abhandlungen und Mitteilungen in der Meteorologischen Zeitschrift, bei der er seit 1867 als Redakteur tätig sei, „und die vor Allem auch ganz ungewöhnlich viel werthvolle und sorgfältige Detailarbeit enthalten, liefern den Beleg dafür. Ausserdem verdankt man ihm das ausgezeichnete Handbuch der Klimatologie und den ebenso vorzüglichen Atlas der Meteorologie, der vor 5 Jahren als ein Theil des physikalischen Atlas von Berghaus erschienen ist. Auch die Schriften der Wiener Akademie enthalten zahlreiche Abhandlungen von ihm, die alle den scharfsinnigen und zuverlässigen Forscher erkennen lassen.

Der Schwerpunkt aller dieser Arbeiten liegt mehr auf der klimatologischen Seite, so dass sie der Dove'schen Richtung weit näher liegen als die meinigen, doch sind sie alle von streng physikalischem Geiste [215] durchdrungen, und bilden die dort mehr qualitativ und als Ergebnisse empirischer Forschung ausgesprochenen Thatsachen vielfach den Ausgangspunkt für meine theoretischen Untersuchungen.“⁷¹¹

In einer Anlage von sechs Seiten listete Bezold Publikationen und weitere seiner Leistungen auf. Als ersten Beitrag nannte er aus Poggendorffs Annalen (CXXIII, S. 240 ff.) von 1864 die „Beobachtungen über die Dämmerung“, wozu er bemerkte: „Die Abhandlg. enthält die erste vollständige Beschreibung einer normalen Dämmerung auf Grundlage von Beobachtungen, während man früher im Wesentlichen immer nur die ursprünglich von Ptolemäus herrührende falsche Theorie reproducirte. Die Abhandlg. blieb jedoch unbeachtet bis im Jahre 1883 die Folgeerscheinungen des Krakatau die allgemeine Aufmerksamkeit dem Gegenstand zuwandte.“⁷¹² Weiter wurden verschiedene Arbeiten zu Gewittern, Blitzen, zur Thermodynamik der Atmosphäre und zu Zyklonen angeführt und kurz eingeschätzt. Über eine Mitteilung von 1888⁷¹³ heißt es: „Die Abhandlung beschäftigt sich zunächst mit dem unter dem Namen ‚Wärmegehalt‘ von Hrn. v. Helmholtz eingeführten Begriff, welchen der Verf. ‚potentielle Temperatur‘ nennt. Mit Hilfe dieses Begriffes untersucht er die vertikale Temperaturabnahme in der Atmosphäre, sowie endlich die eigenartige Übertragung der Wärme von einem Orte zum anderen, welche eintritt, wenn zugleich die Condensation eine Rolle spielt. Die letzteren Überlegungen führen ihn auf den Begriff der ‚zusammengesetzten Convektion‘.“⁷¹⁴ Zu seinen Leistungen vermerkte Bezold für 1878 die Organisation des Netzes meteorologischer Stationen in Bayern und die Publikation der Beobachtungen in fünf Bänden. Weiter stellte er fest: „1885 wurde er zur Reorganisation des meteorologischen Dienstes in Preußen nach Berlin berufen, eine Aufgabe, die nun so ziemlich beendet ist. Als Director des Meteorologischen Instituts giebt er seit 1885 die Ergebnisse der Meteorol. Beob. des preußischen Netzes heraus.“⁷¹⁵ Seinem Brief hatte Bezold Arbeiten aus der letzten Zeit beigelegt, die nach seiner Meinung in Leiden sicher noch nicht erhältlich waren und dazu geschrieben: „Sollten Sie es passend [216] finden dieselben Hrn. Kamerlingh Onnes zuzuschicken, so stehen sie zu diesem Zwecke zur Verfügung.“⁷¹⁶

⁷¹⁰ Ebd.

⁷¹¹ Ebd.

⁷¹² Ebd.

⁷¹³ Wilhelm von Bezold, Zur Thermodynamik der Atmosphäre, 2. Mittheilung. Sitzungsberichte der Berliner Akademie f. 1888, S. 1189.

⁷¹⁴ Brief von Bezold an Helmholtz vom 7.2. 1893, vgl. FN 707.

⁷¹⁵ Ebd.

⁷¹⁶ Ebd.

Der Vorschlag von Helmholtz, Bezold die Buys-Ballot-Medaille zu verleihen, war also wohlbegründet. Am 6.3.1893 schrieb Kamerlingh Onnes an Helmholtz: „Für die freundliche Beantwortung meines Schreibens spreche ich Ihnen meinen innigst gefühlten Dank aus. Das Studium der geistvollen Arbeiten von Bezold's, den ich schon als ausgezeichneten Forscher auf dem engeren Gebiet der Physik zu würdigen wusste, ist für mich eine grosse Freude gewesen. Soweit ich mir eine eigene Meinung bilden können, geht sie in Uebereinstimmung mit der Ihrigen dahin, dass Herr von Bezold am meisten für das physikalische Verständnis der atmosphärischen Vorgänge geleistet hat, und dass seine Arbeiten für die Meteorologie von fundamentaler Bedeutung sein werden. Meine Mitglieder in der Commission meinten aber einstimmig Herrn Prof. Julius Hann wegen seiner Gesamtleistung insbesondere für die beschreibende Meteorologie die Medaille zuerkennen zu müssen.

Herr v. Bezold selbst erwähnt in seinen Schriften wiederholentlich Herrn Hann mit freundschaftlicher Hochachtung und darin muss ich meinen Collegen beistimmen, dass wohl jeder Meteorologe, mag er mehr der dynamischen oder der beschreibenden Richtung angehören, sich über die Unterscheidung des Herrn Hann freuen wird. Doch hoffe ich, dass wenn wir zehn Jahre weiter sein werden, der Sieg der dynamischen Meteorologie unbestritten sein wird, und dass alsdann durch die Buys-Ballot-Medaille anerkannt werden wird dass das Streben von Bezold's den zu erwartenden Einfluss auf den Gang der Wissenschaft ausgeübt hat. Da die Verleihung der Medaille erst am 10ten März bekannt gemacht wird, nehme ich die Freiheit Sie bis dahin um Geheimhaltung zu bitten.“⁷¹⁷

Helmholtz übermittelte diesen Brief an Bezold mit der Bitte um Kenntnisnahme und erhielt ihn am 9.3.1893 zurück. Bezold bedankte sich sowohl für den Brief als auch für die Bemühungen von Helmholtz, ihn für die Verleihung der Medaille zu nominieren und schrieb dann weiter dazu: „Ich erblicke in diesem Ausgange derselben keinerlei Zurücksetzung sondern bin vollkommen zufrieden damit, daß mein Name bei dieser Gelegenheit überhaupt genannt wurde und noch dazu von Ihrer Seite.“⁷¹⁸

[217] Während sich Helmholtz Verdienste auf dem Gebiet der Meteorologie erwarb, wurde für Kelvin die **Geologie** zu einem Feld wichtiger Auseinandersetzungen. Seine Nichte meinte, daß dieses Gebiet Gegenstand seines intensiven Interesses war und ihn zu einem heftigen Kampf mit den Geologen führte. „The great trouble arose through old Mother Earth not having had the date of her birth registered, and the consequent difference of opinion as to her probable age. The geologists held that an infinite number of years was required to accomplish all she had done, while Lord Kelvin insisted that she must be comparatively young, only about 1 000 000 000 years old! The stiffest contests occurred with Huxley, and they were fought in deadly earnest. My uncle held his ground with unflinching tenacity, but always with an unvarying courtesy, with Huxley gracefully acknowledged in his retiring address when introducing Sir William as President of the British Association in 1871: —, One matter, which lies in my own personal knowledge, I may be permitted to say of him as the old poet says of Lancelot, that „Gentler Knight there never broke a lance.““⁷¹⁹

1865 hatte Kelvin vor der Royal Society in Edinburgh zum Thema „The Doctrine of Uniformity in Geology briefly Refuted“ gesprochen und auf Grund seiner physikalischen Untersuchungen zur Wärmeenergie den **Uniformismus** als die Auffassung, nach der die Erdoberfläche und die obere Kruste während vieler Millionen von Jahren dem gegenwärtigen Zustand in Temperatur und anderen physikalischen Eigenschaften fast gleich sei, als widerlegt angesehen.⁷²⁰ Schon 1861 hatte er Bedenken gegen die geologische Zeitbestimmung von Charles Darwin (1809–1882) geäußert, die ihm zu umfangreich erschien. Er meinte, man könne die von ihm angegebenen Millionen Jahre durch Tausende ersetzen, ohne etwas gegen die angeführten Fakten zu sagen.⁷²¹ Nach der Widerlegung des Uniformismus von

⁷¹⁷ Brief von Kamerlingh Onnes an Helmholtz vom 6.3.1893, vgl. FN 701.

⁷¹⁸ Brief von Bezold an Helmholtz vom 9.3.1893, in: Helmholtz-Nachlaß im Archiv der BBAW, Nr. 47.

⁷¹⁹ Agnes Gardner King, Kelvin the Man, vgl. FN 19, p. 104.

⁷²⁰ Proc. Roy. Soc. Edinb., Dec. 18, 1865, vol. V, p. 512.

⁷²¹ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 552.

1865 wurde Kelvin in seiner Arbeit „Geological Time“ von 1868 schärfer. Sie begann mit den Worten: „A great reform in geological speculation seems now to have become necessary.“⁷²² Sein Hauptargument war, daß die Geologie im Widerspruch zu den physikalischen Prinzipien stünde, nach denen es keinen Uniformismus geben könne. Er nutzte das Argument der Uniformisten von der Ewigkeit der Gesetze, die in sich keineswegs die Elemente der eigenen Zerstörung trügen, um auf Konfusionen zu verweisen, die auftreten, [218] wenn nicht zwischen der gegenwärtigen Ordnung und den existierenden Gesetzen, zwischen der Zerstörung der Erde als einem bewohnbaren Platz für die Wesen, die jetzt auf ihr leben und der Verletzung der Gesetze des Universums unterschieden würde. Die These, daß die Erscheinungen der Erdkruste keine Hinweise auf einen Anfang und einen Prozeß zu ihrem Ende hin enthalte, hielt er für ein komplettes Mißverständnis der physikalischen Gesetze, die gerade das zeigten. Er sah es als einen großen Fehler an, daß die Mehrheit der Geologen die Prinzipien der Physik nicht beachtetten, die kein unbegrenztes Alter der Erde zuließen.

Die Differenzen zwischen Physikern und Geologen zur **geologischen Zeit** waren groß. Ein Gespräch zwischen dem Geologen Andrew Ramsay und Kelvin auf dem Treffen der British Association in Dundee 1867 macht das deutlich. Kelvin fragte Ramsay nach einem Vortrag von Archibald Geikie über die geologische Geschichte der Ereignisse, die die existierende Lage in Schottland bestimmten, wieviel Zeit er dieser Geschichte geben würde, worauf Ramsay meinte, er könne keine Grenze angeben. Die Rückfrage von Kelvin, ob er annähme, daß alles so verlaufen wäre, wie es jetzt vor sich gehe und die Geschichte sich 100 Millionen Jahre hinziehe, wurde von Ramsay bejaht. Auch 10 000 Millionen Jahre, von Kelvin vorgegeben, anerkannte er. Kelvin betonte dann, die Sonne sei ein endlicher Körper und man könne bestimmen, wieviele Tonnen sie habe und er fragte, ob Ramsay meine, sie könne weiter für Millionen von Millionen Jahren scheinen. Darauf meinte Ramsay: „I am as incapable of estimating and understanding the reasons which you physicists have for limiting geological time as you are incapable of understanding the geological reason for our unlimited estimates.“⁷²³ Thomson erwiderte, die Argumente der Physiker wären sehr gut verstehen, wenn man sich damit nur auseinandersetzen würde.

1869 antwortete der Präsident der Geologischen Gesellschaft von London Thomas Henry Huxley (1825–1895) auf die Forderungen und Argumente von Thomson.⁷²⁴ Indem er sich auf Kant berief, stellte er dem Katastrophismus, der einen unbegrenzten Vorrat an Kräften annehme, und dem Uniformismus mit einem unbegrenzten Vorrat an Zeit, einen **Evolutionismus** entgegen, den er auf Kants Überlegungen des Übergangs vom Chaos zum Kosmos zurückführte. Den Schrei nach einer [219] Reform lehnte er als unbegründet ab. Er hatte Zweifel an den Berechnungen von Kelvin und verglich die Mathematik mit einer Mühle, die sehr fein mahlen könne, jedoch käme immer nur das heraus, was hineingetan würde. Huxley stellte zwei Fragen: 1. Ist die Erde eine abkühlende Masse? 2. Erfolgt die Abkühlung gleichmäßig? Kelvin antwortete 1869 in einem Beitrag für die Geologische Gesellschaft in Glasgow⁷²⁵ bejahend auf die erste Frage und meinte zur zweiten, daß es keine Gleichmäßigkeit gäbe, was jedoch die Zeit noch mehr verkürze. Er begründete, daß Huxley ebenfalls im Gegensatz zu den physikalischen Prinzipien stünde, denn er habe den Energieerhaltungssatz verletzt, indem er seinem Evolutionismus einen unbegrenzten Vorrat an Kraft (Energie) und Zeit zuspreche.

Kelvins scharfe Widerlegung des Uniformismus war selbst bei den Geologen, die sich mit den Auffassungen von Kelvin und Helmholtz vor allem zur Sonnenwärme einverstanden zeigten, nicht unumstritten. Der Geologe James Croll (1821–1890) versuchte mit seinem Lehrer Archibald Geikie eine Zwischenposition zwischen einem radikalen Uniformismus und dem Katastrophismus einzunehmen. Croll anerkannte, daß die moderne und philosophische Doktrin hauptsächlich die Geologen dazu brachte, die zeitliche Länge geologischer Perioden zu überschätzen, trotzdem fand er die Katastrophentheorie problematisch. „Croll, like Geikie, maintained at least approximate

⁷²² William Thomson, On geological time, Tans. Glasgow Geol. Soc. 3 (1871), p. 1.

⁷²³ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 590.

⁷²⁴ Thomas H. Huxley, Geological Reform, Quarterly Journal of the Geological Society of London, 25 (1869), pp. XXXVIII to LIII.

⁷²⁵ William Thomson, On geological dynamics, Trans. Glasgow Geological Society, 3 (1871), p. 215–241.

uniformity of kind and degree, in contrast to Thomson's commitment to a much greater activity in past time."⁷²⁶

Die von Kelvin geforderte **Reform** bezog sich auf die Durchsetzung eines Zeitverständnisses, das vor allem die endliche Dauer der Erde umfaßte. Sie fand, trotz der Einwände vieler Geologen, letzten Endes statt und wurde in der Folgezeit auf die anderen Aspekte der objektiven Zeit, auf die Ordnung und die Richtung des Geschehens, ausgedehnt. Geologie wurde zur Wissenschaft von der Erdgeschichte. Das führte zu neuen erkenntnistheoretisch-methodologischen Problemen des philosophischen Zeitverständnisses in den Geowissenschaften.

Gegenwärtige Geostruktur ist geronnene Geoentwicklung. Zeit als Dauer, Ordnung und Richtung des Geschehens kann zwar als Eigenzeit vernachlässigt werden, wenn es sich um relativ einfache Objekte mit wenigen Beziehungen handelt, doch je komplexer die Gegenstände sind, [220] desto umfassender ist die gegenwärtige Struktur durch die vorangegangene Entwicklung bestimmt. Insofern gehen in Strukturuntersuchungen verschiedene Entwicklungsphasen vorausgegangener Epochen ein. Kelvins Reform bezog sich auf die physikalisch zu erforschenden Komponenten der Erde, auf Wärmeabgabe, Energieverlust durch Reibung, auf die Sonne als den Energiespender. Er zeigte, daß ständig Entropiezunahme stattfindet, die zu Veränderungen führt. Damit wird der Energieerhaltungssatz nur in seiner quantitativen Seite betrachtet. Bringt man den ersten und zweiten Hauptsatz der Thermodynamik in einen inneren Zusammenhang, dann kann man von der qualitativen Erhaltung der Energieformen im Universum ausgehen. Kelvins Argumentation vom Anfang und Ende der Erde ist davon nicht betroffen, denn, was an einer Stelle vergeht, kann an anderer wieder entstehen.

So könnte ein kosmisches **Zyklizitätsprinzip** begründet werden, nach dem das Universum selbst keinen Anfang und kein Ende hat, wie das Stephen Hawking in seiner Theorie unternimmt. Seit dem Entstehen unseres Universums mit dem Urknall sind etwa 10 bis 20 Milliarden Jahre vergangen. Mit dem Urknall baute sich eine neue Zeitskala auf. Zeit ist als Existenzform der Materie durch die innere Rhythmik materieller Systeme als Eigenzeit geprägt und wird von Menschen durch Rahmenzeit gemessen. Diese existieren objektiv und sind Erkenntnismittel, während Eigenzeiten immer existieren, solange es wechselwirkende Objekte gibt. Es ist also mit dem Urknall (big bang) der Anfang der Rahmenzeit für das Universum gegeben und mit dem Vergehen unseres Universums (big crash) das Ende. Hawking schlägt eine endliche Raum-Zeit ohne Grenzen vor. Zweidimensional vorstellbar ist das mit der Oberfläche der Erde. Wir können uns linear in der Zeit über den Globus bewegen, ohne an ein Ende zu kommen. In drei Dimensionen hätten wir so keine Grenze der Zeit, obwohl die das Objekt bestimmende Raum-Zeit endlich wäre. Hawking nimmt eine imaginäre Zeit an, in der es keine Singularitäten ohne Zeit gibt.⁷²⁷ Damit wäre die Diskussion um Endlichkeit oder Unendlichkeit der kosmischen linearen Zeit sinnlos. „Doch wenn das Universum wirklich völlig in sich selbst abgeschlossen ist, wenn es wirklich keine Grenze und keinen Rand hat, dann hätte es auch weder einen Anfang oder ein Ende. Es würde einfach sein. Wo wäre dann noch Raum für einen Schöpfer?“⁷²⁸ Die Zykli-[221]zität der Zeit innerhalb des Universums, die zum Entstehen und Vergehen von Objekten führt und in Zyklen ein teilweises Wiedererstehen von Strukturen ermöglicht, bliebe jedoch bestehen.

Damit löst sich der von Kelvin betrachtete Widerspruch zwischen den universellen Gesetzen und den Anfang und Ende der Erde. Die universellen Gesetze sind in ihrer Struktur von statistischem Charakter.⁷²⁹ Sie enthalten Möglichkeitsfelder für das Verhalten von Elementen in den durch die Gesetze bestimmten Systemen. Selbst gering wahrscheinliche Prozesse für die Zerstörung eines Objekts werden unter bestimmten Bedingungen realisiert. So sind wir mit der Unerschöpflichkeit des Kosmos an die Existenz des Zufalls gebunden und können nur Trendaussagen über die Zukunft machen, die letzten Endes offen ist und von uns mit Versuch und Irrtum gestaltet wird. Die Gegenwart ist nicht durch Erkenntnisschranken von der Vergangenheit und Zukunft getrennt. Menschliche Zielstellungen

⁷²⁶ Crosbie Smith and M. Norton Wise, *Energy and Empire*, vgl. FN 11, p. 593.

⁷²⁷ Stephen W. Hawking, *Eine kurze Geschichte der Zeit*, Reinbek bei Hamburg 1991, S. 177.

⁷²⁸ Ebd., S. 179.

⁷²⁹ Herbert Hörz, *Zufall*, vgl. FN 75, S. 86 ff.

basieren auf objektiven Möglichkeiten, die sich bedingt zufällig mit bestimmten Wahrscheinlichkeiten realisieren (relative Ziele). Die Linearität der Zeit, gebunden an die objektive Kausalität, die eine Richtung des Geschehens ausweist, ist mit der Zyklizität der Zeit verbunden, die jedoch keinen einfachen Kreislauf ausmacht. Geozzeit verbindet kosmische und Biozeit.

Das führt zur Frage nach den **Zeithorizonten** als Rahmenzeiten für die Eigenzeiten. Darauf hatte Huxley in der Diskussion mit Kelvin verwiesen, als er im Hinblick auf die Darwinschen Zeitvorstellungen meinte, daß Biologie mehr Zeit für die Entwicklung der Lebewesen verlange. Biologie nehme ihre Zeit von der Geologie und es hätten die Geologen, falls die geologische Uhr falsch sei, ihre Begriffe von der Schnelligkeit der Veränderungen zu korrigieren.⁷³⁰ Durch die Gestaltung der Erde kommt es zum Deformationen geologischer Abläufe, die nur mit der Kenntnis von Zeithorizonten bewußt so kanalisiert werden können, daß eine menschenfreundliche Umwelt entsteht. Das ist ein Thema, das über die Beziehungen von Helmholtz und Kelvin hinausführen würde, denn den dafür wichtigen Zusammenhang von Geozzeit und Verantwortung haben sie noch nicht untersucht. Sie sahen die Natur noch als unerschöpfliches Reservoir für die menschliche Ausbeutung, wofür Naturforschung grundlegende Erkenntnisse zu liefern habe, damit Wissen zur Beherrschung der Natur führe.⁷³¹ [222]

5.5. Sonnenwärme und Wärmetod

Im Zusammenhang mit den thermodynamischen Forschungen kamen Helmholtz und Kelvin auch zu fundamentalen Ideen, mit denen sie sich an der Diskussion um die Mechanismen und die lebensspendende Dauer der Sonnenwärme beteiligten.

Helmholtz entwickelte eine langlebige **Theorie der Sonnenwärme**, die fast fünfzig Jahre die Grundlage für wissenschaftliche Betrachtungen zum Alter der Sonne und zu den Mechanismen der Sonnenwärme lieferte. Auch das ist ein Fallbeispiel für die heuristische Funktion der Naturphilosophie. Um das zu demonstrieren, sind die Gründe dafür, daß der zum Zeitpunkt der Darlegung seiner Ideen 1854 noch als Physiologe in Königsberg wirkende Helmholtz in der Lage war, eine solche grundlegende Theorie auszuarbeiten, aufzudecken. Sie sind vor allem in vier Traditionslinien zu suchen. Erstens griff er die Ideen von Kant und Laplace über die Evolution des Planetensystems auf, um Anfang und Ende der Sonne zu verstehen. In diesem Sinne war er Evolutionstheoretiker. Zweitens war er von der ewigen Gültigkeit umfassender Naturgesetze überzeugt. Das Ziel der Forschung bestand für ihn darin, die Vielfalt der Erscheinungen unter Begriffe zu subsummieren und Naturgesetze, möglichst mathematisch, zu formulieren, um das Wesen der Erscheinungen zu erfassen. Solche Gesetze sind unumstößlich. Sie sind Teil der mathematischen Ordnung der Welt.⁷³² Ein solches prinzipielles Gesetz war für ihn der Energieerhaltungssatz. Drittens sind die Naturgesetze nicht nur ewig, sondern universal. Einmal gefunden, gelten sie überall, auf der Erde und im Kosmos, auch in den bisher noch wenig erforschten Bereichen, für die sie als erkenntnisleitende Idee genutzt werden können, um zu brauchbaren Ergebnissen zu kommen. Viertens fand er später Argumente für seine weitreichenden Schlußfolgerungen in den Ergebnissen spektroskopischer Forschungen. Sein Vertrauen in die physikalische Methodologie brachte ihn zu der Überzeugung, daß seine Gedanken zur Sonnenwärme richtig sind.

Kelvins Beiträge zu diesem Thema sind verschiedener Art. Er griff prinzipielle Probleme und Detailfragen auf. Vor allem beschäftigte auch ihn die Ursache für die Sonnenwärme. 1861 ließ er vor der BAAS einen Beitrag verlesen, er selbst lag noch mit seinem Beinbruch im Bett, der [223] die physikalischen Grundlagen für die Bestimmung des möglichen Alters der Sonnenwärme darlegte⁷³³. Darüber hinaus befaßte er sich generell mit dem Verhältnis von Physik und Geologie und forderte, wie schon dargelegt, eine Reform des geologischen Denkens, da die bisherigen Vorstellungen zur geologischen

⁷³⁰ Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 5, p. 546.

⁷³¹ Vgl. dazu die Überlegungen zu Bacons Haus Salomon und die Gegenwart, in: Herbert Hörz, *Wissenschaft als Aufklärung*, vgl. FN 42, S. 26–36.

⁷³² Herbert Hörz, *Mathematische Ordnung der Wirklichkeit – Philosophische Reflexionen zur Weltansicht von Helmholtz und Heisenberg*, in: Klaus Mainzer, Achim Müller, Walter G. Saltzer (Eds.), *From Simplicity to Complexity, Part II*, Wiesbaden 1998, S. 171–188.

⁷³³ William Thomson, *Physical Considerations regarding the Possible Age of the Sun's heat*, *British Association Report*, 1861, part II, pp. 27–28.

Zeit im Widerspruch zu den physikalischen Prinzipien stünden, vor allem zu den von ihm durchgeführten Forschungen zur Wärmeenergie der Erde und Sonne.⁷³⁴ Er unterstützte die damals von vielen vertretene **Meteoritenhypothese**, nach der der Aufprall von Meteoriten auf die Sonne die Ursache der Sonnenwärme sei.⁷³⁵

Seinem Schwager David King schrieb er dazu: „It is to prove that the sun’s heat is produced by the friction of his atmosphere occasioned by meteoric matter whirling round him, seen as perhaps you have seen it in the zodiacal light, and continually being drawn in by his gravitation and incorporated in his mass.“⁷³⁶ Helmholtz überzeugte Thomson von seiner Theorie, zu der dieser erst nach und nach überging, dann jedoch wesentliche Beiträge dazu leistete. Am 3.2.1862 bemerkte Kelvin im Brief an seinen Schwager zu den fallenden Sternen: „I have formally abandoned the hypothesis that they continue at present falling into the sun abundantly enough to compensate him for the heat he radiates away from year to year, and I suppose him at present to be a liquid mass cooling. But it seems highly probable that the heat he is now radiating away was generated in ancient times by the falling in of meteors.“⁷³⁷

Im Zusammenhang mit den Überlegungen zu den Mechanismen der Sonnenwärme entwickelte Helmholtz die These vom Wärmetod des Weltalls, die sich zwar aus seinen Überlegungen als eine wichtige Konsequenz ergab, sich jedoch dann als problematisch erweist, wenn sie einseitig interpretiert wird. Er vertrat außerdem die Auffassung von der Existenz eines Äthers als dem stofflichen Medium für Wärme und Licht. Sie wurde theoretisch und experimentell zu Beginn des neuen Jahrhunderts als unnötig erkannt. Seine Theorie der Sonnenwärme erwies sich mit neuen Forschungen über die Atomstruktur, womit auf neue Energiequellen hingewiesen wurde, als überholt. Es ist jedoch auf jeden Fall ein interessantes wissenschaftshistorisches Phänomen, daß der über [224] elektrische Muskelreizungen arbeitende Physiologe Helmholtz, dessen Interesse jedoch von Anfang an den physikalischen Grundlagen der Lebensprozesse galt, eine solche langlebige Theorie, dazu in einem populären Vortrag, entwickelte. Diesen Gründen ist nun genauer nachzugehen. Nach der Darstellung der grundlegenden Ideen im Vortrag von 1854 werden sie charakterisiert, um dann auf die problematische These Wärmetod einzugehen.

Kann denn **Populärwissenschaft** neue Erkenntnisse vermitteln? Jeder, der Erfahrung mit der populären Darlegung von wissenschaftlichen Einsichten hat, müßte eigentlich auf diese Frage stoßen. Es gibt zwei prinzipiell unterschiedene Arten der Popularisierung. Die eine ist die der Vereinfachung und Trivialisierung und die andere die des tieferen Eindringens in wesentliche Beziehungen der darzustellenden Themen.⁷³⁸ Zöllner, der Kritiker von Helmholtz und Kelvin sowie deren populärer Vorträge, warf ihnen die erste Art vor, obwohl es sich um die zweite handelte. Er sah auf der einen Seite das der Belehrung bedürftige Volk und auf der anderen Seite hochberühmte Gelehrte, die sich Scherze erlauben, um Kritiker in eine Falle zu locken. Populäre Vorlesungen dienen nach Zöllner zu zweierlei, „den Vortragenden zur Erwerbung materieller Mittel“ und „den Zuhörern zur Erwerbung eines oberflächlichen Materials zur Unterhaltung im Salon und der gelegentlichen Befriedigung persönlicher Eitelkeit, um Dinge zu besprechen und zum kritisieren, von denen sie nichts verstehen.“⁷³⁹ Irrtümer würden schnell verbreitet und es wäre deshalb besser, unwissend zu bleiben, als Irrtümer für wissenschaftliche Wahrheit zu nehmen, denn so würde nur „der Wahn des Wissens erzeugt“.

Ähnlich unberechtigt kritisch wie Zöllner äußerte sich auch Dühring zu den populären Vorträgen von Helmholtz. „Sie waren ein Mitsprechen über Dinge, die in die Mode kamen, und insofern auch populär, als der Vortragende selbst nicht über dem Niveau oberflächlich cavaliermässiger Kenntnissnahme

⁷³⁴ Herbert Hörz, Zeit in Philosophie und Geologie. Vortrag auf der GEO 98. Zeitschrift für Geologische Wissenschaften, Bd. 27 (1999), Heft 1/2, S. 25–31.

⁷³⁵ Crosbie Smith and M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN 11, p. 520 f.

⁷³⁶ Agnes Gardner King, Kelvin the Man, vgl. FN 19, p. 100.

⁷³⁷ Ebd., p. 101.

⁷³⁸ Herbert Hörz, Neue Aspekte bei der Propagierung naturwissenschaftlich-weltanschaulicher Erkenntnisse, in: Deutsche Zeitschrift für Philosophie, 17 (1969), Heft 12, S. 1478–1487.

⁷³⁹ Friedrich Zöllner, Wissenschaftliche Abhandlungen, Erster Band, vgl. FN 132, S. 159.

stand.⁷⁴⁰ Dühning wertete sogar die wissenschaftlichen Leistungen von Helmholtz ab. Zu seiner Lehre über die Tonempfindungen, die unter den Musiktheoretikern Anerkennung fand⁷⁴¹, schrieb er: „In der That hatte er nur ein paar armselige Nachexperi-[225]mente dazugethan und mit einer psychologischen Sauce servirt. Das philosophelnde Physiologisiren machte den ganzen Aufguss des Buchs über die Tonempfindungen aus.“⁷⁴²

Helmholtz und Kelvin legten jedoch gerade großen Wert auf die Vorbereitung ihrer populären Vorträge und nutzten sie, um nicht nur neue Erkenntnisse anderer zu vermitteln, sondern um eigene Ideen und Hypothesen vorzutragen. Das zeigt der Vortrag von Helmholtz, in dem er die **Ursachen der Sonnenwärme** behandelte. Am 7. Februar 1854 sprach Helmholtz vor der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg zum Thema „Ueber die Wechselwirkung der Naturkräfte und die darauf bezüglichen neuesten Ermittelungen der Physik“.⁷⁴³ Er bemühte sich auch hier, weitreichende Konsequenzen aus bisherigen Erkenntnissen der Naturforschung zu ziehen. Er ging dabei vom Energieerhaltungssatz aus: „Die Physik hat in neuester Zeit eine Errungenschaft von sehr allgemeinem Interesse gemacht, von der ich mich bemühen will, im Folgenden eine Vorstellung zu geben. Es handelt sich dabei um ein neues allgemeines Naturgesetz, welches das Wirken sämtlicher Naturkräfte in ihren gegenseitigen Beziehungen zu einander beherrscht, und das eine ebenso grosse Bedeutung für unsere theoretischen Vorstellungen von den Naturprozessen hat, als es für die technische Anwendung derselben von Wichtigkeit ist.“⁷⁴⁴ Er erläuterte die schon früher erworbene Erkenntnis, daß alle Wirkungen rein mechanischer Wirkungskräfte keine Triebkräfte erzeugen und ein perpetuum mobile unmöglich sei, um dann als neue Einsicht der Physik hervorzuheben, daß auch für die nicht-mechanischen Kräfte Wärme, Elektrizität, Licht, Magnetismus und chemische Verwandtschaftskräfte gelte, ein perpetuum mobile sei nicht möglich.

Es ging sowohl um die Allgemeingültigkeit des Energieerhaltungssatzes, als auch um den von Kelvin und Clausius auf der Grundlage der [226] Arbeiten von Sadi Carnot begründeten zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, dem er den Ausdruck gab: „Nur wenn Wärme von einem wärmeren zu einem kälteren Körper übergeht, kann sie, und auch dann nur theilweise, in mechanische Arbeit verwandelt werden.“⁷⁴⁵ Das ist der Hinweis auf die Unmöglichkeit eines perpetuum mobile zweiter Art, das durch Wärmeentzug von kälteren Körpern zur Gewinnung von Energie genutzt werden sollte. Diesem Vorhaben widersprach die Zunahme der Entropie in einem geschlossenen System. Dieser Satz sei für ihn zwar noch nicht vollständig erwiesen, habe jedoch eine große Wahrscheinlichkeit für sich. Er machte den Energieerhaltungssatz und den Entropiesatz zur Grundlage der Überlegungen über die Entstehung der Sonnenwärme.

Hatte man sich in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts vor allem mit den Sonnenflecken befaßt, so brachten die forcierten thermodynamischen Untersuchungen auch Überlegungen mit sich, die Temperatur der Sonne zu bestimmen, die Entstehung der Sonnenwärme zu erklären und den Betrag der Sonnenstrahlung zu messen, der auf die Erde fällt. So stellte sich Helmholtz in dem Vortrag die Aufgabe, „den Haushalt des Weltalls, in Bezug auf die Vorräthe wirkungsfähiger Kraft, etwas zum überschauen.“⁷⁴⁶ Ausgehend von den Gedanken von Kant und Laplace über die Entstehung des Planetensystems durch die Verdichtung von stellarer Masse stellte er die Frage nach dem Ursprung von Wärme und Licht, die mit der Kant-Laplace-Hypothese noch nicht beantwortet sei.⁷⁴⁷ Für ihn gab das

⁷⁴⁰ Eugen Dühning, Robert Mayer der Galilei des 19. Jahrhunderts, vgl. FN 165, S. 100.

⁷⁴¹ Herbert Hörz, Brückenschlag zwischen zwei Kulturen, vgl. FN 10, S. 204 ff.

⁷⁴² Eugen Dühning, Robert Mayer der Galilei des 19. Jahrhunderts, vgl. FN 165, S. 99.

⁷⁴³ Der Vortrag wurde noch im gleichen Jahr im Verlag der Hartungschen Buchhandlung Königsberg veröffentlicht und später in Heft II der Populärwissenschaftlichen Vorträge von 1872 leicht korrigiert aufgenommen. Dort ist ein „Anhang über Robert Mayer's Priorität bezüglich der Aequivalenz von Arbeit und Wärme“ hinzugefügt, wie Helmholtz in der Vorrede zum ersten Band der „Vorträge und Reden“ von 1884 bemerkt. Vgl. Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Erster Band, vgl. FN 63, S. X. Der Vortrag wurde von John Tyndall 1856 für das Philosophical Magazine übersetzt.

⁷⁴⁴ Hermann von Helmholtz, Ueber die Wechselwirkung der Naturkräfte und die darauf bezüglichen neuesten Ermittelungen der Physik, in: Hermann von Helmholtz, Vorträge u. Reden, Erster Band vgl. FN 63, S. 51.

⁷⁴⁵ Ebd., S. 66.

⁷⁴⁶ Ebd., S. 68.

⁷⁴⁷ Ebd., S. 69.

Gesetz „der Aequivalenz von Wärme und Arbeit in den mechanischen Kräften jenes Urzustandes eine so reiche Quelle von Wärme und Licht, dass wir keine Veranlassung haben, zu einer anderen, ursprünglich bestehenden, unsere Zuflucht zu nehmen. Wenn nämlich bei der Verdichtung der Massen die Theilchen auf einander stießen und so aneinander hafteten, so wurde die lebendige Kraft ihrer Bewegung vernichtet und musste zum Wärme werden.“⁷⁴⁸ Daraus zog er den Schluß, daß berechnet werden könne, wieviel Arbeit bei der Verdichtung geleistet würde, wieviel noch in Form mechanischer Kraftgrößen bestehe, um daraus dann bestimmen zum können, wieviel schon in Wärme verwandelt wurde. Im Mittelpunkt seiner Überlegungen standen die Veränderungen, die wir der Wärme und dem Licht der Sonne [227] verdanken.⁷⁴⁹ Dazu gehören die Winde und das Klima, Meeresströmungen, das Leben der Pflanzen und Tiere sowie die Existenzbedingungen der Menschen.

Der französische Physiker Claude Servais Mathias Pouillet (1790–1868) fand, „daß die Sonnenstrahlen, die auf den Quadratcentimeter Erdoberfläche fallen, die Temperatur von 1,7633 Gramm Wasser um 1° C pro Minute erhöhen. Er nannte diese Zahl die Solarkonstante.“⁷⁵⁰ Die **Sonnentemperatur** schätzte er auf Werte zwischen 1461° und 1671° C. Solche Angaben differierten bei anderen Gelehrten zwischen mehreren Tausend bis zu mehreren Millionen Grad. Erst nach 1879, mit dem von Stefan aufgestellten Strahlungsgesetz, das von Boltzmann theoretisch begründet wurde, nach dem sich die Gesamtstrahlung mit der 4. Potenz der Temperatur vergrößert, ergaben sich Temperaturen in der Nähe von 6000° C.

Zu den Messungen von Pouillet, wieviel Sonnenwärme auf der Erde in einer gegebenen Zeit eine gegebene Fläche trifft, meinte Helmholtz, daß damit keine Aussage gemacht werde, „ob die Sonne nur als glühender Körper die Wärme ausstrahlt, die seit ihrer Entstehung in ihr angehäuft ist, oder ob fortwährend eine Neuerzeugung von Wärme vermöge chemischer Prozesse an ihrer Oberfläche stattfindet. Jedenfalls lehrt uns unser Gesetz von der Erhaltung der Kraft, dass kein Prozess, der den auf der Erde bekannten analog ist, in der Sonne die Wärme- und Lichtausstrahlung für ewige Zeiten unerschöpflich unterhalten kann. Aber dasselbe Gesetz lehrt uns auch, dass die vorhandenen Kraftvorräthe, die als Wärme schon existiren, oder die einst zu Wärme werden können, noch für unermesslich lange Zeiten ausreichen.“⁷⁵¹ Ausgehend von der Annahme, daß die zunehmende Verdichtung der Sonne weiter Wärme erzeuge, berechnete er, „dass, wenn der Durchmesser der Sonne sich nur um den zehntausendsten Theil seiner jetzigen Grösse verringerte, dadurch hinreichend viel Wärme erzeugt würde, um die ganze Ausgabe für 2100 Jahre zu decken.“⁷⁵²

Nach ihm hat sich die **Temperatur der Erdoberfläche** seit den 4000 Jahren, aus denen wir Nachrichten haben, nicht merklich verringert. Da jedoch aus alten Zeiten keine Messungen mit Thermometer [228] vorliegen, dient die Verbreitung von Kulturpflanzen, wie des Weinstocks und des Ölbaums, die auf Klimaänderungen empfindlich reagieren, als Grundlage für Aussagen zur Beständigkeit des Klimas. Das Gegenargument für eine Abnahme der Wärme, nach dem die deutschen Ritter früher in Ostpreußen Wein angebaut, gekeltert und getrunken hätten, was nun nicht mehr möglich sei, ließ er deshalb nicht gelten, da Chronisten berichteten, daß in besonders heißen Jahren der Wein etwas weniger von seiner üblichen Säure hatte. Deshalb meinte er zum später aufgegebenen Weinanbau, das spräche „also nicht für die Wärme des Klima, sondern nur für die Kehlen der deutschen Herrn.“⁷⁵³

Helmholtz hielt im Wintersemester 1862/63 in Karlsruhe einen Zyklus von Vorlesungen, den er 1864 in London wiederholte, von denen zwei ausgearbeitet wurden, nämlich die Einleitung „Über die Erhaltung der Kraft“ und die „Über die Entstehung des Planetensystems“⁷⁵⁴. Das Interesse an der

⁷⁴⁸ Ebd., S. 70.

⁷⁴⁹ Ebd., S. 74 ff.

⁷⁵⁰ Simon Mitton (Hrsg.), Cambridge Enzyklopädie der Astronomie, Leipzig, Jena, Berlin 1978, S. 407.

⁷⁵¹ Hermann von Helmholtz, Ueber die Wechselwirkung der Naturkräfte und die darauf bezüglichen neuesten Ermittlungen der Physik, vgl. FN 744, S. 81.

⁷⁵² Ebd., S. 81.

⁷⁵³ Ebd., S. 82.

⁷⁵⁴ Hermann von Helmholtz, Vorrede zum ersten Band der „Vorträge und Reden“ von 1884, vgl. FN 63, S. XI. In der Vorrede zum zweiten Band wird festgestellt, daß der Vortrag „Über die Entstehung des Planetensystems“ 1876 für die

Kosmogonie wuchs in dieser Zeit immer mehr. Er meinte dazu: „Das Thema ist in neuerer Zeit ein Lieblingsgegenstand populärer naturwissenschaftlicher und philosophischer Besprechungen gewesen. Dem Inhalte nach war nichts Neues darüber beizubringen, aber eine zusammenhängende Darstellung der thatsächlichen Grundlagen, die zum den verbreiteten Ansichten über diese Frage geführt haben, schien mir immer noch wünschenswerth zu sein.“⁷⁵⁵ Er begründete im Vortrag die Möglichkeit, „aus den bekannten Verhältnissen der Gegenwart Rückschlüsse auf die unbekannt Vergangeneheit zu ziehen.“⁷⁵⁶ Dabei könnten Hypothesen, wie die Kant-Laplacesche, nicht durch direkte Beobachtung verifiziert werden, wohl aber gäbe es mittelbare Bestätigungen durch neue Tatsachen, die mittels dieser Hypothese zu erklären seien, wobei sich Reste der für die Bildung der Weltkörper angenommenen Vorgänge noch in der Gegenwart nachweisen ließen.

Besondere Bedeutung sprach Helmholtz der Spektralanalyse zu, mit der nachgewiesen werden konnte, daß sich irdische Elemente in der [229] Atmosphäre der Fixsterne finden.⁷⁵⁷ Daraus ließen sich, so bemerkte er, Hinweise auf die Zusammensetzung der Sonne und die Struktur ihrer Oberfläche ableiten, die die ältere Annahme von der Sonne als einem dunklen kühlen Körper, der von einer strahlenden Photosphäre umgeben sein soll, widerlegten.⁷⁵⁸ Nun ging er auch ausführlicher auf die mit den Sonnenflecken verbundenen Bewegungen der Sonnenatmosphäre ein. Die von ihm schon 1854 abgelehnte Hypothese, nach der Meteoriten, die auf die Sonne fallen, die Wärmeabgabe ermöglichen, wie sie von Robert Mayer⁷⁵⁹ vertreten wurde, problematisierte er, aufbauend auf Kelvin, mit dem Argument, die Masse der Sonne müßte dann schnell zunehmen, was zu einer beschleunigten Bewegung der Planeten führen würde.⁷⁶⁰ Die Wärme, die die Sonne durch **Kontraktion** bisher entwickelte, reiche aus, um die derzeitige Wärmeausgabe und die von 22 Millionen Jahren der Vergangenheit zu decken. Damit sei das Wärmepotential keineswegs erschöpft, wie Helmholtz mit Berufung auf die Ergebnisse der Spektralanalyse bemerkte. „Wir dürfen es deshalb wohl für sehr wahrscheinlich halten, dass die Sonne in ihrer Verdichtung noch fortschreiten wird, und wenn sie auch nur bis zur Dichtigkeit der Erde gelangt, – wahrscheinlich aber wird sie wegen des ungeheuren Druckes in ihrem Inneren viel dichter werden, – so würde dies neue Wärmemengen entwickeln, welche genügen würden für noch weitere 17 Millionen Jahre dieselbe Intensität des Sonnenscheins zu unterhalten, welche jetzt die Quelle allen irdischen Lebens ist.“⁷⁶¹

Helmholtz unterschied Wärme und Licht nur nach den Empfindungen, die sie auf der Haut als Wärme und im Auge als Licht hervorrufen. Die Strahlung der leuchtenden und heißen Körper halte die Physik „für eine schwingende Bewegung eines überall verbreiteten elastischen Stoffes, des Lichtäthers ...“⁷⁶² Diese 1852 ausgedrückte Auffassung entsprach der damaligen Haltung der Physiker, die im mechanischen Sinne für jede Energieform einen Stoff suchten, den sie für Licht und Wärme im **Äther** fanden. Im Vortrag von 1871 betonte Helmholtz dazu: „Was zunächst den Lichtäther betrifft, so ist die Existenz desselben nicht [230] zweifelhaft zu nennen. Dass das Licht und die strahlende Wärme eine sich wellenförmig ausbreitende Bewegung sei, ist genügend bewiesen. Damit eine solche Bewegung sich durch die Welträume ausbreiten könne, muss etwas da sein, was sich bewegt.“⁷⁶³ Dabei verwies er auf Berechnungen von Kelvin über die Dichtigkeit des Äthers. Sie müsse viel kleiner sein als die der Luft im Vakuum einer guten Luftpumpe, könne jedoch nicht gleich Null sein. Als Anmerkung dazu schrieb er jedoch: „Die Grundlagen wurden dieser Rechnung allerdings entzogen werden, wenn

„Populären wissenschaftlichen Vorträge“, Heft III ausgearbeitet wurde. Vgl. Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Zweiter Band, vgl. FN 129, S. VI. Zu diesem Thema sprach Helmholtz 1871 in Heidelberg und Köln, vgl. ebd., S. 53.

⁷⁵⁵ Hermann von Helmholtz, Vorrede zum zweiten Band, in: Vorträge und Reden, Zweiter Band, vgl. FN 129, S. VI.

⁷⁵⁶ Hermann von Helmholtz, Ueber die Entstehung des Planetensystems, in: Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Zweiter Band, vgl. FN 129, S. 57.

⁷⁵⁷ Ebd., S. 63.

⁷⁵⁸ Ebd., S. 67.

⁷⁵⁹ Über Vorwürfe an Helmholtz, die Priorität von Robert Mayer bei der Formulierung des Energieerhaltungssatzes nicht beachtet zu haben, vgl. Herbert Hörz, Friedrich Engels und Hermann von Helmholtz, vgl. FN 44.

⁷⁶⁰ Hermann von Helmholtz, Ueber die Entstehung des Planetensystems, vgl. FN 756, S. 82.

⁷⁶¹ Ebd., S. 83.

⁷⁶² Hermann von Helmholtz, Ueber das Sehen des Menschen, vgl. FN 95, S. 98.

⁷⁶³ Hermann von Helmholtz, Ueber die Entstehung des Planetensystems, vgl. FN 756, S. 72.

sich die Maxwell'sche Hypothese bestätigen sollte, wonach das Licht auf elektrischen und magnetischen Oscillationen beruht.⁷⁶⁴ Er hielt jedoch weiter an der Ätherhypothese fest. So faßte er in seinem Vorwort zu den Prinzipien der Mechanik von Heinrich Hertz weiterhin Licht als elektrische Schwingung in einem den Weltraum füllenden Äther.⁷⁶⁵

Kelvin hatte sich ebenfalls mit der Sonnenwärme beschäftigt. 1854 versuchte er zu zeigen, daß seine Meteoritentheorie und die Theorie von Helmholtz sich gegenseitig ergänzen.⁷⁶⁶ Mit Helmholtz war er der Meinung, daß die Sonnenenergie nicht unerschöpflich sei. Noch 1862 kam er beim Vergleich beider Theorien auf eine längere Dauer der Sonnenwärme auf der Grundlage der Meteoritentheorie.⁷⁶⁷ Zugleich hatte er Zweifel an dieser Erklärung. Er näherte sich nach und nach immer mehr der Kontraktionstheorie von Helmholtz. 1871 verwies er auf dessen wichtige Erklärung, daß die Sonnenwärme weit davon entfernt sei, erschöpft zu werden. Seine Meteoritentheorie hatte er dann in den sechziger Jahren, ohne das direkt zu betonen, aufgegeben.⁷⁶⁸ Dazu mögen auch die verschiedenen persönlichen Treffen zwischen beiden beigetragen haben⁷⁶⁹, die immer wieder stattfanden, nachdem beide erstmals am 7.8.1855 in Bad Kreuznach zusammentrafen. Vor allem der längere Urlaub von Helmholtz nach dem Tod seiner ersten Frau, den er im Som-[231]mer 1860 bei Thomsons auf der Insel Arran verbrachte, dürfte viel zur Annäherung der Standpunkte beigetragen haben.

Den Äther faßte Thomson als eine Substanz von größter Einfachheit. „We might imagine it to be a material whose ultimate property is to be incompressible; to have a definite rigidity for vibrations in times less than a certain limit, and yet to have the absolutely yielding character that we recognize in wax-like bodies when the force is continued for a sufficient time.“⁷⁷⁰ Er meinte, man müsse viel mehr über den Äther wissen als jetzt, doch gleichzeitig sei über ihn mehr bekannt als über Luft, Wasser, Glas oder Eisen, was bedeute, daß die Naturgeschichte des Äthers ein unendlich einfacheres Gebiet sei im Vergleich mit der Naturgeschichte jedes anderen Körpers.

Generell kann man festhalten: Die Ätherhypothese war für die Theorie der Sonnenwärme nicht konstitutiv. Spätere Einsichten in die Mechanismen der Energieformen Wärme und Licht, die zeigten, daß ein Äther nicht existiert, hätten nichts an den Überlegungen zur Quelle der Sonnenwärme geändert. Entscheidend war vielmehr der generelle Gedanke von der Bewegung als Attraktion und Repulsion von festen Körpern. In dieser mechanistischen Denkweise war die Theorie von der Kontraktion der Sonnenmassen als Wärmequelle allen anderen überlegen, da sie mit den bisher erworbenen Erkenntnissen in Einklang stand und eine Vielzahl von Erscheinungen erklären ließ.

Das wird allgemein anerkannt. Zur **Entwicklung der Theorie über die Sonnenwärme** in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts heißt es: „Die Energiequelle der Sonne blieb bis zur ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts ein Geheimnis. In den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts begann sich die Überzeugung von der Erhaltung der Energie durchzusetzen. Geologische Beweise forderten ein viel höheres als das biblische Alter von 6000 Jahren.⁷⁷¹ Das bedeutete, daß der chemische Verbrennungsprozeß (Kohle, Öl, Holz) das Problem nicht lösen konnte; man mußte auf andere Mechanismen zurückgreifen, um die Sonnenwärme erklären zu können. Im Jahre 1848 regte Mayer an, daß die Wärme durch den Einschlag von Meteoriten auf die Sonnenoberfläche erzeugt würde. Die Menge der dazu notwendigen Meteorite würde jedoch zu einem merklichen Anwachsen der Sonnenmasse führen, das man an der Veränderung der Erdbahn beobachten könnte. In einem populärwissenschaft-[232]lichen Vortrag im Jahre 1854 legte Hermann von Helmholtz eine Theorie vor, die in der Tat gebilligt wurde und fast 50 Jahre lang das allgemein akzeptierte Modell bildete. Nach dieser neuen Theorie war die Sonnenwärme ein direktes Ergebnis der Schrumpfung infolge Auskühlung. Helmholtz rechnete aus,

⁷⁶⁴ Ebd., S. 72.

⁷⁶⁵ Hermann von Helmholtz, Vorwort, in: Heinrich Hertz, Prinzipien der Mechanik im neuen Zusammenhang dargestellt, Gesammelte Werke, Band 3, Leipzig 1894, S. VII–XXVII.

⁷⁶⁶ Crosbie Smith, M. Norton Wise, Energy and Empire, Cambridge 1989, S. 526.

⁷⁶⁷ Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 5, S. 537.

⁷⁶⁸ Crosbie Smith, M. Norton Wise, Energy and Empire, vgl. FN. 5, S. 528 f.

⁷⁶⁹ Herbert Hörz, H. Helmholtz und W. Thomson, Begegnungen und Briefe von 1871, Teil I und 2, vgl. FN 22.

⁷⁷⁰ Lord Kelvin, Baltimore Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light, vgl. FN 112, p. 12.

⁷⁷¹ Herbert Hörz, Zeit in Philosophie und Geologie, vgl. FN 734.

daß die Strahlung infolge einer Verkleinerung des Durchmessers um 120 m jährlich 22 Millionen Jahre lang anhalten könnte. Gegen Ende des Jahrhunderts wurde aber auch diese Lebensdauer im Vergleich zu den geologischen Abschätzungen des Erdalters zu klein. Eine bessere Erklärung sollte jedoch ausbleiben, solange die Entdeckungen der Kernphysik noch nicht gelungen waren.⁷⁷²

Helmholtz gelang es also, eine grundlegende Theorie zur Sonnenwärme zu generieren. Welche Gründe können dafür angeführt werden?

Erstens ist dafür seine Haltung zu nennen, nach allgemeinen Prinzipien der Naturerklärung zu suchen und weitreichende theoretische Konsequenzen aus ihrer Aufstellung zu ziehen, also **Philosophie als Heuristik** zu nutzen. Trotz der Warnung von Kollegen vor philosophischen Schlüssen, scheute er sich nicht, auf der Grundlage empirischen Materials und theoretischer Interpretationen prinzipielle Aussagen zu machen. Das war schon bei seinem Vortrag über die „Erhaltung der Kraft“ so, der deshalb in Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie keine Aufnahme fand und nach Meinung des Freundes du Bois-Reymond auch für das von Crelle herausgegebene Journal für reine und angewandte Mathematik nicht „formelreich“ genug sei. Deshalb riet er zur selbständigen Veröffentlichung, in der sich in der philosophischen Einleitung „doch viele herrliche Dinge sagen lassen.“⁷⁷³ Helmholtz folgte diesem Rat. Schon diese Arbeit zeigte den philosophischen Sinn, mit dem Helmholtz Naturforschung betrieb.

Im Gegensatz zu manchen Philosophen lehnte er jedoch theoretisch nicht ausreichend begründete Spekulationen ab. Das machte seine Kritik an Arthur Schopenhauer (1788–1860) deutlich, der ihm Plagiat an seinen Ideen zur Theorie des Sehens und Unterschätzung der Philosophie vorgeworfen hatte.⁷⁷⁴ Ironisch wies er etwa die verschwommene Nachahmung des Gesetzes der kleinsten Wirkung durch Zöllner zurück, wodurch „der Schopenhauer’sche Pessimismus, welcher diese Welt zwar für die beste unter den möglichen Welten, aber für schlechter als gar [233] keine erklärt, zu einem angeblich allgemeingültigen Principe von der kleinsten Summe der Unlust formuliert und dieses als oberstes Gesetz der Welt, der lebenden wie der leblosen proclamiert“ werden solle.⁷⁷⁵

Schopenhauer hatte in einem Brief vom 15. Juli 1855 an seinen Schüler Julius Frauenstädt, der eine Rezension zu Arbeiten von Helmholtz schrieb, „gefunden, dass Sie von mir wohl hätten in einem etwas höher Tone reden können, statt mich einigermassen mit dem Helmholtz zu parallelisieren. ... Sagen ‚er und ich ständen auf demselben Boden‘, ist wie sagen, der Montblanc und ein Maulwurfshaufen neben ihm ständen auf demselben Boden. Vor einem Jahr hat er einen abgeschmackten Aufsatz über Goethe’s Farbenlehre verfaßt. Sie hätten ihn dafür, dass er über das Sehn schreibt, ohne mich zu kennen, oder kennen zu wollen, herunterhunzen sollen, und nach Noten. – ... Toleranz ist keine Apostel-Tugend und sollte es nicht sein.“⁷⁷⁶ Helmholtz meinte dazu in einer Rede vom 2. August 1877: „Einen ‚Montblanc neben einem Maulwurfshaufen‘ nennt sich Schopenhauer, wenn er sich mit einem Naturforscher vergleicht. Die Schüler bewundern das große Wort und suchen den Meister nachzuahmen.“⁷⁷⁷ Gegen spekulatives philosophisches Denken setzte er die Erfolge des experimentellen Herangehens und die Einheit von induktiver und deduktiver Methode. Für ihn galt, daß die Gesetze der Tatsachen durch Beobachtungen festzustellen seien und ihre deduktiven Folgerungen zu überprüfen sind.

Für diese von ihm praktizierte Verbindung von empirischen Forschungen, theoretischen Schlüssen und philosophischen Konsequenzen wurde er geachtet. Die Physikalisch-ökonomische Gesellschaft zu Königsberg, vor der er 1854 den Vortrag mit den bahnbrechenden Ideen zur Sonnenwärme hielt,

⁷⁷² Simon Mitton (Hrsg.), Cambridge Enzyklopädie der Astronomie, vgl. FN 750, S. 407.

⁷⁷³ Dokumente einer Freundschaft, vgl. FN 3, S. 83.

⁷⁷⁴ Herbert Hörz, Schopenhauer und Helmholtz, in: Kostas Gavroglu, John Stachel, Marx M. Wartofsky, Science, Mund and Art, Dordrecht, Boston, London 1995, S. 99–122.

⁷⁷⁵ Hermann von Helmholtz, Induction und Deduction, vgl. FN 129, S. 414.

⁷⁷⁶ Arthur Schopenhauer. Von ihm. Über ihn. Ein Wort der Verteidigung von Ernst Otto Lindner und Memorabilien, Briefe und Nachlassstücke von Julius Frauenstädt, Berlin 1863, S. 653 f.

⁷⁷⁷ Hermann von Helmholtz, Das Denken in der Medizin, in: Hermann von Helmholtz, Philosophische Vorträge und Aufsätze, vgl. FN 160, S. 238.

dankte ihm zu seinem 70. Geburtstag für sein aktives Wirken und hob gerade die Seite seines Wirkens hervor, die für das Generieren weitreichender Theorien wichtig ist. Nach dem Hinweis auf die große persönliche Anteilnahme, mit der seine großartigen wissenschaftlichen Errungenschaften verfolgt und verwertet würden, wurde in der Grußadresse festgestellt: „Mehr als meist dem Naturforscher vergönnt ist, haben Sie Anspruch auf solche freudige Theilnahme weiterer Kreise; haben Sie doch nie die allgemeinen Ziele und Aufgaben [234] der empirischen Forschung über den unvermeidlichen Einzel-Untersuchungen vergessen! Verehren wir doch in Ihnen ebenso sehr den Mann unbestrittener Autorität auf dem Gebiet einer fest umgrenzten Wissenschaft, als den umfassenden Denker, welcher die Grenzen seiner Untersuchung nie weit genug hinausschieben kann, sei es auf den verschlungenen Pfaden abstractester Speculation, sei es in der Werkstatt sorgfältiger Beobachtung, einen Gelehrten, welcher es zudem oft und gern unternahm auch die schwierigsten Probleme dem allgemeinen Verständnisse erfolgreich nahe zu bringen.“⁷⁷⁸ So verband er hypothetische philosophische Vorstellungen mit empirisch überprüfem Wissen gegenwärtiger Naturforschung, um seine kosmogonischen Vorstellungen zu begründen.

Im Vortrag von 1871 betonte er: „Die Kant-Laplace’sche Hypothese erweist sich als einer der glücklichen Griffe in der Wissenschaft, die uns anfangs durch ihre Kühnheit erstaunen machen, sich dann nach allen Seiten hin mit anderen Entdeckungen in Wechselbeziehungen setzen und in ihren Folgerungen bestätigen, bis sie uns vertraut werden. Dazu hat in diesem Falle noch ein anderer Umstand beigetragen, nämlich die Wahrnehmung, dass diese Umbildungsprozesse, welche die besprochene Theorie voraussetzt, auch jetzt noch, wenn auch in verringertem Maassstabe, vor sich gehen, wie alle Stadien jener Umbildung auch jetzt noch existiren.“⁷⁷⁹ Es ist dabei erkenntnistheoretisch interessant, daß Helmholtz die **Evolution des Planetensystems**, wie sie in der Kant-Laplaceschen Hypothese vertreten wurde, mit den der Beobachtung zugänglichen Stadien der Sternentwicklung verband, um zu empirisch begründeten und theoretisch in sich konsistenten Aussagen über die Sonnenwärme zu kommen. Wäre er, wie manche Naturforscher, dem empirischen Grundsatz verpflichtet gewesen, Tatsachen zu erkennen und zu beschreiben und keine Hypothesen aufzustellen, so wäre es ihm kaum gelungen, eine so weitreichende Theorie zu begründen. Das träfe auch für philosophisches Denken zu, das allein auf Spekulation vertraut und deren empirische Fundierung außer acht läßt.

Auch Kelvin beschäftigte sich mit der Frage, wie aus Erkenntnissen über gegenwärtige Zustände auf die Vergangenheit geschlossen werden kann. Im Brief an seinen Schwager hob er hervor, daß erfolgreich die [235] nun existierenden Bedingungen der Sonnenwärme untersucht würden, was es ermögliche, mit Hilfe von Analogien und strikt dynamischen Überlegungen zu ergründen, was die vorhergehenden Bedingungen sein mußten. Das geschehe, indem man mehr oder weniger ins Detail gehen könne und die alten Zeiten mehr oder weniger erfassen könne. „Looking at the present conditions and functions of the sun, I argued back on this principle to the probable supposition that he has been built up by falling together of smaller masses.“⁷⁸⁰ Gegen die dabei wieder angedeutete Meteoritentheorie argumentierte er später, daß die Menge der Meteoriten, die die abgegebene Wärme zu erzeugen gehabt hätten, zu einer Erhöhung der Sonnenmasse geführt hätten, was nicht zu bemerken war. So werden sowohl die Heuristik der Analogiebetrachtung deutlich, als auch deren Grenzen sichtbar. Jede Einsicht in vergangene Strukturen ist immer neu, im Zusammenhang mit anderen Erkenntnissen und möglichen Folgerungen, auf ihre innere Konsistenz und empirische Nachweisbarkeit zu prüfen.

Helmholtz war nicht nur philosophisch interessiert⁷⁸¹. Er folgte dem philosophisch begründeten **Evolutionsdenken** überall dort, wo naturwissenschaftliche Belege dafür existierten. Das galt sowohl für die Kant-Laplacesche Hypothese als auch für die Darwinsche Theorie. Charles Darwin (1809–1882) hatte 1859 die Arbeit über die Entstehung der Arten (The origin of species by means of natural selection) veröffentlicht und mit der Auffassung von der Unveränderlichkeit der Arten gebrochen. In

⁷⁷⁸ Die Grußadressen an Helmholtz zum 70. Geburtstag befinden sich im Aktenarchiv des Siemens-Forum München, dem ich für die Unterstützung meiner Recherchen danke.

⁷⁷⁹ Hermann Helmholtz, Ueber die Entstehung des Planetensystems, vgl. FN 756, S. 84.

⁷⁸⁰ Agnes Gardner King, Kelvin the Man, vgl. FN 19, S. 102.

⁷⁸¹ Herbert Hörz, Brückenschlag zwischen zwei Kulturen, vgl. FN 10, S. 254 ff.

den Evolutionsüberlegungen zum Planetensystem 1854 konnten diese Ideen für Helmholtz noch keine Rolle spielen. Sie bestätigten ihm jedoch später die prinzipielle Richtigkeit des vorher schon von ihm vertretenen Evolutionsgedankens auf einem anderen Gebiet, denn für ihn war das „eine der grössten Umwälzungen der Biologie ...“⁷⁸² Vor allem interessierte ihn, daß damit die Verbindung zwischen Evolution und Naturgesetzen erfaßt werde, wozu er 1869 feststellte: „Darwin’s Theorie enthält einen wesentlich neuen schöpferischen Gedanken. Sie zeigt, wie Zweckmäßigkeit der Bildung in den Organismen auch ohne Einmischung von Intelligenz durch das blinde Walten eines Naturgesetzes entstehen kann.“⁷⁸³

[236] In seinen Überlegungen zum möglichen Ende des Lebens auf der Erde durch Erlöschen der Sonne kam er 1871 auf Darwin zurück, nach dem einzusehen sei, „dass nicht bloss Lust und Freude, sondern auch Schmerz, Kampf und Tod die mächtigen Mittel sind, durch welche die Natur ihre feineren und vollendeteren Lebensformen herausbildet.“⁷⁸⁴ Ihm behagte der Gedanke an die Vernichtung irdischen Lebens nicht. Leben war für ihn wie eine Flamme. Sie könne verlöschen, doch ihre Energie bestehe weiter und eine neue Flamme könne entstehen. Als Naturforscher könne er nicht die unsterbliche Seele anführen, die anderen ein Trost wäre. Er endete mit der Frage, ob unsere Sinne dem Leben gegenüber so taub seien, wie das taube Ohr, das Schallschwingungen nur wahrnehme, wenn sie sichtbar und fühlbar seien. Die gegenwärtig mögliche Überlegung, ob künstliche Sonnen oder Auswanderung in andere Bereiche des Kosmos irdisches Leben nach Erlöschen der Sonne verlängern würden, konnte damals noch keine Rolle für einen an empirischen Befunden orientierten Naturforscher spielen.

Neben dem philosophischen Entwicklungsdenken ist ein zweiter Grund für die Entwicklung der langlebigen Theorie zur Sonnenwärme, daß Helmholtz auf der Überzeugung von der **Ewigkeit der Naturgesetze** aufbaute. Sie galt für das Prinzip von der Erhaltung der Kraft, also für den Energieerhaltungssatz. Das hatte er schon 1847 betont. Im Vortrag zur Erhaltung der Kraft von 1863 sprach er von „einem allgemeinen Naturgesetze, welches, soweit unsere bisherige Erfahrung reicht, alle Naturprozesse überhaupt beherrscht und umfasst, welches auch gar nicht mehr auf die praktischen Zwecke des menschlichen Nutzens beschränkt ist, sondern eine ganz allgemeine und besonders charakteristische Eigenschaft aller Naturkräfte ausspricht ...“⁷⁸⁵ Die Verbindung von wechselnden Erscheinungen und allgemeinen Gesetzmäßigkeiten, die im Wechsel gleich bleiben, war für ihn ein Grundtheorem der Naturforschung, auf das er immer wieder zurückkam, wie auch seine, im Zusammenhang mit Schillers Gedicht „Der Spaziergang“ schon erwähnten, Gedanken zu dem Bleibenden in der Erscheinungen Flucht zeigen. Er sah die Bedeutung des Naturgesetzes als eines Leitfadens für den beobachtenden Verstand, der das Wesen in den wechselnden Erscheinungen suche.⁷⁸⁶

[237] Dieser Gedanke war wichtig für die Theorie der Sonnenwärme, da nach einer mechanistischen Erklärung gesucht wurde, die dem Energieerhaltungssatz entsprach. Die Helmholtzsche Theorie wurde erst durch die Erkenntnisse der Kernphysik überholt. Es hatten sich, um mit ihm zu sprechen, die Wirkungsbedingungen verändert. Die Naturmechanismen konnten nun nicht mehr auf Attraktion und Repulsion kleinster unteilbarer Massenpunkte zurückgeführt werden, sondern die Umwandlung von Stoff in Strahlung war zu berücksichtigen, was anderen und neuen energetischen Berechnungen führen mußte. Der Energieerhaltungssatz war davon jedoch nicht betroffen. Er blieb weiter gültig. Es ist eben zu beachten, daß die ewigen Gesetze in ihrer Struktur von statistischem Charakter sind.⁷⁸⁷ Sie enthalten Möglichkeitsfelder für das Verhalten von Elementen in den durch die Gesetze bestimmten Systemen und unterliegen den Existenz- und Wirkungsbedingungen des System- und Elementverhaltens. Selbst gering wahrscheinliche Prozesse werden unter bestimmten Bedingungen realisiert. Mit der Unerschöpflichkeit des Kosmos sind wir an die Existenz des Zufalls gebunden und können

⁷⁸² Hermann von Helmholtz, Goethe’s Vorahnungen kommender naturwissenschaftlicher Ideen, vgl. FN 567, S. 350.

⁷⁸³ Hermann von Helmholtz, Ueber das Ziel und die Fortschritte der Naturwissenschaft, vgl. FN 63, S. 388.

⁷⁸⁴ Hermann von Helmholtz, Ueber die Entstehung des Planetensystems, vgl. FN 756, S. 90.

⁷⁸⁵ Hermann von Helmholtz, Ueber die Erhaltung der Kraft, vgl. FN 546, S. 227.

⁷⁸⁶ Hermann von Helmholtz, Goethe’s Vorahnungen kommender naturwissenschaftlicher Ideen, vgl. FN 567, S. 353.

⁷⁸⁷ Herbert Hörz, Zufall. Eine philosophische Untersuchung, vgl. FN 75, S. 134 ff.

nur Trendaussagen über die Zukunft machen, die letzten Endes offen ist und von uns mit Versuch und Irrtum gestaltet wird. Gerade dazu sind aber langlebige und weitreichende Theorien auf der Grundlage fundierter Gesetzeserkenntnis entscheidend.

Drittens ging Helmholtz von der **Universalität der Naturgesetze** aus. Damit konnten Einsichten, aus irdischer Perspektive gewonnen, auf den Kosmos angewandt werden. Er bemerkte dazu schon in seinem Vortrag von 1854: „Wir werden deshalb nicht anzustehen brauchen, allgemeine Gesetze, denen sämtliche irdische Naturprozesse unterworfen sind, auch für andere Weltkörper als gültig zu betrachten ...“⁷⁸⁸ Neben der methodologischen Einsicht, daß philosophische Hypothesen über den Kosmos dann von Bedeutung sind, wenn ihre Konsequenzen durch jetzt beobachtbare Erscheinungen indirekt überprüft werden können, und der Auffassung von der Ewigkeit der Naturgesetze, die eine Anwendung des Energieerhaltungssatzes auf alle Prozesse ermöglichen, kam nun die Überzeugung von der universalen Wirkung dieses Gesetzes hinzu, um die Frage nach der Quelle der Sonnenwärme zu beantworten. Helmholtz betonte deshalb in seinem Vortrag weiter: „Physika-[238]lisch-mechanische Gesetze sind wie Teleskope unseres geistigen Auges; sie dringen in die fernste Nacht der Vergangenheit und Zukunft.“⁷⁸⁹

Viertens sah er in den **spektroskopischen Erkenntnissen** eine Bestätigung der Einheit von irdischen und kosmischen Prozessen. Dieser Aspekt spielte bei der Aufstellung der Hypothese noch keine Rolle. Durch die enge Zusammenarbeit mit Kirchhoff in Heidelberg, der sich auch maßgeblich für die Berufung von Helmholtz von Bonn nach Heidelberg eingesetzt hatte⁷⁹⁰, kannte er dessen Arbeiten über die Spektralanalyse und besonders über die Ende der 50er und Anfang der 60er Jahre durchgeführten Beobachtungen zu den Sonnenspektren. Im Vortrag von 1871 über die Entstehung der Planeten meinte er, „die Spectralanalyse hat uns gelehrt, dass eine grosse Anzahl wohlbekannter irdischer Elemente in den Atmosphären der Fixsterne und sogar der Nebelflecke wiederkehrt.“⁷⁹¹ Die Grundlagen spektroskopischer Forschungen wurden von ihm erläutert und Teile von Kirchhoffs Zeichnungen des Sonnenspektrums nachgebildet. Er betonte: „Und Weiteres haben wir durch die Spectralanalyse über unsere Sonne erfahren, wodurch sie den uns bekannten Verhältnissen einigermaassen näher tritt, als es früher scheinen mochte.“⁷⁹² Das verdeutlichte er mit den Forschungsergebnissen von Kirchhoff, die zeigten, daß die glühende Nebelschicht der Sonne, die fortwährend Wärme verliere, zwar kühler als die inneren Massen sei, aber doch heißer als alle irdischen Flammen.

Kirchhoff hatte mit dem Chemiker Bunsen in Heidelberg die Grundlagen der Spektralanalyse entwickelt. Bunsen untersuchte Flammenfärbungen beim Verdampfen von Salzen, um die chemische Zusammensetzung zu bestimmen. Kirchhoff riet ihm, Prismen oder Spektroskope zu benutzen, um das Licht in spektrale Anteile zu zerlegen, wodurch charakteristische Linien für bestimmte Elemente gefunden wurden. Bei seinen Untersuchungen der Sonnenspektren kam er zu einem Modell der Sonne, nach dem im Inneren ein glühend fester Kern ein kontinuierliches Spektrum erzeugt, aus dem die Gase in der äußeren Schicht die Linien absorbieren, die sie isoliert auch emittieren können. Damit gab er eine Erklärung der von Joseph Fraunhofer (1787–1826) 1814 untersuchten Sonnenspektren und stellte 1860/61 eine detaillierte Tafel des Sonnenspektrums auf. Helmholtz war mit diesen Forschungen ver-[239]traut und fand darin nachträglich eine weitere Bestätigung seiner richtigen These von der Universalität der Naturgesetze. Er verteidigte dann 1873 Kirchhoff gegen Überlegungen von Kelvin, der seinem Kollegen und Freund Stokes Priorität bei der neuen Methode der Spektralanalyse zusprach. „Auf dem Gebiete der persönlichen Fragen muss ich bezüglich der die Prinzipien der Spectralanalyse betreffenden Prioritätsreclamation, mit welcher William Thomson für Stokes gegen Kirchhoff aufgetreten ist, mich auf die Seite des Letztgenannten stellen ...“⁷⁹³

⁷⁸⁸ Hermann von Helmholtz, Ueber die Wechselwirkung der Naturkräfte und die darauf bezüglichen neuesten Ermittlungen der Physik, vgl. FN 744, S. 68.

⁷⁸⁹ Ebd., S. 80.

⁷⁹⁰ Herbert Hörz, Helmholtz und die Bonner Universität, vgl. FN 174, Teil 1.

⁷⁹¹ Hermann von Helmholtz, Ueber die Entstehung des Planetensystems, vgl. FN 756, S. 63.

⁷⁹² Ebd., S. 67.

⁷⁹³ Hermann von Helmholtz, Induction und Deduction, vgl. FN 129, S. 421.

Die Überzeugung von der Ewigkeit und Universalität des Energieerhaltungssatzes und das Wissen um die Umwandlung von mechanischer Arbeit in Wärme brachte Helmholtz dazu, über den **Wärmetod des Weltalls** nachzudenken. In seinem Vortrag von 1854 betonte er, entsprechend dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, daß Wärme nicht in mechanische Arbeit verwandelt werden könne, wenn alle Körper die gleiche Temperatur hätten. So teilte er den Energievorrat des Weltalls in Wärme, die nicht mehr umwandelbar sei und in den Vorrat der verschiedensten Energieformen ein, einschließlich der Wärme heißerer Körper, die auf kältere übergehen könne. Ein Teil davon werde ständig in Wärme übergeführt. „Daraus folgt also, dass der erste Theil des Kraftvorraths, die unveränderliche Wärme, bei jedem Naturprozesse fortdauernd zunimmt; der zweite Theil, nämlich die mechanischen, elektrischen, chemischen Kräfte, fortdauernd abnimmt; und, wenn das Weltall ungestört dem Ablaufe seiner physikalischen Prozesse überlassen wird, so muss endlich aller Kraftvorrath in Wärme übergehen und alle Wärme in das Gleichgewicht der Temperatur kommen. Dann ist jede Möglichkeit einer weiteren Veränderung erschöpft; dann muss vollständiger Stillstand aller Naturprozesse von jeder nur möglichen Art eintreten. Auch das Leben von Pflanzen, Thieren und Menschen kann nicht weiter bestehen, wenn die Sonne ihre höhere Temperatur und damit ihr Licht verloren hat und wenn sämtliche Bestandtheile der Erdoberfläche die chemischen Verbindungen geschlossen haben werden, welche ihre Verwandtschaftskräfte fordern. Kurz das Weltall wird von da an zu ewiger Ruhe verurtheilt sein.“⁷⁹⁴ Zwar schränkte er noch ein, daß das nur gelte, wenn die Schlußfolgerung von Kelvin aus dem Carnotschen Gesetz sich als allgemein gültig erweise. [240] Daran habe er jedoch keinen Zweifel, weshalb dem Weltall, wenn auch erst nach unendlich langer Zeit, der ewige Tod drohe.

Gregor Schiemann sieht in diesen Schlußfolgerungen die problematische Beziehung zwischen dem experimentellen Geschick und der theoretischen Fähigkeit zur Synthese, den zwei Seiten des Talents von Helmholtz, denn: „Seine umfassenden theoretischen Konzeptionen beziehen sich nicht selten auf nur beschränkt verallgemeinerungsfähige experimentelle Ergebnisse (so irrt Helmholtz, wenn er meint, ... aus der uneingeschränkten Geltung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik könne auf einen zukünftigen Wärmetod des Universums geschlossen werden).“⁷⁹⁵ Die lebensvernichtenden Folgerungen der Interpretation seien der Anwendung des Gesetzes auf das gesamte Weltall als eines isolierten Systems geschuldet. Schiemann bemerkt weiter: „Wenn aber aus dem allgemeingültigen Naturgesetz nur der Tod folgt, dann wird die Entwicklung von einem einfachen Anfangszustand zum jetzigen Zustand, der durch das Vorhandensein hochkomplexer Lebewesen gekennzeichnet ist, zu einem naturwissenschaftlich unerklärbaren Phänomen.“⁷⁹⁶

Hier sind mehrere Argumentationsstränge miteinander vermengt, die besser auseinandergehalten werden. Wenn aus dem allgemeingültigen Naturgesetz die Abkühlung der Sonne folgt und damit deren mit dem Entstehen des Planetensystems entstandene Wärmequelle versiegt, dann ist, nachdem das Leben auf der Erde entstand, doch nun sein Ende besiegelt. Das bleibt ein naturwissenschaftlich erklärbares Phänomen. Im Hinblick auf die Problematik eines angenommenen Wärmetods des Universums ist der Hinweis berechtigt, daß das Weltall nicht als isoliertes System anzusehen ist, in dem die Entropie nur zunimmt. Das hat jedoch noch nichts mit der allgemeineren Behauptung zu tun, Helmholtz habe ungerechtfertigt allgemeine Schlüsse aus unzureichenden experimentellen Ergebnissen gezogen. Zwei Aspekte der Überlegungen von Helmholtz sind dabei zu beachten: Zum einen seine einschränkende Anmerkung zur allgemeinen Gültigkeit des zweiten Hauptsatzes und zum anderen der Hinweis auf die Wirkungsbedingungen für jedes Gesetz. Helmholtz irrte sich dabei nicht in der Annahme der Allgemeingültigkeit des Satzes, sondern mit der Anwendung auf ein isoliertes System, also bei der Analyse der Wirkungsbedingungen.

[241] Zwei Momente der Argumentation zur Problematik des Wärmetods sind außerdem zu ergänzen. Einerseits ist die Natur nicht durch isolierte Gesetze in ihrem Verhalten bestimmt. Es existieren Gesetzmäßigkeiten, d. h. ein System von allgemeinen und besonderen, komplementären und widersprechenden

⁷⁹⁴ Hermann von Helmholtz, Ueber die Wechselwirkung der Naturkräfte und die darauf bezüglichen neuesten Ermittlungen der Physik, vgl. FN 744, S. 67.

⁷⁹⁵ Gregor Schiemann, Wahrheitsgewissheitsverlust, vgl. FN 109, S. 163.

⁷⁹⁶ Ebd., S. 300.

Gesetzen, deren innerer Zusammenhang zu finden ist.⁷⁹⁷ Insofern können verschiedene Gesetze einander ergänzen und Ereignisse sind nur durch die Existenz eines Gesetzessystems in ihrem Verhalten zu erklären. Das Fallgesetz liebt z. B. die Möglichkeit des Fliegens nicht auf. Andererseits haben Forschungen zur Selbstorganisation gezeigt, daß Strukturbildungsprozesse spontan stattfinden können.⁷⁹⁸ Während dieser Punkt nicht weiter verfolgt werden soll, da er die Probleme der Sonnenwärme in der Helmholtzschen Interpretation nicht direkt berührt, ist der Zusammenhang der beiden Hauptsätze relevant für die weitere Argumentation.

Kelvin hatte, im Zusammenhang mit der Forderung nach einer grundlegenden Reform des geologischen Denkens, mit der physikalische Prinzipien in Einklang mit der geologischen Forschung gebracht werden sollten⁷⁹⁹, gezeigt, daß bei den universellen thermischen Prozessen ständig Entropiezunahme stattfindet, die zu Veränderungen führt. Daraus ergab sich die Folgerung vom Wärmetod des Weltalls. Damit wird jedoch der Energieerhaltungssatz nur in seiner quantitativen Seite betrachtet. Das widerspricht eigentlich den Einsichten in die Universalität und Ewigkeit der Naturgesetze, die Helmholtz und Kelvin vertraten. Bringt man dagegen den ersten und zweiten Hauptsatz der Thermodynamik in einen inneren Zusammenhang, dann kann man nach dem ersten Hauptsatz von der qualitativen Erhaltung der Energieformen im Universum ausgehen. Kelvins und Helmholtz' Argumentation vom Anfang und Ende der Erde und Sonne wäre davon nicht betroffen, denn, was an einer Stelle vergeht, kann an anderer wieder entstehen. Wir hätten mit dieser Annahme auch keinen Widerspruch zum zweiten Hauptsatz aufgebaut, denn die Entropiezunahme gilt für jedes vorhandene oder neu entstehende System. So könnte ein kosmisches Zyklicitätsprinzip begründet werden, nach dem das unerschöpfliche Universum selbst keinen Anfang und kein Ende hat.

Mit dialektischen Argumenten wandte sich der Naturphilosoph Engels gegen die These vom Wärmetod bei Helmholtz. Für Engels ist [242] das Grundprinzip des Geschehens die **Entwicklung**, denn Daseinsweise der Materie ist Bewegung⁸⁰⁰ und Bewegung ist Veränderung überhaupt⁸⁰¹, umfaßt also nicht nur Attraktion und Repulsion, sondern auch Qualitätswechsel, die Entstehung von Neuem. Attraktion könne als Kraft gefaßt werden, Repulsion als Energie.⁸⁰² Der Ausdruck Kraft für ein Gesetz zeige den Mangel an Wissen über das wirkliche Kausalverhältnis. Engels meinte, „als kurzer Ausdruck eines noch nicht ergründeten Kausalzusammenhangs, als Nothbehelf der Sprache, mag es im Handgebrauch passiren. Was darüber ist, das ist vom Übel.“⁸⁰³ Für Engels ist die Summe aller Attraktionen (Kraft) im Weltall gleich der Summe aller Repulsionen (Energie). Mit dialektischen Gründen kritisierte er die Auffassung, daß Bewegung aufhöre, weil Attraktion oder Repulsion sich ausgleichen oder Attraktion und Repulsion sich verschiedener Teile des Alls bemächtigen.⁸⁰⁴ Eine solche Annahme setzte er mit der Auffassung gleich, man könne bei einem Magneten die Pole voneinander trennen, indem man den Magneten teile. Jedes Teil besitze jedoch nach der Trennung wieder beide Pole. Polarität ließe sich nicht beseitigen, weil sie Bestandteil der Bewegung sei. Bewegungsformen gingen immer wieder ineinander über.⁸⁰⁵ Er betonte also neben der quantitativen Erhaltung der Energie auch die qualitative Umwandlung der Bewegungsformen ineinander.

Mit den Forschungen zur Kernphysik erwies sich die philosophische Auffassung von der Bewegung als Veränderung überhaupt, wozu auch qualitative Veränderungen gehören, als weitsichtiger als der mechanistische Standpunkt von Helmholtz und Kelvin. Die Diskussion um den Zusammenhang zwischen 1. und 2. Hauptsatz der Thermodynamik mit der qualitativen Erhaltung der Energieformen im unerschöpflichen Weltall geht jedoch weiter. Die Vernichtung des Lebens auf der Erde hebt die

⁷⁹⁷ [Herbert Hörz, Der dialektische Determinismus in Natur und Gesellschaft, Berlin 1974.](#)

⁷⁹⁸ Herbert Hörz, Selbstorganisation sozialer Systeme, vgl. FN 608, S. 38 ff.

⁷⁹⁹ Vgl. Abschn. 5.4.

⁸⁰⁰ Friedrich Engels, Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft (Anti-Dühring) in: Karl Marx, Friedrich Engels, Werke, Band 20, Berlin 1973, S. 187.

⁸⁰¹ Friedrich Engels, Dialektik der Natur, vgl. FN 72, S. 187.

⁸⁰² Ebd., S. 193.

⁸⁰³ Ebd., S. 198.

⁸⁰⁴ Ebd., S. 190.

⁸⁰⁵ Ebd., S. 195.

mögliche Entstehung des Lebens und die Entwicklung vernunftbegabter Wesen in anderen Räumen und Zeiten des Alls nicht auf. Unser Sonnensystem ist kein in sich abgeschlossener Teil des Kosmos. Deshalb ist es gut, sich vor solchen Verallgemeinerungen zu hüten, die diese Annahme zu Grunde legen und damit den Blick auf andere Fak-[243]toren verbauen. Die Helmholtzsche Grundthese von der Ewigkeit und Universalität der Naturgesetze unter genau zu bestimmenden Existenz- und Wirkungsbedingungen ist davon nicht berührt, wohl aber die Möglichkeit betont, neue Einsichten in umfassendere oder andere Mechanismen des irdischen oder kosmischen Naturgeschehens zu erlangen. So erwies sich die mechanische Auffassung von der Repräsentanz fester Körper durch punktförmige Affen an gewichtslosen Seilen dort als überholt, wo es um die Mechanismen kernphysikalischer quantenmechanischer Prozesse geht und die Ätherhypothese wurde als unbegründet durch die Relativitätstheorie beiseite geschoben, obwohl Helmholtz und Kelvin sie als unumstößlich ansahen.

5.6. Der Streit um die Fernwirkung

Mit den Ideen von Faraday und den Forschungen von Maxwell setzte sich immer mehr die Auffassung durch, daß die Wechselwirkung der Objekte entweder direkt oder durch Medien vermittelt erfolge und keine Fernwirkung existiere. In der Thermo- und Elektrodynamik stand dagegen die von Wilhelm Weber vertretene Annahme, nach der die Körper über ferne Distanzen aufeinander wirken. Er ging davon aus, daß diese Wechselwirkung keiner endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit bedürfe. Sein Grundgesetz der elektrischen Wirkung machte die Größe der Wechselwirkung zweier elektrischer Massenpunkte nicht nur von der Entfernung, sondern auch von der Geschwindigkeit und Beschleunigung ihrer relativen Bewegung, abhängig. Das stand im Widerspruch zu der von Helmholtz in seiner Arbeit über die Erhaltung der Kraft geforderten Abhängigkeit aller Wirkungen in der Natur von anziehenden und abstoßenden Kräften, deren Intensität nur von der Entfernung der aufeinander wirkenden Punkte bestimmt sei. Weber konnte zeigen, daß sein Gesetz diesen Forderungen genüge. Der Streit verlagerte sich nun auf die Auseinandersetzung um Nah- oder Fernwirkung. Zwar hatte Weber die Annahme eines **vermittelnden Mediums** ausgesprochen, blieb jedoch im wesentlichen bei seiner Auffassung von der Fernwirkung. Das habe dann rund vier Jahrzehnte später den Untergang der Weberschen Anschauungen herbeigeführt. „Die Voraussetzung einer unmittelbaren Fernwirkung nach Weberscher Vorstellung wurde aufge-[244]geben während seine Annahme einer quasiatomistischen Struktur der Elektrizität bis heute von Wert und in Geltung geblieben ist.“⁸⁰⁶

Zöllner verteidigte gegenüber Helmholtz und Thomson die Webersche Fernwirkungstheorie. Er betonte, daß Weber nachgewiesen habe, wenn das Prinzip der Energieerhaltung physikalische Bedeutung haben sollen, dann müßten die aus der Wechselwirkung materieller Punkte resultierenden Kräfte notwendig von ihrer Bewegung und Beschleunigung abhängen. Allgemeiner formulierte er: „Endlich ist es nun auch vor Kurzem gelungen, von einem ganz allgemeinen, rein mathematischen Gesichtspunkt, den Beweis zu liefern, dass die inneren Potentialkräfte eines Systems bewegter materieller Punkte nothwendig Glieder enthalten müssen, welche von der Bewegung abhängen, wenn dieses System dem Principe von der Erhaltung der Energie und der Gleichheit von Action und Reaction genügen soll.“⁸⁰⁷ Wäre man bei der Fernwirkungstheorie verblieben, dann hätte die Suche nach den, auch von Weber genannten, vermittelnden Medien zwischen den Wirkungen aufgehört.

Die Debatte um die Fernwirkung hatte so physikalische und philosophische Aspekte. Die Mechanisierung des Weltbilds führte zu neuen Fragen, die den Mechanismus komplizierter physikalischer und chemischer Vorgänge betrafen. Helmholtz und Kelvin gingen bei ihren Forschungen in diese Richtung. Sie untersuchten die vermittelnden Medien der thermischen und elektromagnetischen Bewegungen. Dabei kam es sowohl zur Präzisierung physikalischer Vorstellungen mit der von Faraday und Maxwell begründeten Nahwirkungstheorie, als auch zur Diskussion philosophischer Auffassungen über den realen Wirkungsmechanismus. Diese hat in der Geschichte der Naturerklärung eine lange Tradition.

⁸⁰⁶ Karl Heinz Wiederkehr, Wilhelm Eduard Weber, Stuttgart 1967, S. 97.

⁸⁰⁷ Friedrich Zöllner, Wissenschaftliche Abhandlungen, Erster Band, vgl. FN 132, S. 128.

Aus der Scholastik überkommen war die These, daß ein Körper dort nicht wirken könne, wo er sich nicht befinde. *Corpus ibi agere non potest ubi non est*. Das hing mit der Vorstellung zusammen, die vor allem im Atomismus entwickelt wurde, daß die letzten unteilbaren Teilchen konzentriert den Raum erfüllen. Sie bewegen sich im leeren Raum und wechselwirken durch Berührung. Diese vereinfachte Auffassung über die Mechanismen der Wechselwirkung führte zu vielem Problemen. Man kannte die Gesetze der Planetenbewegungen, die sich mit eherner Notwendigkeit vollzogen, ohne daß die Medien bekannt waren, die die [245] Bewegung der Planeten ermöglichten. Erklärte man nämlich die Ruhe zum grundlegenden Prinzip der Naturobjekte, dann mußte jede Bewegung durch eine spezielle Ursache erklärt werden. Nun zeigte die klassische Mechanik, daß Körper sich in Ruhe oder gleichförmig geradliniger Bewegung befinden und erst ihre Bewegungsänderung zu erklären ist.

Später setzte sich das philosophische Prinzip von der **Bewegung als Daseinsweise** der Materie durch, das erst durch viele physikalische Erkenntnisse gesucht und untermauert wurde.⁸⁰⁸ Diese allgemeine philosophische Einsicht bedurfte noch der relativistischen Einsicht vom inneren Zusammenhang zwischen bewegter Materie und Raum-Zeit-Struktur, um als universelles Prinzip anerkannt werden zu können. Für das 19. Jahrhundert war jedoch die Auseinandersetzung um Nahtwirkung, durch materielle Medien vermittelte Fernwirkung und unvermittelte Fernwirkung entscheidend. Einen Schritt in die Richtung philosophischer Einsichten in die Bewegung als Daseinsweise der Materie gingen diejenigen, die sich bemühten, Zusammenhänge als vermittelt zu begreifen.

Damit wurde die Substanzproblematik aufgeworfen. Helmholtz erinnerte in dem genannten Manuskript zur Rede auf der Naturforscherversammlung 1894 in Wien daran, daß der Streit um die Substantialität oder Nicht-Substantialität des menschlichen Geistes weiter geführt werde, wobei die Unzerstörbarkeit der Substanz ihr wichtigstes Attribut sei. Unsterblichkeit der Seele und Seelenwanderung seien damit verbundene Themen, auf die er nicht eingehen wolle. Er sprach von damit verbundenen willkürlichen, phantastischen, widerspruchsvollen und geschmacklosen Vorstellungen. Substanz sei das, was in den Erscheinungen konstant bleibe, eben das Wesen der Dinge. Er knüpfte an dem Begriff der immateriellen Substanzen an. „Aber thatsächliche Kenntniss von Grössen, die dem alten Begriff der **immateriellen Substanzen** entsprechen, unzerstörbar, unvermehrbar, wirkungskräftig im Raume, aber nicht nothwendig theilbar mit dem Raume sind und in so fern dem Begriffe der immateriellen Substanzen entsprechen, hat uns das letzte Jahrhundert in der That gebracht.“⁸⁰⁹ Dazu gehören für ihn die unveränderlichen Bewegungsgrößen, wie die Energieerhaltung. Zweierlei ist daran bedenkenswert: Einerseits orientierte Helmholtz die Erkenntnis [246] auf das in den Konstanten erfaßte Wesen der Dinge, das in den Erscheinungen gleich bleibt. Andererseits sah er, daß menschliche Erkenntnis dieses Wesen nie voll erfassen werde. Nur noch eine imponderable Substanz ließ er zu, den Lichtäther.⁸¹⁰

Vor allem in der Thermo- und Elektrodynamik setzte sich immer mehr die Auffassung durch, daß Wärmebewegung sich nicht mit einem Wärmestoff erklären ließe und daß die elektrischen Kräfte über die Feldlinien wirken, also **medienvermittelte Wirkungen** seien. Helmholtz und Kelvin vertraten diese Auffassung und zogen sich deshalb die prinzipielle Kritik von Zöllner zu. Mit Bezug auf Kelvin, der als das abenteuerlichste aller Paradoxa des 18. Jahrhunderts die damals geäußerte Behauptung nannte, Berührung existiere nicht, erklärte Zöllner, man müsse erst die Frage klären, wo ein Körper überhaupt existiere. Die von ihm gegebene Antwort war: Ein „Körper existirt dort, wo unser Verstand einen Theil der von ihm erzeugten und an uns oder anderen Körpern wahrgenommenen Wirkungen hinversetzt.“⁸¹¹ Mit den Beispielen eines starken Magneten, der auf einen anderen in unserer Hand in einem finstern Zimmer wirke und einem durchsichtigen Glas, das wir nicht sehen könnten, erläuterte Zöllner, wie im ersten Fall eine Fernwirkung, als solche sah er die magnetischen Kräfte an, sich in eine Berührungswirkung verwandle, während im zweiten Fall, bei Berührung des

⁸⁰⁸ Herbert Hörz, Philosophical concepts of space and time, in: Anthony Philip French (ed.), Einstein. A Centenary Volume, London and Edinburgh 1979, pp. 229–241.

⁸⁰⁹ Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Dritter Band, vgl. FN 14, S. 127.

⁸¹⁰ Ebd., S. 128.

⁸¹¹ Friedrich Zöllner, Wissenschaftliche Abhandlungen, Erster Band, vgl. FN 132, S. 31.

unsichtbaren Körpers, die Vorstellung einer Fernwirkung entstände. Er meinte deshalb, der Unterschied zwischen Berührungs- und Fernwirkung verschwinde. Der Trugschluß dieser Behauptung besteht darin, daß zwar völlig richtig die Wirkung mit ihrer Feststellbarkeit verbunden wird, jedoch die Vielzahl von Korpuskel- und Wellenbewegungen in den beobachteten Räumen nicht beachtet wurde. Gegenstand der Betrachtung waren nur die eigentlichen Körper und ihre Kräfte, nicht die vermittelnden Medien.

Für Zöllner blieb der **Interpretationsspielraum**, in dem die Ideen der Nah- und der Fernwirkung gültig seien, deshalb erhalten, weil mathematische Formulierungen, auf die man sich einige, noch keine klare Vorstellung davon geben würden, was darunter zu verstehen sei. So hob er die Idee von der Erhaltung der Kraft in ihrer heuristischen Bedeutung hervor, um neue Gesetze zu finden und andere unter einem allgemeinen Gesichtspunkt zusammenzufassen, betonte jedoch zugleich, „dass ein vollkommen präziser Ausdruck dieser Idee nur durch [247] mathematische Zeichen, und nur nach einer Zurückführung aller Erscheinungen auf Bewegungen von Atomen möglich ist, etwa in der Weise, wie es in der berühmten Schrift von Helmholtz geschehen ist. Selten werden zwei Personen, welche den Satz von der Erhaltung der Kraft anders als durch das bekannte Integral der dynamischen Differentialgleichungen definieren, in ihrer Meinung übereinstimmen; auch wird es unmöglich sein, ihre Meinung in der Kürze wiederzugeben.“⁸¹²

Zöllner nutzte die Auseinandersetzungen um die Emissionstheorie des Lichts von Newton und um die Undulationstheorie, um festzustellen, daß verschiedene Theorien die gleiche Klasse von Erscheinungen unterschiedlich erklären könnten.⁸¹³ Er meinte für die damalige Zeit: Der Streit sei nun verstummt. Zu Ende war er jedoch nicht, wie wir wissen. Erst die Quantentheorie zeigte, daß die Entscheidung nicht für die eine oder andere Theorie fiel, sondern beide Theorien wesentliche Aspekte mit der Untersuchung des Wellen- und des Korpuskelcharakters der Elementarobjekte enthielten.⁸¹⁴ Insofern kann die wissenschaftshistorische Hilfskonstruktion Zöllners, die er gegen die Kritiker der Fernwirkung nutzte, auch in dem Sinne untersucht werden, ob nicht Aspekte beider grundlegender Theorien, also der von der Fern- und der von der Nahwirkung, in neuen konzeptionellen Vorstellungen aufgehoben sind.

Der Wissenschaftshistoriker Karl Heinz Wiederkehr, der von einer scharfen und nicht immer wohlbegründeten Kritik von Kelvin am Weberschen Gesetz spricht, meint dazu, daß es heute noch schwer sei, eine Entscheidung zugunsten der Helmholtzschen oder Weberschen Ansicht zu fällen. Durch den Nachweis endlicher Ausbreitungsgeschwindigkeit elektrischer Vorgänge im Vakuum durch Heinrich Hertz sei die Grenze der Leistungsfähigkeit des Weberschen Gesetzes gezeigt worden. „Von Helmholtz kamen auch hierzu Anstöße; immer entschiedener stellte er sich auf die Seite der Faraday-Maxwellschen Nahwirkungstheorie, die jegliche unmittelbare Wirkung in die Ferne ablehnte. ... Helmholtz wurde in Deutschland zum Wegbereiter der Maxwellschen Theorie.“⁸¹⁵

Zöllner kritisierte, wie schon betont wurde, Helmholtz scharf, weil er die Leistungen Wilhelm Webers unterschätzt habe.⁸¹⁶ Der wissenschaft-[248]liche Kern der Diskussion um Weber bezog sich auf die schon 1847 von Helmholtz geäußerte Kritik, daß das Webersche Grundgesetz für die Wechselwirkung elektrischer Ladungen⁸¹⁷ nicht dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft entspräche. Weber baute in seiner Theorie auf die Fernwirkung der Kräfte, die schon von Faraday und dann auch von Maxwell, der ihr erst anhing, in Frage gestellt wurde.⁸¹⁸ Dabei ging es um das Verständnis des Feldbegriffs in der Elektrodynamik.⁸¹⁹ Die Diskussion um eine einheitliche Theorie auf der Grundlage der **Feldphysik**

⁸¹² Ebd., S. 35 f.

⁸¹³ Ebd., S. 44.

⁸¹⁴ [Herbert Hörz, Atome, Kausalität Quantensprünge, Berlin 1964.](#)

⁸¹⁵ Karl Heinz Wiederkehr, Wilhelm Eduard Weber, vgl. FN 806, S. 106.

⁸¹⁶ Johann Carl Friedrich Zöllner, Über die Natur der Cometen, vgl. FN 80, S. XLIX ff.

⁸¹⁷ Wilhelm Weber, Electrodynamische Maassbestimmungen, Leipzig 1846.

⁸¹⁸ M. Norton Wise, Electromagnetic Theory in the Nineteenth Century, in: R. C. Olby et al. (eds.), *Companion to the History of Modern Science*, London 1990, S. 342 ff.

⁸¹⁹ Boris Iwanowitsch Spasski, *Istorija Fiziki*, Moskva 1963, Bd. I, S. 295 ff., Bd. II, S. 99 ff.

führte zu philosophischen Problemen.⁸²⁰ Weber hatte durch formale Änderung seiner Gleichung eine Übereinstimmung mit dem Energieerhaltungssatz erreicht, doch Helmholtz betonte die Nichtübereinstimmung mit dem Gesetz von der Erhaltung der Energie und die Kritik an Weber in den siebziger Jahren erneut, die dann vorläge, wenn das Gesetz auf bestimmte Bewegungen von Ladungsträgern angewandt werde.⁸²¹ Der Astrophysiker Hans-Jürgen Treder sah den Zusammenhang des Helmholtzschen Wechselwirkungspotentials mit dem von Weber. Das Helmholtzsche Potential sei allgemeiner und könne als die Summe des Weberschen und Neumannschen Potentials gefaßt werden.⁸²²

Das philosophische Problem wird deutlich, wenn Zöllner nachweisen will, daß Faraday „ein Vertreter der reinen, durch den absolut leeren Raum (Vacuum) stattfindenden, Fernwirkung gewesen ist.“⁸²³ Diese Haltung, Eigenschaften der Körper seien als Resultat von Fernwirkung zu sehen, die Zöllner bei Faraday festgestellt haben will, erläuterte er dann so: „Demgemäss muss das vermittelnde Medium oder der Aether als ein Aggregat von Atomen aufgefasst werden, welche nur durch Fernkräfte aufeinander wirken und bei denen die Vorstellung von soliden Kernen, durch deren Berührung die Wechselwirkung vermittelt werden sollte, gänzlich aufgegeben werden muss.“⁸²⁴ Es geht also um den Mechanismus der Wechselwirkung, der in Abhängigkeit von den Annahmen [249] zur Materiestruktur betrachtet wird. Wer im mechanistischen Sinne nur die Existenz von festen Körpern annahm, die konzentriert den leeren Raum erfüllen, mußte die bemerkbaren Wirkungen der Körper aufeinander als Fernwirkung durch den leeren Raum betrachten. Die Bewegungsgesetze der klassischen Mechanik lassen, verbunden mit dieser philosophischen Annahme, die Interpretation der Wirkungen der Körper aufeinander als Fernwirkung zu. Wer jedoch, wie Faraday, Maxwell, Helmholtz und Kelvin, Feldlinien als Wirkungslinien für elektromagnetische Kräfte als existent ansah, mußte die Nahwirkung anerkennen.

Philosophisch steckt dahinter das Verhältnis von **Gesetz und Kausalität**. Objektive Gesetze, in unserem Fall Naturgesetze, als allgemein-notwendige und wesentliche Beziehungen, können als Formen des Geschehens interpretiert werden, für die der konkrete Mechanismus der Fern- oder Nahwirkung unerheblich ist. Das ist jedoch ein Trugschluß, denn Gesetze existieren nur auf der Grundlage von Kausalbeziehungen. Auf unser Problem angewandt bedeutet das: Behauptete Fernwirkungen, durch Gesetze ausgedrückt, können nur erkannt werden, weil Nachwirkungen als die konkreten Kausalbeziehungen existieren.

Allgemein ist Kausalität als Verbindung von Ursache und Wirkung zu fassen, wobei ein Ereignis andere Ereignisse hervorruft oder Einwirkungen auf ein System zu Veränderungen im System führen. Sie ist die **konkrete Vermittlung des Zusammenhangs** zwischen den Erscheinungen. Dabei ist die Einschränkung der aristotelischen Ursachen auf die notwendige Verwirklichung einer Möglichkeit im mechanistischen Determinismus aufzuheben. Zwischen Kausalgesetz und Kausalbeziehungen ist zu unterscheiden. Das Kausalgesetz enthält keine Aussagen über die Art der Kausalbeziehungen, sondern stellt nur fest, daß Wirkungen verursacht sind. Eine bestimmte Kausalbeziehung ist jedoch die Einwirkung auf ein System als Ursache, die durch den vorhandenen **Bedingungskomplex** zu einem Möglichkeitsfeld führt, aus dem Möglichkeiten realisiert werden. Diese Einwirkung als **Anfangsursache** führt zu einem Ergebnis des Kausalprozesses als Endwirkung. In Grenzfällen kann die Anfangsursache notwendig die **Endwirkung** hervorrufen. Das ist der Fall, wenn eine direkte Beziehung zwischen Anfangsursache und Endwirkung existiert, etwa beim Brechen eines Schusses nach dem Ziehen des Abzugs. Das gilt jedoch nur, wenn das System einwandfrei funktioniert. So sind für den direkten Zusammenhang zwischen Anfangsursache und Endwirkung wiederum eine Vielzahl von Kausalbeziehungen im Mechanismus der Schußwaffe erforderlich.

[250] Das Problem liegt schon in der Definition der Notwendigkeit. Es sind verschiedene Formen der **Notwendigkeit** zu unterscheiden. Man kann Notwendigkeit als einen Prozeß fassen, in dem eine

⁸²⁰ Herbert Hörz, Materiestruktur, vgl. FN 683, S. 164 f.

⁸²¹ Hermann Helmholtz, Ueber die Theorie der Elektrodynamik, in: Monatsberichte der Berliner Akademie vom 18.4.1872, Berlin 1873, S. 247 ff.

⁸²² Hans-Jürgen Treder, Philosophische Probleme des physikalischen Raumes, Berlin 1974, S. 248.

⁸²³ Friedrich Zöllner, Wissenschaftliche Abhandlungen, Erster Band, vgl. FN 132, S. 65.

⁸²⁴ Ebd., S. 67.

Endwirkung durch die Gesamtheit der Bedingungen bestimmt ist, was sich erst post festum als feststellbar erweist. Die Frage ist oft: Hätte es anders sein können? Wer einem Fatalismus anhängt, ein ewiges Schicksal anerkennt, wird die Frage verneinen und braucht dann nicht weiter nachzudenken. Er ist Spielball des Geschehens und eigentlich nicht verantwortlich für seine Handlungen zu machen. Die Umgebung läßt sich jedoch nicht abhalten, für falsches Handeln Vorwürfe zu erheben. Die angenommene freie Entscheidung in einem Bedingungskomplex basiert auf der Vielzahl von Kausalbeziehungen, die sich als notwendig oder zufällig erst durch ihren Platz im komplexen Geschehen erweisen. Zufällig ist das, was möglich ist, aber sich nicht unbedingt durchsetzt und das, was als individueller Spielraum im notwendigen Geschehen einer Gesamtheit existiert. Deshalb ist bei nicht realisierten Möglichkeiten und bei der Durchsetzung der Notwendigkeit in zufälligen Ereignissen die Frage zu stellen, in welcher Beziehung ein Ereignis notwendig oder zufällig ist, unabhängig davon, daß es nur auf der Grundlage von Kausalbeziehungen überhaupt erst möglich ist.

Notwendigkeit kann als das direkte Bewirken eines Ereignisses, wie Schuß und Treffer gesehen werden, wenn komplexe Mechanismen beachtet werden, die selbst in den einfachsten Ereignissen existieren. **Allgemeine Notwendigkeit** ist Gesetzmäßigkeit: Unter gleichen wesentlichen Bedingungen tritt das gleiche Ereignis ein. Fallende Dachziegel töten oder verletzen z. B. den getroffenen Menschen. Es gibt jedoch kein Gesetz, nach dem vom Dach herabfallende Ziegel Menschen unausweichlich töten. Die Potenz ist noch nicht der realisierte Vorgang. Selbst Gesetze als allgemein-notwendige, d. h. reproduzierbare Beziehungen, die der Erkenntnis als Grundlage sachkundiger Entscheidungen dienen, sind keine unausweichlichen Vorgänge. Sie bieten Spielräume. Eben das wird in der statistischen Gesetzeskonzeption erfaßt. Ein **statistisches Gesetz** als ein allgemein-notwendiger und wesentlicher Zusammenhang umfaßt eine Systemmöglichkeit, die sich unter Systembedingungen notwendig verwirklicht, aber zugleich für das Verhalten der Elemente ein Möglichkeitsfeld konstituiert, aus dem sich Möglichkeiten mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit realisieren.

Die **Struktur der Kausalität** ergibt sich dabei als inhaltlich und zeitlich gerichtete Vermittlung des Zusammenhangs, die Grundlage für Erkenntnis und Gestaltung ist, denn ohne reale Zusammenhänge der [251] Objekte und Prozesse wären Einsichten und Zielsetzungen unmöglich. Notwendigkeit und Zufall von Beziehungen existieren so immer in einem Komplex von Kausalbeziehungen, denn eine isolierte Beziehung gibt es nicht. Kausalität an sich existiert nicht. Es gibt immer einen Komplex von Zusammenhängen, was gleich ist mit der Komplexität der existierenden Kausalbeziehungen eines Systems.

Kausalität ist so die grundlegende Form des objektiven Zusammenhangs. Sie drückt nur die konkrete Vermittlung des Zusammenhang der Ereignisse aus, ohne schon die zufällige Verwirklichung von Notwendigkeiten, die Formierung des Inhalts, die Verwirklichung von Möglichkeiten u. a., begrifflich zu erfassen. Stellte man sich in einem Gedankenexperiment einen Bereich vor, der nicht mit anderen zusammenhinge, also leugnete man die Existenz der Kausalität, so geriete man direkt in den Bereich der nicht fundierbaren Spekulation, denn was nicht wirkt, existiert nicht.⁸²⁵ Wir laufen jedoch der Kausalität immer nach, ohne sie je zu erreichen. Wir suchen Kausalität und finden Gesetze sowie wesentliche Kausalbeziehungen.

Jeder Komplex von Kausalbeziehungen gibt als System die Möglichkeit von verschiedenen **Formen des Zusammenhangs**: Dazu gehören die Verursachung von Wirkungen, aber auch die Information als steuernde Struktur (wesentliche Kausalbeziehungen als causa efficiens), die Formierung des Inhalts (causa formalis), die Verwirklichung von Möglichkeiten (causa finalis mit relativen Zielen aus genetischen Programmen und Entwicklungszyklen), Selbstorganisation auf der Grundlage bestimmter Stoffeigenschaften (causa materialis). Diese Zuordnungen zu den verschiedenen Ursachenformen des Aristoteles sind auch anders möglich, denn Information kann als widerspiegelnde Struktur causa materialis und als steuernde Struktur causa efficiens sein. Selbstorganisation als Strukturbildung und so als Mechanismus des Geschehens, in dem Neues entsteht, gehört auch der causa efficiens an. Die Einordnung in die causae des Aristoteles ist eben nicht eindeutig vorzunehmen. Diese Formen des

⁸²⁵ Herbert Hörz, *Materiestruktur*, vgl. FN 683, S. 54 ff.

Zusammenhangs zeigen jedoch, daß es, statt das nicht-lineare komplexe Geschehen durch spezielle Differenzierung der Kausalität erfassen zu wollen, theoretisch effektiver ist, die Bedingungsvielfalt nicht in den begrifflichen Rahmen der Kausalität allein zu zwingen, sondern die verschiedenen Formen des Zusammenhangs und die statistische Struktur der Gesetzmäßigkeiten zu untersuchen, um sowohl der wirklichen Nicht-Linearität realen Geschehens, als auch der [252] Wahrscheinlichkeitsstruktur bei der Verwirklichung von Möglichkeiten aus Möglichkeitsfeldern gerecht zu werden.

Identifiziert man Ideen der Fernwirkung mit den Gesetzen und die der Nahwirkung mit der Kausalität, dann kann man mit ihnen, philosophisch gesehen, in dem Streit um die Fernwirkung zwei wesentliche Aspekte der Einsichten in die **Mechanismen der Wechselwirkung** ausmachen: Auf der einen Seite geht es mit der Kausalität um die konkrete Vermittlung eines spezifischen Zusammenhangs in einem unikausalen Ereignis. Auf der anderen Seite sind Gesetzmäßigkeiten zu finden, um konkrete Ereignisse in ihren reproduzierbaren und wesentlichen Momenten erfassen zu können. Erst das macht Zielsetzungen möglich, was die Differenz zwischen Ziel und Resultat nicht aufhebt. Führt man jedoch die Idee von der Fernwirkung philosophisch konsequent zu Ende, so bedeutet das, die Kausalität als materielle Grundlage jeden Geschehens zu leugnen und in den Bereich der Spekulation überzugehen. Es gibt keinen materiefreien Raum, sondern nur Raum-Zeitstrukturen, die durch die bewegte Materie, deren Struktur immer genauer zu erforschen ist, bestimmt sind und nimmt selbst wieder den raumzeitlichen Rahmen für die Bewegungsmechanismen darstellen. Insofern hatte Helmholtz mit dem Hinweis auf die Substanz, die weniger als eine bestimmte Stoffart zu fassen sei, sondern mehr im Sinne des Wesens, der Bewegungsmechanismen als Materieform, verstanden werden müsse, einen wichtigen Punkt der philosophischen Diskussion berührt.

[253]

6. Philosophie und Naturwissenschaft heute

Philosophie und Naturwissenschaft stehen immer in einem Spannungsfeld. Es gibt Zeiten scharfer Trennung und gegenseitiger Ignoranz und solche, in denen philosophische Aussagen heuristisch die experimentelle Materialsuche inspirieren oder sogar ersetzen. Die Hauptprobleme der Beziehungen zwischen Philosophen und Naturwissenschaftlern liegen in Deutschland gegenwärtig mehr in der fehlenden Transdisziplinarität, im zu geringen Zusammenwirken bei der Lösung anstehender Probleme. Der **philosophische Verallgemeinerungsprozeß**, wenn er nicht in der Spekulation stecken bleiben will oder sich nur auf die Exegese von Werken bedeutender Denker orientiert, sondern heuristisch wirken will, verlangt die Analyse des wissenschaftlichen Materials und führt dann zu philosophischen Hypothesen über die Relevanz dieser Erkenntnisse für die notwendige und hinreichende Antwort auf weltanschauliche Grundfragen und zur Präzisierung philosophischer Begriffe. Die grundlegenden philosophischen Probleme werden dabei sehr wohl aus der Geschichte der Philosophie, aus den Ideen hervorragender Philosophen der Vergangenheit, herausgefiltert. Naturwissenschaftliches und philosophisches Denken sind immer theoriebeladen und keineswegs voraussetzungslos. Nur solche Denker, die einlinig an die Wissensgenerierung herangehen, könnten der Auffassung sein, der Weg führe entweder von der Naturwissenschaft zur Philosophie oder umgekehrt. Jede philosophische Hypothese ist sowohl unter dem Aspekt des verallgemeinerten naturwissenschaftlichen Materials, als auch der Relevanz für die philosophischen Grundfragen, zu fassen. Bestätigte philosophische Hypothesen führen zu präzisierten philosophischen Aussagen, die dann einer ständigen Überprüfung bedürfen.

Philosophie kann keine spezialwissenschaftlichen Erkenntnisse deduzieren, keine ökonomischen oder politischen Entscheidungen ersetzen und auch das Handeln uneinsichtiger Menschen kaum beeinflussen. Sie beschäftigt sich als **Theorie der Welterklärungen** jedoch mit der Analyse aller dieser Aspekte. Auch eine falsche Theorie kann zur materiellen Gewalt werden, wenn sie die Massen ergreift. Deshalb ist die Analyse gegenwärtiger Handlungsgrundlagen für die Gestaltung der natürlichen Existenzbedingungen der Menschen und ihrer sozialen Strukturen so wichtig. Zur Zeit von Helmholtz und Kelvin überwog die Ignoranz der Philosophie durch die Naturforscher. Die Trennung der zwei Kulturen, der naturwissenschaftlichen und der geisteswissen-[254]schaftlich-ästhetischen, setzte sich bis in unser Jahrhundert fort. Nun gibt es in den USA Tendenzen zur Überwindung dieser Spaltung durch die Entwicklung einer **dritten Kultur**. „Die dritte Kultur – das sind Wissenschaftler und andere Denker in der Welt der Empirie, die mit ihrer Arbeit und ihren schriftlichen Darlegungen den Platz der traditionellen Intellektuellen einnehmen, indem sie die tiefere Bedeutung unseres Lebens sichtbar machen und neu definieren, wer und was wir sind.“⁸²⁶ Die von Charles Percy Snow beförderte Diskussion um das Auseinanderfallen der zwei Kulturen⁸²⁷ soll konstruktiv überwunden werden. Damit könnten Ansätze im Wirken von Helmholtz und anderen aufgegriffen werden, die sich um den Brückenschlag zwischen den Kulturen im vergangenen Jahrhundert bemühten.⁸²⁸

Die von Snow charakterisierten literarischen Intellektuellen kommen mit ihrer Einstellung, sie seien die Intellektuellen, als ob es keine anderen gäbe, durchkommen. „Erstens machten die Naturwissenschaftler nicht viel Aufhebens von den Auswirkungen ihrer Arbeit. Zweitens schrieben manche bedeutenden Naturwissenschaftler, insbesondere Arthur Eddington und James Jeans, zwar auch Bücher für das allgemeine Publikum, aber die selbsternannten Intellektuellen nahmen ihre Arbeit nicht zur Kenntnis; Wert und Bedeutung der von ihnen vorgestellten Theorien blieben als geistige Tätigkeit unsichtbar, denn Naturwissenschaft war für die tonangebenden Zeitschriften und Magazine kein Thema.“⁸²⁹ Mit dem Hinweis auf C. P. Snow „The Two Cultures: A Second Look“ in der 2. Auflage von 1963, in der er eine dritte Kultur als im Entstehen vermutete, die die Lücke zwischen den anderen schließen würde, da beide miteinander reden, wird die dritte Kultur zwar propagiert, jedoch anders

⁸²⁶ John Brockman, Die dritte Kultur. Das Weltbild der modernen Naturwissenschaft, München 1990, S. 15.

⁸²⁷ Charles P. Snow, Die zwei Kulturen, Stuttgart 1907.

⁸²⁸ Herbert Hörz, Brückenschlag zwischen zwei Kulturen, vgl. FN 10, S. 25 ff.

⁸²⁹ John Brockman, Die dritte Kultur. Das Weltbild der modernen Naturwissenschaft, vgl. FN 820, S. 10.

als Snow dachte, denn: „Die literarischen Intellektuellen reden auch heute nicht mit den Naturwissenschaftlern; aber Naturwissenschaftler wenden sich unmittelbar an das allgemeine Publikum ... Die Vertreter der dritten Kultur versuchen heute den Vermittler zu vermeiden, und gehen daran, ihre tiefsten Gedanken so auszudrücken, daß sie jedem intelligenten Leser zugänglich sind.“⁸³⁰

[255] So werden die Naturforscher selbst zu Philosophen, während diese sich, oft schmolldend, in ihre engen Spezialgebiete zurückziehen, die Ideen großer Denker der Vergangenheit studieren oder begriffliche Analysen ausarbeiten, sich der Wissenschaftstheorie zuwenden oder Kritik an philosophischen Thesen der Naturforscher üben. **Das sachliche Miteinander fehlt.** Der Computerwissenschaftler Marvin Minsky, der sich die Frage stellt, was Gefühle sind, sieht in dem Mitbegründer der Theorie der Antopoiese Francesco J. Varela ein Symbol der Abwanderung zur Philosophie, aus der nichts Nützliches mehr komme, denn für Minsky sei Philosophie „ein schwarzes Loch, in das seine Studenten hineinfallen.“⁸³¹ Selbst der Philosoph Daniel C. Dennett, der sich mit Künstlicher Intelligenz beschäftigt, meint: „Nichts ist bei philosophischen Gelehrten häufiger als die Entdeckung, daß sie spätere Entwicklungen aus den zufälligen oder den weniger gut gewählten Bemerkungen eines früheren Philosophen herauslesen können. ... Auf einer bestimmten Abstraktionsstufe kann das stimmen, aber es ist nicht sehr aufregend.“⁸³²

Da man meint, bei den Philosophen keine Unterstützung zu finden, gehen Spezialforscher die philosophischen Fragen, mehr oder weniger sachkundig, selbst an. Die Devise ist: „Es gibt keinen Kanon, keine genehmigte Liste zulässiger Theorien. Genau das ist die Stärke der dritten Kultur: Sie toleriert Meinungsverschiedenheiten über die Relevanz von Ideen. Anders als bei früheren geistigen Strömungen sind die Errungenschaften der dritten Kultur keine nebensächlichen Debatten einer streitsüchtigen Edelkaste, sie werden vielmehr das Leben aller Menschen auf der Erde beeinflussen.

Zur Rolle der Intellektuellen gehört auch die Kommunikation. Intellektuelle sind nicht nur Menschen, die etwas wissen, sondern sie prägen auch das Denken ihrer Generation. Der Intellektuelle ist Erzeuger, Publizist und Vermittler. ... Amerika ist heute der geistige Nährboden für Europa und Asien. ... Die plötzlich aufgetauchte dritte Kultur führte neue Formen des intellektuellen Diskurses ein und bestätigte erneut die Vormachtstellung Amerikas im Bereich wichtiger Theorien.“⁸³³

Das für die Entwicklung eines umfassenden Verständnisses der durch die Wissenschaften beeinflussten Welterklärung in einer einheitlichen Kultur bringt sicher viel Positives mit sich. Es wird dann gemindert, wenn man in dieser dritten Kultur meint, Vertreter bestimmter Disziplinen ausschließen zum können, weil alles allein machbar sei. Es baut sich, durch gegenseitige Ignoranz gefördert, wieder eine Schranke zwischen Philosophie und Naturwissenschaft auf, die dadurch durchlässiger ist, als sich Naturforscher selbst die philosophische Kompetenz zusprechen und auf diesem Gebiet wirken. Dabei werden wir an Weltauffassungen von Helmholtz und Kelvin erinnert, wenn der Computerwissenschaftler W. Daniel Hillis meint: „Eine zentrale Metapher für die dritte Kultur ist das Berechnen.“⁸³⁴

Philosophie ist mehr als nur Popularisierung meiner Erkenntnisse. Als **Welterklärung** hat sie Zusammenhänge aufzudecken und die Relevanz der Naturforschung für die Gesellschaftstheorie zu beachten, worauf noch einzugehen ist. Insofern ist es problematisch, wenn Naturforscher auch die Philosophen aus dem kreativen Prozeß des Weltverständnisses ausschließen wollten, die sich um die Heuristik der Philosophie für die Naturforschung bemühen. Auch Wissenschaftshistoriker unterliegen manchmal der Kritik, wie die Philosophen, wenig Brauchbares zu leisten. Schlimm für die Philosophie wird es dann, wenn Philosophen meinen, Weltbilder ohne Einsichten in die realen Prozesse des Geschehens konstruieren zu können. Was sind denn die Kriterien für den Nutzen der Wissenschaft? Sie wirkt als produktive, kulturelle und humane Kraft nur, wenn alle Methoden, die experimentelle, die logisch-

⁸³⁰ Ebd., S. 16 f.

⁸³¹ Ebd., S. 303.

⁸³² Ebd., S. 228.

⁸³³ Ebd., S. 18.

⁸³⁴

deduktive und die historische Methode genutzt werden, um die Mechanismen natürlicher, sozialer und geistiger Prozesse zu erkennen. Dazu ist Spezialforschung, jedoch auch Philosophie und Wissenschaftsgeschichte erforderlich.

Durch das fehlende Miteinander zwischen Philosophen und Naturwissenschaftlern, das durch Alibi-konferenzen kaum verdeckt werden kann, werden wichtige wissenschaftliche Potenzen verschenkt, denn komplexe und globale Fragen erfordern nicht Spezialisierung, sondern intensive Zusammenarbeit, um Philosophie als Heuristik, als **Ideengenerator**, wirksam werden zu lassen, wie es bei Helmholtz mmd Kelvin der Fall war. Philosophie als Heuristik ist es auch, was Dennett fordert. Er prägte den Begriff Intuitionspumpe, denn die großen Werke der Philosophen wiesen zwar viele Mängel auf, seien jedoch einprägsam und lebendig.⁸³⁵ Diese Pumpen „sind keine Argumente, sondern Geschichten.“⁸³⁶ [257]

6.1. Lehren aus der Vergangenheit

Unser Verständnis von Wissenschaft unterliegt einem historischen Wandel. Das wird schon deutlich, wenn wir an den Streit um das Kopernikanische Weltbild denken, an den vor allem durch Galileo Galilei (1564–1642) und Newton im 17. und 18. Jahrhundert vollzogenen Übergang von der mehr spekulativen Deduktion zu einem experimentell fundierten und theoretisch begründeten Wissen über die mechanische Bewegung der Körper. Jede Forschungs- und Lehrdisziplin vollzog diesen **Übergang von der Spekulation zur Wissenschaft** und manche ist noch mitten drin, wenn wir an die neurobiologischen Grundlagen hochkomplexer psychischer Prozesse im Zusammenhang mit parapsychologischen Erklärungen denken. Auch würde heute zwar keiner den Charakter der Chemie als Wissenschaft bestreiten, wie das Kant noch 1786 tat.⁸³⁷ Zur Chemie betonte er, entsprechend den damaligen Rationalitätskriterien, die eine mechanische Erklärung aller Erscheinungen verlangten, daß sich die Forderung schwerlich erfüllen lasse, für die chemischen Wirkungen ein Gesetz der Annäherung oder Entfernung der Teile zu finden, nach welchem in Proportionen ihrer Dichtigkeiten und ihre Bewegungen mit den Folgen sich im Raum anschaulich und a priori darstellen lasse. Deshalb meinte er, da die Chemie der Anwendung der Mathematik unfähig sei, könne sie „nichts mehr als systematische Kunst oder Experimentallehre“ sein.“⁸³⁸

Die **Universitäten** orientierten sich in der Zeit des Studiums und Wirkens von Helmholtz an den Ideen Wilhelm von Humboldts (1767–1835), die dieser für die 1810 erfolgte Gründung der Berliner Universität entwickelte. Dazu gehörte die Einheit von Forschung und Lehre, die sowohl das Streben der Lehrer als auch der Studenten nach neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen umfaßte. „Was man daher höhere wissenschaftliche Anstalten nennt, ist“, so Humboldt, „von aller Form im Staate losgemacht, nichts Anderes, als das geistige Leben der Menschen, die äussere Muse oder inneres Streben zur Wissenschaft und Forschung hinführt.“⁸³⁹ Die Universität brauche das notwendige Zusammenwirken aller Disziplinen, so soll „keine Wissenschaft ausgeschlossen [258] seyn“.⁸⁴⁰ Wissenschaft sei aus der Tiefe des Geistes heraus zu schaffen und könne nicht durch Sammeln extensiv aneinandergereiht werden. Dafür müsse ein dreifaches Streben rege und lebendig erhalten werden: „einmal Alles aus einem ursprünglichen Princip abzuleiten (wodurch die Naturerklärungen z. B. von mechanischen zu dynamischen, organischen und endlich psychischen im weitesten Verstande gesteigert werden); ferner Alles einem Ideal zuzubilden; endlich jenes Princip und dies Ideal in Eine Idee zu verknüpfen.“⁸⁴¹ Wissenschaft suchen, das bedeutete nach Humboldt, Einheit und Vollständigkeit zu erreichen, womit sich die Disziplinen von selbst in die richtige Wechselwirkung setzten.⁸⁴² Damit

⁸³⁵ Ebd., S. 250.

⁸³⁶ Ebd., S. 251.

⁸³⁷ I. Kant. *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, vgl. FN 68, S. 470.

⁸³⁸ Ebd., S. 471.

⁸³⁹ Wilhelm von Humboldt, *Gesammelte Schriften*, Bd. X, *Politische Denkschriften*, Teil 1, hrsg. v. Bruno Gebhardt, Königlich Preussische Akad. d. Wiss., Berlin 1903, S. 252.

⁸⁴⁰ Ebd., S. 141.

⁸⁴¹ Ebd., S. 253.

⁸⁴² Ebd., S. 254.

war zugleich die konstruktive Zusammenarbeit zwischen Philosophen und Naturwissenschaftlern gefordert, denn die allgemeinen Prinzipien und die Transformationen zwischen verschiedenen Struktur- und Entwicklungsniveaus, jedoch vor allem die Ideale der Wissenschaft, sind philosophische Gegenstände, die sicher von der Philosophie nicht unabhängig von den Spezialwissenschaften bearbeitet werden können.

Die Diskussion um Wissenschaft ging im 20. Jahrhundert weiter und kann nie beendet werden. So auch die um **Spezialisierung und Gesamtsicht**. Der Philosoph und Wissenschaftssoziologe Max Weber (1864–1920) erklärte 1919 in einem Vortrag „Vom inneren Beruf zur Wissenschaft“: „Nur durch strenge Spezialisierung kann der wissenschaftliche Arbeiter tatsächlich das Vollgefühl, einmal und vielleicht nie wieder im Leben, sich zu eigen machen; hier habe ich etwas geleistet, was dauern wird. Eine wirklich endgültige und tüchtige Leistung ist heute stets: eine spezialistische Leistung.“⁸⁴³ Heisenberg, Nobelpreisträger für Physik, begann dagegen seine Arbeit von 1942 zur „Ordnung der Wirklichkeit“ mit der Feststellung: „Wer sein Leben für die Aufgabe bestimmt, einzelnen Zusammenhängen der Natur nachzugehen, der wird von selbst immer wieder vor die Frage gestellt, wie sich jene einzelnen Zusammenhänge harmonisch dem Ganzen einordnen, als das sich uns das Leben oder die Welt darbietet. Zwar wird ihm vielfach das Forschen nach einzelnen Naturgesetzen ein unendlich spannendes Spiel sein, das umso glücklicher macht, je sicherer er die Regeln der Natur zu beherrschen glaubt, aber im Laufe seines Lebens würde auch das abwechs- [259] lingsreichste und noch so kunstvoll geführte Spiel inhaltslos, wenn es sich nicht auf das Allgemeine bezöge.“⁸⁴⁴

Beiden ist die Forderung nach leidenschaftlicher Arbeit für die Wissenschaft eigen. Es ist interessant, daß der Philosoph die Rolle der Spezialisierung betonte, während der Naturforscher die Suche nach dem Allgemeinen im Speziellen hervorhob. Jeder strebt danach, der Enge eigener Forschungen zu entgehen. Der Philosoph, Spezialist des Allgemeinen, möchte philosophische Kategorien konkretisieren und der philosophisch gebildete Naturforscher sucht nach dem inneren Band, das Spezielles miteinander verbindet. Beides ist wichtig und richtig, wenn Aufgabe und Ziel der Lehre und Forschung bestimmt sind, denn generell gilt: Das Allgemeine wird ohne Details inhaltsleer und das Spezielle, ohne Einordnung ins Ganze, läßt den handelnden Menschen orientierungslos.

Philosophie umfaßt mit ihren allgemeinen Erklärungsversuchen der Welt auf der Grundlage des vorhandenen empirischen und theoretischen Materials sowohl allgemeine Mechanismen des Geschehens als auch beschränkte Einsichten. Das machte die Theorie der Sonnenwärme von Helmholtz deutlich. Er gab eine mechanistische Erklärung der Wärmeentstehung durch die Verdichtung der Sonnenmasse. Die Einsichten von Kant, Laplace und Darwin begründeten für Helmholtz ein philosophisches **Evolutionendenken**, das den Wechsel der Erscheinungen anerkannte, in dem er als Wesen die allgemeingültigen Gesetze und Prinzipien suchte. Sie bestimmen die Ordnung der Welt. Sie gelten universell, im irdischen und kosmischen Bereich, wie es die Spektroskopie bestätigte. Dazu gehörte der Energieerhaltungssatz und der Satz von der Entropiezunahme, der ihn zur Annahme vom Wärmetod des Weltalls führte, der jedoch erst nach langer Zeit eintreten würde. Sein globaler Evolutionismus war deshalb nicht konsequent, weil er das Weltall als isoliertes System betrachtete und den Zusammenhang zwischen erstem und zweitem Hauptsatz der Thermodynamik nicht herstellte. In einem unerschöpflichen Weltall existieren an anderen Stellen, als den von uns beobachteten, oder indirekt erschlossenen kosmischen Regionen, deren Energiequellen sich mit der Zeit erschöpfen, weitere Energievorräte.

Helmholtz konnte nicht über die von der klassischen Mechanik erfaßten Mechanismen der Körper hinausdenken, wenn er sich an die [260] experimentellen Ergebnisse und deren theoretische Interpretation hielt. Erst die Entdeckung der Radioaktivität, das Eindringen in die innere Struktur der Atome, führte zu neuen Einsichten in die Quellen der Sonnenwärme. Damit erwies sich die Theorie von Helmholtz als überholt. Sie war auf die Ausschöpfung der mechanistischen Ideen gegründet, mit

⁸⁴³ Max Weber, Soziologie, universalgeschichtliche Analysen, Politik, Stuttgart 1992, S. 311.

⁸⁴⁴ Werner Heisenberg, Ordnung der Wirklichkeit (1942), in: Werner Heisenberg, Gesammelte Werke, Band 1, vgl. VN 563, S. 218.

Evolutionsdenken verbunden und baute auf der Ewigkeit und Universalität der Naturgesetze auf. Die Einsichten in die Bewegungs- und Entwicklungsformen (Materieformen) des Naturgeschehens haben weiter Bestand, während sich die Erkenntnisse über die materiellen Substanzen (Materiearten) grundlegend verändert haben. Das irdische und kosmische Geschehen ist nicht durch letzte unteilbare konzentriert den Raum erfüllende Teilchen konstituiert, die träge und schwer sind, sondern durch flexible Grundbausteine als Elementarobjekte, die sich ineinander umwandeln können. Damit fällt einer der wichtigen Grundgedanken von Helmholtz und Kelvin, nämlich der von der Attraktion und Repulsion stabiler Körper als alleiniger Grundlage jeglicher Bewegung. Der Energieerhaltungssatz erhielt neue Dimensionen, die sich auf nichtmechanische Bewegungen erstrecken, von denen sie nichts wissen konnten. Es ist also in Philosophie und Naturforschung eine kritische Haltung zu den empirischen und theoretischen Grundlagen allgemeiner Aussagen erforderlich. Das Allgemeine erhalten und das überholte Besondere durch neue Erkenntnisse ersetzen und damit das Wissen erweitern, ist der Prozeß des Durchdringens von philosophischen und naturwissenschaftlichen Aussagen.

Wenn wir Philosophie als Welterklärung, Ideengenerator und weltanschauliche Lebenshilfe fassen, dann sind auch die Beziehungen von **Naturwissenschaft und Religion** als einer praktizierten philosophischen Haltung zu beachten. Religion ist eine Form der philosophischen Lebenshilfe. Kelvin sprach, wie seine Nichte berichtet, selten über religiöse Dinge und ging kaum auf Argumente darüber ein. Er hatte einen einfachen, fast kindlichen, Glauben und betonte, je tiefer man in die Wissenschaft eindringe, desto mehr werde man zu einem Glauben an Gott als der Grundlage aller Religion geführt.⁸⁴⁵ Er forderte beim Besuch in London 1888 seine Nichten zum Bibellesen auf, verhielt sich dabei jedoch wie ein Wissenschaftler. Er nahm sich alte und neue Versionen der Bibel vor, verglich Texte und Daten und diskutierte die Echtheit des Alten Testaments.⁸⁴⁶ Zu Darwin meinte er, daß Evolution nicht die Wun-[261]der der Natur erklären könne, denn es wäre kaum vorstellbar, daß in einem kleinen Keim, den unbelebten Atomen, alle Wunder des Lebens enthalten sein könnten.⁸⁴⁷ Doch gilt auch heute noch: „Nach einer bekannten Diagnose besteht die Gefahr von Darwins Theorie darin, daß sie dem besten Argument für die Existenz Gottes, das Theologen und Philosophen jemals formuliert haben, die Grundlage entzieht: dem Argument der Planung.“⁸⁴⁸

Kelvin war kein Agnostiker. Für ihn stand Religion nicht im Gegensatz zur Wissenschaft. Er verteidigte seine Auffassung vom strukturierten Atom auf der Sitzung der BAAS 1901 gegen die Angriffe, die ihm ein Wiederaufbrechen des Neo-Pantheismus, Neo-Berkeleyanismus, Neovitalismus und Neonihilismus vorwarfen, mit dem Hinweis, daß es praktisch eine Realität sei und wir könnten nicht sagen, wir seien Agnostiker in dieser Hinsicht. „Agnostic meant not knowing. Now we were all agnostic in most things in nature and religion, because we did not know them; but to be satisfied with agnosticism, or to delight in it, was absolutely unscientific.“⁸⁴⁹ Doch anerkannte er dabei die Existenz von Mysterien außerhalb der Reichweite der Wissenschaft.

Seine mit Spannung erwartete Einführung als Präsident der British Association in Edinburgh 1871 sollte sich mit diesem Thema befassen. Sie mußte jedoch erst noch warten, da er keine Eintrittskarte hatte. Der Portier ließ ihn nicht ein. Selbst der Hinweis auf seine Präsidentschaft half nichts, da der Portier auch für Präsidenten keine besondere Anweisung hatte. Erst der Astronom und Astrophysiker Joseph Norman Lockyer (1836–1920) löste das Problem und brachte ihn zu der wartenden Menge. Er sprach dann zu den Hypothesen über die Entstehung des Lebens, die die wissenschaftliche und religiöse Welt in Aufregung versetzten. Die Quintessenz seiner Rede war: „If a probable solution, consistent with the ordinary course of nature, can be found, we must not invoke an abnormal act of Creative Power.“⁸⁵⁰ Er sah jedoch zugleich überall Beweise einer intelligenten Gestaltung der Natur, weshalb er meinte, daß metaphysische oder wissenschaftliche Verwirrungen zwar eine gewisse Zeit

⁸⁴⁵ Agnes Gardner King, Kelvin the Man, vgl. FN 19, p. 28.

⁸⁴⁶ Ebd., p. 29.

⁸⁴⁷ Ebd., p. 30.

⁸⁴⁸ John Brockman, Die dritte Kultur. Das Weltbild der modernen Naturwissenschaft, vgl. FN 820, S. 257.

⁸⁴⁹ Agnes Gardner King, Kelvin the Man, vgl. FN 19, p. 134.

⁸⁵⁰ Ebd., p. 98.

von der Einsicht ablenken könnten, daß der freie Wille wirke und alle Lebewesen von einem immer wirkenden Schöpfer und Lenker abhängen, sie sich jedoch mit Macht immer wieder durch-[262]setze.⁸⁵¹ Das mag dem Zeitgeist und der eigenen Überzeugung geschuldet sein. Man kann es als Hinweis darauf werten, daß die Zweckmäßigkeit des Geschehens nur so zu erklären sei. Die mechanistische Denkweise hemmte das Verständnis der Beziehungen zwischen existierenden Möglichkeitsfeldern und relativen Zielen des Geschehens. Kelvins Lösung war fast salomonisch. Gebt der Wissenschaft Raum und fördert sie in ihrem Vorwärtsschreiten, denn jede Lösung, die ohne eine anormale schöpferische Macht auskommt, ist wissenschaftlich besser, als die Annahme nicht faßbarer Kräfte. An den Grenzen des Wissens, die immer weiter verschoben werden, aber doch bleiben, behaltet den Glauben an einen Schöpfer und Lenker.

Das Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion bedarf sicher immer wieder der Diskussion. Diesem Problem widmet sich der Wissenschaftshistoriker Wilfried Schröder.⁸⁵² Ausgehend von den Aussagen von Max Planck und Werner Heisenberg zu Fragen der christlichen Religion, will er gegenseitige Berührungspunkte von Naturwissenschaft und Religion als Grundlage eines Gesprächs zwischen Theologen und Naturwissenschaftlern zeigen. Er behandelt verschiedene Aspekte dieses Verhältnisses. Erkenntnistheoretisch kann Religion zur Grenzbestimmung für naturwissenschaftliche Erkenntnis werden. In ethischer Hinsicht geht es um eine **Werteordnung**, von der aus die Verantwortung der Wissenschaftler bestimmt wird. Mit Planck und Heisenberg verweist er auf die Existenz einer zentralen Ordnung als Basis eines christlich-religiösen Weltverständnisses. Andere Weltreligionen bezieht er nicht in die Betrachtung ein. Das ist insofern berechtigt, als Wissenschaft als rationale Wirklichkeitsaneignung mit bestimmten Rationalitätskriterien in Griechenland und bei den Römern entstand und im christlichen Mitteleuropa sich entwickelte. Es wäre jedoch wichtig, Wissenschaft und Religion auch in anderen Kulturkreisen zu untersuchen. Da die beiden Heroen dieses Buches Europäer sind und christlich erzogen wurden, reicht es für unsere Betrachtung der Lehren aus der Vergangenheit aus, sich auf die Beziehung von Wissenschaft und christlicher Religion im Spannungsfeld von Naturwissenschaft und Philosophie zu konzentrieren.

Naturwissenschaftliche Forschung habe zu einer Zurückdrängung von Glaubensinhalten geführt, so Schröder. Damit verbunden seien sowohl die Verbesserung der Lebensqualität als auch die Vereinigung [263] von Menschen. Naturwissenschaft sei überfordert, wenn sie ethische Weltverantwortung übernehmen solle.⁸⁵³ Dafür brauche man die Religion, argumentiert er. Diesen Gedanken kann man auf jeden Fall erweitern. Einsame Menschen suchen die Gemeinschaft. Sie brauchen Trost. Religionsgemeinschaften geben Lebenshilfe. Jedoch nicht nur sie. Verschiedene Gruppen von den Hobbyvereinen bis zu den politischen Parteien, vermitteln Geborgenheit im Zusammensein mit Gleichgesinnten. Mancher Normenkodex hat dabei den Charakter einer Ersatzreligion. So verbindet das gemeinsame Singen von Kirchenchorälen ebenso wie das von politischen Kampfliedern. Das generelle Problem der Vereinsamung kann jedoch nicht nur mit Religion gemildert werden. Die Verantwortung der Gesellschaft für alle ihre Glieder bleibt bestehen.

Neben Stellungnahmen von Planck und Heisenberg werden Meinungen evangelischer Theologen herangezogen, um zu zeigen, daß die gegenseitige Respektierung auf einer Trennung der betrachteten Gebiete basiere, in der beide Beiträge zu einer vernünftigen Weltordnung leisten. Naturwissenschaft brauche Messungen für ihre Erkenntnisse und Religion nutze eigentümliche Symbole, um das moralische Verhalten der Menschen zu bestimmen. Deshalb wären naturwissenschaftliche Erkenntnisse kein Gegenstand des Gesprächs zwischen den Vertretern beider Bereiche. Anerkenne man jedoch die Komplementarität beider Gebiete, so wäre ein gemeinsamer Beitrag zum Verständnis der Welt möglich, der vor allem die Frage nach der Verantwortung für menschliches Handeln umfasse.

Das Thema ist deshalb interessant, weil den vom Autor beschworenen Dialog auch die katholische Kirche mit der Enzyklika des Papstes „Fides et Ratio“ wieder in Gang bringen will. Dort heißt es:

⁸⁵¹ Ebd., p. 99 f.

⁸⁵² Wilfried Schröder, *Naturwissenschaft und Religion*, Bremen 1999.

⁸⁵³ Ebd., S. 52.

Die Philosophie muß ihre Weisheitsdimension wiederfinden, „die in der Suche nach dem letzten und umfassenden Sinn des Lebens besteht.“ So wird sie ihrem eigentlichen Wesen gerecht. Dann „wird sie nicht nur die entscheidende kritische Instanz sein, die die verschiedenen Seiten des wissenschaftlichen Wissens auf ihre Zuverlässigkeit und ihre Grenzen hinweist, sondern sie wird sich auch als letzte Instanz für die Einigung von menschlichem Wissen und Handeln erweisen, indem sie diese dazu veranlaßt, ein endgültiges Ziel und damit einen letzten Sinn anzustreben.“ Ohne die Weisheitsdimension bleiben die technischen Mittel ohne [264] Hinordnung auf ein Ziel und werden sich „in potentielle Zerstörer des Menschengeschlechts verwandeln.“⁸⁵⁴

Schröder betont, daß beide Konfessionen das Gespräch mit den Naturwissenschaftlern suchen und sieht auch aus der Sicht der Naturwissenschaften Bereitschaft und Bedürfnis dazu.⁸⁵⁵ Mit ähnlicher Orientierung wie in der Enzyklika meint er, daß die **Berührungspunkte** im Bereich des Ethischen zu suchen seien. Dem ist sicher zuzustimmen. Er formuliert jedoch weiter: „Dieser Bereich indessen ist nicht als der, der Religion durch die Naturwissenschaft ‚zugewiesene Platz‘, anzusehen. Eine solche Auffassung wäre sicherlich unrichtig; vielmehr, dies zeigen die Äußerungen von Planck und Heisenberg, ist dieser Raum eben ein solcher, den nur die Religion mit ihrer Wirklichkeit bzw. ihren Werten angemessen ausfüllen kann.“⁸⁵⁶ Diese Feststellung läßt die wichtige Frage offen, ob nur die Religion oder auch eine nicht-religiöse Ethik, die auf Einsichten in das Wesen der Menschen und auf den Erfahrungen aus dem in der Geschichte sich abzeichnenden und auszubauenden Freiheitsgewinn der Persönlichkeit zu begründen ist, die Funktionen der Wertorientierung, also auch der weltanschaulichen Lebenshilfe, übernehmen kann. So wird Paul Dirac (1902–1984) mit seiner schroffen Ablehnung der Religion erwähnt, der mit religiösen Mythen grundsätzlich nichts anfangen könne, da sich schon die der verschiedenen Religionen widersprechen wurden.⁸⁵⁷ Im Sinne des universellen Toleranz-gedankens ist den nicht-religiösen Naturwissenschaftlern auch Kompetenz im Ringen um die Lösung ethischer Probleme unserer Zeit zuzugestehen.

Es gibt verschiedene Arten der **Gottesbindung**, die nicht immer auf die Anerkennung eines persönlichen Gottes hinauslaufen, sondern mehr die ewige Ordnung der Welt und die Verantwortlichkeit der Menschen für ihr Handeln umfassen. Wie der Pantheismus Plancks⁸⁵⁸ kann auch eine andere Form der mehr oder weniger nahen Bindung an einen Schöpfer existieren, die Natur göttlich genannt oder ein außerirdisches Prinzip überhaupt abgelehnt werden. Wird behauptet, „daß die Naturwissenschaft Erkenntnishilfe und -bereicherung auch von der Religion [265] erwartet und wohl auch erwarten kann“⁸⁵⁹ und zugleich der „Vorläufigkeitscharakter“ einer jeden naturwissenschaftlichen Aussage als Zufluchtsort für den Glauben abgelehnt, dann wäre der Charakter der Erkenntnishilfe genauer zu bestimmen, der sicher im Bereich des Ethischen liegt. Wird Religion als Wissenschaft bezeichnet⁸⁶⁰, dann taucht die Frage nach den Kriterien für wissenschaftliche Aussagen auf. Wer sie als rationale Wirklichkeitsbewältigung faßt, kann Religion zwar dort nicht unterbringen, wohl aber die Theologie als Exegese, als Geschichte der Religion usw.

Im Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion sind so verschiedene Aspekte des Problems zu unterscheiden. Über die **persönliche Haltung** eines Gelehrten zur Religion kann man nicht diskutieren. Sie ist konkret darzustellen, in die historischen Bedingungen einzuordnen, und man hat sie zu respektieren. Der Theologe Emil Fuchs bekannte im Gespräch, er glaube an Gott, für die Erklärung des Alltags ziehe er jedoch den Marxismus vor. Er sah darin keine Inkonsequenz. Die weltanschauliche (religiöse) Begründung für eigenes Handeln, die sittlichen Maximen, muß jeder sich selbst erarbeiten. Welche Prinzipien er dabei anerkennt, ist seine persönliche Sache und muß, wenn nicht antihumane Handlungen dabei herauskommen, von anderen, mit anderen Auffassungen, geduldet

⁸⁵⁴ Fides et Ratio, Auszüge aus der Enzyklika des Papstes, in: Information Philosophie, Dezember 1998, Heft 5, S. 116.

⁸⁵⁵ Wilfried Schröder, Naturwissenschaft und Religion, vgl. FN 852, S. 4.

⁸⁵⁶ Ebd., S. 46.

⁸⁵⁷ Ebd., S. 231.

⁸⁵⁸ Ebd., S. 16.

⁸⁵⁹ Ebd., S. 33.

⁸⁶⁰ Ebd., S. 17.

werden. Sonst wird das Toleranzgebot verletzt, was Fanatiker jeder Richtung gern tun, da sie meinen, den allein selig machenden Glauben zu besitzen.

Oft stecken bei Naturwissenschaftlern hinter dem Gottesbegriff weitere Überlegungen. Meist wird nach einen **universellen sittlichen Prinzip** gesucht, das aus der Naturwissenschaft nicht zu begründen ist. Erkenntnistheoretisch führt so manche unbeantwortete Frage auf den Gottesbegriff als Ausdruck von **Nichtwissen**. Es wird damit das Gefühl ausgedrückt, daß es mehr zwischen Himmel und Erde gibt, als unsere Schulweisheit zu sagen weiß. Das ist etwa die Haltung von Kelvin, der die Natur als voll von Wundern ansah, die es zu erforschen gelte, ohne alles erkennen zu können. Es sind also persönliche Glaubensfragen, sittliche Prinzipien und ungelöste Probleme zu unterscheiden. Das wird nicht selten vermengt.

Manche Physiker möchten sich vor der Annahme absoluter **Wahrheiten** schützen, wie sie die Religion verkünde. „Ihrer Ansicht nach geht es in der Physik nicht um Wahrheit, sondern um Modelle. Solche Mo-[266]delle helfen uns, eine Beobachtung systematisch in Beziehung zu einer anderen zu setzen.“ Statt richtigen und falschen Theorien werde deshalb von mehr oder weniger nützlichen Theorien gesprochen. „Eine nützliche Theorie in diesem Sinne ist eine, die einen großen Bereich von Erscheinungen sehr genau in einem einzigen Beschreibungsrahmen miteinander verbindet.“⁸⁶¹ Die Existenz absolut gültiger Aussagen wird damit bestritten, da ihre Postulierung den Tod der Wissenschaft bedeuten würde. Anhänger von Religionen glaubten an eine letzte Wahrheit, Wissenschaftler wären jedoch bereit, eine Lieblingstheorie für eine bessere aufzugeben. Um nicht religiös zu erscheinen, relativiert man den Wahrheitsbegriff. Andere Wissenschaftler halten es mehr mit der These von der doppelten Wahrheit. Sie anerkennen die auf Erfahrung basierende wissenschaftliche Erkenntnis und die geoffenbarte Einsicht in Unerforschliches. Es sind also die mit religiösen Bekenntnissen aufgeworfenen Fragen zu prüfen und es ist zu überlegen, welche Antworten darauf, aus unseren bisherigen menschlichen Erfahrungen heraus, möglich sind und auf welche noch zu warten ist. Das kann nur konkret geschehen.

Nehmen wir die Frage nach dem Recht auf den Tod. Sie wird jeder unterschiedlich beantworten, abhängig von der weltanschaulichen Haltung.⁸⁶² Manche schließen Selbstmord, Euthanasie, Schwangerschaftsunterbrechung und ärztliche Hilfe in Grenzfällen aus, andere fordern sie. Problematisch wird es, wenn eine bestimmte religiöse oder nichtreligiöse Haltung in solchen Fragen dogmatisiert wird und die Diskussion über die Hilfe für den Menschen unter den vorhandenen Bedingungen, seine Wünsche usw., nicht berücksichtigt werden. Es wäre jedoch Gegendogmatismus, geäußerte Bedenken einfach abzulehnen. Man braucht im Umgang miteinander gegenseitige Toleranz, ein hohes Verantwortungsbewußtsein und Entscheidungen auf der Grundlage des eigenen Gewissens sind zu respektieren. Das Gewissen ist persönliches Verantwortungsbewußtsein, geprägt durch Traditionen, Erfahrungen, Vorbilder, Einsichten und den Zeitgeist. Manche suchen die Normen des Verhaltens in einem außerirdischen Wesen und finden dabei Trost, Stärkung und Grundsätze für ihre Gewissensentscheidungen. Das ist gut und wichtig. Wenn dabei humanes, d. h. menschenfreundliches, Handeln herauskommt, dann ist das nur zu begrüßen. Ein antihumaner Atheist ist gefährlich, ebenso ein religiöser Fanatiker. Gegen sie müssen [267] vernünftige Menschen konsequent vorgehen, um antihumane Handlungen zu unterbinden. Dagegen sind christlich-religiöse Humanisten, mit dem andere, auch atheistische, Humanisten, in der Forderung nach Freiheit und Gerechtigkeit, nach Toleranz und der Suche nach humanen Problemlösungen einig sind, Weggefährten bei der Suche nach Antworten auf brennende Fragen und bei der Linderung der Not.

Besonders schlimm sind die verschiedenen Glaubenskriege, in denen sich diejenigen scharf bekämpfen, die eigentlich gleiche Ziele verfolgen. Man darf jedoch nie vergessen, daß solche Auseinandersetzungen nicht nur mit religiösem Glauben zu tun haben. Zur Zeit erleben wir so einen um die Kernenergie, um die Schwangerschaftsunterbrechung, um die humanitäre Hilfe für Verfolgte. Werte wie Wahrheitssuche, Toleranz, Hilfe für Ausgegrenzte und Schwache, Solidarität werden durch andere,

⁸⁶¹ Paul Davies, Gott und die moderne Physik, Augsburg 1998, S. 281 f.

⁸⁶² [Herbert Hörz, Mensch contra Materie, Berlin 1976.](#)

wie Nützlichkeit, Egoismus, Durchsetzung eigener Ziele mit allen Mitteln, überlagert. Der wissenschaftlich-technische Fortschritt ist zunehmend mit Kassandrarufern begleitet. Wissenschaftler müssen sich für ihre Erkenntnisse verteidigen. Eine solide ausgewogene Betrachtung ist unter dem Druck pseudowissenschaftlicher Argumente kaum möglich. In Diskussionen um die Kernenergie wägen Verteidiger und Gegner kaum noch ab, was an veralteter Technik ausgeschaltet werden muß, wie die Auswirkungen von Havarien zu bewerten, welche Risiken einzugehen, welche neuen Verfahren möglich und wie Sicherheitsstandards zu erhöhen sind. Wissenschaft ist nicht selten Dienerin in einem solchen Glaubenskrieg, ohne selbständig und abwägend kritische Haltungen zu begründen.

Der Fortschritt wird von manchen generell in Frage gestellt, große Visionen fehlen, pragmatische Stückwerktechnologie triumphiert. Das Ende der Geschichte wird propagiert, obwohl keine Lösungen für die globalen Krisen existieren. Verbindet man mit der religiösen Frage nicht nur das Bekenntnis einiger Naturwissenschaftler zu einer bestimmten Religion, sondern wirft die zutiefst weltanschauliche und damit auch religiöse Frage nach dem Sinn unseres Daseins auf und fordert dann noch sittlich begründetes Handeln auf der Grundlage von Überzeugungen, dann ist Wissenschaft selbst gefragt, dann reicht der Glaube, der zwar Berge versetzen kann, nicht mehr aus, da er die vorhandenen Möglichkeiten, die in den Naturgesetzen liegen, kennen muß, um zielgerichtet eingesetzt zu werden. Reiner Fanatismus wiederum, etwas, was bei einem Wissenschaftler selten vorkommt, da er gewohnt ist, abzuwägen, wäre antihuman und schädlich. Wissenschaft muß als Aufklärung in der Neomoderne Wahrheiten suchen, Wissen verbreiten und [268] Toleranz begründen. Damit sind wir schon bei den aktuellen Problemen angekommen.⁸⁶³

6.2. Zur aktuellen Lage

Wodurch ist das derzeitige Naturbild charakterisiert? Die moderne Naturerkenntnis hat selbst mehrere Umbrüche erlebt. Vor allem war es die Kritik des klassischen Determinismus, die die mechanische Welterklärung, der Helmholtz und Kelvin anhängen, prinzipiell veränderte. Die Vielfalt der wirklichen Erscheinungen zwingt dazu, sie nach einheitlichen Gesichtspunkten zu ordnen, um sie verstehen und gestalten zu können. Die Prinzipien dazu werden in verschiedenen **Weltbildern** begründet. In sich konsistent war der mechanische Determinismus des 18. und 19. Jahrhunderts. Wenn die Wirklichkeit aus letzten unteilbaren Teilchen besteht, die schwer und träge sind sowie konzentriert den Raum erfüllen, so sind sie Massenpunkte, deren Bewegungsgleichungen mit der klassischen Mechanik gegeben sind. Dieses einfache Weltbild unterlag aus verschiedenen Gründen der Kritik. Es konnte die biotische Evolution und generell die Entstehung von Neuem nicht erklären, negierte den Zufall, sowie die Abhängigkeit des Raumes und der Zeit von der bewegten Materie, und wurde der wirklichen Nicht-Linearität des Geschehens nicht gerecht. Seither dominiert die Auseinandersetzung mit dem mechanischen Weltbild, ohne daß bisher eine einheitliche Welterklärung auf einer neuen Basis existiert.

Es sind jedoch neue Tendenzen einer **einheitlichen Sichtweise** auf die Ordnung der Wirklichkeit schon erkennbar. Dabei tauchen völlig neue Aspekte im modernen wissenschaftlichen Weltbild auf, die von Helmholtz und Kelvin, auf Grund der mechanistischen Grundüberzeugung und fehlender Einsichten in das wirkliche Geschehen, nicht berücksichtigt werden konnten. Statt stofflicher Grundsubstanzen mit einfachen Bewegungsgleichungen werden nun Daseinsformen der Wirklichkeit zur Grundlage genommen, um das Weltbild zu konstituieren. Dazu gehören Information als widerspiegelnde und steuernde Struktur, Selbstorganisation als Ursache für die Vielfalt der Erscheinungen und Emergenz als Entstehung von Neuem. Interessant ist dabei, daß die klassische Trennung von Natur und Kultur dabei immer mehr verschwimmt und alle Wissenschaften sowie die Philosophie ihren Beitrag [269] zu diesem Weltbild leisten. Ob diese Sicht tragbar ist, muß weiter geprüft werden. Wesentliche Erkenntnisse sind schon zur mathematischen Ordnung der Welt gewonnen worden. Sie stellt wesentliche Aspekte der Ordnung der Wirklichkeit dar, kann sie jedoch nicht vollständig erfassen. In ihrer Reinheit ist sie von den wirklichen Strukturen befreit und bedarf deshalb stets der inhaltlichen Interpretation, um in sie deskriptiv oder preskriptiv nutzen zu können. Sie wird durch

⁸⁶³ Herbert Hörz, Wissenschaft als Aufklärung?, vgl. FN 42.

Philosophie ergänzt, da Sinnfragen zur Erkenntnis gehören, die mit Mathematik nicht zu beantworten sind.

Mit den Untersuchungen zur Information als widerspiegelnde und steuernde Struktur ist ein wesentliches Moment einer einheitlichen Welterklärung gegeben. **Information** ist eine allgemeine Eigenschaft jedes Systems, das durch mindestens zwei wechselwirkende Elemente eine innere Struktur aufbaut, die Funktionen gegenüber den Systemelementen, der Verhaltensweise des Systems und umfassenderen Systemen ausübt. Spuren aus der Wechselwirkung zwischen Elementen und Systemen enthalten in der veränderten Struktur Nachrichten über die Art der Einwirkung. Objektive und subjektive Strukturkomplexe steuern Prozesse. Die philosophische Bestimmung der Information umfaßt mit Struktur, Widerspiegelung und Steuerung wesentliche Momente jedes Informationsprozesses. Information ist Struktur als geronnene Entwicklung. Sie ist stets das Resultat eines Geneseprozesses, in dem Wechselwirkungen stattfanden und Spuren der Einwirkung eines Systems auf das andere, eben die neuen Strukturen, auftreten. Die dabei gestellte Frage, ob jede Struktur eine Information sei, kann im philosophischen Kontext so beantwortet werden, daß für die Information als Naturphänomen bei flexibel reagierenden und deshalb lernenden und mit Gedächtnis begabten Lebewesen oder für die Information als Kulturphänomen, in der Nachrichten durch Kommunikation mit Sprache vermittelt werden, jede Struktur potentielle Information durch Spurenbildung nach einer Einwirkung ist, da die Spuren Strukturen der Einwirkung wiedergeben. Im anorganischen Bereich sind diese Spuren ohne eigentliche Signalwirkung, was ihren Charakter als potentielle Information nicht aufhebt.

Information ist Widerspiegelung (reflection) oder **Repräsentation** als Spurenbildung bei der Einwirkung auf ein System, das mit der Struktur als Spur Hinweise auf die Struktur der Einwirkung enthält. Es geht bei diesem Aspekt der Information um die Beziehung der existierenden Struktur zu ihrer Genese. Eine Struktur als Abbild ist ein komplexer Repräsentant für andere Prozesse. Sie enthält als Spur der Einwirkung [270] eine Nachricht über das Original, die erlernt oder aus der Struktur erst durch einen Empfänger zu erschließen ist.

Information ist **Steuerung** von Verhalten auf der Grundlage existierender Strukturen. Steuerung ist zweckbestimmt. Sie kann erlernt sein, unbewußt ablaufen oder als Entscheidungsalternative existieren. Steuerung umfaßt den orientierenden Charakter der Strukturen und ihrer Bewertung für zukünftiges Verhalten.

Die Forschungen zur **Selbstorganisation** zeigen einen weiteren übergreifenden Aspekt im natürlichen, sozialen und kulturellen Geschehen. Selbstorganisation ist die durch innere Determinanten bestimmte interne Strukturbildung von Systemen. Die Herausbildung neuer Strukturen in einem System kann die Stabilität des Systems fördern oder zerstören, seine Evolution erzwingen oder hemmen. Die Untersuchung der Selbstorganisation komplexer Systeme führt also zur Erklärung der Strukturbildung durch systeminterne Vorgänge. Äußere Faktoren sind Ausdruck der Fremdorganisation. Sie wirken so lange über die spezifischen Mechanismen der Systeme, bis sie diese prinzipiell verändern oder gar das System selbst zerstören. So sind systemare Anpassungen an und Reaktionen auf die Fremdorganisation eines Systems ebenfalls als Prozesse der Selbstorganisation anzusehen. Die Idee der Selbsterhaltung und Selbsterzeugung von Systemen, der Strukturbildung in den Systemen durch innere Triebkräfte und der Selbstzerstörung von Systemen kann uns helfen, Veränderung und Entwicklung in Natur und Kultur in ihren Prinzipien besser zu verstehen. Selbstorganisation ist als universelles Strukturbildungsprinzip durch die relative Selbständigkeit der Systeme mit ständigem Energie-, Stoff- und Informationsaustausch mit der Umgebung, durch kooperatives Verhalten der Systemelemente, durch den überkritischen Zustand des Systems mit einem Möglichkeitsfeld für sein Verhalten und durch die Nichtlinearität von Ursachen und Wirkungen bestimmt. Die wichtigsten Eigenschaften für sich selbst organisierende Systeme sind: Offenheit, Komplexität, Autonomie, Nicht-Linearität und Hierarchisierung. Diese allgemeinen Merkmale bedürfen der Spezifizierung für bestimmte Bereiche der Natur, der Gesellschaft, der Erkenntnis und des Bewußtseins.

Dabei sind viele Fragen noch offen. Der Physiker I. Doyne Farmer betont, daß Arbeiten über das Chaos zur Frage führten, warum das Universum so stark organisiert sei. Es wäre nach dem zweiten

Hauptsatz der Selbstorganisation zu suchen, der den Zusammenhang von Chaos und Ordnung erfassen würde. „Viele von uns glauben, daß Selbstorganisation eine allgemeine Eigenschaft sei: mit Sicherheit gilt das für das [271] Universum und auch in allgemeinerem Sinn für mathematische Systeme, die man ‚komplexe Anpassungssysteme‘ nennen könnte. Wenn man komplexe Anpassungssysteme in Gang setzt, indem man einfach die mathematische Variable für ‚Zeit‘ vorwärts laufen läßt, verwandeln sie sich auf natürlichem Wege von einem chaotischen, unorganisierten, undifferenzierten und unabhängigen Zustand zu etwas Organisiertem und stark von Wechselwirkungen Geprägtem. Organisierte Strukturen treten spontan auf, wenn man das System einfach laufen läßt. ... Wir wissen nicht, was ‚Organisation‘ ist, wir wissen nicht, warum manche Systeme anpassungsfähig sind und andere nicht, wir wissen nicht, wie wir vorhersagen können, ob es sich um ein starkes oder ein schwaches Anpassungssystem handelt oder ob ein System ein bestimmtes Mindestmaß an Komplexität besitzen muß, damit es sich anpassen kann. Wir wissen nur, daß komplexe Anpassungssysteme nicht-linear und zur Informationsspeicherung in der Lage sein müssen. Außerdem müssen die Teile Information austauschen können, allerdings nicht zu stark.“⁸⁶⁴

Wissenschaft drängt immer mehr zur Praxis, zum Verständnis nichtlinearer komplexer Phänomene in ihrer Selbstorganisation und Evolution. Gesucht wird das Einfache im Komplexen, das Lineare im Nichtlinearen, jedoch immer im Hinblick auf die Zusammenhänge. Das ist eine Herausforderung der Philosophie, denn neues Naturverständnis impliziert über die Entwicklung von Technologien ein neues Technik- und Menschenbild. So meint Farmer: „Neue Technologie bedeutet neue Wahrnehmung. Indem wir Werkzeuge schaffen, schaffen wir auch ein neues Bild vorm uns selbst.“⁸⁶⁵

Den Zusammenhang zwischen den Informationssystemen und den sich selbst organisierenden Systemen in ihrer Spezifik stellt das Entstehen anderer, neuer und höherer Qualitäten in einer Hierarchie von Struktur- und Entwicklungsniveaus her. Das führt uns zum Problem der Emergenz.

Emergenz ist die Entstehung von Neuem. Das bezieht sich auf verschiedene Aspekte, denn realisierte Möglichkeiten umfassen andere, neue und höhere Qualitäten. Emergente Erscheinungen sind sowohl neue Strukturen als geronnene Entwicklung, neuartige Prozesse und neue Mechanismen der Entstehung von Neuem, denn auch Entwicklungsformen können sich verändern und Funktionswandel eintreten.

[272] Das betrifft auch unsere Sicht auf Symmetrien. Gerade die Durchbrechung von Symmetrien zeigt die Offenheit der Systeme für Neues. Im Verhältnis von Symmetrien und ihrer Durchbrechung scheinen wichtige Mechanismen der Entwicklung vorzuliegen. Untersuchungen der Emergenz verlangen die Darstellung von Komplexitäten, von Zusammenhängen zwischen System und Elementen. Komplexe Systeme haben ihre eigenen Systemgesetze, die jedoch mit den Elementen des Systems gekoppelt sind. Das führt zum Problem der **Rahmentheorien** in der Evolutionshierarchie. So wie die Physik eine Rahmentheorie der Chemie, Biologie und Geologie ist, so können wir von einer Biologie der Sozialität, einer Soziologie der Individualität usw. ausgehen. Komplexe Zustände existieren, müssen aber analytisch in ihren Elementen meßbar gemacht werden.

Mit Information, Selbstorganisation und Emergenz existieren wesentliche Aspekte einer einheitlichen Sichtweise der Wirklichkeit, die nicht auf die Substanz im stofflichen Sinne orientiert ist, sondern mehr solche Wesenheiten umfaßt, die in der Vielfalt der natürlichen und gesellschaftlichen Erscheinungen vorhanden sind und eine differenzierte einheitliche Erklärung der Welt ermöglichen. Es kann also eigentlich keine Naturerklärung an sich mehr geben, sondern die Zusammenhänge von Mensch, Natur, Technik, Bewußtsein und sozialer Organisation sind zu beachten. So gilt zwar der Gedanke von Helmholtz und Kelvin über die Rolle allgemeiner Prinzipien weiter. Sie sind jedoch nicht auf die Natur begrenzt und die vorher schärfer gezogene Grenzlinie zwischen verschiedenen objektiven Bereichen der Wirklichkeit verschwimmt aus der Sicht solcher übergreifender Mechanismen, wie der Information, Selbst-Organisation und Emergenz. Helmholtz' Idee von den Substanzen als dem Bleibenden in

⁸⁶⁴ John Brockman, Die dritte Kultur. Das Weltbild der modernen Naturwissenschaft, vgl. FN 826, S. 515 ff.

⁸⁶⁵ Ebd., S. 527.

der Erscheinungen Flucht hat sich von den Energieprinzipien und dem Prinzip der kleinsten Wirkung, sowie den Naturkonstanten, auf Strukturbildungs- und Entwicklungsmechanismen verlagert.

Trotz der, in der Diskussion um die dritte Kultur in den USA bemerkbaren, Geringschätzung der Arbeit von Philosophen wird nicht einfach die Philosophie negiert, sondern es wird philosophisch argumentiert. So lieht der Physiker Murray Gell-Mann gerade die Notwendigkeit der Erforschung komplexer Phänomene hervor und bestimmt die Plektik als die Wissenschaft von der Einfachheit und Komplexität⁸⁶⁶, denn es „geht die effektive Komplexität in der uns umgebenden Welt auf sehr einfache [273] Regeln und eine anfängliche Ordnung zurück, sowie zusätzlich auf das Wirken des Zufalls, das mit Unbestimmtheit verbunden ist. Die grundlegende Quelle der Unbestimmtheit ist die Quantenmechanik.“⁸⁶⁷ Sie sei das Grundgerüst physikalischer Gesetze. Dabei spiele der **Zufall** eine entscheidende Rolle. „Die Bedeutung des Zufalls für die Geschichte des Universums kann man gar nicht hoch genug einschätzen. Jeder Mensch ist beispielweise das Produkt einer unglaublich langen Kette von Zufällen, von denen jeder auch hätte anders ausgehen können.“⁸⁶⁸

Auch daran wird deutlich, daß Philosophie sich nicht nur auf Naturerkenntnis orientieren kann. Sie würde sich selbst als Welterklärung, Ideengenerator und Lebenshilfe amputieren, wenn sie den Zusammenhang von **Natur und Gesellschaft**, von Gen und Verhalten, von Artefakten und Bewußtsein nicht beachten würde. Moderne Naturerkenntnis hat dabei verschiedene Facetten, die alle gesellschaftstheoretisch interessant sein könnten. Dazu gehört der Beitrag zur Erkenntnis komplexer Strukturen in komplexen Systemen durch die Untersuchung der Materieformen, was Einsichten in die Materiestrukturen voraussetzt. In der Kosmologie wurde die Zeitdiskussion wieder aufgenommen und die Zyklizität der Zeit in die Überlegungen einbezogen. Mit den Superstrings in der Elementarteilchentheorie ist der schon von Kelvin favorisierte Gedanke der Flexibilität der Elementarobjekte im Gespräch. Schon die Quantentheorie führte zu einer Kritik der mechanistischen Kausalitätsauffassung und anerkannte die Objektivität des Zufalls, Bio- und Geowissenschaften trugen erheblich zur Präzisierung unseres Entwicklungsdenkens bei. Alles Aspekte, die einer gesonderten Behandlung bedürften. Wir wollen uns aber auf die Konturen des Bilds konzentrieren und deshalb Wege aufzeigen, die Naturerkenntnis für Gesellschaftstheorie relevant werden lassen, um diesen neuen Aspekt im modernen Weltbild, der für Helmholtz und Kelvin weniger von Bedeutung war, aufzudecken.

Welche Wege gibt es, um die **Relevanz von Naturerkenntnissen für die Gesellschaftstheorie** zu bestimmen?

Dabei sei zuerst auf die **heuristische Analogie** verwiesen. Sie spielt z. B. in der Untersuchung von Tiersozietäten und Menschengesellschaften eine Rolle. Beachtet man, daß Analogien ihre Grenzen in den Systemgesetzen haben, dann gibt es zwar keine Probleme mit der Heuristik, wohl aber mit dem einfachen Übertragen von Verhaltensweisen [274] aus einem Struktur- und Entwicklungsniveau auf ein anderes. Zweitens ist die **Multivalenz der Methoden** zu beachten. Das Methodensystem umfaßt mit Experimenten die objektive Analyse des Forschungsgegenstandes in der gegenständlichen Auseinandersetzung der Menschen mit ihrer Umwelt. Dabei sind die Unterschiede zwischen Experimenten in anorganischen, organischen und lebenden Bereichen zu beachten. Experimente mit und am Menschen, die die Integrität und Würde der Persönlichkeit achten, bedürfen der Risikominimierung, der Abschätzung des persönlichen im gesellschaftlichen Nutzen, der Entscheidungsfreiheit der Betroffenen und des entsprechenden hohen Verantwortungsbewußtseins der Beteiligten. Die logisch-deduktive Methode findet ihren Extrakt in mathematisierten Theorien und die historische Methode ergänzt das Methodensystem durch Einsichten in die Strukturgenese der Objekte und die Theorierevolution, denn jede materielle oder ideelle Struktur ist geronnene Entwicklung. Aus dieser gegenständlichen und rationalen aktuellen und historischen Aneignung der Wirklichkeit entstehen viele komplexe Methoden, wie etwa die Modellmethode u. a.

⁸⁶⁶ Ebd., S. 441.

⁸⁶⁷ Ebd., S. 443.

⁸⁶⁸ Ebd., S. 444.

Drittens zeigt sich die Relevanz von Naturerkenntnissen in ihrer **mathematischen Darstellung**. Mathematik ist hier im breiten Sinne als Wissenschaft von den möglichen formalisierbaren Strukturen ideeller Systeme zu verstehen, die sowohl zur Darstellung von objektiven Sachverhalten in ideellen Systemen geeignet ist und die logischen Konsequenzen aus den Erkenntnissen ziehen läßt, als auch eine heuristische Funktion erfüllt, wie die Suche nach den Positronen in der Diracschen Theorie zeigte. Mathematisierung geht über Symbolisierung, Formalisierung bis zur Axiomatisierung, wobei zu beachten ist, daß wir es meist mit zwei extremen Aspekten der **Exaktheit** zu tun haben. Einerseits suchen wir theoriebezogen nach axiomatisierten Theorien und andererseits nach praxisbezogener Anwendung, deren Exaktheit am Erfolg geprüft wird. Beide fallen nicht einfach zusammen. Dahinter steckt das schon von Helmholtz und Kelvin diskutierte Problem der Beziehungen von Mathematik und Wirklichkeit, das neue Dimensionen durch die Nutzung mathematischer Theorien für Natur und Kultur erhält.

Viertens ist **philosophische Verallgemeinerung** der Weg, um Erkenntnisse aus verschiedenen Wissenschaften in ihrer Allgemeinheit gegenseitig zugänglich zu machen. Dabei orientiert Philosophie letzten Endes auf Sinnfragen und Mathematik auf allgemeine ideelle Seinsstrukturen.

Natur und menschliches Verhalten müssen im Interesse der Menschen in ihrem Zusammenhang erkannt werden. Das zeigt die **öko-[275]logische Problematik**. Über die grenzenlose Ausbeutung der Naturschätze durch die Menschen wird viel diskutiert, ökologische Systeme werden zerstört, Katastrophen durch rigoroses Eingreifen in Naturkreisläufe hervorgerufen oder verstärkt. Die Forderung danach, möglichst wenig in die Selbstorganisation der Natur einzugreifen, hat zur Voraussetzung, daß die Zyklen des Geo- und Bioverhaltens unter den Gestaltungsforderungen der Menschen besser erkannt sind. Von der Verantwortung der Verursacher vor Schäden will man zur Folgenverantwortung übergehen, was wiederum neue Erkenntnisse über die Folgen gegenwärtigen Handelns verlangt. Dabei verbinden sich für Entscheidungen Zeithorizonte der Geo-, Bio- und Soziosphäre. Zyklizität der Zeit und subjektive Zeit spielen eine größere Rolle. An die Stelle von gestörten Naturkreisläufen sind Zyklen zu setzen, die es ermöglichen, Schäden zu reparieren. Zeit als Gestaltungsspielraum von Generationen verlangt, Wissen über die objektiven Zeiten, über die Gestaltbarkeit von Zyklen ohne antihumane Auswirkungen, über die Folgen menschlichen Handelns, zu gewinnen. Die wissenschaftlich fundierte Naturerhaltung und -gestaltung muß sichern, daß die natürlichen Lebensgrundlagen der Menschen nicht zerstört werden.

Zeit ist die Einheit von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Wer in der Gegenwart lebt, möchte Lehren aus der Vergangenheit ziehen, soweit das möglich ist, um die Zukunft zielbewußt zu gestalten. Dazu bedarf es gegenwärtiger Schadensanalysen nicht nur über vergangenes Handeln, sondern auch über die möglichen Folgen gegenwärtigen Tuns. Auswirkungen globaler Prozesse auf lokale und regionale Bereiche erfordern globales Denken und lokale Lösungen. Es geht also nicht um Appelle an das Gewissen, sondern um Wissen als wissenschaftliche Grundlage von verantwortlichem Handeln.

Verantwortung ist Pflicht zur Beförderung der Humanität. Humanität verlangt die Gestaltung und Erhaltung einer menschenfreundlichen Natur. Universell gesehen ist der Mensch auf dieser Erde ein Schmutzeffekt kosmischer Evolution. Die Natur existiert ohne den Menschen, der Mensch jedoch nicht ohne seine natürlichen Lebensbedingungen. Erst Wissen, das verantwortungsbewußt zur humanen Zukunftsgestaltung eingesetzt wird, macht die Wissenschaft zu einer moralischen Instanz und zu einer humanen Macht. Dem kann sie durch die Erkenntnisse von Zeithorizonten für die Gestaltung und Erhaltung bestimmter Zyklen entsprechen, die rechtzeitige Meldungen über mögliche Katastrophen erlauben und die Vorbeugung gegenüber Schäden ermöglichen. Das erfordert die Bereitstellung von Mitteln und Ressourcen für die Forschung, was dann Erfolg bringen kann, wenn deutlich wird, daß Wissenschaft nicht mehr nur Wahrheitssuche, sondern auch Be- und Verwertung von Erkenntnissen als Grundlage humanen Handelns ist. Zeit als Gestaltungsspielraum umfaßt, mit der gesellschaftlichen Zeit, das mögliche Handeln von Generationen von Individuen. Generationsübergreifendes Denken geht jedoch der Politik ab. Es ist deshalb durch die Wissenschaft zu begründen von und durch sie der Politik einzufordern.

Subjektive Zeit ist nicht nur Gestaltungsprinzip, sondern auch Lebensgefühl. Es umfaßt rationale und emotionale, praktische und theoretische sowie ästhetische Beziehungen zur Natur und ihren Schätzen. Der Mensch ordnet sich als Naturwesen in die natürliche Evolution ein, tritt durch rationale, gegenständliche und ästhetische Aneignung aus ihr heraus und entfremdet sich der Natur, ist jedoch mit seinem Lebensgefühl intimer an sie gebunden. Akzeptanz oder Ablehnung von Entscheidungen über die Ausbeutung der Natur durch bestimmte Gruppen hängt damit zusammen. Freiheit der Menschen basiert auf sachkundigen Entscheidungen. Nicht selten wird fehlendes Wissen durch Profilierungssucht ersetzt. Alle Wissenschaften haben deshalb mit philosophischem Blick Argumente abzuwägen, Bildung zu vermitteln und Entscheidungen in Hinsicht auf die Zeithorizonte zu begründen. Politische und ökonomische Interessen sollten zwar Grundlage der Analyse sein, jedoch nicht, so schwer es fällt, die Motivation bestimmen. Das Lebensgefühl der Menschen als Mesokosmos im Makrokosmos könnte zu einem humanen Kriterium für die Suche nach Wissen und humaner Gestaltung der Natur werden.

[277]

7. Fazit: Wissenschaftsgeschichte als Einheit von systematischer Darstellung und Edition

Eine besondere Zusammenfassung der wissenschaftlichen und persönlichen Beziehungen von Helmholtz und Kelvin ist nicht erforderlich. Ein immer wieder diskutiertes Problem ist jedoch die Frage, wie Wissenschaftsgeschichte und Edition von Briefwechseln zusammenhängen. Manche Editoren publizieren kommentarlos archivierte Dokumente, andere machen die philologischen Anmerkungen zum ihrem Hauptziel und es gibt auch solche, deren Fußnoten die Quantität des Textes weit übertreffen. Das richtige Herangehen wäre einen Streit unter Editoren wert. Dabei wäre die Frage zu beantworten, was jede Gruppe mit ihrer Art der Edition erreichen will. Mir geht es um mehr. Ich anerkenne die Leistung aller Editoren, die Vorarbeiten für die Wissenschaftshistoriker und -philosophen durchführen. Das darf jedoch nicht dazu führen, ein bestimmtes Prinzip zum Maßstab für alle Arbeiten zu machen. Damit mußte ich schmerzliche Erfahrungen sammeln. Wegen konzeptioneller Streitigkeiten, bei der die Kontrahenten nur eine bestimmte **Art der Edition** zuließen, nämlich den Abdruck der Archivalien ohne Einordnung in das Umfeld und ohne Interpretation, wobei sie die Argumente für andere Herangehensweisen einfach negierten, wurden Publikationen verzögert. Ich sehe die Spannweite des Herangehens wohl, wünschte mir jedoch etwas mehr Toleranz bei den Vertretern anderer Auffassungen.

Dazu möchte ich das konzeptionelle Problem erweitern. Wir wollen aus der Vergangenheit lernen. Das können wir nur, wenn wir sie exakt beschreiben und erklären. Dafür ist die Edition von Dokumenten besonders wichtig. Diese sind jedoch in **Kontexte** einzuordnen. Sonst könnte die Edition zum Selbstzweck werden. Diese Einordnung hat verschiedene Aspekte. So haben Wissenschaftler ein wissenschaftliches, kulturelles mmd soziales Umfeld. Aus ihm heraus sind viele Leistungen erst zu verstehen, wobei die innere Logik des Entdeckens und Erfindens zu beachten ist, um keine oberflächliche Rückführung von Ideen auf den Zeitgeist zuzulassen. Auch damit ist das Problem noch nicht vollständig umrissen. Unabhängig vom konkreten Kontext von Gedanken und Einsichten können sie **heuristisch** genutzt werden, um aktuelle Probleme zu lösen. Dann könnte Wissenschaftsgeschichte zur Heuristik für gegenwärtige Wissenschaft werden. Lernen aus der Vergangenheit ist also in [278] verschiedenem Maße möglich. Es geht um die Besessenheit von der Wahrheitssuche, um die Determinanten der Theorienentwicklung, um das Durchsetzungsvermögen von Gelehrten, um ihre Mäzene und um die Irrungen und Wirrungen der Theoriensuche ebenso, wie um die Einordnung der Gedanken in Weltbilder, um die Intrigen und Verleumdungen, die im wissenschaftlichen Leben keine geringe Rolle spielen, jedoch eben auch um die Heuristik der Ideen bestimmter Gelehrter. Insofern interessierte mich stets nicht nur der historische Helmholtz allein, sondern sein Wirken über die Zeit hinaus, die erkenntnisfördernde Rolle ebenso, wie auch die Grenzen seiner Auffassungen.

Nach dem Ende des Krieges 1945 bin ich oft über abgeerntete Felder gelaufen, um mit der Familie Ähren zu lesen, damit der stärkste Hunger gestillt werden konnte. Dieses Bild fällt mir beim Durchsehen mancher Arbeiten ein, die andere um ein kleines Detail ergänzen. Man hat dann tatsächlich Ähren auf dem schon bearbeiteten Feld gefunden, was sicher für weitere Arbeiten interessant sein kann. Es schließt nicht aus, daß spätere **Ährenleser** wieder etwas finden. Wichtiger ist es jedoch, selbst neue Felder zu erschließen. Man ist doch sicher mehr an der eigenen Ernte interessiert, als nur am Nacharbeiten dessen, was andere getan haben. In diesem Sinne sollen am Beispiel des Briefwechsels zwischen Helmholtz und Kelvin einige konzeptionelle und inhaltliche Fragen gestellt und thesenartig beantwortet werden.

Prinzipiell vertrete ich die Auffassung, daß es wichtig ist, eine Einordnung des Briefwechsels in die Geschichte und den Kontext vorzunehmen, sowie Hinweise auf aktuelle Probleme im Sinne der Heuristik aufzugreifen, wie das Verhältnis von Mathematik und Wirklichkeit, die Rolle der Erhaltungssätze, das Verhältnis von Theorie und Praxis u. a. Wenn man die unterschiedlichen Arten des Herangehens an Editionen berücksichtigt, dann umfaßt die Breite den Materialsammler, der die Editions-geschichte auch einer Quittung publiziert und Fußnoten beigibt und den, der die Frage stellt, warum wann wie die Quittung von Bedeutung war und ist.

Man könnte z. B. Helmholtz' oder Kelvins Auffassungen in Werken und Briefen als einmal verschaltete black box nehmen. Steckt der **Quittungssammler** zwar zusätzliche Informationen über Archivalien hinein, so erhält er doch nichts anderes als die Meinungen von Helmholtz und Kelvin, wenn er nicht eigene Ideen zur Interpretation der Dokumente hinzutut. Ist das schon ein Erkenntnisfortschritt? Was hilft das für die aktuellen Diskussionen? Beides ist verneinend zu beantworten. Man kann jedoch die black box aufmachen, sich für den Schaltplan interes-[279]sieren und manches umbauen, damit Ideen von Helmholtz und Kelvin heuristisch wirksam werden. Die Grundstruktur bisherigen Wissens bleibt erhalten, denn es soll kein historisch rekonstruierter Gelehrter heraus kommen, jedoch könnten so neue Einsichten zu historischen und aktuellen Problemen gewonnen werden. So stehen Ährenlesern und Quittungssammlern **konstruktive Verwerter** der Archivalien entgegen, die an der Heuristik des historischen Materials interessiert sind. Dabei sollte also nicht nach dem Motto verfahren werden: Es kommt darauf an, die Geschichte nicht zu interpretieren, sondern zu verändern. Dagegen könnte die Devise sein: Nutze das vorhandene Archivmaterial, um die Potenzen des Wissens über das Leben und Wirken herausragender Gelehrter historisch und heuristisch besser auszuschöpfen. Im allgemeinen Betrieb der Wissenschaften können sich die verschiedenen Editionsformen gut ergänzen.

In einer Unterhaltung verglich ein junger Kollege die Editoren, die ich Quittungssammler nenne, mit Archäologen. Doch auch diese haben zwei Arten des Herangehens, Material suchen und herausgeben oder Material für die Heuristik aufbereiten. Ich neige zur Einordnung der Person in die Zeit und zur Aufnahme heuristischer Hinweise mit aktueller Relevanz.

Zuerst versuche ich einige Fragen zu beantworten, die sich einem mit Edition Beschäftigten immer wieder stellen, dann folgt eine Charakteristik meiner Auffassung in Thesen mit Anmerkungen.

1. Welches Recht zur Veröffentlichung privater Korrespondenz haben wir?

Es gilt das Editionsrecht und die Freigabe der Nachlässe. Die Frage ist: Wie gehen wir damit um? Als negatives Beispiel könnte die dargestellte Kritik Zöllners an Helmholtz und Kelvin dienen, der nicht davor zurückschreckte, frühere Briefe von Kollegen, ohne deren Erlaubnis, in seinen Pamphleten zu veröffentlichen. Inhaltlich ging es, wie betont, um Nah- oder Fernwirkung in den physikalischen Prozessen im Zusammenhang mit dem Atomismus. Gerade englische Physiker, wie Faraday, hatten mit der Feldvorstellung und den Kraftlinien die Trennung zwischen Atomen und leeren Raum aufgehoben und auf die Nahwirkung der Körper verwiesen. Das mußte Zöllner als Herausforderung betrachten, da er ein strikter Anhänger der Fernwirkung war. Mit seinen kritischen inhaltlichen Bemerkungen verband er vor allem persönliche Angriffe und nutzte dazu alle möglichen Stellungnahmen von Kollegen. [280] Dagegen verwahrte sich Kohlrausch gegenüber Helmholtz mit der Feststellung: „Wie perfide ich die Publication solcher Privatbriefe finde brauche ich nicht zu sagen. Die Unverschämtheit aber erreicht ihren Gipfel dadurch, daß Zöllner den Brief in willkürlicher unverantwortlicher Weise zu einem Angriff auf Sie benutzte.“⁸⁶⁹ Kohlrausch will keine Veröffentlichung von Privatbriefen. Darüber setzt man sich, wenn die Autoren sich nicht mehr wehren können, meistens hinweg. Es bleibt jedoch seine **Forderung nach der richtigen Einordnung der Briefe in den Kontext**. Dabei taucht dann eine zweite Frage auf, die von den Editoren verschieden beantwortet wird.

2. Wie umfangreich sollen und können Kommentare zum Inhalt der Briefe und ihrer Kontextabhängigkeit sein?

Hier verhält sich jede Gruppe von Editoren anders. Die Spannbreite reicht von der Edition jeder Äußerung bis zur Quittung von Rechnungen, also von den Quittungssammlern über die Fußnotenfetischisten, die alle Ergebnisse von Recherchen in Anmerkungen unterbringen wollen, bis zu den rekonstruierenden Herausgebern, denen das Detail gegenüber ihrer Linie nicht ganz so wichtig ist. Selbst Koenigsberger, der sonst penible Autor der Helmholtz-Biografie, hat manche Stellen in den Briefen zwar zusammengefaßt und sie dann doch in wörtliche Rede gesetzt, ohne den Wortlaut genau zu übernehmen. Ich schätze vor allem die kommentierenden Editoren, die den Briefautor als Partner zur

⁸⁶⁹ Brief von Friedrich Kohlrausch an Helmholtz vom 22.11.1881, Archiv der BBAW, Helmholtz-Nachlaß, Nr. 241.

Diskussion ihrer Auffassung nehmen und mit ihm in Dialog treten, der dann nicht einseitig wird, wenn man versucht, die kritischen Hinweise des anderen Diskutanten, der selbst nicht mehr antworten kann, selbst mit einzubringen. Problematisch wird die Vielfalt der Editionsmöglichkeiten dann, wenn jemand seine Art als die einzig mögliche Methode betrachtet, sie zum Schema erhebt und alle anderen daran mißt. Wenn Methode mit Hegel die Art und Weise des Umgangs mit dem Inhalt ist, dann ist sie auch vom Inhalt abhängig. Wer deshalb meint, eine absolut richtige Methode für alle Inhalte gefunden zu haben, ist mit Vertretern eines Wahrheitsmonopols zu vergleichen, was Wissenschaft hemmt, da diese nur durch das Begehen neuer Wege vorankommt. Sonst gilt Ostwalds Hinweis auf Strategien vom Spezialisten, die dazu dienen, Einbrüche in ihren mit Mühe aufgebauten Algorithmus zur Abarbeitung [281] vom Aufgaben durch neue Ideen auf ihrem Gebiet zu verhindern. Erstens ignorieren sie die Idee, kommt sie doch wieder hoch, wird zweitens das ganze Feuer der Kritik gegen sie gerichtet und setzt sie sich dann doch durch, kann man drittens immer noch betonen, es war doch nichts Neues.⁸⁷⁰ Hoffen wir bei Editionen auf anregende heuristische Inhalte, die mit den ihnen entsprechenden, also angemessenen, Methoden vorgestellt werden.

3. Wie sieht es mit der Veröffentlichung von Privatbriefen bei Helmholtz und Kelvin aus?

1929 schrieb übe Tochter von Helmholtz, Ellen von Siemens, zur Veröffentlichung der Briefe ihrer Mutter Anna von Helmholtz: „Es mußte davon Abstand genommen werden, jede einzelne der Kürzungen in den Briefschaften hervorzuheben, sowie alle liebevollen, nie versagenden Wendungen aufzunehmen, welche für den Empfangenden des Schreibens Wert einst erhöhten. Von wesentlicher Bedeutung bleiben nur die Linien, die das Wachsen ihrer eigenen Gestalt kennzeichnen und die historischen Horizonte stark bewegter Jahrzehnte mit dem Scheinwerfer des Augenzeugen vor uns aufleuchten lassen.“⁸⁷¹ Deshalb sind manche Briefe, das gilt auch für Kelvins Korrespondenz mit Helmholtz, durch andere Quellen zu ergänzen, damit das in den Briefen gezeichnete Bild vollständiger wird. Mit der Übergabe des Helmholtz-Nachlasses durch Helmholtz' Tochter 1931 an die Akademie der Wissenschaften zu Berlin ist die juristische und moralische Berechtigung der Publikation gegeben. Es ist anzunehmen, daß manches von Ellen von Siemens herausgenommen wurde, was sie nicht veröffentlichen wollte, denn sie schreibt von der „sichtende(n) Vorarbeit für das umfangreiche Schriftmaterial in meines Vaters literarischen Nachlasse.“⁸⁷² Durch die Übergabe der Briefe von Helmholtz an Kelvin an die Archive in Glasgow und Cambridge ist zumindest die allgemeine Zugänglichkeit gesichert. Da keine Einwände von Nachkommen gegen die Publikation existieren und die Archive damit einverstanden sind, gibt es keine weiteren Probleme.

Bedenkt man den Hinweis von Planck bei der Übergabe des Nachlasses von Helmholtz an die Akademie durch Ellen von Siemens-[282]holtz, daß es sich dabei um eine Fundgrube ersten Ranges für Biografen handle, die grundlegendes Material für die Entwicklung der Physiologie und Physik enthalte, dann kann man von einer **Pflicht zur Veröffentlichung** sprechen. Das führt zum der Frage:

4. Warum veröffentlichen wir Materialien aus Nachlässen?

Damit wird ein konzeptionelles Problem angesprochen. Man kann Persönlichkeiten der Vergangenheit als Erfüllungsgehilfen historischer Gesetze betrachten, dann ist die spezifische Tat nicht so wichtig. Jedoch selbst Karl Marx (1818–1883), dem Karl Popper (1902–1994) einen solchen Gesetzesfetischismus unterschob⁸⁷³, betonte, daß die Geschichte mystischer Natur wäre, wenn Zufälle keine Rolle spielten. „Aber Beschleunigung und Verzögerung sind sehr von solchen ‚Zufälligkeiten‘ abhängig – unter denen auch der ‚Zufall‘ des Charakters der Leute, die zuerst an der Spitze der Bewegung stehen, figuriert.“⁸⁷⁴ Für die Wissenschaft, die vor allem auf den Taten von Einzelnen und kleinen Gruppen basiert, sind diese Zufälle von entscheidender Bedeutung, auch wenn Heisenberg im Zusammenhang mit der Verantwortung der Physiker für die Konstruktion und den Abwurf der

⁸⁷⁰ Günther Lotz u. a. (Hrsg.), *Forschen und Nutzen*. Wilhelm Ostwald zur wissenschaftlichen Arbeit, Berlin 1982, S. 40.

⁸⁷¹ Anna von Helmholtz, *Ein Lebensbild in Briefen*, Erster Band, vgl. FN 213, S. 8.

⁸⁷² Ebd., S. 7.

⁸⁷³ [Herbert Hörz, Die philosophischen Positionen von Popper aus marxistischer Sicht](#), in: Norbert Leser, Josef Seifert, Klaus Pitzner (Hrsg.), *Die Gedankenwelt Sir Karl Poppers*, Heidelberg 1991, S. 131 ff.

⁸⁷⁴ Karl Marx, Friedrich Engels, *Werke*, Band 33, Berlin 1966, S. 209.

Atombomben davon sprach, daß zuerst die Erfinder die eigentliche Schuld träfe, da Entdecker ersetzbar seien. Sie sind es nur in einer kleinen Gruppe von ähnlich gebildeten kreativen Kollegen, nicht im Sinne der prinzipiellen Austauschbarkeit.

Nachlässe geben uns meist erst Einblicke in das wirkliche Geschehen. Post festum kann die Geschichte einer Entdeckung oder Erfindung als Konsequenz kumulativer Erkenntnisprozesse aufgefaßt werden. Wirkliche Geschichte zeigt jedoch das Wechselspiel von Wahrheit und Irrtum, von Motivation und Resignation, von Förderung und Hemmnissen. Um das zu begreifen ist das Hintergrundmaterial der Nachlässe unbedingt erforderlich, wenn man Entstehungs- und Wirkungsgeschichte überhaupt zur Kenntnis nehmen will. [283]

5. Geht es nur darum, unser Bild vom Verfasser der Briefe und Schriften zu präzisieren?

Das ist sicher der Fall. Jeder Wissenschaftler hebt jedoch in einer bestimmten Zeit. Umstände spielen eine Rolle. Das betonte Ostwald: „Der Fall Helmholtz spricht besonders deutlich für die Entwicklung des großen Mannes. Was wäre aus dem kleinen Schwächling geworden, wenn er etwa in der Hütte eines Tagelöhners zur Welt gekommen wäre? Vermutlich wäre das arme Wesen nach wenigen Tagen ausgelöscht. Und wie hätte äußerer Widerstand seine empfindliche Natur schädigen können! Noch vor wenigen Tagen mußte ich wieder den dummen Gemeinplatz lesen, daß es um ein Genie, das sich nicht durch Widerwärtigkeiten durchringen könne, überhaupt nicht schade sei. Dies mag für einem künftigen Holzknecht oder Bierkutscher gelten; hohe intellektuelle Gaben aber machen, wie jede hypertrophische Erscheinung, den Organismus, der sie enthält, entsprechend leicht zerbrechlich. Wir haben kein Mittel, die Anzahl der zugrunde gerichteten genialen Anlagen zu zählen; wir würden aber entsetzt sein, wenn wir wüßten, wie die Menschheit hier gegen sich selbst wütet.“⁸⁷⁵ Nachlässe weisen uns auf die Umstände, unter denen geniale Leistungen erbracht wurden.

Ostwald machte noch auf einen anderen Aspekt aufmerksam, wenn er über Helmholtz' Glück schrieb: Er „hat nur wenig Feinde gehabt und fast keine Widersacher. Mit dem unter allen Zeitgenossen, der ihm ebenhurlig war, mit William Thomson, verbindet ihm eine enge Freundschaft, die jede Rivalität ausschließt, und auch mit einem andern nächsten Mitarbeiter, Clausius, entwickelt sich nach einem vorübergehenden, von dem letzteren hervorgerufenen Zwist, ein gutes Verhältnis. Ebenso bleibt er mit Kirchhoff eng verbunden, und so ließe sich noch eine sehr große Anzahl seiner hervorragendsten Zeitgenossen nennen, die sich alle freuten, wenn sie mit ihm zusammensein konnten. Dabei war er keineswegs ein glänzender Gesellschafter, sondern eher allzu ruhig und verschlossen; er muß also auch solche persönlichen Eigenschaften im hohen Grade besessen haben, welche Vertrauen und dauernde Zuneigung erwecken.“⁸⁷⁶ Ostwald baute, wie er selbst betonte⁸⁷⁷, seine Überlegungen auf der Biografie von Koenigsberger auf. Dieser wäre jedoch, ohne die Kenntnis des umfangreichen Briefwechsels von Helmholtz mit anderen Kollegen, nicht in der Lage gewesen, diese ein-[284]dringliche und umfassende Schilderung des Lebensweges von Helmholtz zu geben. Wollte ich also mehr, als nur Fußnoten zu Koenigsberger auszuwalzen, dann mußte neues Material in neu recherchiertem Kontext gestellt werden, um die Heuristik für die Gegenwart zu prüfen. Das ist mit dieser Darstellung des Lebens und Wirkens der Freunde Helmholtz und Kelvin auf der Grundlage ihres Briefwechsels geschehen.

Will man also mit der Veröffentlichung von Archivalien nicht nur kleine Ergänzungen zum Lebensweg eines Forschers und zu den Umständen seiner Leistungen geben, dann führt das zu mehreren Fragen, nämlich zur generellen Problematik vom Lernen aus der Geschichte und zur speziellen von der Heuristik des konkreten Nachlasses.

6. Ist es möglich, aus der Geschichte zu lernen?

Die Antwort auf diese Frage würde eigentlich einen Exkurs in die Entwicklungstheorie des natürlichen Geschehens und des sozialen Verbalteils einschließen, der jedoch zu weit vom Thema wegführte, denn jede Phase in der Geschichte ist Teil von Entwicklungszyklen mit ihren Stagnationen

⁸⁷⁵ Wilhelm Ostwald, Große Männer, Leipzig 1927, S. 305.

⁸⁷⁶ Ebd., S. 300.

⁸⁷⁷ Ebd., S. 256.

und Regressionen, der Ausbildung aller Elemente einer Entwicklungsphase und dem Entstehen neuer Qualitäten. Die historischen Ereignisse sind zwar einzigartig und unverwechselbar, enthalten jedoch Analogien und menschliche Verhaltensweisen, die für andere Situationen als heuristische Hinweise und als Anregungen eigenen Verhaltens und Gestaltens gelten können. Das kann nur konstatiert und nicht weiter ausgeführt werden.

Der narrative Historiker erzählt seine Geschichten und meint damit Geschichte zu erfassen. Der narrative Editor publiziert, was er gefunden hat, und läßt die Leser damit allein. Wer jedoch das Erzählen von Geschichten zum Verständnis der Geschichte favorisiert, wird wenigstens nichts gegen die Publikation von Nachlässen einzuwenden haben. Vorbehalte könnten höchstens von denen kommen, die an großen Linien interessiert sind. Für sie ist die Personage geschichtlichen Handelns auswechselbar. Man braucht Fallbeispiele, um etwas zu exemplifizieren. Zu exakt darf es jedoch nicht sein, sonst könnte es die Linienführung stören. Hier werden Nachlässe zu **Korrektiven für allgemeine wissenschaftsphilosophische Konzeptionen**. Man sollte Geschichte rekonstruieren und nicht konstruieren. Beides verbindet sich manchmal miteinander.

Für den systematisch tätigen Wissenschaftler taucht dann die weitere Frage auf: [285]

7. Kann der Nachlaß heuristisch wirksam sein, vermittelt er interessante Ideen?

Das ist nicht generell, sondern nur konkret zu beantworten. Es ist die Frage im Fall Helmholtz und Kelvin: **Was ist neu am Briefwechsel?** Sie ist nicht leicht zu beantworten, wenn man an das Bonmot des Philosophen Ernst Bloch (1885–1977) denkt, daß alles Gute schon sieben Mal gedacht und gesagt wurde. Das Problem tauchte schon bei den Angriffen von Schopenhauer gegen Helmholtz wegen Plagiats in erkenntnistheoretischen Fragen auf oder in den Angriffen von Eugen Dühring. Helmholtz habe die Priorität von Robert Mayer beim Energieerhaltungssatz nicht beachtet. Man kann Neues, wenn man es generalisiert, auf früher formulierte Welträtsel zurückführen. So betonte Schrödinger, daß es wichtig sei, von den Griechen für die moderne Physik zu lernen. Er machte auf zwei Aspekte aufmerksam.⁸⁷⁸ Wir lernen einerseits etwas über die Fragen und ihre Antworten, und wir erfahren andererseits etwas über die Quellen unserer heutigen Irrtümer. Manche Auffassung, einst geprüft und argumentativ belegt, wird nicht selten später zum Vorurteil, das nicht bezweifelt wird. So wäre es problematisch, Helmholtz und Kelvin nur den Mechanisten des 19. Jahrhunderts zuzuordnen, ohne ihre Hinweise auf weitergehende Fragen zu beachten. Gregor Schiemann macht in seinem Buch „Wahrheitsgewissheitsverlust“ auf die Änderungen in der Position von Helmholtz aufmerksam. Er betont für das 19. Jahrhundert und für Helmholtz, was auch für Kelvin zutrifft: „Erst eine Vertiefung in das historische Material vermag den Sinn dafür zu wecken, wie ernsthaft die Suche nach der Wahrheit von den Wissenschaftlern damals betrieben wurde, wie wenig fragwürdig ihnen dieser Begriff noch war und wie bitter die aufkommende Einsicht gewesen sein musste, dass das ersehnte Ziel vielleicht aus prinzipiellen Gründen nicht erreichbar sein könnte.“⁸⁷⁹

Hier ergibt sich ein weiterer Aspekt der Editionsarbeit, die **Metakritik**. Schiemann hat sicher mit seiner Einschätzung von Helmholtz Mechanizismus, den dieser durch seine Hypothesisierung selbst problematisierte, einen wichtigen Punkt angesprochen. Er bringt jedoch ins historische Material die philosophische Auffassung vom Wahrheitsverlust der Naturwissenschaften ein. Damit wird die Diskussion zweigleisig. Mißt man Helmholtz' Auffassungen an denen aktueller analytischer Philosophie der Wissenschaften, dann ist seine Berufung auf den hypo-[286]thetischen Charakter des Realismus oder Idealismus eine Stütze dieser Ansichten. Man kann sie jedoch auch als Warnung verstehen, sich als Naturwissenschaftler nicht zu sehr in den philosophischen Streitigkeiten um prinzipielle Fragen festlegen zu lassen. Helmholtz bevorzugte die realistische Hypothese. Zugleich ist der Bewertungsmaßstab zu diskutieren, denn die Meinungen zur Wahrheitssuche sind selbst zu prüfen.

Daraus könnte sich eine metatheoretische Debatte entfalten, die das eigentliche Problem der adäquaten historischen Wertung und ihrer Heuristik aus dem Auge verliert, denn es gibt eine neue Situation im Vergleich zur Zeit von Helmholtz, die mit der gegenwärtigen Theoriekrise bei der Beherrschung

⁸⁷⁸ Erwin Schrödinger, Die Natur und die Griechen, Hamburg 1956.

⁸⁷⁹ Gregor Schiemann, Wahrheitsgewissheitsverlust, vgl. FN 109, S. X.

komplexer Phänomene und mit dem neuen Verhältnis von Wahrheit und Wert wissenschaftlicher Erkenntnisse zusammenhängt. Für Helmholtz war Wissen Macht, das human eingesetzt wird. Heute muß die Wissenschaft die komplexe Frage beantworten, ob das, was wissenschaftlich möglich und technisch realisierbar ist, auch dann, wenn es ökonomisch machbar ist, gesellschaftlich wünschenswert und durchsetzbar und human vertretbar ist. Geht man diesen Weg, dann würde Helmholtz zum Vehikel für aktuelle Diskussionen, was nicht verkehrt ist, wenn man die Wissenschaftsentwicklung im Auge hat. Nur ist das nicht mehr der eigentliche Gegenstand der wissenschaftshistorischen und editorischen Arbeit.

Man könnte nun sagen: Der Fragen sind genug gestellt, laßt uns nun endlich zu den Antworten kommen, in denen die Haltung des Autors deutlich wird. Dazu möchte ich einige Thesen mit Argumenten und Anmerkungen versehen.

These 1: Die Edition eines Briefwechsels aus dem Nachlaß eines hervorragenden Wissenschaftlers ist dreifach determiniert, durch die Person des Briefschreibers, durch den Inhalt der Briefe und durch den Nutzen für die aktuelle Diskussion.

Man kann auch inhaltlich belanglosere Briefe als Indiz der Beziehungen der Briefschreiber nutzen, um mehr über die Personen zu erfahren. Briefe selbst sind Ergänzungen zu den persönlichen und öffentlichen Debatten in Reden und Vorträgen. Sie können allein kein Bild von der Person und den behandelten Inhalt geben, sondern erschließen sich nur dem Kenner und bedürfen deshalb der Kommentierung. Problematisch ist der Nutzen für die aktuelle Diskussion, denn wer nutzt wie und warum die Edition? Sicher macht das der Wissenschaftshistoriker [287] anders als der Wissenschaftsphilosoph und beide wieder anders als der Spezialist auf einem bestimmten Gebiet. Vorgefaßte Meinungen über den Nutzen erschweren die Herausgabe.

These 2: Editionsarbeit umfaßt eine breite Palette, auf der jeder Farbtupfer wichtig ist, wenn solide Arbeit geleistet wird.

Man kann das mit Publikationen zur Edition von Arbeiten des Physikers Ludwig Boltzmann zeigen und dabei mit zwei Extremen illustrieren. Auf der einen Seite hat der Wissenschaftshistoriker Walter Höflechner mit der Publikation „Ludwig Boltzmann. Leben und Briefe“⁸⁸⁰ eine Sisyphus-Arbeit geleistet. Jeder Boltzmannforscher, aber auch Helmholtz- oder Kelvinkenner, können in diesem umfangreichen Nachschlagewerk Wichtiges finden. Engelbert Broda, der bekannte Wiener Biochemiker, mit dem ich viel über solche Fragen diskutieren konnte, hat die „Populären Schriften“ von Boltzmann ausgewählt und eingeleitet.⁸⁸¹ Seine Arbeiten waren für ein breiteres Publikum gedacht, denen er Boltzmann nahebringen wollte, was ihm auch gelungen ist. Das eine ist durch das andere nicht zu ersetzen. Trotz kritischer Hinweise Höflechner auf Lücken in Brodas Arbeit hat sie zu interessanten Fragen geführt. Sie liegt mehr in der Linie der Heuristik und die von Höflechner mehr in der Richtung einer umfassenden Sammlung allen Materials, das er jedoch in einer umfangreichen Einleitung kommentiert. (ca. 400 S. mit kommentierten Briefen stehen ca. 300 S. Einleitung entgegen.) Zwischen diesen Extremen liegt etwa die Publikation der Briefe von Ernst Brücke an Emil du Bois-Reymond, von Höflechner mit verantwortet, die, mit einigen kurzen Einführungen versehen, kaum kommentiert wurden.⁸⁸² [288]

These 3: Neu am Briefwechsel von Helmholtz und Kelvin sind a) die Darstellung der persönlichen und wissenschaftlichen Beziehungen zwischen beiden, b) die Hinweise auf die erste Bekanntschaft, c) die prinzipielle Diskussion um Beziehungen von Mathematik und Wirklichkeit sowie um den Atomismus, d) die heuristische Rolle der Briefe mit Hinweisen auf mögliche Experimente und e) der Brief von Helmholtz an Kelvin zur Verleihung der Helmholtz-Medaille.

Bisher gab es umfangreiche Darstellungen zu Helmholtz und Kelvin mit Hinweisen auf gemeinsame Diskussionen, jedoch keine fundierte Publikation zum ihren Beziehungen.

⁸⁸⁰ Walter Höflechner (Hrsg.), Ludwig Boltzmann, Leben und Briefe, vgl. FN 599.

⁸⁸¹ Ludwig Boltzmann, Populäre Schriften, Braunschweig, Wiesbaden 1979.

⁸⁸² Hans Brücke u. a. (Hrsg.), Ernst Wilhelm von Brücke, Briefe an Emil du Bois-Reymond, vgl. FN 187.

Die Hinweise auf die erste Bekanntschaft beantwortet mit der Wertschätzung der Arbeiten von Helmholtz zur Energieerhaltung durch Kelvin die Frage, wieso der Kontakt zwischen dem Physiker und den Physiologen so fruchtbar werden konnte.

Neben der Diskussion um eine Reihe grundsätzlicher Fragen, die behandelt wurden, hat der Briefwechsel Einsichten in die Diskussion um den Atomismus ermöglicht, wodurch Angriffe von Zöllner entkräftet werden konnten. Thomson meinte mit den Helmholtzschen Wirbelringen die Trennung von Atomen und leerem Raum umgehen und Flexibilität der Atome anerkennen zu können, was ihn dazu führte, die Wirbelringe von Helmholtz als die wahren Atome anzusehen. Zöllners kritischer und abwertender Hinweis auf die zeitlichen Unterschiede bei der Veröffentlichung der Arbeit von Helmholtz 1858 und der vorgetragenen Ideen von Thomson 1867 wird durch das Studium des Briefwechsels fraglich. Er zeigt, daß Zöllner die zeitliche Differenz zwischen dem Erscheinen der Arbeit von Helmholtz und den Ideen von Thomson effektiv für seine Leser dramatisierte.

Man kann mit dem Briefwechsel folgendes festhalten:

1. Thomson hatte sich sofort nach dem Studium der Arbeit von Helmholtz prinzipiell damit befaßt und hoffte auf die Diskussion mit diesem über die Wirbelringe als Atome.
2. 1867 beschäftigte ihn dann das Problem im Zusammenhang mit den Rauchringen so sehr, daß er seine Haltung zum Atomismus überprüfte.
3. Thomsons Ideen wirkten auf die anderen Forscher und auch auf Helmholtz zurück.

Interessant ist dabei auch, daß Ideen, die schon als überholt abqualifiziert wurden, später wieder aufgenommen werden. So kann das Ver-[289]ständnis der Flexibilität der Atome durch Kelvin als Wirbelringe mit den superstring-Theorien als aktuell im Hinblick auf seine Kritik an den starren Partikeln angesehen werden.

Zu den neuen Aspekten im Briefwechsel sei noch der **heuristische** Hinweis von Thomson zu einem Experiment über Kombinationstöne genannt und auf die briefliche Bitte von Helmholtz, bei der weiteren Verleihung der **Helmholtz-Medaille** mitzuarbeiten, verwiesen.

These 4: Inhaltliche Hauptpunkte, die sich wie ein roter Faden durch den Briefwechsel ziehen, sind herauszufinden, und im Dialog mit den Ansichten der Autoren zu erläutern, zu kommentieren und in die aktuelle Diskussion mit der nötigen Vorsicht einzuordnen.

Das ist nicht leicht, wie mein Vorhaben zeigte, den roten Faden bei 54 Geisteswissenschaftlern und Künstlern zu finden, die an Helmholtz schrieben. Ich fand ihn in der im 19. Jahrhundert sich entwickelnden Kluft zwischen den zwei Kulturen, der mathematisch-naturwissenschaftlichen und der ästhetisch-geisteswissenschaftlichen, die dann von Snow thematisiert wurde. Weitere Diskussionen dazu zeigten das Interesse an dieser Thematik.

Der rote Faden, der sich durch den Inhalt des Briefwechsels zwischen Helmholtz und Kelvin zieht, umfaßt die Prinzipien der Naturforschung, da beide Prinzipiendenker waren. Damit verbunden sind die Probleme der Energieerhaltung, des Atomismus, der Beziehung von Mathematik und Wirklichkeit, das Verhältnis von Wissenschaft und Technik u. a. Generell führte das zu dem Thema: Naturphilosophie als Heuristik? Das wiederum wäre ohne Hinweise auf weitere Arbeiten nicht zu verstehen, was auch für viele Ausführungen im Briefwechsel gilt.

These 5: Rezensionen zu Editionen umfassen nicht nur die Bewertung der Arbeit, sondern meist eine einseitige Orientierung auf die Person, die Inhalte oder die aktuelle Heuristik. Sie sind oft Ausdruck gegenwärtiger Kämpfe der Institutionen um Mittel und auch, besonders ausgeprägt bei jüngeren Wissenschaftlern, des Profilierungsstrebens des Rezensenten.

Besser als ignoriert zu sein ist es, kritisch zur Kenntnis genommen zu werden. Man sollte jeden Hinweis aufgreifen, da er eine Leserreaktion [290] ist, ihn jedoch wie die Archivalien in der Bedeutung für die rezensierte Arbeit bewerten. Günstig ist es, im Spannungsfeld von Kritik und Zustimmung mit allen Extremen zu liegen.

Soviel zu den Fragen und Thesen, mit denen als Fazit der Ausführungen, einige Probleme benannt wurden, um zu zeigen, daß wissenschaftshistorisch relevant die Einordnung von Archivalien in wissenschaftliche, politische, soziale und kulturelle Kontexte ist und Lehren aus der Vergangenheit gezogen werden können, wenn man die Einordnung gewissenhaft vornimmt und heuristische Hinweise für aktuelle Probleme über Analogien herstellt. Die Leistungen von Helmholtz und Kelvin waren einmalig. Viele ihrer Ideen, Methoden, Verhaltensweisen und Fragen sind jedoch für uns von Bedeutung.

[291]

Anhang: Korrespondenz

[293]

1. Vorbemerkung

Erstmals wird der Briefwechsel zwischen Hermann von Helmholtz und William Thomson (Lord Kelvin), soweit er bisher zu erschließen war, vollständig in diesem Anhang dokumentiert. Bisher haben die Biografen von Helmholtz und Kelvin jeweils bestimmte Briefen oder Teile von ihnen, ohne die entsprechenden Gegenbriefe, veröffentlicht. Nun wird die Korrespondenz zwischen Helmholtz und Kelvin mit den Briefen, die in Berlin, Cambridge und Glasgow vorhanden sind, in chronologischer Reihenfolge publiziert. Wenn man die wissenschaftlichen und persönlichen Beziehungen von Kollegen und Freunden untersucht, dann sind sowohl Briefe als auch die Gegenbriefe wichtig, weil erst durch Fragen und Antworten die Rolle des Briefwechsels als Gedankenlaboratorium deutlich wird. Das gilt auch für die beiden kongenialen Gelehrten und Freunde. Grundlage der hier vorgelegten Publikation der Briefe sind die im wissenschaftlichen Nachlaß von Hermann von Helmholtz in der Berliner Akademie befindlichen Briefe von Kelvin an Helmholtz.¹ Weitere Briefe befinden sich in Cambridge und andere in Glasgow, den Studien- und Wirkungsstätten von Kelvin.

Ein Teil der Briefe von Kelvin an Helmholtz sind, teilweise mit Auslassungen, abgedruckt im Buch von Silvanus B. Thompson, *The life of William Thomson*, London 1910. Die Tochter von Helmholtz, Ellen von Siemens, hatte Thompson die Briefe für die Biografie von Kelvin zur Verfügung gestellt. Erst später übergab sie den Nachlaß an die Preußische Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Briefe, die nicht im Berliner Archiv vorhanden sind, wurden, mit Hinweis auf das Buch von Thompson, ebenfalls aufgenommen. Die von Thompson publizierten Briefe wurden mit den Originalen verglichen. In vielen Originalbriefen sind Zeichnungen enthalten, die Thompson nicht abgedruckt hat. Auch die Erklärungen dazu fehlen. Briefe aus dem Berliner Archiv, zu denen kein Verweis auf das Buch von Thompson gemacht wird, hat er nicht in die Biografie aufgenommen.

Die in Cambridge und Glasgow befindlichen Briefe von Helmholtz an Kelvin sind bei Thompson nicht publiziert. Es handelt sich dabei um die hier publizierten Briefe 4,6, 15, 19, 20, 22, 58, 60, 64, 65, 67, 69, 74, 76, um [294] die Kopie des Briefes 35, um den unvollendeten Brief 31 von Kelvin an Helmholtz und um die Briefe 2, 3 und 6 aus dem Abschnitt 4, der ausgewählte Briefe aus der Korrespondenz zwischen Helmholtz und Margaret Thomson sowie Lady Kelvin enthält. Diese Briefe befinden sich in der Cambridge University Library, Department of Manuscripts and Archives.² Adam J. Perkins war so freundlich, Kopien der Briefe zur Verfügung zu stellen. Mit Brief vom 26.3.1999 bestätigte er auf meine Anfrage, daß keine Einwände gegen die Publikation der transkribierten Briefe existieren, wenn ihre Herkunft genau angegeben wird. Ich danke ihm für seine Unterstützung.

Sieben Briefe stammen aus den Kelvin papers der Glasgow University Library. Es handelt sich um die Briefe 2, 3, 10, 16, 26, 30 und die handschriftliche Kopie des Briefes 46. Für ihre Publikation liegt die Erlaubnis der Universitätsbibliothek vom 6.5.1994 vor, die vom Keeper of the Special Collection, Dr. Timothy D. Hobbs, unterzeichnet ist. Die Mitarbeiter der Glasgow University Library Miss Nicola Russell und Peter W. Asplin halfen mir bei meinen Recherchen. Ihnen allen gebührt Dank.

Kleinere Abweichungen bei Thompson von den Originalen, die nicht direkt sinnentstellend sind, werden ohne weitere Hinweise korrigiert. Drei Beispiele sollen das verdeutlichen. Im Brief Nr. 66 heißt es bei der Schilderung des amerikanischen Klimas im Original: „but the American climate seems always exceptionally hot“. Thompson ließ „always“ weg. An anderer Stelle in diesem Brief schrieb Kelvin: „I think I have at last (since about midsummer) got upon a convenient and simple plan for electromagnetic measuring instruments ...“ Thompson ersetzte „got“ aus dem Original durch „hit“. Im Brief Nr. 68 steht: „I find in practice slight effects of residual magnetizations after the value of R has been very great;“ Bei Thompson fehlt „in practice“ und „after the value of“ ist durch „if“ ersetzt.

¹ Ich danke Dr. Wolfgang Knobloch und Dr. Klaus Klauß von Archiv Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften (BBAW) für die Unterstützung meiner Recherchen und für die Erlaubnis zum Abdruck der Briefe aus dem Helmholtz-Nachlaß der Berliner Akademie.

² *Catalogue of the Manuscript Collections of Sir Gabriel Stokes and Sir William Thomson, Baron Kelvin of Largs*, compiled by David B. Wilson, Cambridge University Library 1976, p. 110 f.

Solche kleineren Veränderungen und Unterlassungen werden, ohne besondere Hinweise, nach dem Original korrigiert. Fehlen jedoch ganze Absätze aus den Briefen, so wird entweder direkt darauf oder generell auf die Unvollständigkeit des abgedruckten Briefes hingewiesen.

Soweit Briefe zwischen Helmholtz und Kelvin in der Biografie von Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster bis Dritter Band, [295] Braunschweig 1902/1903 abgedruckt sind, wird auch darauf verwiesen. Das ist jedoch nur in geringem Maß der Fall und betrifft Auszüge aus den Briefen.

In den Biografien von Thompson zu Kelvin und von Koenigsberger zu Helmholtz sind so zwar manche Briefe mit publiziert, jedoch meist nicht vollständig und außerdem wird ein einseitiges Bild vermittelt, da die Gegenbriefe fehlen. Bei Thompson, der noch die meisten Briefe gekürzt abdruckt, sind nur solche publiziert, die Kelvin an Helmholtz schrieb. Um die wissenschaftlichen und persönlichen Beziehungen zwischen dem deutschen und dem britischen herausragenden Naturforscher darstellen zu können, war es erforderlich, Briefe und Gegenbriefe vollständig zu sichten, die Teilveröffentlichungen mit den Originalen zu vergleichen und sie als Korrespondenz zu publizieren.

Die Briefe in den Abschnitten 4, 5 und 6 dienen zur Ergänzung des Bilds der Freundschaft und des heuristischen Zusammenwirkens der beiden herausragenden Naturforscher. Der Brief von Lady Kelvin an Anna von Helmholtz im Abschnitt 3 wurde aufgenommen, um zu zeigen, daß auch die Ehepartner an den Problemen ihrer Ehegatten interessiert waren. Der Briefwechsel zwischen Helmholtz und Margaret Thomson sowie Lady Kelvin im Abschnitt 4 umfaßt mit den Briefen 1, 2, und 3 die Zeit, als Kelvin wegen seines Beinbruchs Schwierigkeiten mit den Korrespondenz hatte. Die Briefe 4 und 5 sind mit dem Mißgeschick Thomsons verbunden, als er im Laboratorium mit einer Metallscheibe den Hut von Helmholtz traf, was Lady Thomson erst später erfuhr. Brief 6 zeigt mit der Entschuldigung bei Lady Kelvin, wie eng die Anteilnahme der Familien an den gegenseitigen Beziehungen war. Die Briefe von Kelvin an Anna von Helmholtz im Abschnitt 5 dokumentieren, daß Kelvin weiter mit den Werken von Helmholtz versorgt wurde und er sich um die Frau von Helmholtz sorgte.

Die Transkription der Briefe erfolgte in allen Fällen nach den Originalen, auch wenn schon publizierte Briefe vorlagen. Unleserliche Stellen sind durch runde Klammern (...) mit drei Punkten gekennzeichnet. Einfügungen, die dem Sinn nach ergänzt wurden, stehen in spitzen Klammern <...>.

Ich danke Helga Hörz, die mich bei der Kontrolle der transkribierten und korrigierten Briefe unterstützt hat.

[296]

2. Briefwechsel zwischen Helmholtz und Kelvin

1³

Bei der Frau Witwe Nedelmann
Creuznach, bei Bingen
July 24, 1855

Sir,

I believe you have some time since received an official invitation to attend the meeting of the British Association⁴ to be held at Glasgow in September. I write now to express personally my anxious wish that you may accept that invitation. I should consider your presence as one of the most distinguished acquisitions the meeting could have, and for this reason, if for no other, it would be satisfactory to me to hear, that you would attend, but I should look forward on my own account with the greatest pleasure to such an opportunity of making your acquaintance which I have been anxious to do ever since I first had the „Erhaltung der Kraft“⁵ in my hands. I regretted extremely not having been at the Hull meeting⁶, when I heard you had been there, and I was much disappointed to lose the opportunity of seeing you when you were so good as to call me afterwards in Glasgow; but I hope that this summer I may be more fortunate. May I ask the favour that you will let me know if you determine to come, and allow me to arrange to have accomodation provided for you during your stay in Glasgow? Will you also let me know if there is any prospect of your being in this part of Germany [297] before September, as I should like if possible, to make some plan to meet you? I shall remain at Creuznach for three weeks longer, after which my plans are as yet necessarily uncertain.

Allow me to take this opportunity of thanking you for the paper's you have been so good as to sent me, each of which I need not tell you I value very highly.

I remain, with much esteem,
Very truly yours
William Thomson

Prof. Helmholtz

P. S. If you write to me I shall be glad that you do so in your own language which I shall feel no difficulty in reading although I do not know it well enough to be able to write it myself.

2⁷

Bonn, d. 3. August 1855
Hotel Rheineck

Gehrter Herr

unmittelbar vor meiner Abreise von Königsberg erhielt ich noch Ihren Brief und eine Reihe von Abhandlungen, für deren gütige Zusckickung ich Ihnen zunächst herzlich danke. Ich bin im Begriffe noch in diesem Sommer nach Bonn überzusiedeln, um hier die Professur der Anatomie und Physiologie zu übernehmen, und bin vorläufig allein für wenige Tage hierher gekommen, um eine Wohnung zu miethen und allerlei nothwendige Erkundigungen einzuziehen. Diese Verlegung meines

³ Der Brief ist vollständig abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, London 1910, p. 309.

⁴ The British Association for the Advancement of Science (BAAS) hatte mit der Royal Institution in London ihre Zentrale. Ihre Kongresse fanden regelmäßig jedes Jahr in ein der Städte des Landes statt. An ihnen nahmen nicht nur Wissenschaftler, sondern interessierte Vertreter der verschiedensten Bevölkerungsschichten teil, soweit sie es sich zeitlich und finanziell leisten konnten.

⁵ Hermann Helmholtz, *Ueber die Erhaltung der Kraft*, Berlin 1847 (Faksimile-Ausgabe 1982).

⁶ Helmholtz war im September 1853 Gast der British Association in Hull und hielt dort einen Vortrag „On the mixtures of homogenous colours“. Vgl. Richard Kremer (Ed.), *Letters of Hermann von Helmholtz to his wife 1847–1859*, Stuttgart 1990, S. 116 ff. Außer ihm waren aus dem Ausland der Mathematiker und Physiker Julius Plücker (1801–1868) aus Bonn und Joseph Hamel (1788–1862), Mitglied der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg seit 1813, der wissenschaftliche Reisen für die russische Regierung durchführte, anwesend.

⁷ Dieser Brief befindet sich in den Glasgow University Library, Special Collection, Kelvin papers H 13. Weitere Briefe aus dieser Sammlung werden mit Glasgow H und dem Katalognamen angegeben.

Wohnortes macht es mir leider auch unmöglich in diesem Jahre die Reise nach Glasgow zu machen, so sehr es übrigens meinen Wünschen entsprechen wurde, wieder einmal einer Versammlung der britischen Naturforscher beiwohnen zu können, namentlich in dem durch die grossartigste Entwicklung der Industrie so ausgezeichneten Glasgow. Dagegen will ich es nicht versäumen, wenigstens Ihre persönliche Bekanntschaft zu machen, nachdem ich vor zwei Jahren mich vergebens darum bemüht hatte, Sie zu treffen. Ich weiss noch nicht genau, wie lange mich meine [298] Geschäfte in Bonn zurückhalten werden, doch hoffe ich am Montag oder Dienstag der nächsten Woche (den 6ten od 7ten Aug.) von hier nach Bingen zu fahren, wo ich gegen 7 Uhr Abends eintreffen würde. Ich hoffe dann noch einen Omnibus zu finden, der mich nach Kreuznach führt. Von dort will ich dann noch nach Heidelberg, um Professor Bunsen⁸, den Chemiker, und Kirchoff⁹, den mathematischen Physiker, einen jungen, aber höchst ausgezeichneten Mann, zu besuchen. Dann muss ich nach Berlin zurückgehen, um mit unserer Regierung über meine zukünftigen amtlichen Verhältnisse und die Einrichtungen der anatomischen und physiologischen Institute in Bonn zu verhandeln. Es würde für mich eine sehr grosse Freude sein, wenn Sie sich der Parthie nach Heidelberg anschliessen wollten, und ich werde mich bestreben, Sie dazu zu überreden. Nur fürchte ich, dass sie in Kreuznach verweilen, um eine Badekur zu gebrauchen, und dadurch gefesselt sein werden.

In der Hoffnung, Sie bald zu sehen, verbleibe ich
hochachtungsvoll Ihr
Helmholtz

3¹⁰

Heidelberg, d. 11.8.55

Gehrter Freund

erstens bin ich Ihnen in der Eile meiner Abreise mit einem Papierthaler durchgegangen, den ich mir von Ihnen hatte geben lassen, und lege deshalb hier einen solchen ein.

Zweitens habe ich mich hier bei Professor Kirchoff erkundigt wegen des Widerstandsetalons, und erfahren, dass er seinen eigenen Drath an [299] Prof. W. Weber¹¹, jetzt in Göttingen früher in Leipzig abgegeben hat, und dass die von Weber zu den electrodynamischen Massbestimmungen gebrauchten Drähte sich noch in Leipzig befinden sollen in dem dortigen Universitätslaboratorium, und ein Mechanicus Loyser in Leipzig angewiesen gewesen sei, abgemessene Widerstandsetalons nach dem Weberschen, der später mit dem Kirchoffschen verglichen worden ist, anzufertigen. Da ich Freunde in Leipzig habe, die mir darüber leicht Auskunft geben können, werde ich mich dort erkundigen, und Ihnen Nachricht geben.

Mit dem herzlichsten Danke für die freundliche Aufnahme, die Sie mir bereitet hatten, mit den besten Wünschen für die völlige Wiederherstellung Ihrer Gemahlinn, und der Bitte, dieser meine achtungsvollsten Empfehlungen zu bestellen, bleibe ich

Ihr ergebener
H. Helmholtz

⁸ Der Chemiker Robert Wilhelm Bunsen (1811–1899) studierte in Göttingen, bereiste Europa, und kam, über Berufungen nach Göttingen, Kassel, Marburg, Breslau, 1852 als Professor der Chemie nach Heidelberg, wo er mit 78 Jahren dann seine Lehrtätigkeit aufgab. Er setzte sich für die Berufung von Helmholtz von Bonn nach Heidelberg ein. Helmholtz arbeitete in seiner Heidelberger Zeit eng mit ihm zusammen.

⁹ Gustav Robert Kirchoff (1824–1887) studierte Mathematik, Astronomie und Physik in Königsberg und wirkte dann in Breslau, wo er schon mit Bunsen zusammentraf. Bunsen holte ihn 1854 nach Heidelberg, wo sie 1859 gemeinsam die Spektralanalyse begründeten. Bunsen, Helmholtz und Kirchoff vor allem begründeten das wissenschaftliche Ansehen der Universität Heidelberg in dieser Zeit. 1875 nahm Kirchoff den Ruf nach Berlin an, wofür sich Helmholtz stark eingesetzt hatte.

¹⁰ Glasgow H 14.

¹¹ Der Physiker Wilhelm Eduard Weber (1804–1891) hatte mit seinem Bruder, dem Physiologen Ernst Heinrich Weber (1795–1878), schon 1825 ein Buch „Wellenlehre, auf Experimente gegründet“ veröffentlicht, mit der sie der Wellenlehre eine tragfähige experimentelle Grundlage gaben. Er gehörte zu den Göttinger Sieben, die 1837 gegen den Verfassungsbruch in Hannover protestierten und entlassen wurden. 1842 wurde er Professor der Physik in Leipzig und kehrte 1849 nach Göttingen zurück. Er schuf das absolute elektrische Maßsystem.

Bonn, d. 18.6.56

Verehrter Freund

Es hat mir ausserordentlich leid gethan, dass ich abwesend war als Sie durch Bonn kamen, ich hätte so gern mancherlei mit Ihnen besprochen. Ich bin gegenwärtig hier gefesselt durch meine Vorlesungen bis zum 9ten oder 13ten August, und da das Sommersemester sehr kurz ist, kann ich nicht wohl Vorlesungen aussetzen um mich frei zu machen. Ich möchte deshalb gern von Ihnen erfahren, wie lange Sie in Kreuznach zu [300] bleiben gedenken, und ob Sie nicht bei Ihrer Rückreise etwas länger hier in Bonn verweilen können. Die Umgegend ist hier sehr schön, und alles leicht zu erreichen, so dass auch Ihre Gemahlinn ohne alle Anstrengung und mit grösster Schonung sich an der Natur würde erfreuen können. Ich habe mich sehr gefreut zu hören, dass es ihr in diesem Sommer schon besser geht, als im vorigen; hoffentlich wird diese zweite Badecur sie ganz wieder herstellen.

Ich habe wegen der Copie des Weberschen Drahtes zur Messung des galvanischen Widerstandes nach absolutem Maass zwei Mal nach Leipzig an verschiedene Personen geschrieben, ohne Antwort zu erhalten. Möglicher Weise hat man sich von dort aus direct an Sie gewendet, so dass Sie mehr davon wissen als ich.

Mir selbst ist es hier in Bonn recht gut gegangen. Für mich das wesentlichste war, dass meine Frau hier von dem Halsleiden verschont geblieben ist, welches sie in Koenigsberg während jedes Winters befiel. Der Umzug und die Nothwendigkeit Anatomie wieder zu lesen, welche ich seit 6 Jahren nicht mehr vorgetragen hatte, haben mir allerdings viel Zeit gekostet, und mich in meinen Arbeiten zurückgehalten. Ausserdem hatte ich übernommen ein Lehrbuch der physiologischen Optik zu schreiben, wovon jetzt eine Abtheilung erschienen ist.¹³ Ich behalte mir vor, Ihnen ein Exemplar davon zuzusenden. Während des Winters habe ich einige akustische Untersuchungen gemacht, namentlich über die Combinationstöne¹⁴, aus denen hervorgeht, dass diese Töne, deren Ursprung man bisher immer im Ohre selbst gesucht hat, auch ausserhalb des Ohres entstehen können, so oft die Vibrationen der Luft oder eines anderen elastischen Körpers, namentlich auch die Trommelfelle im Ohre stark genug werden, dass die zweite Potenz der Elongationen Einfluss auf die Bewegung erhält, sobald also das Gesetz von der Superposition kleinster Schwingungen aufhört gültig zu bleiben. Sind m und n die Schwingungszahlen zweier gleichzeitig ertönender Töne, so entsteht daneben nicht nur der schon länger bekannte Ton von $(m - n)$ Schwingungen, sondern ich habe auch einen Ton von $(m + n)$ Schwingungen entdeckt.

[301] Mit der Bitte, meine besten Empfehlungen Ihrer Gemahlinn zu bestellen, bleibe ich
Ihr

H. Helmholtz

Schwalbach, July 30, 1856

My dear Sir

I have delayed so long to write in reply to your kind letter of the 18th of last month, because I have been hitherto in much uncertainty as to our plans. Even now, after we are come to this place, it is still unsettled how long we shall have to stay, but I see that our homeward journey must be so late that we shall be anxious to make it in the shortest possible time, even if, what it would perhaps be hoping too

¹² Cambridge University Library, Departement of Manuscripts und University Archives, papers of Lord Kelvin, Add. 7342, H 63. Die weiteren Briefe von Helmholtz an Kelvin, sowie die zwei Briefe von Helmholtz an Margaret Thomson, die sich in der Cambridge University Library befinden, werden durch Cambridge H und die entsprechende Katalognummer angegeben. Ein Auszug aus diesem Brief ist abgedruckt bei: Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster Band, Braunschweig 1902, S. 268.

¹³ Hermann Helmholtz, Handbuch der Physiologischen Optik, 1. Lieferung, S. 1–192, Leopold Voss, Leipzig 1856.

¹⁴ Hermann Helmholtz, Ueber die Combinationstöne oder Tartinischen Töne, Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft zu Bonn, 1856, S. LXXV–LXXVII.

¹⁵ Der Brief ist mit zwei kleinen Auslassungen und einem veränderten Wort, so steht „improvement“ statt „progress“ abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 321 f.

much from chalybeate waters to expect, my wife should be feeling well enough to undertake any digressions from the way. I should be very sorry however to leave Germany without having had any opportunity of seeing you, and I therefore intend to take a run down to Bonn and spend a day there sometime either next week or the week after. In the mean time I should be obliged by a line from you to say wether one day would suit you better than another, to allow us to talk over the numerous matters that interest us in common.

My wife did not make any decided progress during our stay at Creuznach but in a few days after coming to this place she seemed to gain considerably. We have had only a week's experience of the Schwalbach waters, and we can only judge that they are not going to disagree with her. The doctors say if they do not disagree they are sure to do good, but we have learned to be very sceptical of all „Kurs“ and to have very moderate expectations from a few days of improvement. I have only confidence in time.

I shall have many questions to ask you regarding the agency of iron in conveying oxygen to the fire in the animal system, and the quantity and circulation of blood in the human body. A little treatise on the waters by Dr. Ghent of this place contains some curious theoretical views which have interested me a good deal, and have led me to wish for more information on the subject.

[302] I ought to have thanked you sooner for all the trouble you have taken to procure a wire of measured galvanic resistance for me. Last spring I received a conductor which about four years before I had sent to Germany by a friend, and which was returned with a memorandum of us resistance as determined by Weber, if I remember right one day of last August. The despatch of that wire for me may have been considered as an answer to your letters, and I should certainly have written to you when I received it, if I had guessed that it had any relation to the application you kindly made on my behalf. I have already made use of it to investigate the electromotive force of a cell of Daniell's¹⁶, with a view to various electrodynamic applications.

Mrs. Thomson sends her regards and I remain, Yours very truly
William Thomson

Professor H. Helmholtz

6¹⁷

Bonn, d. 1. August 1856

Bester Freund

ich freue mich sehr über die Hoffnung, Sie bald zu sehen. Ich muss bis zum 12ten dieses Monats hier in Bonn bleiben, weil ich Marienbader Brunnen hier trinke, und meine Kur erst dann beendigt ist. Bis zum 8ten habe ich auch noch Vorlesungen jeden Vormittag. Nachher hatte ich die Absicht nach der Schweiz zu reisen.

Bis inclusive den 12ten d. M. treffen Sie mich jedenfalls also hier, und es ist mir jeder Tag, an welchem Sie kommen, gleich lieb, doch wäre es wohl gut, wenn Sie mir vorher die Zeit Ihrer Ankunft meldeten. Denn da jetzt schönes Wetter ist, und meine Schwester und Schwägerinn zum Besuch bei uns wohnen, werden wir wahrscheinlich ziemlich oft kleine Ausflüge in die Umgegend machen. Sind Sie bis zu meiner Abreise jedoch nicht hier gewesen, so würde ich Sie in Schwalbach aufsuchen, wo ich zwischen dem 13ten und 15ten August eintreffen würde.

Ich hoffe, dass der weitere Verlauf der Kur Ihrer Gemahlinn eben so günstig sein wird wie der Anfang. Unter unseren nächsten Bekannten hier in Bonn befinden sich zwei junge Frauen die durch das Wasser von [303] Schwalbach von ähnlichen Leiden wiederhergestellt worden sind. Ob ich im Stande sein werde, Ihnen eine vollständige theoretische Erklärung der Wirkungen des Eisens zu geben, bezweifle ich allerdings.

¹⁶ John Frederik Daniell (1790–1845) baute 1836 das erste beständige galvanische Element, mit dem chemische Reaktionen zur Stromerzeugung genutzt wurden.

¹⁷ Cambridge H 64.

Mit den besten Wünschen für und Empfehlungen an Mrs. Thomson, verbleibe ich
Ihr ergebener
H. Helmholtz

7¹⁸

Schwalbach
August 6, 1856

My dear Helmholtz

I intend to set out to morrow morning, and go down the Rhine by a steamer leaving Eltville about 10 o'clock and arriving at Bonn at 4 1/2 p. m. Do not think on giving up any plan you have made for an excursion, on my account, because I should certainly find you on Friday morning when you will have your lecture. I shall remain at Bonn over Friday, and return here on Saturday.

(In haste) Yours very truly
William Thomson

8¹⁹

Einhorn
Schwalbach, Aug 11, 1856

My dear Helmholtz

I find there is no post carriage between this and St. Goarshausen, but only a communication by an omnibus and a post carriage on a cross road, which would probably not be convenient.

The omnibus leaves Eltville at 6, or somewhat later, professedly on the arrival of the steamers from Cologne, but when I arrive there about 3/4 of an hour later I found it had just left, having waited for the Cologne & Dusseldorf steamer, but not for the „Niederländer“ which ought to have arrived at the same time. I set out immediately and walked to Schwalbach, taking about three hours to do so. You will probably [304] prefer coming by Bieberich²⁰, which is about 3/4 h. higher up the Rhine, and about a „stunde“ farther from Schwalbach than Eltville. The omnibus leaves Bieberich at 10 o'clock in the morning and arrives here about 1 p. m.

If I do not hear otherwise from you I shall expect you by it on Thursday or Friday, and you will come with me to dine at die Table d'Hôte, for which you will just arrive in time.

Begging to be remembered to Mrs Helmholtz, and to the other ladies, I remain
Yours very truly
William Thomson

9²¹

Forthreda, Belfast,
Dec 30, 1856

My dear Helmholtz

I have been long wishing to write to you, regarding your galvanometer²², but have been prevented by a pressure of business that would not bear delay.

Could you give me any idea of the dimensions of the two sizes of wire referred to in the enclosed letter from Siemens & Halske²³, and of the sensibility of the galvanometer with one or the other? For instance, what are the lengths of wire in the coils of the galvanometer in the two cases? What is the diameter of each copper wire, or what the weight of copper per metre of length? How many turns of

¹⁸ Der Brief ist vollständig abgedruckt in Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 322.

¹⁹ Der Brief ist mit kleinen Änderungen abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN, p. 323.

²⁰ Gemeint ist sicher Biebrich.

²¹ Der Brief ist abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 335 ff. Es fehlt ein Absatz und kleine Änderungen wurden vorgenommen.

²² Galvanometer sind elektrische Meßinstrumente großer Empfindlichkeit, die auf der Kraftwirkung zwischen einem permanenten Magneten und einer stromdurchflossenen Spule beruhen.

²³ 1847 gründeten Werner von Siemens (1816–1892) und Johann Georg Halske (1814–1890) die Telegraphenbauanstalt von Siemens & Halske.

wire are there on each coil of the galvanometer with one wire and with the other? What are the dimensions of the coils themselves and what their distances from the centre of the suspended magnet? Do you know the amount of deflection produced by any particular electromotive force – that of a single cell of Daniell's for instance or any submultiple of that of a single cell of Daniell's, or copper & bismuth thermo-electric element with stated temperatures or two plates of copper one dipped in a solution of sulphate of copper and the other in a porous cell immersed in the same and containing sulphuric acid?

I have given a long list of questions, but I only wish answers to such of them as you may chance to be able to answer from what you know or have preserved in memoranda. I shall be able to make the estimates I want from answers to a small proportion of those questions; and if you cannot answer any of them without making measurements, do not think on taking any trouble about them. I shall be able immediately to determine exactly what I require when I get the instrument and I do not think anything I could conclude before hand would make it advisable to alter the proportions or any part of the instruction from what has been already made and formed so satisfactory.

Can the instrument be made so that different coils can be substituted for one another upon it? If making the coils removable would introduce any inconvenience or defect, I would rather have them fixed, as I believe they are in your instrument. But in this case I should probably want two instruments, as I shall certainly wish to have coils of small resistance for thermo-electric measurements, and I shall probably wish to have an instrument giving indications with very small absolute strengths of current to test a plan for telegraphing through great lengths of submarine wire which I have proposed.

The Atlantic Telegraph is now in the process of manufacture. 2500 miles of cable are to be finished and ready to go to sea by the end of May (the distance between Valencia in Ireland and Trinity Bay near St. John's being only 1900 miles), and if no accident happens electric messages will be passing between Ireland and Newfoundland before July. I have been appointed one of the Directors, and what I feel most anxious about now is the laying of the cable. The plans must be better arranged than they have been in all such Operations hitherto, in which there have been almost as many failures as successes. However the circumstances are in some respects more favourable than they have been in former cases. We have a soft level bottom (consisting of fine sand of microscopic shells) the whole way across, now here more than $2\frac{1}{3}$ miles deep, which will be much better than the Alpine presipices and valleys below the waters of the Mediterranean. The cable is much lighter than any hitherto laid, weighting only 18×112 lbs²⁴ per mile, or in water only 10×112 . The practical men engaged have all the experience of previous [306] failures, and it is to be hoped have learned some of the causes and will know to avoid them. Altogether I think there is a good chance of success.

I have been very much occupied since our return from Germany, chiefly with bringing a paper on Mathematical Theory of Elasticity²⁵ and a long paper describing those electrical experiments I have spoken to you about, through the press.²⁶

I have worked a good deal too at the solution of problemes (exactly like those of Fourier) regarding the propagation of electricity through submarine wires. It is the most beautiful subject possible for mathematical analysis. No unsatisfactory approximations are required and every practical detail, such as imperfect insulation, resistance in the exciting and receiving instruments, differences between the insulating power of gutta-percha and the coating of tow and pitch round it, mutual influence of the different conductors, (when, as is not the case in the Atlantic cable, more than one distinct conductor is used) attempts to send messages in both directions at the same time, gives a new problem with some interesting mathematical peculiarity.²⁷

²⁴ pounds.

²⁵ William Thomson, Elements of a Mathematical Theory of Elasticity, Phil. Trans. CXLVI, pp. 481–498, vorgetragen wurde die Arbeit am 24. April 1856 von dem Royal Society.

²⁶ William Thomson, On Peristaltic Induction of Electric Currents, vorgetragen am 22. Mai 1856, in: Roy. Soc. Proceedings VIII, 1856/57, pp. 121–132.

²⁷ William Thomson, On Practical Methods for Rapid Signalling by the Electric Telegraph, in: Roy. Soc. Proc. VIII, 1856/57, pp. 299–307.

I am here for a few days of „Christmas holidays“ and I return to Largs (in Scotland) tomorrow where I left my wife. She is on the whole much better than last winter but is still much an invalid. I hope however that she is really advancing to a complete recovery of health.

I must be at my post in Glasgow on Monday next, so if you write, adress to me No 2 College, Glasgow. Will you at the same the enclose Siemens & Halske's letter. The price they mention is much more I think than you told me (45 th²⁸ believe) they had charged for die instrument. [307] I think they ought not to charge more, or not so much more, as they have drawings & other facilities in making a fourth or fifth specimen of the instrument which should make it less expensive to them than the first.

Give my respects to Mrs Helmholtz and believe me yours very truly
William Thomson

P. S. When will your book on the eye be completed²⁹, or is it so already? I find people greatly interested in it, especially regarding the adjustments.

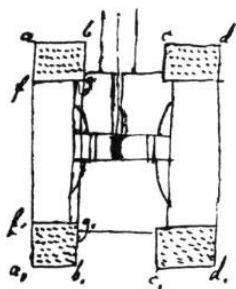
I was out with a shooting party a few days ago at Largs, and booked into the eyes of various birds immediately after death. I saw the three images of the sun, well, in a woodcock's eye, but was puzzled by the position of the image by reflection at the posterior surface of the lens. I had a very curious view of the interior, by simply pressing my eyeglass on the front of the cornea so as to nearly flatten it. Have you ever seen an owl's eye? It is a splendid thing. I cut one open but learned nothing more than that the cornea is very tough.

10³⁰

Bonn 16. Januar 1857

Verehrter Freund

ich weiss nicht, was Siemens und Halske mit ihren zwei Sorten Drath meinen, ich fürchte überhaupt, dass sie mein Instrument mit einem anderen verwechseln, vielleicht mit dem Multiplikator von Dr. du Bois Reymondt³¹, den dieser zu seinen thierisch-electrischen Versuchen braucht.³² Letzteres Instrument kostet auch 80 Thaler. Von Ihren Fragen über die Leistungen des Instruments kann ich nur diejenigen über die Dimensionen des Drathes beantworten. Nebenstehend sehen Sie eine Skizze [308] des Theiles des Instruments, welcher die Windungen und den Magneten enthält.



²⁸ Der Taler wurde 1486 in Tirol als Silbermünze (Guldengroschen) geprägt. Seit 1519/20 ist er als Joachims Taler bekannt. Ab 1525 nur Taler genannt, war er dann als Reichstaler allgemeines Zahlungsmittel in Deutschland bis ins 18. Jahrhundert. 1798 wurde das freie Prägerecht für Silber aufgehoben und 1816 die Goldwährung in Großbritannien gesetzlich eingeführt. Im 19. Jahrhundert war vor allem der preußische Taler in Deutschland gängige Münze. 1865 wurde in Paris die Lateinische Münzkonvention zwischen Belgien, Frankreich und der Schweiz gebildet, für die die Doppelwährung von Gold und Silber galt. 1876 übernahm das deutsche Reich den Goldstandard und führte die Mark als einheitliche Währung ein.

²⁹ Die zweite Lieferung des Handbuchs der Physiologischen Optik von Helmholtz mit den Seiten 193–432 erschien 1860 in Leipzig bei Leopold Voss.

³⁰ Glasgow H 15.

³¹ Der Physiologe Emil Heinrich du Bois-Reymond (1818–1896) war mit Helmholtz befreundet und gehörte mit zu den organischen Physikern. Bei Untersuchungen der elektromotorischen Erscheinungen der Muskeln benutzte er einen Nervenmultiplikator.

³² Emil Heinrich du Bois-Reymond, Untersuchungen über die thierische Elektrizität, Bd. 1, Berlin 1848, (Bd. 2 Teil I erschien 1849 und Teil 2 1884).

$a b a b$, und $c d c, d$, sind die beiden Drathrollen, $a b f g$ und $a, b, f g$, die Querschnitte der Drathmassen. Die Dimensionen sind in Millimeters, $a b = 27$ mm. $a f = 19$, $a a = 137$, $f f = 98$, $b c = 81$. Der Drath ist von Kupfer 0,34 mm. dick, mit Seide besponnen. Auf der Länge $a b$ zählte ich 51 Windungen; wo die Windungen dicht und regelmässig zusammenliegen sind 30 Drathdicken mit Seide 15,3 mm. breit. Ich berechne daraus, dass jede Rolle 1443 Windungen hat. Wahrscheinlich sind es aber mehr, weil in der Richtung $a f$ die Windungen mehr an einander gepresst sein werden als in der Richtung $a b$. Halske behauptete es lägen etwa 2000 Windungen auf jeder Rolle. Ich habe das Instrument immer nur gebraucht, um Stroeme thierischer Theile, oder sehr schwache abgeleitete Stromzweige zu messen. Die Versuche in meiner Abhandlung über die Verzweigung electricischer Ströme in körperlichen Leitern sind damit ausgeführt; dabei ist aber der Galvanometerdrath immer als Nebenschliessung eines Drathes von verschwindend kleinem Widerstande gebraucht worden. Übrigens wird es gar keine Schwierigkeit machen, die Drathrollen so einzurichten, dass sie mit andern vertauscht werden können. Den Preiss meines Instrumentes weiss ich nicht mehr genau anzugeben, es waren zwischen 50 und 60 Thalern.

Die Beschäftigung mit dem submarinen Telegraphen muss für Sie sehr interessant sein. Die Electricitätslehre ist ein viel günstigeres Feld für anwendbare mathematische Forschungen, als die Wärmelehre, auf welche sich die französischen Gelehrten festgesetzt haben, während die [309] meisten von ihnen noch keine Ahnung von einer mathematischen Electricitätslehre haben, die weiter ginge, als Poisson³³ sie geführt hat.

Ich habe den ersten Theil meiner akustischen Untersuchungen, betreffend die Combinationstöne, in Poggendorff's Annalen³⁴ drucken lassen, und durch den Buchhändler einen Abdruck an Sie abgesendet. Leider verlangt die englische Post für Drucksachen, die aus dem Auslande unter Kreuzband³⁵ kommen, Briefporto von einem sehr hohen Betrage, und es bleibt deshalb vorläufig kein andrer Weg für solche Sendungen als der langsame durch die Buchhändler. Einen zweiten Theil meiner akustischen Versuche will ich nächstens veröffentlichen. Der Versuch den Sie vorschlugen, um einen Combinationston hörbar zu machen, während einer der primären Töne durch Interferenz ausgelöscht ist, ist gelungen, indem ich neben der Sirene eine gedeckte Orgelpfeife aufstellte, während an den beiden Scheiben der Sirene derselbe Ton angegeben wurde, aber so dass die Wellenberge des einen mit den Wellenthälern des andern gleichzeitig waren. In einiger Entfernung vom Instrumente hörte man deshalb blos die geraden höheren Nebentöne dieses Tons. Der Schallwellenzug aus der Orgelpfeife strich dagegen ganz dicht über die eine Scheibe der Sirene hin, und hier entstand dann der leicht vernehmbare Combinationston. Die Lehre von der Harmonie und Disharmonie und von den Accorden wird sich ganz aus den Untersuchungen über die Schwebungen der höheren Nebentöne und der Combinationstöne herleiten lassen. Einen Apparat zur Untersuchung der Klangfarben habe ich vorbereitet. Mit Hülfe der Hypothese, dass jeder Ton von besonderer Höhe durch eine besondere Nervenfasern empfunden wird, welche an ihrem Ende mit einem schwingenden Pendelchen von der entsprechenden Schwingungsdauer verbunden ist – eine Hypothese, die durch neuere anatomische Entdeckungen gestützt wird – scheint es, dass die physiologische Akustik bald eben ein so strenges mathematisches Gewand erhalten wird, wie die Optik. Mit der Herausgabe meines Handbuchs der Physiologischen Optik bin ich noch nicht viel weiter gekommen, weil mich andre Geschäfte sehr in Anspruch nehmen.

[310] Dass Ihre Gemahlinn sich besser befindet, freut mich ausserordentlich, ich bitte ihr meine Empfehlungen zu bestellen. Ich hoffe, dass ihre Genesung bald eine vollständige sein wird, und dass ich Sie künftig bei freudenvolleren Veranlassungen in Deutschland sehen werde. Im September wird hier in Bonn die Versammlung der deutschen Naturforscher und Ärzte stattfinden. Ich würde mich sehr freuen, Sie bei der Gelegenheit wieder hier zu sehen.

Leben Sie wohl!
Ihr H. Helmholtz

³³ Siméon-Denis Poisson (1781–1840), französischer Mathematiker und Physiker, wirkte an der École Polytechnique in Paris.

³⁴ Hermann Helmholtz, Ueber Combinationstöne, Poggendorff's Annalen, Bd. 99 (1850), S. 497–540.

³⁵ Kreuzbandsendungen waren offene Postsendungen, die durch Papierstreifen kreuzweise gesichert waren.

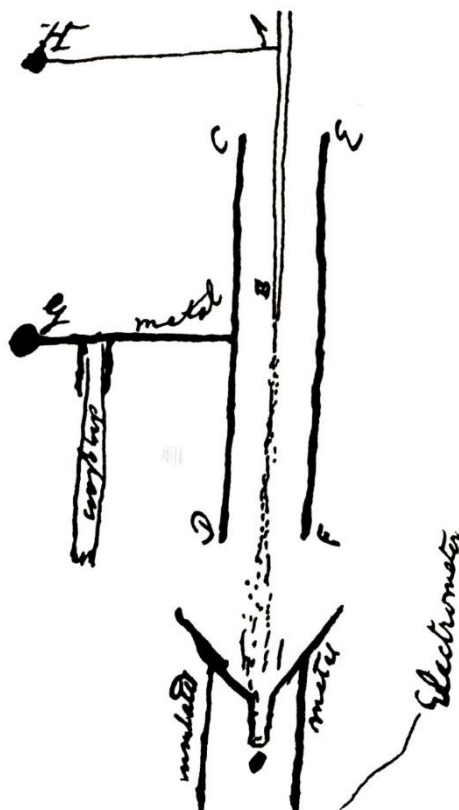
Largs Jan 2, 1859

My dear Helmholtz³⁷

I was very sorry by your last letter to have so bad an account of your wife's health. I can fully sympathise with you in your anxiety. Mrs Thomson wishes to be kindly remembered to you, and bids me say she has felt for you very much in this trial, and hopes that you have now less cause for anxiety.

The information you gave me regarding Kirchof's³⁸ investigation of solar chemistry interested me greatly. I had just a week before been telling my students how other ingredients of the solar atmosphere besides sodium which was already proved, were to be tested, and I therefore took your letter with me to my lecture and read the part of it which had reference to that subject. I enclose a memorandum of ideas I have had as to solar and stellar chemistry from a conversation I had with Stokes³⁹ a long time ago which you may perhaps think it worth while to show to Prof Kirchof.

My water dropping collector or more properly discharger for atmospheric observation has led me naturally to a self acting condenser in which electrified drops of water give up their electricity to an insulated [311] metal funnel upon which they fall in fine spray. This funnel is attached to a metal tube open below as shown at the bottom of the sketch,



so that the large drops falling from the mouth of the funnel are each as nearly⁴⁰ as possible quite unelectrified, even although a considerable charge may have accumulated on the other surface of the funnel & tube. The fine drops originate in a stream issuing from a small aperture B at the end of a

³⁶ Der Brief ist abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 3, p. 399 ff. Es fehlt das P. S. und kleine Änderungen zum Original sind als Beispiel ausgewiesen.

³⁷ Thompson schreibt Helmholtz, während es im Originalbrief bei Thomson Helmholtz heißt.

³⁸ Thomson schrieb damals noch Kirchof, während Thompson bei seiner Publikation der Briefe den Namen Kirchoff richtig schrieb.

³⁹ George Gabriel Stokes (1819–1903) hatte sich ebenfalls mit der Spektroskopie befaßt. Thomson wollte ihm sogar die Priorität zusprechen, vgl. Abschn. 5.5.

⁴⁰ Thompson schrieb „much“ statt „nearly“.

tapering tube AB⁴¹. An insulated metal⁴² tube CDFE⁴³ surrounding this stream fixes by „induction“ the electrical condition of the stream and drops breaking from it. Thus if the tube AB proceed from an uninsulated cistern, and if the metal of CDFE be the same as [312] that of AB, an extremely minute charge of electricity communicated to the insulated inductor of which CDFE is a part, given rise to a continued accumulation of the opposite kind of electricity on the lower insulated conductor. If this last be tested with my divided ring electrometer, a very strong effect is shown when 1/10 of the electromotive force of a single element of Daniell's battery is applied to maintain a difference of potentials between G &⁴⁴ H connected respectively with the tapering tube and the wide tube surrounding it. If on the other hand a metallic connection between G & H be established, and if AB be a different metal (say copper) from CDFE (zinc) the electrometer shows strong negative.

I have been I greatly troubled in these experiments by phenomena of „polarisation“ of which as yet I cannot make much and I have been forced too into very difficult considerations, regarding Volta's fundamental experiments. I hope for more light soon, as I have been much perplexed. Of one thing however



I have I believe perfect experimental evidence: – that a vitreously electrified body in the air over a metallic mass of zinc and copper in contact with one another experiences a force tending on the whole from the zinc and towards the copper. From this it follows, as indeed from Volta's experiment that a sheet of zinc and a sheet of copper



parallel to one another and connected by a metallic are attract one another: and when we understand the whole sufficiently I believe we shall see it simply as chemical affinity (another word for electric force) acting at a distance.

[313] I shall be glad to hear again from you when you have time to write; and I hope you will have a much better account to give of your wife's health.

Believe me Yours always truly
William Thomson

P. S. I return to Glasgow today

12⁴⁵

Birkenshaw Cottage
Thornliebank, Glasgow
May 12, 1859

My dear Helmholtz,

At the request of Mr. James Crum⁴⁶, an uncle of my wife's, I write to ask if you will take up your quarters in his house during the approaching meeting of um British Association to be held at Aberdeen. It is anticipated that it will be a very good meeting, because the Queen⁴⁷ and Prince Albert are

⁴¹ Thompson schrieb hier nur A.

⁴² Das Wort „metal“ fehlt bei Thompson.

⁴³ Thompson schreibt immer „CDEF“.

⁴⁴ Das von Thomson benutzt „&“ schreibt Thompson immer als „and“ aus.

⁴⁵ Der Brief ist vollständig abgedruckt in: Silvanus P. Thomson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 401 f.

⁴⁶ Die erste Frau von Kelvin war Margaret Crum. Sie stammte aus Thornliebank.

⁴⁷ Viktoria (1819–1901), Königin von Großbritannien und Irland seit 1837. heiratete aus Liebe 1840 den Prinzen Albert von Sachsen-Coburg-Gotha (1819–1861), der ab 1857 als Prinzgemahl von Großbritannien fungierte. Nach seinem Tod zog sich Viktoria aus der Öffentlichkeit zurück.

to be present. Unfortunately for the same reason, the time cannot be precisely fixed yet: but it will in all probability be between the middle of August and the end of September, which I think would suit your University vacation. I hope you may be induced to come, as it is a long time since we have met, and there will be much interesting matter for conversation between us. If Mrs. Thomson is feeling well enough at the time, she will accompany me, but in any case, I hope you will give us a visit in Arran, before or after the meeting.

On my return from Valencia last October I found the copy of your paper on rotatory motion in fluids⁴⁸ you were so good to send me, which I read with very great interest. I intended to write to you regarding it but fell into the vortex of my winter's work before doing so, and have had little time to think or to put pen to paper on any subject except that of [314] the day, from that time till this. As I hope there is now a prospect of seeing you before long I shall keep the discussion of the ring wirbelfäden till then.

Since this time last year I have managed little in the way of experimenting except in connection with telegraphic instruments, and I have now got a set of marine & land reflecting galvanometers and resistance standards, which will very much shorten work in various more purely scientific investigations, which I hope now to be able to proceed with. I think you would feel some interest in some of those instruments, which I shall be happy to show you if you come, although I do not mention them now as even the smallest inducement.

I shall be obliged by a line from you at your convenience to enable me to reply to Mr. Crum. If you write next week address care of Dr. J. P. Joule⁴⁹, Oakfield Moss Side Manchester, where I shall be till about the end of the month, to experiment on the thermal effects of air and in motion.

Believe me, yours always truly
William Thomson

13

Invercloy, Isle of Arran
by Ardrrossan
July 11, 1859

My dear Helmholtz

The state of Europe is certainly much against our prospect of a good meeting at Aberdeen; but it is to be hoped we may consider matters as looking a little better since this armistice⁵⁰ has been declared.

I write now to say that if you can leave home without anxiety and will bring Mrs. Helmholtz with you Mr. and Mrs. Crum will have much pleasure in seeing her along with you in their house at Aberdeen. Mrs. Crum requests me to say this on the part of her and her husband, and [315] to add that she hopes the air of Aberdeen, and a visit to some of the Scotch mountains, will have as good an effect on Mrs. Helmholtz as is pronounced by the Swiss mountains.

The investigations and results, regarding the vowel sounds⁵¹, which you mention are most interesting and I hope to learn a great deal more of them from you in person. You must keep it in view to give a description of them to the Mathematical and Physical section of the British Association.

⁴⁸ Hermann Helmholtz, Ueber Integrale der hydrodynamischen Gleichungen, welche den Wirbelbewegungen entsprechen, in: Borchardt's Journ. Für die reine und angewandte Mathematik, Bd. 55 (1858), S. 25–55.

⁴⁹ James Prescott Joule (1818–1889), britischer Physiker, lebte als Braumeister und Privatgelehrter in Salford. 1840 stellte er das Joule-Gesetz auf, nachdem sich ein elektrischer Leiter bei Stromdurchgang erwärmt. 1843 bestimmte er das mechanische Wärmeäquivalent. Ab 1852 arbeitete er mit Thomson an der experimentellen und theoretischen Untermauerung der Thermodynamik.

⁵⁰ Am 11.7.1859 unterzeichneten Napoleon III. (1809–1873) von Frankreich und Kaiser Franz Joseph I. (1830–1916) von Österreich in Villafranca bei Mailand den Waffenstillstand im Krieg um Oberitalien.

⁵¹ Hermann Helmholtz, Ueber die Klangfarbe der Vocale, Gelehrt. Anz. d. Königl. Bayer. Akad. d. Wissensch. 1859. Nr. 67–69, S. 537–541; S. 545–549; S. 553–556.

I am chiefly engaged with atmospheric electricity⁵² at present – the thelegraph being only in the uninteresting phase of trying to raise £ 600 000 for farther operations, in which I have fortunately little occupation. I hope before winter that the manufacture of a new cable will be commenced.

Believe me
Yours very truly
William Thomson

P.S. The time of the meeting is not yet fixed so far as I am aware, but it will probably be in the ist half of September.

14

Invercloy, Isle of Arran,
by Ardrossan,
August 18, 1859

My dear Helmholtz

At the time of the armistice⁵³ I wrote to you at the request of Mr. and Mrs. J. Crum, to say that they would be very happy if you would bring Mrs. Helmholtz along with you to their house in Aberdeen, and that they hoped she would be persuaded to try the effect of Scotch mountain air, instead of that of Switzerland, with a good result as to her health. As some of our letters have miscarried in the Ardrossan post office I think it possible that one may not have reached you, and I write now to remind you that we are looking forward to the pleasure of seeing you at Aberdeen, along with Mrs. Helmholtz; and to say that the meeting is fixed to commence on Wed. the 14 th Sep.

[316] I shall be glad to have a line from you to let me know if you will come, and at what time you will arrive.

Will you take this island and spend a few days on your way. Besides medicine, which is much thought of I have a slight inducement to offer an apparatus for atmospheric electricity in action on my new plan.

Believe me
Yours very truly
William Thomson

15⁵⁴

Heidelberg d. 30.8.59⁵⁵

Bester Freund

mit dem Befinden meiner Frau geht es leider, seitdem wir nach dem sehr heissen Sommer wieder einige kühlere Tage gehabt haben, weniger gut als vorher, so dass ich sie nicht wohl für so lange Zeit und auf so weite Entfernung verlassen kann, wie es mein Plan war. Es könnte sogar nöthig werden, dass ich sie für den Winter auf die Südseite der Alpen bringen müsste. Unter diesen Umständen, hoffe ich, werden Sie selbst und Mr. und Mrs. J. Crum mich entschuldigen, wenn ich meine gegebene Zusage nach Arran und Aberdeen zu kommen nicht einhalten kann. Ich hatte mich auf diese Reise und die Aussicht, mit ihnen vielerley zu besprechen sehr gefreut, und halte die Hoffnung fest, in nicht zu ferner Zukunft nach England zu kommen, und Sie dann in Glasgow zu sehen. Vielleicht kann das schon in den nächsten Oster Ferien geschehen.

Zwei Aufsätze von mir habe ich vor einiger Zeit im Wege des Buchhandels an Sie abgesendet, den einen über die Schallschwingungen der Luft in Röhren mit offenen Enden⁵⁶, eine mathematische Untersuchung dieses Gegenstandes, der so viele Schwierigkeiten bereitet hatte, und der zweite eine kurze

⁵² William Thomson, Apparatus for Atmospheric Electricity, Manchester Phil. Soc. Proc. I. (1859), pp. 151–153, p. 156.

⁵³ Thomson 13. Der Brief wurde am Tag des Waffenstillstands abgeschickt.

⁵⁴ Cambridge H 65.

⁵⁵ Ausschnitte aus diesem Brief, ohne Hinweise auf die persönlichen Sorgen und ohne Formeln, bringt Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster Band, vgl. FN 12, S. 343.

⁵⁶ Hermann von Helmholtz, Ueber Luftschwingungen in Röhren mit offenen Enden, Heidelberger Jahrbuch 1859, S. 354–357.

Auseinandersetzung meiner Versuche, die Klangfarbe der Vocale unserer Sprache aus Stimmgabeltönen zusammzusetzen.⁵⁷

[317] Gegenwärtig bin ich mit Versuchen über die Reibung der Flüssigkeiten beschäftigt, die den Zweck haben, zu prüfen, ob eine gewisse Form der hydrodynamischen Gleichungen, welche ich mir mit Berücksichtigung der Reibung zusammengesetzt habe, richtig sei. Meine Gleichungen sind, wenn

t	die Zeit
x, y, z	rechtwinklige Coordinaten
u, v, w	die Componenten der Geschwindigkeit des im Punkte x, y, z befindlichen Wassertheilchens
p	der Druck
h	die Dichtigkeit
P	die Potentialfunktion der äusseren Kräfte bezeichnet, und
K	eine von der Natur der Flüssigkeit abhängige Constante

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dx} - \frac{1}{h} \frac{dp}{dx} &= \frac{du}{dt} + u \frac{du}{dx} + v \frac{du}{dy} + w \frac{du}{dz} - k \left(\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dz^2} \right) \\ \frac{dP}{dy} - \frac{1}{h} \frac{dp}{dy} &= \frac{dv}{dt} + u \frac{dv}{dx} + v \frac{dv}{dy} + w \frac{dv}{dz} - k \left(\frac{d^2 v}{dx^2} + \frac{d^2 v}{dy^2} + \frac{d^2 v}{dz^2} \right) \\ \frac{dP}{dz} - \frac{1}{h} \frac{dp}{dz} &= \frac{dw}{dt} + u \frac{dw}{dx} + v \frac{dw}{dy} + w \frac{dw}{dz} - k \left(\frac{d^2 w}{dx^2} + \frac{d^2 w}{dy^2} + \frac{d^2 w}{dz^2} \right) \\ 0 &= \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} \end{aligned}$$

Ich höre, dass Prof. Stokes eine Arbeit über Bewegung der Flüssigkeiten unter dem Einflusse der Reibung veröffentlicht habe in den Cambridge Transactions, kann diese aber hier in Deutschland nicht auftreiben. Können Sie mir vielleicht gelegentlich melden, ob Ihnen diese Arbeit bekannt ist, in welchem Bande sie steht, und ob darin dieselben oder andere hydrodynamische Gleichungen aufgestellt sind. Vielleicht haben Sie gerade auf dem Meeting Gelegenheit darüber etwas zu erfahren.

Ich schliesse mit der Bitte, mich Ihrer Gemahlinn höflichst zu empfehlen, und mich bei Mr. und Mrs. Crum in Aberdeen mit den Versicherungen meines grössten Dankes für ihre freundliche Einladung entschuldigen zu wollen

Ihr H. Helmholtz [318]

⟨Bonn, Ende September 1859⁵⁸⟩

Verehrter Freund⁵⁹

meine Besorgniss, welche mich verhinderte nach Schottland zu kommen, und Ihrer Einladung zu folgen, hat sich leider nur zu gerechtfertigt erwiesen. Im Anfang des September herrschte hier eine Epidemie von katarrhalischen Fiebern, welche für Kranke mit chronischen Brustleiden immer sehr gefährlich sind. Meine Frau wurde befallen, es trat eine sehr bedeutende und gefährliche Steigerung ihres Brustleidens ein, und sie ist seit jener Zeit in einem höchst jämmerlichen Zustande, der mich mit der grössten Angst schon für die nächste Zukunft erfüllt. Unter diesen Umständen, die meine Gedanken und meine Zeit sehr in Anspruch nehmen, komme ich erst spät dazu, Ihnen für die Bemühungen zu danken, die Sie in meinem Interesse wegen des Aufsatzes von Stokes gehabt haben. Professor Kirchhof hat mir seit jener Zeit Notizen gegeben, die er sich früher einmal über die Theorie des Pendels in der Luft nach Stokes's Aufsatz in Berlin gemacht hatte, und ich habe daraus vorläufig das Wesentliche entnommen, was ich für den Augenblick brauche. Die Bewegungsgleichungen sind ganz dieselben, die ich selbst gefunden hatte. Einer meiner Schüler hat in meinem Laboratorium die Kraft der Reibung des Wassers in einer Hohlkugel welche bifilar aufgehängt war gemessen. Er kann

⁵⁷ Hermann Helmholtz, Ueber die Klangfarbe der Vocale, Gelehrt. Anz. d. Königl. Bayer. Akad. d. Wissensch. 1859. Nr. 67–69, S. 537–541; S. 545–549; S. 553–556.

⁵⁸ Glasgow H 16.

⁵⁹ Die Datierung ergibt sich aus dem Antwortbrief von Thomson am 6.10.1859 und aus dem Hinweis auf Anfang September.

nun von den Gleichungen, die Stokes aufgestellt hat ausgehen, und ich bin der Mühe überhoben, die mathematische Theorie dieser Sache auszuarbeiten, aber freilich auch um eine Erfindung ärmer, die mir ziemlich viel Kopfbrechens gemacht hatte. Nun, darein muss man sich zu schicken wissen.

Von einem Bericht über die Zusammensetzung der Vocalklänge hatte ich in der Mitte des August ein Exemplar an Sie abgeschickt, gleichzeitig mit einer mathematischen Arbeit über die Schallbewegung der Luft in Röhren mit offenen Enden. Ich hatte beides dem Buchhändler übergeben, weil für Kreuzbandsendungen, die ich mit der Post nach England geschickt hatte, dort zuweilen das hohe Briefporto gefordert worden ist. Durch die Buchhändler sind die Sendungen bisher immer sicher, wenn auch langsam an ihr Ziel gelangt. Ich hatte beides nach Glasgow adressirt und ich hoffe, es wird Ihnen inzwischen zugekommen sein. [319] Übrigens ist seitdem der Aufsatz auch in Poggendorffs Annalen (C. VIII. 280) abgedruckt worden. Sollte er Ihnen nicht zugekommen sein, so würde ich Ihnen noch ein Exemplar davon zusenden können. Wollen Sie die Anfertigung einer englischen Übersetzung beaufsichtigen, so werde ich Ihnen sehr dankbar dafür sein.

Ihre Notiz über das neue Instrument zur Beobachtung der atmosphärischen Electricität habe ich eben erhalten, und kann Ihnen zu dieser ebenso einfachen als witzigen Erfindung nur glückwünschen. Ein Exemplar habe ich an Professor Kirchhof abgegeben. Letzterer hat vor kurzer Zeit eine höchst wichtige Entdeckung gemacht, (vorläufig in den Monatsberichten der Berliner Akademie veröffentlicht)⁶⁰ welche die Entstehung der dunklen Linien im Spectrum erklärt, und die chemische Analyse der Photosphären der Sonne und Fixsterne möglich machen wird. Glühende Dämpfe von Salzen theilen der Flamme des Alkohol, des Hydrogens u.s.w. besondere Farben mit. Das Spectrum solcher Flammen zeigt, wie bekannt, einzelne helle Linien. Kirchhof hat entdeckt, dass solche Flammen das Licht, was sie selbst aussenden, auch sehr kräftig absorbiren. Die Doppellinie D erscheint hell in der mit Natron gefärbten Flamme, dunkel ganz wie im Sonnenspectrum, wenn man durch die Natronflamme ein helleres Licht z. B. das Drummondsche Kalklicht betrachtet. Die Linien A, a und B im Roth rühren vom Kali her, die Linien E und die brechbarste der 3 Linien b vom Eisen u.s.w.

Ich lasse jetzt die zweite Abtheilung meiner physiologischen Optik drucken. Dann will ich, wo möglich, an eine Arbeit über physiologische Akustik gehen.

Empfehlen Sie mich Ihrer Gemahlinn und wünschen Sie mir Geduld und Fassung, deren ich sehr bedürfen werde

Ihr H. Helmholtz [320]

17⁶¹

Invercloy, Isle of Arran,
Oct 6, 1859

My dear Helmholtz,

We looked forward with much pleasure to seeing you here a month ago, and were disappointed on receiving your letter of the 30th Aug. to find that you were prevented from carrying out your intention. I hope that by this time you have a better account to give regarding the health of your wife.

We should have had a strong scientific party in Mr. Crum's house at Aberdeen, if you had been with us. We had Faraday⁶², Joule, and Thomas Graham⁶³, besides my father in law who is known as a chemist. The meeting „went off“ on the whole very well. It was unusually large, owing no doubt to the attraction of a Prince as President. There was a great press to hear his opening adress, and, for the first time I believe in the history of the Association the issuing of tickets had to be stopped in

⁶⁰ Gustav Kirchhoff, Über den Zusammenhang zwischen Emission und Absorption von Licht und Wärme, in: Monatsberichte der Preuß. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1859, S. 783–787.

⁶¹ Abgedruckt mit kleinen Änderungen und Auslassungen in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 403 ff.

⁶² Der Physiker Michael Faraday (1791–1867) hatte mit der Idee von den elektromagnetischen Feldern, die Grundlage der Nahwirkungstheorie ist, großen Einfluß auf Helmholtz und Kelvin.

⁶³ Der Chemiker Thomas Graham (1805–1869) wurde 1835 zum Korrespondierenden Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin gewählt.

consequence of insufficient accomodation. Upwards of 2000 I believe were present. The adress was in general very much approved of, and seemed to be quite original.

I succeeded in getting the subject of electric observation taken up effectively – at least in a manner which I hope will prove effective. I have been appointed a „committee“ to prepare selfrecording instruments which are to be set up and used at the Kew meteorological observatory; and I hope very soon to have the system in action. I have now got an extremely simple collector, and have tried it at a window of the house here, with perfectly satisfactory effect. It consists of an insulated can of water inside the house, discharging by a fine orifice at the end of a thin tube projecting about a yard from the wall. The effect is, in about 20 sec (or in a much shorter time when a higher head of water and a smaller aperture is used) to reduce the „potential“ of the whole insulated conductor, including the electrometer, to sensibly the same as the atmospheric potential at the point where the stream of water breaks [321] into drops. The amount which I have found since yesterday has varied from about 35 to 90⁶⁴, the unit being a single zinc-copper water cell. If the weather permits I hope in a few days to have simultaneous observations made by the fixed apparatus here and a portable apparatus at various points on the hills, with a view to examining the influence of electrified clouds or masses of air, in the vicinity.

The pressure of work connected with the Association⁶⁵ (from which I only got free two days ago) and the time taken up by it, have prevented me from sooner writing to you in reply to your question regarding Stokes' investigation of effects of friction of the motion of fluids.

Stokes was not at the meeting, being away in the south of Ireland, for the sake of his health. I have however written to him for full information such as you desire. I wish he may be able to send you separate copies of his papers, but I fear he will have given all away before this time. His first paper on the subject entitles „On the Friction of Fluids and Motion, and the Equilibrium and Motion of Elastic solids“ was read at the Cambridge Philosophical Society April 14, 1845, and was unfortunately buried in the Transactions of that Society Vol. VIII, Part 3. It contains the hydrodynamical equations with friction taken into account, which so far as I can recollect are identical with those you have found. His second paper on the same subject was published some years later in the transactions of either the Camb. Phil. Soc., or the Royal Society, probably the former from your not having been able to meet with it. It contains solutions of the equations for various practical cases, especially the motion of a ball pendulum and the descent of a globule of water (a particle of a cloud, for instance) through air. By the former application he explains (I believe perfectly) the discrepancies which experiments on pendulums by Bailey and others showed from the ordinary hydrostatical & hydrodynamic theory. In the latter application he justifies perfectly the idea generally entertained regarding the support of clouds.

If Stokes has no copy to send you, and if bis paper does not otherwise fall in your way, I shall send you some extracts, if you wish to have particular information – especially as to the numerical value of the coefft of frictrn in air or water.

I wish you would send me a short account of your investigations of the composition of vowel sounds, for publication either in die Proceed-[322]ings of the Manchester Literary and Philosophical Society, from which it could be copied in the Philosophical Magazine, or for the Royal Society of London. If you send it in German, I shall have it correctly translated.⁶⁶

Yours very truly W Thomson

Adress till the end of October care of Walter Crum Auchinean in Largs by Greenock. After that Glasgow.

⁶⁴ Thompson schrieb 70. Im Original ist jedoch die 70 durchgestrichen und durch 90 ersetzt worden.

⁶⁵ Kelvin gehörte der British Association for the Advancement of Science seit 1845 an und nahm stets aktiv an den Sitzungen teil.

⁶⁶ Im Archiv der Cambridge University Library, Departement of Manuscripts and University Archives, papers of Lord Kelvin Add. 7342, befindet sich unter H 65A ein von Helmholtz geschriebenes Manuskript in englischer Sprache mit dem Titel „On die motion of the strings of a violin“. Es wurde in den Proc. of die Glasgow Philosophical Society, Dec. 19, 1860, abgedruckt und ist auch in Phil. Magaz. 4, Ser., Vol. 21, pp. 393–396 erschienen.

18⁶⁷

Glasgow Jan 22, 1860

My dear Helmholtz

I was very much grieved to learn of the great loss you have suffered.⁶⁸ Mrs. Thomson begs to join with me in expressing deepest sympathy. We were not unmindful of your anxiety, as you will see by the letter which I enclose. I had written it at Largs, and brought it up to Glasgow with me to post, when I was must shocked to find waiting my arrival the intimation you had send me. I would not send it to you now, to trouble you when your mind must be so painfully occupied, but I wish you to know that I did not neglect the short period of leisure I had, to write in reply to your previous letter.

Believe me, my dear Helmholtz,
always yours sincerely
William Thomson

[323]

19 Cambridge H 67.⁶⁹Heidelberg 13.2.61⁷⁰

Bester Freund

ich habe viel an Sie und Ihr Schmerzenslager gedacht; zum Schreiben bin ich nicht eher gekommen, weil sich wichtige Veränderungen in meinem Leben vorbereiteten, die meine Gedanken viel beschäftigten; und über die ich nicht schreiben mochte, bis eine Entscheidung eingetreten war. Ich habe mich nämlich verlobt mit Fräulein Anna von Mohl, der Tochter eines meiner hiesigen Collegen, eines Professors in der Juristischen Facultät. Es stellte sich nämlich im Laufe dieses Winters immer mehr und mehr heraus, dass meine Schwiegermutter⁷¹ nicht lange Zeit mehr im Stande sein würde, gleichzeitig meinen Haushalt und die Aufsicht über die Kinder zu führen. Ich musste deshalb ernstlich daran denken, eine andere Ordnung der Dinge herbeizuführen, und sollte dies einmal geschehen, so war es für alle Beteiligten am besten, es bald zu thun. Schliesslich ist es schneller gekommen, als ich selbst vermuthet hatte, denn wenn die Liebe erst einmal Erlaubniss erhalten hat, aufzukeimen, fragt sie nachher die Vernunft nicht mehr um Erlaubniss, wie schnell sie wachsen darf.

Meine Braut ist ein reich begabtes, gegen mich verhältnismässig junges Mädchen, und wird, denke ich, zu den Heidelberger Schönheiten gerechnet. Sie hat sehr schnellen Verstand und Witz, ist sehr gewandt in der Gesellschaft, da sie einen grossen Theil ihrer Erziehung in Paris und [324] London unter Leitung einer englischen Dame, der Gemahlinn ihres Onkels, Mohl⁷², der Professor der Persischen Sprache am Collège de France in Paris ist, erhalten hat. Sie spricht deshalb geläufig französisch und ist in der englischen Sprache mir entschieden überlegen. Übrigens hat ihre fashionable Erziehung ihrem ruhigen, guten und reinen Wesen keinen Eintrag gethan. Kurz, Sie sehen, ich halte sie für einen Engel, wie es jeder Bräutigam mit seiner Braut zu thun pflegt, und Sie werden deshalb vielleicht nicht

⁶⁷ Der Brief ist vollständig abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 405.

⁶⁸ Am 28.12.1859 war die 1826 geborene Olga von Velten, die erste Frau von Helmholtz, nach langer schwerer Krankheit verstorben.

⁶⁹ Cambridge H 67.

⁷⁰ Kelvin machte folgende Anmerkung vor der Anrede: „Received when I was laid up at Largs on account of my leg, broken by a fall on the ice on Christmas-eve 1860. K Jan 29, 1902“ Nach der Anrede ist von anderer Schrift in Klammern eingefügt: „To W Thomson“. Auszüge aus dem Brief sind enthalten in: Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Erster Band, vgl. FN 12, S. 371.

⁷¹ Julie von Velten (1801–1881), die Mutter Olgas, war die Tochter des Potsdamer Hofmalers Johann Gottlieb Puhlmann. Sie heiratete 1823 den Regimentsarzt Leopold von Velten, mit dem sie nach Riesenburg ging, wo ihre zwei Töchter Sophie Julie Betty 1823 und Olga 1826 geboren wurden. Nach dem Tod ihres Mannes 1828 ging sie mit ihren Töchtern nach Potsdam zurück. Ihre ältere Tochter heiratete 1847 Emil Puhlmann, der die Dahlemer Domäne pachtete, wohin auch Olga und ihre Mutter zogen. Nach der Hochzeit zwischen Helmholtz und Olga 1849, die in Dahlem gefeiert wurde, zog Olgas Mutter nach Königsberg, der neuen Wirkungsstätte von Helmholtz. Sie kümmerte sich um Haushalt und Kinder. Sie lebte im Hause Helmholtz oder in der Nähe und kehrte 1865 nach Dahlem zu ihrer Tochter Betty zurück, die nach dem Tod ihres ersten Mannes 1854 Reinhold Johannes geheiratet hatte, der die Pacht von Dahlem übernahm.

⁷² Julius von Mohl (1800–1876) war mit Mary Clarke (1793–1883) verheiratet.

alles glauben wollen, was ich von ihr erzähle. Nun, es wäre nicht unmöglich, dass wenn ich meine Gesundheit einmal wieder in den Wellen des Meeres suchen muss, ich sie Ihnen in Arran vorstellte, damit Sie sich selbst überzeugen können.

Diese Angelegenheit hat natürlich seit meinem letzten Briefe meine Gedanken so in Anspruch genommen, dass ich an meinem musikalischen Buche wenig habe arbeiten können. Für jetzt muss ich nun die Sache auch in anderer Form zurecht machen für meine Vorlesungen, die ich hier und in London darüber halten will. Ich muss Diagramme entwerfen, Apparate zu Experimenten in grossem Maassstabe zurecht machen u.s.w. Ausserdem habe ich immer noch nicht das Harmonium mit zwei Reihen Tönen für reine Stimmung aller Accorde erhalten können.

Ueber Ihren Unfall habe ich meinen hiesigen Collegen Chelius⁷³ befragt, der in dieser Beziehung wohl eine der ersten Autoritäten von Deutschland ist. Er sagt mir, dass zu A. Cooper's Zeit⁷⁴ die Heilungen der Schenkelhalsbrüche allerdings sehr selten waren, weil man die Patienten nicht lange genug still liegen liess, dass er selbst bei jüngeren Männern meist guten Erfolg gesehen habe, und dass bei solchen, selbst wenn nur ligamentöse Vereinigung eintrete doch nur eine verhältnismässig geringe Unsicherheit des Beins zurückbleibe.

Meine besten Empfehlungen an Mrs. Thomson; ich hoffe, sie ertheilt mir Ihren Seegen zu meinem neuen Schritte, und schickt auch mit diesem Nachrichtenüber Sie. Empfehlen Sie mich auch Ihren Schwägerinnen. Miss Mary Crum wollte mich in Glasgow bei reichen Erbinnen introduciren, diesem ihrem Rathe bin ich freilich nicht gefolgt, was sie wie ich hoffe verzeihen wird.

In treuster Freundschaft

Ihr H. Helmholtz

[325]

20⁷⁵

Heidelberg 27.5. 62⁷⁶

Verehrter Freund

ich habe Ihnen lange keine Nachricht über mich gegeben, weil meine Zeit und Gedanken durch Ereignisse in meiner Familie in Anspruch genommen waren. Am 3ten Maerz ist meine Frau von einem Söhnchen entbunden worden. Die Geburt war schwer und es trat nachher eine gefährliche Entzündung ein, die ihren Zustand 14 Tage lang ziemlich bedenklich machte. Als sie wieder in der Genesung war, bekam der Kleine ein Erysipelas⁷⁷, welches langsam über den ganzen Körper fortschritt, und welches zu den aller bedenklichsten Kinderkrankheiten gehört. Wir fürchteten eine Weile ihn wieder zu verlieren. Doch überstand er es glücklich, und gegenwärtig haben sich Mutter und Kind wieder vollständig erholt und befinden sich sehr wohl. Der Kleine ist Robert genannt worden, nach meinem Schwiegervater Robert v. Mohl⁷⁸, der jetzt in Frankfurt als Bundestagsgesandter der Badischen Regierung lebt, und dort im Bundestag selbst die Agitation in dem Kurhessischen Verfassungskstreite⁷⁹ in Gang gebracht hat, dessen glückliche Beendigung jetzt endlich in Aussicht zu stehen scheint, womit ein alter Schandfleck der deutschen Regierungen hoffentlich endlich beseitigt werden wird.

⁷³ Maximilian Josef von Chelius (1794–1876), Chirurg, Professor in Heidelberg.

⁷⁴ Sir Astley Cooper (1768–1842), englischer Chirurg.

⁷⁵ Cambridge H 69.

⁷⁶ Auszüge, die die wissenschaftlichen Probleme betreffen, sind enthalten in: Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, Braunschweig 1903, S. 10 f. und S. 12. Er datiert den Brief auf den 27.5. Es könnte auch der 29.5. sein.

⁷⁷ Wundrose.

⁷⁸ Robert von Mohl (1799–1875), Professor der Rechte und Staatswissenschaften, saß schon im Vorparlament in Frankfurt, wurde 1848 Justizminister und trat mit Wilhelm Heinrich August Freiherr von Gagern (1799–1880), der zu den gemäßigten Liberalen zählte, 1849 zurück. Von 1861 bis 1866 war er badischer Gesandter beim Bundestag und wurde als Mitglied der liberalen Reichspartei 1874 in den deutschen Reichstag gewählt.

⁷⁹ Am 4.9.1850 brach der kurhessische Verfassungskonflikt im Bundestag aus. Osterreich trat für Kurfürst Friedrich Wilhelm ein, der die von Preußen gewollte Union ablehnte, um Kurhessen auf seine Seite zu ziehen. Preußen unterstützte die oppositionellen Stände. Die Intervention des Bundestags führte zur Abschaffung der liberalen Verfassung von 1831 und zum Erlaß einer Scheinverfassung.

Übrigens geht es mir gut. Der Druck meines Buches über Akustik⁸⁰ hat endlich begonnen und wird, wie ich denke, im Anfang August beendet werden. Ich habe noch an den letzten Capiteln einiges zu verbes-[326]sern, dann ist die Arbeit fertig, an deren ersten Theilen ich noch in Arran gearbeitet habe. Meine Zeit ist gegenwärtig sehr in Anspruch genommen, weil ich seit Ostern auch noch Prorektor unserer Universität bin, mit welcher Ehre eine Menge Geschäfte verknüpft sind.⁸¹ Mit meiner eigenen Gesundheit ist es ziemlich gut gegangen, nur habe ich im Winter wieder sehr viel an Kopfschmerzen gelitten, welche mich oft Tage lang am Arbeiten hinderten, ich werde deshalb im Herbst wieder in der See meine Übel abzuwaschen suchen. Ob ich dabei Zeit haben werde für einige Tage nach London zur Ausstellung zu gehen, weiss ich noch nicht. Als Prorektor kann ich Heidelberg nicht verlassen, ohne einen Stellvertreter zu finden, und in den Herbstferien pflegen alle meine Collegen Reisen zu machen.

Wir haben uns sehr gefreut Dr. Brown⁸² aus Edinburgh im Winter zuweilen bei uns zu sehen. Er ist ein lebhafter und intelligenter junger Mann. Vor seiner Abreise hat er mich nicht getroffen und liess mir einen Brief zurück mit einer Frage wegen der alten stereoskopischen Bilder, die er gefunden zu haben meint. In den Briefe ist aber sein gegenwärtiger Aufenthalt nicht angegeben, so dass ich nicht weiss, wohin ich antworten soll. Vielleicht können Sie mir seine Adresse zukommen lassen.

Ich hoffe, Sie lassen mir bald einmal wieder Nachrichten darüber zukommen, wie es Ihnen jetzt ergeht. Dann möchte ich Sie noch um Beantwortung einer wissenschaftlichen Frage bitten. Im vorigen Herbst verfiel ich wieder auf Potentialfunctionen. Die Schwierigkeiten, welche in meiner Arbeit über Schallbewegung in einer cylindrischen offenen Röhre unbesiegt geblieben sind, quälten mich. Die Schwierigkeit der Behandlung jener Aufgaben beruht wesentlich darauf, dass an der Kante des offenen Endes der Pfeife die Luftbewegung discontinuirlich ist. Dies führte mich zur Untersuchung der Electricitätsvertheilung an einer kreisförmigen Kante. Ich fand, dass ich diese herleiten könne in gewissen Fällen aus derjenigen an einer geraden Kante zweier sich schneidender unendlicher Ebenen, und für letzteren Fall habe ich die Sache dann gelöst. Nun bin aber später darauf aufmerksam geworden, dass Sie schon früher in Cambridge Math. J. erklärten, diese Aufgabe gelöst zu haben, und ich möchte deshalb wissen, ob Sie die Lösung veröffentlicht haben, oder noch zu veröffentlichen gedenken, in welchem [327] Falle es für mich nicht lohnt, die Arbeit zum Druck auszuarbeiten. Das Princip der Spiegelung an einer Kugelfläche, durch welches eine gerade Kante in eine kreisförmige verwandelt werden kann, hatte übrigens auch ausser mir ein anderer sehr tüchtiger junger Mathematiker Dr. Lippschitz⁸³, wie er glaubte, neu gefunden; bis wir es in Ihren früheren Arbeiten noch glücklicher Weise zeitig genug entdeckten. Ich habe es leider in einer kurzen Notiz in den Sitzungsberichten unserer hiesigen naturwissenschaftlichen Gesellschaft als neu veröffentlicht⁸⁴, wofür ich um Verzeihung bitte, in der ausführlichen Veröffentlichung desselben durch Lippschitz wird aber Ihr Eigenthumsrecht anerkannt werden.

Viele Grüsse und Empfehlungen Ihrer Gemahlinn

Ihr

H. Helmholtz

⁸⁰ Hermann Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage der Musik, Braunschweig 1863.

⁸¹ Helmholtz war damit verantwortlich für die Belange der Heidelberger Universität, denn die Bezeichnung Prorektor bezog sich nicht auf die Stellvertretung eines Rektors, sondern darauf, daß der Landesherr auch Schirmherr der Universität war.

⁸² Eventuell handelt es sich um Dr. John Brown, den Arzt und Autor von „Rab and his friends“.

⁸³ Es geht um den Mathematiker Rudolph Lipschitz (1832–1903), der sich 1868 sehr darum bemühte, Helmholtz als Physiker nach Bonn zu holen. Vgl. Herbert Hörz, Hermann von Helmholtz und die Bonner Universität, Teil 2, Wissenschaftshistorische Manuskripte 2, Akademienvorhaben Wissenschaftshistorische Studien der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Berlin 1995.

⁸⁴ Hermann Helmholtz, Ueber Luftschwingungen in Röhren mit offenen Enden, Heidelberger Jahrbuch 1859, S. 354–357.

Thornliebank
Glasgow, Nov 23, 1862

My dear Helmholz

I owe you many apologies for having so long neglected to answer your letter, received I an ashamed to say, some six months ago. It came to me when I was hard at work as a juror in the Exhibition.⁸⁶ This lasted till [328] the end of June and kept me as you may imagine, in very incessant occupation; but I used to say every day „heute will ich schreiben“, and every day passed without not being able to find time. I wanted to write something that might possibly be useful, in reply to your mathematical question; but had I known that I should not manage to do so even by this time, I should at once have written to thank you for your letter at least, and for the tidings it contained regarding yourself which interested me much. I hope all has gone well with you and with your family since that time; and I shall hope to hear again from you soon unless you are disposed to reward me according to my own conduct, in the matter of letter writing.

Ever since I got away from the Exhibition (whence, after spending nearly two months there, we went to Arran for the remainder of the summer). I have been very busy, first with two papers one on the „Secular cooling of the Earth“, now published *Trans. Roy. Soc. Ed.*⁸⁷, I shall send you a copy as soon as I get one (one send Dec, 1), and the other on the deformations of elastic spherical shells, communicated but not yet published, *R. S. Lond.*⁸⁸, and then preparing for a book on „Natural Philosophy“ which, along with Tait, professor in the same department in Edinburgh, I am going to bring out for the use of our students. I have long found the want of such a book, but the labour to prepare one has seemed too formidable, until I have found a most energetic and able coadjutor in my colleague of Edinburgh. We have one sheet in type now, („Kinematics“ only so far) and we hope to have a first of two good sized volumes out by summer. „Sound“ is to be our last chapter of Vol. I, and any suggestions, contributions, or references, from you, if, assuming that we know all that is published in your book, you have anything more to tell of, will be thankfully received. Is your book on acoustics now finished? I suppose it is, from what you told me in your letter, and if it is to be had we shall get it immediatly, to help us with what we have to do.

This brings me back to the point of my own great dereliction. I fear I cannot tell you anything about the potential distribution in the neighbourhood of a „Kante“, which can be useful, and which you do not [329] know already. I suppose you know what Liouville's *Journal*⁸⁹, 1845 and 1846 contains.⁹⁰ This shows the general principle of passing from any problems in which the potential being arbitrarily given over any surface it is found for the rest of space, to the solution of another problem in which the potential is arbitrary given over the image of that surface taken by reciprocal radii as explained

⁸⁵ Auszüge aus dem Brief mit kleinen Änderungen sind enthalten in: Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 3, p. 424 ff. Der Hauptteil des Briefes, der wissenschaftlichen Fragen gewidmet ist, fehlt.

⁸⁶ 1862 fand in London die Weltausstellung statt. Die Londoner Weltausstellung von 1851 mit dem Titel „Exhibition of the Works of all Nations“ hatte eine Epoche von internationalen Ausstellungen eingeleitet. An ihr nahmen 6 Millionen Besucher teil. Nach 1855 in Paris fand nun 1862 die dritte Weltausstellung wieder in London statt. Die Ausstellungsstücke umfaßten den ganzen Bereich technischer, wirtschaftlicher, gewerblicher, kunstgewerblicher und künstlerischer sowie unterrichts- und bildungsbezogener Tätigkeiten. Die Ausstellung von 1862 hatte 6,2 Millionen Besucher. Auf ihr wurden Medaillen für neue Erfindungen und originelle Anwendungen sowie für Nützlichkeit, Schönheit und andere Verdienste vergeben. Es war für die Juroren nicht leicht, immer den vielen Ausstellungsgegenständen, die auszeichnungswürdigen zu finden, von denen es mehrere tausend gab, die in Betracht zu ziehen waren.

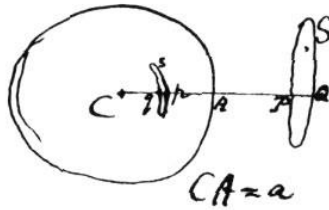
⁸⁷ William Thomson, *On the Secular Cooling of the Earth*, *Edinb. Roy. Soc. Proc.* IV, pp. 610–611 (read Apr. 28, 1862).

⁸⁸ William Thomson, *Dynamical Problems regarding Elastic Spheroidal Shells and Spheroids of Incompressible Liquid*. *Roy. Soc. Proc.* XII. pp. 274–275 (read Nov. 27, 1862, abstract); *Phil. Trans.* CLIII, pp. 583–616, 1863.

⁸⁹ Der einflußreiche französische Mathematiker Joseph Liouville (1809–1882) hatte 1840 die wichtigsten mathematischen Papiere des jung verstorbenen Mathematikers Evariste Galois (1811–1832) zu den algebraischen Strukturen aus dem Nachlaß herausgegeben.

⁹⁰ William Thomson, *Extrait d'une lettre sur l'application du principe des images à la solution de quelques problèmes relatifs à la distribution d'électricité*, *Liouville Journ. de Mathm.* X, pp. 304–307, 1845.

below, and the distribution of potential through the rest of space is refused. The image is taken thus. Let S be the first surface, C the centre of a spherical



surface; CA its radius. Join QC and take $Cq = CA^2/CQ$. Then q is die image of Q; & so the image of the whole surface S is taken, as the locus of the images of all its points.

If there is a distribution of matter on S, the law of distribution on its image will be as follows. Let denote the area of any small portion of S, and r its distance from C. The area of the image being inclined at an equal angle to the radius will be

$$\omega = \Pi \frac{\left(\frac{a^2}{r}\right)^2}{r^2} = \Pi \left(\frac{a}{r}\right)^4$$

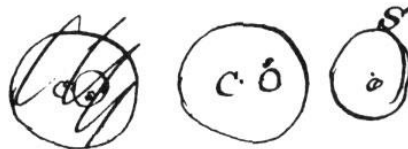
But, according to the principle of the theory, the quantity of matter on the image, ω , ought to be [330]

$$\frac{a - \frac{a^2}{r}}{r - a} \times$$

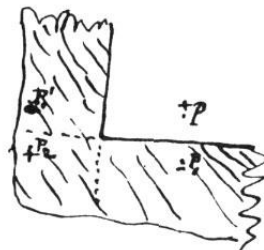
the quantity of matter on Π . This rate reduces itself to a/r .

Hence the density of the distribution on ω is equal to r^3/a^3 x density on Π . Or if $a^2/r = r'$; the density on ω is a^3/r'^3 x density on Π . Thus if the density on S is uniform, the density on s will be inversely as the cube of the distances from the centre, C.

Thus it is, for instance, that I pass from the known results as to the attraction of a uniform spherical surface, on external & internal points to the result that a spherical surface ω s with a distribution of matter upon it

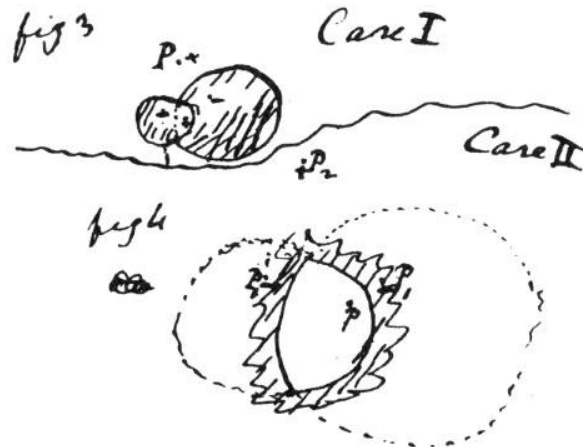


according to density varying inversely as the cube of the distances from C, acts on all points external to it with the same force as if its whole mass were collected at a certain excentric point within it (the image in the main reflecting sphere, of ω , the centre of S, which is also the image of C in s) and acts on points within it with the same force as a certain quantity of matter collected at C.



Again, if P be a positive electrical point in air bounded by hard infinite metal planes meeting one another at a right angle, or at any angle π/i (i an integer) the principle of images given the distribution of potential [331] through out the air space. In the case of the right angle for instance, the potential in

the air will be that due to the real point, P_+ ; two negative images, P_1 and P_1' ; and one positive image P_2 . Now by taking the reflection of any such solution in a spherical surface, I pass to the case of an air space bounded by two spherical surfaces meeting one another at any angle π/i .

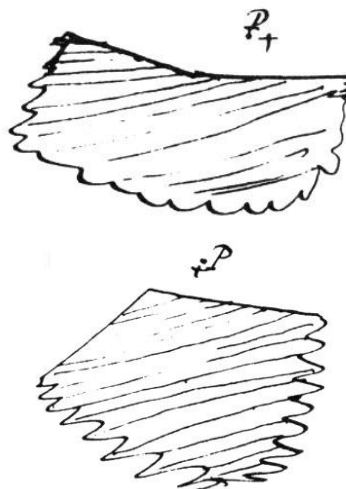


In both these cases the spherical surfaces are suffered to cut one another at right angles. In case I, the influencing point, P , may be at an infinite distance in any direction. Thus the distribution of electricity (negative suppose) on a solid bounded by two spherical surfaces like this,



and insulated remote from disturbing influence is determined. It will be such as to produce on all external space, the same action as a negative point at the centre of each spherical surface, and a positive point at the points of the image of each centre reflected in the other sphere. I suppose you would call the re-entrant angle in the air bends the interaction of the two spherical surfaces a „Kante“ (so at least a German student, [332] Trendelenburg⁹¹, whose father you probably know, the youth himself has met you. He is working well in my laboratory, from Berlin, in my class, tells me) but do not think this can help towards your sound problem.

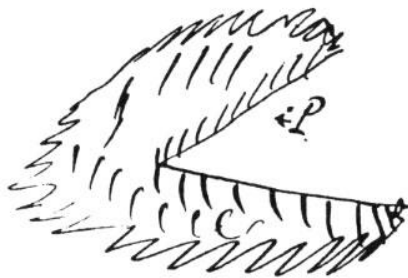
I have not very long ago convinced myself, that I can give a thorough practical solution of the electric or cognate problems for two planes meeting at any angle, even greater than π .



⁹¹ Helmholtz kannte den Vater des erwähnten Studenten. Friedrich Adolf Trendelenburg (1802–1872) lehrte als Professor der Philosophischen Wissenszweige an der Universität Berlin. Nach seinem Tod bemühte sich Helmholtz mit Erfolg Eduard Zeller (1814–1908), den er aus Heidelberg gut kannte, als Nachfolger nach Berlin zu holen.

The Kaleidoscope image principle absolutely fails here, & holds only when the angle is π/i .

Then by reflection I can pass to the case of a portion of space bounded by spherical surfaces cutting at any angle. A corresponding solution I find I can give for a case. [333]



Or generally: for the portion of space bounded by

$$\left. \begin{array}{l} \varphi = 0, \\ \theta = \beta, \\ r = a, \end{array} \right\} \begin{array}{l} \varphi = \alpha \\ \theta = \beta' \\ r = a' \end{array} \right\}$$

as specified by polar coordinates, where α, β, β' are any angles whatever.

This solution reflected in a spherical surface – will give the solution of some very strange booking problems.

In Lionville 1846 you will see a solution given (only the result, and a unit of the method) for a segment of the spherical surface, as cut by a plane. This I obtain by reflecting the solution for a plan disc electrified and insulated remote from influence. I arrive at the full solution of the problem; – to find the potential throughout space, if the potential at every point of the spherical segment is given.

So an extract from a letter to Liouville, 1846, published in his journal, there is an expression for the solution of this problem, for the case of potential const. over the spherical segment. I am not perfectly sure if that expression is correct (the expression which precedes it certainly is correct) but I shall have to work up the subject very soon, and I shall write to you when I know whether it is right or wrong. In no case can it how ever be of use to you, for your acoustical problems.

I do not see how the transformation of problems by reflection can give useful results in acoustical or other hydrodynamic problems, because the condition for the surface bounding tue fluid is not in general fulfilled by the image of the same surface in tue reflected problem. I [334] know of only one useful application of the principle of images at other than plane surfaces in an hydrodynamic problem. It is the case of two spheres moving in a liquid, in the direction of the line joining their centres, which I showed can be solved by successive reflections. Thus a body shaped like fig 5 p 11 above, moving lengthwise in water produces motion in the water expressible algebraically. Conveying series' analogous to those for Poisson's electric problem, solve, as I find, the problem of two complete spheres, moving as stated above, in a liquid. I told this to Stokes about the year 1846, and he has referred to it in his paper on the pendulum (Friction of Fluids in motion. I forget the title but I think you know the paper) and also I believe in a communication to the British association Oxford 1846⁹². Some of all this we must give in the Book; but a complete statement of it, having waited for 6 years, may have to wait still another year.

The next time you come to Glasgow, which I hope is not to be very long in the future, you will find a great improvement in my working place. From the beginning of this session (a month ago) I have had a really convenient and sufficient laboratory for students. Out of about 90 who attend my lectures,

⁹² William Thomson, Note on a paper: „Sur une propriété de in couche électrique en équilibre à la surface d'un corps conducteur“, Camb. and Dubl. Math. Journal 1, pp. 281–282, Nov. 1846.

about 30 have applied for admission to the laboratory, and of these 20 or 25 will work fairly. I hope I may have half a dozen who will do good work. Some of them are at work at present on new electrometers, which you would not recognize. The old (mammoth) species of portable electrometer which you know is extinct and has been succeeded by one of which some individuals do not exceed 3 1/2 inches in any dimension, and yet are more sensitive and more easily managed than their progenitors. I have also a much improved mirror electrometer retaining some of the same organs as the original species but so much altered that you would scarcely know them to be the same, and some new organs; also (owing to the habits of the instrument makers) some of the old organs retained but abortive.

I hope this next time you fix upon the sea side for your holidays it will be Arran that you will choose. It will be a pleasure to us too, to make acquaintance with your wife, if you will come and bring her with you.

Mine sends you her kindest regards and I remain of yours always truly
W Thomson

[335]

22⁹³

Heidelberg 14 Decb. 62⁹⁴

Lieber Freund

ich sage meinen besten Dank für die ausführliche Auskunft, welche Sie mir über meine mathematischen Fragen gegeben haben. Dass Ihre Zeit durch die London Exhibition sehr in Anspruch genommen war, habe ich mir wohl gedacht; mich übrigens sehr gefreut, als ich durch Dr. Brown hörte, dass Sie dort gewesen seien, weil ich daraus schliessen konnte, dass es mit Ihrem Fusse wieder ziemlich gut geht, und dass auch Mrs. Thomson dergleichen Reisen gegenwärtig nicht mehr zu scheuen braucht. Ihre beiden angekündigten Arbeiten über die Abkühlung der Erde und die Formveränderungen elastischer Kugelschaalen, welche sich auch wohl auf die Erde beziehen wird, interessiren mich sehr, weil ich jetzt angefangen habe, eine Vorlesung vor Studirenden aller Facultäten zu halten über die allgemeinen Resultate der Naturforschung, worin ich namentlich das Gesetz von der Erhaltung der Kraft und seine Consequenzen in populärer Weise zu erklären suche, und es als Leitfaden benutze, um die verschiedenen Zweige der Naturwissenschaften mit einander zu verbinden. Da habe ich nun bisher die Geschichte des Planetensystems, der Sonne und der Erde besprochen, und mich überzeugt, dass dabei noch manche Probleme von den Astronomen und Geologen liegen gelassen sind, die bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft wohl behandelt werden könnten, freilich nur von Jemand der ein ganz gründlicher Physiker und Mathematiker ist. Auch Ihr Unternehmen, ein Lehrbuch über Natural Philosophy zu schreiben ist sehr dankenswerth, freilich aber auch sehr mühsam. Doch hoffe ich, wird es Ihnen auch eine Menge Stoff zu wichtigen Arbeiten zuführen. Wenn man ein solches Buch zu schreiben sucht, bemerkt man am besten die Lücken, welche sich in der Wissenschaft noch finden. Mein Buch über Akustik ist eben erschienen unter den Titel „Die Lehre von den Tonempfindungen, als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik“.

Der Buchhändler hat mir schon gemeldet, dass eines der Exemplare, welches ich für Sie bestimmt hatte, an Ihre Adresse nach Glasgow abgegangen ist. Der Druck des Buches und die Geschäfte des Proreectorats, welche mir in diesem Jahre oblagen, haben meine Zeit sehr in Anspruch [336] genommen, so dass ich noch nichts anderes daneben habe arbeiten können. Jetzt habe ich mich wieder an die Vollendung meiner physiologischen Optik gemacht, von welcher noch eine Abtheilung fehlt.

Im letzten Jahre hatte ich sehr viel an Kopfschmerzen gelitten, und meine ärztlichen Freunde haben mich deshalb im August nach Kissingen geschickt, um den dortigen Brunnen zu trinken. Lieber wäre ich wieder an die See gegangen, indessen ist mir meine Kur dort schliesslich sehr gut bekommen, und es ist nur bisher in diesem Winter recht gut gegangen. Meine Frau und kleinster Sohn sind seit den ersten schweren Wochen im März und April dauernd gesund gewesen. Mit meiner Frau habe ich

⁹³ Cambridge H 70.

⁹⁴ Auszüge aus dem Brief bringt Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, vgl. FN 76, S. 24.

im September eine kleine Reise durch die Salzburger Berge gemacht, welche wirklich ausserordentlich schön sind.

Unterdessen ist auch hier in Heidelberg das neue grosse Gebäude für das physikalische und physiologische Institut unter Dach gekonnten, und im nächsten Herbst denken wir darin einzuziehen. Ich selbst erhalte darin auch eine Wohnung, so dass die Benutzung des Laboratoriums sehr bequem werden wird. Ihr neues Laboratorium in Glasgow ist wohl das erste in England, welches für physikalische Beschäftigung von Studirenden eingerichtet ist, es ist das aber eine Sache, die auch die Zeit des Lehrers ausserordentlich in Anspruch nimmt.

Meine besten Grüsse an Mrs. Thomson, ich wünsche, dass es Ihnen beiden nach der langen Zeit des Unglücks auch nun wieder dauernd gilt gehen möge.

In treuer Freundschaft
Ihr H. Helmholtz

23⁹⁵

2 College Glasgow
March 16/64

My dear Helmholtz

I am very glad to hear you are soon to be in England, to give some lectures at tue Royal Institution; and I write to say that we hope you will be persuaded to come as far north as this, and give us a visit in Glasgow before you return to Germany. We are now living in our own house in [337] the College and it will be a great pleasure to Mrs. Thomson and myself to see you. I have got a great improvement in my laboratory recently which gives me, what I never had before, space for allowing the students to work in a systematic manner. I have a few new things both electrial and others which may be some slight inducement to you to come, should you think it worth while to make so long a journey to see your friends in Scotland. But above all I want to have a great deal of conversation with you on many subjects.

The book by Tait and myself is dragging along very slowly. We have about 400 pages in type, only; but hope to have a volume of 700 pages (including preliminary matter, Dynamics, and „Properties of Matter“) published by the middle of June.

Some time ago I sent you at the request of the author an article on thermodynamics which appeared in the February number of the North British Review. It is only the first of two articles, of which the second is to contain electric, chemical, and magnetic thermodynamics. The author would be glad to have your opinion of it as a whole or on any points, especially any objections, if any occur to you against it, as he is very anxious to be as correct and just as possible, and would have an opportunity in the second article of repairing to some extent errors or omissions of the first. Should any remark occur to you, I should therefore be much obliged by your telling me them, that I may communicate them to the author.

My paper on the „Rigidity of the Earth“ is only now completely in type, and finally corrected for print.⁹⁶ I hope soon to be able to send you a copy. Mrs. Thomson joins with me in kind regards, and I remain yours very truly,

W. Thomson

P.S. If you come here as I hope you will, you will see three clocks regulated and a separate pendulum perfect going, constantly by electric currents from our University Observatory, 3 miles distant. I have an object glass on the pendulum on your method as a preliminary to determining the force of gravity.

⁹⁵ Der vollständige Text ist abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 428 f. Im Helmholtz-Nachlaß der Berliner Akademie fehlt die letzte Seite des Briefes. Das PS ist über die Anrede geschrieben. Thompson datiert den Brief auf den 16.3.1863. Der Vergleich mit dem Original ergibt jedoch 1864. Vgl. 3.2.

⁹⁶ William Thomson, On the Elevation of the Earth's Surface Temperature produced by Underground Heat, Edinb. Roy. Soc. Proc. V, pp. 200–201, 1866 (read Mar. 21, 1864).

I can also show you several new electrometers some highly sensitive and the experiments on contact electricity regarding which I wrote to you a long time ago, also iron-clad galvanometers. [338]

24⁹⁷

Wildbad July 31, 1864

My dear Helmholtz

The amount of cur prescribed for tue is 21 baths which will be completed on Friday next, and as we leave immediatly after there is no chance I fear of our seeing you here. We think of returning by Strasburg & Paris. We like the place very much (a great deal better than Creuznach) and Dr. Borchhardt says the baths are sure to do me some good but that I am not to expect too much (which I have certainly never been disposed to do).

I shall not forget to return your Kirchof on Plates⁹⁸; which has been very useful to me. I now see quite distinctly both how there are only two and how there might be supposed to be three equations for the boundary. It is certainly a great card of Kirchof's, to have set this matter right after such great people as Mlle Sophie Germain⁹⁹ and Poisson¹⁰⁰ got wrong on it and Lagrange had it in hand without doing it. The full working out of the solution, too, for the circular plate, shows no small amount of courage, skill, and well spent labour. Oh that the Caylay's¹⁰¹ would devote what skill they have to such things instead of to pieces of algebra which possibly interest four people in the world certainly not more and possibly also only the one person who works. It is really too bad that they don't take their part in the advancement of the world and leave the labour of mathematical solutions for people who would spend their time so much more usefully in experimenting.

I have got the theory of an elastic plane plate now I think, on a very simple foundation. The only result I take from the general theory of an elastic solid is that the couples of forces required to bend a plate depend solely on the curvature, provided the displacement is at no point more than an infinitely small fraction of the thickness. Hence if k, λ, ω , be components of curvature, such that [339]

$$z = \frac{1}{2} \{ k(x^2 + y^2) + \lambda(x^2 - y^2) + 2\omega xy \}$$

is the equation expressing the deflection, the potential energy of the elastic force developed as a homogenous quadratic function of k, λ, ω , multiplied into the area of the plate. In the case of equal flexibility in all directions (which isotropy belongs) this function must be of the simple form $Ak^2 + B(\lambda^2 + \omega^2)$. The value of B/A depends of course on the relation between the elasticity of form and the elasticity of volume, when the substance is isotropic.

It is easy from this to get both the equation for the flexure throughout a plate subjected to any forces, and the two equations expressing the conditions at the boundary.

If you see Kirchof will you ask him (unless you remember it) what his experiments give for (according to Cauchy's notation) for his two metals? It would be convenient to me to know now, but I should otherwise scarcely be able to find out till I get home. My wife desires me to say that she would be much obliged by your letting us know if there are any good published duets for the pianoforte and the harmonium. Her sister wishes to play along with Mrs. Alex' Crum¹⁰², who has got a harmonium.

⁹⁷ Der Brief ist teilweise und mit kleinen Änderungen abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 432 f.

⁹⁸ Gustav Robert Kirchhoff, Ueber die Schwingungen einer kreisförmigen elastischen Scheibe, Poggendorffs Annalen 81 (1850), S. 258–264.

⁹⁹ Sophie Germain (1776–1831), französische Mathematikerin.

¹⁰⁰ Siméon Denis Poisson (1781–1840), französischer Mathematiker.

¹⁰¹ Arthur Cayley (1821–1895), englischer Mathematiker und Astrophysiker in Cambridge. Er gehörte mit George Boole (1815–1864) und Janies Joseph Sylvester (1814–1897) der britischen algebraischen Schule an, die die Invariantentheorie stark ausbaute.

¹⁰² 1871 traf Helmholtz mit dem Schwager von Kelvin, Professor Alexander Crum-Brown auf der Yacht von Kelvin, der „Lalla Rookh“ zusammen. Das war ein großer, behaglich eingerichteter Zweimaster, auf dem Kelvin viel Zeit verbrachte.

I hope you will not forget the promise you kindly made to order your apparatus of tuning forks, and a harmonic syren, for me. If any improvement in either occurs to you do not hesitate on account of expense, to have it introduced. Shall I be able to have either or both by November? I should be glad at all events to have them if possible before the end of the year, so that I may be able to use them for my lectures this session.

We hope your little boy is getting better. My wife joins me in kind regards to yourself and Mrs. Helmholtz.

Yours always truly
W Thomson

P. S. We have a great deal of amusement talking with people of all nations here. Germans, Russians, Poles and English; no French or Prussians. The last are much abused by the first.

[340]

25¹⁰³

Auchincan, Largs, by Greenock,
Oct 10, 1864

My dear Helmholtz

I was asked to introduce a young lady, Miss Thomson, to you, but I should have been unwilling to do so had this implied a personal introduction, as I am sure, in so favourite a resort as Heidelberg, personal introductions must often be annoying. But if you will kindly allow Miss Thomson to refer to you, for what you know of her now through me, and mention her care to any friends who might have occasion for her services as a teacher, you might do her much good.

Some years ago her father was a very rich man, and she was brought up with no idea that she should ever have to work for her bread. But he lost his money, and she has excited much interest and sympathy among her friends by the manner in which she has borne the reverse. She has applied herself with great energy and perseverance to qualify herself to act as a teacher, and she is now anxious to try if she can succeed in Heidelberg, where she has been living for some time in the house of a Major Dittmar (I think this is the name) She is no relation of mine, although of the same name, and my own acquaintance with her is very slight, but I have been asked to write to you by friends who have complete knowledge of her circumstances.

I hope you have had pleasant tour in the Tyrol. We are anxious to hear how your little boy is when you next write.

We have been in Arran since our return from Germany till a few days ago, and remain here till November when the College session commences. The book has been dragging its slow length along – more slowly than you could conceive. Still I hope by Christmas to be able to send you a volume of 700 pages.

Mrs. Thomson joins with me in kind regards to yourself and Mrs. Helmholtz and I remain
Yours always truly W Thomson [341]

¹⁰³ Ein kleiner Ausschnitt dieses Briefes ist enthalten in: Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 3, p. 433 f.

Heidelberg. 24. Novb. 1866

Bester Freund

ich sende Ihnen meine besten Glückwünsche zu den wohlverdienten Ehren und Anerkennungen, die Ihnen in letzter Zeit zu Theil geworden sind¹⁰⁵, und die mir herzliche Freude gemacht haben nicht bloß um meiner Freundschaft für Sie willen, sondern auch, weil sie einigermaßen der physikalischen Wissenschaft gelten, die hier wieder einmal einen ihrer grossen practischen Triumphe gefeiert hat, und die durch Sie den Leuten einmal wieder gezeigt hat, dass die blosser practische Routine doch nicht in allen Fällen genügend ist. Und ich denke, da Sie sich dessen bewusst sein müssen, dass die äussere Ehre und Anerkennung, die Ihnen zu Theil geworden ist, in jeder Beziehung wohlverdient war, so wird sie Ihnen auch Freude machen.

Ich bin leider lange nicht dazu gekommen, Ihnen zu schreiben. Es war eine unruhige Zeit, und ich selbst war sehr in Anspruch genommen. Meine Hauptarbeit hat darin bestanden, mein Buch über Physiologische Optik endlich fertig zu machen. Ich bin jetzt glücklicherweise beim Druck der letzten beiden Bogen angekommen, und hoffe Ihnen in den nächsten Wochen ein Exemplar der letzten Abtheilung zusenden zu können. Ich habe an diesem Buche, welches ich vor 10 Jahren zu arbeiten anfang, gesehen, wie langsam die Arbeit geht, wenn man über jede Einzelheit sich ein selbständiges Urtheil bilden will, und kann mir darnach erklären, warum Ihr und Tait's Buch über Physik noch nicht erschienen ist, von dem Sie mir doch bei meinem letzten Besuche in Glasgow eine ganze Reihe von Bogen zeigten. Hoffentlich wird es bald herausgegeben werden, gerade nach einen solchen Buche, wie das Ihrige sein wird, ist bei allen, die sich mit mathematischer Physik beschäftigen ein dringendes Bedürfniss.

Wir haben während der ganzen Zeit, wo ich Sie nicht gesehen habe, viel Noth mit unserem kleinen lahmen Robert gehabt. Er hat zweimal je zwei Monate hindurch in einen Gypsverband nach gewalt-samer Streckung des Beines liegen müssen, ohne dass dies etwas geholfen hätte. Es kam zuletzt doch zur Eiterung im Gelenk, und im Januar die-[342]ses Jahres musste der Abscess geöffnet werden. Der Knabe kam durch die starke Eiterung, die bis in den August hinein dauerte so von Kräften, dass wir alle Hoffnung auf seine Erhaltung verloren hatten. Jetzt hat er sich aber wieder erholt, ist munter und kräftig; aber freilich kann er sein krankes Bein noch gar nicht gebrauchen, und sich nur kriechend an der Erde fortbewegen.

Mit den Kriegsereignissen dieses Sommers¹⁰⁶ sind wir nicht in allzu nahe Berührung gekommen, einige Einquartierung von beiden Heeren ausgenommen. Es war aber natürlich eine unruhige Zeit grosser politischer Aufregung, weil die Sympathien für die beiden Seiten überall sehr getheilt waren, und sehr heftig aneinander stiessen. Ich selbst war auf der Seite meines Geburtslandes Preussen, und wenn ich auch keineswegs alles billigen konnte, was von jener Seite geschah, so habe ich mich doch über den Erfolg gefreut, der immerhin ein Fortschritt zum Besseren in unseren verwirrten deutschen Zuständen ist, und schliesslich war die preussische Einquartierung, die wir zuletzt hatten besser zu ertragen, als die befreundete bayrische, mit der wir anfangs beglückt wurden.

¹⁰⁴ Glasgow H 17.

¹⁰⁵ 1866 wurde Thomson für seine Verdienste um die Kabelverlegung geadelt (Knight Bachelor) und konnte sich nun „Sir“ nennen. Außerdem erhielt er einen Ehrendoktor an der Oxford und an der Cambridge University. Glasgow ehrte ihn mit „Freedom of the City of Glasgow“.

¹⁰⁶ Es handelt sich um den preussisch-österreichischen Krieg, der um die Verwaltung der Herzogtümer Schleswig und Holstein entbrannt war. Am 9. Juni 1866 rückten preussische Truppen in das österreichisch verwaltete Holstein ein. Der Bundestag bestätigte auf Antrag Österreichs, auf dessen Seite die größeren Bundesstaaten, standen, die Mobilisierung von Armeekorps. In Böhmen, am Main und in Italien wurde gekämpft. Preussische Truppen fielen in Hannover, Kurhessen und Sachsen ein. Nach der Entscheidungsschlacht von Königgrätz am 3.7.1866 wurde am 26.7. der Vorfriede von Nikolsburg geschlossen und am 23.8. in Prag der Friedensvertrag unterzeichnet. Damit war der Kampf um die Vorherrschaft in Deutschland zu Gunsten von Preußen entschieden. Österreich stimmte der Auflösung des Deutschen Bundes und den preussischen Annexionen in Norddeutschland zu.

Wissen Sie, dass auch Professor Kirchhoff seit dem März dieses Jahres lahm ist; er machte einen falschen Tritt auf der Treppe seiner Wohnung, quetschte sich dabei das Fussgelenk, musste ein halbes Jahr liegen, ohne einen Schritt gehen zu können, und kann auch jetzt nur erst kleine Strecken gehen. Übrigens hat er sich endlich nach der letzten von Ihnen gegebenen Beschreibung ein Divided Ring Electrometer gebaut, und ist entzückt über die Leistungen des Instruments, und seit mehreren Wochen schon fortdauernd damit beschäftigt. Dazu kommen jetzt die neuen von Holtz¹⁰⁷ construirten Electrisirmaschinen, welche [343] einen grossen Ruhmkorffschen Inductionsapparate¹⁰⁸ ähnlich wirken, (Sie werden die Beschreibung in Poggendorffs Annalen gesehen haben) und wirklich ganz fabelhafte Wirkungen geben.

Miss Janet Thomson, die Sie mir empfohlen hatten, war meiner Frau eine liebe Freundin geworden; wir haben sie alle sehr gern gehabt, und ihren Fortgang von Heidelberg sehr bedauert, namentlich da sie sich hier durch ihre Energie und Liebenswürdigkeit eigentlich schon eine recht angenehme Stellung gemacht hatte, und wie es schien, nicht eben bessere zu Hause zu finden erwarten mochte.

Mit grossem Bedauern haben wir den Tod Ihrer liebenswürdigen jüngsten Schwägerinn erfahren. Ich hatte sie das letzte Mal in Glasgow so viel kräftiger aussehend als früher gefunden, dass ich ihr Leiden damals für ganz gehoben hielt, und durch die Trauerbotschaft recht erschreckt wurde.

Meine und meiner Frau beste Grüsse und Glückwünsche an Lady Thomson. Behalten Sie in guten Andenken

Ihren treuen
H. Helmholtz

27¹⁰⁹

Glasgow College, Jan 22, 1867

My dear Helmholtz

I have allowed too long a time to pass without thanking you for your kind letter. I need scarcely tell you that your congratulations were most acceptable, and highly valued. It has been very satisfactory to all concerned in it to have succeeded at last so completely, and above all, to have raised and completed the cable of last year.

From the beginning of this session I have been hard at work on various matters which I had to set aside on account of the Atlantic. Among other things, the book by Tait and myself has suffered great delay. The last sheets are now in the printers hand, and a few weeks at most will I think bring it out. This however is only the first volume and [344] we estimate about four, so I daresay we may be at work on it all our lives. A second volume however to include vibrations (elastic solids & fluids), waves, tides, and fluid motion generally, will I hope come out in a much shorter time than we have spent on the first volume. I have worked out a great deal for it, about waves with friction, tides (on which I spent many a day on board the Great Eastern when we were waiting for weather, or making passages) and general dynamics. A great deal is to be done about the tides, and I believe observations may be reduced so as to give results that have not yet been worked out.

Just now however, Wirbelbewegungen¹¹⁰ have displaced every thing else, since a few days ago Tait showed me in Edinburgh a magnificent way of producing them.

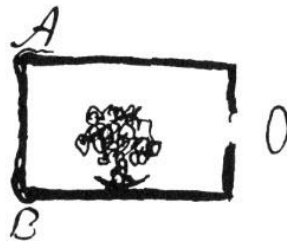
Take one side (or the lid) off a box (any old packing box will serve) and cut a large hole in the opposite side.

¹⁰⁷ Wilhelm Holtz (1836–1913) hatte Influenzmaschinen zur Erzeugung von elektrischem Strom konstruiert, wobei unbelegte Glasscheiben rotierten.

¹⁰⁸ Der deutsche Mechaniker Heinrich Daniel Ruhmkorff (1803–1877) konstruierte 1851 einen Funkeninduktor. Mit einem solchen stellte auch der Entdecker der elektromagnetischen Wellen und Schüler von Helmholtz Heinrich Rudolf Hertz (1857–1894) nach 1885 an der Technischen Hochschule in Kassel Versuche an.

¹⁰⁹ Der Brief ist abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 513 ff. Der letzte Satz fehlt. Thomson hatte ihn über die Anrede geschrieben.

¹¹⁰ Vgl. Abschn. 4.2.

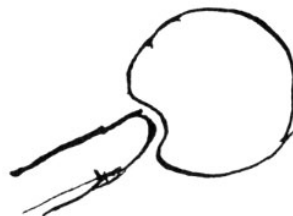


Stop the open side AB loosely with a piece of cloth, and strike the middle of the cloth with your hand. If you leave anything smoking in the box, you will see a magnificent ring shot out by every blow. A piece of burning phosphorus gives very good smoke for the purpose; but I think nitric acid with pieces of zinc, thrown into it, in the bottom of the box, and cloth wet with ammonia, or a large open dish of ammonia beside it will answer better. The nitrite of ammonia makes fine white clouds in the air, which I think will be less pungent and disagreeable than the smoke from the phosphorus. We sometimes can make one ring shoot through another, illustrating perfectly your description, when one ring passes near another each is much disturbed and is seen in a state of violent vibration for a few seconds till it settles again into its circular form. The accuracy of the circular form of the whole ring, and the fineness and roundness of the section are beautifully seen. If you try it you will [345] easily make rings of a foot in diameter and an inch or so in section and be able to follow them and see the constituent rotatory motion. The vibrations make a beautiful subject for mathematical work. The solution for the longitudinal vibration of a straight vortex column comes out easily enough.

The absolute permanence of the rotation and the unchangeable relation you have proved between it and the portion of the fluid once acquiring such motion, in a perfect fluid, shows that if there is a perfect fluid all through space, constituting the substance of all matter, a vortex ring would be as permanent as the solid hard atoms assumed by Lucretius and his followers (and predecessors) to account for the permanent properties of bodies (as gold, lead, etc.) & the differences of their characters. Thus if two vortex rings



were once created, in a perfect fluid, passing through one another like links of a chain they never could come into collision, or break one another, they would form an indestructible atom. Every variety of combinations might exist. Thus a long chain of vortex rings, or three rings each running through each of the other would give each very characteristic reactions upon other such kinetic atoms. I am as yet a good deal puzzled as to what two vortex rings through one another would do: (how each would move & how its shape would be influenced by the other). By experiment I find that a single vortex ring is immediately broken up and destroyed in air by enclosing it in a ring made by one's fingers, and cutting it through. But a single finger held before it,



[346] as it approaches very often does not cut it & break it up but merely causes an indentation as it passes the obstacle, and a few vibrations after it is clear.

Have you seen notices of Le Roux's recent work (Comptes rendus) on thermoelectricity? I have had some interesting letters from him, and he has sent me proofs of a paper for the Annales de Chemie, in which he confirms my results as to electric convection of heat, & makes a beginning of absolute

measurements of the Peltier effect¹¹¹ which promise to be very important. He tells me that hitherto no one in France would believe in the „Electric Convection of Heat“!

We have been much interested in the personal matters of your letter. I hope you will have improving accounts to give of the little boy's health. We were very sorry to hear of the accident to Kirchhoff.¹¹² My own experience allows me to thoroughly sympathise with him¹¹³, and I hope he is now much less lame than I am. I have had a letter today from Roscoe¹¹⁴ asking on his account about glass to hold an electric charge for electrometers, which I shall attend to immediatly. The common „flintglass“¹¹⁵ made in Glasgow answers very well. It very rarely happens that a jar made of it does not hold well enough, and many of them hold so well that they do not lose 1 per cent in a day.

I have made improvements in the divided ring electrometer and can now show directly, (without condenser, or other multiplication of effect) differences of potential as small as 1/500 of that produced by a single cell of Daniell's. A severe frost we have first had has allowed me to test (roughly) the conductive and electrolytic quality of ice, and I have found that zinc and copper separated by hard frozen ice act quite as a zinc-water-copper cell when tested by the electrometer. But the effect was quite manifest on an ordinary galvanometer, and indicated a resist-[347]ance of about $120\,000 \times 10^7$ metre/seconds in a cell consisting of a few square inches of zinc separated by ice from copper



the ice being hard frozen all round the zinc. I don't know whether others have made such experiments, but electrolytic action through a solid is a new idea to me.

My wife has suffered so much from the cold of our Glasgow winter that she has been obliged to take refuge in a milder climate, and is now at Torquay, having found much benefit from spending part of last winter there. I am going there tomorrow, having „holidays“ for three days, but except such occasional visits I am alone in the college this session. The loss of her younger sister has been as you may conceive, a great distress.

When are we to see you again in this country? If you make a journey to see the Paris exhibition¹¹⁶ I hope you will extend it a little farther and let us have an opportunity of meeting. I am fixed here till the beginning of May and after that I shall probably be somewhere in the south of England for a time, but as we have given up our house in Arran I don't know where we shall spend the summer, but where ever we are it would always be a great pleasure to meet you.

With kind regards to Mme. Helmholtz and yourself in which my wife would join if she were here I remain

Yours always truly
William Thomson

Tait is very anxious to know how St Jean de Lur comes to be stamped on your envelope. Our united knowledge of geography gives us no clue. [348]

¹¹¹ Nach dem französischen Physiker Jean Charles Athanase Peltier (1785–1846), der vor seinen naturwissenschaftlichen Studien Uhrmacher war, benannter Effekt der Thermoelektrizität als Umkehrung des Thermoeffekts. Beim Fließen eines Stroms durch einen Leiter mit zwei an den Enden verlöteten Drähten verschiedenen Materials erwärmt sich die eine Lötstelle und die andere kühlt sich ab.

¹¹² Im Gegensatz zu früheren Briefen, in denen er Kirchof schrieb, benutzt er nun die richtige deutsche Schreibweise. Kirchhoff hatte einen schweren Sturz und konnte lange nicht richtig gehen.

¹¹³ Thomson spielt auf seinen eigenen Beinbruch an.

¹¹⁴ Henry Enfield Roscoe (1833–1915) führte mit Bunsen gemeinsam photochemische Untersuchungen durch.

¹¹⁵ Flintglas gehört zu den optischen Gläsern, die durch ihre Lichtbrechung gekennzeichnet sind und aus besonders reinen Rohstoffen hergestellt werden.

¹¹⁶ 1867 fand in Paris die 4. Weltausstellung statt. Sie hatte 8,7 Millionen Besucher.

28¹¹⁷

Kissingen
July 24, 1868

My dear Helmholtz

Many thanks for your kind letter of die 20th which reached me here on the afternoon of the 22nd. I waited all yesterday expecting a telegram to summon me to London, but it did not come till this morning and is to the effect that I am to wait till I hear again. Ever since we came here my plans have been very uncertain on account of important business by which I may be called home at any moment or else I should have written sooner to you. If I am called away just now, I shall try to see you at Heidelberg either on my way to London or returning here. If I am not called to London (which I now hope may be the case) we shall remain probably a fortnight longer in Germany and in any case I shall make a point of trying to see you in Heidelberg.

My wife has been feeling much better, and able to walk more, since she came here, and it seems as if she has derived real benefit from the waters.

It is very kind of you to propose coming to see us here, and I am sorry you are engaged these next two Sundays, as I am afraid we shall leave before the 12th.

All my spare time is now spent on „Wirbel-bewegung“ and these will be a great deal to say on that and other matters, which I must keep till we meet.

My wife joins me in kind regards and I remain
Yours always truly
William Thomson

[349]

29¹¹⁸

Largs by Greenock
Sep 3, 1868

My dear Helmholtz¹¹⁹

I don't like to trouble you now when I suppose you are taking your holiday in Switzerland and would rather not be pursued by letters. But there is a question of much importance to us just now and if you can give us any light on it I shall be greatly obliged by a line in reply. It is who is the best oculist in Berlin, London, or elsewhere? I don't know if you have had occasion to form any opinion as to the merits of the practitioners in this branch of medicine, but if you have we should consider it a great kindness if you would let me know. It is for my brother-in-law, Walter Crum, who about two months ago in India was attacked with a severe inflammation, which even threatened permanent blindness of one or both eyes. Four doctors in Bombay who were consulted agreed, after examination, that it was an inflammation behind the eyeball. He suffered great pain, but after about three weeks and much leeching and other treatment was much better as he has told us by telegraph. The doctors there wished him to come home, partly to consult oculists in Europe, and partly or chiefly to get into a safer climate. By the telegram we learned that he was so much better as to be able to undertake the journey, and he is probably now on his way home, and to reach Marseilles before the end of this month. An oculist of great name at Berlin was recommended, and he is probably to go there before coming to England. But we have heard of a London oculist Bowman¹²⁰ (or ? Baumann ?) who is said by some medical men here to stand as high as any oculist in Europe. If you chance to know of these men or others

¹¹⁷ Der Brief ist mit kleinen Änderungen abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 526 f.

¹¹⁸ Der Brief ist nur in Teilen enthalten in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 527 f.

¹¹⁹ Bisher schrieb Thomson immer „Helmholtz“, von diesem Brief an benutzte er die richtige Schreibweise des Namens.

¹²⁰ Sir William Bowman (1816–1892), englischer Anatom und Physiologe, der dann in London als Augenarzt praktizierte.

whatever you can tell would help us to decide. The illness seems to have been produced by selecting cotton under exposure to the sun.

I had intended to write to you regarding your paper on the discontinuity of fluid motion¹²¹, and suggest that friction at the place of rapid [350] motion, or tendency to rapid motion, close to the edge, may, rather than the avoidance of negative pressure, be the determining cause of the slipping. Consider instead of a perfect edge of an infinitely thin plate, (which does not exist in nature) a plate or tube finite thickness with a regularly rounded lip.



If the slipping which you investigate depends on avoidance of negative pressure it should commence at A, or at A'¹²², according to less or greater pressure in the undisturbed fluid. But would it be so? I suspect that if the experiment were tried in a liquid under greater or less pressure, little or no difference would be found in the locality where the slipping commences. Is it not possible that the real cause of the formation of a vortex sheet AA'S may be viscosity, which exists in every real liquid, and that the ideal case of a perfect liquid, perfect edge, and infinitely thin vortex sheet may be looked upon as a limiting case of more & more perfect fluid, finer and finer edge of solid, and consequently thinner and thinner vortex sheet. I am afraid I have not made this very clear, but some time when you may be inclined to think of these subjects I should be glad to hear from you about it or to explain if I can better what I mean. I am very busy now writing a paper on vortex motion for the R.S.E. which will soon be printed. I hope you have been getting much benefit from the mountain air. My wife desires to be most kindly remembered.

Yours always truly W Thomson

Write to tue in German if you please, but roman characters!)

[351]

30¹²³

Engelberg 10. Septb. 1868

Verehrter Freund

was die Frage wegen der Augenärzte betrifft, so giebt es drei, welche ziemlich gleich hoch in ersten Range stehen, Graefe in Berlin¹²⁴ Bowman in London und Donders in Utrecht¹²⁵. Letzterer giebt gegenwärtig aber nur Consultationen und lässt die dauernde Behandlung durch den allerdings auch sehr geschickten Dr. van Snellen ausführen.

Dr. v. Graefe, der allerdings als derjenige zu nennen ist, der den ersten Anstoss zu der neueren wissenschaftlichen Entwicklung der Ophthalmologie gegeben hat, wird gegenwärtig nicht in Berlin sein. Er pflegt sich während des Monats October in Paris aufzuhalten (Hotel de Bade an den Boulevards) wo er Patienten empfängt. Indessen glaube ich, dass für einen Fall, wie der Ihres Schwagers ist, Dr. Bowman in London eben so zuverlässig sein wird, als Graefe, ja vielleicht, dergleichen durch

¹²¹ Hermann Helmholtz, Ueber discontinuirliche Flüssigkeits-Bewegungen, Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königl. Preuß. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1868, S. 215–228.

¹²² Thompson setzt in Klammern erläuternd ein: „at edge or bottom of the lip“, da er die zugehörige Zeichnung im Original nicht mit abdruckt.

¹²³ Glasgow H 18.

¹²⁴ Albrecht von Grafe (1828–1870) wirkte als Ophthalmologe in Berlin. Er reformierte die Augenheilkunde in Deutschland und nutzte als erster den von Helmholtz entwickelten Augenspiegel in der Praxis.

¹²⁵ Frans Cornelius Donders (1818–1889), niederländischer Anatom, Physiologe und Ophthalmologe, wirkte als Professor in Utrecht und war mit Helmholtz befreundet.

tropische Sonne erzeugte Krankheiten eher in grösserer Anzahl gesehen haben wird, als jener. Er ist F.R.S.¹²⁶; Sie werden seine Wohnung oder Geschäftslocal (welches nahe bei der Royal Institution ist) aus den Philosophical Transactions, List of Fellows, ersehen können.

Was die Discontinuität der Flüssigkeiten betrifft, so ist unverkennbar, dass in allen wirklichen Flüssigkeiten die Reibung überall da sich vorzüglich geltend machen muss, wo Discontinuität eingetreten ist, und dass die Reibung überall diese aufzuheben streben muss. Aber eben weil das letztere der Fall ist, und weil Discontinuität auch in einem idealen Fluidum ohne Reibung zu Stande kommen muss, kann man, wie ich meine, die Reibung nicht als Ursache dieser Bewegungsformen ansehen. Sie müssen sich nur nicht die „avoidance of negative pressure“ wie einen horror vacui vorstellen; sondern so bald an einer Stelle der Druck gleich Null wird, so wird er auch diskontinuierlich und bringt discontinuirliche Flüssigkeitsbewegungen hervor. Reibung wird aber allerdings wohl meistens bewirken, dass der Druck niemals absolut bis Null [352] kommen kann, sondern schon vorher sich eine sehr dünne wirbelnde Schicht bildet.

Was mich bei meiner Arbeit hauptsächlich interessierte, war, dass man so eine der Wirklichkeit sehr nahe kommende mathematische Darstellung einer grossen Klasse von Flüssigkeitsbewegungen erhält, ohne dass man die Reibung zu berücksichtigen braucht.

Was Ihre Frage über den Ort des ersten Zerreisens betrifft, so wird der in jedem Gefässe doch ein bestimmter sein müssen, da die Geschwindigkeit der Flüssigkeit sich jedenfalls unter nur allmählig steigern kann, wenn nicht unendlich grosse Kräfte auf sie einwirken. Dieser Ort des ersten Zerreisens wird aber nicht nothwendig derselbe sein, wo das Zerreißen stattfindet, wenn es später zu einem stationären Strome kommt. Letzteres wird freilich auch wieder nur unter Einfluss der Reibung geschehen können, weil ohne einen solchen der Anfangszustand in alle Ewigkeit fortwirken muss. Ich glaube deshalb nicht, dass es möglich sein wird, durch das Experiment über diese Fragen zu entscheiden. – Übrigens ist noch eine Lücke in meiner Untersuchung, die ich noch nicht auszufüllen wusste; die Frage nämlich, ob nur eine stationäre Trennungsfäche bei der Ausströmung aus einem Gefässe von bestimmter Form möglich ist, oder mehrere.

Beste Grüsse Ihrer Gemahlinn, hoffentlich wissen unsere Ophthalmologen guten Rath für Ihren Herrn Schwager

Ihr H. Helmholtz

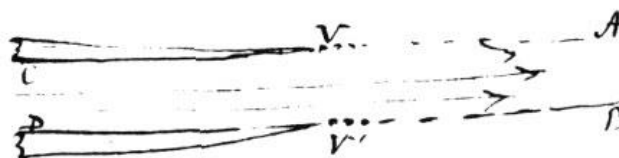
31¹²⁷

London
Oct 3, 1868

My dear Helmholtz

By your letter of the 29th to Tait which he has sent me here I see that you have get back to Heidelberg, and I therefore don't delay longer to write to you about the possibility of the institution of a motion in solving the slipping of one surface on another in a perfect fluid.

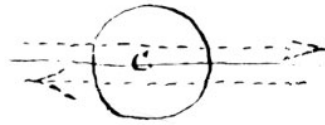
Let the circle represent a spherical surface remaining fixed, [353]



¹²⁶ Fellow of the Royal Society.

¹²⁷ Cambridge H 71. Im Katalog wird das Manuskript als Brief von Helmholtz an Kelvin geführt. Der Brief befindet sich im Archiv der Cambridge University. Da er nicht zu Ende geführt wurde, war er eventuell unter den Papieren von Thomson und gelangte so ins Archiv, ohne daß er beendet und abgeschickt wurde. Der Brief ist außerdem außerordentlich schlecht zu entziffern.

with its centre in a surface of slipping, and let the arrow heads represent velocities relative to that of the fluid through C. Such a state of things (Bertrand's¹²⁸ *dummheiten*¹²⁹ notwithstanding) implies moment of momentum of the matter within the spherical surface, round an axis through a perpendicular to the paper. But it is clear that the shipping must originate in vortices generated through viscosity close to the edge of the orifice, or to whatever place in any case there would be very great velocity, or infinite velocity, if the fluid were perfect. A close succession which ring vortices $v v'$ forms a thick glass cylinder.



The more nearly perfect the liquid is the smaller will there be in section and the thinner will be the vortex cylinder. Thus a very nearly frictionless fluid, flowing out through a tube with very deep edge as shown in the sketch will very soon after the commencement of the motion come flow very nearly in a continuous cylinder (to be a solid bar) through the tube and surrounding fluid at rest.

But suppose the fluid to be at rest with beginning, and pressure to commence than with a fluid at rest, through what intermediate condition of motion content possibly come into the supposed state of motion? I think, we may say without further proof, through here. But farther I prove, that the moment of momentum of all the fluid matter which during fluid motion come to occupy any fixed spherical space always remains zero, if the motion of the fluid in frictionless rest, by showing [354] that the moment of momentum of the fluid that leaves it repeal to that of the fluid that extensit, in any infinite signed time dt . (This will be in my vortex paper¹³⁰ now shortly printed) This shows that in no possible way could the slipping originate in a perfect liquid, given at rest to beginning. I still think therefore that no state of motion implying this can originate by impulsive fluid pressure, since this pressure is perpendicular to the surface of the matter enclosed by the spherical surface at the instant when it acts. Instead of impulsive pressure we may consider very intense pressure for a very short time. If the time is so short that the matter which at the beginning of it is precisely spherical becomes during the time of acting of the pressure but very little attired now the spherical figure, it is still obvious that if radial fluid pressure cannot in very such short the originate the supposed state of motion. Commencing causing it to flow through the pipe. It is quite clear that the fluid pressure acting forward across the section of the pipe at CD could not push forward the whole cylinder of fluid beyond the aperture of the pipe and make it move forward as a solid cylindrical bar CDBA. But when the motion is being instituted there will be a swelling out of the vortices of the fluid cylinder not one time in the tube, because of the equality of pressure in all directions, and the want of the resistance afforded by the solid (...) tube. If therefore you watch the effects during the commencement of the motion, I think you will see an actual specimen, at first immediately, after a incube commencement of pressure something very like the theoretical determinate continuous motion of a perfect fluid, and see this gradually but quickly changig into the¹³¹ [355]

¹²⁸ Joseph Bertrand (1822–1900), Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Paris und langjähriger Sekretär, war ein bedeutender französischer Mathematiker, der sich mit theoretischer Physik und Wissenschaftsgeschichte befaßte. Seit 1862 war er Professor für mathematische Physik am Collège de France in Paris. Er hatte Einwände gegen die Gastheorie. 1887 veröffentlichte er sein Buch „Thermodynamique“.

¹²⁹ Dazu macht Thomson die Anmerkung: I don't think so much fury „hinter list“.

¹³⁰ William Thomson, On vortex motion, Edinb. Roy. Soc. Trans. XXV, pp. 217–260, 1869.

¹³¹ Der Brief bricht hier ab.

Largs Ayrshire
Jan 23, 1870

My dear Helmholtz

I have long been wishing to write to you, but have experienced more than the usual difficulty every day in getting through what will not admit of putting off to next day. I now write at the request of Tait, to ask you to allow proofs of a German translation of our Vol. I. to be sent to you, and that you will dip into them here and there, reading carefully passages in which terms are introduced requiring sanction as innovations in German. If you do this you will, I trust, allow your name to be involved in the Preface as sanctioning those of the proposed innovations to which you consent.

Your time is no doubt quite as much occupied as my own, and I am quite aware how great a favour I am asking, in asking you even to look into the proofs occasionally. I therefore attempt no apology to make it look less.

We are living this winter at Largs, and I go up to Glasgow only twice a week to lecture, having obtained leave from the „Senat“ to employ an assistant to do the greater part of my work there.

Last winter my wife was in Edinburgh under care of Dr. Matthews Duncan, who took a very grave view of her illness when we went to consult him at the beginning of November. He would then express no decided opinion, and said he could not decide in his own mind. After some severe treatment he wished her to go to Torquay for a time, in spring. We came back to Edinburgh in May, and were then told that no recovery could be hoped for, and that there was no prospect but of pain and increasing weakness. She has kept up better, and is now able for more than we could then expect; but she has had much suffering, and it is only her own brave spirit that keep her from altogether succumbing. Before the winter weather came on we made a little tour in the Highlands – Loch Lomond, the Trosachs and the places described in „Rob [356] Roy“¹³³. Even now she has a drive in an open carriage every day. She would be quite a prisoner in the house if we were settled in „the College“ for the winter; and in the smoky atmosphere, there she could not possibly have had so much of health as here. I therefore resolved rather to resign my professorship than undertake the full duty this session; but the proposal I made to employ an assistant was assented to most readily, and as I have been so fortunate as to get a very able man to act in this capacity, the students are not losing by the arrangement.

I hope you have now received a second instalment of my paper on „Vortex Motion“. Some rough proofs which preceded it may be put in the fire when you please. I am trying to go on with it, and have a good deal of matter ready to be written out, but I am able (as you may readily conceive) for but little work of that kind now even if had more time for it than the rare snatches which alone me available. I am doing besides what I can to finish a refruit of all my electrical papers which has stuck about p 250 (or near the middle) since last March.¹³⁴

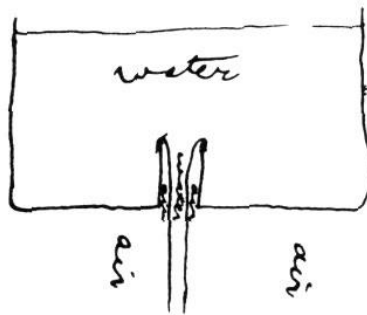
The information you gave me about oculists was very useful to my brother in-law. He went to Paris to consult Graefe and has also had advice in London. His eyes are both very useful now and one of them perfectly recovered or nearly so; but great care is still necessary. It is not fixed whether he goes back to India or not: but he probably goes there in about 9 months.

Have you remarked that your solution for the flow of a liquid out of a wide space into the narrow space between two parallel plans, is precicely the solution which stationary water takes the place of air.

¹³² Zwei kleine Absätze dieses langen Briefes, der zur Arbeit über „Vortex Motion“ und der über die Entscheidung zwischen Bonn und Heidelberg und die Wahl der Pariser Akademie sind abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 3, p. 527 f.

¹³³ Sir Walter Scott (1771–1832), schottischer Romancier, befaßte sich in seinen historischen Romanen auch mit der Geschichte Schottlands. Dazu gehört der Roman „Rob Roy“, der 1818 erschien.

¹³⁴ William Thomson, *Reprint of Papers on Electrostatics and Magnetism*, London 1872.



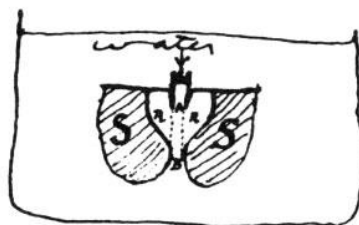
[357] He¹³⁵ has never published this; nor has he published more than some slight notices of his practical results and methods for ganging the flow of rivers etc. I am urging him to bring out a book on practical Hydraulics. All that is given in even the best books on engineering on such subjects as the above is very bad – false theory and poor (when not absolutely false) practical rules.

As to the objection I formerly made to your way of introducing the discontinuity in the motion of a continuous fluid, by attributing it to negative pressure which is avoided through it, I cannot see reason to change my views.¹³⁶

For instance I still cannot quite assert to your sentence (p 218)¹³⁷ „Aber sowie der Druck den Werthen Null überschreiten und negativ werden sollte, wird eine discontinuirliche Veränderung der Dichtigkeit eintreten; die Flüssigkeit wird auseinanderreißen“; nor, again to (pp 225) „Electrizität und Wärme können so strömen; tropfbare Flüssigkeit muss aber zerreißen.“ Infinite electric force; infinite intensity of current; infinite flux of heat; infinitely (...) variation from point to point, of any of these elements: are all unrealizable ideas for various reasons. It is of course true, and well worthy of remark, that practically it is very difficult, or nearly impossible, to even approximate to such „strömen“ as you refer to, in the flow of water or other real fluids: whereas it may be very approximately realized in electric or thermal subjects. But there is not any impossibility of its being absolutely realized in the ideal case of an absolutely incompressible frictionless liquid, contained in rigid closed vessel which it completely fills. I still believe that the true physical explanation of the phenomena to which your theory is applicable, is in the intense friction in the neighborhood of the edge. The motion that your analysis expresses in one case, and that you describe generally, could not originate in a perfect liquid (i. e. frictionless homogeneous incompressible fluid) initially at rest: and if a perfect liquid were given in such a state of motion this motion could not be stable (this easily enough proved decisively, and clearly as to consequences of the instability.)

[358] The rigorously exact performance of such motion, which is possible but instable in a frictionless liquid is impossible in a real fluid: but an approximately exact performance of it is possible and stable, deviation from it being continually corrected by the carrying forward of vortices generated through intense friction at the edge, in real fluids.

To take a realizable illustration imagine a cylinder fitted with a piston and having its lower edge sharpened to be placed under a finite mass of water in an open vessel.

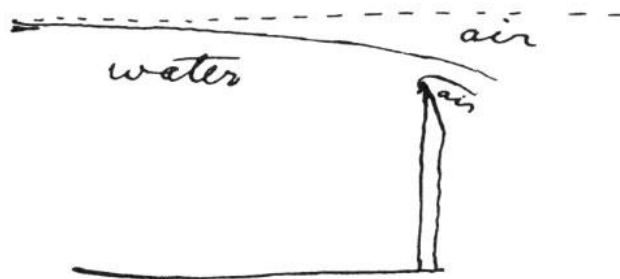


¹³⁵ Kelvin bezieht sich hier auf die Diskussionen mit seinem Bruder James Thomson (1822–1892), der sich als Ingenieurwissenschaftler mit den praktischen Problemen der Hydraulik beschäftigte.

¹³⁶ Thomson 29.

¹³⁷ Bei den folgenden Zitaten bezieht sich Kelvin auf die Arbeit: Hermann Helmholtz, Ueber discontinuirliche Flüssigkeits-Bewegungen, vgl. FN 121, 1868, S. 215–228.

With or without the funnel shaped vessel with the thick solid side, SS and the lower lip rounded as shown in the sketch, your solution will be that the water, when the piston is moved down will move down in a cylindric column slipping through the surrounding liquid. But I say this motion cannot originate from rest, except by aid of friction. For if the piston is suddenly pushed down the initial motion cannot be other than the one determinate motion for which the kinetic energy is a minimum (Thomson & Tait p 317 Eng) which is for the emptying of a cistern through a long narrow horizontal slit in its bottom guarded on each side by an infinitely thin vertical wall? The height of these walls must be great in comparison with the breadth of the slit; and the depth of the liquid must be great in comparison with the height of the walls, to render the approximation of your solution close to the actual case. Your solution makes what in the old imperfect theory is called the „vena contracta“ be just half of the area of the aperture; and gives the rate of emptying accordingly. My brother (James Thomson) had, [359]



with reference to his problems of practical hydraulics, especially the flow of water (out of a milldam for instance) over the edge of a board lower than the general level, concluded, from the same reason as that which you assign for your „discontinuity“, namely the avoidance of negative pressure, that water must in flowing along a solid, leave contact with the solid at any place where, if it continued in contact, the curvature of its stream lines would be infinite. He had inferred that in the case represented by the preceding sketch, (and by the annexed sketch on a metrified scale)



the free surface of the water when it leaves contact with the solid lip, is vertical, so that the water in that part shoots vertically upwards. That is to say his condition for water – air – solid is the same as yours for cases [360] in throughout irrotational. This is really the practical solution for the initial motion of real water, however sharp the edge is, except in the immediate neighborhood of the edge, when very sharp. But the extreme disturbance in this neighbourhood gives rise to vortices which are carried forward and quickly (in the course of a few seconds or ever less when the dimensions are such as those of an ordinary bath) give rise to the state of motion, which you describe as practically observable. Consider again a frictionless liquid, given in motion, according to your solution for such a case as the preceding sketch represents. Let now the velocity of the piston be increased. The first effect

cannot be simply to increase the velocity of the column AB: for to do this the pressure must be greater at A than at B & must diminish gradually from A to B; and this will cause the surrounding water RR, (which your solution supposes at rest) to move outwards in the upper part and inwards below. I am afraid I have wearied you with all this, but I have had it on my mind ever since I corresponded with you more than a year ago on the subject, and I cannot resist the opportunity of relieving myself of it.

I wish your conclusion had been for Bonn and Natural Philosophy because this would have brought you nearer both geographically and in community of pursuits, than Heidelberg and Physiology allow. I hope however that you are yourself satisfied in all respects. We were very glad to see that you have been at last elected to the French Institute.¹³⁸ Has Bertrand ever had the grace to confess his errors? It is clear that the verdict of his own Academy is against him. I cannot approve at all of the other election which I see reported about the same time – Mayer above Joule. Joule did & published more for the establishment and extension of thermodynamics in his two or three papers published before Mayer came on the field, than all that Mayer has done put together. I hope to have or to make an opportunity of publicly proving this some time: but my feeling is not against Mayer but for Joule; also for strict and judicious scientific reasoning and against what is so much the reverse of it [361] as Mayer's speech at Innsprück¹³⁹ reported in the *Revue de Cours scientifique*.

My wife desires to be very kindly remembered to you and Mrs. Helmholtz. We hope that you have good accounts to give of health as to all your family. Believe me

Yours always truly
William Thomson

Remember me kindly to Kirchof & Bunsen. I hope the former is now quite strong again.

33

Largs
Ayrshire
Feb 20, 1870

My dear Helmholtz

We have now received 32 pages of Wertheim's translation of our book.¹⁴⁰ Tait has had some correspondence about two or three of the words which seem to have presented difficulty, and he asks me to write to you for assistance.

Rate, a very common and well understood English word, has been left untranslated. Thus in § 5 (Defining curvature) „... so ändert sich die Bewegungsrichtung von Punkt zu Punkt, und die Rate dieser Änderung, in Beziehung auf die Längeneinheit der Curve genommen, wird Krümmung genannt.“

Is there no German equivalent for Rate?

[362] Or would it be tolerable to leave Rate as now printed, to be used (or adopted?) as a German word?

¹³⁸ Helmholtz wurde am 3. Januar 1870 zum korrespondierenden Mitglied der Sektion Allgemeine Physik (Section de physique générale) der Académie des Sciences gewählt. Am 13. Juni 1892 erfolgte seine Aufnahme als Auswärtiges Mitglied der Akademie.

¹³⁹ Es geht um die Naturforscherversammlung 1869 in Innsbruck, auf der Helmholtz zur Eröffnung sprach und die Leistungen von Dr. Robert Mayer (1814–1878) für die Erkenntnis der Energieerhaltung als grundlegendem Prinzip in seinem Vortrag betonte. Vgl. Hermann Helmholtz „Ueber das Ziel und die Fortschritte der Naturwissenschaft“, in: Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Erster Band, Braunschweig 1896, S. 380. Der Berliner Privatdozent der Philosophie Eugen Dühring (1833–1921) bezeichnete in seiner schon fast pathologisch anmutenden Kritik an Helmholtz die Tagung als eine inszenierte „Falle, um Mayer soviel als möglich durch seine Religiosität zu compromittiren. Herr Helmholtz hatte den Vortritt.“ Vgl. Eugen Dühring, Robert Mayer der Galilei des 19. Jahrhunderts, Chemnitz 1880, S. 97.

¹⁴⁰ Die Übersetzung stammte vom Physiker Gustav Wertheim (1843–1902), der von Helmholtz beraten wurde. Das Buch erschien 1871 in Braunschweig mit einem Vorwort von Helmholtz unter dem Titel „Handbuch der Theoretischen Physik, Erster Band, Erster Teil“.

§§ 7, 9. „Krümmung und Windung“

Will Windung do for „Tortuosity“? & gewunden for tortuous?

Tortuosity is a new word which we introduced as a substantive corresponding to tortuous, a well known English adjective. Our application of tortuous to curves to signify deviation from one plane of curvature, is new. So far as I am aware no objection has been made either to this application of tortuous, or the new word tourtuosity.

§ 17. Are the English words Evolute and Involute correctly expressed in German by Evolute and Evolvente? The latter is new to us, and Tait thinks it requires confirmation for German use. I like it better than our own word involute.

I should be much obliged by a line from you saying yes or no to these words, severally; and, if Rate will not do, telling what ought to be substituted for it.

Believe me

Yours always truly

William Thomson

34¹⁴¹

(Briefbogen Glasgow College)

Porthcurno
Penzance
July 29, 1870

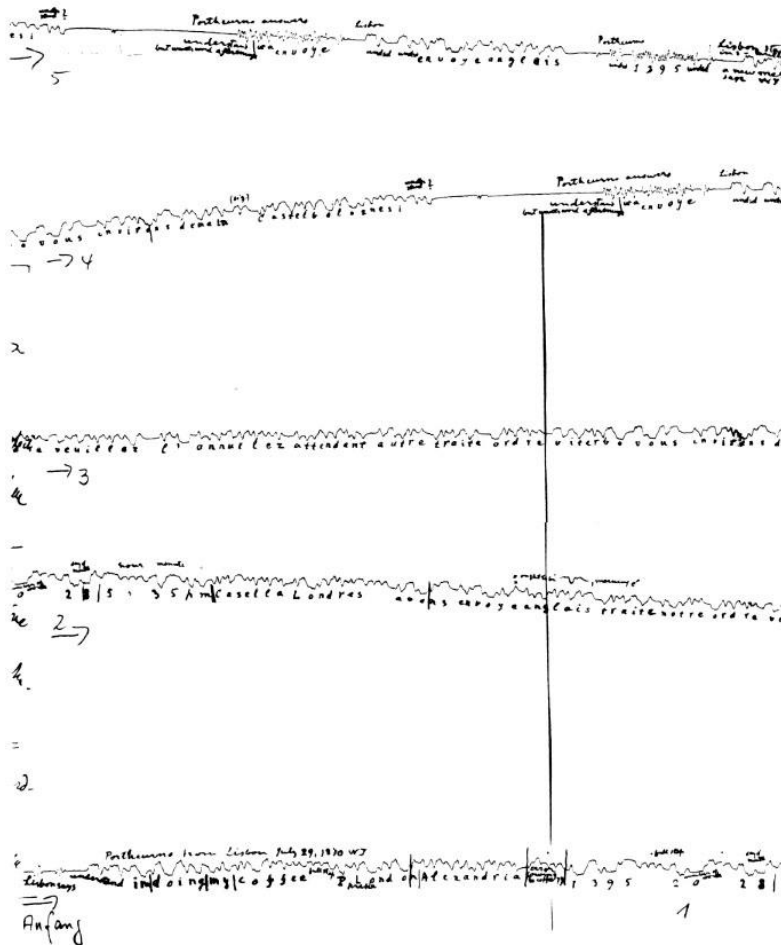
My dear Helmholtz

I thank you most warmly for your kind letter. It is indeed, as you say, an unspeakably great loss which I have suffered.¹⁴² My sense of it goes on increasing every day and through all my occupations, after the first shock. That the end was certainly a happy relief for my dear wife from incessant suffering has done nothing yet to diminish the desolation in which it has left me. I am very sorry to think that there is now no prospect of meeting you soon as I had hoped. I could have spoken to you of these things but I feel it impossible to write. Meantime what I suppose is the best medicine for me has been forced on me – sheer hard work. [363] The completion of the cables between England and India two months ago has led to an urgent demand for my recording instrument an electrified pen (a very fine capillary siphon) shooting ink at the paper of which I think I told you when I saw you last in Heidelberg. I have been here, at the English terminus of the Falmouth, so called, no doubt, because the first intention was to have the terminus at or near Falmouth, Lisbon Gibraltar and Malta cable, for nearly a fortnight, and have got the recorder into full action, writing down every signal that passes through the cable either way, between this and Lisbon. I enclose a specimen of its performance, on which I have written the interpretation in ordinary (but less clear!) letters and figures. The power used at Lisbon is only eight small saw-dust (Daniell's) cells. At this end the cable is connected with one plate of a condenser equal in electrostatic capacity to about 100 nautical miles of cable, the other plate of which is connected with the earth (that is in this case the iron sheath of the cable), a mirror galvanometer (of very dull construction) with 2500 x 109 centimetres per second of resistance, the signalling will be much clearer in the received messages when the galvanometer is thrown out, reckoned in absolute electromagnetic units, and my new instrument, the coil of which has only 100 x 109 of resistance, are both in circuit between the cable and one plate of the condenser or the other plate and the earth. The resistance of the cable itself is 8200 x 109, and its length 823 nautical miles. The messages are as yet received practically on the mirror, but operators are daily learning the new instrument. Even in the specimen I send you, you may see an advantage of the new instrument. The repetition of the word Anglais would, had the practical operators been using it, have been

¹⁴¹ Der Brief ist, ohne die von Thomson angekündigte Aufzeichnung, mit kleinen Änderungen abgedruckt, in: Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 3, p. 577 ff.

¹⁴² Kelvins erste Frau Margaret war verstorben.

unnecessary; and half a minute of time would have been saved. The cable is full of work throughout the 24 hours. [364]



I hope to be able to leave for Glasgow (where the removal to the new College is going on energetically) in two days, all being nearly in train here.

I would feel much obliged by a single line from you today if this reaches you. I address Berlin because I read in „Nature“ a fortnight ago [365] that you had gone there, from Heidelberg¹⁴³ and judge at all events that it will run less risk so of finding communications stopped than if it were addressed Heidelberg. Tell me also if possibly after all you will be in England this autumn. I shall not go to the British Association, but I hope to persuade you to come to Scotland.

Yours always truly
W Thomson

35¹⁴⁴

Heidelberg, 21. Aug 1870

My dear friend

I thank you very much for your letter, which I have received here in Heidelberg. I shall not go to Berlin before next April, and even that would have become doubtful, if the war had been unsuccessful on our side, because my vocation must be ratified by the chambers of Prussia. At present I am

¹⁴³ Die Übersiedlung von Helmholtz als Physikprofessor nach Berlin verzögerte sich durch die Kriegereignisse. Sie erfolgte, nachdem alle Berufsangelegenheiten geregelt waren, im April 1871.

¹⁴⁴ Cambridge H 72. Es handelt sich hier um die Kopie eines Briefes von Helmholtz an Thomson, die sich im Archiv der Universität Cambridge befindet. Folgende Bemerkung ist unter dem Datum der Kopie eingefügt: At top is written in Sir William Thomsons handwriting „Extract published in Glasgow Herald Frid. Sep. 9/70.“ Der Originalbrief ist als Autograph vergeben worden. Am Ende der Kopie heißt es: The original letter was sent to Lady Jaffé for her collection of autographs 22nd July 1913. Das Fehlen des Originals ist deshalb bedauerlich, weil die vielen Korrekturen, die in eckigen Klammern stehen und hier in den Anmerkungen wiedergegeben werden, nicht am Original überprüft werden konnten.

occupied from morning to evening with hospital business.¹⁴⁵ We have here already 500 wounded, and prepare the same number of beds for the sacrifices, slaughtered near Metz. The joy for the German victories is very much damped by the dreadful number of fallen soldiers. A nephew of my late wife, a brother of my present wife are before the enemy; my son Richard is among the young recruits, who are drilled in Carlsruhe to fill the losses of the army, if the war should last long. To us the result of the war would have been political annihilation, if Napoleon had been successful; our soldiers, therefore, have fought with the courage of despair against the Frenchmen, who had better arms, and better positions. Now we are obliged to carry on the war to [366] the end, that a repetition of such a rapacious invasion, as Napoleon had the purpose to perform, becomes impossible for a long series of years. Our Granddukedome¹⁴⁶ would have been most exposed to the atrocities¹⁴⁷ of the war. Because we had been¹⁴⁸ steady in our adhesion to the cause of Germany we ought¹⁴⁹ to have been punished, according to the French intentions, in an exemplary way. To that end the Duc de Grammont¹⁵⁰ had invented that insidious lie, that the Badish¹⁵¹ army used exploding musket balls, and violated the convention of Petersburg. When he answered the interpellation of M. de Keratry, he was already instructed by the Badish¹⁵² and by the Russian ambassador, that this was a lie. Nevertheless he confirmed it and menaced, that our country should be devastated „et qu'on n'épargnerait pas même les femmes“. To this purpose¹⁵³ the Turcos, these African savages, were thrown at our frontier.¹⁵⁴ Happily the majority of them is¹⁵⁵ imprisoned, at present, or dead, and they will do us no harm during this war. They cannot fight against soldiers, only against women and children.

According to our reports, the end of the war seems to approach; but, of course, it will not be possible that I go¹⁵⁶ this year to England, because our hospitals will not be so soon evacuated.

Many thanks for the specimens of your new recording telegraph.

Truly Yours

(signed) H. Helmholtz¹⁵⁷ [367]

36¹⁵⁸

(Briefbogen Glasgow College)

Sep 8, 1870

My dear Helmholtz

I received your letter only last night, on returning from a yacht cruise¹⁵⁹ of a fortnight among the Western Islands. I have read it with the liveliest sympathy, and I thank you for it very much.

¹⁴⁵ Helmholtz war als Arzt einberufen worden, um seinen Militärdienst während des Krieges zu leisten.

¹⁴⁶ In Klammern heißt es: in blue pencil „Baden“. Mit dem Granddukedom ist sicher das Heidelberger Schloß, die Residenz des Großherzogs, gemeint.

¹⁴⁷ Dazu wird in Klammern angemerkt: „atrocities“, this correction is in Sir Thomson's handwriting.

¹⁴⁸ In Klammern heißt es: principally, und danach wieder in Klammern: especially.

¹⁴⁹ In Klammern heißt es: correction in blue pencil „were“.

¹⁵⁰ Agénor Duc de Gramont, Prince de Bidache (1819–1880), Außenminister Frankreichs, hielt am 6. Juli 1870 in der Kammer in Paris eine Rede, in der er den Respekt vor der Souveränität Spaniens beschwor, sich gegen die Besetzung des Throns Karl V. durch eine fremde Macht wandte und mit Krieg drohte. Nach der Emser Depesche wurde am 19. Juli der Krieg gegen Deutschland erklärt.

¹⁵¹ In Klammern heißt es: correction in blue pencil „Baden“.

¹⁵² In Klammern: Baden.

¹⁵³ In Klammern: connected in blue pencil „with this intention“.

¹⁵⁴ Vgl. Abschn. 3.1.1.

¹⁵⁵ In Klammern: are.

¹⁵⁶ In Klammern: for me to go.

¹⁵⁷ Angefügt an den Brief, nach einem doppelten Trennstrich, und abgezeichnet mit M.H.I. ist folgende Bemerkung:

Memorandum Sedan was taken on the 1st of September und Napoleon with 80 000 Soldiers was a prisoner in the hands of the King of Prussia on the 2nd of Sept. 1870.

¹⁵⁸ Der Brief ist mit kleinen Änderungen unvollständig abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 580 f. Es fehlen die Sätze, in denen Thomson an die Gespräche in Arran erinnert.

¹⁵⁹ Immer, wenn Kelvin wegen seiner Arbeit nicht in Glasgow oder London sein mußte, befand er sich auf der Lalla Rookh, wo er auch gern an seinen Theorien arbeitete.

I hope you will not be displeased that I have given an extract from it to be published (without names) in the Glasgow Herald. (newspaper)

We are all deeply interested in your case, and all (with scarcely an exception) agree in abhorrence of the whole action of the French from the declaration of war till now. I remember well all, you told me eleven years ago in Arran, about the continual threat of France to interfere against German consolidation and I feel that emperor, officials, journalists, and people require a crashing defeat to cure forever that disease of vanity of which Louis Napoleon¹⁶⁰ as emperor was only one symptom. I believe France itself will be better and happier ten years hence, für the bitter lesson you are now teaching it. But it is a terrible price you are paying für what is only your right.

There is only one point on which we can feel neutral here and that is sorrow for the wounded and those who are bereaved. We are trying to raise funds to assist in some slight degree but all the subscriptions that can possibly be raised cannot be more than a mite towards the vast amount required. Before I left for the cruise I had sent a subscription to a fund that was instituted for aid to the German wounded and intended to send an equal sum for the French as soon as a subscription for them should be commenced. But during my absence it was arranged that the fund first instituted should be for German & French wounded. Instead of sending the other sum as a second subscription to this fund if you will allow me I will send it through you for any purpose in connection with the hospitals or with bereaved families that you may judge right. I therefore send you halves of Bank of England Notes für £ 25, and shall [368] be obliged by a line from you to say that you have received them. I keep the other halves in the mean time and shall send you them instantly when I hear that you have the first halves. I hope that this is not troublesome to you; and wish I could do anything to assist in the smallest way to relieve the vast mass of suffering in the middle of which you are now working.

Yours always truly
William Thomson

37¹⁶¹

London
Jan 28, 1871

My dear Helmholtz

I have been asked by Stokes, and by the Master and Tutor of my College at Cambridge, to write to you asking if you could be induced to accept a new Professorship of Experimental Physics to be established there. It is much desired to create in Cambridge a school of experimental science, not merely by a system of lectures with experimental illustrations but by a physical laboratory in which students under direction of the professor and his assistant or assistants, would perform experiments, and the professor would have all facilities attainable, for making experimental investigations. The Duke of Devonshire has already given £ 6000 for building the laboratory and making a commencement of providing it with instruments. I think it may be confidently expected that funds will not be wanting for carrying out this part of the plan well. The University proposes to give £ 500 per annum to the professor, whose income will also be increased somewhat by fees from students. But if you were accepting the professorship it is I may say quite certain that you would also be appointed at least to a fellowship in St. Peter's College¹⁶² which would bring an additional income of £ 250 or £ 300. Thus I believe the income to be relied on would be not less than £ 800. But I think it probable that a praelector-fellowship of Trinity College¹⁶³ would be offered to you, although on this point I speak

¹⁶⁰ Charles Louis Napoleon Bonaparte (1809–1873) war als Napoleon III. von 1852 bis zum Sturz des Kaiserreiches 1870 Kaiser der Franzosen.

¹⁶¹ Der Brief ist mit kleinen Änderungen abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 564 ff.

¹⁶² Kelvin war von 1846–1852 Fellow of St. Peter's College in Cambridge, genannt Peterhouse. 1872 wurde er auf Lebenszeit wiedergewählt.

¹⁶³ Neben Peterhouse war das Trinity College eines der bedeutendsten Colleges an der Universität Cambridge.

merely from my [369] own judgement. The duties of the praelector-fellowship, a new institution in Trinity College (of which one in physiology has been given to Dr. Michael Foster and it was intended there should be also one in experimental physics) would be fulfilled by giving facilities to Members of Trinity College for attending the professorial lectures; that is to say if the university professor is appointed to the praelectorship. Otherwise the praelector would lecture on Physics in Trinity College simply. The income of the praelectorship would be about £ 600, so that the professor if appointed to the praelectorship would have £ 1100 per annum.

I know that the question of amounts of income is very far from the first in respect to the inducements which might possibly cause you to think of accepting such a proposal; and I am quite prepared to learn that you are „absolute for“ Berlin. Still it is a question that must be weighed before you could decide to accept, and therefore I have told you what I can regarding it. If you could at all entertain the idea of coming to this country, I think that the situation at Cambridge would present many advantages. It would certainly be a most interesting field, in respect to our profession, as the desire for physical science is growing stronger and stronger in the University and the force of public opinion is steadily advancing in support of it, and to stimulate it when stimulus is needed. The duties of lecturing would occupy only 20 weeks out of the year, and all the remainder of the time would be available for experimental or mathematical investigation, and scientific writing. Will you give me a line at the earliest, to say if you think you could be induced to accept or if on the contrary, you decide at once against it. I need not say that it would be a great gratification and advantage to English scientific men to have you among us instead of merely having very rare opportunities of seeing you, and that I myself would consider the difference of distances from Glasgow to Cambridge and Berlin a great gain.

I write necessarily in haste, and can only add that irrespectively of this question I wished to write to you asking for news of yourself and of your family, and particularly regarding how you have been affected by this terrible war. I hope very much that you have not now cause for anxiety in respect to your son or other relations.

I am in London on account of a Committee invited to advise the Admiralty on Designs for ships of war, especially in respect to stability, in consequence of the loss of the „Captain“ which was upset with 500 men in the Bay of Biscay last September. When you write address The College Glasgow, as I am in London only for a few days each fortnight.

[370]

Believe me
Yours always truly
William Thomson

38¹⁶⁴

(Briefbogen Glasgow College)

March 30/71

My dear Helmholtz

I hope you will be able to come to the Meeting of the British Association at Edinburgh in the first week of August. After it is over (and I wish it were over now, as I have the misfortune to be president elect) I want you to come and have a Cruise for a few weeks among the Hebrids and West Highlands in a schooner of 128 x 106 grammes which will be my only summer quarters besides the new College here.¹⁶⁵ I hope Tait will come too, but he has a great aversion to being afloat, and without the inducement of your company he would scarcely be persuadable. I would also ask Clerk Maxwell¹⁶⁶ and

¹⁶⁴ Der Brief ist unvollständig abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, Tue life of William Thomson, vgl. FN3, p. 587 f. Es fehlen die Bemerkungen Thomsons über die infinitesimale Minderheit der Engländer, die auf Seiten Frankreichs gegen Deutschland standen.

¹⁶⁵ Gemeint ist die Lalla Rookh, die Helmholtz ebenfalls kennenlernte und ganz bequem fand.

¹⁶⁶ Der schottische Physiker James Clerk Maxwell (1831–1879) übernahm 1871 den neu geschaffenen Lehrstuhl für Experimentalphysik in Cambridge, den Kelvin Helmholtz angeboten hatte. Helmholtz hatte, wegen der Zusage, nach Berlin

Huxley¹⁶⁷, and Tyndall¹⁶⁸, which would reach nearly to the capacity of the „Lalla Rookh“. Will you let me have a line, when your plans are fixed?

Many thanks for your last letter. I hope the remaining anxieties of the campaign in respect to your son soon ceased, and that he has got through unhurt. I say nothing just now in reply to what you said about [371] the sympathies of England except that the number of those who were politically to restitute of memory and judgement as to feel for France against Germany in any part of the struggle is I believe an almost infinitesimale minority of the whole people.

Believe me
Yours always truly
William Thomson

Dear Prof. Helmholtz,

As Thomson has sent this through me, doubtless for some great moral purpose, I beg to add that I have no aversion to being afloat – but that I prefer to spend my few holidays in active physical work such as the game of golf.

Yours truly P. G. Tait

39

(Briefbogen Glasgow College)

Lalla Rookh
Thursday
Jun 10 <1871>

Dear Helmholtz

Come to Rothesay¹⁶⁹ on the 21st of this month without fail. You are permitted to call at St. Andrews on your way, and you would have two days with Tait there, if your steamer keeps time, in arriving at Leith. From Leith to St. Andrews you will find easy and quick means of travelling. If you leave St. Andrews on the morning of Monday the 21st you will get to Glasgow in good time, and there you will find railway and steamer to bring you to Rothesay in about 2 ½ hours. I shall be anchored in Rothesay Bay very near the steamer's landing place, and I shall send my boat for you to bring you on board the yacht; if I know what steamer you come by. You can write me a line addressed Post Office Rothesay, and let me know, if you know yourself, before hand.

[372] Any time on Monday evening will be soon enough. The last steamer will I suppose arrive about 7 o'clock, which will bring you in time for dinner. (7.30) It is possible, probable indeed, that Huxley will come with you. He will either be at St. Andrews, in which case you are commissioned to bring him with you, or he will come from somewhere about Loch Lomond. I am sailing just now by Stomoway, with my brother-in-law, William Crum and his wife, and two other relatives. But we shall make a point of being back to Rothesay before the evening of the 21st which has been appointed for a meeting of all the yachts of the Royal Northern Yacht Club for a Cruise in Loch Fyne, where the

zu gehen, abgelehnt. Das neu eingerichtete physikalische Institut, das „Cavendish Laboratory“, benannt nach dem englischen Physiker und Mathematiker Henry Cavendish (1731–1810), errang unter Maxwell Weltgeltung.

¹⁶⁷ Thomas Henry Huxley (1825–1895), englischer Zoologe, war von 1872–1881 Sekretär der Royal Society in London und von 1883 bis 1885 deren Präsident. Er unterrichtete ebenfalls an der Royal Institution in London, an der auch Helmholtz und Kelvin Vorträge hielten. Vgl. Abschn. 3.2.

¹⁶⁸ Der englische Physiker John Tyndall (1820–1893), der Wärme als eine Art der Bewegung faßte, war ein Schüler Bunsens. Mit seinen populärwissenschaftlichen Vorträgen hatte Tyndall großen Erfolg. Helmholtz übersetzte Arbeiten von ihm. Vgl. Abschn. 2.3.

¹⁶⁹ Rothesay liegt auf der Isle of Bute, dort sollte sich die Lalla Rookh befinden. Helmholtz erhielt jedoch, als er bei Peter Guthrie Tait (1831–1901) in St. Andrews war, am 19.8. Telegramme mit verschiedener Order. Zum Dinner bei Tait war auch Huxley anwesend, den Helmholtz den „berühmten Fortschritt Zoologen aus London“ nannte. (Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, hrsg. von Ellen von Siemens-Helmholtz, Erster Band, Berlin 1929, S. 166) Am 21.8. traf sich Helmholtz mit Kelvin und am 23.8.1871 kam er dann in Inverary auf die Lalla Rookh.

Queen is to be about the 23^d.¹⁷⁰ My reason for being so rigorous about the 21st is (not the gathering, and turmoil of such an occasion or shore, which is rather to be avoided) but sailing with the other yachts which will let you see them and their performances, and be interesting of all of us.

I received the announcement of your daughters marriage¹⁷¹, and desire to express my best wishes for the happiness of the young couple.

Yours W T.

40¹⁷²

Glasgow College June 14, 1871

My dear Helmholtz

I have only this morning on returning to London from a Cruise to Lisbon and back in the „Lalla Rookh“, received your letter of the 11th May. I am very sorry you will not be able to be at the meeting of the Association in Edinburgh and many others will be sorry also. But I am glad that you will come and sail with me in the West Highlands, and I shall take care to have the Lalla Rookh in a convenient position (probably in the Clyde, or possibly at Oban) at whatever time suits you. I asked Huxley and Tyndall to come for a cruise immediatly after the meeting but unfortunately neither of them could accept, and I shall therefore most [373] probably remain chiefly at the College in Glasgow after the meeting, until your arrival. You must arrange to spend as much as possible of your holiday in Scotland, and if you wish to mix a little work with it as you did before in Arran you will find writing not impossible in the Lalla Rookh.

I congratulate you and Mme. Helmholtz most sincerely on the safe return of your son from the war.¹⁷³

Believe me

Yours very truly

William Thomson

41

Invercloy
Friday evening
<18.8.1871>¹⁷⁴

My dear Helmholtz

We expected to find you here when we arrived this evening, and we can only conjecture you are at „the Island“. We are not sure yet whether we go to Largs tomorrow afternoon. If not, we shall go on Monday. We hope to have you along with us.

The only consolatory reflection during this sad change of wheather is that the electrometer was exceedingly low both here and at Glasgow during the last of the fine weather.

Yours always truly

William Thomson

P.S. We shall certainly go to Largs tomorrow if Mr. Raleigh is to preach there on Sunday, and we are sending over tomorrow morning early to uprise. We hope you will be over here in time to come with us, should we go. Should anything prevent you from joining us tomorrow we still look for you on Monday at Largs. [374]

¹⁷⁰ Es ging um die Festlichkeiten der Clansleute des Duke of Argyle, an denen Prinzessin Louise teilnahm. Etwa 40 Yachten waren da. Es gab Turnierspiele und Tänze.

¹⁷¹ 1872 heiratete Wilhelm Carl Franz Branco (1844–1928), Offizier, dann Farmer und später Geologieprofessor in Berlin, Käthe Helmholtz (1850–1877), die Tochter aus erster Ehe mit Olga von Velten (1826–1859).

¹⁷² Der Brief ist abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 3, p. 596. Vor dem Datum wird „The Athenaeum“ angegeben. Auf dem Originalbefindet sich jedoch mit das Zeichen vom „Glasgow College“.

¹⁷³ Richard Wilhelm Ferdinand Helmholtz (1852–1934), der Sohn aus der ersten Ehe, war als Kriegsfreiwilliger in Karlsruhe ausgebildet worden und nahm am Krieg teil. Er wurde leicht verwundet. Vgl. Abschn. 3.1.1.

¹⁷⁴ Helmholtz war am Sonntag, dem 20.8.1871, bei Tait in St. Andrews und kam am 23.8. auf die Lalla Rookh, vgl. Anna von Helmholtz, *Ein Lebensbild in Briefen*, Erster Band, vgl. FN 169, S. 166 f.

50 Grosvenor Place
London S. W.

Dear Helmholtz

I should feel greatly obliged if you would write a couple of lines describing your cure for hay fever. I remember perfectly what you told me about it in the yacht, except the proportions of sulphate of quinine, and the time during which the application should be continued. A very short description will therefore suffice.

I am going to Scotland tonight, and return to London about the middle of next week, to spend two days in this house, (of Mr. Spottiswoode¹⁷⁶, President of the London Mathematical Society). The remedy is wanted for Mrs. Spottiswoode, who is suffering now from hay fever, and has often had remedies prescribed by physicians here, but with no good effect. It would therefore be a great favour if you would write to me by return of port, or as nearly so as possible.

On Saturday the 21st I hope to sail from Torquay for Gibraltar, and to call at Lisbon¹⁷⁷ on my way back, visiting the telegraph stations at both places, my recorder being now in constant use there.

There is now a great telegraph project in the course of execution – to lay cables from England to Bermuda, and then on to New York and St. Thomas. The manufacture of the cables has commenced, and Fleeming Jenkin¹⁷⁸ and I being engineers to the Company, are obliged one or other of us to be very frequently in London. We have a great deal of electric testing to do – insulation, electrostatic capacity, and resistance of the copper conductor, – also testing the strength of the iron wire, and of the finished cable. The laying will not be commenced till this line next year. I am living chiefly on board the Lalla Rookh, off the South of England and coming up to London when necessary. I can only get mathe-[375]matical work done in the yacht, as else where there are too many interruptions. A few days ago I despatched the very last of my volume of Electrostatics and Magnetism¹⁷⁹ – the printers except the preface, and I am now getting to work on Vol. II of the „Natural Philosophy“ and the reprint of Vol. I.

I hope you have been well, and your family all well, since we parted at the „Albert Quay“¹⁸⁰. Is your new laboratory finished or making satisfactory progress? I hope it will turn out in all respects satisfactory to you.¹⁸¹

Believe me

Yours very truly

William Thomson

¹⁷⁵ Der Brief ist unvollständig abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 624 f. Dort wird er auf den 1. Juni 1872 datiert. Das ist jedoch fraglich. Nimmt man an, daß er nach der Rockreise von Helmholtz und vor dem Brief am 29.10.1871 geschrieben wurde, dann ergibt sich Ende Oktober 1871 als Datum, da der 21. Oktober als Abreisetag genannt wird.

¹⁷⁶ William Spottiswoode (1825–1883) Mathematiker und Physiker, beschäftigte sich auch mit Linguistik. Er war seit 1853 Mitglied, ab 1871 Schatzmeister und von 1878–1883 Präsident der Royal Society.

¹⁷⁷ Thompson schrieb hier „London“.

¹⁷⁸ Fleeming Jenkin (1833–1885), Professor für Physik (natural philosophy) in Edinburgh.

¹⁷⁹ William Thomson, Reprint of Papers on Electrostatics and Magnetism, London 1872.

¹⁸⁰ Hinweis auf die gemeinsame Kreuzfahrt mit der Lalla Rookh.

¹⁸¹ Der Neubau des Physikalischen Instituts zog sich hin. Am 28.1.1874 klagte Anna Helmholtz: „Mit dem Neubau von Haus und Institut ist es immer noch wenig rege – sie rammen Pfähle in den Moorboden ein und behaupten, im Oktober werde alles unter Dach sein.“ (Anna von Helmholtz, Ein Lebensbild in Briefen, Erster Band, vgl. FN 169, S. 193) Erst am 6.12.1876 erfolgte die Obersiedlung in den Neubau des Physikalischen Instituts in der Neuen Wilhelmstraße.

LR¹⁸³ Largs Bay
Oct 29/71

Dear Helmholtz

I have too long omitted to write to Du Bois Reymond¹⁸⁴ in acknowledgment of the notice he sent me of my having been elected to the Berlin Academy.¹⁸⁵ I received it on my way through Glasgow to the L.R.¹⁸⁶ after the British Association, and left it in the house which is now all in confusion being handed over to painters and paperhangers. It may be [376] some time yet before I can find the official intimation, and as I am anxious not to delay writing to Du Bois Reymond you would oblige me much by telling me what is the proper designation of the Academy

? Imperial

? Royal ?

Berlin Academy of Sciences I presume; also what is the designation of my own appointment – corresponding member? foreign member?

I hope you found all well at home when you arrived and that all „went well“ in respect to the marriage.¹⁸⁷ I suppose you are now fairly launched on your University „Semester“. Our „session“ commences tomorrow week and by this day week the Lalla Rookh will be at her winter moorings in the Gare Loch. I have lived on board ever since you left (not merely because my house has been uninhabitable) but except two trips to Loch Fyne and two to Arran, I have been chiefly between Largs and Greenock, and working hard at my reprint etc. of Electrostatics and Magnetism which I am anxious to get launched before Christmas. It has been „on the stocks“ for about five years.

You should look at Cauchy and Poisson on Waves the „Concours de 1815“¹⁸⁸ when you have time. The point lies in the evaluation of the function

$$\int_0^{\infty} \cos mx \cos(t\sqrt{gm}) dm$$

(for the case of motion in two dimensions). Considered as a function of x, it is a fluctuating function of a very curious character. We must have it tabulated by the British Association's function-calculating-committee. Cauchy makes the thing very clear. Poisson I don't know so well yet. Both would be greatly improved by diagrams showing the forms of the waves, and the laws of variation at different depths, etc.

I was under a misapprehension when I spoke to you lately on the subject. I thought that a single disturbance at a point or along an infi-[377]nite straight line, such as is produced by dipping a solid into the water and not raising it out but leaving it at rest, could not cause oscillations. What it does really is to cause a positive swell to spread out in each direction, followed by a series of undulations negative and positive, finer and finer, and at any one place of the water becoming finer and finer in

¹⁸² Der Brief ist vollständig abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 617 f.

¹⁸³ Lalla Rookh.

¹⁸⁴ Emil du Bois-Reymond (1818–1896) war ab 1867 ständiger Sekretar der mathematisch-physikalischen Klasse der Berliner Akademie.

¹⁸⁵ William Thomson wurde am 13.7.1871 auf Vorschlag von Helmholtz vom 21.6.1871, den auch Karl Weierstrass (1815–1897), Leopold Kronecker (1823–1891), Ernst Kummer (1810–1893) und Wilhelm Borchardt (1817–1880) unterzeichneten, zum Korrespondierenden Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin gewählt.

¹⁸⁶ Lalla Rookh.

¹⁸⁷ Anna Helmholtz hatte sich weiter um das neuvermählte Paar Branco gekommen, da Helmholtz zur Kreuzfahrt mit Thomson aufbrechen mußte.

¹⁸⁸ Eine Arbeit des französischen Mathematikers Augustin-Louis Cauchy (1789–1857) über die Fortpflanzung von Wellen an der Oberfläche einer schweren Flüssigkeit wurde 1815 von der Pariser Akademie preisgekrönt. Siméon-Denis Poisson (1781–1840) hielt an der Korpuskulartheorie fest. Die Transversalität der Lichtwellen, die nach mechanischen Prinzipien nur in einem festen, elastischen Körper existieren konnten, war für ihn eine Absurdität.

length from crest ultimately in proportion to $1/t^2$. After ten or twenty waves have passed a point at distance x from the place of disturbance, the wave length (in the case of motion in two dimensions) is very approximately

$$\frac{4\pi x^2}{gt^2}, \text{ or } 2\pi x \frac{x}{\frac{1}{2}gt^2}$$

where x must be a large multiple of the diameter of the disturbing body, but a small fraction of $\frac{1}{2}gt^2$.

Did you meet Strutt¹⁸⁹ when you visited his family in England? I hear that he would have been the new Professor in Cambridge if Maxwell had not accepted.

Believe me
Yours always truly
William Thomson

44¹⁹⁰

Dec 11, 1872

Dear Helmholtz

I enclose a letter from Dr. Cookson, Master of Peterhouse¹⁹¹ and Vice Chancellor of the University of Cambridge which he requested me to transmit to you. It is written in consequence of a suggestion I made to him when I saw him three days ago at Cambridge, that he should ask you to give the „Rede lecture“ for 1873. I hope you will accept. You would choose your own subject – anything upon which you would like to speak for an hour or an hour and a half to a cultivated audience. It is given annually in the Senate-house of the University, and the author-[378]ities are always anxious to have a man of high distinction. So far as I know, no one not a British subject has hitherto been asked to give the lecture. You would probably, if you accept, prefer to have the lecture fully written out, and to read it to the audience. It is desirable that it should be afterwards published.

In 1866 I was asked to give the Rede lecture. I accepted, and chose for my subject the „Dissipation of Energy“. I did not succeed in getting it written out and it has not been published but I hope some time to write it out (with no doubt many changes and additions) and to publish it.

I hope very much you will be able and willing to accept. I would make a point of being at Cambridge at the time. Dr. Cookson will be glad to hear from you as soon as may be, in reply. Adress the Rev Dr. Cookson

Master of Peterhouse. Cambridge.

I hope all goes well with you at Berlin. I should be glad to hear from you.

I am here for a few days on telegraph business, and I go tomorrow to Cornwall to test a new cable which has been just laid from Lizard¹⁹² to Bilboa. I shall be in Glasgow again by next monday I trust.

I shall send you very soon a printed paper describing the best way I have found for managing the large tray battery, which has been doing well. I am getting a battery of 80 trays of larger size, the zincs 22 inches square, than those you have, and I expect to get a very powerfull electric light from it.

Believe me
Yours always truly
William Thomson

P.S. With trays the same size as yours. I get the resistance of each cell as low as $\cdot 12$ of an ohm. [379]

¹⁸⁹ Lord Rayleigh.

¹⁹⁰ Der Brief ist abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 631 f. Als Datum wird der 2.12.1872 genannt. Das Original weist jedoch den 11.12.1872 aus.

¹⁹¹ St. Peter, genannt Peterhouse, war eines der Colleges an der Universität Cambridge.

¹⁹² The Lizard, Halbinsel an der Südküste von Cornwall mit der Sodspitze Kap Lizard Point als dem südlichsten Punkt der britischen Halbinsel.

Jan 8, 1873

My dear Helmholtz

We are very sorry that you are unable to undertake the „Rede Lecture“.

I cannot share your misgivings about success in interesting the audience had you been able to undertake it, but only regret that your engagements in Berlin make it impossible for you to do so.

You have heard no doubt before now of the sad loss we have had in the death of Rankine¹⁹⁴. I send you by this post a copy of the Glasgow Herald (Dec 28) containing an article on his life and scientific work by Tait: also a copy of the same newspaper from Dec 26 containing two articles: all of which I think will interest you. We lost Archibald Smith¹⁹⁵ too, in the same week, whose name you may know from the great work he has done for navigation in respect to correcting the compass errors in iron ships. He was a very old and excellent friend of mine. He has been a hard working Chancery barrister almost ever since he took his degree at Cambridge as „Senior Wrangler“ in 1836, or else he must, with his great mathematical powers and inclination for physical science, have been one of the foremost men of science in this country.

I have urged my brother James Thomson, (who is at present professor of Engineering in Queen's College Belfast, and has been so for 15 years) to apply for Rankine's¹⁹⁶ vacant chair.¹⁹⁷ I should feel much obliged by your writing to me a very short statement of your opinion of my brother's merits as a scientific investigator, or qualifications for a chair of engineering. I have received such letters today from Andrews¹⁹⁸, Tait and Joule, in answer to similar requests which I made from them. I expect one from Maxwell. These four, and one from you if you will write it to me, shall be laid before Mr. Bruce, the minister („Home Secretary“) who has to make the appointment, and I think should constitute sufficient evidence in support of my brother's application.

I thank you very much for your corrections and remarks on our „Treatise“. Some of the former we had noticed. All will be taken advantage. I instructed Macmillan to send you a copy of my „Electrostatics and Magnetism“ which was published just before Christmas. Wishing you and Mrs. Helmholtz „a good new year“ as we say in Scotland.

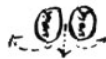
I remain yours truly W. Thomson

P.S. I am hard at work just now with your

$$x = \Phi + \varepsilon^{\Phi} \cos \psi + \sigma$$

$$y + \psi + \varepsilon^{\Phi} \sin \psi + \tau$$

and trying to help myself by it, to find the shape of a core-less cylindrical vortex couple.



¹⁹³ Der Brief ist, ohne die Zeichnung zum P. S., abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 632 f.

¹⁹⁴ William John Macquorn Rankine (1820–1872), britischer Ingenieur und Physiker. Er war Mitbegründer der Thermodynamik und der Theorie der Wärmekraftmaschine (1859). Aus dieser, seit 1849 entwickelten Theorie, leitete er ab, daß der Carnot-Wirkungsgrad nur von der Arbeitstemperatur der Maschine abhängt (1851), deshalb Clausius-Rankine-Prozeß als Kreisprozeß. Er entwickelte eine absolute Temperaturskala mit $1 R = 5/9 K$.

¹⁹⁵ Archibald Smith, Trinity College, war 1836 Senior Wrangler, also Bester seines Jahrgangs, Mitbegründer des Cambridge Mathematical Journal. Er starb 1872.

¹⁹⁶ Rankine führte nach Kelvin 1849 den Begriff Energie 1851 ein. In Diskussionen brachte der Physiker und Ingenieur Rankine Kelvin die dynamische Wärmetheorie nahe.

¹⁹⁷ Vgl. Abschn. 3.1.2.

¹⁹⁸ Thomas Andrews (1813–1885), irischer Physikochemiker und Arzt, Professor in Belfast. 1863 nahm er eine kritische Temperatur der Gase an. Er entdeckte, daß Ozon eine Modifikation von Sauerstoff ist.

Copy of letter to Sir William Thomson from Dr. Helmholtz

Berlin
January 14th 1873

Dear Sir

As you wish to have a statement of my opinion regarding Mr. James Thomson's merits as a scientific investigator and his qualifications for the Chair of Engineering at the University of Glasgow: I have the honour to answer that I regard Mr. James Thomson as a man of very acute judgement in questions relating to physical, mechanical, and mathematical science, and a very extended amount of knowledge in these same branches. His theoretical prediction of the alteration of the freezing temperature of water by pressure was an original idea of first [381] rate importance. Also his hydrodynamical considerations and their practical applications for the construction of water-wheels, for his Jet pumps, for the theory of oceanic and atmospheric currents are of a very original turn of mind and prove that he is able to follow out his speculations till to the very fundament of the question.

Besides I know from personal acquaintance his scrutinizing way to penetrate into the very heart of scientific question, and I should think that such a man would be the very best teacher for young engineers.

Believe me to be
Yours most truly
(signed) Dr. H. Helmholtz

To Sir William Thomson
Glasgow

March 16, 1873

Dear Helmholtz

I have delayed too long writing to thank you for your most valuable letter regarding my brother's qualifications for the chair of engineering.²⁰¹ It must I am sure have had more influence in promoting his appointment, than almost any other document put into the hands of Mr. Bruce, the Home Secretary. I have now the satisfaction of being to tell you that he has been appointed to the chair. He will remain in Belfast to finish the business of the present session there, and next November will enter on his duties in Glasgow. I hope and fully expect that he will have much more time here for original research than the comparatively inconvenient arrangement of the „Queens University“ allows him in Belfast; and he will find my Laboratory here a great aid.

I hope all goes well with you as to your new laboratory, and school of experimental science.

Remember me kindly to your wife, and believe me
Yours always truly
William Thomson

[382] I expect a visit from Joule when my brother comes over in the course of a week or two, to be formally admitted to the chair. He is President Elect of the British Association at the meeting appointed for Bedford in September next. Is there any chance of your being present. I am sorry that I shall not be able to be there as I am to be away in Brazil, laying cables.

¹⁹⁹ Diese Kopie befindet sich in der Glasgow University Library, Special Collection, Kelvin papers, H 72.

²⁰⁰ Der Brief ist mit kleinen Änderungen bei Thompson abgedruckt, vgl. Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p 634 f. Thompson datiert diesen Brief auf den 15.3.1873, was mit dem Original nicht übereinstimmt. Dort steht der 16.3.1873.

²⁰¹ Thomson 46.

Feb 26, 1874

Dear Helmholtz

This will be presented you by three of my former laboratory students, Barclay, Gibson, Mackicken. I am sending you by today's post papers describing investigations by them. They will be much interested in seeing your laboratory if you will allow them to see it. They are in Germany partly for the sake of completing their theological education, after going through the course of the „Free Church“ theological college here.

Yours truly
William Thomson

49²⁰²

Yacht „Lalla Rookh“
Funchal Bay, Madeira
June 23, 1874

Dear Helmholtz

I am to be married in Madeira tomorrow.²⁰³ I enclose a photograph and I hope you will know the original before very long. Let me have a line addressed Athenaeum Club London to say if you are to be at the meeting of the British Association in Belfast. I do not intend to be at the meeting but if you are to be there we might see you on your way to or from it. We think of sailing from Madeira in the Lalla Rookh about the middle of July but have not made up our minds whether to make as short a passage as we can to England, or to touch at Gibraltar, Lisbon, Vigo, Corunna on our way, or to keep a more westerly course and make a little cruise among the Azores. The future mistress of the Lalla Rookh promises to be a very good sailor, having already been out a good many times for a day's sail, one of them round the Desertas (about seventy miles) and always hitherto escaped sea sickness. Still it remains to be seen whether a yachtcruise on the open Atlantic is a pleasure in direct or in inverse proportion to its duration.

My present happiness is due to a fault in the cable which kept the „Hooper“ for sixteen days in Funchal Bay last summer.

I hope you and Mrs. Helmholtz and your children are all well. With kind regards

I remain
Yours always truly
William Thomson

50²⁰⁴

SS. „Russia“
arriving New York
May 30, 76

My dear Helmholtz

Just before leaving England I heard with pleasure that you and Mrs. Helmholtz are coming to the meeting of the British Association in Glasgow next September and in the hurry of coming away I was unable to write to you and ask you to stay with us in the University. I now do so, to catch the mail steamer who leaves New York tomorrow.

My wife bids me say that she looks forward with pleasure to the opportunity of making the acquaintance of you and Mrs. Helmholtz and joins me in hoping that you will be our guests during the meeting of the Association.

²⁰² Der Brief ist vollständig abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 646 f.

²⁰³ Vgl. Abschn. 3.1.2.

²⁰⁴ Der Brief ist vollständig abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 668 f.

We are now on our way to Philadelphia²⁰⁵ where I am to be one of the judges for scientific apparatus, during June. We intend to be in Glasgow by the end of July but „Continental Hotel, Philadelphia“ would find me, for a letter posted before the end of June.

We have had a very fine passage across with just enough of rough weather to test thoroughly a new compass²⁰⁶, which I shall show you [384] when you come to Glasgow. It behaved perfectly well throughout, notwithstanding a great shaking from the screw (which almost prevents me from being able to write legibly).

I have been also trying soundings by pianoforte wire from the steamer going at 14 knots²⁰⁷, and succeeded in getting the bottom with ease in 40 fathoms²⁰⁸. But I dare say you will hear enough and more than enough of such matters when you come to Glasgow. So I need not trouble you with them now.

Believe me

Yours very truly

William Thomson

51²⁰⁹

Address University Glasgow

Aug 9, 1876

Yacht Lalla Rookh²¹⁰

Dear Helmholtz

I wrote to you from New York, on my arrival there at the end of May, to say that it would give myself and my wife much pleasure if you and Mrs. Helmholtz will stay with us in the University during the meeting of the British Association to commence on the 5th of September²¹¹ in Glasgow. I hope you received my letter, and have a favourable answer to give or have already sent one which may be wandering about in America (where we were rather unfortunate in missing letters.) Will you let me have a line to say if we may expect you. You will find our house and ourselves in Glasgow ready to welcome you on the 4th, but in any case don't be later than the afternoon of the 5th in arriving as Dr. Andrews' opening address will be on the evening of that day.

Hoping to see you soon I say no more just now (except that I am at work every moment that the „Lalla Rookh“ permits, on precession and [385] nutation of a rotating liquid in a rigid ellipsoidal shell). We shall have a great deal to talk over when you come.

Yours always truly

William Thomson

P.S. I find that the quasi-rigidity produced by vortex motion is such that a rotating liquid enclosed in a rigid shell giving a boundary to the liquid of any non spherical figure of revolution, moves approximately as if it were a rigid body, when the shell is turned slowly round any axis or when any periodic motion having period²¹² a great multiple of the period of the fluid's rotation, is given to the shell.

I have verified or illustrated this by a large globe of thin sheet copper, made slightly oblate, and filled with water. It is provided with a point to spin on, and a stem to spin it, and it spins very much like a solid top: but more steadily! Quick nutations seems me rapidly extinguished, and even the slower precession wears away sooner than it does in a solid top. So the liquid top very soon comes to „sleep“ spinning round a vertical axis.

²⁰⁵ 1876 fand in Philadelphia die erste Weltausstellung außerhalb Europas statt. Sie hatte 9,9 Millionen Besucher und dokumentierte das Aufrücken der USA zur Großmacht. Kelvin hatte wieder als Juror zu arbeiten.

²⁰⁶ Vgl. Abschn. 3.3.

²⁰⁷ 1 Knoten = 1,853 km/h.

²⁰⁸ 1 Faden = 6 Fuß, 1 Fuß = 0,305 m.

²⁰⁹ Mit kleinen Änderungen abgedruckt in: Silvanus P Thomson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 672 f.

²¹⁰ Diese Zeile ist gedruckt und mit Wappen versehen.

²¹¹ Thomson hatte erst die 6 durchgestrichen und durch 5 ersetzt, die von Thomson angegebene 4 stimmt an dieser Stelle nicht mit dem Original überein.

²¹² Thomson hatte dieses Wort weggelassen. Es steht jedoch im Originalbrief.

Yacht Lalla Rookh
Sep 18, 1876

My dear Helmholtz

We were very sorry not to have you with us at the British Association and to hear that you not feeling well enough to come would deprive us of this pleasure. I hope you are now quite re-established in health and have full enjoyed your sojourn among the mountains.

If you come so far as London to see the exhibition of Physical Apparatus in Kensington, will you not come a little farther and see us in the University or the „Lalla Rookh“?

We shall probably remain living chiefly on board the yacht till about the middle of October soon after which we go to London, and Cambridge where I have to attend my annual College meeting at „Peterhouse“ on the 31st of October. So if your visit to England is deferred to a [386] few weeks later than you proposed we might be able to meet you in London, and perhaps bring you with us to see Cambridge.

Let me have a line adressed University Glasgow (which always finds us whether we are in the yacht or elsewhere) to say if we may hope to see you either in Scotland in the first half of October or in England in the second half.

Believe me
Yours always truly
William Thomson

53

The University,
Glasgow
April 17, 1879

Dear Helmholtz

This is just to introduce an old pupil friend Mr. Thomas Miller, who has been to Cambridge and graduated there since he was with me, and after that has been 6 months in Edinburgh chiefly in Prof Crum Brown's laboratory (chemistry).

He wishes to get some experience in physical experimenting and I have recommended him to apply for admission to your laboratory for this summer semestre.

If you could admit him for the time I shall be much obliged I hope he would make good use of the opportunities but I have not had occasion to find whether he is likely to be a good experimenter. He has learned a good deal of mathematics such as Cambridge „wranglers“ learn.

It is a long time since we have met. Is there no chance or prospect of your coming to this country. So come and give us a visit. We shall not be in the yacht this summer but in a new house at Largs²¹⁴ which we have been building and for which, for this summer, we reluctantly leave the yacht.

I hope you have been well and that all has been going well with you.

Believe me
Yours always truly
William Thomson

[387]

²¹³ Der Brief ist teilweise abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 678.

²¹⁴ Es ist das neue Heim der Thomsons, der Landsitz Netherhall, vgl. Abschn. 3.1.2.

54²¹⁵

Address University
Glasgow
March 13, 1881
12, Grosvenor Gardens.
London S. W.

My dear Helmholtz

To the last three months I have been always intending to write and thank you for having sent me such an excellent student as Mr. Witkowsky, but time has flown too fast! and now I write urgently to ask you to come and see us in Glasgow on the occasion of your visit to England at the beginning of April. I am coming up from Glasgow to London on purpose to hear your lecture on the 5th of April and to meet you at the Chemical Society's dinner on the 6th.²¹⁶ I would remain in London till Saturday the 9th when, both you and I, having heard Tyndall's lecture on the Friday evening, would be ready to leave London. So I do hope you will come to Glasgow with me on the Saturday and give us as long a visit as you can. Lady Thomson (who is with me this time in London but will not make the journey again in April) begs me to say that she looks forward with much pleasure to making your acquaintance in Glasgow, and joins me in hoping that you will say yes to my request.

On Monday, (being a holiday) we might go to Largs, where we have built a country house, and for the rest of the week the laboratory will be at full work again. On Monday the 18th we might go to Edinburgh and see Tait and attend the meeting of the Royal Society there on the Monday evening.

On Wednesday I return to Glasgow having been here for a fortnight on account of four lectures which I have been giving. Let me have a line addressed to me there, and above all things let it be Yes.

Believe me yours always truly William Thomson [388]

55²¹⁷

March 29/81
The University,
Glasgow

Dear Helmholtz

I am very glad to have the prospect of seeing you here on the 15th of April. I hope it will turn out that your Cambridge engagement will not prevent you from coming.²¹⁸ I now write on the part of Lady Thomson and myself to say that we hope Mrs. Helmholtz will come with you, and that you will stay with us as long as you can.²¹⁹ Perhaps Mrs. Helmholtz would stay here while you and I go to Edinburgh for the R.S.²²⁰ meeting on Monday the 18th, and return here on Tuesday.

I am going to London on Thursday night, and to Portsmouth on Friday evening. I shall be glad to hear from you when we may expect to see you. If you write by return of post address to me here; if any day later this week address

Care of Capt. Fisher R. N.
Crescent Lodge
Southsea
Portsmouth

I am to stay with the Spottiswoodes in London, where I shall be on Monday the 4th of April.

²¹⁵ Der Brief ist enthalten in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 763. Die von Thomson geschriebene Adresse der Universität fehlt.

²¹⁶ Am 5. April 1881 sprach Helmholtz vor der Chemical Society in London in englischer Sprache „Über die neuere Entwicklung von Faradays Ideen über Elektrizität“, vgl. Abschn. 3.2.

²¹⁷ Der Brief ist vollständig abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 764.

²¹⁸ Helmholtz erhielt am 31.3.1881 den Ehrendoktor (Doctor of Law) der Universität Cambridge.

²¹⁹ Helmholtz fuhr am 12.4.1881, ohne seine Frau, über Dublin nach Glasgow zu Kelvin. Diese fuhr von London nach Paris, um ihren Mann dort zu erwarten.

²²⁰ Royal Society.

Excuse haste and believe me
Yours very truly
William Thomson [389]

56²²¹

Portsmouth, April 4 <1881>

Dear Helmholtz

I go to London to-morrow morning to stay at Spottiswoode's, 41 Grosvenor Place SW. I arrive there at 11 o'clock, and will go immediately anywhere I can, to find you. So please let me have a line which I may find on my arrival at Spottiswoode's, to say where I must go to find you. You will no doubt be busy tomorrow in the prospect of your lecture for the evening, but I must just see you, if only to fix a time for Wednesday, when we can go anywhere and do anything together.

Believe me
Yours always affectionately
William Thomson

57

July 9/81, London

My dear Helmholtz

I have been requested by the Council of the Glasgow Science Lectures association of which I am President, to write to you and ask you to give one of the lectures of our course for next session. Whatever time would be most convenient to you, from the middle of November till April will be chosen if you will kindly consent to give a lecture. I need not say that your doing so would be very highly appreciated by the Association, and that it will be a great pleasure to Lady Thomson and myself to have you again in our house. We hope that you will this time bring Mrs. Helmholtz with you, and stay with us as long as you can.

I know well what a favour it is that I am asking, but I hope you will see your way to give us it. I am sorry to say the fund of the Association are not able to let any thing that could be thought of as remuneration, be available, and considering how much your acceptance of the invitation of the Council will be valued the „honorarium“ of £ 30 which they would give, they feel to be very inadequate.

Do come if you can, and choose what ever subject you please. The audience consists chiefly of working men but excellent listeners and all [390] would I am sure be greatly interested. Let me have a line in reply addressed Grand Hotel, Trafalgar square., London W.C. if I stay within four days of the present: if after that Yacht Lalla Rookh, Post Office Portsmouth Hants.

Lady Thomson joins in kind regards to yourself and Mrs. Helmholtz and remain

Yours always truly
William Thomson

58²²²

Berlin N.W. 15 Juli 1881²²³
16. Neue Wilhelmstrasse

Verehrter Freund

ich sage Ihnen meinen besten Dank für Ihre freundliche Absicht mich wieder nach Glasgow zu ziehen. Aber ich finde, dass ich den angebotenen Auftrag nicht übernehmen kann. Erstens kenne ich das Publicum, vor dem ich zu sprechen haben würde, zu wenig, und habe überhaupt wenig Glück mit meinen Versuchen populäre Vorlesungen vor einem grossen aus verschiedenen Ständen gemischten

²²¹ Der Brief ist mit kleinen Änderungen abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 764 f. Die Jahreszahl wurde von Thompson eingefügt, im Original ist sie nicht angegeben. Kleinere Fehler wurden nach dem Original korrigiert.

²²² Cambridge H 73.

²²³ Auszüge sind enthalten in: Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, vgl. FN 76, S. 285.

Publicum zu halten, zweitens nimmt für mich das Ausarbeiten einer Vorlesung in Englischer Sprache zu viel Zeit in Anspruch, und ich habe alle Ursache mit meiner Zeit geizig zu werden, da ich in diesem Jahre 60 alt werde und noch viele Arbeiten vor mir habe, die ich gern vollenden möchte.

Ich sage Ihnen und Lady Thomson nochmals meinen herzlichsten Dank für die sehr freundliche Aufnahme in Glasgow und für die sehr interessanten Tage, die ich dort verlebt habe. Ihrer Gemahlinn habe ich versprochen meine Photographie zu senden. Ich habe aber noch keine erhalten können, welche meiner Frau schön genug erschiene. Ich fürchte, dass dieser Mangel in der Natur des Objects unvermeidlich begründet ist.

Ich bleibe hier bis zum 8. August, werde dann in die Schweiz gehen und zum 15. Septb. wahrscheinlich nach Paris zum elektrischen Congress. Kommen Sie nicht auch dorthin.²²⁴

Mit vielen Empfehlungen an Lady Thomson

Ihr H. Helmholtz [391]

59

Aug 11/82
Netherhall.
Largs.
Ayrshire

Dear Helmholtz

Is it possible that you can be persuaded to come to Southhampton for the meeting of the British Association to commence there on the 23^d? Siemens²²⁵, who is to be President, would be greatly pleased if you could come.

I hope you may yet resolve to come; and I write to say that if you come to Southhampton, you must come farther, and give us a visit here, where we shall be during the whole of September. The poor „Lalla Rookh“ is alas at Greenock, just now being repaired after an undesigned experiment on the relative rigidities of rock and wood which we made a short time ago off Skye, when we were enjoying a delightful cruise, bound for Gair Loch, which you remember, and just fresh from Roshven, the Blackburns²²⁶, which you also remember, no doubt. This brought our pleasant sailing, and living afloat, to an untimely end for the season so we are here on Terra firma. It will be a great pleasure to us to have an visit from you and Mrs. Helmholtz also, if she will come. Lady Thomson joins in kind regards and I remain

Yours always truly

William Thomson [392]

PS. I have today dispatched with „inprimature“ the last sheet of Vol. I of my collected papers²²⁷, and having just this moment written a reverence to Schiller's²²⁸ work in your laboratory on Electric Oscillations.²²⁹

²²⁴ Am 15.9.1881 fuhr Helmholtz zum elektrischen Kongreß nach Paris. Mit Thomson wurde er als ausländischer Vizepräsident gewählt.

²²⁵ Sir William (Wilhelm) Siemens (1823–1883) war der Bruder von Werner von Siemens. Er beschäftigte sich ebenfalls mit technischen Innovationen und hatte mehrere Patente. Er gründete das Haus Siemens Brothers zu London und Laurence/Wales. Werner von Siemens schrieb: „Wilhelm erreichte mehr, er gewann die öffentliche Meinung Englands dafür, ihn schon bei Lebzeiten und in noch hervorragenderer Weise nach seinem Tode als einen der leitenden Führer zu feiern, denen das Land den grossen Aufschwung seiner Technik durch Verbreitung und Anwendung naturwissenschaftlicher Kenntnisse verdankt.“ (Werner von Siemens, Lebenserinnerungen, München 1956, S. 279).

²²⁶ Hugh Blackburn (1823–1909), Professor der Mathematik in Glasgow. Mit ihm fuhr Thomson 1845 nach Paris. Hughes älterer Bruder Colin war Abgeordneter und wurde später Lord Blackburn. Colin vermittelte die Bekanntschaft von Thomson und Hugh mit Archibald Smith.

²²⁷ William Thomson, Mathematical and Physical Papers, Vol. I, Cambridge 1882, Vol. II erschien 1884 in Cambridge und Volume III 1890 in London.

²²⁸ Nikolai Nikolajewitsch Schiller (1848–1910) studierte von 1872–1874 in Berlin und war von 1875–1903 an der Universität Kiew tätig. 1884 wurde er dort ordentlicher Professor.

²²⁹ Nikolai Nikolajewitsch Schiller, Einige experimentelle Untersuchungen ober elektrische Schwingungen, in: Poggendorffs Annalen 152 (1874), S. 535–565.

60²³⁰

Klagenfurt (Corinthia) 18 Septb 1882²³¹

Berlin N.W.

16. Neue Wilhelmstrasse

My dear Friend

I got Your letter of August 11 rather late at Pontresina in Engadin, where I have been staying 4 weeks with Mrs. Helmholtz and my daughter, when it would have been too late to yield to Your urgent pleading for a visit to Southampton, even if I had been inclined to leave the majestic stillness of woods and mountains for the bustle and the excitation of crowds of learned people. After the months of work I want very much some undisturbed time of quietude, for which, I found, Pontresina is one of the best places in the world. Netherhall, without doubt, would have been as good; but it is rather a long way from Berlin.

On the 16th October I am to go again to Paris, as a member of the international commission for the electric units. Will You not be there, also? You and Lord Rayleigh ought to be there, if anything of any value shall be performed there. I am hoping, therefore, that I shall see You there.

I have regretted very heartily the misfortune of poor Lalla Rookh, and the interruption of Your excursions on her; I hope, that the surgical assistance, she has received at Greenock, has proved successful.

[393] My Faraday lecture has led me to electrolytical researches. I hope, that You have received my first notice about this subject, on the thermodynamic value of chemical actions²³²; a second has been printed already, a comparison of the chemical energy of 50 actions of different strength, determined as well by their electromotive force as by their vapour-tension.²³³ I'll send it from Berlin.

My wife's and my own best compliments to Lady Thomson for her kind invitation to Netherhall! I hope, that we shall be able another year, to see You there.

Yours very truly

H. Helmholtz

61

The University,

Glasgow

Dec 11, 1882

Dear Helmholtz

This will be presented to you by Mr. Dugald Clerk²³⁴, the inventor of an improved gasengine. It is it which I have in my laboratory and it gives me excellent results for lighting my lecture room and house, and for all my laboratory wants, in the way of power.²³⁵

²³⁰ Cambridge H 74.

²³¹ Diese Zeile wurde von Helmholtz geschrieben, während die darunter stehende Berliner Adresse gedruckt und von Helmholtz eingerahmt wurde. Ein kurzer Auszug in deutscher Sprache ist enthalten in: Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band. vgl. FN 76, S. 290 f.

²³² Hermann Helmholtz, Die Thermodynamik chemischer Vorgänge, in: Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 2. Febr. 1882, I, S. 22–39.

²³³ Hermann Helmholtz, Die Thermodynamik chemischer Vorgänge, 2. Beitrag in: Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 27. Juli 1882, II, S. 825–836.

²³⁴ Sir Dugald Clerk (1854–1932), schottischer Ingenieur, baute 1878 den ersten Zweitaktmotor. Trotz des seit 1876 funktionierenden Otto-Motors wurden aus patentrechtlichen Gründen andere Verbrennungsprinzipien erprobt. Silvanus P. Thompson merkt in „The life of William Thomson“, vgl. FN 3, dazu an: „Sir William took part in a discussion on the theory of the gas-engine. after a paper by Mr. Dugald Clerk, at the Institution of Civil engineers, April 4, 1882.“ (p. 776).

²³⁵ Am 25.11.1906 erinnerte sich Kelvin, als er bei einem Dinner des Instituts für Elektroingenieure der Universität Glasgow präsiidierte, daran, daß das erste Haus auf dem Planeten, das 1881 voll durch Elektrizität beleuchtet wurde, sein Haus an der Universität Glasgow war, vgl. Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 1193.

[394] Mr. Clerk is going over to Berlin to explain his engine to the patent officials²³⁶, and particularly to prove to them by an experiment, that the mixture of gases which he uses is explosive throughout; and that his engine does not work by show combustion as has been alleged. I think you would be interested in seeing his engine, and in this experiment on it, if you will allow Mr. Clerk to show it to you. I have seen the experiment, and it seems to me quite conclusive.

Believe me
Yours always truly
William Thomson

62²³⁷

Adress University Glasgow
Yacht Lalba Rookh
Gareloch, Clyde
June 17, 1883

Dear Helmholtz

A note I have front Lockyer²³⁸ seems to imply that you have not yet received a copy of the second part of the new edition of „Thomson & Tait’s Natural Philosophy“. I directed a copy to be sent to you, immediatly on the publication of the book; but I shall write again to the publishers to make sure that they send it, if they have not done so already.

I hope you received in due time the 2nd edition of the first part; also the first volume of my collected „Mathematical and Physical Papers“. I directed the publishers in each case to send you a copy immediatly on publication.

We have been now afloat, and at home on board the „Lalla Rookh“, for a fortnight, with a weekly visit to the laboratory and we shall be oscillating between the two L’s²³⁹ for the greater part of the summer. Will you not come and have a cruise with us, either in July in the Solent, or [395] in August in the Clyde. If you could come to us in August or September you would find us with one foot on shore, occasionally, at „Netherhall“ a house we have built for ourselves at Largs, but now I remember you saw it, but which the superior attractions of the Lalla Rookh keep us from living in so much as we would otherwise like.

The British Association meets on the 19th of September at Southport (near Liverpool) and if you would come to us in September early enough to have some good sailing first, we might go there together. We hope Mrs. Helmholtz will be able to come with you, and you must tell her not to be deterred by the idea of the yacht if she is not a good sailor, as any time after the middle of August the house on shore will always be available.

In the laboratory I have been greatly occupied with electric measuring instruments, chiefly for practical purposes connected with electric lighting. One that I hope to have going very soon, – a gyrostatic current integrator, or „coulombmeter“ I think would interest you. I have also a new electrometer and some arrangements of galvanometers to give moderatly accurate absolute determinations through very wide ranges. I need not tell you about them now however as I hope you will come and see them all.

Lady Thomson joins in kind regards to you and Mrs. Helmholtz and I remain

Yours always truly
William Thomson

²³⁶ Am 1.6.1877 wurde das Patentamt als Reichsbehörde mit Sitz in Berlin gegründet. Am 25.5.1877 war das Patentgesetz in Kraft getreten, das das Patentwesen für alle Bundesstaaten einheitlich regelte. Es ging auf eine Empfehlung der Wiener Internationalen Patentkonferenz zurück, die sich 1873 für die internationale Angleichung des Patentrechts aussprach.

²³⁷ Mit Ausnahme der ersten Zeile und kleinen Änderungen ist der Brief abgedruckt in Silvanus P. Thomson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 3, p. 795 f.

²³⁸ Sir Joseph Norman Lockyer (1836–1920), englischer Astrophysiker, untersuchte Spektren verschiedener Gebiete der Sonne.

²³⁹ Lalla Rookh und the Laboratory.

Aug 16/83
Netherhall
Largs
Ayrshire

Dear Helmholtz

Just a time to remind you that we hope to see you here soon. We were very sorry to hear from you that Mrs. von Helmholtz could not be with you.

Let me have a line to say when you will be here.

The Portrush Electric Railway²⁴⁰ is to be formally opened by the Lord Lieutenant of Ireland on the 14th of September. By that time the turbines [396] and dynamos by means of which the carriages are to be driven by water power will all be in action and I think you will be interested in seeing them, and you must remain here with us till it is time to go across. We may either return here on our way to Southport on the British Association, or go there from Ireland, as circumstances let us choose.

Lady Thomson joins in kind regards and I remain

Yours always truly

William Thomson

P. S. I have a letter from Prof. Cambell²⁴¹, (biographer of Clerk Maxwell²⁴²) and another from Tait, asking me to try and get you to write, for the 2nd edition of the Life²⁴³, (which it seems will have to be published about a year hence) a short statement of your appreciation of Maxwell's scientific work. Tait suggests particularly „the Magnetic Field“; I would add kinetic theory of gases.

I hope you may see your way to doing something of this kind. I shall show you the letters when you come. I don't enclose them because this may near to wander after you.

64²⁴⁴

Pontresina 23 Aug 1883

My dear friend

I have got Your letter of the 16th yesterday; I am gone to this place, as I have done already during the last 10 or 12 years every summer, because I find the best mental repose and bodily refreshment. Mrs. v. Helmholtz is gone to the sea with our three children, which the medical men wished for our two sons²⁴⁵, and because our German sea bathing places are rather poorly arranged, she has chosen an English place, Cromer, near Norfolk (address: Albert House, Cromer). Our elder son, Robert, is lame [397] and has a curved back, because he suffered by suppuration of a vertebra and of the hip joint. The wounds, healed since 15 years, began to open again in the beginning of this year under the influence of the more rapid evolution of the bones, which his age calls forth. Before he left Berlin his wounds were closed again, and be as well as his mother writes me, that he feels stronger and better than before this new accident. But You can imagine, that we have been very seriously alarmed, and although our care is much diminished at present, we are obliged to arrange our steps principally according to the state of health of my son. In her last letter Mrs. Helmholtz wrote me, that she found that the water and the weather become too rough at Cromer, and that she would finish her stay there

²⁴⁰ Thomson nahm mit seiner Frau an der Eröffnung teil, vgl. Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 797.

²⁴¹ Lewis Campbell (1830–1908).

²⁴² L. Campbell, W. Garnett, The life of James Clerk Maxwell, London 1882.

²⁴³ Die zweite Auflage erschien 1884. Sie enthält Ergänzung zur ersten Auflage auch ausgewählte Briefe.

²⁴⁴ Cambridge H 75.

²⁴⁵ Beide Söhne von Helmholtz, Robert Julius (1862–1889) und Friedrich Julius (1868–1901), genannt Fritz, waren oft krank, was Helmholtz sehr bedrückte. Vor allem Robert schien ein begabter Physiker zu sein, der in die Fußstapfen seines Vaters treten konnte. Er starb jedoch schon vor ihm, nach einem langen schweren Leiden.

about the 1st of September, and go either to the Isle of Wight or to the Cumberland lakes, whence Professor Roscoe urged her to come. I have the intention to go to England and to look after my family about the midst of September. At the 1 October I must return to Paris to a family congress for the legal business, caused by the death of old Mad. Mohl²⁴⁶. If You are at Netherhall during the last week of September, I would like very much to come there for some days; but as all with us is very uncertain and as all communications with my wife to and from requires always six days.^{246a}

... school, when she leaves Cromer. She herself and our son Robert are very feeble sailors, and I should not recommend to take both of them on board of Lalla Rookh.

I'll write to day also to my wife and ask her, to give You information about the newest state of things and her plans. In this case, at least (as in many other of course) she must give the main decision.

65²⁴⁷

Pontresina 2 Septb. 1883

My dear friend

things turn out otherwise, than I expected. I have got an invitation from the Ministry of Public Instruction at Berlin, to assist to the deliberations of a Commission, nominated by the Ministers of Finances and of In-[398]struction. The aim is to build at Berlin an kind of scientific physical Observatory; this plan has been proposed principally by Dr. Werner Siemens and myself, and W. S. has offered a valuable piece of land, which belongs to him, to be given to the State, if the State takes upon himself the obligation, to build and to enclose the observatory.²⁴⁸ I have been urged to accept the direction of it. Now the propositions of our Minister of Instruction are brought before the Minister of Finance, to be put into the budget of next year. It is an important thing for science, and also for my own personal interest, because I may hope, that I shall be able to concentrate my power of working, as much, as has been left to me, into one purely scientific direction. Under this condition I cannot refuse, to go back to Berlin for the second half of September. Mrs. Helmholtz is also preparing for departure from Cromer²⁴⁹, in order to meet me at Berlin.

I regret very much, that I loose in this way the occasion to see you and Lady Thomson at Netherhall this year, but I hope you will find my excuse sufficient.

Yours very truly

H. v. Helmholtz

66²⁵⁰

Jan 1, 1884
Mere Old Hall²⁵¹
Knutsford

Dear Helmholtz

I should be much obliged by a line from you to say if I ought to say yes to the enclosed. Do Mayer & Müller stand well in their business, and would the proposed translation be well done if by them?

²⁴⁶ Am 15.5.1883 starb in Paris die Frau von Julius Mohl, Elizabeth Hay Clarke, die Tante von Helmholtz' Frau, bei der sie oft und gern war.

^{246a} Der Brief bricht mitten auf der Seite ab. Offensichtlich gehört das folgende Stock noch zu diesem Brief.

²⁴⁷ Der Brief befindet sich in Cambridge in einer separaten Sammlung (Add. 8812/4).

²⁴⁸ Es ging um die Vorbereitung für eine staatliche Einrichtung, die sich praktisch und theoretisch mit Präzisionsmessungen befassen sollte. 1887 wurde dann die Physikalisch-Technische Reichsanstalt gegründet. Vgl. Werner von Siemens, Lebenserinnerungen, München 1956, S. 267.

²⁴⁹ Anna von Helmholtz befand sich wegen des schlechten Gesundheitszustands ihres Sohnes Robert in diesem englischen Ort.

²⁵⁰ Thompson datiert den Brief auf 1885, was jedoch mit dem Original nicht übereinstimmt. Den ersten Absatz läßt er weg, außerdem die Große an die Tochter Ellen Helmholtz (1864–1941). Vgl. Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 84.

²⁵¹ Mere Old Hall in der Nähe von Knutsford war das Haus des Schwagers von Kelvin, William G. Crum, in dem die Familie Thomson öfter zu Besuch war.

[399] I have not yet seen the „Baltimore Lectures“²⁵², but I believe they will come very soon. One of the Johns Hopkins mathematicians, Hathaway²⁵³, who is also a shorthand writer, undertook to make a report of the lectures and to bring it out in „papyrograph“; and I had a telegram from him a few days ago saying it was nearly ready. I have no doubt but that Mr. Hathaway’s work will be well done, but I am afraid to see my part of the result! I hope to make something better of it in the course of a year or so and to bring it out in a printed volume. Till this is done it may be advisable not to let the labour of translation be undertaken. We enjoyed our visit to America very much (notwithstanding a degree of heat which we were told was „quite exceptional“; but the American climate seems always exceptionally hot, except when it is exceptionally cold). The Baltimore Lectures were a great pleasure to myself because I had twenty or thirty most agreeable and interested „coefficients“, many of them from distant parts of the States who came to Baltimore with leaves of absence from their Colleges and Universities for the three weeks of the Lectures, and I felt myself stimulated to an interest in the subject that I had never felt so much before, and which forced me to learn something of it, of which I had till then been exceptionally ignorant.

I think I have at last (since about midsummer) got upon a convenient and simple plan for electromagnetic measuring instruments, in which the „constant“ of each instrument will be truly constant; or rather, as nearly so as is the earth’s mass and rotational period. I have been working at the thing incessantly since our return from America, and I hope very soon to have some instruments made which will be convenient for ordinary use.

We are here spending our bondays with my brother-in-law W. G. Crum and his family, but return to Glasgow on Monday. My wife joins in kind regards to you and Mrs. von Helmholtz and the boys, and best wishes to you for the New Year and I remain

[400] Yours always truly

William Thomson

Give our kind greetings to Ellen also, who we hope is well and happy.

67²⁵⁴

Berlin 7.1.84²⁵⁵

Berlin N.W.

16. Neue Wilhelmstrasse

Verehrter Freund

die Buchhandlung Mayer u. Moller, deren Brief ich mit zurückschicke, sind ein gut renommirtes altes Haus, welche wissenschaftliche Bocher herausgeben. Ich habe selbst nie mit ihnen zu thun gehabt, aber Professor Kronecker sagt mir, dass sie seit langer Zeit die Bocher for das mathematische Seminar der Universität liefern, und er sie daher kennt. Aber ich würde es doch nicht dem Buchhändler überlassen den Übersetzer auszusuchen ohne weitere Controlle. Wissenschaftliche Bocher gut zu übersetzen erfordert doch ziemlich eindringende Kenntnisse der Sache sowohl, wie der Eigenthümlichkeiten der Sprache, aus der übersetzt wird; sonst wird der Sinn leicht gänzlich entstellt und unkenntlich gemacht. Die Buchhändler wissen davon natürlich nichts, und übertragen die Sache gern irgend einem jungen Manne, dem sie nicht viel Honorar zu zahlen brauchen. Jedenfalls müssen Sie sich vorbehalten Ihre Einwilligung zur Wahl des Übersetzers zu geben.

²⁵² Baltimore Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light, founded on Mr. A. S. Hathaway’s Stenographic Report of Twenty Lectures delivered in John Hopkins University, Baltimore, in October 1884; followed by Twelve Appendices on Allied Subjects. By Lord Kelvin, O. M., G. C. V. O., P. C., F. R. S. etc., President of the Royal Society of Edinburgh. Fellow of St. Peter’s College, Cambridge, and Emeritus Professor of Natural Philosophy in the University of Glasgow, London 1904.

²⁵³ Arthur S. Hathaway war Mathematiker an der John Hopkins Universität und ein hervorragender Stenograf.

²⁵⁴ Cambridge H 76.

²⁵⁵ Ein kurzer Auszug aus dem Brief ist enthalten in: Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, vgl. FN 76, S. 313.

Es freut mich, dass Ihre Excursion nach America for Sie und Ihre Gemahlinn erfreulich und interessant gewesen ist, und dass durch die Veröffentlichung Ihrer Vorlesungen auch Ihre Freunde und die Freunde der Wissenschaft Genuss und Belehrung finden werden.

Vol. II of Your „collected papers“²⁵⁶ ist noch nicht angekommen; inzwischen sage ich vorläufig meinen Dank for die Zusendung.

[401] Ich selbst bin noch immer mit dem Thema der monocyclischen Bewegungen beschäftigt²⁵⁷, und habe jetzt weitgehende Verallgemeinerungen gefunden, die sich an eine verallgemeinerte Form von Hamiltons Princip der Mechanik anschliessen. (Warten Sie mit dem Studium der monocycl. S. bis zu der späteren Abhandlung²⁵⁸; Sie haben es dann bequemer.)²⁵⁹ Daneben beschäftige ich mich auch gerade mit Verbesserung der elektromagnetischen Strommessungen, aber nur für Laboratorien, um die Genauigkeit von mindestens 1/1000²⁶⁰ zu erreichen, die ich für meine elektrochemischen Studien brauche.

Ellen und ihr Gatte sind seit Mitte December wieder hier und sehr vergnügt; nur ist Dr. Werner Siemens seit 4 Wochen durch eine Bronchitis im Hause zurückgehalten und Arnold Siemens hat deshalb viel zu thun. Uns mit dem Rest unserer Familie geht es gut, auch Robert hat sein froheres Unwohlsein überwunden und ist viel kräftiger geworden. Das Haus aber ist einsamer, da mit Ellen auch die grosse Zahl junger Damen und Herren, die sonst kamen, verschwunden ist.

Eben sind wir durch die Nachricht vom Tode von Professor Roscoes einzigem Sohne erschreckt worden; das ist entsetzlich traurig.

Viele Empfehlungen an Lady Thomson und beste Grüsse von meiner Frau
Ihr H. v. Helmholtz [402]

68²⁶¹

General Adress Largs June 18/85
The University, Glasgow Yacht Lalla Rookh

Dear Helmholtz

I wanted before now to write and thank you for the very appreciative account of my Reprint of Collected Papers²⁶², which you gave to Nature, and which we read with great interest, but was prevented by our unsettled life, between London, and visits at Cambridge (Prof. Stokes') and Lord Rayleigh's, and some other friends in England. We came onboard yesterday and slept onboard last night, but even yet have not attained to the quiet and settled life of the Lalla Rookh which we have been looking forward to, as I must be in Edinburgh and Glasgow this week, and in London to give evidence before a Committee of the House of Commons on the proposed Manchester Ship Canal next week.

Except for these disturbances we should live under a triangle of forces, pulling to the Laboratory, Netherhall, and the Lalla Rookh, and having their turns of preponderance with some regularity. I have a new depth-gauche to test onboard, and had some very promising trials at our anchorage here yesterday evening. Today I hope to find it working well, when sailing with a good breeze, in deeper water.

I am very busy in the laboratory with electric measuring instruments. I am making standardizers on the principle of Faraday's law, which I worked out mathematically 35 years ago, to the effect that a globe,

²⁵⁶ William Thomson, *Mathematical and Physical Papers*, Vol. II, Cambridge 1884.

²⁵⁷ Hermann von Helmholtz, *Studien zur Statik monocyclischer Systeme*, in: *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 6. März, 27. März und 10. Juli 1884, I, II, III, S. 159–177, S. 311–318 und S. 755–759.

²⁵⁸ Hermann von Helmholtz, *Principien der Statik monocyclischer Systeme*, in: *Crelle's Journal for die reine und angewandte Mathematik*, Band 97, Berlin 1884, S. 111–140 und S. 317–336.

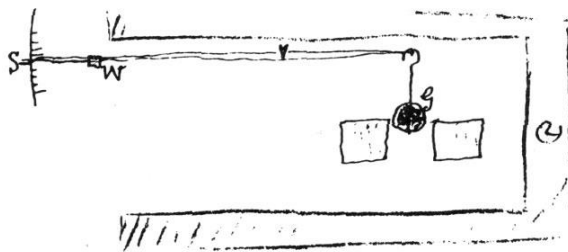
²⁵⁹ Der Satz in Klammern ist im Brief an die Seite geschrieben. Er steht neben dem Absatz ober die monozyklischen Systeme.

²⁶⁰ Der Bruchstrich ist durch einen Querstrich ersetzt.

²⁶¹ Dieser lange Brief ist bei Thompson nur unvollständig veröffentlicht. Es fehlen einige Passagen, die bei Thompson kenntlich gemacht sind, vgl. Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 3, p. 847 ff.

²⁶² Helmholtz hatte in „Nature“ vom 14.5.1885 sehr positiv die Veröffentlichung der „*Mathematical and Physical Papers*“, Volume I und II, besprochen.

or any not to elongated piece, of soft iron, experiences a force in the electromagnetic field of which the components are²⁶³ $k d(R^2)/dx$, $k d(R^2)/dy$, $k d(R^2)/dz$, where R denotes the force on an unit of ideal magnetic matter and k a constant depending on the shape. I have recently noticed theoretically, and verified by experiment, that the force on the soft iron in these circumstances is exceedingly little influenced by magnetic retentiveness. A short bar, or a globe, experiences very nearly the same force, and produces very nearly the same magnetic effect externally to itself, as if its inductive susceptibility were infinitely great. I find in practice slight effects of residual magnetizations, after the value of R [403] has been very great; and I provide with the instruments a little reversing key. A rapid succession of half a dozen or a dozen reversals of the current (changes of sign of R) brings the force on the iron to a perfectly definite condition, in which I find also (as theory indicated) the force experienced by the soft iron is very rigorously proportional to the square of the strength of the current by which R is produced. I believe I can thus have a secondary standard for the strength of a current accurate to 1/10 per cent.

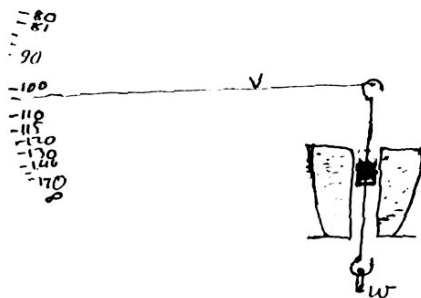


My simplest form of standardizer is represented in the sketch (excuse the exceeding badness of the drawing). Red²⁶⁴ represents a little coil of copper ribbon (shown in section). Twelve turns of copper ribbon 1/2 inch broad (say 1 1/4 centimetres) and 0,8 cm thick constituting a coil of something nearly the size shown in the sketch give me a standardizer on to amperes. I have made coils, of similar external dimensions, and shapes of 229 turns, and of 2285 turns, which, with other circumstances similar, will serve for 1 ampere and for $\bullet 1$ of an ampere.

Blue represents iron, (1) an iron globe weighing about 1 1/2 grammes (I think) and (2) an iron tubular sheat to nearly annular the vertical component of terrestrial magnetic force, and to guard of avoid disturbances from neighbouring magnets be in moderation.

W is a fixed counterpoise, arranged to balance, with no magnetic force, but with a collar of wire weighing $\bullet 1$ of a gramme placed on the globe G. Then, the collar being removed, a current is passed through the coil, and its strength adjusted till the beam is balanced. The balancing [404] position for the globe is chosen so as to be very near to that of instable equilibrium; beeing the position of $d/dx (R^2)$ a maximum for constant strength of current. I find that tilling the instrument largely of the level makes but little difference in the strength of the balancing current. Altogether, so far as I have get been able to test it, there seems promise of good accuracy (say to within 1/10 per cent of the strength of the current) and of considerable hardiness of accuracy.

I have also an instrument on the same principle, but with an inspectional scale from 80 to 170, and practical scale of weights for



²⁶³ Der Bruchstrich ist in allen Brüchen in diesem Brief durch einen Querstrich ersetzt.

²⁶⁴ Die Farben sind nicht zu erkennen. Die ausführliche Erläuterung durch Thomson macht jedoch deutlich, worum es sich handelt.

different grades, from 5 milligrammes to 80 milligrammes: giving for instance 1, 2, 4 for ratios of the currents corresponding to the same mark on the scale. The hobbin here is of about 3500 turns of fine copper wire; proportional as to external shape as shown in the sketch but of nearly double linear dimensions. The movable iron is a short solid cylinder, weighing about 1 1/2 grammes, and is attracted upwards by the electromagnetic force. The standardizing point for this instrument is 80 of its scale. I have had several of these made, and they promise to be very useful in laboratory, & for practical purposes (for instance to serve, with an added external resistance of 2500 ohms, for an engine-room voltmeter, to measure from 80 to 120 volts or 170 with less minute accuracy, on an inspectional scale).

I am also making iron-clad magnetostatic galvanometers, to serve from $1/10^9$ of an ampere to 150 amperes, and a hectoamperemeter (on the attraction of iron principle, but across not along the „lines of force“) to serve from 30 amperes and 1000 amperes. I have made absolute idiostatic electrometers for laboratory and practical purposes, to serve from [405] 400 volts to 20000 volts, which are already working well. My aim is a two-branches chain to measure currents from $1/10^9$ of an ampere (i. e. a mikromilliampere!!) to a thousand amperes and front 1/10 000 (or as much less as you please) of a volt to 80 000 volts: all connected, by proper standardizers and comparers, and susceptible (I hope) of an accuracy of 1/10 per cent in every case when the requisite care is given. All these are secondary standards, or magnetostatic instruments adjusted by standardizers, themselves secondary standard.

For a primary standard of current I have made an absolute zinc galvanometer which works well. I think I can rely on the measurements we make of the horizontal component of terrestrial magnetism to 1/10 per cent; and I am sure I can keep the error in the zinc galvanometer well within this limit. For primary electrostatic standard I am now going on to make an attracted disc electrometer, to work with about 10 000 or 20 000 volts difference of potential. I have a simple plan by well insolated condensers (arranged like the old Leyden phials „in cascade“) by which I can multiply one hundred fold, from 100 volts (measured by galavanometers and resistance coils, in electromagnetic measure) to 10 000 volts, to be measured by absolute electrometer. Thus I expect to get a satisfactorily accurate evaluation of the number of electrostatic units in the electromagnetic unit, which may be more accurate than any of the measurements made hitherto.

I am afraid I have weaned you with this long letter. I ought really to have waited till I could give you it better told, in print.; but I thought you would be interested, and now I am appalled to find how much I have taxed your eyes.

Is it possible to persuade you to come to Scotland in summer and to bring Mrs. von Helmholtz. You know your „swimming home“ here if you will come; and Netherhall you know also. Tell your wife that she will not be required to be a moment in the Lalla Rookh if she does not like, and if you care to come for a sail with me or a cruise to a little distance, the ladies will come, or stay on shore, as they please.

The British Association is at Aberdeen on the 10th of September. We would, if you please, go to it, but not to be troubled to read papers.²⁶⁵ Our bove to Ellen & her mother, and I remain Yours always truly

William Thomson [406]

69²⁶⁶

Berlin N.W. 11 Mai 86
16. Neue Wilhemstrasse

Verehrter Freund,

beiliegend übersende ich Ihnen eine von meiner Frau ausgestellte Vollmacht für die bevorstehende ausserordentliche Versammlung der Tharsis Company. Wir wissen nicht, wie in diesem Falle zu

²⁶⁵ Kelvin nahm aktiv an dieser Beratung teil. Er beteiligte sich an einer Diskussion zur Elektrolyse, die von Oliver Lodge (1851–1940), englischer Physiker, eröffnet wurde, und hielt Vorträge zu den elektrischen Instrumenten und ober die Methode der Multiplikation von Potentialen, über die er Helmholtz im Brief vorher berichtet hatte.

²⁶⁶ Cambridge H 77.

stimmen sei, und setzen voraus, dass Sie, da Sie auch dergleichen Aktien haben, selbst abstimmen müssen, und da Sie sich an Ort und Stelle befinden, und auch durch Ihre Schwäger orientiert sein können, wenigstens besser Bescheid wissen, als wir. Ich möchte Sie also bitten meiner Frau Stimme in demselben Sinne abzugeben, wie Sie die Ihrige abgeben; d. h. also die anliegende Vollmacht den in dem Formular genannten Directoren der Gesellschaft zu übergeben, wenn Sie es mit der Ihrigen thun; wenn nicht, dieselbe zurückzuhalten. Zur Ausstellung einer Vollmacht in abweichendem Sinne wird kaum noch Zeit sein.

Uns geht es in der Hauptsache gut, wenn auch unser Haus durch Ellen's Verheirathung²⁶⁷ sehr viel einsamer geworden ist. Wir sehen sie aber oft und ihr Söhnchen²⁶⁸, welches sehr gut gedeiht und sehr niedlich ist. Ich selbst habe diesen Winter über theils an der neuen Ausgabe meiner physiologischen Optik²⁶⁹, theils mathematisch gearbeitet, und dabei leider gar nicht mehr zum Experiment gekommen.

Beste Empfehlung an Ihre Gemahlinn und von der meinigen!

Ihr getreuer

H. v. Helmholtz

[407]

70²⁷⁰

Sherwood
Turnbridge Wells
May 23 / 86

Dear Helmholtz

I had myself given my proxy to the Directors, for the meeting of the Tharsis Company, and yours was also send in, I believe in time for the meeting. I was absent front Glasgow and I do not know what passed at the meeting, but I believe there was no inclination to oppose the policy of the directors, who I suppose are doing as well as can be done for the Company. The dividend, alas!, was to be only half what it had been, I was told, on account of the low price of copper. I do not know if we can expect it to be as good in future as it has been for many years past, and I daresay the vein of the stock in the market is considerably below what was a year ago. I should not myself think of selling what I have, and I have not troubled myself to follow the ups and downs. But if you would care at all to know particularly, and if you have any idea of selling, I can easily learn about and I shall be glad to do so, and let you know what I know.

I am still very much engrossed with electric measuring instruments. I am afraid I cannot now say that I am nearer then, but I think I can safely say that I am now as near as, I thought I was to satisfactory results when I wrote to you a year ago! This is not much to say, but I do seem happily to see daylight through an affair for which I have been struggling without intermission for 5 years.

If you see Dr. Werner Siemens, will you tell him that I have never sent him the notice I promised of the new instruments which I showed him in Paris two years ago, because I found them not satisfactory, and that I have been working ever since to get something better. I little thought that an electrometer would be the first of the set, to be got into practical working shape; but so it is. I enclose a notice of it which I have only received from the printer a few days ago, and I shall write to White²⁷¹

²⁶⁷ Am 10.11.1884 hatte seine Tochter Ellen Arnold Wilhelm von Siemens (1853–1918), den Sohn seines Freundes Werner von Siemens geheiratet. Ellen war auch in der Familie Thomson, durch den Besuch ihres Vaters mit ihr in Großbritannien gut bekannt.

²⁶⁸ 1885 wurde der Enkel geboren, der den Namen der beiden Urgroßväter Hermann und Werner erhielt. Hermann Werner von Siemens war später Leiter des wissenschaftlichen Forschungs-Laboratoriums des Wernerwerkes zu Siemensstadt-Berlin.

²⁶⁹ Die zweite umgearbeitete Auflage der Physiologischen Optik erschien bei Ludwig Voss in Hamburg 1886.

²⁷⁰ Der Brief ist bei Thompson unvollständig abgedruckt. So fehlt der erste Absatz des Briefes. Vgl. Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 3, p. 858 f.

²⁷¹ James White, Optiker.

to send it (the notice) to Dr. Siemens immediatly. My other instruments are electromagnetic. The standardizing current meter of which I wrote to [408] you (founded on the tendency of a piece of soft iron²⁷² from places of weaker to places of stronger force) has done very well, and has proved very satisfactory in my laboratory, and on our house light²⁷³ circuit, but I am keeping it back, because for most purposes, not for all, I have got something better – an intrinsic current meter founded on the tendency of an oblate ellipsoid of revolution (about 8 mm equatoreal, and 5 mm axial diameter) to place the plan of its equator along the lines of force. The little oblate is supported on a stretched platinoid wire, balanced relatively to gravity so that it will work as well ab sea at on land. It has given me very good results, within about •1 (one tenth) per cent of absolute accuracy, and will serve very conveniently for directly standardizing durrents of from •1 of an ampere to 20 or 30 amperes.

All these things have left me very little time for other work, but I begin now to feel freeer and I hope soon to get on with „Baltimore Lectures“ (preparing for press) etc. etc., which have been too long deferred. We are staying here for a few days with Lady Siemens.²⁷⁴ I have told her your news of the little grandson which interests her much. She send her kindest greetings, and „particularly to the little grandson“. Lady Thomson joins in the same, and particularly to yourself and your wife. We return to Scotland next week for laboratory, Lalla Rookh and Netherhall

Yours always
W. Thomson

71

⟨London²⁷⁵⟩
Jan 11 / 90

Dear Helmholtz

I have met Roscoe here this moment and he tells me he is anxious to have your answer to the circular regarding International Joule Memorial²⁷⁶, asking you to be a member of the international committee. He would be greatly obliged if you will give him a telegram [409]

yes

or no

adressed

Roscoe

Royal Society

London.

It is not necessary to fix about amount of subscription. What we want is your name on the list of the general comittee.

The prize will be an international one to encourage the scientific work of younger men of any nation and in any part of the world.

I am here by chance for two days and return to Glasgow on Monday.

Give Lady Thomsons and my kind regards to Mrs. von Helmholtz

and believe me

Yours always truly

William Thomson

Excuse haste, as Roscoe is anxious to catch first post

²⁷² Thompson setzte an dieser Stelle noch „to move“ ein, im Original findet sich das nicht.

²⁷³ Das Wort „light“ fehlt bei Thompson.

²⁷⁴ Es handelt sich um die Frau voll Sir William (Wilhelm) Siemens.

²⁷⁵ Eine Ortsbezeichnung fehlt im Brief. Es muß jedoch London heißen, da Kelvin Roscoe in London traf.

²⁷⁶ James Prescott Joule war am 11.10.1889 in Sale bei London verstorben. Kelvin hatte dazu beigetragen, daß seine Arbeiten zur mechanischen Wärmetheorie anerkannt wurden.

72²⁷⁷

Adress
University
Glasgow Feb 24/90
Netherhall
Largs
Ayrshire

Dear Helmholtz

I have just this morning heard from Tait that the Senate of Edinburgh University has invited you to be Gifford Lecturer for the next period of two years, and I lose not a moment²⁷⁸ in writing to beg you to accept. We have so long wished to see you again in Scotland, that now, with such an occasion as this, we hope very much you will be induced to come. During the month of the engagement in Edinburgh each year you must live part of the time with us in Glasgow, as the railway journey is quite short (1 1/4 hour).

[410] The actual lecturing would I am sure be interesting to yourself if you feel that you can undertake it, which I hope will be the case; and I need not say, that it will be greatly appreciated in Scotland, and by a far wider public than those who will hear you or than Scotland.

Lady Thomson and I are here from Friday to Monday as we are, as often as we can get away from Glasgow at the end of a week, but Glasgow is our home during the winter session.

It chances that Prof. and Mrs. Max Müller are with us and I have told them of the wish of Edinburgh. He allows me to say that he is most anxious you should accept. He will write to you and tell you about the conditions.²⁷⁹

We hope Mrs. von Helmholtz will come with you. My wife joins in urging that you should accept, and in kind regards to you both.

Believe me
Yours always truly W. Thomson

73²⁸⁰

June 20, 1892

We remain in London at this address,
till the beginning of July 6, Cadogan Place
London S.W.

Dear von Helmholtz

Your letter of the 19th of May has remained too long unanswered: because I wished to have authority from the Board of Trade, in answering it. It had been resolved to issue at the middle of the present month an Order defining, for practical purposes, standards of electrical resistance, current, and „pressure“ (potential). I am now authorized by the Board of Trade to say that, in difference to your wish, the proposed Order will not be issued until next November.

²⁷⁷ Der Brief ist mit kleinen Änderungen abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 3, p. 892 f.

²⁷⁸ Bei Thompson steht for moment „minute“.

²⁷⁹ Friedrich Max Müller (1823–1900), Philologe und Vermittler bei der Übersetzung von Helmholtz' „Lehre von den Tonempfindungen“ in die englische Sprache, schrieb am 24.2.1890 an Helmholtz, um zu erklären, daß die Arbeit als Gifford Lecturer nicht so anstrengend sei, wie sie scheine. Man erwarte 10 bis 12 Vorlesungen, die in vier Wochen gut zu absolvieren seien, vgl. Herbert Hörz, *Brockenschlag zwischen zwei Kulturen*, Marburg 1997, S. 390 f.

²⁸⁰ Der Brief ist mit kleinen Auslassungen abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 3, p. 921 f.

[411] The advising Committee of the Board of Trade in respect to Electric Standards, (of which Rayleigh, Glazebrook²⁸¹, Carey Foster²⁸², Ayrton²⁸³, and myself, are members) were unanimous in wishing that you, and one or more of your colleagues in the work of electric measurement, would come to the British Association, which meets in Edinburgh on the 3^d of August; and thus give us an opportunity of conferring on the Standards to be adopted, and of coming to an agreement on all questions such as those referred to in your letter of the 19th May. I was asked by my colleagues to do what I can to persuade you to come yourself. You know, I would compel you to come if I could! I hope the time will be convenient to you (more so than the later times of meeting which for many years back have been chosen for the B. A. meetings²⁸⁴) and I wish very much that you would consider whether a trip to Scotland in August would not, for one year at all events, be as health giving as Pontresina or elsewhere in the Alps.

It will be a great pleasure to Lady Kelvin and myself if you and Mrs. von Helmholtz will come to Scotland and give us as long a visit at Netherhall as your time, before or after the meeting in Edinburgh, or both before and after, will allow.

With our united kind regards to you and your wife, and to (the now matronly) Ellen, I remain
Your always truly
Kelvin

PS. For nearly a year I have been greatly exercised over the equation $d^2u/dx^2 + \pi(x)u = 0$ ²⁸⁵

where π is such that $(x + c) = \pi(x)$; which occurs in connection with the question of the Stability of Periodic Motion. I have spent more time than I would like to confess on the case

$\pi(x) = \alpha + 2\beta \cos(x)$; and at last, within the last few days, I see my way to answer all the questions regarding it which I had felt difficult.

[412] The results are (to me) wonderful, and exceedingly interesting. I hope soon to send you a rough proof in print.

I believe we shall find that all periodic motion is essentially unstable.

74²⁸⁶

4 Juli 1892
Charlottenburg
Marchstrasse

My dear friend,

according to Your and Lady Thomsons proposal and very kind invitation we shall come, I and Frau von Helmholtz, to Edinburgh for the time of the British Association, and afterwards, if it fits to Your time to Netherhall. When going to Edinburgh we shall stay some days with Lord Rayleigh at his countryseat in Essex (29th and 30th of Juli).

I don't know, if You have received already the information, that on last Thursday the Academy of Sciences at Berlin has chosen You to be one of the first possessors of the Helmholtz medal. At the same time the medal has been given to Mr. du Bois Reymond, to Robert Bunsen and to our mathematician Professor Weierstrass²⁸⁷. In the future the bearers of the Medal shall constitute the body,

²⁸¹ Der Physiker Richard T. Glazebrook hatte sich in Vorbereitung auf den Pariser Kongreß von 1884 besonders mit Messungen des Ohm beschäftigt. Diese Einheit wurde dort genau festgelegt. Vgl. Abschn. 3.3.

²⁸² Der schottische Physiker George Carey Foster (1835–1919) wirkte auch auf Ludwig Boltzmann (1844–1906) ein.

²⁸³ Prof. William E. Ayrton war einer der Studenten von Kelvin. Er hatte sich intensiv an der Arbeit des Committee on Electrical Standards beteiligt. 1889 erschien in Jena die Übersetzung seines Handbuchs der Elektrizität.

²⁸⁴ BAAS.

²⁸⁵ Der Bruchstrich ist durch einen Querstrich ersetzt.

²⁸⁶ Cambridge H 79. Der erste Teil des Briefes ist abgedruckt in: Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Dritter Band, Braunschweig 1903, S. 52.

²⁸⁷ Karl Theodor Wilhelm Weierstrass (1815–1897) hatte 1840, nach einem mißglückten Kameralistikstudium, bei dem Mathematikprofessor Christof Gudermann (1798–1852) in Münster das Staatsexamen abgelegt, der seine mathematische

who proposes the candidates for new elections, one every second Year, among whom the Academy has to choose.

For this first time it was necessary to constitute the body of proposers, and as I was the only bearer of the medal existing, I proposed the Candidates. My principal aim was to find out men of imposing scientific authority, in order to confer some weight to the scientific significance of the medal. I felt very happy, that in Your case and some of the other [413] candidates this principal intention worked hand in hand with the feeling of friendship. In accepting it You do more service to the moral weight of the medal, than to myself, but You do it also to myself.

I am very glad to have so good an opportunity to see another time in my life You, and Lady Thomson, and Scotland, and my English friends.

Yours very truly
H. v. Helmholtz

75²⁸⁸

July, 12 / 92
6, Cadogan Place
London S. W.

My dear Helmholtz

We are delighted that you and Mrs. von Helmholtz will come to the British Association, and Netherhall. I have written to Tait telling him you are coming, and asking him to arrange about your being received in Edinburgh.

I am very much pleased to be one of the first four Helmholtz medallists! I have written to the „Akademie“²⁸⁹ expressing my thanks, but I feel that I must also thank you for having thought me worthy of so great, and so especially interesting, an honour.

I shall be glad to do what I can to assist, with the other medallists, in proposing to the „Akademie“, candidates for new elections.

My wife joins me in kind regards to you and Mrs. von Helmholtz and I remain

Yours always truly
Kelvin

PS. We leave London this week and hope to be in Netherhall soon after. [414]

76²⁹⁰

Telegramm vom 25.6.1894 to Lord Kelvin <Glück>²⁹¹ <wuensche fuer heute und viele kommende Jahre>²⁹²

Helmholtz

[415]

Begabung würdigte, was vom Schulrat bei der Formulierung des Zeugnisses jedoch unterdrückt wurde. 1854 publizierte Weierstrass eine Arbeit zu den Abelschen Funktionen im Journal für die reine und angewandte Mathematik, die großes Aufsehen erregte. Ab 1856 konnte er an der Berliner Universität lehren und erhielt 1864 eine neugeschaffene ordentliche Professur. Die strenge Grundlegung der Analysis und der Ausbau der Theorie der höheren Funktionen wurde durch seine umfangreiche Schülerschar in der ganzen Welt bekannt.

²⁸⁸ Vollständig abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 923.

²⁸⁹ Kelvin wurde mehrmals von der Akademie geehrt. Zu seinem 50. Jubiläum als Professor 1896 schickte sie ein Glückwunschschreiben und am 5.3.1900 wurde er auf Vorschlag von Emil Warburg (1846–1931), dem sich Friedrich Wilhelm Kohlrausch (1840–1910), der Nachfolger von Helmholtz als Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Georg Frobenius (1849–1917), Wilhelm von Bezold (1837–1907), Hermann Amandus Schwarz (1843–1921), Max Planck (1858–1947) und Lazarus Fuchs (1833–1902) anschlossen, zum Auswärtigen Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin gewählt.

²⁹⁰ Cambridge H 80.

²⁹¹ Das geschriebene Wort „Yren“ ist ein Übermittlungsfehler.

²⁹² Kelvin wurde am 26.6.1894 70 Jahre alt.

3. Brief von Lady Kelvin an Mrs. Helmholtz

August 12d 1893
Netherhall
Largs
Ayrshire

My dear Mrs. Helmholtz

We want so much to know if you are really going off to Chicago²⁹³ – and when you go etc. etc. – I do hope if you do go that you will have a „good time“ and you find the climate and the life generally too overpowering.

Prof. von Helmholtz is sure to get a tremendous reception and to have every thus made as pleasant and nice as possible. I hope if you go you will hit good passages there and back in a good steamer.²⁹⁴

We are here now so a little and I wish we could hit you here again like last year. We have been here three weeks and are to be here till the end of this month. After wh. we are going to Aix-les-Bains.

I hope Ellen is keeping well now²⁹⁵.

My kind love
your most sincerely
F. A. Kelvin

[416]

²⁹³ Anfang August 1893 fuhr Helmholtz mit seiner Frau mit dem Schiff nach Chicago. Am 9.8. passierten sie auf der „Lahn“ Dover. Sie waren zur Weltausstellung eingeladen. Am 20.8. sollte dort der elektrische Weltkongreß endgültig zu elektrischen Einheiten entscheiden und Helmholtz war als Präsident vorgesehen. An der Weltausstellung nahmen 21,4 Millionen Besucher teil. Nach dem 31.8. besuchten Helmholtz und seine Gattin noch verschiedene Orte in den USA und Kanada, darunter die Rocky Mountains und die Niagara-Fälle.

²⁹⁴ Helmholtz und seine Frau fuhren Anfang Oktober mit dem Schiff zurück, auf dem am 6.10.1893 bei einem Wirbelsturm, in den das Schiff geraten war, der folgenschwere Unfall, ein Sturz von der Schiffstreppe, geschah, von dem sich Helmholtz nie mehr richtig erholte. Felix Klein (1849–1925), der Göttinger Mathematiker, war mit auf dem Schiff. Er informierte Anna von Helmholtz von dem Unglück.

²⁹⁵ Ellen hatte am 8.12.1892 ihren Schwiegervater Werner von Siemens durch den Tod verloren.

4. Briefwechsel von Helmholtz mit Lady Thomson

1²⁹⁶

Auchinean, Largs,
11 Jan. 1861

My dear Professor Helmholtz

I am sure you will be surprised when you read the date of this letter, and I indeed little expected to be here at this time. We are detained by a most unfortunate accident which happened to Mr. Thomson three weeks ago to-morrow.²⁹⁷ He came down here on the 21st to spend the Xmas holidays with our friends Mr. and Mrs. Lang²⁹⁸, I having come down a week sooner. On the 22nd he went to a frozen pond a mile or two distant to curl along with some friends. They were very late of returning, and at last Mr. Lang came to tell us my husband had fallen and hurt himself, but would soon be home. He was standing on a board underneath which was a narrow piece of wood, the board swung round with him and he was thrown with great violence on the ice. He attempted to rise, but fell again immediatly, and had to be carried home in great pain. It was necessary to give him chloroform in order to examine the limb, after doing which Dr. Kirkwood concluded there was fracture of the neck of the thigh bone, but wished to have further advice. We sent to Glasgow for the professor of surgery, but he being in London another physician came. Chloroform was again administered, and the opinion of the Glasgow doctor was that there was not fracture, and that we were to continue fomenting with hot water cloths. It was not till a week after the accident that Dr. Kirkwood (who is very skilfull) told me that he had thought all along that there was fracture, and was still more convinced that it was so, also that it was high time that the limb should be set, as he added that frequent lameness was the consequence of this fracture, and also as it would lay Mr. Thomson up eight weeks from his class (shd. it be set for fracture). We decided on having Professor Syme [417] from Edin^b. He would not say decidedly whether there was fracture, but said it must be treated as such – the injury being very severe. Being most unwilling to subject Mr. and Mrs. Lang to the penalties of a long illness in their house, we had this one (my father's) prepared, and my husband was moved over on a litter, after which his limb was set with „the long splints“, and there he must remain for several weeks. He never showed any tendency to fever, but suffered much from the effects of the chloroform, of which it required very large doses to make him insensible. He suffers much uneasiness and considerable pain. The pain caused by setting the limb was very great. It was found to be an inch and a half shorter than the other, and had to be stretched out to the same length. Our chief anxiety is as to whether bad effects will be left. Some physicians are of opinion that „boney union“ never takes place at the part where this injury is (I am told the blow was on the apex of the trochanter major), but then this is an injury that seldom happens except to old people. ...

I fear there is considerable risk of shortening of the limb, and I shall be very uneasy till he is able to use his limbs again, when I hope all may be found right. I do not think we shall be here less than 3 months. William was very unhappy until something was settled about carrying on his class. Two of the professors have undertaken to divide the work, and he has slept better since this anxiety was removed. They kindly came here and discussed what was to be done with him. He is in a very helpless position, and cannot even raise his head, but he is very patient and bears it wonderfully. We have got a nurse to attend upon him through the nights, and my sister Elisabeth is with me. Jessie came the first fortnight as Mary had a cold ... I have written to you minutely as you understand these subjects. W^{III}. bids me say he was just about to write to you before this happened, to tell you he had read yr. paper with experiments to the Philosophical Society, and that it had excited much interest and been listened to most attentively.²⁹⁹ [418]

²⁹⁶ Der Brief ist vollständig übernommen aus: Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 3, p. 412 ff. Die Auslassungen stammen von dort.

²⁹⁷ Vgl. Abschn. 3.1.2.

²⁹⁸ Es könnte sich um den späteren Principal von Aberdeen Lang und seine Frau handeln, der 1847 an die Universität Glasgow kam und unter Prelectorship von William Thomson studierte, von dem er, wie er 1909 bemerkte, viel profitierte. Vgl. Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 3, p. 193.

²⁹⁹ Hermann von Helmholtz, *On the application of the law of conservation of force to organic nature*, in: *Proceedings of the Royal Institution*, Vol. III (1858–62), p. 347–357. Vgl. zur Diskussion um diesen Vortrag Abschn. 5.1.

Verehrte Frau

Ihr Brief aus Largs mit der Nachricht von Prof. Thomson's Unfall hat mich sehr erschreckt. Was müssen Sie für Angst und Schrecken gehabt haben, und er für Schmerzen und Langeweile, auf seinem langen, langen Krankenlager eng angefesselt! Das ist eine harte Prüfung der Geduld und Ergebung, die er durchzumachen hat, und von der auch ein gutes Theil auf Sie fällt. Glücklicher Weise sind allerdings bei Ihrem Gemahle die äusseren Bedingungen zur Heilung eines so misslichen Bruchs möglichst günstig; seine Constitution ist sehr gesund und kräftig, und das macht die Aussichten allerdings viel besser, als sie beim Bruche des Schenkelhalses gewöhnlich sind. Es erscheint mir einigermaßen beruhigend, dass die Verkürzung des Schenkels 1 1/2 Zoll betrug. Das lässt vermuthen, dass der Bruch ausserhalb der Gelenkkapsel erfolgt ist, was für die Heilung viel günstiger ist; als ein Bruch im Innern des Gelenks. Bei letzterem ist eine so grosse Verkürzung des Fusses nicht möglich. Beim Bruche ausserhalb der Gelenkkapsel behält das obere Stock seine Gefäßverbindungen, und es ist deshalb eine bessere und vollständigere Ernährung und Entzündung möglich, wie sie zur Heilung gehört.

Mir selbst ist es gut gegangen. Die Zeit des Weihnachtsfestes, welche sonst in Deutschland zu den frohlichsten des ganzen Jahres gehört, war für uns voll von traurigen Erinnerungen, und wir haben uns deshalb bisher noch ziemlich fern von den geselligen Freuden des Winters gehalten. Ich muss übrigens immer noch fortfahren meine Dankbarkeit für die günstigen Wirkungen der See und der Luft von Arran anzusprechen. Obgleich ich ziemlich anhaltend gearbeitet habe, bin ich doch viel freier von Kopfschmerzen und anderen kleinen Übeln gewesen, die mich in den letzten Wintern verfolgten, und mir viele Tage unnütz zu verderben pflegten. Meine Schwiegermutter³⁰² ist bei mir und trotz ihrer 60 Jahre und ihrer langen froheren Kränklichkeit rostig und thätig. Ihre Anwesenheit ist für die beiden Kinder ein grosses Glück, da sie bei ihr die aufopferndste Liebe finden. Auch die Kinder sind trotz der anhaltenden und [419] strengen Kälte, die uns dieser Winter gebracht hat, mit leichten Erkältungen davon gekommen. Sie studiren bis jetzt noch zu Hause, und erndten bisher noch grosse Zufriedenheit bei ihren Lehrern, so dass ich an ihnen viel Freude habe, und dabei sind sie frische und unverdorbene Naturen. Mein kleiner Haushalt, nach dem Sie sich so theilnehmend erkundigen, ist also wohl in Ordnung, friedlich und still.

Ich habe den Winter hindurch an meiner physiologischen Theorie der Musik gearbeitet, und habe nur noch zwei Capitel zu schreiben, dann bin ich mit dem ersten Entwurfe fertig; wonach ich freilich werde im Einzelnen viel nachbessern und umarbeiten müssen. Ich hoffe das Buch nach Ostern zum Druck geben zu können.³⁰³ Mr. Thomson wird ausser dem, was ich ihm im Sommer schon darüber auseinander gesetzt habe; noch manches neues darin finden, was ich erst später beim Ausarbeiten des Einzelnen gefunden habe. Ich bin mit meinen physikalischen Theorien ziemlich weit in die Theorie der Musik eingedrungen, weiter als ich anfangs selbst zu hoffen wagte, und die Arbeit ist mir selbst äusserst amüsant gewesen. Wenn man aus einem richtigen allgemeinen Principe die Folgerungen in den einzelnen Fällen seiner Anwendung sich entwickelt, so kommen immer neue Überraschungen zum Vorschein, auf die man vorher nicht gefasst war. Und da sich die Folgerungen nicht nach der Willkühr des Autors sondern nach ihrem eigenen Gesetze entwickeln, so hat es mir oft den Eindruck gemacht, als wäre es gar nicht meine eigene Arbeit, die ich niederschriebe, sondern als ob ich nur die Arbeit eines Anderen nachstudire. Mr. Thomson muss an seinen eigenen Arbeiten über die mechanische Wärmetheorie ähnliche Erfahrungen gemacht haben. Ich habe dabei viel Musikstücke durchsehen müssen,

³⁰⁰ Cambridge H 66.

³⁰¹ Auszüge, die sich mit der physiologischen Theorie der Musik befassen, sind abgedruckt in: Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, Zweiter Band, vgl. FN 76, S. 5 f.

³⁰² Vgl. entsprechende Anm. zu Thomson 19.

³⁰³ Das Buch „Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage for die Theorie der Musik“ wurde im Oktober 1862 fertiggestellt. Vgl. zur Rezeption des Werkes Herbert Hörz, Brockenschlag zwischen zwei Kulturen, vgl. FN 279, S. 214 ff.

und Geschichte der Musik studirt. Dabei sind mir auch die schottischen Lieder nützlich gewesen, weil in ihnen manche eigenthümliche alte Formen sich erhalten haben.

Ich war im Begriff Ihnen in diesen Tagen zu melden, dass ich im Frühling nach London gehn würde, wenn Sie es nicht schon aus den Illustrated News erfahren hätten. Ich hatte es mit Dr. Carpenter³⁰⁴ halb verabredet, und er muss mein elegantes englisch so gerühmt haben, das ich von Dr. Bence Jones³⁰⁵ aufgefordert wurde, Vorlesungen in der Royal [420] Institution zu halten. Ich schlug vor 2 Vorlesungen über musikalische Akustik zu halten. Dr. B. Jones aber und Faraday wollten noch eine Vorlesung über Erhaltung der Kraft, wozu ich keine rechte Lust hatte, weil mir das nach dem alten Sprichworte so vorkam, als sollte ich Eulen nach Athen tragen. Da indessen die beiden Herren das Publicum der Royal Institution besser kennen müssen als ich, so habe ich endlich in diese dritte Vorlesung gewilligt, die des Abends gehalten werden soll. Diese Vorlesungen sollen in der Mitte des April stattfinden. Ich hatte eigentlich gehofft, Sie beide oder wenigstens Ihren Gemahl verführen zu können, sich auch einmal wieder zur gleichen Zeit London anzusehen. Jetzt darf ich freilich kaum erwarten, dass er zu jener Zeit an den langen Wegen der grossen Stadt schon wieder Gefallen finden wird.

In Ihrem früheren Briefe hat mich einigermahsen erschreckt, dass Ihre Schwester Agnes den Winter in Nizza zubringen sollte. Ich hoffe, dass dies nur übertriebene Vorsicht von Seiten der Ärzte sei. Ist Ihre künftige Wohnung in Arran schon bestimmt? Des Hauses, welches Ihnen der Herzog vermienethen wollte, entsinne ich mich sehr gut.

Ich werde bald wieder schreiben, um meinerseits wenigstens zur Zerstreung der langen Weile von Mr. Thomson beizutragen, das einzige, worin ich Ihnen helfen kann. Einstweilen versichern Sie Ihren Gemahl meiner herzlichsten Theilnahme und empfehlen Sie mich Ihren Eltern und Schwestern

In treuer Anhänglichkeit
Ihr H. Helmholtz

PS. Exemplare von „Rab und seinen Freunden“³⁰⁶ habe ich erhalten, und hier bekannt zu machen gesucht. [421]

3³⁰⁷

London, 22.3.61

Verehrte Freundin

Ihr Brief mit der Nachricht vom Tode Ihres Onkels hat mich ausserordentlich erschreckt, ich kann mir denken; welchen Eindruck ein solches Ereigniss auf Sie und Ihre ganze Familie machen musste. Mr. James Crum war ein so durchaus wohlwollender, edler und fröhlicher Charakter, so weit ich ihn kennen gelernt habe; aber ich kann mir wohl denken, dass an einem empfindlichen und an strengste Ehrenhaftigkeit gewöhnten Gemüthe, auch kleine Sorgen und Verlegenheiten nagen und zehren können, über welche hundert andere sich ohne grosse Kümmerniss hinwegzusetzen wissen.

Ich werde dieses Mal nicht zu Ihnen nach Schottland kommen können. Ich habe etwas frühere Termine für meine Vorlesungen nehmen müssen 8., 10. und 12. April, und meine Arbeiten haben in der letzten Zeit so viele Störungen erlitten, dass ich mit dem Niederschreiben meiner Vorlesungen erst halb fertig bin, und ich darf deshalb keine Zeit mehr verlieren. Unter diesen Umständen muss ich es aufgeben, Sie zu sehen, so gern ich es sonst gethan hätte, und so wenig ich die längere Reise gerechnet

³⁰⁴ William Benjamin Carpenter (1813–1885), englischer Naturforscher.

³⁰⁵ Henry Bence Jones (1831–1873), englischer Arzt und Naturforscher, war seit 1860 Sekretär der Royal Institution.

³⁰⁶ Es handelt sich um das Buch von John Brown „Rab and his friends“. Die Erzählung wurde erstmals 1858 publiziert. Der Autor war Arzt und schilderte die Geschichte des Hundes Rab, der seinem Herrn, dem Pferdekutscher James Noble und seiner Frau Ailie, treu ergeben ist. Der Erzähler erlebt als Medizinstudent, wie Ailie wegen Brustkrebs operiert werden muß, trotz Pflege von James nicht am Leben bleibt, worauf dieser schwer erkrankt und ebenfalls stirbt, worauf auch Rab nicht mehr weiter leben will und vom neuen Kutscher getötet wird. (John Brown, Rab and his friends and other papers and essays, London 1970) Der Vater des Autors Reverend Brown hatte Mr. und Mrs. Thomson getraut, vgl. Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 233.

³⁰⁷ Cambridge H 68. Der Brief ist im Katalog als Brief von Helmholtz an Kelvin ausgewiesen

haben würde. Ich habe mich in den letzten Jahren sehr daran gewöhnt, mich auf den Eisenbahnen Europas herumzutreiben.

Es freut mich, dass Professor Thomson wieder herum gehen kann; er wird dann schnell an Kräften zunehmen, und in der ersten Zeit auch schnell an Geschicklichkeit im Gebrauch des Beines. Wenn es nachher auch eine Zeit lang langsam geht, so verlieren Sie die Hoffnung nicht, dass es schliesslich ganz gut wird. Wenn der Knochen auch fest ist, so ist er zunächst missgestaltet, und mit Vorsprüngen besetzt, die erst allmählig resorbiert werden können, und noch eine Zeit lang recht hinderlich sein können. Übrigens wünsche ich zunächst Ihrem Gemahl Glock zu der grossen Erleichterung, die sein Zustand doch schon dadurch gewinnt, dass er sich von da an doch bewegen und sich mannigfaltiger beschäftigen kann.

[422] Heut Abend hoffe ich hier eine Vorlesung von Professor Rogers³⁰⁸ in der Royal Institution zu hören, und ihn zu sprechen. Sie haben mir in Ihrem letzten Briefe keine Nachricht über Ihre eigene Gesundheit gegeben, über die Sie in Ihrem letzten nach Deutschland gegangenen wieder mehr zu klagen gehabt hatten.

Meine besten Grüsse an Mr. Thomson und die Ihrigen; seien Sie überzeugt, dass ich viel und mit inniger Theilnahme an Sie denken werde

Ihr
H. Helmholtz

4³⁰⁹

2 The College, 25th March 1864

My dear Mr. Helmholtz

It will give us much pleasure to see you on Monday, the 28th, and I hope you will be able to come. Please let me have a word as soon as you know, to say if we may expect you, and at what hour you will arrive. It is very kind of you to come so far to see us.

In great haste, yours very truly
M. Thomson

5³¹⁰

2 The College, Glasgow,
19th April 1864

My dear Professor Helmholtz

will you be so kind as take the charge of a small parcel, which will be left for you at the Royal Institution, containing a book, which I hope your daughter will accept with my kind regards. It is Longfellow's [423] Poems³¹¹ which I have chosen, as being more easily understood by a foreigner than some of our other poets. I wished to send it by you when here, but I was prevented going out to choose it.

Your hat is here, and if you have not left London the first week in May, I think we may find an opportunity of sending it to you. I was very sorry when I heard of your accident in the Laboratory³¹²,

³⁰⁸ Henry Darwin Rogers war Professor für Naturphilosophie und vertrat Thomson während der durch die Verletzung des Fußes bedingten Abwesenheit. Er hatte auch die Arbeit von Thomson „Physical Considerations regarding the Possible Age of the Sun's Heat“ (Brit. Ass. Report 1861, pt. II. pp. 83–84) in der British Association vorgetragen, da dieser wegen seiner Krankheit nicht selbst kommen konnte.

³⁰⁹ Der Brief ist abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 429. In Klammern wird das Jahr 1863 angegeben. Auch hier muß es 1864 heißen.

³¹⁰ Abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, The life of William Thomson, vgl. FN 3, p. 430 f.

³¹¹ Henry Wadsworth Longfellow (1807–1882) gehörte zu den beliebtesten Dichtern seiner Zeit. Er schrieb Verserzählungen. Gemeint sind sicher die „Poems on Slavery“ von 1842, die 1883 in deutsch als „Sklavengedichte“ erschienen, in denen sein Abscheu vor der Sklaverei ausgedrückt wird.

³¹² Kelvin hatte bei einem Experiment mit einer Metallscheibe, ohne Absicht, den Hut von Helmholtz aufgeschlitzt. Vgl. Abschn. 3.2.

which I did not until you had left us. I trembled to think what it might have been, and I am distressed that you should have been exposed to such a danger with us. I hope that you are enjoying your stay in London, and that you have good accounts from home, and with kind regards I remain,
Dear Professor Helmholtz, yours very truly
M. Thomson

6

Engelberg, Hotel Tiflis, 23. Septb. 1886
Berlin. N.W.
16. Neue Wilhelmstrasse³¹³

Mylady³¹⁴

ich bitte um Verzeihung in meinem Namen und dem meiner Frau, dass ich Ihren theilnehmenden und freundlichen Brief vorn 7 Septb. so lange unbeantwortet gelassen. Als derselbe ankam, war es sehr schönes warmes Wetter, selbst auf der Höhe von Rigi Kaltbad, wo wir uns damals befanden und ich befand mich verhältnissmässig wohl. Damals erschien mir Ihre freundliche Einladung nach Netherhall äusserst verlockend, und ich wollte Sie sogar um die Erlaubniss bitten, meinen Sohn Robert mit mir bringen zu dürfen. Letzterer hatte Juli und August unter Pflege meiner Frau in Berlin bleiben müssen, da sein altes Knochenleiden sich wieder etwas geregt hatte. Er war damals in einem kleinen Badeort Falkenstein im Taunus, den er ohne sehr lange Reise hatte erreichen können. Über die Correspondenz vergingen einige Tage; Robert erklärte [424] sich für die lange Reise nach Schottland doch noch nicht sicher genug zu fühlen, auch nicht, ob er nicht als Gast durch die Rücksichten, die er noch auf seine Gesundheit nehmen müsste, sich seinen freundlichen Wirthen unbequem machen würde. Inzwischen war auch das Wetter kälter geworden, wir verliessen deshalb den Rigi und gingen hierher, da Engelberg in einem geschützten Thale 1000 Fuss niedriger als Kaltbad liegt. Dabei habe ich dann doch gesehen, dass ich noch ziemlich empfindlich gegen Kälte und Feuchtigkeit bin, und vorsichtig in der Nahrung sein muss. Meine Frau, welche gleichzeitig für mich und Robert zu sorgen bereit sein muss, und seit Anfang Juli als Krankenpflegerinn beschäftigt ist und viel Sorge gehabt hat, widerspricht, wozu sie ein gutes Recht hat, jeder Anordnung, wodurch einer von uns beiden Patienten in grosse Entfernung von ihr versetzt würde. So haben wir denn schliesslich definitiv aufgeben müssen, Ihrer freundlichen Einladung nachzukommen; mir ist es umso schwerer geworden, als ich schon einmal in einer grossen Krisis meines Lebens die wohltätigen Wirkungen eines Aufenthalts in Schottland empfunden habe. – Erkrankt bin ich ursprünglich in Interlaken, wo ich nach meiner Tochter sehen wollte, die sich mit ihrem Kinde zu ihrer Kräftigung zwei Monat dort aufgehalten hat. Da wurde ich von einer Darmkolik befallen, die 48 Stunden lang recht bedenklich erschien, und sich ziemlich hartnäckig erwies, auch, wie die Ärzte sagen, leicht recidivirt.

Mrs. und Mr. Bottomley³¹⁵ haben wir auf dem Vierwaldstätter See gesehen, welche von dort planen zu grossen Unternehmungen.³¹⁶

Beste Grüsse an Sir William, und beste Empfehlungen meiner Frau
Ihr treu ergebener
H. v. Helmholtz

[425]

³¹³ Cambridge H 78. Die gedruckte Berliner Adresse wurde von Helmholtz eingeklammert.

³¹⁴ Dieser Brief geht an die zweite Lady Thomson, Frances Anna, geb. Blandy.

³¹⁵ William Bottomley war ein Geschäftsmann aus Belfast, der Kelvins Schwester Anna (1820–1857) heiratete. Beim Treffen könnte es sich um den Neffen Kelvins, James T. Bottomley, gehandelt haben, der ihm in den siebziger Jahren in seinem Laboratorium und bei der Lehre assistierte. 1872 nahm Kelvin an der Hochzeit von James Thomson Bottomley in Belfast teil.

³¹⁶ Der Satz steht an der Seite des Textes, in dem über Robert berichtet wird. Er ist deshalb an den Schluß des Briefes gesetzt worden.

5. Briefe von Kelvin an Anna von Helmholtz

1³¹⁷

July 6 / 94
34, Hans Place
London S. W.

My dear Mrs. Helmholtz

We are much distressed to see in today's papers that your husband, my old friend, has been taken ill. I hope very much that the illness is not so severe as may have been apprehended. It will be very kind if you will write and tell me of him.

You must give him my most affectionate messages and warm sympathy. We shall be very anxious to hear what you can tell us.

Lady Kelvin sends her love and I remain Dear Mrs. Helmholtz

Yours most truly
Kelvin

PS. It happens that at this moment I am engaged with a problem that he started 47 years ago, the oscillatory discharge of a Leyden jar.³¹⁸

2³¹⁹

Paris, Oct 11, 1894

My dear Mrs. von Helmholtz

The sad news came to us here yesterday evening and we sent a telegram to tell you of our sympathy with you in this great grief. Your letter to Lady Kelvin which she forwarded to me while I was still away on my cruise, made me very anxious but I still hoped to hear of recovery and to be able to look forward to other happy meetings with my friend. But it was not to be.

[426] I am full of recollections of happy meetings in the past, of which the first was when he came to see me at Creuznach in 1856, and all of which were to me unalloyed pleasure. The loss to myself is so severe that I cannot speak of it, and I feel that I must not intrude on your own most sacred sorrow. But I feel that I must write this now, on our way home to Largs, to tell you of my heart-felt grief, and to express for my wife her deepest and warmest sympathy with you.

Believe me, Dear Mrs. von Helmholtz
Ever your affectionate friend
Kelvin

3³²⁰

Oct 12 / 94
Netherhall
Largs
Ayrshire

Dear Mrs. Helmholtz

I have been most deeply touched by your kind letter which I received nearly a fortnight ago, with all that it tells me of my friend who is gone from us³²¹, and of his feeling for me. To know from you that

³¹⁷ Abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 3. p. 936 f.

³¹⁸ Lord Kelvin and Alexander Galt, *Preliminary Experiments for Comparing the Discharge of a Leyden Jar through Different Branches of a Divided Channel*, *British. Ass. Report 1894*, pp 555–556.

³¹⁹ Abgedruckt in: Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson*, vgl. FN 3, p. 938.

³²⁰ Abgedruckt in: ebd., p. 938 f.

³²¹ Am Morgen des 8.9.1894 war Helmholtz verstorben.

the sympathy and loving friendship which grew in me, from my admiration for his work before I had seen him, in those early times in Creuznach and Bonn, and Arran, when we were together, has been so perfectly reciprocated by him, is to me not only a pride and honour, but a happy possession.

When the grief is so fresh I feel that it is almost cruel to speak of happiness. But even the grief, never to be lost, is brightened not diminished by the recollection of his life, and the knowledge of how beautifully and perfectly it worked for good and happiness. And believe me, it will be for all your life a happiness to know how his time in this world has been spent and how much his memory is valued in his own country and by all the scientific people of the whole world.

We shall be much interested to hear what you resolve about a house. If one can be found near Ellen, you will I am sure like to be near her, and your grandchildren.

[427] We shall be much pleased to have one of the reproductions from Lenbach's portraits³²² if you find that you can have it done satisfactorily. Lady Kelvin sends her kindest love and I remain

Yours always affectionately

Kelvin

4

12, Grosvenor Gardens
London 5. W.
Nov 30 / 94

Dear Mrs. Helmholtz

Before leaving Glasgow I was not able to write and thank you for the picture by Lehmann³²³ which reached me there three days ago. I am very much pleased to have it both for its own sake as a very good and most interesting likeness, but also for your kind thought in sending it to me.

I enclose a copy of an Address³²⁴ which I am to read today at the Anniversary meeting of the Royal Society. In writing it I wished very much that I could have had more scope to speak of the scientific work continued to the very end which has been so particularly interesting to myself, but I endeavoured to choose what, within the limits of a presidential address, seemed most appropriate to the occasion as interesting both to all scientific workers, and to the whole world.

Lady Kelvin who is here with me sends you her kindest love. She joins me in thanking you for the picture which we shall always value as a memorial of a dear and valued friend. I shall have it framed and have up in my study where I shall always see it.

Believe me, dear Mrs. Helmholtz

Yours always sincerely

Kelvin [428]

5

Sep 30 / 95
Netherhall
Largs
Ayrshire

Dear Mrs. von Helmholtz

Last week in passing through Glasgow I found the volume³²⁵ which you kindly sent me, and which had arrived during our absence in summer. I brought it with me here and have been reading in it with

³²² Franz von Lenbach (1836–1904) porträtierte fast alle berühmten Zeitgenossen, darunter auch Helmholtz.

³²³ Vielleicht handelt es sich, wie von Kelvin gewünscht, um die Kopie eines Porträts von Lenbach. Sonst käme eventuell Rudolf Leemann (1812–1865), der schweizerische Porträtmaler, in Frage.

³²⁴ Lord Kelvin, Presidential Address from Nov. 30, 1894. Roy. Soc. Proc. LVII, 1895, pp. 37–54.

³²⁵ Hermann von Helmholtz, Wissenschaftliche Abhandlungen, Band III, hrsg. v. Arthur König. Leipzig 1895.

the greatest interest. I had previously read many of the papers contained in it, and others I knew something of my recollection of what their author had told me of his works at many times, when we have been together.

I am very glad now to have this third volume, with the two which preceded it, all most precious to me as gifts from your husband and yourself, and full of aid and suggestion for my daily work.

We have been wishing very much to hear of you; and my wife was going to write to you just now, when we are settled here for a little time, to ask you to give us some news of yourself. Our news is not much to tell of. As soon as we could get away from London, which was not till near the end of August, we went to Aix les Baines. On our return journey we made a very short trip through Switzerland which we enjoyed very much. That with all that, and the British Association meeting in Ipswich, we have scarcely been here at all this summer and we do not like the prospect at all of leaving three weeks hence for a celebration of the Centenary of the Institute of France to which I at invited as one of the Foreign members.³²⁶

I hope you have been well, and can give us good news both of yourself, and of Ellen and her children.

With our kindest regards to you and her I remain

Yours always truly

Kelvin

[429]

6

July 24, 1896
28, Chester Square
〈London³²⁷〉 S.W.

Dear Mrs. Helmholtz

I was exceedingly glad to receive your kind letter about a fortnight ago. The „great tide“ had, as you thought, „somewhat subsided“, but the happiness left by it does not subside, and I believe we shall feel it more and more as times goes on; and certainly our gratitude for all the kindness that was shown will never fade. You know what such a possession in memory is; and our sympathies and thoughts have been much with you; and the sympathy you have shown, in your telegram and letter, is very precious to us.

We hope to return to Scotland next week, and settle down to a quiet life there which will be very welcome after all the perturbations and excitements of the last two months. I am longing to get back to my work which has been sadly empeded for a long time; and it will be a great pleasure to me to have the new edition of the Popular Lectores and „Reden“³²⁸ which you kindly promise to send me. If they have not been already despatched, will you let them for addressed to

Netherhall, Largs

Ayrshire

What a pleasure it would be to us if Ellen would take you in hand and bring you to give us a visit there.

Lady Kelvin joins me in kind love to yourself and to her and I remain

Yours always

Kelvin

[430]

³²⁶ Als auswärtiges Mitglied gehörte Kelvin dem Institut de France seit 1877 an. 1874 wurde er mit dem Prix Poncelet ausgezeichnet. 1896 erhielt er die Arago-Medaille.

³²⁷ Die Ortsbezeichnung fehlt im Brief.

³²⁸ 1896 erschien die vierte Auflage der „Vorträge und Reden“ in zwei Bänden von Hermann von Helmholtz. Die Vorrede dazu schrieb Anna von Helmholtz.

April 26 / 97
Netherhall
Largs
Ayrshire

Dear Mrs. Helmholtz

I have too long delayed writing to thank you for your kindness in sending me Vol V.³²⁹ of the „Vorlesungen“. When it came many weeks ago (too many) I was so pressed with incessant affairs in Glasgow, that I could only just look into it in several places, and keep it by me as a pleasure in store for my first leisure time. When we came here ten days ago I brought it with me, and I have been reading it with intense interest. Much in it remind me vividly of conversations I had with your husband here some time not long before I had to give a course of lectures on the Theory of Light at Baltimore. I think it must have been in April 1884; and I well remember walkin about with him in the garden here, and learning then from him something of the principles which he taught to his students in his last semester in Berlin and which are now given to the world in this splendid volume. You will I am sure understand to some degree how much I value it, and how grateful I feel to him and to you, for having it.

My wife bids me tell you that she has written to Miss Du Bois Reymond³³⁰ trying to arrange for a meeting.

She joins with me in kindest regards, ad I remain

Yours always truly

Kelvin

[431]

Sep 5, 1898
Netherhall
Largs
Ayrshire

Dear Mrs. von Helmholtz

Two volumes of the Vorlesungen (Band I. Abtheilung 2, and Band III)³³¹ which came to Glasgow during our absence in summer, have been brought to me here today. I am greatly pleased to have them and I have been looking through them already with great interest. We leave tomorrow morning for Bristol, to attend the meeting of the British Association there, and I must write, only hurriedly, to thank you for your kindness in sending me the books.

We have just returned home from Aix les Bains and are very sorry to be obliged to leave again so soon, but hope to be here quietly for a few weeks after the Bristol meeting, and than settle in Glasgow for the winter. We hope you will come and see us sometime before long, either here or in Glasgow.

We hope you and Ellen and her family are all well. Lady Kelvin sends her love, and I remain

Yours always truly

Kelvin

[432]

³²⁹ Hermann von Helmholtz, Vorlesungen über theoretische Physik, Bd. V, Vorlesungen über die elektromagnetische Theorie des Lichts, hrsg. von Arthur König und Carl Runge, Leipzig 1897.

³³⁰ Jeannette du Bois-Reymond, geb. Claude (1833–1910), war in Chile geboren und in England aufgewachsen. Emil du Bois-Reymond heiratete sie 1853. Ihre Tochter Estelle du Bois Reymond (1865–1955) war eine junge Freundin von Anna von Helmholtz. Estelle unterstützte Anna bei der Übersetzung des Buches von Oliver Lodge über Elektrizität.

³³¹ Vorlesungen über theoretische Physik. Bd. I. 2., Vorlesungen über die Dynamik discreter Massenpunkte, hrsg. von Otto Krigar-Menzel, Leipzig 1898; Vorlesungen über theoretische Physik, Bd. III, Vorlesungen über die mathematischen Prinzipien der Akustik, hrsg. von Arthur König und Carl Runge, Leipzig 1898.

Sachregister

- Akustik 51, 128, 139, 300, 309, 316, 318 f., 321 f., 325 f., 328, 333, 335, 420, 431
 Analogie 30, 68, 205, 235, 284
 Anschaulichkeit 202, 205
 Ästhetik 35, 75, 82 f.
 Attraktion 73, 162, 165, 167, 205, 242
 Atomismus 13, 35, 52, 60 f., 106, 152 ff., 189 f., 247, 288 f., 345
 Äther 35, 52, 140 f., 223, 229 ff., 243
 Augenspiegel 53 f., 84, 123, 148
 British Association for the Advancement of Science (BAAS) 13, 113, 118, 123 ff., 141, 146 f., 162, 174, 185, 222, 261, 296, 313 ff., 320 f., 334, 370, 375, 382 f., 385, 391, 395, 405, 411 ff.
 Chemie 26, 33, 40 f., 68, 74, 101, 133, 152, 160 f., 190, 257, 387, 393
 Deduktion 34, 53, 57 f., 60, 159, 164, 187 f., 200, 205, 233, 257
 Determinismus 36 f., 41 f., 241, 249, 268
 Energieerhaltung (Erhaltung der Kraft) 15, 34 f., 48, 70, 73, 84, 124 f., 128 f., 164 ff., 208 f., 219, 222, 225, 231, 241 f., 244 ff., 259, 288, 296, 335, 417, 420
 Entropie (Ektropie) 178, 168, 220, 226, 241, 259
 Entwicklungsbegriff (Emergenz) 29, 31, 183, 194, 219, 235 ff., 240, 242, 251, 258 f., 269, 271 f., 273, 284
 Erkenntnistheorie 33 f., 57 f., 79, 97, 100 f., 140, 234, 263
 Experiment 7, 14, 25 f., 27 f., 33, 35 f., 37, 46, 53, 55 f., 66, 125, 129 f., 142, 144, 150, 156, 191 f., 233, 240, 257, 324, 334, 336 f., 344 ff., 381, 406, 417, 423
 Feldtheorie 55, 60, 106, 160, 243 ff., 248 ff., 279
 Geologie 16, 58, 79, 106, 164, 207, 209, 217 ff., 241, 328, 335, 337
 Geometrie 35, 189, 203
 Gesetz (Naturgesetz) 7, 24, 29 f., 34, 38 ff., 43, 46 f., 50, 52 f., 57 f., 59 f., 64, 66, 74 f., 142, 146, 164, 173, 188, 196 f., 198 f., 203, 208, 210 f., 217 f., 221 f., 225 f., 233, 235 ff., 240 ff., 246, 249 ff., 282, 419
 Helmholtz-Medaille 99 ff., 288 f., 412 f.
 Heuristik 7, 13 f., 16, 23, 25, 28, 29 f., 32, 46 f., 52 f., 105, 149 ff., 152 f., 157, 164, 190 f., 194 ff., 200, 206 f., 222, 232, 246, 256, 273 f., 277 f., 284 f., 288 f.
 Hypothese 14, 24, 27 ff., 32, 49, 53, 60, 154, 173, 187, 189, 226, 234, 238, 253, 286, 309
 Induktion 34, 53, 58, 164, 187 f., 205, 233
 Informationsbegriff (Informationstechnologien) 152, 181, 183, 198, 251, 269 f.
 Kabeltelegrafie 54, 115 ff., 143 f., 184 f., 305, 308, 315, 341, 343, 363 f., 374 f., 378, 382
 Kausalität (Ursache-Wirkung) 36 ff., 39 f., 42 f., 221, 249 ff., 273
 Kosmogonie (Entstehung des Planetensystems) 49, 209, 222, 226, 228, 234, 335
 Krieg 1859 314
 Krieg 1866 43, 342
 Krieg 1870/71 11, 44, 88 ff., 365 f., 367 f., 373
 Laplacesche Denkweise 37 f., 41
 Lebensentstehung 61, 187, 242, 261 f.
 Lebensprozesse (Lebewesen) 14, 33, 66 ff., 76, 181 f., 221, 239 f., 242
 Maßeinheiten, elektrische 15, 57, 99, 113, 136, 146 f., 392, 410 f., 415
 Mathematik 25, 32, 47, 55 f., 66, 72, 101, 106, 139 f., 156, 164, 182, 188, 190 f., 193 ff., 219, 274, 288, 306, 326, 328 ff., 335, 338 f., 341, 349 f., 351 f., 352 ff., 356 ff., 380, 386, 401, 411, 431
 Mechanisierung des Weltbilds 7, 33 ff., 38 ff., 41 ff., 82, 161 f., 181 f., 201, 237, 249, 257, 268
 Medizin 7 f., 10, 33, 79, 83 f., 97, 122, 349, 351 365, 374, 416 ff., 421, 423 f.
 Mensch als Forschungsobjekt 31 f., 70 f., 73 f., 76 f.
 Meßinstrumente (Präzisionsmessungen) 16, 54, 65, 68, 95, 129 ff., 135, 143 ff., 150, 185 ff., 192 f., 210 f., 304 f., 307 f., 310 ff., 314, 316, 320 f., 324, 334, 337, 339, 342 f., 346 f., 363, 383 ff., 395, 398 f., 402 ff., 407 f.
 Metaphysik 63 f., 69
 Methodologie 24, 53 f., 55 f., 61 f., 71, 211 f., 222, 237, 274, 419
 Meteorologie 33, 79, 164, 207 ff.
 Möglichkeitsfelder 29, 42 f., 221, 237, 252
 Musik 51, 75, 109, 113, 324, 339, 419

- Nationalismus 44 f., 61, 159
 Natur 29, 207, 221, 241, 268 f., 273, 275
 Naturforschung 26, 34, 39, 46, 51, 65, 105, 190, 197 f., 207, 209, 221, 232, 234, 253 ff., 262 ff.
 Naturforscherversammlungen 12, 38, 196, 310, 361
 Naturphilosophie (Natural philosophy) 7, 16, 23 ff., 26, 46, 48 ff., 51 f., 105 ff., 163 f., 190, 207, 222, 244 f., 289, 328, 335, 360, 375, 394
 Notwendigkeit 29, 41, 250
- Optik 27, 33, 124, 138 f., 247, 300, 307, 309, 319, 336, 341, 406
- Philosophie 26 ff., 31 f., 47 ff., 66, 79, 82, 188, 203, 232 f., 244 f., 248 ff., 253 ff., 284
 Physik 26, 33, 39 f., 46, 49 f., 52 f., 72, 83 f., 93 f., 97, 101, 106, 139, 152, 164, 182, 188 ff., 200, 210 ff., 217 ff., 222, 241, 244, 335, 341, 356 ff., 361 f., 368 ff., 430 f.
 Physik, organische 33, 66 ff., 73, 83, 307
 Physikalisch-Technische Reichsanstalt 98 f., 102, 397 f., 413
 Physiologie 33, 67 ff., 72 f., 83 f., 101, 164, 224 f., 297 f., 300, 307, 309, 319, 341, 360, 406
 Prinzipien 7, 14, 23 f., 27, 29 ff., 34, 46 f., 51, 59, 64, 106, 172 f., 197, 199, 207, 217 ff., 223, 241, 272, 289, 419
- Qualität 67, 74, 162, 180, 196 f., 220, 241 f., 271, 284
 Quantität 41, 57, 67, 162, 167, 180, 185, 220, 241
- Reduktionismus 73 f., 75, 182
 Religion 39, 82, 260 ff.
 Repulsion 73, 162, 162, 167, 242
 Royal Institution 13, 52, 128, 180, 336, 351, 419 f., 422
- Royal Society 65 f., 158, 160, 177, 322, 328, 350 f., 374, 387 f.
 Selbstorganisation 177, 181 f., 241, 270 f.
 Spekulation 30, 39, 57 f., 188, 233, 257
 Spiritismus 62
 Struktur 29, 38 f., 43, 56, 182 f., 197 f., 200, 204, 219, 251, 270, 272
 Substanz 61, 121, 160, 167, 197 f., 245 f., 268, 272
- Tonempfindungen 33, 35, 51, 75, 224 f., 300, 309, 316, 318, 321 f., 419
- Wärmetod 162, 177 f., 179 f., 182, 223, 236, 239 ff., 259
 Wechselwirkung (Aktion und Reaktion) 24, 36 f., 40, 196, 198, 243 f., 248, 252
 Wellentheorie 54 f., 105 f., 131, 139 f., 210, 247, 309, 316 f., 326 f., 328 ff., 376 f.
 Weltanschauung (Ismus) 23, 27 f., 30, 36 f., 41 f., 62 f., 68 f., 74 ff., 83, 180, 182 f., 189, 205, 217 ff., 232, 249 f., 261, 264 f., 267, 286
 Weltbild 31, 33 ff., 36, 82, 256 f., 268 f., 273 ff.
 Welträtsel 30, 74
 Wesen 26, 29 ff., 39, 43, 197 f.
 Wirbelbewegungen 41, 153 ff., 313, 344 ff., 348, 350, 356, 380, 385
- Zeitbegriff 37, 40, 68, 74, 103, 146, 153, 179 ff., 197, 204, 218 ff., 223, 231, 275 f.
 Ziel der Wissenschaft 23, 34 f., 37, 55, 64, 74, 97, 201, 256, 267
 Ziele, relative 221, 251
 Zufall 29, 40 ff., 74, 221, 237, 251 f., 273, 282
 Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik 34, 42, 51, 119, 164, 166, 172 ff., 179 f., 182, 199 f., 226, 239 ff., 242, 259

Personenregister

- Airy, Georg Bidell 56
 Albert, Prinz von Sachsen-Coburg-Gotha 313
 Ampère, Andre Marie 146
 Andrews, Thomas 379 f.
 Archimedes 23
 Argyle, Duke of 372
 Aristoteles 26, 36 ff., 41, 64, 251
 Asplin, Peter W. 294
 Auerbach, Felix 42, 168 f.
 Ayrton, William E. 410
- Beccaria, Giambatista 146
 Becquerel, Antoine Henri 155
 Beethoven, Ludwig van 113
 Bell, Alexander Graham 145
 Bence-Jones, Henry 124, 419 f.
 Benedetti, Vincent Graf 89
 Berghaus, Heinrich ,214
 Bernhardt, Karl-Heinz 208, 210
 Bernoulli, Daniel 167
 Bertrand, Joseph 353, 360
 Berzelius, Jöns Jacob 68
 Bezold, Wilhelm von 211 ff., 413
 Bismarck, Otto von 89
 Blackburn, Colin 391
 Blackburn, Hugh 391
 Blaserna, Pietro 62
 Bloch, Ernst 285
 Blum, Walter 196
 Bohr, Niels 42 f.
 Boltzmann , Ludwig 135, 179, 192, 287, 410
 Boole, George 193 f., 3,38
 Borchardt, Wilhelm 375
 Boscovich, Roger Joseph 106, 154
 Bottomley, James Thomson 424
 Bottomley, William 104,424
 Bottomley, Anna geb. Thomson 104
 Bowman, William 349 351
 Branco, Käthe geb. Helmholtz 97 f., 372, 376
 Branco, Wilhelm Carl Franz 98, 372, 376
 Brandes, Georg 170 f.
 Brockman, John 254 ff., 271 ff.
 Broda, Engelbert 179, 287
 Brown, John 326, 335,420
 Bruce, Home Secretary 380 f.
 Brücke, Ernst Wilhelm Ritter von 53, 67 ff., 72, 76 f., 83 f., 135, 148, 287
 Brücke, Hans 77, 287
 Bruno, Giordano 170
 Buchheim, Gisela 98
 Burns, John (Lord Inverclyde) 144
- Bunsen, Robert Wilhelm 71 f., 101, 238, 298, 361, 412
 Butt, Isaac 121
 Buys-Ballot, Christoph Hendrik Diederik 211 ff.
- Cahan, David 98
 Campbell, James 180
 Campbell, Lewis 396
 Carnot, Lazare 174 f.
 Carnot, Sadi 65, 119, 166 f., 174 ff., 379
 Carpenter, William Benjamin 419
 Cassirer, Ernst 36
 Cauchy, Augustin-Louis 139 f., 376
 Cavendish, Henry 370
 Caylay, William 194 f., 338
 Chelius, Maximilian Josef von 324
 Clausius, Rudolph 51, 165, 174 ff., 283,379
 Clapeyron, Benoit Paul Emile 175
 Clerk, Dugald 145, 149, 393 f.
 Comte, Auguste 170
 Cookson, H. W (Master of Peterhouse) 377 f.
 Copernicus, Nicolaus 24
 Coulomb, Charles Augustin de 106, 146
 Couper, Astley 324
 Croll, James 219
 Crum, Agnes 420
 Crum, Elisabeth 417
 Crum, James 126, 313 f., 316 f., 320, 421
 Crum, Jessie 417
 Crum, Mary 324, 417
 Crum, Walter 322, 349
 Crum-Brown, Alexander 339
 Cunard, Samuel 144
- Daniell, John Frederik 115, 302, 346, 363
 Darwin, Charles 217, 221, 235 f., 259
 Davies, Paul 266
 Davy, Humphrey 128, 167
 Dennett, Daniel C. 255 f.
 Dirac, Paul 264
 Donders, Frans Cornelius 351
 Donizetti, Gaetano 134
 Dove, Heinrich Wilhelm 123, 214
 du Bois-Reymond, Emil 9,41,53, 67 ff., 70 f., 72, 83, 92, 100 f., 103, 124, 161 f., 207, 210 f., 232, 287, 307, 375 f., 412,430
 du Bois-Reymond, Estelle 71, 430
 du Bois-Reymond, Jeanette geb. Claude 430
 Dühring Eugen 70, 95, 169 ff., 224 f., 285
 Duncan, Matthews 355
 Dürr, Hans-Peter 196

- Eddington, Arthur 254
 Edison, Alva 145
 Edward VII. 122
 Ehrenberg, Christian Gottfried 83
 Einstein, Albert 42, 179
 Engels, Friedrich 29, 40 f., 180, 229, 241 f.
 Engelmann, Theodor Wilhelm 33
 Epikur 158
- Faraday, Michael 55, 59 f., 124, 128 f., 132 f.,
 146, 155 ff., 160, 188, 205, 243 f., 247 ff., 279,
 320, 387, 393, 402, 420
 Farmer, I. Doayne 270 f.
- Fichte, Immanuel Hermann 82
 Fichte, Johann Gottlieb 82, 188
 Fischer, Emil 102
 Fischer, Ludwig 171 f.
 Foerster, Heinz von 181 ff.
 Foerster, Wilhelm 159
 Fontane, Theodor 107
 Foster, George Carey 410
 Foster, Michael 369
 Fourier, Jean-Baptiste-Joseph 47, 105, 199
 Fraentzel, Oscar 94 f.
 Franz Joseph I. 314
 Fraunhofer, Joseph 9, 238
 Fresnel, Augustin Jean 105, 139, 154
 Friedreich, Nikolaus 94 f.
 Frobenius, Georg 413
 Fuchs, Emil 265
 Fuchs, Lazarus 413
 Fulton, Robert 175
 Gagern, Wilhelm Heinrich August Freiherr von
 325
 Galilei, Galileo 257
 Galois, Evariste 329
 Galt, Alexander 425
 Gauß, Carl Friedrich 115, 147, 194
 Gavroglu, Kostas 232
 Geikie, Archibald 218 f.
 Geissler, Erhard 77
 Gell-Mann, Murray 272
 Georg III. 128
 Germain, Sophie 195, 3,38
 Geus, Armin 18
 Gießmann, Ernst-J. 577 f.
 Gladstone, William Ewart 121
 Glazebrook, Richard T. 410
 Goethe, Johann Wolfgang von 75, 136, 196 ff.,
 209, 233
 Götschl, Johann 181
- Graefe, Albrecht von 54, 351, 356
 Graham, Thomas 320
 Gramont, Agénor Duc de 92, 366
 Green, George 47, 191
 Grieg, Edvard 113
 Gudermann, Christof 412
- Haeckel, Ernst 26
 Hallmann, Eduard 67 f.
 Halske, Johann Georg 304
 Hamann, Brigitte 135
 Hamel, Josef 296
 Hamilton, William Rowan 401
 Hann, Julius Ferdinand Edler von 214, 216
 Harnack, Adolf 34
 Hathaway, Arthur S. 399
 Hawking, Stephen W. 220
 Hefner von Alteneck, Friedrich 193
 Hegel, Georg Wilhelm Friedrich 26, 36 f., 49 f.,
 169, 188, 280
 Heisenberg, Werner 38 f., 196, 222, 258 f., 262
 ff., 282
 Hellmann, Gustav 213
 Helmholtz, Anna von geb. von Mohl 12, 15, 17,
 62, 78, 85, 88, 90, 92, 94 f., 97, 113, 129 ff.,
 132 ff., 137, 148, 150 f., 167, 193, 295, 323 f.,
 325, 371, 375 f., 383 f., 388, 390, 392, 395 ff.,
 405 f., 411 f., 415, 423 f., 425 ff.
 Helmholtz, August Ferdinand Julius 81, 125
 Helmholtz, Caroline geb. Penne 81
 Helmholtz, Friedrich Julius 396
 Helmholtz, Olga geb. von Velten 11, 84 f., 124
 ff., 310, 315 f., 322 f., 372
 Helmholtz, Richard Wilhelm Ferdinand 11, 89
 f., 93, 365, 373
 Helmholtz, Robert Julius 85 f., 99, 325, 339,341
 f., 346,396 f., 401, 423 f.
 Hertz, Heinrich Rudolf 12, 102 f., 200, 247, 343
 Hillis, Daniel W. 256
 Hobbs, Timothy D. 18, 294
 Höflechner, Walter 179, 192 f., 287
 Holmes, Frederic L. 67
 Holtz, Wilhelm 342
 Hooke, Robert 59
 Hopkins, William 106
 Hörz, Helga 295
 Humboldt, Alexander von 33, 84
 Humboldt, Wilhelm von 257 f.
 Hume, David 40
 Huxley, Thomas Henry 218 f., 221, 370
 Hyrtl, Joseph 76 f.

- Jacobi, Gustav Jacob 169
 Jeans, James 254
 Jenkin, Fleeming 116, 374
 Joachim, Joseph 113
 Joule, James Prescott 146, 156, 167, 171, 174 f., 177, 314, 360, 382, 408
 Kant, Immanuel 23, 26, 32, 39 f., 48 f., 101, 156, 188, 218, 222, 226, 234 f., 257, 259
 Kammerlingh Onnes, Heike 211 ff., 216
 King, Agnes Gardner 13, 79, 104., 111, 113, 116 ff., 121 ff., 145, 149, 157, 164, 207, 223, 235, 260 f.
 King, David Thomson 116 f.
 King, Elisabeth geb. Thomson 104, 110
 King, Elisabeth Thomson 104
 King, David 104, 223, 234 f.
 Kirchhoff, Gustav Robert 9 f., 88, 194 f., 211, 238 f., 283, 298 f., 309, 318 f., 338 f., 342, 346, 361
 Kirchner, Friedrich 26
 Kirkwood, Dr. 111, 416
 Kirsten, Christa 41, 179
 Klaus, Georg 10
 Klauß, Klaus 17, 293
 Klein, Felix 415
 Knobloch, Wolfgang 17, 293
 Koenigsberger, Leo 7, 9, 11 f., 45, 54, 63, 66 f., 72, 83 f., 94 f., 103, 124 f., 127 ff., 135, 143 f., 153, 165 f., 172 f., 175, 193, 197, 245 f., 283, 294 f., 299, 316, 323, 325, 335, 390, 392, 400, 418
 Koerber, Hans Günther 41, 179
 Kohlrausch, Friedrich Wilhelm 102, 134, 160 f., 280, 413
 König, Arthur 428,430
 Krafft, Fritz 105
 Kremer, Richard L. 56, 123 ff., 296
 Krigar-Menzel, Otto 431
 Kronecker, Leopold 100, 375, 400
 Krönig, August Karl 165 f.
 Kummer, Ernst 195, 375
 Kundt, August 100, 169, 172, 189 f.
- Laaß, Andreas 179, 192
 Lagrange, Joseph-Louis 105
 Landolt, Hans Heinrich 41
 Lang, Mr. and Mrs. 416 f.
 Laplace, Pierre Simon Marquis de 37 f., 105, 222, 226, 234 f., 259
 Laue, Max von 169, 172
 Leemann, Rudolf 427
 Leibniz, Gottfried Wilhelm 26, 33, 106
- Lenbach, Franz von 427
 Lesser, Norbert 282
 Lessing, Gotthold Ephraim 81 ff.
 Liouville, Joseph 329
 Lipschitz, Rudolph 12, 72, 151, 327
 Lockyer, Joseph Norman 394
 Lodge, Oliver 405
 Longfellow, Henry Wadsworth 422 f.
 Lorenz, Ludwig Valentin 134
 Löther, Rolf 205
 Love, Augustus Edward Hough 52
 Ludwig, Carl Friedrich Wilhelm 68 ff., 72, 76, 83, 129
 Lukrez (Titus Lucretius Carus) 158, 345
- Mac-Mahon, Marie Edme Patrice Maurice Comte de 90, 92
 Magnus, Gustav 68, 87 f., 123, 175, 188
 Mainzer, Klaus 222
 Marx, Karl 282
 Maxwell, James Clerk 42, 94, 129, 147, 168 f., 172 f., 180, 188, 192, 200, 206, 243 f., 247, 370, 377, 396
 Mayer, Julius Robert 31, 35, 167 f., 169 ff., 178, 229, 231, 285, 360 f.
 Mayer & Müller, Berliner Buchhandlung 398, 400
 Mendelssohn-Bartholdy, Ernst 100
 Michaelis, Carl 26
 Michelson, Albert Abraham 140 f., 154
 Mitton, Simon 227, 232
 Meikleham, William 105 f., 191
 Miller, Thomas 386
 Minsky, Marvin 255
 Mohl, Julius von 85, 324, 397
 Mohl, Mary voll geb. Clarke 85, 324, 397
 Mohl, Pauline von geb. Becher 85
 Mohl, Robert von 85, 87, 97, 325
 Morley, William 146 f.
 Morse, Samuel 115
 Mozart, Wolfgang Amadeus 113
 Müller, Achim 162, 222
 Müller, Friedrich Max 409 f.
 Müller Johannes Peter 34, 65, 69, 83 f.
 Murray, David 109
- Napier, James 176 f.
 Napoleon III. 90, 314, 365 f., 367
 Neumayer, Georg Balthasar von 212
 Newton, Isaac 23 f., 26 f., 39,46, 48 ff., 106, 156, 158, 167, 196
 Nichol, John Pringle 105

- Nohl, Ludwig 97
- Ohm, Georg Simon 146
- Olesko, Kathryn M. 67
- Oppolzer, Johann Ritter von 13,5
- Oppolzer, Theodor Ritter von 135
- Ostwald, Friedrich Wilhelm 31, 280 f., 283
- Peltier, Jean Charles Athanase 346
- Perkins, Adam J. 18, 294
- Picard, Emile 24
- Pietsch, Erich 35, 168
- Planck, Max 262 ff., 281,413
- Plitzner, Klaus 282
- Plücker, Julius 72, 296
- Popper, Karl 282
- Pouillet, Claude Servais Mathias 227
- Poincaré, Henri 24 f.
- Poisson, Siméon Denis 195, 309, 376
- Ptolemaios, Klaudios 215
- Puhlmann, Emil 323
- Puhlmann, Johann Gottlieb 323
- Ramsay, Andrew 218
- Rankine, William John Macquorn 112, 379
- Rayleigh, Lord (Strutt, John William) 100, 132, 377, 392, 402, 410
- Rechenberg, Helmut 11, 196
- Reinhold, Johannes 323
- Reinhold, Sophie Julie Betty geb. von Velten 323
- Richardson, George 52
- Rogers, Henry Darwin 422
- Roscoe, Henry Enfield 100, 132, 346, 397, 401,408 f.
- Rose, Heinrich 123
- Röseberg, Ulrich 43
- Rowland, Henry Augustus 186 f.
- Rudolf, Kronprinz von Osterreich 134 f.
- Rühmkorff, Heinrich Daniel 343
- Rumford, Benjamin Thompson Graf 167
- Runge, Carl 431
- Russell, Nicola 294
- Saltzer, Walter G. 222
- Schaffer, Simon 185 f.
- Schelling, Friedrich Wilhelm Joseph 26, 82, 188
- Schimank, Haus 35, 168
- Schiemann, Gregor 53, 240 f., 285
- Schiller, Friedrich 198, 236
- Schiller, Nikolai Nikolajewitsch 392
- Schopenhauer, Arthur 57, 62 f., 187, 232 f.
- Schröder, Wilfried 82, 262 ff.
- Schrödinger, Erwin 181, 183, 285
- Schwarz, Hermann Amandus 413
- Scott, Walter 356
- Seifert, Josef 282
- Siemens, Arnold Wilhelm von 98, 401, 405 f.
- Siemens-Helmholtz, Ellen von 12 f., 85, 98, 135, 281, 293, 371, 392, 398, 400 f., 405 f., 415, 426, 429
- Siemens, Hermann Werner von 406
- Siemens, Ruprecht von 81, 90, 98
- Siemens, Werner von 98, 115, 137, 150, 193, 304, 398, 401, 406 f., 415
- Siemens, William (Wilhelm) 391, 408
- Siemens & Halske 137, 193, 304, 306 f.
- Slade, Henry 62 f.
- Smith, Archibald 379, 391
- Smith, Crosbie 11, 55, 57, 78, 104, 130, 145 f., 156, 158, 167, 172, 180 f., 218 f., 223, 230
- Snow, Charles Percy 254
- Sokrates 27, 170
- Spoottiswoode, William 374, 388 f.
- Stachel, John 232
- Stefan, Josef 135, 192, 227
- Steinheil, Karl August 115
- Steinway, William 102
- Stokes, George Gabriel 55, 78, 93, 100, 124, 154, 165, 188, 194, 239, 310, 317 f., 321, 368, 402
- Stoltenberg, Dietrich 102
- Sweetnam, Georg 186
- Sylvester, James Joseph 338
- Syme, Professor 416 f.
- Tait, Peter Guthrie 46, 51 f., 59 f., 100, 141, 148, 154, 157 f., 160, 168, 173, 187, 201 f., 328, 337, 341, 343 f., 347, 352, 357 f., 371, 394, 396, 409
- Thomson, David 106
- Thomson, Frances Anna geb. Blandy (Lady Kelvin) 17, 102, 117 f., 122, 294 f., 382 f., 387 f., 390,415, 423 f., 425
- Thomson, James (Vater von William) 103 ff.
- Thomson, James 54, 104, 112, 139, 142, 180 f., 184,357, 379 ff.
- Thomson, Janet 340, 343
- Thomson, John 104
- Thomson, Josef John 118, 184
- Thomson, Margaret geb. Gardner (Mutter von William) 103
- Thomson, Margaret geb. Crum 17, 59, 110 ff., 127 ff., 294 f., 299, 355 f., 362, 416 ff.

- Thomson, Margaret (Schwester von William) 104
 Thomson, Robert 104
 Thomson, Thomas 105
 Thompson, Silvanus P. 13 f., 48, 52, 65, 78, 94, 103, 105 f., 110 f., 117 ff., 129, 131, 134 ff., 139 f., 143, 157, 176 ff., 221, 230, 293 ff., 296, 301, 303 f., 310 ff., 320 ff., 327, 336, 338, 340, 348 ff., 355, 362, 367 f., 370, 372, 374 f., 379, 381 ff., 387 ff., 393 ff., 402, 406 f., 409 ff., 413, 422, 425 f.
 Treder, Hans-Jürgen 248
 Trendelenburg, Friedrich Adolf 332
 Tschernyschewski, Nikolai Gawrilowitsch 203
 Tyndall, John 52, 59 ff., 128 f., 170, 205, 370, 387
- Varela, Francesco J. 255
 Velten, Julie von geb. Puhlmann 84, 323, 418
 Velten, Leopold von 84, 323
 Viktoria, Königin von England 122, 313
 Virchow, Rudolf 63, 69
 Volta, Allesandro 146
 Voltaire (Francois-Marie Arouet) 39
 Voss, Leopold 300, 307
 Voss, Ludwig 406
- Wagner, Rudolph 76
 Warburg, Emil 413
 Wartofsky, Marx M. 232
 Weber, Carl Maria von 113
 Weber, Ernst Heinrich 67, 69
 Weber, Max 258
 Weber, Wilhelm Eduard 57 f., 60 f., 113, 115, 146 f., 159, 205 f., 243 f., 247 f., 299 f., 302
 Weierstrass, Karl Theodor Wilhelm 101, 375, 412
 Weizsäcker, Carl Friedrich von 35
 Wertheim, Gustav 46, 141, 361
 White, James 137,407
 Whittaker, Edmund 121, 141, 174, 191
 Wiederkehr, Karl Heinz 244, 247
 Wiedemann, Gustav 62, 134
 Wilhelm I. 89, 92 f.
 Wilson, David B. 104, 109, 174, 190 f.
 Wise, M. Norton 11, 55, 57, 68, 104, 130, 145 f., 156, 167, 172, 180 f., 185 ff., 218 f., 223, 230, 248
 Witkowsky, Student bei Helmholtz und Kelvin 387
 Wolff, Christian 26
 Wolff, Stefan L. 175
- Wussing, Hans 194
 Young, Thomas 154, 168
 Zeller, Eduard 89 f., 100, 332
 Zöllner, Friedrich 45, 57 f., 60 ff., 155 ff., 158 f., 160 f., 187, 205 f., 224, 244,246 ff., 279, 288