

---

# **Hermann von Helmholtz über sich selbst**

**Rede zu seinem 70. Geburtstag**

**Anmerkungen: Dorothea Goetz**

---

## Vorbemerkungen



Hermann von Helmholtz

Ass Hermann von Helmholtz wenige Tage nach seinem 70. Geburtstag in einem Brief an seinen Freund Ludwig die Frage stellte: "Abgesehen von allen Fragen der Eitelkeit ist es schließlich für unser einen, der sein Leben lang schwer gearbeitet hat, auch eine berechtigte Frage: Ist das, was du geleistet, nützlich und schätzenswert? Und diese können nur die anderen beantworten, die davon Nutzen und Vorteil haben,"<sup>1</sup> so lag die Antwort schon in all den Beweisen der Teilnahme, der Dankbarkeit und Anerkennung, die dem international anerkannten Gelehrten aus aller Welt zugegangen waren. Hermann von Helmholtz gehört zu den bedeutendsten Naturwissenschaftlern des 19. Jahrhunderts.

Seine Vielseitigkeit hat ihn das ganze Gebäude der Naturwissenschaften umfassen lassen. Sein Interesse reichte von der Medizin über die Physiologie, Physik, Mathematik bis zur Philosophie und galt auch der Kunst, vor allem der Musik. Auf all diesen Gebieten der Wissenschaft hat er bedeutende Untersuchungen angestellt, die ihn zu wichtigen Entdeckungen führten.

Allein eine dieser Entdeckungen - es sei nur der Augenspiegel genannt - hätte genügt, um seinen Namen in der Wissenschaft unvergesslich zu machen. Das Leben Helmholtz' war mit der Entwicklung des Bürgertums in Deutschland, vor allem in Preußen, eng verbunden.

Der Aufschwung in der naturwissenschaftlichen Forschung, in der Entwicklung der experimentellen Naturwissenschaften an den Universitäten begann in den 30er Jahren des 19. Jh., als sich die kapitalistischen Produktionsverhältnisse gegenüber den überlebten feudalistischen durchsetzten. Ein Hindernis, das dieser Entwicklung im zersplitterten Deutschland im Wege stand, wurde mit der Bildung des Zollvereins überwunden.

Die Manufakturen und Kleinbetriebe wurden von der sich immer stärker entwickelnden industriellen Fabrikation zurückgedrängt. Die industrielle Revolution breitete sich

---

in Deutschland aus, die Industrie wuchs, der Verkehr wurde durch die Anwendung der Dampfkraft im Eisenbahnwesen und in der Schifffahrt verbessert, und der Telegraph befriedigte das Bedürfnis nach schneller Übermittlung wirtschaftlicher Nachrichten. Die deutsche Industrie wurde in immer stärkerem Maße von der ausländischen Einfuhr der Maschinen unabhängig und gewann durch ihre Produktion Ansehen in Europa.

Auf der Tagesordnung stand die Errichtung der bürgerlich-kapitalistischen Gesellschaftsordnung. Doch aus Furcht vor der erstarkenden und sich formierenden Arbeiterklasse verbündete sich die Mehrheit des deutschen Bürgertums mit der feudal-junkerlichen Reaktion. Dieses Bündnis bildete die Grundlage für den preußischen Staat, der in der zweiten Hälfte des 19. Jh. in Deutschland die Vorherrschaft erlangte.

Trotz der Niederlage der bürgerlichen-demokratischen Revolution 1848 waren der Sieg und die Durchsetzung der kapitalistischen Produktionsweise nicht mehr zu verhindern. Diese ökonomische und politische Entwicklung stellte an die Technik und an die Naturwissenschaften neue höhere Anforderungen. Die Naturwissenschaften mussten sich auf praktische Probleme orientieren, von Tatsachen ausgehend die Natur zu erkennen versuchen und sich von den Spekulationen der im Deutschland in der ersten Hälfte des 19. Jh. vorherrschenden Naturphilosophie befreien.

Vorbereitet durch einige Universitätsreformen im 18. Jh., konnten in Deutschland schneller als in Frankreich und England die Naturwissenschaften in dem Universitätsbetrieb eingeordnet werden. So entwickelten sich damals die Naturwissenschaften in Deutschland sehr rasch, und es gelang in relativ kurzer Zeit, England und Frankreich einzuholen. Zu den Gelehrten Deutschlands, die einen großen Anteil an der Entwicklung der Naturwissenschaften haben, gehört auch Hermann von Helmholtz. Ihm war die Wissenschaft jedoch nicht Selbstzweck, und die Wissenschaft diente nach seiner Meinung auch nicht allein der Vertiefung der menschlichen Erkenntnisse, sondern vor allem dem Leben und dem Wohl der Menschheit.

Helmholtz sagte in der Antwort auf die Glückwunschartrede der Akademie der Wissenschaften anlässlich seines 70. Geburtstages: "Die Wissenschaft ist ja eigentlich bei der modernen Menschheit das einzig einigende Band geworden, welches unbedingt Frieden predigt. Wir jeder von uns, der für die Wissenschaft arbeitet, arbeitet nicht für sein eigenes Wohl; er arbeitet zunächst für das Wohl seines Volkes, er arbeitet für das Wohl der ganzen Menschheit, soweit die Menschen im Stande sind und die Vorbildung haben, um von den Früchten der Wissenschaft Vorteil zu ziehen ..."<sup>2</sup>

Helmholtz wandte sich gegen alle Versuche, die Wissenschaft für chauvinistische und nationalistische Ziele zu missbrauchen. Als Arzt arbeitete er im Deutsch-Französischen Krieg in Lazaretten. Doch die Kriegsergebnisse hatten etwas Erschreckendes an sich für den feinsinnigen Gelehrten. Es scheint, als habe er den Eindruck, den das Schlachtfeld bei Wörth in ihm hinterlassen hat, nie völlig vergessen können. Er suchte nach dem verbindenden Glied der Nationen untereinander und fand es in der Wissenschaft und in der Kunst.

"Die Wissenschaft und Kunst sind zur Zeit ja das einzige übrig- gebliebene Friedens-

---

band der zivilisierten Nationen."<sup>3</sup> In diesen Gedanken, die er in der Tischrede anlässlich seines 70. Geburtstages äußerte, schwingen Resignation und ein wenig Pessimismus. Sie zeigen, dass er nicht an den Friedenswillen der herrschenden Kreise in den kapitalistischen Ländern, Deutschland nicht ausgenommen, glaubte. Die Wissenschaft trägt für ihn, die hohe verantwortungsvolle Aufgabe in sich, friedliche Verbindungen zwischen den Völkern zu pflegen und aus ihren Erkenntnissen "unendlich praktische Wohltaten für das Menschengeschlecht zu entwickeln".<sup>4</sup>

Helmholtz gehört zu den bedeutenden Naturwissenschaftlern des 19. Jh., die bestrebt waren, ein vollendetes Gebäude der Wissenschaften aufzubauen, dessen Grundlage und Stütze die klassische Mechanik war. Er führte grundlegende Untersuchungen zur Thermodynamik durch und legte das Fundament für die Theorie der Wirbelbewegung von Flüssigkeiten. Die Ableitung dieser Wirbelsätze aus der Hydrodynamik sind eine hohe mathematische Leistung und zeigen sein hervorragendes Können als Physiker und Mathematiker.

Er beschäftigte sich mit der Elektrodynamik und schuf Grundlegendes in der Akustik, Optik und Physiologie.



Abb.1 Bildnis Hermann von Helmholtz, nach einer Photographie aus der Heidelberger Zeit, aus dem Besitz des v.-Graefe-Museums in Heidelberg

Doch in all seinen Arbeiten, die sich mit Fragen der verschiedenen Wissenszweige beschäftigten, ist immer das Streben nach einer einheitlichen der Naturwissenschaft entsprechenden philosophischen Naturauffassung zu finden.

Helmholtz stand nicht, wie die meisten Naturforscher, der Philosophie feindlich gegenüber. Schon von Jugend auf mit philosophischen Problemen vertraut gemacht, hat er sich sein ganzes Leben hindurch mit philosophischen Fragen beschäftigt, die sich aus seinen naturwissenschaftlichen Forschungen ergaben. Er wurde vor allem durch seine physiologischen Arbeiten zu den Grenzen hingeführt, an denen sich Philosophie und Naturwissenschaften begegnen.

Diese Berührungspunkte waren für ihn alle erkenntnistheoretischen Probleme, die sich aus der Lehre von den sinnlichen Wahrnehmungen ergaben.

---

Ausgehend von den materialistischen Tendenzen der Philosophie Kants vertritt Helmholtz in der erkenntnistheoretischen Grundfrage, welches ein Verhältnis zwischen unseren Sinneseindrücken und der Außenwelt besteht, einen eindeutigen materialistischen Startpunkt. Jedoch behält er diesen nicht konsequent bei.

In der von ihm entwickelten Lehre von den Zeichen oder Hieroglyphen betrachtet Helmholtz die Sinneseindrücke und Wahrnehmungen, die dem Menschen durch seine Sinnesorgane von den Erscheinungen der Außenwelt gegeben werden, nur als Symbole und nicht als Abbilder, Lenin betont, dass Helmholtz damit seinen materialistischen Ausgangspunkt unterhöhlt und ein Element des Agnostizismus hineinbringt.

Daher bezeichnet Lenin die philosophischen Ansichten Helmholtz' als einen "verschämten Materialismus" mit Kantianischen Ausfällen, als einen "Halbmaterialismus"<sup>5</sup>, dessen richtige Ansätze in den erkenntnistheoretischen Grundfragen und geschaffenen Voraussetzungen für die Erkennbarkeit der Welt jedoch Bestand und Gültigkeit haben.

Aus der humanistischen Grundhaltung Helmholtz' heraus ist es verständlich, dass der bedeutende Gelehrte neben seinem umfangreichen wissenschaftlichen Untersuchungen und der Arbeit an seinen zahlreichen Veröffentlichungen sich vor die Aufgabe gestellt sah, breitere Kreise mit der Wissenschaft bekannt zu machen. Bei bestimmten Anlässen hielt Helmholtz vor einem größeren Kreis öffentliche allgemeinbildende Vorträge.

Diese Vorlesungen waren für Zuhörer, die der Wissenschaft fremd gegenüberstanden oder eine oberflächliche Belehrung suchten, nicht ohne weiteres fassbar.

Sie unterschieden sich von der üblichen Art allgemeinbildender Vorträge, in der meistens das von anderen Wissenschaftlern Erforschte in einer veränderten Form dargeboten wurde. Helmholtz behandelte Probleme aus seinen Forschungsarbeiten und gab seinen Zuhörern oftmals umfassende Einblicke in die von ihm erschlossenen wissenschaftlichen Gebiete.

Diese Vorträge, die Helmholtz in den beiden Sammelbänden "Vorträge und Reden" noch zu seinen Lebzeiten zusammengefasst hat, sind in der Darstellung der wissenschaftlichen Probleme außerordentlich klar und in ihrer vollendeten Form kleine Meisterwerke innerhalb der wissenschaftlichen Literatur.

Helmholtz sah in ihnen Versuche, "die Ergebnisse mathematischer, naturwissenschaftlicher oder speziell physikalischer Forschung einem Kreise von Zuhörern und Lesern mitzuteilen, deren Studien nicht genau in dieser besonderen Richtung gelegen haben"<sup>6</sup>. Seit seiner Jugend war in Helmholtz die humanistische Bildung mit dem Anliegen der Naturwissenschaft, die Natur zu erkennen und sie dem Leben der Menschheit dienstbar zu machen, eng miteinander verschmolzen. Sein ganzes Leben weihte er dem Dienste der Wissenschaft.

In der Tischrede, die er anlässlich der Feierlichkeiten zu seinem 70. Geburtstag hielt und die nachfolgend wiedergegeben ist, sprach Helmholtz über sein persönliches Leben, über seine wissenschaftlichen Arbeiten und gab einen tiefen Einblick in seine Arbeitsweise, durch die er seine großen wissenschaftlichen Leistungen erzielen konnte.

Am 2. November 1892 beging Helmholtz sein goldenes Doktor-Jubiläum. Anlässlich dieses Tages wurden ihm weitere Auszeichnungen und Ehrungen zuteil, In der Glückwun-

---

schadadresse der Akademie der Wissenschaften, die von seinem Freund du Bois-Reymond verfasst wurde, heißt es:

"Es ist unmöglich, in den uns gesteckten Grenzen ein wirklich entsprechendes Bild von der Welt der Tatsachen und Einsichten, von Beobachtungen, Versuchen und Gedanken zu geben, die Sie, die höchste Analyse wie die feinsten Instrumente mit gleicher Meisterschaft und Leichtigkeit handhabt, mit unerschöpflicher Arbeitskraft zu Tage gefördert haben. Das von uns Übergangene würde allein hinreichen, einen hervorragenden akademischen Namen zu begründen".<sup>7</sup>

Nachdem Helmholtz von seiner Reise nach Amerika zurückgekehrt war - er hatte eine Einladung, der Weltausstellung in Chicago 1893 beizuwohnen und an einem naturwissenschaftlich-technischen Kongress teilzunehmen -, begann sich sein Gesundheitszustand immer mehr zu verschlechtern. Dennoch legte er im Sommer 1894 der Akademie der Wissenschaften eine kleinere Arbeit vor, in der er sich wiederum mit dem Prinzip der kleinsten Wirkung beschäftigte.

Er verfasste das Vorwort zu den Prinzipien der Mechanik von Hertz und noch eine kleine Arbeit über den Ursprung der Sinnesempfindungen.

Nach einer kurzen Krankheit verstarb Hermann von Helmholtz am 8. September 1894.

---

## Wortlaut der Rede

Hochgeehrte Herren und liebe Freunde!

Ich bin im Laufe des letzten Jahres und zuletzt bei der Feier und Nachfeier meines siebenzigsten Geburtstages mit Ehren, mit Beweisen der Achtung und des Wohlwollens in nie erwartetem Maße überschüttet worden.

Mein eigener Landesherr, Seine Majestät der Deutsche Kaiser, hat mich in die oberste Rangklasse seiner Staatsbeamten erhoben, die Könige von Schweden und Italien, mein ehemaliger Landesherr, der Großherzog von Baden, der Präsident der Französischen Republik haben meine Brust mit Großkreuzen geschmückt, viele Akademien, nicht bloß der Wissenschaften, sondern auch der Künste, Fakultäten und gelehrte Gesellschaften, verteilt über den Erdball von Tomsk bis Melbourne, haben mir Diplome und schön geschmückte feierliche Adressen geschickt, um mir ihre Anerkennung meiner wissenschaftlichen Bestrebungen und den Dank dafür zum Teil in Ausdrücken, die ich nicht ohne Beschämung lesen kann, auszudrücken; meine Vaterstadt Potsdam hat mich zu ihrem Ehrenbürger gemacht.<sup>8</sup>

Dazu kommen ungezählte Einzelne, wissenschaftliche und persönliche Freunde, Schüler, Unbekannte, die mir Glückwünsche in Telegrammen und Briefen gesendet. Aber noch mehr.

Sie wollen meinen Namen gleichsam zur Fahne einer großartigen Stiftung machen, welche, von Freunden der Wissenschaft aller Nationen gegründet, wissenschaftliche Forschung in allen Ländern des Erdballs ermutigen und fördern soll.<sup>9</sup>

Die Wissenschaft und die Kunst sind zur Zeit ja das einzig übriggebliebene Friedensband der zivilisierten Nationen. Ihr immer höher wachsender Ausbau ist ein gemeinsames Ziel aller, was durch gemeinsame Arbeit aller, zum gemeinsamen Vorteil aller durchgeführt wird.

Ein großes und heiliges Werk! Ja, die Stifter wollen ihre Gabe vorzugsweise zur Förderung derjenigen Zweige des Forschens bestimmen, die ich in meinem eigenen Leben verfolgt habe, und mich dabei in meiner zeitlichen Beschränkung, künftigen Geschlechtern fast wie ein Vorbild der Forschung hinstellen.

Es ist dies die stolzeste Ehre, die Sie mir erweisen können, insofern Sie mir dadurch Ihr unbedingt günstiges Urteil zu erkennen geben; aber es würde an Vermessenheit streifen, wenn ich sie annähme ohne die stille Erwartung, dass die Preisrichter künftiger Jahrhunderte sich frei von den Rücksichten auf meine zeitliche Persönlichkeit machen werden.

Sogar die zeitliche Gestalt, in der ich durch dies Leben gegangen bin, haben Sie durch einen Meister ersten Ranges in Marmor bilden lassen,<sup>10</sup> so dass ich den Meinigen und den Nachkommen künftig sogar noch in idealerer Gestalt erscheinen werde, als den jetzt Lebenden, und ein anderer Meister der Radiernadel hat dafür gesorgt, dass getreue Bilder von mir unter den Lebenden verbreitet werden können.<sup>11</sup>

Ich kann nicht verkennen, dass alles dies, was Sie mir getan haben, Äußerungen des aufrichtigsten und höchsten Wohlwollens Ihrerseits sind und dass ich Ihnen zum höchsten Dank dafür verpflichtet bin.

---

Aber ich bitte Sie um Verzeihung, wenn diese Fülle von Ehren mich zunächst mehr in Erstaunen setzt und verwirrt, als dass ich sie begreifen könnte. Ich finde in meinem eigenen Bewusstsein keinen entsprechenden Maßstab für den Wert dessen, was ich zu leisten gestrebt habe, welcher mir ein ähnliches Fazit gäbe, wie Sie es gezogen haben. Ich weiß, in wie einfacher Weise alles, was ich zu Stande gebracht habe, entstanden ist, wie die von meinen Vorgängern ausgebildeten Methoden der Wissenschaft mich folgerichtig dazu geführt haben, wie mir zuweilen ein günstiger Zufall oder ein glücklicher Umstand geholfen hat.

Aber der Hauptunterschied wird wohl der sein: was ich langsam aus kleinen Anfängen durch Monate und Jahre mühsamer und oft genug tastender Arbeit aus unscheinbaren Keimen habe wachsen sehen, das ist Ihnen plötzlich, wie eine gewaffnete Pallas aus dem Kopfe des Jupiter vor Augen gesprungen. Ihr Urteil war durch Überraschung beeinträchtigt, meines nicht; mag vielleicht auch oft durch die Ermüdung der Arbeit und durch Ärger über allerlei irrationelle Schritte, die ich unterwegs gemacht hatte, etwas herabgestimmt gewesen sein.



Abb. 2. Bildnis von Helmholtz nach einer Marmorbüste von Adolf Hildebrand 1891

Die Fachgenossen und das Publikum urteilen über ein wissenschaftliches oder Kunstwerk nach dem Nutzen, der Belehrung oder Freude, die es ihnen gebracht hat.

Der Autor ist meist geneigt, seine Wertschätzung nach der Mühe anzusetzen, die es ihm gemacht hat; und diese beiden Arten der Schätzung treffen selten zusammen. Im Gegenteil ist aus den gelegentlichen Äußerungen einiger der berühmtesten Männer, namentlich unter den Künstlern, zu erkennen, dass sie auf die Leistungen, die uns in ihren Werken als unnachahmlich und unerreichbar entgegentreten, verhältnismäßig geringes Gewicht gelegt haben, im Vergleich zu anderem, das ihnen schwer wurde und was den Lesern und Beschauern dagegen viel weniger gelungen erscheint.

Ich erinnere nur an Goethe, der nach Eckermanns Bericht einmal geäußert hat, seine dichterischen Werke schätzte er nicht so hoch, wie das, was er in der Farbenlehre



---

geleistet. Soll ich nun Ihren Versicherungen und den Urhebern der an mich gelangten Adressen Glauben schenken, so mag es mir - wenn auch in bescheidnerem Maße - ähnlich gegangen sein.

Erlauben Sie mir also, Ihnen kurz zu berichten, wie ich in meine Arbeitsrichtung hinein gekommen bin.

In meinen ersten sieben Lebensjahren war ich ein körperlich kränklicher Knabe, lange an das Zimmer, oft genug an das Bett gefesselt, aber mit lebhaftem Triebe nach Unterhaltung und nach Tätigkeit. Die Eltern haben sich viel mit mir beschäftigt; Bilderbücher und Spiel hauptsächlich mit Bauhölzchen halfen mir sonst die Zeit ausfüllen.<sup>12</sup>

Dazu kam ziemlich früh auch das Lesen, was natürlich den Kreis meiner Unterhaltungsmittel sehr erweiterte. Aber wohl ebenso früh zeigte sich auch ein Mangel meiner geistigen Anlage darin, dass ich ein schwaches Gedächtnis für unzusammenhängende Dinge hatte.

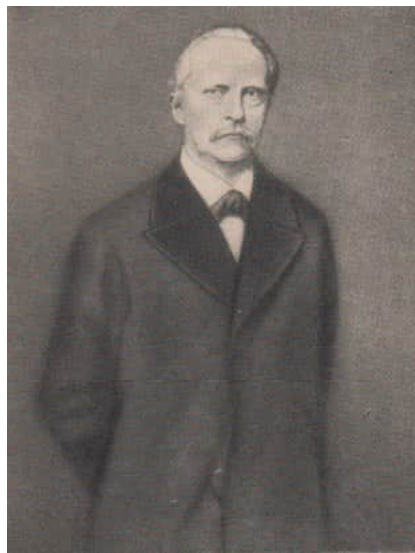


Abb. 3 Bildnis von Helmholtz nach einem Gemälde von Franz von Lenbach 1876

Als erste Zeichen davon betrachte ich die Schwierigkeit, deren ich mich noch deutlich entsinne, rechts und links zu unterscheiden; später, als ich in der Schule an die Sprachen kam, wurde es mir schwerer als anderen, mir die Vokabeln, die unregelmäßigen Formen der Grammatik, die eigentümlichen Redewendungen einzuprägen. Der Geschichte vollends, wie sie uns damals gelehrt wurde, wusste ich kaum Herr zu werden. Stücke in Prosa auswendig zu lernen, war mir eine Marter.

Dieser Mangel ist natürlich nur gewachsen und eine Plage meines Alters geworden.

Wenn ich aber kleine mnemotechnische Hilfsmittel hatte, auch nur solche, wie sie das Metrum und der Reim in Gedichten geben, ging das Auswendiglernen und das Behalten des Gelernten schon viel besser. Gedichte von großen Meistern behielt ich sehr leicht, etwas gekünstelte Verse von Meistern zweiten Ranges lange nicht so gut. Ich denke, das wird von dem natürlichen Fluss der Gedanken in den guten Gedichten abhängig gewesen sein, und bin geneigt, in diesem Verhältnis eine wesentliche Wurzel ästhetischer Schönheit zu suchen.

In den oberen Gymnasialklassen konnte ich einige Gesänge der Odyssee, ziemlich viele

---

Oden des Horaz und große Schätze deutscher Poesie rezitieren, In dieser Richtung befand ich mich also ganz in der Lage unserer ältesten Vorfahren, welche noch nicht schreiben konnten und deshalb ihre Gesetze und ihre Geschichte in Versen fixierten, um sie auswendig zu lernen.

Was dem Menschen leicht wird, pflegt er gern zu tun; so war ich denn zunächst auch ein großer Bewunderer der Poesie. Die Neigung wurde durch meinen Vater gefördert, der ein zwar pflichtenstrenger, aber enthusiastischer Mann war, begeistert für Dichtkunst, besonders für die große Zeit der deutschen Literatur.

Er gab uns in den oberen Gymnasialklassen den deutschen Unterricht und las mit uns den Homer. Wir mussten unter seiner Leitung auch abwechselnd prosaische deutsche Aufsätze und metrische Übungen machen - Gedichte, wie wir sie nannten. Aber wenn auch die meisten von uns schwache Dichter blieben, so lernten wir doch dabei besser, als durch irgend eine andere mir bekannte Übung, was wir zu sagen hatten in die mannigfaltigsten Ausdrucksweisen umzuwenden.

Das vollkommenste mnemotechnische Hilfsmittel, was es gibt, ist aber die Kenntnis des Gesetzes der Erscheinungen. Dies lernte ich zuerst in der Geometrie kennen. Von meinen Kinderspielen mit Bauklötzern her war mir die Beziehung der räumlichen Verhältnisse zueinander durch Anschauung wohl bekannt.



Abb. 4. Bildnis von Helmholtz nach einer Radierung von Franz von Lenbach, April 1894

Wie sich Körper von regelmäßiger Form aneinanderlegen und zusammenpassen würden, wenn ich sie so oder so wendete, das wusste ich sehr gut, ohne vieles Nachdenken. Als ich zur wissenschaftlichen Lehre der Geometrie kam, waren mir eigentlich alle Tatsachen, die ich lernen sollte, zur Überraschung meiner Lehrer ganz wohlbekannt und geläufig.

So weit meine Rückerinnerung reicht, kam das schon in der Volksschule des Potsdamer Schullehrerseminars, die ich bis zu meinem achten Lebensjahr besuchte, gelegentlich zum Vorschein. Neu war mir dagegen die strenge Methode der Wissenschaft, und un-

---

ter ihrer Hilfe fühlte ich die Schwierigkeiten schwinden, die mich in anderen Gebieten gehemmt hatten.

Der Geometrie fehlte nur eines; sie behandelte ausschließlich abstrakte Raumformen, und ich hatte doch große Freude an der vollen Wirklichkeit. Größer und kräftiger geworden, bewegte ich mich viel mit meinem Vater oder mit Schulgenossen in der schönen Umgebung meiner Vaterstadt Potsdam umher und gewann große Liebe zur Natur. So kam es wohl, dass mich die ersten Bruchstücke der Physik, die ich im Gymnasium kennenlernte, bald viel intensiver fesselten als die rein geometrischen und algebraischen Studien. Hier war ein reicher und mannigfaltiger Inhalt, mit der vollen Machtfülle der Natur, der unter die Herrschaft des begrifflich gefassten Gesetzes zurückgeführt werden konnte.

Auch war in der Tat das erste, was mich fesselte, vorzugsweise die geistige Bewältigung der uns anfangs fremd gegenüberstehenden Natur durch die logische Form des Gesetzes. Aber natürlich schloss sich bald die Erkenntnis an, dass die Kenntnis der Gesetze der Naturvorgänge auch der Zauberschlüssel sei, der seinem Inhaber Macht über die Natur in die Hände gebe. In diesen Gedankenkreisen fühlte ich mich heimisch.

Ich stürzte mich mit größtem Eifer und Freude auf das Studium aller physikalischen Lehrbücher, die ich in der Bibliothek meines Vaters auffand. Es waren sehr altmodische, in denen noch das Phlogiston sein Wesen trieb, und der Galvanismus noch nicht über die Voltasche Säule hinausgewachsen war.

Auch versuchte ich mich mit einem Jugendfreund, allerlei Versuche, von denen wir gelesen, mit unseren kleinen Hilfsmitteln nachzumachen.<sup>13</sup>

Die Wirkung von Säuren auf die Leinwandvorräte unserer Mütter haben wir gründlich kennengelernt; sonst gelang wenig, am besten noch der Bau der optischen Instrumente mit Brillengläsern, die auch in Potsdam zu haben waren, und einer kleinen botanischen Lupe meines Vaters.

Die Beschränkung der äußeren Mittel hatte in jenem frühen Stadium für mich den Nutzen, dass ich die Pläne für die anzustellenden Versuche immer wieder umzuwenden lernte, bis ich eine für mich ausführbare Form derselben gefunden hatte. Ich muss gestehen, dass ich manches Mal, wo die Klasse Cicero oder Virgil las, welche beide mich höchstlichst langweilten, unter dem Tische den Gang der Strahlenbündel durch Teleskope berechnete und dabei schon einige optische Sätze fand, von denen in den Lehrbüchern nichts zu stehen pflegt, die mir aber nachher bei der Konstruktion des Augenspiegels nützlich wurden.<sup>14</sup>

So kam es, dass ich in die besondere Richtung des Studiums, die ich nachher festgehalten habe und die sich unter den angegebenen Umständen zu einem Triebe von leidenschaftlichem Eifer entwickelte, eintrat. Dieser Trieb, die Wirklichkeit durch den Begriff zu beherrschen, oder was, wie ich meine, nur ein anderer Ausdruck derselben Sache ist, den ursächlichen Zusammenhang der Erscheinungen zu entdecken, hat mich durch mein Leben geführt, und seine Intensität war auch wohl daran Schuld, dass ich keine Ruhe bei scheinbaren Auflösungen eines Problems fand, so lange ich noch dunkle Punkte darin fühlte.

---

Nun sollte ich zur Universität übergehen. Die Physik galt damals noch für eine brotlose Kunst. Meine Eltern waren zu großer Sparsamkeit gezwungen, also erklärte mir der Vater, er wisse mir nicht anders zum Studium der Physik zu helfen, als wenn ich das der Medizin dazu mit in den Kauf nähme.

Ich war dem Studium der lebenden Natur durchaus nicht abgeneigt und ging ohne viel Schwierigkeiten darauf ein. Der einzige einflussreiche Mann unserer Familie war außerdem ein Arzt gewesen, der ehemalige Generalchirurgus Mursinna;<sup>15</sup> und diese Verwandtschaft empfahl mich außerdem unter den anderen Bewerbern für die Aufnahme in unsere militärärztliche Lehranstalt, das Friedrich-Wilhelm-Institut, welches die Durchführung des medizinischen Studiums unbemittelten Studierenden sehr wesentlich erleichterte.<sup>16</sup>

Bei diesem Studium trat ich gleich unter den Einfluss eines tiefsinnigen Lehrers, des Physiologen Johannes Müller, desselben der in gleicher Zeit auch E. du Bois-Reymond, E. Brücke, C. Ludwig, Virchow<sup>17</sup> der Physiologie und Anatomie zugeführt hat.

J. Müller kämpfte noch in bezug auf die Rätselfragen über die Natur des Lebens zwischen der alten wesentlich methaphysischen Betrachtung und der neu sich entwickelnden naturwissenschaftlichen, aber die Überzeugung, dass die Kenntnisse der Tatsachen durch nichts anderes zu ersetzen sei, trat bei ihm mit steigender Festigkeit auf; und dass er selbst noch rang, machte seinen Einfluss auf seine Schüler vielleicht um so größer.<sup>18</sup>

Junge Leute greifen am liebsten gleich von vornherein die tiefsten Probleme an, so ich die Frage nach dem rätselhaften Wesen der Lebenskraft, Die Mehrzahl der Physiologen hatte damals den Ausweg G. E. Stahls<sup>19</sup> ergriffen, dass es zwar die physikalischen und chemischen Kräfte der Organe und Stoffe des lebenden Körpers seien, die in ihm wirkten, dass aber eine in ihm wohnende Lebensseele oder Lebenskraft die Wirksamkeit dieser Kräfte zu binden und zu lösen im Stande sei, dass das freie Walten dieser Kräfte nach dem Tode die Fäulnis hervorrufe, während des Lebens dagegen ihre Aktion fortdauernd durch die Lebensseele reguliert werde.



Abb. 5. Bildnis von Helmholtz, nach einem Daguerreotyp vom März 1848

---

In dieser Erklärung ahnte ich etwas Widernatürliches; aber es hat mir viel Mühe gemacht, meine Ahnung in eine präzise Frage umzugestalten.

Endlich, in meinem letzten Studienjahr, fand ich, dass Stahls Theorie jedem lebenden Körper die Natur eines Perpetuum mobile beilegte.<sup>20</sup> Mit den Streitigkeiten über das letztere war ich ziemlich bekannt.

Ich hatte sie in meiner Schulzeit von meinem Vater und unserem Mathematiker oft besprechen hören. Dann hatte ich als Eleve des Friedrich-Wilhelm-Instituts Assistenz in der Bibliothek desselben geleistet und in unbeschäftigten Minuten die Werke von Daniel Bernoulli, d'Alembert und anderen Mathematikern des vorigen Jahrhunderts mir herausgesucht und durchmustert.

So stieß ich auf die Frage: "Welche Beziehungen müssen zwischen den verschiedenartigen Naturkräften bestehen, wenn allgemein kein Perpetuum mobile möglich sein soll?" und die weitere: "Bestehen nun tatsächlich alle diese Beziehungen?"

Meiner Absicht nach wollte ich in meinem Büchlein über die Erhaltung der Kraft nur eine kritische Untersuchung und Ordnung der Tatsachen im Interesse der Physiologen geben.

Ich wäre vollkommen darauf gefasst gewesen, wenn mir die Sachverständigen schließlich gesagt hätten: "Das ist uns ja alles wohlbekannt, Was denkt sich der junge Mediziner, dass er meint, uns dies so ausführlich auseinandersetzen zu müssen?"

Zu meinem Erstaunen nahmen aber die physikalischen Autoritäten, mit denen ich in Berührung kam, die Sache ganz anders auf. Sie waren geneigt, die Richtigkeit des Gesetzes zu leugnen und in dem eifrigen Kampfe gegen Hegels Naturphilosophie, den sie führten, auch meine Arbeit für eine phantastische Spekulation zu erklären.

Nur der Mathematiker Jacobi<sup>21</sup> erkannte den Zusammenhang meines Gedankenganges mit dem der Mathematiker des vorigen Jahrhunderts, interessierte sich für meinen Versuch und schützte mich vor Missdeutung. Dagegen fand ich enthusiastischen Beifall und praktische Hilfe bei meinen jüngeren Freunden, namentlich E. du Bois-Reymond. Diese zogen dann auch bald die Mitglieder der jüngsten physikalischen Gesellschaft von Berlin auf meine Seite herüber.<sup>22</sup> Von Joule's Arbeiten über dasselbe Thema wusste ich damals nur wenig, von R. Mayers noch nichts.<sup>23</sup>

Es schlossen sich daran einige kleinere physiologische Experimentalarbeiten über Fäulnis und Gärung, worin ich den Nachweis liefern konnte, dass beide keineswegs freiwillig eintretende oder durch die Mitwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs hervorgerufene rein chemische Zersetzungen waren, wie Liebig wollte; dass namentlich weinige Gärung durchaus an die Anwesenheit der Hefepilze gebunden ist, die nur durch Fortzeugung entstehen.

Ferner die Arbeit über Stoffwechsel bei der Muskelaktion, an die sich später die Arbeit über die Wärmeentwicklung bei der Muskelaktion schloss, welche Prozesse nach dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft zu erwarten waren.<sup>24</sup>

Diese Arbeiten genügten, die Aufmerksamkeit von Johannes Müller und der Preußischen Unterrichtsverwaltung auf mich zu lenken und mich als Nachfolger Brücke's nach Berlin

---

und gleich darauf an die Universität Königsberg zu berufen. Die militärärztlichen Behörden willigten in dankenswerter Liberalität in die Aufhebung meiner Verpflichtung zu weiterem Militärdienst, um mir den Übergang in eine wissenschaftliche Stellung möglich zu machen.<sup>25</sup>

In Königsberg hatte ich Allgemeine Pathologie und Physiologie vorzutragen. Ein Universitätslehrer ist einer ungemein nützlichen Disziplin unterworfen, indem er nämlich alljährlich den ganzen Umfang seiner Wissenschaft so vortragen muss, dass er auch die hellen Köpfe unter seinen Zuhörern, die großen Männer der nächsten Generation, überzeugt und befriedigt; diese Nötigung trug mir zunächst zwei wertvolle Früchte ein.

Bei der Vorbereitung zur Vorlesung stieß ich nämlich zunächst auf die Möglichkeit des Augenspiegels und dann auf den Plan, die Fortpflanzungszeit der Reizung in den Nerven zu messen.

Der Augenspiegel ist wohl die populärste meiner wissenschaftlichen Leistungen geworden, aber ich habe schon den Augenärzten berichtet, wie dabei das Glück eigentlich eine unverhältnismäßig größere Rolle gespielt hat, als mein Verdienst. Ich hatte die Theorie des Augenleuchtens, die von Brücke herrührte, meinen Schülern auseinanderzusetzen.<sup>26</sup>

Brücke war hierbei eigentlich nur um eines Haares Breite von der Erfindung des Augenspiegels entfernt gewesen. Er hatte nur versäumt, sich die Frage zu stellen, welchem optischen Bilde die aus dem leuchtenden Auge zurückkommenden Strahlen angehörten. Für seinen damaligen Zweck war es nicht nötig, diese Frage zu stellen.

Hätte er sie sich gestellt, so war er durchaus der Mann dazu, sie sich ebenso schnell zu beantworten wie ich, und der Plan zum Augenspiegel wäre gegeben gewesen. Ich wendete das Problem etwas hin und her, um zu sehen, wie ich es am einfachsten meinen Zuhörern würde vortragen können, und stieß dabei auf die bezeichnete Frage.

Die Not der Augenärzte um die Zustände, die man damals unter dem Namen des schwarzen Stares zusammenfasste, kannte ich sehr wohl aus meinen medizinischen Studien und machte mich sogleich daran, das Instrument aus Brillengläsern und Deckgläsern für mikroskopische Objekte zusammenzukitten.

Zunächst war es noch mühsam zu gebrauchen. Ohne die gesicherte theoretische Überzeugung, dass es gehen müsste, hätte ich vielleicht nicht ausgeharrt. Aber nach etwa acht Tagen hatte ich die große Freude, der erste zu sein, der eine lebende menschliche Netzhaut klar vor sich liegen sah.<sup>27</sup>

Für meine äußere Stellung vor der Welt war die Konstruktion des Augenspiegels sehr entscheidend. Ich fand fortan bei Behörden und Fachgenossen bereitwilligste Anerkennung und Geneigtheit für meine Wünsche, so dass ich fortan viel freier den inneren Antrieben meiner Wissbegier folgen durfte.<sup>28</sup> Übrigens erklärte ich mir selbst meine guten Erfolge wesentlich aus dem Umstande, dass ich durch ein günstiges Geschick als ein mit einigem geometrischen Verstande und mit physikalischen Kenntnissen ausgestatteter Mann unter die Mediziner geworfen war, wo ich in der Physiologie auf jungfräulichen Boden, von großer Fruchtbarkeit stieß, und andererseits durch die Kenntnisse der Lebenserscheinungen auf Fragen und Gesichtspunkte geführt worden war, die gewöhnlich den reinen Mathematikern und Physikern fern liegen.

---

Meine mathematischen Anlagen hatte ich bis dahin doch nur mit denen meiner Mitschüler und denen meiner medizinischen Kommilitonen vergleichen können; dass ich diesen hierin meist überlegen war, wollte nicht gerade viel sagen.

Außerdem war in der Schule die Mathematik immer nur als Fach zweiten Ranges betrachtet worden. Im lateinischen Aufsätze dagegen, der damals noch wesentlich die Siegespalme bestimmte, waren mir immer eine Hälfte meiner Mitschüler voraus gewesen.

Meine Arbeiten waren nach meinem eigenen Bewusstsein einfach folgerichtige Anwendungen der in der Wissenschaft entwickelten experimentellen und mathematischen Methoden gewesen, die durch leicht gefundene Modifikationen dem jedesmaligen besonderen Zwecke angepasst werden konnten.

Meine Kommilitonen und Freunde, die sich, wie ich selbst, der physikalischen Seite der Physiologie gewidmet hatten, leisteten nicht minder überraschende Dinge. Aber allerdings konnte es im weiteren Verlaufe dabei nicht bleiben. Ich musste die nach bekannten Methoden zu lösenden Aufgaben allmählich meinen Schülern im Laboratorium überlassen und mich selbst schwereren Arbeiten von unsicherem Erfolge zuwenden, wo die allgemeinen Methoden den Forscher im Stich ließen oder wo die Methode selbst noch erst weiter zu bilden war.<sup>29</sup>

Auch in diesen Gebieten, die den Grenzen unseres Wissens näher kommen, ist mir ja noch mancherlei gelungen, Experimentelles und Mathematisches. Ich weiß nicht, ob ich das Philosophische hinzurechnen darf. In ersterer Beziehung war ich allmählich, wie jeder, der viel experimentelle Aufgaben angegriffen hat, ein erfahrener Mann geworden, der viele Wege und Hilfsmittel kannte, und hatte meine Jugendanlage der geometrischen Anschauung zu einer Art mechanischer Anschauung entwickelt; ich fühlte gleichsam, wie sich die Drucke und Züge in einer mechanischen Vorrichtung verteilen, was man übrigens bei erfahrenen Mechanikern oder Maschinenbauern auch findet.

Vor solchen hatte ich dann immer noch einigen Vorsprung dadurch, dass ich mir verwickeltere und besonders wichtige Verhältnisse durch theoretische Analysen durchsichtig machen konnte.<sup>30</sup>

Auch bin ich im Stande gewesen, einige mathematisch-physikalische Probleme zu lösen, und darunter sogar solche, an welchen die großen Mathematiker seit Euler sich vergebens bemüht hatten, z. B., die Fragen wegen der Wirbelbewegungen und der Diskontinuität der Bewegung in Flüssigkeiten, die Frage über die Schallbewegung an den offenen Enden der Orgelpfeifen.<sup>31</sup>

Aber der Stolz, den ich über das Endresultat in diesen Fällen hätte empfinden können, wurde beträchtlich herabgesetzt dadurch, dass ich wohl wusste, wie mir die Lösungen solcher Probleme fast immer nur durch allmählich wachsende Generalisationen von günstigen Beispielen, durch eine Reihe glücklicher Einfälle nach mancherlei Irrfahrten gelungen waren.

Ich musste mich vergleichen einem Bergsteiger, der, ohne den Weg zu kennen, langsam und mühselig hinaufklimmt, oft umkehren muss, weil er nicht weiter kann, bald durch Überlegung, bald durch Zufall neue Wegspuren entdeckt, die ihn wieder ein Stück

---

vorwärts leiten, und endlich, wenn er sein Ziel erreicht, zu seiner Beschämung einen königlichen Weg findet, auf dem er hätte herauffahren können, wenn er gescheit genug gewesen wäre, den richtigen Anfang zu finden.

In meinen Abhandlungen habe ich natürlich den Leser dann nicht von meinen Irrfahrten unterhalten, sondern ihm nur den gebahnten Weg beschrieben, auf dem er jetzt ohne Mühe die Höhe erreichen mag.

Es gibt ja viele Leute von engem Gesichtskreise, die sich selbst höchlichst bewundern, wenn sie einmal einen glücklichen Einfall gehabt oder ihn gehabt zu haben glauben. Ein Forscher oder Künstler, der immer wiederholt eine große Menge glücklicher Einfälle hat, ist ja unzweifelhaft eine bevorzugte Natur und wird als ein Wohltäter der Menschheit anerkannt.

Wer aber will solche Geistesblitze zählen und wägen, wer den geheimen Wegen der Vorstellungsverknüpfungen nachgehen, dessen

Was vom Menschen nicht gewusst  
Oder nicht bedacht  
Durch das Labyrinth der Brust  
Wandelt in der Nacht.<sup>32</sup>

Ich muss sagen, als Arbeitsfeld sind mir die Gebiete, wo man sich nicht auf günstige Zufälle und Einfälle zu verlassen braucht, immer angenehmer gewesen.

Da ich aber ziemlich oft in die unbehagliche Lage kam, auf günstige Einfälle harren zu müssen, habe ich darüber, wann und wo sie mir kamen, einige Erfahrungen gewonnen, die vielleicht anderen noch nützlich werden können. Sie schleichen oft genug still in den Gedankenkreis ein, ohne dass man gleich von Anfang ihre Bedeutung erkennt; dann hilft später nur zuweilen noch ein zufälliger Umstand zu erkennen, wann und unter welchen Umständen sie gekommen sind; sonst sind sie da, ohne dass man weiß, woher.

In anderen Fällen aber treten sie plötzlich ein, ohne Anstrengung, wie eine Inspiration. So weit meine Erfahrung geht, kamen sie nie dem ermüdeten Gehirn und nicht am Schreibtisch. Ich musste immer erst mein Problem nach allen Seiten so viel hin- und hergewendet haben, dass ich alle seine Wendungen und Verwicklungen im Kopfe überschaute und sie frei, ohne zu schreiben, durchlaufen konnte.

Es dahin zu bringen, ist ja ohne längere vorausgehende Arbeit meistens nicht möglich. Dann musste, nachdem die davon herrührende Ermüdung vorübergegangen war, eine Stunde vollkommener körperlicher Frische und ruhigen Wohlgefühls eintreten, ehe die guten Einfälle kamen.

Oft waren sie wirklich den zitierten Versen Goethes entsprechend, des morgens beim Aufwachen da, wie auch Gauß angemerkt hat.

Besonders gern aber kamen sie, wie ich schon in Heidelberg berichtete, bei gemächlichem Steigen über waldige Berge in sonnigem Wetter, Die kleinsten Mengen alkoholischen Getränks aber schienen sie zu verscheuchen.

Solche Momente fruchtbarer Gedankenfülle waren freilich sehr erfreulich, weniger schön war die Kehrseite, wenn die erlösenden Einfälle nicht kamen. Dann konnte ich mich



---

wochenlang, monatelang in eine solche Frage verbeißen, bis mir zu Mute war wie  
dem Tier auf dürrer Haide  
Von einem bösen Geist im Kreis herumgeführt  
Und rings umher ist schöne Weide.<sup>33</sup>

Schließlich war es oft nur ein grimmer Anfall von Kopfschmerzen, der mich aus meinem Bann erlöste, und mich wieder frei für andere Interessen machte.

Ein anderes Gebiet habe ich noch betreten, auf welches mich die Untersuchungen über Sinnesempfindungen und Sinneswahrnehmungen führten, nämlich das der Erkenntnistheorie. Wie ein Physiker das Fernrohr und Galvanometer untersuchen muss, mit dem er arbeiten will, sich klar machen, was er damit erreichen, wo es ihn täuschen kann, so schien es mir geboten, auch die Leistungsfähigkeit unseres Denkvermögens zu untersuchen.

Es handelt sich dabei auch nur um eine Reihe tatsächlicher Fragen, über die bestimmte Antworten gegeben werden konnten und mussten. Wir haben bestimmte Sinnesindrücke, wir wissen infolgedessen zu handeln. Der Erfolg der Handlung stimmt der Regel nach mit dem, was wir als beobachtete Folge erwarten, überein, zuweilen, bei sogenannten Sinnestäuschungen, auch nicht.

Das sind alles objektive Tatsachen, deren gesetzliches Verhalten wird gefunden werden können, Mein wesentlichstes Ergebnis war, dass die Sinnesempfindungen nur Zeichen für die Beschaffenheit der Außenwelt sind, deren Deutung durch Erfahrung gelernt werden muss.

Das Interesse für die erkenntnistheoretischen Fragen war mir schon in der Jugend eingeprägt, wo ich oft meinen Vater, der einen tiefen Eindruck von Fichtes Idealismus behalten hatte, mit Kollegen, die Hegel oder Kant verehrten, habe streiten hören. Auf diese Untersuchungen stolz zu werden, habe ich bisher wenig Veranlassung gehabt.

Denn auf je einen Freund habe ich dabei etwa zehn Gegner gefunden; namentlich habe ich immer alle Methaphysiker, auch die materialistischen und alle Leute von verborgenen metaphysischen Neigungen dadurch aufgebracht.

Aber die Adressen der letzten Tage haben mich eine ganze Reihe von Freunden entdecken lassen, die ich bisher nicht kannte, so dass ich diesem Feste auch in dieser Beziehung Freude und neue Hoffnung verdanke.

Freilich ist die Philosophie seit nahe dreitausend Jahren der Tummelplatz der heftigsten Meinungsverschiedenheiten geblieben, und man darf nicht erwarten, dass diese im Laufe eines Menschenlebens zum Schweigen gebracht werden können.<sup>34</sup>

Ich wollte Ihnen auseinandersetzen, wie von meinem Standpunkte aus gesehen, die Geschichte meiner wissenschaftlichen Bestrebungen und Erfolge, soweit solche da sind, aussieht, und vielleicht verstehen Sie nun, dass ich überrascht bin durch die ungewöhnliche Fülle des Lobes; das Sie über mich ausgießen.

Meine Erfolge sind mir zunächst für mein Urteil über mich selbst vom Wert gewesen, weil sie mir den Maßstab abgaben für das, was ich weiter versuchen durfte, sie haben mich aber, hoffe ich, nicht zur Selbstbewunderung verleitet.

---

Wie verderblich der Größenwahn übrigens für einen Gelehrten werden kann, habe ich oft genug gesehen, und habe deshalb stets mich zu hüten gesucht, dass ich diesem Feinde nicht verfielen. Ich wusste, dass strenge Selbstkritik der eigenen Arbeiten und Fähigkeiten das schützende Palladium gegen dieses Verhängnis ist.

Aber man braucht nur die Augen offen zu halten für das, was andere können, und was man selbst nicht kann, so finde ich die Gefahr nicht groß, und was meine eigenen Arbeiten betrifft, so glaube ich nicht, dass ich je die letzte Korrektur einer Abhandlung beendet hatte, ohne nicht 24 Stunden später wieder einige Punkte gefunden zu haben, die ich hätte besser oder vollständiger machen können.

Was schließlich den Dank betrifft, den Sie mir zu schulden behaupten, so würde ich unaufrichtig sein, wenn ich sagen wollte, dass das Wohl der Menschheit von Anfang an mir als bewusster Zweck meiner Arbeit vor Augen gestanden hätte. Es war in Wahrheit die besondere Form meines Wissensdranges, der mich vorwärts trieb und mich bestimmte, alle brauchbare Zeit, die mir meine amtlichen Geschäfte und die Sorge für meine Familie übrig ließen, für wissenschaftliche Arbeit zu verwenden.

Diese beiden Vorbehalte verlangten übrigens auch keine wesentliche Abweichung von den Zielen, nach denen ich strebte. Mein Amt verpflichtete mich, mich für die Universitätsvorträge fähig zu halten, die Familie, dass ich meinen Ruf als Forscher begründete und aufrecht erhielt.<sup>35</sup>

Der Staat, der mir Unterhalt, wissenschaftliche Hilfsmittel und ein gut Teil freier Zeit gewährte, hatte meines Erachtens dadurch ein Recht zu verlangen, dass ich in geeigneter Form alles, was ich mit seiner Unterstützung gefunden hatte, frei und vollständig meinen Mitbürgern mitteilte.<sup>36</sup>

Die schriftliche Ausarbeitung wissenschaftlicher Untersuchungen ist ja meist ein mühsames Werk; mir war sie es wenigstens in hohem Grade. Ich habe viele Teile meiner Abhandlungen vier bis sechsmal umgeschrieben, die Anordnung des Ganzen hin- und hergeworfen, ehe ich einigermaßen zufrieden war. Aber in einer solchen sorgfältigen Abfassung der Arbeit liegt auch ein großer Gewinn für den Autor.

Sie zwingt ihn zur schärfsten Prüfung jedes einzelnen Satzes und Schlusses, und zwar noch eingehender als die vorher erwähnten Vorträge an der Universität. Ich habe nie eine Untersuchung für fertig gehalten, ehe sie vollständig und ohne logische Lücken schriftlich formuliert vor mir stand.

Als mein Gewissen gleichsam standen dabei vor meiner Vorstellung die sachverständigsten meiner Freunde; ob sie es billigen würden, fragte ich mich. Sie schwebten vor mir als die Verkörperung des wissenschaftlichen Geistes einer idealen Menschheit und gaben mir den Maßstab.

Ich will nicht sagen, dass in der ersten Hälfte meines Lebens, wo ich noch für meine äußere Stellung zu arbeiten hatte, neben der Wissbegier und dem Pflichtgefühl als Beamter des Staates nicht schon höhere ethische Beweggründe mitgewirkt hätten, jedenfalls war es schwerer, ihres wirklichen Bestehens sicher zu werden, so lange noch egoistische Motive zur Arbeit trieben.

Es wird ja wohl den meisten Forschern ebenso gehn. Aber später bei gesicherter Stel-

---

lung, wo diejenigen, welche keinen inneren Drang zur Wissenschaft haben, ganz aufhören können zu arbeiten, tritt für die, welche weiter arbeiten, doch eine höhere Auffassung ihres Verhältnisses zur Menschheit in den Vordergrund.

Sie gewinnen allmählich aus eigener Erfahrung eine Anschauung davon, wie die Gedanken, die von ihnen ausgegangen sind, sei es durch die Literatur oder durch mündliche Belehrung ihrer Schüler, in ihren Zeitgenossen fortwirken und gleichsam ein unabhängiges Leben weiter führen, wie diese Gedanken durch ihre Schüler weiter durchgearbeitet, reicheren Inhalt und festere Form erhalten und ihnen selbst wieder neue Belehrung zuführen.

Die selbsterzeugten Gedanken des einzelnen hängen natürlich fester mit seinem ganzen geistigen Gesichtskreis zusammen, als fremde, und er empfindet mehr Förderung und Befriedigung, wenn er die ersteren sich reicher entwickeln sieht als die letzteren. So stellt sich für ein solches Gedankenkind bei seinem Erzeuger schließlich eine Art von Vaterliebe ein, die ihn treibt für die Förderung dieser Sprösslinge ebenso zu sorgen und zu streiten, wie für die der leiblichen.

Gleichzeitig aber tritt ihm auch die ganze Gedankenwelt der zivilisierten Menschheit, als ein fortlebendes und sich weiter entwickelndes Ganzes entgegen, dessen Lebensdauer der kurzen des einzelnen Individuums gegenüber als ewig erscheint. Er sieht sich mit seinen kleinen Beiträgen zum Aufbau der Wissenschaft in den Dienst einer ewigen heiligen Sache gestellt, mit der er durch enge Bande der Liebe verknüpft ist.

Dadurch wird ihm seine Arbeit selbst geheiligt. Theoretisch begreifen kann das vielleicht jeder, aber diesen Begriff bis zu einem drängenden Gefühl zu entwickeln, mag eigene Erfahrung nötig sein.

Die Welt, welche an ideale Motive nicht gern glaubt, nennt dies Gefühl Ruhmsucht. Es gibt aber ein entscheidendes Kennzeichen, um beide Arten der Gesinnung zu unterscheiden. Stelle die Frage, ob es Dir einerlei ist, ob von Dir gewonnene Forschungsergebnisse als Dir gehörig anerkannt werden oder nicht, wenn sich mit der Beantwortung dieser Frage keine Rücksichten auf äußeren Vorteil mehr verbinden.

Bei den Leitern der Laboratorien liegt die Antwort am offensten da. Der Lehrer muss meist die Grundgedanken der Arbeit ebenso gut, wie eine Menge Vorschläge für die Überwindung neuer experimenteller Schwierigkeiten, bei denen mehr oder weniger Erfindung in Betracht kommt, dazu geben.

Das alles geht in die Arbeit des Schülers über, und schließlich, wenn die Arbeit gelingt, unter dessen Namen in die Öffentlichkeit. Wer will nachher unterscheiden, was der eine, was der andere gegeben. Und wie viele Lehrer gibt es nicht, die in dieser Beziehung von jeder Eifersucht frei sind?<sup>37</sup>

Also meine Herren, ich bin in der glücklichen Lage gewesen, dass wenn ich meiner eingeborenen Neigung frei folgte, diese mich zu Arbeiten hintrieb, um deren Willen Sie mich loben, indem Sie behaupten, dadurch Nutzen und Belehrung gewonnen zu haben. Ich bin sehr glücklich darüber, dass ich schließlich noch Beifall und Dank von Zeitgenossen in so reichem Maße erhalte für eine Tätigkeit, die für mich die interessanteste war, die ich einzuschlagen wusste. Aber auch mir haben meine Zeitgenossen viel und

---

wesentliches geleistet.

Abgesehen von der äußeren Sorge um meine und der Meinigen Existenz, die sie mir abgenommen, und abgesehen von den äußeren Hilfsmitteln, die sie mir gewährt haben, habe ich bei ihnen den Maßstab der geistigen Fähigkeiten des Menschen gefunden, und durch ihre Teilnahme an meinen Arbeiten haben sie mir die lebendige Anschauung von dem Leben der gemeinsamen Geisteswelt der idealen Menschheit erweckt, welche mir selbst den Wert meiner Bemühungen in ein höheres Licht rücken musste.

Unter diesen Bedingungen kann ich, was Sie mir an Dank entgegenbringen wollen, nur als eine freie Gabe der Liebe betrachten, gegeben; ohne die Gegengaben zu rechnen und ohne Verpflichtung.

Nun möchte ich Ihnen allen gern meinen Gegendank aussprechen, zu dem ich selbst mich jedenfalls verpflichtet fühle. Wenn ich Sie aber dazu auffordern wollte, auf Ihr eigenes Wohl zu trinken, so würde ich dafür keine andere Resonanz haben, als meine eigene schwache Stimme.

Erlauben Sie mir also, dass ich die Mitglieder des ausführenden Komitees dieser Festfeier, als Ihre Repräsentanten, an Ihre Stelle setze. Diese meine Freunde müssen ungeheure Arbeit bewältigt haben, und verdienen also meinen Dank im gesteigerten Maße, und auch den Ihrigen.

Mögen sie hoch leben die Herren du Bois-Reymond, Kronecker, Kundt, Mendelsohn-Bartholdy und Zeller.<sup>38</sup>

---

## Anmerkung

**1** Anna von Helmholtz - Ein Lebensbild in Briefen - Herausgegeben von Ellen von Siemens-Helmholtz, Bd. 2, Berlin 1929, S. 36.

Den Brief, den Hermann von Helmholtz an Karl Ludwig, Professor für Physiologie in Leipzig, schrieb und in dem er dem Freund für die Glückwünsche zu seinem 70. Geburtstag dankte, teilte Anna von Helmholtz ihrer Schwester Ida von Schmidt-Zabierow mit, die an den Geburtstagsfeierlichkeiten ihres Schwagers nicht teilnehmen konnte.

**2** Aus der Antwort Helmholtz auf das von Emil du Bois-Reymond verlesene Glückwunschsreiben der Akademie der Wissenschaften.

In: Ansprachen und Reden, gehalten bei der am 2. November 1891 zu Ehren von Hermann von Helmholtz veranstalteten Feier, Berlin 1892, S. 12.

**3** Aus der Rede Helmholtz' auf dem Festessen, das ihm zu Ehren am Abend des 2. November 1891 gegeben wurde. Ebenda, S. 47.

**4** Aus einem Entwurf der Rede Helmholtz' am Grabe seines Freundes August Adolf Kundt. In: Leo Königsberger, Hermann von Helmholtz, Bd. III., Berlin 1903, S. 103. August Kundt (1839-1894) war seit 1888 als Nachfolger Helmholtz' Leiter des Physikalischen Instituts der Berliner Universität.

**5** Lenin, Materialismus und Empirio-kritizismus, Berlin 1949, S. 225/ 226.

**6** Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Vorwort zum 1. Bd., Braunschweig 1894, S. V.

**7** Leo Königsberger, Hermann von Helmholtz, Bd. II, Berlin 1903; S. 60/61.

**8** Hermann von Helmholtz wurde am 31. August 1821 in Potsdam geboren.

**9** Die Helmholtz-Stiftung wurde anlässlich des 70. Geburtstages Hermann von Helmholtz von der Akademie der Wissenschaften begründet, um Gelehrte, die auf einem der zahlreichen Arbeitsgebiete Helmholtz große Verdienste erworben haben, durch die Verleihung einer goldenen Medaille zu ehren. Die ersten Träger dieser Auszeichnung waren neben Helmholtz der englische Gelehrte William Thompson, der deutsche Naturwissenschaftler Robert Bunsen, der Physiologe du Bois-Reymond und der Mathematiker Weierstraß.

**10** Der Bildhauer Adolf von Hildebrand (1847-1921) schuf 1891 die Marmorbüste Hermann von Helmholtz (siehe Abb. 2).

**11** Louis Jacoby (1828-1918), Kupferstecher, seit 1863 Professor an der Akademie in Wien, seit 1892 in Berlin,

**12** Der Vater Helmholtz, August Ferdinand Julius Helmholtz (1792 bis 1859) war Oberlehrer am Gymnasium zu Potsdam. Er war ein gewissenhafter, verantwortungsbewusster Lehrer, ein großer Verehrer der antiken Literatur und von einem allgemeinwissenschaftlichen Interesse beseelt.

---

Er veröffentlichte in den Programmen des Gymnasiums einige wissenschaftliche Abhandlungen, die die Anerkennung der Philologen fanden. Neben seinem Beruf fand er noch Zeit, sich der Malerei zu widmen und philosophische Studien zu treiben. In seinen philosophischen Anschauungen vertrat er die idealistische Lehre der deutschen klassischen Philosophie - mit Immanuel Hermann Fichte, dem Sohn Gottlieb Fichte, verband ihn eine tiefe Freundschaft -, jedoch verwahrte er sich gegen die kirchliche Orthodoxie.

Als Subrektor gab August F.J. Helmholtz einige Jahre hindurch in den höheren Klassen mathematischen und physikalischen Unterricht. Dieser Aufgabe widmete er sich mit dem gleichen Eifer und der großen Hingabe, mit der er sich auch auf den Deutsch- und den Sprachunterricht vorbereitete. So kam es, dass der Vater dem immer etwas kränkenden ältesten Sohn das sinnvolle Spielzeug der geometrisch geformten Bauhölzer mitbrachte.

Der Vater wirkte mit seiner Ideenwelt sehr stark auf die Kinder ein. Er weckte in ihnen nicht nur den Sinn für das Große und Erhabene in der Literatur, Kunst und Musik, sondern erzog sie auch in dem Sinn der Kämpfer von 1813, auf deren Fahnen er als freiwilliger Jäger geschworen hatte.

Wegen des schwachen Gesundheitszustandes des Vaters musste die Mutter Hermann von Helmholtz die Hauptlast der Sorgen um die Erziehung der Kinder und um den Haushalt tragen. Caroline Helmholtz (1797-1854) wird uns als eine im Äußeren einfache und schlichte Frau dargestellt, die eine geistige Regsamkeit und ein tiefes Verständnis für die Menschen besaß.

Ihre Kinder berichten, dass sie die Gabe besaß, komplizierte Zusammenhänge scheinbar ohne Nachdenken bis in die letzten Konsequenzen zu durchschauen und ihre Gedanken klar und mit einer großen Plastizität mitzuteilen.

So wuchs Hermann von Helmholtz mit seinen fünf jüngeren Geschwistern unter der liebenden Fürsorge und Aufmerksamkeit der Eltern in einem geistig sehr interessierten Hause auf.

**13** Dieser Jugendfreund scheint sein Schulkamerad C. G. A. Klotz gewesen zu sein, mit dem er zusammen das Abitur abgelegt hat.

Klotz, später in Potsdam als Arzt tätig, verstarb 1875. Vgl. Programm des Victoria-Gymnasiums zu Potsdam, Ostern 1896. Ernst Kurde, C. G. J. Jacobi und Helmholtz auf dem Gymnasium - ein Beitrag zur Geschichte des Victoria-Gymnasiums, Potsdam 1896, S. 29

**14** Wie aus den Zeugnissen Hermann von Helmholtz hervorgeht, wurde im Verlaufe der Schulzeit sein Interesse für die mathematischen und naturwissenschaftlichen Lehrfächer immer stärker.

Der vorzügliche Unterricht, vor allem des Mathematiklehrers Professor C. Meyer, hatte die Anlagen zum wissenschaftlichen Denken in dem jungen Gymnasiasten sehr stark genährt und gefördert.

Meyer verband mit seinen pädagogischen auch wissenschaftliche Interessen, er veröffentlichte im Osterprogramm des Gymnasiums 1838 die Abhandlung "Über die Brenn-

---

linien, welche durch die Zurückwerfung des Lichtes von Curven der zweiten Ordnung entstehen", und mag Helmholtz durch seinen Unterricht auch die Anregungen gegeben haben, sich in den Lateinstunden mit optischen Problemen zu beschäftigen.

**15** Christian Ludwig Mursinna (1744-1823) war preußischer Generalchirurgus, Professor der Chirurgie und dirigierender Wundarzt an der Charité. Er gehört zu den bedeutenden Chirurgen des 18. Jh., die mit der Lehre als Bader begannen, durch eigene Studien ihr Wissen vervollkommen hatten und durch ihre Erfolge zu angesehenen Stellungen in der Wissenschaft gelangt waren. Mursinna war ein Onkel Hermann von Helmholtz und hat sich sehr um die Gesundheit des kränklichen Kindes bemüht.

In dem Antrag für die Aufnahme seines Sohnes als Student der militärärztlichen Lehranstalt in Berlin weist August Helmholtz auf die Verwandtschaft mit dem verstorbenen Generalchirurgus Mursinna hin, "der ihn als Kind erzogen und dem er unendlich viel verdanke", Vgl. Leo Königsberger, Hermann von Helmholtz, Bd. I, Braunschweig, 1902, S. 15.

**16** In dem medizinisch-chirurgischen Friedrich-Wilhelm-Institut zu Berlin, der sogenannten Pepiniere, das die militärmedizinische Ausbildungsstätte Preußens war, wurde den jungen Medizinern das Studium dadurch erleichtert, dass sie für die Ausbildung außer einem geringen väterlichen Zuschuss von 6 Talern monatlich keine finanziellen Mittel aufbringen mussten und auch freien Lebensunterhalt gewährt erhielten. Dafür mussten sich die Studierenden verpflichten, nach der fünfjährigen Ausbildung acht Jahre als Militärarzt oder, wie es damals hieß, als Compagnie oder Escadron-Chirurgus zu dienen. Helmholtz war von 1843 bis 1848 Eskadronchirurg im Gardehusaren-Regiment zu Potsdam.

**17** Johannes Peter Müller (1801-1858) war ein bedeutender Repräsentant der Medizin, 1833 wurde er auf den Lehrstuhl für Physiologie und Anatomie der medizinischen Fakultät der Berliner Universität berufen.

Er gehörte zu den Naturforschern des 19. Jh., die sich von der in Deutschland beinahe allgemein vorherrschenden Naturphilosophie, befreiten, Nicht die unklaren Spekulationen der romantischen Naturphilosophen über die Gesetze der Natur, sondern die exakten Beobachtungen und Experimente waren für ihn die Grundlage der wissenschaftlichen Forschungsarbeit.

In den experimentellen Tatsachen sah er den Ausgangspunkt für das Auffinden der Gesetze der Natur. Müller forderte, dass die physiologischen Erscheinungen, die Lebenserscheinungen, auf Grund physikalischer und chemischer Prozesse erklärt werden sollten, obwohl er selbst diese Forderung, die er an die wissenschaftliche Arbeit der Naturforscher stellte, in ihren philosophischen Schlussfolgerungen nicht konsequent zu Ende führte.

Trotz seiner eigenen bedeutenden Beiträge zur materialistischen Naturanschauung war es ihm nicht gelungen, sich von der Lehre der Lebenskraft zu befreien.

Emil du Bois-Reymond (1818-1896) erhielt nach dem Tod seines Lehrers Johannes Müller den Lehrstuhl für Physiologie an der medizinischen Fakultät der Berliner Universität,

---

Er gehörte zu den bedeutendsten Experimentalphysiologen des 19. Jh. und begründete einen neuen Wissenszweig der Physiologie, die Elektrophysiologie,

Ernst Wilhelm Ritter von Brücke (14819-1892) war seit 1849 Professor der Physiologie in Wien. Seine Untersuchungen betreffen mikroskopische Anatomie und die Physiologie des Blutkreislaufes, der Sinnesorgane und der Sprache.

Carl Ludwig (1816-1895) wurde auf Grund seiner erfolgreichen Forschungsarbeit und Lehrtätigkeit an den Universitäten Marburg, Zürich und Wien 1865 auf den Lehrstuhl für Physiologie an die Leipziger Universität berufen. In der von ihm aufgebauten "Neuen Physiologischen Anstalt" in Leipzig, die 1869 eröffnet wurde, sah man ein Vorbild für experimentell-medizinische Laboratorien.

Rudolf Virchow (1821-1902) war in der 2. Hälfte des 19. Jh. in Deutschland der anerkannte Repräsentant der medizinischen Wissenschaft. Er begründete nach seiner 1856 erfolgten Zurückberufung an die Berliner Charite das erste Institut für pathologische Anatomie in Deutschland.

**18** Die sogenannte Lebenskraft war ein allgemein anerkannter Begriff zu jener Zeit, der zur Erklärung des Unterschiedes zwischen toter und lebender Materie herangezogen wurde. Die idealistischen Philosophen und die romantische Naturphilosophie benutzten diesen Begriff, um die lebenden Naturerscheinungen aus einer übersinnlichen Quelle heraus erklären zu können.

Nach ihren Ansichten hat die Lebenskraft die Fähigkeit, die chemischen und physikalischen Prozesse in dem Organismus zu lenken. Trotz allen Ringens um eine exakte naturwissenschaftliche Forschungsmethode verblieb in den Arbeiten und Ansichten Johannes Müllers ein Rest dieses naturphilosophischen Denkens.

Müller machte keinen Hehl aus der Inkonsequenz seiner Anschauung. Er lehrte jedoch seine Schüler die Physiologie nach den Grundsätzen exakter Forschung konsequent und einheitlich zu entwickeln. Er forderte, dass gezeigt werden müsste, wie sich die Lebenserscheinungen aus den verschiedenen physikalischen und chemischen Vorgängen erklären lassen. Vor der Lösung dieser Aufgabe standen die jungen genialen Naturforscher und Schüler Johannes Müllers: Ernst Wilhelm Brücke, Emil du Bois-Reymond, Hermann Helmholtz und Rudolf Virchow.

**19** Georg Ernst Stahl (1659-1734), Arzt Chemiker und Metallurg, war Professor der Medizin in Halle, dann Leibarzt in Berlin. Er ist der Begründer der Phlogistontheorie in der Chemie.

**20** Helmholtz begann schon während seines Studiums mit eigenen wissenschaftlichen anatomisch-physiologischen Arbeiten. Er untersuchte den Zusammenhang der Nervenfasern mit den Ganglienzellen, der für höhere Tiere wohl vermutet wurde, jedoch noch nicht nachgewiesen werden konnte, Obwohl seine Hilfsmittel beschränkt waren - er hatte sich während seines Krankenzuges in der Charite, wo er als Student des Friedrich-Wilhelm-Instituts kostenlos verpflegt wurde, das Geld für ein kleines, mittelmäßiges Mikroskop von seinem geringfügigen Stipendium erspart -, kam er zu der Entdeckung, dass die Nervenfasern aus den Ganglienzellen entspringen, und erbrachte den Nachweis



---

der zentralen Natur der Nervenzellen.

Auf Grund seiner Untersuchungen, deren Ergebnisse Helmholtz in seiner Doktorarbeit "De Fabrica Systematis nervosi Evertibratorum" - "Über den Bau des Nervensystems der wirbellosen Tiere" - niederlegte, wurde der 21jährige Naturforscher 1842 zum Doktor der Medizin promoviert. Mit dieser Entdeckung, die zur histologischen Basis der gesamten Nervenphysiologie und -pathologie geworden ist, bekundete Helmholtz einen hohen Grad von Beobachtungsgabe.

Gleichzeitig führten ihn seine physiologischen Untersuchungen zu der Erkenntnis, dass für die hier in Betracht kommenden Naturkräfte kein Perpetuum mobile existiere. Die Existenz eines Perpetuum mobile galt schon vor der Entdeckung des Energiesatzes als unmöglich. Daniel Bernoulli (1700-1782), d'Alembert (1717 bis 1783) und andere Mathematiker des 18. Jh. wiesen nach, dass durch mechanische Kräfte ein Perpetuum mobile nicht verwirklicht werden könne.

1775 fasste die Academie des Sciences zu Paris den Beschluss, keine weiteren Arbeiten über ein Perpetuum mobile anzunehmen, (Vgl. Histoire des Akademie Royal des Sciences, Anne 1775, p. 61 et. 65.)

**21** Karl Gustav Jacob Jacobi (1804-1851) hielt als Mitglied der Wissenschaften von 1845 bis 1850 mathematische Vorlesungen an der Berliner Universität.

**22** Die 1845 gegründete physikalische Gesellschaft ist aus dem Kolloquium bei Gustav Magnus (1802-1870), Professor für Physik und Technologie, hervorgegangen. Hier hatten sich die Schüler des hervorragenden Experimentalphysikers mit Schülern von Johannes Müller zusammengefunden.

Aus diesem Kreis waren es du Bois-Reymond, Brücke, Karsten, Beetz, Heintz, Knoblauch, die die physikalische Gesellschaft gegründet hatten, in welcher du Bois-Reymond den jungen Helmholtz einführte. Über ein Jahrzehnt berichtete Helmholtz in der Zeitschrift der physikalischen Gesellschaft "Fortschritte der Physik" über einzelne Gebiete der Physiologie und Physik.

**23** Vgl. Vortrag von Hermann von Helmholtz "Über die Wechselwirkung der Naturkräfte und die darauf bezüglichen neuesten Ermittlungen der Physik" (Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, 5. 27 ff.)

Zu der Entdeckung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie drängte der damalige Entwicklungsgang der Wissenschaft hin, und es gab zu: jener Zeit mehrere Naturforscher, die die Bearbeitung dieser Fragen aufgenommen hatten und unabhängig voneinander zu übereinstimmenden grundlegenden Gedanken kamen, So gelangte schon vor Helmholtz der deutsche Arzt Robert Mayer (1814-1878) 1842 auf deduktivem Wege zur Entdeckung dieses Gesetzes, wobei er vor allem die Energieveränderungen als Umwandlungen der qualitativ verschiedenen Energieformen betrachtete.

Auf einer Fahrt nach Java - Robert Mayer war 1840 als Schiffsarzt in holländische Dienste getreten - beobachtete er, dass sich das Venenblut in den Tropen verändere. Diese Erscheinung, eine Folge des veränderten Wärmehaushaltes des Körpers, führte

---

ihn zu der Frage, welche Veränderungen sich ergäben, würde der Körper auch noch Arbeit leisten.

Dabei beschäftigte ihn vor allem der Gedanke des kausalen Zusammenhanges zwischen der Wärme und der mechanischen Energie. Robert Mayer ging bei der Klärung dieses Problems nicht von der empirischen physiologischen und physikalischen Forschung aus, sondern leitete, nachdem er aus vielfältigen Beobachtungen und Erfahrungen den Widerspruch zwischen den alten Wärmeauffassungen und der Praxis erkannt hatte, aus allgemeinen philosophischen Prinzipien seine theoretischen Schlussfolgerungen ab.

Ausgehend von den Grundgedanken "causa aequat effectum" (Die Ursache ist gleichwertig mit der Wirkung) und "Ex nihilo nil fit. Nil fit ad nihilum" (Aus nichts wird nichts, Nichts wird zu nichts) folgert er:

"Die Kraft in ihren verschiedenen Formen kennenzulernen, die Bedingungen ihrer Metamorphosen zu erforschen, dies ist die einzige Aufgabe der Physik, denn die Erschaffung oder die Vernichtung einer Kraft liegt außer dem Bereiche menschlichen Denkens und Wirkens... A priori lässt sich beweisen und durch die Erfahrung überall bestätigen, dass die verschiedenen Kräfte ineinander sich verwandeln lassen."

(Die Mechanik der Wärme. In: Gesammelte Schriften von J. R. Mayer, Stuttgart 1867, 5. 20.)

1842 erschien seine Arbeit "Bemerkungen über die Kraft der unbelebten Natur" als ein kurzer Aufsatz, der nur neun Seiten umfasste, in Wöhler's und Liebig's Annalen der Chemie, nachdem seine erste Arbeit "Über die quantitative und qualitative Bestimmung der Kräfte" (1841) wie später die Arbeit von Helmholtz von Poggendorf zurückgewiesen worden war.

Diese zweite Arbeit sicherte ihm das Prioritätsrecht. Sie blieb jedoch in den Kreisen der Naturforscher unbeachtet. 1845 folgte seine dritte Arbeit "Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhang mit dem Stoffwechsel. Ein Beitrag zur Naturkunde", in der er den Energiesatz nicht nur auf die Bewegungsformen der unbelebten Natur, sondern auch auf die Bewegung der Organismen anwandte.

Auch diese Arbeit blieb unbekannt. Das war, die damalige Situation in der Naturwissenschaft betrachtend, nicht verwunderlich. Die vorherrschende Naturauffassung, die von der empirischen Forschung der sich entwickelnden experimentellen Naturwissenschaften gestützt würde, wandte sich gegen jegliche naturphilosophischen Anschauungen, sowohl gegen die idealistische Naturphilosophie als auch gegen die materialistisch-dialektischen Ansichten.

Die Bedeutung der Arbeiten Mayers bestand vor allem darin, dass er die mechanistische Naturanschauung seiner Zeit überwunden hatte. Er wandte sich gegen die Gleichsetzung der mechanischen Bewegung, des Magnetismus, der Wärme und der Elektrizität, führte daher die verschiedenen Energieformen auf die mechanische Bewegung zurück und betonte, dass die Veränderung der Energie eine Umwandlung der qualitativ verschiedenen Energieformen sei.

Dieser Tendenz zum dialektischen Betrachten zollte Engels in der Auseinandersetzung mit Helmholtz' mechanischen Ansichten hohe Anerkennung. Mayer "weiß über die Be-

---

ziehungen zwischen den verschiedenen Naturprozessen von seinem neuen Standpunkt aus 1845 weit genialere Dinge zu sagen als. Helmholtz 1847". (Fr. Engels, Dialektik der Natur, Berlin 1949, S. 73.)

Mayers Ringen um die Anerkennung seiner wissenschaftlichen Arbeiten - er war seit 1841 Arzt in Heilbronn - wurde von seinen Gegnern, den Vertretern der von ihm angegriffenen idealistischen Weltanschauung, dazu benutzt, seinen Ruf öffentlich in Misskredit zu bringen. Sie schreckten sogar nicht davor zurück, Mayer ein Jahr lang gewaltsam in einer staatlichen Irrenanstalt festhalten zu lassen.

Erst mit der weiteren Entwicklung der Naturwissenschaft erhielt Robert Mayer 20 Jahre nach der Entdeckung des Satzes von der Erhaltung und Umwandlung der Energie die ihm zukommende Anerkennung. Universitäten und wissenschaftliche Gesellschaften sprachen ihm zahlreiche Ehrungen zu.

Helmholtz, der weder die Arbeiten Mayers noch die des dänischen Gelehrten Colding und auch nicht die Versuche des englischen Naturforschers Joule kannte, legte im Gegensatz zu Mayer das Hauptgewicht auf die Beweisführung, dass sich dieses Gesetz aus den Erfahrungen der experimentellen Untersuchungen ergab. "In meinen Augen war die Arbeit, die ich damals unternahm, eine rein kritische und ordnende, deren Hauptzweck nur sein konnte, um alte auf induktivem Wege gewachsene Überzeugungen an dem neu gewonnenen Material zu prüfen und zu vervollständigen." (Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, Bd. I, S. 67.)

Nachdem Helmholtz durch seine experimentellen physiologischen Untersuchungen immer wieder darauf geführt wurde, dass es in den Kräften der lebenden Natur keine Lebenskraft, kein Perpetuum mobile existiert, und er die Gewissheit gewonnen hatte, dass es ein solches überhaupt nicht geben kann, warf er die Frage auf, welche Beziehungen zwischen den Naturwissenschaften bestehen müssen, wenn ein Perpetuum mobile unmöglich sein soll.

Helmholtz suchte sämtliche Beziehungen zwischen den verschiedenartigen Naturprozessen zu ermitteln und gelangte zu dem Resultat, dass in keinem Naturprozess ohne entsprechenden Verbrauch mechanische Kraft gewonnen werden kann. "... das Naturganze besitzt einen Vorrat wirkungsfähiger Kraft, welcher in keiner Weise weder vermehrt noch vermindert werden kann, die Quantität der wirkungsfähigen Kraft ist in der unorganischen Natur ebenso ewig und unveränderlich wie die Quantität der Materie". (Ebenda, S. 40.)

Helmholtz fasst den Begriff Materie in seiner naturwissenschaftlichen Bedeutung als Masse, Stoff auf. Die Allgemeingültigkeit des Energiesatzes folgerte Helmholtz im Gegensatz zu Mayer nicht aus allgemeinen philosophischen Grundsätzen - er betonte, dass er die Abhandlung "unabhängig von einer philosophischen Begründung rein in der Form einer physikalischen Voraussetzung hingestellt habe" -, sondern aus den Erfahrungen der experimentellen Untersuchungen in allen Bereichen der mechanischen, magnetischen, elektrischen und Wärmeerscheinungen.

Gleichzeitig führte er die allgemeine Gültigkeit dieses Satzes, ausgehend von seinen mathematischen Studien der Arbeiten von Daniel Bernoulli und d'Alembert und anderer

---

Mathematiker des 18. Jh., auf die allgemeinen Prinzipien der Mechanik zurück. Damit ordnete Helmholtz den Energieerhaltungssatz in die damals vorherrschende mechanische Naturauffassung und in das mechanisch-materialistische Weltbild ein.

Am 23. Juli 1847 trug er seine Arbeit von der "Constanz der Kraft" in der Physikalischen Gesellschaft vor.

Die zustimmende Haltung Jacobis, der neben Johannes Müller der bedeutendste Denker unter den Naturforschern Berlins war, gab dem jungen Gelehrten Zuversicht und Selbstvertrauen; denn die abwartende Haltung führender Männer der Wissenschaft bereitete der Drucklegung dieser Arbeit einige Schwierigkeiten. Wahrscheinlich gedrängt von der Begeisterung seines Schülers du Bois-Reymond und der Zustimmung der Mitglieder der Physikalischen Gesellschaft empfahl Gustav Magnus nur mit einigen allgemein anerkennenden Worten die Arbeit dem Verleger der führenden physikalischen Zeitschrift, den Poggendorffers Annalen.

Poggendorff fand hohe Worte der Anerkennung, doch lehnte er die Veröffentlichung mit der nicht stichhaltigen Begründung ab, die Arbeit sei zu theoretisch und passe nicht in den Rahmen seiner Zeitschrift. Helmholtz wandte sich auf Anraten seines Freundes du Bois-Reymond nun an G. A. Reimer, in dessen Verlag die Schrift noch im Jahre 1847 erschien.

Die klare Formulierung, in die Helmholtz das allgemeingültige Naturgesetz von der Erhaltung der Kraft gefasst hatte, mag dazu beigetragen haben, dass der Energiesatz trotz anfänglicher Widerstände alsbald in Deutschland Anerkennung gefunden hatte. Helmholtz selbst war durch seine Arbeit in die erste Reihe der Physiker und Physiologen getreten.

Mit der erneuten Darlegung des Energiesatzes durch Helmholtz begann der von dritter Seite geführte Prioritätsstreit. Die Naturforscher, die einseitig die Tatsachen der empirischen Forschung betonten, sprachen Mayer das Prioritätsrecht ab, während die Anhänger der Naturphilosophie Helmholtz beschuldigten, den Energiesatz den Arbeiten Mayers entlehnt zu haben.

Diese Streitigkeiten kümmerten beide Gelehrte nicht. Helmholtz hat, nachdem er die Schriften Mayers kennengelernt, jede Gelegenheit, über die Entdeckung des Gesetzes der Erhaltung der Energie zu sprechen, dazu benutzt, die Verdienste Mayers hervorzuheben. Ständig betonte Helmholtz, dass Mayer zuerst dieses Gesetz formuliert habe.

Robert Mayer selbst hat gegenüber der Arbeit Helmholtz' niemals Prioritätsansprüche gestellt. Die hohe Achtung, die beide Gelehrten sich entgegenbrachten, zeigte sich in dem guten Einvernehmen, das beide Wissenschaftler auf der Innsbrucker Naturforscherversammlung im Jahre 1868 vereinte.

**24** Die Arbeiten "Über das Wesen der Fäulnis und Gärung" (1843) und "Über den Stoffverbrauch bei der Muskelaction" (1845) liegen zeitlich vor der Veröffentlichung des Energieerhaltungssatzes. Sie stehen jedoch mit der gesamten Problematik des Energiesatzes in solch engem Zusammenhang, dass es nicht verwunderlich ist, wenn Helmholtz 50 Jahre später seine Bemühungen um die Klärung dieses allgemeinen Naturgesetzes zusammenhängend betrachtet und auf die historische Genauigkeit keinen zu großen

---

Wert legt.

**25** Auf Grund seiner hohen wissenschaftlichen Leistungen und mit Hilfe der Unterstützung Alexander von Humboldts erhielt Helmholtz den von ihm nachgesuchten Abschied aus dem militärärztlichen Dienst und trat 1848 in die Hochschullehrerlaufbahn ein.

**26** Die bekannte Erscheinung, dass die Augen einiger Tiere, z. B. der Katzen und Eulen, im Dunkeln leuchten, hatte schon Johannes Müller, der Lehrer von Helmholtz und Brücke, richtig gedeutet.

Die sogenannten leuchtenden Augen, die nur das Licht reflektieren, haben eine Schicht aus reflektierenden Zellen und Fasern, die zwischen der Ader- und Netzhaut liegt (dem Tapetum lucidum), die für die Reflektion des Lichtes besonders geeignet sind. Brücke hat erkannt, dass man die Augen der Tiere am stärksten leuchten sieht, wenn man in einem dunklen Raum eine Lichtquelle auf die Augen der Tiere richtet und an dieser vorbei in das Auge sieht.

Ernst W. Brücke hat mit dieser Methode nicht nur Tieraugen, sondern auch Menschaugen zum Leuchten gebracht. Die ersten menschlichen Augen, die Brücke so zweckbewusst leuchten sah, waren die von ihm beobachteten Augen seines Freundes du Bois-Reymond.

Die Schwierigkeit für die Weiterführung dieser Untersuchungen bestand darin, dass man bei den Untersuchungen des Auges in dieselbe Richtung zu blicken hatte, in der das Auge vom Lichtstrahl getroffen werden musste.



Abb. 6. Abbildung des ursprünglichen Helmholtzschen Augenspiegels, Original im Besitz des Deutschen Museums München

**27** Nicht auf experimentellem Wege, sondern vor allem auf Grund seiner mathematisch-optischen Überlegungen fand Helmholtz die Möglichkeit zur Konstruktion eines geeigneten Gerätes, mit dem die Netzhaut des Auges beobachtet werden konnte. Helmholtz, der die Modelle der erforderlichen Instrumente selbst entwarf und baute, bevor er sie nach Beendigung der theoretischen Überlegungen von dem Mechaniker "in Stahl und Messing übersetzen ließ", stellte mit einfachen Mitteln die wesentlichen Teile des Augenspiegels selbst her. Er benutzte dazu Brillengläser und Deckgläser.

---

Diese Entdeckung, die den Augenärzten eine neue Welt erschloss, hat wohl neben der Aufstellung des Satzes von der Erhaltung der Kraft am meisten dazu beigetragen, den Ruhm Helmholtz zu begründen und zu verbreiten. Gleichzeitig wurde mit dieser für die Menschheit so segensreichen Erfindung der Beginn einer neuen Ära der Augenheilkunde eingeleitet.

Helmholtz erkannte die weittragende Bedeutung seiner Erfindung. Er nahm kein Patent oder Schutzrecht dafür an. Er legte an seine eigenen Verdienste bei dieser bedeutenden Erfindung einen sehr bescheidenen Maßstab an und stellte seine Erkenntnisse nicht höher als die der anderen Wissenschaftler, die an der Lösung dieses Problems gearbeitet, sie jedoch nicht gefunden haben. Der Brief, in dem Helmholtz seinem Vater von seinen Arbeiten berichtete, ist ein Zeugnis seiner großen Bescheidenheit.

Nachdem Helmholtz am 6. Dezember der physikalischen Gesellschaft seine Erfindung mitgeteilt hatte, schrieb er am 17.12.1850 seinem Vater zum Geburtstag:

"Lieber Vater,

zuvörderst meine besten Wünsche zu Deinem Geburtstage und das neue Jahr, welches Du antrittst; mit Deiner Gesundheit scheint es sich ja in der letzten Zeit gut gehalten zu haben, in der Beziehung wünsche ich Dir vor Allem ein vortreffliches Gedeihen, Bei uns hier regnet es seit Anfang September fast ununterbrochen, so dass man leider nicht viel in das Freie kommen kann. Dessenungeachtet ist es mir mit meiner Gesundheit, seitdem die Sommerhitze vorüber ist, ganz gut gegangen, und ich bin auch mit meinen Arbeiten weitergerückt. Der Druck meiner Abhandlung über Zeitmessungen der Muskel- und Nervenvorgänge ist vollendet; leider die Tafel noch nicht, so dass ich sie Dir noch nicht schicken kann.

Einen populären Vortrag über denselben Gegenstand habe ich neulich hier in der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft gehalten, und werde Dir davon das Manuskript nächstens zuschicken, hältst Du es für passend, so kannst Du vielleicht die literarische Gesellschaft damit erquicken, wenn daselbst etwa Mangel an Vorträgen ist. Ich habe hier allerdings noch zwei ganz kurze Erklärungen mit Tafelzeichnungen über Specialitäten gegeben, die aber für das Ganze unwesentlich sind.

Falls Du ihn nicht vortragen solltest, gib ihn doch an den Regimentsarzt Puhlmann zum Durchlesen, und bewahre ihn auf, damit ich ihn bei Gelegenheit zurückerhalten kann. Vorläufig wird hier das Manuskript noch von einigen Leuten verlangt, unter anderem von Excellenz v. Schön, dem gewesenen Minister, dem ich neulich in Folge des von ihm geäußerten Wunsches mit Olgas Onkel Ulrich auf seinem Landgute meine Aufwartung gemacht habe.

Betreffs der Zeitmessungen habe ich bis jetzt noch keine neueren Resultate, sondern die Zeit mit Construction anderer Apparate, und nöthigen Vorarbeiten hingebracht. Außerdem habe ich aber bei Gelegenheit meiner Vorträge über Physiologie der Sinnesorgane eine Erfindung gemacht, welche möglicherweise für die Augenheilkunde von dem aller bedeutendsten Nutzen sein kann.

Sie lag eigentlich so auf der Hand, erforderte weiter keine Kenntnisse, als was ich auf dem Gymnasium von Optik gelernt hatte, dass es mir jetzt lächerlich vorkommt, wie

andere Leute und ich selbst so vernagelt sein konnten, sie nicht zu finden.

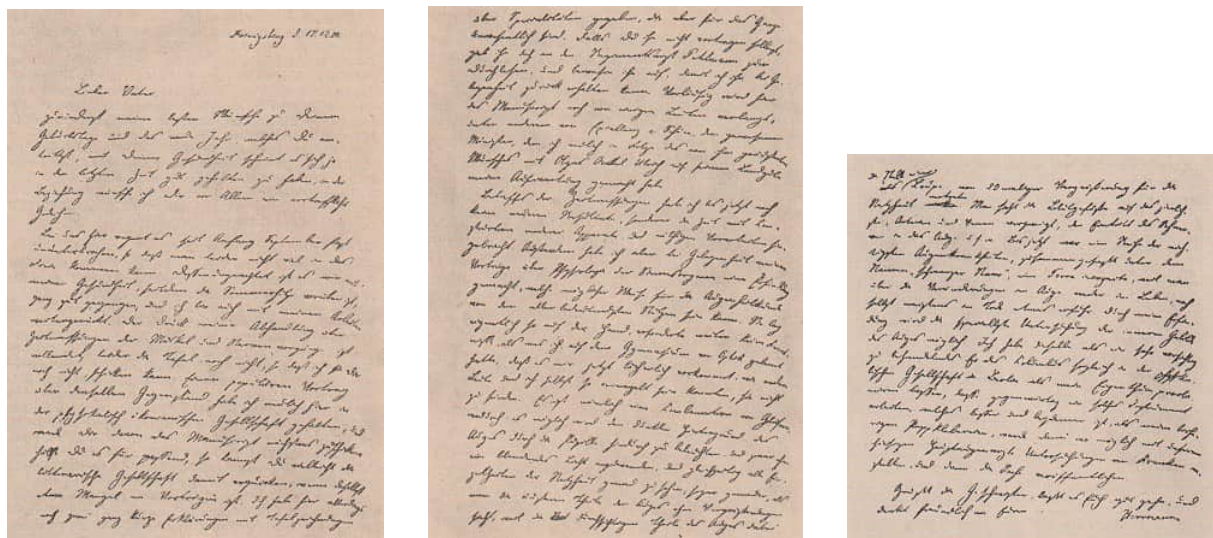


Abb. 7. Faksimile-Wiedergabe des ersten Briefes von Helmholtz über dem Augenspiegel, vom 17.12.1850

Es ist nämlich eine Combination von Gläsern, wodurch es möglich wird, den dunklen Hintergrund des Auges durch die Pupille hindurch zu beleuchten, und zwar ohne ein blendendes Licht anzuwenden, und gleichzeitig alle Einzelheiten der Netzhaut genau zu sehen, sogar genauer, als man die äußeren Theile des Auges ohne Vergrößerungen sieht, weil die durchsichtigen Theile des Auges dabei die Stelle einer Loupe von 20maliger Vergrößerung für die Netzhaut vertreten.

Man sieht die Blutgefäße auf das zierlichste, Arterien und Venen verzweigt, den Eintritt des Sehnerven in das Auge u. s. w. Bis jetzt war eine Reihe der wichtigsten Augenkrankheiten zusammengefasst unter dem Namen "schwarzer Staar", eine Terra incognita, weil man über die Veränderungen im Auge weder im Leben, noch selbst meistens im Tode etwas erfuhr. Durch meine Erfindung wird die spezielle Untersuchung der inneren Gebilde des Auges möglich.

Ich habe dieselbe als ein sehr vorsichtig zu behandelndes Ei des Columbus sogleich in der physikalischen Gesellschaft in Berlin als mein Eigentum proclamieren lassen, lasse gegenwärtig ein solches Instrument arbeiten, welches besser und bequemer ist als meine bisherigen Pappklebereien, werde dann womöglich mit unserem hiesigen Hauptaugen- arzte Untersuchungen an Kranken anstellen und dann die Sache veröffentlichen.

Grüßt die Geschwister, lasst es Euch gut gehn und denkt freundlich an Euren Herrmann"

Das große Interesse, das die Erfindung des Augenspiegels in ärztlichen Kreisen hervorgerufen hatte, und die Bedeutung dieser Arbeiten spiegelt sich in dem an Helmholtz gerichteten Schreiben (vom 17. November 1851) des später berühmt gewordenen Begründers der Augenheilkunde, Albrecht von Graefe (1828-1870) wider.

"Hochgeehrter Herr Professor!

---

Entschuldigen Sie, wenn ich als Unbekannter mich brieflich an Sie wende und Ihre Güte in Betreff eines Gegenstandes in Anspruch nehme, der mich im allerhöchsten Grade interessiert.

Schon im vorigen Sommer hatte ich in Wien durch Herrn Professor Brücke erfahren, dass Ihnen die Construction eines Instrumentes zur Untersuchung der Retina am lebenden Auge gelungen sei; ich hatte sogar die Freude, aus derselben Quelle einige Details über die Mittel, deren Sie sich hierbei bedient, zu vernehmen.

Herr Professor Brücke war um so williger, mir diese Mittheilungen zu machen, als wir häufig über die Möglichkeit eines solchen Instrumentes miteinander gesprochen und er mir einen früheren Plan dazu mitgeteilt hatte, dessen praktische Anwendung aber an der Weise der Beleuchtung gescheitert war. Brücke hatte nämlich geglaubt, die katoptrischen und dioptrischen Postulate des Apparates durch ein unter entsprechendem Winkel schief vor das beobachtete Auge angebrachtes Concavglas gleichzeitig verwirklichen zu können.

Um so erfreulicher war uns die Nachricht vom Gelingen eines solchen Instrumentes, und ich erwartete mit Ungeduld die Publication, welche ich vor einigen Tagen bei meiner Rückkehr nach Berlin von einer längeren Reise so glücklich war, auf meinem Tische zu finden.

Dem Studium derselben verdanke ich nicht allein das genauere Verständnis des Instrumentes, sondern auch Aufklärung über mehrere bisher verschlossene physikalische Fragen.

Da ich ferner die Augenheilkunde seit mehreren Jahren mit besonderer Vorliebe cultivire, so möchte ich möglichst bald das lang ersehnte diagnostische Mittel erproben und für die genannte Wissenschaft verwerthen. Auch habe ich meinen Londoner und Pariser Collegen, dem Dr. Bowman und Dr. Desmarres, im Hinblick auf die bevorstehende Veröffentlichung versprochen, sofort ein Exemplar des Apparates zu übersenden.

Besonders Ersterer, welcher sich für die wissenschaftliche Cultur seines Feldes sehr interessirt und der an Moorfield's Hospital einen sehr ausgedehnten praktischen Wirkungskreis hat, wird einem möglichst baldigen Empfang sehnlich entgegensehen. -

An den hiesigen Mechanikus Dörfel habe ich mich schon vor einigen Tagen gewandt und ihn mit der Anfertigung einiger Instrumente beauftragt. Da aber bis zu deren Vollendung einige Zeit verstreichen wird, und ich außerdem wünsche, eins von Ihren Königsberger Instrumenten mit den hiesigen vergleichen zu können, so stelle ich an Sie; hochgeehrter Herr Professor, die ergebene Bitte, Ihren dortigen Optiker beauftragen zu wollen, möglichst bald ein oder zwei genau nach Ihren Angaben verfertigte Augenspiegel nach Berlin auf meine Adresse ... zu schicken...

Hierdurch allein erbringe ich die Sicherheit, ein Instrument in meinen Händen zu haben, welches die bestmögliche Beleuchtung darbietet, und kann dann beurteilen, ob die hiesigen an Präcision zu wünschen lassen oder nicht; wenn ich dagegen den erreichbaren Grad der Vollkommenheit nicht vor Augen haben könnte, so würde ich vielleicht in den entscheidenden Stücken der Anfertigung auf unnütze Weise nach Fehlerquellen suchen und so jedenfalls die Erfüllung meines Wunsches verzögern.



---

In der Zuversicht, dass Sie, hochverehrter Professor, die Kühnheit meiner Bitte durch das Interesse, welches ich an der Sache habe, gütigst entschuldigen werden, habe ich die Ehre mich zu zeichnen in tiefster Hochachtung  
Ihr ergebener Dr. A. v. Graefe, Arzt-Operateur in Berlin."(Vgl. Leo Königsberger, Hermann von Helmholtz, Bd. I, S. 135f.)

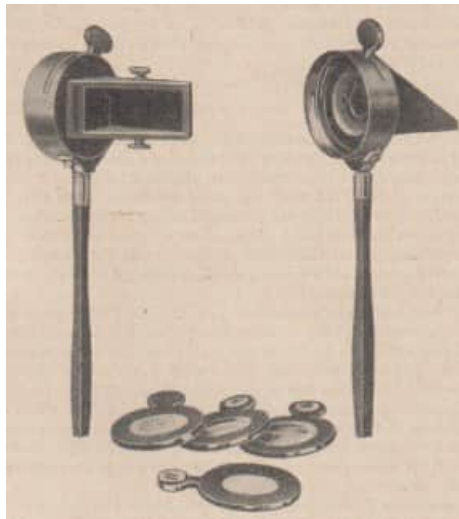


Abb. 8. Abbildung zweier Helmholtzscher Augenspiegel mit auswechselbaren Konkavlinsen, Originale im Besitz der Universitäts-Augenklinik Heidelberg

Der Augenspiegel verbreitete sich jedoch zunächst langsam. Das lag einerseits daran, dass die Arbeit Helmholtz' "Beschreibung eines Augenspiegels zur Untersuchung der Netzhaut im lebenden Auge" erst im Herbst 1851 erschien, und andererseits setzte das Verständnis dieser Arbeit einen gewissen Umfang mathematischer und physikalischer Kenntnisse voraus. Erst als die Konstruktion des Augenspiegels vervollkommenet und somit die Handhabung bedeutend vereinfacht war, ging die Einführung des Augenspiegels schneller vonstatten.

Die von Helmholtz geschaffene ursprüngliche Form des Augenspiegels wurde mit der weiteren Entwicklung der Augenheilkunde ständig verbessert. So hat es sich als Nachteil des Helmholtzschen Augenspiegels herausgestellt, dass infolge der Planparallelplatten nur ein Bruchteil des Lichtes der Beleuchtung und demzufolge der Beobachtung dienen kann. Aus diesem Grunde hat man später anstelle der Planparallelplatten ebene oder hohle Glasspiegel verwendet, die meistens mit Silber belegt waren. Bei diesen Spiegeln wird das Auge durch eine in der Mitte Legende runde Durchbohrung beobachtet.

Eine weitere Entwicklung stellt der elektrische Handaugenspiegel dar. Eine Reihe von Augenärzten (z. B. Schweiger, Simon, May) haben zu Beginn unseres Jahrhunderts diese neue Form des Augenspiegels entwickelt. Um unabhängig von der seitlich hinter dem Kopf des Beobachteten aufzustellenden Lichtquelle, der Ophthalmoskopierlampe, zu werden, brachten sie die Lichtquelle im Griff des Augenspiegels unter.

Die kleine Glühlampe wird mit einer Taschenlampenbatterie gespeist oder mit einem Transformator an die Netzleitung angeschlossen. Bei all diesen Handaugenspiegeln wird die Beobachtung des Augenhintergrundes jedoch sehr erschwert; denn das an der vorderen Hornhaut entstehende Reflexbild wirkt sich störend auf die Beobachtung aus.

---

Die Ophthalmologen Thorner, Wolff und Gullstrand haben verschiedene Wege beschritten, um durch neue Instrumente diese Reflexe auszuschalten. Das vollkommenste und leistungsfähigste reflexfreie Ophthalmoskop wurde von Gullstrand auf Grund der von ihm in erschöpfender Weise formulierten Gesetze der reflexlosen Ophthalmoskopie entwickelt, bei dem alle Hornhaut- und Linsenreflexe vermieden werden.

**28** Für Helmholtz waren die 5 Jahre von 1850 bis 1855 an der Königsberger Universität, Jahre voller fruchtbarer akademischer Tätigkeit. Er hatte sich dort mit seiner Familie wohl und heimisch gefühlt. Seine Frau, er hat 1849 Olga von Velten geheiratet, war ihm alles: die treusorgende Mutter der beiden Kinder Katherina und Richard, die Gefährtin, die seine wissenschaftlichen Arbeiten verstand und ihm dabei half, indem sie protokollierte und Tabellen schrieb, und die Frau, die das Haus Helmholtz zu einem Treffpunkt des kleinen, anregenden und liebenswürdigen Freundeskreis machte.

Doch das Befinden seiner Frau (sie kränkelte an einem Hals- und Brustleiden) hatte in all den Jahren oftmals Anlass zur Besorgnis gegeben. Es verschlimmerte sich ständig in dem rauen Klima Königsbergs. So war es natürlich, dass Helmholtz, als er hörte, in Bonn sollte eine Professur für Anatomie und Physiologie neu besetzt werden, sieh im Interesse der Gesundheit seiner Frau bemühte, den Tätigkeitsbereich an der Universität Königsberg mit dem in Bonn zu vertauschen.

Die Entscheidung der staatlichen Stellen über seine Bewerbung zögerte sich hin. Wiederum war es der ihm väterlich zugetane Freund Alexander von Humboldt, der half, die Entscheidung herbeizuführen. Im Herbst 1855 nahm Helmholtz seine Tätigkeit in Bonn auf.

**29** Helmholtz führte zu den verschiedenen Problemen der physikalischen Optik eine wichtige Untersuchung nach der anderen durch, beseitigte damit falsche Auffassungen und entdeckte eine Reihe neuer Tatsachen.

So ermittelte er schon 1852 den unterschiedlichen Eindruck, den die Spektralfarben und ihre Mischungen auf das Auge hatten, gegenüber den gefärbten Lichtern, die von den gemischten Farbstoffen ausgehen. Er zeigte, dass die Spektralfarben Gelb und Blau, im richtigen Verhältnis gemischt, weiß ergeben, während man durch die Mischung von gelben und blauen Farbstoffen grün erhält. Von dieser Klärung der Begriffe der Farbmischung ausgehend, baute Helmholtz auf sicherer Grundlage die Lehre der Farbempfindung auf.

Diese Arbeiten waren besonders durch die Wiederaufnahme und Durchbildung der von dem Engländer Thomas Young (1773-1829) 50 Jahre vorher entwickelten Theorien der physiologischen Grundfarben gekennzeichnet und erhielten durch die vielen einzelnen Versuche und Entdeckungen hohe Bedeutung.

Sie zeigen die vollendeten Kenntnisse Helmholtz' der physikalisch-mathematischen Optik, die er stets mit einer genauen, lebendigen - Darstellung der anatomischen Bedingungen des Sehens verbunden hat.

Zu den Problemen, die an den Forscher die höchsten Anforderungen sowohl an die streng mathematische Schulung als auch vor allem an die Fertigkeit und Geschick-

---

lichkeit im Experimentieren stellten, gehörten die Untersuchungen Helmholtz' über die Formen und Abstände der lichtbrechenden Flächen im lebenden Auge. Dabei untersuchte Helmholtz besonders die der Hornhaut und der Linsen und die Veränderungen der Iris. Im Zusammenhang damit erforschte er den Weg der Lichtstrahlen im Auge und löste weitgehend alle Fragen der Akkomodation.

Die Erkenntnis dieser Vorgänge war außerordentlich schwer, da sich diese im Innern des Auges abspielen. Hinzu kam, dass die Messungen der Formen und Abstände der zu untersuchenden Flächen an lebenden, unverletzten Augen erfolgen mussten. Es gelang dem kühnen Experimentator Helmholtz, auch diese Schwierigkeiten zu überwinden.

Mit Hilfe eines von ihm sinnreich erdachten und konstruierten Instrumentes, des Ophthalmometers, bestimmte er genau die Größe und Lage der drei Spiegelbilder, die man von einem helleuchtenden Gegenstand im Auge eines anderen Menschen beobachten kann. Während das eine Spiegelbild von der Vorderfläche des Auges, der Hornhaut, herrührt, entstehen die beiden anderen Spiegelbilder an der Vorder- und Hinterfläche der Kristalllinse des Auges.

Diese große Arbeit Helmholtz' über die Akkomodation löste eine Frage, die nicht nur theoretischen Charakter hatte, sondern die auch in ihrer weiteren Entwicklung nach der praktischen Seite hin besonders durch die Arbeiten des holländischen Physiologen Donders (1818-1889) für die Augenheilkunde die größte Bedeutung gewonnen hatte.

Wie bei der Entdeckung des Energieerhaltungssatzes, so musste Helmholtz auch diesmal die Priorität einer fundamentalen Entdeckung über die Form der Linse im Zustand der Ruhe des Auges einem anderen überlassen, diesmal dem holländischen Gelehrten Cramer. Donders ist gleichzeitig zu ähnlichen Ergebnissen wie Helmholtz gelangt. Jedoch war Helmholtz weit über seine Vorgänger hinausgegangen. Die Bewältigung der schwierigsten Fragen konnte nur dem genialen Mathematiker und Physiker gelingen. Helmholtz brachte die Untersuchungen zu einem Abschluss und gab damit ein Musterbeispiel für die Anwendung streng mathematisch-physikalischer Methoden auf die Erforschung der lebenden Natur.

Die in Königsberg begonnenen Arbeiten setzte Helmholtz in Bonn, wo er von 1855 bis 1858 als Professor für Anatomie und Physiologie tätig war, rastlos fort. Er baute die durch seine Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse nach allen Seiten aus, fügte Neues hinzu, um schließlich die Ergebnisse seiner Untersuchungen mit dem bislang Bekannten in einem großen Werk, dem "Handbuch der physiologischen Optik", zusammenzufügen.

Dabei stellte er sich die Aufgabe, alle bedeutenden Erkenntnisse der Physiologen und Physiker auf diesem Gebiet selbst nachzuprüfen, bevor er über die Ergebnisse ihrer Arbeiten berichtete. Während dieser Untersuchungen gelangte Helmholtz zu weiteren bedeutenden Einzelentdeckungen, z. B. zu dem Telestereoskop (1857), dem Vorläufer des Scherenfernrohres.

Helmholtz' großes Werk der Physiologischen Optik, - der 1. Band erschien 1856, der 2. Band 1860 und der 3. Band 1867 - gehört zu den bedeutendsten Büchern. In seiner Vollständigkeit, in seinem Reichtum der Gedanken und neuen Erkenntnisse, in seiner

---

Zuverlässigkeit des Inhaltes und in der Klarheit der Darstellung konnten ihm zu jener Zeit nur wenige wissenschaftliche Werke, zur Seite gestellt werden.

Es ist für Helmholtz bezeichnend, dass er sich bei der Erforschung der Fragen der physiologischen Optik sogleich auf ein neues Gebiet der wissenschaftlichen Forschung hinleiten ließ, das wiederum den genialen Mathematiker und Physiker und den hervorragenden Experimentator erforderlich machte. Er zog in seinen physiologisch-optischen Arbeiten Parallelen zwischen den Empfindungen der Farbe und des Tones.

Er versuchte zu klären, wie es möglich sei, dass trotz der nahen Verwandtschaft, die zwischen Farben und Tönen für den Physiker besteht, die entsprechenden Empfindungen so wesentlich verschiedenartig sind. Diese Studien bildeten nicht nur den Beginn der späteren Arbeit "Über die Tonempfindungen" (1863), sondern sind gleichzeitig die Grundlage seiner umfassenden Untersuchungen auf dem Gebiet der Akustik.

Helmholtz beantwortet in seinen akustischen Arbeiten u. a. die Frage nach dem Wesen der sogenannten Klangfarbe. Er weist die Gründe dafür nach, warum eine Violine, ein Klavier, eine Trompete usw. eine andere Empfindung hervorrufen, auch wenn man auf all diesen Instrumenten den nämlichen Ton anstimmt.

Helmholtz untersuchte den akustischen Aufbau der Vokale, die Entstehung der Kombination und andere ähnliche Probleme. Doch all das genügte dem Gelehrten, der selbst gern und oft musizierte, nicht. Kühn ging er an die Aufgabe heran, das uralte Rätsel vom Wesen der musikalischen Melodie und Harmonie zu lösen, Schon zu Zeiten des Pythagoras hatte man erkannt, dass in der Musik die Zahlenverhältnisse eine große Rolle spielen.

Man wusste, dass harmonisch zusammenklingende Töne sich nur dann ergeben, wenn die Länge der gleich stark gespannten und gleichartigen Saiten in einfachen Verhältnissen zueinander stehen. Später wurde diese Lehre durch die Erkenntnis vertieft, dass die Schwingungszahlen der Töne in einem einfachen Verhältnis stehen müssen, soll ein harmonischer Klang entstehen.

Helmholtz deckte den Grund der Harmonie auf. Er erbrachte den Nachweis, dass der Eindruck der musikalischen Harmonie nur entsteht, wenn das Verhältnis der Schwingungszahlen der Obertöne, die den Grundton begleiten, durch kleine ganze Zahlen ausgedrückt werden kann. Helmholtz stellte in seinem großen Werk auch die geschichtliche Entwicklung der Musik dar und behandelte die schwierige Frage des Aufbaus der Tonleitern. Dabei wandte er die vergleichende Methode an.

Das zeigt seine Arbeit "Über die arabisch-persischen Tonleitern", die er am 2. Juli 1862 dem naturhistorisch-medizinischen Verein zu Heidelberg vorlegte. Helmholtz ging auch hier auf dem Gebiet der Akustik weit über die Aufgabenstellung hinaus, die sich der Physiologe und Physiker sonst für seine wissenschaftliche Forschung festlegt. Er griff tief in das Gebiet der Musikwissenschaft und Ästhetik ein und zeigte sich auch hier als der gleiche Meister, als der er sich in den Wissenschaften, die seine eigentliche geistige Wirkungsstätte waren, erwiesen hatte.

**30** In allen Arbeiten Helmholtz' ist immer das Streben nach einer einheitlichen, der Naturwissenschaft entsprechenden Naturauffassung zu finden.

---

Helmholtz, der die Spekulationen in der Wissenschaft und auch in seiner philosophischen Grundhaltung ablehnte und die experimentell bewiesenen Tatsachen als Ausgangspunkt wissenschaftlicher Erkenntnisse betrachtete, vertrat schon in jüngeren Jahren im Gegensatz zur romantischen Naturphilosophie eine mechanisch-materialistische Naturauffassung. Die Natur und die in ihr wirkenden Gesetze waren ihm das objektiv Reale, das der Mensch mit Hilfe seiner Sinnesorgane erkennen konnte.

Aus all seinen Reden und wissenschaftlichen Arbeiten spricht seine materialistische Grundhaltung. Jedoch war es sein Ziel, alle Vorgängen, der Natur aus der Mechanik heraus zu erklären. Selbst die in der Natur vorgehenden Veränderungen fasste er im Sinne einer mechanischen Bewegung auf.

In seiner formvollendeten Rede vor der Naturforscherversammlung zu Innsbruck 1869 "Über das Ziel und die Fortschritte der Naturwissenschaft" sagte er:

"Ist aber Bewegung die Veränderung, welche allen anderen Veränderungen in der Welt zu Grunde liegt, so sind alle elementaren Kräfte Bewegungskräfte, und das Endziel der Naturwissenschaften ist, die allen anderen Veränderungen zu Grunde liegenden Bewegungen und deren Triebkräfte zu finden, also sich in Mechanik aufzulösen"(H. Helmholtz, Vorträge und Reden, 1. Bd., 5. 345.)

Diese mechanisch-materialistische Naturauffassung kommt auch eindeutig in der Darlegung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie zum Ausdruck. Im Gegensatz zu Robert Mayer, der qualitative Veränderungen der einzelnen Formen der Energie betrachtete, sah Helmholtz die Quantität der Kraft und deren Erhaltung.

"Um das Gesetz klar hinzustellen, müsste im Gegensatz zu dem früher von Galilei gefundenen Begriffe der Intensität der Kraft ein neuer mechanischer Begriff ausgearbeitet werden, den wir als den Begriff der Quantität der Kraft bezeichnen können und der auch sonst Quantität der Arbeit oder Energie genannt worden ist." (Ebenda, S. 346.)

Die Ursachen der unveränderlichen Bewegungskräfte führte Helmholtz auf die anziehenden und abstoßenden Kräfte zurück, deren Intensität von der Entfernung der aufeinander wirkenden Massenpunkte abhängt. Für Helmholtz war die mechanische Lösung dieses Grundgesetzes der Natur zugleich die Bedingung der vollständigen Begreiflichkeit der Natur.

**31** Im letzten Jahr seines Aufenthaltes in Bonn vertiefte sich Helmholtz in hydrodynamische und aerodynamische Probleme. Er behandelte eine Frage, die ihn als einen Mathematiker ersten Ranges erwies: "Über Integrale hydrodynamischer Gleichungen, welche den Wirbelbewegungen entsprechen" (1858).

Helmholtz löste damit Fragen, die in der Hydrodynamik und Aerodynamik eine große Rolle spielen, denen jedoch bis dahin selbst Mathematiker nicht näherzutreten gewagt hatten,

Dabei wurde er zu Analogien der Wasserbewegungen mit den elektromagnetischen Wirkungen elektrischer Ströme geführt, die für seine späteren Arbeiten auf dem Gebiet der Elektrodynamik von großer Bedeutung werden sollten.

Helmholtz bewies, dass Wirbelringe und Wirbelfäden in sich geschlossene Gebilde sind,

---

die unveränderliche Mengen Flüssigkeit enthalten und unzerstörbar sind, solange ihr Energieinhalt sich nicht durch Reibungsflüsse verändert, Dabei behandelte er eine interessante, vom Alltag her bekannte Erscheinung, dass man an den ringförmigen Wirbelfäden der Rauchringe beobachten kann.

Haben zwei Wirbelringe gleiche Rotationsrichtung und gleiche Achse, so bewegen sich beide in gleicher Richtung fort. Dabei wird der vorangehende sich erweitern, sich dann langsamer bewegen, während der nachfolgende Wirbelring sich verengen, dann schneller bewegen wird, um den anderen einzuholen, durch ihn hindurch zuziehen, und nun wird sich dasselbe mit dem anderen Wirbelring wiederholen.

In Heidelberg - hier hatte Helmholtz von 1858 bis 1870 den Lehrstuhl für Physiologie innegehabt - schließt sich an diese Arbeit der nicht weniger bedeutsame Aufsatz "Über die Luftschwingungen in Röhren mit offenen Enden" (1859) an.

Die bisherigen Theorien der Orgelpfeifen und die Annahmen von Bernoulli, Euler und Lagrange über die Bewegung der Luftteilchen im Innern der Röhre und an ihren offenen Enden führten trotz der Bemühungen Poissons um eine neue Hypothese immer wieder zu ständigen Differenzen zwischen Theorie und den Erfahrungen.

Helmholtz suchte nach keiner neuen Hypothese, sondern er suchte entsprechend der Erfahrungen nach einer streng theoretischen Beantwortung der Frage, wie sich ebene Schallwellen, die in der Tiefe einer zylindrischen Röhre erzeugt wurden, beim Übergang in den freien Raum verhalten. Dieses Grundproblem löste Helmholtz mit mathematischen Mitteln, mit der Analysis.

Er bewies, dass die Bewegungsweise der Luft sich vollständig bestimmen Heß und berechnete verschiedene Röhrenformen.

Diese Arbeiten Helmholtz' fanden in der wissenschaftlichen Welt große Anerkennung. In seinen späteren mathematischen Arbeiten - wandte sich Helmholtz den Axiomen der Geometrie und dem Prinzip der kleinsten Wirkung zu.

Dieses Prinzip wurde bereits 1744 von Maupertius aufgestellt. Helmholtz griff die unklare Darstellung und die mangelhafte Deduktion Maupertuis an und gab dem Prinzip der kleinsten Wirkung eine streng mathematische Darstellungsweise,

Aus diesem Prinzip ergibt sich für die Thermodynamik, dass Aussagen über den Übergang von einem Gleichgewichtszustand zu einem anderen gemacht werden können, während die thermodynamischen Hauptsätze Aussagen über Gleichgewichtszustände beinhalten. Es zeigt sich, dass bei den Übergängen von einem Gleichgewichtszustand zu einem anderen in der Natur der geringste Kraftaufwand benötigt wird.

Diese Arbeiten, von denen die letztgenannte in die letzten Lebensjahre Helmholtz fiel, zeigen sein großes Interesse für mathematische und physikalische Probleme, denen er sich in seiner Lehrtätigkeit und Forschung gern vollständig gewidmet hätte. Diese Wünsche erfüllten sich erst, als Helmholtz 1871 als Professor für Physik an die Berliner Universität berufen wurde.

"So geschah", sagte du Bois-Reymond, "das Unerhörte, dass ein Mediziner und Professor der Physiologie den vornehmsten physikalischen Lehrstuhl in Deutschland erhielt, und so gelangte Helmholtz, der sich selber einen geborenen Physiker nannte, endlich in

---

eine, seinem spezifischen Talente und seinen Neigungen zusagende Stellung, da er damals, wie er mir schrieb, gegen Physiologie gleichgültig geworden war und eigentliches Interesse nur noch für die mathematische Physik hatte."

(Vgl. Emil du Bois-Reymond, Gedächtnisrede auf Hermann von Helmholtz. In: Emil du Bois-Reymond, Reden, Bd. 2, 2. Aufl., 1912, S. 18.)

**32** Aus dem Gedicht Goethes "An den Mond", 2. Fassung 1788.

**33** Aus Goethes Faust, I. Teil, im Studierzimmer.

**34** Helmholtz hat keine Erkenntnistheorie ausgearbeitet, jedoch fasste er in seinen "Wissenschaftlichen Abhandlungen" (1882) vier Arbeiten in dem Kapitel Erkenntnistheorie zusammen: Über die Natur der menschlichen Sinnesempfindungen (1852), Über die tatsächlichen Grundlagen der Geometrie (1866), Über die Tatsachen, die der Geometrie zu Grunde liegen (1868), Über den Ursprung und Sinn der geometrischen Sätze; Antwort gegen Herrn Professor Land (1878).

Auch in seinen populärwissenschaftlichen Vorträgen und Reden griff Helmholtz erkenntnistheoretische Fragen auf.

In den von Helmholtz aufgeworfenen erkenntnistheoretischen Problemen kam es ihm, wie er in seinem Vortrag "Über das Sehen" sagte, darauf an nachzuweisen, wie unsere Wahrnehmungen durch Wechselwirkungen von Sinnesempfindungen und Gehirntätigkeit entstehen. Dabei untersuchte Helmholtz vor allem die Rolle, die den Sinnesorganen zufiel. (Vgl. Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, 1. Bd., S. 367/386.)

Grundlage seiner Betrachtungen waren ihm die Untersuchungen und Erkenntnisse seiner experimentellen physiologischen Arbeiten. Helmholtz geht davon aus, dass die menschliche Erkenntnis auf einen Einfluss der Außenwelt auf unsere Sinnesorgane beruht. Die Sinne geben dem Menschen Auskunft über die Begebenheiten und Gegenstände der Natur.

Die Eigenschaften der Objekte der Außenwelt, die wir erkennen, sagt Helmholtz in seinem "Handbuch der physiologischen Optik", können nur als Wirkungen bezeichnet werden "welche sie entweder auf unsere Sinne oder auf andere Naturobjekte ausüben." (H. v. Helmholtz, Handbuch der physiologischen Optik, Leipzig 1867, S. 444.)

Unsere Wahrnehmungen und Vorstellungen sind auf die Sinneseindrücke zurückzuführen, die wir von den Gegenständen der Außenwelt erhalten. Eine große Rolle spielen dabei frühere Erfahrungen, wie Helmholtz in dem für seine Erkenntnistheorie so bedeutenden Vortrag "Die Tatsachen in der Wahrnehmung" betont. (H. v. Helmholtz, Vorträge und Reden, Bd. 2, S. 238.)

Indem Helmholtz die Bedeutung der Erfahrung für die Entwicklung bestimmter Reflexe betonte, wandte er sich von seinem empirischen Standpunkt aus gegen die Annahme nativistischer Physiologen, alle physiologischen Erscheinungen seien auf angeborene Reflexe zurückzuführen. Diese idealistische Lehre widerlegte er mit seinen experimentellen Ergebnissen der physiologischen Optik.

An Hand der experimentellen Physiologie weist Helmholtz nach, dass die unterschiedlichen Empfindungen jedoch nicht nur von den äußeren Eindrücken abhängig sind,

---

sondern durch das Auge leitet, oder von Druck auf den Augapfel, oder von Eindruck getroffen worden ist.

Einerseits gibt jeder Sinnesnerv immer nur Empfindungen aus dem ihm "eigentümlichen Qualitätenkreis". "Erregung des Sehnerves erzeugt nur Lichtempfindungen, ob er nun von objektivem Licht, d. h. von Ätherschwingungen, getroffen werde oder von elektrischen Strömen, die man durch das Auge leitet, oder von Druck auf den Augapfel, oder von Zerrung des Nervensystems bei schneller Bewegung des Blickes."

Andererseits erzeugen "dieselben äußeren Einwirkungen, wenn sie verschiedene Sinnesnerven treffen, die verschiedenartigsten Empfindungen, diese immer entnommen aus dem Qualitätenkreise des betreffenden Nerves. Dieselben Ätherschwingungen welche das Auge als Licht fühlt, fühlt die Haut als Wärme. Dieselben Luftschwingungen, welche die Haut als Schwirren fühlt, fühlt das Ohr als Ton." (Ebenda, S. 224.)

Da die Qualität der Empfindungen jedoch an den "Qualitätenkreis" jedes Sinnesorganes gebunden ist, wendet sich Helmholtz dagegen, die Widerspiegelung der Gegenstände der Natur in den Empfindungen als Abbilder zu bezeichnen ..., "denn vom Bilde verlangt man irgend eine Art der Gleichheit mit dem abgebildeten Gegenstande ..." (Ebenda, S. 226.)

Helmholtz betrachtet die Sinneseindrücke als "Zeichen", die ihm kein leerer Schein, sondern Zeichen von Gegenständen oder Ereignissen sind, Sie ermöglichen, die in der Natur objektiv herrschenden Gesetze widerzuspiegeln. Mit diesen Hauptgedanken seiner Zeichentheorie vertritt Helmholtz einen eindeutigen materialistischen Standpunkt in der erkenntnistheoretischen Grundfrage. (Vgl. Kurt Wagner, Zur richtigen Deutung der Helmholtzschen Zeichentheorie. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie, Jahrg. 13, Heft 2 (1965), S. 162 ff).

Jedoch behält Helmholtz seine materialistische Grundposition nicht konsequent bei. Zeichen sind ihm nicht nur Widerspiegelung, sondern haben gleichzeitig symbolhaften Charakter. "Ein Zeichen aber braucht keine Art der Ähnlichkeit mit dem zu haben, dessen Zeichen es ist." (Ebenda, S. 226.)

Lenin weist darauf hin, dass Helmholtz mit diesen Gedanken seinen materialistischen Ausgangspunkt unterhöhlt und ein Element des Agnostizismus hineinbringt. Ein Zeichen, das gar keine Ähnlichkeit zu haben braucht, ist auch "in bezug auf gedachte Gegenstände durchaus möglich", wird also zu einem Symbol, das keine Beziehungen mehr zu unseren Gegenständen zu haben braucht. (Lenin, Materialismus und Empirio-kritizismus, S. 224.)

Diese materialistische Halbheit in den erkenntnistheoretischen Ansichten Helmholtz' und anderer bedeutender Naturwissenschaftler, z.B. Heinrich Hertz, boten dem sich entwickelnden Positivismus gute Ansätze für die Herausbildung seiner idealistischen Anschauungen. Obwohl Helmholtz in seinen philosophischen Ansichten immer wieder von den materialistischen Grundgedanken Kants ausgeht, greift er von seinen physikalisch-mathematischen Erkenntnissen aus einzelne Ansichten Kants an.

Das wird vor allem in seinen Arbeiten "Über die Axiome der Geometrie" deutlich. Im



---

Gegensatz zu Kant zeigt Helmholtz, dass die Axiome der Geometrie nicht zu Denkgesetzen gehören, die dem Menschen angeboren sind, sondern dass sie aus der Erfahrung entstanden sind. Die physiologischen Untersuchungen über die Sinneswahrnehmungen, in denen sich Helmholtz eingehend mit den Wahrnehmungen des Raumes beschäftigt, haben ihn zu diesen Erkenntnissen geführt.

Insgesamt jedoch wendet sich Helmholtz nicht von Kant und dessen idealistischer Lehre der dem Menschen angeborenen Denkgesetze ab. Das hatte zur Folge, dass Helmholtz wie auch Kant, sowohl von den Materialisten als auch von den Idealisten angegriffen wurde.

**35** Als Helmholtz nach Heidelberg berufen und seine Familie in das Neckarstädtchen übersiedelt war, verschlechterte sich der gesundheitliche Zustand seiner Frau zusehends. Sie starb am 28. Dezember 1859.

Helmholtz entbehrte sehr die harmonische Atmosphäre in seinem Haus, die ihm für seine wissenschaftliche Arbeit immer ein Kraftquell war, auch sorgte er sich um die Erziehung seiner Kinder. 1861 heiratete Helmholtz Anna von Mohl.



Abb. 9. Bronzebüste Hermann von Helmholtz, aus dem Besitz des Physiologischen Instituts Heidelberg

In seiner zweiten Ehe wurden ihm 3 Kinder, Robert, Ellen und Friedrich geboren. Seine Frau - reich an Begabung und Schönheit - machte das Haus Helmholtz' bald zu einem Mittelpunkt des geistigen Lebens und froher Geselligkeit. So gewann Helmholtz wieder Freude, die ihm ein tiefes Glücksgefühl verlieh und die alte Spannkraft seines Geistes und die Unermüdlichkeit in der Arbeit wiedergab.

**36** Die Lehrtätigkeit und die mit seinem Amt als Rektor, das er von 1877 bis 1878 an der Berliner Universität bekleidete, verbundenen Pflichten empfand Helmholtz im Laufe der Zeit immer mehr als eine Belastung.

Er wollte die Lehrtätigkeit, wie er in einem Briefe im Frühjahr 1885 schrieb, entweder aufgeben oder einschränken, Er erkannte selbst, dass es für ihn wichtiger sei, seine Kräfte, die ihm nach einer ersten Krankheit verblieben waren, vollständig auf die wissenschaftliche Forschung zu konzentrieren.

Dieser Wunsch Helmholtz' erfüllte sich bald. 1886 wurde er zum Präsidenten der

---

Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ernannt. Seine Aufgabe sah er jedoch nicht nur in der Erfüllung der ihm auferlegten Amtspflichten, in den verwaltungstechnischen und wissenschaftlich-organisatorischen Arbeiten, sondern er ging im gleichen Maße weiter seinen eigenen Forschungsarbeiten nach. Unermüdlich blieb er stets der forschende Wissenschaftler.

**37** Helmholtz war im Laboratorium den Studenten ein guter Lehrer, und jedem strebsamen Schüler war er ein wissenschaftlicher Freund. Täglich ging er durch das Laboratorium und gab seinen Schülern immer wieder gute Ratschläge und eine Fülle von Vorschlägen für die Überwindung der experimentellen Schwierigkeiten.

Was er während seines Studiums in Berlin an Gustav Magnus so rühmend hervorgehoben hatte, machte Helmholtz sich auch selbst zu eigen: frei zu sein von wissenschaftlicher Eifersucht und selbst auch Grundgedanken für ausgezeichnete wissenschaftliche Arbeiten seinen Schülern zu geben.

Sein langjähriger Assistent am physiologischen Institut in Heidelberg, Julius Bernstein, der nach der Berufung Helmholtz nach Berlin den Lehrstuhl für Physiologie erhielt, sagte von seinem Lehrer: "Wer das Glück gehabt hat, Helmholtz experimentieren zu sehen, wird den Eindruck nicht vergessen, welchen das zielbewusste Handeln eines überlegenen Geistes bei der Überwindung mannigfacher Schwierigkeiten hervorruft. Mit den einfachsten Hilfsmitteln aus Kork, Glasstäben, Holzbrettchen, Pappschachteln und dergleichen entstanden Modelle sinnreicher Vorrichtungen, bevor sie den Händen des Mechanikers anvertraut wurden.

Kein Missgeschick war imstande, die bewundernswerte Ruhe und Gelassenheit, welche dem Temperament von Helmholtz eigen war, zu erschüttern; auch das Ungeschick eines Anderen konnte sie nie aus ihrem Gleichgewicht bringen. Diejenigen, welche jahrelang unter seiner Leitung tätig waren, haben ihn bei solchen Anlässen niemals in Erregung gesehen." (Leo Königsberger, Hermann von Helmholtz, Bd. II, S. 16/17.)

Solch eine enge wissenschaftliche Zusammenarbeit, auf die Helmholtz in seiner Tischrede hinweist, zwischen ihm als dem Lehrer und einem seiner Schüler bildete sich u. a. bei der Lösung elektrodynamischer Probleme heraus.

Aus der im Juni 1875 der Berliner Akademie der Wissenschaften vorgelegten Arbeit "Versuche über die im ungeschlossenen Kreise durch Bewegung induzierten elektromotorischen Kräfte" wird ersichtlich, dass Helmholtz nach langer wissenschaftlicher Forschungsarbeit zu der Erkenntnis gelangte, die Annahme Faradays sei die einzig richtige Lehre. Er erkannte, dass diese Theorie mit den beobachteten Tatsachen übereinstimme und dass ihre Folgerungen nicht den allgemeinen Grundsätzen der Dynamik widersprachen.

Die Versuche, die die Richtigkeit dieser Theorie bewiesen, wurden jedoch nicht von Helmholtz, sondern von seinem bedeutenden Schüler Heinrich Hertz (1857-1894) gemacht. Helmholtz erkannte die ungewöhnliche Begabung von Hertz schon während der elementaren Übungsarbeiten im physikalischen Institut. Er wusste ihn für die Problematik der Elektrodynamik, mit der Hertz vorher während seines Studiums in München nicht bekannt geworden war, zu interessieren. Erfolgreich löste Hertz während des Studiums

---

eine von Helmholtz gestellte Preisfrage über die Trägheit der in Drähten fließenden Elektrizität.

Dadurch wurde Helmholtz in seiner Überzeugung von der Richtigkeit der Faradayschen Annahme bestärkt. Dennoch blieben weitere Fragen offen. Heinrich Hertz löste auch diese in glänzender Weise. Ständig berichtete er seinem Lehrer Helmholtz, der großen Anteil an der weiteren Entwicklung seines Schülers nahm, von seinen Experimenten und Arbeiten,

Als er 1887 in seiner bedeutenden Arbeit die Richtigkeit der Maxwellschen Theorie nachwies und diese Arbeit Helmholtz sandte, antwortete ihm sein Lehrer umgehend auf einer Postkarte: "Manuskript erhalten: Bravo! Werde es Donnerstag überreichen zum Druck. H. v. Hz." (Vgl. Johanna Hertz, Heinrich Hertz, Erinnerungen, Briefe, Tagebücher, Leipzig 1927, S. 180.)

Von Helmholtz angeregt, löste Hertz auch die schwierigste Aufgabe. Er wies die Richtigkeit der Maxwellschen Annahme nach, dass das Licht nichts anderes als elektromagnetische Schwingungen sei. Der allzu frühe Tod seines genialen Schülers - Heinrich Hertz starb am 1. Januar 1894 im Alter von 36 Jahren - erschütterte Helmholtz tief.

Wenige Wochen vor dem Abschluss seines eigenen Lebens schrieb Helmholtz das in seiner Form vollendete Vorwort zu den "Prinzipien der Mechanik" von Hertz. Darin heißt es u. a.:

"Für alle, die den Fortschritt der Menschheit in der möglichst breiten Entwicklung ihrer geistigen Fähigkeiten und in der Herrschaft der geistigen über die natürlichen Leidenenschaften, wie über die widerstrebenden Naturkräfte zu sehen gewohnt sind, war die Nachricht vom Tode dieses hervorragenden Lieblings des Genius eine tieferschütternde. Durch seltenste Gabe des Geistes und Charakters begünstigt hat er in seinem leider nur zu kurzem Leben eine Fülle fast unverhoffter Früchte geerntet, um deren Gewinnung sich während des vorausgehenden Jahrhunderts viele von den begabtesten seiner Fachgenossen vergebens bemüht haben...

Ich selbst habe diesen Schmerz tief empfunden, denn unter allen Schülern, die ich gehabt habe, durfte ich Hertz immer als denjenigen betrachten, der sich am tiefsten in meinen eigenen Kreis von wissenschaftlichen Gedanken eingelebt hatte, und auf den ich die sichersten Hoffnungen für ihre weitere Entwicklung und Bereicherung glaubte setzen zu dürfen". - (Vgl. Heinrich Hertz, Gesammelte Werke, Bd. 3, Leipzig 1894/1895, S. 5)

**38** Leopold Kronecker (1823-1891), Professor der Mathematik an der Universität Berlin.

August Kundt (1839-1894), Professor der Physik an der Universität Berlin.

Ernst von Mendelssohn Bartholdy (1858-1940), Senior des damaligen Bankhauses Mendelssohn und Co.

Edmund Zeller (1814-1908), Professor der Philosophie an der Universität Berlin.

---

## Literatur

Wichtige Schriften von Hermann von Helmholtz

1 Hermann von Helmholtz, Über die Erhaltung der Kraft. In: Ostwalds Klassiker Nr. 1, Leipzig 1945

2 Handbuch der physiologischen Optik, 1856/1867 (3 Bände)

3 Die Lehre von den Tonempfindungen, als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik, 2. Aufl., Braunschweig 1865

4 Hermann von Helmholtz, Wissenschaftliche Abhandlungen, 2 Bände, Leipzig 1883

5 Über die physikalische Bedeutung des Prinzips der kleinsten Wirkung, Crelle's Journal, Bd. 100, 1886. 1884

6 Hermann von Helmholtz, Vorträge und Reden, 3. Aufl., Braunschweig 1894

Literatur über Hermann v. Helmholtz

1 Leo Königsberger, Hermann von Helmholtz, Ein Lebensbild in 3 Bänden, Braunschweig 1903

2 Th. W. Engelmann, Hermann von Helmholtz Gedächtnisrede, Leipzig 1894

3 Emil du Bois-Reymond, Gedächtnisrede auf Hermann von Helmholtz. In: E. du Bois-Reymond, Reden, Bd. 2, 2. Aufl., 1912

4 Wilhelm Ostwald, Große Männer, 6. Aufl., Leipzig 1927

5 Philipp Lenard, Große Naturforscher, München 1929

6 Hermann Ebert, Hermann von Helmholtz, Stuttgart 1949

7 Max von Laue, Über Hermann von Helmholtz. In: Forschen und Wirken, Festschrift zur 150-Jahr-Feier der Humboldt-Universität zu Berlin, Bd. I, Berlin 1960

8 Gerhard Harig, Hermann von Helmholtz. In: Von Adam Ries bis Max Planck, Leipzig 1961

9 Herbert Hörz, Hermann von Helmholtz. In: Von Liebig bis Laue, Berlin 1963

10 Anna von Helmholtz - Ein Lebensbild in Briefen - Herausgegeben von Ellen von Siemens-Helmholtz, 2 Bände, Berlin 1929

11 Leo Königsberger, Hermann von Helmholtz' Untersuchungen über die Grundlagen der Mathematik und Mechanik, 1896

12 Emil Warburg, Helmholtz als Physiker, Karlsruhe 1921

13 Kurt Wagner, Zur richtigen Deutung der Helmholtzschen Zeichentheorie. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie, Jahrg. 13, Heft 2

14 Hans Wußing, Der philosophische Kampf um den Energiesatz.

In: Naturwissenschaft, Tradition, Fortschritt, Beiheft der Zeitschrift Geschichte der Naturwissenschaft, Technik und Medizin, Berlin 1963

Außer den in dieses Heft aufgenommenen Abbildungen gibt es noch folgende Bildnisse und Skulpturen von Hermann von Helmholtz

Englischer Kupferstich aus dem Jahre 1867

Porträt von Franz von Lenbach 1884

---

Originalphotographie aus dem Jahre 1891

Radierung von Louis Jacoby 1891

Hermann von Helmholtz als Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt mit einigen Gästen auf der Veranda seiner Wohnung (Photographie)

Pastellzeichnung von Franz von Lenbach 1894

Porträt von Franz von Lenbach 1894

Aufnahme von Dr. C. R. Maanim kleinen Hörsaal des Physikalischen Instituts der Berliner Universität am 7.7. 1894

Helmholtz-Denkmal von Ernst Herter 1899