

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
HEIDELBERG



Heidelberger Texte zur
Mathematikgeschichte

Hermann von Helmholtz

von

Dr. Julius Reiner

Elektronische Ausgabe des 1. (biographischen) Teils

erstellt von

Gabriele Dörflinger

Universitätsbibliothek Heidelberg

2013

<http://www.ub.uni-heidelberg.de/archiv/14685>

Quelle

S. 1 - 53 (= Teil I) aus:

Reiner, Julius (1871–1930):

Hermann von Helmholtz / von Dr. Julius Reiner. - Leipzig : Theod. Thomas, [1905]. - 203 S. - (Klassiker der Naturwissenschaften ; 6)

Signatur UB Heidelberg: *F 6834-7-4*

Zum Verfasser

JULIUS REINER wurde nach den Angaben des Katalogs der *Deutschen Bibliothek* 1871 geboren und hat eine ganze Reihe philosophischer Schriften verfasst. Seine letzte Schrift *Zarathustra* (1930) wurde von ERICH SCHMITT herausgegeben. Dieser schreibt im Vorwort:

Der Aufforderung des Verlages, das vorliegende Werk aus dem Nachlaß des während der Drucklegung verstorbenen Herrn Verfassers herauszugeben, habe ich gerne Folge geleistet. . . .

Bonn am Rhein, 30. März 1930.

Prof. Dr. Erich Schmitt.

Die Dissertation Julius Reiners ist im *Jahresverzeichnis der an den deutschen Universitäten erschienenen Schriften* zwischen 1890 und 1910 nicht nachgewiesen. Falls er nicht an einer ausländischen Universität promoviert wurde, könnte er mit JUDA REINER identisch sein. Zu diesem erhält man im oben genannten Verzeichnis in Band 11 (1895/96) unter der Nr. HA 106 die Angaben:

Reiner, Juda [aus Krakau]: Malebranche's Ethik in ihrer Abhängigkeit von seiner Erkenntnistheorie und Metaphysik.

Halle a.S. 1896, * 11.9.1871

Geburtsjahr und Fachrichtung stimmen jedenfalls überein.

Zum Werk

Das gesamte 203-seitige Werk ist unter JSCHOLARSHIP¹ digitalisiert verfügbar. Die Heidelberger elektronische Ausgabe beschränkt sich auf den biographischen Teil des Werkes.

Der II. Teil umfasst die Kapitel:

Helmholtz' physikalische Weltanschauung.

Die Lehre von den Tonempfindungen.

Tatsachen und Probleme der physiologischen Optik.

Der Autor, der keine Fußnoten verwendet und keine Literaturliste angibt, benutzt offensichtlich die dreibändige Helmholtz-Biographie² LEO KOENIGSBERGERS für den biographischen Teil seines Werkes.

¹<http://jhir.library.jhu.edu/handle/1774.2/34261>

²Leo Koenigsberger, Hermann von Helmholtz, 1902-1903; digital: <http://ub-fachinfo.uni-hd.de/math/htmg/HHelmholtz.htm>



HERMANN HELMHOLTZ³

³Das Portrait Hermann von Helmholtz' wurde 1891 in Florenz angefertigt.

Inhaltsverzeichnis

I. Teil.	5
Hermann Helmholtz' Jugendjahre.	5
Helmholtz als Eleve des Friedrich-Wilhelms-Institutes.	5
Helmholtz als Militärarzt.	8
Helmholtz als Lehrer an der Kunstakademie.	10
Die Berufung nach Königsberg.	10
Helmholtz als Professor in Bonn.	14
Die Heidelberger Epoche.	15
Helmholtz als Professor der Physik in Berlin.	24
Helmholtz als Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.	36
II. Teil. (nicht in dieser digitalen Ausgabe enthalten)	
Helmholtz' physikalische Weltanschauung.	
Die Lehre von den Tonempfindungen.	
Tatsachen und Probleme der physiologischen Optik.	

Hermann Helmholtz' Jugendjahre.

(1821 – 1838)

Am 31. August 1821 wurde dem Potsdamer Gymnasiallehrer FERDINAND HELMHOLTZ sein erster Sohn, HERMANN LUDWIG FERDINAND, geboren. In seinen ersten sieben Jahren machte das körperlich kränkliche Kind den Eltern viel zu schaffen, ein Umstand, der auch seinen ersten Unterricht ein wenig hemmte. Obwohl Hermann mit sieben Jahren die Volksschule des Potsdamer Schullehrerseminars besuchte, so war er doch durch häufige Kränklichkeit vom regelmäßigen Unterricht ausgeschlossen. Trotzdem soll er schon damals die Lehrer durch seine schnelle Auffassung — besonders in der Geometrie — überrascht haben.

Auf dem Gymnasium seiner Heimatstadt, das er vom Frühling 1830 bis zum September 1838 besuchte, litt er anfangs unter seinem nicht besonders guten Gedächtnis. Fünfzig Jahre später äußerte sich Helmholtz darüber folgendermaßen: „Als erstes 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. Gedichte von großen Meistern behielt ich sehr leicht, etwas gekünstelte Verse von Meistern zweiten Ranges lange nicht so gut.“

Den jungen Gymnasiasten schildern seine Mitschüler als zurückhaltend, gesetzt und gegen die schwächeren von ihnen als stets wohlwollend. Seine Vorliebe für Naturwissenschaften hat schon damals den hervorstechendsten Zug seiner Begabung verraten, obwohl sein Abgangszeugnis vom Gymnasium seine Kenntnisse in den anderen Gegenständen auch lobend hervorhebt. Sein Vater, der an demselben Gymnasium als Philologe tätig war, leitete mit sicherer Hand die Erziehung seines Sohnes, und es läßt sich nicht leugnen, daß er es war, der bei seinem Sohne jene Liebe für die Kunst und Literatur großzog, die ihn vor jener Einseitigkeit bewahren sollte, in die viele Fachgelehrte zu verfallen pflegen.

Helmholtz als Eleve des Friedrich-Wilhelms-Institutes.

(1838 – 1842)

Mit 17 Jahren sehen wir den jungen Helmholtz in das Königl. medizinisch-chirurgische Friedrich-Wilhelms-Institut zu Berlin eintreten. Da die Mittel des Vaters nicht ausreichten, um den Sohn Medizin studieren zu lassen, so blieb ihm nichts anderes übrig, als diesen nicht besonders bequemen Weg zu betreten. Die Eleven dieses Institutes werden auf Staatskosten zu Ärzten ausgebildet, aber nur gegen die Verpflichtung, mehrere Jahre nach vollendeter Ausbildung als Militärärzte tätig zu sein.

Einem Briefe an seine Eltern entnehmen wir folgende Stelle, die seinen damaligen Lehrplan schildert: „Wir haben wöchentlich 48 Stunden: 6 Chemie in Mitscherlichs

Wohnung, 6 allgemeine Anatomie, 4 Splanchnologie (Die Lehre von den Eingeweiden), 3 Osteologie (Knochenkunde), 3 Anatomie der Sinnesorgane. Diese alle außer der Osteologie im anatomischen Theater. Letztere nebst 4 Physik bei Turte und 2 medizinische Enzyklopädie bei Hecker in der Universität, 2 Logik bei Wolf im anatomischen Theater! 3 Geschichte bei Preuß, 2 Latein bei Hecker, 1 Französisch bei einem Prediger Goßhauer in dem Institut. Außerdem haben wir zwölf Repetitionsstunden, die aber erst in 14 Tagen angehen.“

Der Vater erteilt dem jungen Studenten Ratschläge über sein Verhalten und ermahnt ihn, die Musik nicht zu vernachlässigen, worauf er antwortet: „Was Ihr fürchtet, daß ich die Musik werde liegen lassen, glaube ich, wird dadurch verhindert, daß mir eben die neuere Musik, welche mein Gefährte (mit dem er das Zimmer teilte) so liebt, nicht genügt, und ich daher, um tiefere zu hören, selbst spielen muß; auch ist mir selten der Ausdruck und Vortrag eines anderen genügend; ich habe immer weit mehr Vergnügen an der Musik, wenn ich sie selbst ausführe . . . Das Essen hier im Institut ist nicht so schlecht, wie es die meisten beschreiben, obgleich nicht so kräftig wie Privatkost. Suppe und Gemüse können wir zweimal bekommen, nur Fleisch gibt es nur einmal.“

Das Studium scheint den jungen Helmholtz sehr interessiert zu haben, er besuchte die Vorlesungen und ergänzte seine Kenntnisse außerdem noch aus Büchern.

Seine allgemeine Ausbildung wird dabei durchaus nicht vernachlässigt. Er liest Byron, Homer, Kant, letzteren allerdings ohne besonderes Behagen, während er von Homer sich nur schwer trennen kann. Auch das gesellschaftliche Leben wird nicht vernachlässigt; mit einem Worte, der junge Helmholtz hat ebenso wie der alte mit seiner Zeit haushälterisch umzugehen verstanden.

Von besonderem Einfluß auf seinen Ideengang waren damals die Vorlesungen von JOHANNES MÜLLER (1801 – 1858). Dieser Einfluß blieb für die Entwicklung des zukünftigen Physiologen Helmholtz von einschneidender Bedeutung, wie wir das noch später sehen werden.

JOHANNES MÜLLER nimmt in der modernen Naturwissenschaft einen hervorragenden Platz ein, nicht bloß wegen seiner eigenen Leistungen, sondern auch wegen der befruchtenden Tätigkeit, die von ihm als Lehrer ausging.

Wie die Physiologen seiner Zeit, war auch MÜLLER Vitalist. Die Lebenskraft war ihm zwar eine andere Kraft als die, welche die leblose Natur beherrscht, aber er dachte sich diese Kraft als eine physikalisch-chemische Funktion. Sein Streben ging dahin, die Lebenserscheinungen mechanisch zu erklären. Trotz der Detailforschung, die er besonders pflegte, blieb sein Blick stets auf das Ganze gerichtet, dieser Zug auf das Ganze kehrt dann bei Helmholtz immer wieder.

Die Naturphilosophie stand damals unter dem Einflusse der SCHELLINGSchen und HEGELSchen Ideen, sie verlor sich in phantastischen Spekulationen, die das Detail, das Experiment gänzlich vernachlässigten. Für sie galt es, das Universum einheitlich zu deuten, ein würdiges Ziel, das aber in den gewählten Mitteln gänzlich fehlschlug. JOHANNES MÜLLER verband nun dieses Ziel mit der exakten Untersuchungsmethode, wodurch er der Wissenschaft einen unschätzbaren Dienst leistete. Dieser Zug auf das Ganze tritt uns schon in seiner Habilitationsrede: „Von dem Bedürfnis der Physiologie nach einer philosophischen Naturbetrachtung“ entgegen. Die vergleichende Physiologie wurde auf diese Weise erst ermöglicht. Sowohl in seinen Vorlesungen als auch in seinen Schriften finden wir das Bestreben, der Physiologie eine breite Basis zu geben und sie im Zusammenhange mit den benachbarten Gebieten zu behandeln.

In erster Reihe kamen die physiologischen Forschungen der Psychologie zustatten. In seiner Doktorprüfung verteidigte bereits JOHANNES MÜLLER die These: „Psychologus nemo nisi Physiologus“, eine These, die man heute nicht mehr zu verteidigen braucht, da sie unbedingte Anerkennung gefunden hat.

Zusammengefaßt hat MÜLLER seine Untersuchungen in seinem „Handbuch der Physiologie“, das noch heute als Muster einer Darstellung eines der wichtigsten Zweige der modernen Naturwissenschaft angesehen werden kann. Zwar sind viele von den Einzelheiten dieses Werkes längst überholt, die bessere Untersuchungstechnik hat manches seiner Ergebnisse modifiziert, aber als Ganzes betrachtet, ist es noch immer ein Meisterwerk.

Der Einfluß, den JOHANNES MÜLLER auf Helmholtz ausgeübt hat, läßt sich bei der Wahl seines Themas zur Doktordissertation schon erkennen. Er wählte eine mikroskopisch- anatomische Arbeit (De Fabrica Systematis nervosi Evertibratorum) und wies nach, daß die Nervenfasern aus den von Ehrenberg 1833 entdeckten Ganglienzellen entspringen. Der bisher vergeblich gesuchte Zusammenhang von Nervenfasern und Nervenzellen, und damit der Nachweis der zentralen Natur dieser Zellen wurde von Helmholtz für wirbellose Tiere erwiesen.

Mit dieser ersten Arbeit betrat Helmholtz das Gebiet der exakten Physiologie, die er durch seine späteren Arbeiten um ein beträchtliches Stück weiter brachte. Die rein theoretisierenden Überlegungen mußten allmählich den durch Experiment gefundenen Tatsachen weichen, die Spekulation wurde durch das Mikroskop und die Chemie verdrängt. Erst nachdem auf diese Weise eine große Anzahl von Spezialfällen untersucht wurde, konnte man zu einer systematischen Gliederung der Erscheinungen gelangen, und die auf diesem Wege gefundene Übereinstimmung oder Abweichung der gewonnenen Resultate bildete die Basis zur Aufstellung allgemeiner Gesetze. In diesem Verfahren liegt eben der große Fortschritt der modernen Naturwissenschaft, für die die Welt der Erscheinungen und nicht die der Ideen den Ausgangspunkt bildet. Während man früher auf Grund abstrakter Begriffe die Welt zu erklären suchte, beginnt die moderne Naturwissenschaft mit den realen Tatsachen der Außenwelt und nicht mit denen der Innenwelt ihre Untersuchungen.

Die alte Methode nennt man die *deduktive*, die neue — *induktive*. Allerdings verschließt sich die neue Methode nicht den gelegentlichen Vorteilen, die die Deduktion der Forschung bietet, aber sie ist sich immer dessen bewußt, daß es eben eine Deduktion ist, die erst dann zu einer brauchbaren Wahrheit, Erkenntnis wird, wenn die Induktion sie bestätigt hat. Es kann etwas logisch richtig abgeleitet werden, ohne daß es tatsächlich ist; das Vernünftige ist nicht immer auch das Wirkliche, obwohl unsere Denkungsweise immer darauf losarbeitet, eine Harmonie zwischen beiden herzustellen.

Will man exakte Naturwissenschaft treiben, so heißt es immer: die Natur, die Außenwelt mit allen uns zu Gebote stehenden Mitteln ausfragen, und das tat auch Helmholtz gleich in seinen ersten Untersuchungen, auf Grund deren er am 2. November 1842 zum Doktor promoviert wurde. Er arbeitete auch eine Zeitlang darauf im Laboratorium von JOHANNES MÜLLER, und als Frucht dieser Arbeit erscheint im Jahre 1843 seine Abhandlung „Über das Wesen der Fäulnis und Gärung“.

Helmholtz als Militärarzt.

(1843 – 1848)

Vom 1. Oktober 1843 bis zum Sommer 1848 mußte Helmholtz — gemäß seiner Verpflichtung für die kostenlose Ausbildung in der Medizin — als Eskadronchirurgus bei den Gardehusaren und als Militärarzt im königl. Regiment der Gardes-du-Corps in Potsdam dienen. Obwohl der wissenschaftlichen Umgebung entrückt, richtete er sich in seiner Kaserne ein kleines physikalisch-physiologisches Laboratorium ein, in dem ihn seine Berliner Studienkollegen DU BOIS-REYMOND und BRÜCKE zu besuchen pflegten, um über wissenschaftliche Arbeiten sich zu unterhalten. Des öfteren pflegte auch der 23jährige Helmholtz nach Berlin zu fahren, um bei seinem Lehrer und Meister MÜLLER sich wissenschaftlichen Rat und Aufklärung zu verschaffen. Hier lernte er auch einige gleichstrebende junge Kollegen kennen, mit denen ihn wissenschaftliche und freundschaftliche Interessen für das ganze Leben verbinden sollten.

Die Frage nach dem Zusammenhange der Muskelarbeit und Wärme beschäftigte ihn damals, und mit den primitivsten Versuchsapparaten gelang es ihm, zu Resultaten zu gelangen, die allmählich das Bild der damaligen Weltanschauung wesentlich ändern sollten.

Um diese Zeit lernte er auch seine spätere Frau OLGA kennen. Seine Schwägerin schildert den jungen Gelehrten folgendermaßen: „Sehr ernst und innerlich, etwas ungewandt und beengt unter zum Teil lebhaft angeregten und weltkundigen jungen Männern, war es ganz charakteristisch, was man mir bei seiner Vorstellung sagte: ein sehr gescheiter Mensch, aber Sie müssen ihn erst ausgraben; das wurde dann in der Tat eine Schatzgräberei.“ Helmholtz musizierte damals viel mit seiner Braut, versuchte sich auch in kleinen Gedichten und spielte sogar mit gutem Erfolg in einigen Theateraufführungen mit, ohne aber seine wissenschaftlichen Untersuchungen ganz zu vergessen.

Mitte Februar 1847 schickte er an DU BOIS einen Entwurf, der die Einleitung zu seiner Lehre von der Erhaltung der Kraft bilden sollte. Wie Helmholtz selbst an sich Kritik zu üben pflegte, geht aus dem Begleitschreiben an seinen Freund hervor; „Nicht weil ich damit fertig zu sein glaube, denn ich habe eben beim Durchlesen gesehen, daß vielleicht nichts darin bleiben kann, sondern weil ich noch nicht absehe, wie oft ich ihn noch umarbeiten muß, ehe er fertig ist, und weil ich zu erfahren wünsche, ob Du die Art der Darlegung für eine solche hältst, die bei Physikern Eingang finden kann. Ich habe mich bei der letzten Ausarbeitung zusammengenommen und Alles über Bord geworfen, was nach Philosophie roch, soweit es nicht dringend nötig war, darum mögen einige Gedankenlücken geblieben sein. Du wirst aber ungefähr die Art der Beweisführung daraus sehen können. Eile hat es nicht mit dem Durchlesen, tue es nach Muße, und schreibe mir dann; wo Du Dunkelheiten oder Lücken im Einzelnen findest, bemerke es am Rande; vielleicht komme ich in einiger Zeit selbst einmal nach Berlin, um mich mündlich mit Dir zu besprechen.“

Die in dieser Abhandlung niedergelegten Resultate hat Helmholtz noch vor ihrer Veröffentlichung am 23. Juli 1847 in der Berliner Physikalischen Gesellschaft mitgeteilt.

In der damaligen Gelehrtenwelt machte diese grundlegende und für den Gang der naturwissenschaftlichen Erkenntnis bahnbrechende Arbeit Aufsehen, obwohl es auch nicht an verständnislosen Beurteilern und Neidern fehlte, die die Tragweite der Lehre

von der *Erhaltung der Kraft* nicht erkannten, oder sie als eine bereits bekannte Tatsache hinzustellen suchten.

Auf diesen Punkt werden wir im zweiten Teile unserer Darstellung noch zurückkommen, hier möge nur soviel erwähnt werden, daß Helmholtz — nach dem Ausspruche seines Biographen LEO KÖNIGSBERGER — durch seine Arbeit über die Erhaltung der Kraft in die erste Reihe nicht nur der Physiker, sondern auch der Physiologen getreten war, welche in diesem Prinzip ein unschätzbare Mittel zur Bekämpfung der Lebenskraft erblickten.

Im Januar 1848 bewarb sich Helmholtz um die freigewordene Lehrerstelle für Anatomie an der Berliner Kunstakademie. JOHANNES MÜLLER berichtete über ihn an den Minister: „Dr. Helmholtz hat sich bereits durch seine Inauguralschrift von 1842 als begabt und talentvoll zu erkennen gegeben. Seit dieser Zeit hat er in verschiedenen Schriften und Abhandlungen, die in seiner Eingabe namentlich aufgeführt sind, seine Anlage weiter dokumentiert. Er gibt sich darin als einen anatomisch-physiologischen Beobachter von großer Geschicklichkeit und sehr vielseitiger Bildung zu erkennen, von dem die Wissenschaft noch große Leistungen zu erwarten hat. Unter den talentvollen Männern, welche für das Feld der Anatomie und Physiologie hier ihre Bildung erhalten haben, und welche zum Teil bereits Lehrstühle an Universitäten des Auslandes und Inlandes einnehmen, ist Helmholtz eines der selteneren großen Talente, die ich vorzugsweise auszeichne. Seine Bildung und seine Kräfte sind nach mehreren Richtungen zugleich ausgezeichnet. Denn was in Beziehung auf seine anatomisch-physiologischen Arbeiten anerkennend gesagt worden, würde in gleicher Weise auch von seinen physikalischen Studien und seinen tiefgehenden mathematischen Kenntnissen zu wiederholen sein. . . .“ Auf Grund dieser Empfehlung wurde Helmholtz aufgefordert, am 19. August 1848 vor dem Senat und den Lehrern der Akademie eine Probevorlesung zu halten. Der Inhalt dieser im Nachlasse aufgefundenen Vorlesung beweist, daß Helmholtz sich genau der Aufgabe bewußt war, die ihm als Lehrer der Anatomie an einer Kunstakademie oblag. Er zeichnete den Unterschied zwischen der Anatomie, die man Medizinern und der, die man Künstlern vorzutragen habe, in großen und klaren Zügen und sagte u. a.: „Wie die Anatomie mit dem Künstler zu betreiben sei, das muß sich am besten entscheiden lassen, wenn wir bestimmen, wozu die Anatomie dem Künstler behilflich sein solle, und wozu sie nötig sei? Die antiken Künstler haben das Innere des menschlichen Körpers nicht kennen gelernt. Die Alten hatten teils eine natürliche, unüberwindliche Scheu vor der Zergliederung von Leichnamen, teils wurden sie von ihren religiösen Vorstellungen daran gehindert. . . . Der Mediziner mag allenfalls aus der Zergliederung dieses menschenähnlichen Tieres (des Affen) das notwendigste entnehmen können, und doch finden sich auch bei den berühmtesten medizinischen Schriftstellern des Altertums, z. B. GALEN, einige anatomische Angaben, welche für den Menschen unrichtig sind und nur für den Affen zutreffen. Den Künstlern würde dieses Surrogat der menschlichen Anatomie doch von keinem Nutzen haben sein können, sie blieben beschränkt auf die sorgfältigste Beobachtung der Oberfläche des Körpers, höchstens blieb es ihnen überlassen, wenn sie bei Tieren Knochen, Muskeln und Sehnen in ihrer Verbindung kennen gelernt hatten, dieselben beim Menschen, so gut es ging, durch die Haut hindurch mit Auge und Tastsinn sich aufzusuchen und ihre Gestalt zu erforschen.

Und doch, trotz dieser beschränkten Hilfsmittel, diese wunderbare Vollendung in den Kunstwerken des Altertums, nicht nur die genaueste Kenntnis der ruhenden Form, mit dem empfindlichsten Schönheitssinn in allen Verhältnissen nachgeahmt,

sondern auch die feinste Berücksichtigung des lebendigen Muskelspiels in den Bewegungen. . . .

Man sollte fast fragen, wozu überhaupt Anatomie, wenn die höchste Entwicklungsstufe der Skulptur ohne Anatomie erreicht werden konnte? Wozu etwas weiteres studieren als die Oberfläche, da die Kunst ja weiter nichts in die Erscheinung zu bringen hat als die Oberfläche? Hierauf ist einmal zu erwidern, daß selbst an diesen Werken des wunderbarsten Nachahmungstalentes, des ausgebildetesten Schönheits-sinnes und wahrscheinlich auch des eisernsten Fleißes doch nicht wenige kleinere Fehler vorkommen, welche ein guter Kenner der Anatomie selbst bei geringerer Geschicklichkeit, als der bildende Künstler besaß, zu umgehen gewußt haben würde. . . .“

Da Helmholtz noch drei pflichtmäßige Dienstjahre als Militärarzt abzudienen hatte, mußte sich ALEXANDER VON HUMBOLDT um seine Befreiung aus diesem Dienstverhältnisse beim Ministerium verwenden. Daraufhin wurde Helmholtz an der Kunstakademie mit einem Gehalt von 400 und als Gehilfe beim anatomischen Museum mit 200 Thalern jährlich angestellt.

Helmholtz als Lehrer an der Kunstakademie.

(1848 – 1849)

In dieser neuen Stellung sollte jedoch Helmholtz nicht lange verbleiben. Dank seinem fortgesetzten Eifer, mit dem er sich der Lösung exakt wissenschaftlicher Probleme zuwandte, gelang es ihm, die Aufmerksamkeit der wissenschaftlichen Kreise auf sich zu lenken. Als in Königsberg durch die Berufung BRÜCKES nach Wien der Lehrstuhl für Physiologie frei wurde, wurde Helmholtz zum außerordentlichen Professor der Physiologie mit einem etatsmäßigen Jahresgehalt von 800 Thalern ernannt und aufgefordert, noch im Sommersemester 1849 sein neues Lehramt anzutreten.

Die Berufung nach Königsberg.

(1849 – 1855)

Mit der neuen Anstellung wurde es Helmholtz erst ermöglicht, seine Braut heimzuführen. Die Eltern des jungen Professors schwelgten im Glücke, und der Vater, dem es nach einer viel längeren und anstrengenderen Laufbahn nicht möglich war, es zu einer so angesehenen und gut dotierten Stellung zu bringen, schreibt am 16. September 1849 an seinen Hermann: „Liebe Kinder! Wenn ich nur wüßte, wie und was ich schreiben sollte, um Euch eben solche Freude durch meinen Brief zu machen, als Ihr mir durch den Eurigen gemacht habt! Hier ist in unserm stillen Leben alles beim Alten; . . . Olga halte deinen Hermann zur Ordnung an, denn das ist seine schwache Seite, und wenn er einmal Vater sein wird, muß er darin seinen Kindern ein strengeres Beispiel geben, als ich ihm gegeben habe . . .“

Es dauerte nicht lange, und Helmholtz lebte sich in sein neues Amt und seine neue Umgebung ein. Die Vorbereitungen zu den Vorlesungen nahmen ihm viel Zeit in Anspruch, die wissenschaftliche Forschung wurde aber trotzdem nicht vernachlässigt. Er

beschäftigte sich damals mit den Untersuchungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenreizung, auf die wir noch später zurück kommen. Wieder ist es DU BOIS-REYMOND, der zuerst Kenntnis von diesen Arbeiten erhält und aufgefordert wird, diese Abhandlung der Physikalischen Gesellschaft in Berlin vorzulegen „und in ihren Akten als Prioritätswahrung zu deponieren.“ Die Aufnahme dieser Arbeit in Berlin wird von DU BOIS folgendermaßen geschildert: „Deine Arbeit, ich sage es mit Stolz und Trauer, ist hier in Berlin nur von mir verstanden und gewürdigt worden. Du hast die Sache nämlich, nimm es mir nicht übel, so maßlos dunkel dargestellt, daß Dein Bericht höchstens für eine kurze Anleitung zur Wiedererfindung der Methode gelten konnte. Die Folge war, daß MÜLLER sie nicht wieder erfand, und die Akademiker nach seinem Vortrage sich vorstellten, Du hättest die Zeit, die auf den Vorgang im Muskel verfließt, nicht zu eliminieren gewußt ... In der Gesellschaft trug ich es vor, ... HUMBOLDT aber war ganz depaysiert und weigerte sich, Deine Schrift nach Paris zu schicken, worauf ich mich erbot, sie zur Verständlichkeit umzuarbeiten. Ich habe dies nun auf meine Verantwortung getan ...“

Allmählich bahnte sich aber diese Untersuchung auch den Weg, und schon am 12. Februar 1850 konnte A. VON HUMBOLDT an Helmholtz schreiben: „Es gehört Ihr Scharfsinn und Ihr Talent im Experimentieren mit den feinsten Vorrichtungen dazu, um Zeitteile zu messen, in denen die Nervenwirkung sich fortpflanzt. Sie werden mir und unserem gemeinschaftlichen Freunde du Bois verzeihen, wenn durch eine neue Abschrift er Einiges sprachlich richtiger und deutlicher gemacht, ohne im geringsten gewagt zu haben, zuzusetzen oder den Sinn zu verändern. Ich habe sogleich den Aufsatz durch die hiesige französische Gesandtschaft mit einem sehr empfehlenden Briefe an Mr. ARAGO mit der Bitte gesandt, ihn bald der Akademie mitzuteilen und in die Comptes rendus einzurücken. Eine so merkwürdige Entdeckung spricht durch das Erstaunen, das sie erregt ...“

Getreu der induktiven Methode hat Helmholtz in der folgenden Zeit seine Versuche über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenreize nicht bloß an Fröschen, sondern auch an sich und anderen Menschen fortgesetzt, um durch die Häufung der gewonnenen Resultate seiner Entdeckung eine sichere Grundlage zu gewähren. Er veröffentlichte in kurzen Zwischenräumen seine Untersuchungen, die der Physiologie ein völlig neues und unabsehbares Forschungsgebiet eröffnet haben. Ganz abgesehen von der direkten Förderung der mit diesen Untersuchungen zusammenhängenden Wissenschaft, haben dieselben auch auf weit ab liegenden Wissenszweigen eine Berichtigung angebahnt. Insbesondere war es die mechanistische Weltauffassung, die durch diese Untersuchungen befestigt wurde.

Scheinbar ganz aus dem Rahmen seiner Tätigkeit fällt eine Erfindung, die Helmholtz Ende 1850 gemacht, und die zu seiner Berühmtheit vielleicht mehr beigetragen hat, als alle vorausgegangenen und nachfolgenden Untersuchungen. Die praktische Tragweite dieser Erfindung war es hauptsächlich, die den Namen des Königsberger Professors über alle zivilisierten Länder verbreiten half, obwohl Helmholtz selbst, wie aus seinen zahlreichen Äußerungen und Briefen hervorgeht, kein so großes Gewicht auf diese Erfindung zu legen pflegte, wenn er auch die Bedeutung derselben durchaus nicht unterschätzte.

Nachdem Helmholtz seine *Erfindung des Augenspiegels* am 6. Dezember 1850 der Physikalischen Gesellschaft in Berlin mitgeteilt, schreibt er einige Tage darauf seinem Vater: „Betreffs der Zeitmessungen habe ich bis jetzt noch keine neueren Resultate, sondern die Zeit mit Konstruktion anderer Apparate und nötigen Vorar-

beiten hingebacht. Außerdem habe ich aber bei Gelegenheit meiner Vorträge über Physiologie der Sinnesorgane eine Erfindung gemacht, welche möglicherweise für die Augenheilkunde von dem allerbedeutendsten Nutzen sein kann. Sie lag eigentlich 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. Es ist nämlich eine Kombination von Gläsern, wodurch es möglich wird, den dunkeln 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 Teile des Auges ohne Vergrößerungen sieht, weil die durchsichtigen Teile des Auges dabei die Stelle einer Lupe 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. . . . Durch meine Erfindung wird die speziellste Untersuchung der inneren Gebilde des Auges möglich . . . “

Der Begründer der modernen Augenheilkunde GRAEFE hat sich dieser wichtigen Erfindung bei seinen Untersuchungen bald zu bedienen gewußt, und es unterliegt keinem Zweifel, daß die Erfindung des Augenspiegels der wissenschaftlichen Ophthalmologie zu ihrem Aufschwunge stark verholfen hat.

Wie bescheiden Helmholtz über diese bahnbrechende Erfindung dachte, geht aus seiner Äußerung hervor, die er 40 Jahre später machte, und die charakteristisch für die Geschichte nicht nur dieser, sondern der meisten bedeutendsten Erfindungen ist, weil dabei der Zufall und nicht die Absicht die hauptsächlichste Rolle spielt.

„Der Augenspiegel — erzählt Helmholtz — ist wohl die populärste meiner wissenschaftlichen Leistungen geworden, aber ich habe schon den Augenärzten berichtet, wie dabei das Glück eine unverhältnismäßig größere Rolle gespielt hat als mein Verdienst. Ich hatte die Theorie des Augenleuchtens, die von BRÜCKE herrührte, meinen Schülern auseinanderzusetzen. BRÜCKE war hierbei eigentlich nur noch 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 hin und her, um zu sehen, wie ich es am einfachsten meinen Zuhörern würde vortragen können, und stieß dabei auf die bezeichnete Frage . . . ich machte mich sogleich daran, das Instrument aus Brillengläsern und Deckgläschen 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.“

Mit unermüdlichem Eifer und Fleiß arbeitet Helmholtz um diese Zeit an dem Ausbau der Physiologie der Sinne und Nerven, sogar die Ferien werden dazu benutzt, um die physiologischen Institute und die führenden Geister auf diesem Gebiete zu besuchen. Anerkennungen und Ehrenbezeugungen werden dem jungen Gelehrten immer mehr entgegengebracht, sie tragen aber dazu bei, ihm das Unzulängliche seiner eigenen Leistungen, die er mit dem Maßstabe seines Wollens mißt, ins Bewußtsein zu führen. Es vergeht fast kein Semester, in dem nicht irgend eine wichtige Unter-

suchung ausgeführt wurde. Dabei ist er als Universitätsprofessor stark in Anspruch genommen, die private Korrespondenz mit den wissenschaftlichen Autoritäten seines Faches verlangt ebenfalls viel Zeit, trotzdem ist seine Arbeitskraft immer im Steigen begriffen, wie das die große Anzahl seiner größeren und kleineren Arbeiten beweist.

In Anerkennung seiner wissenschaftlichen Leistungen wird er um diese Zeit zum ordentlichen Professor der Physiologie in Königsberg ernannt.

Am 28. Juli 1852 hielt er seinen Habilitationsvortrag „*Über die Natur der menschlichen Sinnesempfindungen*“. Mit diesem Vortrage sehen wir Helmholtz ein neues Forschungsgebiet betreten. Er stellt sich keine leichte Aufgabe. Auf Grund der experimentellen Physiologie will er die äußerst schwierigen und verwickelten erkenntnistheoretischen und psychologischen Fragen beantworten. Ein ungeheures Maß von Wissen ist dazu erforderlich gewesen, um damals die Frage in ihrer ganzen Tragweite formulieren zu können. Wir ersehen aus diesem Vortrage, daß Helmholtz auch auf dem Gebiete der Philosophie sich umgesehen hatte, und daß er mit viel kritischem Geist an diese Fragen herangetreten war. Es gehörte auch keine geringe Ausdauer des Denkens dazu, um diese Probleme in ihrer Vielseitigkeit zu erfassen und den neuen Gesichtspunkten unterzuordnen.

Während Helmholtz durch seine früheren Arbeiten nur die Aufmerksamkeit der Physiker und Physiologen auf sich gezogen hatte, lenkte dieser Habilitationsvortrag auch die Aufmerksamkeit der Philosophen auf ihn; allerdings trug er ihm von dieser Seite wenig Beifall ein.

Im August 1853 trat Helmholtz seine erste Reise nach England an und wurde von den dortigen Fachgenossen mit großen Ehren empfangen. Er nahm am Kongreß der „British Association“ in Hull teil, wo er auch an der Diskussion sich beteiligte. Seinem Freunde LUDWIG-Wien berichtet er über seine Reiseeindrücke: „England ist ein großes Land, und man fühlt hier, was für ein großartiges und herrliches Ding die Zivilisation ist, wenn sie in alle kleinsten Beziehungen des Lebens eindringt. Gegen London sind Berlin und Wien doch nur Dörfer. London läßt sich gar nicht beschreiben, man muß das dortige Treiben mit eigenen Augen gesehen haben, es ist ein Lebensereignis, es zu sehen, man lernt dort das menschliche Treiben nach anderem Maßstabe zu beurteilen.“

Nach Königsberg zurückgekehrt warf er sich mit frischem Eifer auf seine Untersuchungen. Diesmal war es die Optik, die ihn besonders beschäftigte. Die Vielseitigkeit seiner Begabung verriet er auch bei der Konstruktion der technischen Hilfsmittel, die er bei seinen Untersuchungen nötig hatte, und die er sich zuerst selbst zu bauen pflegte. „Ich selbst war gewöhnt und habe diese Gewohnheit sehr nützlich gefunden, wenn ich ganz neue Wege der Untersuchung einschlagen wollte, mir Modelle der erforderlichen Instrumente, freilich zerbrechlich und aus schlechtem Material vorläufig zusammengeffickt, herzustellen, die wenigstens soweit reichten, daß ich die ersten Spuren des erwarteten Erfolges wahrnahm und die wichtigsten Hindernisse kennen lernte, die ihn vereiteln konnten.“ Er fand auch bei seiner Frau viel Verständnis für seine Arbeiten, sie arbeitete und schrieb für ihn, er las ihr seine Vorträge, die für die Öffentlichkeit bestimmt waren, vor, um an ihrem Verständnis das seiner Zuhörer zu messen. Sie mußte auch öfters als Versuchsobjekt bei seinen Experimenten herhalten, er bat dann freundlich-verlegen: „Möchtest Du mir wohl Deine Augen für eine halbe Stunde leihen, Du kommst dafür auch als wertvolles Versuchsobjekt in meine Optik.“

Seine physiologischen und physikalischen Untersuchungen drängten ihn immer

mehr dazu, sich mit philosophischen, insbesondere erkenntnistheoretischen Fragen auseinanderzusetzen. In Königsberg, wo damals die Philosophie Kants in Vergessenheit zu verfallen schien, wurde Helmholtz nicht selten wegen seiner positiven Richtung angegriffen. Er verhielt sich aber solchen Angriffen gegenüber nie aggressiv. Insbesondere war es ROSENKRANZ, der durch die neue Richtung sich in seiner Bedeutung gefährdet fühlte, und sich gegen die von Helmholtz eingeführte naturwissenschaftliche Behandlung philosophischer Probleme auflehnte.

In einem zwanzig Jahre später an FICK gerichteten Briefe spricht sich Helmholtz über die Philosophie, deren unbedingte Kenntnis er für einen jeden tieferen Forscher forderte, folgendermaßen aus: „Ich glaube, daß der Philosophie nur wieder aufzuhelfen ist, wenn sie sich mit Ernst und Eifer der Untersuchungen der Erkenntnisprozesse und der wissenschaftlichen Methoden zuwendet. Da hat sie eine wirkliche und berechtigte Aufgabe. Metaphysische Hypothesen auszubauen ist eitel Spiegelfechtereie. Zu jener kritischen Untersuchung gehört aber vor allem genaue Kenntnis der Vorgänge bei den Sinneswahrnehmungen. . . .“

Bald eröffnete sich dem großen Forscher ein neues und weiteres Feld. Michaelis 1855 wurde er als Professor der Anatomie und Physiologie nach Bonn berufen. Helmholtz nahm diese Berufung an, weil ihm in Bonn größere Mittel zur Ausführung seiner wissenschaftlichen Untersuchungen in Aussicht gestellt wurden, andererseits aber die Gesundheit seiner damals schon leidenden Frau ihn zwang, das rauhe Klima Königsbergs zu verlassen und das mildere der Rheinstadt vorzuziehen.

Helmholtz als Professor in Bonn.

(1855 – 1858.)

Nach dem ersten Semester in Bonn konnte Helmholtz seinem Vater berichten, daß er sowohl in wissenschaftlicher als auch pädagogischer Hinsicht mit seiner neuen Stellung sehr zufrieden sei. Die Ausarbeitung seines umfangreichen Werkes über physiologische Optik nahm ihn bereits damals stark in Anspruch, dabei vernachlässigte er nicht seine Untersuchungen über die Sinnesempfindungen und die sich gelegentlich darbietenden Fragen, die in einem mehr oder weniger engem Verhältnisse zu denselben standen.

Gleichzeitig mit diesen Untersuchungen wurde er gezwungen, über die Tonempfindungen sich näher zu orientieren. Auch hier sehen wir ihn eigene Wege einschlagen. Seinem umfassenden Geiste stellen sich immer wieder neue Zusammenhänge dar, die exakt zu formulieren nicht so leicht war, wie die bloße gedankliche Konzeption. Getreu der induktiven Methode, mußte er unzählige und mühevollere Untersuchungen anstellen, bevor es ihm gelang, die blitzartig auftauchenden, leitenden Gedanken durch Tatsachen zu stützen. Er mußte sich dabei mit den damals herrschenden Ansichten zuerst auseinandersetzen, bevor er zur Darstellung und Beweisführung seiner eigenen Ideen übergehen konnte. Medizinische, anatomische und physiologisch-chemische Prinzipien mußten erörtert, geprüft, die Physik und Mathematik zu Hilfe genommen werden, um diesen gewaltigen wissenschaftlichen Aufbau exakt zu formulieren.

Charakteristisch für die Art, wie Helmholtz zu arbeiten pflegte, ist sein eigenes Bekenntnis, das er am 2. November 1891 bei der Feier seines 70. Geburtstages in einer Tischrede niedergelegt hat. Diese Rede gestattet uns einen Einblick in die intimsten

geistigen Funktionen des großen Forschers, der es sich selbst zur Aufgabe gestellt hat, den Zusammenhang der geistigen und körperlichen Funktionen und die Kompliziertheit der seelischen Vorgänge zu klären. Eine Stelle aus dieser interessanten Rede möge hier wiederholt werden: „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 oder wo sie mir kamen, einige Erfahrungen gewonnen, die vielleicht anderen noch nützlich werden können. Sie schleichen oft ganz still in den Gedankenkreis ein, ohne daß man gleich von Anfang ihre Bedeutung erkennt; dann hilft später nur zuweilen noch ein zufälliger Umstand 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. Soweit meine Erfahrung geht, kamen sie nie dem ermüdeten Gehirn und nicht am Schreibtisch. Ich mußte immer erst mein Problem nach allen Seiten soviel hin und her gewendet haben, daß ich alle seine Wendungen und Verwickelungen im Kopfe überschaute und sie frei, ohne zu schreiben, durchlaufen konnte. Es dahin zu bringen, ist ja ohne längere vorausgehende Arbeit 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 . . . des Morgens beim Aufwachen da. . . . Besonders gern aber kamen sie . . . 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 die Kehrseite, wenn die erlösenden Einfälle nicht kamen. Dann konnte ich mich wochenlang, monatelang in eine solche Frage verbeißen. . . .“

Helmholtz widmete sich bereits damals, wie oben erwähnt wurde, seinen Untersuchungen über Tonempfindungen. Diese Fragen führten ihn auf allgemeine akustische Probleme, deren Lösung ihn sehr in Anspruch nahm, zumal seine technischen Hilfsmittel nicht gut genug waren, um ihn in seiner Arbeit zu fördern. Der kunstsinnige König von Bayern, der von diesen Untersuchungen hörte, erbat sich ständigen Bericht über ihren Fortgang und spendete dem Forscher eine größere Summe, damit er sich die nötigen Apparate anschaffe.

Helmholtz' Ruhm wuchs durch die immer zunehmenden interessanten und bedeutenden Untersuchungen, er wurde von auswärtigen wissenschaftlichen Korporationen mit den ihnen zur Verfügung stehenden Ehren überhäuft, auch die größeren Universitäten bemühten sich, ihn für sich zu gewinnen.

Nach kaum dreijähriger Tätigkeit in Bonn, folgte auch Helmholtz einem Rufe nach Heidelberg, wo er von Michaelis 1858 bis Ostern 1871 als Professor der Physiologie tätig war.

Die Heidelberger Epoche.

(1858 – 1871)

Der fortwährende Universitätswechsel wirkte auf den vielseitigen Forscher nur befruchtend und anregend. In einer jeden neuen Universitätsstadt erwachsen Helmholtz neue Aufgaben, der Kreis seiner Tätigkeit wurde immer größer und vielseitiger.

Helmholtz gehörte nicht zu denjenigen Professoren, die ein einmal ausgearbeitetes Kolleg jahraus jahrein ihren Zuhörern vortragen. Für ihn hieß es, immer wieder zu prüfen und zu untersuchen und die auf diese Weise gewonnenen Resultate zu verallgemeinern. Für seinen tiefblickenden Geist lag selten ein Problem ganz abgeschlossen da. Er hatte immer wieder daran auszusetzen, zu verbessern und weiter zu führen.

In der neuen Universitätsstadt wurden die bereits in Bonn angefangenen Untersuchungen über akustische Probleme fortgesetzt.

Ein Teil dieser Untersuchungen erschien schon damals in verschiedenen Zeitschriften. Außerdem teilte Helmholtz einige zusammenfassende Resultate aus diesem Gebiete in seinem Vortrage „Über die Klangfarbe der Vokale“ mit, ein Vortrag, der anlässlich der im Jahre 1859 in München stattgefundenen Festfeier der bayerischen Akademie gehalten wurde.

Das ruhige, der wissenschaftlichen Arbeit gewidmete Leben wurde hier durch den im Jahre 1859 erfolgten Tod seines Vaters, der ihm ein treuer Berater in allen Lebenslagen war, unterbrochen. Zu diesem Schlage gesellte sich die immer bedenklicher werdende Krankheit seiner Frau, die am 28. Dezember 1859 nach längerem Leiden starb.

Mehrere Monate hindurch war Helmholtz durch diesen Verlust jeder geistigen Anstrengung unfähig. Öftere Ohnmachtsanfälle stellten sich bei dem großen Forscher ein, die glücklicherweise allmählich seltener wurden.

Die Arbeit und die angeborene Heiterkeit des Gemütes brachten Helmholtz wieder in sein früheres Gleichgewicht zurück. Neben der Tätigkeit als Universitätsprofessor nahmen ihn seine Untersuchungen und Vorträge in wissenschaftlichen Vereinen in Anspruch. Als Frucht seiner Beschäftigung mit den akustischen Problemen mögen hier besonders hervorgehoben werden die Vorträge: „*Über musikalische Temperatur*“ und „*Über die arabisch-persische Tonleiter*“. Im ersten Vortrage beschäftigt er sich mit den Nachteilen der temperierten Stimmung für die verschiedenen Instrumente, im zweiten teils mit rein akustischen, teils auch historischen Fragen, die mit der geschichtlichen Entwicklung der Tonleiter zusammenhängen. All diese Untersuchungen beweisen, ganz abgesehen von dem rein exakt wissenschaftlichen Wert derselben, daß Helmholtz auch in Fragen der Musik ein Urteil zu fällen verstand, das sogar von Fachleuten gewürdigt wurde. Für klassische Musik war er immer begeistert, und als Richard Wagner mit seinen Werken auftrat, so gewann er auch sofort seine Anerkennung. Für die Nibelungen-Trilogie hatte er die größte Bewunderung, und er betrachtete sie als das höchste, was das musikalische Genie je geschaffen hatte. Weniger bewunderte er Tristan und Isolde, welche ihm etwas gar zu stark mit Schopenhauerscher Philosophie versetzt schienen. Innige Freundschaft verband ihn dann mit Bayreuth, wo er mit seiner zweiten Frau die ersten Festspiele 1876 besuchte.

Über seine bevorstehende zweite Ehe schreibt Helmholtz an seinen Freund WILLIAM THOMSON (berühmter englischer Physiker) am 13. Februar 1861: „Schließlich ist es schneller gekommen, als ich selbst vermutet hatte, denn wenn die Liebe erst einmal Erlaubnis erhalten hat, aufzukeimen, fragt sie nachher die Vernunft nicht mehr, wie schnell sie wachsen darf. Meine Braut ist ein reich begabtes, gegen mich verhältnismäßig junges Mädchen, und wird, denke ich, zu den Heidelberger Schönheiten gerechnet. Sie hat sehr schnellen Verstand und Witz, ist sehr gewandt in der Gesellschaft, da sie einen großen Teil ihrer Erziehung in Paris und London unter Leitung einer englischen Dame, der Gemahlin ihres Onkels MOHL, der Professor der

persischen Sprache am Collège de France in Paris ist, erhalten hat. . . Übrigens hat ihre fashionable Erziehung ihrem, ruhigen, guten und reinen Wesen keinen Eintrag getan“. Am 16. Mai 1861 fand im engsten Kreise die Hochzeit von Helmholtz mit Fräulein ANNA VON MOHL statt.

In Heidelberg war Helmholtz der Anziehungspunkt der Physiologie studierenden Jugend. Seine Vorlesungen zeichneten sich durch eine besonders klare und interessante Darstellung aus, die Studierenden folgten seinen Ausführungen mit umso größerer Spannung, je mehr er ihnen die Schwierigkeiten der Probleme nicht nur zeigte, sondern auch zu lösen versuchte. Er setzte bei seinen Zuhörern keine großen Vorkenntnisse voraus, sondern begann mit den Grundbegriffen, aus denen er dann allmählich zu den tiefsten Lebensrätseln sie überzuleiten suchte. Die eigenen Bedenken und Unvollkommenheiten pflegte er seinen Schülern durchaus nicht zu verschweigen, er leitete sie absichtlich dorthin, um sie zum selbständigen Denken und Forschen anzuregen. Auch in den Laboratorien nahm er regen Anteil an dem Fortgange der Untersuchungen seiner Schüler, die er freundschaftlich behandelte, und denen er Probleme zur Lösung unter Andeutung der grundlegenden Gedanken aufzugeben pflegte. So gelang es ihm, einen Stab von jungen Mitarbeitern sich zu erziehen, die später durch ihre eigenen bedeutenden Leistungen den Ruhm ihres Lehrers und Meisters in alle Weltteile trugen.

Einer seiner Schüler, BERNSTEIN, schildert uns Helmholtz in seiner Eigenschaft als Experimentator: „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, Holzbrettern, Pappschachteln und dergl. 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.“

Als Prorektor der Heidelberger Universität hielt Helmholtz am 22. November 1862 seine gedankenvolle Rede „*Über das Verhältnis der Naturwissenschaften zur Gesamtheit der Wissenschaft.*“ Er weist in dieser Rede auf die Notwendigkeit der Spezialisierung der Forschung hin, andererseits aber hält er die Vereinigung der Wissenschaften für geboten. Jede einzelne Wissenschaft nimmt eine gewisse Geistesfähigkeit besonders in Anspruch, man darf daher nicht außer acht lassen, daß jede einseitige Ausbildung eine Gefahr ist. Die Einseitigkeit beschränkt den Blick für den Zusammenhang des Ganzen, sie treibt auch zur Selbstüberschätzung, und diese ist der größte und schlimmste Feind aller wissenschaftlichen Tätigkeit. Mit feiner psychologischer Kenntnis führt Helmholtz aus: „Wenn wir die Art der geistigen Tätigkeiten in den verschiedenen Zweigen der Wissenschaft vergleichen, so zeigen sich gewisse durchgehende Unterschiede nach den Wissenschaften selbst, wenn auch daneben nicht zu verkennen ist, daß jedes einzelne ausgezeichnete Talent seine besondere individuelle Geistesrichtung hat, wodurch es gerade für seine besondere Art von Tätigkeit vorzugsweise befähigt ist.“ Es folgt daraus, daß jeder seine Veranlagung in den Dienst einer für dieselbe in Betracht kommenden Wissenschaft stellen, aber dabei nicht vergessen soll, daß es auch andere Zweige des Wissens gibt, deren Wert nicht unterschätzt werden darf. Letzten Endes kommt es aber nicht darauf an, Kenntnisse

anzuhäufen, sondern sie in einen inneren Zusammenhang mit der Gesamtheit des Wissens zu bringen.

Im Verlaufe seines Vortrages geht Helmholtz auf die verschiedenen Wissenszweige ein, schildert kurz und scharf ihre Methoden und kommt dann auf den ideellen Wert der Wissenschaft zu sprechen.

Eine Stelle möge hier Platz finden, weil sie auch die Gesinnung des Vortragenden treffend schildert.

Wer bei der Verfolgung der Wissenschaften, sagte Helmholtz, nach unmittelbarem praktischen Nutzen jagt, kann ziemlich sicher sein, daß er vergebens jagen wird. „Vollständige Kenntnis und vollständiges Verständnis des Waltens der Natur- und Geisteskräfte ist es allein, was die Wissenschaft erstreben kann. Der einzelne Forscher muß sich belohnt sehen durch die Freude an neuen Entdeckungen, ... durch das Bewußtsein, auch seinerseits zu dem wachsenden Kapital des Wissens beigetragen zu haben. ...

So haben in dieser Beziehung die Wissenschaften einen gemeinsamen Zweck, den Geist herrschend zu machen über die Welt. Während die Geisteswissenschaften direkt daran arbeiten, den Inhalt des geistigen Lebens reicher und interessanter zu machen, das Reine vom Unreinen zu sondern, so streben die Naturwissenschaften indirekt nach demselben Ziele, indem sie den Menschen von den auf ihn eindringenden Notwendigkeiten der Außenwelt mehr und mehr zu befreien suchen. Jeder einzelne Forscher arbeitet in seinem Teile, ... jeder einzelne muß aber wissen, daß er nur im Zusammenhange mit den anderen das große Werk weiter zu fördern imstande ist, ...

So also betrachte sich jeder Einzelne als einen Arbeiter an einem gemeinsamen großen Werke, welches die edelsten Interessen der ganzen Menschheit berührt, nicht als einen, der zur Befriedigung seiner eigenen Wißbegier oder seines eigenen Vorteiles oder, um mit seinen eigenen Fähigkeiten zu glänzen, sich bemüht, dann wird ihm auch das eigene lohnende Bewußtsein und die Anerkennung seiner Mitbürger nicht fehlen.“

Noch vor dem Ende des Jahres 1862 konnte er seinem Freunde Thomson mitteilen, daß sein Buch über Akustik unter dem Titel „*Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*“ erschienen sei. Hier begnügen wir uns vorläufig mit der bloßen Registrierung des Titels dieses bedeutenden Werkes, im anderen Teile unserer Darstellung wollen wir ein wenig näher darauf eingehen. Das Werk, welches für einen weiteren Kreis gebildeter Leser bestimmt war, erfreute sich auch der Anerkennung der Fachleute.

Vorlesungen, Experimente und populäre Vorträge nehmen den Forscher fortwährend in Anspruch. Zuweilen hat Helmholtz zur Steigerung seiner Einnahmen auch öffentliche Vorträge gehalten, wie dies z. B. aus einem am 27. Februar 1864 an Prof. LUDWIG in Wien gerichteten Briefe hervorgeht. Die betreffende Stelle lautet: „Ich habe in diesem Winter dem Publikum und dem Mammon dienen müssen und die Erhaltung der Kraft als nährende Milchkuh behandelt. Ich habe in Karlsruhe acht Vorlesungen darüber gehalten und mich fertig gemacht, während der Osterferien in London das Gleiche englisch zu tun. Eine Reise nach England betrachte ich immer als eine Art geistiger Badekur, durch welche man aus der trägen Bequemlichkeit des lieben Deutschland einmal wieder zu etwas aktiverem Verhalten aufgerüttelt wird, und solche Vorlesungen, wie ich sie schon einmal gehalten habe, geben ein gutes Verbindungsmittel ab zu einer engeren tätigen Berührung mit den englischen Naturforschern.“ Und so sehen wir in den Osterferien Helmholtz nach England reisen, wo

er bereits durch seine wissenschaftlichen Leistungen gut eingeführt war. FARADAY, TYNDALL, HUXLEY, THOMSON, JOULE, STOKES u. v. a. lernte er dort kennen, mit vielen von ihnen verband ihn schon von früher persönliche oder briefliche Bekanntschaft. Auch mit den Berühmtheiten auf anderen Gebieten, so z. B. mit MAX MÜLLER, GLADSTONE, wurde er bei dieser Gelegenheit bekannt.

Am 14. April 1864 hielt er in der Royal Society seine Vorlesung „On the Normal Motions of the Human Eye in relation to Binocular Vision“. Außerdem hielt er vor einem gemischten Publikum in London sechs populäre Vorlesungen über die Erhaltung der Kraft.

Nach Heidelberg zurückgekehrt, nahm Helmholtz seine Universitätsvorlesungen wieder auf, seine physiologischen Untersuchungen wurden weiter fortgesetzt, manche Bedenken, die gegen seine Arbeiten von Fachautoritäten erhoben wurden, galt es zu beseitigen oder zu berichtigen, neue Untersuchungen, teilweise auf ganz entlegenen Gebieten, wie z. B. „Über Eigenschaften des Eises“, wurden nebenbei angestellt, mit einem Worte, er führte ein der wissenschaftlichen Arbeit geweihtes Leben.

Sein Haus in Heidelberg wurde zum Mittelpunkte einer auserwählten Geistesaristokratie. KIRCHHOFF, BUNSEN, ZELLER gehörten zu den Freunden des Hauses, es fehlte auch nicht an geselligen Veranstaltungen, die die nicht geistige Aristokratie in sein Haus führten.

Zur Erholung pflegte Helmholtz seit jener Zeit fast alljährlich nach dem Engadin zu reisen. Pontresina war sein Lieblingsaufenthalt, von wo aus er weite und oft nicht leichte Gebirgstouren zu unternehmen pflegte. Er liebte es, auf Berge und Gletscher zu steigen, um von dort aus die schönen Aussichten zu genießen. Er war ein kräftiger und sicherer Steiger, dem es sogar auf sechs Stunden Steigung nicht ankam.

Die fortwährend angestellten Untersuchungen brachten es mit sich, daß Helmholtz seine Schriften bei Neuauflagen ergänzen und ändern mußte, eine Arbeit, die ihm viel Zeit raubte. Er beneidet die Theologen und Juristen, die Auflage über Auflage erleben können, ohne an ihren Werken viel ändern zu müssen, während für den exakten Naturwissenschaftler fast mit jedem Tage neue Änderungen und Ergänzungen sich ergeben.

Im Jahre 1866 erschien der letzte Teil seines Handbuches der physiologischen Optik, ein Werk, von dem DU BOIS-REYMOND sagt: „Jenes umfangreiche, einheitliche, doch auf das feinste gegliederte Werk, in dem er diesen Zweig der Physiologie systematisch und literargeschichtlich in größter Vollständigkeit darstellt, von den mathematischen Anfangsgründen der theoretischen Optik bis zu den letzten erkenntnistheoretischen und ästhetischen Gesichtspunkten; keine wissenschaftliche Literatur irgend einer Nation besitzt ein Buch, welches diesem an die Seite gestellt werden kann, nur ein zweites Werk von Helmholtz kann daneben genannt werden, die Lehre von den Tonempfindungen.“

Im zweiten Teile dieses Buches werden wir Gelegenheit haben, auf dieses grundlegende Werk, in welchem verschiedene Probleme nicht nur der exakten Physiologie und Psychologie, sondern auch der Erkenntnistheorie behandelt werden, näher einzugehen. Großes Interesse für erkenntnistheoretische Fragen hatte Helmholtz schon seit seiner Jugend bewiesen, sein Vater trieb viel Philosophie, und zu Hause waren Gespräche über FICHTE, HEGEL, KANT keine Seltenheit. Auch im Briefwechsel mit seinem Vater begegnen wir dem großen Interesse für philosophische Probleme, obwohl der Sohn seinem Vater gegenüber fortwährend den experimentellen Standpunkt hervorkehrt, während der Vater keine Gelegenheit vorübergehen läßt, um den Sohn

für die idealistische Richtung zu gewinnen.

Im August 1867 besuchte Helmholtz die Weltausstellung in Paris und hielt auf dem dortigen ophthalmologischen Kongreß einen Vortrag: „Sur la production de la Sensation du relief dans l'acte de la vision binoculaire“, in dem er einen Teil der in seiner physiologischen Optik enthaltenen Untersuchungen skizzierte.

Die Mathematik bildet einen wesentlichen Bestandteil in den Untersuchungen von Helmholtz. Ganz abgesehen aber davon, daß er sich dieser Disziplin bedienen mußte, um die Resultate seiner Untersuchungen zu beweisen, hatte er auch vom rein abstrakten Standpunkte aus die Analyse der mathematischen Grundbegriffe in Angriff genommen. Diese Untersuchungen sind gleichsam eine Philosophie der Mathematik, sie hängen auch mit den erkenntnistheoretischen und metaphysischen Grundlagen der Philosophie zusammen. Die von KANT aufgeworfene Frage nach dem Ursprunge der Anschauungen von *Raum* und *Zeit* hat Helmholtz veranlaßt, sich mit diesen Problemen in der Physiologie auseinanderzusetzen. Eine eingehende Beschäftigung mit diesen Problemen, die in diese Zeit fällt, hat Helmholtz bewegen, seine abweichende Stellungnahme in seiner Schrift: „*Über die tatsächlichen Grundlagen der Geometrie*“ klarzulegen. Dasselbe Problem behandelt sein im Jahre 1870 im Dozentenverein in Heidelberg gehaltener Vortrag: „*Über den Ursprung und die Bedeutung der geometrischen Axiome*“, in dem er auch den nicht fachmännisch geschulten Mathematikern das Problem auseinanderzusetzen sich bemühte.

Kant hat bekanntlich *Raum* und *Zeit* als *a priori* gegebene Formen der Anschauung hingestellt, d. h. diese Anschauungen werden nicht durch oder aus der Erfahrung gewonnen, sondern sie gehen einer jeden Erfahrung voraus, sie sind von der Erfahrung ganz unabhängig, ja, sie sind es, die Erfahrung erst möglich machen. Daraus folgt, daß die Axiome der Geometrie ebenfalls *a priori* sind.

Dem gegenüber behauptet Helmholtz, daß die Axiome Erfahrungssätze sind, die durch Beobachtung geprüft und, wenn sie unrichtig wären, eventuell auch widerlegt werden könnten. Auf Grund dieser prinzipiellen Abweichung entwickelt dann Helmholtz seine Ansichten über den Ursprung der geometrischen Axiome, die ihn auch als eminenten Mathematiker erkennen lassen, wenn es sich auch nicht leugnen läßt, daß seine diesbezüglichen Ausführungen bereits in der Habilitationsschrift von RIEMANN „Über die Hypothesen, welche der Geometrie zugrunde liegen“ (10. Juli 1856) enthalten sind, und daß Helmholtz diese Arbeit gekannt hat.

Nebenbei wollen wir bemerken, daß die hier von RIEMANN behandelte Frage teilweise bereits viel früher in England Gegenstand der Diskussion war. Der Streit der englischen Philosophen über die Apriorität der Mathematik begann damit, daß WHEWELL in seinem „Mechanical Euclid“ die von DUGALD STEWART vertretene Ansicht angriff, daß die Fundamentallehren der Geometrie auf Hypothesen gebaut seien. Ein von HERSCHEL geschriebener Artikel in der „Edinburgh Review“ verteidigte die Ansicht STEWARTS. WHEWELL antwortete darauf in seiner „Philosophie of the inductive sciences“ (1840). Auch MILL beteiligte sich in seiner „Logik“ (1843) an dieser Debatte.

Auf der Naturforscherversammlung in Innsbruck 1869 hielt Helmholtz seine berühmte Rede: „*Über das Ziel und die Fortschritte der Naturwissenschaft.*“

Diese Rede hat damals viel Aufsehen gemacht Helmholtz berührt mehrere aktuelle Probleme und kommt in dieser Rede noch einmal auf das bereits früher berührte Thema der Arbeitsteilung und die Notwendigkeit des Zusammenhanges der ver-

schiedenen Disziplinen zu sprechen. Er geht dann zu der Frage über, mit welchem Maßstabe der Fortschritt der Naturwissenschaften gemessen werden soll. Er sieht diesen nicht in der Häufung der gefundenen einzelnen Tatsachen, sondern in der Aufdeckung der Gesetze, denen diese Tatsachen unterliegen. Denn das Gesetz der Erscheinungen finden, heißt sie begreifen. „Unsere Forderung, die Naturerscheinungen zu *begreifen*, das heißt ihre *Gesetze* zu finden, nimmt so eine andere Form des Ausdruckes an, die nämlich, daß wir die *Kräfte* aufzusuchen haben, welche die *Ursachen* der Erscheinungen sind. Die Gesetzlichkeit der Natur wird als kausaler Zusammenhang aufgefaßt, sobald wir die Unabhängigkeit derselben von unserem Denken und unserem Willen, anerkennen.“

„Wenn wir also nach dem Fortschritt der Naturwissenschaft als Ganzem fragen, so werden wir ihn nach dem Maße zu beurteilen haben, in welchem die Anerkennung und die Kenntnis eines alle Naturerscheinungen umfassenden ursächlichen Zusammenhanges fortgeschritten ist.“ Die monistische Tendenz dieser Weltanschauung ist unverkennbar. An der Hand der Entwicklung der Naturwissenschaften weist dann Helmholtz nach, wie immer mehr die Richtung sich Bahn bricht, ein einziges Erklärungsprinzip für die Gesamtheit aller Vorgänge aufzufinden. Die Mannigfaltigkeit der Tatsachen muß unter ein umfassendes Gesetz gebracht werden.

Eine wichtige Etappe auf diesem fortschrittlichen Wege war die Entdeckung des *Gravitationsgesetzes*. Auf dem Gebiete der Chemie ist die Erkenntnis der *Unveränderlichkeit der Stoffe* als ein solches Fundamentalgesetz anzusehen. Allmählich bahnte sich auch die Auffassung von der *Erhaltung der Kraft* ihren Weg, und dieses Prinzip gehört zu den universellsten Gesetzen, denen die ganze Natur ausnahmslos gehorcht. „Um das Gesetz klar hinzustellen, mußte 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 der *Energie* genannt worden ist.“

„Dieser Begriff der Quantität der Kraft war vorbereitet worden, teils in der theoretischen Mechanik durch den Begriff des *Quantums lebendiger Kraft* einer bewegten Masse, teils in der praktischen Mechanik durch den Begriff der *Triebkraft*, die nötig ist, um eine Maschine in Gang zu halten. Auch hatten die Maschinentechniker schon das Maß gefunden, nach welchem eine jede Triebkraft zu messen ist, indem sie bestimmten, wieviel Pfunde dadurch in der Sekunde um einen Fuß gehoben werden können; so wird bekanntlich eine Pferdekraft gleich der zur Hebung von 70 Kilogramm um ein Meter für jede Sekunde nötigen Triebkraft definiert.“ Helmholtz gibt auf diese Weise den Weg an, auf dem man zur Erkenntnis des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft gelangt ist. Ein für die retrospektive Betrachtung langer Weg, der von einer intuitiv geleiteten Erkenntnis schnell durchlaufen werden konnte. Aber die bloße abstrakte Erkenntnis hatte für die Naturwissenschaft keine Giltigkeit, solange sie nicht durch Experimente bewiesen wurde. Durch das Experiment gewann erst dieses Gesetz seine volle Bedeutung. Es wurde nach allen Seiten hin- und hergewälzt, und es ergaben sich auf diese Weise immer fruchtbarere Ausblicke. Und so kam man zur Überzeugung, daß jeder Veränderung in der Natur ein ganz bestimmtes Äquivalent von Triebkraft zugrunde liegt. Wird Triebkraft erzeugt, so kann sie entweder als solche zur Erscheinung kommen, oder unmittelbar wieder verbraucht werden, um andere Veränderungen von äquivalenter Größe hervorzubringen.

JOULE hat diese Äquivalenz für die mechanische Wärme berechnet. Helmholtz

führte nun die von JOULE gefundenen Gesetze aus und sagte im Verlaufe seines Vertrages zur Illustrierung dieser Gesetze folgendes:

„Wenn wir eine Dampfmaschine durch zugeleitete Wärme in Bewegung setzen, so verschwindet in ihr Wärme proportional der geleisteten Arbeit; und zwar ist die Wärme, welche ein bestimmtes Gewicht Wasser um einen Grad der hundertteiligen Skala erwärmen kann, fähig, in Arbeit verwandelt, dasselbe Gewicht Wasser zur Höhe von 425 Meter zu heben. Und wenn wir Arbeit durch Reibung in Wärme verwandeln, brauchen wir wiederum, um ein bestimmtes Gewicht Wasser um einen Centesimalgrad zu erwärmen, die Triebkraft, welche dasselbe Gewicht Wasser gegeben haben würde, wenn es von 425 Meter Höhe herabgeflossen wäre. Die chemischen Prozesse erzeugen Wärme in bestimmtem Verhältnis; dadurch ist auch die solchen chemischen Kräften äquivalente Triebkraft bestimmt, und somit auch die Energie der chemischen Verwandtschaftskraft nach mechanischem Maße meßbar. Dasselbe gilt für alle anderen Formen der Naturkräfte . . .“

Damals mußte man sogar in einer Naturforscherversammlung mit großer Umständlichkeit das Prinzip der Erhaltung der Kraft auseinandersetzen. Heute verschwendet der Mittelschullehrer nicht so viele Worte, um seinen Schülern dieses Gesetz klar zu machen.

Das ganze Weltall unterliegt dem Gesetze der Erhaltung der Kraft. Alle Veränderungen in der Welt bestehen nur in einem Wechsel der Erscheinungsform dieses Vorrates von Kraft (heute sagt man Energie). „Hier erscheint — führte Helmholtz auf der Naturforscherversammlung in Innsbruck weiter aus — ein Teil desselben (Vorrates an Energie) als lebendige Kraft bewegter Massen, dort als regelmäßige Oszillation in Licht und Schall, dann wieder als Wärme, das heißt als unregelmäßige Bewegung der unsichtbar kleinen Körperteilchen; bald erscheint die Energie in Form der Schwere zweier gegeneinander gravitierenden Massen, bald als innere Spannung und Druck elastischer Körper, bald als chemische Anziehung, elektrische Ladung oder magnetische Verteilung. Schwindet sie in einer Form, so erscheint sie sicher in einer anderen; und wo sie in neuer Form erscheint, sind wir auch sicher, daß eine ihrer anderen Erscheinungsformen verbraucht ist.“

Das Gesetz der Erhaltung der Kraft hat durch seine universelle Anwendbarkeit auf alle irdischen und kosmischen Vorgänge eine eminente Bedeutung gewonnen. Die verwickeltesten Funktionen der Pflanzen, Tiere und Menschen unterliegen ausnahmslos diesem Gesetze, das zwar nicht überall so klar zu erkennen ist, das aber trotzdem von seiner Bedeutung durch die Schwierigkeit des Nachweises der Wirksamkeit desselben nichts einbüßen kann.

Helmholtz wies dann darauf hin, wie er von der Physiologie her zur Annahme dieses Gesetzes auch für die Lebenserscheinungen des Menschen sich gedrängt sah. Durch die Einführung dieses grundlegenden Gesetzes nahmen die exakten Wissenschaften und nicht zuletzt auch die Medizin einen früher nicht geahnten Aufschwung. Die Einführung der mechanischen Begriffe in die Lehre von der Zirkulation und Respiration, das richtigere Verständnis der Wärmeerscheinungen und die feiner ausgebildete Physiologie der Nerven ergaben praktische Resultate von weitgehendster Bedeutung.

Zum Schluß wies Helmholtz noch auf den Anteil hin, den Deutschland an dem Aufschwunge der Naturwissenschaften hat und schloß mit der Betonung der Internationalität der geistigen Errungenschaften.

Diese Rede hat nicht nur in dem Kreise, in dem sie gehalten wurde, sondern

in der ganzen Gelehrtenwelt großen Eindruck gemacht, nicht nur wegen der darin enthaltenen Ideen, sondern auch durch die Bedeutung des Vortragenden, der bereits schon damals zu den Führern der exakten naturwissenschaftlichen Forschung gezählt wurde.

Elektrodynamische Untersuchungen nehmen den Forscher in der Folgezeit in Anspruch, ein Gebiet, auf dem er mit seiner ersten Arbeit „*Über die Theorie der Elektrodynamik*“ zunächst nur eine Sichtung und Klärung der bisher gewonnenen Anschauungen und angewandten Methoden zu geben versucht.

Helmholtz hat über diesen Zweig der Wissenschaft eine größere Anzahl von Untersuchungen angestellt, die er in 17 Abhandlungen von verschiedenem Umfange niedergelegt hat.

Die Theorie der elektrodynamischen Wirkungen hat außer ihrem unmittelbaren Interesse für das Verständnis dieses Zweiges der Physik ein noch bedeutenderes und allgemeineres für die Grundprinzipien der Mechanik überhaupt. Die übrigen bekannten Wirkungen in die Ferne lassen sich auf anziehende und abstoßende Kräfte von Massenpunkten zurückführen, wobei die Intensität dieser Kräfte nur von den gegenseitigen Entfernungen der betreffenden Punkte, nicht von ihrer Bewegung abhängt. Die elektrodynamischen Vorgänge bilden in dieser Hinsicht eine Ausnahme. Sie bilden eine Klasse von Fernwirkungen, die nur durch einen Bewegungszustand des wirkenden Agens, der *Elektrizität*, hervorgebracht werden, ein Bewegungszustand, der sich als solcher durch eine ganze Reihe von Erscheinungen, durch Wärmeentwicklung in den Stromleitern, durch chemische Zersetzung in den flüssigen Leitern u.s.w. zu erkennen gibt.

Helmholtz versucht bei seinen Untersuchungen die von F. E. NEUMANN, W. WEBER und MAXWELL auf diesem Gebiete gefundenen Gesetze und Hypothesen unter einen einheitlichen Gesichtspunkt, den der Erhaltung der Energie, zu bringen, um auf diese Weise — getreu seinem Prinzip der Unterordnung sämtlicher Naturerscheinungen unter ein allgemeines Gesetz — auch die elektrodynamischen Vorgänge als einen Spezialfall des allgemeinen Gesetzes der Erhaltung der Energie hinzustellen.

Wenn auch das Wesen der Elektrizität noch immer zu den ungelösten Problemen gehört, so hat man aber in praktischer Hinsicht sehr wertvolle Erfolge durch die Einordnung der elektrischen Erscheinungen unter die allgemeinen physikalischen Gesetze erzielt.

Es ist hier nicht der Ort, auf diesen Zweig der Naturwissenschaften einzugehen, es möge nur erwähnt werden, daß Helmholtz' diesbezügliche Untersuchungen nicht rückhaltlos von der Wissenschaft anerkannt wurden, ja, daß sogar eine heftige Polemik daran sich anschloß.

Inzwischen aber nahm Helmholtz' Ansehen in der wissenschaftlichen Welt trotzdem zu, wie das auch aus folgendem zu ersehen ist.

Durch den Tod von MAGNUS wurde in Berlin die ordentliche Professur für Physik erledigt, und die preußische Regierung bemühte sich, den Heidelberger Physiologieprofessor, der auch auf dem Gebiete der Physik schon damals manche wertvolle Untersuchung geliefert hatte, für sich zu gewinnen.

Die philosophische Fakultät der Berliner Universität schlug KIRCHHOFF und HELMHOLTZ vor mit einer Motivierung, aus der hier eine charakteristische Stelle angeführt werden soll: „Wenn HELMHOLTZ der genialere und umfassendere Forscher ist, so ist KIRCHHOFF der geschultere Physiker und der bewährtere Lehrer; während Helmholtz immer produktiv, mit immer neuen Problemen innerlich beschäftigt ist,

hat Kirchhoff mehr Lust und Liebe zum Lehren, seine Vorträge sind durch musterhafte Klarheit und Abrundung ausgezeichnet; er ist auch, um Arbeiten von Anfängern zu leiten, nach allem, was wir hören, geeigneter als Helmholtz . . .“

DU BOIS-REYMOND, der damalige Rektor der Berliner Universität, leitete die Verhandlungen, deren Resultat die Berufung seines Freundes Helmholtz war. 4000 Taler Gehalt, freie Dienstwohnung und weitgehendste Förderung seiner wissenschaftlichen Bestrebungen wurde von Helmholtz verlangt und ihm auch gewährt.

Eine inzwischen durch Sir WILLIAM THOMSON unter glänzenden Bedingungen angebotene Professur der experimentellen Physik in Cambridge lehnte Helmholtz ab.

DU BOIS-REYMOND äußerte sich über die Berufung seines Freundes nach Berlin: „So geschah 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 die Physiologie gleichgültig geworden war und eigentliches Interesse nur noch für die mathematische Physik hatte.“

Zum Abschied hielt Helmholtz in Heidelberg einen öffentlichen populären Vortrag „Über die Entstehung des Planetensystems,“ in dem er die Kant-Laplacesche Hypothese auseinandersetzte und sie im Zusammenhange mit den neuesten Ergebnissen der exakten Naturwissenschaft verglich. Er wies dabei auch auf die Untersuchungen seines Freundes WILLIAM THOMSON hin, wonach die Dichtigkeit des Lichtäthers möglicherweise viel kleiner als die Luft im Vakuum einer guten Luftpumpe sein mag, daß aber trotzdem die Masse des Äthers nicht absolut gleich Null ist, sondern daß ein Volumen gleich dem der Erde nicht unter 2775 Pfund Lichtäther enthalten kann.

Helmholtz als Professor der Physik in Berlin.

(1871 – 1888)

Ostern 1871 trat Helmholtz sein neues Lehramt als Professor der Physik in Berlin an. Auch in die Akademie der Wissenschaften trat er als Nachfolger von MAGNUS ein und hielt in der Leibnizsitzung (6. Juli 1871) die Rede „Zum Gedächtnis an Gustav Magnus“, in der er die Leistungen seines Vorgängers, ihre klassische Vollendung und Zuverlässigkeit rühmte.

Als Professor der Physik wandte sich Helmholtz mit frischem Eifer diesem Wissenszweige zu und beschäftigte sich damals hauptsächlich mit der Elektrizitätslehre unter besonderer Berücksichtigung der Elektrodynamik. Dabei wurden die populären und öffentlichen Vorträge nicht unterbrochen. So hielt er beispielsweise in den Jahren 1871–1873 in Berlin, Düsseldorf und Cöln Vorträge über „*Optisches in der Malerei*“, in denen er die physiologischen Gesetze der Sinnesempfindungen und Wahrnehmungen, sofern sie mit der Malerei zusammenhängen, behandelte. Der Maler sucht im Gemälde ein Bild äußerer Gegenstände zu geben; inwiefern ihm das möglich ist, hängt nicht bloß von seiner rein künstlerischen Technik ab, sondern auch von der Kenntnis der allgemeinen Gesetze der physiologischen Optik. Es liegt ein großer Unterschied zwischen dem Gesichtsbilde, das uns unsere Augen zuführen, wenn wir vor den Objekten stehen, und demjenigen, das uns das Gemälde gibt.

Es ist ja klar, daß ein Bild die Wirklichkeit zwar wiedergeben, aber nicht ersetzen

kann. Diese Wiedergabe der Außenwelt ist nicht so leicht zu erreichen, weil unsere künstlichen Hilfsmittel sehr beschränkt sind, oder anders ausgedrückt, sie sind von der physiologischen Beschaffenheit unserer Sinnesorgane abhängig.

Eine in die Augen springende Tatsache ist die, daß es unmöglich ist, die Lichtverhältnisse der Wirklichkeit auf ein Gemälde zu übertragen. Die Lichtstrahlen, die von den Gegenständen der Natur ausgehen, sind ganz anders beschaffen, als die von den Bildern, die diese Natur kopieren, erzeugten. Ein Sonnenstrahl, der eine Landschaft beleuchtet, läßt sich nicht auf das Bild, das uns diese Landschaft darstellt, übertragen. Der Künstler ist hier vor Schranken gestellt, die er nie wird überschreiten können.

Abgesehen von der physischen Unmöglichkeit der Übertragung der Außenwelt auf die Leinwand, ist hier noch zu berücksichtigen, daß die Lichtverhältnisse der Natur ganz anders verteilt sind als die der Bilder. Der Künstler muß mit der Tatsache rechnen, daß seine Bilder in einer völlig anderen Beleuchtung und Umgebung gesehen werden, als die Wirklichkeit, die diesem Bilde zum Objekte der Darstellung gedient hat.

Was tut nun der Künstler, um die Lichtverhältnisse der Wirklichkeit auf seinem Bilde möglichst treu zu kopieren? Er befolgt mit mehr oder weniger Geschick und Verständnis die Grundgesetze der physiologischen Optik. Was der Künstler zu geben hat, ist nicht eine reine Abschrift des Objektes, „sondern eine Übersetzung seines Eindruckes in eine andere Empfindungsskala, die einem anderen Grade von Erregbarkeit des beschauenden Auges angehört, bei welchem das Organ in seinen Antworten auf die Eindrücke der Außenwelt eine ganz andere Sprache spricht.“

Wollte der Künstler die Lichtverhältnisse der Außenwelt genau auf sein Bild übertragen — diese Übertragbarkeit vorausgesetzt — so würde er ein Bild schaffen, das bei aller treuen Wiedergabe der Außenwelt, in uns diese Empfindung unmöglich wachrufen könnte, weil das Bild die Verhältnisse, unter denen es angeschaut wird, nicht in Betracht gezogen hat.

Was nun der Künstler zu tun hat, um die Lichtverhältnisse der Außenwelt auf seinem Bilde möglichst treu festzuhalten, ist, daß er sich der physiologischen Gesetze der Optik genau bewußt wird. Er hat in erster Reihe dafür zu sorgen, daß beim Anblicke seines Bildes diejenigen Lichtempfindungen in unserem Auge ausgelöst werden, die der Anblick der dargestellten Wirklichkeit bei ihm selbst ausgelöst hat.

Mit anderen Worten, er muß die Empfindungsskala des menschlichen Auges genau kennen.

Von FECHNER stammt die Formulierung dieser Empfindungsskala des Auges, wonach innerhalb sehr breiter Grenzen der Helligkeit Unterschiede der Lichtstärke gleich deutlich sind, oder in der Empfindung gleich groß erscheinen, wenn sie den gleichen Bruchteil der gesamten verglichenen Lichtstärken ausmachen. Helmholtz modifiziert auf Grund seiner physiologischen Untersuchungen ein wenig das Fechnersche Gesetz, das er nur für mittlere Grade der Helligkeit gelten läßt, nicht aber für die extremen Grade der Lichtstärken, weil sich bei letzteren das Auge nicht mehr so empfindlich für die Lichtunterschiede zeigt. Bei sehr starkem Licht wird das Auge geblendet, d. h. die Empfindung des Auges entspricht nicht mehr dem äußeren Reiz. Es sehen in solchen Fällen sehr helle Gegenstände immer fast gleich hell aus, selbst wenn in der Wirklichkeit große Unterschiede in der Lichtstärke vorhanden sind.

Ähnlich wie mit der Lichtstärke verhält es sich auch mit den verschiedenen Farben, denn die Skala der Empfindungsstärken ist für verschiedene Farben verschieden.

Es wurde durch Messungen festgestellt, daß die Empfänglichkeit unseres Auges für schwache Schatten im Blau am größten ist, im Rot am kleinsten. Im Blau wird ein Unterschied von $1/205$ bis $1/268$ der Lichtstärke erkannt, im Rot vom unermüdeten Auge $1/16$ bei Abstumpfung der Farbe durch längeres Betrachten $1/50$ bis $1/70$.

Noch andere Gesetze der physiologischen Optik kommen für den Maler in Betracht; große Künstler befolgen sie auch ohne genaue Kenntnis des Prinzipes, sie haben gleichsam aus der Erfahrung gewisse feststehende Tatsachen abgeleitet, deren präzise Formulierung erst viel später gelungen ist. Es würde zu weit führen, auf die Einzelheiten hinzuweisen, die Kunst und exakte Naturwissenschaft miteinander verbinden. Für uns ist es von Interesse, das Fazit zu erfahren, das Helmholtz aus seinen physiologischen Untersuchungen für die Kunst gezogen hat. Er sagte in seinem Vortrage:

„Der Künstler kann die Natur nicht abschreiben, er muß sie übersetzen; dennoch kann diese Übersetzung uns einen im höchsten Grade anschaulichen und eindringlichen Eindruck nicht bloß der dargestellten Gegenstände, sondern selbst der im höchsten Grade veränderten Lichtstärken geben, unter denen wir sie sehen. Ja, die veränderte Skala der Lichtstärken erweist sich sogar in vielen Fällen als vorteilhaft, indem sie alles beseitigt, was an den wirklichen Gegenständen zu blendend und zu ermüdend für das Auge ist. So ist die Nachahmung der Natur in dem Gemälde zugleich eine Veredlung des Sinneneindrucks. . . .“ Auf die Frage nach der Bestimmung eines Kunstwerkes, antwortet Helmholtz: „Es soll unsere Aufmerksamkeit fesseln und beleben, es soll eine reiche Fülle von schlummernden Vorstellungsverbindungen und damit verknüpften Gefühlen in mühelosem Spiele wachrufen und sie zu einem gemeinsamen Ziele hinlenken, um uns die sämtlichen Züge eines idealen Typus, die in vereinzelt Bruchstücken und von wildem Gestrüpp des Zufalles überwuchert in unserer Erinnerung zerstreut daliegen, zu lebensfrischer Anschauung zu verbinden. Nur dadurch scheint sich die der Wirklichkeit so oft überlegene Macht der Kunst über das menschliche Gemüt zu erklären, daß die erstere immer Störendes, Zerstreundes und Verletzendes in ihre Eindrücke mengt, die Kunst alle Elemente für den beabsichtigten Eindruck sammeln und ungehemmt wirken lassen kann. Die Macht dieses Eindruckes wird aber unzweifelhaft desto größer sein, je eindringlicher, je feiner, je reicher die Naturwahrheit des sinnlichen Eindruckes ist, der die Vorstellungsreihen und die mit ihnen verbundenen Affekte wachrufen soll. Er muß sicher schnell, unzweideutig und genau bestimmt wirken, wenn er einen lebendigen und kräftigen Eindruck machen soll. Das sind aber im Wesentlichen die Punkte, die ich unter dem Namen der Verständlichkeit des Kunstwerkes zusammenzufassen suchte.“

* * *

Diese und ähnliche Vorlesungen, die Helmholtz um jene Zeit gehalten hatte, trugen nicht wenig zur Popularisierung der Naturwissenschaften und seines eigenen Namens bei. Von vielen Seiten wurde er aufgefordert, ähnliche öffentliche Vorträge zu halten, ohne aber dies immer tun zu können. Eine Einladung, in Amerika eine Reihe öffentlicher Vorlesungen zu halten, schlug er ab und schreibt darüber am 5. Januar 1873 an einen Freund in Amerika: „Das Berliner Treiben macht mich schon sehr müde, so daß ich nach beendetem Semester vor allen Dingen den Wunsch zu haben pflege, keine Menschen mehr sehen zu müssen und meine Gedanken sammeln zu können an einem stillen Orte. Von allem diesem wäre Amerika ungefähr das gerade

Gegenteil. Und was meine Vorlesungen betrifft, so habe ich mich doch überzeugt, daß ich wohl sachverständigen Leuten wissenschaftliche Dinge in trockener sachlicher Weise auseinandersetzen kann, aber ich habe nicht Herrschaft genug über die Sprache, um dasselbe so zu tun, daß ich ein größeres Auditorium von nicht fachmäßig Gebildeten fesseln könnte. Dabei kostet mir die Ausarbeitung in der fremden Sprache doppelte Zeit, und selbst, wenn ich die Hilfe eines Engländers dabei habe, wird es doch Flickwerk. Ich habe noch mancherlei, was ich für die Wissenschaft tun möchte, und darf nicht mehr allzu viel Zeit verlieren. . . .“

Um diese Zeit führten ihn seine Probleme auf das aerodynamische Gebiet. Die ersten Resultate dieser Untersuchungen legte er der Akademie am 26. Juli 1873 in seiner Schrift: „*Über ein Theorem, geometrisch ähnliche Bewegungen flüssiger Körper betreffend, nebst Anwendungen auf das Problem, Luftballons zu lenken*“, vor. Er hatte noch später öfters Gelegenheit, sich mit diesem Problem zu beschäftigen, und in einem Bericht aus dem Jahre 1878 lesen wir: „Daß man Luftballons durch mechanische Mittel, die den zur Fortbewegung der Schiffe gebrauchten ähnlich sind, bei windstillem Wetter vorwärts treiben und lenken kann, ist theoretisch evident und durch Versuche, namentlich von DUPUY DE LÔME, erwiesen. Daß man mit hinreichend großen Ballons auch ganz ausreichende Geschwindigkeiten würde erreichen können, ergibt die Rechnung. . . . Ich bin demzufolge der Meinung, daß eine bloße Variation und Zusammenhäufung der zur Fortbewegung von Schiffen angewendeten Mittel am Ballon keine *neue Erfindung* im Sinne des Gesetzes ausmache.“

Eine Untersuchung folgte der anderen, der nie rastende Forscher erschloß sich immer wieder neue Probleme. Und so sehen wir, wie er im Jahre 1874 in dem Jubelband der Poggendorffschen Annalen eine Arbeit: „*Die theoretische Grenze für die Leistungsfähigkeit der Mikroskope*“ veröffentlicht, die sich mit den Resultaten des größten Kenners auf diesem Gebiete, ABBE-Jena, so ziemlich deckt.

Im folgenden Jahre setzte Helmholtz seine meteorologischen Studien fort. Als Frucht derselben kann man den in Hamburg 1875 gehaltenen Vortrag ansehen, in dem er „*Über Wirbelstürme und Gewitter*“ sprach. Besonders bemerkenswert ist der kritische Sinn, mit dem Helmholtz an die Wetterprognose herantritt und das Bestreben, die bis dahin noch unvollkommen gebliebenen Berechnungen der Wettervorhersage nicht als einen Beweis gegen die Zuverlässigkeit der theoretischen Erwägungen und Gesetze aufkommen zu lassen. Er begann seinen Vortrag mit dem Goetheschen Vers:

Es regnet, wenn es regnen will,
Und regnet seinen Lauf;
Und wenn's genug geregnet hat,
So hört es wieder auf.

„Dies Verslein — sagte dann Helmholtz — hat sich seit alter Zeit in meinem Gedächtnis festgehäkelt, offenbar deshalb, weil es eine wunde Stelle im Gewissen des Physikers berührt und ihm wie ein Spott klingt, den er nicht ganz abzuschütteln vermag, und der noch immer trotz aller neugewonnenen Einsichten in den Zusammenhang der Naturerscheinungen, trotz aller neu errichteten meteorologischen Stationen und unübersehbar langen Beobachtungsreihen nicht gerade weit vom Ziele trifft. Unter demselben Himmelsgewölbe, an welchem die ewigen Sterne als das Sinnbild unabänderlicher Gesetzmäßigkeit der Natur einherziehen, ballen sich die Wolken, stürzt der Regen,

wechseln die Winde, als Vertreter gleichsam des, entgegengesetzten Extrems, unter allen Vorgängen der Natur diejenigen, die am launenhaftesten wechseln, flüchtig und unfassbar, jedem Versuche entschlüpfend, sie unter den Zaum des Gesetzes zu fangen.“

Für einen exakten Naturforscher wie Helmholtz, für den die Wissenschaft erst da begann, wo sie feste Gesetze, eine unabänderliche Ordnung und einen straffen Zusammenhang nachweisen konnte, war es etwas Unangenehmes, das sich in das Gefühl der sonst so gefestigten Naturansicht mengte, sobald er einsah, daß es noch eine Reihe von Erscheinungen gäbe, die sich nicht unter das Joch der Gesetzmäßigkeit bringen ließen. Aber die Zuversicht zu seinen grundlegenden Prinzipien der Naturauffassung ließ keinen dauernden Zweifel aufkommen, der an der Zuverlässigkeit der Gesetzmäßigkeit aller Naturerscheinungen rütteln konnte. Auch das so launische Wetter unterliegt ganz bestimmten Gesetzen, in der Natur gibt es keine Willkür, für jede Erscheinung ist ein zureichender Grund vorhanden. Allerdings ist es nicht überall so leicht, alle Gründe und Ursachen aufzudecken, aber sobald dies geschehen sein wird, dürfte man das Wetter mit eben derselben Sicherheit voraussagen können, wie das Eintreten einer Sonnenfinsternis. Die grundlegenden Gesetze der Meteorologie basieren ebenfalls auf dem allgemeinsten Prinzip, das uns die Welt und ihre Erscheinungen erst verständlich gemacht hat, auf dem Gesetze der Erhaltung der Kraft. Sobald man in die verborgensten Schlupfwinkel der meteorologischen Vorgänge mit der Fackel dieses Gesetzes wird hineinleuchten können, wird man auch, das dort herrschende Dunkel erhellen.

Im Juli 1877 wurde Helmholtz zum Professor der Physik an der medizinisch-chirurgischen Akademie für das Militär, wo er selbst seine medizinische Ausbildung erhalten hatte, ernannt. Er hielt am Stiftungstage dieser Anstalt eine Rede „*Das Denken in der Medizin*“, in der er einen Rückblick auf die Entwicklungsgeschichte der Medizin gab.

Zwei Richtungen treten innerhalb dieser Wissenschaft hervor, eine, die, nur auf Spekulation bauend, a priori ein Bild vom Leben und den Krankheitserscheinungen sich zu machen sucht, während die andere Richtung, aus den Tatsachen der Erfahrung schöpfend, die allgemeinen Gesetze der Natur auch auf das Leben des Menschen anzuwenden sich bemüht. Mit dem Aufschwunge der Naturwissenschaften nimmt auch die Medizin ihren Aufschwung; je mehr das naturwissenschaftliche Denken sich vertiefte, desto fruchtbarer sind die Erfolge dieses Denkens auch für die Medizin geworden. Letzten Endes ist ja die Medizin nichts anderes, als eine auf den Menschen angewandte Naturwissenschaft. Charakteristisch für die ältere Schule der Medizin — meint Helmholtz — ist die Intoleranz gegen die von ihren Ansichten Abweichenden, während die neuere Schule wohl weiß, daß sie auch irren kann und deshalb mit mehr Verständnis auf die Ansichten anderer eingeht.

Es ist interessant, zu beobachten, wie Helmholtz keine Gelegenheit vorübergehen läßt, um sich mit erkenntnistheoretischen Fragen auseinanderzusetzen, wie er neben der Empirie auch den Wert des abstrakten Denkens zu würdigen weiß. So sagt er auch in dieser Rede: „Wenn ich gegen das leere Hypothesenmachen spreche, glauben Sie übrigens nicht, daß ich den Wert der echt originalen Gedanken herabsetzen wolle. Die erste Auffindung eines neuen Gesetzes ist die Auffindung bisher verborgen gebliebener Ähnlichkeit im Ablauf der Naturvorgänge. Sie ist eine Äußerung des Seelenvermögens, welches unsere Vorfahren noch im ernstesten Sinne ‚Witz‘ nannten; sie ist gleicher Art mit den höchsten Leistungen künstlerischer Anschauung in der

Auffindung neuer Typen ausdrucksvoller Erscheinung. Sie ist etwas, was man nicht erzwingen und durch keine bekannte Methode erwerben kann. Darum haschen alle danach, die sich als bevorzugte Kinder des Genius geltend machen möchten. Der Beweis dafür, daß die gefundenen Ideen nicht nur oberflächliche Ähnlichkeiten zusammenraffen, sondern durch einen tiefen Blick in den Zusammenhang des Ganzen erzeugt sind, läßt sich doch nur durch eine vollständige Durchführung derselben geben, für das neu entdeckte Naturgesetz also nur an seiner Obereinstimmung mit den Tatsachen.“

* * *

Beim Antritt des Rektorats an der Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin hielt Helmholtz am 15. Oktober 1877 eine Rede „*Über die akademische Freiheit der deutschen Universitäten*“, aus der hier eine charakteristische Stelle hervorgehoben werden möge. Helmholtz tritt für die unbedingte Freiheit der Studierenden und Lehrer ein: „Die freie Überzeugung der Schüler ist nur zu gewinnen, wenn der freie Ausdruck der Überzeugung des Lehrers gesichert ist, die *Lehrfreiheit*. Diese ist nicht immer geschützt gewesen in Deutschland, ebensowenig wie in den Nachbarländern. In Zeiten politischer und kirchlicher Kämpfe haben sich die herrschenden Parteien oft genug Eingriffe erlaubt; es ist dies von der deutschen Nation immer als ein Eingriff in ein Heiligtum empfunden worden. In diesem Augenblicke können auf deutschen Universitäten die extremsten Konsequenzen materialistischer Metaphysik, die kühnsten Spekulationen auf dem Boden von DARWINS Evolutionstheorie ebenso ungehindert, wie die extremste Vergötterung päpstlicher Unfehlbarkeit vorgelesen werden. Wie auf der Tribüne der europäischen Parlamente bleiben allerdings Verdächtigungen der Motive, Schmähungen der persönlichen Eigenschaften der Gegner — beides Mittel, welche mit der Entscheidung wissenschaftlicher Sätze offenbar nichts zu tun haben — untersagt... Aber es besteht kein Hindernis, irgend welche *wissenschaftliche* Streitfrage *wissenschaftlich* zu diskutieren.“

Amtliche Tätigkeit, Vorlesungen und Experimente nahmen seine Zeit in Anspruch, es fehlte auch nicht an Anfeindungen, die seine Gemütsruhe aus dem Gleichgewichte zu bringen drohten, aber Helmholtz fand immer wieder in der Wissenschaft die sicherste Zufluchtsstätte.

Am 3. August 1878 feierte die Berliner Universität ihr Stiftungsfest. Für Helmholtz erwuchs nun daraus die Verpflichtung, eine Festrede zu halten. Lange überlegte er das Thema, das er bei einem solchen Anlasse behandeln könnte, und als er es endlich fand, da stellte sich ihm wieder die Schwierigkeit entgegen, wie er es benennen sollte.

„*Die Tatsachen in der Wahrnehmung*“, lautete das Thema seiner Rede, in der er einige grundlegende Fragen, die mit der Erkenntnistheorie und Physiologie der Sinne zusammenhängen, entwickelte.

Was ist Wahrheit in unserem Anschauen und Denken? Wie verhalten sich unsere Vorstellungen zur Wirklichkeit, zur Außenwelt? so lautete das behandelte Problem.

Philosophie und Naturwissenschaft haben diese Fragen zum Gegenstande ihrer Untersuchung gemacht, beide haben sich dieselbe Aufgabe gestellt, beide suchen diese Fragen von ihrem Standpunkte aus zu beantworten.

Die idealistische Philosophie sucht aus unserem Wissen und Vorstellen das auszuscheiden, was aus den Einwirkungen der Körperwelt herrührt, um das als Wahrheit

hinzustellen, was der eigenen Tätigkeit des Geistes angehört.

Die Naturwissenschaft dagegen sucht die Vorstellungsformen, die Definitionen u. s. w. auszuscheiden, um nur das zu behalten, was der Welt der Wirklichkeit angehört.

Dort das Betonen des Geistes als alleiniger Quelle der wahren Erkenntnis, hier das der Sinne und ihrer Funktionen. Idealismus und Realismus könnte man diese beiden Richtungen taufen. „Beide — sagt Helmholtz — suchen dieselbe Scheidung zu vollziehen, wenn auch jede für einen anderen Teil des Geschiedenen interessiert ist. In der Theorie der Sinneswahrnehmungen und in den Untersuchungen über die Grundprinzipien der Geometrie, Mechanik, Physik kann auch der Naturforscher diesen Fragen nicht aus dem Wege gehen.“ Wir sehen, auf welcher breiter Basis Helmholtz diese Probleme aufgebaut wissen will. Für ihn ist die exakte Naturwissenschaft nicht bloß die Summe von systematisch geordneten Tatsachen der Erfahrung, sondern der Inbegriff eines tieferen Erfassens der Natur, wobei der philosophischen Betrachtung ein weiter Raum gewährt wird. Man darf aber hier Philosophie nicht als müßige Spekulation, als Metaphysik auffassen, sondern als das, was sie sein soll, d. h. die vernunftgemäße Erfassung der Probleme, eine Erfassung, die den Zusammenhang der Tatsachen nachweisen will und nicht bei dem äußeren Schein stehen bleibt. An einer anderen Stelle hat sich Helmholtz über diesen Punkt etwas eingehender ausgesprochen.

In der Vorrede zu der Übersetzung von Tyndalls „Fragments of Science“ lesen wir folgendes darüber: „Es gibt zwei Wege, den gesetzlichen Zusammenhang der Natur aufzusuchen, den der abstrakten Begriffe und den einer reichen experimentierenden Erfahrung. Der erstere Weg führt schließlich mittelst der mathematischen Analyse zur genauen quantitativen Kenntnis der Phänomene; aber er läßt sich nur beschreiten, wo der zweite schon das Gebiet einigermaßen aufgeschlossen, d. h. eine induktive Kenntnis der Gesetze mindestens für einige Gruppen der dahin gehörigen Erscheinungen gegeben hat, und es sich nur noch um Prüfung und Reinigung der schon gefundenen Gesetze, um den Übergang von ihnen zu den letzten und allgemeinsten Gesetzen des betreffenden Gebietes und um die vollständige Entfaltung von deren Konsequenzen handelt. Der andere Weg führt zu einer reichen Kenntnis des Verhaltens der Naturkörper und Naturkräfte, bei welcher zunächst das Gesetzliche nur in der Form, wie es die Künstler auffassen, in sinnlich lebendiger Anschauung des Typus seiner Wirksamkeit erkannt wird, um sich dann später in die reine Form des Begriffs herauszuarbeiten. Ganz voneinander lösen lassen sich beide Seiten der Tätigkeit des Physikers niemals, wenn auch die Verschiedenheit der individuellen Begabung den Einen geschickter zur mathematischen Deduktion, den Anderen zur induktiven Tätigkeit des Experimentierens macht. Löst sich aber der Erstere ganz von der sinnlichen Anschauung ab, so gerät er in Gefahr, mit großer Mühe Luftschlösser auf unhaltbare Fundamente zu bauen, und die Stellen nicht zu finden, an denen er die Übereinstimmung seiner Deduktionen mit der Wirklichkeit bewahrheiten kann; dagegen würde der Letztere das eigentliche Ziel der Wissenschaften aus den Augen verlieren, wenn er nicht darauf hinarbeitete, seine Anschauungen schließlich in die präzise Form des Begriffs überzuführen“.

Wir haben absichtlich diese Stelle hier angeführt, weil sie eine besonders prägnante Beschreibung der induktiven und deduktiven Methode ist, und die Berechtigung und die Grenzen beider nachweist. Helmholtz hat sich bei seinen wissenschaftlichen Leistungen beider zu bedienen gewußt, und ein großer Teil seiner Arbeiten ist deshalb so bedeutend, weil er es verstanden hat, beide Methoden miteinander richtig zu

kombinieren.

Diese Untersuchungsmethode diente ihm auch dazu, um in seinem Vortrage „*Die Tatsachen in der Wahrnehmung*“ an das schwierige Problem der Abgrenzung der Empfindungen von den Eindrücken der Dinge der Außenwelt heranzutreten, oder, mit anderen Worten ausgedrückt, um nachzuweisen, wie sich unsere Vorstellungen zu der Wirklichkeit verhalten. Dieses Problem ist eines der schwierigsten der modernen Philosophie und Naturwissenschaft. Je mehr man ihm näher kommt, umso komplizierter wird es; jede gewonnene Lösung wird dann zum Ausgangspunkte neuer Schwierigkeiten. Im zweiten Teile unserer Darstellung werden wir darauf näher eingehen.

Über den Eindruck, den dieser Vortrag gemacht hat, berichtet Helmholtz am 4. August seiner Frau: „Ich wußte, daß es nicht nach dem Geschmack der Majorität sein würde. Es waren neue Gedanken darin, die sie in Verlegenheit bringen mußten — natürlich nicht Zeller, du Bois, Kronecker u. a. Ich aber hatte mir gesagt, wenn ich einmal arbeiten müßte, so wollte ich auch etwas machen, an dessen Ausarbeitung ich selbst Interesse hätte, dann ist es schließlich immer besser, daß sie mich zu gelehrt finden, als trivial.“

Die in diese Zeit fallende Erfindung des Telephons hat auf Helmholtz einen großen Eindruck gemacht, und schon am 11. Juli 1878 konnte er der Akademie eine Arbeit über „*Telephon und Klangfarbe*“ vorlegen.

Die elektrodynamischen Untersuchungen beschäftigten ihn in der Folgezeit immer mehr, er tritt über diese prinzipiellen Fragen mit seinen Freunden in eine ausgedehnte Korrespondenz, die sehr anregend und belehrend ist und uns einen Einblick in die geistige Werkstätte dieser Forscher gestattet.

Im Frühjahr 1881 wurde er von der chemischen Gesellschaft in London aufgefordert, an der Stelle zu den Gelehrten Englands zu reden, von welcher aus der berühmte FARADAY, dessen Gedächtnis gefeiert werden sollte, so oft über die neuesten Fortschritte der Naturwissenschaften zu sprechen pflegte.

Helmholtz folgte dieser Aufforderung und sprach über „*Die neuere Entwicklung von Faradays Ideen über Elektrizität*“. Die „Faraday-Rede“ hat damals großes Aufsehen in der Gelehrtenwelt — besonders der englischen — erregt. Helmholtz gab eine Darstellung der Leistungen des großen englischen Naturforschers, kritisierte aber dabei seine Auffassung vom Wesen der elektrischen Vorgänge.

Die bahnbrechenden Entdeckungen FARADAYS wurden anfangs kaum verstanden, wenig beachtet und deshalb nicht genügend gewürdigt. Sie wichen auch in der Tat von den gewohnten Bahnen der wissenschaftlichen Untersuchungen ab. FARADAY war strenger Empiriker, in seinen Erklärungen vermied er aufs peinlichste jedes hypothetische Element, er hielt sich streng an die beobachteten Tatsachen, und diese Methode brachte es mit sich, daß er nicht sofort verstanden und gewürdigt wurde. Allerdings fehlte es ihm an streng wissenschaftlicher Disziplinierung, er war der Sohn eines Schmiedes und seinem ursprünglichem Berufe nach Buchbinder. Erst nachdem CLERK MAXWELL die von FARADAY gefundenen Tatsachen mathematisch interpretierte, wurde erkannt, wie bedeutend die von FARADAY gemachten Untersuchungen waren, die er aber selbst nicht immer in eine klare Form zu bringen verstanden hatte.

FARADAY hatte zum Gegenstande seiner Untersuchungen ein Problem gewählt, das noch heute nicht als abgeschlossen betrachtet werden kann. Er warf die Frage auf, *ob es Kräfte gibt, die unmittelbar und ohne Beteiligung*

eines dazwischen liegenden Mediums in die Ferne wirken. Alle physikalischen Theorien wurden zu seiner Zeit durch das Gravitationsprinzip hauptsächlich erklärt. Dieses war der Universalschlüssel für alle physikalischen Erscheinungen. Während NEWTON diese seine Hypothese mit der größten Vorsicht geltend gemacht hatte, vergaßen seine Anhänger unter dem Eindrucke der Fruchtbarkeit dieses Erklärungsprinzips die Bedenken, die bei NEWTON selbst noch vorhanden waren. Die Wirkung der Fernkräfte sollte alles erklären, analog dem großen Gesetze der Gravitation.

FARADAYS Verdienst war nun, nachzuweisen, daß es auch andere Kräfte, außer den auf Anziehung und Abstoßung beruhenden, gibt. Der Charakter der elektromagnetischen Kraft war der Anfangspunkt seiner Untersuchungen. Er sah, daß hier eine Kraft tätig ist, die nicht auf einer Kombination anziehender und abstoßender Kräfte, die von einem materiellen Punkt zum anderen wirken, beruht. Auf Grund einzelner Beobachtungen gelang es ihm, alle Erscheinungen elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Anziehung, Abstoßung und Induktion zu erklären, ohne dabei das Prinzip der Fernwirkungen in Anspruch zu nehmen, ein Prinzip, das sehr stark mit metaphysischen Elementen durchsetzt ist, und das aus den Naturwissenschaften zu verdrängen, FARADAY sich zur Aufgabe stellte..

Die von FARADAY gegebene Erklärung ist in sich konsequent durchgeführt und befindet sich in vollständiger Übereinstimmung mit allen bekannten Beobachtungstatsachen. Keine ihrer Forderungen, ist im Widerspruch mit den fundamentalen Axiomen der Dynamik, welche sich bis dahin als ausnahmslos gültige Gesetze für alle bekannten Naturerscheinungen erwiesen haben, — besonders mit dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft und dem Gesetz von der Gleichheit der Aktion und Reaktion.

In September 1881 nahm Helmholtz am elektrischen Kongreß in Paris teil, von wo er dann nach Florenz reiste, um als Preisrichter bei der Verteilung einer wissenschaftlichen Auszeichnung zu fungieren; von dort begab er sich nach Wien zur elektrischen Ausstellung. Kaum nach Berlin zurückgekehrt, hielt er Vorträge und erstattete Berichte über das in Paris und Wien Erlebte.

Für seine wissenschaftlichen Leistungen wurde er im Jahre 1882 vom Kaiser Wilhelm I. in den erblichen Adelstand erhoben; seine Bescheidenheit und Forschertätigkeit erlitt dadurch durchaus keine Einbuße wie das aus einem von L. KRONECKER an Helmholtz gerichteten Briefe hervorgeht: „Aber daß sich in Ihnen mit der Denk- und Wissensgewalt jene seltene Menschenfreundlichkeit und Arbeitskraft verbindet, welcher die Welt die Idee und die Vollendung, die Herausgabe Ihrer gesammelten Abhandlungen verdankt, das ist es, was meine höchste Bewunderung erregt.“

In der Folgezeit beschäftigten Helmholtz hauptsächlich thermodynamische Untersuchungen. So legte er am 2. Februar und 27. Juli 1882 der Berliner Akademie seine fundamentalen Arbeiten über „*Die Thermodynamik chemischer Vorgänge*“ vor. Er entwickelt darin mathematisch formulierte Beziehungen zwischen den Gesetzen der Wärme, der Elektrizität und der chemischen Erscheinungen.

* * *

Seine akademische Lehrtätigkeit erwies sich besonders fruchtbar dadurch, daß er begabte Schüler förderte und sie für die Wissenschaft zu erhalten suchte. Einer seiner bedeutendsten Schüler, HEINRICH HERTZ, hatte um diese Zeit eine Berufung nach Kiel angenommen, wo er eine Reihe bahnbrechender Untersuchungen anstellte

und diese auch seinem Lehrer bald mitteilte. Es entwickelte sich zwischen Helmholtz und Hertz eine sehr rege wissenschaftliche Korrespondenz. Der große Schüler, der in bezug auf seine wissenschaftliche Bedeutung seinem Lehrer immer mehr nahe kam, spricht mit der größten Bescheidenheit in seinen Briefen über seine Untersuchungen. Helmholtz kritisiert, spendet Lob und eifert immer zur Fortführung der Arbeiten an. Als ihm Hertz im Jahre 1883 seine Arbeit „Versuche über Glimmentladung“ einschickte, schreibt Helmholtz unmittelbar darauf an seinen früheren Schüler: „Ich habe mit dem größten Interesse Ihre Arbeit über die Glimmentladung gelesen und kann nicht umhin, Ihnen mein Bravo schriftlich zuzusenden. Die Sache scheint mir von der größten Tragweite zu sein.“

Im Oktober 1883 reiste Helmholtz nach Rom, um an einer Konferenz der internationalen Gesellschaft für die Messung der verschiedenen Erdgrade teilzunehmen. Neben den Konferenzarbeiten, denen sich Helmholtz sehr eifrig widmete, besuchte er auch viel das Theater, wo gerade damals die Duse auftrat. Ihr Glanzstern begann erst aufzugehen, und Helmholtz gehörte zu den Bewunderern ihres Spieles. Professor BLASERNA, bei dem er wohnte, erzählt darüber in einem Briefe an Professor KÖNIGSBERGER folgendes: „Wir gingen alle Abende ins Theater, und es war interessant, zu sehen, welchen regen Anteil Helmholtz an den feinsten und kleinsten Details ihres ungemein reichen Spieles nahm. Er überraschte mich auch mit seinen ausgedehnten und gründlichen Kenntnissen des modernen französischen Theaters. Eines Abends erwarteten wir „Fedora“ und da wir etwas zu früh gekommen waren, erzählte er mir den Inhalt des Sardouschen Stückes mit einer geradezu überraschenden Genauigkeit.“

Wie gesagt, nahm Helmholtz einen innigen Anteil an dem Spiele der DUSE, und war für alles sehr empfänglich. Zum Schlusse suchte jeder von uns heimlich eine Träne zu entfernen, ohne es zeigen zu wollen. Er zog sein großes weißes Taschentuch hervor und wischte sich unerschrocken beide Augen aus!“

Auch für die Kunstschatze des alten und neuen Roms interessierte sich Helmholtz sehr lebhaft. In dem bereits erwähnten Briefe berichtet BLASERNA darüber: „Wenn er einen Nachmittag frei hatte, gingen wir zusammen zum Cäsaren-Palast, und er hörte mit Interesse den Ausführungen zu, die ihm mein leider verstorbener Freund, Professor THOMASI-CRUDELE, gab. Er war überhaupt die reichste Natur, die mir je vorgekommen ist. Professor ENGELMANN sagte in seiner Gedächtnisrede, daß, wie um Homer sich sieben Städte stritten, ebenso streiten sich sieben Wissenschaften um Helmholtz. Aber man muß noch mehrere Künste hinzufügen. In meinem langen Zusammenleben mit ihm kann ich mich nicht erinnern, daß auch nur ein einziges Argument, wie immer beschaffen, ihm fremd oder inhaltlos vorgekommen wäre, er interessierte sich für alles.“

Mit dem Winter 1883/84 beginnt für Helmholtz — wie sein Biograph KÖNIGSBERGER berichtet — eine Zeit gewaltigen mathematischen Schaffens und Ringens nach der Erkenntnis eines einheitlichen, die Natur beherrschenden Prinzips, welches alle Gedanken des großen Naturforschers während des letzten Jahrzehnts seines Lebens bis in seine letzten Stunden hinein beherrschte.

Ostern 1884 reiste Helmholtz nach England, wo er mit TYNDALL, HERBERT SPENCER, SIR JOHN LUBBOCK, HUXLEY und anderen führenden Geistern angenehme Stunden verlebte. Er hielt sich einige Tage bei Sir HENRY ROSCOE in Manchester auf, mit dem er über seine letzten Arbeiten betreffs der Beziehungen der Chemie zur Wärme vieles zu besprechen hatte. In Glasgow besuchte er seinen Freund WILLIAM

THOMSON, den er mit Regulatoren und Meßapparaten für elektrische Beleuchtung und für die elektrische Bahn beschäftigt fand. Damals war die Frage nach der Herstellung genauer elektrischer Meßapparate für wissenschaftliche wie praktische Zwecke sehr aktuell. Auch Helmholtz hat diesem Gebiete ein wenig seine Aufmerksamkeit gewidmet, wie das aus einigen Arbeiten zu ersehen ist.

Als Familienvater konnte Helmholtz um jene Zeit ein angenehmes Fest feiern. Am 10. November 1884 verheiratete er seine Tochter Ellen mit Arnold Wilhelm von Siemens, dem ältesten Sohne von Werner von Siemens.

Die Arbeiten über die „*Verallgemeinerung der Sätze über die Statik monocyclischer Systeme*“ und „*Über die physikalische Bedeutung des Prinzips der kleinsten Wirkungen*“ haben damals Helmholtz besonders beschäftigt. Die in diesen Arbeiten niedergelegten fundamentalen Untersuchungen, — sagt KÖNIGSBERGER — welche für Hertz Anregung und Ausgangspunkt für dessen „Prinzipien der Mechanik“ bildeten, und welche in ihrer ungeheuren Tragweite wegen der Schwierigkeit der Probleme an sich sowie wegen der Gedrängtheit der Darstellung bis heute noch nicht in weite Kreise der Naturforscher einzudringen vermochten, sind durchaus mathematischer Natur; doch sind alle rein mathematischen Probleme bei der Verallgemeinerung der mechanischen Prinzipien, wie es Helmholtz stets in seinen mathematisch-physikalischen Arbeiten liebte, immer nur soweit behandelt, als die Anwendung auf physikalische Fragen es erforderte und zweckmäßig erscheinen ließ.

Im Jahre 1885 verfaßte Helmholtz einen „Report on Sir William Thomson's Mathematical and Physical Papers“, der in der „Nature“ erschienen ist. Er gibt in diesem Aufsatz eine Übersicht über die Leistungen seines Freundes und hebt die exakt-mathematische Methode, die alle Arbeiten des großen englischen Physikers besonders auszeichnet, hervor.

Ende des Jahres 1885 wurde Helmholtz die Graefe-Medaille verliehen. „Über die Erteilung der Graefe-Medaille — schreibt er an einen Freund — habe ich mich sehr gefreut, um so mehr, da lange Jahre vergangen waren, in denen ich die Ophthalmologen nicht mehr an mich erinnert habe. . . . Uns geht es im ganzen gut; wenn ich auch einzelne kleine Unbequemlichkeiten des wachsenden Alters merke, so kann ich über Mangel an Arbeitsfähigkeit nicht klagen; ich wollte nur, daß ich mehr freie Zeit hätte . . .“

Im August des folgenden Jahres nahm er am 500jährigen Jubiläum der Universität Heidelberg teil, hielt dann in der ophthalmologischen Gesellschaft eine Rede, in der er auf seinen Anteil an der Entdeckung des Augenspiegels zu sprechen kam. Er betonte dabei stark die Verdienste seiner Vorgänger, die nur um Haaresbreite von dieser Entdeckung fern waren. Es lag in dem Wesen des großen Forschers, immer auf die Verdienste seiner Vorgänger hinzuweisen, deren Entdeckungen und Leistungen es ihm erst ermöglichten, seine Untersuchungen fortzusetzen. Er hat es nie vergessen, daß ein jeder Zweig der Wissenschaft seine hervorragenden Mitarbeiter und Mitstreiber aufzuweisen hat, und daß es nicht immer der tüchtigere und bedeutendere ist, der gerade das Glück hat, eine große Entdeckung zu machen. Die Rolle des Zufalles bei allen großen Leistungen hat er genau gekannt, und er hebt gelegentlich einmal selbst hervor, daß er es deshalb vorziehe, auf einem Gebiete zu arbeiten, wo der Zufall das wenigste und die Schärfe des Verstandes das meiste vermögen.

Um diese Zeit wurde Helmholtz zum Vizekanzler der Friedensklasse des Ordens pour le mérite ernannt. Er begab sich zu dem Kanzler dieses Ordens, MENZEL, um

sich über seine Obliegenheiten belehren zu lassen, worauf ihm MENZEL erwiderte: „Da kann ich Ihnen nur dasselbe sagen, was mir seinerzeit RANKE zur Antwort gab: ‚Als Vizekanzler haben Sie weiter nichts zu tun, als zu warten, bis ich tot bin, um dann Kanzler zu werden.‘“

Die wissenschaftliche Korrespondenz mit seinem Schüler HERTZ bereitete ihm große Freude. Jede neue Untersuchung wurde mit wahrer Begeisterung aufgenommen, und aus Anlaß der Übersendung einer derselben äußerte sich Helmholtz: „Zunächst fühle ich eine stolze Freude darüber, daß meine Gedankenarbeit fortleben soll und fortwirken soll in künftigen Generationen über mein individuelles Leben hinaus, und Sie werden es ja wohl begreifen, daß, so wie ein leiblicher Vater zunächst für das Wohl seiner leiblichen Söhne am meisten sorgt und sie zu fördern bestrebt ist, ich gleichsam auch für meine Gedankenkinder eine Vorliebe habe, und Sie begreifen also, daß ich als der lebende Mensch nur meinen eigenen Überzeugungen folgen kann und auf sie das Hauptgewicht lege, und ich mich darüber freue, wenn gerade in ihrer Richtung die Fortentwicklung der Wissenschaft gefördert werden soll. Dann wieder kommt mir freilich der Zweifel, ob nicht meine eigenen Ideale zu eng und meine eigenen Prinzipien an einzelnen Stellen nicht vollständig genug sind, um für alle Zukunft den Bedürfnissen der Menschheit zu genügen Nur die eine Fahne möchte ich hochhalten, daß der Zweck der Wissenschaft ist, die Wirklichkeit zu begreifen und das Vergängliche aufzufassen als die Erscheinungsform des Unvergänglichen, des Gesetzes.“ Helmholtz sah in Hertz den Fortbildner der von ihm eingeschlagenen Richtung, er hoffte auch, daß Hertz der Berufenste sein dürfte, um die von ihm in Angriff genommenen großen Untersuchungen weiter fortzuführen. Leider hat der frühe Tod dies vereitelt. Helmholtz litt unter diesem Schicksalsschlage ebenso wie die Wissenschaft.

Nachdem HERTZ — von Ostern 1889 an — kaum drei Jahre an der Bonner Universität gewirkt hatte, erlag er einer langen und qualvollen Knochenkrankheit. „Für alle — sagt Helmholtz — die den Fortschritt der Menschheit in der möglichst breiten Entwicklung ihrer geistigen Fähigkeiten und in der Herrschaft des Geistes über die natürlichen Leidenschaften wie über die widerstrebenden Naturkräfte zu sehen gewohnt sind, war die Nachricht vom Tode dieses bevorzugten Lieblings des Genius eine tief erschütternde . . .

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.“

Der nie rastende Geist Helmholtz' hat sich damals die schwierigen Probleme der Meteorologie und Erkenntnistheorie — weit auseinanderliegende Gebiete — wieder zum Gegenstande der Untersuchung gewählt.

Um sich ausschließlich den wissenschaftlichen Untersuchungen widmen zu können, legte Helmholtz seine Tätigkeit als Universitätsprofessor nieder und übernahm 1888 die Leitung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg.

Helmholtz als Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

(1888 – 1894)

WERNER VON SIEMENS hatte mit eigenen Mitteln die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zustande gebracht. Der Zweck dieser Anstalt war, die für exakt-wissenschaftliche Zwecke erforderliche Präzisionstechnik zu fördern. Der Fortschritt der exakten Wissenschaften hängt nicht zum geringen Teil von den technischen Hilfsmitteln ab, die die Untersuchungen erst ermöglichen. Die alten Griechen und Römer konnten nur Vermutungen über die Natur und ihre Erscheinungen aufstellen, sie hatten keine technischen Hilfsmittel, mit denen man experimentieren konnte. Erst in der Neuzeit ist es gelungen, mit Hilfe der sinnreichen Apparate, Untersuchungen anzustellen, die mit der bloßen Vernunft nie gemacht werden könnten. Letzten Endes haben die technischen Hilfsmittel den Zweck, nicht nur die sinnlich wahrgenommenen Erscheinungen zu kontrollieren und zu messen, sondern auch die dem Menschen für die zahlreichen subtilen Erscheinungen fehlenden Sinne zu ersetzen.

Der berühmte englische Physiker CLERK MAXWELL pflegte zu sagen, daß die Uhr, die Wage und das Fußmaß die Symbole des errungenen Fortschrittes sind. Eben darin, daß wir heute Vorgänge von $1/1000$ Sekunde und Erscheinungen von $1/1000$ Millimeter und darüber genau messen können, liegt unser Fortschritt gegenüber der früheren Zeit.

Bereits in seiner am 16. Juni 1883 ausgearbeiteten Denkschrift wies Helmholtz auf den Wert eines derartigen Institutes hin. Die wissenschaftliche Abteilung des Institutes sollte genau die Intensität der Schwere und die Vergleichung dieser Intensität an verschiedenen Stellen der Erdoberfläche bestimmen. Sie sollte Untersuchungen über die elektrischen Maßeinheiten, über Druck und Dichtigkeit der Gase und Dämpfe bei verschiedenen Temperaturen und die Messung der dabei verbrauchten Wärmemengen anstellen. Alle diese Untersuchungen sind nicht bloß von rein wissenschaftlichem Interesse, sondern sie sind dazu geeignet, in das praktische Gebiet der Nutzenanwendung der Wissenschaften überzugreifen. Ferner hob Helmholtz in seiner Denkschrift hervor, daß durch die Gründung einer derartigen wissenschaftlichen Abteilung auch die Möglichkeit geboten würde, daß ältere und bewährte Physiker Deutschlands die Gelegenheit finden könnten, einzelne Untersuchungen auszuführen, für welche sie in ihrem Heimatsorte nicht die nötigen Hilfsmittel finden.

* * *

Helmholtz' Sohn, Robert, dessen Entwicklung den Eltern viel Sorge bereitete, hat um jene Zeit sein Doktorexamen bestanden und sich in der Folgezeit der exakt-wissenschaftlichen Richtung seines Vaters angeschlossen. Der Vater nahm mit großem Interesse Anteil an den Untersuchungen seines Sohnes und schreibt ihm gelegentlich: „Was deine Probleme betrifft, so weiß ich, daß die Astronomen die Frage diskutiert haben, ob die Gravitation Zeit brauche. Welche Genauigkeit aber dabei zu erreichen ist, weiß ich nicht. Sie behaupten, die Beobachtung spräche gegen diese Hypothese. Jedenfalls lohnt es nicht, eine solche Frage anzugreifen, ehe man nicht weiß, welche Beobachtungen möglich wären, und wie auszuführen, um sie zu entscheiden. . . . Um die Gravitation des Mondes zu messen, sind unsere bisherigen Methoden, die Schwerkraft zu messen, noch nicht genau genug. . . . Ich für meinen Teil habe allerdings,

was ich von Mathematik weiß, nur an den Problemen, die ich zu lösen versuchte, gelernt und konnte durch rein abstrakte Studien, ohne Anwendung auf Probleme, nie etwas begreifen.“ Leider sollte die Freude an seinem Sohne dem Forscher nicht lange beschert bleiben. Er starb am 5. August 1889. Seine letzte Arbeit „Über die Licht- und Wärmestrahlung verbrennender Gase“, die von dem Verein für Gewerbefleiß in Berlin mit 5000 Mk. und einer Medaille gekrönt wurde, gab der Vater mit einer Einleitung heraus, der wir folgende Stelle entnehmen: „Als die ersten Korrekturbogen des nachfolgenden Aufsatzes ankamen, lag der Verfasser schon auf seinem Sterbebett. Mir, als seinem Vater, ist also die traurige Pflicht zugefallen, die Drucklegung zu überwachen. Er hatte gehofft, die letzte Hälfte des Aufsatzes noch durchzuarbeiten und zu vervollständigen. . . . Auch kenne ich seine Absichten in dieser Beziehung nicht genau genug, denn er pflegte ganz selbständig zu arbeiten und holte sich selten bei mir Rat. Erst wenn er die Sachen zu Papier gebracht hatte, pflegte er sie mir zu zeigen und mit mir darüber zu sprechen. . . .“

Die Arbeiten an der Reichsanstalt nahmen Helmholtz stark in Anspruch, trotzdem ihm ein großer Stab von tüchtigen Mitarbeitern, so z. B. der Direktor der Anstalt, LOEWENHERZ, zur Seite stand. Aus der im Jahre 1890 herausgegebenen „Denkschrift über die bisherige Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt“ ist zu ersehen, was seit Begründung derselben geleistet wurde. Die Neuherausgabe seiner physiologischen Optik und kleinere wissenschaftliche Veröffentlichungen füllten seine von amtlicher Tätigkeit freie Zeit aus.

Aus Anlaß des 70. Geburtstages wurde Helmholtz von zahlreichen wissenschaftlichen Körperschaften ausgezeichnet. Kaiser Wilhelm II. verlieh ihm am 12. Oktober 1891 den Charakter eines wirklichen Geheimen Rates mit dem Prädikate „Exzellenz“. Dieser Auszeichnung fügte er die Worte bei: „Sie haben, ihr ganzes Leben zum Wohle der Menschheit einsetzend, eine reiche Anzahl von herrlichen Entdeckungen vollbracht. Ihr stets den reinsten und höchsten Idealen nachstrebender Geist ließ in seinem hohen Fluge alles Getriebe von Politik und der damit verbundenen Parteiungen weit hinter sich zurück. Ich und mein Volk sind stolz darauf, einen solch bedeutenden Mann unser nennen zu können.“

Am 2. November 1892 feierte Helmholtz sein fünfzigjähriges Doktorjubiläum, das wieder Anlaß zu vielen Auszeichnungen und Ehrenbezeugungen gegeben hatte. Die Festlichkeiten, die zu seinen Ehren veranstaltet wurden, unterbrachen nur für sehr kurze Zeit seine Forscherarbeit, wie das die bald darauf erschienenen Untersuchungen über die „*Elektromagnetische Theorie der Farbenzerstreuung*“ beweisen.

Im August 1893 unternahm Helmholtz in Begleitung seiner Frau eine Reise nach Amerika, wohin er als Regierungsvertreter bei dem in Chicago abzuhaltenden ElektriKER-Kongreß gesandt wurde.

Elektrodynamische Untersuchungen und die Beschäftigung mit dem Werke von Hertz „Die Prinzipien der Mechanik“, zu dem er im Juli 1894 ein Vorwort geschrieben hatte, nahmen Helmholtz letzte Zeit in Anspruch. Er starb am 8. September 1894 an den Folgen einer Lähmung.

* * *

In Helmholtz ist ein Fürst der Wissenschaft dahingegangen. Unter den Denkern und Forschern des XIX. Jahrhunderts nimmt er einen Ehrenplatz ein, der ihm einen dauernden Namen in den Annalen der Wissenschaft sichert. Er gehörte zu denjenigen

begnadeten Geistern, denen es beschieden war, die menschliche Erkenntnis gewaltig zu fördern und der leidenden Menschheit zu helfen. Seine Erfindung des Augenspiegels hat millionenfaches Leid aus der Welt geschafft, und die wieder leuchtend gewordenen Augen der Erblindeten und Kranken waren glänzendere Beweise seiner Bedeutung, als die ihm erteilten Orden. In ihm war ein Forscher und Wohltäter der Menschheit dahingegangen.

Seiner innersten Natur nach war Helmholtz ein schlichter Mann, dem die Wissenschaft über alles ging. Mit Recht wurde er ein Genie der Arbeit genannt. Seine geistige Überlegenheit wirkte auf seine Umgebung und besonders auf seine Schüler mehr anregend als erdrückend. Er schätzte die Leistungen seiner Kollegen und Schüler in aufrichtiger Teilnahme und unterließ es bei keiner Gelegenheit, die Verdienste anderer anzuerkennen und die von ihnen ausgegangene Anregung und Belehrung in das richtige Licht zu rücken.

* * *

Ein kühler Septembertag. Von dem Dache der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg wehte am 13. September, am Tage der Bestattung von Helmholtz, die Flagge Halbmast. An herrlichen Palmgruppen vorbei gelangte man zur Villa, in der der Verstorbene die letzten Jahre seines Berliner Schaffens wohnte. Die Leiche war an der Stelle aufgebahrt, an der Helmholtz drei Jahre zuvor anlässlich seines siebzigsten Geburtstages so viele Huldigungen empfing. Zu den Füßen des Sarges lagen zwei Ordenskissen, dazwischen die Kränze des Kaisers, der Kaiserin Friedrich und das Blumengewinde, das Potsdam dem unsterblichen Ehrenbürger gewidmet.

Von allen Seiten eilten die Vertreter der wissenschaftlichen und bürgerlichen Korporationen herbei, um dem großen Denker und Forscher die letzte Ehre zu erweisen.

Der Hofprediger D. Frommel widmete dem Dahingegangenen einen Nachruf, in dem er seine Begabung, verbunden mit der eisernen Energie und unermüdlichen Geduld der Arbeit rühmte.

Die irdische Hülle des Toten wurde auf dem alten Friedhof am Lietzow beigesetzt.