

Hermann von Helmholtz – der »Reichskanzler der deutschen Physik«

Klaus Biener

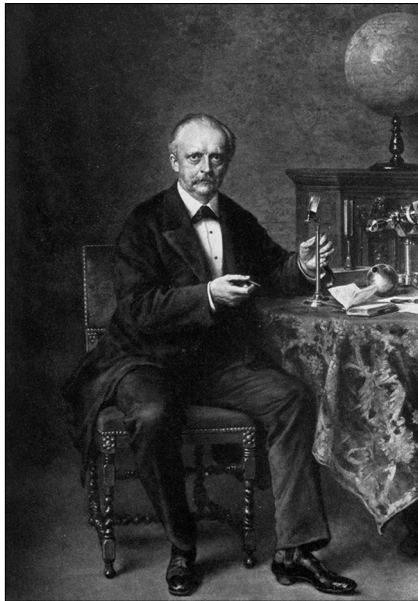


Abb. 1: Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz (1821–1894).

Seine Schüler nannten ihn verehrungsvoll *Meister*, Heinrich Hertz (1857–1894) und Max Planck (1858–1947) haben bei ihm promoviert. Max v. Laue (1879–1960), später Nobelpreisträger, wurde durch seine Schriften zum Physikstudium inspiriert, und Einstein bewunderte ihn als *originellen freien Kopf*. Schon wenige Jahre, nachdem Helmholtz als Ordinarius den physikalischen Lehrstuhl der Berliner Friedrich-Wilhelms-Universität eingenommen hatte, wurde er zum Rektor dieser Universität gewählt (1876). 1873 erhielt er für seine Verdienste den Orden *Pour le Mérite* und 1886 wählten ihn die Ordensträger zu ihrem Vizekanzler. Im Jahre 1882 erhob ihn der Kaiser in den erblichen Adelsstand und 1888 wurde er erster Präsident der neu gegründeten, von ihm mit initiierten Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Zu seinem 70. Geburtstag erfuhr er neben zahlreichen Ehrungen die Ernennung zum *Wirklichen Geheimen Rat* mit dem Prädikat *Excellenz*. Anlass für all diese Ehrungen waren die genialen Leistungen eines vielseitigen Gelehrten. Er gehört zu

den Forschern, die die Wissenschaften des 19. Jahrhunderts wesentlich geprägt haben. Mit bewundernswerter Universalität beherrschte er praktisch die gesamte Naturwissenschaft seiner Zeit.

Begonnen hatte sein Berufsleben zunächst als Militärarzt. Denn Helmholtz, 1821 als Sohn eines Gymnasial-Oberlehrers in Potsdam geboren, studierte Medizin am Berliner *Medizinisch-Chirurgischen Friedrich-Wilhelms-Institut*. Dort erhielt er außerdem eine gründliche, breitgefächerte naturwissenschaftliche Grundausbildung. Schon mit 21 Jahren promovierte er zum Doktor der Medizin, um anschließend eine Stelle als Militärarzt in Potsdam anzutreten. Denn das durch Stipendium geförderte Studium am Friedrich-Wilhelms-Institut schloss die Verpflichtung zu einem anschließenden 8-jährigen Militärdienst ein. Nebenher vertiefte er seine Kenntnisse in mathematischer Physik, insbesondere durch Nutzung der von dem Physiker Gustav Magnus (1802–1870) angebotenen Experimentiermöglichkeiten und durch Mitarbeit in dessen *Physikalischem Colloquium*. G. Magnus, Professor für Technologie an der Berliner Universität, galt zu dieser Zeit unter den Berliner Wissenschaftlern als die beherrschende Physikerpersönlichkeit und als einer der besten Lehrer der Universität. Er hatte in seinem Hause (Am Kupfergraben 7, noch heute existent) ein Privatlaboratorium eingerichtet, das er seinen Studenten bereitwillig öffnete.

Seit ihrer Gründung im Jahre 1845 war Helmholtz außerdem aktives Mitglied der *Berliner Physikalischen Gesellschaft*. Dort trug er 1847 als Ergebnis physiologisch-physikalischer Überlegungen seine grundlegende Abhandlung »Über die Erhaltung der Kraft« vor, in der er das 1842 von Robert Mayer (1814–1878) aufgestellte Gesetz von der Erhaltung der Energie auch in den Bereichen elektrischer, magnetischer, thermischer und physiologischer Erscheinungen (Wärmeentwick-

lungen bei der Muskeltätigkeit) verifizieren konnte. Dadurch trug er wesentlich zur Anerkennung dieses anfänglich umstrittenen Prinzips bei. In der Berliner Physikalischen Gesellschaft lernte er übrigens auch Werner v. Siemens (1816–1892) kennen, mit dem ihn dann eine lebenslange Freundschaft verband.

Mit Unterstützung Alexander v. Humboldts erwirkte Helmholtz sein vorzeitiges Ausscheiden aus dem militärärztlichen Dienst und begann 1848 eine Laufbahn als Hochschullehrer. Nach einem Intermezzo als Anatomielehrer an der Berliner Kunstakademie übernahm er 1849 eine Professur für Physiologie und Pathologie an der Albertus-Universität in Königsberg. Sechs Jahre später wechselte er nach Bonn (Lehrstuhl für Anatomie und Physiologie) und 1858 folgte er einer Berufung nach Heidelberg (Physiologie). In der Königsberger Zeit untersuchte er mikroskopisch die Struktur des Nervensystems und bestimmte erstmalig die *Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Nervenreizes* im menschlichen Organismus. Je nach Nervenfasertyp ist diese unterschiedlich hoch, maximal kann sie 80 Meter pro Sekunde (das sind 288 km/h!) erreichen.

Außerst segensreich hat sich seine Erfindung des *Augenspiegels* ausgewirkt, mit dem er die gesamte Augenheilkunde revolutionierte. Denn mit diesem Gerät war die diagnostische Untersuchung der Netzhaut des Auges und dadurch eine therapeutische Behandlung von Augenkrankheiten möglich geworden (1850). Zwei Jahre später entwickelte er das *Ophthalmometer*, das eine Vermessung der Krümmungsradien der Augenhornhaut ermöglicht (wichtig z. B. für die Fertigung von Kontaktlinsen!). Auch das *Telestereoskop* ist eine Erfindung von Helmholtz, dies ist ein binokulares Spezialfernrohr, mit dem der Augenabstand des Beobachters apparativ vergrößert wird, wodurch ein drastisch verstärkter stereoskopischer Effekt insbesondere bei Betrachtung entfernter Objekte erzielt

wird (das Scherenfernrohr ist eine konstruktive Variante, die auf dem gleichen optischen Prinzip beruht). Alle diese Entdeckungen bzw. Erfindungen, für die Helmholtz übrigens nie ein Patent oder Schutzrecht in Anspruch genommen hat, machten ihn innerhalb kurzer Zeit berühmt.

In der Folgezeit studierte er intensiv die Physiologie der *Sinnesempfindungen*. Dazu befasste er sich verstärkt mit Optik und Akustik, trieb Studien über Farbmischung und Farbempfindung (*Dreifarbentheorie*) und begründete eine Theorie über die Entstehung der räumlichen Vorstellungen im Gehirn. Seine diesbezüglichen Untersuchungsergebnisse veröffentlichte er in dem umfassenden Werk »Handbuch der physiologischen Optik« (Leipzig 1856).

In den nicht minder schaffensreichen Jahren seiner Forschungstätigkeit als Physiologie-Professor in Heidelberg erschien 1863 als weiteres bedeutendes Werk seine »Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik«. Es werden darin u. a. folgende Gebiete behandelt:

- physiologische und physikalische Grundlagen der musikalischen Harmonien und Disharmonien,
- Theorie von den offenen und gedeckten Orgelpfeifen,
- Untersuchung der Saitenbewegungen bei der Violine,
- mit Hilfe von Resonatoren durchgeführte Analyse der Klangfarbe der menschlichen Stimme,
- mathematische Theorie zur Erklärung der Klangfarbe durch Obertöne.

Helmholtz selbst kommentiert dazu:

»Es hat mich immer als ein wunderbares Geheimnis angezogen, daß gerade in der Lehre von den Tönen, in den physikalischen ... Fundamenten der Musik, die unter allen Künsten in ihrer Wirkung auf das Gemüth als die stoffloseste, flüchtigste und zarteste Urheberin unberechenbarer ... Stimmungen erscheint, sich die Wissenschaft des reinsten und consequentesten Denkens, die Mathematik, so fruchtbar erwies. Der Generalbaß ist ja eine Art angewandter Mathematik ... Mathematik und Musik – der schärfste

Gegensatz geistiger Thätigkeit, und doch verbunden, sich unterstützend ...«

Die Resonanz auf die *Lehre von den Tonempfindungen* war enorm in der Musikwelt. Musikwissenschaftler, Komponisten, Berufsmusiker und sogar Musikinstrumentenbauer meldeten sich in deutschen und ausländischen Musikzeitschriften zu Wort. Vornehmlich in der von Robert Schumann (1810–1856) gegründeten *Neuen Zeitschrift für Musik* erschienen allein vier Artikel darüber. Der amerikanische Klavierbauer Theodor Steinway suchte Helmholtz gar persönlich auf, um sich von ihm Anregungen für die günstigste Ausführung der Hämmer im Klavier geben zu lassen, zwecks Vereinheitlichung des Klangs über die gesamte Klaviertastatur. Er erhielt konstruktive Hinweise zur Verbesserung der Tonqualität – insbesondere, um die Obertöne im Klangspektrum besser hervortreten zu lassen. Sogar über die Dicke, Spannung und Elastizität der Klaviersaiten machte sich Helmholtz Gedanken!

Helmholtz war ein Gelehrter von unglaublicher Schaffenskraft. Sein aktives Forscherleben währte 50 Jahre. Allein sein Veröffentlichungsverzeichnis umfasst 220 Titel! Neben seinen sog. *Populären Vorträgen*, die er schriftlich niederlegte, hielt er in der Heidelberger Universität ab 1862 in jedem Wintersemester einen Vortragszyklus über *Allgemeine Resultate der Naturwissenschaften, dargestellt für Studierende aller Fakultäten*. Der Chemie-Nobelpreisträger Wilhelm Ostwald (1853–1932) berichtete über Helmholtzens Vortragskunst:

»Inhaltlich war sein Vortrag so streng und klar, daß er ohne jede Änderung in ein Lehrbuch hätte aufgenommen werden können.«

Und Max v. Laue (1879–1960) urteilte über die »Populären Vorträge«:

»Der Form nach sind alle diese Vorträge von einer Vollendung, daß man sie den Meisterwerken der deutschen Literatur an die Seite setzen darf.«

In Helmholtzens Vorlesungen kamen damals zahlreiche junge, insbesondere russische Wissenschaftler verschiedenster Fachgebiete, um ihr Wissen zu vervollständigen. Für diese Studenten bedeutete es eine wertvolle Hilfe hinsichtlich ihrer

beruflichen Karriere, den heimatlichen Behörden Gutachten vom berühmten Helmholtz vorlegen zu können! Zu seinen prominenten Hörern gehörten zum Beispiel der Chemiker Dimitri Mendelejew (1834–1907), der Komponist Alexander Borodin (1833–1887), der von Hause aus Chemiker war, sowie die Mathematikerin Sonja Wasilewskaja (1850–1891), die 1884 als Mathematik-Professorin an die Universität Stockholm berufen wurde. Helmholtz hat durch seine Vorlesungstätigkeit und Publikationen praktisch eine ganze Generation russischer Naturwissenschaftler ausgebildet und geprägt. Russische (und später sowjetische) Wissenschaftler erinnerten sich immer dankbar seines fruchtbaren Wirkens, was durch verschiedenste Dokumente, Dankeschreiben etc. belegt ist. Die ehrerbietigen Beiträge russischer Wissenschaftler in dem Jubiläums-Gedenkband [7] zum 100. Todestag von Helmholtz sprechen eine beredte Sprache. Es spricht für sich, dass in Moskau bis in die Gegenwart das *Helmholtz-Institut für Ophthalmologie* existiert!

Im Verlauf seines Forscherlebens zeigte sich in Helmholtzens Arbeiten immer mehr ein Übergang von der Medizin zur Physik, auch äußerlich vollzog sich dieser Wechsel durch seine Übernahme (1871) des Lehrstuhls für Theoretische Physik an der Berliner Friedrich-Wilhelms-Universität, den bis dahin sein ehemaliger Lehrer Gustav Magnus innehatte. Helmholtz selbst äußerte sich in späteren Jahren dazu: »Die Physik war eigentlich von jeher die Wissenschaft, der sich mein Interesse hauptsächlich zugewendet hatte; zur Medizin wurde ich wesentlich durch äußere Umstände geführt.« Auffällig ist dabei die außerordentliche Vielseitigkeit seiner Forschungsgebiete: Helmholtz befasste sich außer mit Akustik und Optik auch mit Aerodynamik, Thermodynamik, Mechanik, Elektrodynamik und Hydrodynamik. So stellte er zum Beispiel eine merkwürdig erscheinende Analogie fest zwischen den Wirbelbewegungen von Flüssigkeiten und den elektromagnetischen Wirkungen elektrischer Ströme; diese Analogie fand er durch Lösungsvergleich der entsprechenden erzeugenden partiellen Differentialgleichungen!

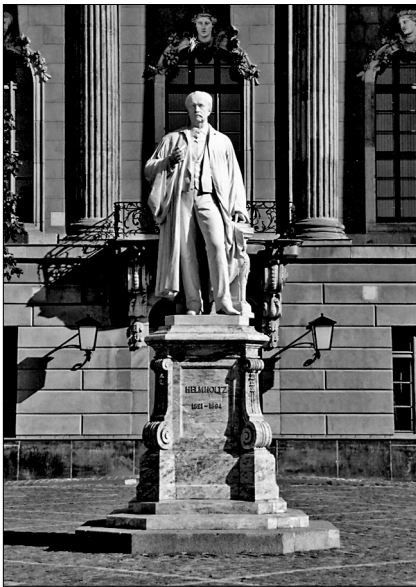


Abb. 2: Helmholtz-Denkmal auf dem Ehrenhof der Berliner Humboldt-Universität.

Überhaupt fällt sein ungewöhnliches mathematisches Talent auf, das sich etwa in der souveränen Beherrschung des differentiellen Kalküls zeigt, die bei der äußerst komplizierten Berechnung hydrodynamischer Raum-Integrale unter Beweis gestellt wird. Sogar sein Assistent Philipp v. Lenard (1862–1947), späterer Physik-Nobelpreisträger, bescheinigt seinem Lehrer: »... eine seltene mathematische Begabung war in seiner umfassenden Befähigung eingeschlossen. So gelang es ihm, aus den Differentialgleichungen der Hydrodynamik die charakteristischen Erscheinungen der ... Strahlbildung in Flüssigkeiten und Gasen in bewundernswerter Weise herauszulesen ...« [1]. Es sei angemerkt, dass Helmholtz in späteren Jahren sogar *mathematische* Vorlesungen an der Berliner Universität gehalten hat.

Bei seiner erkenntnistheoretischen Erforschung des räumlichen Sehens und der Raumvorstellung wurde Helmholtz auch zu Untersuchungen über die Grundlagen der Geometrie geführt. In diesem Zusammenhang befasste er sich mit Riemannschen Mannigfaltigkeiten und stellte das in der Mathematik bekannte *Helmholtz-Liesche-Raumproblem* auf, das danach von dem norwegischen Mathematiker Sophus Lie (1842–1899) und dem französischen Mathematiker Henri Poincaré (1854–1912) gelöst wurde

[7] (betrifft Raum-Messung geometrischer Gebilde durch Kongruenz).

Bemerkenswert ist die sehr umfangreiche wissenschaftliche Korrespondenz, die Helmholtz mit in- und ausländischen Gelehrten verschiedener Fachrichtungen unterhielt, so mit Mathematikern (R. Lipschitz, L. Kronecker, Ch. Hermite), Historikern (Th. Mommsen, H. v. Treitschke), Physikern (H. Hertz, L. Boltzmann) und Physiologen (E. du Bois-Reymond). Von dem englischen Physiker William Thomson (Lord Kelvin) sind 60 an Helmholtz gerichtete Briefe erhalten!

Weniger bekannt ist, dass Helmholtz auch an dem berühmten Michelson-Versuch, der ihn sehr interessierte, zumindest fördernden Anteil hat. Mit seiner wohlwollenden Unterstützung konstruierte Albert Abraham Michelson (1852–1931) in Berlin 1881 ein doppelarmiges Interferometer, um die Abhängigkeit der Lichtgeschwindigkeit von der relativen Bewegung zwischen Lichtquelle und Beobachter zu messen. Da der ursprüngliche Standort der Versuchsanordnung im Physikalischen Institut (Berliner Innenstadt) wegen Erschütterung durch Pferdewagen (!) zu Fehlmessungen führte, organisierte Helmholtz die Aufstellung im Astrophysikalischen Observatorium in Potsdam.

Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz ist in Berlin-Charlottenburg im September 1894 infolge eines Schlaganfalls gestorben, bis zu seinem Tode von seiner Tochter betreut. Nicht nur in Wissenschaftlerkreisen galt er als absolute Autorität und erhielt den vielsagenden Beinamen *Reichskanzler der deutschen Physik* [7]. Er war nach Bismarck und dem Kaiser die populärste Persönlichkeit in Berlin [5]! Seine unmittelbaren Nachfolger auf dem Lehrstuhl für Theoretische Physik der Berliner Universität wurden Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887) und danach Max Planck.

Es ist nicht verwunderlich, dass nach Helmholtzens Tod sehr bald der Wunsch entstand, diesem bedeutenden Gelehrten ein bleibendes Denkmal zu setzen. Schon 1896 wurde dafür ein Wettbewerb ausgeschrieben, den der Bildhauer Ernst Herter (1846–1917) gewann, ein Schüler der Berliner Kunstakademie. Er hat Helmholtz in dozierender Haltung dar-

gestellt, an einen Sockel mit Eck-Karyatiden (Stützfiguren nach antikem Vorbild) gelehnt (s. Abb. 2). Die Figur wurde aus weißem Tiroler Marmor gefertigt und steht auf einem Fundament aus rötlichem bayerischem Marmor. Die Statue wurde bereits 1899 eingeweiht und auf dem Ehrenhof der Berliner Universität aufgestellt, wo sie auch in der Neuzeit wieder platziert worden ist.

Ein Denkmal geistiger Art hat Physik-Nobelpreisträger Max Planck seinem Lehrer gesetzt, den er zu denjenigen Männern zählte, »welche damals die Führung in der wissenschaftlichen Forschung der Welt inne hatten« (!). In seiner wissenschaftlichen Selbstbiographie [10] schreibt er weiter: »... Ich lernte Helmholtz aber auch von seiner menschlichen Seite kennen und *ebenso hoch* verehren, *wie ich es in wissenschaftlicher Hinsicht* von jeher getan hatte. Denn in seiner ganzen Persönlichkeit, seinem unbestechlichen Urteil, in seinem schlichten Wesen verkörperte sich die Würde und die Wahrhaftigkeit seiner Wissenschaft.«

Es ist sehr zu begrüßen, dass diesem wohl bedeutendsten Schüler Helmholtzens nunmehr ebenfalls ein Denkmal gewidmet worden ist, das 2006 eingeweiht wurde; es war bereits im Jahre 1949 im Auftrage der Deutschen Akademie der Wissenschaften von dem Stettiner Bildhauer Bernhard Heiliger (1915–1995) geschaffen worden und hat nun

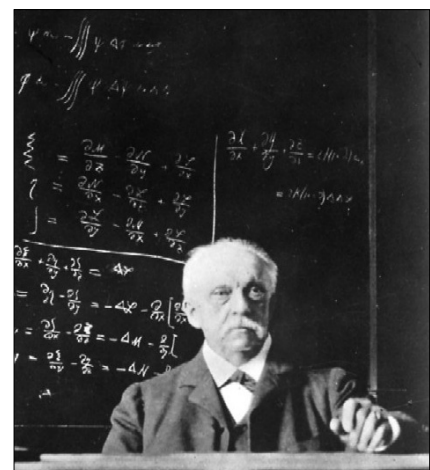


Abb. 3: Professor v. Helmholtz während einer seiner letzten Vorlesungen (Juli 1894) über Theoretische Physik im Physikalischen Institut der Berliner Universität.

gleichfalls auf dem Ehrenhof der Berliner Universität seinen endgültigen Platz gefunden. Plancks Skulptur steht ganz in der Nähe des Denkmals seines Lehrers und erinnert mit diesem an die große Tradition der Berliner Physik, die in Helmholtz und Kirchhoff gipfelte und mit Max Planck als deren Nachfolger eine revolutionierende Fortsetzung gefunden hat.

Für bereitwilligst gewährte Unterstützung bei der Bereitstellung sachdienlicher Spezialliteratur bin ich meinem verehrten Fachkollegen, Herrn Manfred Beer vom Mathematischen Institut der Humboldt-Universität zu Berlin, zu besonderem Dank verbunden. K. B.

Literatur

- [1] LENARD, PH.: *Große Naturforscher*. J. F. Lehmanns-Verlag, München, 1929.
- [2] HARIG, G.: *Von Adam Ries bis Max Planck*. Verlag Enzyklopädie, Leipzig, 1961.
- [3] LEUTNER, K.: *Deutsche auf die wir stolz sind*. Verlag der Nation, Berlin, 1955.
- [4] HERNECK, F.: *Bahnbrecher des Atomzeitalters*. Buchverlag der Morgen, Berlin, 1965.
- [5] MESCHKOWSKI, H.: *Von Humboldt bis Einstein*. Piper-Verlag, München, 1989.
- [6] GANDERT, K.-D.: *Vom Prinzenpalais zur Humboldt-Universität*. Henschelverlag, Berlin, 1985.
- [7] KRÜGER, L.: *Universalgenie Helmholtz – Rückblick nach 100 Jahren*. Akademie-Verlag, Berlin, 1994.
- [8] HELMHOLTZ, H.: *Über Integrale der hydrodynamischen Gleichungen, welche den Wirbelbewegungen entsprechen*. *CRELLE-Journal für die reine und angewandte Mathematik*, Bd. LV, Berlin, 1858.
- [9] KÖNIGSBERGER, LEO: *Hermann Helmholtz' Untersuchungen über die Grundlagen der Mathematik und Mechanik*. Teubner-Verlag, Leipzig, 1896.
- [10] PLANCK, MAX: *Wissenschaftliche Selbstbiographie*. Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig, 1948.