

Helmholtz, Hermann von,

deutscher Physiologe, Physiker und Erkenntnistheoretiker,

* 31. 8. 1821 Potsdam,

† 8. 9. 1894 Charlottenburg (Berlin).

Helmholtz war einer der bedeutendsten Naturwissenschaftler des 19. Jahrhunderts. Er bereicherte die Physiologie und die Physik um grundlegende Erkenntnisse, war maßgeblich an ihrem institutionellen Ausbau zu Laborwissenschaften beteiligt und prägte ihr heutiges Selbstverständnis. Er verfügte gleichermaßen über ein außerordentliches experimentelles wie theoretisches Talent. Wegweisend waren auch seine wahrnehmungstheoretischen und geometrischen Beiträge zur Erkenntnistheorie. Außerdem beschäftigte sich Helmholtz mit wissenschaftstheoretischen, ästhetischen und bildungspolitischen Fragestellungen. Er hatte an der Entstehung des Neukantianismus Anteil, war führender Vertreter einer mechanistischen Naturauffassung und trug wesentlich zur gesellschaftlichen Integration der Naturwissenschaften bei.

Seine Herkunft und seinen späteren intellektuellen Interessen weisen Helmholtz als Vertreter des durch die Biedermeierzeit geprägten Bildungsbürgertums aus. Er stammt aus einer Familie des unteren Mittelstandes in Potsdam, wo er als Sohn von Caroline und August Ferdinand Julius Helmholtz geboren wurde. Sein Vater, ein Veteran der Befreiungskriege, hatte am Potsdamer Gymnasium seit 1820 eine Stelle als Lehrer (ab 1826 als Professor) für Philologie inne. Zu den wenigen Eindrücken, von denen Helmholtz später über sein Elternhaus berichtete, gehören philosophische Streitgespräche, die sein Vater als überzeugter Anhänger der Philosophie Johann Gottlieb Fichtes oft mit Kollegen führte.

Zwischen 1830 und 1838 war Helmholtz Schüler am Gymnasium seines Vaters und erhielt dort einen umfassenden humanistischen Unterricht. Danach absolvierte er eine Ausbildung als Arzt am Medizinisch-chirurgischen Friedrich-Wilhelms-Institut in Berlin. Während dieser Ausbildung, die auch den Besuch von Vorlesungen an der Universität vorsah, studierte Helmholtz bei dem berühmten Anatomen und Physiologen J. Müller, der zu dieser Zeit als engagierter Förderer der Anwendung physikalisch-chemischer Methoden in der Physiologie galt. Helmholtz promovierte bei Müller 1842 mit einer Arbeit, in der er nachwies, dass die Nervenfasern aus den Ganglienzellen entspringen. Nach seiner Promotion arbeitete er bis 1848 als Schwabrons chirurg und Militärarzt in Potsdam und ging zugleich seinen mit J. Müller's Kritik des Vitalismus zusammenhängenden Forschungsarbeiten in



H. von Helmholtz (Lithographie; Foto: Deutsches Museum München, Bildstelle)

den Labors von Müller, E. Mitscherlich (Chemie) und G. Magnus (Physik) nach. Dabei lernte er den engeren Kreis der Schüler von Müller, darunter E. Du Bois-Reymond, C. Ludwig und E. Brücke, kennen, die wie er später am Aufbau einer auf die Untersuchung physikalisch-chemischer Prozesse ausgerichteten Physiologie beteiligt waren.

Helmholtz' erste und zweifellos wichtigste physikalische Arbeit war die mathematische Fassung des Energieerhaltungssatzes in der Schrift *Ueber die Erhaltung der Kraft* von 1847. »Kraft« steht synonym für die später von W. J. Rankine vorgeschlagene »Energie«. Der Text stütze sich auf Forschungsergebnisse von S. Carnot, B.-P. Clapeyron, J. P. Joule und anderen, erwähnte aber nicht R. J. Mayer's Erhaltungssatz von 1842. In der Einleitung formulierte Helmholtz mit absolutem Geltungsanspruch ein mechanistisches Erklärungsprogramm, nach dem alle »Naturerscheinungen zurückzuführen [sind] auf unveränderliche, anziehende und abstoßende Kräfte, deren Intensität von der Entfernung abhängt«. Für die heute »potentielle Energie« genannte Größe führte er die Bezeichnung »Spannkraft« ein, alle anderen Energien (»lebendige Kräfte«) verstand er als Ausdruck »bewegter Materie«. Die Stärken und Schwächen der Schrift resultieren aus der strukturidentischen Übertragung von ursprünglich mechanischen Gleichungen auf nicht-mechanische Gesetzmäßigkeiten. Erst mit Verzögerung, gegen Ende der 50er-Jahre, wurde die überragende Bedeutung des Energieerhaltungssatzes in der wissenschaftlichen Gemeinschaft anerkannt.

Nachdem Helmholtz ein Jahr lang Lehrer für Anatomie an der Berliner Kunstakademie war, wo er sein physiologisches Wissen erstmals mit seinem Interesse für ästhetische Fragestellungen verbinden konnte, übernahm er 1849 eine Professur für Physiologie in Königsberg. Unmittelbar vor der Abreise heiratete er seine erste Frau, Olga von Velten. Die in

Königsberg und an späteren Wirkungsstätten nur begrenzt vorhandenen wissenschaftlichen Kontakte kompensierte Helmholtz früh durch eine rege Reisetätigkeit im In- und Ausland. Zu erwähnen sind hierbei insbesondere seine zahlreichen Reisen nach England, von denen er die erste bereits 1853 unternahm und die ihn unter anderem mit M. \nearrow Faraday, G. \nearrow Stokes, J. C. \nearrow Maxwell und Lord \nearrow Kelvin zusammenführten. In Königsberg glückten ihm weitere bedeutende physiologische Arbeiten: der Nachweis einer endlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Nervenimpulsen und die für seine weitere Karriere äußerst förderliche Erfindung des Augenspiegels, eines Apparates, der auf einfache Weise den Augenhintergrund sichtbar macht. Auch seien für die Anfänge der neukantianischen Bewegung wichtigen Vortrag *Ueber das Sehen des Menschen* (1855), der die Kantische Bestimmung des Verhältnisses von Philosophie und Naturwissenschaft als Vorbild propagierte, hielt er in Königsberg.

Das von seiner Frau nicht gut vertragene kalte Klima gehörte zu den Gründen, die Helmholtz bewegten, im gleichen Jahr ins preußische Bonn übersiedeln, wo er Professor für Anatomie und Physiologie wurde. Hier setzte er die sinnesphysiologischen Forschungen und Studien fort, die 1856 in die erste Lieferung des monumentalen *Handbuches der physiologischen Optik* eingingen. Mit Unterbrechungen arbeitete Helmholtz an der ersten, aus drei Lieferungen bestehenden Auflage dieses Handbuches bis 1867. Es enthielt die bis heute akzeptierte Fortentwicklung von Th. \nearrow Youngs Theorie, nach der das Farbsehen des Menschen darauf beruht, dass die an der Netzhaut endenden Nerven selektiv entweder für Rot, Grün oder Blauviolett empfindlich sind, sowie die Grundlegung einer empiristischen Wahrnehmungstheorie, die Helmholtz später in seinem Vortrag *Die Thatsachen der Wahrnehmung* von 1878 zusammenfasste.

Da er auch in Bonn keine optimalen Bedingungen vorfand, nahm er 1858 einen Ruf auf eine Physiologieprofessur nach Heidelberg an, wo die bereits namhaften Forscher G. \nearrow Kirchhoff (Physik) und R. W. \nearrow Bunsen (Chemie) lehrten. Im gleichen Jahr erschien die *Abhandlung über die hydrodynamischen Gleichungen*, in der es Helmholtz weitergehend als zuvor Stokes gelang, Wirbelbewegungen in Flüssigkeiten mathematisch zu erfassen. 1859 starb seine Frau Olga. 1861 heiratete er Anna von Mohl, die Tochter des liberalen Mitgliedes der Frankfurter Nationalversammlung und ehemaligen Reichsjustizministers Robert von Mohl. Mit ihr hatte er drei weitere Kinder. Schon in Bonn begonnene akustische Forschungen veröffentlichte er 1863 in *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*. In An-

knüpfung an G. S. \nearrow Ohms Gesetz, dass das menschliche Ohr nur harmonische Schwingungen wahrnimmt, ging Helmholtz umfassend auf die physikalischen und physiologischen Grundlagen von Konsonanz und Dissonanz ein.

Ende der 60er-Jahre wandte sich Helmholtz verstärkt mathematisch-physikalischen Fragestellungen zu. In Kritik an I. \nearrow Kants apriorischer Auffassung der geometrischen Axiome bewies er 1868 (ähnlich wie vor ihm B. \nearrow Riemann), dass nichteuklidische und nichtdreidimensionale räumliche Strukturen mathematisch ableitbar sind, wenn der Raum als Spezialfall einer definitonisch festgelegten Mannigfaltigkeit betrachtet wird. Ab 1870 begann er, sich intensiv mit den konkurrierenden elektrodynamischen Theorien von W. \nearrow Weber, F. E. \nearrow Neumann und Maxwell auseinander zu setzen. Auch ohne dass zwischen diesen zur damaligen Zeit, wie er gehofft hatte, experimentell entschieden werden konnte, setzte er sich für die Anerkennung von Maxwells Theorie ein.

1871 kam es zu einem biographisch bedeutsamen Einschnitt: Helmholtz wurde Nachfolger von Magnus in Berlin, wo er bis zu seinem Tod blieb. Ein Wechsel von der Physiologie zur Physik war schon



H. von Helmholtz: Fotografie eines Gemäldes von Ludwig Knaus (1829-1910)

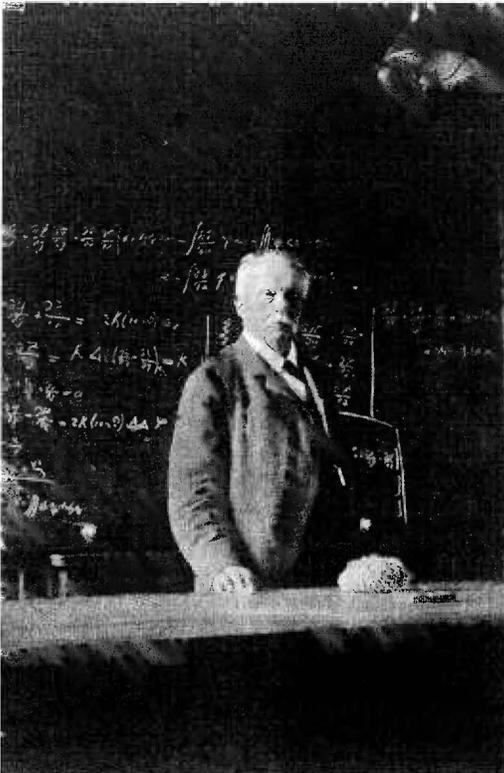
im vergangenen Jahrhundert ein eher seltenes Ereignis, doch hatten sich Helmholtz' Forschungen mehr und mehr auf die Physik konzentriert. Etwa zeitgleich zum Stellenwechsel machte sich in Helmholtz' öffentlichen Vorträgen und Reden ein Wandel seiner Wissenschaftsauffassung bemerkbar. Der bisher aufrechterhaltene Wahrheitsanspruch wurde durch eine hypothetische Auffassung der wissenschaftlichen Erkenntnis relativiert. Zu dieser Neuorientierung, die den modernen Wissenschaftsbegriff präludiviert, hatte sich Helmholtz selbst nicht geäußert. Sie lässt sich unter anderem als Reaktion auf die zunehmende Kritik an der von ihm mitvertretenen mechanistischen Naturauffassung, als Ergebnis seiner erkenntnistheoretischen Reflexionen auf die nicht beweisbaren Voraussetzungen der wissenschaftlichen Arbeit und als Teil einer den Relativismus begünstigenden kulturhistorischen Situation in Deutschland auffassen.

Auch seine letzten physikalischen Arbeiten reflektierten den Einstellungswandel. In den aus dieser Zeit stammenden Untersuchungen zur (chemischen) Thermodynamik führte Helmholtz den Begriff der »freien Energie« ein, der denjenigen Anteil der inneren Energie meint, der in beliebige andere Energieformen transformierbar ist. Zusammen mit

der »gebundenen Energie« ergibt er die Energie eines thermodynamischen Systems (Gibbs-Helmholtz-Gleichung). Um das seiner Meinung nach mangelhafte physikalische Verständnis dieser energetischen Beziehungen zu verbessern, beschäftigte er sich dann – weiter am Vorbild der Mechanik orientiert – mit Analogien zwischen mechanischen Modellen (»monozyklische Systeme«) und thermodynamischen Phänomenen. Die Analogiebildung rückte in jene Stellen der Phänomendeutung ein, an denen Erklärungen nicht bzw. noch nicht gegeben werden können. Schließlich bestand sein Ziel darin, analogisch verknüpfte mechanische, thermodynamische und elektrodynamische Erfahrungsgesetze zusammen mit dem Energieerhaltungssatz aus einem einzigen, ursprünglich mechanischen Prinzip, dem auf P. L. M. de Maupertuis und L. Euler zurückgehenden »Prinzip der kleinsten Wirkung«, formal abzuleiten, um so »einen vollständigen Ueberblick über alles Wesentliche zu geben«.

Seit 1888 war Helmholtz Präsident der neugegründeten und von ihm selbst mitgeschaffenen Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. In dieser Einrichtung wurde die enge Beziehung zwischen Naturwissenschaft und Technik, die für die neuzeitliche und moderne Forschung typisch ist, über die organisierte Zusammenarbeit an Messinstrumenten und die Profilierung der Präzisionsphysik auf eine neue Stufe gehoben.

Helmholtz litt zeitlebens unter Migräne und in älteren Jahren unter Depressionen. Auf der Rückreise vom Internationalen Elektrochemischen Kongress in Chicago, auf dem er die deutsche Delegation geleitet hatte, verunglückte Helmholtz; von diesem Sturz hat sich der 73-Jährige nie mehr richtig erholt. [GS2]



H. von Helmholtz: Fotografie in seinem Labor am 7.7.1894 (Deutsches Museum München, Bildstelle)

Werk(e):

Handbuch der physiologischen Optik (1856 ff.; 1909–1911; 2003); Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik (1863; 1913; 2000); Wissenschaftliche Abhandlungen, 3 Bde. (1882 ff.; 2003); Vorträge und Reden, 2 Bde. (1884; 1896; 2002); Vorlesungen über theoretische Physik, hrsg. v. A. König et al., 6 Bde. (1897 ff.; 2002); Helmholtz, A. v.: Ein Lebensbild in Briefen, 2 Bde. (1929); Kirsten, Chr. (Hrsg.): Dokumente einer Freundschaft. Der Briefwechsel zwischen H. v. Helmholtz und Emil du Bois-Reymond (1986); Kremer, R. (Ed.): Letters of H. v. Helmholtz to his wife (1990); Cahán, D. (Ed.): Letters of H. v. Helmholtz to his parents (1993); Hoffmann, D., Kant, H. und Reddner, H.: Hermann von Helmholtz. Auswahlbibliographie der Buch- und Zeitschriftenliteratur. Preprint Nr. 1. Forschungsschwerpunkt Wissenschaftsgeschichte und -theorie der Förderergesellschaft Wissenschaftliche Neuvorhaben mbH (1993); Hörz, H. (Ed.): Philosophie und Kultur in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Briefe an H. v. Helmholtz (1994).

Sekundär-Literatur:

Koenigsberger, L.: Hermann von Helmholtz, 3 Bde. (1902 f.; 2003); Cahán, D. (Hrsg.): Hermann von Helmholtz und

the Foundation of Nineteenth-Century Science (1993); Rechenberg, H.: Hermann von Helmholtz. Bilder seines Lebens und Wirkens (1994); Krüger, L. (Hrsg.): Universalgenie Helmholtz. Rückblick nach 100 Jahren (1994); Turner, R. St.: In the Eye's Mind. Vision and the Helmholtz-Hering Controversy (1994); Schiemann, G.: Wahrheits-Gewissheitsverlust (1997).

Helmont, Jan (Johannes) Baptista van,

belgischer Arzt und Chemiker,

* 12. 1. 1579 Brüssel,

† 30. 12. 1644 Vilvoorde (b. Brüssel).

Van Helmont war ein bedeutender Anhänger des \blacktriangleright Paracelsus, dessen Wirken den Höhepunkt der Iatrochemie und einen wesentlichen Schritt auf dem Weg von der Alchemie zur wissenschaftlichen Chemie darstellte.

Der aus flämischem Landadel stammende van Helmont studierte an der Universität Löwen, reiste nach Erlangung des medizinischen Doktorgrades (1599) mehrere Jahre als wandernder Scholar durch verschiedene europäische Länder und ließ sich 1606 in Vilvoorde bei Brüssel nieder, wo er in einem eigenen Laboratorium experimentierte und als Arzt tätig war. Er war ein gläubiger Katholik, hatte aber wegen seiner unorthodoxen paracelsistischen Ansichten während seiner letzten beiden Lebensjahrzehnte unter den Schikanen der Inquisition zu leiden. Seine gesammelten Schriften wurden 1648 posthum von seinem Sohn Franciscus Mercurius van Helmont ediert.

Van Helmont unternahm seine Experimente im Rahmen einer modifizierten Elementenlehre, die dazu neigte, nur Luft und Wasser als wirkliche Elemente anzuerkennen. »Feuer« sei nur ein Übergangszustand. »Erde« werde aus Wasser gebildet. Dies meinte er in einem berühmten Versuch erweisen zu haben: Fünf Jahre lang ließ er in einer abgewogenen Menge Erdreich eine Weide aufwachsen; da sich das Gewicht des Erdreichs am Ende nicht wesentlich verändert hatte, erklärte er die erhebliche Gewichtszunahme des Baumes aus der Umwandlung des zugeführten Wassers in Holz (= »Erde«). Das war ein frühes Beispiel für die Rolle quantitativer Argumente bei der Deutung experimenteller Befunde.

Bei seinen Experimenten bemerkte er das Auftreten luftartiger Substanzen, die sich von atmosphärischer Luft unterschieden und für die er die Bezeichnung »Gas« einführte. Unter dem Einfluss neuplatonischer Gedankengänge meinte er, »Gas« sei Materie und Geist in einem. Besondere Aufmerksamkeit widmete er dem »spiritus sylvestre« (Kohlendioxid), von dem er erkannte, dass es sowohl von brennender Holzkohle als auch von gärendem Traubenmost aufsteigt. Der Terminus »Gas« konnte

sich jedoch nicht vor dem späten 18. Jahrhundert durchsetzen. [III]

Werk(e):

Ortus medicinae. Opera et opuscula omnia (1648).

Sekundär-Literatur:

Redgrove, H. S.: Johannes Baptista van Helmont: Alchemist, Physician and Philosopher (1922); Pagel, W.: Johann Baptista van Helmont. Einführung in die philosophische Medizin des Barock (1930); Waele, H. de: J.-B. van Helmont (1947).

Henderson, Thomas,

schottischer Astronom,

* 28. 1. 1798 Dundee,

† 23. 11. 1844 Edinburgh.

Henderson arbeitete als einer der ersten Astronomen am Kap der Guten Hoffnung und bestimmte die Entfernung des Sterns Alpha-Centauri.

Henderson erhielt seine mathematische Ausbildung in seiner Heimatstadt, wo er in der öffentlichen Verwaltung tätig wurde. Seine astronomischen Arbeiten führte er hier sowie kurz darauf in Edinburgh in seiner Freizeit aus, konnte jedoch bald auch die Instrumente der Sternwarte Edinburgh benutzen, wo er sich der mathematischen Auswertung astronomischer Beobachtungen widmete. Bei regelmäßigen Besuchen in London wurde er mit führenden Vertretern der Wissenschaften bekannt.

Im Jahre 1831 wurde er zum Royal Astronomer at the Cape of Good Hope ernannt und führte daraufhin bis 1833 in Südafrika umfangreiche Beobachtungsprogramme aus. Nach seiner Rückkehr wurde Henderson Professor an der Universität Edinburgh und Direktor der dortigen Sternwarte.

Am Kap der Guten Hoffnung bestimmte er am 10-füßigen Durchgangsinstrument die Kulminationszeiten mehrerer tausend Sterne des südlichen Sternhimmels, beobachtete mehrere Kometen, Sternbedeckungen durch den Mond, Finsternisse der Jupitermonde, den Planeten Mars und den Mond (zum Zwecke der Bestimmung der Parallaxen der Sonne und des Mondes) und berechnete Bahnen von Planeten.

Den größten Teil seiner Beobachtungen bearbeitete Henderson erst nach seiner Rückkehr nach Edinburgh. Dabei gelang ihm aus seinen sehr genauen Messungen die Bestimmung der Parallaxe des Sterns Alpha-Centauri mit $0,98'' \pm 0,09''$ (tatsächlicher Wert $0,751''$, entsprechend einer Entfernung von 4,3 Lichtjahren). Dies war neben den Arbeiten von F. W. \blacktriangleright Bessel und F. G. W. \blacktriangleright Struve die dritte Messung der Entfernung eines Sterns überhaupt. [JH]

Lexikon der bedeutenden Naturwissenschaftler

in drei Bänden

Herausgegeben von Dieter Hoffmann, Hubert Laitko
und Staffan Müller-Wille
unter Mitarbeit von Ilse Jahn

Zweiter Band
F bis Mei

Universitätsbibliothek Wuppertal



W00077579



Spektrum
AKADEMISCHER VERLAG