

Hermann von Helmholtz



Hermann Helmholtz porträtiert von Ludwig Knaus 1881

Sein Leben

Potsdam

Hermann Helmholtz wurde am **31. August 1821** als ältestes von vier Kindern in Potsdam geboren. Sein Vater war Schulleiter am örtlichen Gymnasium „Große Stadtschule“ und unterrichtete hauptsächlich Deutsch und Philosophie, aber auch alte Sprachen und Naturwissenschaften, für die er auch seinen sehr begabten Sohn Hermann schon früh begeistern konnte. Auch sein jüngerer Sohn Otto interessierte sich für Naturwissenschaften und wurde später Ingenieur.

Schon vor seinem Abitur im Jahr **1838** hatte Hermann Helmholtz sich intensiv der Geometrie und der Physik zugewandt, was dem Zeitgeist entsprach: Die Entwicklungen in Naturwissenschaft und Technik schritten in dieser Zeit in hohem Tempo voran. Nebenbei lernte er Latein, Griechisch, Hebräisch, Französisch, Englisch, Italienisch und Arabisch

Als es darum ging, was er studieren würde, kam das Fach Physik für ihn aber nicht in Frage, da Naturwissenschaftler sehr schlecht bezahlt wurden, und Hermann entschied sich für ein Medizinstudium am Königlich-Medizinischen-Chirurgischen-Institut, der Pepinière in Potsdam, und an der Charité in Berlin. An der Pepinière war die Ausbildung kostenfrei, weil sie mit der Verpflichtung einherging, nach dem Studium mindestens acht Jahre als Militärarzt zu arbeiten.

Hier geriet Helmholtz in den fortschrittlichen Kreis von Emil Du Bois-Reymond, Ernst Wilhelm Brücke und Carl Ludwig, auf deren Einfluss hin die Physiologie ihre eher metaphysische Ausrichtung ablegte und eine exakt-naturwissenschaftlich Ausrichtung annahm. **1842** schloss Helmholtz sein Studium mit einer Doktorarbeit im Bereich der mikroskopischen Anatomie erfolgreich ab und arbeitete zunächst als untergeordneter Arzt an der Berliner Charité.

Ab **1843** leistete Helmholtz seinen Militärdienst als Militärarzt in Potsdam ab. Hier verfasste er zunächst Arbeiten über Fäulnis und Gärung und über physiologische Wärmerscheinungen. Im Oktober **1845** kam Helmholtz mit dem Chemiker und Physik-Professor Heinrich Gustav Magnus in Kontakt. Zur Physiker-Gruppe unter Magnus gehörten

Hermann von Helmholtz (1821-1894) als Namensgeber unserer Schule

damals auch wieder die Mediziner Ernst Wilhelm Brücke und Emil Du Bois-Reymond, dann aber auch Werner von Siemens (Leutnant der Artillerie) und Johann Georg Halske (Mechaniker). Im selben Jahr gründete sich um diese Gruppe die neue Physikalische Gesellschaft zu Berlin und eine Zeitschrift mit dem Titel „Fortschritte der Physik“. Unter Magnus konnte Helmholtz seine ersten experimentellen Arbeiten durchführen, und dies bestimmte sein eigenes, schon früh der Physik und Mathematik zugeneigtes Denken. **1846** richtete Helmholtz sich bei ihm ein Labor ein und verfasste eine experimentelle Arbeit „Ueber den Stoffwechselverbrauch bei Muskelaktionen“. Für seine Forschungen entwickelte Helmholtz eine Apparatur zur Messung der Nervenleitgeschwindigkeit an Fröschen. *„Ich habe gefunden, dass eine messbare Zeit vergeht, während sich der Reiz, welchen ein momentaner elektrischer Strom auf das Hüftgeflecht eines Frosches ausübt, bis zum Eintritt des Schenkelnerven in den Wadenmuskel fortpflanzt. Bei großen Fröschen, deren Nerven 50 bis 60 Millimeter lang waren, und welche ich bei 2 bis 6 Grad Celsius aufbewahrt hatte, während die Temperatur des Beobachtungszimmers zwischen 11 und 15 Grad lag, betrug diese Zeitdauer 0,0014 bis 0,0020 einer Sekunde.“* (Helmholtz, im Januar 1850)

Nachdem er **1847** der neu gegründeten Physikalischen Gesellschaft in Berlin eine Ausarbeitung über die Umwandlung von Energie und die Formulierung des Energieerhaltungssatzes mit dem Titel „Über die Erhaltung der Kraft“ vorgelegt und einen Vortrag mit dem Titel „Über die Konstanz der Kraft“ gehalten hatte, verwandte sich der berühmte Alexander von Humboldt für seine vorzeitige Entlassung aus dem Militärdienst. Man gab ihm dann auch tatsächlich von der Verpflichtung, noch einige Jahre als Militärarzt dienen zu müssen, frei; seine Vorgesetzten begründeten die Entlassung mit einem Lob *„für die wichtige praktische Richtung, die er seinen Studien zu geben gewußt habe“*.

Berlin

Nach seiner Entlassung war Helmholtz ab **1848** dann zunächst als Lehrer für Anatomie an der Berliner Kunstakademie beschäftigt. Die politischen Entwicklungen dieser Jahre interessierten ihn offenbar weniger; er war ganz in seine Forschung vertieft. Während andere demonstrierten, erfand Helmholtz **1850** den Augenspiegel, der es ermöglichte, den Augenhintergrund eines Patienten zu untersuchen.

Königsberg

Im gleichen Jahr erhielt er in Folge seiner wärmephysiologischen Arbeiten eine zunächst noch außerordentliche, ab **1851** dann ordentliche Professur für Physiologie und Pathologie an der Universität von Königsberg. In Königsberg heiratete er Olga von Velten, mit der er zwei Söhne hatte, einer davon der spätere Eisenbahnkonstrukteur Richard von Helmholtz. Die erste Königsberger Arbeit beschäftigte sich mit der „Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenreizung“, wobei er Methoden, kleinste Zeitbestandteile zu messen (**„Helmholtz-Pendel“**), entwickelte und anwendete. **Bis 1854** setzte Helmholtz seine Untersuchungen zur Nervenreizung fort und erweiterte sie durch theoretisch-physikalische und physiologische Arbeiten *„Über die Verteilung elektrischer Ströme in körperlichen Leitern“*.

Bonn

1855 wurde Helmholtz Professor für Anatomie und Physiologie an der Universität Bonn, weil Bonn genau das milde Klima hat, das seine bereits an Tuberkulose erkrankte Frau brauchte. Hier wohnte er in der Villa Vinea Domini.

Zur Erinnerung an diese Zeit findet sich immer noch eine Gedenktafel am Bonner Beethoven-Gymnasium:

Hermann von Helmholtz (1821-1894) als Namensgeber unserer Schule



Gedenktafel am Beethoven-Gymnasium Bonn zu Helmholtz' Professur für Anatomie und Physiologie in Bonn (1855–1858)

Heidelberg

1858 wechselte Helmholtz nach Heidelberg, wieder als gut bezahlter Professor für Physiologie, um sich dort besonders seinen sinnesphysiologischen Forschungen zu widmen. In diesem Jahr wurde er zum korrespondierenden und **1870** dann zum auswärtigen Mitglied der Bayerischen Akademie der Wissenschaften gewählt.

Als **1859** seine Frau Olga an Tuberkulose starb, heiratete er **1861** seine zweite Frau, Anna von Moll. Sie bekamen noch einen weiteren Sohn und zwei Töchter. Im Studienjahr **1862/63** war Helmholtz der Rektor der Universität.

1870 wurde Helmholtz Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften, was eine große Auszeichnung und Ehre war. Außerdem wurde er in diesem Jahr auch Mitglied der Königlich Schwedischen Musikakademie.

Berlin

1871 schließlich konnte Helmholtz sich endlich seiner ersten und größten Leidenschaft, der Physik, widmen, nachdem er als Physikprofessor nach Berlin zurückkehren konnte. Zu Ostern dieses Jahres erfüllte sich sein größter Wunsch und er wurde hier Nachfolger seines Physikprofessors Magnus, nachdem Kirchhoff auf den Ruf verzichtet hatte. Die Verhandlungen über die Nachfolge hatten sich wegen des Kriegsbeginnes verzögert, und Helmholtz hatte inzwischen im Februar 1871 einen Ruf nach Cambridge abgelehnt, in der Hoffnung, diesen Lehrstuhl übertragen zu bekommen. Helmholtz galt schon zu dieser Zeit als einer der größten, vielseitigsten Denker und Forscher in Deutschland. Mit großem Aufwand und ebenso großem Bedauern wurde er nach seiner Berufung von der gebildeten Bevölkerung Heidelbergs verabschiedet. Zurück in Berlin verwirklichte er sich mit dem Bau eines modernen Physikinstituts, und hier entstanden seine bahnbrechenden Arbeiten zur Elektrodynamik. Seit **1877/1878** war er Rektor auch dieser Universität. Mit seinen Vorlesungen hatte er wenig Erfolg: „Wir hatten das Gefühl, daß er sich selber mindestens ebenso langweilte wie wir“, berichtet sein ehemaliger Student, Max Planck, der seit **1878** bei ihm hörte. Von **1879 bis 1883** arbeitete der junge, kongenialen Heinrich Hertz in Berlin direkt mit ihm zusammen, der auch 1880 bei ihm promovierte.

Helmholtz gehörte verschiedenen neben den bereits erwähnten noch weiteren Akademien und Gelehrtenvereinigungen im In- und Ausland an, darunter **seit 1866** der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften und **seit 1868** der Königlich Physiographischen Gesellschaft in Lund sowie auch der American Academy of Arts and Sciences. **1872** wurde er Mitglied der Königlich Gesellschaft der Wissenschaften in Uppsala, und **1883** kam noch die Mitgliedschaft in der National Academy of Sciences dazu. In diesem Jahr wurde Hermann Helmholtz aufgrund seiner Verdienste in den erblichen Adelsstand erhoben und hieß fortan Hermann von Helmholtz.

Hermann von Helmholtz (1821-1894) als Namensgeber unserer Schule

1884 heiratete seine Tochter Ellen den ältesten Sohn von Werner von Siemens.

1886 entschloss Helmholtz sich zur Aufgabe der Leitung des Physik-Institutes, nachdem er seinen theoretischen Untersuchungen zuliebe schon einige Jahre auf experimentelle Arbeiten verzichtet hatte. Ostern **1888** übernahm er stattdessen die Leitung der neu gegründeten Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und wurde der erste Präsident dieses neuen Instituts in Charlottenburg, an deren Aufbau **seit 1882** er gemeinsam mit Werner von Siemens und Wilhelm Foerster maßgeblich beteiligt gewesen war. Die rasanten Entwicklungen im Bereich der Elektrotechnik und die notwendigen Messungen von Strommengen machten Grundlagen für eine einheitliche Normierung und somit die Gründung dieses Institutes dringend erforderlich. Das ganz neuartige Institut widmete sich einmal dem Bereich der physikalischen Präzisionsmessungen, dann aber auch der Herstellung von Messinstrumenten und der Messkontrolle.

1882/83 entstanden nun die drei großen Abhandlungen zur „Thermodynamik chemischer Vorgänge“ und Berlin wurde nun zu einem Zentrum der physikalischen Forschung. Hermann von Helmholtz wurde in naturwissenschaftlichen Kreisen nun „Reichskanzler der Physik“ genannt. Er blieb bis zu seinem Tode Präsident dieses Instituts.

Die letzten Lebensjahre von Hermann von Helmholtz waren von persönlichen Verlusten gekennzeichnet. Im Sommer **1893** besuchte er die Weltausstellung in Chicago. Auf der Rückreise verletzte er sich schwer bei einem Ohnmachtsanfall. Er erholte sich noch einmal, aber dann erlitt er erneut eine Gehirnblutung, an der er am **8. September 1894** verstarb. Er wurde 73 Jahre alt. Seine Grabstätte liegt auf dem Friedhof in Berlin-Wannsee.



Ehrengrab auf dem Friedhof Wannsee, Lindenstraße

Hermann von Helmholtz (1821-1894) als Namensgeber unserer Schule

Sein Werk

Hermann von Helmholtz war ein außerordentlich vielseitiger Wissenschaftler, der sich auch für Psychologie und Ästhetik interessierte und Zeit seines Lebens der Philosophie und der Musik zugeneigt war. Er beeinflusste als wahrer Universalgelehrter nachhaltig die deutsche Wissenschaftspolitik.

Sein wissenschaftliches Werk leistete wichtige Beiträge zur physikalischen Physiologie in den Bereichen der Optik und Akustik bis zur experimentellen und theoretischen Physik, insbesondere in den Bereichen der Elektro-, Thermo- und Hydrodynamik. Experimentelle Probleme erfuhren – charakteristisch für sein Denken – ihre möglichst allgemein begründete und mathematisch formulierte Behandlung, theoretische Probleme sowie die philosophischen Konsequenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnis wurden grundlegend erforscht. Seine Lebensarbeit ist nicht in Perioden physiologischer, physikalischer oder mathematischer Forschung aufteilbar, im Gegenteil, alle Bereiche der Wissenschaft schienen sich bei ihm gegenseitig zu befruchten. In den Gegenständen seines Forschungsinteresses wechselte er immer wieder zwischen den Disziplinen und vernetzte seine Erkenntnisse.

Helmholtz und sein erkenntnistheoretischer Ansatz

Hermann von Helmholtz fasste seinen erkenntnistheoretischen Ansatz nicht nur als Theorie der Wahrnehmung auf, sondern auch als Theorie der Wissenschaft. Ausgehend von einem Leib-Seele-Dualismus, der das Psychische als eigenständig wirksamen Faktor ansieht, war ihm sehr an einer klaren Unterscheidung von Natur- und Geisteswissenschaften gelegen. Hierin war er ein geistiger Schüler Fichtes. Nach ihm beruhen die ersteren auf äußeren Gesetzmäßigkeiten, die letzteren im Wesentlichen auf inneren psychischen Vorgängen. Das erkennende Subjekt unterscheidet zwischen eigenbestimmter, freier Innenwelt und fremdbestimmter Außenwelt, zwischen „Gedachtem“ und „Wirklichem“. Die Geisteswissenschaften thematisieren demnach Empfindungen und Vorstellungen, die auf die eigene innere Tätigkeit zurückgehen, wobei die psychischen Vorgänge nicht auf starre Gesetzmäßigkeiten zurückzuführen sind. Die Naturwissenschaften hingegen befassen sich mit den von außen sich aufdrängenden Vorstellungen, die eben nicht durch die Spontaneität des Vorstellungsvermögens bedingt sind und die starren, verborgenen Gesetzmäßigkeiten unterliegen, die es gilt, aus den Erscheinungen abzuleiten. Ziel der naturwissenschaftlichen Forschung als streng kausale Gesetzeswissenschaft war für ihn das Erkennen der kausalen Gesetze der Natur, die über "Zeichen", nicht Abbilder der Wirklichkeit, empfunden und wahrgenommen werden können, wie in seinem Vortrag über die Wechselwirkung der Naturkräfte von 1854 deutlich wird:

"Wenn ich eine ungeheure Wärmemenge unserem System ohne Ersatz verloren gehen ließ, so ist das kein Widerspruch gegen das Prinzip von der Erhaltung der Kraft. Die Wärme ist wohl unserem Planetensystem verloren gegangen, nicht aber dem Weltall. Sie ist hinausgegangen und geht noch täglich hinaus in den unendlichen Raum; und wir wissen nicht, ob das Mittel, welches die Licht- und Wärmeschwingungen fortleitet, irgendwo Grenzen hat, an welchen die Strahlen umkehren müssen, oder sie für immer ihre Reise in die Unendlichkeit hinein fortsetzen.

Übrigens ist auch der noch gegenwärtig in unserem Planetensystem vorhandenen Vorrat an mechanischer Kraft ungeheuren Wärmemengen gleichwertig. Könnte unsere Erde plötzlich durch einen Stoß in ihrer Bewegung um die Sonne zum Stillstand gebracht werden, so würde durch diesen Stoß soviel Wärme erzeugt, wie die Verbrennung von 14 Erden aus reiner Kohle

Hermann von Helmholtz (1821-1894) als Namensgeber unserer Schule

liefern würde. Fiele die Erde dann aber, wie es der Fall sein müßte, wenn sie zum Stillstand käme, in die Sonne hinein, so würde die durch einen solchen Stoß entwickelte Wärme noch 400-mal so groß sein.

Unsere Erde trägt, wie erwähnt, die Spuren ihres alten feurig-flüssigen Zustandes noch an sich. Die granitene Grundlage ihrer Gebirge zeigt ein Gefüge, welches nur durch das kristallinische Erstarren geschmolzener Massen entstanden sein kann. Noch jetzt zeigen die Untersuchungen der Temperatur in Bergwerken und Bohrlöchern, daß die Wärme mit der Tiefe zunimmt. Vorausgesetzt, daß diese Zunahme gleichmäßig ist, findet sich schon in einer Tiefe von 10 Meilen eine Hitze, bei der alle unsere Gebirgsarten schmelzen. Noch jetzt fördern unsere Vulkane von Zeit zu Zeit gewaltige Massen geschmolzenen Gesteins aus dem Erdinnern hervor, als Zeugen von der Glut, die dort herrscht. Aber schon ist die Erstarrungskruste der Erde so dick geworden, daß, wie die Berechnung ihrer Wärmeleitfähigkeit ergibt, die von innen hervordringende Wärme, verglichen mit der von der Sonne gesandten, außerordentlich klein ist und die Temperatur der Oberfläche nur etwa um 1/30 Grad erhöhen kann. Der Rest des alten Kraftvorrats, welcher als Wärme im Innern der Erde aufgespeichert ist, beeinflusst daher die Vorgänge an der Oberfläche nur noch in den vulkanischen Erscheinungen. Jene Vorgänge gewinnen ihre Triebkraft vielmehr fast ganz aus der Einwirkung anderer Himmelskörper, namentlich aus dem Licht und der Wärme der Sonne, teilweise auch, wie bei der Flutbewegung, aus der Anziehungskraft der Sonne und des Mondes.

Wie ist es nun mit der Arbeit der organischen Wesen? Hier zeigt es sich, daß die Fortdauer des Lebens an die fortwährende Aufnahme von Nahrungsmitteln gebunden ist. Diese sind verbrennliche Stoffe, welche denn auch wirklich, nachdem sie verdaut und in die Blutmasse übergegangen sind, in den Lungen einer langsamen Verbrennung unterworfen werden. Der Körper des Tieres unterscheidet sich also durch die Art, wie er Wärme und Kraft gewinnt, nicht von der Dampfmaschine, wohl aber durch die Zwecke und die Weise, zu welchen und in welcher er die gewonnene Kraft weiter benutzt. Er ist jedoch in der Wahl seines Brennmaterials beschränkter. Die Dampfmaschine würde nämlich mit Zucker, Stärkemehl und Butter ebenso gut geheizt werden können wie mit Steinkohle und Holz.

Wo kommen nun aber die Nahrungsmittel her, welche für das Tier die Quelle der Kraft sind? Die Antwort lautet: aus dem Pflanzenreiche. Denn nur pflanzliche Stoffe oder das Fleisch pflanzenfressender Tiere können als Nahrungsmittel gebraucht werden. Wenn man nun Einnahme und Ausgabe der Pflanzen untersucht, so findet man, daß ihre Haupteinnahme in den Verbrennungsprodukten besteht, welche das Tier erzeugt. Die Pflanzen nehmen den bei der Atmung zu Kohlensäure verbrannten Kohlenstoff aus der Luft auf. Den verbrannten Wasserstoff absorbieren sie als Wasser und den Stickstoff des Tieres erhalten sie ebenfalls in seiner einfachsten und engsten Verbindung als Ammoniak. Aus diesen Stoffen erzeugen sie mit Beihilfe weniger Bestandteile, die sie dem Boden entnehmen, von neuem die zusammengesetzten verbrennlichen Substanzen, wie Eiweiß, Zucker und Öl, von denen das Tier lebt. Hier scheint also ein Kreislauf zu sein, der eine ewige Kraftquelle ist. Die Pflanzen bereiten Nährstoffe; die Tiere nehmen diese auf, verbrennen sie langsam, und von den entstandenen Verbrennungsprodukten leben wieder die Pflanzen. Diese sind eine ewige Quelle chemischer, jene eine Quelle mechanischer Kraftgrößen. Sollte die Verbindung beider organischen Reiche das Perpetuum mobile verwirklichen? Wir dürfen nicht so rasch schließen. Die weitere Untersuchung ergibt nämlich, daß die Pflanzen verbrennliche Substanz nur unter dem Einfluß des Sonnenlichtes zu bereiten vermögen. Ein Teil der Sonnenstrahlen zeichnet sich durch merkwürdige Beziehungen zu den chemischen Kräften aus; er kann chemische Verbindungen schließen und lösen. Man nennt diese Strahlen, welche von blauer

Hermann von Helmholtz (1821-1894) als Namensgeber unserer Schule

oder violetter Farbe sind, deshalb auch chemische Strahlen. Wir benutzen ihre Wirksamkeit namentlich bei der Anfertigung von Lichtbildern. Hier sind es Verbindungen des Silbers, welche an den Stellen, wo sie vom Lichte getroffen werden, sich zersetzen. In den grünen Teilen der Pflanze heben die Sonnenstrahlen die mächtige Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Sauerstoffe auf, geben letzteren der Atmosphäre zurück und häufen ersteren mit anderen Elementen verbunden als Holzfaser, Stärkemehl, Öl usw. in der Pflanze an. Es verschwindet also wirkungsfähige Kraft des Sonnenlichtes, während verbrennliche Stoffe in den Pflanzen erzeugt und aufgespeichert werden.

Wir erkennen somit, daß der ungeheure Reichtum von immer wechselnden klimatischen, geologischen und organischen Vorgängen auf unserer Erde fast allein durch die leuchtenden und erwärmenden Strahlen der Sonne im Gange erhalten wird, da die innere Wärme des Erdballs wenig Einfluß auf die Temperatur der Oberfläche besitzt. Man kann messen, wieviel Sonnenwärme hier auf der Erde in einer gegebenen Zeit eine gegebene Fläche trifft, und daraus berechnen, wieviel Wärme in einer gewissen Zeit von der Sonne ausgestrahlt wird. Dergleichen Messungen haben ergeben, daß die Sonne soviel Wärme abgibt, daß an ihrer ganzen Oberfläche stündlich eine zehn Fuß dicke Schicht Kohlenstoff abbrennen müßte, um diese Wärmemenge durch Verbrennung zu erzeugen. Für ein Jahr macht das eine Kohlschicht von 3 1/2 Meilen Dicke aus. Würde diese Wärme dem ganzen Sonnenkörper gleichmäßig entzogen, so würde seine Temperatur jährlich doch nur um 1 1/3 Grad erniedrigt werden.“

(Aus: Hermann Helmholtz, Über die Wechselwirkung der Naturkräfte und die darauf bezüglichen neuesten Ermittlungen der Physik (Vortrag 7. Februar 1854), erschienen in: Populäre wissenschaftliche Vorträge, 1. Heft, Braunschweig 1865.)

Helmholtz vertrat im Grunde die Position des Neukantianismus, indem er immer wieder den absoluten Gegensatz zwischen den idiographischen, das einzelne beschreibenden historischen Wissenschaften und den nomothetischen Naturwissenschaften hervorhob. Einer Aufhebung dieser klaren Trennung, wie sie etwa in der Schellings'schen Naturphilosophie vorgenommen wurde, widersetzte er sich vehement und verbannte die Aussagen der Identitätsphilosophie in den Bereich der spekulativen Metaphysik. Auch im Bereich der Physiologie wandte er sich vehement gegen den Hering'schen Nativismus, der von einer Korrelation zwischen psychischem Geschehen und der physiologischen Erscheinungen ausging. Weiterhin lehnte er wahrscheinlichkeitstheoretische Konzeptionen in der Physik strikt ab, da sie für ihn nur bedeuten konnten, dass hier die Gesetzmäßigkeit noch nicht erkannt wurde oder aber sogar eine objektive Ungesetzlichkeit angenommen wurde.

In erkenntnistheoretischen Diskussionen setzte sich Helmholtz mit Problemen des Zählens und Messens sowie der Allgemeingültigkeit des Prinzips der kleinsten Wirkung auseinander. Auf der Grundlage seiner optischen und akustischen Untersuchungen modifizierte er den klassischen Wahrnehmungsbegriff, lehnte im Gegensatz zu Kant die Existenz fester Anschauungsformen ab, und hielt es daher für möglich, nichteuklidische Geometrien anschaulich zu machen. Ausgehend von der Frage, welche Eigenschaften eine mehrdimensionale Mannigfaltigkeit besitzen müsse, damit Kongruenzbeziehungen zwischen Körpern bestehen können (**Helmholtz-Riemann'sches Problem**), kam Helmholtz zu dem Ergebnis, dass Raum der Inbegriff der Beweglichkeit von starren Körpern sei, Inbegriff der freien, kontinuierlichen Beweglichkeit von Gegenständen ohne Formänderung in alle Richtungen und nach allen Orten hin. Da also Bewegungen nach Helmholtz nicht nur im euklidischen Raum möglich sind, können folglich die euklidischen Axiome der Geometrie keine notwendigen und allgemeingültigen synthetischen apriorischen Prinzipien des Raumes

Hermann von Helmholtz (1821-1894) als Namensgeber unserer Schule

sein, wovon Kant ausgegangen war. Seine Ansätze wurden von Sophus Lie weiterentwickelt, so dass man heute vom „**Helmholtz-Lieschen Raumproblem**“ spricht.

Auch das Vier-Phasen-Modell des kreativen Prozesses geht auf Beobachtungen von Helmholtz zurück.

Im letzten Band seines **1856–1867** erschienenen Werks Handbuch der Physiologischen Optik stellte er dar, welche Rolle der unbewusste Schluss für die Wahrnehmung spielt.

1968 nahm Helmholtz seine Aufzeichnungen aus den Studentenjahren über die philosophische Analyse der mathematischen und physikalischen Grundbegriffe Raum und Zeit wieder auf. Die Schrift „Über die Tatsachen, die der Geometrie zum Grunde liegen“ aus diesem Jahr und „The origin and meaning of geometrical axioms“ (Mind 1 u. 3, **1876/78**) enthielten – mit der Kritik der Kant'schen Transzendenz der geometrischen und mechanischen Axiome – erkenntnistheoretische Grundlagen für die reine Mathematik der folgenden Jahrzehnte.

Hermann von Helmholtz repräsentierte ein mechanistisches Weltbild, dem er mit seinem Energie-Erhaltungssatz eine einheitliche innere Struktur gab. Die erkenntnistheoretischen Arbeiten belegen Hermann von Helmholtz's weit gespanntes systematisches Denken und die Vielfalt seiner Interessen. Zu ihnen ist die – wenn auch der Form nach mathematische – großartige, auch auf die Wissenschaftsgeschichte eingehende Behandlung der Allgemeingültigkeit des ursprünglich auf mechanische Bewegungsvorgänge beschränkten „Prinzips der kleinsten Wirkung“ (**1886**) zu zählen, die durch „Das Prinzip der kleinsten Wirkung in der Elektrodynamik“ (**1892**) vervollständigt wurde. Der Zugang der Problembewältigung, die ihn während seiner späten Jahre vorwiegend beschäftigte, war dabei sehr an die seines Jugendwerkes über „Die Erhaltung der Kraft“ angelehnt. Hierzu sei das Urteil von Max Planck von 1906 zitiert: *„Aber das Prinzip der kleinsten Wirkung besagt noch mehr als das Energieprinzip; denn es gestattet einen eindeutigen Schluß auf alle Einzelheiten des zeitlichen Verlaufs eines physikalischen Vorganges, falls der Anfangszustand und die Grenzbedingungen genau bekannt sind. Durch diese Forschungen hat Helmholtz den Weg zu einer einheitlichen Auffassung aller Naturkräfte vorgezeichnet. Die Durchführung seiner Ideen muß die Zukunft bringen“.*

Helmholtz und seine physiologischen Forschungen im Bereich der Akustik

Helmholtz war ein bedeutender Mitbegründer der physikalischen Physiologie. Die von ihm mitentwickelte physikalische-mechanische Biophysik führte eine Revolution in der Physiologie herbei und machte diese zu der führenden Wissenschaft unter den Naturwissenschaften des 19. Jahrhunderts. Bereits die Untersuchungen seiner Doktorarbeit zum Zusammenspiel von Nervenfasern und Ganglienzellen sowie auch zur Geschwindigkeit der Reizleitung in den Nerven deuteten auf seine späteren Erkenntnisse in den Bereichen der physiologischen Akustik und Optik hin. Mitten in die Zeit intensivster Arbeit an der Augenphysiologie fallen die akustischen Arbeiten: die Entdeckung und mathematische Begründung der Kombinationstöne. Helmholtz entwickelte **1863** eine mathematische Theorie zur Erklärung der Klangfarbe durch Obertöne, die sich unter dem Titel „Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik“ zu einer umfassenden Resonanztheorie des Hörens ausweitete (**1870**). Helmholtz erstellte eine Schwingungsanalyse der Vokale („**Helmholtz'scher Resonator**“) und ermöglichte ihre künstliche Erzeugung durch die „**Helmholtz'sche Sirene**“. Die Resonatoren waren ein schwingungsfähiges System, das bei Anregung mit der Eigenfrequenz zu schwingen beginnt. Die physikalische Theorie der Luftschwingungen in offenen Röhren, die physikalischen und physiologischen Ursachen der Harmonie und Disharmonie, eine (heute überholte)

Hermann von Helmholtz (1821-1894) als Namensgeber unserer Schule

mechanisch-mathematische Theorie des Ohres anhand von Untersuchungen zur Anatomie des Innenohres waren umfassend und beschäftigten sich auch mit Fragen der Ästhetik und der arabisch-persischen Tonleiter.

Der Helmholtz-Resonator wird heute immer noch vielseitig angewendet, z. B. bei der Resonanzaufladung in Automotoren zur Leistungssteigerung und Verbrauchsreduzierung.

Helmholtz und seine physiologischen Forschungen im Bereich der Optik

Durch die experimentelle und theoretische Analyse des Auges als optisches Instrument begründete Helmholtz die Ophthalmologie. Nachdem er **1850** den **Augenspiegel** erfunden hatte, beschäftigte er sich mit der Empfindlichkeit und Anpassungsfähigkeit des Auges.

Für Augenärzte war es eine großartige Neuerung, das Innere des Auges untersuchen zu können, also die Netz- und die Aderhaut, den Glaskörper und die Linse betrachten zu können. Um dies zu erreichen erkannte Helmholtz die Notwendigkeit, dass von den einzelnen Teilen des Auges Licht gestreut wird und das Auge wieder verlässt. Das am Augenhintergrund gestreute Licht verlässt das Auge auf dem gleichen Wege wie es in das Auge gelangt ist, aber jetzt in Richtung auf die Lichtquelle zu. Beim Augenspiegel trifft das Licht der Quelle auf den halbdurchlässigen Spiegel und wird so reflektiert, dass es in das Patientenauge trifft. Das vom Augenhintergrund des Patienten gestreute Licht (rot) trifft auf den halbdurchlässigen Spiegel. Ein Teil des Lichtes wird reflektiert (nicht gezeichnet) und ein anderer Teil trifft durch den Spiegel und trifft in das Auge des Beobachters (Arzt). Helmholtz ist die Erkenntnis zu verdanken, dass das ins Auge einfallende Licht teilweise am Augenhintergrund gestreut wird, z.B. dadurch, dass die Augen verschiedener Tiere (z.B. der Katze) sowie Augen von Albinos aufleuchten.

1851 erfand er das **Ophthalmometer** zur Bestimmung der Krümmungsradien der Augenhornhaut. Der englische Arzt und Physiker Thomas Young hatte eine Dreifarbentheorie des Sehens aufgestellt, die Helmholtz nun bezüglich der Rezeption auf der Netzhaut weiterentwickelte. **1852** verhalf er der von Young aufgestellten additiven Theorie des Farbensehens zum Durchbruch, wobei er zeigte, dass drei Grundfarben (Young hatte sechs benötigt) zur Erzeugung aller anderen genügen. Er vermutete, dass es deshalb drei Arten von Fotorezeptorzellen im Auge geben müsse (Dreifarbentheorie). (Leerzeichen fehlt) Das Farbensehen führte ihn zu Untersuchungen über die Spektralfarben, zur ersten Messung der Wellenlängen ultravioletten Lichtes und der Empfindlichkeit der Netzhaut für dieses und schließlich zur Young-Helmholtz'schen Dreifarben-Theorie des Sehens („**Helmholtz'scher Farbmischapparat**“), die erst in den letzten Jahren ihre endgültige Bestätigung erhielt. **1857** erfand er das **Telestereoskop** und mit ihm kam die Konstruktion des stereoskopischen Doppelfernrohres. Es folgen die Untersuchungen über Nachbilder, Farbenblindheit, Kontrastphänomene, Augenbewegungen.

1856 veröffentlichte Helmholtz den ersten, **1860** den zweiten Band des „Handbuches der Physiologischen Optik“; der dritte Band (**1867**) behandelt „die Lehre von den Gesichtswahrnehmungen“ mit den umfangreichen, auch mathematischen Untersuchungen, u. a. über den Horopter, das binokulare Doppelt- und Einfachsehen und die Raumwahrnehmungen.

Hermann von Helmholtz (1821-1894) als Namensgeber unserer Schule



Deutsche Sonderbriefmarke 1994 mit menschlichem Auge und Farbdreieck

Helmholtz und sein Beitrag zum Energieerhaltungssatz und zur physikalischen Chemie

Aus Beobachtungen zu physiologischen Wärmeerscheinungen, etwa bei Gärung, Fäulnis, Wärmeproduktion der Lebewesen, entwickelte Helmholtz bereits um **1840** erste Schlussfolgerungen zum Energieprinzip. Helmholtz kam zu dem Ergebnis, dass die **1842** von J. R. Mayer geäußerte Hypothese einer alle Lebensvorgänge gemeinsamen "Lebenskraft" bedeuten müsse, dass Energie eine Art Perpetuum mobile sein müsse.

1847 veröffentlichte er seine Abhandlung "Über die Erhaltung der Kraft"; hier stellte er auf mechanisch-mathematischer Grundlage die verschiedensten Energieumwandlungen dar und wies dadurch die allgemeine Gültigkeit des Energieerhaltungssatzes nach, der zuvor umstritten gewesen war. Eine Formulierung, die auf Helmholtz zurückgeht, lautet:

Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden. Sie kann nur von einer Form in andere Formen umgewandelt werden.

War das Prinzip auch schon in zwei Schriften von Robert Mayer (1842/45) mit der Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalentes und seiner Anwendung auf andere physikalische und auf physiologische Vorgänge enthalten, so bringt Helmholtz eine noch umfangreichere, soweit möglich quantitative Argumentation durch kritische Durchmusterung gleicher und anderer Phänomene. Die Darlegung enthält eine zeitgebundene Einschränkung: Für Helmholtz besteht die Aufgabe der Physik noch in der „Zurückführung der Naturscheinungen auf unveränderte anziehende und abstoßende Kräfte, deren Intensität von der Entfernung abhängt“, so dass die Gültigkeit des Energiesatzes auf eine solche verborgene zwischen Materie und Äther wirksame Mechanik hinweise. Die Mehrzahl der Physiker und Physiologen war, sehr zur Verwunderung von Helmholtz, zurückhaltend oder ablehnend. Jene fürchteten einen Rückfall in die Naturphilosophie – und tatsächlich sind die weit ausgreifende Beweisführung, die Verbindung von Erfahrungstatsachen mit allgemeinen Gesichtspunkten und die aus ihnen sich ergebenden Voraussagen etwas in der damaligen deutschen Literatur völlig Neues. Poggendorff lehnte genau deshalb die Aufnahme des Energiesatzes in die allgemeinen Erkenntnissätze der Physik und Chemie ab.

Auch für die Physiologen griff die „mechanische“ Behandlung der Probleme und die Behauptung, dass die Annahme einer „Lebenskraft“ den lebenden Organismus zu einem perpetuum mobile mache, zu tief in gewohntes Denken ein. Erst langsam setzte sich der Energiesatz durch. Nur der Berliner Mathematiker Carl Gustav Jacob Jacobi hatte sofort seine Bedeutung für die ganze Naturwissenschaft erkannt und sich allein der allgemeinen Zurückweisung der Helmholtz'schen Auffassung widersetzt.

Nach einer längeren Pause beschäftigte sich Helmholtz **1870** erneut mit der Energiefrage, dieses Mal in Zusammenhang mit chemischen Vorgängen der Thermodynamik. Durch Anwendung des Energieerhaltungssatzes auf Lebewesen widersprach Helmholtz den Vitalisten, die eine Vitalkraft als Grundkraft des Lebens annahmen. Große Teile der frühen

Hermann von Helmholtz (1821-1894) als Namensgeber unserer Schule

Schrift zur Energieerhaltung enthalten bereits das Programm für jetzt entstehende Arbeiten, zum Beispiel die Anwendung der Hauptsätze der Thermodynamik auf den Galvanismus zur Berechnung der elektromotorischen Kraft elektrochemischer Elemente oder der galvanischen Ströme durch Konzentrationsdifferenzen. Diese drei Abhandlungen über die „Thermodynamik chemischer Vorgänge“ zählen zu den herausragenden späteren Leistungen von Helmholtz (**1882/1883**). Hier wandte Helmholtz die Hauptsätze der Thermodynamik auf die Elektrochemie an. Er führte den Begriff der freien Energie ein, mittels der sich voraussagen lässt, ob eine chemische Reaktion nach Gesetzen der Thermodynamik möglich ist. Er unterschied zwischen gebundener und freier Energie und formulierte in diesem Zusammenhang die später nach ihm und dem US-amerikanischen Physiker Josiah Willard Gibbs benannte **Gibbs-Helmholtz-Gleichung**. Damit leistete er einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung der physikalischen Chemie.

Helmholtz und die Atomistik

Die Atomistik war Helmholtz suspekt. Zu ihren unbestrittenen Erfolgen in der Chemie meinte er, „den Chemikern sei noch nichts Besseres eingefallen“; in dem letzten (nicht ganz ausgearbeiteten) Manuskript über die „Veränderungen, die in den allgemeinen Gesichtspunkten der Naturwissenschaft eingetreten sind“, steht nichts über die brisanten neuen Erkenntnisse der Atomistik. Zeitnah nach seinem Tod entdeckte aber Röntgen die „Neue Art von Strahlen“, Becquerel die Radioaktivität, Zeeman den Zeeman-Effekt, Perrin die elektrische Ladung und Thomsen die „corpuscle“-Natur der Kathodenstrahlen, welche Helmholtz noch als longitudinale elektro-magnetische Stoßwellen auffassen wollte. Helmholtz hatte zwar **1881** in der Faraday-lecture in präziserer Formulierung als Faraday aus den Faraday'schen Gesetzen der Elektrolyse und seinen eigenen elektrochemischen Arbeiten gefolgert, dass, *„wenn wir Atome der chemischen Elemente annehmen, auch die Elektrizität, sowohl die positive sowie die negative, in bestimmte elementare Quanta geteilt ist, die sich wie Atome der Elektrizität verhalten“*, aber wie weit Helmholtz noch von der heutigen Auffassung der elektrischen Atomistik mit dem Elektron als Elementarteilchen entfernt war, zeigen Sätze wie *„die elektrischen Quantis sind imponderable Flüssigkeiten und als Substanz zu betrachten, aber nicht im Sinn von Materie oder Körper, sondern als etwas quod substat, das heißt unveränderlich bleibt“*, oder *„im reinen Aether, einem von aller ponderablen Substanz freien Vakuum, gibt es auch keine freie Elektrizität“*.

An dieser Sichtweise hielt Helmholtz auch in späteren Aufzeichnungen, in denen er von der „dualistischen“ zur „unitaristischen“ Auffassung übergeht, fest.

Helmholtz und seine Beiträge zur theoretischen Physik und zu anderen Wissenschaften

Hermann von Helmholtz steht in der Geschichte der Physik an der Grenze von klassischer und moderner, von Kontinuums- und Atomphysik. Auch wenn Helmholtz noch an der Zurückführung aller physikalischen Aktionen auf die Mechanik festhielt, so suchte er auch hier nach einer für alle Vorgänge gültigen Formulierung des Prinzips. Damit begründete er die folgende Entwicklung der theoretischen Physik.

Von den bis in die heutige Physik wirkenden rein-physikalischen Forschungen – neben experimentellen, aber auch mathematisch durchgearbeiteten Spezialfragen wie die **Helmholtz'sche elektrodynamische** und die **Helmholtz'sche magnetische Waage**, die **„Helmholtz-Spulen“** für räumlich konstante Magnetfelder, dazu den schon bei Optik und Akustik genannten Beispielen – sind vor allem die grundlegenden theoretischen Untersuchungen „Über Integrale der hydrodynamischen Gleichungen“ (**„Helmholtz'sche Wirbelsätze“**) von **1858** (erweitert **1868**), die noch in Heidelberg **ab 1870** begonnenen

Hermann von Helmholtz (1821-1894) als Namensgeber unserer Schule

umfangreichen Arbeiten „Über die Theorie der Elektrodynamik“ (aus welchen sich die Fragen ergaben, welche Heinrich Hertz zur Entdeckung der „Wellen elektrischer Kraft“ führten) sowie die Arbeiten „Über das Prinzip der kleinsten Wirkung“ zu nennen.

Bereits **1858 und erneut 1868** stellte Helmholtz in mathematischer Form Gesetze für strömende Flüssigkeiten und Gase auf und entwickelte so seine Wirbeltheorie. Er machte auf Analogien zwischen den Wirbelgesetzen und den elektromagnetischen Gesetzen und damit auf Probleme der mathematischen Modellbildung aufmerksam. Mit der Aufstellung der Wirbelsätze über das Verhalten und die Bewegung von Wirbeln in reibungsfreien Flüssigkeiten lieferte Helmholtz wichtige Grundlagen der **Hydrodynamik**. In Untersuchungen zur **Elektrodynamik** suchte Helmholtz einen Kompromiss zwischen den Theorien von Franz Ernst Neumann und James Clerk Maxwell.

Helmholtz entwickelte weiterhin das **Überlagerungsprinzip (nach Helmholtz)**. Es besagt, dass folgende Beziehung gilt, wenn in einem Netzwerk nur lineare Widerstände und unabhängige Quellen (Stromquellen und/oder Spannungsquellen) vorhanden sind:

„Die Wirkung (Strom oder Spannung) an einer beliebigen Stelle des Netzwerkes, die von allen Quellen hervorgerufen wird, ist gleich der Summe der Wirkungen jeder einzelnen Quelle, wenn zugleich die restlichen Quellen durch ihre idealen Innenwiderstände ersetzt werden. Ideale Spannungsquellen sind daher kurzzuschließen, ideale Stromquellen sind durch einen Leerlauf zu ersetzen.“

Das Überlagerungsprinzip nach Helmholtz gilt allerdings nur für Ströme und Spannungen, nicht aber für Leistungen.

Seit **1870** setzte sich Helmholtz mit den rivalisierenden Theorien der Elektrodynamik von W. Weber und F. Neumann einerseits und M. Faraday sowie J. C. Maxwell andererseits auseinander. Er stellte eine eigene Theorie auf, die einen Kompromiss zwischen den Auffassungen der Fernwirkung und des elektromagnetischen Feldes darstellte. Seine Schüler forderte er zu Entscheidungsexperimenten heraus. Eine von ihm **1879** gestellte Preisaufgabe führte zur Entdeckung der elektromagnetischen Wellen durch Heinrich Hertz. Auf Helmholtz gehen auch Versuchsanordnungen zurück, die heute noch genutzt werden. Zur Erzeugung eines allseitig zugänglichen nahezu homogenen Magnetfeldes schlug er eine Anordnung aus zwei Spulen vor, die sich im Abstand ihres Radius gegenüberstehen. Eine solche Anordnung von Spulen bezeichnet man heute noch als **Helmholtz-Spulen**. Die Anordnung besteht aus zwei sich coaxial im Abstand gleich dem ihres Radius gegenüberstehenden Ringspulen mit gleicher Windungszahl. Wenn die Einzelspulen gleichsinnig stromdurchflossen werden, erhält man einen großen Bereich mit konstanter Feldstärke. Werden die Spulen gegensinnig durchflossen, erhält man im inneren Bereich einen weitgehend konstanten Feldgradienten. Hermann von Helmholtz bemühte sich zunehmend um die Vereinheitlichungen von physikalischen Bezeichnungen und Einheiten. Er nahm z.B. an den Kongressen zur Festlegung elektrischer Einheiten in Paris (**1882, 1884**) und Chicago (**1893**) teil.

Als **Helmholtz-Gleichung** wird die allgemeine partielle Differentialgleichung bezeichnet. In der Elektrodynamik ergibt sich die Helmholtz-Gleichung aus der Wellengleichung für das Vektorpotential bei Annahme harmonischer Zeitabhängigkeit.

Zu Helmholtz's herausragenden Leistungen zählen die drei Abhandlungen über die „Thermodynamik chemischer Vorgänge“ aus dem Jahr **1882/83**. Hier führte er den Begriff der freien Energie ein, mit der sich voraussagen lässt, ob eine chemische Reaktion nach den Gesetzen der Thermodynamik möglich ist.

Hermann von Helmholtz (1821-1894) als Namensgeber unserer Schule

Helmholtz als Begründer der Meteorologie

Mathematisch ausgearbeitete Untersuchungen und Überlegungen zu Naturphänomenen wie Gewittern, Gletscherbildung und -bewegungen, Wirbelstürmen, Wasser und Wolkenwellen und zur Entstehung von Föhnwinden machten Helmholtz zum Begründer der wissenschaftlichen Meteorologie. „Nur „die Mangelhaftigkeit unseres Wissens und die Schwerfälligkeit unseres Kombinationsvermögens“ lassen uns von der „wildesten Launenhaftigkeit des Wetters“ sprechen“ – diese Bemerkung macht deutlich, dass Helmholtz nichts wissenschaftlich ununtersucht lassen wollte, und hierbei konnte er auf seine früheren hydrodynamischen Arbeiten zurückgreifen.

Helmholtz und die Schulbildung

Das Lebensbild von Hermann von Helmholtz wäre unvollständig ohne Hinweis auf seine Bemühungen, die Schäden durch die Vernachlässigung rationaler naturwissenschaftlicher Schulbildung aufzuzeigen – seine Heidelberger Rektoratsrede von 1862 ist heute noch aktueller als damals – und auf sein Wirken für eine sachgemäße Popularisierung „der wichtigeren und durchgebildeten Teile der Naturwissenschaft“, welcher er neben „Vorträgen und Reden“ durch die Übersetzung der Bücher von John Tyndall „trotz großer Überhäufung mit anderen Arbeiten“ zu dienen bestrebt war.

Hermann von Helmholtz als Vorbild und Namensgeber

Die Verdienste des Universalgelehrten Hermann von Helmholtz können gar nicht hoch genug angesetzt werden. Wilhelm Wien, von 1890-94 sein Assistent an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, fand 1919 folgende Worte für seinen berühmten Chef:

„Es ist für die jetzt lebende jüngere Generation der Physiker nicht leicht, sich eine Vorstellung von der überragenden Stellung zu bilden, die Helmholtz in den letzten Jahrzehnten seines Lebens einnahm. Es gab damals wohl kein physikalisches Problem, das er nicht durchdacht und über dessen Behandlungsweise er sich nicht ein bestimmtes Urteil gebildet hätte. Der heutigen Physik sind die Helmholtzschen Leistungen so sehr zum wissenschaftlichen Rüstzeug geworden, daß sie sich ihrer Herkunft vielfach nicht mehr bewußt wird.“ Und weiter: *„Mit Helmholtz hat die klassische Zeit der deutschen Physik ihren Abschluss gefunden.“* Viele seiner Vorstellungen sind durch die rasante Entwicklung der modernen Physik heute veraltet, insbesondere auch durch die Entwicklungen im Bereich der Atomistik, der Strahlenphysik, der Elektronentheorie und den grundsätzlichen empiriokritischen Neuanfang von Mach. Die innere Geschlossenheit und die logische Struktur des Helmholtzschen Gesamtwerkes jedoch, das immer wieder flexibel und kreativ vorging und die eigene Vorgehensweise auch philosophisch reflektierte, ist und bleibt ein unvergängliches und unvergleichliches Ideal eines Forscherlebens.

1939 hat der NS-Bund Deutscher Technik mit Zustimmung des Reichspostministers Wilhelm Ohnesorge und des Reichsverkehrsministers Julius Dorpmüller Adolf Hitler den Vorschlag unterbreitet, für die Einheit der Frequenz die Bezeichnung Helmholtz statt Hertz zu verwenden, unter Beibehaltung der Abkürzung *Hz*. Hintergrund war die jüdische Abstammung von Heinrich Hertz, dessen Lehrer Helmholtz war. Der Vorschlag wurde nicht verwirklicht.

Es gab **1969** den Vorschlag, die physikalische Einheit für das elektrische Doppelschichtmoment **Helmholtz** zu nennen, aber auch dazu kam es nicht.

Die Bezeichnung von musikalischen Tonsymbolen mit Kommata vor oder Apostrophen nach den Buchstaben (z. B. eingestrichenes *a* oder *a'* für den Kammerton) wird auch **Helmholtz-Schreibweise** genannt.

Hermann von Helmholtz (1821-1894) als Namensgeber unserer Schule

Viele Institutionen und Auszeichnungen benannten sich nach dem berühmten deutschen Gelehrten:

- die Helmholtz-Medaille der Preußischen Akademie der Wissenschaften
- die Helmholtz-Medaille der Deutschen Gesellschaft für Akustik
- seit 1995 die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren
- mehrere Gymnasien, siehe Helmholtz-Gymnasium
- die Integrierte Sekundarschule Hermann-von-Helmholtz-Schule in Berlin-Neukölln
- seit 1935 der Mondkrater Helmholtz
- seit 1973 der Marskrater Helmholtz
- seit 2000 der Asteroid (11573) Helmholtz
- seit 2014: Benennung des Hermann von Helmholtz-Jahrganges 2014/2015
In Humanmedizin an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

UND

seit 1962 auch das Helmholtz-Gymnasiums in Bonn, das als naturwissenschaftliche Schwerpunktschule begann und heute neben seinem englisch-bilingualen Zweig eine MINT-Exzellenz-Schule ist. Physik war immer ein naturwissenschaftliches Schwerpunktfach dieser Schule.

Hermann von Helmholtz als Universalgelehrter, der sich nicht nur mit einem Bereich, sondern mit einer Vielzahl von Phänomenen intensiv beschäftigte, soll uns allen ein Ansporn sein, neugierig zu sein und zu bleiben, uns umfassend zu bilden und nicht in wissenschaftlichen Schubladen, sondern „out of the box“ zu denken, zu forschen und Zusammenhänge herzustellen!

Zusammengestellt von Dr. Dorothee von Hoerschelmann aus folgenden Quellen:

<https://www.wasistwas.de/archiv-wissenschaft.../wer-war-hermann-von-helmholtz.html>
<https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/physik/artikel/hermann-von-helmholtz>
<https://www.focus.de › ... › Mensch › Naturwissenschaften › Wichtige Wissenschaftler>
https://wikipedia.org/wiki/Hermann_von_Helmholtz
<https://www.deutsche-biographie.de/sfz70096.html>
<https://www.physik.uni-muenchen.de>

Wien, W.: Hermann von Helmholtz. Zu seinem 25-jährigen Todestage. In: Die Naturwissenschaften 7, 1919, S. 645-648

Heidelberger, M.: Hermann von Helmholtz. In: v. Meyenn, K. (Hg.): Die großen Physiker. Von Aristoteles bis Kelvin. Bd. 1. München, 1997, S. 396-415