

Informations - Informationen - Informazioni - Notes

EXPERIENTIA MAIORUM

Hermann von Helmholtz¹

Von P. HUBER², Basel

Das Leben eines bedeutenden Forschers und eines großen Menschen zu verfolgen – zwei Eigenschaften, die Hermann von HELMHOLTZ von seinen Zeitgenossen neidlos zuerkannt wurden –, ist immer genüßreich.

Wenn der Physiker nach dem Ophthalmologen das Wort zum 100jährigen Bestehen des Augenspiegels ergreift, so ist dies nicht unbedingt zwingend. Der Physiologe, aber auch der Mathematiker, der Chemiker, der Meteorologe, sogar der Kunstwissenschaftler und der Philosoph könnten auf Helmholtzsche Leistungen zurückgreifen und mit sehr gutem Recht zu Ihnen sprechen. Die Weite seines Wissens hat auch seine Zeitgenossen beeindruckt und HELMHOLTZ eine Stellung eingeräumt, wie sie nur wenigen, auserwählten Menschen zuteil wird. Wenn DU BOIS-REYMOND³ am Schluß seiner Gedächtnisrede sagte: «Er ist nicht mehr. Nichts bleibt uns als jener zweifelhafte Trost des Dichters: Er war unser. Wir werden nimmer seinesgleichen sehen; ja es ist die Frage, ob eine Gestalt wie die seinige je wieder zum Vorschein kommen kann», so ist dies nicht nur ein herrliches Abschiedswort eines Freundes – es hat die Empfindung von vielen Zeitgenossen ausgedrückt.

Was sind nun eigentlich die Merkmale und Leistungen, die diesem Manne ein solches Ansehen verschafft haben? Seine wissenschaftlichen Leistungen sind imponierend. Drei Bände füllen die gesamten gesammelten wissenschaftlichen Abhandlungen, die eine unerhörte Allseitigkeit an Wissen und Können verraten. Unter den Arbeiten finden sich solche zum Energiesatz, aus der Hydrodynamik, Akustik, Elektrodynamik, Optik, aus der Physiologie und Thermodynamik, zur Erkenntnistheorie, Anatomie, Mathematik und Meteorologie.

Dann sind zwei dreibändige Handbücher vorhanden.

Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik ist der Inhalt einer achtjährigen Arbeit.

Im ersten Vorwort zum «Handbuch der Physiologischen Optik»⁴ sagt HELMHOLTZ: «Es könnte billigerweise auch jetzt noch einem Zweifel unterliegen, ob es schon möglich ist, mit einiger Aussicht auf Erfolg einen, wenn auch nur vorläufigen Abschluß eines so jungen und gleichsam noch gärenden Zweiges der Wissenschaft geben zu wollen, wie es doch der allgemeine Plan dieses Buches und der Enzyklopädie, zu der es gehört, erfordert. – Dennoch mußte am Ende der Versuch gemacht werden, Ordnung und Zusammenhang in dieses Gebiet hineinzubringen und es von den auffälligen Widersprüchen zu befreien, die sich bis jetzt durch dasselbe hingen. Ich habe dies getan in der Überzeugung, daß Ordnung und Zusammenhang, selbst wenn sie auf ein unhaltbares Prinzip gegründet sein sollten, besser sind

als Widersprüche und Zusammenhanglosigkeit. – Mein Hauptbestreben bei der Ausarbeitung des vorliegenden Buches ist es gewesen, mich durch eigenen Augenschein und eigene Erfahrung von der Richtigkeit aller nur einigermaßen wichtigen Tatsachen zu überzeugen. Die Methoden der Beobachtung habe ich stets in derjenigen Ausführungsweise beschrieben, welche mir die zuverlässigste zu sein schien, und wo dieselben von der Methode des Entdeckers abweichen, bitte ich, darin nicht eine unmotivierter Sucht nach Neuerungen zu sehen.» Diese Einstellung sickert in allen Arbeiten von HELMHOLTZ durch.

Mit seinen wissenschaftlichen Arbeiten eng zusammenhängend läuft eine Reihe populärer Vorträge, welche zwei ansehnliche Bände füllen. Ein paar Titel veranschaulichen das umfangreiche Interesse: «Über die Natur der menschlichen Sinnesempfindungen» – «Über das Verhältnis der Naturwissenschaften zur Gesamtheit der Wissenschaften» – «Über den Ursprung und die Bedeutung der geometrischen Axiome» – «Über die Entstehung des Planetensystems» – «Wirbelstürme und Gewitter» – «Optisches über Malerei». Viele Vorträge hängen eng mit seinen Arbeitsgebieten zusammen. Andere stehen mehr selbständig da: «Das Denken in der Medizin» – «Über die akademische Freiheit der deutschen Universitäten» – «Über Goethes naturwissenschaftliche Arbeiten» (1853) – «Über Goethes Vorahnungen kommender naturwissenschaftlicher Ideen» (1892). Die letzten beiden Reden zeigen die innere Wandlung, die HELMHOLTZ durchmachte. Während die erste Rede wissenschaftlich mit dem Verfasser der Farbenlehre und Gegner NEWTONS abrechnet, preist er in der zweiten ebenso rückhaltlos den Dichter, der den Wert der vergleichenden Anatomie erfaßte und ihre Folgerungen voraussah. Noch heute ist es eine Freude, die Vorträge¹ zu lesen. Von diesem Genuß möchte ich Ihnen eine kleine Probe aus dem Vortrag zur Farbenlehre bieten: «Goethe», sagt HELMHOLTZ, «obgleich er sich in vielen Feldern geistiger Tätigkeit versucht hat, ist seiner hervorragendsten Begabung nach Dichter. Das Wesentliche der dichterischen wie jeder künstlerischen Tätigkeit besteht darin, das künstlerische Material zum unmittelbaren Ausdruck der Idee zu machen. Nicht als das Resultat einer Begriffsentwicklung, sondern als das der unmittelbaren geistigen Anschauung, des erregten Gefühls, dem Dichter selbst kaum bewußt, muß die Idee in dem vollendeten Kunstwerk daliegen und es beherrschen. – Wie das echte Kunstwerk keinen fremden Eingriff erträgt, ohne beschädigt zu werden, so wird für Goethe auch die Natur durch die Eingriffe des Experimentierenden in ihrer Harmonie gestört, gequält, verwirrt, und sie täuscht dafür den Störenfried durch ein Zerrbild.» – Es ist heute immerhin bemerkenswert, daß dieses Gestörtwerden der Vorgänge durch äußere Einwirkungen für atomare Geschehnisse beobachtet wird, und wenn wir sie nicht genügend beachten, sie uns ein Zerrbild des Vorganges vermitteln. – HELMHOLTZ fährt fort: «Goethe preist die Versuche, welche man in klarem Nonsensein unter freiem Himmel anstellen könne, nicht nur als besonders leicht und besonders ergötzlich, sondern auch als besonders beweisend. In der Dichtung kommt es Goethe nur auf den ‚schönen Schein‘ an, der das Ideale zur Anschauung bringt; wie dieser Schein

¹ Vortrag anlässlich des Zentenariums der Publikation der Entdeckung des Augenspiegels (6. Dezember 1850), gehalten vor der Naturforschenden Gesellschaft sowie der Medizinischen Gesellschaft am 6. Dezember 1950 in Basel.

² Physikalische Anstalt der Universität Basel.

³ E. DU BOIS-REYMOND, *Hermann von Helmholtz* (Veit & Co., Leipzig 1897), S. 80.

⁴ Enthaltene in der 3. Auflage (Leopold Voß, Hamburg und Leipzig 1909).

¹ Zwei Vorträge über GOETHE (Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig 1917).

zustande kommt, ist gleichgültig. Auch die Natur ist dem Dichter sinnbildlich Ausdruck des Geistigen. Die Physik sucht dagegen die Hebel, Stricke und Rollen zu entdecken, welche, hinter den Kulissen arbeitend, diese regieren, und der Anblick des Mechanismus zerstört freilich den schönen Schein. Deshalb möchte der Dichter gern diese Stricke und Rollen hinwegleugnen, sie für die Ausgeburten pedantischer Köpfe erklären.» HELMHOLTZ schließt seine Rede mit den Worten: «Wir können aber den Mechanismus der Materie nicht dadurch besiegen, daß wir ihn weglegen, sondern nur dadurch, daß wir ihn den Zwecken des sittlichen Geistes unterwerfen. – Darin liegt die große Bedeutung der physikalischen Forschung für die Kultur des Menschengeschlechtes und ihre volle Berechtigung begründet.»

Damit habe ich Ihnen die schriftlich niedergelegte Arbeit von HELMHOLTZ dargetan. Mit diesem Werk gehört er zweifellos zu den großen Männern der Wissenschaft. Es ist aber nicht ausreichend zur Klärung der eingangs gestellten Frage. Daß HELMHOLTZ bereits während seiner Lebzeiten diese Verehrung und Anerkennung gezollt wurde – MAXWELL nannte ihn „the intellectual giant“ –, hängt mit der Art zusammen, wie er an die Probleme herantrat. Hier scheint mir, daß er weit über seine eigene Arbeitsstätte hinaus einen ungeheuer klärenden und wegweisenden Einfluß geltend machte. Seine Denkweise hat den Übergang zur modernen Physik gelegt, und er erscheint uns heute als ein vollständig moderner Wissenschaftler.

Geistesgeschichtlich kommt HELMHOLTZ in die Zeit der spekulativen Philosophie, die aus dem Denken allein die Erfahrung abzuleiten trachtete. Von EULER ist der Ausspruch bekannt: «Ich habe nicht für nötig gehalten, diese meine Theorie durch das Experiment zu bestätigen; denn sie ist ganz aus den sichersten und unangreifbarsten Prinzipien der Mechanik abgeleitet, weshalb der Zweifel, ob sie wahr sei und in der Praxis statthabe, in keiner Weise aufgeworfen werden kann.» In der Physik herrscht der Empirismus. Dadurch ist auch die Aufnahme der grundlegenden Arbeit über die Erhaltung der Kraft in den Poggendorffschen Annalen verhindert worden. POGGENDORF schreibt dazu¹: «Es ist nicht bloß der Umfang der Arbeit als vielmehr die Natur der Abhandlung, die mich zwingt, dieselbe abzulehnen, wie ich es in ähnlichen Fällen schon mehrmals habe tun müssen.» In der Physiologie bewahrt der unklare Begriff der Lebenskraft seinen Einfluß. Beim Studium der Helmholtzschen Arbeiten ist auffallend, wie wenig ihm diese ganze offizielle Haltung Eindruck machte. Wie wenn ihm von Anfang an ein bestimmtes Wissen um die Dinge geschenkt gewesen wäre, tritt er klar und unbeirrt an die Probleme heran. Hier liegt meiner Meinung nach seine großartigste Seite. Gepaart mit einem inneren Zwange und der Fähigkeit, jedes Problem an seiner wesentlichen Stelle anzupacken, waren die Voraussetzungen gegeben zu überragenden Leistungen. Dieses Zusammentreffen von Eigenschaften verlieh den Forschungen von HELMHOLTZ eine wundervolle Klarheit, und er ruhte nicht, bis eine Untersuchung vollständig und ohne logische Lücken schriftlich formuliert vor ihm lag. Ganz ähnlich war die Meinung RUTHERFORDS, daß eine Arbeit erst dann abgeschlossen sei, wenn sie in klarer Sprache gefaßt vorliege. Interessant ist die Art, wie HELMHOLTZ an ein neues Problem herantritt. Er beginnt nicht damit², sich durch Studium der vorhandenen Literatur so vollstän-

dig wie möglich auf die Höhe dessen zu bringen, was man schon wußte, sondern er legte sogleich selbst Hand ans Werk. Zuviel Einzelwissen verdirbt die schöpferische Phantasie, macht sich selbst befangen. Wichtig war ihm eine gute Kenntnis der Methoden und der Theorie. Wenn er sein Ziel erreicht hatte, merkte er dann oft, daß ihm andere schon zuvorgekommen waren. Ich erinnere an die Erhaltung der Kraft, an die Akkomodation des Auges, an das Auflösungsvermögen des Mikroskops, an die hydrodynamischen Ähnlichkeitsgesetze und an die Axiome der Geometrie. Seine Arbeiten, auch wenn andere ihm die Priorität streitig machten, waren dennoch sehr wertvoll und erfaßten das Problem von anderen Gesichtspunkten aus.

In der Rede anläßlich der Feier seines 70. Geburtstages hat er selber über sein Schaffen Aufschluß gegeben. Seine Ausführungen sind für jeden wissenschaftlich Arbeitenden Ansporn und Trost. Er sagte: «Da ich ziemlich oft in die unbehagliche Lage kam, auf günstige Einfälle harren zu müssen, habe ich darüber, wann und wo sie mir kamen, einige Erfahrung gewonnen, die vielleicht anderen noch nützlich werden können. Sie schleichen oft ganz still in den Gedankenkreis ein, ohne daß man gleich von Anfang an ihre Bedeutung erkennt; dann hilft später nur zuweilen noch ein zufälliger Umstand erkennen, wann und unter welchen Umständen sie gekommen sind; meist 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, kommen sie nie dem ermüdeten Gehirn und nicht am Schreibtisch. Ich mußte immer erst mein Problem nach allen Seiten so viel hin und hergewendet haben, daß ich alle seine Wendungen und Verwicklungen im Kopfe überschaute und sie frei, ohne zu schreiben, durchlaufen konnte. Es dahin zu bringen, ist ja ohne längere vorausgehende Arbeit meistens nicht möglich. – Oft waren sie wirklich, den zitierten Versen Goethes entsprechend, 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 verschrecken.»

«Auch¹ bin ich im Stande gewesen, einige mathematisch physikalische Probleme zu lösen, und darunter sogar solche, an welchen die großen Mathematiker seit Euler sich vergebens bemüht hatten, zum Beispiel die Fragen wegen der Wirbelbewegungen und der Discontinuität der Bewegung in Flüssigkeiten; die Frage über die Schallbewegung an den offenen Enden der Orgelpfeifen usw. Aber der Stolz, den ich über das Endresultat in diesen Fällen hätte empfinden können, wurde beträchtlich herabgesetzt dadurch, daß ich wohl wußte, wie mir die Lösungen solcher Probleme fast immer nur durch allmähliche Generalisationen von günstigen Beispielen, durch eine Reihe glücklicher Einfälle nach mancherlei Irrfahrten gelungen waren. Ich mußte mich vergleichen einem Bergsteiger, der, ohne den Weg zu kennen, langsam und mühselig hinaufklimmt, oft umkehren muß, weil er nicht weiter kann, bald durch Überlegung, bald durch Zufall neue Wegspuren entdeckt, die ihn wieder ein Stück vorwärtsleiten, und endlich, wenn er sein Ziel erreicht, zu seiner Beschämung einen königlichen Weg findet, auf dem er hätte herauffahren können, wenn er gescheit genug gewesen wäre, den richtigen Anfang zu finden. In meinen Abhandlungen habe ich natürlich den Leser dann nicht mit meinen Irrfahrten unterhalten, sondern ihm nur den gebahnten Weg beschrieben, auf dem er jetzt ohne Mühe die Höhe erreichen mag.»

¹ L. KOENIGSBERGER, *Hermann von Helmholtz*, 2. Bd. (Fr. Vieweg, Braunschweig 1903), S. 70.

² TH. ENGELMANN, *Gedächtnisrede auf Hermann von Helmholtz* W. Engelmann, Leipzig 1894), S. 28.

¹ L. KOENIGSBERGER, 1. c., 1. Bd. (1902), S. 325.

Aus der Wahl der Gegenstände, die HELMHOLTZ bearbeitete, erkennt man sein Talent zur Wissenschaft¹. Es dokumentiert sich nicht nur darin, daß er diesen Gegenständen interessante Ergebnisse abrang, sondern auch ebenso sehr darin, daß es für ihn lösbare Probleme waren. Nicht das Perpetuum mobile wollte er erfinden, sondern den wissenschaftlichen Grundlagen der Lebenskraft nachgehen: so fand er das Gesetz zur Erhaltung der Energie. Bei der Klärung der Vorgänge in den Nerven suchte er zunächst zu messen, was zu messen war. Er bestimmte die verhältnismäßig langsame Fortpflanzung der Reize in Nervenfasern. Es ist dies ein Beispiel, wie fruchtbar sich das Wissen auf zwei verschiedenen Gebieten auswirkt. Daß HELMHOLTZ seiner Neigung nach als Physiker geboren wurde, ist nicht anzuzweifeln. Die Vermögensverhältnisse seiner Eltern aber zwangen ihn, zur Erfüllung seiner geistigen Neigungen das Medizinstudium mit in Kauf zu nehmen. Bei anderen Vermögensverhältnissen wäre er wohl ein theoretischer Physiker ersten Ranges geworden, aber schwerlich ein Erforscher der Muskeln, Nerven und Sinnesorgane, ein Lehrer in Anatomie und Physiologie². So wurde er Zögling des Friedrich-Wilhelm-Institutes, einer militärärztlichen Lehranstalt, mit der Verpflichtung, nach Studienabschluß eine Zeitlang Militärarzt zu sein. Diesen Umweg seines Studiums hat HELMHOLTZ nie bereut – im Gegenteil. In einer Rede, gehalten zur Feier des Stiftungstages der Lehranstalt am 2. August 1877, sagte er³: «Die bei dieser Gelegenheit sich mir aufdrängenden Erinnerungen haben mir lebhaft das Bild des damaligen Zustandes unserer Wissenschaft, unserer Bestrebungen, unserer Hoffnungen zurückgerufen und mich vergleichen lassen, was damals war, mit dem, was daraus geworden ist. Viel ist geworden. Wenn auch nicht alles, was wir gehofft hatten, erfüllt wurde, und manches anders, als wir gehofft, so ist auch manches geworden, auf das wir nicht zu hoffen gewagt hätten. Wie die Weltgeschichte vor den Augen unserer Generation einige ihrer seltenen Riesenschritte gemacht hat, so auch unsere Wissenschaft. Daher ein alter Schüler, wie ich, das einst wohlbekannte, damals etwas matronenhafte Antlitz der Dame Medizin kaum wiedererkennt, wenn er gelegentlich wieder zu ihr in Beziehung tritt, so lebensfrisch und entwicklungskräftig ist sie in dem Jungbrunnen der Naturwissenschaften geworden. Man muß vielleicht dem brechenden Auge des Sterbenden und dem Jammer der verzweifelnden Familie gegenüber gestanden haben, man muß sich die schweren Fragen vorgelegt haben, ob man selbst alles getan habe, was man zur Abwehr des Verhängnisses hätte tun können, und ob die Wissenschaft auch wohl alle Kenntnisse und Hilfsmittel vorbereitet habe, die sie hätte vorbereiten sollen, um zu wissen, daß erkenntnistheoretische Fragen über die Methodik der Wissenschaft auch eine bedrängende Schwere und eine fruchtbare praktische Tragweite erlangen können: Der bloß theoretische Forscher mag vornehm kühl darüber lächeln, wenn Eitelkeit und Phantasterei sich für eine Zeit in der Wissenschaft breit machen. Oder er mag auch wohl Vorurteile der alten Zeit als Reste poetischer Romantik und jugendlicher Schwärmerei interessant und verzeihlich finden. Demjenigen, der mit den feindlichen Mächten der Wirklichkeit zu ringen hat, vergeht die Indifferenz und die Romantik; was er weiß und kann, wird schärferen Prüfungen ausgesetzt; er kann nur das grelle, harte Licht der Tatsachen brauchen und muß es

aufgeben, sich in angenehmen Illusionen zu wiegen. Ich freue mich deshalb, einmal wieder vor einer fast ausschließlich aus Medicinern bestehenden Versammlung reden zu können, die die gleiche Schule durchgemacht haben. Ich betrachte auch das medicinische Studium als diejenige Schule, welche mir eindringlich und überzeugender, als es irgendeine andere hätte tun können, die ewigen Grundsätze aller wissenschaftlichen Arbeit gepredigt hat, Grundsätze, so einfach und doch immer wieder vergessen, so klar und doch immer wieder mit täuschendem Schleier verhängt. Die Medizin ist doch nun einmal das geistige Heimatland geworden, in dem ich herangewachsen bin, und auch der Auswanderer versteht und findet sich verstanden am besten in der Heimat.»

Immerhin befand er sich als Medizinstudent in einer zwiespältigen Lage: In der Bibliothek entdeckte er D'ALEMBERTS «*Traité de Dynamique*», die Werke von EULER, Daniel BERNOULLI und LAGRANGE und kam so ohne Mittler in Beziehung mit den grundlegenden Untersuchungen dieser großen Mathematiker und Physiker. Der medizinischen Ausbildung, gepaart mit seiner Neigung, mußte eine erfolgreiche Arbeitstätigkeit beschieden sein. HELMHOLTZ sagte selber: «Jemand, der in physikalischen Betrachtungsweisen auch nur mäßig bewandert war, fand in jener Periode der Medizin einen fruchtbaren, jungfräulichen Boden zur Beackerung.» In der Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Nervenreizen fand diese Kombination ihren ersten Niederschlag. In seiner Zeit wurde es sehr bezweifelt, ob die Fortpflanzungsgeschwindigkeit meßbar sei. Durch die Einführung elektrischer Meßmethoden wurde die Zeitmessung sehr verfeinert. POUILLLET hatte, ursprünglich zu artilleristischen Zwecken, das ballistische Galvanometer als Zeitmesser eingeführt. HELMHOLTZ benützte dieses Instrument, wobei er theoretisch das Verfahren streng begründete. Sein Versuchsplan¹ war der, daß in dem Augenblick, wo ein Öffnungsinduktionsstrom von sehr kurzer Dauer ein Froschpräparat reizte, der zeitmessende Strom geschlossen werden sollte, um nach der Fortpflanzungszeit des Reizes im Nerv durch die Zuckung des Muskels selbst wieder geöffnet zu werden. Es brauchte einen wahrhaften Glauben an das Gelingen des Experimentes, um beides zustande zu bringen. Es war wie beim Augenspiegel: Wenn er nicht felsenfest vom Gelingen des Versuches überzeugt gewesen wäre, hätte er wohl auch kein Ergebnis zustande gebracht. In wirklich sinnreicher und einfacher Art wurden von HELMHOLTZ einwandfreie Meßresultate beigebracht. Die Verzögerungszeit der Zuckung gegenüber dem Reiz wuchs um so mehr, je entfernter vom Muskel gereizt wurde. Bei Froschpräparaten ergab sich eine zehnmal kleinere Fortpflanzungsgeschwindigkeit, als sie der Schall in Luft besitzt. Die Ergebnisse wurden zunächst äußerst kritisch aufgenommen. Es ist dies nicht sehr verwunderlich, wenn man sich die damals herrschenden Anschauungen über das Verhältnis der Naturwissenschaften zueinander vergegenwärtigt. HELMHOLTZ erzählt selbst, daß in jener Zeit ein durch literarische Tätigkeit berühmter und als Redner und geistreicher Mann gefeierter Professor der Physiologie bei Gelegenheit eines Streites über die Bilder im Auge dem Physiker, welcher ihn aufforderte, zu ihm zu kommen und den Versuch zu sehen, entrüstet geantwortet habe: Ein Physiologe habe mit Versuchen nichts zu tun, die seien gut für den Physiker. Auch in dem Werke über die Tonempfindungen² sehen wir wieder den Anatomen, Physiologen, Mathematiker, Physi-

¹ TH. ENGELMANN, l. c.

² E. DU BOIS-REYMOND, *Hermann von Helmholtz* (Veith & Co., Leipzig 1897).

³ Rede: Denken in der Medizin.

¹ E. DU BOIS-REYMOND, l. c.

² W. VON BEZOLD, *Hermann von Helmholtz* (J. A. Barth, Leipzig 1895), S. 20.

ker, Philosophen und Ästhetiker in wunderbarer Weise in einer Person vereinigt.

Mit den bisherigen Ausführungen habe ich versucht, Ihnen HELMHOLTZ zu zeigen, wie er als Forscher an die Dinge herantrat. Dabei wollte ich HELMHOLTZ selbst reichlich zu Worte kommen lassen. Seinen wohlüberlegten und gut geprägten Gedanken zu lauschen, ist ein Genuß. Seine Forscherpersönlichkeit zeigt aber noch weitere Besonderheiten. Auch sie gehören zum vollständigen Bilde dieses umfassenden Mannes. Da sind einmal sein Fleiß und seine Gewissenhaftigkeit zu erwähnen. Man begegnet in seinen Aufzeichnungen oft der Äußerung, daß er so lange gearbeitet habe, bis er nicht mehr konnte. Daneben fand er aber auch reiche Abwechslung durch Musik und Kunst. Von den Herren STEINWAY in New York wurde ihm, in begeisterter Anerkennung seiner Verdienste um die Musik, ein Flügel geschenkt, auf dem er durch Bachsche Fugen seinen rastlos arbeitenden Verstand zu Ruhe wiegen konnte, wie DU BOIS-REYMOND sagte. Die Vorlesungen an der Universität waren ihm nicht nur eine Obliegenheit dem Staate gegenüber, der ihm Unterhalt, wissenschaftliche Hilfsmittel und einen guten Teil freier Zeit gewährte, sondern auch eine ernste innere Pflicht. ENGELMANN¹ erzählt von ihm: «Als Student in Heidelberg folgte ich seinen Vorlesungen über Physiologie und den Vorträgen über die allgemeinen Resultate der Naturwissenschaften, die er damals jeden Winter zu halten pflegte. Es gibt im geistigen und gemütlichen Leben zweierlei Formen von Energie, deren Summe den Wert des Ganzen bestimmt. Bei HELMHOLTZ war nur ein geringer Teil des ungeheuren Energievorrates, den er in Geist und Gemüt barg, im gegebenen Augenblick in aktueller Form vorhanden. Die Umwandlung der potentiellen in lebendige Kraft erfolgte langsam, anders wie bei jenen Naturen, die man sonst mit Vorliebe genial zu nennen pflegt. Da er die Form des Vortrages nie im Einzelnen ausgearbeitet hatte, sondern immer frei produzierte, sprach er langsam, abgemessen, gelegentlich ein wenig stockend. Seine Augen waren dabei über die Zuhörer hinweg gerichtet, wie in unendlicher Ferne die Lösung eines Problems suchend. Er machte in seinem Kolleg über Physiologie nicht mehr Voraussetzungen in bezug auf Kenntnisse und Fassungskraft seiner medizinischen Studenten als andere Lehrer desselben Faches.»

Hier muß eine Episode aus seiner Lehrtätigkeit als Anatom und Physiologe in Bonn erwähnt werden. Sein Freund DU BOIS schrieb ihm, es sei dem Ministerium hinterbracht worden, daß er sich in der anatomischen Vorlesung Blößen gegeben habe. Darauf antwortete ihm HELMHOLTZ: «Die Nachrede, welche man mir beim Minister machte, hat mich deshalb geärgert, weil man sie nicht einmal für eine Übertreibung wirklich vorgekommener Facta gelten lassen kann, sondern sie eine reine Erfindung ist, die auf die Gesinnung dessen, der sie vorgebracht hat, ein schiefes Licht wirft. – Ich erhielt auch Andeutungen, daß man fände, ich zöge in die Anatomie manches Physiologische und Chemische hinein, was der ganz allgemeinen eigentlichen Anatomie den Platz verengerte, und man machte sich darüber lustig, daß in der physiologischen Optik einmal ein Cosinus vorgekommen war.»

Ein weiteres Merkmal an HELMHOLTZ ist auffällig: Er interessiert sich in einem seltenen Ausmaß für alle Dinge, die ihm zu Gesicht kommen, und sucht sie zu klären. Daraus ergibt sich, daß er auf allen Gebieten, mit denen er durch äußere Umstände in Berührung kommt,

immer etwas zu leisten versucht und es wirklich auch kann. Aufschlußreich hierfür ist die Probevorlesung um die Stelle an der Kunstakademie, wo Anatomie für Künstler zu dozieren war. Er entwickelte in einem wohl fundierten Programm die Punkte, die ihm wichtig schienen, wie die Anatomie für Künstler zu betreiben sei. In Bonn als Professor für Anatomie hat er es fertiggebracht, zwei Arbeiten «Über die Bewegung des Brustkastens» und «Über die Wirkungen der Muskeln des Armes» zu schreiben.

Die Entdeckung von FARADAY¹, daß zwei Eisstücke, durch Druck bei null Grad zusammenfrieren, erkennt HELMHOLTZ als eine der Ursachen der Plastizität des Eises, und er bringt sie in Beziehung zu der Gestaltung und Bewegung der Gletscher. Daß er sich gerne mit Gletschern abgegeben hat, hängt wohl auch damit zusammen, daß er oft in unserer Alpenwelt Erholung suchte. Dann gibt er in kurzen Zügen eine Theorie der bis dahin unverständenen Föhnerscheinungen. In einer Arbeit über Wirbelbewegungen ist es ihm zum ersten Male möglich, die mit der Rotation von Flüssigkeitsteilchen verbundenen Bewegungen mathematisch zu erfassen, und er zeigt unter bestimmten Voraussetzungen, wie Wirbelringe sich bilden können, wie sie in ihrer Masse konstant bleiben, sich unzerstörbar durch die ganze Bewegung hindurch erhalten, sich anziehen und abstoßen, gegenseitig Verbindungen eingehen können, alles Eigenschaften, wie William THOMSON bemerkte, die den Eigenschaften der Atome entsprechen und die den großen englischen Physiker und Freund von HELMHOLTZ auf eine Wirbelringtheorie der Atome führte. Die Arbeit über die Wirbelbewegungen, die zu Ergebnissen höchst eigener Art führte, hat sich auch später bei seinen Untersuchungen über Luftbewegungen in Orgelpfeifen als höchst fruchtbar erwiesen. Auch für andere Gebiete, insbesondere für die Meteorologie, verstand er sie fruchtbar auszunutzen. So hat er durch theoretische Betrachtungen² gefunden, daß wo zwei Luftmassen verschiedener Temperatur übereinander hinwegfliegen, an der Grenzfläche Wirbel sich bilden müssen. Diese Wirbelgebiete können sichtbar in Erscheinung treten und bilden die sogenannten Schäfchenwolken.

Ich könnte Ihnen noch eine lange Reihe solcher interessanter Arbeiten aufzählen. Ich will mich aber auf zwei weitere Arbeitsgebiete beschränken. Das eine betrifft die Maxwellsche Theorie. FARADAY, der sich vom Zeitungsausträger und Buchbinder – als er starb, fand man 95 Ehrendiplome gelehrter Gesellschaften eigenhändig von ihm gebunden vor – zum erfolgreichsten Experimentalphysiker seiner Zeit emporarbeitete, entdeckte die elektrischen und magnetischen Kraftlinien. MAXWELL gelang es bald, die Kraftlinienbilder FARADAYS in eine dem allgemeinen Verständnis zugängliche mathematische Form umzusetzen, und er schuf damit die Theorie des Lichtes. Licht und Elektrizität sind so auf denselben Grund zurückgeführt. HELMHOLTZ kannte FARADAY und MAXWELL persönlich. Von FARADAY sagte er: «Er ist einfach, liebenswürdig und anspruchslos wie ein Kind; ein so herzgewinnendes Wesen habe ich an einem Manne noch nie gesehen.» Noch fehlte für die Maxwellsche Theorie eine experimentelle Bestätigung. Es ist kein Zufall, daß sie im Helmholtzschen Institut durch denjenigen seiner Schüler, der ihm an Begabung am nächsten stand, Heinrich HERTZ, erfolgte. Dieser zeigte, daß von elektrischen Funken ausgehende Strahlen sich ganz wie Lichtbündel benehmen, reflektiert, ge-

¹ Nach TH. ENGELMANN, l. c.

² W. VON BEZOLD, *Hermann von Helmholtz* (J. A. Barth, Leipzig 1895).

¹ L. KOENIGSBERGER, l. c., 2. Bd. (1903), S. 15.

brochen und polarisiert werden können und gegenseitig interferieren. Die Ankündigung der Hertzschen Arbeit tat HELMHOLTZ in der Physikalischen Gesellschaft folgendermaßen kund: «Meine Herren, ich habe heute die wichtigste physikalische Entdeckung des Jahrhunderts mitzuteilen.» HELMHOLTZ hat sich von Anfang an der Maxwellschen Theorie angeschlossen und sie durch eigene Arbeiten, wie die Theorie der Farbenzerstreuung, erweitert.

Eine letzte Arbeit möchte ich endlich noch besprechen. Es ist die Erhaltung der Kraft oder, wie wir heute sagen, Erhaltung der Energie, durch die HELMHOLTZ wie ein «leuchtender Stern erster Größe seinen Eintritt in die wissenschaftliche Welt nahm». Für das materielle Leben ist Energie unbestritten der kostbarste Stoff, den die Welt zu spenden hat. Es ist erst ein Jahrhundert her, daß dem Menschen die Bedeutung des Wortes Energie aufgegangen ist. Nicht nur werden Autos, Flugzeuge und Bahnen damit betrieben, auch unser Leben wird weitgehend durch diesen Stoff gespeist. Wie ein Flugzeug sich nur so lange in der Luft zu halten vermag, als ihm dauernd Energie in Form von Benzin zugeführt wird, so verlangt unser körperliches Leben dauernd diesen Zufluß von Energie durch die Nahrung. Selbst im Schlaf setzt dieser Energiestrom nicht aus, und wir wissen heute von Messungen mit radioaktiven Atomen, durch welche die Wanderung von Stoffen geprüft werden kann, daß alle Teile unseres Körpers, selbst die Knochen, dauernd erneuert werden. Aber nicht nur unser eigenes Leben, sondern auch die Gestaltung der ganzen menschlichen Gesellschaft ist weitgehend mit der Energie verknüpft. Unsere Lebensgewohnheiten und die soziale Struktur der Menschheit sind Funktionen der Energie. Jede neu entdeckte Energieart und ihre Nutzung haben der menschlichen Gesellschaft besondere Züge aufgeprägt. Ich erinnere an die Auswirkungen der Dampfmaschine im 18. Jahrhundert, womit die Industrialisierung begonnen hat, und ihre sprunghafte Weiterentwicklung im 19. Jahrhundert durch die Ausnützung der elektrischen Energie. Damit ist das Gesicht der Menschheit tief verändert worden. Industrieanlagen und Erzeugnisse, wie wir sie heute kennen, sind unmöglich ohne gewaltige Energiequellen. Unser 20. Jahrhundert hat die Ehre, eine weitere Energieart, die Atomenergie, erschlossen zu haben. Es ist klar, daß auch sie sich tief in das Gesicht der Menschen eingraben und Veränderungen in der gesellschaftlichen Struktur bewirken wird, von denen wir heute noch kaum eine Vorstellung haben.

HELMHOLTZ war nicht der erste, der diese heute geläufige Vorstellung von der Erhaltung der Energie lehrte. Schon CARNOT, ja sogar LEIBNIZ wußten davon. Wenige Jahre vor HELMHOLTZ war es der Arzt Robert MAYER

und der Bierbrauer JOULE, die diese Notwendigkeit der Energieerhaltung erfaßten und ausdrückten. In aller Klarheit und Schärfe ist sie aber vor allem durch HELMHOLTZ vertreten worden. Damit schenkte er der Naturwissenschaft und der Technik ein fundamentales Prinzip, dem sich nicht nur die makroskopischen Vorgänge zu unterziehen haben, sondern das auch in den atomaren Vorgängen der Materie seine Gültigkeit aufrechterhält.

Weitere Beweise für die Bedeutung von HELMHOLTZ möchte ich unterlassen. Wer in den Originalarbeiten blättert, wird leicht die Aussage ENGELMANNs bestätigt finden¹, daß das, was unbesprochen blieb, in diesem Rückblick mehr ist, als mancher tüchtige Forscher in seinem ganzen Menschenleben leistet.

Unsere Stadt hat HELMHOLTZ ebenfalls gekannt. Anläßlich einer Reise, die ihn durch Basel führte, schildert er seiner Frau in begeisterten Worten die Holbeinschen Handzeichnungen². Die Handzeichnungen findet er von wirklich ausgezeichnete Vollendung; so viel Kraft, Charakter und dramatisches Leben findet man selten beieinander – nur die Grazie fehlt.

Lassen Sie mich meine Ausführungen, für deren Unvollständigkeit ich um Nachsicht bitte, schließen mit einem Wort von HELMHOLTZ, welches er zur Feier seines 70. Geburtstages und zur Gründung der Helmholtz-Stiftung ausführte³: «Sie wollen meinen Namen gleichsam zur Fahne einer großartigen Stiftung machen, welche wissenschaftliche Forschung in allen Ländern des Erdballs ermutigen und fördern soll. Die Wissenschaft und die Kunst sind zur Zeit ja das einzig übriggebliebene Friedensland der zivilisierten Nationen. Ihr immer höher wachsender Ausbau ist ein gemeinsames Ziel aller, was durch gemeinsame Arbeit aller, zum gemeinsamen Vorteil aller durchgeführt wird. Ein großes und heiliges Werk.»

¹ TH. ENGELMANN, I. c.

² L. KOENIGSBERGER, I. c., I. Bd. (1902), S. 274.

³ L. KOENIGSBERGER, I. c., 3. Bd. (1903), S. 47.

Corrigendum

W. KOELLA, *Stumme Leistungen der Propriozeptivität* Exper. 7, 208 (1951):

Der Autor macht uns darauf aufmerksam, daß es auf Seite 209, linke Spalte, Zeile 5 von unten, *-dispositiv* und nicht *-diapositiv* heißen muß.