

Die empirisch nachweisbare Bedeutung des Wissens Die Vorstellungen sind Zeichen, welche durch Bewegungen rückübersetzbar sind in die Wirklichkeit. Reell gleich ist nur das Zeitverhältniss. —

Die psychischen Processe, die der Entstehung des Wissens zu Grunde liegen Der Urquell alles Wissens ist die Uebertragung des bisher Erfahrenen in das zukünftig zu Erfahrende. Deduction der Grundbegriffe, die aus der Natur des Begreifens und der vorausgesetzten Möglichkeit vollständiger Lösung dieser Aufgabe herfliessen.“

Von diesen Anschauungen ausgehend sucht Helmholtz die Anknüpfung an Kant, welcher selbst schon die Qualitäten der Sinnesempfindungen als durch die Eigenthümlichkeiten unseres Anschauungsvermögens gegeben ansah — was erst die neuere Physiologie als unzweifelhaft hingestellt — aber zugleich auch Raum und Zeit in derselben Weise auffasste, da wir nichts in der Aussenwelt wahrnehmen können, ohne dass es zu einer bestimmten Zeit geschieht und an einen bestimmten Ort gesetzt wird. Auch hier stimmt Helmholtz noch unbedingt Kant zu, welcher die Zeit als die gegebene und nothwendige transcendente Form der innern, den Raum als die entsprechende Form der äusseren Anschauung bezeichnet; er pflichtet ihm auch darin bei, dass die Raumanschauung eine subjective Anschauungsform ist, wie die übrigen Empfindungsqualitäten, da der Raum uns auch sinnlich mit den Qualitäten unserer Bewegungsempfindungen als das erscheint, durch welches wir uns bewegen und blicken können. Der Raum ist ihm ferner auch die nothwendige Form der äusseren Anschauung, weil eben das, was wir räumlich wahrnehmen, für uns die Aussenwelt ist, alles andere die Welt der inneren Anschauung oder des Selbstbewusstseins, und es ist ihm auch wie Kant der Raum eine gegebene, vor aller Erfahrung mitgebrachte Form der Anschauung, da seine Wahrnehmung an die Möglichkeit motori-

scher Willensimpulse geknüpft ist, für die uns die geistige und körperliche Fähigkeit durch unsere Organisation gegeben sein muss, ehe wir Raumanschauung haben können, — aber Kant ging weiter, indem er nicht nur annahm, dass die allgemeine Form der Raumanschauung gegeben sei, sondern dass dieselbe auch von vornherein und vor aller möglichen Erfahrung gewisse nähere Bestimmungen enthalte, nämlich die bekannten Axiome der Geometrie, dass diese also auch transcendentaler Natur seien.

Hier scheiden sich die Wege von Kant und Helmholtz, welcher die Frage, ob die Axiome der Geometrie transcendentale oder Erfahrungssätze sind, völlig trennt von der, ob der Raum überhaupt eine transcendentale Anschauungsform sei oder nicht.

„Kant's Lehre von den a priori gegebenen Formen der Anschauung ist ein sehr glücklicher und klarer Ausdruck der Sachverhältnisse, aber diese Formen müssen inhaltsleer und frei genug sein, um jeden Inhalt, der überhaupt in die betreffende Form der Wahrnehmung eintreten kann, aufzunehmen. Die Axiome der Geometrie aber beschränken die Anschauungsform des Raumes so, dass nicht mehr jeder denkbare Inhalt darin aufgenommen werden kann, wenn überhaupt Geometrie auf die wirkliche Welt anwendbar sein soll.“

Wenn die Axiome wirklich eine angeborene Anschauungsform des Raumes wären, so würden wir zu ihrer Anwendung auf die Erfahrungswelt erst berechtigt sein, wenn durch Beobachtung und Versuch constatirt wäre, dass die nach der vorausgesetzten transcendentalen Anschauung gleichwerthigen Raumtheile auch physisch gleichwerthig seien. Helmholtz weist nun die Annahme Kant's von der Apriorität der geometrischen Axiome als überflüssig und unrichtig nach. Gestützt auf seine vorher besprochenen Untersuchungen kann er zeigen, dass sich eine Geometrie auf Grund der einzigen Definition der physischen Gleich-

wertigkeit construiren lässt, nach welcher unter gleichen Umständen und zu gleicher Zeit gleiche physische Vorgänge oder Zustände ablaufen, wobei sich die Gleichwertigkeit durch Messung mittelst eines Zirkels bewerkstelligen liesse; es würde sich daraus eine Geometrie ergeben, deren Sätze sich freilich mit unseren Axiomen decken würden, welche aber lediglich auf Erfahrungsthatfachen gegründet ist, so dass wir die a priori Axiome gar nicht brauchen. Aber es ist auch die Annahme von Kant, dass räumliche Verhältnisse, welche den Axiomen von Euclid widersprechen, gar nicht vorstellbar seien, nach den früheren Untersuchungen unrichtig, wie denn Helmholtz überhaupt die ganze Auffassung der Anschauung von Kant, als eines einfachen, nicht weiter aufzulösenden psychischen Vorganges, durch den Entwicklungszustand der Sinnesphysiologie beeinflusst ansieht.

„Wenn man die Reihe der Sinneseindrücke, welche nach den bekannten Gesetzen derselben von einer nie gesehenen Sache zu Stande kommen müssten, vollständig und eindeutig angeben kann, muss man meines Erachtens die Sache für anschaulich vorstellbar erklären; da dieselbe der Voraussetzung nach noch nie beobachtet sein soll, kann keine frühere Erfahrung uns zu Hülfe kommen und bei der Auffindung der zu fordernden Reihe von Eindrücken unsere Phantasie leiten, sondern es kann dies nur durch den Begriff des vorzustellenden Objectes oder Verhältnisses geschehen. Der Begriff von Raumgebilden, die der gewöhnlichen Anschauung nicht entsprechen sollen, kann nur durch die rechnende analytische Geometrie sicher entwickelt werden.“

Den Schluss seiner geistvollen Rede über die That-sachen der Wahrnehmung bildet wiederum die Gegenüberstellung der nativistischen und empiristischen Theorie. Er versucht den Nachweis zu führen, dass die nativistischen Hypothesen nichts erklären, und dass ihre Annahmen, fertige

Vorstellungen von Objecten würden durch den organischen Mechanismus hervorgebracht, viel bedenklicher seien als die Annahmen der empiristischen Theorie, nach welcher nur das unverstandene Material von Empfindungen von den äusseren Einwirkungen herrühre, alle Vorstellungen aber daraus nach den Gesetzen des Denkens gebildet werden. Er hält die nativistischen Annahmen aber auch für unnöthig, und ist der Ansicht, dass für die Einrichtungen, welche diese voraussetzen, höchstens ein gewisser pädagogischer Werth in Anspruch genommen werden kann, welcher das Auffinden der ersten gesetzmässigen Verhältnisse erleichtert.

Die mathematisch-philosophischen Untersuchungen, welche Helmholtz in seinen Arbeiten über die Axiome der Geometrie niedergelegt, hatten ihn wiederum sehr ermüdet; er schreibt am 28. März 1869 an Ludwig:

„Ich bin im Augenblick wieder bei elektrischen Studien über den zeitlichen Verlauf und die Ausbreitung von Entladungen, wozu mich physiologische Versuche und Fragen anregten. Die physiologische Optik und Psychologie habe ich absichtlich jetzt eine Weile liegen lassen. Ich fand, dass das viele Philosophiren zuletzt eine gewisse Demoralisation herbeiführt und die Gedanken lax und vage macht, ich will sie erst wieder eine Weile durch das Experiment und durch Mathematik discipliniren und dann wohl später wieder an die Theorie der Wahrnehmung gehen. Es ist auch gut, inzwischen zu hören, was die Anderen dazu sagen, was sie einzuwenden haben, was sie missverstehen u. s. w., und ob sie sich überhaupt für diese Fragen schon interessiren. Bisher ist mein Anhang in diesen Sachen noch klein, aber es gehören gute Leute dazu.“

Die Verbreitung seiner philosophischen Anschauungen ging in der That selbst nach seiner akademischen Rede im Jahre 1878, welche durch Tiefe der Gedanken und Eleganz der Form als Muster dasteht für die Behandlung philosophischer

Probleme, nur allmählich und langsam vorwärts. Am 2. März 1881 schreibt er an Lipschitz:

„Ich habe mit Interesse gesehen, dass Sie auch auf meine Ideengänge in der Erkenntnisstheorie gefallen sind. Das ist mir lieb und macht mir Muth, obgleich ich die Hoffnung gänzlich aufgegeben habe, eine Reformation der Philosophie selbst noch zu erleben. In meinen Gedanken schimpfe ich wie Schopenhauer auf die Philosophen von Fach; aber ich will es nicht zu Papier bringen. Jeder liest nur sich selbst und ist unfähig, sich in die Gedanken Anderer hineinzudenken. Wenn ich aber sehe, dass die Mathematiker und Physiker allmählich in meine Wege einlenken, so habe ich wenigstens Hoffnung für die Zukunft. Dass ich bei den Fachleuten, die ihr Leben lang entgegengesetzte Meinungen gepredigt haben, auf hartnäckigen Widerstand stossen würde, habe ich natürlich erwartet, aber dass sie trotz aller Mühe, die ich mir gegeben habe, immer von anderen Seiten meine Meinung auseinanderzusetzen, nur die abenteuerlichsten Missverständnisse herauslesen würden, darauf war ich nicht gefasst. Dagegen weiss ich nicht zu helfen, und dann empört mich immer, so oft ich mir auch vorgenommen habe, mich nicht empören zu lassen, die Unverfrorenheit, mit der Leute, die nicht den kleinsten geometrischen Satz zu fassen vermögen, in der sicheren Ueberzeugung überlegener Weisheit über die schwierigsten Probleme der Raumtheorie absprechen. Schliesslich aber wäre es für die Sache doch nützlich, wenn Sie Ihre Ueberlegungen einmal ausarbeiteten und veröffentlichten. Es hat doch mehr Gewicht, wenn sich allmählich herausstellt, dass die Leute, welche mathematische Fragen tief studirt haben, als Klasse so urtheilen müssen. Der Einzelne, wenn auch ein Riemann, wird immer als ein schrullenhafter Querkopf behandelt, der in einem fremden Gebiete diletirt. Freude dürfen Sie Sich dann wenig versprechen, aber man muss doch dafür sorgen, dass die Gemeinde der Einsichtigen

allmählich wächst. Schliesslich ist der falsche Rationalismus und die theoretisirende Speculation doch der schwerste Mangel unserer deutschen Bildung nach allen Richtungen hin.“

Helmholtz empfand immer dringender das Bedürfniss, seinen Kopf von den philosophischen Speculationen zu befreien, und um nicht sogleich an die Weiterführung der mathematisch-physikalischen Arbeiten zu gehen, welche ihn schon seit längerer Zeit beschäftigten, wandte er sich der Ergänzung früher angestellter physiologischer und elektrischer Untersuchungen zu, die ihn zwangen, sich zunächst wieder ganz experimentellen Arbeiten zu widmen.

Bei seinen Versuchen über die Fortpflanzung der Reizung in den Nerven war Helmholtz auf die auch schon von Anderen bemerkte geringe Wirksamkeit geführt worden, welche elektrische Inductionsschläge auf die tiefer gelegenen Nerven des menschlichen Körpers ausüben, während es leicht ist, selbst tiefliegende Nerven durch die constanten Ströme einer Batterie von zehn bis zwanzig Platinzinkelementen zur Erregung von Zuckungen zu veranlassen. Er besprach in einem im naturhistorisch-medicinischen Verein in Heidelberg am 12. Februar 1869 gehaltenen Vortrage „Ueber die physiologische Wirkung kurz dauernder elektrischer Schläge im Innern von ausgedehnten leitenden Massen“ die Versuche, welche er zunächst zur Feststellung dieser Thatsachen am Froschschenkel angestellt hatte, und die in der That die Richtigkeit jener Beobachtungen erwiesen. Aber die Erklärung dieser Erscheinungen, welche er auf die Untersuchung über die Ausbreitung elektrischer Entladungen in ausgedehnten leitenden Massen zurückführte, erforderte eine genaue Kenntniss der Oscillationsdauer der Ströme in einer Inductionsspirale, welche an ihren Enden mit den Belegen einer Leydener Flasche verbunden ist. In einem am 30. April 1869 in demselben Vereine gehaltenen Vortrage „Ueber elektrische Oscillationen“

legt nun Helmholtz die Resultate seiner darauf bezüglichen Versuche vor, in welchen als Reagenz zur Wahrnehmung der elektrischen Bewegungen ein stromprüfender Froschnerv angewandt wurde, und bei welchen die elektrischen Oscillationen zwischen den Belegen der Leydener Flasche in einem vollständigen, nirgends unterbrochenen Bogen vor sich gingen, der keine Funkenstrecke enthielt. Die Enden der inducirten Spirale eines du Bois'schen Schlittenapparates waren mit den Belegen einer Leydener Flasche verbunden, so dass die Unterbrechung des primären Stromes zunächst in der secundären Spirale einen gleichgerichteten Strom inducirte, welcher die Belege der Batterie lud, die sich dann in oscillirender Weise durch dieselbe Spirale entlud. Die metallische Leitung des inducirten Stromes konnte an einer Stelle unterbrochen werden, und es trat eine Nebenleitung in Function, welche den Nerven des stromprüfenden Schenkels enthielt. Der Rest des Stromes entlud sich dann durch den Nerven und erregte Zuckungen, und zwar war die Wirkung des Stromes am stärksten, wenn die Unterbrechung zu einer Zeit geschah, zu welcher die Belege der Batterie gar nicht geladen waren, und es wurde die physiologische Wirkung schwächer, wenn die Belege der Batterie das Maximum ihrer Ladung erreicht hatten. Die Intensitäten der physiologischen Wirkung wurden nun dadurch mit einander verglichen, dass bei verschiedenen Werthen der Zeitdauer zwischen den beiden durch das Pendel des Myographions ausgeführten Stromunterbrechungen jedesmal diejenige Stellung der verschiebbaren inducirten Spirale gesucht wurde, wo sie eine noch eben sichtbare Muskelzuckung gab. Man konnte dann, wenn das Pendel zur Zeit eines Stromesmaximums in der Spirale die Nebenleitung zum Nerven unterbrach, die inducirte Spirale weit von der inducirenden entfernen, zur Zeit eines Stromesminimums dagegen mussten die Spiralen einander genähert werden. Die Verbindung mit einem zeitmessenden Apparate zeigte, dass bei Anwendung von einem

Grove'schen Elemente für den primären Strom die Gesamtdauer der wahrnehmbaren elektrischen Oscillationen in der mit einer Leydener Flasche verbundenen Spirale etwa $\frac{1}{50}$ Secunde betrug. Die Kenntniss der Oscillationsdauer liefert aber erst die Möglichkeit für die zum Beweise der eben erwähnten Thatsachen anzustellenden exacten Versuche.

Auf der Naturforscherversammlung in Innsbruck, wohin er sich mit seiner Frau begab, nachdem er mit seinem Bruder Otto einige Wochen auf Rigi-Scheideck und dann in Engelberg zugebracht hatte, behandelte Helmholtz in der Sectionssitzung im September 1869 denselben Gegenstand, und die Resultate dieser Untersuchungen wurden dadurch sehr bald in weiteren Kreisen bekannt. Blaserna liess mir vor kurzem die folgenden darauf bezüglichen interessanten Mittheilungen zukommen:

„Im Jahre 1870, in einer Untersuchung über den veränderlichen Zustand des elektrischen Stromes, fand ich, dass im Momente der Schliessung die Intensität des Stromes von Null rasch steigt bis zu einem Maximum, welches nicht ganz den doppelten Werth der constanten Stromstärke erreicht, dann zu einem Minimum herabsinkt, das etwas grösser als Null ist, dann eine zweite, dritte u. s. w. Oscillation ausführt, die immer weniger prononcirt sind und sich alle um den gemeinsamen Mittelwerth lagern, der die constante Stromstärke bedeutet. Dieses Resultat stimmte nicht mit einem von Helmholtz auf theoretischem Wege abgeleiteten zusammen, welches auch durch einige Messungen bestätigt worden war. Doch gelang es mir nachzuweisen, dass in Helmholtz's Messungen auch mein Resultat mit inbegriffen war; nur waren die Messungen in zu geringer Anzahl, um aus ihnen einen so complicirten Vorgang, wie den von mir gefundenen, ableiten zu können.“

In der zur Eröffnung der Naturforscherversammlung in Innsbruck gehaltenen Rede „Ueber das Ziel und die

Fortschritte der Naturwissenschaft“ stellt sich Helmholtz die Aufgabe, Rechenschaft zu geben „über die Fortschritte des grossen Ganzen der Naturwissenschaften, über die Ziele, denen es nachstrebt, über die Grösse der Schritte, um die es sich diesem Ziele genähert hat“. Er hebt hervor, dass gerade in der Physiologie sich die Wichtigkeit der grossen Fortschritte am fühlbarsten gemacht hat, und durch ihre Streitfragen einige der bedeutendsten veranlasst worden sind. Indem er das Gesetz als den allgemeinen Begriff hinstellt, unter den sich eine Reihe von gleichartig ablaufenden Naturvorgängen zusammenfassen lassen — „das Gesetz der Erscheinungen finden, heisst sie begreifen“ — fordert er Ausnahmslosigkeit seiner Geltung; die Erscheinung begreifen oder ihre Gesetze finden, heisst die Kräfte aufsuchen, welche die Ursachen der Erscheinungen sind. Und nun geht er die grossen Naturgesetze durch und gelangt zu dem Gesetz von der Unveränderlichkeit der Stoffe und zu dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft.

„Als der, welcher zuerst den Begriff dieses Gesetzes rein und klar erfasst und seine absolute Allgemeinheit auszusprechen gewagt hat, ist derjenige zu nennen, den wir nachher von dieser Stelle zu hören die Freude haben werden, Dr. Robert Mayer von Heilbronn.“

Eine eingehende Besprechung des Princips von der Erhaltung der Kraft, die Anwendung desselben auf die anorganische und organische Natur, sowie eine Darlegung seiner physiologisch-psychologischen Anschauungen, wie wir sie oben kennen gelernt, bilden den weiteren Inhalt dieser formvollendeten und gedankentiefen Rede. Sie war, wie Pfaundler in seiner früher erwähnten Mittheilung hervorhob, in nur wenigen Nachtstunden unmittelbar vorher niedergeschrieben, obwohl seine Frau ihn noch in den letzten Tagen vorher von München aus ängstlich ermahnt:

„ . . . Was nun die Naturforscherversammlung betrifft,

lieber Hermann, so hast Du keinerlei Papiere, die sich darauf beziehen, mit hier. Die Leute sind hier so unendlich artig, schicken Karten etc. für Dich und mich und rechnen offenbar auf Deinen Vortrag als den Glanzpunkt ihrer Unternehmung, dass Du ihnen schon etwas recht Schönes geben musst. Die Idee, dass so viele hundert Leute alle enttäuscht weggehen, weil Du nicht die Zeit fandest, Deine Rede nach Thema und Form fertig zu machen, quält mich ganz entsetzlich. Ich verwünsche alles, was Dich abhält, an die Leute in Innsbruck ernsthaft zu denken, die Dir seit Monaten mit dieser Verehrung und Aufmerksamkeit entgegenkamen. Du musst mir nicht übelnehmen, lieber Mann, wenn ich mich in Deine speciellen Angelegenheiten mische, allein ich bin ehrgeizig für Dich, habe mich so gefreut auf die Fahrt nach Innsbruck und habe nun nichts als Angst, und bleibe lieber hier, seitdem ich weiss, dass Du noch nicht an ein Thema dachtest.“

Ganz vereinzelt in dem weiten Umkreis seiner Untersuchungen steht die einem Briefe an Binz entnommene Bemerkung „Ueber das Heufieber“, die im Jahre 1869 in Virchow's Archiv für pathologische Anatomie abgedruckt ist; in einem Anfall von Heufieber, woran Helmholtz zu leiden pflegte, wies er pathogene Algen auf seiner eigenen Nasenschleimhaut nach und bekämpfte sie mit Chinin erfolgreich zu einer Zeit, wo, wie du Bois hervorhebt, von Antisepsis noch kaum die Rede war.

Schon am Anfange des Jahres 1869 machte sich das Bedürfniss nach einer dritten Auflage seiner Tonempfindungen geltend, welche auch in der That bereits im folgenden Jahre und zwar diesmal in einer völlig umgearbeiteten Form erschien. Es wurden nicht nur die Abschnitte über Geschichte der Musik umgestaltet und in engeren Zusammenhang mit einander gebracht, sondern es fand auch auf Grund neuerer Forschungen die Beurtheilung der Leistungen der Corti'schen Bögen eine wesentliche Abänderung, und Helmholtz zog endlich

noch in die Bearbeitung seine eigenen inzwischen veröffentlichten Untersuchungen hinein, welche die Gelenkverbindung zwischen Hammer und Amboss als Ursache dafür ergeben hatten, dass im Ohre selbst zu stärkeren einfachen Tönen leicht harmonische Obertöne entstehen. Es führte aber die Herstellung der neuen Auflage auch noch zu einigen wichtigen ergänzenden Untersuchungen, aus denen er als seine letzte physiologische Arbeit am 25. Juni 1869 dem naturhistorisch-medicinischen Verein in Heidelberg die „Ueber die Schallschwingungen in der Schnecke des Ohres“ betitelte vorlegte.

Es war von Hensen die Hypothese aufgestellt worden, dass die Abstimmung der schwingenden Theile, an denen die Nervenfasern enden, wesentlich abhängig ist von der verschiedenen Stimmung der betreffenden Theile des fest ausgespannten Blattes der membranösen Scheidewand, der Membrana basilaris, welche sehr auffallende Unterschiede der Breite in den verschiedenen Abtheilungen der Schnecke zeigt. Danach würden die tieferen Töne in den oberen Theilen der Membrana basilaris gegen das Schnecken- gewölbe hin, die höheren in den unteren gegen das runde Fenster hin resoniren. Um nun zu sehen, ob eine hinreichende Begrenzung und Isolirung der schwingenden Theile auf einer solchen Membran möglich ist, so dass die Erregung durch Schwingungen von bestimmter Höhe auf ein hinreichend enges Gebiet von Nervenfasern beschränkt bleibe, stellt sich Helmholtz das durch die Fasernbeschaffenheit der Membrana basilaris nahegelegte mechanische Problem: die Bewegung einer Membran zu untersuchen, welche zwischen den Schenkeln eines Winkels so ausgespannt ist, dass ihre Spannung in der Richtung der Halbierungslinie dieses Winkels am kleinsten, senkrecht dagegen am grössten ist, die ferner durch eine periodische Kraft, welche gegen ihre ganze Fläche wirkt, erschüttert wird, und deren Bewegung gleichzeitig durch Reibung eine geringe Dämpfung

erleidet. Indem er mit Berücksichtigung der Grenzbedingungen die Differentialgleichung der Bewegung für die Entfernung eines schwingenden Membranpunktes von seiner Gleichgewichtslage in der Ebene integriert, findet er, dass, wenn die kleinere Spannung in Richtung der Halbirungslinie des Winkels verschwindend klein wird, die Membran dieselben Bewegungen ausführt, als wenn sie aus einem System unabhängig von einander beweglicher Saiten bestände, welche alle senkrecht zur Halbirungslinie zwischen den Schenkeln des Winkels und mit gleicher Spannung ausgespannt wären. In einem solchen System schwingen diejenigen Saiten stark mit, deren Eigenton der Tonhöhe des erregenden Tones entspricht, ihre Nachbarn etwas schwächer, die weiter entfernten Saiten machen nur unendlich kleine Schwingungen, während die Breite der schwingenden Portionen von dem Grade der Dämpfung abhängt. Für eine solche Beschaffenheit der Membrana basilaris genügt also die von Hensen aufgestellte Hypothese allen Anforderungen.

Helmholtz wendet sich nun seinen gross angelegten elektrodynamischen Untersuchungen zu. Wenn auch seine Hauptarbeiten auf diesem Gebiete erst in eine etwas spätere Zeit fallen, so hatte er doch bereits in Heidelberg diese Untersuchungen begonnen, von denen er am 21. Januar 1870 dem naturhistorisch-medicinischen Verein einen Theil unter dem Titel „Ueber die Gesetze der inconstanten elektrischen Ströme in körperlich ausgedehnten Leitern“ vorlegte, welche dann noch in demselben Jahre unter dem Titel „Ueber die Theorie der Elektrodynamik. Erste Abhandlung. Ueber die Bewegungsgleichungen der Elektrizität für ruhende leitende Körper“ im Journal für reine und angewandte Mathematik in ausführlicher Darlegung erschienen. Sie bilden eine Vorarbeit zur Orientirung auf dem elektrodynamischen Gebiete.

Die Gesetze der Elektrodynamik waren in Deutschland von der Mehrzahl der Physiker aus der Hypothese von

W. Weber hergeleitet, welche die magnetischen und elektrischen Erscheinungen auf eine Modification der von Newton für die Gravitationskraft und von Coulomb für die statische Elektrizität gemachten Annahme von geradlinig in die Ferne wirkenden Kräften zurückzuführen suchte, deren Ausbreitung durch den unendlichen Raum als augenblicklich mit unendlicher Geschwindigkeit erfolgend vorausgesetzt wurde. Die Annahme Coulomb's, dass die Intensität der Kräfte dem Quadrate des Abstandes der auf einander wirkenden elektrischen Quanta umgekehrt, dem Product der beiden Quanta direct proportional ist, und zwar mit abstossender Wirkung zwischen gleichnamigen, mit anziehender zwischen ungleichnamigen Mengen, wurde von Weber durch die Voraussetzung ergänzt, dass auch die Geschwindigkeit, mit der sich die beiden elektrischen Quanta einander näherten oder von einander entfernten sowie die Beschleunigungen einen Einfluss auf die Grösse der Kraft zwischen den beiden elektrischen Mengen haben sollten. Diese Annahme von Kräften, welche nicht bloss von der Lage, sondern auch von der Bewegung der wirkenden Punkte abhängig sind, schien den Behauptungen von Helmholtz zu widerstreiten, welcher in seinen Untersuchungen über die Erhaltung der Kraft zu der Ansicht geführt worden, dass Kräfte, die von der Entfernung und den Geschwindigkeiten abhängen, das allgemeine Naturgesetz von der Erhaltung der Energie verletzen, welches sich auch in den elektrodynamischen Erscheinungen durchaus bestätigt hatte. Freilich hatte aber Helmholtz den complicirteren Fall des Weber'schen Gesetzes, in welchem die Kräfte auch noch von den Beschleunigungen abhängen, damals nicht berücksichtigt, und es liess sich in der That zeigen, dass das Weber'sche Gesetz keinen Kreisprocess zulässt, der Arbeit aus Nichts erzeugt.

Neben dieser Weber'schen Hypothese bestand noch eine Reihe ähnlicher anderer, die alle das Gemeinsame hatten, dass sie die Grösse der Coulomb'schen Kraft noch

durch den Einfluss irgend einer Componente der Geschwindigkeit der bewegten elektrischen Quanta modificirt ansahen. Solche Hypothesen waren von F. E. Neumann, von dessen Sohn C. Neumann und anderen Physikern aufgestellt worden, aber beobachtete Thatsachen und Folgerungen aus nicht sicher begründeten Theorien liefen ohne feste Grenze durch einander. So unternahm es Helmholtz, das Gebiet der Elektrodynamik zu klären und vor allem die unterscheidenden Folgerungen der verschiedenen Theorien aufzusuchen, um durch passend angestellte Versuche — wenn möglich — zwischen ihnen zu entscheiden. Es ergab sich zunächst das Resultat, dass alle Erscheinungen, welche vollkommen geschlossene Ströme bei ihrer Circulation durch in sich zurücklaufende metallische Leitungskreise hervorrufen, in denen es, während sie fließen, zu keiner erheblichen Veränderung der in einzelnen Theilen des Leiters angesammelten elektrischen Ladungen kommt, aus den verschiedenen Hypothesen gleich gut sich ableiten lassen. Ihre Folgerungen stimmten sowohl mit den Ampère'schen Gesetzen der elektromagnetischen Wirkungen wie mit den von Faraday entdeckten und von F. E. Neumann verallgemeinerten Sätzen überein. In unvollständig geschlossenen leitenden Kreisen führten diese Hypothesen jedoch zu wesentlich verschiedenen Folgerungen, da sich an offenen Enden ungeschlossener Leiter vermöge der Einschiebung isolirender Massen durch jede elektrische Bewegung längs des Leiters sogleich elektrische Ladungen ansammeln, welche von der gegen das Ende des Leiters hindrängenden Elektrizität herrühren, die ihren Weg durch den Isolator nicht fortsetzen kann.

Da sich aber auch die von W. Weber zu Hülfe genommene Hypothese, dass die Elektrizität einen gewissen Grad von Beharrungsvermögen habe, wie es den schweren Körpern zukomme, als unhaltbar erwies, weil das scheinbare Beharrungsvermögen von der Induction herrührte, so suchte Helmholtz zunächst all' die aufgestellten Gesetze in einem einzigen zu

vereinigen, welches eine noch näher zu bestimmende Constante enthielt, um daraus auf theoretischem Wege alle Folgerungen zu ziehen, welche dann durch Versuche zu prüfen wären.

Das von F. E. Neumann aufgestellte und aus dem von Ampère für die Anziehungskraft zweier Stromelemente hergeleitete Potential der Stromelemente zweier linearer Leiter auf einander war dem Producte der Länge der Elemente, dem Cosinus des Winkels beider, dem Producte der Stromintensitäten in beiden direct und der Entfernung derselben indirect proportional mit einem Proportionalitätsfactor, welcher das negative Quadrat der reciproken Lichtgeschwindigkeit ist; die Richtigkeit dieses Potentialausdruckes war an geschlossenen Strömen geprüft und bestätigt worden. Helmholtz sucht nun die allgemeinste Form des Ausdruckes für das Potential der einzelnen Stromelemente zu finden, welche in all' den Fällen, wo einer der Ströme geschlossen ist, den gleichen Werth wie die Neumann'sche Formel ergibt, und findet diese Form ausgedrückt durch das Product der beiden unendlich kleinen Elemente und den zweiten nach den Elementen genommenen partiellen Differentialquotienten einer Function der Entfernung dieser Elemente und der Stromintensitäten. Er unterwirft nun diese Function noch der Bedingung, dass sie den Stromintensitäten proportional und der Entfernung umgekehrt proportional sein soll, und erhält für das Potential eine von dem Neumann'schen Ausdruck dadurch verschiedene Form, dass statt des Cosinus des Winkels beider Elemente ein Ausdruck eintritt, welcher in diesem Cosinus und in dem Producte der Cosinus der Winkel, welchen die Elemente mit ihrer Entfernung von einander bilden, linear ist und noch eine neue Constante k enthält. Dieser Ausdruck umfasst auch die aus den Theorien von W. Weber und Maxwell hervorgegangenen abweichenden Potentialausdrücke für je zwei Stromelemente. Aus dem Potential-

ausdruck der beiden Elemente auf einander lassen sich nun nach einer bekannten Methode von Kirchhoff die Werthe des elektrodynamischen Potentials für continuirlich im Raum verbreitete Strömungen entwickeln, und es wird mit Hülfe des Green'schen Satzes gezeigt, dass die Werthe des elektrodynamischen Potentials, welches die sämtlichen vorhandenen Ströme in Bezug auf die drei Stromcomponenten in einem Volumenelemente hervorbringen, überall stetig sind mit Ausnahme solcher Punkte, wo die elektrische Strömung unendlich wird.

Mit Hülfe dieser Potentialausdrücke ergeben sich die Bewegungsgleichungen der Elektrizität, welche auf eine Analogie zwischen den Bewegungen der Elektrizität in einem Leiter und denen eines Gases führen, und Helmholtz untersucht nun die Natur dieser Differentialgleichungen und den durch sie bestimmten Verlauf der Bewegung der Elektrizität in Rücksicht auf den Werth der oben in das Potentialgesetz von ihm eingeführten Constanten, welche in dem F. E. Neumann'schen Gesetze den Werth 1, in dem Maxwell'schen — unter einer bestimmten Voraussetzung — den Werth 0, in dem W. Weber'schen und C. Neumann'schen den Werth -1 hat. Er findet, dass, wenn k Null oder positiv ist, die Differentialgleichungen bei gegebenen Potentialwerthen am Anfange die Elektrizitätsbewegung eindeutig bestimmen, und dass das Arbeitsäquivalent der elektrischen Bewegung positiv ist; für einen negativen Werth von k wird dasselbe negativ, also kleiner als im Ruhezustand werden können, daher das Gleichgewicht der ruhenden Elektrizität in leitenden Körpern für negative Werthe von k labil sein. Helmholtz wies zugleich nach, dass, wenn jene Arbeitsgrösse erst einmal negativ geworden ist, dann die Bewegung, sich selbst überlassen, fortdauernd anschwillt und zu unendlichen Geschwindigkeiten und Dichtigkeiten der Elektrizität führt. Nun können aber solche nach der labilen Seite des elektrischen Gleichgewichtes hin ausschlagende Bewegungen und

unendlich fortschreitende Störungen des elektrischen Gleichgewichtes auch wirklich bei den uns zu Gebote stehenden Methoden, elektrische Bewegungen hervorzurufen, zu Stande kommen, wenn k einen negativen Werth hat — was im Allgemeinen stets geschieht, so oft elektrische Bewegungen in einer homogenen leitenden Kugel dadurch hervorgerufen werden, dass man ihr einen elektrischen Körper nähert und ihn dann wieder entfernt — und er gelangt daher zu dem Ergebniss, dass die Annahme eines negativen Werthes für die Constante k , wie sie im Weber'schen Inductionsgesetz gemacht wird, unzulässig ist.

Nun untersucht Helmholtz den Einfluss der Constanten k bei ausführbaren Versuchen und findet, dass, wenn $k = 1$ oder nicht unverhältnissmässig viel grösser als 1 ist, im Allgemeinen bei Versuchen an irdischen Leitern die Bewegungen der Elektrizität nicht merklich anders ausfallen, als wenn $k = 0$ wäre. Man wird also die analytische Behandlung der Aufgaben über Elektrizitätsbewegung, wenn k keine sehr grosse Zahl ist, dadurch vereinfachen dürfen, dass man $k = 0$ setzt, oder die Fortpflanzung der Longitudinalwellen unendlich gross annimmt, so oft die Dimensionen der gebrauchten Leiter verschwindend klein sind gegen die Wellenlängen der zur Wahrnehmung kommenden elektrischen Oscillationen. Es wird somit bei denjenigen elektrischen Bewegungen, welche im Innern eines Leiters nach vorausgegangenem elektrischem Gleichgewicht durch äussere Kräfte hervorgerufen werden können, freie Elektrizität, bei der Annahme $k = 0$, nur immer an der Oberfläche der Leiter oder an der Grenzfläche verschiedener Leiter vorkommen können. Auch die Untersuchung eines sehr langen Drahtes als Leiter, gegen dessen Durchmesser die Wellenlänge sehr gross ist, zeigt einen Einfluss der Constanten k erst auf die kleinen Glieder höherer Ordnung. Helmholtz schliesst daraus, dass wir bei den elektrischen Versuchen im Laboratorium die von der

Constanten k abhängige Geschwindigkeit der elektrischen Longitudinalwellen nicht zu berücksichtigen haben, wenn wir nicht Mittel anwenden, ganz ungewöhnlich feine Zeitunterschiede wahrnehmbar zu machen.

Nachdem er diese eingehenden Untersuchungen streng und ohne sich für eine bestimmte Hypothese zu entscheiden, durchgeführt, indem er die elektrostatischen und elektrodynamischen Wirkungen als Fernwirkungen behandelte, welche die zwischenliegenden isolirenden Medien nicht afficiren und nicht von ihnen afficirt werden, geht er auf die Faraday-Maxwell'sche Theorie ein, welche die Fernwirkung durch die Polarisirung des Mediums ersetzt und elektrische Störungen in isolirenden Dielektriciis sich in Transversalwellen verbreiten lässt, für deren Fortpflanzungsgeschwindigkeit sich im Luftraume die Lichtgeschwindigkeit ergibt.

Faraday wies, wie es auch Newton zuerst gethan, die Hypothese von der Existenz der Fernkräfte überhaupt zurück, nach welcher directe und unmittelbare Wirkungen zwischen zwei räumlich getrennten Körpern bestehen sollen, ohne dass in den zwischenliegenden Medien irgend eine Veränderung vor sich gehe. Er fand, dass Magnetismus oder Diamagnetismus bei fast allen bisher für unmagnetisch gehaltenen Körpern existire, und ebenso unter der Einwirkung elektrischer Körper gut isolirende Körper eine Veränderung erlitten, welche er die elektrische Polarisirung der Isolatoren nannte, und hierauf gestützt, suchte er die magnetische und elektrische Fernwirkung, als durch Vermittelung der zwischenliegenden polarisirten Medien hervorgerufen, zu erklären. „Seine in schwer verständlicher abstracter Sprache vorgetragenen Ideen brachen sich nur langsam Bahn, bis sie in Clerk Maxwell einen berufenen Interpreten fanden.“ Ungeschlossene Ströme gab es nach dieser Hypothese nicht mehr, da die Anhäufung elektrischer Ladungen an den Enden der Leitung und die dabei in den sie trennenden

Isolatoren auftretende diëlektrische Polarisirung eine äquivalente elektrische Bewegung in den zwischenliegenden Isolatoren darstellt, und gerade darin erkannte Helmholtz sehr bald das Zwingende in den von Faraday entwickelten Anschauungen.

Er stellt sich „bei der hervorragenden Bedeutung, welche dieses Resultat für die weitere Entwicklung der Physik haben könnte, und weil die Frage über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektrischen Wirkungen in neuerer Zeit mehrfach angeregt worden ist“, die Aufgabe, zu untersuchen, was das von ihm verallgemeinerte Inductionsgesetz für den Fall ergebe, dass magnetisirbare und diëlektrisch polarisirbare Medien vorhanden sind. Die Discussion der mit Berücksichtigung der diëlektrischen Polarisirung transformirten Bewegungsgleichungen der Electricität führte ihn, ohne die besondere Form der Maxwell'schen Hypothese zu Grunde zu legen, mit Beibehaltung der Annahme von der elektrischen Fernwirkung, ebenfalls zu dem von Maxwell gefundenen Resultate, dass für eine sehr grosse Polarisirungsfähigkeit die Geschwindigkeit der transversalen Wellen gleich der Lichtgeschwindigkeit, dagegen für eine sehr kleine unendlich gross ist. Die Geschwindigkeit der longitudinalen Wellen im Luftraume ergibt sich jedoch der transversalen direct und der Quadratwurzel aus der Constanten k indirect proportional, so dass für $k = 0$ sich die in der Maxwell'schen Theorie gemachte Voraussetzung bewahrheitet, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der longitudinalen elektrischen Wellen unendlich ist, also longitudinale Wellen gar nicht zu Stande kommen. Ebenso stimmen die weiteren Folgerungen über die Geschwindigkeiten der transversalen und elektrischen longitudinalen Wellen in anderen Isolatoren mit der von Maxwell entwickelten Theorie überein.

In dieser ersten Abhandlung über Elektrodynamik hat Helmholtz somit sein Ziel, zunächst nur eine Sichtung und

Klärung der bisher gewonnenen Anschauungen und angewandten Methoden zu geben, vollständig erreicht.

Der Beginn des Jahres 1870 brachte Helmholtz die grosse Auszeichnung, dass er zusammen mit Kirchhoff zum auswärtigen Mitgliede der Berliner Akademie ernannt wurde; zu gleicher Zeit trat aber auch ein Ereigniss an der Berliner Universität ein, welches die bedeutsamste Wendung in seinem Leben zur Folge hatte.

Am 4. April 1870 meldet ihm du Bois den Tod von Magnus und fügt hinzu:

„Ich möchte mich zerfleischen, dass ich damals, als es sich um Bonn handelte, nicht zum Minister ging und ihn bat, mir zu gestatten, die Verhandlung für Preussen mit Dir zu führen. Wärest Du jetzt bereits als Physiker in Bonn, so wäre die Sache der Berufung nach Berlin auf Magnus' Stelle weit leichter . . .“

Am 7. April antwortet ihm Helmholtz:

„. . . Ich mache mir auf eine Berufung nach Berlin nicht viel Rechnung, namentlich weil ich meine, dass eine Berufung Kirchhoff's Euch viel näher liegt und viel leichter auszuführen ist. Mit seiner Gesundheit geht es jetzt gut vorwärts, er ist jetzt frisch und heiter und braucht kaum noch die Krücken auf unebenem Boden. Ihr braucht in Berlin vor Allem einen mathematischen Physiker, und da muss ich mir sagen, ist Kirchhoff eine bewährte und geschulte Kraft in diesem Felde, was ich nicht bin, eine so gute Meinung ich auch übrigens von meinen eigenen Verdiensten mir zurecht gemacht haben mag. Ich werde zufrieden sein, hier sein Nachfolger zu werden.“

In der That stand Helmholtz zuerst der Eventualität, nach Berlin berufen zu werden, ziemlich kühl gegenüber. Während seine Frau mit klarem Blicke und ihrer geistigen Kraft sich wohl bewusst sehr bald erkannte, dass das rege wissenschaftliche und künstlerische Leben in Berlin dem Wirken ihres Mannes und der Entfaltung ihrer eigenen

Talente einen ganz anderen Boden bieten würde, als es in Heidelberg naturgemäss der Fall sein konnte, handelte es sich für Helmholtz doch immer nur darum, sich in seiner Thätigkeit, im Lehren und Forschen, ganz der Physik widmen zu können. Auf den Glückwunsch von Borchardt zu seiner und Kirchhoff's Ernennung zu auswärtigen Mitgliedern der Akademie antwortet er diesem am 7. Mai 1870:

„... Wenn das Schicksal es so fügen sollte, dass einer von uns nicht sehr lange auswärtiges Mitglied bleiben sollte, werde ich mich sehr freuen, weil mir dies die Gelegenheit gäbe, ganz zur Physik überzugehen. Zwischen der Physik in Berlin und der Physik in Heidelberg ist aber die Wage der Wünsche so nahe äquilibrirt, dass ich zwischen ihren Schwankungen den Gleichgewichtszustand noch nicht erkennen und in Ruhe die Entscheidung der Götter und Herrn von Mühler's erwarten kann; und ich glaube, dass Kirchhoff sich ziemlich in demselben Zustande befindet.“

Inzwischen ging die Möglichkeit einer Berufung von Helmholtz nach Berlin bereits durch die Zeitungen, und schon daraufhin wendet sich Minister Jolly am 1. Mai an ihn und bittet ihn, überzeugt zu sein, dass er nichts, was in seinen Kräften steht, versäumen werde, um ihm den Aufenthalt in Heidelberg zu einem dauernd anziehenden und seinen Wünschen möglichst entsprechenden zu machen.

Die philosophische Facultät der Berliner Universität schlug in einem Schreiben an den Minister Kirchhoff und Helmholtz vor und motivirte sachlich und treffend die Vorschläge:

„Wenn Helmholtz der genialere und umfassendere Forscher ist, so ist Kirchhoff der geschultere Physiker und der bewährtere Lehrer; während Helmholtz immer productiv, mit immer neuen Problemen innerlich beschäftigt ist, hat Kirchhoff mehr Lust und Liebe zum Lehren, seine Vorträge sind durch musterhafte Klarheit und Abrundung ausgezeichnet; er ist auch, um Arbeiten von An-

fängern zu leiten, nach allem, was wir hören, geeigneter als Helmholtz . . . Wenn nun noch die Erwägung hinzukommt, dass Kirchhoff leichter als Helmholtz zu gewinnen sein dürfte, so glaubt die Facultät berechtigt zu sein, wenn sie zunächst den Professor Kirchhoff als denjenigen namhaft machte, welchen Ew. Excellenz als G. Magnus' Nachfolger zu berufen ehrerbietigst gebeten werden.“

Der damalige Rector der Berliner Universität, du Bois, wurde nunmehr vom preussischen Minister ermächtigt, zunächst mit Kirchhoff in mündliche Verhandlung zu treten, und reiste zu dem Zwecke in den ersten Tagen des Juni mit einer Anweisung von Olshausen, sich für den Fall einer Ablehnung Kirchhoff's nach den Bedingungen von Helmholtz zu erkundigen, und mit Briefen der Mathematiker Weierstrass und Kronecker an letzteren nach Heidelberg. Kirchhoff blieb seinen Heidelberger Freunden treu. Noch während eines kleinen Diners, das du Bois am 12. Juni im Hotel zum Europäischen Hof Kirchhoff und Helmholtz zu Ehren gab, und an dem nur noch Bunsen und ich, der als Nachfolger Hesse's Ostern 1869 nach Heidelberg berufen war, Theil nahmen, traf auf die telegraphische Anfrage du Bois' die Erlaubniss des Ministers ein, mit Helmholtz den Beginn der Verhandlungen wenigstens einzuleiten. Unvergesslich bleiben mir, dem noch einzig Ueberlebenden, die herrlichen Worte du Bois', welcher in einer schwungvollen Rede hervorhob, „dass Heidelberg lange genug der Mittelpunkt naturwissenschaftlicher Forschung gewesen, und dass, wenn er es auch verstünde, dass Kirchhoff von seinen Freunden sich nicht trennen wolle, Helmholtz doch durch die Natur seiner Arbeiten allmählich ganz in die physikalische Forschung gedrängt worden sei, und dass es ihm gezieme, in die Hauptstadt des immer mehr sich einigenden Deutschlands überzusiedeln, von der aus er seinen Weg genommen.“ Dass wenige Wochen später

wirklich der grosse Kampf um die factische Einheit Deutschlands entbrennen sollte, ahnte Niemand von uns.

Du Bois reiste schon am folgenden Tage zur Berichterstattung nach Berlin zurück und erhielt bereits ein vom 12. Juni datirtes Schreiben von Helmholtz, welches die mündlich besprochenen Bedingungen formulirte:

„Lieber Freund! Auf die mir von Dir im Auftrage des Herrn Cultusminister von Mühler gestellte Anfrage, unter welchen Bedingungen ich entschlossen sei, nach Berlin überzusiedeln, um die durch Magnus' Tod dort erledigte Professur der Physik zu übernehmen, antworte ich Dir, dass ich bereit bin, es zu thun unter folgenden Bedingungen: 1. Persönliches Gehalt von 4000 Thalern jährlich, 2. Zusage, so weit nach den geschäftlichen Verhältnissen gegenwärtig eine solche gegeben werden kann, der Erbauung eines physikalischen Institutes mit den nöthigen Hilfsmitteln für den Unterricht, für die eigenen Arbeiten des Directors und für praktische Arbeiten der Studirenden, 3. Zusage, dass ich allein die Direction über dieses Institut und die Instrumentensammlung behalte, und es meinem Urtheil überlassen bleibt, wie weit und unter welchen Bedingungen ich anderen Docenten die Mitbenutzung einräumen kann (gegen Herrn Professor Dove würde natürlich von meiner Seite die allergrösste Rücksichtnahme stattfinden). Das Auditorium im physikalischen Institut müsste ebenfalls mir allein zum Gebrauche vorbehalten bleiben, damit die Aufstellung complicirterer Anordnungen von Instrumenten darin möglich sei, 4. Dienstwohnung für mich im Institut und bis zu ihrer Herstellung eine entsprechende Miethsentschädigung, 5. Provisorische Beschaffung von gemietheten Räumen in der Nähe der Universität für physikalische Arbeiten von mir selbst, und einigen Studirenden mit der nöthigen Assistenz, 6. Eine angemessene Umzugsentschädigung. Sobald Du mir anzeigst dass der Herr Minister geneigt sei, solche Bedingungen zu bewilligen, würde ich selbst nach Berlin kommen, um mir

die Verhältnisse anzusehen und die Nebenpunkte so weit festzusetzen, als sie von vornherein festzusetzen sind. Sollte gewünscht werden, dass ich schon im Herbst die Stelle anetrete, so würde die Sache vor dem 1. Juli so weit geführt sein müssen, dass ich hier mein Abschiedsgesuch einreichen könnte.“

Der Cultusminister zögert keinen Augenblick, um die Beschaffung der Geldmittel beim Finanzminister zu beantragen, und schreibt schon am 14. Juni an letzteren:

„Bei dem Rufe, welchen Helmholtz in der wissenschaftlichen Welt allgemein und unbestritten genießt, wäre eine Gewinnung auch politisch ein Act von grosser Bedeutung.“

Zugleich aber wendet sich auch die philosophische Facultät unter dem Decanat von Ernst Curtius noch einmal am 17. Juni an den Minister:

„Ew. Excellenz haben, wie die Facultät durch den Rector vernommen, ihre im Schreiben vom 24. Mai cr. für die Wiederbesetzung des Lehrstuhles der Physik ehrerbietigst ausgesprochenen Wünsche sofort zu erfüllen gesucht, so dass wir, nachdem der zunächst beehrte G. Kirchhoff in seiner Stellung zu bleiben beschlossen hat, nun begründete Hoffnung haben, Herrn Professor Helmholtz zu gewinnen. Indem wir durch diese Aussicht freudig bewegt und von aufrichtigem Lanke erfüllt sind für die thatkräftige Fürsorge, welche Ew. Excellenz unseren Interessen bezeugt haben, sehen wir der weiteren Entwicklung dieser hochwichtigen Angelegenheit mit vollem Vertrauen entgegen und gestatten uns nur noch in Betreff der Berufungszeit eine ehrerbietige Vorstellung. Wenn die Berufung von Helmholtz noch bis Ende des Jahres in der Schwebe bleiben sollte, so würde bis dahin ohne Zweifel noch Alles versucht werden, um seine Rückkehr nach Preussen zu hindern, wie dieselbe ja schon einmal an dem langen Warten auf definitive Entscheidung gescheitert ist. Auf jeden Fall würde der Winter in Heidelberg für Helmholtz eine peinliche

Zeit sein, und es liegt in seinem wie in unserem Interesse, dass er uns so bald wie möglich ganz angehöre. Darum ersuchen wir Ew. Excellenz ehrerbietigst, die glücklich begonnenen Unterhandlungen so zum Abschluss zu führen, dass alle weiteren Gegenbemühungen abgeschnitten werden, und dass Herr Professor Helmholtz in den Stand gesetzt werde, zum 1. Juli cr. in Heidelberg zu kündigen und zum 1. October nach Berlin überzusiedeln.“

Schon am 28. Juni geht der Cultusminister in einem Schreiben an Helmholtz auf alle von ihm ausgesprochenen Wünsche ein, wobei, da in dem Fonds der Universität nur 2000 Thaler vorhanden, die anderen 2000 Thaler in dem Etat der Akademie der Wissenschaften als ein gleich den Universitätsbesoldungen ad dies vitae zu zahlendes akademisches Gehalt durch Ueberweisung der erforderlichen Mittel aus allgemeinen Staatsfonds vom nächsten Jahre ab bereit gestellt werden sollen.

„Zur Flüssigmachung des akademischen Gehaltes und der Mittel zum Bau und zur demnächstigen Ausstattung des physikalischen Institutes ist verfassungsmässig die Zustimmung des Landtags erforderlich. Dass dieselbe seiner Zeit erfolgen wird, ist nicht zu bezweifeln. Gleichwohl bin ich nach den constitutionellen Grundsätzen nicht befugt, in Bezug auf diese Punkte vor erlangter Zustimmung des Landtags eine rechtsverbindliche Erklärung abzugeben und die bezüglichen Summen zur Zahlung anzuweisen. Aus dieser Rücksicht kann ich daher zu meinem grössten Bedauern als den Zeitpunkt Ihrer Berufung an die hiesige Universität nicht, wie ich es so sehr gewünscht hätte, Michaelis d. J., sondern erst Ostern k. J. bezeichnen. Ich habe aber keinen Augenblick zögern wollen, Sie von der diesseitigen Bereitwilligkeit zur Erfüllung Ihrer Bedingungen zu unterrichten, und füge das ergebnisse Ersuchen hinzu, mir Ihren Entschluss, ob Sie nunmehr wieder der Unsrige werden wollen, gefälligst recht bald mitzutheilen.“

Am 1. Juli geht Helmholtz in einem Schreiben an den Minister auf dessen Wünsche ein.

„Was mich betrifft“, schreibt ihm du Bois, „so sind wenige Ereignisse meines Lebens für mich so beglückend gewesen, wie dieses. Das Loos, welches mich am 1. August vorigen Jahres zum Rector machte, war eine gescheidte That des Weltgeistes. Möge ich auch zu Deinem Glücke beigetragen haben, wie ich stets für Deinen Ruhm bestrebt gewesen bin.“

Nun kamen für Helmholtz Tage grosser Aufregung; zu der Spannung, mit der er die Erledigung seiner Berufungsfrage erwartete, kamen die immer bedrohlicher lautenden politischen Nachrichten.

„Eben wollte ich an Käthe Ordre für den Kriegsfall absenden“, schreibt er am 3. Juli seiner mit den Kindern bei ihren Eltern weilenden Frau, „als das Telegramm kam, wonach Prinz Leopold gutmüthig genug gewesen ist, abzdanken. Ich wollte, König Wilhelm hätte diese Vermittelung gelassen; es wird doch nur einen kurzen Aufschub bewirken und sieht aus wie eine Nachgiebigkeit aus Schwäche.“

An den folgenden Tagen war er sehr erregt. Bunsen, Kirchhoff und ich machten fast täglich grössere Spaziergänge mit ihm und trafen Abends noch meist im Darmstädter Hof mit ihm zusammen. Am 11. Juli schreibt er seiner Frau:

„Jetzt fange ich wirklich an zu fürchten, dass wir Krieg haben werden, denn das Gebahren der französischen Regierung lässt nur die eine Erklärung zu, dass sie auf eine Gelegenheit gewartet haben, und jetzt eine passende gefunden zu haben glauben; sonst wäre es der reine Wahnsinn. Ich glaube auch nicht, dass die Preussen dem Kriege allzuweit ausweichen werden; denn wenn es einmal feststeht, dass er früher oder später kommt, so werden sie ihn gleich annehmen. Das kann alle unsere Pläne und Aussichten gewaltig verändern.“

Schon am 17. Juli theilt ihm du Bois unter dem furchtbaren Eindruck der Kriegserklärung mit, dass sich nun gar nicht absehen lässt, wann die Kammer das Budget berathen wird.

Gedanken, Zeit und Kraft von Helmholtz wurden nun durch die gewaltigen Ereignisse ganz in Anspruch genommen:

„. . . Ich selbst habe“, schreibt er in den ersten Tagen des October an du Bois, „zwei Monate lang hier in Lazarethangelegenheiten gearbeitet und hatte speciell die Direction der Aufnahme und Vertheilung der Verwundeten und des Bureaus auf dem Bahnhofe, bin auch einmal mit einer Expedition von jüngeren Aerzten nach Wörth gewesen und habe die Schauer eines Schlachtfeldes nach der Schlacht kennen gelernt. Eine Weile war eine solche angestrengte Thätigkeit eine Wohlthat, um über die Aufregung der Zeit hinweg zu kommen; schliesslich aber, als die Geschäfte einen ruhigeren Gang nahmen, und für mich weniger zu thun war, zeigten mir häufig wiederkehrende heftige Migräneanfälle an, dass ich ausruhen müsse. Ich ging erst zu meinen Schwiegereltern nach Starnberg, wo auch unsere kleine Familie die Kriegszeit durchgemacht hatte. Da war es aber schon zu winterlich, und so ging ich dann noch auf drei Wochen nach Meran und bin gestern über das Engadin und Chur nach Hause gekommen.“

Durch den glücklichen und über alles Erwarten raschen Verlauf des Krieges war du Bois schon am 13. October in der Lage, Helmholtz in Aussicht zu stellen, dass der Landtag im November zusammentreten und seine Berufung dann definitiv geordnet werde, dass er sich aber in Rücksicht auf die Zeitverhältnisse in einen Aufschub des Neubaues werde fügen müssen, womit sich auch Helmholtz am 17. October einverstanden erklärt, vorausgesetzt, dass ihm das Versprechen gegeben werden kann, die Sache solle bei wiederhergestellten normalen Geldverhältnissen des Staates sofort in Angriff genommen werden, und voraus-

gesetzt ferner, dass die provisorischen Einrichtungen eines Arbeitslocales für ihn und einige Studirende so hergestellt werden, dass ihm die Möglichkeit bleibt, experimentelle Arbeiten theils selbst auszuführen, theils zu leiten.

Am 16. December 1870 geht der preussische Minister in einem Schreiben an Helmholtz auf alle diese Wünsche ein.

„Ich habe seiner Zeit nicht gesäumt, die nöthigen Schritte zu thun, um die Erfüllung meiner Zusagen auf dem verfassungsmässigen Wege sicherzustellen. Die bald darauf eingetretenen kriegerischen Verhältnisse haben indessen nothwendig auf den Fortgang der Sache hemmend einwirken müssen . . . Zum Bau eines physikalischen Laboratoriums hat dagegen in den Etat keine Summe eingestellt werden können, da es unter den gegenwärtigen Verhältnissen unthunlich erschien, der Staatskasse, welche schon für die Fortführung der bei Ausbruch des Krieges bereits in Angriff genommenen Bauten sorgen muss, neue derartige Verpflichtungen aufzuerlegen. Ich bedaure lebhaft, dass dieserhalb der Beginn des Baues, wenn auch vielleicht nur auf ein Jahr, hat verschoben werden müssen . . . Es würde mir sehr erwünscht sein, wenn Sie sich zu einer Reise nach Berlin entschliessen möchten, um hier an Ort und Stelle Ihre Wünsche näher zu bezeichnen und die Möglichkeit der Erfüllung zu erörtern.“

Helmholtz antwortete, dass er sich am 28. December, Vormittags, im Ministerium melden werde, dass er die Stellung annehme und rechtzeitig seine Entlassung zu Ostern 1871 in Karlsruhe nachsuchen werde.

Noch vor Ende des Jahres reiste er mit seiner Frau nach Berlin, fand dort eine sehr schöne und frei gelegene Wohnung in der Königin-Augusta-Strasse und führte die Besprechungen über die provisorischen Einrichtungen des physikalischen Instituts persönlich in kurzer Zeit mit dem gewünschten Erfolge zu Ende. Das Ministerium knüpfte sogleich Unterhandlungen zum Kaufe eines Grundstückes

für den Neubau an, gab ihm ein provisorisches Local in der Universität, wo die Instrumente aufgestellt, und das Laboratorium im damaligen Herbarium, welches verlegt wurde, eingerichtet werden sollte, und erfüllte alle sonstigen kleineren Wünsche mit entgegenkommendster Bereitwilligkeit. Glücklich und befriedigt von dem Empfange, den ihnen die du Bois'sche Familie sowie die anderen hervorragenden Gelehrten Berlins bereitet, kehrten sie nach Heidelberg zurück.

Helmholtz erbat am 2. Januar seine Entlassung aus dem badischen Staatsdienst und erhielt schon einige Wochen darauf die vom Kaiser Wilhelm am 13. Februar 1871 in Versailles unterzeichnete Bestallung. Nur wenige Tage nach seiner Rückkehr aus Berlin erhielt er von Sir William Thomson die Anfrage, ob er geneigt wäre, eine Professur der experimentellen Physik in Cambridge anzunehmen, musste aber nunmehr trotz der glänzendsten Bedingungen dankend ablehnen.

„So geschah“, sagt du Bois, „das Unerhörte, dass ein Mediciner und Professor der Physiologie den vornehmsten physikalischen Lehrstuhl in Deutschland erhielt, und so gelangte Helmholtz, der sich selber einen geborenen Physiker nannte, endlich in eine, seinem specifischen Talente und seinen Neigungen zusagende Stellung, da er damals, wie er mir schrieb, gegen die Physiologie gleichgültig geworden war und eigentliches Interesse nur noch für die mathematische Physik hatte.“

Sein Sohn Richard, welcher wohl erkannte, dass sein Vater es gern sehen würde, wenn er den kriegerischen Ereignissen nicht fern bliebe — „warme Vaterlandsliebe war stets eine ausgesprochene Eigenschaft meines Vaters“ — war, wiewohl erst siebzehnjährig, schon im August 1870 beim reitenden Zuge der leichten Ersatzbatterie des badischen Feldartillerieregiments als Kriegsfreiwilliger eingetreten und wurde im Anfang des November ins Feld nachgeschickt, wo er ausser einzelnen kleinen Scharmützeln die dreitägige Schlacht an der Lisaine

mitmachte und in Folge eines Unfalles an seinem Geschütz, wenn auch nicht schwer, verwundet wurde.

Noch in den letzten Wochen seines Heidelberger Aufenthaltes verabschiedete sich Helmholtz bei der gebildeten Bevölkerung Heidelbergs, welche so oft in Begeisterung und Verehrung seinen herrlichen populären Vorlesungen gelauscht, durch einen Vortrag „Ueber die Entstehung des Planetensystems“; die Bühne des dichtgedrängt vollen Saales war ganz mit Lorbeern geschmückt, ein Kranz lag darauf, und das gesammte Publicum erhob sich, als er erschien. Mit wunderbarer Klarheit und in vollendeter Form erläuterte er die Kant-Laplace'sche Hypothese mechanisch und physikalisch und legte die geistvollen Betrachtungen dar, durch welche W. Thomson nachgewiesen, dass die Dichtigkeit des Lichtäthers möglicherweise ausserordentlich viel kleiner als die Luft im Vacuum einer guten Luftpumpe sein mag, dass aber die Masse des Aethers nicht absolut gleich Null ist, sondern dass ein Volumen gleich dem der Erde nicht unter 2775 Pfund Lichtäther enthalten kann.

„Die Grundlagen würden dieser Rechnung allerdings entzogen werden, wenn sich die Maxwell'sche Hypothese bestätigen sollte, wonach das Licht auf elektrischen oder magnetischen Oscillationen beruht.“

Fünfundzwanzig Mitglieder des naturhistorisch-medicinischen Vereins überreichten ihrem scheidenden Präsidenten einen prachtvollen silbernen Tafelaufsatz und eine silberne Schale, getragen von einem schlanken Genius von mattem Silber.

Am 5. März 1871 vereinigten sich die Collegen und eine grosse Zahl von Männern aus den gebildeten Ständen Heidelbergs zu einem Festmahl Helmholtz zu Ehren in der Harmonie. Allen Theilnehmern werden die Worte, welche er und andere dort gesprochen, unvergesslich bleiben — aber alle beherrschte auch das Gefühl, dass der grösste Denker und Forscher Deutschlands dorthin gehöre, wo dem

Gründer des Deutschen Reiches der gewaltigste Staatsmann und der genialste Feldherr zur Seite standen.

„Meiner Schwester“, schreibt Frau von Schmidt-Zabièrow, „fiel der Abschied aus der süddeutschen Heimath, das Loslösen von den geliebten Jugendverhältnissen, das Scheiden aus dem Kreise der ihr warm ergebenen Freunde sehr schwer, doch erfasste sie in vollem Umfang die Bedeutung dieser Wendung in dem Leben ihres Mannes und brachte alle persönlichen Bedenken zum Schweigen.“
