im Muskel, durch die er seine physikalische Kennerschaft und seine experimentelle Ueberlegenheit über die, die sich schon vor ihm an das Thema gemacht hatten, erwies, indem er die thermoelektrische Temperaturmessung in die Physiologie einführt und statt des durchbluteten Warmblütermuskels das viel einfachere Objekt des ausgeschnittenen Kaltblütermuskels wählte; es erschien die großartige Messung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Nerven, ebenso kühn und unzeitgemäß in der Fragestellung, wie fein in der Verwendung der physikalischen Mittel, es erschien seine Erfindung des Augenspiegels, sozusagen das Nebenprodukt seiner physiologischen Vorlesung als Konsequenz eines klaren physikalischen Gedankengangs und in seiner gewaltigen Tragweite für die Augenheilkunde sofort von ihm erkannt.

Feuilleton.

Zu Helmholtz' 100. Geburtstage.

Von Prof. Dr. R. Höber in Kiel.

Wenn ich, dem Wunsche des Herausgebers folgend, heute 27 Jahre nach Helmholtz' Tode es unternehme, noch einmal seine wissenschaftliche Gestalt in unser Bewußtsein zurückzurufen, so werden wir Physiologen sie, glaube ich, mit andern Augen ansehen als damals; so gewaltig auch heute noch die Leuchtkraft dieser Gestalt uns ergreift, so erscheint uns die Verteilung der Lichter doch geändert. Damals sahen die Physiologen in ihm noch einigermaßen ihresgleichen; heute ist er auch uns vornehmlich der große Physiker, den nur äußere Kräfte in die Bahn der Physiologie ablenkten, und wenn seine physiologische Aera auch 30 Jahre umfaßte, die größte Spanne seiner Arbeitszeit, so war er doch eigentlich zeitlebens Physiker.

Es ist ja bekannt, daß Helmholtz Naturwissenschaften studieren wollte und nur, weil dies kein Brotstudium war, den Weg über die Medizin einschlagen mußte, um an sein Ziel zu gelangen. Als bald aber fühlte er sich von Johannes Müller mächtig angezogen. Sein physikalischer Sinn spürte in dessen unentwegtem Streben nach objektiver Betrachtung der Natur verbunden mit einer entschlossenen Abkehr von der spekulativen Methode seiner Zeit verwandte Triebe. Er sah zudem in der Wissenschaft vom Leben „ein kaum angebrochenes Feld vor sich, in welchem fast jeder Spatenstich lohnende Ergebnisse herauffördern konnte“; denn das physikalische Experiment war damals erst von wenigen Vorläufern in die Physiologie hineingetragen worden, so von den Gebrüdern Weber mit der Anwendung der Gesetze der Elastizität auf Blutbewegung und Muskelkontraktion und mit der Einführung der Induktionsströme zur Nervenreizung, von Nobili mit der Benutzung des Multiplikators mit astatischem Nadelpaar zum Nachweis des Froschstroms, von Dulong und Despretz mit der Konstruktion des Wasserkalorimeters, um in vollkommenerer Weise als Lavoisier quantitativ Gaswechsel und Wärmeproduktion von Tieren zu vergleichen. Und so gelang es dem jugendlichen Forscher in der Tat alsbald, mit jedem Spatenstich ins physiologische Erdreich wertvolles Gut bloßzulegen. Damals schrieb Emil du Bois-Reymond von der neuen Bekanntheit, die er gemacht hatte, an seinen Freund Hallmann den burschikosen Satz: „Das ist ein Kerl, der hat Chemie, Physik und Mathematik mit Löffeln gefressen.“ In rascher Aufeinanderfolge erschienen die ausgezeichneten Untersuchungen über den Zusammenhang von chemischem Umsatz, Arbeitsleistung und Wärmeproduktion

Und dann folgte die lange Reihe seiner optischen und akustischen Untersuchungen; sie erfüllten die 20 Jahre von 1850—1870. Jetzt ließ er, angeregt durch die Vielseitigkeit des Forschungsobjektes, seinem Geist die Zügel schießen, um vom Gebiet der Physiologie bald in das der reinen Physik und Mathematik, bald in das der Psychologie und Erkenntnistheorie zu schweifen, und unter seiner schaffenden Hand entstand ein ganz neues und unvergleichliches Lehrgebäude der Sinnesphysiologie. Man stelle nur einmal das, was Johannes Müller in seinem Handbuch der Physiologie über die Sinne zusammengetragen hatte, all dem gegenüber, was Helmholtz in seiner Lehre von den Tonempfindungen und in seiner physiologischen Optik zu sagen hat!

Aber wenn wir heute 27 Jahre nach Helmholtz' Tod auf diese Aera seiner vornehmlich optischen und akustischen Forschungen zurückblicken, so werden wir als Physiologen bei aller Bewunderung für die tatsächliche Leistung nicht gerade darin eine so besonders große Errungenschaft für unser Fach erblicken, und die Ärzteschaft wird von ihrem Standpunkt aus im großen ganzen diesem Urteil zustimmen. Die Gedankengänge aber, die besonders nachhaltig bis in unsere Tage fortgewirkt haben, Helmholtz' Ideen über die Vorgänge im inneren Ohr und seine Entwicklung der Hypothese des Farbensehens, können wir nicht als wirklich zwingend anerkennen; das beweisen die vielfältigen Modifikationen und noch mehr die Versuche, andere Hypothesen an ihre Stelle zu setzen, die aber bei aller Feinheit der Konzeption und bei allem heuristischen Wert doch nur mehr oder weniger ein Provisorium bedeuten.

Wofür wir Physiologen und mit uns alle experimentierenden Biologen und Aerzte Helmholtz vor allem Dank schulden und wodurch sein Schaffen noch heute mächtig mit uns fortlebt, das liegt meines Erachtens auf zwei anderen Gebieten. Das eine ist dies: In der Zeit der ersten Vervollständigung der Physiologie, als auch sie daran ging, die Fesseln der Metaphysik völlig abzustreifen, da hat er uns in vollendeter Weise gezeigt, daß auch die belebte Natur viele ihrer Rätsel preisgeben muß, wenn nur eine präzise Frage gestellt und die Antwort mit den sorgsamst ausgewählten Mitteln der exakten Naturwissenschaften gesucht wird, und er hat immer und immer wieder dem Biologen Mut gemacht, genau so und nicht anders sein Stück Natur zu erforschen wie der Physiker. In seiner schönen Rede: „Ueber das Denken in der Medizin“ stehen die goldenen Worte: „Der Arzt muß streben voraus zu wissen,

was der Erfolg seines Eingreifens sein wird, wenn er so oder so verfährt. Um dieses Vorauswissen des Kommenden oder des noch nicht durch Beobachtung Festgestellten zu erwerben, haben wir keine andere Methode, als daß wir die Gesetze der Tatsache durch Beobachtung kennenzulernen suchen, und wir können sie kennenlernen durch Induktion, durch sorgfältige Aufsuchung, Herbeiführung, Beobachtung solcher Fälle, die unter das Gesetz gehören.“ Dies ist für uns ein Glaubensbekenntnis und eine ideale Forderung, deren Bejahung angesichts der turmhohen Widerstände, die sich den Aerzten auf Schritt und Tritt entgegenstellen, Kühnheit verlangt. Aber für die Tragweite konsequenten Denkens und die Durchschlagskraft sorgfältiger Beobachtung muß sich ja von Tag zu Tag das Verständnis mehren, wenn wir etwa, wie jüngst bei den photographischen Aufnahmen der Sonnenfinsternis von 1919, die zur Prüfung der Relativitätstheorie vorgenommen wurden, die Erfahrung machen, daß eine ganze Weltanschauung aus den Angeln zu heben ist, wenn die im voraus berechnete Verschiebung einiger Fixsternbilder um nur wenige hundertstel Millimeter sich in Wirklichkeit vorfindet.

Die zweite unschätzbare Gabe, die Helmholtz der Physiologie und Medizin dargebracht hat, ist nicht methodischer, sondern inhaltlicher Natur und ist reine Physik; es sind seine Beiträge zur Thermodynamik. Ihren populärsten Teil, das Gesetz von der Erhaltung der Kraft, schuf er in der ersten Epoche seiner wissenschaftlichen Lebensarbeit im engsten Anschluß an die Untersuchungen über den Zusammenhang von Stoffwechsel, Arbeitsleistung und Wärmeproduktion des Muskels und, wie er selbst in der Tischrede bei der Feier seines 70. Geburtstages sagte, „in Interesse der Physiologie“; es wurzelt also gerade so im physiologischen Erdreich wie der parallele Gedankengang Julius Robert Mayers. Welche Früchte dieses allgemeingültige Naturgesetz, das eine neue Aera in der Naturforschung herbeiführte, im besonderen für die Medizin getragen hat, das weiß heute jeder Arzt; auf Grund zahlreicher Bestimmungen, namentlich der berühmten Versuchsreihen von Rubner, wird dem gesunden und kranken Körper der Bedarf an chemischer Energie in kalorischem Maß zugemessen. Weniger für die Physiologie ausgewertet ist bisher seine Fassung des zweiten Hauptsatzes der Lehre von den Energiewandlungen, welcher über die Grenzen aussagt, in denen ganz allgemein die Energien ineinander übergeführt werden können. Helmholtz erkannte, daß, ganz entsprechend den Carnotschen Betrachtungen über die Wärme, auch die chemischen Vorgänge nur die maximale Arbeit zu leisten, das Maximum an freier Energie zu betätigen vermögen, wenn sie in reversibler Weise geleitet werden, wenn also durch eine passende Anordnung, wie z. B. in der Form der galvanischen Elemente, jeder stürmische Gang der Reaktion vermieden wird; er zeigte ferner auch für die chemischen Vorgänge, daß sie von selbst und isotherm nur so ablaufen können, daß die freie Energie abnimmt, sodaß also die Aenderung der freien Energie zum Maßstab der chemischen Affinität wird, und daß, wenn die chemischen Kräfte zum Reaktionsgleichgewicht geführt haben, die freie Energie den Wert Null erreicht. Mit diesen Sätzen legte Helmholtz wichtige Grundsteine zu einem neuen Flügel im Gebäude der Physiologie, in dessen Errichtung wir heute noch mitten darin stehen. Als Helmholtz 1894 starb, war die erste physikalische Aera der Physiologie bis zu einem gewissen Abschluß gekommen. Um diese Zeit machte sich vielfach eine resignierte Stimmung unter den Physiologen geltend, es schien für sie nur mehr ein Epigontum übrigzubleiben. Aber um die Zeit bereitete sich auch schon eine andere chemische und physikalisch-chemische Aera vor, die eine Fülle neuer Fragen aufwarf. Es wurde immer klarer, daß der Lebensprozeß, der normale sowohl wie der abnorme, wesentlich ein chemisches Problem darstellt, das jedoch durch bloße chemische Analyse nicht bewältigt werden kann, sondern die Behandlung der chemischen Vorgänge mit den Mitteln der experimentellen und der theoretischen Physik verlangt. Dabei ist es dann aber eine fundamentale Angelegenheit, sich darüber klar zu sein, von welchen Bedingungen die Arbeitsfähigkeit chemischer Systeme ganz allgemein abhängt, und daher wird die Physiologie sich bei allen Fragen der organischen Energetik, die vielfach eben erst angeschnitten sind, von Helmholtz' Sätzen leiten lassen müssen.

Aber wenn es darauf ankommt zu würdigen, was der Name Helmholtz heute der Physiologie und Medizin bedeutet, dann müssen wir uns auch noch gewisser Einzelergebnisse seiner physikalischen Untersuchungen erinnern, die erst von der modernen Lebensforschung nutzbar gemacht werden. Sie liegen vornehmlich auf elektrischem Gebiet. Seine eben genannten thermodynamischen Betrachtungen führten ihn zu einer ersten Berechnung der elektromotorischen Kraft eines galvanischen Elements, und zwar der Konzentrationskette, deren Theorie in ihrer bekannten Fortentwicklung durch Nernst den Ausgangspunkt für alle neueren Vorstellungen vom Wesen der tierischen Elektrizität bildet. Daran knüpfen Helmholtz' Betrachtungen über die elektrische Doppelschicht als Grundlage für die Erklärung der Kataphorese und Elektroosmose sowie für das Lippmann-Phänomen, d. h. den Zusammenhang zwischen Oberflächenspannung und elektrischem Potential, der uns heute in besonderem Maße interessiert, weil die Instabilität der Kolloide im isoelektrischen Punkt damit gedeutet wird. Es sei ferner dessen gedacht, daß Helmholtz bereits in seiner Faraday-Vorlesung den Gedanken der atomistischen Aufteilung der Elektrizität entwickelte, der in der Lehre von den Ionen und Elektronen seine weitreichende, auch die Physiologie umfassende Wertung gefunden hat.

So ist es, wie mir scheint, der Physiker Helmholtz, dem in erster Linie der Dank derer, die das Leben zu erforschen versuchen, in diesen Erinnerungstagen gebührt. Mit seiner Methode hat er schon frühzeitig, als noch des öfteren das Schifflein Physiologie im Nebel naturphilosophischer Gedankengänge trieb, ad oculos demonstriert, daß nur die Physik der rechte Kompaß ist, mit dem sich so steuern läßt, daß die Fahrt geradeaus geht, und mit seinen Forschungsergebnissen hat er Mittel und Wege gewiesen, die Fahrt des Schiffeleins zu beschleunigen. Aber trotz der zahlreichen lockenden Probleme, die die Lehre vom Leben dank Helmholtz und vielen anderen heute wieder aufweist, ist von der Siegerstimmung, die schon einmal in den 60er Jahren nach dem ersten großen Aufschwung der Naturwissenschaften aufflammte, nichts zu spüren. Es ist der Physiologie und Medizin ähnlich ergangen wie der Astronomie. Auch diese erweckte schon einmal den Eindruck eines gefestigten Baus, als die Fülle der Beobachtungen, die seit dem Altertum bis auf Kopernikus und Tycho Brahe zusammengetragen waren, von den ordnenden Geistern Keplers und Newtons zu einem abgerundeten Ganzen geformt war. Seitdem haben die Astronomen aber weit über unser Planetensystem fort in die überaus großen Entfernungen des Weltalls gegriffen, und nun türmen sich vor den Forschern die Schwierigkeiten mehr und mehr. In ähnlicher Weise türmen sie sich auch für die Physiologen, weil sie mehr und mehr die überaus kleinen Entfernungen des Zelleibes in Rechnung ziehen müssen; denn die dringlichsten Fragen liegen jetzt auf dem Gebiet der Zellphysiologie. Helmholtz empfand diese Situation ein wenig schon im Jahre 1868, als er in einem Brief an Ludwig sein Vorhaben, die Physiologie mit der Physik zu vertauschen, damit motivierte, daß „die Physiologie in den Handgriffen und Methoden so sehr auseinanderzugehen anfinke, daß niemand mehr in allen Einzelheiten sattelfest sein könne“. Seitdem scheint es noch viel schwerer geworden zu sein, die Vorgänge in den Lebewesen gedanklich zu beherrschen und zu quantitativ formulierbaren Resultaten vorzudringen. Dasselbe Forschungsgebiet, das Helmholtz einst anzog und dann jahrzehntelang festhielt, weil es jungfräulicher Boden war, den er damals verlockend zur Bearbeitung vor sich liegen sah, das hat heute viel weniger Anziehungskraft. Wen es nach mathematischer Durchdringung der Naturvorgänge verlangt, der wendet sich nicht zur Physiologie; es ist heute wenig wahrscheinlich, daß wieder ein physikalischer Kopf wie Helmholtz sich für lange Zeit in den Bann der Physiologie schlagen ließe, und am wenigsten jetzt, wo sich im Gebiet der Physik zum erstenmal die Nebel zerstreuen, die für das forschende Auge über die Natur gebreitet liegen, sodaß der Blick von den kleinsten Einzelheiten bis in die weitesten Fernen schweifen kann. Dem Erforscher des Lebensprozesses wird solch ein Anblick seines Arbeitsfeldes noch sehr lange versagt bleiben, er wird noch lange geduldig Beobachtung an Beobachtung reihen und sich wohl hüten müssen, dem Hang der Gegenwart folgend, vorzeitig zu verallgemeinern und dem intuitiven Erfassen da zu vertrauen, wo „nur dem Ernst, den keine Mühe bleicht, der Wahrheit tief versteckter Born rauscht“. Die Lehre vom Leben kann nur fortwachsen, wenn auch ihre Jünger sich Helmholtz' Ziel aller Naturforschung vor Augen halten: „die geistige Bewältigung der uns anfangs fremd gegenüberstehenden Natur durch die logische Form des Gesetzes.“