

Nekrolog

von

Dr. Julius Robert Mayer.

Von P. Zech.

Am 20. März dieses Jahres ist Dr. Julius Robert Mayer, Ehrenmitglied unseres Vereins, in Heilbronn gestorben. Ueber die Lebensschicksale des Begründers einer neuen Naturanschauung unsern Lesern etwas mittheilen zu wollen, liegt uns ferne, nachdem Kanzler Rümelin, als Jugendfreund dazu vor allen berechtigt, in der Allgemeinen Zeitung sie so ansprechend und erschöpfend geschildert hat. Wohl aber ziemt es uns, einen Versuch zu machen, den Kern der wissenschaftlichen Verdienste Mayer's festzustellen, da darüber in der naturforschenden Welt eine gemeinsame Ansicht noch nicht erreicht ist.

Die gewöhnliche Anschauung ist, dass Mayer der Entdecker der Aequivalenz von Arbeit und Wärme sei oder der Gründer der neuen Wärmetheorie. Der in weiten Kreisen bekannte englische Physiker Tyndall hat ihn in seinem berühmten Werke „die Wärme eine Art von Bewegung“ mit grosser Liebe so geschildert. In der neuern Zeit dagegen wird gerade von England aus hiegegen in heftiger Weise geeifert.* Professor Tait behauptet, Mayer gehe von einer ganz falschen aprioristischen

* Vorlesungen über einige neuere Fortschritte der Physik von P. G. Tait. Deutsch von Wertheim. Braunschweig 1877.

Ansicht aus, wenn er annehme, dass „die Wärme, welche entwickelt wird, wenn ein Gas zusammengedrückt und kalt erhalten wird, einfach das Aequivalent der bei der Zusammendrückung angewandten Arbeit sei.“ Man könne sich auch denken, dass das anders sei und bei flüssigen und starren Körpern sei es in der That auch anders, denn bei ihnen werde ein Theil der Arbeit nicht auf Wärmeentwicklung, sondern auf Ueberwindung des Widerstands der kleinsten Theile gegen Annäherung verwendet, nur der Rest der Arbeit erscheine als Wärme. Schon im Jahre 1849 hat Joule, der rührige Experimentator auf dem Gebiete der Aequivalenz von Arbeit und Wärme, zu dessen Gunsten Tait auftritt, dieselbe Beschuldigung gegen Mayer erhoben. Aber Mayer hat schon damals in den Comptes rendus der Pariser Akademie (Bd. 29, S. 534) in einer Weise erwidert, dass jede weitere Entgegnung unterblieb: er zeigte, dass jene Annahme, die er zur Berechnung des Arbeitsäquivalents der Wärme gemacht, durchaus keine „aprioristische“ sei, sondern sich auf ein Experiment von Gay-Lussac stütze, das Joule nicht bekannt war. Dieses Experiment* wurde von Mayer ausdrücklich angeführt und wird seitdem in jedem Lehrbuch der Wärmetheorie erwähnt. Tait jedoch glaubt immer noch, es sei Mayer nicht bekannt gewesen.

Ausserdem macht Tait dem Verstorbenen den Vorwurf, dass er von „widersinnigen aprioristischen Principien“ Gebrauch mache. Er meint damit die zwei Sätze, die Mayer manchmal anführt, nemlich: *ex nihilo nihil fit* und *causa aequat effectum*, Sätze, die heutzutage allgemein in den Begriffen Unzerstörbarkeit des Stoffes und Erhaltung der Energie anerkannt sind. Tait meint, mit solchen Worten lasse sich nicht viel machen, und wir gestehen ihm vollkommen zu, dass die Worte es nicht sind, welche zweifellos jene Begriffe ausdrücken. Wenn aber Mayer in allen seinen Arbeiten immer wieder ihre Bedeutung nach seinem Sinne einfach, klar und unzweideutig auseinandersetzt,

* siehe »Mechanik der Wärme von Mayer«. Stuttgart 1867. Seite 26.

so kann von widersinnigen darin enthaltenen Principien gewiss nicht die Rede sein.

Endlich, um zu zeigen, dass Joule als Begründer der Lehre von der Aequivalenz von Arbeit und Wärme in erste Linie zu stellen sei, führt Tait zu dessen Gunsten an, dass er „erkannt habe, wenn nicht experimentell festgestellt sei, dass in allen Fällen der Reibung, wo nichts als Wärme für die verausgabte Arbeit sich zeigt, auch dieselbe Wärmemenge für dieselbe Arbeitsmenge erhalten wird, so würde es vergeblich sein, nach etwas wie die Erhaltung der Energie zu suchen.“ Die deutschen Physiker sind es gewöhnt, solche Vorwürfe von England aus zu hören (vergl. Thomson und Tait, Handbuch der theoretischen Physik, 1. Theil S. 350), es soll Nichts Geltung haben, ja Nichts ausgesprochen werden, was experimentell nicht vollständig begründet ist. Kepler durfte darnach seine Gesetze nicht allgemein aussprechen, weil er sie nur aus der Beobachtung des Mars abgeleitet hatte: er hätte warten sollen, bis sie sich auch bei allen Planeten (auch den noch zu entdeckenden?) bewahrt hätten. Newton hätte mit seinem Gesetz der allgemeinen Anziehung nicht schon hervortreten sollen, als er es für den Mond allein bestätigt gefunden hatte. Durften Boyle oder Mariotte oder Gay-Lussac die nach ihnen benannten Gesetze bekannt machen, obgleich sie nicht alle Gase untersucht hatten, und sind denn diese Gesetze unbrauchbar geworden, als sich bei genauern Beobachtungen Abweichungen ergaben? Würden den bevorzugten Geistern in der Naturforschung solche Fesseln angelegt, dann würde der naturwissenschaftlichen Forschung ein Stillstand drohen; gerade das intuitive Eindringen in die Erscheinungen und ihr Zusammenfassen zu einem vielleicht noch problematischen Gesetz reizt den Forscher zu mehr und mehr Untersuchungen und leistet ihm als Richtschnur der Forschung die grössten Dienste.

Im Gegensatz zu solchen am Experiment klebenden Ansichten, welche die Freiheit des Geistes beeinträchtigen und den Flug des Genius durch angehängte Bleigewichte hemmen möchten, legen wir in der Beurtheilung von Mayer's Wirken den Haupt-

nachdruck auf die immer wiederkehrende Idee einer richtigen Auffassung von Kraft und Wirkung, eine Idee, die sicher nicht auf einmal in seinem Kopfe entstand, die er allen seinen Arbeiten voranstellt und von der alle seine weitem Gedanken, auch der Ausspruch über Aequivalenz von Arbeit und Wärme, nur Ausflüsse sind.

Erinnern wir uns an die Anschauung des Physikers vor einem halben Jahrhundert. Man sprach von verschiedenen Kräften in der Natur, von Schwere, Wärme und Licht, Magnetismus und Elektrizität, und nannte die Physik die Lehre von diesen Kräften. Jede war etwas ganz besonderes, in sich abgeschlossenes: das betonte insbesondere der Kritiker Mayer's in der Allgemeinen Zeitung vom Jahr 1849. Man dachte sie sich als Eigenschaften, die den verschiedenen Körpern inne wohnen, man sagte: der Körper ist schwer, deswegen fällt er; er ist magnetisch, deswegen zieht er Eisen an u. s. w. Die Anziehungskraft der Sonne z. B. war eine unveränderliche Eigenschaft, die sie bald in grösserem, bald in kleinerem Maasse ausübte, je nachdem ein Körper näher oder entfernter war, und als der berühmte Physiker Faraday zuerst von der Erhaltung der Kraft hörte, erklärte er eine solche Ansicht für sinnlos, da ja die Anziehungskraft sich mit der Entfernung ändere. Wenn die Kraft eine Eigenschaft ist, die sich mehr oder weniger äussern kann, so lässt sich auch zwischen ihr und ihren Wirkungen keine Beziehung aufstellen. Die Sonne wurde als unerschöpfliche Wärmequelle betrachtet. Erst Mayer hat die Frage angeregt, die uns jetzt selbstverständlich erscheint, wie es möglich ist, dass die Sonne beständig Wärme ausstrahlt, ohne mit der Zeit diese Fähigkeit zu verlieren, woher der Ersatz für die abgegebene Wärme zu suchen sei. Er betrachtet also die Wärme nicht als eine der Sonne inne wohnende Eigenschaft, sondern als etwas, was ihr mitgetheilt worden ist und was sie wieder abgibt, als eine Energie, d. h. eine der Uebermittlung fähige Wirkung. Nun liegen die einfachen Sätze vor: die Sonne kann nur soviel Wärme mittheilen, als sie erhalten hat; gibt sie Wärme ab ohne Ersatz, so nimmt ihr Wärmeverrath ab und schliesslich erlischt sie ganz.

Niemand fragt: wieviel Anziehungskraft hat die Sonne? dagegen verstehen wir recht gut Fragen wie folgende: wieviel Wärme besitzt ein Körper? oder: wieviel Magnetismus enthält ein Magnet? Also kann man Wärme und Magnetismus nicht in demselben Sinne Kraft nennen, wie die Anziehungskraft.

Der Begriff der Kraft wurde seiner Zeit von Newton dahin festgestellt, dass sie die Ursache ist, welche den Bewegungszustand eines Körpers ändert. Wenn ein Körper frei fällt, so sagen wir, die Ursache seines Falles ist die Schwerkraft, die Anziehungskraft der Erde, und setzen diese dem Produkt aus Masse und Zunahme der Geschwindigkeit in der Sekunde gleich. Wenn aber ein Körper auf einen andern stösst und dessen Bewegungszustand ändert, was ist dann die Ursache der Aenderung? Wir sagen, der Stoss oder die Stosskraft und deren Grösse hängt vom Produkt der Masse und dem Quadrat der Geschwindigkeit ab. Man sprach deswegen von lebendiger Kraft. Endlich konnte die Ursache vorhanden sein und doch keine Bewegungsänderung eintreten, wie bei einem schweren Körper, der unterstützt ist. Nun sprach man von einer todten Kraft. Eine gespannte Saite hat todte Kraft, freigelassen wirkt die Elasticitätskraft und ertheilt dem Pfeile eine bestimmte lebendige Kraft. Später übernahm die Physik diesen Begriff der Kraft und damit wuchs die Confusion. Man sprach von Schwerkraft, Centrifugalkraft, Kraft der Wärme, dagegen gewöhnlich von Stärke des Magnetismus, der Electricität oder des Lichts. Es war dem Zuhörer oder Leser überlassen, sich jedesmal den passenden Kraftbegriff herauszusuchen.

Hier war es nothwendig, klare Begriffe in die Wissenschaft einzuführen, den Begriff Kraft nur in ganz bestimmtem Sinne aufzufassen, denn ohne klaren Begriff ist kein Fortschritt der Wissenschaft denkbar. Mayer ist hier eingetreten, er hat diesen klaren Begriff eingeführt und gezeigt, wie er für den Ausbau der Wissenschaft zu brauchen ist.

Früher sagte man: Der Körper fällt, weil er schwer ist; Mayer sagt: solange der Körper auf dem Boden liegt, kann er nicht fallen, trotzdem dass er schwer ist; erst dadurch, dass

man ihn in die Höhe hebt, wird sein Fallen möglich. Wenn also der Körper durch sein Fallen lebendige Kraft erhält, so hat er dies nur dem Heben zu verdanken: eine Arbeit — das Heben — ist Ursache der beim Fall gewonnenen lebendigen Kraft oder, wie wir jetzt sagen, Energie. Da das Maass der Arbeit beim Heben genau gleich dem Maass der lebendigen Kraft nach dem Fallen ist, so gilt der Satz: *causa aequat effectum*. Noch in anderer für seine Anschauung charakteristischer Weise stellt Mayer uns das Fallen der Körper vor: wenn er von der Erde entfernt wird, damit das Fallen möglich ist, so nimmt das Volumen der Erde zu in dem Sinne, wie das Volumen eines Körpers beim Erwärmen zunimmt, wobei die kleinsten Theile ihr Volumen beibehalten können: es wird eigentlich nicht das Volumen des Körpers grösser, sondern der Zwischenraum zwischen den einzelnen Theilchen. Kehrt der Körper wieder zur Erde zurück, so entspricht dies einer Volumverminderung. Beide Vorgänge unterliegen dann demselben Gesetz: bei der Hebung verschwindet Wärme oder andere Energie, bei der Senkung kommt die gleiche Menge wieder zu Tage.

Die Anziehungskraft ist ein Abstractum, die Energie ist das unmittelbar Beobachtbare; die Energie wird durch Arbeit ertheilt und das Quantum Energie eines Körpers ist gleich der Menge Arbeit, die auf ihn verwendet worden ist. Wir werden also besser thun, in der Physik nur von Energie zu sprechen (Mayer bleibt bekanntlich bei dem Ausdruck Kraft: da aber selbstverständlich dieser Ausdruck im alten unbestimmten Sinn nicht so bald aus der naturwissenschaftlichen Literatur verschwinden wird, so ist ein ganz neuer Ausdruck für das, was Mayer unter Kraft versteht, angezeigt). Wärme, Licht, Elektrizität, Magnetismus, chemische Differenz sind Energien. Die Anziehung ist keine Energie, nur die in Folge der Anziehung gewonnene lebendige Kraft ist Energie.

Unmittelbar mit diesem Begriff der Energie, wie ihn Mayer in die Physik eingeführt hat, ist die Unzerstörbarkeit der gesamten Energie verbunden. Mit seinem Satze: „*causa aequat effectum*“ will er sagen, dass keine Energie in der Welt verloren

gehe. Wenn Wärme verschwindet, so ist sie in anderer Art von Energie zu suchen, die sich vermehrt hat, z. B. Bewegung. Mayer erinnert hier an die bekannten Beispiele von Wasserwerken, welche (z. B. durch Reibung der Axe in den Lagern) Wärme hervorbringen, von Dampfmaschinen, welche durch Wärme Lasten heben; und sagt, es müsse dann unmittelbar gefragt werden, welcher Hebung eines Gewichts die Erwärmung eines Kilogramms Wasser von 0 auf 1 Grad entspreche. Er gibt auch sogleich die Antwort, die freilich nach dem damaligen Stande der Kenntnisse über specifische Wärme nicht exact war. Bei dieser Beziehung bleibt er in seinem ersten Aufsätze stehen.

In dem zweiten Aufsatz über die „organische Bewegung“, der wieder im Eingang den Begriff der Kraft in seinem Sinn oder der Energie in unserm Sinn zunächst darlegt, zeigt er, was in der Natur Energie ist und wie eine Energie in eine andere sich umwandelt. An einer Reihe von Beispielen über Wärme, Magnetismus, Elektrizität und chemische Differenz zeigt er, dass bei physikalischen und chemischen Vorgängen die vorhandene Energie eine constante Grösse bleibt. Mit der Energie der Bewegung hat man im Ganzen 5 Hauptformen der Energie (das Licht lässt Mayer noch bei Seite, seine Beziehung zu den andern Energien war damals zu wenig erforscht), ihre Umformung in einander — von jeder zu jeder — ist in 25 Experimenten nachzuweisen, welche Mayer der Reihe nach aufführt. Es gibt somit in Wahrheit nur eine Energie, welche sich uns in verschiedenen Formen darstellt: nimmt die Energie der einen Form ab, so nimmt die in anderer Form existirende in gleicher Weise zu und umgekehrt.

All das ist die einfache Consequenz des neuen Begriffs der Energie und des Satzes: *causa aequat effectum*. Wir glauben, dass dies der Gedankengang Mayer's war: die Idee von der Unzerstörbarkeit der Energie ist der Kern, um den sich alle andern Gedanken gruppieren; von ihr geht er in allen seinen Abhandlungen aus, aus ihr folgt in einfacher Entwicklung der Satz von der Aequivalenz von Arbeit und Wärme und von der Aequivalenz aller Energien überhaupt; jene bestimmte er numerisch

Wenn wir unter diesem Gesichtspunkte seine schriftstellerischen Arbeiten näher betrachten, so erscheinen sie uns nur als weitere Ausführungen des grossen Gedankens, den Mayer der Menschheit offenbaren durfte. Seine Ausführungen über den Stoffwechsel, über das Fieber, über die Dynamik des Himmels erscheinen uns dann als einfache Wahrheiten, die wir eigentlich auch selbst hätten finden können; und darauf beruht grossentheils die Klarheit und Durchsichtigkeit des Styls, in dem alles von Mayer Geschriebene sich uns darstellt. Wir können uns auf das Einzelne nicht einlassen: wer Mayer ganz kennen lernen will, der muss seine eigenen Worte studiren.

Freuen wir uns, dass unser Vaterland einen solchen Mann hervorgebracht hat, der den ersten Rang unter den Naturforschern desselben aus allen Zeiten einnimmt, und wundern wir uns nicht, dass von verschiedenen Seiten her seine Verdienste nicht voll gewürdigt werden. Es ist das Schicksal bevorzugter Geister, zuerst kein Verständniss zu finden, weil sie ihrer Zeit vorausseilen, und dann in ihrer ganzen Bedeutung nicht gewürdigt zu werden, weil ihre Gedanken langsam in die Sprache der Wissenschaft eindringend schliesslich jedem Jünger derselben so einfach und naheliegend erscheinen, dass er ihres Ursprungs sich nicht mehr klar bewusst wird. Das sorgfältige, immer erneute Studium der ursprünglichen Worte ist hier Pflicht Jedermanns, der in die Geheimnisse der Natur eindringen will, und der beste Dank, den wir dem Verstorbenen noch nach seinem Tode darbringen können.
