



Heidelberger Texte zur Mathematikgeschichte

Autor: **Hermann von Helmholtz** (1821–1894)
Titel: **Robert Mayer's Priorität**
Quelle: Hermann von Helmholtz: Vorträge und Reden. -
Braunschweig : Vieweg
Band 1. - 4. Aufl. - 1896
Seite 401 – 414
Signatur UB Heidelberg: O 400-1::1(4)

Anhang zu dem Vortrag
„Ueber die Wechselwirkung der Naturkräfte“ (S. 48).

1) Robert Mayer's Priorität.

(Zugefügt 1883.)

In dem oben genannten Vortrage habe ich Robert Mayer als den Ersten genannt, der das Gesetz von der Erhaltung der Kraft in seiner Allgemeinheit richtig aufgefasst habe. So weit ich finden kann, ist dies der Zeit nach überhaupt die erste Hervorhebung seines Verdienstes gewesen, durch die ein grösserer Kreis des wissenschaftlichen Publikums auf dasselbe aufmerksam gemacht werden konnte. Auch bei Dühning „Robert Mayer, der Galilei des neunten Jahrhunderts“ 1880, finde ich keine frühere anerkennende Erwähnung citirt, die angeführte freilich auch nicht. Bei einer früheren Gelegenheit habe ich die Priorität Mayer's gegen die englischen Freunde von Joule zu vertheidigen gehabt, welche geneigt waren, jede Berechtigung Mayer's zu leugnen. Ein zu diesem Zweck an Prof. P. G. Tait von mir geschriebener Brief ist in der Einleitung zu dessen Buch: „Sketch of Thermodynamics“, Edinburgh 1868, sowie in der kürzlich erschienenen Sammlung meiner wissenschaftlichen Abhandlungen, Bd. I, S. 71 bis 73 abgedruckt.

In neuerer Zeit sind Vertreter der entgegengesetzten Richtung aufgestanden, welche, soweit ihren Angriffen wissenschaftliche Motive zu Grunde liegen, die fast schon erloschene Hoffnung, reelle Kenntnisse auf speculativem Wege gewinnen zu können, neu zu beleben glaubten, indem sie das Gesetz von der Erhaltung der Kraft als eine Erkenntniss a priori, und Robert Mayer als den Heros des reinen Denkens feiern. Die Darstellungsweise, welche er in den Einleitungen seiner ersten beiden Aufsätze gewählt hat, erleichtert allerdings eine solche Missdeutung seiner Leistungen.

Der alten, namentlich in metaphysischen Streitigkeiten seit Jahrtausenden bewährten Regel entsprechend, wonach die Er-

bitterung bei wissenschaftlichen Streitigkeiten um so grösser ist, je schlechter die Gründe sind, wurden diese Angriffe nicht in höflichen Formen ausgeführt. Diejenigen Naturforscher, welche sich gleichzeitig oder unmittelbar nach Mayer mit dem gleichen Gegenstande beschäftigt und dabei die inductiven Methoden aller Erfahrungswissenschaft befolgt hatten, wurden herabgesetzt, weil sie sich bemühten, Experimente anzustellen über Fragen, die durch das Schauen des Genius, den sie nicht verstanden, schon vorher entschieden worden waren. Ich selbst bin als einer der schlimmsten Uebelthäter dargestellt worden und verdanke dies, wie ich voraussetze, dem Umstande, dass ich durch meine Untersuchungen über Sinneswahrnehmungen mehr als andere meiner Fachgenossen mit erkenntnistheoretischen Fragen in Berührung gekommen bin. Ich habe mich bestrebt, Alles was ich noch von Nebeln eines falschen scholastischen Rationalismus vorfand, zu zerstreuen. Dass ich mich dadurch bei den stillen und offenen Anhängern metaphysischer Speculation nicht beliebt gemacht habe, wusste ich längst vor diesen Streitigkeiten über Robert Mayer, und hatte auch längst schon eingesehen, dass es nicht anders sein könne.

Eine unbillig grosse Rolle spielte dabei mir gegenüber der Umstand, dass ich bei Abfassung meiner kleinen Schrift: „Ueber die Erhaltung der Kraft“ (Berlin 1847), Mayer's damals erschienene zwei Abhandlungen noch nicht kannte. Der Leser wird aus Folgendem vielleicht ersehen, warum Mayer's erste Schrift von 1842 nicht viel Wahrscheinlichkeit raschen Bekanntwerdens für sich hatte. Alle anderen Autoren über den Gegenstand, so weit sie mir bekannt waren, hatte ich genannt. Unter diesen war Joule, dem gegenüber ich niemals für die Idee des Wärmeäquivalents den geringsten Schein eines Prioritätsrechtes hätte in Anspruch nehmen können oder je in Anspruch genommen habe. In den Augen meiner Gegner half es mir nichts, dass ich später, nachdem ich Robert Mayer's Schriften kennen gelernt, und lange, ehe meine Gegner von ihm etwas wussten, über die Entdeckung des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft niemals gesprochen habe, ohne ihn in erster Linie zu nennen, wie man aus den Vorträgen von 1862 und 1869 ersehen kann. Ich bin wahrscheinlich der Erste in Deutschland gewesen, der sich überhaupt bemüht hat, die Aufmerksamkeit des wissenschaftlichen Publikums auf ihn zu lenken.

Die Maasslosigkeiten der Angriffe meiner Gegner haben den gebildeteren Theil der Leser schnell orientirt, so dass ich mir

das wenig erfreuliche Geschäft, auf die nicht wissenschaftlichen Seiten des Streites zurückzukommen, ersparen kann.

Was von wissenschaftlichen Motiven in jenen Angriffen steckt, ist bisher noch nicht deutlich genug herausgehoben worden. Es ist der alte Gegensatz zwischen Speculation und Empirie, zwischen der Werthschätzung des deductiven und des inductiven Wissens, der hier zu einer sehr verschiedenen Werthschätzung der Leistungen Robert Mayer's geführt hat. Ich kann darüber nicht schweigen, da ich ihn selbst oft rühmend erwähnt habe, ohne eine Beschränkung hinzuzufügen. Letzteres geschah aus persönlicher Rücksicht, seines leidenden Zustandes wegen. Aber sein Name wird nun gebraucht, um wissenschaftliche Principien zu empfehlen, die ich für radical falsch halte, und die leider für die gebildeten Klassen Deutschlands ihre verführende Kraft noch immer nicht ganz verloren haben, daher muss ich diese Rücksicht bei Seite setzen.

Bei der Auffindung des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft und seiner vollen Allgemeingültigkeit handelte es sich für Jemanden, der die mathematisch-mechanische Literatur des vorigen Jahrhunderts einigermaassen kannte, keineswegs um eine durchaus neue Induction, sondern nur um die letzte Präcisirung und vollständige Verallgemeinerung einer schon längst herangewachsenen inductiven Ueberzeugung, die sich schon mannigfach ausgesprochen hatte. Nachdem Leibnitz den Begriff der lebendigen Kraft, d. h. des Arbeitsäquivalents der Bewegung bewegter Massen, aufgestellt hatte, spielte das sogenannte Gesetz „von der Erhaltung der lebendigen Kraft“ eine wichtige Rolle in allen mechanischen Untersuchungen jener Zeit. Vorzugsweise war es Daniel Bernoulli, der um die Mitte des vorigen Jahrhunderts dieses Gesetz in den verschiedenartigsten Anwendungen durchzuführen bemüht war. Aber man wusste, dass dasselbe nur gültig sei für Bewegungskräfte, die von der Zeit und Geschwindigkeit unabhängig sind und dabei eine besondere Art räumlicher Vertheilung haben, Kräfte, die wir jetzt kurz zusammenfassend „conservativ“ nennen. Allerdings wagten die grossen Mathematiker des vorigen Jahrhunderts, die streng und vorsichtig in ihren Verallgemeinerungen vorgingen, ihre Vermuthung, dass alle elementaren Kräfte conservativ seien, noch nicht als wissenschaftlichen Satz auszusprechen. Abgesehen davon, dass Männer, die an ernste wissenschaftliche Arbeit gewöhnt sind, nicht alle ihre Vermuthungen und gelegentlichen Einfälle in die Welt hinauszuplaudern pflegen, um damit vor den Unverständigen zu

glänzen, so hatten sie noch die besondere Aufgabe vor sich, die Menschheit von dem falschen Rationalismus der Scholastik zur strengen Schätzung der Thatsachen zu erziehen, und mussten deshalb doppelt vorsichtig sein. Dass sie aber sehr fest an die Allgemeingültigkeit des Gesetzes von der Erhaltung der lebendigen Kraft geglaubt haben, dafür liegt eine ganz entscheidende Thatsache vor, nämlich der im Jahre 1775¹⁾ gefasste Beschluss der Académie des Sciences zu Paris, dass fortan von der Akademie kein angebliches Perpetuum mobile mehr in Berücksichtigung genommen werden solle, ebenso wenig, wie die angeblichen Lösungen der Quadratur des Cirkels und der Trisection des Winkels. In der Begründung dieses Beschlusses wird kurzweg und ganz bestimmt gesagt: „Le mouvement perpétuel est absolument impossible.“ Der wissenschaftliche Beweis der Unmöglichkeit der Lösung der genannten drei Probleme war zu jener Zeit noch nicht zu geben. Für die Quadratur des Cirkels ist er erst im letzten Jahre Herrn Lindemann gelungen. Wenn ein strenger Beweis der Unmöglichkeit der Lösung bekannt gewesen wäre, hätte sich die Akademie nicht durch einen solchen Beschluss gegen nutzlose Vergeudung ihrer Zeit zu wahren gebraucht. Aber in Entscheidungen für das praktische Handeln muss man oft Motiven folgen, die nur einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich haben, und eine solche durch viele vorausgegangene vergebliche Versuche inductiv gewonnene Ueberzeugung spricht sich offenbar in jenem Beschlusse der Akademie aus, genügend fest für einen solchen, wenn sie auch noch nicht als wissenschaftliches Theorem erwiesen werden konnte.

Also die eine Seite des Problems, das „nil fieri ex nihilo“, wie es Robert Mayer bezeichnet, war für Arbeitswerthe hier schon als gemeinsame Ueberzeugung einer Versammlung der hervorragendsten Sachverständigen jener Zeit ausgesprochen. Die andere Seite, das „nil fieri ad nihilum“, die Unzerstörbarkeit der Arbeitswerthe wurde noch nicht direct ausgesprochen. Sie lag aber schon sehr nahe. Denn, soweit conservative Naturkräfte wirken und das Gesetz von der Erhaltung der lebendigen Kräfte gilt, ist Zerstörung von Arbeitsäquivalenten ebenso wenig möglich, als Neuerzeugung. Eben deshalb ist in dem Namen jenes Principis das Wort „conservatio“. „Erhaltung“ gebraucht.

Diese Seite des Problems konnte überhaupt erst aufgehell

¹⁾ Histoire de l'Académie Royale des Sciences. Année 1775, p. 61 et 65.

werden, nachdem eine bessere Einsicht in die eigentliche Natur der Wärme gewonnen war. Der Gang der experimentellen Forschung war damals der Erkenntniss, dass die Wärme eine Form der Bewegung und nicht ein Stoff sei, eher ungünstig als günstig. Die Entdeckung des Sauerstoffs und die daran sich knüpfende neue Verbrennungstheorie führten zunächst zur umfassenden Durchführung der Calorimetrie. Die durch chemische Prozesse zu entwickelnde Wärme, die bei den Aenderungen der Aggregatzustände verschwindende und frei werdende Wärme, die Wärmecapacität der verschiedenen Substanzen, Alles dies wurde eifrig studirt; eine Menge mühsamer Untersuchungen begründeten hier ein neues wichtiges Gebiet der Physik. Bei allen diesen Vorgängen aber verhielt sich die Wärme gerade so, wie ein unzerstörbares Quantum einer Substanz, und sie liessen sich viel bequemer und einfacher durch die Annahme eines imponderablen Wärmestoffs erklären, als durch eine Bewegungshypothese, deren klare Durchführung und Auffassung ein gewisses Maass mathematisch-mechanischer Bildung verlangte. Aber diese war mit experimenteller Kenntniss der Thatsachen in älterer Zeit seltener vereinigt, als dies jetzt der Fall ist. Ja es gab Physiker, welche principiell verlangten, dass experimentelle und mathematisch-theoretische Arbeit ganz getrennt bleiben müssten. Auch die neu gefundene Arbeitserzeugung durch Wärme mittelst der Dampfmaschine schien sich anfangs noch unter die Vorstellung von Wärmestoff bringen zu lassen, da Sadi Carnot nachwies, dass Wärme nur arbeite, wenn sie aus dem dichteren Zustande, der höheren Temperaturen entspricht, in den verdünnteren Zustand niederer Temperatur übergehe und sie sich hierin durchaus einem durch Ausdehnung arbeitenden Gase ähnlich zu verhalten schien.

Wenn in einer Periode eine grosse Menge neuer Thatsachen aufgefunden wird, die sich alle willig und sogar quantitativ genau unter eine bestimmte Hypothese ordnen, und wenn diese Hypothese sich also als werthvolles heuristisches Princip für die Auffindung neuer Gesetzmässigkeit bewährt, so bekommt sie leicht ein zu grosses Gewicht in den Augen der Forscher. Diese gewöhnen sich daran, einzelne widersprechende Thatsachen als vorläufig unerklärte, aber vielleicht nur scheinbare Ausnahmen bei Seite zu schieben, in der Hoffnung, dass die Zukunft die besonderen Bedingungen kennen lehren werde, durch welche sie zu Stande kommen.

So war die Lage der Dinge etwa um das Jahr 1840. In der Wärmelehre waren längst solche Vorgänge gefunden, die mit der Annahme eines imponderablen Wärmestoffs schwer oder gar nicht zu vereinigen waren. Dies waren Rumford's und Humphrey Davy's Versuche über Reibungswärme. Die Versuche Rumford's suchte Berthollet allerdings in seinem *Essai de Statique chimique* (1803) mit der Hypothese des imponderablen Wärmestoffs zu vereinigen; Davy's Versuche waren dagegen vollkommen zwingend und wenn sich auch noch Niemand fand, der eine bestimmtere Vorstellung über die Art der Wärmebewegung auszubilden wusste, so wurde die Möglichkeit einer solchen Erklärungsweise doch nicht bloss in wissenschaftlichen Abhandlungen, sondern selbst in Lehrbüchern und Schulen besprochen. Ich selbst erinnere mich, dass ich in der Tertia des Potsdamer Gymnasiums einen Aufsatz darüber zu machen hatte. Sowie also Jemand mit einigem Verständniss für die mathematisch-mechanischen Begriffe an dieses Problem kam und ihm ernsthaft seine Aufmerksamkeit zuwendete, war nothwendig die erste Frage, ob das Gesetz von der Erhaltung der lebendigen Kraft, das die Behandlung der Bewegungsprobleme so wesentlich erleichterte, in diesem Fall als gültig angesehen werden könne. Wenn diese Frage bejaht und Wärme demnach als ein Quantum lebendiger Kraft angesehen werden durfte, dann eröffnete sich unmittelbar die Aussicht, dass die grösste Zahl der bisher angenommenen Ausnahmen von jenem Gesetze, welche die Reibung veranlasste, beseitigt wurden. Die durch Reibung entstandene Wärme konnte als das Aequivalent der scheinbar verloren gegangenen lebendigen Kraft in Anspruch genommen werden.

Offenbar hat die Unbestimmtheit der Vorstellung von der Wärmebewegung die theoretischen Physiker lange Zeit abgehalten, das Problem anzugreifen. Es mussten erst wichtige und bestimmt abgegrenzte Fragen auftauchen, wie die über den Ursprung der Triebkräfte und der Wärme in den lebenden Wesen, deren Beantwortung nur von der Entscheidung über die Erhaltung der Kraft bei der Wärmebewegung abhing, ohne dass die besondere Natur dieser Bewegung weiter in Frage kam.

Dass die Sache so lag, wie ich sie hier schildere, kann ich aus eigener persönlicher Erfahrung sehr bestimmt behaupten, da ich selbst diesen Weg gegangen bin, ohne von Mayer und anfangs auch ohne von Joule etwas zu wissen. In meinen Augen war die Arbeit, die ich damals unternahm, eine rein

kritische und ordnende, deren Hauptzweck nur sein konnte, eine alte, auf inductivem Wege gewachsene Ueberzeugung an dem neu gewonnenen Material zu prüfen und zu vervollständigen. Es war immerhin noch viel Arbeit im Einzelnen zu thun, das Material vollständig zu sammeln, zwischen verschiedenen möglichen Erklärungen die Entscheidung zu suchen u. s. w. Ich selbst aber habe die leitenden Gesichtspunkte, denen ich folgte, damals durchaus nicht für neu, sondern für sehr alt gehalten, und habe deshalb auch die Bezeichnung meines Aufsatzes: „Ueber die Erhaltung der Kraft“, so gewählt, um ihn als eine Erweiterung des alten Princips „von der Erhaltung der lebendigen Kraft“ zu charakterisiren, ebenso wie ich in der Einleitung an die alte Frage von der Möglichkeit des Perpetuum mobile angeknüpft habe.

Nun will ich nicht behaupten, namentlich nicht in Beziehung auf Robert Mayer, dem die Gelegenheit, den damaligen Inhalt der Wissenschaft kennen zu lernen, vielleicht knapper als mir zugemessen war, dass nicht eine aner kennenswerthe Sicherheit und Selbständigkeit des Denkens dazu gehörte, um einen Weg einzuschlagen und auf ihm richtig fortzugehen, dessen Tradition den damaligen experimentellen Physikern ziemlich fern lag. Was Mayer in dieser Beziehung geleistet hat, können nur Wenige leisten. Ich muss nur vor der ungerechtfertigten Uebertreibung warnen, als sei sein Gedanke eine neue Einsicht ohne vorausgehende Vorbereitung gewesen.

Robert Mayer's erste Abhandlung, die ihm die Priorität dessen sichert, was an der besprochenen neuen Einsicht neu war, fällt in das Jahr 1842. Er hatte bis dahin Medicin studirt, und nach einer Reise, die er als Schiffsarzt nach Java gemacht, sich in Heilbronn als praktischer Arzt niedergelassen. Der betreffende Aufsatz ist sehr kurz, giebt keine Beweise, wenigstens nichts, was ein Naturforscher als Beweis anerkennen würde, sondern stellt nur „Thesen“ auf. Dem Zwecke, die Priorität zu sichern, genügt sie jedoch und, unter diesem Gesichtspunkt angesehen, ist Alles, was sonst an ihr auffällt, verständlich. Das wesentlich Neue, was sie bringt, ist die Behauptung, dass eine bestimmte Wärmemenge einem bestimmten Arbeitsbetrage äquivalent sein müsse. Zugleich ist eine Methode angegeben, diesen Betrag zu berechnen und die Rechnung ausgeführt. Dass deren Resultat (365 kgm) ziemlich weit von dem später festgestellten Werthe (425) abweicht, kann Mayer nicht zur Last gelegt

werden. Die der Rechnung zu Grunde liegende Annahme, die Abkühlung eines sich dehnenden Gases entspreche der äusseren Arbeit desselben, hätte, wie Mayer später zeigte, durch Berufung auf ein von Gay-Lussac ausgeführtes Experiment gestützt werden können. Er hat diesen Versuch nicht angeführt; zu einer blossen Prioritätssicherung war dies auch nicht nöthig. Autoren, die zu solchem Zwecke eine Notiz veröffentlichen, finden es zuweilen wünschenswerth, den Weg des Beweises noch nicht vollständig zu zeigen.

Wenn aber die Notiz als eine, vielleicht absichtlich unverständlich gehaltene Prioritätssicherung angesehen werden soll, so konnten Mayer's Bewunderer einen unmittelbaren grossen Erfolg derselben bei den Naturforschern nicht erwarten. Man denke nur die damalige Situation: Ein gänzlich unbekannter junger Arzt veröffentlicht eine kurze Notiz, worin er versichert, er glaube, dass jede Wärmeeinheit ein bestimmtes Arbeitsäquivalent habe und das müsse 365 m Hebung der Gewichtseinheit für einen Grad Celsius entsprechen. Was er an Erläuterungen hinzufügt, sind einige seit alter Zeit aus den Anwendungen des Principis von der lebendigen Kraft bekannte Thatsachen, auf den Fall der Körper bezüglich. In diesen¹⁾ ist das Arbeitsäquivalent der Bewegung sogar fehlerhaft berechnet, indem der Factor $\frac{1}{2}$ aus dem Werthe der lebendigen Kraft weggelassen ist. Eine andere unrichtige Versicherung²⁾, dass nämlich Eis durch den unerhörtesten Druck nicht in Wasser verwandelt werden könne, würde dem Leser damals noch nicht als thatsächlich falsch aufgefallen sein, aber doch ein zweifelhaftes Licht auf die wissenschaftliche Vorsicht des Autors geworfen haben. Eingeleitet ist das Ganze durch Folgerungen aus dem Satze: „causa aequat effectum“, die Ursache ist der Wirkung an Grösse gleich, aus welchem mittelst einer sehr bedenklichen Interpretation herausgelesen wird, dass, was als Ursache wirke, unzerstörbar sei. Diese Einleitung erscheint als das Einzige, was nach dem Sinne des Autors einen Beweis vertreten sollte. Es war eine Art des Beweises, die, an sich vollkommen ungenügend, in jener Zeit kräftiger Reaction gegen die speculativen Ueberschwenglichkeiten der Hegel'schen Philosophie, jeden aufgeklärten Naturforscher gleich

¹⁾ S. 6 in der Sammlung von R. Mayer's Abhandlungen: „Die Mechanik der Wärme.“ Stuttgart 1874.

²⁾ R. Mayer, Die Mechanik der Wärme. S. 8.

von vornherein vom Weiterlesen abschrecken mochte, noch ehe er auf der zweiten Seite die Kräfte kurzweg mit den Imponderabilien identificirt fand und auf der vierten und sechsten Seite jenen schon angeführten Fehlern begegnete. Dass in dieser Abhandlung wirklich bedeutende Gedanken steckten, dass sie nicht in die breite Literatur von unklaren Einfällen gehörte, welche alljährlich von schlecht unterrichteten Dilettanten aufgetischt werden, konnte höchstens ein Leser merken, der schon ähnliche Gedanken in sich herumgewälzt hatte, und diese unter dem etwas fremdartigen Wortgebrauch des Autors wieder zu erkennen wusste. Liebig, der im Jahre, als Mayer's Abhandlung erschien, sein Buch über Thierchemie herausgab, in der er die Frage des chemischen Ursprungs der thierischen Wärme eingehend erörterte, war vielleicht ein solcher Leser, und nahm deshalb den Aufsatz in sein Journal der Chemie auf. Dort werden freilich Physiker und Mathematiker kaum Aufschlüsse über die Principien der Mechanik gesucht haben und dies ist noch ein Nebenumstand, der dem Bekanntwerden des Aufsatzes hinderlich sein mochte.

Das Liebäugeln mit der Metaphysik in Mayer's beiden ersten Veröffentlichungen erklärt sich wohl aus der damaligen Unzulänglichkeit seines empirischen Materials. Einem findigen und nachdenklichen Kopfe, wie er unzweifelhaft war, gelingt es gelegentlich auch aus dürftigem und lückenhaftem Material richtige Verallgemeinerungen zu bilden. Wenn er dann aber die Beweise dafür zu Papier zu bringen sucht und das Ungenügende derselben fühlt, so kommt er leicht dazu, sich mit unbestimmt allgemeinen Betrachtungen von zweifelhaftem Werthe helfen zu wollen. So beginnt, wie schon bemerkt, Robert Mayer seine erste Abhandlung mit Betrachtungen über den vieldeutig unbestimmten Satz: „Causa aequat effectum“ und schiebt diesem einen Sinn unter, wonach die Wirkung mit demselben Werthe ihrer Grösse wieder neue Ursache müsse werden können. Aus dem „aequat“, d. h. „ist gleich“, wird gemacht ein „bleibt gleich“. Abgesehen hiervon und von der weiteren Frage, ob der genannten letzteren Deutung nicht eine Verwechslung der Begriffe von „Ursache und Wirkung“ mit „Veranlassung und Folge“ zu Grunde liege, ist klar, dass die in der Natur sich vorfindenden Arbeitsäquivalente erst dann als causa und effectus, von denen jener Satz redet, aufgefasst werden dürfen, wenn ihre Unzerstörbarkeit bewiesen ist, d. h. dasjenige als Voraussetzung schon feststeht, was unser Autor aus jenem Satze herzuleiten sich bemüht. Ebenso

ist es mit den Sätzen, die er an die Spitze der zweiten Abhandlung des Jahres 1845 stellt: *Ex nihilo nil fit. Nil fit at nihilum.* (Aus nichts wird nichts. Nichts wird zu nichts.) Jetzt, wo man den grossen Zusammenhang der Arbeitsäquivalente des Weltalls kennt und in weitem Umfang empirisch nachgewiesen hat, kann man sagen, dass sie als *Ens*, welches nicht zu Nichts werden und nicht aus Nichts entstehen könne, gefasst werden dürfen. Dazu war doch aber kein Recht da, ehe ihre Beständigkeit erfahrungsmässig nachgewiesen war. So genügt Mayer's erste Arbeit allerdings dazu, um jetzt nachträglich zu erkennen, dass er schon im Jahre 1842 den Sinn und die Gültigkeit des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft im Wesentlichen richtig erfasst hatte, wenn auch die Art, wie er seine Erkenntniss darzustellen sich bemüht, noch von ziemlich starker Befangenheit in dem falschen Rationalismus der damaligen medicinischen Schulen und der damaligen Naturphilosophie zeugt.

Was Joule's gleichzeitige Arbeiten betrifft, so hatte dieser schon vor Mayer's erster Veröffentlichung, im Jahre 1841, Versuche ausgeführt, die ein mit der Frage über das mechanische Wärmeäquivalent nahe verwandtes Thema behandeln, nämlich die Beziehungen zwischen der Wärme und den elektrischen Kräften einer galvanischen Batterie. Er hatte durch diese nachgewiesen, soweit die Genauigkeit der damals angewendeten Methoden dies zuliess, dass die gesammte Wärmeentwicklung im Leitungskreise einer galvanischen Batterie unabhängig von der Zusammensetzung dieses Kreises und proportional sei dem Betrage der in dem Kreise eingetretenen chemischen Zersetzungen¹⁾. Noch in demselben Jahre 1841²⁾ berichtet er über eine weitere Reihe von Versuchen, aus denen hervorgeht, dass die elektrisch entwickelte Wärme der chemisch zu entwickelnden nicht nur proportional, sondern gleich sei, und dass diese Wärme in diesem Falle nicht an dem Orte, wo die chemischen Prozesse vor sich gehen, sondern in der ganzen Länge des Schliessungsbogens zum Vorschein komme. Nun erst erschien Robert Mayer's erster Aufsatz im Mai 1842. Joule hatte also um diese Zeit ein für die allgemeine Durchführung des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft höchst wichtiges Thema selbständig behandelt und durch-

¹⁾ Philosoph. Magazine XIX, p. 260.

²⁾ Ebenda XX, p. 98. Februar 1842. Gelesen vor der Liter. and Philosoph. Society of Manchester, 2. November 1841.

geführt. Unmittelbar folgerte er aus diesen Thatsachen allerdings noch nichts, was mit diesem Gesetz zusammenhängt, sondern er sprach nur die Vermuthung aus, dass auch bei den directen chemischen Verbrennungen die Wärmeentwicklung durch einen ähnlichen elektrischen Prozess bedingt sei. Diese Aehnlichkeit ist allerdings nach neueren Ansichten eine ziemlich fernliegende; Joule's Schluss ist nur dadurch für die Richtung seiner Gedanken bezeichnend, dass er sich nicht auf die Annahme eines am Orte des chemischen Processes frei gewordenen und von der Elektrizität nur transportirten imponderablen Wärmestoffs einlässt. Im Gegentheil, indem er durchaus folgerichtig auf seinem Wege weiter geht, unternimmt er im nächsten Jahre, diese letztere Möglichkeit an den magnetelektrischen Strömen zu prüfen. In diesen besteht kein Prozess, der gebundene Wärme frei machen könnte. Wenn auch bei diesen Wärme nur transportirt würde, müsste sie da fehlen und Kälte entwickelt werden, wo die elektromotorischen Kräfte wirken, nämlich in den inducirenden Spiralen. Der Versuch widerlegt diese Voraussetzung. Er zeigt im Gegentheil, dass durch die inducirten magnetelektrischen Ströme bald neue Wärme unter Verbrauch von Arbeit erzeugt wird, bald, an Stelle der nicht entwickelten Wärme, mechanische Arbeitsleistung auftritt. Schliesslich wird das Verhältniss zwischen der verlorenen Arbeit und der gewonnenen Wärme bestimmt und im Mittel zu 838 englischen Fuss per Grad Fahrenheit (d. h. 460 m für 1° C.) gefunden. Diesen vom Juli 1843 datirten Mittheilungen¹⁾ ist noch eine vom August datirte angefügt, welche die erste Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents durch Reibung von Wasser liefert und auf 770 Fuss per 1° F. (422 m per 1° C.), also schon sehr nahe den besten später bestimmten Werthen, bestimmt.

Alles dies ist zwei Jahre vor Robert Mayer's zweitem Aufsatze veröffentlicht. Joule versicherte, Mayer's erste Notiz von 1842 um jene Zeit noch nicht gekannt zu haben. Nehmen wir, aller Wahrscheinlichkeit zum Trotz, an, er habe sie gekannt. Was konnte sie ihm geben, selbst wenn er sich die Mühe nahm, die richtige Interpretation ihres Sinnes zu suchen und durch eigenes Nachdenken zu ergänzen, was ihr Autor nicht erklärt hatte? Doch keinesfalls eine sichere Ueberzeugung von der

¹⁾ Philosophical Magazine XXIII, p. 265, 347, 435. Octbr. bis Decbr. 1843. Vorgetragen am 21. August 1843 vor der British Association.

Richtigkeit der vorgetragenen Ansicht; ein thatsächlicher Beweis, wie ihn Joule verlangt haben würde, war nicht gegeben. Allenfalls konnte ein wohlwollender Leser einsehen, dass dies eine beachtenswerthe Hypothese sei und konnte den Anstoss zu eigenen Ueberlegungen über das Thema empfangen. Wenn Joule um die Zeit, als Mayer's Notiz erschien, plötzlich angefangen hätte in einer neuen Richtung zu arbeiten, so hätte die Hypothese, er habe von dort seinen Anstoss empfangen, etwas Glaubhaftes. Aber er ging folgerichtig weiter in den Arbeiten, mit denen er vorher beschäftigt war. Der ganze Zusammenhang, wie er zu seinen Ergebnissen kam, liegt klar vor unseren Augen und zeigt, dass Joule keines äusseren Anstosses bedurfte, um sich der Frage über die Aequivalenz von Wärme und Arbeit zuzuwenden. Was er im Jahre 1843 gab, waren wirklich die ersten thatsächlichen Beweise für diese Aequivalenz.

Die von Mayer gegebene Berechnung dieser Grösse für einen Fall, selbst wenn sie als begründet anerkannt wurde, bewies nichts. Es musste gezeigt werden, dass ganz verschiedene Vorgänge genau denselben Werth ergeben, was Joule in der That gethan hat. Dadurch erst wurde Mayer's Ansicht über den Rang einer nicht unwahrscheinlichen Hypothese hinausgerückt. Ausserdem lieferte Joule hier zum ersten Male den Nachweis, dass mechanische Arbeitsleistung an Stelle von Wärme treten könne. Die Leistungen der Dampfmaschinen hatten Carnot und Clapeyron zunächst mit der Theorie vom Wärmestoff in geschickte Uebereinstimmung gebracht und Mayer hatte, was er an thatsächlicher Belegung für seine Ansicht von der Arbeit der Gase hatte, noch zurückgehalten.

Uebrigens hatte auch der durch viele pharmaceutisch-chemische Arbeiten bekannte K. Fr. Mohr schon im Jahre 1837, also vor Mayer's erstem Aufsätze, den Abriss einer mechanischen Theorie der Wärme¹⁾ veröffentlicht, der in vielen Beziehungen der später entwickelten mathematischen Theorie entspricht. Freilich misslingt es ihm, die richtige Beziehung zwischen Wärme und mechanischer Kraft aufzufinden. Aber er sucht doch nach einer solchen und der Aufsatz zeigt, dass um jene Zeit ähnliche Speculationen nicht ungewöhnlich waren; er zeigt aber auch, wie weit Mayer ihm überlegen war.

¹⁾ Annalen der Pharmacie, Bd. XXIV, S. 141.

Ich hoffe meinen Lesern dargethan zu haben, dass das längere Verborgensein von Robert Mayer's erster Arbeit sich aus sehr begreiflichen und berechtigten Ursachen erklärt, dass Mayer ein höchst selbständiger und scharfsinniger Kopf war, von dem man grosse Leistungen erwarten durfte, wenn auch nicht ein solcher, der Dinge geleistet hätte, die andere seiner Zeitgenossen nicht hätten vollbringen können und thatsächlich auch ohne seine Unterstützung vollbracht haben. Ist ihm nun schweres Unrecht durch Vernachlässigung geschehen, wie dies seine Anhänger darstellen? Wenn man seinen ersten Aufsatz von 1842 als Prioritätssicherung auffasst, so hat er als solche seine Dienste gethan. Wenn dieser Aufsatz nicht existirte, so würde nichts beweisen, dass Mayer seine Ideen nicht von Joule empfangen habe. Für diesen Aufsatz mehr zu verlangen, nämlich, dass er auf seine Leser überzeugend wirken sollte, scheint mir ein Verkennen der richtigen Grundlagen wissenschaftlichen Beweises zu sein. Der zweite Aufsatz fiel in eine Zeit, wo theils kurz vorher, theils gleichzeitig, theils kurz nachher Joule und ich selbst dieselbe Sache in Angriff genommen hatten. Auch für uns war das Beharrungsvermögen der bestehenden Meinung nicht ganz leicht und nicht sehr schnell zu überwinden. Das höchste Interesse für den Träger einer neuen Idee sollte vor Allem sein, dass diese Idee die Ueberzeugung der Menschen für sich gewinne. Wenn für Robert Mayer diese Genugthuung bis in den Anfang des nächsten Jahrzehnts auf sich warten liess, so wird man dies einer so tief gehenden Aenderung der wissenschaftlichen Anschauungen gegenüber, wie sie hier verlangt wurde, kaum für eine lange Frist halten dürfen. Freilich wurde ihm die persönliche Befriedigung, sich als den ersten Apostel dieser Idee anerkannt zu sehen, noch etwas länger versagt. Aber mindestens seit 1854, d. h. neun Jahre nach seiner definitiven Publikation, begannen sein Name und sein Verdienst bekannt zu werden und es sind ihm die äusseren Zeichen der Verehrung und Anerkennung später vielfach zu Theil geworden. Natürlich hätte die Sache anders gelegen, wenn es ihm vergönnt gewesen wäre, an wissenschaftlicher Arbeit und an der thatsächlichen Beweisführung für die von ihm vertretenen Ideen rüstig weiter Theil zu nehmen. Er hat das bittere Schicksal eines früh invalide gewordenen Kämpfers gehabt; und leider ist die Menschheit für solche weder so rücksichtsvoll noch so dankbar als sie es sein müsste. Mayer's wenige spätere Schriften

zeigen, dass er sich den hellen Geist in Perioden von Wohlbefinden auch in späteren Zeiten noch voll bewahrt hatte; aber ausdauernder wissenschaftlicher Arbeit durfte er sich, wie es scheint, nicht mehr unterziehen.

Für die unvollendete Form, in der seine Arbeiten geblieben sind, erwächst ihm in keiner Weise ein persönlicher Vorwurf. In Mayer's Schicksal aber liegt für die heranreifenden Jünger der Wissenschaft die Lehre, dass die besten Gedanken in Gefahr kommen fruchtlos zu bleiben, wenn ihnen nicht die Arbeitskraft zur Seite steht, welche auszuharren vermag, bis der überzeugende Beweis für ihre Richtigkeit geführt ist.
