

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

**Robert-Mayer-Gedenkstunde zum hundertjährigen
Bestehen des Gesetzes von der Erhaltung der Energie**

Technische Hochschule Karlsruhe

Karlsruhe, 1942

[urn:nbn:de:bsz:31-139817](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-139817)

OZA

49

21

OZ

4

2

02
AB9 121 -

Karlsruher Akademische Reden

21.

Robert-Mayer-Gedenkstunde

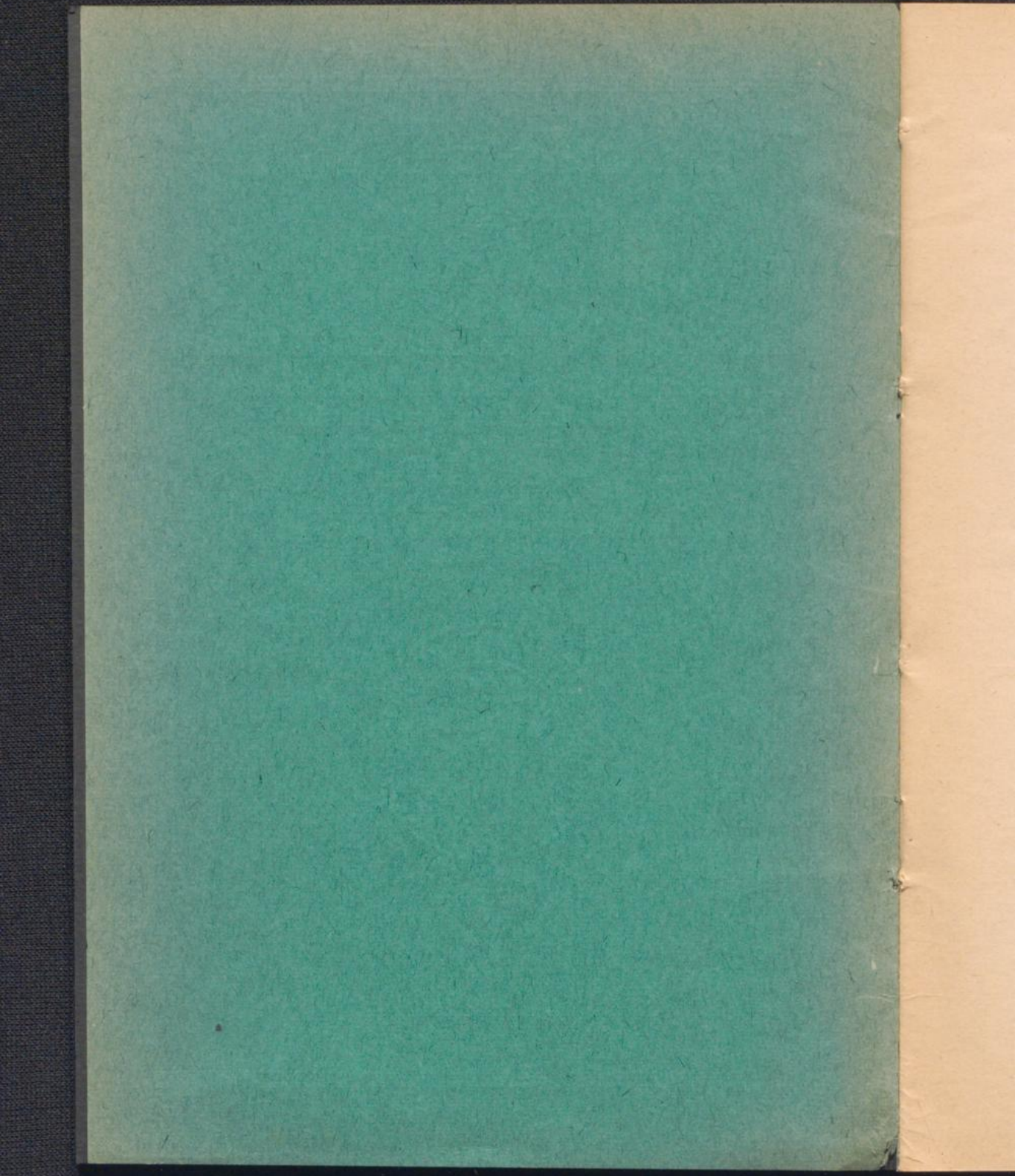
zum hundertjährigen Bestehen des Gesetzes
von der Erhaltung der Energie

veranstaltet von der
Technischen Hochschule Karlsruhe in Gemeinschaft mit
dem NS-Bund Deutscher Techniker, Gauverwaltung Baden
am 15. Mai 1942



OZA
49
21

Karlsruhe 1942



07
A 49, 21-

Karlsruher Akademische Reden

21.

Robert-Mayer-Gedenkstunde

zum hundertjährigen Bestehen des Gesetzes
von der Erhaltung der Energie

veranstaltet von der
Technischen Hochschule Karlsruhe in Gemeinschaft mit
dem NS-Bund Deutscher Technik, Gauverwaltung Baden
am 15. Mai 1942

- o. Prof. Dr.-Ing. habil. R. G. Weigel,
Rektor der Technischen Hochschule Karlsruhe:
„Zur Einführung“
- o. Prof. Dr.-Ing. habil. R. Plank,
Direktor des Maschinenlaboratoriums und des
Kältetechnischen Instituts der Technischen Hochschule
Karlsruhe:
„Julius Robert Mayer, Zur Hundertjahrfeier der Entdeckung
des Gesetzes der Erhaltung der Energie“

Schlußwort des Rektors.





C. F. Müller, Buchdruckerei und Verlagsbuchhandlung
Karlsruhe (Baden)



Der

heut
es i
ges
ode
glei
dies
wis
deu
For
und

Ku
ver
leis
um
bil

hum
Juli
sein
Ver
Gew

NS
geb

Stu
kan
geb

mel
steh
Kon
sein
zun
Soh

Der Rektor: „Zur Einführung.“

Verehrte Gäste!
Meine Kameraden!

Das Gesetz von der Erhaltung der Energie, dessen hundertjähriges Bestehen wir heute feiern, das Gesetz nämlich, nach welchem bei jedweder Energieumsetzung, sei es im physikalischen, chemischen, biologischen oder physiologischen Prozeß, die umgesetzten Energien im Urgrund wesensgleich und in der Menge unveränderlich sind, oder nach welchem, technisch ausgedrückt, die Summe der zugeführten Energien gleich der Summe der (nutzbar) abgegebenen plus der sog. Verlustenergien ist, — dieses Prinzip gehört zu jenen Grundgesetzen, die für die Entwicklung der Naturwissenschaften und für den Fortschritt der Technik von der entscheidendsten Bedeutung gewesen sind. Man könnte sich das naturwissenschaftliche Denken und Forschen und das technische Erfinden und Bauen ohne die allumfassende Geltung und Anwendung des Energiegesetzes schlechterdings nicht mehr vorstellen.

Darüberhinaus aber ist das Energieprinzip geradezu zum Allgemeingut der Kulturmenschheit geworden, und wenn auch die unentwegten, nicht selten geistig verwirrten Apostel der Idee eines Perpetuum mobile, einer aus nichts ewig Arbeit leistenden Maschine, nicht aussterben wollen, so wird man heute doch das Wissen um die Konstanz der Energie als einen unerläßlichen Bestandteil der Allgemeinbildung ansprechen können.

Es ist uns darum als ein selbstverständliches Gebot erschienen, das Jahr der hundertsten Wiederkehr der kulturgeschichtlichen Großtat des Heilbronner Arztes Julius Robert Mayer nicht vorübergehen zu lassen, ohne des großen Forschers und seines einmaligen Werkes zu gedenken. In einem Krieg, in dem es ohnehin um die Verteidigung unserer Kultur geht, gewinnt ein solcher Erinnerungsakt erhöhtes Gewicht.

Wir begrüßen es daher auch ganz besonders, daß durch die Beteiligung des NS-Bundes Deutscher Technik unserer Gedenkstunde die größere Resonanz gegeben werden konnte, die dem bedeutsamen Gegenstand zukommt.

Nicht minder freuen wir uns, daß unsere Studentenschaft einschließlich der Studentenkompagnie sich an dieser Stunde sozusagen zum Semesterbeginn beteiligen kann. Eine wirksamere und würdigere Eröffnung des neuen Semesters kann es nicht geben.

Es ist eigenartig, daß die geschichtlichen Daten und Jubiläen um Robert Mayer mehrfach in Zeiten größten schicksalhaften Geschehens liegen. Das Geburtsjahr 1814 steht unmittelbar im Schatten der europäischen Entscheidung gegen den großen Korsen. Als man den hundertsten Geburtstag Robert Mayers, dem die Anerkennung seiner Mitwelt allzulange und schmerzlich versagt geblieben war, in Deutschland zum Anlaß einer stolzen und eindrucksvollen nationalen Würdigung des großen Sohnes unseres Volkes nehmen wollte, da war eben der erste Weltkrieg über uns

hereingebrochen. Und wo wir heute den hundertsten Geburtstag der Schöpfung Robert Mayers begehen, stehen wir abermals mitten in einem weltweiten Entscheidungskampf um Sein oder Nichtsein.

Am 25. November 1914 gedachte unsere Hochschule des hundertsten Geburtstages von Robert Mayer, und es erscheint von besonderem Wert, sich zu erinnern, was damals von der gleichen Stelle aus unser ehemaliger Experimentalphysiker Otto Lehmann zur Einleitung seiner Gedenkrede ausführte:

„... Wenn es heute möglich ist, wenigstens in kleinem Kreise der Verdienste Robert Mayers zu gedenken, so verdanken wir das den Tapferen, die unter unsäglichen Strapazen, Entbehrungen und Leiden, stets vom Tode bedroht, treue Wacht halten an den Grenzen unseres Vaterlandes gegen das Eindringen übermächtiger Feinde, welche unsere Existenz zu vernichten streben.

Dieser unserer Helden im Felde wollen wir vor allem mit innigem Dank für ihr Wirken gedenken. Doch wir wollen auch nicht vergessen derjenigen, die durch verborgene, aber äußerst schwierige und aufreibende wissenschaftliche Geistestätigkeit und scharfsinnige Verwertung ihrer Ergebnisse zur Förderung der Technik dazu beigetragen haben, die Rüstung Deutschlands derart zu verstärken, daß trotz der großen Übermacht der Gegner nicht nur deren Einfall in unser Gebiet verhindert, sondern sogar der Krieg in ihr eigenes Land getragen werden konnte.“

Man könnte eine treffendere Einführung auch zur heutigen Gedenkstunde nicht finden. Die Erkenntnis, die damals Lehmann schon für den ersten Weltkrieg als von größter Tragweite wußte, daß die wissenschaftliche Leistung entscheidende Voraussetzungen für eine erfolgreiche Landesverteidigung schafft, ist im gegenwärtigen Kriege noch klarer und noch viel einschneidender offenbar geworden. Im Zeitalter des im höchsten Grade technischen Krieges könnte man, wenn eine hier nicht mißzuverstehende Pointierung erlaubt sein mag, sogar den Satz aufstellen: Das wissenschaftliche Potential eines Volkes bedingt dessen Kriegspotential. Wollte man dabei, um das wissenschaftliche Potential in das militärische Potential zu überführen — nach dem Vorbild etwa des Robert Mayerschen mechanischen Wärmeäquivalents —, eine Maßzahl zwischen dem wissenschaftlichen und dem militärischen Potential errechnen, so müßte das militärische Äquivalent aus der wissenschaftlichen Leistung zweifellos in einer sehr hohen Größenordnung angesetzt werden.

In solcher Betrachtung rückt die wissenschaftliche Pioniertat eines Robert Mayer erst recht zu einer hoch- und weitragenden Position auf.

Das wissenschaftliche und technische Verdienst Robert Mayers im einzelnen zu würdigen, wird Aufgabe des nachfolgenden Gedenkvortrages sein. Mir sei es lediglich einleitend noch vergönnt, zwei kongeniale Beurteiler Robert Mayers zu zitieren, durch deren Zeugnis dem Mayerschen Werk sein unvergänglicher Platz in der Geschichte der Wissenschaften, wie letztlich in der Geschichte überhaupt, eindeutig zugewiesen wird.

Hermann von Helmholtz, der Zeitgenosse Robert Mayers, der bekanntlich anfänglich Mayers Tat übersehen oder verkannt hatte, vielleicht allerdings zum Teil auch weil die ersten Veröffentlichungen Mayers gewisse Unklarheiten der Darstellung enthielten, wurde am Ende geradezu noch zum Kronzeugen Mayers, indem er wörtlich bekannte:

„Mayer hat unabhängig und selbständig den Gedanken gefunden, der den größten neueren Fortschritt der Naturwissenschaft bedingt.“

Und aus unserer Zeit, nämlich vom Herbst des Jahres 1940, liegt von Philipp Lenard eine Würdigung vor, die ich unserer heutigen Gedenkstunde als Geleitwort vorausschicken möchte:

„Hundert Jahre werden es bald sein, seit Julius Robert Mayer, der Heilbronner Arzt, das Gesetz von der Erhaltung der Energie gefunden, begründet und kundgegeben hat. Eine neue Denkrichtung war damit der Naturforschung und bald auch den Praktikern gegeben, eine neue Art, das Naturgeschehen zu verfolgen, zu beurteilen, zu verstehen. Sie hat sich als gänzlich untrüglich erwiesen; kein Naturforscher, kein Techniker möchte sie mehr entbehren. Es ist bei jedem zu beurteilenden Vorgang heute stets vor allem die Frage: was das Energiegesetz dazu zu sagen hat; danach erst geht man auf Einzelheiten ein. Es ist das tiefst eindringende Naturgesetz.“

Über dieses Naturgesetz Robert Mayers bitte ich nunmehr unseren meistberufenen Fachmann, Herrn Professor Dr.-Ing. Rudolf Plank, das Wort zu ergreifen.

R. Plank:

Julius Robert Mayer.

Zur Hundertjahrfeier der Entdeckung des Gesetzes der Erhaltung der Energie*).

I. Das Wesen der Wärme und die Träger der neuen Erkenntnis.

Vor fast genau 100 Jahren, im Mai 1842, erschien in Liebigs Annalen der Chemie und Pharmie der Aufsatz „Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur“ des Heilbronner praktischen Arztes Julius Robert Mayer. Dieser Zeitpunkt bildet einen Markstein in der Entwicklung der exakten Naturwissenschaften und ihrer Anwendungen: die Entdeckung des Prinzips der Erhaltung der Energie, das neben dem Prinzip der Erhaltung der Materie die Grundlage des gegenwärtigen naturwissenschaftlichen Denkens bildet und das auf alle Vorgänge in der Natur angewendet werden kann. In seiner engeren Fassung — der gegenseitigen Verwandlungsfähigkeit von Wärme und Arbeit — bildet dieses Prinzip den Inhalt des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik und überwindet die früheren falschen Vorstellungen vom Wesen der Wärme.

Im Altertum gehörte die Wärme zur Kategorie des Feuers, das von Empedokles (490—430 v. Chr.) als eines der vier Grundelemente (Feuer, Wasser, Luft und Erde) angenommen wurde. Diese Vorstellung erhielt sich bis tief in das Mittelalter und wurde erst 1697 durch die Phlogiston-Theorie des deutschen Chemikers Georg Ernst Stahl (1660—1734) abgelöst, nach welcher der Wärme ein stofflicher Charakter zuerkannt wurde. An die Stelle des Phlogistons setzte dann Lavoisier 1787 den Begriff des „Calorique“. Das bedeutete jedenfalls schon ein deutliches Abrücken von dem bis dahin allgemein angenommenen stofflichen Charakter der Wärme. An Stelle eines Wärmestoffes konnte man sich nach Lavoisiers Definition auch schon ein abstraktes Medium vorstellen, dessen Vorhandensein in größerer oder kleinerer Menge einen Körper mehr oder weniger warm erscheinen läßt, das von einem Körper auf den anderen übergehen und dabei auch Aggregatzustandsänderungen bewirken kann, das aber an sich unzerstörbar ist.

Auf diesen Vorstellungen baute auch Sadi Carnot 1824 seine berühmte Studie auf, die später die Grundlage für den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik abgeben sollte. So kam er unvermeidlich zu dem Ergebnis, daß das Calorique auf die gleiche Art Arbeit leisten könne wie die Schwerkraft: hier bliebe die Masse, dort die Menge des Wärmestoffes unverändert, hier sinke die Masse in eine tiefere Lage, dort der Wärmestoff auf eine tiefere Temperatur. Ein Verbrauch an Calorique fände also z. B. in der Dampfmaschine nicht statt.

Bevor wir darauf eingehen, wie sich die neuen Vorstellungen vom Wesen der Wärme allmählich gebildet haben und schließlich in der Mitte des 19. Jahrhunderts

*) Die hier abgedruckte Rede bildet einen Auszug aus der gleichnamigen Abhandlung des Verfassers, die in den „Naturwissenschaften“, Bd. 30 1942, S. 285—306 veröffentlicht wurde. Dort findet man auch zahlreiche Hinweise auf das Schrifttum.

zum Durchbruch gelangten, wollen wir auf eine merkwürdige Tatsache hinweisen, die auf keinem anderen Gebiet der Physik so stark in Erscheinung getreten ist wie gerade in der Wärmelehre. Es fällt auf, daß die Grundlegung dieses physikalischen Gebietes in entscheidendem Maße nicht von Berufsphysikern oder zum mindesten nicht von Persönlichkeiten erfolgt ist, die primär oder systematisch Physik studiert haben, sondern von Ingenieuren und Ärzten. Diese Behauptung wird durch folgende Namen belegt:

1. Joseph Black (1728—1799) studierte zuerst Medizin und anschließend Chemie. Er war eine Zeitlang praktischer Arzt und wurde dann Professor der Anatomie und Chemie zuerst in Glasgow und dann in Edinburgh. Er ist der Begründer der wissenschaftlichen Kalorimetrie und führte die Begriffe der latenten Schmelz- und Verdampfungswärme, der Lösungswärme sowie der spezifischen Wärme ein.
2. Graf Rumford (Benjamin Thompson, 1753—1814) wurde in Nordamerika als Sohn einer aus England stammenden Familie geboren. Er hat niemals eine systematische Ausbildung genossen. Nach dem amerikanischen Freiheitskriege mußte er aus Amerika auswandern und ließ sich zuerst in England und später in Bayern nieder, wo er nach Bekleidung verschiedener Staatsämter vom Kurfürsten Karl Theodor zum Kriegsminister ernannt wurde und den Titel eines Grafen Rumford erhielt. Er beobachtete in den Werkstätten des Militärzeughauses in München, daß beim Bohren der bronzenen Kanonenläufe große Wärmemengen entwickelt wurden, durch die Wasser zum Sieden gebracht werden konnte. Er stellte fest, daß die spezifische Wärme des vollen Metalls und der Bohrspäne genau gleichgroß ist, so daß die Wärmestofftheorie versagte und ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der Bohrarbeit und der entwickelten Wärmemenge bestehen mußte. Diese Erkenntnisse wurden also an Kriegswerkzeugen im Zuge technischer Forschungsarbeiten gewonnen (1798).
3. Sir Humphrey Davy (1778—1829) begann seine Ausbildung als Medizinpraktikant und gelangte über die Pharmazie zur praktischen Chemie. Er war im wesentlichen Autodidakt. Auf Grund seines Bücherstudiums machte er sich bestimmte Vorstellungen über das Wesen der Wärme, die mit der damaligen Stofftheorie im Widerspruch standen, und wies deren Unhaltbarkeit 1799 durch Versuche nach, bei denen zwei von äußeren Einflüssen gänzlich isolierte Eisstücke durch gegenseitige Reibung zum Schmelzen gebracht wurden. Im Jahre 1812 äußerte Davy: „The immediate cause of heat is motion“.
4. Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796—1832) besuchte die École Polytechnique in Paris, die eine militärisch-technische Bildungsstätte ist, und brachte es bis zum Genie-Hauptmann. Angeregt durch die Erfolge der Dampfmaschine, stellte er 1824 den Kreisprozeß einer idealen Wärmekraftmaschine auf und formulierte die Bedingungen, unter denen mechanische Arbeit durch den Übergang von Wärme von höherer zu tieferer Temperatur geleistet werden kann. Er legte damit den Grundstein zu dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik.
5. Auch Émile Clapeyron (1799—1864) war, als Schüler der École Polytechnique in Paris, in erster Linie Ingenieur. Ihm gebührt das Verdienst, im Jahre 1834 die

beinahe in Vergessenheit geratene Schrift Carnots aufgegriffen und weiten Kreisen bekanntgemacht zu haben. Durch sehr zweckmäßige und übersichtliche graphische Darstellungen ist es ihm gelungen, die Carnotsche Theorie zu veranschaulichen. Man kann ihn als einen der Begründer der technischen Thermodynamik ansprechen.

6. Friedrich Mohr, der mit zahlreichen pharmazeutisch-chemischen Arbeiten hervorgetreten ist, war Medizinalrat und Professor der Pharmazie in Bonn; er veröffentlichte 1837 den Abriß einer mechanischen Wärmetheorie, indem er eine Äquivalenz zwischen der Wärme und der gewöhnlichen Newtonschen Kraft aufzustellen sucht; diese Arbeit blieb 30 Jahre völlig unbeachtet und wurde erst beim Ausbruch des zweiten Prioritätsstreites zwischen Mayer und Joule hervorgeholt und dann erneut veröffentlicht.
7. Marc Séguin (ainé) (1786—1875) war ein französischer Maschinenbauer, berühmt geworden durch die Erfindung des „Röhrenkessels“. Im Jahre 1839 äußerte er sich: „qu'il devait exister entre le calorique et le mouvement une identité de nature en sorte que ces deux phénomènes n'étaient que la manifestation, sous une forme différente, des effets d'une seule et même cause.“ Er teilt ferner mit, daß ihm diese Gedanken schon vor langer Zeit von seinem Onkel Joseph Montgolfier (1740—1810), dem bekannten Pionier der Luftfahrt, mitgeteilt worden waren.
8. Julius Robert Mayer (1814—1878) war praktischer Arzt in Heilbronn. In seinem Brief an Carl Baur vom 24. Juli 1841 schreibt er: „Von physiologischen und pathologischen Untersuchungen ausgehend, indem es mir schien, hier zu richtigen Grundsätzen gelangt zu sein, wurde ich, diese Grundsätze konsequent rückwärts verfolgend, notwendig in das Gebiet der Chemie und Physik übergeführt, wobei eine Naturanschauung sich ausbildete, welche mir eine unübersehbare und wirklich unendliche Reihe von bis jetzt unerklärbaren Erscheinungen völlig aufhellte.“ Ein Jahr später, 1842, erschien seine erste Veröffentlichung über das Gesetz der Erhaltung der Energie mit der ersten Zahlenangabe des mechanischen Wärmeäquivalents (365 mkg/kcal). Im Hauptberuf blieb er aber praktischer Arzt und schrieb in diesem Sinne am 12. Januar 1848 an Professor C. G. Reuschle: „Ich halte die medizinische Praxis immer mehr für das geeignetste Feld meiner Tätigkeit.“
9. A. Colding war Chef-Ingenieur der Stadt Kopenhagen. Er legte der dänischen Akademie am 1. November 1843 eine Schrift vor „Thesen über die Kraft“, wonach die bei der Reibung entwickelte Wärme mit der verbrauchten Reibungsarbeit in einem konstanten Verhältnis steht. Für das mechanische Wärmeäquivalent gab er den Wert von etwa 370 mkg/kcal an. Zugleich sprach er sich für die Allgemeingültigkeit des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft (Energie) aus, das er metaphysisch zu begründen suchte.
10. Hermann von Helmholtz (1821—1894) studierte Medizin und Physiologie, interessierte sich aber schon in der Schule für Physik. Von 1843 bis 1848 war er Militärarzt in Potsdam. Er erhielt 1849 den Lehrstuhl für Allgemeine Pathologie

und Physiologie in Königsberg, wurde 1855 als Professor der Anatomie und Physiologie nach Bonn und 1858 auf den Lehrstuhl für Physiologie nach Heidelberg berufen. Erst 1871 wurde ihm der Lehrstuhl für Physik in Berlin übertragen. Aber schon vor allen diesen Berufungen hatte Helmholtz die Schrift „Über die Erhaltung der Kraft“ verfaßt, die er am 23. Juli 1847 vor der Physikalischen Gesellschaft in Berlin vortrug. Von Robert Mayer wußte Helmholtz damals merkwürdigerweise noch nichts, die Arbeiten Joules kannte er nur flüchtig. Trotz seiner physikalischen Interessen und seiner großen Erfolge auf diesem Gebiet behandelte er auch später vielfach physiologische und medizinische Fragen (Erfindung des Augenspiegels, Arbeiten über Nervenphysiologie, physiologische Akustik und Optik).

11. William John Macqorn Rankine (1820—1872) war ein englischer Ingenieur, der sich mit wärmetheoretischen Fragen befaßte. Man verdankt ihm eine thermodynamische Theorie der Dampfmaschine, deren Verständnis er den Ingenieuren schon frühzeitig durch Beigabe sehr zweckmäßiger, seitdem allgemein eingeführter Diagramme erschloß. Gleichzeitig entwickelte aber Rankine 1850 als einer der ersten, im Alter von 30 Jahren, eine kinetische Theorie der Gase auf mathematischer Grundlage und gelangte zu der Vorstellung: „Quantity of heat is the vis viva of the molecular revolutions or oscillations.“
12. Gustav Adolf Hirn (1815—1890), Ingenieur in Kolmar, hat sich zwar verhältnismäßig spät, aber doch sehr erfolgreich an der Entwicklung der Thermodynamik beteiligt. Er bestimmte das mechanische Wärmeäquivalent nach sehr verschiedenen originellen Methoden (1855—1862), insbesondere auch durch unmittelbare Messungen der Wärmeaufnahme, Wärmeabgabe und Arbeitsleistung in Dampfkraftanlagen. Damit wurde zum erstenmal die Unhaltbarkeit der Carnotschen Annahme nachgewiesen, nach der der Dampf im Kondensator die gleiche Wärmemenge abladen sollte, die er im Kessel aufgenommen hat. Hirn hat ein umfangreiches Werk über die mechanische Wärmetheorie hinterlassen.

Alle diese bedeutenden Forscher stammen nicht aus dem Lager der reinen Physik. Dagegen war J. P. Joule (1818—1889) nicht Brauer, wie Max Planck und J. J. Weyrauch angeben, und auch nicht Techniker, wie Helmholtz meinte, vielmehr begann er bereits mit 17 Jahren ein wenn auch nicht systematisches Studium der Physik und Chemie bei Dalton. Die Prinzipien der Mechanik hatte Joule nie recht verstanden, und die Mathematik beherrschte er in keiner Weise. Joules Großvater gründete in Salford bei Manchester ein Brauereiunternehmen, das von Joules Vater bis zum Jahre 1854 weiterbetrieben und dann verkauft wurde. Joule selbst hat aber in diesem Unternehmen niemals mitgearbeitet, und sein Vater tat alles Erdenkliche, um seine Forschungen auf physikalischem Gebiet zu fördern. Diese aus englischer Quelle stammenden Feststellungen sind für den Vergleich der äußeren Arbeitsbedingungen von Robert Mayer und Joule wesentlich. Denn Mayer konnte sich als vielbeschäftigter praktischer Arzt nur in seiner knappen Freizeit physikalischen Studien und Überlegungen widmen und war darauf angewiesen, für sich und seine zahlreiche Familie zu sorgen. Joule hat den wesentlichsten Teil seiner Forschungsarbeit, die in seinen

Veröffentlichungen von 1843 bis 1873 niedergelegt wurden, der experimentellen Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents nach den verschiedensten Verfahren gewidmet und erhielt dafür schließlich Zahlenwerte, die auch durch spätere, mit allen möglichen Verfeinerungen durchgeführten Versuche (von Rowland 1879—80 und Miculescu 1891—92) kaum nennenswert verbessert wurden.

Die Frage, wie es zu erklären ist, daß in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts die wesentlichsten Fortschritte in der Physik durch Ingenieure, Mediziner und Physiologen vollbracht wurden, ist einer eingehenden Behandlung würdig. Es war die Zeit des Zusammenbruchs der Schellingschen und Hegelschen Naturphilosophie, deren Einfluß sich die Physiker zeitweise nicht entziehen konnten, nach deren Überwindung sie aber gegen alle spekulativen Gedankengänge mißtrauisch geworden waren und sich konkreten Forschungsaufgaben zuwenden wollten. Die mechanische Theorie der Wärme, die sich nicht bündig beweisen ließ und vielfach unter Zuhilfenahme metaphysischer Vorstellungen begründet wurde, floßte vielen Physikern ein besonderes Mißtrauen ein.

Andererseits ist zu bedenken, daß das Gesetz der Erhaltung der Energie aus dem Problem des „perpetuum mobile“, also aus einer reinen Ingenieuraufgabe herausgewachsen ist. Man verstand unter dem perpetuum mobile nicht nur eine sich ständig bewegende Vorrichtung, sondern eine Maschine, die beliebig viel Arbeit ohne irgendwelchen Aufwand (an Energie) zu gewinnen gestattet. Eine unübersehbare Fülle nutzloser Arbeit ist von berufener und unberufener Seite in die Bearbeitung dieser Aufgabe gesteckt worden, bis schließlich im Jahre 1775 die Pariser Akademie erklärte, vermeintliche Lösungen des perpetuum mobile nicht mehr zur Prüfung anzunehmen.

Das Interesse und die natürliche Beteiligung der Ingenieure an der Ausgestaltung der mechanischen Wärmetheorie dürfte damit hinreichend erklärt sein. Aber auch die Physiologen und Mediziner wurden zur Erklärung des Stoffwechsels und der Wärmentwicklung bei der Muskelation notwendigerweise auf das Gebiet der Energieumsetzungen geführt. Schon Georg Ernst Stahl (1660—1734) kam zu der Erkenntnis, daß es die gleichen Vorgänge sind, die bei der Verbrennung mit leuchtender Flamme, bei der Veraschung der Metalle, bei der Atmung, bei der Verwesung oder bei der Gärung auftreten; alle diese Erscheinungen ließen sich später als Oxydationsvorgänge erklären (Lavoisier). Eine andere Lehre Stahls, der Animismus, hat sich viel länger erhalten und wirkte bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts hinein (S. 24). Nach dieser Lehre können die Lebensvorgänge nicht durch die alleinige Wirkung physikalischer und chemischer Kräfte im Organismus erklärt werden, sondern es bedarf noch einer seelischen oder Lebenskraft, die die Wirksamkeit dieser Kräfte zu binden oder zu lösen imstande sei. Die Idee der Lebenskraft wurde bekanntlich 1842 noch sehr stark von Liebig verfochten und veranlaßte Robert Mayer, dagegen Stellung zu nehmen.

Es dürfte nicht uninteressant sein, hier an die Worte zu erinnern, mit denen Ernst Mach den entscheidenden Anteil von Ärzten und Ingenieuren am Aufbau der mechanischen Wärmetheorie begründete:

„Es geschieht nicht ohne Grund so häufig, daß Ärzte und Ingenieure, als wissenschaftlich hochgebildete Menschen, die gleichwohl dem Leben nicht

entfremdet und nicht in einen engen fachlichen Gesichtskreis gebannt sind, so ausgiebig zur Förderung der Wissenschaft beitragen.“

Und wie verhielten sich die führenden Sachverständigen der Physik, nachdem die mechanische Wärmetheorie und das Gesetz der Erhaltung der Energie mit aller Klarheit verkündet und auch schon durch zahlreiche Versuche von Joule experimentell bestätigt worden waren? Helmholtz schreibt dazu:

„Ich wäre vollkommen darauf gefaßt gewesen, wenn mir die Sachverständigen schließlich gesagt hätten: Das ist uns ja alles wohlbekannt. Was denkt sich der junge Mediziner, daß er meint, uns dies so ausführlich auseinandersetzen zu müssen? Zu meinem Erstaunen nahmen aber die physikalischen Autoritäten, mit denen ich in Berührung kam, die Sache ganz anders auf. Sie waren geneigt, die Richtigkeit des Gesetzes zu leugnen und in dem eifrigen Kampf gegen Hegels Naturphilosophie, den sie führten, auch meine Arbeit für eine phantastische Spekulation zu erklären.“

Poggendorf, der Herausgeber der maßgebenden Annalen der Physik, lehnte bekanntlich sowohl die Veröffentlichung von Mayers erster Schrift (1842) ab, wie auch der Schrift von Helmholtz „Über die Erhaltung der Kraft“ (1847).

Nicht besser als in Deutschland stand es mit der Aufnahmefähigkeit der Physiker für die neue Lehre in anderen Ländern. Ein Mann vom Range William Thomsons (später Lord Kelvin) glaubte noch 1847 nach Anhören eines Vortrags von Joule vor der British Association in Oxford, Einwände gegen diese Theorie erheben zu müssen, bekannte sich aber doch 1849 zu einem Teil von Joules Behauptungen, nämlich zu der Umwandlungsfähigkeit von Arbeit in Wärme. Er brauchte zwei weitere Jahre, um zuzugeben, daß Wärme sich auch in Arbeit verwandeln läßt, und brachte erst 1851 (also ein Jahr nach Clausius) die Carnotsche Arbeit in Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen von Joule.

Nach Erscheinen der kritischen, den vermeintlichen Widerspruch zwischen Carnots Theorie und der mechanischen Auffassung der Wärme klärenden Arbeiten von Clausius und Thomson waren alle sachlichen Schwierigkeiten beseitigt und der Weg für die Ausbreitung der neuen Theorie freigegeben. Immerhin dauerte es noch etwa 10 Jahre, bis man den Kampf um die Anerkennung dieser Theorie als beendet ansehen konnte und das Gesetz der Erhaltung der Energie die ihm zukommende Stellung in der Physik und darüber hinaus in allen exakten Naturwissenschaften einnahm. Von jetzt an war man im Besitz eines Prinzips, das, auf allen bekannten Gebieten durch sorgfältige Untersuchungen erprobt, nun auch für gänzlich unbekannte und unerforschte Regionen einen vortrefflichen Führer abgab.

II. Die Vorstellungen über ein Erhaltungsprinzip vor Robert Mayer.

Aus religiösen, philosophischen und metaphysischen Vorstellungen heraus hat sich schon im Altertum die Auffassung gebildet, daß die Schöpfung der Welt in sich vollendet war und daß nichts Neues hinzugeschaffen, aber auch nichts von dem Erschaffenen vernichtet werden kann. Worin das Erschaffene greifbar bestand, darüber war man sich freilich nicht im klaren und begnügte sich daher mit der Hypothese, daß

„Etwas“ in der Welt unverändert bleiben müsse. Die eleatische Schule (6. und 5. Jahrhundert v. Chr.) lehrte die unveränderte Einheit des Seins; es gäbe kein Entstehen und kein Vergehen, sondern das Ganze stehe unbeweglich fest.

Demokrit (etwa 460—360 v. Chr.), der alles Geschehen aus der Bewegung von Atomen ableitete, prägte die Worte: „Nichts wird aus nichts und nichts vergeht zu nichts“, auf die sich Robert Mayer in seiner zweiten Veröffentlichung stützte. Auch der Stoizismus (Zenon 336—264 v. Chr.) lehrte, daß der Kosmos aus dem Urfeuer entstanden, sich periodisch wieder in dasselbe auflösen und von neuem aus ihm entstehen würde. Nach jeder Wiedergeburt (Palingenesie) nimmt die Weltentwicklung wieder genau denselben Verlauf wie das vorige Mal. Es treten auch dieselben Menschenseelen wieder ins Dasein, deren individuelle Existenz während der Weltverbrennung (Ekpyrosis) nur unterbrochen und in die Einheit der göttlichen Substanz zurückgekehrt war. So vollzieht sich in aller Ewigkeit die Wiederholung alles Gewesenen. In der deutschen Philosophie treten ähnliche Gedanken bei Friedrich Nietzsche in den Worten von der Wiederkehr alles Gleichen auf. Am ausführlichsten hat später Lucretius Carus (97—55 v. Chr.) in seinem philosophischen Gedicht „De rerum natura“, gestützt auf die Lehre Epikurs, das Gesetz von der Erhaltung des Stofflichen behandelt und daran den Gedanken geknüpft, daß auch die Bewegung unzerstörbar sei. In dem genannten Werk sagt Lucretius Carus:

„Keine Gewalt ist fähig, die Summe der Dinge zu ändern,
Wo wär' etwas, wohin auch nur ein Teilchen des Urstoffs
Könnt' aus dem All entfliehen? Wo könnten auch wieder die neuen
Kräfte sich bilden, zu dringen ins All und zu ändern der Dinge
Ganze Natur und deren Bewegung?“

Wenn es sich bei allen diesen Aussprüchen auch nur um gedankliche Spekulationen handelte, für die keine Beweise gesucht und aus denen keine Schlüsse gezogen wurden, so erkennt man daraus doch, wie stark schon im Altertum das Bedürfnis nach Feststellung einer Ordnung im Weltgeschehen gewesen ist und daß man diese Ordnung in der Unveränderlichkeit von allem Erschaffenen erblickte. Im Mittelalter wurden die Erhaltungsprinzipien von den Empirikern zuerst wieder aufgegriffen, so von Johann Baptist van Helmont und von Francis Bacon von Verulam.

Erst im 17. Jahrhundert beginnt das Erhaltungsprinzip konkrete und in unserem Sinne wissenschaftliche Formen anzunehmen, wobei es sich jedoch ausdrücklich auf das Gebiet der Mechanik beschränkt. René Descartes (1596—1650) stützte sich auf theologische Betrachtungen und auf die Ewigkeit des Schöpfers und verfocht die Unzerstörbarkeit dessen, aus dem alle Bewegung und Wirkung in der Welt hervorgeht. Dieses Etwas sollte die Kraft sein, als deren Maß Descartes das Produkt aus Gewicht (Masse) und Geschwindigkeit verstand, also das, was wir heute den Impuls oder die Bewegungsgröße nennen. Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646—1716) bekämpfte diese Auffassung; auch er hielt an der Unzerstörbarkeit der Kraft fest, verstand aber darunter das Produkt aus Gewicht (Masse) und dem Quadrat der Geschwindigkeit (den Faktor $\frac{1}{2}$ fügte erst später Coriolis hinzu). Diese Größe nannte er „lebendige Kraft“ (vis viva, 1695), was später zu zahlreichen Verwechslungen mit dem Newtonschen Kraftbegriff führte.

Am Ende des 18. Jahrhunderts war das Gesetz der Erhaltung der lebendigen Kräfte allgemein anerkannt und gehörte zu den Grundprinzipien der Mechanik. Dadurch war die Konstruktion eines perpetuum mobile mit rein mechanischen Mitteln (Schwere, Elastizität, Druck von Flüssigkeiten oder Gasen) ausgeschlossen. Carnot war der erste, der versuchte, diesen Satz auch auf die Wirkungen der Wärme im Hinblick auf die Vorgänge in der Dampfmaschine auszudehnen. Auch die Physiologen hatten durch ihre Untersuchungen über den Stoffwechsel, die animalische Wärme und die Muskelarbeit den Boden für eine mechanische Theorie der Wärme vorbereitet. Die kinetische Gastheorie, durch welche die Wärme in der Tat auf die ungeordnete Bewegung der Moleküle zurückgeführt und als kinetische Energie dieser molekularen Bewegung gedeutet wurde, entstand allerdings erst nach der Entdeckung des mechanischen Wärmeäquivalents durch Mayer und Joule.

Als Robert Mayer nun 1840 über das Wesen der Wärme und die Erhaltung der Energie nachzudenken begann, war zwar der Boden für solche Überlegungen durch einzelne hochstehende Physiker, Chemiker, Ingenieure und Physiologen vorbereitet, die große Allgemeinheit der Fachleute war aber durchaus nicht geneigt, die neuen Vorstellungen und Vermutungen gelten zu lassen, sondern hielt zäh an der althergebrachten Auffassung von der stofflichen Natur der Wärme und dem Lavoisierschen „Calorique“ fest.

Aber das Problem war trotzdem für eine integrale Lösung ausgereift, und diese fand bald in den Verkündungen genialer Persönlichkeiten ihren eindeutigen Ausdruck. Für den Durchbruch der neuen Gedanken bedurfte es der Einwirkung dreier Geistesrichtungen:

1. der tieferschürfenden, auf das Universelle gerichteten Gedankenarbeit und intuitiven Eingebung (Robert Mayer),
2. der vielseitigen, mit den feinsten Mitteln vertrauten experimentellen Kunst (J. P. Joule),
3. der logischen (mathematischen) Zusammenfassungsfähigkeit und Überzeugungskraft (H. Helmholtz).

Die Priorität der Bekanntgabe und Begründung einer festen Verhältniszahl zwischen Wärme und Arbeit (mechanisches Wärmeäquivalent), die in allen Naturerscheinungen anwendbar ist, gebührt unzweifelhaft Robert Mayer; sie ist durch seine erste Veröffentlichung „Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur“ eindeutig erwiesen (1842).

Es ist oft die Frage aufgeworfen worden, ob das Gesetz der Erhaltung der Energie ein Postulat, ein Urteil a priori oder ein Erfahrungssatz sei. Wenn man heute im allgemeinen dazu neigt, es als einen Erfahrungssatz hinzustellen und daher den Beweis für seine Gültigkeit in erster Linie auf experimentellem, das heißt induktivem Wege als erbracht sieht, so empfindet man trotzdem das Bedürfnis, es in seiner ganzen Allgemeinheit und Bedingungslosigkeit auch noch von einem höheren Standpunkt zu betrachten und es auf deduktivem Wege aus einem noch allgemeineren Obersatz abzuleiten, der selbst wieder entweder aus der Erfahrung geschöpft sein oder eine uns von der Natur mitgegebene notwendige (aprioristische) Denkform bilden kann.

Robert Mayer hat schon in seinem ersten Aufsatz sowohl einen induktiven wie auch einen deduktiven Beweis erbracht, und er hat in beiden Fällen eine Gedankentiefe offenbart und eine Treffsicherheit bewiesen, die höchste Anerkennung verdient.

III. Robert Mayers deduktiver Beweis des Gesetzes der Erhaltung der Energie.

Betrachten wir zunächst Mayers deduktiven Beweis, so finden wir bei ihm als Obersatz das Prinzip der Kausalität, das Max Planck im Zusammenhang mit der Kritik der Mayerschen Leistung als das einzige naturwissenschaftliche Postulat und als die Existenzbedingung jeder Naturwissenschaft bezeichnet. Mayer leitet seine Betrachtungen mit dem axiomatischen Grundsatz ein: *causa aequat effectum*. Ursache und Wirkung sind für ihn nur „verschiedene Erscheinungsformen desselben Objektes“. Aus der Kette solcher Ursachen und Wirkungen im Weltgeschehen, die er als Kraftäußerungen betrachtet, leitet er die Unzerstörbarkeit und Wandelkraft der Kräfte ab. M. Planck betont, daß die Mayerschen Ausführungen, wonach keine Wirkung in der Natur verlorengeht, immer noch das beste sind, um das Prinzip der Erhaltung der Energie klar und anschaulich zu machen, und wenn Mayer ein strenger deduktiver Beweis nicht glückte, so sei zu bedenken, daß ein solcher auch von keinem anderen Physiker bisher beigebracht worden sei.

In seiner zweiten Abhandlung, die im Jahre 1845 erschien und die als Mayers reifste Arbeit gelten kann, stützt er seine Behauptung von der Unzerstörbarkeit der Kraft auf die Leitworte Demokrits: „Es entsteht keine Wirkung ohne Ursache; keine Ursache vergeht ohne entsprechende Wirkung. ... Es gibt in Wahrheit nur eine einzige Kraft. Im ewigen Wechsel kreist dieselbe in der toten wie in der lebenden Natur.“

Man hat von seiten der Physiker Mayer vorgeworfen, daß er manchmal etwas ins Unbestimmte philosophiere und die Grenze des Metaphysischen streife. Solche Vorwürfe beweisen aber ein völliges Verkennen der Mayerschen Geistesrichtung, und er selbst hätte sie sicher mit Entrüstung von sich gewiesen. Rümelin berichtet über eine Begegnung mit Mayer im Herbst 1841 wie folgt: „Er selber hatte bis dahin niemals ein philosophisches Buch gelesen und hat dies, soviel ich weiß, auch später nicht getan. Als ich ihm einmal auf seinen Wunsch Hegels Logik und den Band der Enzyklopädie, der die Naturphilosophie enthält, mitgab, brachte er beides nach wenigen Tagen zurück mit der Bemerkung, daß er keine Silbe davon verstanden habe und nichts verstehen würde, auch wenn er hundert Jahre darin läse.“ In einem Brief an Griesinger vom Juni 1844 schrieb Mayer: „Will man nun über physiologische Punkte klar werden, so ist Kenntnis physikalischer Vorgänge unerläßlich, wenn man es nicht vorzieht, von metaphysischer Seite her die Sache zu bearbeiten, was mich unendlich disgoutiert.“

Im dritten Abschnitt von Mayers zweiter Arbeit findet man in einer Fußnote die Worte: „Die echte Wissenschaft begnügt sich mit positiver Erkenntnis und überläßt es willig den Poeten und Naturphilosophen, die Auflösung ewiger Rätsel mit Hilfe der Phantasie zu versuchen.“

Aus diesen Zitaten geht wohl eindeutig hervor, daß Mayer sehr weit davon entfernt war, sich in philosophische Spekulationen und metaphysische Gedankengänge einzulassen. Seine Ursachen und Wirkungen waren in Arbeitseinheiten meßbare Größen im Gegensatz zu den verschwommenen Begriffen der antiken Philosophie.

Zutreffend ist allerdings, daß Robert Mayer tief religiös veranlagt war, wenn er sich auch nicht streng an ein Dogma hielt. Dieses religiöse Gefühl brach bei ihm besonders nach den zahlreichen Enttäuschungen und Demütigungen hervor, die er nach erfolglosem Kampf um das von ihm gefundene Naturgesetz und um die Anerkennung seiner Priorität erleiden mußte. Wir wollen das tiefe Leid und die gewaltsame Behandlung, die er in den Jahren 1850 bis 1853 durch den Unverstand seiner Zeitgenossen, die böswilligen Angriffe Unberufener, die Gleichgültigkeit und Geringschätzung von seiten der offiziellen Vertreter der Wissenschaft, durch Neid und Mißgunst erlitten hat, hier nicht erneut vorbringen. Sie sind durch die sachliche und objektive Darstellung Weyrauchs und durch die leidenschaftliche, aber durch persönliche Verbitterung verzerrte Schilderung Dührings in allen interessierten Kreisen genügend bekanntgeworden. Vielleicht waren aber diese Kampf- und Leidensjahre notwendig. Denn wenn er sich auch nach diesen schweren Prüfungen zu keiner neuen wissenschaftlichen Großtat mehr aufschwingen konnte, so ist er daraus doch menschlich geläutert, ohne Haß und Bitterkeit hervorgegangen, so daß er in späteren Jahren seine eigene Leistung und die Beiträge anderer aus höherer Warte überschauen konnte.

Man hat dem grübelnden und um Erkenntnis ringenden Robert Mayer oft den nüchternen, nur auf empirischen Befunden aufbauenden J. P. Joule gegenübergestellt. Aber Joule gründete sein wissenschaftliches Credo in viel stärkerem Maße, als es Mayer jemals tat, auf die göttliche Autorität. Trotzdem hat man Joule meines Wissens noch niemals in das Lager der Metaphysiker verwiesen.

Es muß hier noch hinzugefügt werden, daß Mayer sich in späteren Jahren (1869) der Ansicht Hirns anschloß, wonach es dreierlei Kategorien von Existenzen geben sollte: die Materie, die Kraft und die Seele (*principe animique*). Er hält aber diese drei Kategorien ganz streng auseinander und erteilt der Seele nicht etwa die Funktion einer „Lebenskraft“ im Sinne Liebig's, der darin eine selbständige Energieform erblickte. Mayer knüpft eher an die animistische Lehre von G. E. Stahl an, nach welcher die Lebensvorgänge durch die Seele nur geleitet und geregelt werden. Die Seele manifestiert sich im Denken, Fühlen und Wollen, also in Äußerungen, die man weder materiell noch energetisch zu deuten vermag. Aufgabe dieses geistigen Prinzips ist es zu lenken, nicht zu bewegen. Mayer stützt sich bei seinen Überlegungen nicht nur auf Hirn, sondern auch auf eigene Gedanken, die er bereits in seiner reifsten Arbeit 1845 geäußert hatte. Weitere Gedanken über dieses lenkende Prinzip enthält die letzte Arbeit Mayers „Über Auslösung“ (1876). Auch für die dritte Kategorie, die Seele, glaubte Mayer an die Gültigkeit eines Erhaltungsprinzips, doch hat er diese Gedanken nicht klar ausgesprochen und nicht weiter verfolgt.

Wir wollen aber daran erinnern, daß zwei Jahre nach der Verkündung des Erhaltungsprinzips der Energie Arthur Schopenhauer in den Ergänzungen zu seinem Hauptwerk „Die Welt als Wille und Vorstellung“ eine Abhandlung ver-

öffentliche, betitelt „Der Tod und sein Verhältnis zur Unzerstörbarkeit unseres Wesens an sich“ (1844). Schopenhauer ist der Meinung, daß wenn wir selbst den untersten Naturkräften eine Äternität zuerkennen, wir um so weniger eine Vernichtung des „belebenden Prinzips“ zugeben dürfen. Als das Unvergängliche und Unzerstörbare bezeichnet Schopenhauer den Willen, welcher unser Wesen an sich ausmacht, jedoch zu keiner Erkenntnis fähig ist. Dagegen ist der Intellekt, der unsere Individualität darstellt und der sich eine Vorstellungswelt bildet, aber nicht wollen kann, sterblich. Als „solidesten Grund“ für die Unvergänglichkeit unseres Wesens gilt für Schopenhauer das Demokritische Argument: „ex nihilo nil fit, nil fit ad nihilum“, also die These, auf die sich auch Mayer stützte. Diese Betrachtungen Schopenhauers, die aus der gleichen Zeit wie die Hauptwerke Mayers stammen, münden zwar in metaphysischen Spekulationen und lassen sich daher naturwissenschaftlich nur bedingt verwerten; sie zeigen aber deutlich, wie lebendig in jener Zeit das Bedürfnis nach der Geltung von Erhaltungsprinzipien für alles Bestehende und Erkennbare gewesen ist.

IV. Robert Mayers Beitrag zu einem induktiven Beweis des Gesetzes der Erhaltung der Energie.

Der induktive Beweis für die allgemeine Gültigkeit des Gesetzes von der Erhaltung der Energie kann nur durch das wissenschaftliche Experiment erbracht werden; er besteht in dem Nachweis, daß die Umwandlung einer Energieart in die andere stets in einem festen Verhältnis vor sich geht. Für einen wirklichen Beweis ist es also notwendig zu zeigen, daß z. B. dem Aufwand einer bestimmten Menge mechanischer Arbeit stets die Entstehung der gleichen Wärmemenge entspricht. Ein Beweis, der sich auf die Erfahrung stützt, ist eben um so überzeugender, je reicher die Erfahrung ist, also je zahlreicher und verschiedenartiger die Versuche sind, auf denen man den Beweis aufbaut.

Es ist nun wiederholt behauptet und Mayer zum Vorwurf gemacht worden, daß er das Experiment geringschätzte und sich nicht bemühte, seine Aussagen durch Versuche zu belegen. Solche Behauptungen entsprechen jedoch nicht den Tatsachen. Es muß allerdings beachtet werden, daß Mayer ein vielbeschäftigter praktischer Arzt war, der sich nur in wenigen freien Stunden mit naturwissenschaftlichen Problemen befassen konnte. Soweit es ihm möglich war, führte er kleinere Versuche selbst durch und regte weitere an.

Noch klarer als seine immerhin bescheidenen Bemühungen, selbst zu experimentieren, ist Mayers Urteil über den Wert genauer Beobachtungen und zahlenmäßiger Ergebnisse, verglichen mit den fruchtlosen Meditationen und Spekulationen der Philosophen. Er sagt: „Die wichtigste, um nicht zu sagen einzige Regel für die echte Naturforschung ist die: eingedenk zu bleiben, daß es unsere Aufgabe ist, die Erscheinungen kennenzulernen, bevor wir nach Erklärungen suchen oder nach höheren Ursachen fragen mögen. Ist einmal eine Tatsache nach allen ihren Seiten hin bekannt, so ist sie eben damit erklärt, und die Aufgabe der Wissenschaft ist beendet.“ Und in seinem Brief an Griesinger vom 20. Juli 1844 stehen die Worte:

„Wahrlich ich sage Euch, eine einzige Zahl hat mehr wahren und bleibenden Wert als eine kostbare Bibliothek von Hypothesen.“

Mayer hat schon in seiner ersten Arbeit (1842) das mechanische Äquivalent aus vorhandenen Versuchswerten zahlenmäßig berechnet. Die Art, wie er das getan hat, ist der glänzendste Beweis für sein Genie und seinen physikalischen Instinkt. Gerade aus dem Umstand, daß seine Zeitgenossen die Art seiner Berechnung so scharf kritisiert und beanstandet haben und die Richtigkeit seiner Beweisführung erst viel später anerkannt wurde, kann man ersehen, daß der praktische Arzt Robert Mayer in der richtigen Anwendung vorhandener Versuchsergebnisse den Physikern vom Fach erheblich überlegen war. Es war bekannt, daß bei Gasen zwischen den spezifischen Wärmen, bei konstantem Druck und bei konstantem Volumen eine größere Differenz bestand, und es lagen bereits, wenn auch nicht sehr genaue, kalorimetrische Meßwerte aus Beobachtungen von Delaroche und Bérard (1812) sowie berechnete

Werte des Verhältnisses $\frac{c_p}{c_v}$ aus gemessenen Werten der Schallgeschwindigkeit für

die sogenannten permanenten Gase vor (Poisson). Mayer war es klar, daß die Differenz von c_p und c_v nur durch die äußere Ausdehnung des Gases bei Erwärmung um 1° bei konstantem Druck erklärt werden kann, was man heute durch die Gleichung

$$c_p - c_v = AR$$

auszudrücken pflegt (A = reziproker Wert des mechanischen Wärmeäquivalents in kcal/mkg, $R = 848/\mu$ = Gaskonstante, μ = Molekulargewicht). Aus den wenig genauen damals vorhandenen Werten von c_p und c_p/c_v für Luft fand Mayer den Wert $A = 367$ mkg/kcal, den er auf circa 365 abrundete. Wenn dieser Wert den heute als richtig anerkannten um 14% unterschreitet, so kann man das jedenfalls nicht Mayer zur Last legen.

Die angeführte Gleichung, die uns heute für ideale Gase vollkommen geläufig ist, erschien den Fachvertretern der Physik in jenen Jahren durchaus nicht selbstverständlich und wurde von vielen als nicht einwandfrei bezeichnet. Insbesondere behauptete Joule nach dem Ausbruch des ersten Prioritätsstreites vor der Pariser Akademie der Wissenschaften (1848—49), daß die Mayersche Berechnungsweise des mechanischen Wärmeäquivalents nicht in Übereinstimmung mit den damals (1842) bekannten Tatsachen gewesen sei; denn erst er, Joule, hätte durch seine 1845 veröffentlichten Versuche gezeigt, daß die spezifische Wärme der Luft unabhängig von ihrer Dichte sei, und daß verdichtete Luft, die ohne Leistung äußerer Arbeit in einen luftleeren Raum überströmt, im ganzen genommen keine Temperaturänderung erleide.

Aber Mayer hatte diesen möglichen Fehler durchaus erwogen und führte seine Berechnung im vollen Bewußtsein der Zulässigkeit seiner Annahmen aus. Er erwiderte sofort, daß der Einwand Joules nicht zu Recht bestünde, denn das von Joule im Jahre 1845 gefundene Resultat sei schon viel früher, im Jahre 1807, von Gay-Lussac bekanntgegeben worden. Joule hat auf diese Mitteilung Mayers auch nichts mehr erwidert. So muß man E. Mach recht geben, wenn er feststellt, daß Mayer der erste war, welcher sah, daß zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents gar keine neuartigen Experimente nötig waren und welcher den Gay-Lussacschen Überströmungsversuch richtig gedeutet hat.

V. Robert Mayers spätere Arbeiten.

Robert Mayer ist nicht durch philosophisches Grübeln, sondern durch reine Beobachtung auf das Problem der Energieumformungen gestoßen. Die ersten Gedanken und Erleuchtungen über ein Erhaltungsgesetz der Energie kamen dem Arzt Mayer bei Aderlässen an europäischen Matrosen auf Java, als er eine ungewöhnlich helle Farbe des aus der Armvene entnommenen Blutes feststellte. Den in den Tropen beobachteten geringeren Farbunterschied zwischen dem Blut in den Arterien und den Venen erklärte Mayer als Folge des durch den verringerten Wärmeverlust des Körpers entsprechend verlangsamten Oxydationsprozesses im Blut. Mayer sagt, daß zwischen der Einnahme und Ausgabe oder zwischen Leistung und Verbrauch im Organismus eine Bilanz zu ziehen ist, genau so wie wir jetzt für unsere Wärmekraftmaschinen eine Wärmebilanz aufstellen.

Obwohl also Mayer von physiologischen Betrachtungen ausgegangen war, beschränkte er sich in seiner ersten Veröffentlichung von 1842 auf die „Kräfte der unbelebten Natur“. Dieses vorsichtige Vortasten in unbekanntes Neuland zeigt uns, daß Mayer trotz der gewaltigen Inspirationen, die sich seiner bemächtigten, an der wissenschaftlich-kritischen Methode festhielt und jeden seiner Schritte kontrollierte.

Erst drei Jahre später (1845) vollendete Mayer seinen stolzen Aufbau des Gesetzes der Erhaltung der Energie, indem er es auf alle bekannten Energieformen ausdehnte und seine Gültigkeit auch für die organische Welt verkündete.

In ähnlich umfassender Weise hat Joule das gleiche Prinzip erst in seinem Vortrag in Manchester am 28. April 1847 dargestellt. Einige Monate nach dem Vortrag von Joule, am 23. Juli 1847, hielt Helmholtz vor der Physikalischen Gesellschaft in Berlin seinen Vortrag „Über die Erhaltung der Kraft“, in welchem er ebenfalls in sehr allgemeiner Weise, aber ohne Mayer zu nennen, das Gesetz der Erhaltung der Energie verfocht. Mayer hatte aber die allgemeinste Form dieses fundamentalen Naturgesetzes zwei Jahre vor Joule und Helmholtz verkündet.

In einer dritten größeren Abhandlung „Beiträge zur Dynamik des Himmels“ hat Mayer im Jahre 1848 die Gültigkeit des Energieprinzips auch auf die Erscheinungen im Weltall ausgedehnt und eine Erklärung für die durch Jahrtausende unverminderte Wärmeausstrahlung der Sonne gegeben. Als einzige ausreichende Energiequelle zur Deckung der Ausstrahlungsverluste bezeichnete er die Vernichtung der lebendigen Kraft der in die Sonne einstürzenden Meteorite. Auch mit seinen Arbeiten auf dem Gebiet der Himmelsmechanik ist Mayer seinen Zeitgenossen zuvorgekommen. W. Thomson hat seine Untersuchungen auf diesem Gebiet in der gleichen Richtung erst in den Jahren 1852—54 durchgeführt.

Diese dritte Arbeit bildet die letzte Großtat in Mayers Schaffen. Das Ausbleiben jeder Anerkennung seiner Leistungen, der harte Kampf um seine Priorität und die bald darauf einsetzenden völlig unsachlichen Angriffe brachten ihn in einen Zustand ständiger Erregung und führten im Mai 1850 zu einem Anfall von Delirium, in dessen Verlauf er aus dem Fenster seiner Wohnung zwei Stockwerke hoch auf die Straße sprang. Obwohl er sich von dem Sturz bald wieder erholte und 1851 zur Wahrung seiner Prioritätsansprüche eine äußerst klare Arbeit über das mechanische Äquivalent der Wärme veröffentlichte, wiederholten sich im Winter 1851—52 die Anfälle von

Gehirnentzündung und zwangen Mayer, in Heilanstalten Erholung zu suchen. Mayer selbst hat stets bestritten, geisteskrank gewesen zu sein, und gab nur Gehirnentzündung und Gemütsdepression zu; trotzdem mußte er in den Jahren 1852—53 während 13 Monaten die übelste Zwangsbehandlung in einer Irrenanstalt über sich ergehen lassen. Später wurde noch das Gerücht verbreitet, daß er im Irrenhaus gestorben sei.

Mit eigenen Veröffentlichungen ist Mayer seit 1862 wieder mehrmals hervorgetreten. Es handelte sich dabei aber durchweg nur um kürzere, gemeinverständliche Darstellungen, die meistens den Inhalt von Vorträgen bildeten und in denen verschiedene Anwendungsgebiete des Energieprinzips behandelt wurden. Aber jede dieser Arbeiten enthält originelle Gedanken und ist auch heute noch durchaus lesenswert. Nur in seiner letzten Arbeit „Über Auslösung“ (1876) griff er in großen Zügen ein neues Thema auf, dessen vertiefte Behandlung er sich für die folgenden Jahre vorbehalten. Sein Tod am 20. März 1878 verhinderte die Ausführung dieses Planes.

VI. Das Urteil der Fach- und Zeitgenossen über Robert Mayer.

Mayers Abhandlungen aus den Jahren 1842 und 1845, deren Titel nicht sehr glücklich gewählt waren, blieben lange völlig unbeachtet. Das gleiche Schicksal widerfuhr auch Joule bei seinen ersten Berichten aus den Jahren 1843 bis 1845. Im Jahre 1847 erschien dann die Broschüre von Helmholtz „Über die Erhaltung der Kraft“. Es ist nicht unsere Aufgabe, zu dieser Abhandlung, die, wie Mach sich ausdrückte, mit fachlicher Virtuosität durchgearbeitet war, kritisch Stellung zu nehmen. Es muß nur festgestellt werden, daß Mayers Arbeiten darin überhaupt keine Erwähnung fanden. Helmholtz erklärte später, daß er die Schriften Mayers damals nicht gekannt habe. Erst im Jahre 1854 würdigte Helmholtz die Mayersche Leistung mit dem knappen Satz: „Der erste, welcher das allgemeine Naturgesetz, um welches es sich hier handelt, richtig auffaßte und aussprach, war im Jahre 1842 ein deutscher Arzt Julius Robert Mayer in Heilbronn“. Und erst nach weiteren 29 Jahren verfaßte er einen Anhang zu dieser Schrift, in dem er sich mit den Mayerschen Arbeiten auseinandersetzte. Wenn Helmholtz in diesem Anhang sich auch bemühte, Mayer Anerkennung zu zollen, so geschah das doch nur in recht gönnerhafter Weise und mit Vorbehalten, die uns heute nicht angenehm berühren.

Auch Lenard ist der Meinung, „daß Helmholtz als Berichterstatter der „Physikalischen Gesellschaft“ in Berlin am besten in der Lage gewesen wäre, in den „Fortgeschritten der Physik“ außer sehr eingehend über seine eigene Schrift von 1847 auch über Robert Mayers frühere Schriften etwas zu berichten. Er erwähnt aber Mayer nur so kurz, daß man danach meinen müßte, dieser habe nichts Wesentliches veröffentlicht. Erst später gab Helmholtz öffentlich allmählich einiges zu, was doch schon begonnen hatte, weiteren Kreisen bekannt zu werden“. Wenn wir auch weit davon entfernt sind, den Anteil, den Helmholtz an dem Durchbruch der neuen Erkenntnisse hatte, geringzuschätzen, so glauben wir doch im Sinne der skizzierten Dreiteilung, daß ihm beim Aufbau des Energieprinzips in erster Linie die logische Zusammenfassung bereits ausgereifter, aber zerstreuter und ungeordneter Gedanken

zu einer monumentalen Einheit von zwingender Überzeugungskraft zu verdanken ist. Wir sind der Ansicht, daß Helmholtz so viele physikalische Großtaten vollbracht hat, daß es nicht notwendig ist, ihn mit fremden Federn zu schmücken.

Wir übergehen als sachlich völlig belanglos die Angriffe, die kleine Geister, wie z. B. Dr. Otto Seyffer, in Tageszeitungen gegen Mayer richteten, und gegen die er schutzlos war. Die traurige Folge solcher Angriffe, die sich selbst richten, war allerdings die Zerrüttung seiner Gesundheit und die Lähmung seiner Produktivität.

Der ganze Kampf gegen Mayer, der nicht auf ehrliche Weise, sondern stets aus dem Hinterhalt geführt wurde und in dem seine Gegner auch nicht davor zurückschreckten, ihn für großwahnstinnig zu erklären, ist eines der traurigsten Kapitel in der Geschichte der Wissenschaften. Mit Recht sagt Lenard, „daß man bis Galilei zurückgehen müsse, um ein genügend verwandtes Schicksal des Leidens um neuerfafter, tiefgehender Gedanken willen aufzufinden“. Dabei wurde aber „Galilei von dunklen, der Naturforschung feindlichen Mächten bekämpft; Mayers Schicksal lag aber innerhalb der Wissenschaft selbst“.

Es ist nun noch notwendig, das gegenseitige Verhältnis von Mayer und Joule zu beleuchten. Mayer brachte Joule uneingeschränkte Achtung entgegen und bewunderte seine geniale Experimentierkunst. Schon im ersten Prioritätsstreit vor der Pariser Akademie schloß Mayer seine Verteidigung gegen die unbegründeten Einwände Joules mit der Versicherung, er sei überzeugt, daß Joule seine Entdeckungen gemacht habe, ohne diejenigen Mayers zu kennen, und er gestehe, daß die zahlreichen Verdienste dieses berühmten Physikers ihm große Achtung einflößten. Am 27. Juni 1877, wenige Monate vor seinem Tode, schrieb Mayer an Düring die bezeichnenden Worte: „Zu bedenken gebe ich aber, daß, wenn es je meinen Landsleuten gelänge, mich zu beseitigen, niemand anders als der Engländer Joule die Erbschaft antreten könnte und würde.“ Damit hat Mayer sehr deutlich auch sein Urteil über den Anteil von Helmholtz an der Entdeckung ausgedrückt.

Wie aber benahm sich Joule Mayer gegenüber? Nachdem Mayer Ende 1848 seinen Prioritätsanspruch bei der Pariser Akademie angemeldet hatte, brachte Joule im Januar 1849 den erwähnten Einwand: der Mayersche Schluß sei mit den damals bekannten Tatsachen nicht in Übereinstimmung gewesen; jeder werde die Gelehrsamkeit Mayers schätzen, die aufzustellende Zahlenbeziehung zwischen Wärme und Arbeit vorausgesagt zu haben, aber man könnte nicht leugnen, daß er, Joule, zuerst den Zahlenwert des Äquivalents durch Versuche festgestellt habe. Als Mayer ihm entgegnete, daß der Gay-Lussacsche Überströmungsversuch (1807), den Joule wiederholte und bestätigt fand, zu den „damals bekannten Tatsachen“ gehörte, hüllte sich Joule in ein nicht mißzuverstehendes Schweigen. Es ist aber wohl kein Zweifel, daß Joule seine nächste Veröffentlichung mit einer Prämabel versieht, in der er die geschichtliche Entwicklung des Energieprinzips seit Rumford schildert. Nach Erwähnung der Arbeiten von Davy, Faraday, Grove, Séguin und Mayer, durch welche der Gedanke verbreitet wurde, daß die sog. imponderablen Stoffe lediglich Exponenten verschiedener Energieformen seien, sagt er über Mayers Arbeiten nur: „The first mention, so far as I am aware, of experiments in which the evolution of heat from fluid friction is asserted, was in 1842, by M. Mayer, who states that he has

raised the temperature of water from 12° to 13° C by agitating it, without, however, indicating the quantity of force employed, or the precautions taken, to secure the correct result.“ War das wirklich alles, was Joule aus den beiden Veröffentlichungen Mayers von 1842 und 1845 herausgelesen hat, die er doch anlässlich des vorangegangenen Prioritätsstreites sicher eingehend studiert hatte? Die Absicht, Mayers Leistung als die eines gefährlichen Konkurrenten zu bagatellisieren, tritt allzudeutlich zutage.

Wie wenig Mayers Schriften selbst zu Beginn der 60er Jahre noch bekannt und gewürdigt wurden, wird durch folgenden Vorgang beleuchtet, der allerdings die Wende in seinem bisherigen traurigen Schicksal bedeutete. Im Jahre 1862 erhielt R. Clausius in Zürich ein Schreiben des englischen Physikers John Tyndall in London mit einer Bitte um Auskunft über die Schriften Mayers. Clausius erklärte sich bereit, die Schriften zu besorgen, fügte aber hinzu, daß Tyndall darin kaum etwas Erhebliches finden würde. Als Clausius dann aber die Schriften Mayers erhalten und vor der Weitersendung gelesen hatte, erkannte er seinen Irrtum und fand, daß Mayer einen Ideenreichtum entwickelte, welchen man bewundern müsse. Er teilte diesen Befund auch sofort Tyndall mit. Am 6. Juni 1862 hielt nun Tyndall einen Vortrag über die Energie und ihre Wandlungen vor einem auserlesenen Kreis in der Royal Institution, wobei er zum Schluß bemerkte, alles, was er vorgebracht habe, sei ganz selbständig durch einen deutschen Arzt, Dr. Robert Mayer in Heilbronn, ausgearbeitet worden. Tyndall sagte: „Wenn wir die äußeren Bedingungen von Mayers Leben und die Zeit, in welcher er arbeitete, bedenken, so müssen wir staunen über das, was er vollbracht hat. Dieser geniale Mann arbeitete ganz in der Stille; nur von Liebe zu seinem Gegenstand erfüllt, gelangte er zu den wichtigsten Resultaten, allen anderen voraus, deren ganzes Leben der Naturforschung gewidmet war.“ Und 1891 prägte Tyndall den Satz: „No greater genius than Robert Mayer has appeared in our century.“

Das war eine klare Sprache, und es ist zu verstehen, daß Joule davon nicht gerade angenehm berührt war. Es brach der zweite Prioritätsstreit aus, bei dem sich besonders W. Thomson und P. G. Tait mit der Devise: „scientific patriotism“ für die Prioritätsansprüche Joules einsetzten, während Tyndall seinen Standpunkt mutig verteidigte. Dieser Streit dauert insofern bis in die heutige Zeit fort, als in englischen Lehrbüchern über Thermodynamik stets Joule als der Entdecker des Energieprinzips und des mechanischen Wärmeäquivalents hingestellt und Mayer meist gar nicht erwähnt wird.

Einen gewissen Abschluß fand immerhin der Prioritätsstreit im Jahre 1870, als die Pariser Akademie der Wissenschaften ein korrespondierendes Mitglied zu wählen hatte. Auf der Vorschlagsliste stand in erster Linie Mayer, in zweiter mit anderen auch Joule. Von den abgegebenen Stimmen erhielt Mayer 40, während sich 7 Stimmen zersplitterten, ohne daß auch nur eine für Joule abgegeben war. Hirn schrieb an Mayer nach seiner Wahl: „Tout le monde savant en France y applaudira, soyez en sur!“ Das geschah wenige Monate vor dem Ausbruch des deutsch-französischen Krieges. Es kann erfreulicherweise festgestellt werden, daß die französischen Fachkreise nicht zögerten, die Verdienste Mayers anzuerkennen. Schon in dem 1858

erschienenen Lehrbuch der Physik von Jannin, das in der École polytechnique als Leitfaden diente, findet Mayer gebührende Erwähnung.

Was aber auch nach Mayers Tod von unberufener, aber leider einflußreicher Seite an unsinnigen Behauptungen verbreitet wurde, geht z. B. aus dem 1894 erschienenen, vielgelesenen Band der „Deutschen Geschichte im 19. Jahrhundert“ von Heinrich von Treitschke hervor. Nachdem er die Helmholtzsche Schrift von 1847 „Über die Erhaltung der Kraft“ als eine entscheidende Tat hinstellt, sagt er: „Ähnliche Ideen hatte kurz zuvor, ohne daß Helmholtz darum wußte, der Heilbronner Arzt Robert Mayer ausgesprochen, einer jener unseligen, zwischen Genie und Wahnsinn schwankenden Geister, die unter den Erfindern und Entdeckern nicht selten erscheinen.“ Diese Darstellung fand allerdings sofort die ihr gebührende Zurückweisung durch J. J. Weyrauch. — — —

Wenn wir es unternommen haben, die so oft unterbewertete und mißverständene Leistung Robert Mayers hundert Jahre nach ihrer Vollendung noch einmal in ihrer ganzen Größe und Tragweite zu umreißen, so müssen wir doch deutlich erkennen, daß er, ebenso wie Joule, Helmholtz, Clausius und W. Thomson, nur zu den klarsten und letzten Verkündern einer Naturerkenntnis gehörte, deren Durchbruch durch jahrzehntelange Gedankenarbeit der besten Köpfe in den führenden Kulturnationen vorbereitet und ausgereift war. Für den geistigen Fortschritt der Menschheit ist es gegenstandslos, wer aus einer Reihe Auserwählter kurz vor den selbständig denkenden Anderen einen neuen Gedanken mit voller Klarheit ausspricht. Wogegen aber mit aller Schärfe Protest erhoben werden muß, das ist der Versuch, einen genialen Entdecker und Verkünder zu verleugnen und ihn seines wohlverdienten Ruhmes berauben zu wollen. Solche Versuche wurden aber gerade Robert Mayer gegenüber zu wiederholten Malen und von verschiedenen Seiten unternommen. Die Geschichte der Wissenschaften läßt jedoch im Laufe der Zeit alle wirklichen, ebenso wie die nur vermeintlichen Großtaten im rechten Licht erscheinen. Und Mayers Name gehört heute innerhalb und außerhalb Deutschlands zu den ruhmreichsten unter den Naturwissenschaftlern. Wir wollen daher den Worten E. Machs nur beipflichten: „daß kaum jemals ein anderer Naturforscher einen wichtigeren und umfassenderen Blick getan hat“.

Als echter Wissenschaftler war sich aber Mayer auch stets der Grenzen der Erkenntnis bewußt, und es war für ihn klar, daß das Ziel der Wissenschaft nicht in der Besitzergreifung der vollen und letzten Wahrheit, sondern stets nur in einem Ringen nach neuen Erkenntnissen besteht. So machte er sich die Auffassung des Tübinger Universitätskanzlers Autenrieth zu eigen, wonach jedes wissenschaftliche System mit einer an den großen Kreis der Wahrheit gezogenen Tangente verglichen werden könne, die diesen Kreis nur berührt, ohne jemals in ihn eindringen zu können.

Als der Verein Deutscher Ingenieure im November 1914 eine Jahrhundertfeier des Geburtstages Robert Mayers plante, wurde diese durch den Ausbruch des ersten Weltkrieges verhindert. Und jetzt, 100 Jahre nach der Entdeckung seines weltumspannenden Energieprinzips, stehen wir wieder inmitten eines Völkerringens, an einem Wendepunkt der Weltgeschichte, die keine Logik und keine kausalen Zusammenhänge kennt, in der der Zufall herrscht und keine Voraussagen möglich sind.

Kraft und Geist, die einander periodisch abzulösen scheinen, sind die treibenden Faktoren dieser unberechenbaren Entwicklung, deren Sinn wir nicht zu erkennen vermögen. Inmitten der gewaltigsten Kraftäußerung wollen wir uns einen Augenblick auf den Geist besinnen, der in dem Deutschen Robert Mayer einen seiner edelsten Vertreter gefunden hat.

An den Schluß unserer Betrachtungen setzen wir die Worte J. J. Weyrauchs, der es wie kein anderer verstanden hat, Mayers Leben, Kampf und Leistung zu schildern:

„So zeigt sich also, daß wir von Robert Mayer nach sehr verschiedenen Richtungen lernen können. Wenn ihn Tyndall, der weitblickende englische Forscher, den größten Genius des 19. Jahrhunderts nannte, wenn die heutige Naturwissenschaft und Technik auf seinen Schultern stehen, er ist nicht nur ein Bahnbrecher der Erkenntnis, ein Märtyrer der Wissenschaft, sondern auch ein Förderer des Gemeinwohls, ein charaktvoller und guter Mensch gewesen. Sein Name wird neben Galilei, Keppler und Newton immer heller durch die Jahrhunderte strahlen, ein Leitstern kommender Geschlechter zum Ruhme seiner Nation und seines geliebten schwäbischen Heimatlandes.“

Schlußwort des Rektors.

Mit dankbarem Interesse sind wir dem klaren und eindrucksvollen Vortrag gefolgt, in welchem die geschichtliche Tat Robert Mayers eine so überzeugende Würdigung erfuhr. Wir sind stolz, daß Robert Mayer ein Deutscher war. Dieser Stolz verpflichtet uns aber auch, mit Einsatz unserer besten Kräfte allzeit daran zu arbeiten, daß der deutschen Wissenschaft die Geltung und Stellung als Weltmacht des Geistes gesichert bleibt und daß sie — als technische Wissenschaft — vor allem auch stark sei, die gewaltigen Aufgaben deutschen und europäischen Aufbaues und Ausbaues, die der Krieg und erst recht der Sieg stellen, glücklich zu meistern.

Wir wollen darum auch in dieser Gedenkstunde das Bekenntnis zu dieser unserer deutschen Pflicht erneuern und bestärken, indem wir den Blick zum Führer erheben, der unser Reich im schicksalsschweren Kampf verteidigt und so auch unserem Schaffen seinen letzten Sinn erst gibt.

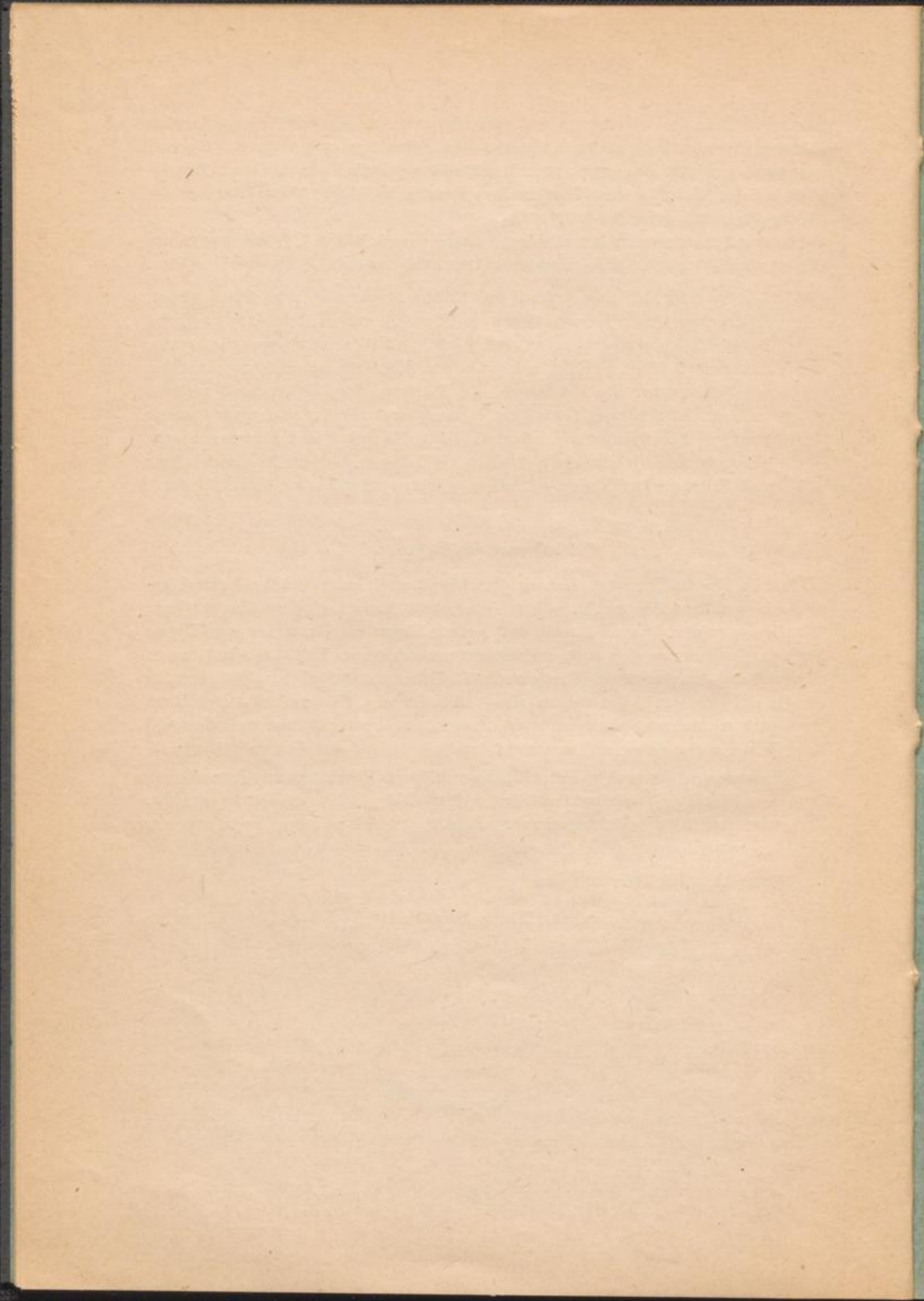
Wir grüßen den Führer:

Adolf Hitler: „Sieg Heil!“



K 20
Fugate

1850/53
Lind



26 15396 8 031

BL3 Karlsruhe



26 5396 8 031

