

---

**Wilhelm Schütz**

**Robert Mayer**

Biografien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner Band 6  
1969 BSB B. G. Teubner Leipzig  
Abschrift und LaTeX-Satz: 2023

<https://mathematikalpha.de>

# Inhaltsverzeichnis

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Vorwort</b>                                      | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>Einführung</b>                                   | <b>7</b>  |
| <b>3</b> | <b>Kindheit und Studienjahre</b>                    | <b>15</b> |
| <b>4</b> | <b>Die große physikalische Entdeckung</b>           | <b>24</b> |
| 4.1      | Vorgeschichte . . . . .                             | 24        |
| 4.2      | Im Spiegel der Publikationen . . . . .              | 26        |
| 4.3      | Im Spiegel des Briefwechsels mit Freunden . . . . . | 37        |
| 4.4      | Carnot, Mayer, Clausius . . . . .                   | 42        |
| 4.5      | Schicksal . . . . .                                 | 44        |
| <b>5</b> | <b>Der Heilbronner Arzt</b>                         | <b>48</b> |
| <b>6</b> | <b>Der anerkannte Naturforscher</b>                 | <b>59</b> |
| <b>7</b> | <b>Schrifttum</b>                                   | <b>69</b> |

## 1 Vorwort



Abb.1. Robert Mayer im Alter von 28 Jahren (1842)

Wo Bewegung entsteht  
Wärme vergeht  
Wo Bewegung verschwindet  
Wärme sich findet.  
Es bleiben erhalten  
des Weltalls Gewalten  
Die Form nur verweht  
das Wesen besteht.  
Strophe am Sockel des  
Robert-Mayer-Denkmal  
im Stadtgarten von Heilbronn am Neckar

In Verbindung mit dem Energieprinzip ist der Name des Heilbronner Arztes Dr. Julius Robert Mayer heute noch so lebendig, dass vielerorts und auf mancherlei Weise seines 150. Geburtstages am 25. November 1964 gedacht wurde.

Besonderen Anlass dazu hatte seine Vaterstadt Heilbronn; dank dem Entgegenkommen der noch lebenden direkten Nachfahren Robert Mayers gelang es, die archivale Sammlung seines gesamten Nachlasses in einem Robert-Mayer-Archiv zum Abschluss zu bringen, eine für die Robert-Mayer-Forschung verdienstvolle Tat.

Von dem zuständigen Archivar Dr. Helmut Schmolz und seinen Mitarbeitern wurde auch mit der erneuten Sichtung und Auswertung des Quellenmaterials begonnen und auf dieser Grundlage in Verbindung mit schon bekannten, aber schwer zugänglichen Arbeiten, ganz besonders aber unter Benutzung eines bisher meist noch nicht veröffentlichten Bildmaterials als Festgabe eine Schrift herausgebracht: Robert Mayer, sein Leben und Werk in Dokumenten.

Die ansprechende neue biographische Schrift schöpft aus dem Vollen, bringt aber keine Überraschungen. Diese Feststellung ist ein Lob für die Vollständigkeit und Gediegenheit des historisch-literarisch-biographischen Materials, das bereits zu Anfang der neunziger Jahre Jacob J. Weyrauch der Öffentlichkeit zugänglich gemacht hat, zugleich aber auch Ausdruck des Bedauerns über die nunmehr wohl endgültig feststehende Gewissheit, dass offenbare Lücken, wie z. B. in den Familienbriefen, Lücken bleiben werden.

Aufrichtige Bewunderung für das wissenschaftliche Werk und warme Anteilnahme an dem bedauernswürdigen Lebensschicksal Robert Mayers, die in Vorlesungen, Vorträgen und Gesprächen meines Lehrers Walther Gerlach unüberhörbar anklangen und zweifellos seinerzeit mitgesprochen haben, einem Doktoranden in Tübingen die Anregung zu einer

neuen Präzisionsbestimmung des mechanischen bzw. elektrischen Wärmeäquivalent zu geben, sind nicht spurlos an mir vorübergegangen; ein übriges hat wohl die geistige Atmosphäre des Schwabenlandes getan, die ich in den Jahren 1925 bis 1929 als wissenschaftlicher Assistent und Privatdozent am Physikalischen Institut der Universität Tübingen geatmet habe.

Auf diesem aufgelockerten Boden ist die hier vorgelegte Variation zu dem Thema: Robert Mayer, der Arzt und der Forscher, entstanden.

Meine Ausarbeitung stützt sich in erster Linie und in Zweifelsfällen auf das von Jacob J. Weyrauch und von Helmut Schmolz / Hubert Weckbach bereitgestellte Quellenmaterial. Besonderen Wert habe ich auf die Ausschöpfung des Briefwechsels gelegt, der insgesamt weitaus höher steht, als die Autobiographischen Aufzeichnungen, die erst zwanzig und mehr Jahre nach der, ach so kurzen, genialen Phase im Leben ihres Verfassers gemacht worden sind.

Der Briefwechsel mit seinen Freunden lässt in einzigartiger Weise das Ringen Robert Mayers um den Energiesatz nacherleben; er erst erschließt seinen Gedankenreichtum in vollem Umfang und vervollständigt in wesentlichen Punkten seine Publikationen; er lässt aber auch seine Eigensinnigkeit und die taktischen Fehler bei seinen Versuchen, die neuen Erkenntnisse an den Mann zu bringen, offenbar werden, mit ihnen auch die eigene Schuld an den ihm erwachsenen Schwierigkeiten.

So gelangt man zu einem Robert-Mayer-Bild, das meiner Überzeugung nach der Wirklichkeit näherstehen dürfte und glaubwürdiger ist, als das im Umlauf befindliche. Zwischen dem Galilei des 19. Jahrhunderts, den Eugen Dühning konstruiert hat, und dem - nach späterer eigener Einsicht - Märtyrer seines Eigensinnes zu sein, klafft eine tiefe Kluft, die man nach 100 Jahren nicht mehr verdecken, sondern ausleuchten sollte.

Die wissenschaftliche Welt, in der Robert Mayer lebte, war nicht so bösartig und ihm so feindlich gesonnen, wie die Legende sie erscheinen lässt. Sie hatte allerdings ihre Spielregeln, an die Robert Mayer sich trotz guter Ratschläge seiner Freunde nicht hielt, und auf den Gedanken, dass sie Zeit brauchen könnte, um eine wirklich große Entdeckung in der von ihm dargebotenen eigenwilligen Form zu begreifen, kam er erst gar nicht. Was übrig bleibt, sind Folgen beiderseitiger menschlicher Unzulänglichkeit und Unvollkommenheit, die jedoch den sensiblen, zu psychischer Erkrankung disponierten Robert Mayer mit 36 Jahren an den Rand des Grabes brachten.

Das Nacherleben des Schicksals eines Großen der wissenschaftlichen Welt, der es nicht leicht hatte, sich in ihr zurechtzufinden, bereichert unsere Lebenserfahrung, mahnt zugleich aber auch zu Aufgeschlossenheit und Hilfsbereitschaft den neben uns strebend sich bemühenden Mitmenschen gegenüber.

Das Auftauchen des Arztes Dr. Julius Robert Mayer in der Geschichte der Physik ist ein aufschlussreiches Beispiel dafür, wie eine Entdeckung zustande kommen kann; der Zufall spielt dabei keine geringe Rolle.

Nach bestandenem medizinischem Staatsexamen trieb es ihn hinaus in die Welt, und als Schiffsarzt machte er während eines viermonatigen Aufenthaltes in den Gewässern um

die Insel Java bei Aderlässen die Feststellung, dass das Venenblut der Schiffsbesatzung eine ungewöhnlich helle Farbe hat.

Den dort ansässigen Badern und Ärzten war ein solcher Befund nichts Neues; sie wussten auch, dass die Farbe des Venenblutes der Europäer nach längerem Aufenthalt in den Tropen wieder normal ist. Der Körper passt sich an und entrückt damit das Phänomen weitergehendem medizinischem Interesse.

Den 26jährigen Neuling in den Tropen regte jedoch das Phänomen auf, und mit einer ihm eigentümlichen Ausschließlichkeit, aber bis dahin völlig fremden Zähigkeit suchte er dessen Ursache zu ergründen.

Er kam nicht weit mit dem, was er an der Universität gelernt und noch in Erinnerung hatte, aber es genügte, um ihn für den im Prozess des Nachdenkens auftauchenden Gedanken hellhörig zu machen, dass der Physik ein Satz von der Erhaltung der Kraft [Energie] ebenso nützlich sein könne, wie der ihm aus der Chemievorlesung bekannte Satz von der Erhaltung des Gewichts [Masse].

Die Verfolgung dieses Gedankens warf ihn aus der Bahn einer normalen bürgerlichen Entwicklung und bestimmte sein Schicksal, ein bedeutender Entdecker, zugleich aber auch ein unglücklicher Mensch zu werden.

Robert Mayers Leben verläuft zwischen zwei für die Entwicklung Europas bedeutenden politischen Ereignissen: Dem Wiener Kongress 1814 und dem Berliner Kongress 1878. Dazwischen liegen die Revolutionen in Frankreich und in Polen 1830/31, in Frankreich, Österreich und Deutschland 1848/49 sowie die kleindeutsche Lösung des Deutschlandproblems in den Jahren 1864 bis 1870, Ereignisse, auf die er temperamentvoll, aber wenig konsequent reagiert.

Weniger dramatisch, aber mit um so nachhaltigerer Wirkung gelangt in diesem Zeitraum die bürgerliche industrielle Revolution in Deutschland nach Überwindung kleinstaatlicher Zollschränken durch den am 1. Januar 1834 in Kraft tretenden Deutschen Zollverein zur vollen Entfaltung.

So ist denn auch alsbald die fauchende Dampfmaschine, das Symbol der damaligen Entwicklungsstufe der Technik, neben der Farbe des Venenblutes Fixpunkt seines Nachdenkens über die Äquivalenz von Wärme und mechanischer Arbeit geworden.

Mit gesellschaftlichen Problemen der Industrialisierung dürfte jedoch Robert Mayer in der württembergischen Kleinstadt Heilbronn kaum schon konfrontiert worden sein, obwohl er als Stadtarzt die Armen der Stadt ärztlich zu versorgen halte. Mit dem Energiesatz trug er jedoch zur Beschleunigung des Tempos der Industrialisierung in aller Welt bei, weil dieser Satz die Entwicklung der Technik auf eine breitere wissenschaftliche Grundlage stellte.

Friedrich Engels schätzte die Bedeutung des Satzes von der Erhaltung der Energie und der Wandelbarkeit der Energieformen, insbesondere aber auch Robert Mayers Verdienste um die Gewinnung dieser Erkenntnis, hoch ein; er rechnete den Energiesatz neben der Zellenlehre und der Entwicklungslehre zu den drei großen Entdeckungen, die "unsere Kenntnisse vom Zusammenhang der Naturprozesse mit Riesenschritten vorangetrieben

haben".

Meiner Frau, Dr. Lucy Schütz, geb. Mensing, danke ich für eine Durchsicht des Manuskripts und Hilfe beim Lesen der Korrektur.

Jena, den 20. März 1968, neunzig Jahre nach Robert Mayers Tod,

Wilhelm Schütz

Im Text werden die Anführungszeichen »...« überall dort verwendet, wo es sich um Äußerungen Robert Mayers handelt; eckige Klammern [...] schließen Anmerkungen und Erläuterungen des Verfassers sowie Hinweise auf das Schrifttum ein.

## 2 Einführung

Das Energieprinzip besagt, dass die Arbeitswerte der Naturkräfte unzerstörbar sind und zueinander in äquivalenten Verhältnissen stehen; anders ausgedrückt: dass es eine der mechanischen Arbeit verwandte physikalische Größe gibt, Energie genannt, die im natürlichen Geschehen nicht zu nichts vernichtet wird und nicht aus nichts entsteht; sie kann infolgedessen nur von einem physikalischen System auf ein anderes übergehen oder ihre Erscheinungsform wandeln.

"Nicht zu nichts vergehen und nicht aus nichts entstehen" heißt, dass in einem abgeschlossenen System bei jedem physikalischen und chemischen Vorgang die Gesamtenergie, das ist die Summe der Beiträge aller beteiligten einzelnen Energiearten unverändert bleibt; abgeschlossen ist das System, wenn keine Energie, insbesondere keine mechanische Arbeit, zu- oder abgeführt wird.

Arbeit ist das Produkt aus Kraft und Weg, vorausgesetzt, dass beide gleichgerichtet sind. Dies ist der Satz von der Erhaltung und Umwandlung der Energie, kurz Energiesatz genannt.

Ohne auf Einzelheiten der langen und wechselvollen Geschichte des Energiesatzes in dieser kleinen Biographie eingehen zu können, dürfte jedoch für viele Leser folgender Überblick bei der Lektüre von Nutzen sein.

Der Energiesatz ist einleuchtend, das heißt, er steht im Einklang mit allgemeinen Denkprinzipien von der Art des Leitsatzes: *Ex nihilo nil fit, nil fit ad nihilum* (Es gibt auf Erden kein Ding, das aus nichts entsteht oder in nichts vergeht), der dem ionischen Vulgärmaterialisten Demokrit (460 bis 371 v. u. Z.) zugeschrieben wird.

Auf der Suche nach einem solchen Ding fanden die Physiker und Mathematiker Erhaltungssätze für fünf physikalische Größen: Impuls, Drehimpuls, Masse, Energie und elektrische Ladung.

Der Energiesatz steht auch im Einklang mit dem Gottfried Wilhelm Leibniz (1646 bis 1716) zugeschriebenen Leitsatz: *Causa aequat effectum* (Die Ursache ist der Wirkung gleichwertig), doch gehört schon einige Sicherheit im energetischen Denken dazu, um sich nicht durch Beispiele beirren zu lassen, wo eine auslösende Ursache wirksam ist und man von kleiner Ursache und großer Wirkung sprechen muss. Robert Mayer hat diesem Problem eine eigene Abhandlung gewidmet.

Um auf den Energiesatz zu kommen, sind solche Denkprinzipien nützlich, und sie sind es auch für Robert Mayer gewesen, doch war er sich bald im klaren, dass sie kein Ersatz für die Erfahrung sind, dass es kein *perpetuum mobile* 1. Art gibt, d. h. eine periodisch wirkende Maschine, die ohne Zufuhr von Energie in irgend einer Form von außen - z. B. mechanischer Arbeit, Wärme usw. - in der Lage ist, mechanische Arbeit oder auch Energie in irgend einer anderen Form abzugeben.

Die Skizzierung der Ausweitung des Energiesatzes von einem Energiesatz der Mechanik zu einem Energiesatz der Mechanik und Wärme (1. Hauptsatz der Thermodynamik) und schließlich zu einem alle Bereiche der Physik und Chemie umfassenden allgemeinen Energiesatz möge zur Erläuterung dienen.

Der Energiesatz der Mechanik stützt sich auf Erfahrungen an mechanischen Maschinen (Hebel, Rolle, schiefe Ebene, Keil, Schraube). Wenn die Maschine eine bestimmte mechanische Arbeit verrichten soll, so muss eine gleichgroße Arbeit zugeführt werden. Es gilt die goldene Regel der Mechanik: Was an Kraft eingespart wird, muss an Weg zugegeben werden. Die Verwendung solcher Maschinen versetzt den Menschen jedoch in die Lage, Größe und Richtung der Kraft frei wählen zu können, Pendel und Stoßpendel sind Vorrichtungen, die nicht zur Arbeitsverrichtung bestimmt sind.

Während des Schwingungs- und Stoßvorganges ist die Summe von toter Kraft [potentielle Energie] und lebendiger Kraft [kinetische Energie] konstant.

Diese Erkenntnisse und ihre mathematische Durchdringung waren in den Jahren 1695 bis 1788 herangereift; gemeint sind die Erscheinungsjahre der betreffenden Werke von Leibniz und Lagrange.

Wesentlichen Anteil daran hatten Leibniz, Johann Bernoulli (1667 bis 1748), Jacob Bernoulli (1654 bis 1705), Daniel Bernoulli (1700 bis 1782), Leonhard Euler (1707 bis 1783), Joseph Louis Lagrange (1736 bis 1813).

Weil der praktischen und theoretischen Mechanik widersprechend, beschloss die Pariser Akademie der Wissenschaften im Jahre 1775, angeblich gelungene Konstruktionen eines perpetuum mobile 1. Art nicht mehr zu prüfen.

Was die Mitwirkung von Rene Descartes (1596 bis 1650) an dem Energiesatz der Mechanik betrifft, so ist zu bemerken, dass er sich mit dem Impuls und dem Kraftstoß befasst hat, aber den Erhaltungssatz des Impulses verfehlte, weil dessen Vektorcharakter auch sein, im Vergleich zu dem zeitgenössischen, hochentwickeltes Denkvermögen überforderte.

Im Widerspruch zu der Behauptung des Energiesatzes der Mechanik beobachtet man bei allen Umwandlungen von lebendiger Kraft in tote Kraft einen Verlust. Da man bald einen Zusammenhang dieses Schönheitsfehlers mit der Reibungswärme erkannte, war der Energiesatz leicht zu retten, wenn man sich die Vorstellung zu eigen machte, dass Wärme nichts anderes als Molekularbewegung ist.

An dieser Rettungsaktion beteiligten sich in erster Linie Lazard Carnot (1753 bis 1823, der Vater von Sadi Carnot) und Thomas Young (1773 bis 1829); das geschah in Arbeiten, die in den Jahren 1783 und 1807 erschienen sind. Young bezeichnete bei dieser Gelegenheit den Begriff lebendige Kraft mit dem Wort Energie.

Nach heutigem Sprachgebrauch bezeichnet Energie den Oberbegriff und kinetische Energie den Begriff lebendige Kraft; tote Kraft heißt heute potentielle Energie. Ein weniger bekannter Wortführer dieser Gedankenrichtung war Michail Lomonossow (1711 bis 1765), der schon 1748 in einem Brief an Leonhard Euler und 1760 in einer gedruckten Arbeit das Gesetz von der Erhaltung des Stoffes und der [mechanischen] Bewegung beim Übergang in die molekulare Form postulierte.

Namhafte Vertreter der molekularkinetischen Wärmehypothese waren Francis Bacon (1561 bis 1626), Robert Boyle (1627 bis 1691), Daniel Bernoulli, Leonhard Euler. Andererseits hatte Georg Ernst Stahl (1660 bis 1734) im Jahre 1732 mit dem Wärmestoff

Phlogiston erstmalig eine vollständige Theorie der Chemie aufgebaut, die in der Systematik der Verbrennungs- und Reduktionsvorgänge so überzeugend war, dass man ihre physikalischen Mängel in Kauf nahm.

Der bedeutende Chemiker Antoine Laurent Lavoisier (1743 bis 1794) und der bedeutende Mathematiker Pierre Simon Marquis de Laplace (1749 bis 1827) veröffentlichten im Jahre 1784 gemeinsam eine Arbeit, in der sie zu keiner Entscheidung zwischen den beiden Hypothesen kamen und bemerkten: "Vielleicht sind sie beide richtig!"

Wesentliches änderte sich auch nicht, als noch in den letzten Jahren des Jahrhunderts Benjamin Thompson, der spätere Graf von Rumford (1753 bis 1814) und Humphrey Davy (1778 bis 1829) vom physikalischen Standpunkt aus unwiderlegbare experimentelle Beweise gegen die Wärmestoffhypothese beibrachten.

So stand die unmittelbare Einbeziehung der Wärme in den Energiesatz der Mechanik auch noch auf schwachen Füßen, als Robert Mayer in den Jahren 1832 bis 1838 die Universität besuchte; als Studierender der Medizin dürfte er allerdings nicht viel darüber gehört haben, Den Satz von der Erhaltung des Gewichts [der Masse] bei chemischen Reaktionen hat er jedoch kennengelernt und später als Leitbild für den Energiesatz benutzt.

In seiner Unbefangenheit ging der Arzt Robert Mayer die Formulierung und Begründung des Energiesatzes der Mechanik und Wärme auf direktere Weise als die Fachleute an. Ihm schien die Wärme nicht eine spezielle Form der kinetischen Energie, sondern unabhängig von jeder molekularen Vorstellung eine Erscheinungsform der Energie schlechthin, die gleichberechtigt neben den Formen der mechanischen Energie existiert und auf deren Kosten vermehrt (Reibzeug) oder zu deren Gunsten aufgebraucht werden kann (Dampfmaschine).

Wenn die Umwandlungsvorrichtungen keine perpetua mobile 1. Art sind, dann muss - und das ist der großartige Gedanke Robert Mayers, der die Entwicklung der Physik ein Stück vorwärts gebracht hat - zwischen der Maßeinheit der mechanischen Energie [mkp] und der Wärmeenergie [cal] eine von den Versuchsbedingungen unabhängige feste Relation bestehen.

In formaler Analogie zu den chemischen Äquivalenten, die im chemischen Geschehen eine vergleichbare Rolle spielen, nannte er die einer Wärmeinheit entsprechende mechanische Arbeit mechanisches Wärmeäquivalent.

Seinem Scharfsinn gelang es auch, einen - woran heute niemand mehr zweifelt - völlig einwandfreien Weg zur Berechnung des mechanischen Wärmeäquivalents aus der gemessenen Differenz der spezifischen Wärme angenähert idealer Gase bei konstantem Druck und konstantem Volumen zu gehen. Er blieb jedoch den Nachweis schuldig, dass man - innerhalb der Fehlergrenze - den gleichen Wert erhält, wenn man andere Wege beschreitet; entgegen anderslautenden Darstellungen war er sich dieser Unterlassung bewusst.

Robert Mayer hat aber nicht nur das mechanische Wärmeäquivalent berechnet; er hat auch in umfassender Weise gezeigt, wie man mit seiner Hilfe bisher unlösbare Probleme der Physik und Chemie, der Astro- und Geophysik, der Physiologie und der Technik

einer Lösung zuführen kann. Die Arbeiten sind in den Jahren 1842, 1845 und 1848 publiziert worden.

Unabhängig von Robert Mayer, aber gedanklich - man muss es schon sagen - weniger scharf gezielt, kam James Prescott Joule (1818 bis 1889) dazu, einen Wert des mechanischen Wärmeäquivalents experimentell zu bestimmen; er veröffentlichte das Ergebnis im Juni 1843, also 13 Monate nach Robert Mayers Mitteilung in Liebigs Annalen mit dem Bemerkten:

"Ich werde keine Zeit verlieren, diese Versuche zu wiederholen und auszudehnen, da ich überzeugt bin, dass die gewaltigen Naturkräfte durch des Schöpfers "Werde" unzerstörbar sind und dass man immer, so man eine mechanische Kraft aufwendet, ein genaues Äquivalent erhält."

Auf ähnlichem "theoretischem" Niveau steht auch die im gleichen Jahre von Ludwig August Colding (1815 bis 1888) veröffentlichte Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents aus Reibungsversuchen.

Glücklicherweise hielt sich Joule nicht an seinen Vorsatz und war danach noch mehr als ein Jahrzehnt lang bemüht, sich immer wieder von neuem in den Stand zu setzen, "einige neue und sehr feine Versuche mitzuteilen, um das mechanische Äquivalent der Wärme mit der Genauigkeit bestimmen zu können, welche die Bedeutung desselben für die Physik verlangt".

Diesem Umstand verdanken Physik und Technik eine Reihe meisterlicher Bestimmungen des mechanischen Wärmeäquivalents, deren Übereinstimmung untereinander und mit den Ergebnissen von Robert Mayer und Colding wesentlich zur Absicherung der Entdeckung Robert Mayers beigetragen hat.

Die Experimentierkunst Joules hat Robert Mayer bewundert und mit zum Teil überschwänglicher Begeisterung anerkannt:

»Was ich mit schwachen Kräften und ohne jegliche Unterstützung und Ermunterung von außen in dieser Beziehung geleistet habe, ist freilich wenig, aber - ultra posse nemo obligatur [man kann von niemand mehr verlangen, als er zu leisten vermag]«.

Daran sollte man sich halten und nicht aus Robert Mayer einen großen, mit Joule irgendwie gleichrangigen Experimentator machen wollen.

Gestützt auf Robert Mayer und Joule konnte Rudolf Clausius (1822 bis 1888) bereits im Jahre 1850 den Energiesatz der Wärme und der mechanischen Arbeit als 1. Hauptsatz in die Theorie der Wärmelehre einbauen, wo er in Verbindung mit dem Entropiesatz, dem 2. Hauptsatz der Wärmelehre, seine volle Wirksamkeit entfalten konnte und niemals versagt hat.

Ein perpetuum mobile 2. Art wäre eine Maschine, die nichts weiter bewirkt, als Wärme in mechanische Arbeit umzuwandeln; eine solche Maschine wäre nach dem 1. Hauptsatz durchaus möglich, Wärmeenergie lässt sich jedoch immer nur zum Teil in mechanische Arbeit umsetzen, der andere Teil geht als Wärme in Körper niedrigerer Temperatur über.

Die Umwandlung von Energie aus der einen in die andere Form ist also nicht beliebig

umkehrbar (reversibel). Analytischer Ausdruck dieser im 2. Hauptsatz formulierten Tatsache und Maß der nicht mehr umkehrbaren Energie ist eine Größe, Entropie genannt, die die Eigenschaft hat, dass in einem geschlossenen System die Gesamtentropie, das ist die Summe der Entropien seiner Teile, bei jeder Veränderung zunimmt, günstigenfalls, im Grenzfall reversibler Prozesse, konstant bleibt.

Mit Recht bezeichnet man Sadi Carnot (1796 bis 1832) als Vater des 2. Hauptsatzes. Sechsfünfzig Jahre nach seinem Tode, im Todesjahr Robert Meyers, wurde bekannt, dass er sich in seinen letzten Lebensjahren von der Stofftheorie der Wärme ab- und der kinetischen Wärmetheorie zugewandt hatte; er war auch zu einem Wert für das mechanische Wärmeäquivalent gelangt.

Losgelöst von allen Bindungen an mechanistische Vorstellungen vom Wesen der Erscheinungen hat Robert Mayer in der großen Arbeit aus dem Jahre 1845 den Energiesatz mit vollem Bewusstsein auch auf alle sonstigen Umwandlungen in der belebten und unbelebten Natur ausgedehnt; er zweifelte nicht, dass das Äquivalenzprinzip ein Grundgesetz der gesamten Physik, Chemie und Physiologie ist, d.h., dass es für jedes Gebiet eine Größe gibt, die mit der mechanischen Arbeit bzw. mit der Wärme äquivalent ist.

Im Hinblick auf den allgemeinen Energiesatz übertrifft Robert Mayer mit dieser Einsicht alle Zeitgenossen, die aus welchen Gründen auch immer - mechanistischem Materialismus, romantischem Pantheismus oder auch nur aus Freude am Experimentieren - in der Vielfalt der Erscheinungen nach Beweisen für die Einheit der Natur suchten, indem er nicht nach irgendwelchen Zusammenhängen zwischen den Naturerscheinungen suchte - wie Oerstedt, Faraday, Joule, Seebeck, Peltier u. a. - sondern konkret nach arbeits- und wärmeäquivalenten Größen.

Freilich kam er nicht über die Aufstellung des Programms hinaus, weil entsprechende Begriffe in der Lehre von der Elektrizität und dem Magnetismus fehlten.

Joule hatte zwar 1841 entdeckt, dass die Stromwärme dem Widerstand, dem Quadrat der Stromstärke und der Zeit proportional ist, doch kam er nicht auf den Gedanken, aus seinen Ergebnissen das elektrische Wärmeäquivalent zu berechnen. Robert Mayer kannte den Versuch offenbar nicht, sonst hätte er ihm weiter helfen können.

So blieb es Hermann Helmholtz (1821 bis 1894) vorbehalten, in einer 1847 publizierten Arbeit über die Erhaltung der Kraft [Energie] nicht nur die Energieausdrücke für das Gravitationsfeld, für elektro- und magnetostatische Felder herzuleiten, sondern auch die Stromerzeugung durch galvanische Elemente und Thermolemente sowie die Elektrodynamik einschließlich der Induktionserscheinungen dem energetischen Denken zu erschließen.

Die Einwände gegen Helmholtzens Deduktionen sind, wie schon von Laue (1879 bis 1960) betont hat, unbegründet. Helmholtz hat sich zwar auf den Boden der mechanischen Erklärbarkeit aller Naturvorgänge durch anziehende und abstoßende Zentralkräfte gestellt, leitete aber seine Deduktionen aus der Unmöglichkeit des perpetuum mobile 1. Art ab.

Wo Helmholtz außerdem die mechanische Erklärbarkeit der Naturvorgänge wesentlich

benutzt hat, entsprach das dem damaligen Stand der theoretischen Physik. Die Faraday-Maxwellsche Feldtheorie der Elektrodynamik ist erst 20 Jahre später entstanden und verlangte eine neue Konzeption, den Begriff der Energiedichte.

Im Gegensatz zu Robert Mayer - und wohl auch zu Joule - konnte Helmholtz, beladen mit dem Ballast von Wissen über die Entwicklung der Physik, sich bei seinem Bemühen um den allgemeinen Energiesatz nicht auf der Spur einer großen Entdeckung, sondern nur einer als notwendig und möglich erkannten Erweiterung des Satzes von der Erhaltung der lebendigen Kraft sehen.

Nachdem er sich mit Robert Mayers Arbeiten bekannt gemacht hatte, konnte es ihm infolgedessen auch nicht schwer fallen - was gelegentlich unterstellt wird - in seinem Königsberger Vortrag "Über die Wechselwirkung der Naturkräfte" dessen Priorität anzuerkennen: "der erste, welcher das allgemeine Naturgesetz ..., richtig auffasste und aussprach, war ein deutscher Arzt Julius Robert Mayer in Heilbronn im Jahre 1842 ... Ich selbst hatte, ohne von Mayer ... etwas zu wissen und mit Joules Versuchen erst am Ende meiner Arbeit bekannt geworden, denselben Weg betreten ... und veröffentlichte meine Untersuchungen 1847 ..."

Fast unverständlich, aber wiederum auch lehrreich ist, dass ein so kluger Kopf wie Helmholtz die Methode Robert Mayers zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents einfach nicht verstanden hat; eine leidige Folge davon war eine gewisse Lauheit, die er im Prioritätsstreit zwischen Robert Mayer und Joule an den Tag legte.

Die Entdeckung des Energiesatzes war schon von Generationen von Naturwissenschaftlern und Mathematikern vorbereitet, als in den vierziger Jahren des 19. Jahrhunderts unabhängig voneinander und jeder auf seine Weise Robert Mayer, Joule und Helmholtz ihre entscheidenden Beiträge zur Formulierung, Begründung und Anwendung des Energiesatzes geliefert haben und ihn damit zu einer Entdeckung für die Physik und Technik gemacht haben.

Robert Mayer war der erste und genialste; hätte er nicht gelebt, so hätten Physik und Technik fünf Jahre auf Helmholtz warten müssen und, wenn beide nicht gelebt hätten, acht Jahre auf Clausius, Joule hatte nicht den theoretischen Weitblick der drei Genannten, aber sein experimentelles Talent hat wesentlich dazu beigetragen, dass der Energiesatz zu einer Zeit verhältnismäßig schnell glaubwürdig wurde, in der die romantische Naturphilosophie die Theorie in Misskredit gebracht hatte und der dialektische Materialismus erst im Entstehen begriffen war.

Man raubt dem Energiesatz nichts von seiner Bedeutung, wenn man einen klugen Gedanken von Robert Emden (1862 bis 1940) in Erinnerung bringt, den kein Geringerer als Arnold Sommerfeld (1868 bis 1951) in seine Vorlesungen über theoretische Physik aufgenommen hat:

Die Energie ist nicht "Herrin der Welt", wie es Wilhelm Ostwald (1853 bis 1932) und seine Anhänger ihre Mitmenschen glauben machen wollten.

In der riesigen Fabrik der Naturprozesse nimmt das Entropieprinzip die Stelle des Direktors ein, denn es schreibt die Art und den Ablauf des Geschäftsgangs vor. Das Energie-

prinzip spielt nur die Rolle des Buchhalters, indem es Soll und Haben ins Gleichgewicht bringt.

Der heroische Abschnitt in der Geschichte des Energiesatzes, den Robert Mayer im Jahre 1842 einleitete, erreichte nach 42 Jahren durch ein Preisausschreiben der Philosophischen Fakultät der Universität Göttingen seinen Abschluss. Gefordert wurde eine historische Untersuchung über die Vorgeschichte des inzwischen für Kraft in Gebrauch gekommenen Wortes Energie, gefordert wurde eine Untersuchung, ob vom physikalischen Standpunkt aus verschiedene Arten der Energie zu unterscheiden seien, und schließlich sollte geklärt werden, "in welcher Weise das Prinzip der Erhaltung der Energie als allgemein gültiges Naturgesetz aufgestellt und bewiesen werden könne". Die von Max Planck eingereichte Arbeit erhielt den ausgesetzten Preis.

Wer der akademischen Ableitung des Prinzips aus dem erfahrungsgemäß feststehenden Satz von der Unmöglichkeit des perpetuum mobile 1. Art nicht zu folgen vermag, der kann sich auch daran halten, dass der Energiesatz inzwischen seine Bewährungsprobe in der naturwissenschaftlichen und der technischen Praxis glänzend bestanden hat, d.h. niemals mit der Erfahrung in Widerspruch geraten ist.

Die Gerechtigkeit verlangt, darauf hinzuweisen, dass nicht nur für Helmholtz, sondern auch schon für Robert Mayer dieser Erfahrungssatz letzter Trumpf war, den Mayer aber nicht ausspielte, sondern nur den Freunden brieflich bekannt gab. Tatsächlich aber ist Robert Mayer noch eine Stufe tiefer in das Problem eingedrungen:

Woher weiß man, dass das perpetuum mobile 1. Art in Bereichen der Physik unmöglich ist, wo es noch keine Maschine gibt, also auch keine Erfahrung mit solchen Maschinen vorliegen kann? Man muss Erfahrung sammeln, und zwar in der Form von numerischen Bestimmungen der Arbeitsäquivalente der Naturkräfte [Energieformen].

Das perpetuum mobile 1. Art ist ausgeschlossen, wenn die Ergebnisse nicht von der Messmethode abhängen. Insofern also tut man Robert Mayer unrecht, wenn man ihm ankreidet, er habe sich nicht darauf berufen.

Seine Akzentuierung der Deduktion des Energiesatzes aus Denkprinzipien war freilich unklug und hat der Sache und ihm persönlich geschadet, entsprach aber seinem Temperament.

Spätestens seit Bekanntwerden des Briefwechsels mit den Freunden steht jedoch fest, dass er nicht nur deduktiv, sondern auch mit besonderer Umsicht induktiv vorgegangen ist, als Forscher also wahrer Materialist war.

Die Bemerkung Max Plancks, dass er ein Forscher war, welcher "seiner ganzen Geistesrichtung nach lieber philosophisch generalisierte, als empirisch stückweise aufbaute", lässt sich also nur noch mit erheblichen Einschränkungen aufrecht erhalten.

Im 20. Jahrhundert fand die Entdeckung Robert Mayers und deren begriffliche Weiterentwicklung durch Helmholtz, sowie das Werk aller derjenigen, die sich nach Joule und nach Clausius, der als erster in der theoretischen Durchdringung der Messmethoden eine Aufgabe sah, um Präzisionsbestimmungen des mechanischen Wärmeäquivalents und anderer Energieäquivalente bemüht haben, ihre Krönung:

Die zuständigen internationalen Gremien für Maße und Gewicht legten eine einheitliche, für alle Erscheinungsformen der Energie gültige Maßeinheit fest.

Die Maßeinheit trägt in Anerkennung der vielfältigen und erfolgreichen Bemühungen Joules um zweckdienliche Messmethoden und die Lösung einschlägiger messtechnischer Probleme seinen Namen:

$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ Newtonmeter} = 1 \text{ Wattsekunde} = 2,388 \cdot 10^{-4} \text{ Kilokalorien} = 0,102 \text{ Kilopondmeter}$$

Die Kilokalorie hat seit dem Jahre 1956 nur noch den Rang einer sekundären Maßeinheit:

$$1 \text{ Kilokalorie} = 4,1868 \cdot 10^3 \text{ Joule} = 426,9 \text{ Kilopondmeter.}$$

In der stürmischen Entwicklung der Physik der letzten 100 Jahre hat auch die Lehre von der Energie mancherlei Wandlungen erfahren, aber der Satz von der Erhaltung der Energie hat sich, nach Einbeziehung der Masse als Erscheinungsform der Energie, in allen Entwicklungsphasen der Physik als heuristisches Prinzip bewährt und bis heute nichts von seiner Bedeutung in den Naturwissenschaften und in der Technik verloren.

Die Krise in den zwanziger Jahren hat das Vertrauen in den Energiesatz neu gestärkt: Experimentalphysiker haben nachgewiesen, dass er nicht nur im statistischen Mittel, sondern in jedem einzelnen Elementarakt des atomaren und des nuklearen Geschehens erfüllt ist. Auch die inzwischen gewonnene Einsicht, dass die Erhaltungssätze des Impulses, des Drehimpulses und der Energie nicht eine Eigentümlichkeit des physikalischen Geschehens, sondern eine Folge der Homogenität des Raumes und der Zeit sowie der Isotropie des Raumes sind, ändert nichts an ihrer Bedeutung, macht aber ihre Allgemeingültigkeit verständlich.

Ob die gegenwärtig diskutierten Schwierigkeiten, die die Relativistische Physik mit dem Energiesatz hat, auf nachweisbare Grenzen seiner Gültigkeit, vielleicht im Bereich des kosmischen Geschehens, hinweisen, oder aber die Theorie zu einer Weichenstellung zwingen, wie es in den zwanziger Jahren der Fall war, wird die Zukunft lehren.

### 3 Kindheit und Studienjahre

Julius Robert Mayer wurde am 25. Nov. 1814 als jüngster der drei Söhne des Apothekers SZur Rosein Heilbronn am Neckar geboren.

"Sein Vater, Christian Robert Mayer (1769 bis 1850), war ein kleiner, dicker Mann mit einem großen Kopf und großen forschenden Augen. Er war ein sehr kenntnisreicher und gewissenhafter Apotheker, 'klein bloßer Koch der Ärzte', sondern er verstand mehr, 'als nur die Rezepte derselben aus- zuführen, Mixturen zu bereiten und Pillen zu drehen'. Wissenschaftliche, insbesondere naturwissenschaftliche Fragen interessierten ihn in hohem Maße, ja waren ihm lieber als der Umgang in der Gesellschaft. In seiner Apotheke pflegte er die verschiedensten Experimente für seine theoretischen Studien durchzuführen.

Seine Mutter, Elisabeth Katharina Mayer, geb. Heermann (1784 bis 1814), war die Tochter eines Buchbinders. Sie war eine einfache, aber sehr energische Frau. Mit ihrem Gatten gemeinsam war ihr die Eigenschaft, bei auch nur unbedeutenden Vorkommnissen und Anlässen in starke Erregung und heftigste Zornesausbrüche zu verfallen, eine Eigenschaft, unter der auch ihr jüngster Sohn, Julius Robert, leiden sollte."

Mit diesen Worten werden die Eltern Robert Mayers in der aus Anlass seines 150. Geburtstages im Jahre 1964 vom Heilbronner Stadtarchiv herausgebrachten Biographie vorgestellt.

Die Vorfahren seiner Eltern waren seit drei Generationen in der alten Handels- und Weinbaustadt Heilbronn ansässig und hatten es väterlicherseits als Tuchscherer und Tuchhändler, mütterlicherseits als Schreiner und Buchbinder zu Ansehen und einigem Wohlstand gebracht. Das Aufrücken des Vaters als Apotheker in die gehobene akademisch gebildete Schicht der Bürgerschaft war also wohl vorbereitet.

Über seine Jugendjahre möge Robert Mayer zunächst selbst zu Wort kommen. In der dritten Person berichtet er ein Jahr vor seinem Tode:

»... Die zwei älteren Brüder ergriffen den Beruf ihres Vaters, in welchem sich der älteste [Fritz] als ausgezeichneter Chemiker und Botaniker ganz besonders auszeichnete, Der jüngste Sohn, unser Robert, wurde früh schon zum Studium der Medizin bestimmt. In frühen Knabenjahren waren ihm schon chemische und physikalische Experimente, die Konstruktion der Wassermühlen seiner Vaterstadt viel anziehender als das vorgeschriebene Studium der lateinischen und griechischen Sprache, was ihm vielfältig die Unzufriedenheit seiner Lehrer zuzog.

Vielleicht ist es hier am Orte, eines an und für sich unbedeutenden Ereignisses zu gedenken, das bei dem so empfänglichen Gemüte der Jugend auf unseren Forscher einen bleibenden Eindruck ausgeübt hat. Er mochte etwas über zehn Jahre alt sein.

Eine gewöhnliche Unterhaltung war es in den Nachmittagsstunden, in einen kleinen, bei Heilbronn in den Neckar fließenden Bach (Pfühlbach) Wasserrädchen zu setzen und durch deren Umdrehung wohl auch andere kleine Gegenstände zu bewegen. Bei dieser Gelegenheit war es nun, dass unser kleiner Mann auf die große Idee verfiel, ein Perpetuum mobile zu konstruieren ...«

Robert ließ sich jedoch von anderen, älteren Personen über die Unmöglichkeit einer solchen Konstruktion belehren und verfolgte die Idee nicht weiter.

Da die Lehrpläne der Gymnasien seinen Interessen und Fähigkeiten so wenig entsprachen, kann es nicht wundernehmen, dass der Schüler Robert immer zu den Letzten in der Klasse gehörte. Die guten und besseren Benotungen in der Mathematik und den im Lehrplan spärlich vertretenen naturwissenschaftlichen Fächern kamen nicht auf gegen das Übergewicht der mittelmäßigen und schlechten Benotungen in den gymnasialen Hauptfächern.

Das war in Heilbronn so und konnte in Schöntal, wo er die letzten fünf Semester als Gastschüler absolvierte, nicht anders sein. Im Zusammenhang mit diesen Schwierigkeiten macht jedoch sein Biograph Weyrauch die wichtige Bemerkung, dass Robert Mayer zwar der Fülle sprachlicher Regeln keinen Geschmack abgewinnen konnte, wohl aber Sinn für fremde Sprachen und Freude an dichterischen Erzeugnissen besaß, deren Aneignung ihm durch ein ausgezeichnetes Gedächtnis erleichtert wurde.

"Noch in den siebziger Jahren vergnügte er seine Mitbürger durch humoristische Übersetzungen geflügelter Worte und Zitate, besonders aus dem Lateinischen, und bis an sein Lebensende war es ihm ein Genuss, Cicero, Seneca, Livius, Xenophon, Herodot und andere Klassiker zu lesen, wie auch Goethes Faust und Tasso zu seinen Lieblingsbüchern gehörten."

Der Schulwechsel wirft ein bezeichnendes Licht auf Robert Mayers Anhänglichkeit an Freunde und auf sein Verhältnis zu den Eltern. Er wollte sich nicht von seinem liebsten Spielgefährten Gustav Rümelin trennen, der mit Rücksicht auf das beabsichtigte Theologiestudium vom Herbst 1828 an das im ehemaligen Kloster Schöntal eingerichtete evangelisch-theologische Vorbereitungsseminar, eine für künftige Theologen bestimmte Sonderform des Gymnasiums in Württemberg, besuchte.

Für ihn, der Medizin studieren sollte und wollte, lag kein Grund vor, und seine Eltern waren dagegen; er wusste sie aber schließlich den Wünschen ihres Jüngsten gefügig zu machen.

Die Erfüllung seines Wunsches im Frühjahr 1829 brachte ihm zunächst nur bittere Enttäuschung. Rümelin schreibt darüber:

"Die exklusive Freundschaft, wie sie in Heilbronn bestanden hatte und von ihm erwartet war, ließ sich nicht wieder herstellen, und es kam darüber zu kleinen Verstimmungen und mündlichen wie schriftlichen Auseinandersetzungen von höchst schwärmerischem Charakter, Seinem Wesen entsprach, mit Einem zusammen zu leben oder mit Vielen und Allen, aber nicht im geschlossenen Kreise mit Wenigen, und ich konnte mich von den neugewonnenen Freunden nicht wieder trennen."

Die Sache kam aber schließlich wieder in ein richtiges Geleise und die beiden blieben sich für immer in treuer Zuneigung verbunden.

Da Freund Rümelin in Roberts Leben eine bedeutende Rolle spielt und in der Folge wiederholt genannt werden wird, ist es am Platz, ihn vorzustellen.

Es handelt sich um den nachmaligen Abgeordneten zum Frankfurter Parlament, Chef

des Württembergischen Kultdepartements und Kanzler der Universität Tübingen Gustav von Rümelin. Auch neue Freundschaften schloss Robert Mayer in Schöntal, u. a. hatte die mit Paul Lang, dem späteren Generalsuperintendenten und Prälaten in Ulm Paul von Lang, zeitlebens Bestand.

Nach Rümelin war Robert Mayer in Schöntal ebenso beliebt und geachtet bei den Lehrern wie bei den Mitschülern.

"Er gab sich stets ganz wie er war; es kam kein unwahres Wort aus seinem Munde; er hatte eine volle und freudige Anerkennung für fremde Vorzüge und trat niemanden zu nahe. Er war nach seiner Gemütsart eine *anima candida* [reine Seele] zu nennen.

Aber alles, was er sagte und tat, trug den Stempel der Originalität. Sein Gedankengang, der ganz logisch war, bei dem er aber die verbindenden Mittelglieder übersprang oder unausgesprochen ließ, war stets überraschend und oft verblüffend; bis man den Faden gefunden hatte, war er wieder wo anders angekommen.

Und da es an Witz und gutem Humor nicht fehlte, so war seine Unterhaltung stets ergötzlich; an Zitaten und Sentenzen aus Bibel und Gesangbuch, aus Sprichwörtern, Dichtern und alten Autoren war er unerschöpflich und wusste sie anzubringen, wo sonst kein Mensch an sie gedacht hätte.

Manche sahen ihn stets verwundert und erwartungsvoll an und lachten über jedes Wort, das er sprach. Einigen war ein solches Feuerwerk von Gedankensprüngen unbehaglich."

Seine Beschlagenheit in den naturwissenschaftlichen Fächern verdankte Robert Mayer den chemischen und physikalischen Apparaten, den biologischen Sammlungen und Büchern der Apotheke seines wissenschaftlich interessierten Vaters und den Belehrungen seitens seines neun Jahre älteren Bruders Fritz.

Er nutzte seine überlegenen Kenntnisse, um seinen Mitschülern chemisch-physikalische Experimente vorzuführen, gelegentlich auch, um sie in den Abendstunden durch Geistererscheinungen im Kreuzgang des Klosters zu erschrecken oder zu belustigen.

Diese Späße brachten ihm den Spitznamen Geist [im schwäbischen Dialekt Geischt] ein, mit dem er auch später noch gelegentlich Briefe an Freunde unterzeichnete.

An den freiheitlichen Bestrebungen jener Zeit nahm Robert Mayer lebhaften Anteil; er begeisterte sich für die Julirevolution in Frankreich und für die Sache Polens, geriet in Entrüstung über die nachfolgenden Unterdrückungen. So schreibt er am 13. März 1832 an Paul Lang:

»So wäre ich nur unter den Studenten in Tübingen, die wegen dem Beitritt zu dem Verein für deutsche Pressefreiheit bereits teilweise relegiert worden sein sollen, o wäre ich nur unter den im Julius [Monat Juli] Gefallenen. Dies mein voller Ernst, Du hast hier mein unabänderliches Glaubensbekenntnis mit der Offenheit, die ich gewohnt bin ...«

Nach Abschluss des Schöntaler Herbstsemesters 1831 kehrte Robert Mayer zu den Eltern nach Heilbronn zurück und legte im darauf folgenden Frühjahr die Reifeprüfung in Stuttgart ab. In der Zwischenzeit arbeitete er in der Apotheke seines Vaters, und dieser bezeugte bei später gegebenem Anlass, "dass sein Sohn Julius Robert von September

1831 bis Mai 1832 behufs Vorbereitung zum akademischen Studium der Medizin sich in seiner Apotheke mit Nutzen aufgehalten und die erforderlichen Kenntnisse erlangt habe."

Am 17. Mai 1832 wurde Julius Robertus Mayer, Heilbronnensis, als Studiosus Medicinae an der Landesuniversität in Tübingen immatrikuliert.

Da »es ihn sein liberaler und vermöglicher Vater an nichts fehlen ließ«, konnte er die Studentenzeit unbeschwert nutzen, aber auch froh genießen. In späteren Jahren erinnert er sich »noch recht gut und mit dem größten Vergnügen« seines akademischen Leichtsinnes.

Übungen und Kurse liebte er mehr als Vorlesungen. Im Hinblick auf die Anforderungen, die die Ausarbeitung seiner späteren Entdeckung an seine Vorbildung stellen sollte, war es zweifellos von Nachteil, dass das Physikordinariat in Tübingen damals unbesetzt war. Die bei einem Privatdozenten im ersten Semester gehörte Vorlesung gab ihm offenbar nichts, denn 1851 nennt er die elementare Physik eine »Halbwisserei«, deren Grundbegriffe und Lehrsätze man beim Eintreten in die höhere Wissenschaft so schnell als möglich zu vergessen suchen müsse.

Dagegen dürfte er bei Christian Gottlob Gmelin eine auf der Höhe der Zeit stehende Chemievorlesung gehört haben.

Robert Mayer zeichnete sich durch Ausdauer im Ertragen körperlicher Anstrengungen aus. Er war ein guter Läufer und Schwimmer. Beim Baden im Neckar rettete er unter eigener Lebensgefahr einen Freund, der schon das Bewusstsein verloren hatte. Den 77 km langen Weg von Tübingen nach Heilbronn legte er gelegentlich im Laufe eines Tages in 14 bis 15 Stunden zurück.

Eingedenk des Sprichwortes: "Sage mir, mit wem Du umgehst, und ich sage Dir, wer Du bist", mögen einige seiner Studienfreunde vorgestellt werden:

Wilhelm Griesinger (1817 bis 1868; Professor der Medizin in Tübingen und Kiel, von 1850 bis 1852 in Ägypten Präsident des Gesundheitsrates, Direktor der medizinischen Schule und Leibarzt des Vizekönigs Abbas Pascha, danach wieder in Tübingen, Zürich und zuletzt Ordinarius für Psychiatrie in Berlin und Direktor an der Charite), Karl Wunderlich (1815 bis 1877; Ordinarius für Innere Medizin in Tübingen, später in Leipzig), Karl Gerock (1815 bis 1880; Theologe und Dichter), Eduard Zeller (1814 bis 1908; Professor der Philosophie), Hermann Kurz (1813 bis 1873; Universitätsbibliothekar und Schriftsteller in Tübingen) und Siegmund Schott (1818 bis 1895; Politiker und Rechtsanwalt in Stuttgart).

Kurz vor dem Staatsexamen gab es noch eine Panne. Als Mitgründer und Chargierter des Korps Guestphalia wurde Robert Mayer auf die Dauer eines Jahres von der Universität verwiesen. Alles ihn betreffende hatte er zugestanden, über andere aber jede Auskunft verweigert.

Durch einen sechstägigen Hungerstreik erzwang er sich die Umwandlung der gleichfalls verwirkten neuntägigen Karzerstrafe in Hausarrest. Seine Verbindung hatte sich nicht an politische Vorschriften gehalten, die auf Grund der reaktionären Karlsbader

Beschlüsse die studentische Freiheit beschränkten.

Die Zeit bis zur Wiedenzulassung nutzte Robert Mayer zum gastweisen Besuch der Universitätskliniken in München und Wien. Von einer kurzen Reise in die Schweiz brachte er die »Nutzanwendung« mit:

- »a) dass es zum Teil sehr schön auf dieser Welt sei,
- b) dass es sehr geraten sei, die kurze Zeit, die uns auf diesem Planeten zu sein gegeben ist, weislich zu benutzen, uns auf demselben so viel wie möglich umzusehen«.

Damals reifte der Entschluss, für einige Jahre als Militärarzt in holländischem Kolonialdienst nach Ostindien zu gehen. Jedenfalls schreibt er darüber am 19. und 23. Oktober 1837 an seinen Schöntaler Freund Paul Lang:

»... mein Vater sieht mein Vorhaben zwar nicht gern, wird mir aber seine Erlaubnis doch nicht versagen, meine Mutter aber hat mir schon gestanden, dass sie in meinem Falle dasselbe tun würde. Dazu ist noch ein Vetter auf Besuch hier, ein Kaufmann aus Amsterdam, der die Verhältnisse genau kennt, meinen Plan billigt und mir mit gutem Rate an die Hand geht; ...«

Nachdem er dann noch versucht hat, seinem Freund eine gemeinsame Reise bis Frankfurt am Main schmackhaft zu machen, fährt er in diesem Briefe fort:

»Sind wir nun einmal miteinander in Frankfurt, so wird es mich freilich unendlich freuen, schon um meiner eigenen Sünde willen, wenn Du vollends mit nach Java gehst; ich weiß zwar nicht, wieviel die Holländisch-Ostindische Handelscompagnie einem Pfarrer zahlt, es wird aber voraussichtlich nicht zu wenig sein, da mich mein Vetter versichert, ich könne mich, wenn ich in Holland ein passendes Examen mache, leichtlich auf jährlich 5000 Gulden stellen, was aber dort nicht besonders viel heißen wolle bei dem außerordentlich hohen Preise aller Luxusartikel und in Betracht, dass z.B. in Batavia von den neu angekommenen Europäern im 1. Jahre schon wenigstens die Hälfte stirbt.

Ostindien gleicht hierin der bekannten Höhle des Löwen, von der großen Anzahl von Europäern, die jährlich sich dorthin begeben, kehren nur wenige zurück, Haben mich nun die Holländer für gut genug befunden, so werde ich zunächst nach Batavia, der Hauptstadt ihrer ostindischen Besitzungen (150 000 Einwohner) geliefert, sodann muss ich zusehen, wohin man mich weiter kommandiert, vielleicht auf eine ihrer zahlreichen Festungen an den Ufern der Sundastraße oder der Molukken, wo außer der dahinsterbenden Garnison beinahe niemand mehr sich befindet, als wilde Eingeborene, die sich in jenen Gegenden zum Teil noch im niedersten Kulturzustand befinden.

Ferner habe ich zwar die Reise hinein frei; wenn ich aber dann so glücklich bin, die Zeit meines Engagements zu überleben, so ist die ostindische Compagnie nicht mehr vor meinem Glück; wenn ich das Geld dazu habe, kann ich dann hingehen, wohin ich will. Ich schreibe Dir dies etwas ausführlich, erstlich, dass Du mich nicht für den jungen Tor haltest, der glaube, irgendwo auf der Welt fliegen einem die gebratenen etc., und fürs zweite, weil ich mir schmeichle, Du nimmest an meinem Schicksal Anteil.

Doch das Gute überwiegt bei mir bei weitem alle diese Fatalitäten: die sehr interessante

Seereise, die vielen Länder, Inseln und Völker, die Möglichkeit eines nicht unbedeutenden Gewinns, aber weit mehr als dieses, dass ich auf diese Art nicht nötig habe, als angehendes Doktorlein in meinem Vaterland eine geringe Rolle zu spielen, dass ich Gelegenheit habe, die menschliche Natur im gesunden und kranken Zustand sowohl als die Natur überhaupt von einem sehr allseitigen Standpunkt kennenzulernen, und daraus die Hoffnung einer ehrenvollen Existenz als praktischer Arzt in meiner Vaterstadt.

Wenn ich das Glück habe, durchzukommen, will ich nämlich noch ein halbes Jahr etwa studieren, und zwar trotz der Guestphalia nicht in Tübingen, sondern etwa in Paris, um durch den Besuch der Spitäler mich wieder in die Krankheiten unserer Zone hineinzu- arbeiten.

Dies sind im allgemeinen die wohlerwogenen Gründe, die mich bis jetzt fest bei meinem Vorhaben gehalten haben, und ich glaube, dass man mir, trotz der weit hinausgehenden Pläne keine übertriebenen Aussichten oder überspannten Hoffnungen mit Recht vorhalten kann ...«

Um diesen Plan möglichst rasch verwirklichen zu können, bemüht sich Robert Mayer um vorzeitige Wiedenzulassung in Tübingen. Das Begnadigungsgesuch geht nach Stuttgart, um dem König vorgelegt zu werden. In dem Begleitbericht führt der zuständige Innenminister einleitend aus:

"Der vormalige Studierende der Medizin zu Tübingen, Robert Mayer aus Heilbronn, wurde im März vorigen Jahres infolge einer gegen die Mitglieder einer unerlaubten, jedoch nicht politischen Studentenverbindung verhängten Untersuchung wegen Teilnahme an derselben als Mitstifter und Vorsteher und wegen unbefugten Besuchs eines Museumsballs in unschicklicher Kleidung, neben dem ihm zur Strafe angerechneten neuntägigen Untersuchungsarrest, zur Wegweisung von der Universität auf die Dauer eines Jahres verurteilt.

Nachdem jetzt der größte Teil der Zeit, für welche er weggewiesen wurde, verflossen ist, hat derselbe um Wiedenzulassung in Tübingen, übrigens nicht in der Absicht, um daselbst als Studierender sich aufzuhalten, sondern nur um die erste medizinische Prüfung daselbst zu erstehen, gebeten.

Als Grund, weswegen er nicht den Ablauf der Zeit seiner Wegweisung abwarten wolle, hat derselbe angegeben, dass er entschlossen sei, als Militärarzt in niederländische Dienste zu treten, und dass er zur Ausführung dieses Vorhabens noch vor der im nächsten Frühjahr stattfindenden Truppensendung nach den Niederländischen Kolonien das Zeugnis über die erstandene Prüfung nötig habe ..."

Dem Begnadigungsgesuch wurde am 24. Januar 1838 mit der Beschränkung stattgegeben, "dass er bloß zwei Tage vor dem anzuberaumenden Prüfungstermin in Tübingen eintreffen dürfe und sogleich nach vollzogener Prüfung wieder abzureisen habe, und dass ihm während seines Dortseins der Besuch jeder größeren Studentengesellschaft, namentlich auch im Wirthause bei Vermeidung augenblicklicher Wegweisung und Zurückbehaltung seiner Zeugnisse bis zum Ende der Dauer seiner Wegweisung, untersagt werden soll."

So war Robert Mayer in die Lage versetzt, bereits am 5. März 1838 die erste medizinische Staatsprüfung in Tübingen abzulegen. Das Zeugnis unterscheidet sich sehr vorteilhaft von seinen Schulzeugnissen: achtmal die Note gut und zweimal die Note sehr gut.

Am 25. Juli promoviert er mit einer Inauguraldissertation: "Über das Santonin" zum Dr. med. et. chir. und wird nach gut bestandener zweiter medizinischer Staatsprüfung in Stuttgart am 23. August 1838 zur Ausübung der Geburtshilfe, Wundarzneikunde und inneren Heilkunde zugelassen; seinen schriftlichen Arbeiten wurden "gründliche Kenntnisse und selbständiges Urteil" attestiert.

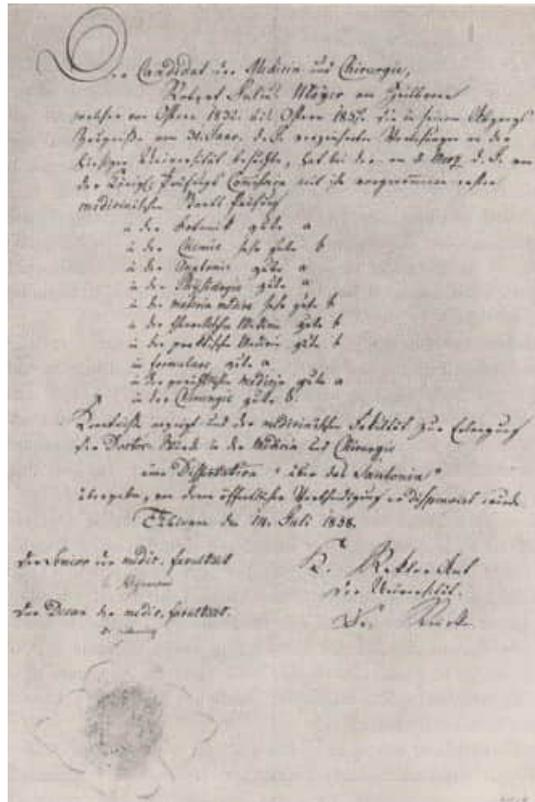


Abb. 2. Zeugnis über die erste medizinische Staatsprüfung

Nachdem er inzwischen in Heilbronn etwas praktiziert und seine Ostindienpläne auf die Begleitung eines Kauffahrers auf der Reise nach Java reduziert hatte, legt Robert Mayer am 15. Juli 1839 in Amsterdam die Prüfung für den Dienst als holländischer Sanitätsoffizier ab und wird am 25. September 1839 als Scheeps Heelmeester [Schiffsheilmester] für den holländischen Kolonialdienst zugelassen.

Von seinem Wagemut und seinem Betätigungsdrang legt ein Brief an Paul Lang aus der damaligen Zeit beredtes Zeugnis ab:

»Ihr Theologen habt es gut, Ihr legt Euch jeden Abend mit dem Bewusstsein der erfüllten Amtspflicht harmlos nieder; die ganze Welt arbeitet und das verdiente Brot schmeckt allein süß, - darum ehe ich mit lebendigem Leibe verfaule in Untätigkeit (d.h. ohne eine meine Zeit ganz in Anspruch nehmende praktische Beschäftigung) laufe ich lieber mit kaltem Blute dem Teufel barfuß zu.«

Die Einberufung wartet er in Paris ab. Er trifft dort mit seinen Tübinger Studien-

freunden Griesinger, Roser und Wunderlich zusammen und ergänzt seine medizinische Ausbildung durch Teilnahme an Demonstrationen der Professoren am Krankenbett und im Operationsaal.

Dort lernt er auch seinen schwäbischen Landsmann, den nachmaligen Professor für Mathematik und Mechanik an der Technischen Hochschule Stuttgart Carl Baur kennen, der ihm später bei der Ausarbeitung seiner: physikalischen Ideen von Nutzen sein sollte. Baur erinnert sich nicht, dass Mayer damals schon physikalische Interessen bekundete.

"Seinem kombinatorischen Scharfsinn ließ er dagegen freien Lauf in der Liebhaberei für figürliche und Kartenkunststücke, in Auflösung von Rätseln und Rebus, in schlagenden Witzworten und feinen Meidingeren [besondere Art von Witzen]. - Seine Neigung zu feiner und scharfer Satire vertrug sich ohne Widerspruch mit einem warmen Herzen, das er als zuverlässiger, aufopferungsfähiger Freund seinen Freunden entgegnetrug."

Tief und nachhaltig beeindruckt vom pulsierenden Leben der Weltstadt an der Seine verlässt Robert Mayer am 14. Februar 1840 »gesund und froh«, von den Freunden mit einem »guten Dejeuner« verabschiedet, Paris, um sich in Rotterdam einzuschiffen.

Am 2. März 1840 legt der Dreimastschooner Java mit einer 28köpfigen Besatzung und dem Schiffsarzt Dr. Julius Robert Mayer an Bord in Rotterdam ab und erreicht nach 98tägiger Seefahrt die Insel Java, um eine Ladung Backsteine und Teer zu löschen sowie Zucker und Kaffee als Rückladung aufzunehmen.

Der gute Gesundheitszustand der Schiffsbesatzung macht ihm den Dienst leicht und lässt ihm viel Freizeit. Von sich selbst berichtet er:

»Meine Gesundheit lässt nichts zu wünschen übrig, beurkundet durch gesunden Schlaf, frohen Mut und vortreffliche Verdauung.«

Die Einförmigkeit des Lebens stört ihn nicht; im Gegenteil!

»Eine harmlose Gemütsruhe, der ich mich nun seit längerer Zeit erfreue, und die mich zu wissenschaftlicher Beschäftigung vorzugsweise disponiert, lässt mich auch in Dürftigkeit und in Entfernung von jedem gleichgestimmten Wesen die Tage fröhlich durchleben, von denen keiner sonder Interesse vorübergeht.«

Während des viermonatigen Aufenthaltes vor der Nordküste Javas und auf der Rückreise ist der junge Schiffsarzt wenig mitteilbar. Die Eintragungen in seinem bis dahin recht ausführlich geführten Reisetagebuch beschränken sich auf wenige Zeilen und brechen am 30. August vollends ab.

»Den 11. Juni ... Abends 11 Uhr warfen wir auf der Reede von Batavia unsere Anker. Am 15. Juni in der Frühe ging ich ans Land und kehrte am 17. früh wieder zurück. Den 23. früh gingen wir nach Surabaja unter Segel, wo wir gegen die in dieser Jahreszeit herrschenden Ostwinde (Oost-Mousson) aufkreuzten; am 4. Juli gingen wir auf der dortigen Reede vor Anker.

Am 9. Juli betrat ich abermals das Land. Am 12. Juli machten wir auf die nahe Insel Madura eine sehr hübsche Spazierfahrt. Am 18. August begannen wir unsere Steine auszuladen. Am 20. fing die Zuckerladung an und am 30. August vormittags machten wir uns nach Samarang auf den Weg.«

Das ist alles; beim Nachdenken über die auffallend helle Farbe des Venenblutes seiner Patienten in den Tropen war ihm eine großartige Idee gekommen, die ihn den eigentlichen Zweck seiner Reise völlig vergessen ließ. Sie wies ihm den Weg zu einer großen physikalischen Entdeckung.

Nach einem viermonatigen Aufenthalt in Java und einer 121-tägigen Rückfahrt kehrte Robert Mayer im Februar 1841 zu den betagten Eltern in seine Vaterstadt zurück.

## 4 Die große physikalische Entdeckung

### 4.1 Vorgeschichte

Von der Vorgeschichte seiner Entdeckung gibt Robert Mayer in den ersten siebziger Jahren in der dritten Person folgende Schilderung:

»Es ist kaum nötig zu bemerken, welchen Eindruck es auf unseren jungen Arzt machte, als er hier [in Ostindien] reichlich Gelegenheit fand, den kolossalen Einfluss kennen zu lernen, welchen das dortige Klima auf den Organismus der Europäer ausübt...

Mayer sah, wie bei Aderlässen das Venenblut eine dem arteriellen Blute ähnliche rote Färbung hatte. Woher sollte diese rühren?

Woher anders, als dass bei dem sehr verminderten Bedürfnisse der organischen Wärmezeugung sich das arterielle Blut wesentlich weniger desoxydiert als in kälterer Umgebung.

Die physiologische Lehre, dass die tierische Wärme lediglich aus einem Verbrennungsprozess resultiert, erhält also durch die angegebenen Erscheinungen eine augenfällige Bestätigung.

Es knüpft sich hieran aber ganz einfach und notwendig wieder eine andere Frage von großer prinzipieller Wichtigkeit. Der konstant höher als seine Umgebung temperierte Organismus erzeugt nämlich überhaupt nicht nur fortwährend eine bestimmte Menge direkt wahrnehmbarer Wärme, er bringt auch mechanische Leistungen hervor und diese letzteren erzeugen, wie jedermann weiß, auch wieder Wärme. Ist diese mittelbar produzierte Wärme nun auch ein Produkt eines organischen Verbrennungsprozesses oder stammt dieselbe aus einer anderen Quelle?

Schon als Kind war Mayer durch einen misslungenen Versuch, ein perpetuum mobile zu konstruieren, zu der Einsicht gelangt, dass sich mechanische Arbeit nicht aus Nichts erzeugen lasse.

Nimmt man dies aber einmal an, so folgt notwendig, dass auch die vom Organismus mittelbar durch Reibung erzeugte Wärme auf Rechnung der vitalen Verbrennung zu setzen ist. Dabei kann man aber nicht stehen bleiben, denn man erhält hierdurch zugleich die Einsicht, dass überhaupt zwischen Arbeitsverbrauch und Wärmezeugung ein unveränderliches Größenverhältnis bestehen muss, welches numerisch zu bestimmen, eine physikalische Aufgabe von prinzipieller Bedeutung ist.

Da diese Aufgabe damals im Jahre 1840 noch nicht einmal aufgestellt, viel weniger gelöst war, so kam der junge Mayer von der Wichtigkeit dieses Gegenstandes erfüllt und mit dem Wunsche, die Wissenschaft zu bereichern, beseelt, im ersten Frühjahr 1841 von seiner Seereise in sein Vaterland zurück und verlor dieselbe bei all seiner Vorliebe für seinen ärztlichen Beruf und bei dem diesem Fache gewidmeten Eifer nicht aus den Augen.«

So klar geordnet, wie es hier in der Rückschau den Anschein hat, waren die Gedanken freilich noch nicht, als er aus Ostindien zurückkehrte, In den sechziger Jahren schrieb er wohl zutreffender von »größenteils noch verworrenen Ideen über die Umwandlung von

Bewegung in Wärme und Wärme in Bewegung«, die er mitgebracht und »zu ordnen und zu verwenden« sich bemüht habe.

»Mit jugendlicher Ungeduld suchte er alsdann für seine neue Lehre Proselyten [Neubekehrte] zu machen und seine Gedanken in möglichster Bälde an den Mann zu bringen.«

Schon am 16. Juni, also wenige Wochen nach seiner Rückkehr aus Ostindien, schickte Robert Mayer das Manuskript eines Artikels über sein neues System der Physik an Poggendorff, den Herausgeber der Annalen der Physik und Chemie.

Zu seinem Glücke wurde dieser, nach späterem eigenem Eingeständnis, noch »Ungerheimtheiten und Extravaganzen« enthaltende Artikel nicht abgedruckt, Poggendorff war aber auch unhöflich genug, ihn unbeantwortet im Schreibtisch liegen zu lassen. Der nach dieser bitteren Erfahrung einsetzende Klärungsprozess führte alsbald zu dem zuvor geschilderten Ergebnis.

In der Reifezeit seiner Gedanken, in den Jahren 1841 bis 1845, bot der Briefwechsel mit seinen Freunden, dem Mathematiker Carl Baur und dem Mediziner Wilhelm Griesinger, für Robert Mayer die einzige Gelegenheit zu einem wissenschaftlichen Gedankenaustausch, und dieser gewährt infolgedessen einzigartige Einblicke in die Werkgeschichte.

Die Vorsprachen bei den Professoren Dr. J. G. Nörremberg (1787 bis 1850?) in Tübingen im September 1841 und Dr. Ph. G. Jolly (1809 bis 1884) in Heidelberg im November des gleichen Jahres blieben ohne Wiederholung.

Es mag dahingestellt bleiben, ob diese Professoren in der Lage gewesen wären, ihm wirksam zu helfen, eines dürfte jedoch feststehen, dass Robert Mayer im Zustand der Besessenheit von der Idee, die Physik auf eine neue Grundlage stellen zu können, bei seinem Temperament nicht der Mann war, sich geduldig beraten zu lassen oder sich gar einer fachwissenschaftlichen Führung anzuvertrauen.

Insbesondere war Robert Mayer unzufrieden mit dem Resultat des gemeinsam mit Baur bei Nörremberg gemachten Besuches:

"Das sind im Grunde nichts als neue Ansichten von Dingen, die man ebenso gut auch anders ansehen kann; ja, wenn Sie ein neues Experiment auf Ihre Theorie gründen können, dann, dann ist Ihre Sache gemacht."

Andrerseits ist es aber vielleicht doch kein Zufall, dass er schon am 12. Sept. 1841 in einem Brief an Baur, also wenige Tage nach diesem Besuch, die Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents zur Lebensfrage für seine Theorie erklärt, und dies unmittelbar nachdem er berichtet hat, dass er den von Nörremberg als Beweismittel in Betracht gezogenen Nachweis, dass Wasser sich durch Schütteln erwärmen lasse, durch »viele stets gelungene vorsichtige Versuche« geliefert habe.

Die Beschäftigung mit diesem Nachweis scheint also sein Denken in die Richtung auf das mechanische Wärmeäquivalent gelenkt zu haben.

Mit dem Resultat seiner Berechnung und in seiner Sache sicherer geworden, ging aber nun Robert Mayer zwei Monate später nicht wieder nach Tübingen, sondern zu Jolly nach Heidelberg.

In einem Brief vom 30. November 1842 an Griesinger kann man nachlesen, dass Jolly

sich bald dahin erklärte: »die Sache gefalle ihm sehr gut; die Lehre von der Wärme (von der vorzugsweise die Rede war) bedürfe einer solchen Bereicherung notwendig; aber ich solle die Sache weiter ausführen. Dies war ein natürlicher Rat; da sich aber der Stoff endlos vor mir ausdehnte, so musste ich stets mehr bedacht sein, mich zu konzentrieren als zu expandieren.

Meinen anfänglich gehegten Plan, in einem zusammenhängenden Ganzen meine Theorie, soweit sie Physik und Physiologie betrifft, dem großen Publikum vorzulegen, hatte ich aus diesem Grunde längst fallengelassen, und ich arbeitete jetzt einen kurzen Aufsatz aus, in welchem ich einige Grundsätze meiner Theorie mit wenigen Worten entwickelte; diesen schickte ich zur Aufnahme in die Annalen der Chemie und Pharmazie ein und hatte das Vergnügen, von Liebig ein verbindliches Schreiben zu erhalten, worin er sich vollkommen mit mir einverstanden erklärt ...

Bei fortgesetztem Studium der Mathematik und Mechanik geht die Sache nun ihren Gang, zwar langsam, aber sicher vorwärts, und ich kann mich nun nicht enthalten, Dir eine Andeutung von dem zu geben, um das es sich handelt ...«

Im Winter 1842/43 nahm Robert Mayer bei seinem Freund Carl Baur Unterricht in höherer Analysis und Mechanik. Weitere Einblicke in die Werkgeschichte enthüllt der Briefwechsel mit seinen Freunden.

## 4.2 Im Spiegel der Publikationen

Robert Mayers grundlegende Gedanken zur Energielehre sowie die Berechnung des mechanischen Wärmeäquivalents und, als erste Anwendung, die Berechnung des energetischen Nutzeffektes von Wärmekraftmaschinen findet man in dem anorganischen Teil einer Abhandlung dargelegt, die er unter dem Titel Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhang mit dem Stoffwechsel als Broschüre im Jahre 1845 herausbrachte.

Eine seine Priorität sichernde, aber nur wenige Seiten umfassende Mitteilung enthält das Maiheft des Jahres 1842 der Annalen der Chemie und Pharmazie. Seine physiologischen Betrachtungen vom energetischen Standpunkt aus bilden den organischen Teil der Abhandlung aus dem Jahre 1845 und die entsprechenden geo- und heliophysikalischen Betrachtungen den Inhalt einer Abhandlung, die im Jahre 1848 als Broschüre unter dem Titel "Beiträge zur Dynamik des Himmels" erschienen ist.

In einer im Frühjahr 1851 erschienene Broschüre gab er schließlich noch rückschauend unter dem Titel "Bemerkungen über das mechanische Äquivalent der Wärme" eine zusammenfassende Darlegung seiner Ansichten über Aufgabe und Methode der Naturwissenschaft sowie eine klare und einfache Darstellung der Grundlagen seiner Lehre, Die Abhandlungen werden hier und im folgenden der zeitlichen Reihenfolge ihres Erscheinens nach durch die Nummern I, II, III und IV gekennzeichnet.

Als letzte der insgesamt 13 Publikationen, die Weyrauch in der dritten Auflage der Mechanik der Wärme in gesammelten Schriften von Robert Mayer herausgebracht hat, erschien im Jahre 1876, zwei Jahre vor seinem Tode, der Aufsatz "Über Auslösung" im Staatsanzeiger für Württemberg.

Hier greift Robert Mayer die Problematik solcher Naturprozesse auf, die durch eine geringfügige Ursache ausgelöst werden, und nimmt, frühere Bemerkungen in seiner Abhandlung II zusammenfassend und ergänzend, dazu vom energetischen Standpunkt aus Stellung. Er lehrt, genau zu unterscheiden zwischen einer auslösenden, d. h. eine Hemmung beseitigenden Ursache und einer Ursache, die der hervorgerufenen Wirkung gleich kommt, und weist nach, dass auch in keinem Fall, wo man von "kleiner Ursache und großer Wirkung" spricht, der Energiesatz verletzt wird.

Wenn man den historischen Naturforscher Robert Mayer kennen lernen will, dann tut man gut, sich mit seiner Erstlingsarbeit in Liebigs Annalen bekannt zu machen. Sie ist so kurz gefasst, dass sie im folgenden im Wortlaut zum Abdruck gebracht werden kann. Man wird immer wieder erstaunt feststellen, was Robert Mayer innerhalb weniger Monate aus seinen »größtenteils noch verworrenen Ideen« gemacht hat; mancherlei Unvollkommenheiten, insbesondere im Ausdruck, finden ihre Erklärung in der Zeitdifferenz von reichlich 125 Jahren, die uns von der Niederschrift der Arbeit trennt.

Die nach dem Vorgang Weyrauchs in eckigen Klammern beigefügten Erläuterungen dienen der Verständlichkeit des Textes für den Leser; zu dessen Orientierung auch noch der generelle Hinweis, dass Robert Mayer Energie meint, wenn er, damaligem Sprachgebrauch folgend, Kraft schreibt.



Abb.3. Erste Seite der Erstlingsarbeit (Annalen der Chemie und Pharmazie)

Hat die gegebene Ursache  $c$  eine ihr gleiche Wirkung  $e$  hervorgebracht, so hat eben damit  $c$  zu sein aufgehört;  $c$  ist zu  $e$  geworden; wäre nach der Hervorbringung von  $e$ ,  $c$  ganz oder einem Teile nach noch übrig, so müsste dieser rückbleibenden Ursache

noch weitere Wirkung entsprechen, die Wirkung von  $c$ , überhaupt also  $e$ , ausfallen, was gegen die Voraussetzung  $c = e$ .

Da mithin  $c$  in  $e$ ,  $e$  in  $f$  usw. übergeht, so müssen wir diese Größen als verschiedene Erscheinungsformen eines und desselben Objektes betrachten. Die Fähigkeit, verschiedene Formen annehmen zu können, ist die zweite wesentliche Eigenschaft aller Ursachen. Beide Eigenschaften zusammengefasst sagen wir:

Ursachen sind (quantitativ) unzerstörliche und (qualitativ) wandelbare Objekte.

Zwei Abteilungen von Ursachen finden sich in der Natur vor, zwischen denen erfahrungsmäßig keine Übergänge stattfinden. Die eine Abteilung bilden die Ursachen, denen die Eigenschaft der Ponderabilität [Gewichtigkeit, Schwere] und Impenetrabilität [Undurchdringlichkeit] zukommt - Materien; die andere die Ursachen, denen letztere Eigenschaften fehlen - Kräfte, von der bezeichnenden negativen Eigenschaft auch Imponderabilien genannt.

Kräfte sind also: unzerstörliche, wandelbare, imponderable Objekte.

Wir wollen zuerst die Materien zur Aufstellung eines Beispiels von Ursachen und Wirkungen benützen. Knallgas,  $H + O$ , und Wasser  $HO$  verhalten sich wie Ursache und Wirkung, also  $H + O = HO$ .

Wird aus  $H + O$   $HO$ , so kommt außer Wasser noch Wärme,  $cal.$ , zum Vorschein; diese Wärme muss ebenfalls eine Ursache,  $x$ , haben; es ist also:  $H + O + x = HO + cal.$ ; es könnte sich nun fragen, ist wirklich  $H + O = HO$ , und  $x = cal$ , und nicht etwa  $H + O = cal$ , und  $x = HO$ , worauf sich aus obiger Gleichung ebenfalls schließen ließe und dergl. m.

Die Phlogistiker erkannten die Gleichung von  $cal.$  und  $x$ , das sie Phlogiston nannten, und taten damit einen großen Schritt vorwärts, verwickelten sich aber wieder dadurch in ein System von Irrtümern, dass sie statt  $O - x$  setzten, also beispielsweise  $H = HO + x$  erhielten.

Die Chemie, deren Gegenstand es ist, den zwischen den Materien stattfindenden ursächlichen Zusammenhang in Gleichungen zu entwickeln, lehrt uns, dass einer Materie als Ursache eine Materie als Wirkung zukomme; aber mit gleichem Rechte kann man auch sagen, dass einer Kraft als Ursache eine Kraft als Wirkung entspreche.

Da  $c = e$  und  $e = c$ , so ist es naturwidrig, das eine Glied, wo Gleichung eine Kraft, das andere eine Wirkung von Kraft oder Erscheinung zu nennen und an die Ausdrücke Kraft und Erscheinung verschiedene Begriffe zu knüpfen; kurz also: Ist die Ursache eine Materie, so ist auch die Wirkung eine solche; ist die Ursache eine Kraft, so ist auch die Wirkung eine Kraft.

Eine Ursache, welche die Hebung einer Last bewirkt, ist eine Kraft; ihre Wirkung, die gehobene Last, ist also ebenfalls eine Kraft; allgemeiner ausgedrückt heißt dies: Räumliche Differenz ponderabler Objekte ist eine Kraft; da diese Kraft den Fall der Körper bewirkt, so nennen wir sie Fallkraft [potentielle Energie].

Fallkraft und Fall und allgemeiner noch Fallkraft [potentielle Energie] und Bewegung [kinetische Energie] sind Kräfte, die sich verhalten wie Ursache und Wirkung, Kräfte,

die ineinander übergehen, zwei verschiedene Erscheinungsformen eines und desselben Objektes.

Beispiel: Eine auf dem Boden ruhende Last ist keine Kraft; sie ist weder Ursache einer Bewegung noch der Hebung einer anderen Last, wird dies aber in dem Maße, in welchem sie über den Boden gehoben wird; die Ursache, der Abstand einer Last von der Erde, und die Wirkung, das erzeugte Bewegungsquantum, stehen, wie die Mechanik weiß, in einer beständigen Gleichung.

Indem man die Schwere als Ursache des Falls betrachtet, spricht man von einer Schwerkraft und verwirrt so die Begriffe von Kraft und Eigenschaft; gerade das, was jeder Kraft wesentlich zukommen muss, die Vereinigung von Unzerstörlichkeit und Wandelbarkeit, geht jedweder Eigenschaft ab; zwischen einer Eigenschaft und einer Kraft, zwischen Schwere und Bewegung lässt sich deshalb auch nicht die für ein richtig gedachtes Kausalverhältnis notwendige Gleichung aufstellen.

Heißt man die Schwere eine Kraft, so denkt man sich damit eine Ursache, welche, ohne selbst abzunehmen, Wirkung hervorbringt, hegt damit also unrichtige Vorstellungen über den ursächlichen Zusammenhang der Dinge. Und dass ein Körper fallen könne, dazu ist seine Erhebung nicht minder notwendig als seine Schwere, man darf daher auch letzterer allein den Fall der Körper nicht zuschreiben.

Es ist der Gegenstand der Mechanik, die zwischen Fallkraft und Bewegung, Bewegung und Fallkraft und die zwischen den Bewegungen unter sich bestehenden Gleichungen zu entwickeln; wir erinnern hier nur an einen Punkt.

Die Größe der Fallkraft  $v$  steht - den Erddurchmesser  $= \infty$  gesetzt - mit der Größe der Masse  $m$  und mit der ihrer Erhebung  $d$ , in geradem Verhältnis;  $v = md$  [ $v = mgd$ ]. Geht die Erhebung  $d = 1$  der Masse  $m$  in Bewegung dieser Masse von der Endgeschwindigkeit  $c = 1$  über, so wird auch  $v = mc$  [ $v = mce/2$ ]; aus den bekannten zwischen  $d$  und  $c$  stattfindenden Relationen ergibt sich aber für andere Werte von  $d$  oder  $c$ ,  $mc^2$  [ $mc^2/2$ ] als das Maß der Kraft  $v$ ; also  $v = md = mc^2$  [ $v = mgd = mc^2/2$ ]; das Gesetz der Erhaltung lebendiger Kräfte finden wir in dem allgemeinen Gesetz der Unzerstörbarkeit der Ursachen begründet.

Wir sehen in unzähligen Fällen eine Bewegung aufhören, ohne dass letztere eine andere Bewegung oder eine Gewichtserhebung hervorgebracht hätte; eine einmal vorhandene Kraft kann aber nicht zu Null werden, sondern nur in eine andere Form übergehen, und es fragt sich somit, welche weitere Form die Kraft, welche wir als Fallkraft und Bewegung kennengelernt, anzunehmen fähig sei?

Nur die Erfahrung kann uns hierüber Aufschluss erteilen. Um zweckmäßig zu experimentieren, müssen wir Werkzeuge wählen, welche neben dem, dass sie eine Bewegung wirklich zum Aufhören bringen, von den zu untersuchenden Objekten möglichst wenig verändert werden.

Reiben wir zum Beispiel zwei Metallplatten aneinander, so werden wir Bewegung verschwinden, Wärme dagegen auftreten sehen, und es fragt sich jetzt nur, ist die Bewegung die Ursache von Wärme, Um uns über dieses Verhältnis zu vergewissern, müssen,

wir die Frage erörtern, hat nicht in den zahllosen Fällen, in denen unter Aufwand von Bewegung Wärme zum Vorschein kommt, die Bewegung eine andere Wirkung als die Wärmeproduktion und die Wärme eine andere Ursache als die Bewegung?

Ein Versuch, die Wirkungen der aufgehenden Bewegung nachzuweisen, wurde noch nie ernstlich angestellt [Irrtum! Graf Rumford 1798]; ohne die möglicherweise aufzustellenden Hypothesen zum voraus widerlegen zu wollen, machen wir nur darauf aufmerksam, dass diese Wirkung in eine Veränderung des Aggregationszustandes der bewegten, sich reibenden  $x x$  Körper in der Regel nicht gesetzt werden könne.

Nehmen wir an, es werde ein gewisses Quantum von Bewegung  $v$  dazu verwendet, eine reibende Materie  $m$  in  $n$  zu verwandeln, so müsste  $m + v = n$  und  $n = m + v$  sein und bei der Rückführung von  $n$  in  $m$  müsste  $v$  in irgendeiner Form wieder zutage kommen.

Durch sehr lange fortgesetztes Reiben zweier Metallplatten können wir nach und nach ein ungeheures Quantum von Bewegung zum Aufhören bringen [Graf Rumford 1798]; kann uns aber beifallen, in dem gesammelten Metallstaub auch nur eine Spur der entschwundenen Kraft wieder finden und daraus reduzieren zu wollen?

Zu Nichts, wir wiederholen, kann die Bewegung nicht geworden sein und entgegengesetzte oder positive und negative Bewegungen können nicht  $= 0$  gesetzt werden, so wenig aus 0 entgegengesetzte Bewegungen entstehen können oder eine Last sich von selbst hebt [Irrtum! Impuls].

So wenig sich, ohne Anerkennung eines ursächlichen Zusammenhangs zwischen Bewegung [kinetischer Energie] und Wärme [kalorische Energie] von der entschwundenen Bewegung irgend Rechenschaft geben lässt, so wenig lässt sich auch ohne jene die Entstehung der Reibungswärme erklären.

Aus der Volumensverminderung der sich reibenden Körper kann dieselbe nicht hergeleitet werden. Man kann bekanntlich durch Zusammenreiben zwei Eisstücke im luftleeren Raum schmelzen [Davy 1799]; man versuche nun, ob man durch den unerhörtesten Druck Eis in Wasser verwandeln könne? [Irrtum! das Eis schmilzt tatsächlich wegen Kompression.]

Wasser erfährt, wie der Verfasser fand, durch starkes Schütteln eine Temperaturerhöhung. Das erwärmte Wasser (von  $12^\circ$  und  $13^\circ\text{C}$ ) nimmt nach dem Schütteln ein größeres Volumen ein, als vor demselben; woher kommt nun die Wärmemenge, welche sich durch wiederholtes Schütteln in demselben Apparate beliebig oft hervorbringen lässt?

Die thermische Vibrationshypothese inkliniert zu dem Satze, dass Wärme die Wirkung von Bewegung sei, würdigt aber dieses Kausalverhältnis im vollen Umfange nicht, sondern legt das Hauptgewicht auf unbehagliche Schwingungen.

Ist es nun ausgemacht, dass für die verschwindende Bewegung in vielen Fällen (exceptio confirmat regulam [Ausnahmen bestätigen die Regel]) keine andere Wirkung gefunden werden kann, als die Wärme, für die entstandene Wärme keine andere Ursache als die Bewegung, so ziehen wir die Annahme, Wärme entsteht aus Bewegung, der Annahme einer Ursache ohne Wirkung und einer Wirkung ohne Ursache vor, wie der Chemiker statt H und O ohne Nachfrage verschwinden, und Wasser auf unerklärte Weise entste-

hen zu lassen, einen Zusammenhang zwischen H und O einer- und Wasser andererseits statuiert.

Den natürlichen, zwischen Fallkraft, Bewegung und Wärme bestehenden Zusammenhang können wir uns auf folgende Weise anschaulich machen.

Wir wissen, dass Wärme zum Vorschein kommt, wenn die einzelnen Massenteile eines Körpers sich näher rücken; Verdichtung erzeugt Wärme; was nun für die kleinsten Massenteile und ihre kleinsten Zwischenräume gilt, muss wohl auch seine Anwendung auf große Massen und messbare Räume finden.

Das Herabsinken einer Last ist eine wirkliche Volumenverminderung des Erdkörpers, muss also gewiss mit der dabei sich zeigenden Wärme im Zusammenhange stehen; diese Wärme wird der Größe der Last und ihrem [ursprünglichen] Abstände genau proportional sein müssen.

Von dieser Betrachtung wird man ganz einfach zu der besprochenen Gleichung von Fallkraft, Bewegung und Wärme geführt.

So wenig indessen aus dem zwischen Fallkraft und Bewegung bestehenden Zusammenhange geschlossen werden kann: das Wesen der Fallkraft sei Bewegung, so wenig gilt dieser Schluss für die Wärme. Wir möchten vielmehr das Gegenteil folgern, dass, um zu Wärme werden zu können, die Bewegung - sei sie die einfache oder eine vibrierende, wie das Licht, die strahlende Wärme etc. - aufhören müsse, Bewegung zu sein.

Wenn Fallkraft und Bewegung gleich Wärme, so muss natürlich auch Wärme gleich Bewegung und Fallkraft sein. Wie die Wärme als Wirkung entsteht, bei Volumenverminderung und aufhörender Bewegung, so verschwindet die Wärme als Ursache unter dem Auftreten ihrer Wirkungen, der Bewegung, Volumvermehrung, Lasterhebung.

In den Wasserwerken liefert die auf Kosten der Volumenverminderung, welche der Erdkörper durch den Fall des Wassers beständig erleidet, entstehende und wieder verschwindende Bewegung fortwährend eine bedeutende Menge von Wärme; umgekehrt dienen wieder die Dampfmaschinen zur Zerlegung der Wärme in Bewegung oder Lasterhebung.

Die Lokomotive mit ihrem Convoi ist einem Destillierapparate zu vergleichen; die unter dem Kessel angebrachte Wärme geht in Bewegung über, und diese setzt sich wieder an den Achsen der Räder als Wärme in Menge ab,

Wir schließen unsere Thesen, welche sich mit Notwendigkeit aus dem Grundsatz "causa aequat effectum" ergeben und mit allen Naturerscheinungen im vollkommenen Einklang stehen, mit einer praktischen Folgerung. -

Zur Auflösung der zwischen Fallkraft und Bewegung statthabenden Gleichungen musste der Fallraum für eine bestimmte Zeit, z. B. für die erste Sekunde, durch das Experiment bestimmt werden; gleichermaßen ist zur Auflösung der zwischen Fallkraft und Bewegung einer- und der Wärme andererseits bestehenden Gleichungen die Frage zu beantworten, wie groß das einer bestimmten Menge von Fallkraft oder Bewegung entsprechende Wärmequantum sei.

Zum Beispiel wir müssen ausfindig machen, wie hoch ein bestimmtes Gewicht über den

Erdboden erhoben werden müsse, dass seine Fallkraft äquivalent sei der Erwärmung eines gleichen Gewichtes Wasser von  $0^\circ$  auf  $1^\circ\text{C}$ ?

Dass eine solche Gleichung wirklich in der Natur begründet sei, kann als das Resume des Bisherigen betrachtet werden.

Unter Anwendung der aufgestellten Sätze auf die Wärme- und Volumenverhältnisse der Gasarten findet man die Senkung einer ein Gas komprimierenden Quecksilbersäule gleich der durch die Kompression entbundenen Wärmemenge und es ergibt sich hieraus, - den Verhältnisexponenten der Kapazitäten der atmosphärischen Luft unter gleichem Drucke und unter gleichem Volumen = 1,421 gesetzt - dass dem Herabsinken eines Gewichtsteiles von einer Höhe von etwa 365 m die Erwärmung eines gleichen Gewichtsteiles Wasser von  $0^\circ$  auf  $1^\circ$  entspreche.

Vergleicht man mit diesem Resultate die Leistungen unserer besten Dampfmaschinen, so sieht man, wie nur ein geringer Teil der unter dem Kessel angebrachten Wärme in Bewegung oder Lasterhebung wirklich zersetzt wird, und dies könnte zur Rechtfertigung dienen für die Versuche, Bewegung auf anderem Wege als durch Aufopferung der chemischen Differenz von C und O, namentlich also durch Verwandlung der auf chemischem Wege gewonnenen Elektrizität in Bewegung, auf ersprißliche Weise darstellen zu wollen.« [Die Abwegigkeit dieses letzten Gedankens hat Robert Mayer später selbst eingesehen.]

Die in der vorstehenden Abhandlung I angedeutete Berechnung des mechanischen Wärmeäquivalents (er nennt es noch Kraftäquivalent der Wärme) führt Robert Mayer in der Abhandlung II explizite durch:

»... Ist die Wärme, welche ein Gas aufnimmt, das bei konstantem Volumen um  $t^\circ$  erwärmt wird =  $x$ , die Wärme, deren das Gas zu derselben Temperaturerhöhung bei konstantem Drucke bedarf, =  $x + y$ , ist ferner das im letzteren Falle gehobene Gewicht =  $P$ , seine Höhe =  $h$ , so ist

$$y = Ph$$

Ein Kubikcentimeter atmosphärische Luft bei  $0^\circ$  und  $0,76m$  Barometer wiegt 0,0013 Gramm; bei konstantem Drucke um  $1^\circ\text{C}$  erwärmt, dehnt sich die Luft um  $1/274$  ihres Volumens aus und hebt somit eine Quecksilbersäule von einem Quadratcentimeter Grundfläche und 76 Centimeter Höhe um  $1/274$  Centimeter.

Das Gewicht dieser Säule beträgt 1033 Gramm. Die spezifische Wärme der atmosphärischen Luft ist bei konstantem Drucke, die des Wassers = 1 gesetzt, nach Delaroche und Berard = 0,267; die Wärmemenge, die unser Kubikcentimeter Luft aufnimmt, um bei konstantem Drucke von  $0^\circ$  auf  $1^\circ$  zu kommen, ist also der Wärme gleich, durch welche  $0,0013 \cdot 0,267$  oder 0,000347 Gramm Wasser um  $1^\circ$  erhöht werden.

Nach Dulong, dem hierin die Mehrzahl der Physiker folgt, verhält sich die Wärmemenge, welche die Luft bei konstantem Volumen aufnimmt, zu der bei konstantem Drucke, wie 1 : 1,421; hiernach gerechnet ist die Wärmemenge, die unseren Kubikcentimeter Luft bei konstantem Volumen um  $1^\circ$  erhöht, gleich

$$0,000347/1,421 = 0,000244 \text{ Grad [Wärme = cal]}$$

Es ist folglich die Differenz  $(x + y) - x$  oder  $y = 0,000347 - 0,000244 = 0,000103$  Grad Wärme, durch deren Aufwand das Gewicht  $P = 1033$  Gramm auf  $h = 1/274$  Centimeter gehoben wurde. Durch Reduktion dieser Zahlen findet man nun

$$1^\circ \text{ Wärme [cal]} = 1 \text{ Gramm auf } 367 \text{ m (1130 Pariser Fuß) Höhe.}$$

Das nämliche Resultat wird erhalten, wenn man statt der atmosphärischen Luft eine andere einfache oder zusammengesetzte Gasart der Berechnung unterlegt. Das Gesetz "Wärme = mechanischer Effekt" ist unabhängig von der Natur einer elastischen Flüssigkeit, die nur als Werkzeug dient, um die Umwandlung der einen Kraft in die andere zu bewerkstelligen.«

Robert Mayer sah also in der Differenz der spezifischen Wärmen der Gase bei konstantem Druck und bei konstantem Volumen das Äquivalent für die bei der Ausdehnung der Gase gegen den Atmosphärendruck geleistete mechanische Arbeit.

So einleuchtend dieser Zusammenhang uns heute auch erscheinen mag, den Zeitgenossen war er es keineswegs, Aber auch seine Arbeitsweise erregte Anstoß.

Als ob die Messergebnisse französischer Forscher irgend etwas von ihrer Beweiskraft verlören, wenn ein deutscher Forscher sie in genialer Weise für seine Zwecke verwendet, machten ihm Zeitgenossen geradezu zum Vorwurf, dass er nicht selbst experimentiert habe; als sein Ergebnis durch direkte Messungen Joules bestätigt worden war, wollte man den von Gay-Lussac im Jahre 1807 erbrachten Nachweis der Unabhängigkeit der spezifischen Wärme der Gase von der Dichte, auf den sich Robert Mayer einleitend ausdrücklich berufen hatte, weil ihn sein Berechnungsverfahren als wesentlich voraussetzt, überhaupt nicht gelten lassen.

Wer neue Wege zu gehen versucht, muss darauf gefasst sein, Vorurteilen und Widerständen zu begegnen; Robert Mayer hatte sich die Sache zu einfach vorgestellt.

Es ist merkwürdig, dass die in den Schriften der Royal Society des Jahres 1798 von dem Grafen Rumford beschriebenen Versuche zur Reibungswärme damals seiner Aufmerksamkeit entgangen sind. Wenn ihm auch die Schlussfolgerungen, die Graf Rumford aus seinen Versuchen zugunsten der kinetischen Wärmetheorie zog, nicht gefallen konnten, so wären dessen quantitative Ergebnisse doch für ihn wesentlich bequemer zu handhaben gewesen.

Joule hat sie später einmal ausgewertet; das Ergebnis zeigt, dass Robert Mayer für seine Berechnung zwar ein weniger leicht einleuchtendes Verfahren, aber die genaueren Messdaten verwendet hat,

Zu weiteren Energieäquivalenten ist Robert Mayer nicht vorgestoßen. Es fehlten ihm sowohl die begrifflichen Grundlagen als auch zur Auswertung geeignete experimentelle Ergebnisse. Er sieht zwar sehr richtig, dass zur Trennung der Platten eines Elektrophors mechanische Arbeit verrichtet werden muss, aber deren Energieäquivalent ist nicht die elektrische Ladung; auch ist die chemische Energie nicht einfach gleich der Wärmetönung einer chemischen Reaktion und auf keinen Falle der galvanische Strom allein das Energieäquivalent für die im Volta-Element verbrauchte chemische Energie.

Wie sehr im übrigen die Idee des Satzes von der Erhaltung der Energie in der Luft

lag, geht nicht zuletzt aus der Ähnlichkeit der Formulierungen hervor, mit denen z.B. Faraday und Mayer ihren allgemeinen Gedanken dazu Ausdruck gegeben haben, wobei es beliebig unwahrscheinlich ist, dass die beiden vor dem Jahre 1847, in dem Robert Mayer seine Priorität vor der Pariser Akademie gegen Joule reklamierte, etwas voneinander wussten.

Auf den ersten Seiten der Abhandlung II schreibt Robert Mayer:

»Es gibt in Wahrheit nur eine einzige Kraft, In ewigem Wechsel kreist dieselbe in der toten wie in der lebenden Natur. Dort und hier kein Vorgang ohne Formänderung der Kraft!«

Man vergleiche damit etwa Faraday [22] Seite 34 ff. und 65 ff.

Was Mayer jedoch von Faraday unterscheidet und ihn im Falle des Energiesatzes weiterführt, ist die Hinwendung zum Quantitativen und die Verfolgung der Analogie zum Satz von der Erhaltung der Masse, die in folgenden axiomatischen Sätzen der Abhandlung II ihren Ausdruck findet:

»Die quantitative Unveränderlichkeit des Gegebenen ist ein oberstes Naturgesetz, das sich auf gleiche Weise über Kraft und Materie erstreckt.

Die Chemie lehrt uns die qualitativen Veränderungen kennen, welche die gegebenen Materien unter verschiedenen Umständen erleiden, und liefert dabei wirklich in jedem einzelnen Falle den Beweis, dass bei den chemischen Prozessen nur die Form und nicht die Größe (Gesamtgewicht der Teile) des Gegebenen geändert wird.

Was die Chemie in Beziehung auf Materie, das hat die Physik in Beziehung auf Kraft zu leisten, Die Kraft in ihren verschiedenen Formen kennen zu lernen, die Bedingungen ihrer Metamorphosen zu erforschen, dies ist die einzige Aufgabe der Physik, denn die Erschaffung oder die Vernichtung einer Kraft liegt außer dem Bereiche menschlichen Denkens und Wirkens,

Ob es in zukünftigen Zeiten je gelingen werde, die zahlreichen chemischen Grundstoffe ineinander zu verwandeln, sie auf wenige Elemente oder gar auf einen einzigen Urstoff zurückzuführen, dies ist mehr als zweifelhaft. Nicht das Gleiche gilt von den Bewegungsursachen. A priori lässt sich beweisen [?] und durch die Erfahrung überall bestätigen, dass die verschiedenen Kräfte ineinander sich verwandeln lassen,«

Robert Mayer war sich alsbald im klaren, dass der numerische Wert des mechanischen Wärmeäquivalents ihm den Zugang zu einem unübersehbaren Reich der Anwendungen erschloss, sei es die quantitative Überprüfung bereits erkannter oder vermuteter physikalischer Zusammenhänge, sei es in Fällen, wo man bisher nur auf lose Vermutungen und grobe Schätzungen angewiesen war, die Berechnung der Auswirkung physikalischer Vorgänge.

Er bringt in den Abhandlungen II und III eine Reihe eindrucksvoller Beispiele. Auf die Bedeutung des mechanischen Wärmeäquivalents kommt er in seinen Schriften immer wieder zurück, und seinem Freund Griesinger, der noch immer nicht so ganz überzeugt war, schrieb er:

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

Gemeint sind hier nicht zuletzt die widersprüchlichen Hypothesen über das innere Wesen der Wärme. In positivistischem Sinne bekennt er weiterhin:

»Was Wärme, was Elektrizität usw. dem inneren Wesen nach sind, weiß ich nicht, so wenig, als ich das innere Wesen einer Materie oder irgend eines anderen Dinges überhaupt kenne; das weiß ich aber, dass ich den Zusammenhang vieler Erscheinungen viel klarer sehe, als man bisher gesehen hat, und dass ich über das, was eine Kraft [Energie] ist, helle und gute Begriffe habe.«

In autobiographischen Aufzeichnungen aus den sechziger Jahren findet man die folgenden Referate Robert Meyers über den Inhalt seiner Abhandlungen II und III:

»... Im Jahre 1845 erschien als Broschüre seine "Organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel". Es ist in dieser Schrift, welche inzwischen auch in das Englische, Französische und Italienische übersetzt worden, nicht nur die neue Wärmetheorie ausführlich begründet und entwickelt, sondern auch in ihrem zweiten größeren Teile die Anwendung auf die Physiologie gemacht, wodurch diese Abhandlung zur Grundlage der neueren physiologischen Medizin geworden ist.

Mayer zeigt in dieser Schrift, wie sämtliche mechanische Leistungen des Tierkörpers auf Kosten eines langsamen Verbrennungsprozesses vor sich gehen, dass also bei den Tieren wie bei den Dampfmaschinen die Bewegungsproduktion an einen Wärmekonsum geknüpft ist. Ferner ist aber auch in dieser Schrift auf die ungeheuer große Wärmeentwicklung hingewiesen, welche der neuen Theorie zufolge kosmisch-mechanischen Vorgängen entspricht.

Wir sind durch die Erscheinungen der uns unmittelbar umgebenden Welt gewöhnt, lebhafte Wärme- und Lichtentwicklungen nur bei chemischen Prozessen, bei Verbrennungen, zu sehen, gegen welche mechanische Wärmereaktionen in der Regel ganz verschwinden.

Dies rührt von der verhältnismäßig sehr geringen "lebendigen Kraft" her, welche selbst bei den stärksten auf der Erdoberfläche vor sich gehenden mechanischen Aktionen, z.B. bei Geschützkugeln, ins Spiel treten. Bei kosmischen oder den sogenannten Zentralbewegungen ist dies aber ganz anders, denn wenn dort die Geschwindigkeit per Sekunde nach Metern, so wird sie hier nach Meilen gerechnet.

Der Wärmeeffekt ist aber dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional, und so übertrifft denn auch der Effekt kosmisch bewegter Körper, z.B. der Sternschnuppen und Feuerkugeln, wenn ihre Bewegung durch einen eintretenden Widerstand sich in Wärme umsetzt, den Verbrennungseffekt der Steinkohle um viele tausend Mal!

Dieses Thema hat Mayer in seiner darauf folgenden Schrift "Beiträge zur Dynamik des Himmels, 1848", ausführlich entwickelt. Bis dahin hatte man sich nur über die Bahnen der Himmelskörper mittelst des Gravitationsgesetzes Rechenschaft geben können, das Leuchten der Sterne, das Wärmen der Sonne als selbstredende Tatsachen hingenommen.



Abb. 4. Robert Mayers Arbeitsplatz

Die mechanische Wärmetheorie erst lehrt diese Tatsachen begreifen und berechnen, Da nämlich ein einziges Kilogramm Asteroidmasse, wenn es auf die Sonne einstürzt, wie ein Meteorstein auf die Erde, mindestens soviel Hitze entwickelt, als 6000 Kilogramm Steinkohlen beim Verbrennen geben, so klärt sich das Rätsel auf, wie der Zentralkörper unseres Planetensystems, die Sonne, immerwährend eine unerschöpfliche Menge von Licht und Wärme spendet, ohne je zu erkalten und in seiner Tätigkeit abzunehmen.

Was aber von der Sonne gilt, muss auch auf alle übrigen Fixsterne seine Anwendung finden. Die Astronomen der verschiedensten Nationen haben inzwischen diesem Gegenstande mit steigendem Interesse ihre Aufmerksamkeit zugewendet; die Priorität gebührt aber auch hier wieder, wie man sieht, unserem deutschen Entdecker.

Auf weitere Einzelheiten wollen wir indessen hier nicht eingehen, sondern verweisen darüber auf Mayers "Mechanik der Wärme", welche die gesammelten Schriften Mayers enthält und nächstens in zweiter Auflage erscheinen wird."

»... Es ist ferner in diesem Werkchen gezeigt, wie die Ebbe und Flut sich auf Kosten der Achsendrehung der Erde erhält, wie aber dieser verzögernde Einfluss durch einen anderen beschleunigenden Einfluss, durch die Zusammenziehung nämlich, welche der Erdkörper bei seiner fortdauernden Abkühlung erleidet, kompensiert wird.

Übrigens hat, wie hier beiläufig gesagt sein mag, der englische Astronom Adams neuerdings nachgewiesen, dass der durch die Ebbe und Flut bedingte verzögernde Einfluss den accelerierenden [beschleunigenden] Einfluss der Abkühlung etwas überwiegt. Adams hat berechnet, dass die Achsendrehung der Erde, welche man seit Laplace als völlig konstant angenommen hat, sich um eine, wenn auch höchst geringe Größe vermindert.«

Es ist hier nicht der Ort, auf Einzelheiten näher einzugehen, und doch erscheint es angebracht, wenigstens an einem Beispiel zu zeigen, wie gründlich Robert Mayer seine Probleme durchdachte, und zu welch kühnen Schlussfolgerungen sein Geist damals fähig war.

Die von ihm für die Sonne berechnete Bremswärme ist etwa 6000mal so groß wie die Verbrennungswärme, die der Meteorit bei der Verbrennung abgeben könnte, wenn er aus Kohle bestünde. Es müssen also nur genügend viele Meteorite einfallen, um die zur Aufrechterhaltung der Sonnentemperatur erforderliche Wärmemenge zu bringen. Beim Sturz in die Sonne würde der Mond auf diese Weise 1 bis 2 Jahre, die Erde 50 bis 100 Jahre Nahrung für die Sonne bringen, - wie sich Robert Mayer ausdrückt.

Dieser Einfall von Meteoriten hat aber eine prüfbare Konsequenz: Die Masse der Sonne würde laufend größer und infolge davon die Jahreslänge um  $7/8$  bis  $1/2$  Sekunde kürzer werden, was jedoch mit den Beobachtungen der Astronomen keineswegs übereinstimmt. Zur Beseitigung dieses Widerspruches sucht Robert Mayer nach einem in der Sonne ablaufenden Vorgang, welcher ebensoviel Masse wegführt, wie der Meteoriteneinfall zuführt.

Den Gedanken, die Meteoriten könnten sich, nachdem sie ihre Schuldigkeit getan haben, auf irgend eine Weise wieder davonschleichen, muss er auf Grund seines Energieprinzips als abwegig aufgeben.

Wenn die Meteorite oder ihre Trümmer die Sonne verlassen, nehmen sie notwendigerweise auch die gleiche Energie wieder mit, die sie eingebracht haben. Anstatt nun die Hypothese, als durch die Tatsachen widerlegt, zu verwerfen, diskutiert er einen neuartigen Vorgang: Massenverlust infolge von Energieausstrahlung!

Was für Robert Mayer damals nur eine Denkmöglichkeit sein konnte, die er aber auszusprechen wagte, hat Albert Einstein 60 Jahre später auf Grund des Michelson-Versuchs als Denknöwendigkeit nachgewiesen.

Die Einsteinsche Energie-Masse-Äquivalenz erleichtert die Sonne jährlich infolge der Strahlungsemission um  $1,3 \cdot 10^{14}$  t. Das macht in 5 Milliarden Jahren, dem mutmaßlichen Alter der Sonne,  $6,5 \cdot 10^{23}$  t oder 0,03 % der Sonnenmasse. Der erforderliche Meteoriteneinfall würde dagegen die Masse der Sonne in diesem Zeitraum um den Faktor 15 vergrößert haben!

Die Einsteinsche Relativitätstheorie versetzte der meteorischen Hypothese über die Entstehung der Sonnenwärme aber nicht nur endgültig den Todesstoß, sondern ermöglichte auch ihren Ersatz durch eine hieb- und stichfeste kernphysikalische Theorie: die Fusion von Wasserstoffkernen, die die als Äquivalent für die Strahlungsemission der Sonne und aller Fixsterne erforderliche Energie freisetzt.

### 4.3 Im Spiegel des Briefwechsels mit Freunden

Noch vor Abfassung der Abhandlung I berichtet Robert Mayer seinem Freund Baur in einem Brief vom 24. Juni 1841, dass er von seiner Reise nach Ostindien ein neues System der Physik mitgebracht habe und lädt ihn zu einem Gedankenaustausch darüber ein:

»... Ich ergreife nun mit Vergnügen die Gelegenheit, meine Gedanken, die mir in hohem Grade zur Überzeugung geworden, einem Kenner mitzuteilen, setze dabei natürlich aber voraus, dass Du niemand weiter etwas sagst, da ich, wie begreiflich, in der Veröffentli-

chung dieser Sache nicht gerne eine Konkurrenz hervorrufen möchte.

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, und die mir außer dem Gebiet der Naturwissenschaften und der speziellen Medizin noch die wichtigsten Fragen der Metaphysik auflöst. Du wirst lachend rufen: viel auf einmal!

Ich bekenne Dir aber auch, dass diese Forschungen den ausschließlichen Gegenstand angestrenzter Tätigkeit während meiner ganzen Reise und nun auch seit meinem hiesigen Aufenthalte ausmachten, und dass mich dies allein und nur dies zehnfach für alle Beschwerden etc. eines so weiten Weges entschädigte ...«

Die Voranstellung des a-priori-Beweises vor die Erfahrung sowie die Argumentation mit den Sätzen *causa aequat effectum* [Ursache und Wirkung sind äquivalent] in der Abhandlung I und *ex nihil nil fit* und *nil fit ad nihilum* in der Abhandlung II machen uns auch heute noch stutzig, damals aber machten sie den unbekanntem Autor naturphilosophischer Spekulation verdächtig und den allergisch gewordenen Physikern unglaubwürdig.

Es half ihm nichts, dass er prophylaktisch zu seiner Rechtfertigung in der Einleitung zur Abhandlung II geschrieben hatte:

»Wohl müsste es ein Rezidiv genannt werden, in die Fehler der antiken Naturforschung oder in die Verirrungen einer modernen Naturphilosophie, wenn es sich um einen Versuch handeln sollte, a priori eine Welt zu konstruieren; wenn es aber gelungen ist, die zahllosen Naturerscheinungen unter sich zu verknüpfen und aus ihnen einen obersten Grundsatz abzuleiten, so mag es nicht zum Vorwurfe gereichen, wenn man nach sorgfältiger Prüfung sich eines solchen als Kompass bedient, um unter sicherer Führung auf dem Meere der Einzelheiten fortzusteuern.«

Die Vertrauenswürdigkeit eines weiteren Beweismittels hat er zu seinem Nachteil unterschätzt und dieses nur an zweiter Stelle in einem Brief vom 5. und 6. Dezember 1842 an Griesinger aufgezählt:

»... 2. Ein Beweis, der, für mich subjektiv, die absolute Wahrheit meiner Sätze dartut, ist ein negativer: es ist nämlich ein in der Wissenschaft allgemein angenommener Satz, dass die Konstruktion eines Mobile perpetuum eine theoretische Unmöglichkeit sei (d.h. wenn man von allen mechanischen Schwierigkeiten, wie Reibung etc., abstrahiert, so bringt man es doch auch in Gedanken nicht hin), meine Behauptungen können aber alle als reine Konsequenzen aus diesem Unmöglichkeitsprinzip betrachtet werden; leugnet man mir einen Satz, so führe ich gleich ein Mobile perpetuum auf«.

Helmholtz war klug genug, dieses Unmöglichkeitsprinzip als Beweismittel in seiner eigenen Arbeit "Über die Erhaltung der Kraft" aus dem Jahre 1847 mit zu verwenden, und rettete diese damit vor der Stichhaltigkeit des schwerwiegenden kritischen Einwandes, seine Begründung des Satzes von der Erhaltung der Energie habe die mechanische Erklärbarkeit aller Naturvorgänge durch anziehende oder abstoßende Zentralkräfte zur

notwendigen Voraussetzung.

In dem zitierten Brief erhebt Robert Mayer aber auch die in seiner eigenen Abhandlung II noch als praktische Folgerung bezeichnete Berechnung des mechanischen Wärmeäquivalents in den Rang eines Beweismittels:

»... 3. Ein dritter Beweis ist vor der Wissenschaft aus den Lehren der Experimentalphysik zu führen. Dieses ist eine an sich nicht limitierte Aufgabe, an der ich unverdrossen fortarbeite, deren einigermaßen vollständige Lösung von einem einzelnen, der nicht Physiker oder Mechaniker ex professo [von Beruf] ist, nur nach Verlauf einer Reihe von Jahren zu erwarten steht.

Dass ich, bei dem raschen Gange der Wissenschaft, einstweilen Fragmentarisches gebe, bevor ich Ganzes zu geben imstande bin, soll man mir nicht verargen; vielleicht wird einmal jemand dazu veranlasst, die Sache wirklich zu prüfen, statt über dieselbe als etwas Ungeprüftes wegzugehen, und dann habe ich an diesem Prüfenden einen Mitarbeiter, und wenn dies auch nicht, so sind mir doch die Prioritätsrechte verwahrt, die man, ich sehe es gut, nicht im Schlafe verdient, und kann somit meinen Gang um so ruhiger fortgehen.«

Joule war de facto derjenige, der, allerdings unabhängig von Robert Mayer und ohne dessen hohen Gedankenflug, an der »nicht limitierten« Aufgabe arbeitete, den numerischen Beweis für die Verwandtschaft von Wärme und Bewegung »aus den Lehren der Experimentalphysik« zu führen, und er hatte großen Erfolg dabei.

Der soeben zitierte Brief an Griesinger ist auch insofern aufschlussreich, als Robert Mayer sich hier zum ersten Male über die Veranlassung zu seiner berufsfremden Betätigung äußert:

»Fragst Du mich endlich, wie ich auf den ganzen Handel gekommen, so ist die einfache Antwort die: auf meiner Seereise mit dem Studium der Physiologie mich fast ausschließlich beschäftigend, fand ich die neue Lehre aus dem zureichenden Grunde, weil ich das Bedürfnis derselben lebhaft erkannte; dem erhaltenen Lichte folgend, breitete sich mehr und mehr eine neue Welt von Wahrheiten aus, die ich allein ganz ausbeuten zu können weit entfernt bin; doch tue ich nach Kräften, und früher oder später wird die Zeit gewiss kommen, in der die Wissenschaft die Wahrheiten hell erkennen wird, die ich zum Teil erst in dunkler Ferne ahne.«

Eingehender äußert er sich in der Nachschrift zu einem Brief vom 14. Juni 1844 an den gleichen Adressaten:

»Die Theorie habe ich keineswegs am Schreibtisch ausgeheckt. Nachdem ich mich auf meiner Reise nach Ostindien eifrig und anhaltend mit der Physiologie des Blutes beschäftigt, gab mir die Beobachtung der veränderten somatischen Verhältnisse unserer Schiffsmannschaft in den Tropen, der Acclimatisationsprozess, wieder vielfach Stoff zum Nachdenken; die Krankheitsformen und besonders auch die Beschaffenheit des Blutes lenkten meine Gedanken anhaltend in erster Linie auf die Erzeugung der animalischen Wärme durch den Respirationsprozess.

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 [mir gar nicht gefällt]; ich hielt mich also an die Physik und hing dem Gegenstand mit solcher Vorliebe nach, dass ich, worüber mich mancher auslachen mag, wenig nach dem fernen Weltteile fragte, sondern mich am liebsten an Bord aufhielt, wo ich unausgesetzt arbeiten konnte, und wo ich mich in manchen Stunden gleichsam inspiriert fühlte, wie ich mir zuvor oder später nie etwas Ähnliches erinnern kann.

Einige Gedankenblitze, die mich, es war auf der Reede von Surabaja, durchfuhren, wurden sofort emsig verfolgt und führten wieder auf neue Gegenstände, Jene Zeiten sind vorbei; aber die ruhige Prüfung dessen, was damals in mir auftauchte, hat mich gelehrt, dass es Wahrheit ist, die nicht nur subjektiv gefühlt, sondern auch objektiv bewiesen werden kann; ob dieses aber durch einen der Physik nur so wenig kundigen Mann geschehen könne, dies muss ich natürlich dahingestellt sein lassen.

Kommen wird der Tag, das ist ganz gewiss, dass diese Wahrheiten zum Gemeingut der Wissenschaft werden; durch wen dies aber bewirkt wird und wann es geschieht, wer vermag das zu sagen?«

Unverdrossen, wenn auch beunruhigt darüber, dass seine Veröffentlichung nicht das erhoffte Aufsehen erregte, arbeitete er weiter und konnte am 11. Juni 1844 Griesinger das Manuskript der ersten Fassung einer umfangreichen Arbeit übersenden, aus der schließlich, unter teilweiser Berücksichtigung der guten Ratschläge der Freunde die beiden in den Jahren 1845 und 1848 als Broschüren erschienenen Abhandlungen II und III geworden sind.

Ungeduldig, wie Robert Mayer nun einmal war, folgt schon drei Tage später ein erläuternden Brief mit einer langen Nachschrift, die dem Freund zum wiederholten Male klarzustellen versucht, um was es ihm eigentlich geht: um den physikalischen Teil, oder, wie er häufig sagt, um den anorganischen Teil seiner neuen Theorie.

»Du wirst hieraus bereits sehen, wie sich an den physikalisch zu beweisenden Satz, dass ein Animal [Tier] von 160 Pfund, das 420 Fuß in die Höhe steigt, bei dieser Handlung ein Drachme (= 3,725 Gramm) Kohlenstoff zu mechanischem Effekte verbrennt, weitere physiologische Betrachtungen anreihen.

Es möchte also immerhin für den Physiologen operac pretium [eine Preisaufgabe] sein, den anorganischen Teil der Theorie entweder selbst zu prüfen, oder einem anorganischen Kollegen zu einer ernstlichen Prüfung zu übergeben, und damit wären auch alle meine Wünsche erreicht. Dass dies aber nicht so leicht angeht, weiß ich wohl; denn es wird heißen:

"Da könnte jeder kommen und alles über den Haufen werfen wollen; neue Systeme bringt jeder Tag, Herkulesarbeit wäre es, wenn man sich in die Sachen alle näher einlassen wollte; wenn etwas daran ist, so führe der Verfasser es aus, schreibe ein Buch darüber, dann wollen wir sehen; dieses wird dann wohl einen Rezensenten finden."

Der Rat ist sehr gut, nur vorderhand für mich nicht ausführbar; das Feld ist zu groß, überall muss ich mich erst mühsam einarbeiten und in zehn Jahren käme ich nicht

zustande, ein Werk, das, auf die gegebene Theorie gestützt, die Mechanik, Optik, Elektrizitäts- und Wärmelehre im Zusammenhange umarbeiten würde, zu liefern; *ars longa vita brevis* [die Kunst ist lang, doch kurz das Leben], je weiter ich komme, umso weniger sehe ich ein Ende.

Käme die Sache einmal in andere und namentlich in mehrere Hände, so bin ich fest überzeugt, würde die Wissenschaft bald Nutzen daraus ziehen; so aber gleiche ich einem, der, ich darf sagen, mit keiner geringen Mühe eine Mine edlen Metalls entdeckt hat, nun aber vergeblich Baukundige einladen wird, die Mühe sich zu nehmen, auf dem Weg, den er zeigen will, hinabzusteigen, und das heraufzuschaffen, was dem einzelnen zu schwer wird.«

Griesinger fühlt sich am 18. Juni 1844 zu einer vorläufigen Antwort gedrängt, Er sucht Mayer zu beruhigen mit dem Hinweis, dass er sich über die fehlende Resonanz nicht wundern dürfe, er habe ja auch bisher noch nichts weiteres publiziert; er gibt ihm taktisch kluge Ratschläge:

"... Haben die Leute, die gegenwärtig auf diesem Gebiete, d. h. dem der allgemeinen Physiologie, der physiologischen Mechanik etc., das Wort führen, nach Deiner Überzeugung Unrecht, so muss man sie offen, direkt angreifen, ihnen ihre Widersprüche nachweisen, ihnen scharf zu Leibe gehen, ihnen keine Ruhe lassen ...

Solche Angriffe und tüchtige kritische Aufsätze erregen die Aufmerksamkeit viel mehr, als das ruhige Hinstellen der eigenen Sätze",

den physiologischen Teil solle er länger und ausführlicher machen, und zwar unter besonderer Berücksichtigung fremder Ansichten. Und er schreibt weiter:

"Ich weiß wohl, was es ist, Gedanken zu haben, sie *animo volvere* [mit dem Verstand hin und her zu wälzen] und nicht loswerden zu können, ferne reformatorische Konsequenzen durchblicken zu sehen. Es gibt nur ein einziges Mittel, hinaus mit ihnen, hingeschrieben, Aufsätze, Broschüren publiziert! Alles psychische Reflexation! -

So befreit man sich, so hat Goethe gedichtet, so haben noch alle Leute die selbständige Gedanken haben, arbeiten müssen."

Mayer aber entgegnet vier Tage später:

»Ich konnte allerdings voraussehen, dass Du mit meinem Entwurfe in erster Linie deshalb nicht ganz content [einverstanden] sein werdest, weil auf eine lange anorganische [physikalische] Einleitung nur wenige physiologische Zeilen folgen; ich habe aber auch diese letzteren nur deshalb angehängt, um durch einen Kunstgriff [!] die Aufmerksamkeit für den ersten Teil eher rege zu machen.

Denn das Anorganische ist mir unbedingt zur Hauptsache geworden; wenn dieses An-erkennung bei den Physikern gefunden hat, so werden sich den Physiologen vielseitige Anwendungen von selbst darbieten; wäre die Sache aber von physikalischer Seite nicht fassbar, so wären die plausibelsten physiologischen Ideen, die man darauf gründen wollte, nur Seifenblasen.

Für einen bevorstehenden Kampf wollte ich mir eine durchaus bombenfeste Citadelle schaffen, und dann erst, wenn die Gegner herangetreten wären zum vergeblichen

Sturm, zu Ausfällen mich anschicken; meine Kräfte wollte ich aber vorderhand nicht in zahlreichen Außenwerken verteilen; in der Mitte der Burg weht das Panier "Wärme lässt sich in Bewegung verwandeln", und ladet unsomehr zum direkten Angriffe ein, als eben keine Außenwerke die Aufmerksamkeit der Gegner ablenken.«

Robert Mayer war ein schlechter Stratege: Der Fortschritt der Naturwissenschaft wird im Bewegungskrieg und nicht mit einem Festungskrieg gewonnen, dementsprechend kümmerten sich die Vorwärtsdrängenden einfach nicht um seine Zitadelle und machten ihn auf diese Weise todunglücklich.

#### 4.4 Carnot, Mayer, Clausius

Die Wärmekraftmaschine hat zu Robert Mayers Zeiten als technisches Phänomen die Phantasie und den Verstand der Menschen zweifellos mindestens ebenso stark beschäftigt, wie es in unseren Tagen auf einer höheren Entwicklungsstufe der Physik das Kernkraftwerk tut.

So kann es nicht wundernehmen, dass Robert Mayer unverzüglich daran ging, von seinem neu gewonnenen energetischen Standpunkt aus, die Wirkungsweise von Wärmekraftmaschinen zu untersuchen und deren energetischen Nutzeffekt mit Hilfe seines numerischen Wertes für das mechanische Wärmeäquivalent abzuschätzen.

In der Abhandlung II hat Robert Mayer seine Gedanken zum mechanischen Nutzeffekt von Wärmekraftmaschinen näher ausgeführt:

"Liebig findet aus direkten Versuchen Dulong's, ..., die Wärmemenge, welche 1 Gramm zu Kohlensäure verbrennender Kohlenstoff entwickelt, durch Rechnung =  $8558^\circ$  [Wärme]...

Durch Verbrennung von einem Gewichtsteil Kohlenstoff müssen sich also 11 200 000 Gewichtsteile auf die Höhe von 1 Pariser Fuß oder 3600000 Gewichtsteile auf 1 m Höhe heben lassen. Dieser Effekt würde erzielt werden, wenn jeder Wärmeverlust vermieden werden könnte.

So wenig aber eine gegebene Menge von Chlor, Metall und Sauerstoff ohne Bildung eines Nebenproduktes in chlores saures Salz sich verwandeln lässt, so wenig können wir eine gegebene Wärmemenge als Ganzes in Bewegung umsetzen.

Es ist eine Aufgabe der Technik, den ungewünschten Effekt der Verbrennung, die Wärmeentbindung nach außen, im Verhältnis zum nutzbaren mechanischen Effekte möglichst klein zu machen.

In den ersten Wattschen Maschinen war bei gleicher Leistung, ..., der Kohlenverbrauch 17mal größer als im Jahre 1828.

Derzeit können in den vorzüglichsten und unter den günstigsten Umständen arbeitenden Maschinen mit 1 Pfund Steinkohlen ca. 1/2 Million Pfund 1 Fuß hoch gehoben werden, Während demzufolge das Maximum des Nutzeffektes 5-6% vom Totalaufwande beträgt, geben dagegen viele Apparate namentlich Lokomotiven, kein volles Prozent Nutzeffekt.

Kräftigere Leistung liefern die Geschütze. Rechnet man, dass einer 24pfündigen Kugel

mittels 8 Pfund Pulver, in welchem 1 Pfund Kohle enthalten ist, eine Geschwindigkeit von 1500 Fuß erteilt wird, so beträgt der mechanische Effekt etwas über 9 Prozent des aufgewendeten Kohlenstoffes.

Es erhitzt sich aber auch bekanntlich ein scharfgeladenes Geschütz mit gleicher Pulverladung weniger stark als ein blindgeladenes.«

Solche quantitativen Angaben über den Nutzeffekt von Wärmekraftmaschinen waren vordem unmöglich. Der berechnete geringe Nutzeffekt führte ihn zu der für die Physiologie wichtigen Erkenntnis, dass die Muskelarbeit das Ergebnis einer unmittelbaren Umwandlung chemischer Energie der Nahrung in mechanische Energie ohne Umweg über die Wärme sein muss.

Zwanzig Jahre vor Robert Mayer hatte Sadi Carnot von einem anderen Standpunkt aus sich mit dem thermischen Nutzeffekt der Dampfmaschine befasst. Ihn leitete eine Analogie zur Wassermühle.

Die Dampfmaschine ist danach eine Vorrichtung, in der ein Temperaturgefälle aufrecht erhalten und der Wärme - als Stoff gedacht - Gelegenheit gegeben wird, das Temperaturgefälle zu durchfallen: Die mechanische Arbeit entsteht also auf Kosten einer Art potentieller Energien der Wärme.

Die Irrtümlichkeit dieser Vorstellung hat Sadi Carnot noch vor seinem frühen Tode während der großen Choleraepidemie in Paris im Jahre 1832 erkannt, doch fand er keine Gelegenheit mehr, seine Gedanken über die Umwandlung von Wärmeenergie in mechanische Energie und über das mechanische Wärmeäquivalent, das er aus verfügbaren empirischen Daten berechnet hatte, zu publizieren.

Sie wurden erst im Todesjahr Robert Mayers, also 56 Jahre später, bekannt und konnten infolgedessen keinen Einfluss mehr auf die Entwicklung der Theorie der Dampfmaschine nehmen.

So blieb es Rudolf Clausius vorbehalten, das Gedankengut der Arbeiten von S. Carnot, E. Clapeyron (1799 bis 1864), C. Holtzmann (geb. 1811), R. Mayer und J. Joule aufgreifend, eine Synthese der von Carnot und Mayer entwickelten Ansichten über die Dampfmaschine zu finden.

Mit dieser bedeutenden Arbeit aus dem Jahre 1850 legte Clausius den Grund zur klassischen Thermodynamik, deren 1. Hauptsatz eine fachgerechte mathematische Formulierung des Energiesatzes darstellt.

Dem von Clausius begonnenen Werk hat Robert Mayer seine Aufmerksamkeit nicht versagt, doch ist es fraglich, ob er nach Ausbruch seiner psychischen Erkrankung und bei der Unzulänglichkeit seiner mathematischen Vorbildung überhaupt in der Lage war, die sich in den Händen von Clausius und Thomson (Lord Kelvin) entwickelnde Thermodynamik, insbesondere aber deren 2. Hauptsatz geistig zu verarbeiten.

Da er die Atomistik, jedenfalls in Form der kinetischen Wärmetheorie, ablehnte, begab er sich auch der Hilfe, die diese dem Verständnis der Thermodynamik durch anschauliche Interpretationsmöglichkeit mathematischer Folgerungen bot. Zweifellos haben weltanschauliche Gründe entscheidend dazu beigetragen, dass er auf der Naturforscherver-

sammlung in Innsbruck im Jahre 1869 und auch bei anderen Gelegenheiten gegen die Konsequenz, dass die Entropie der Welt einen Maximum zustrebt, und wenn dies erreicht ist, mit dem Ausgleich aller Temperaturdifferenzen ein allgemeiner Stillstand eintritt, polemisiert.

Wir sind heute leichter geneigt, Robert Mayer bei seiner Ablehnung einer kosmischen Verallgemeinerung der Thermodynamik Recht zu geben, als es seine Zeitgenossen waren,

## 4.5 Schicksal

Wenn man die Biographie bis hierher gelesen hat, wird man sich verwundert fragen, warum der Energiesatz seinen Verkünder nicht glücklich gemacht hat, warum Robert Mayer als tragische Gestalt in die Geschichte der Physik eingegangen ist.

Die Tragik hat ihre Wurzel in dem Missverhältnis von eigensinniger Genialität einerseits und geringer seelischer Widerstandskraft andererseits. Ohne dass eine Voreingenommenheit der Person oder der Sache gegenüber vorgelegen hätte, dauerte es eben 8 Jahre, bis Rudolf Clausius etwas wesentliches mit dem Energiesatz anzufangen wusste und ihn als 1. Hauptsatz in die Theorie der Wärmelehre einbaute.

Aber noch ehe das geschah, war Robert Mayer bereits seelisch zusammengebrochen, in der geistigen Enge der Kleinstadt Heilbronn verärgert und verbittert über die Gleichgültigkeit der wissenschaftlichen Welt seiner Priorität gegenüber, also in erster Linie über das Ausbleiben verbaler Anerkennungen und von Zitaten seiner Abhandlungen.

Wer hätte das tun sollen?

Im Jahre 1843 und in den nächst folgenden Jahren der Brauereibesitzer und Liebhaber-Physiker J. P. Joule und der Maschinenbauer L. A. Colding?

Im Jahre 1845 der Professor für Maschinenbau Carl Holtzmann?

Im Jahre 1847 der Eskadronchirurg in einem Potsdamer Garde-Kavallerie-Regiment Hermann Helmholtz?

Was war ihm sonst noch widerfahren?

Im Jahre 1841 hatte Johann Christian Poggendorff einen für die Annalen der Physik und Chemie bestimmten Aufsatz, der nach Mayers eigenem Eingeständnis noch "Ungerheimtheiten und Extravaganzen" enthielt, als Herausgeber weder angenommen noch zurückgeschickt.

Die Professoren Nörreberg und Jolly hatten seinem Vortrag nicht begeistert zugestimmt, wohl aber gute und ermunternde Ratschläge gegeben.

Im Jahre 1842 nimmt Liebig einen wesentlich besser durchdachten Aufsatz über den Energiesatz und den Wert des mechanischen Wärmeäquivalents für die "Annalen der Chemie und Pharmazie" an.

In den Jahren 1845 und 1848 findet Robert Mayer keinen Verleger, der das Risiko des Druckes seiner Abhandlungen II und III übernimmt, und muss diese auf eigene Kosten drucken lassen.

Im Jahre 1845 versucht der Kieler Professor für Medizin, Physik und Chemie Christian Heinrich Pfaff die Voltasche Kontakttheorie der galvanischen Kette gegen neueste, auf energetischem Denken beruhende Einwürfe von Faraday und anderen zu verteidigen und lehnte konsequenterweise mit diesen Einwüfen auch den Energiesatz ab; Mayer befand sich also in guter Gesellschaft.

Das Frankfurter Journal brachte am Sonntag, dem 23. November 1845 eine knappe, die Anwendung physikalischer Prinzipien auf Lebenserscheinungen herausstellende Anzeige über Mayers Arbeit, die "diese Blätter zu einer für jeden Naturforscher höchst interessanten Erscheinung stempelt".

Ausführlichere, ebenfalls positive Rezensionen findet man in der "Neuen Medizinisch-Chirurgischen Zeitung" des Jahres 1846 und in der "Allgemeinen Medizinischen Zentralzeitung" des Jahres 1847. Die Referenten scheuen sich nicht, der Meinung Ausdruck zu geben, dass der Verfasser in der Erforschung der Lebensvorgänge über Liebig hinaus gelangt sei, und das wollte doch im Hinblick auf dessen hohes Ansehen etwas bedeuten.

Im Jahre 1846 lässt die Pariser Akademie einen Aufsatz über die Sonnenwärme unbeantwortet, und der Herausgeber des Archivs für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin, Professor Johannes Müller, schickt einen Aufsatz über den Zusammenhang zwischen der Oxydation und dem mechanischen Effekt im Organismus zurück.

Im Jahre 1848 wird im Journal des débats, einer Zeitschrift, die der Pariser Akademie nahesteht, das Prioritätsrecht an der Entdeckung der Äquivalenz von Wärme und Bewegung für französische und englische Physiker in Anspruch genommen.

Es kommt zu einem ergebnislosen Prioritätsstreit mit Joule; die Fakten sprechen zugunsten Robert Mayers.

Die aufgezählten Fakten beweisen zwar, dass die wissenschaftliche Welt nicht vor Anteilnahme und Begeisterung aus dem Häuschen geraten war, doch keineswegs, dass Robert Mayer einer systematischen Opposition ausgesetzt war; auch das Schlagwort professionelle Voreingenommenheit zieht nicht, denn Pfaff und Helmholtz waren der Herkunft nach Mediziner, und über Clausius, der Fachphysiker und Mathematiker war, gibt es keine Klagen.

Schließlich kann auch von Totschweigen keine Rede sein, und schon gar nicht, wenn man die Umstände betrachtet, die den Verdacht haben aufkommen lassen. Joule und Colding sind durch die zeitliche Nähe ihrer Veröffentlichungen, Colding und Holtzmann durch ihre berufliche Herkunft entschuldigt.

Was sollten sie als Maschinenbauer in Liebigs Annalen der Chemie und Pharmazie nach kleinen Aufsätzen suchen?

Und was Helmholtzens lückenhafte Literaturkenntnis betrifft, so möge der, der sie ihm verübelt, sich zunächst einmal zwei Fragen vorlegen:

Erstens, ob nicht die Zeitnot eines im Jahre 1843 aus einer militärärztlichen Bildungsanstalt hervorgegangenen Truppenarztes, der im Herbst 1848 Lehrer für Anatomie an der Berliner Kunstakademie und 1849 Professor für Physiologie an der Universität Königsberg wurde, eine ausreichende Entschuldigung ist;

zweitens die Frage: Was hat Robert Mayer zur Information seines sieben Jahre jüngeren Arztkollegen getan?

Die kurze Mitteilung eines unbekanntem Autors in Liebigs Annalen aus dem Jahre 1842 konnte man schließlich übersehen, und die Broschüre aus dem Jahre 1845 trug einen so wenig aufschlussreichen Titel, dass sogar Clausius, der bereits auf Robert Mayer aufmerksam geworden war, erst Anfang der sechziger Jahre, durch eine Anfrage seines Freundes Tyndall veranlasst, die Broschüren aus den Jahren 1845 und 1848 gelesen hat; als Grund führte er Mayer gegenüber brieflich an: "... weil ich nach ihren Titeln nicht vermutete, darin vorzugsweise Ihre Gedanken über die mechanische Wärmetheorie und ihre Anwendungen niedergelegt zu finden."

Es ging, wie so oft im Leben, menschlich, allzu menschlich zu.

Hätte Robert Mayer den römischen Rechtssatz *Ultra posse nemo obligatur*, den er gerne und mit Recht für sich in Anspruch nahm, auch für andere gelten lassen, wäre er wohl nicht auf den wahnwitzigen Gedanken verfallen, seine Prioritätsrechte in einer wissenschaftlichen Angelegenheit in der Wochenbeilage einer Tageszeitung geltend zu machen: aber die politischen Ereignisse des Jahre 1848/49 und Unglück in der Familie hatten ihn bereits klarer Einsicht und gewisser Hemmungen, etwas Unkluges zu tun, beraubt.

Darüber findet sich das Wesentliche im Kapitel III. Der tragische Ausgang der Kontroverse mit einem belanglosen Tübinger Privatdozenten Dr. Otto Seyfler beendete seine geniale Schaffensperiode.

Eines dürfte jedoch unbezweifelt feststehen, dass Robert Mayer zu keiner Zeit der von einer Inquisition irgendwelcher Art bedrohte Wissenschaftler war. Gleich ihm waren zu jener Zeit eine Reihe von Wissenschaftlern, ohne voneinander zu wissen, freiforschend der gleichen Erkenntnis, dem Energiesatz, auf der Spur; Robert Mayer gelangte als erster ans Ziel und verzehrte sich im Kampf um die Anerkennung seiner Priorität, nicht aber im Kampf mit einer Organisation, die den Energiesatz als ketzerisch ablehnte und die Aufgabe hatte, Ketzer unschädlich zu machen.

Er hatte es immer nur mit einzelnen Forschern, mit keineswegs unfehlbaren Menschen zu tun, die, nachdem sie seine Arbeiten kennengelernt hatten, ihn mehr oder weniger schnell verstanden, wie die Deutschen Clausius (1850), Helmholtz (1854), oder aber ihn überhaupt nicht verstehen wollten, wie Thomson (Lord Kelvin) und Tait, denen es darum ging, Joules anmaßenden Prioritätsanspruch der Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents unter keinen Umständen aufzugeben (*right or wrong my country*). Daran änderte auch der warmherzige Einsatz John Tyndalls nichts, dem Helmholtz vergeblich in einem Brief an Tait sekundierte.

Starke Erregbarkeit, die sich bei ihm zu krankhafter Heftigkeit und Häufigkeit steigerte, war das von beiden Elternteilen überkommene ungute Erbgut; rückblickend schreibt Robert Mayer am 28. April 1868 an den Professor für Pharmazie in Bonn Dr. Friedrich Mohr:

»... und wenn Sie mich von Ihrem Standpunkt aus einen Märtyrer meines Eigensinnes

heißen wollen, so kann ich Ihnen nicht ganz Unrecht geben.«

Auch diese Bemerkung ist ein Beitrag zum Verständnis der Umstände, die Robert Mayer das Leben so schwer machten.

Wie wenig im übrigen wissenschaftliche Anerkennung für psychisch Gefährdete ein unfehlbares Heilmittel ist, zeigt das Beispiel Ludwig Boltzmanns (1844 bis 1906). Noch zwei Jahre vor seinem tragischen Freitod hatten 117 angesehene Fachgenossen aus aller Welt in der Festschrift zu seinem 60. Geburtstag ihm, als einem der bedeutendsten der damals lebenden Physiker, ihre Huldigung dargebracht.

Boltzmann war von der Unentbehrlichkeit der Atomistik für die Naturwissenschaften zutiefst überzeugt und sah die Physik bedroht durch die Barbarei der Energetik, die von Wilhelm Ostwald als Ersatz angeboten wurde. Er verzehrte seine Kräfte im Kampf gegen die Auswüchse jener Energielehre, die ihren Entdecker 50 Jahre zuvor an den Rand des Grabes gebracht hatte.

## 5 Der Heilbronner Arzt

Im zeitigen Frühjahr 1841 kehrte Robert Mayer nach Heilbronn zurück. Sein Vater kaufte im Laufe des Sommers das Haus Kirchhöfle 13 und bezog das erste Stockwerk; das zweite überließ er seinem Sohn, der dort seine ärztliche Praxis ausgeübt und bis zu seinem Tode gewohnt hat.

Die an die Ostindienreise geknüpften Hoffnungen erfüllten sich. Es blieb ihm erspart, »als angehendes Doktorlein eine geringe Rolle zu spielen«.

Schon am 28. Mai 1841 wurde er in Konkurrenz mit neun anderen Ärzten, die sich gleichfalls beworben hatten, zum Oberamtswundarzt des Bezirks Heilbronn gewählt. Die Stelle verpflichtete ihn im wesentlichen zu gerichtsärztlichen Arbeiten und brachte zusätzlich zu den Einnahmen aus der Privatpraxis jährlich 150 Gulden.

Die Praxis ließ sich gut an. Die vornehmsten Kreise der Stadt konsultieren ihn. Er muss aber auch etwas gekonnt haben, denn es wird berichtet, "dass sogar Mitglieder von Apothekerfamilien, die Ja von Berufswegen dem Arzt besonders gut in die Karten schauen," sich seiner ärztlichen Kunst anvertrauten.

So war die Zeit alsbald vorüber, über die er am 19. März 1841 an Paul Lang schreiben konnte: »Die Praxis ist in einer Stadt [von 20000 Einwohnern], wo 12 Doktores dem Freund Hein die Spitze bieten, bei einem Jungen Mann natürlich bescheiden, doch immerhin so, dass im Vertrauen gesagt, ich dieselbe nicht ausgedehnter wünsche; dabei bin ich eigensinnig und gebe möglichst wenig Arzneien, wie ich auch die Besuche auf das Nötigste beschränke."«

Er hat ja auch bei aller freudigen Hingabe an seinen ärztlichen Beruf gar so viele Interessen. Vorrangig ist das Bemühen, »die größtenteils noch verworrenen Ideen über die Umwandlung von Bewegung in Wärme und Wärme in Bewegung,« die er aus Ostindien mitgebracht, »zu ordnen und zu verwenden«.

Dies liegt ihm so sehr am Herzen, dass er am 16. August 1841 an Baur nachsichtig schreibt: »Wohl zürnte ich Dir einigemal, dass Du die lang ersehnte Antwort so unerbittlich zurückhaltetest; dass sich dies aber mit Empfang Deines lieben Schreibens vom 11. ganz geändert, kannst Du dir wohl denken.

Wie dürfte ich Dir verübeln, dass Du Dich einem Gegenstand [einem geometrischen Problem] ausschließlich hingibst; möchte ich doch selbst so gerne über den Naturwissenschaften alle heterogenen Beschäftigungen aufgeben.

Dies geht aber nun bei mir nicht an, die schönen Tage des ungestörten Studierens, des Schifflbens sind vorüber, dem Oberamtswundarzt, dem Praktiker muss ich gewaltsam Sinn und Zeit widmen, denn panis [Brot] regiert die Welt et mehercule non injuria [und beim Herkules nicht zu Unrecht].«

Von weiser Beschränkung jedoch keine Spur. Politische, religiöse und kirchliche Fragen beschäftigen ihn ernsthaft. Dem geselligen Leben ist er zugetan, an den Bestrebungen des Württembergischen Ärztlichen Vereins nimmt er tätigen Anteil.

Später gelingt es seinen Bemühungen, der bürgerlichen Geselligkeiten Heilbronn mit der Gründung der Museumsgesellschaft einen Mittelpunkt zu geben.

Das Jahr 1842 »flog dahin wie der Brautnacht süße Freuden, die die Götter selbst beneiden,« erinnert sich Robert Mayer 20 Jahre später in einer Selbstbiographie.

Im Monat Mai verlobt er sich mit Wilhelmine Closs (1816 bis 1899), einer Tochter des wohlhabenden Kaufmanns und Stadtpflegers Johann Friedrich Closs zu Winnenden bei Waiblingen, und an dem Tag, an dem er seine Braut den Eltern vorstellt, erhält er von Justus von Liebig aus Gießen die ihn beglückende Nachricht, dass seine für die Annalen der Chemie und Pharmazie bestimmte Abhandlung über seine Entdeckung des mechanischen Wärmeäquivalents angenommen sei.

Im August findet die Hochzeit statt.

Robert Mayer stand jetzt im 28. Lebensjahr. Aus dieser Zeit stammt die als Titelbild dieses Bändchens gewählte Daguerreotypie. Um deren Aussage zu ergänzen, mögen noch folgende Bemerkungen Rümelins Platz finden:

"... die ... Bilder ... aus den Zeiten seiner Erkrankung ... haben einen Ausdruck düsteren Ernstes, während in den guten Tagen seine Züge blühend, heiter und freundlich erschienen. Er war von etwas mehr als mittlerer Größe und wohlgebaut, trug sich aber etwas nachlässig und vorgebeugt.

Die unablässige Kopfarbeit sah man ihm schon auf der Straße an, da er immer nachdenklich vor sich hinblickte. Er besaß feine und aufmerksame Sinnesorgane, doch ohne kunstsinnige Neigung oder Entwicklung. Außer der Poesie wirkte keine der schönen Künste auf ihn."

Im Jahre 1845 gab Robert Mayer die Oberamtswundarztstelle auf, »da er sich nicht auch mit der Chirurgie speziell weiter beschäftigen wollte«, bewarb sich aber zwei Jahre später um die in Heilbronn freigewordene Stadtarztstelle.

Es zeugt von der ihm als Arzt und Bürger entgegengebrachten Wertschätzung, dass er am 22. Juni 1847 von den städtischen Kollegien unter sechs Bewerbern ausgewählt wurde. Die Stelle war mit monatlich 150 Gulden dotiert.

Sie verpflichtete ihn, den Stadtrat fachlich zu beraten und die Ortsarmen sowie "die niederen städtischen Offizianten, als Wald- und Feldschützen, Polizeidiener, Nachtwächter usw." unentgeltlich zu behandeln.

Was die Grundsätze, die ihn am Krankenbett leiteten und leiten, anbelangt, bekennt Robert Mayer autobiographisch, dass er zu jenen gehöre, welche die Medizin, die *Ars medendi*, für eine Kunst und nicht für eine Wissenschaft erklären.

Hier dürfen nicht Prinzipien irgendeines konsequent durchgedachten Systems befolgt werden, sondern jeder einzelne Fall ist für sich aufzufassen und nach Regeln einer eklektischen Empirie [auswählenden Erfahrung] zu behandeln, wobei das "ex juvantibus et nocentibus" [vom Helfenden und vom Schadenden] entscheidet.

Den Bestrebungen seiner medizinischen Freunde Griesinger, Roser und Wunderlich, die als die drei schwäbischen Reformatoren in die Geschichte der Medizin eingegangen sind, stand Robert Mayer aufgeschlossen gegenüber, ohne jedoch seine Chance zu nutzen.

Das von den Dreien seit 1842 herausgegebene Archiv für Physiologische Heilkunde wäre das geeignete Publikationsorgan gewesen, um seine Entdeckung und deren Bedeutung

für die Physiologie aufgeschlossenen Mediziner bekannt zu machen. Griesinger riet ihm wiederholt, nicht nur die für Physiker bestimmte und 1845 tatsächlich erschienene Broschüre Über die organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel, sondern auch einen auf den Leserkreis des Archiv zugeschnittenen Aufsatz herauszubringen, einen Aufsatz, "der die etwaige Anwendung auf Physiologie, nicht aufs Detail der einzelnen Prozesse - hier müsste man sich in Hypothesen verlieren -, sondern auf die Questions de generalite [Hauptfragen] über Kraft, Lebenskraft etc, auseinandersetzt.

Aber dieser letztere Aufsatz sollte, meine ich, nicht in der ruhigen Darstellung der gegenwärtigen Arbeit (Lehrsatz, Beweis etc.), sondern mit viel Polemik, in Bezug auf die schon erwähnten Autoren, und höchst scharf und schneidig geschrieben sein. Dies ist einmal notwendig, um die Leute überhaupt aufmerksam zu machen, und es fördert die Aufdeckung der Irrtümer oft mehr, als die ruhige Auseinandersetzung des eigenen Gedankens.

Ich rate sehr zu, den letzteren Aufsatz für das Roser-Wunderlichsche Journal zu bestimmen und bitte Dich, ihn seiner Zeit mir zu diesem Zwecke zuzuschicken."

Robert Mayer konnte sich nicht dazu entschließen, und das Archiv brachte nicht einmal das von Griesinger beabsichtigte Referat seiner Broschüre, Erst im Jahre 1851 veröffentlichte Robert Mayer eine kleine Mitteilung Über die Herzkraft und nach zehnjähriger Unterbrechung seiner schriftstellerischen Tätigkeit im Jahre 1862 eine größere Über das Fieber in der Zeitschrift seiner Freunde.

Robert Mayer war ein scharfer Gegner der Lebenskraft, auch in der Form des »Konglomerats chemischer und physikalischer Hypothesen«, das Liebig aus der Lebenskraft der Naturphilosophen gemacht hatte.

Er scheute jedoch die direkte Polemik gegen Liebig und beschränkte sich entgegen dem Rat Griesingers auf eine indirekte in der Broschüre.

Mit dem Revolutionsjahr 1848/49 beginnt für Robert Mayer und seine Familie eine Zeit schweren Leides und tiefgehender Aufregung. Im August 1848 sterben den Eheleuten innerhalb einer Woche zwei Mädchen in den ersten Lebensjahren an den Folgen des Keuchhustens dahin.

Das revolutionäre Geschehen entfremdet die beiden Brüder Fritz und Robert, die sich bis dahin herzlich zugetan waren. Anfangs kämpfen sie gemeinsam im neu gegründeten Vaterländischen Verein für Ruhe, Ordnung und bürgerliche Freiheit; nach wenigen Wochen trennten sich jedoch ihre Wege und führten sie auf die äußersten Flügel der feindlichen Parteien.

Robert Mayer bemerkt dazu in späteren Aufzeichnungen:

»Die öffentlichen Angelegenheiten nahmen mich neben einer angestregten Praxis damals wie so viele andere sehr in Anspruch, und indem ich durch Wort und Tat das Meinige zur Erhaltung der staatlichen Ordnung beizutragen bemüht war, konnte es nicht fehlen, dass der Hass einer fanatisierten Menge sich auch, und zwar oft vorzugsweise gegen mich richtete.«

Im Frühjahr 1849, zur Zeit des badischen Aufstandes, nimmt die Sache eine für Robert

Mayer lebensgefährliche Wendung.

Er begleitet die Frau seines Bruders Fritz, der an der Spitze von Heilbronner Freischärlern den Aufständischen zu Hilfe gekommen war, nach dem badischen Städtchen Sinzheim, wo diese ihren Mann bei seinem Bruder Gustav vermutete. Fritz Mayer ist jedoch nicht mehr dort; Robert aber wird erkannt und als Spion verhaftet.

Glücklicherweise befindet sich unter seinen Landsleuten ein ehemaliger Patient, dem es gelingt, ihn vor der standrechtlichen Erschießung zu bewahren. Er wird ins Hauptquartier der Aufständigen nach Heidelberg gebracht, dort aber auf freien Fuß gesetzt, weil ihm nichts weiter nachgewiesen werden kann, als dass er in Heilbronn als Hauptreaktionär gelte und "man doch wohl nicht alle Reaktionäre könne erschießen lassen".

Am 16. Juni 1849 macht er sich über Stuttgart auf den Weg nach Hause; seine beiden Brüder flohen nach dem Zusammenbruch des badischen Aufstandes nach Amerika.

Gustav starb 1853 in St. Louis, Fritz kehrte nach Heilbronn zurück, wurde 1853 vom Schwurgericht freigesprochen und konnte die Leitung der vom Vater ererbten Apotheke wieder übernehmen.

Für Robert Mayer aber begann in den folgenden Jahren eine schwere Zeit. Die wissenschaftliche Arbeit hatte ihm nicht das entsprechende Erfolgserleben gebracht; im Gegenteil: einstweilen nur Enttäuschungen, wovon schon die Rede war. Die folgende autobiographische Aufzeichnung wirft ein bezeichnendes Licht auf seine Stimmungslage in dieser kritischen Zeit:

»Was ich mir aber zu jener Zeit still zu denken verbot, will ich jetzt ohne Rückhalt bekennen. Es lebte in mir ein Verlangen nach Anerkennung, und so sehr ich auch ein solches Gefühl als sündhaften Hochmut niederzukämpfen bemüht sein mochte, so ging es doch über meine Kräfte, mein wissenschaftliches Bewusstsein in mir zu unterdrücken, und die systematische Opposition, die man allenthalben meinen, wie sich inzwischen herausgestellt hat, völlig begründeten Behauptungen entgegengesetzt hat, musste eine von Tag zu Tag steigende Bitterkeit in mir hervorrufen.«

Und noch eine weitere kam hinzu: »Es ist möglich, dass das Ausbleiben jedweder Anerkennung, auf die ich vorschnell gerechnet hatte, das Seinige dazu beigetragen, meinen Eifer für die Wissenschaft zeitweise abzukühlen; - gewiss ist, dass zu jener Zeit das Interesse für transzendente religiöse Wahrheiten mit unwiderstehlicher Gewalt bei mir hervorzutreten anfang ...

Mit der leidenschaftlichen Hast, mit der Exklusivität, die ich als Temperamentfehler zu beklagen habe, warf ich mich sofort auf dieses Gebiet.«

Aber auch dieses Engagement vermochte nicht die wachsende Verbitterung aufzuhalten und seine Verkrampfung zu lösen.

In dieser verzweifelten Stimmung beriet er sich nicht mit Freunden, sondern manövrierte sich mit einer unglückseligen Zeitungsnotiz in eine ihm ausweglos erscheinende Situation.

In dem Bestreben, das Interesse der Physiker und darüber hinaus möglichst weiter Kreise zu wecken, kam Robert Mayer auf den gefährlichen Gedanken, sich an die Öffentlichkeit

zu wenden.

Es gelang ihm, in der Beilage zur Augsburger Allgemeinen Zeitung eine kleine Notiz unterzubringen, in der er unter dem Titel "Wichtige physikalische Erfindung" in seinem ersten Abschnitt einen Apparat beschreibt, mit dem es möglich sei, aus der in Wasser erzeugten Reibungswärme das mechanische Wärmeäquivalent mit aller wünschenswerten Schärfe direkt zu bestimmen.

Nachdem aber Joule bereits seit 6 Jahren laufend über quantitative Versuche dieser Art berichtet hatte, hätte dieser Hinweis nur in Verbindung mit eigenen quantitativen Resultaten wirkungsvoll sein können, die der beschriebene Apparat auf bequemere Weise und vielleicht sogar mit größerer Genauigkeit ermöglicht hat.

Aber nichts dergleichen.

Die Beschreibung des Apparates ist, wenn überhaupt, nur verständlich als Mayerscher Kunstgriff, die Aufmerksamkeit auf sein eigentliches, im zweiten Abschnitt vorgebrachtes Anliegen zu lenken: das öffentliche Geltendmachen seines Prioritätsrechtes auf die Entdeckung des Energieprinzips "samt den daraus von ihm für die Physiologie, die Mechanik des Himmels usw. gegen etwaige auf ein jüngeres Datum sich stützende Ansprüche englischer und französischer Naturforscher".

Anlass zur Reklamation war zweifellos gegeben, aber der hier eingeschlagene Weg lässt darauf schließen, dass zu dieser Zeit bereits sein seelisches Gleichgewicht krankhaft gestört und normalerweise vorhandene Hemmungen ausgeschaltet waren.

Eine Woche später erscheint an der gleichen Stelle unter dem Titel Dr. Mayers neue physikalische Entdeckung eine Zuschrift, die auch die einzige Reaktion der Öffentlichkeit bleiben sollte; die Ausführungen sind für ihn niederschmetternd. Schon eine sachlich kühle Ablehnung seiner Ansprüche wäre für ihn kaum noch zu ertragen gewesen; dazu aber auch noch die Schmähung von seiten eines Menschen, der den Kern der Sache gar nicht begriffen zu haben schien.

Vergeblich bemüht sich Robert Mayer um eine Gelegenheit zu seiner Verteidigung.

Es sollte aber noch ärger kommen: Im Jahre darauf setzt der Verfasser der Zuschrift, Dr. Otto Seyffer, auf die Liste der von ihm aus Anlass seiner Habilitation in Tübingen am 18. April 1850 zu verteidigenden Thesen als erste die These:

"Die Auffindung der sogenannten Äquivalenzahl zwischen mechanischer Kraft und Wärme anerkenne ich als eine vollendete Tatsache"

und fügt als zweite die These hinzu:

"Der Übergang von einer Naturkraft in die andere, wie er aus Anlass der Bestimmung dieses Zahlenverhältnisses aufgestellt wurde, ist eine unphysikalische Auffassung."

Robert Mayer empfand diese These als neuerliche Provokation und geriet außer sich, als die Redaktion der Zeitung ihm auch jetzt noch ihre Spalten für eine von ihm beabsichtigte Aufklärung der Öffentlichkeit versagte.

Über die unmittelbare Folge dieser aufregenden Ärgernisse berichtet Robert Mayer später autobiographisch:

»... diesem Umstande habe ich es beizumessen, dass ich in der Frühe des 28. Mai 1850, bei dem damals herrschenden heißen Frühlingswetter in steigende Aufregung geratend, nach schlaflos hingebachter Nacht in einem Anfälle plötzlich ausgebrochenen Deliriums, noch unangekleidet, zwei Stockwerke (neun Meter) hoch vor den Augen meiner kurz vorher erwachten Frau, welche sich der Sache nicht versehen konnte, durch das Fenster auf die Straße sprang ...«

Die Folge des Fenstersturzes war eine lebenslängliche Gehbehinderung. Schlimmer jedoch war, dass, im Spätherbst 1851 beginnend, Anfälle von Gehirnreizung (Robert Mayers Eigendiagnose) sich öfter wiederholten und ihm eine psychiatrische Behandlung wünschenswert erscheinen ließen.

Rümelin gibt über die gesundheitliche Verfassung seines Freundes folgenden Bericht:

"Wäre ihm damals statt Verachtung und Kränkung ein anerkennendes und aufmunterndes Wort von Seiten eines Fachmannes entgegengekommen, so hätte vielleicht sein ganzer Lebensgang ein anderer werden können. So aber wurde dieselbe Konzentration seines Geistes, die ungewöhnliche Fähigkeit, seine Gedanken unverrückt auf ein Objekt zu fesseln, die den Ruhm seines Namens möglich machte, auch die Quelle seines Unglücks.

Die Eigenschaft, welche die meisten Leute im Übermaß besitzen, sich zu zerstreuen, sich das Widerwärtige aus dem Sinn zu schlagen, sich durch Schelten und Klagen von dem Druck des Gemüts zu befreien, war ihm gänzlich versagt.

Die quälenden Gedanken, der innere Grimm über erlittenes Unrecht wichen nicht von ihm; zu den naturwissenschaftlichen Studien, die bisher alle freien Stunden ausgefüllt hatten, fand er die Stimmung und Neigung nicht mehr; die Nächte brachten keine Ruhe und Erholung mehr.

Ich erinnere mich, dass er einmal zu mir sagte: entweder sei sein ganzes Denken anormal und pervers, dann sei sein richtiger Platz im Irrenhaus, oder aber habe er neue und wichtige Wahrheiten erkannt und finde dafür statt Anerkennung noch Hohn und Schmähung - ein Drittes gäbe es nicht, beides aber sei gleich niederdrückend.

Wir (Mayers Freunde) stellten ihm vergeblich vor, dass an einem Zeitungsartikel wenig gelegen sei, vollends, wenn es sich nicht um den Charakter, sondern um gelehrte Meinungen handle, dass Herr Dr. Seyffer ... von niemanden als berufen angesehen werde, im Namen der Wissenschaft ein Verdikt über ihn auszusprechen, dass neue Ideen sich immer erst langsam und kämpfend Bahn brechen, dass er nur ruhig fortarbeiten solle, wie wenn nichts geschehen wäre. Das half alles gar nichts, und die Aufregung wurde immer krankhafter ..."

So gelangte er auf Anraten eines angesehenen Psychiaters, des Direktors der Württembergischen Staats-Irrenheilanstalt in Winnenthal, Hofrat Dr. Albert von Zeller (1804 bis 1877), in die private Irrenanstalt eines Dr. Landerers in Christophsbad bei Göppingen. Da er jedoch in Dr. Landerer nicht den Arzt fand, der befähigt und geneigt war, auf "wissenschaftliche oder auch exegetisch-religiöse Fragen", die ihm am Herzen lagen, einzugehen, und ihn auf diese Weise aus seiner ihm unerträglich gewordenen geistigen Vereinsamung zu befreien, beschloss er nach wenigen Tagen seines dortigen Aufenthal-

tes, »in einem desparat zu nennenden Seelenzustande«, wieder nach Hause zu fahren.

Auf dem Bahnhof kam es jedoch zu einem neuerlichen Anfall, in dessen Verlauf seine innere Unruhe und Seelenangst sich bis zur Bewusstlosigkeit steigerten und eine Rückkehr in die Anstalt notwendig machten. Über das Weitere mag Robert Mayer wieder selbst zu Wort kommen:

»Als ich nun diesen schweren und auch letzten gefährlichen Anfall trotz der teilweise ganz unsinnigen Behandlung glücklich überstanden hatte und sich bei festem Schläfe und starkem Appetite - wobei ich über Überfütterung nicht zu klagen hatte - meine Kräfte rasch wieder herstellten, erging es mir etwa wie einem, der sich aus wüstem Rausche erholt hat, - ich war mir meiner wunderbar wieder erlangten geistigen Gesundheit mit Freuden bewusst.

In kurzer Frist war auch eine völlige Veränderung mit mir vorgegangen; von schwärmerisch-pielistischer Sentimentalität keine Spur mehr; ich war wieder Mann geworden und fürchtete mich wie Doktor Faust weder vor Tod noch Teufel; je mehr Herr Landerer und seine Helfershelfer mich folterten, und dies geschah auf eine Weise, welche der weiland spanischen Inquisition zur Ehre gereichen konnte, desto fester wurde mein krankhaft weiches Gemüt.«

Nachdem Robert Mayer sich wieder hergestellt fühlte, verlangte er, dem zuständigen Göppinger Oberamtsarzt vorgestellt zu werden, damit dieser über die Notwendigkeit seines weiteren Verbleibs in diesem Irrenhaus entscheide, Er bekam ihn jedoch nie zu sehen, und die brutale Behandlung wurde fortgesetzt.

»Nach dreimonatlichem Martern wurde ich in der Nacht vom 31. Juli auf 1. August 1852 fest in die Zwangsjacke geschnürt, nach Winnenthal geschleift, wo ich, morgens früh angekommen, auf Befehl des Herrn Hofrat an diesem Sonntage sogleich wieder in einen bereitstehenden Zwangsstuhl geschnallt wurde.

13 Monate wurde ich nun in dieser Anstalt mit allen erdenklichen somatischen und psychischen Misshandlungen bedacht, bis ich es soweit brachte, meine Befreiung zu erzwingen.«

"Man vermied später aufs ängstlichste", erzählt von Rümelin, "an diese Dinge zu erinnern, aber er fing nur allzuoft selbst davon an, und so hörte ich es mehrmals mit an, wie er zwar in großer Erregung, aber nicht wie einer, der seines Geistes und seiner Erinnerung nicht mächtig gewesen wäre, sich darüber aussprach.

Was er da vorbrachte, wie er in stetig anwachsen- dem Affekt seine Erlebnisse und Argumente darlegte, wird jedem, der ihn davon reden hörte, unvergesslich sein. Er sah sich für sein ganzes Leben als beschimpft und geächtet an."

Noch nach 25 Jahren, zwei Jahre vor seinem Tode, versäumt er nicht, in dem Aufsatz "Über Auslösung" seiner Empörung über die in Göppingen und Winnenthal gemachten Erfahrungen Luft zu machen:

»Es geht aus dem Gesagten, wie ich beiläufig bemerken will, auch klar hervor, wie verkehrt es ist, wenn man in unverantwortlichem Schlendrian bei psychischen Leiden

und geistigen Störungen, welche ohnedies keinem Sterblichen je ganz erspart bleiben, die so nötigen Auslösungen auf brutale Weise mit Zwangsjacken, Zwangsstühlen und Zwangsbetten unterdrückt.

Freilich ist dies eine sehr bequeme Methode, indem solche gar keine Kunst erfordern; dieselbe gereicht aber erfahrungsgemäß in allen Fällen den so Misshandelten zu großem Nachteile und lässt im günstigsten Falle ein bleibendes Gefühl von Erbitterung zurück. Möge, wer derartiges unsinniges Zeug anzuwenden imstande ist, nur nicht auf den Titel eines gewissenhaften Arztes Anspruch erheben."

Mayer erkrankte zu einer Zeit, in der die wissenschaftliche Psychiatrie - jedenfalls in Deutschland - noch in den ersten Anfängen lag. Griesinger war selbst von 1840 bis 1842 bei Hofrat von Zeller in Winnenthal Assistent gewesen und gehörte später zu den fortschrittlichen Ärzten, die sich entschieden für eine Beseitigung der Zwangsmittel aus der Therapie Geisteskranker einsetzten.

Es ist unerfindlich, warum Mayer seinen Freund Griesinger niemals konsultiert hat, obwohl ihm dies auch von anderer Seite nahegelegt worden ist. In der für Mayer schlimmsten Zeit war Griesinger zwar in Ägypten, aber doch bis zum Jahre 1849 und wieder vom Jahre 1853 an in Stuttgart bzw. Tübingen.

Später, in den Jahren 1856 (April/Mai), 1865 (Oktober) und 1871 (August/November), fand Robert Mayer in der Heilanstalt Kennenburg bei Esslingen die gesuchte Hilfe und war seinen dortigen Arztkollegen dafür herzlich dankbar.

Über die Art der Erkrankung Robert Mayers liegt ein umfangreiches Schrifttum vor, auf das näher einzugehen der Rahmen dieser kleinen Biographie verbietet, Zweifelsfrei dürfte feststehen, dass er psychisch krank war, und dass die psychische Störung in der emotiven und nicht in der intellektuellen Sphäre gelegen hat.

Einer der Ärzte hat ihn als willenskrank bezeichnet und damit eine treffende Bezeichnung für den Eindruck gegeben, den man als Laie gewinnt, wenn man Rümelins Schilderung der Symptome seiner Erkrankung liest, die seinen nächsten Angehörigen das Zusammenleben mit ihm so schwer machten:

"... eigentliche Wahnvorstellungen und fixe Ideen im strengeren Sinn, so dass ihm das richtige Selbstbewusstsein, die Erkenntnis seiner Umgebung, die normale Deutung der Sinneswahrnehmungen abhanden gekommen wäre, hat er niemals gehabt; auch blieb der logische Zusammenhang seines Tuns und Redens immer noch erkennbar.

Aber doch konnte sein Zustand jener Grenze sehr nahe kommen, wenn ihn die geringfügigsten Anlässe und Eindrücke, die ihm etwas Verletzendes, Bedrohliches, Kränkendes zu haben schienen, in die maßloseste Aufregung versetzten, wenn er dann mit einer staunenswerten Kombinationsgabe Zusammenhänge und Motive des Geschehens ersann, die rein nur seiner Einbildung angehörten, wenn er dabei seine argwöhnischen Vermutungen und Auslegungen auch gegen die nächsten Angehörigen und Freunde kehrte und ihnen die unglaublichsten Dinge zutraute.

Dann lief er zu Hause ruhelos, Stunden, halbe Tage und Nächte lang durch alle Zimmer, sprach und schrie fast ununterbrochen, mitunter Worte von unanhörbarem Inhalt, hielt

auch die sonst gewohnte maßvolle Grenze im Genuss geistiger Getränke nicht mehr ein und steigerte so den Zustand bis zur vollen Unerträglichkeit für sich und die Seinigen. Manchmal trat die Beruhigung und Selbsterkenntnis nach solchen Entladungen von selbst ein; andere Male entschloss er sich oder ließ sich durch Verwandte und Freunde dazu bereden, eine Heilanstalt aufzusuchen. Unfreiwillig ist er niemals in eine solche gebracht worden, was bei seinem Naturell auch ganz unausführbar gewesen wäre."

Zur Zeit des Ausbruchs der Erkrankung Robert Mayers bestand die Ehe mit Wilhelmine geb. Closs seit 8 Jahren. Mangels Aufzeichnungen und Briefen aus dieser Zeit ist es schwer, sich ein Urteil darüber zu bilden, ob seine Frau den schweren Aufgaben in vollem Umfang gewachsen war, die ihr vom Schicksal an der Seite eines unruhigen Genies zugewiesen waren.

Die Berechtigung gewisser Zweifel für diese kritische Zeit räumt auch der Kommentar ein, den die besten Kenner des gesamten Aktenmaterials in Heilbronn geben:

"Wilhelmine Closs ... ist ihrem Ehemann zeit seines Lebens Stütze und Hilfe. Mag sie vielleicht auch anfangs die Probleme, die den jungen ruhelosen Geist beschäftigen, nicht in vollem Maße erfassen, so ist sie ihm doch stets verständige Gefährtin, aufmunternde, aber auch besänftigende Gattin.

Und ihre treue, pflichtbewusste Liebe schließlich ist es, die ihr das Leid tragen hilft, als für ihren Gatten die Jahre der Leiden anbrechen und ihr häusliches Leben nicht mehr in geruhsamen und sorglosen Bahnen ablaufen kann.

Aber in diesen Jahren erweist sich die Größe dieser Frau, die an der Leistung, aber auch am Leid ihres Mannes wächst:

Sie trägt das herbe Schicksal, und indem sie dieses trägt, lernt sie es willig tragen und wird damit ihrem Gatten zur Trösterin, zum Halt, zum Segen seines Lebens, das in seiner zweiten Hälfte von so vielen Schatten überdunkelt ist."

Andererseits geht aber auch aus diesem neuesten Kommentar nichts hervor, was der gelegentlich aufgestellten Behauptung neue Nahrung geben könnte, dass Frau Mayer und ihre Familie den Ausbruch seiner Erkrankung und seine Unterbringung in der Heilanstalt Winnenthal geradezu verschuldet hätten.

Autobiographisch hat Robert Mayer seiner Frau Wilhelmine wiederholt in anerkennenden Worten gedacht: »Im gleichen Jahr [1842] begründete er sein häusliches Glück durch die Wahl einer in jeder Hinsicht vortrefflichen Lebensgefährtin, die es auch nicht unterließ, ihren Mann, dem seine wissenschaftlichen Arbeiten allmählich verleidet wurden, zu weiteren Leistungen wieder aufzumuntern, denn obwohl mit Vorliebe und mit Eifer seinem Berufe lebend, welcher seine Zeit sehr in Anspruch nahm, konnte Mayer doch das angefangene Werk nicht liegen lassen.«

Robert Mayers Geschäftstagebuch für Ärzte und Wundärzte bricht mit dem Eintrag vom 29. März 1852 ab. Das war vor seiner Aufnahme im Christophsbad.

Nach seiner Entlassung aus der Heilanstalt Winnenthal Ende August 1853 blieb seine vordem bemerkenswert gutgehende ärztliche Praxis im wesentlichen auf Verwandte, Freunde und Bekannte beschränkt; erläuternd bemerkt dazu von Lang in seinen Erin-

nerungen an Robert Mayer:

"... da er nichts tat, dieselbe zu erweitern.

Mayer war indessen nach wie vor ein aufmerksamer Arzt, und selbst in Zeiten der Erregung wurde er vollkommen ruhig, wenn er an das Krankenbett zu treten hatte. Lang, welcher ihn während seiner Amtsführung in Heilbronn von 1864 bis 1871 als Hausarzt hatte, konnte dies in einer Reihe von Fällen konstatieren, Einst frug er Mayer, warum er seine Praxis nicht wieder wie früher aufnehme, worauf Mayer erwiderte, das könne er nicht, man habe ihn ja für einen Narren erklärt.

Lang bemerkte, Geisteskrankheit sei keine Schande, sondern eine Krankheit wie eine andere; wenn aber Mayer ein kompetentes Urteil über sein früheres Leiden wolle, so solle er sich doch einmal an seinen Freund Griesinger wenden. Mayer antwortete mit einer scherzhaften Redensart und kam nicht mehr darauf zurück."

"Gutgehende Praxis" ist ein relativer Begriff und bedarf der Erläuterung. Nach einer tabellarischen Aufstellung in der Heimatgeschichtlichen Beilage zur Heilbronner Stimme vom April 1966 betreute Robert Mayer im ersten Kalendervierteljahr 1844 869 Patienten, davon 402 im Januar, 256 im Februar und 211 im März; im Durchschnitt waren es 9,5 und maximal 21 Patienten pro Kalendertag; im Februar machte er einen, im März zwei Nachtbesuche.

Die Funktion eines Heilbronner Stadtarztes hat Robert Mayer nach seiner Entlassung aus Winnenthal noch 20 Jahre lang wahrgenommen. Am 19. September 1873 dankten ihm, dem ausscheidenden Stadtarzt, die zuständigen städtischen Kollegien "für die während einer langen Reihe von Jahren der Stadt geleisteten Dienste" und sprachen ihm ihre Anerkennung aus.

Zur Freude des Vaters fiel die Wahl des Nachfolgers auf seinen Sohn Dr. med. Paul Theodor Mayer (1849 bis 1909). Für besondere Hilfeleistung an Verwundeten und Kranken wurde Robert Mayer die Denkmünze für Nichtkombattanten im Kriege 1870/71 verliehen.

Die Tatsache, dass man Robert Mayer trotz mehrmaligen Aufenthaltes in Heilanstalten nicht als Stadtarzt abgelöst hat, bestätigt die wiederholt ausgesprochene und niemals ernsthaft bestrittene Tatsache, dass seine Erregungszustände, auch wenn sie in krankhafter Heftigkeit auftraten, die intellektuelle Sphäre im wesentlichen unberührt ließen. So konnte er weiterhin die ihm verbliebene ärztliche Praxis ausüben, seinen naturwissenschaftlichen Interessen nachgehen, Vorträge halten und publizistisch tätig sein.

Weyrauch zählt insgesamt 10 Aufsätze und Vorträge aus den Jahren 1862 und später auf, dazu 23 Rezensionen literarischer Werke, in erster Linie für die in Heilbronn erscheinenden Memorabilien, Monatshefte für rationelle Ärzte, die davon zeugen, dass seine Kollegen ihm in ärztlichen Dingen bis zuletzt ein kompetentes Urteil zutrauten.

Diese Arbeitsfähigkeit schloss bei Robert Mayer eine mehr oder weniger stadtbekanntere Wunderlichkeit nicht aus; Jugenderinnerungen alter Heilbronner legen davon beredtes Zeugnis ab.

So berichtet ein Zeitgenosse, der in den Jahren 1869 bis 1874 das an der Allee gelegene Heilbronner Gymnasium besucht hat, dass er und seine Mitschüler ihm, der von seinem Garten bei der Allee heimwärts ging, in den Pausen nachsprangen und nachriefen: "Der narrische Mayer!"

"Seine Erscheinung war insofern auffallend, als er untersetzt war und salopp gekleidet, einen alten Hut aufhatte und einen Henkelkorb am Arm trug. Sein markantes Gesicht umrahmte ein ungepflegter Bart.

Auch trug er eine Hornbrille, und sein Gang war stark hinkend infolge eines Beinbruches, den er sich beim Herausspringen aus dem Fenster zugezogen haben soll ..."

Als Erinnerungsbeitrag seiner Frau, deren Eltern in der benachbarten Brauerei wohnten, fügt er hinzu: "Meine Frau sah Mayer öfters in der Nacht unter seinem offenen Fenster stehen und in lateinischer Sprache Reden halten. Auch war sie Zeugin davon, dass die Brauknechte wiederholt zum Fenster hinaufriefen: 'Herr Doktor, ich habe mich in den Finger geschnitten!' Worauf Mayer jedesmal antwortete: 'Schmier' Sch... dreck na!'

Mayer sei in jüngeren Jahren ein gesuchter Arzt in den ersten Familien Heilbronns gewesen, aber nachdem er einmal im Irrenhaus gewesen, von ihnen gemieden worden. Einer Frau soll er als Arzt geraten haben, jeden Morgen eine Blutwurst mit Milch zu nehmen, dann habe sie alles, was zum Aufbau des Körpers nötig sei, außerdem sei es billig..."

Der Ehe mit Wilhelmine geb. Closs sind in den Jahren 1843 bis 1854 sieben Kinder entsprossen, von denen jedoch nur drei den Vater und zwei, eine Tochter und ein Sohn, die Mutter überlebten. Direkte Nachkommen der ältesten Tochter Wilhelmine Elise leben heute noch.

Die Vergütung als Stadtarzt und Einkünfte aus ererbtem Vermögen bewahrten Robert Mayer und die Seinen nach seiner Erkrankung und dem Rückgang seiner Privatpraxis vor äußerer Not.

## 6 Der anerkannte Naturforscher

Im Dezember 1842 hatte Robert Mayer in einem Brief an Griesinger der Überzeugung Ausdruck gegeben:

»... früher oder später wird die Zeit gewiss kommen, in der die Wissenschaft die Wahrheiten hell erkennen wird, die ich zum Teil erst in dunkler Ferne ahne ...«

Zwanzig Jahre später war es soweit. Die Äquivalenz von Wärme und mechanischer Bewegung, die er intuitiv erfasst und als erster durch eine Zahl fixiert hatte, war als I. Hauptsatz der Thermodynamik zu einem Grundpfeiler des Lehrgebäudes der Physik geworden und wurde in seinem Sinne als Teil des allgemeinen Energiesatzes begriffen. Auch die Anerkennung seiner Priorität, die, solange sie in Frage stand, einen so unheilvollen Einfluss auf seine psychische Gesundheit ausübte, war auf dem besten Wege, sich endgültig durchzusetzen.

Robert Mayer hat diese Zeit erlebt. Er ist nicht im Irrenhaus gestorben, wie ein im Jahre 1857 auftauchendes Gerücht wissen wollte. Richtigstellungen in der Presse wurden ebenso übersehen wie sein persönliches Erscheinen auf Versammlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und die ersten akademischen Ehrungen, die ihm zu dieser Zeit zuteil wurden.

Hinsichtlich der Gründe, die Robert Mayer veranlasst haben könnten, seine Heilbronner Klausur zu verlassen, und seit dem Jahre 1858 die eine oder andere dieser damals jährlich stattfindenden Versammlungen zu besuchen, ist man auf Vermutungen angewiesen. Die leidliche Stabilisierung seiner Gesundheit allein ist nicht ausreichend, denn vor seiner Erkrankung hat er keine dieser Versammlungen besucht.

Vielleicht war ihm doch die vorbehaltlose Anerkennung seiner Priorität durch Helmholtz in dem Königsberger Vortrag des Jahres 1854 bekannt geworden und hatte seinem darniederliegenden Selbstgefühl den notwendigen Auftrieb gegeben: "... der erste, welcher das allgemeine Naturgesetz - welches das Wirken sämtlicher Naturkräfte in ihren gegenseitigen Beziehungen zueinander beherrscht und das eine ebenso große Bedeutung für unsere theoretischen Vorstellungen von den Naturprozessen hat, als es für die technische Anwendung derselben von Wichtigkeit ist - richtig auffasste und aussprach, war im Jahre 1842 ein deutscher Arzt, Julius Robert Mayer in Heilbronn ... ."

Ein übriges könnte der Präsident der Akademie der Wissenschaften zu Wien, von Baumgartner, getan haben, der in feierlicher Sitzung der Akademie am 30. Mai 1856 über "Das mechanische Äquivalent der Wärme" und seine Bedeutung in den Naturwissenschaften gesprochen, die Priorität Robert Mayers anerkannt und seinen Vortrag mit den Worten geschlossen hatte:

"Was die Naturphilosophen lange gesucht, aber nicht gefunden haben, hat uns das Prinzip des Kräftewechsels nach äquivalenten Verhältnissen aufgedeckt und uns dadurch in den Bau der Welten und in den Plan der Vorsehung einen Blick zu tun gestattet, wie man seit Newtons Zeiten keinen zu tun vermochte.

Er kann nicht verfehlen, den Naturwissenschaften in vieler Beziehung eine neue Gestalt zu geben."

Liebig hatte ihn im März des Jahres 1858 in einem Vortrag "Über die Metamorphose der Kraft" als den "Vater der größten Entdeckung des Jahrhunderts bezeichnet". Jetzt brauchte er sich nicht mehr als "irgendwer" im Kreise der Naturforscher zu fühlen. Wie sehr Gefühle dieser Art Einfluss auf seine Entscheidungen hatten, ist belegt durch die Vorbereitung seiner Niederlassung in Heilbronn; die Ostindienreise sollte ihn davor bewahren, in seiner Heimatstadt "als angehendes Doktorlein eine geringe Rolle zu spielen".

Auf der Naturforscherversammlung des Jahres 1858 in Karlsruhe lernte Robert Mayer Liebig, Helmholtz, Clausius und Boltzmann persönlich kennen, welche ihm "durch ihre Schriften schon lange interessant waren. Wie vorauszusehen war, boten die Vorlesungen, die hier gehalten wurden, viel weniger dar, als der Verkehr mit so vielen ausgezeichneten Männern in persönlichem Umgange."

Am wirkungsvollsten für ihn erwies sich die dort gemachte Bekanntschaft mit einem schwäbischen Landsmann, dem Professor für Chemie an der Universität Basel Christian Friedrich Schönbein, auf dessen Betreiben ihn die Naturforschende Gesellschaft zu Basel am 10. November 1858 zu ihrem Korrespondierenden Mitglied ernannte.

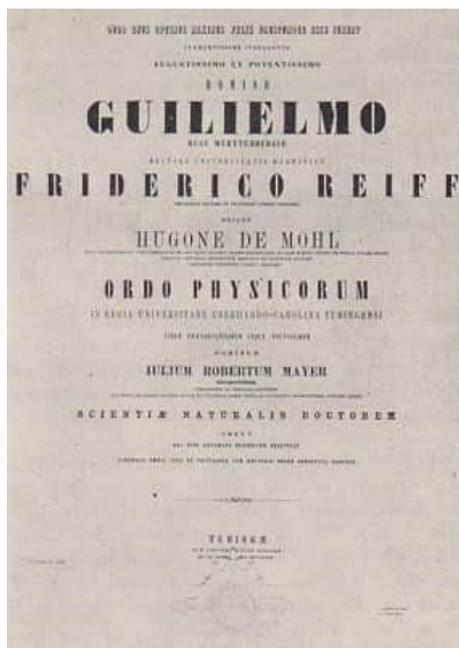


Abb. 5. Tübinger Ehrenpromotionsurkunde

In dem Begleitschreiben, das Schönbein dem Baseler Diplom beifügte, heißt es sehr schön: "... Ich weiß es wohl, dass der geniale Forscher wenig um den Beifall sich kümmert, den die Menge seinen Leistungen spendet; er schafft und wirkt, weil dies seine Lust ist und er nicht anders kann. Da er aber noch kein ganzer Gott ist, ja die Götter selbst als solche anerkannt sein wollen, so kann es ihm nicht völlig gleichgültig sein, ob seine Erzeugnisse gewürdigt werden oder nicht. Auch in diesem Falle: Suum cuique [Jedem das Seine]."

Im Jahre darauf folgte die Bayrische Akademie der Wissenschaften auf Antrag des Professors für Physik der Universität München Philipp Gustav Jolly [früher Heidelberg], mit der gleichen Ehrung.

Seine Landesuniversität Tübingen, an der er Medizin studiert hatte, promovierte ihn "... der Vortrefflichkeit in der Erklärung der Naturerscheinungen und ihrer Gesetze, seiner Gelehrsamkeit und des Scharfsinns seines Verstandes wegen" ehrenhalber zum Doktor der Philosophie und der freien Künste Magister; Antragsteller war Professor Dr. Eduard Reusch, seit 1851 Nachfolger von Nörremberg auf dem Ordinariat für Physik.

Als im Jahre 1863 in Tübingen die erste Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät an einer deutschen Universität auf Kosten des Bestandes der Philosophischen und der Medizinischen Fakultät gegründet wurde, ehrte sich diese selbst, indem sie die erste Ehrenpromotion zum Dr. rer. nat. an Dr. med. et chir. Julius Robert Mayer vollzog, dem Manne "... der durch die Schärfe seines einzigartigen Geistes ein neues Licht angezündet hat für die schärfere Erkenntnis der umfassenden Natur der Dinge".

Hatten die Verdienste und die Priorität Robert Mayers in den vorgenannten Vorträgen und akademischen Ehrungen im deutschsprachigen Teil Europas die ihnen gebührende Anerkennung gefunden, so bemühten sich in den sechziger Jahren John Tyndall in England, Marcel Verdet und Adolphe Hirn in Frankreich sowie Jacob Moleschott und Graf Saint-Robert in Italien darum, dieser Anerkennung den Weg zu ebenen.

Dabei kam es in England nach einem von Tyndall aus Anlass der Großen Londoner Ausstellung in der Royal Institution am 6. Juni 1862 gehaltenen Festvortrag zu temperamentvollen Auseinandersetzungen mit dramatischen Höhepunkten.

John Tyndall (1820 bis 1893) war Professor für Physik und Nachfolger Faradays als Direktor der Royal Institution in London. Nach glanzvollen Ausführungen über die Energie und ihre Wandlungen hatte er seine prominenten Zuhörer aus vielen Ländern mit der Bemerkung überrascht, dass alles, was er vorgebracht habe, Forschungsergebnisse eines deutsche Arztes, des Doktors Robert Mayer in Heilbronn, seien, dessen Name ihnen wahrscheinlich unbekannt sei, und seinen Vortrag mit den Worten geschlossen:

"Wenn wir die äußeren Umstände von Robert 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 der Liebe zu seinem Gegenstande erfüllt, gelangte er zu den wichtigsten Ergebnissen, allen anderen voraus, deren ganzes Leben der Naturforschung gewidmet war."

Diese Stellungnahme zugunsten Robert Mayers veranlassten William Thomson, den späteren Lord Kelvin, und P. G. Tait in einer Londoner populären Zeitschrift weniger sachlich als gefühlsbetont zugunsten ihrer englischen Landsleute Joule und Davy Partei zu ergreifen.

Seinerseits um Sachlichkeit bemüht, sorgte Tyndall dafür, dass die Diskussionen in einer angesehenen wissenschaftlichen Zeitschrift, dem Philosophical Magazine, fortgeführt wurde; die gegnerischen Anwälte ließen sich jedoch durch seine Argumente ebenso wenig überzeugen wie 12 Jahre zuvor in dem Prioritätsstreit vor der Pariser Akademie Joule durch die Argumente Robert Mayers.

Nach zwei Jahren schloß die Diskussion ein. Den letzten seiner Aufsätze in dieser Sache schloß Tyndall mit den Worten: "Zu erlauben, dass Doktor Mayer in der Lage bleibe,

in der ich ihn fand, dies würde die Schuld jener Vernachlässigung an mich heften, von der nur die Berufung auf Unwissenheit befreien könnte.

In jedem Satz, den ich zu seinen Gunsten geschrieben habe, habe ich die Kraft gespürt, die nur vollkommene Aufrichtigkeit zu geben vermag, und ohne Befürchtung für sein und mein Schicksal überlasse ich nun seinen Ruf und mein Verhalten dazu dem unparteiischen Urteil der Menschheit."

Auf Tyndalls Veranlassung wurden die drei Abhandlungen Robert Mayers aus den vierziger Jahren ins Englische übersetzt und im Philosophical Magazine der Jahre 1862 und 1863 zum Abdruck gebracht.

Das warmherzige und uneigennütziges Eintreten Tyndalls für Verdienste und Priorität Robert Mayers stellte alles zu dessen Gunsten bisher geschene in den Schatten und verfehlte zu einer Zeit, in der das Interesse der wissenschaftlichen Welt in steigendem Maße sich dem Satz von der Erhaltung der Energie zuwandte, seine Wirkung nicht.

Nachdem Clausius Robert Mayer über den Vortrag Tyndalls sowie über dessen und seine eigene staunende Bewunderung für den Gedankenreichtum der Mayerschen Arbeiten aus den vierziger Jahren informiert hatte, bedankt sich dieser am 31. Mai 1863 in überschwenglichen Worten bei Tyndall.

Es kam zu einem freundschaftlichen Briefwechsel, in dessen Verlauf auch eine Englandreise Robert Mayers ins Auge gefasst wurde; sie kam jedoch nicht zustande.



Abb. 6. Robert Mayer im Alter von 54 Jahren (1868)

Gegen Ende seines Lebens war Robert Mayer in irgendwelcher Form Mitglied der wissenschaftlichen Akademien zu München (1859), "Leopoldina" Halle (1864), Turin (1867), Wien (1869), Paris (1870), und Brüssel (1874), korrespondierendes Mitglied der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel (1858) und der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft zu Würzburg (1874), Ehrenmitglied und Meister des Freien Deutschen Hochstifts zu Frankfurt am Main (1875).

Die französische Akademie der Wissenschaften verlieh ihm im Jahre 1875 den Prix Poncelet und die Royal Society of London im Jahre 1874 die goldene Copley-Medal. Im Hinblick auf seine Kontroverse mit Joule dürfte die Verleihung dieser Medaille ihm eine besondere Genugtuung bereitet haben, handelt es sich doch um eine der höchsten und nur selten an Ausländer verliehenen wissenschaftlichen Auszeichnungen, die England zu vergeben hat.

Aber auch mit dem Auszählungsergebnis bei seiner Wahl zum korrespondierenden Mitglied der Pariser Akademie konnte er zufrieden sein: Mayer 40, Kirchhoff 5, Angström 1, Thomson 1, Joule 0 Stimmen.

"Tout le monde savant en France y applaudira, soyez en sur! [Das wissenschaftliche Frankreich wird dem Resultat Beifall spenden; seien Sie dessen sicher!]" schrieb ihm am 14. Januar 1870 Adolphe Hirn. Im selben Jahre wurden zunächst noch Kirchhoff, dann aber auch Joule gewählt.

Nachdem die Mitwelt auf Robert Mayer aufmerksam geworden war, waren auch seine Schriften schnell vergriffen. Es war ihm zu erleben vergönnt, dass die Cottasche Verlagsbuchhandlung in Stuttgart unter seiner Mitwirkung im Jahre 1867 unter dem Titel "Die Mechanik der Wärme" in gesammelten Schriften einen Sammelband herausbrachte.

In diesem Zusammenhang sah sich sein König veranlasst, ihm, "dem Verfasser des Werkes in Anerkennung seiner hervorragenden Leistungen auf dem Gebiet der Naturwissenschaften", am 5. November 1867 das Ritterkreuz des Ordens der Württembergischen Krone zu verleihen.

Von dem ihm nunmehr zustehenden Recht, sich von Mayer zu nennen, hat er jedoch nur selten Gebrauch gemacht. Der Ordensverleihung war eine temperamentvolle Rede des Abgeordneten der Württembergischen Kammer Sigmund Schott, eines Stuttgarter Rechtsanwaltes und Freundes aus der Tübinger Studienzeit, über das Ordensunwesen in Württemberg vorausgegangen.

"Man mag über Orden denken, wie man will; darüber muss man sich jedenfalls freuen, wenn's zwischenhinein auch einmal den Rechten trifft!" oder "Von allen Orden, welche der König je ausgeteilt hat, ist Ihrer der am besten verdiente", hieß es da in Glückwunschschriften, die ihm aus weiten Kreisen der Bevölkerung und allen Teilen des Landes zuzugingen.

Die Aufforderung, auf der 43. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Innsbruck im Jahre 1869 einen Vortrag zu halten, durfte Robert Mayer zweifellos als ehrende Aufmerksamkeit der wissenschaftlichen Welt werten.

Die Veranstalter hatten jedoch nicht in ausreichendem Maße bedacht, welche Gefahren sie mit der Einladung zu ihrer Versammlung auch für Robert Mayer persönlich heraufbeschworen. Robert Mayer sprach "Über notwendige Konsequenzen und Inkonsequenzen der Wärmemechanik".

Er war kein guter Redner und sprach den schwäbischen Volksdialekt so unverfälscht, dass zweifellos viele Zuhörer schon aus diesem Grunde Mühe hatten, seinen Ausführungen

rungen zu folgen. Zu allem Überfluss ergab es sich, dass er unmittelbar nach der eindrucksvollen Eröffnungsrede von Helmholtz "Über das Ziel und die Fortschritte der Naturwissenschaft" zu Worte kam.

Robert Mayer, den Helmholtz auch bei dieser Gelegenheit als denjenigen bezeichnet hatte, "der zuerst den Begriff des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft [Energie] rein und klar gefasst und seine absolute Allgemeingültigkeit auszusprechen gewagt hat", konnte in seiner jetzigen Verfassung auf die Versammlungsteilnehmer keinen sehr günstigen Eindruck machen. Mit seinem Schlusssatz:

»Aus vollem, ganzem Herzen rufe ich es aus: Eine richtige Philosophie darf und kann nichts anderes sein, als eine Propädeutik für die christliche Religion", mutete er der Geduld und Nachsicht seiner Zuhörer wohl das Äußerste zu.

Zu skandalöser Unruhe während des Vortrages scheint es jedoch nicht gekommen zu sein; gegenteiligen Gerüchten ist Weyrauch durch Umfrage bei Prominenten aus den ersten Reihen des Parketts nachgegangen. Die Versammlungsteilnehmer achteten das Gesetz der freien Meinungsäußerung.

Robert Mayer berichtete am Abend des 18. September 1869 an seine Frau: "Meinen Vortrag habe ich diesen Morgen, wie man mir sagte, laut und verständlich gehalten ... ich wurde von der Versammlung mit Beifall empfangen und entlassen ..."

Nachdem er noch am folgenden Tag in guter Stimmung an einem Ausflug über den Brenner und an einem der darauf folgenden Tage an einem geselligen Beisammensein in größeren Kreise im Hause des Innsbrucker Ordinarius für Physik, Leopold Pfaundler, teilgenommen hatte, trat er die Heimreise an.

Aufkommende starke Erregung veranlasste ihn jedoch in München, die Fahrt zu unterbrechen und vorsichtshalber die Nacht in einer Klinik zuzubringen.

Man kann sich nicht mit Dokumenten aus Robert Mayers Leben beschäftigen, ohne in jeder seiner Altersstufen auf Zeugnisse einer religiösen Grundhaltung zu stoßen, zu der das Elternhaus und das Schöntaler Seminar den festen und unerschütterlichen Grund gelegt hatten.

Sachverständige Auskunft gibt sein Freund Rümelin, der ihn ja von Kindesbeinen an kennt:

"Durch die Stürme und schweren Erfahrungen jener Unglücksjahre (1849 bis 1853) waren religiöse Stimmungen und Betrachtungen in den Vordergrund seines Gemütslebens gedrängt worden. Schon früher war er der bei jungen Medizinern weitverbreiteten materialistischen Weltanschauung abgeneigt gewesen; jetzt wendete er sich entschieden dem positiven Glauben zu.

Er besaß ein tiefes Gefühl von den engen Grenzen menschlichen Wissens, von dem weiten Umfange menschlicher Schwachheit und Sünde; er bedurfte eines festen Halts, wie ihn nur die geoffenbarte Wahrheit bieten könne, und er fand diese in der christlichen Religion, in den biblischen Schriften. Aber auf dieser einfachen und verständlichen Grundlage erhob sich nun ein in seinen Umrissen mannigfach wechselnder Aufbau einer sehr subjektiven Theologie."

Eine wertvolle aber auch notwendige Ergänzung dazu ist ein Brief, den Robert Mayer am 13. September 1867 an Moleschott nach Turin geschrieben hat:

»... Ihnen vor allen gebührt das große und bleibende Verdienst, den Satz siegreich verteidigt zu haben, dass wissenschaftliche Gegenstände und Forschungen nicht mit religiösen Dogmen oder gar kirchlichen Fragen vermischt werden dürfen, und wenn wir auch vielleicht, wie Sie mir ebenso fein als liebenswürdig und geistreich andeuten, auf dem supranaturalen Gebiete nicht in allen Punkten harmonieren, so wundere ich mich darüber umso weniger, als ich in dieser Hinsicht, trotz der 53 Jahre, die ich nun auf dem Rücken habe, mit mir selbst nicht einmal ganz ins reine kommen konnte, eine Übereinstimmung mit einem Dritten also schon aus diesem Grunde nicht ins Reich der Möglichkeit gehört.

Immerhin werden wir uns selbst das Zeugnis geben können, und die Geschichte wird uns dasselbe nicht versagen, dass wir als redliche Arbeiter der Wahrheit nachgestrebt und dieselbe nach Kräften auch gefördert haben.

Jeden aber, der zu denken wagt, auf den Scheiterhaufen führen zu wollen, dürfte zu unserem Glücke schon aus ökonomischen Gründen nicht rätlich erscheinen ...«

Immerhin ist zu bemerken, dass Moleschott wegen seiner materialistischen Lehre im Jahre 1854 seine Privatdozentur in Heidelberg hatte aufgeben müssen; er wirkte seitdem als Professor der Physiologie an den Universitäten in Zürich, später in Turin und in Rom.

In den siebziger Jahren darauf angesprochen, wie er seinen positiven Glauben mit den Ergebnissen der Naturwissenschaften vereinige, erwiderte Robert Mayer: »Ich vereinige gar nichts; hier hört eben für mich der Physiker auf und fängt der gläubige Christ an.«

Dann aber vermengte er auch wieder beides, wie z. B. in dem am 5. Januar 1868 niedergeschriebenen Erinnerungsspruch: »Natur, Wissenschaft und Religion sind in einem ewigen Bunde.«

Wenn auch nicht mit aller Konsequenz, aber doch bis in die letzten Jahre seines Lebens wusste er »wissenschaftliche Gegenstände und Forschung« sowie »religiöse Fragen oder gar kirchliche Fragen« auseinanderzuhalten.

So hatte er gewisse biologische und auch weltanschauliche Gründe gegen den Darwinismus sowie die Ansicht, »die Sache hat ohne Zweifel nur deshalb so viele Anhänger in Deutschland, weil sich daraus Kapital für den Atheismus machen lässt«; den Atheismus lehnte er ab.

Das hindert ihn jedoch nicht, das erste Heft der Zeitschrift für eine einheitliche Weltanschauung auf Grund der Entwicklungslehre, Kosmos, die in Verbindung mit Charles Darwin und Ernst Haeckel sowie einer Reihe hervorragender Forscher auf dem Gebiete des Darwinismus von Caspari, Jäger und Krause seit 1. April 1877 herausgegeben wurde, empfehlend zu referieren:

»Die Namen der Herausgeber dieser Zeitschrift sowohl, wie derjenigen der darin aufgezählten Mitarbeiter bürgen uns für höchst gediegene Leistungen, und in der Tat enthält gleich das vorliegende erste Heft eine Reihe sehr geistvoll und kenntnisreich geschriebe-

ner Artikel ... Ref., welcher kein Anhänger Darwins ist, kann auch seinen Gegnern das Lob großer Rührigkeit nicht versagen, und steht nicht an, vorliegende neue Zeitschrift zur Lektüre bestens zu empfehlen.«

Wenn die psychische Erkrankung auch der genialen Phase seines Lebens ein Ende gesetzt hatte, so blieb Robert Mayer doch bis zu seinem Tode eine bemerkenswerte, durch Arztsein, Forschertum und Religiosität geprägte Persönlichkeit. Die folgenden auszugsweise wiedergegebenen Aufzeichnungen sind beredete Zeugnisse.

Anlässlich der 100. Wiederkehr des Geburtstages Robert Mayers veröffentlichte der Heilbronner Gymnasialprofessor Friedrich Dürr folgende Erinnerungen aus den Jahren 1870 bis 1878:

"Da auch das Äußere eines Forschers von Robert Mayers Bedeutung dem weiteren Publikum überhaupt und den Heilbronnern insbesondere von Interesse sein dürfte, will ich dieses Äußere, so gut ich es aus der Erinnerung kann, angeben.

Er war etwas über mittelgroß, von schlankem Körperbau, wonach er jung ein guter Läufer und Schwimmer gewesen war. Beim Gehen schleifte er den durch den Sturz im Jahre 1850 verletzten rechten Fuß etwas nach. Über der etwas zurücktretenden Stirn war reiches, dunkles, emporstehendes Haar, das glattrasierte Gesicht war umrahmt von einem am Hals zusammenlaufenden Backenbart; die gerade Nase sprang kräftig vor, beim Mund saß die schmale Oberlippe über einer kräftigen Unterlippe. Wegen starker Kurzsichtigkeit trug er eine Brille..."

"... Am behaglichsten schien er sich aber zu fühlen in der genannten Wirtschaft am Kirchhöfle im Kreis der Stammgäste beim Glase Bier. Hier saß er bald still nachsinnend, bald sich lebhaft an der Unterhaltung beteiligend. Seine freundliche Miene und die gegen jedermann bewiesene Zuvorkommenheit, fern von aller Selbstüberhebung, bezeugte, dass er das war, was sein Freund Rümelin von ihm rühmte: eine anima candida.

In der lebhaften Unterhaltung sprühte sein sonst ruhig blickendes Auge hinter den Brillengläsern. Die Rede, vielfach mit Zitaten aus Bibel und Klassikern versehen, war meist leicht scherzend, zuweilen ging sie aber auch in eine schärfere Tonart, in Sarkasmus, über.

Bei seinen beliebten Scherzfragen, wie z. B. über die Gestalt Adams, oder warum keine Frauen im Himmel seien, pflegte er schalkhaft über die lose sitzende Brille hinweg auf den Gefragten hinzusehen.

Politische Unterhaltung liebte er nicht sonderlich; nachdem er 1866, wie die meisten Heilbronner, auf dem großdeutschen, d. h. preußenfeindlichen Standpunkt gestanden hatte, war er im Jahre 1870 national und richtete seine Ironie gegen solche, die für Neutralität waren ...."

Ergänzend mag an dieser Stelle die Bemerkung von Interesse sein, dass Robert Mayer, obwohl Protestant und Württemberger, im Kampfe Preußens gegen die Macht der katholischen Kirche [Kulturkampf] auf Seiten der Kirche stand und als entschiedener Ultramontaner galt.

Abschließend bekennt sich Dürr zu den Worten des schwäbischen Dichters Karl Gerok in dessen Beileidschreiben an die Witwe des Tübinger Studienfreundes:

"Zu den schönsten Errungenschaften meiner Jugend, zu den Zierden meines Lebens rechne ich es, mit dem Entschlafenen nicht nur persönlich bekannt, sondern auch dauernd befreundet gewesen zu sein. Sein genialer Geist, seine großartige Entdeckung gehört der ganzen Welt und gehört der Geschichte an; aber sein redliches Herz ohne Falsch, sein edler mannhafter Charakter, sein kindlich einfaches Gemüt, sein köstlich origineller Humor, der persönliche Kern seines Wesens war nur denen aufgeschlossen, welche das Glück hatten, ihm persönlich nahe zu kommen."

Der Medizinhistoriker Heinrich Rohlfs lernte Robert Mayer im Jahre 1876 persönlich kennen und gibt folgende Schilderung von den Eindrücken am ersten Abend des Zusammenseins:

"Unsere Gespräche erstreckten sich über alle möglichen Themata. Dabei entwickelte Mayer einen blendenden Witz, einen köstlichen, oft scharfen, aber stets zugleich gutmütigen Humor und eine so einnehmende Kindlichkeit und Liebenswürdigkeit, dass ich ganz hingerissen wurde.

Nach seiner Photographie, die bereits aus dem Jahre 1868 stammte, würde ich ihn übrigens nicht erkannt haben; er war in Wirklichkeit viel älter, man hätte ihn dreist für einen Siebziger halten können. Von mittlerer Statur frappierte er durch sein geistreiches Auge.

Dasselbe verriet zugleich den tiefen, forschenden, dem Wesen der Dinge nachspürenden Denker. Ein ganz eigentümlicher Blick strahlte einem aus den dunklen, braunen, feinen Augen entgegen. Etwas scharf Beobachtendes, tief Eindringendes, Durchbohrendes und doch Träumerisches, nach innen Gekehrtes, die Außenwelt Vergessendes und doch zugleich bei allem Ernste Schalkhaftes.

Dazu geben die dichtbehaarten Brauen dem wunderbaren Zauber, welcher dem Auge entquoll, etwas Melancholisches, Ernstes, geisterhaft Verklärtes. Es war mir klar, die ganze Macht seiner Persönlichkeit lag in seinem Auge, und eben dies gab nicht bloß seinem Gesichte, sondern seinem ganzen Kopfe etwas ungemein Einnehmendes, Originelles, jeden Menschenkenner Hinreißendes.

Betrachtete man bei ihm die einzelnen Teile seines Gesichtes, so durfte man von ihnen nicht aussagen, dass sie Anspruch auf Schönheit hätten machen können: seine Stirn stand nicht im Verhältnis zu dem unteren Teil des Gesichtes, sie war zu niedrig und zu schmal, die Ohren zu lang, die Nase an ihrer Spitze zu breit; der Mund zu groß.

Und doch war der Gesamteindruck ein imponierender. Jeder Unbefangene musste den Eindruck empfangen, dass er es hier mit einer ungewöhnlichen Persönlichkeit zu tun habe, es war, als wenn das Auge, diese Leuchte des Geistes, seinen Abglanz über alle einzelnen Teile ausstrahlte. Im Gegensatz zu Mayer sind mir Gesichter vorgekommen, deren einzelne Teile jede vollkommen waren und den Gesetzen der Ästhetik entsprachen, und doch war der Eindruck, den das Ganze machte, ein nichtssagender."

Gegen Ende des Jahres 1877 zeigte sich an Robert Mayers rechtem Arm eine Ge-

schwulst, die er selbst als tuberkulös diagnostizierte. Auf die besorgte Frage seiner Frau, was dagegen geschehen könne, erklärte er ihr, dass seine Lunge in Zersetzung begriffen und die Geschwulst infolge ausgetretenen Eiters entstanden sei; an dem gleichen Leiden sei seine Mutter gestorben.

Im Dezember kam eine schleichende Lungenentzündung hinzu und führte sein Ende herbei.

"Die Zeit dieser letzten Krankheit war eine Zeit des Friedens für unseren lieben Vater. Ohne viel Beschwerde, durch keine geistige Aufregung mehr gequält, lag er still und friedlich auf seinem Krankenbette, freundlich und heiter mit jedem Besucher ..."berichtet seine Tochter Emma.

Am 20. März 1878 schloss Robert Mayer die Augen für immer.

Zwei Tage später fand die Beerdigung statt. Als Zeichen öffentlicher Trauer um den großen Sohn der Stadt legte Heilbronn während der Beisetzungsfeier den Flaggenschmuck ab, den öffentliche Gebäude und Bürgerhäuser aus Anlass des 81. Geburtstages von Kaiser Wilhelm I. trugen.

Wenn man heute nach Heilbronn kommt, findet man im Stadtgarten ein würdiges Robert-Mayer-Denkmal, in der Nähe des Karlstor-Bahnhofs eine Robert-Mayer-Straße und schließlich eine Robert-Mayer-Oberschule. Dem Robert-Mayer-Archiv im Stadtarchiv Heilbronn obliegt die Sammlung, Pflege und Auswertung des Nachlasses.

Das Geburtshaus Robert Mayers wurde im Jahre 1882 abgerissen; sein Wohn- und Sterbehaus fiel im zweiten Weltkrieg am 4. Dezember 1944 dem großen Bombenangriff auf Heilbronn zum Opfer.

## 7 Schrifttum

### Robert Mayers Werke

[1] Julius Robert Mayer: Die Mechanik der Wärme in gesammelten Schriften, Cotta-Verlag, Stuttgart 1. Aufl. 1867, 2. Aufl, 1874, 3. Aufl. 1893 s. [2]

[2] Jacob J. Weyrauch: Die Mechanik der Wärme in gesammelten Schriften von Robert Mayer. Dritte ergänzte und mit historisch-literarischen Mitteilungen versehene Auflage. I. Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur. 1842

II. Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel. 1845

III. Beiträge zur Dynamik des Himmels. 1848

IV. Bemerkungen über das mechanische Äquivalent der Wärme. 1851

V. Über die Herzkraft, 1851

VI. Über das Fieber. 1862

VII. Über notwendige Konsequenzen und Inkonsequenzen der Wärmemechanik, 1869

VIII. Über Erdbeben. 1870

IX. Über die Bedeutung unveränderlicher Größen. 1870

X. Über die Ernährung. 1871

XI. Über veränderliche Größen. 1873

XII. Die Torricellische Lehre, 1875

XII. Über Auslösung. 1876

Cotta-Verlag, Stuttgart 1893

[2a] Julius Robert Mayer in "Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften":

Nr. 180 Mechanik der Wärme, zwei Abhandlungen (Aus [2] die Nummern I und II)

Nr. 223 Beiträge zur Dynamik des Himmels und andere Aufsätze

(Aus [2] die Nummern VII, VIII, X und XIII) Verlag Wilhelm Engelmann, später Akad. Verlagsges. m.b.H., Leipzig ;

[3] Jacob J. Weyrauch: Kleinere Schriften und Briefe von Robert Mayer nebst Mitteilungen aus seinem Leben [u.a. autobiographische Aufzeichnungen aus den Jahren 1863-1877]. Cotta-Verlag, Stuttgart 1893

### Biographisches Material

[4] Heinrich Rohlf: Julius Robert von Mayer, sein Leben und sein Wirken. In: Deutsches Archiv für Geschichte der Medizin und medizinischen Geographie, Band 2, Leipzig 1879

[5] Eugen Dühring: Robert Mayer - der Galilei des 19. Jahrhunderts. Chemnitz 1880

[6] Gustav von Rümelin: Erinnerungen an Robert Mayer. In: Reden und Aufsätze. Neue Folge, Freiburg und Tübingen 1881

[7a] Jacob, J. Weyrauch: Historisch-literarische Mitteilungen in [2]

[7b] Jacob J. Weyrauch: Mitteilungen aus seinem Leben in [3]

[7c] Jacob J. Weyrauch: Robert Mayer, der Entdecker des Prinzips von der Erhaltung der Energie. Wittwer-Verlag, Stuttgart 1890

[8] Wilhelm Ostwald: Robert Mayer. In: Große Männer, 5. Aufl. Akad. Verlagsges. m.b.H., Leipzig 1919 ;

[9] Julius Robert Mayer und das Energieprinzip. Gedenkschrift zur 100. Wiederkehr der Entdeckung des Energieprinzips, Schriftwaltung: Erich Pietsch VDCh und. Hans Schimank VDI. VDI-Verlag GmbH Berlin 1942.

Die Gedenkschrift bringt eine umfangreiche Bibliographie.

[10a] Walter Gerlach: Mayer und Clausius. In: Die berühmten Erfinder; französische Originalausgabe: Les Inventeurs Celebres. Herausgeber: Louis Leprince-Rinquet, Deutsche Ausgabe besorgt von Reinhold Mannkopff. Kunstverlag Luzian Mazonod, Genf 1951

[10b] Walter Gerlach: Julius Robert Mayer/ Das Gesetz von der Erhaltung der Energie - Entstehung, Geschichte, Bedeutung. In: Jahrbuch des Heilbronner historischen Archivs 1964

[10c] Walter Gerlach: Zum 150. Geburtstag von Julius Robert Mayer. Physikalische Blätter, XX. Jahrgang 1964

[11] G. Stehr: Julius Robert Mayer. In: Von Adam Ries bis Max Planck, herausgegeben von Gerhard Harig. E-Taschenbuch Band 11. VEB Verlag Enzyklopädie, Leipzig 1961

[12] Helmut Schmolz und Hubert Weckbach: Robert Mayer Sein Leben und Werk in Dokumenten. Aus Anlass seines 150. Geburtstages herausgebracht im Auftrag des Stadtarchivs Heilbronn. Verlag Anton H. Konrad, Weißenhorn 1964

### Allgemeine Literatur

[13] James Prescott Joule: Das mechanische Wärmeäquivalent, Gesammelte Abhandlungen, ins Deutsche übersetzt von J. W. Spengel. Vieweg Verlag, Braunschweig 1872

[14] Jacob J. Weyrauch: Das Prinzip von der Erhaltung der Energie seit Robert Mayer. B. G. Teubner, Leipzig 1885

[15a] Hermann Helmholtz: Vorträge und Reden, Bände I und II. 4. Aufl, Vieweg Verlag, Braunschweig 1896

[15b] Hermann Helmholtz: Über die Erhaltung der Kraft (publ. 1847). Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 1. Verlag W. Engelmann, Leipzig 1889

[16] Max Planck: Das Prinzip der Erhaltung der Energie. 2. Aufl. B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1908

[17] Rudolf Clausius: Über die bewegende Kraft der Wärme und die Gesetze, welche sich darauf für die Wärmelehre selbst ableiten lassen (publ. 1950). Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 99, herausgegeben von Max Planck. Akad, Verlagsges, m.b.H., Leipzig 1921

[18] Benoit Paul Emile Clapeyron: Abhandlung über die bewegende Kraft der Wärme (publ. 1834). Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 216, übersetzt und herausgegeben von K. Schreiber. Akad. Verlagsges. m.b.H., Leipzig 1926

[19] Edmund Hoppe: Geschichte der Physik, Vieweg Verlag, Braunschweig 1926 (Nachdruck)

[20] Max Laue: Geschichte der Physik, 3. Aufl. Athenäum-Verlag, Bonn 1950

[21] Arnold Sommerfeld: Vorlesungen über theoretische Physik, Band V. Akad. Verlagsges. m.b.H., Leipzig

[22] Wilhelm Schütz: Michael Faraday. Reihe: Biographien hervorragender Physiker, B. G. Teubner, Leipzig 1968

[23] Wilhelm Schütz: Michail W. Lomonossow. Reihe: Biographien hervorragender Naturwissenschaftler und Techniker, B. G. Teubner, Leipzig, in Vorbereitung

[24] Hans Wußing: Der philosophische Kampf um den Energiesatz, In: Naturwissenschaft - Tradition - Fortschritt, Beiheft zur NTM, Zeitschrift für Geschichte der Naturwissenschaften, Technik und Medizin. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1963

Sämtliche Bilder wurden entnommen der Veröffentlichung Helmut

Schmolz / Hubert Weckbach: Robert Mayer - Sein Leben und Werk in Dokumenten. Weißenhorn 1964