

dern pflegen, trat nach mehr als 100 Jahren wieder einmal in Wirklichkeit auf. Der höchste Thermometerstand wurde schon am 8. Juni mit 33.6° C erreicht, während die grösste Kälte des Jahres, - 18.5° C, am 15. Januar beobachtet wurde.

Die Niederschlagsmenge war normal, jedoch sehr ungünstig vertheilt; sie erreichte 521.3 mm. Während die grosse Trockenheit der Monate Mai und Juni die Entwicklung der Pflanzen hemmte, beeinträchtigte ein Uebermass von Regen im Juli das Einbringen der Ernte.

Tabelle für Luftdruck, Temperatur, Niederschläge und Gewitter.

	December 88	Januar 89	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	October	November
Monatsmittel d. Luftdr. i. mm	760.3	762.2	748.4	755.3	751.1	755.6	756.4	754.1	755.0	756.1	754.1	762.9
Datum	18.	3.	18.	16.	20.	3. 22.	5.	31.	30.	16.	26.	20.
Maximum des Luftdrucks	775.4	776.9	764.5	766.7	760.2	761.5	763.1	760.3	764.0	764.4	769.2	776.4
Datum	22.	31.	9.	21.	9.	26.	10.	26.	22.	20.	3.	27.
Minimum des Luftdrucks	749.1	742.6	724.7	737.6	744.0	746.8	747.3	745.2	745.3	741.4	743.7	744.2
Monatsmittel d. Temperatur. °C	1.0	-3.7	-2.4	-0.1	8.1	18.1	20.4	17.5	16.6	11.2	8.7	3.2
Datum	1.	31.	2.	20.	26.	31.	8.	10.	2.	10.	10.	5.
Maximum der Temperatur	8.3	5.4	8.8	11.0	23.0	30.3	33.6	32.1	28.7	24.6	19.1	12.1
Datum	14.	15.	14.	5.	17.18	14.	24.	17.	26.	19.	27.	23.
Minimum der Temperatur	-7.8	-18.5	-14.7	-17.5	-2.0	8.2	8.3	9.6	7.7	3.0	-3.5	-4.3
Eistage (Maxim. unter 0°)	2	15	13	8	—	—	—	—	—	—	—	2
Frosttage (Minim. unter 0°)	20	25	23	21	4	—	—	—	—	—	1	13
Sommertage (Max. üb. 25°C)	—	—	—	—	—	16	18	9	8	—	—	—
Niederschlagshöhe in mm	24.6	8.9	64.8	31.1	17.5	33.3	31.2	134.1	43.1	47.9	79.9	5.2
Nahgewitter	—	—	—	—	—	2	2	2	1	—	—	—
Ferngewitter	—	—	—	—	2	3	12	5	5	1	—	—
Wetterleuchten	—	—	—	—	—	2	1	—	1	—	—	—

Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft.

Von Dr. Otto Zacharias.

(Schluss.)

Wir sind aber zu noch weiteren Schlussfolgerungen berechtigt und kommen zu nachstehender Erwägung. Die von unseren Armuskeln hervorgerufene mechanische Bewegung kann, obgleich sie beim Aufschlagen des Hammers scheinbar vernichtet wird, in Wirklichkeit doch nicht plötzlich Null geworden sein. Unser Verstand sträubt sich gegen diese Annahme. Für unser Auge freilich ist sie nicht mehr vorhanden, aber wir können sie als den kleinsten Theilchen (Molekülen) der Bleiplatte mitgetheilt betrachten, welche dadurch in Schwingung versetzt

oder in einen Bewegungszustand übergeführt worden sind, der nicht ihr gewöhnlicher ist. Diese innere (molekulare) Erzitterung der Platte ist es nun, welche unseren Hautnerven in der Form einer Temperaturerhöhung bemerkbar wird. Da sich nun umgekehrt, wie die Dampfmaschine lehrt, Wärme auch wieder in mechanische Bewegung übertragen lässt, so gewinnt die Theorie, dass beiden etwas Gemeinsames zu Grunde liegen muss, an Wahrscheinlichkeit, und wir sehen demgemäss heutzutage die Wärme nicht wie früher als ein unwägbares Fluidum, sondern als eine besondere Art der Bewegung an, bei der die stoffliche Masse als solche ruht, während die Theilchen derselben in Vibration begriffen sind. Wie beim unelastischen Stoss, so geht auch bei der Reibung und beim Druck beständig mechanische Kraft verloren, die aber in allen diesen Fällen unter der Form von Wärme wieder erscheint.

Mayer legte sich nun angesichts dieser Thatsachen die Frage vor, ob einem bestimmten Aufwande von mechanischer Kraft nicht auch eine ganz bestimmte Menge von Wärme entspreche, welche thermometrisch angebar sei. Dieser Gesichtspunkt war so neu, dass selbst die meisten damaligen Physiker gar nicht verstanden, was der Heilbronner Forscher damit sagen wollte. Aber wer sich mit irgend einem Zweige der Naturwissenschaften beschäftigt, weiss zur Genüge, welchen bleibenden und wahren Werth eine sich in Zahlen darstellende Ermittlung hat. Das wusste auch Dr. Robert Mayer ganz genau, und deshalb kam er auf den Gedanken, das „mechanische Aequivalent der Wärme“ — wie es nunmehr genannt wird — festzustellen. Durch jahrelang fortgeführte Versuche gelang ihm dieses Vorhaben, welches die wichtigsten Folgen für die moderne Physik und Physiologie gehabt hat. Eine eingehende Beschreibung des von Mayer im Frühjahr 1842 eingeschlagenen Verfahrens zur Ermittlung jener Zahlenbestimmung kann natürlich an dieser Stelle nicht geliefert werden. Es mag die Andeutung genügen, dass die Arbeitsleistung eines sich bei Erwärmung ausdehnenden Gases, der atmosphärischen Luft, zur Bestimmung des Wärmeäquivalents benutzt wurde, indem man die dabei aufgewandte Temperatur mit derjenigen verglich, welche zugeführt werden musste, um die nämliche Gasmenge — aber ohne dass diese Arbeit leistete — auf denselben Wärmegrad zu erheben. Es zeigte sich, dass die aufzuwendende Wärmemenge in letzterem Falle etwas kleiner ist und dass sich beide verhalten wie 1 : 1,421.

Diese ausserordentlich wichtige Thatsache, welche unwiderleglich beweist, dass einem bestimmten Arbeitswerthe eine genau angebbare Temperaturerhöhung entspricht, bildete die Grundlage für die erste Berechnung des mechanischen Wärmeäquivalents. In der Folge gelangte Mayer dazu, die gesuchte Zahl zu finden, welche besagt, dass diejenige Wärmemenge, durch welche ein Kilogramm Wasser um 1° des hunderttheiligen Thermometers erwärmt wird, der Arbeitsgrösse entspricht, welche ein Kilogramm von 425 Meter Höhe herabfallend leisten würde. Dieses Zahlenverhältniss erhält eine schöne Bestätigung, wenn wir mit einem empfindlichen Wärmemesser (Thermosäule) die Temperaturerhöhung einer Bleikugel messen, die aus verschiedenen Höhen auf eine dicke, glatte Glastafel herabfällt. Wir finden dann, dass die erzeugte Wärmemenge im geraden Verhältnisse zur Fallhöhe und zum Quadrat der Geschwindigkeit des aufschlagenden Körpers, d. h. zu seiner lebendigen Kraft, steht.

Selbstverständlich ist die von Mayer gefundene Aequivalentziffer nicht allein von theoretischer Bedeutung, sondern auch von ausserordentlich grosser praktischer Nützlichkeit bei verschiedenen Berechnungen. Wollen wir z. B. die Wärmemengen ermitteln, welche ein auf die Erde fallender Meteorstein beim Aufschlagen erzeugen würde, so brauchen wir nur das halbe Procent der Masse desselben mit dem Quadrate seiner Geschwindigkeit durch 425 zu dividiren, um die Anzahl der entstandenen Wärme-Einheiten (Calorien) zu finden. Auf diese Weise berechnete Mayer, dass durch den Sturz des Erdballes in die Sonne eine gleich gewaltige Hitze entstehen müsste, wie durch die Verbrennung von 6000 Erdkugeln aus reinem Kohlenstoff Umgekehrt können wir natürlich auch für jede gegebene Wärmemenge den Arbeitsaufwand berechnen, der ihr äquivalent ist. Ein Pfund reinste Kohle giebt z. B. verbrannt soviel Wärme, dass damit 8066 Pfund Wasser um einen Grad des hunderttheiligen Thermometers erwärmt werden könnten. Daraus lässt sich die Grösse der chemischen Anziehungskraft zwischen den kleinsten Theilchen der Kohle und dem Sauerstoffe der Luft mit Leichtigkeit berechnen. Sie ist so gross, dass damit 100 Pfund auf $4\frac{1}{2}$ Meilen Höhe gehoben werden könnten. Freilich sind wir mit unseren Dampfmaschinen nicht im Stande, diese Arbeitsleistung wirklich zu gewinnen, weil die meiste Wärme vollständig unbenutzt durch Strahlung verloren geht. Die besten Motoren mit Dampfbetrieb verwandeln nur etwa 18 Procent der durch

das Feuerungsmaterial erzeugten Wärme in mechanische Arbeit. Aber im Allgemeinen zeigt uns jedwede Dampfmaschine die Umsetzung von Wärme in mechanische Leistungen aufs Deutlichste. Die bewegende Kraft der Atome des Kohlenstoffs und des Sauerstoffs, welche im Feuerungsraume der Maschine aufeinander stürzen, theilt sich dem Dampfkessel mit und geht von da auf das Wasser über, dessen Theilchen auseinander gerüttelt werden und mit einer abstossenden Kraft, welche der zugeführten Wärme proportional ist, nach allen Seiten davonfliegen. Der Dampf ist somit der Apparat, durch dessen Vermittelung die Atombewegung in mechanische Bewegung verwandelt wird. Der Dampf treibt den Stempel des Kolbens in die Höhe und wieder hinunter in seinen Cylinder; der Kolben bewegt die Achse des Rades, und letzteres wird dadurch eine dauernde Quelle von Arbeitskraft, die beliebig zu industriellen Zwecken verwendet werden kann. Stets muss man sich also beim Anblick einer mit Dampf betriebenen Werkstätte geistig gegenwärtig halten, dass jedes Rad, welches rotirt, jeder Meissel, jeder Hobel oder Bohrer, die in das massive Eisen, wie in weichen Käse eindringen, dass alle diese Arbeitsinstrumente ihre bewegende Kraft von den mit Heftigkeit aufeinander platzenden Atomen des Heizmaterials und des atmosphärischen Sauerstoffes geliefert erhalten. Und überall da, wo in einem derartigen Betriebe Arbeit scheinbar verloren geht — wie bei der Reibung des Bohrers im Eisen, oder bei der Bildung der Drehspähne — tritt dann sofort wieder Wärme hervor, die genau der verschwundenen Arbeitsgrösse entspricht. Mayer hat darum sehr treffend die Dampfmaschine mit einem Destillirapparat verglichen. Die unter dem Kessel befindliche Wärme geht durch Vermittelung des gespannten Dampfes in Bewegung über, und diese verwandelt sich bei den Arbeitsleistungen der Maschine zum Theil wieder in Wärme zurück. Jene feste und unabänderliche Grössenbeziehung zwischen Wärme und Arbeit ist eine der wichtigsten Errungenschaften der neueren Physik, und Mayer hatte vollkommen Recht, wenn er 1844 an seinen Freund Griesinger schrieb: „Wahrlich, ich sage Dir, eine einzige Zahl hat mehr wahren und bleibenden Werth, als eine kostbare Bibliothek voller Hypothesen.“

Die Mayer'schen Forschungen haben eine ausserordentliche wissenschaftliche Tragweite. Denn wir können nun nicht nur den Arbeitswerth der Wärme, sondern auch den aller übrigen Naturkräfte rechnungsmässig finden. Handelt es sich um einen

chemischen Prozess, so wird sein mechanisches Aequivalent durch die Wärme gemessen, die er hervorbringt. Und durch ähnliche Beziehungen sind wir im Stande, auch die Arbeitswerthe aller anderen Naturagentien festzustellen. Stets aber bleibt das Verhältniss zwischen einer Kraft, welche verschwindet, und der neueren Form, in der sie auftritt, ein unveränderliches. Daraus folgt das wichtige Gesetz: dass die Summe der wirkungsfähigen Kraftmengen im Naturganzen bei allen Veränderungen ewig und unverändert dieselbe bleibt. Das Weltall besitzt ein für alle Mal einen Schatz von Arbeitskraft, der durch keinen Wechsel der Erscheinungen vermehrt oder vermindert werden kann. Das ist das berühmte Gesetz von der Erhaltung der Kraft, dessen geniale Entdeckung und sichere Begründung sich an den Namen Julius Robert Mayer's knüpft, wenn auch andere zeitgenössische Forscher, wie Prescott Joule in England und Helmholtz bei uns, denselben Gedanken gehegt und seinen Hauptpunkten nach gleichzeitig mit Mayer ausgesprochen hatten. Dem Heilbronner Forscher gebührt trotz alledem das Verdienst, jene grosse Idee selbständig gefasst und bis in alle ihre Consequenzen durchgeführt zu haben. So legte sich Mayer schliesslich auch die Frage vor, woher das Brennmaterial, mit dem wir unsere Maschinen heizen — also Holz und Kohle — seinen Kraftvorrath herbezieht, der sich vermitteltst des Dampfes in mechanische Arbeit umsetzen lässt. In keines Denkers Hirn war bis dahin eine Frage dieser Art aufgetaucht. Mayer dachte über dies Problem eifrig nach und gab später die einzig mögliche Antwort darauf, nämlich die: dass alle Kraftwirkung unserer Maschinen schliesslich auf die reducirende Kraft der Sonnenstrahlen zurückgeführt werden müsse. Die Pflanzenwelt bildet dazu das Instrument, durch das die Wellenbewegung der Sonne in die Form der chemischen Spannung verwandelt und auf diese Weise zu fernerm Gebrauche aufgespeichert wird. In den Blättern der Bäume werden Kohlenstoff und Sauerstoff des Wassers andererseits auseinander getrieben. Die dazu erforderliche Kraft liefern die Strahlen des Sonnenlichts. Dieselbe wird aber in der Form von Wärme wieder gewonnen, wenn wir das Holz der Bäume in unseren Oefen verbrennen. Die in den Kohlenlagern potentiell enthaltene Wärme und Arbeit sind ebenso viel Kraft, welche der Sonne in früheren Erdperioden durch Strahlung entzogen wurde. In Abwesenheit der Sonne vollführen die Pflanzen die Zerlegung der Kohlensäure nicht, und hieraus er-

giebt sich mit vollster Gewissheit, dass die im Holze unserer Wälder enthaltenen chemischen Spannkkräfte nichts anderes sind, als umgewandelte Sonnen-Energie. Die Kohlensäure ist das Material, dem die Pflanze den Kohlenstoff entnimmt, während das Wasser die Substanz ist, von der sie den Wasserstoff erhält. Der Sonnenstrahl bewirkt die Zerlegung des Wassers sowohl wie die der Kohlensäure; er windet gleichsam das Gewicht in die Höhe, dessen Herabsturz durch den Vorgang der Verbrennung gegeben ist. Auch in diesem Falle wird keineswegs Kraft erschaffen, sondern nur übertragen und verwandelt. Die Pflanzenwelt bildet somit ein Reservoir, in welchem die flüchtigen Sonnenstrahlen festgehalten und zur Nutzniessung geeignet aufgespeichert werden — eine ökonomische Fürsorge, an welche die physische Existenz des Menschengeschlechts unzertrennlich geknüpft ist, und die bei der Betrachtung einer reichen Vegetation in jedem Auge ein instinktartigcs Wohlgefallen erregt.

Wir verbrennen die Pflanzen aber nicht allein in unseren Oefen, sondern auch in unserem Körper, sei es, dass wir direct Vegetabilien verzehren oder das Fleisch der grossen Pflanzenfresser in uns aufnehmen. Insofern ist auch die in unserem Körper auftretende Verbrennungswärme in letzter Instanz auf Sonnenkraft zurückzuführen und desgleichen die mechanischen Leistungen unserer Muskulatur. Auch in der Sphäre des organischen Lebens, wie es die Menschen- und Thierkörper darbieten, gilt das Gesetz von der Erhaltung der Kraft. Die Arbeitsmenge, welche wir beim Heben von Lasten, bei grossen Märschen oder beim Bergsteigen leisten, steht in nachweisbarer Abhängigkeit von der aufgenommenen Nahrung. Speise und Trank hält — wie das Sprichwort richtig sagt — Leib und Seele zusammen. Jede Art von Nahrung, die wir verzehren, birgt in der Form von chemischer Spannung Kraft, die ursprünglich der Sonne entnommen wurde. Folglich ist die Arbeit der Menschen und Thiere genau so wie diejenige der Wärmetriebmaschinen im letzten Grunde Sonnenarbeit. Der grosse Mittelpunkt unseres Systems ist zugleich die Quelle aller Kraft und Bewegung in der organischen sowohl wie in der unorganischen Natur. Das ist die grosse Wahrheit der modernen Physik, an der nicht mehr gerüttelt werden kann!

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Helios - Abhandlungen und Monatliche Mittheilungen aus dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [7_1890](#)

Autor(en)/Author(s): Zacharias Otto [Emil]

Artikel/Article: [Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft 253-258](#)

