

Monatliche Mittheilungen

aus dem

Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

Organ des Naturwissensch. Vereins des Reg.-Bez. Frankfurt.

Herausgegeben

von

Dr. Ernst Huth.

Man abonnirt bei allen Buchhandlungen.
Abonnementspreis jährlich 4 Mark.

Die Mitglieder des Naturw. Vereins erhalten die „Monatl. Mittheil.“ gratis.

Inhalt. Originalarbeiten: Roedel: Der gegenwärtige Stand der Kenntniss der Beziehungen der Kräfte zu einander. — Monatsübersicht der meteorologischen Beobachtungen für Mai. — **Naturwissenschaftliche Rundschau.** Physik. Electricität und Mathematik. — Ueber den Gebrauch von Schwefelkohlenstoffprismen zur Erreichung höchster spectraler Auflösung. — Chemie. Künstliche Rubinen. — Darstellung des Natriumbicarbonats. — Zoologie. Stammesgeschichte der Kerfe. — Parasitäre Kastration. — Botanik. Bestäubungsverhältnisse beim Feigenbaum. — Sind Lathraea und Bartsia thierverdauende Pflanzen? — Schutz gegen unliebsamen Insectenbesuch. — **Bücherschau.** Kerner von Marilaun, Gestalt und Leben der Pflanze. — Kirchner, Flora von Stuttgart. — Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. — Vereinsnachrichten. — Anzeigen.

Der gegenwärtige Stand der Kenntniss der Beziehungen der Kräfte zu einander.

Von Ingenieur C. F. Roedel in Frankfurt a. O.

Der Zusammenhang der verschiedenen Naturkräfte und der Materie untereinander, oder vielmehr ihre Abhängigkeit von einander ist schon lange vor Entdeckung des „mechanischen Aequivalents der Wärme“ durch Julius Robert Mayer von Physikern und Philosophen geahnt und ausgesprochen worden; eine wissenschaftliche Begründung jenes Zusammenhanges ist jedoch erst den französischen Ingenieuren Léonhard Sadi-Carnot, dem Vater des derzeitigen Präsidenten der französischen Republik, und Emile Clapeyron vorbehalten gewesen. Sadi-Carnot hat das Verdienst, einen grossen Theil der wichtigsten Elemente geliefert zu haben, welche der heutigen mechanischen Wärmetheorie zur Grundlage dienen. Er würde als der eigentliche Begründer dieser Wissenschaft anzusehen sein, wäre er nicht der in den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts allgemein herrschenden Ansicht gefolgt, dass die Wärme ein besonderer (unwägbarer) Stoff sei und dass bei der Uebertragung derselben von einem Körper auf den andern keine Wärme verloren gehe,

sondern deren Quantität unveränderlich bleibe. Er machte zuerst darauf aufmerksam, dass bei Hervorbringung von mechanischer Wirkung („puissance motrice“ im Gegensatz zu dem modernen „travail mécanique“) Wärme aus einem wärmeren Körper in einen kälteren übergehe und umgekehrt, durch Verbrauch von mechanischer Wirkung Wärme aus einem kälteren in einen wärmeren Körper geschafft werden könne.

Carnot's Zeitgenosse, Clapeyron, begründete auf analytischem Wege höchst scharfsinnig die Gedanken des ersteren und legte damit, soweit es den formellen Theil angeht, das gesammte mathematische Fundament der heutigen mechanischen Wärmetheorie. (s. Rühlmann, Geschichte der Techn. Mechanik I. 450.)

Die unrichtige Auffassung des Wesens der Wärme setzte jedoch weiteren Spekulationen auf diesem Gebiete eine Grenze. Erst als der bekannte Arzt Julius Robert Mayer in seiner Schrift „Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur“ im Jahre 1842 bestimmt aussprach, dass das Wesen der Wärme in Bewegung (molekularen Schwingungen) der Materie bestehe, und nachdem er entdeckt hatte, dass eine ganz bestimmte Beziehung zwischen Wärme und mechanischer Arbeit vorhanden sei, konnte den genialen Gedanken Sadi-Carnot's weittragende Bedeutung gegeben werden. Letzterer hatte sich auf die Arbeiten des Grafen Rumford zu Ende des vorigen Jahrhunderts (Ermittlung der beim Ausbohren von Kanonen erzeugten Wärme) und dessen Zeitgenossen Davy gestützt, welcher den Versuch machte, Eis im luftleeren Raume durch Reibung zu schmelzen.

Durch die Entdeckung Mayer's, die in ihrem Wesen durch die ausgezeichneten Versuche von Youle und Hirn, sowie durch die analytischen Untersuchungen von Clausius, Thomson, Zeuner etc. bestätigt wurden, war ein neuer Zeitabschnitt für die gesammten Naturwissenschaften und für die damit in engster Verbindung stehende Technik gekommen. Kaum eine der grossen Erfindungen und Entdeckungen unseres Jahrhunderts hat so umgestaltend auf die Erkenntniss der Kräfte der Natur und die Anwendung derselben in Theorie und Praxis gewirkt, wie die Entdeckung des mechanischen Wärme-Aequivalents.

Ich habe mir in Nachfolgendem zur Aufgabe gestellt, Ihnen in knapper Form ein Bild von den Errungenschaften zu geben, die jene grosse Entdeckung Mayer's auf ihrer Siegeslaufbahn bis zum heutigen Tage erreicht hat, und habe als Grundlage die Beziehungen der sog. Naturkräfte zu einander gewählt.

Denn nach Mayer's Vorgänge traten die Beziehungen zwischen Kraft und Stoff scharf hervor, wenn es auch einiger Zeit, jedoch noch nicht eines Menschenalters, bedurft hat, um die anfänglich auftretenden Schwierigkeiten zu überwinden. Heute aber ist auf jenem Fundament ein Gebäude errichtet, das trotz seiner Einfachheit einen stolzen, imposanten und vornehmen Eindruck hervorruft und zugleich das schönste und würdigste Denkmal für seinen Begründer ist, dauernder als Erz.

In früheren Zeiten dachte man sich die belebte Natur in geheimnissvoller Weise von Kräften durchzogen; wie z. B. bei den alten Griechen

„eine Dryas lebt in jedem Baum“.

Man glaubte, Kraft und Stoff sei, wenn auch etwas schwach zu einander gehöriges, so doch im Grunde verschiedenes, ja diametral entgegengesetztes. Dem ist aber nicht so! Nach dem heutigen Stande der Erkenntniss der Natur sind Kraft und Stoff etwas absolut untrennbares, beide hängen zusammen, wie Ursache und Wirkung; beide bedingen einander, eins ist ohne das andere nicht denkbar. Den Beweis hierfür soll das Nachstehende erbringen.

Was ist zunächst Kraft?

Jede Ursache einer Wirkung kann als Kraft bezeichnet werden, mag der betreffende Vorgang in der geistigen oder in der materiellen Welt liegen. Demnach liegt jeder Erscheinung, sowie jedem Wechsel oder jeder Aenderung einer Erscheinung eine Kraft zu Grunde, welche den Zusammenhang zwischen der Erscheinung und deren Ursache vermittelt. Kraft kann man demnach das Zwischenglied nennen, welches in Bezug auf die Erscheinung als Ursache, in Bezug auf die Ursache als Wirkung aufgefasst werden kann. Als ein solches Zwischenglied können wir **alle** Kräfte auffassen; ihr eigentliches Wesen entzieht sich jedoch unserer unmittelbaren Wahrnehmung, wie das Wesen der Materie überhaupt. Das Wort „Kraft“ ist demnach nur eine Aushülfe, ein Name für dasjenige, was einer weiteren Erklärung, durch Spekulation oder Experiment, noch entgegensieht, worüber aber die Natur wohl noch lange den geheimnissvollsten Schleier gebreitet halten dürfte. (s. Ritter, Techn. Mechanik V. Aufl. S. 38.)

Ogleich der Ausdruck „Kraft“ für uns nur ein abstrakter Begriff ist, für dessen Vorhandensein wir erst eine materielle Welt voraussetzen müssen; sind wir dennoch in der Lage, die

Grösse wenigstens aller materiellen Kräfte zu bestimmen. Ueber die Grösse der „geistigen“ Kräfte, wie Denkkraft, Willenskraft u. s. w. und deren Bestimmung nach Mass und Zahl wissen wir z. Z. noch wenig. Es ist eine der interessantesten Aufgaben der Physiologie, hier weiter zu forschen; Untersuchungen von Helmholtz, Wundt, E. du Bois-Reymond u. A. haben auf diesem Gebiete bereits anregend und befruchtend gewirkt.

Es soll in Nachstehendem auch nur die Rede sein von den sog. „materiellen“ Kräften, und da die Wirkung jeder Kraft in der Hervorbringung einer Bewegung besteht; so können die genannten Kräfte allgemein als „bewegende Kräfte“ bezeichnet werden, im sprachlichen Gegensatz zu den „geistigen Kräften“, wengleich erwiesen ist, dass die Wirkungen der letzteren ebenfalls in Bewegungen, und zwar bestimmter Nerven etc., bestehen.

Als bewegende Kräfte werden in älteren physikalischen Lehrbüchern aufgeführt: Schwerkraft, Wärme, Elektrizität, Magnetismus, Adhäsion und Kohäsion; zu ihnen gesellen sich: die Muskelkraft, das Licht, die chemische Anziehungskraft, die Kapillarität. Man spricht auch wohl von der bewegenden Kraft des Wassers, des Windes etc.; verwechselt jedoch hierbei Ursache und Wirkung, da die „Kraft“ im ersten Falle meist die Schwere, im letzten die Wärme ist. „Elastische Kraft, sowie die Trägheit der Körper sind, in vorstehendem Sinne, ebenfalls secundäre Kräfte, nämlich die Folgen der Wirkung der Muskelkraft, der Wärme, bezw. der Schwerkraft.

Wie wirken nun die Kräfte?

Wenn die Geschwindigkeit eines materiellen Punktes ihrer Richtung und Grösse nach sich ändert, so müssen wir annehmen, dass die Ursache davon eine Kraft ist, d. h. dass diese Aenderung die Wirkung einer den materiellen Punkt beeinflussenden Ursache ist, welche wir nach der oben gegebenen Erklärung eben Kraft nennen. Jeder Körper, also auch jeder materielle Punkt, jedes Molekül, Atom, hat nach dem Gesetz der Trägheit das Bestreben, Richtung und Geschwindigkeit seiner einmal vorhandenen Bewegung beizubehalten, also gradlinig und gleichförmig seine Bewegung fortzusetzen, so lange dieselbe nicht durch äussere Einflüsse (Kräfte) gestört wird. Man kann diesen Zustand der Trägheit auch als den Beharrungszustand auffassen.

Wir haben täglich unermesslich viele Beispiele für die Wirkung der Kräfte; unsere gesammte Umgebung, die ganze

Natur unterliegt der Aeusserung der Kräfte, Milliarden von Sonnensystemen mit Planeten und Monden unterliegen in ihrem Kreislauf urenigen Gesetzen, deren Beständigkeit und Wahrheit einen der schönsten Beweise gefunden hat in der Entdeckung des Planeten Neptun durch die Berechnung der Bahnablenkung des Planeten Uranus in Folge der Störung der Trägheit des letzteren. Durch die Auffindung des Neptun hat die Wissenschaft einen ihrer herrlichsten Triumphe gefeiert; ermöglicht worden ist erstere aber lediglich durch die Kenntniss von den Wirkungen der Kräfte.

Aus Vorstehendem erhellt, dass die Kräfte in der Natur nicht regellos durcheinander wirken, sondern dass ihr Auftreten durch gewisse Gesetze beherrscht wird, deren Kenntniss es möglich macht, aus dem Auftreten einiger Kräfte Schlüsse zu ziehen auf das gleichzeitige Vorhandensein anderer Kräfte, deren Wirken durch jene bedingt wird. Eins von diesen Gesetzen ist von so grosser Allgemeinheit, dass es zu den Grundpfeilern der Mechanik, wie der Physik gerechnet werden muss. Die Kräfte treten in der Natur nämlich nie einzeln, sondern stets paarweise auf und beide zu einem solchen Paare gehörigen Kräfte haben stets die gleiche Grösse und die entgegengesetzte Richtung. Man nennt dieses Naturgesetz das „Gesetz der Wechselwirkung“. Schon im Sprachgebrauch verwerthet man dieses Gesetz in Ausdrücken, wie Druck und Gegendruck; jedermann erkennt, dass z. B. ein von beiden Händen gespannter Faden auf jede Hand den genau gleich grossen Zug ausübt; daher man von Zug und Gegenzug, allgemein von Wirkung und Gegenwirkung spricht.

Die einfachste Wirkung einer Kraft auf einen Körper ist die Hervorbringung einer gradlinigen Bewegung des letzteren. Bezeichnet p diese Kraft, m die Masse des Körpers, v die erzielte Geschwindigkeit, d. h. den in Folge der Kraftwirkung in der Zeiteinheit (Secunde) zurückgelegten Weg, s den gesammten zurückgelegten Weg, so besteht die Gleichung

$$ps = \frac{mv^2}{2}$$

d. h. in dem Produkt $\frac{mv^2}{2}$ ist die Wirkung der Kraft p auf die Masse m während des Weges s aufgespeichert worden. Hört die Kraft p zu wirken auf, nachdem die Masse m den Weg s zurückgelegt hat, so würde letztere, nach dem Gesetz der Träg-

heit, auf gradliniger Bahn mit der Geschwindigkeit v sich in die Unendlichkeit fortbewegen, wenn keine anderen Kräfte (Widerstände) auf dieselbe einwirken. Das Produkt $\frac{mv^2}{2}$ nennt man deshalb die „lebendige Kraft“ der Masse m .

Das Produkt ps stellt also die Leistung der Kraft p auf einem Wege s dar, man nennt ps die „Arbeit“ (mechanische Arbeit); und insofern die Möglichkeit gegeben ist, durch das Vorhandensein einer Kraft p und einer räumlichen Entfernung s eine mechanische Arbeit zu verrichten, nennt man ps auch „potentielle Energie“. Im Gegensatz hierzu nennt man die durch das Produkt $\frac{mv^2}{2}$ bestimmte lebendige Kraft der Masse m ihre „actuelle Energie“. Beide stehen im Verhältniss der äquivalenten Umwandelbarkeit, derart, dass die Summe beider stets gleich gross ist und dass einem bestimmten Masse potentieller Energie ein gleiches Mass actualer Energie entspricht, vorausgesetzt, dass keine Kraft von aussen zugeführt wird.

Die Gleichung $ps = \frac{mv^2}{2}$ lehrt uns aber auch Folgendes: Hat die Kraft p auf dem Wege s in Bezug auf die Masse m gewirkt, so ist dieselbe als solche anscheinend vernichtet: denn sie ist aufgebraucht worden zur Bewegung der Masse m . Wir sahen aber, dass dafür in der Masse m eine Geschwindigkeit aufgespeichert ist, deren Grösse $\left(\frac{v^2}{2}\right)$ proportional ist jener Kraft p , denn man kann die Gleichung auch schreiben

$$p : \frac{v^2}{2} = m : s$$

Dies lehrt uns, dass die Kraft p nicht verloren gegangen ist, sondern als Geschwindigkeitsvorrath der Masse (m) deren „lebendige Kraft“ ausmacht; die Kraft p ist also in eine andere Form, jedoch von ihrer ursprünglichen Grösse, umgewandelt worden. Wir haben hier die erste einfachste Form der Beziehungen der Kräfte zu einander: das Prinzip der äquivalenten Umwandelbarkeit der Kräfte. Es ähnelt in seinem Wesen dem ersten bedeutungsvollsten Fundamentalsatz der mechanischen Wärmetheorie, nämlich der „Aequivalenz der Wärme und Arbeit“, den Mayer bereits im Jahre 1842 in Bezug auf seine Entdeckung ausgesprochen hat. Helmholtz nennt das letztere Gesetz: das der „Erhaltung der Kraft“ und verwahrt sich in

der zweiten Auflage seiner Rede: „Ueber das Denken in der Medizin“, in Folge eines Angriffs Mayer's, gegen die Auffassung, als ob er unter „Kraft“ die „lebendige Kraft“ verstanden hätte. Letztere Auffassung haben, nach Helmholtz, bereits Leibniz und Newton gehabt.

Der oben gebrauchte Ausdruck Energie ist von den englischen Physikern Thomson, Rankine und Young an Stelle von Kraft verwendet worden und hat sich vielfach Eingang verschafft; es bezeichnet eigentlich „Kraftvorrath“.

Ein klares Bild von der Bedeutung der Ausdrücke „potentielle“ und „actuelle“ Energie giebt die Bewegung eines freischwingenden Pendels. Während der ersten Hälfte der Schwingung nach unten, wo das Pendel unter dem Einflusse der Schwerkraft herabfällt, verrichtet es actuelle Energie, im tiefsten Punkte seiner Schwingung hat es so viel lebendige Kraft, potentielle Energie, aufgenommen, um die zweite Hälfte der Schwingung, nach oben, machen zu können, d. h. wieder actuelle Energie zu verrichten u. s. w. Hier verwandelt sich also in beständigem Wechsel actuelle Energie in potentielle, potentielle in actuelle u. s. w. in stets gleichem Grössenverhältnisse.

Jener Satz von der äquivalenten Umwandelbarkeit der Kräfte hatte bis zur Entdeckung des mechanischen Aequivalents der Wärme nur Bedeutung für die analytische Mechanik; durch jene Entdeckung aber wurde demselben ein ungemein weites Feld seiner Anwendung eröffnet. Bekanntlich zog J. R. Mayer, der im Sommer 1840 als Schiffsarzt nach Java gekommen war, aus der ihn überraschenden Thatsache, dass das venöse Blut, welches er daselbst neuangekommenen Europäern mittelst Aderlasses entzog, eine auffallend hellrothe Färbung zeigte, den Schluss, dass zur Erhaltung einer gleichförmigen Temperatur des menschlichen Körpers die Wärmeentwicklung in demselben zu seinem Wärmeverluste in einem abhängigen Verhältnisse stehen müsse. Mayer schloss weiter, dass der Wärmeverlust des menschlichen Körpers abhängig sei von der Temperatur des ihn umgebenden Mediums, und dass somit, gemäss der Theorie Lavoisier's, nach welcher die animalische Wärme das Resultat eines Verbrennungs-, also Oxydationsprozesses ist, die Wärme-Produktion sowohl, wie auch die Oxydation und demnach auch der Farbenunterschied zwischen arteriellem und venösem Blut in der heissen Zone geringer sein müsse, als in kälteren Gegenden. Hieraus nun schloss Mayer folgerichtig weiter, dass

die vom Organismus hervorgebrachte Bewegung oder Arbeit ebenfalls auf Kosten eines Verbrennungsprozesses erfolge und „dass die vom lebenden Körper erzeugte Wärme mit der dazu verbrauchten Arbeit in einem unveränderlichen Grössenverhältniss stehen muss“. Dieser einfache Satz drückt das Prinzip der Aequivalenz von Wärme und Arbeit aus, dessen Betrag Mayer aus der Arbeit, welche zur Compression der atmosphärischen Luft gebraucht werden muss und aus der dabei entwickelten Wärme auf 365 mkg berechnete, welche Zahl sich aber als viel zu niedrig erwies. Youle gewann das Mass des Wärmeäquivalents mit Hülfe des Experiments, indem er die Wärmezunahme einer bestimmten Wassermenge durch die Reibung eines, in dem Wasser von einer bestimmten Kraft angetriebenen, horizontalen Schaufelrades mass. Er fand dasselbe anfangs zu 417, später zu 424,9 mkg. Sorgfältige Parallelversuche, besonders von Hirn, haben gleichfalls den Betrag von 425 mkg festgestellt, und diese Zahl ist heute eine der wichtigsten auf allen Gebieten der Naturforschung und ihrer praktischen Anwendungen.

Fortsetzung folgt.

Monatsübersicht der meteorologischen Beobachtungen von der Königl. Meteorologischen Station zu Frankfurt a. Oder. Mai 1888.

Monatsmittel des Luftdruckes auf 0° reducirt . . .	757,7 mm
Maximum „ „ am 23. Mai . . .	768,0 „
Minimum „ „ am 14. Mai . . .	747,7 „
Monatsmittel der Lufttemperatur	+12,8° C
Maximum „ „ am 18. 19. Mai .	+32,1° C
Minimum „ „ am 11. Mai . .	+ 1,5° C

Fünftägige Wärmemittel.		Abweichung von der normalen.
Datum.	° C.	
1.— 5. Mai	+10.5	+0.9
6.—10. „	+10.7	—0.2
11.—15. „	+ 8.1	—4.4
16.—20. „	+20.4	+7.1
21.—25. „	+13.7	—0.5
26.—30. „	+13.3	—2.0

In der ersten Dekade war die Temperatur nahezu normal. Fast jeder Tag brachte mässige Niederschläge, welche die zurück-

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: 1889

Band/Volume: [6_1889](#)

Autor(en)/Author(s): Roedel C. F.

Artikel/Article: [Der gegenwärtige Stand der Kenntniss der Beziehungen der Kräfte zu einander 81-88](#)

