

und Gesteinstrümmern von den Gletschern beladen, ihre Bürde niederfallen liessen, als sie zusammengeschmolzen oder gestrandet waren. So gelangten unausgesetzt Blöcke auf den Meeresgrund und konnten von allen Schichten, die sich daselbst, also auch auf den Äsar niederschlugen, umschlossen werden; auch in den tiefsten Lagen der letzteren fehlen die eratischen Blöcke nicht — sie erreichen hier eine Grösse von 4—8 Kubikfuss und unterscheiden sich wohl von den mehr scharfkantigen und eckigen der höheren Etagen durch die Abrundung aller vorragenden Theile, eine leicht erklärliche Erscheinung, da man doch annehmen muss, dass sie denselben Kräften ausgesetzt waren, welche die völlige Abrundung der sie umgebenden kleineren Fragmente bewirkten.

Noch müssen wir, um unsere Skizze zu vervollständigen, die eigenthümlichen natürlichen Vertiefungen erwähnen, die sich in der Oberfläche der Äsar hin und wider finden. Es sind dies Gruben von kreisrundem oder elliptischem Umriss, 10, 30—60 Fuss tief und oft mehrere 100 Fuss im Durchmesser, die sehr ungleichmässig auf den Haupt-Äszügen vertheilt sind, so dass sie auf langen Strecken fehlend, sich anderorts wieder in grosser Menge einstellen. Man darf ihre Entstehung daher nur localen Ursachen, etwa Wasserwirbeln, zuschreiben. In diesen Aushöhlungen sieht man gewöhnlich Ablagerungen von glacialeem wie auch von postglacialeem Thon, der letztere zuweilen so reichlich mit muschelführendem Kies gemengt, dass man von wahren Muschelbänken sprechen kann. Nur selten sind diese Thonschichten die obersten; meist ruhen neuere marine Sedimente auf ihnen, wie Sand oder Schotter, oder noch jüngere limnische Absätze, wie Raseneisenstein oder Torf; zuweilen sind solche Becken selbst heute noch mit stagnirendem Süsswasser erfüllt, — auch diese werden endlich von der in ihnen langsam fortschreitenden Torfbildung 'gänzlich eingenommen werden.

---

## Ueber thierische Wärme.

Vortrag, gehalten von Prof. Dr. M. R. v. Vintschgau in der Sitzung vom 9. December 1869.

Buchner theilt uns in seinem berühmten Werke „Kraft und Stoff“, ein Buch, das viele Anhänger aber auch viele Anfechter fand, folgende interessante Anekdote mit, die den berühmten englischen Ingenieur Georg Stephenson betrifft.

„Am Sonntag, als eine Gesellschaft gerade aus der Kirche zurückgekommen war, stand dieselbe auf der Terrasse in der Nähe des Bahnhofes (Drayton) beisammen und beobachtete einen dahineilenden Eisenbahnzug, welcher eine lange Linie weissen Dampfes hinter sich liess. „Nun,“ sagte Stephenson zu Buckland (dem bekannten theologischen Geologen), „ich habe eine Frage für Euch. Könnt Ihr mir sagen, welche Kraft diesen Zug bewegt?“ — „Nun wohl,“ sagte der Andere, „ich denke, es ist eine von Eueren dicken Maschinen.“ — „Aber, wer treibt die Maschine?“ — „Oh! sehr wahrscheinlich ein tüchtiger Locomotivführer aus Newcastle!“ — „Was meint Ihr zu dem Sonnenlicht?“ — „Wie versteht Ihr das?“ fragte der Doctor. — „Nichts anderes treibt die Maschine,“ sagte der grosse Ingenieur; „es ist Licht, welches seit Zehntausenden von Jahren in der Erde aufgehäuft ist — Licht, welches von Pflanzen eingesaugt wurde und nothwendig war, damit diese während der Zeit ihres Wachstums den Kohlenstoff in festem Zustand überführen konnten, und welches jetzt, nachdem es Jahrtausende lang im Innern der Erde in Kohlenfeldern begraben war, wieder zu Tage gebracht und befreit wird, um den grossen Zwecken der Menschheit zu dienen, wie hier in dieser Maschine!“

Diese Worte bezeichnet Buchner als einen Ausspruch, der ein ganzes und neues Feld der Wissenschaft mit Einemmale beleuchtete und mit Recht, denn die Worte Stephensons stehen im innigsten Zusammenhange mit dem Gesetze der Erhaltung der Kraft, gemäss dessen eine Kraft weder aus nichts erzeugt, noch in nichts übergeführt werden kann, ein Gesetz, welches schon Leibnitzen in allgemeinen Umrissen vorschwebte.

Daniel Bernoulli hat wohl das Princip der Erhaltung der lebendigen Kraft verdeutlicht, ja auch verallgemeinert, aber erst den Arbeiten von R. Mayer in Heilbronn, Joule, Colding, Helmholtz und Holzmann blieb es vorbehalten für dieses Gesetz in seiner gegenwärtigen Form eine umfassende Verallgemeinerung für das ganze Weltall zu finden. In dieser vollendeten Allgemeinheit eröffnete es uns mit Einemmale einen grossartigen Ueberblick über das fortwährende, wechselseitige Ineinandergreifen aller der verschiedenen Naturerscheinungen, die früher vereinzelt und von einander unabhängig zu sein schienen.

Da nun das Gesetz der Erhaltung der Kraft für das gesammte Weltall, also auch für alle lebenden Organismen gilt, so steht es fest, dass diese weder Kraft noch Materie erzeugen oder solche vernichten können und in der That zeigt uns die experimentelle Forschung mit jedem Tage mehr, dass in den Lebensprocessen der Organismen, soweit wir die-

selben kennen, nie und nirgends ein Widerspruch gegen das Princip der Erhaltung der Kraft und Materie zu finden sei. Ich stellte mir nicht die Aufgabe, das erwähnte Gesetz allgemein oder speciell zu erklären oder in seiner Anwendung auf die Physiologie zu demonstrieren, ich erwähnte dessen nur, um einige Corrolarien zu ziehen, die für die thierische Wärmeökonomie von der höchsten Bedeutung sind.

Wenn nun der thierische Organismus, wie es auch festgestellt ist, nicht die Fähigkeit besitzt, seine Kraft aus dem Nichts zu erzeugen, so fragt es sich, welches ist die nächste Kraftquelle des Menschen und des Thieres überhaupt? Es kann keine andere sein, als die Nahrungsmittel und der Sauerstoff der atmosphärischen Luft.

Die tägliche Erfahrung zeigt uns, dass schlecht genährte Last- und Zugthiere sehr wenig leisten, dass schlecht genährte Menschen wenig Kraft entwickeln, dass, je mehr die Nahrungszufuhr beschränkt wird, desto geringer die geleistete Arbeit ist; wird aber vollends die Nahrungszufuhr noch unter ein bestimmtes für verschiedene Thiere verschiedenes Minimum herabgedrückt, so gehen dieselben verhungert zu Grunde.

Es würde mich von dem Kern meines Thema's zu weit abführen, wollte ich hier erörtern, welche Beschaffenheit die Nahrungsmittel haben müssen, dass die Thiere die von ihnen geforderte Arbeit leisten können, herrschen doch darüber unter den Physiologen selbst noch verschiedene Meinungen; dagegen muss ich erwähnen, dass die Nahrungsmittel im thierischen Körper erst oxydirt werden müssen, wenn die Spannkraft, oder auch, wie einige (Fick) sich ausdrücken, „die verfügbare Arbeit“, welche in ihnen enthalten ist, sich in lebendige Kraft umwandeln soll. Der Sauerstoff der Luft, der durch die Respirationsorgane aufgenommen wird, muss sich unmittelbar oder mittelbar mit den Nahrungsmitteln verbinden, dieselben oxydiren, es muss, kurz gesagt, im thierischen Organismus ein Verbrennungsprocess vor sich gehen; in dieser Richtung angestellte Versuche haben ergeben, dass die Menge Sauerstoff, die ein erwachsener Mensch von 130 Pfund täglich verbraucht, sich auf 700 bis 1000 grm., also jährlich auf 256 bis 365 Kilo beläuft.

Durch diesen Verbrennungsprocess, welcher im thierischen Organismus vor sich geht, unterscheidet sich derselbe eben im Grossen und Ganzen von dem pflanzlichen, bei dem bekanntermassen vorzüglich ein Desoxydationsprocess vor sich geht, weshalb auch einige Physiologen die Thiere als oxydirende, die Pflanzen als desoxydirende Organismen definiren.

Nach dem Gesagten hat also der nicht mehr neue Vergleich des thie-

rischen Organismus mit einer Dampfmaschine in der That eine Berechtigung, indem in dieser das Holz, die Steinkohle ebenso oxydirt werden, wie in jenem die Nahrungsmittel, d. h. durch die Verbrennung des Holzes, der Kohle wird, wie Stephenson sich ausdrückt, das aufgespeicherte Sonnenlicht frei, mit andern Worten, es wird die Sonnenwärme, welche in den Pflanzen in Form der verschiedenartigsten organischen Verbindungen als Spannkraft angesammelt ist, wieder frei gemacht.

Die Menge der lebendigen Kraft, die ununterbrochen von der Sonne in Form der Wärme- und Lichtstrahlen auf unsere Erde gelangt, ist ungemein gross; die von verschiedenen Forschern vorgenommenen Messungen können bloß eine beiläufige Vorstellung davon geben, an deren Hand wir uns einigermaßen über die Grösse der Kraftmenge zu orientiren im Stande sind, die täglich der Sonne entströmt, und von den Pflanzen theilweise in Spannkraft umgewandelt wird. Nach den von Althans\*) vorgenommenen pyrheliometrischen Messungen würde bei der vollständigen Absorption der Wärmestrahlen ein Kubikmeter Wasser in 24 Stunden auf 54° 35712 C. erwärmt werden; wenn man nun den Querschnitt der Erde kennt, so lässt sich berechnen, dass in je 24 Stunden von der Sonne gegen den ganzen Erdquerschnitt also im gleich grossen Strahlenquerschnitt eine solche Wärmemenge ausstrahlt, dass dieselbe im Stande wäre, ungefähr 92 $\frac{1}{2}$  Billionen (92.601.000.000.000) Kubikmeter Eis zu schmelzen, oder ungefähr 11 Billionen (10.851.662,000.000) Kubikmeter Wasser von 0° C. in Dampf von 100° C. zu verwandeln.

Wir sehen also, dass Liebig vollkommen Recht hatte, als er vor einer Reihe von Jahren in seinen chemischen Briefen sagte: „Die Wärme, womit wir unsere Wohnräume erwärmen, ist Sonnenwärme, das Licht, womit wir sie erleuchten, ist von der Sonne geliehenes Licht.“ Ja man kann auch noch dem weiteren Ausspruche Liebig's beipflichten, der da lautet: „In den Nahrungsstoffen empfängt der Mensch seinen Leib und täglich in seiner Speise eine Summe von aufgespeicherter, der Sonne entliehener Kraft und Wärme, welche wieder zum Vorschein kommen und wirksam werden, wenn sie in dem Lebensprocess anderorts wieder werden, was sie waren, wenn die belebten Gebilde wieder in ihre ursprünglichen Elemente zerfallen.“ Zur vollen Würdigung dieser Worte wolle man bedenken, dass sich ja schliesslich alle Thiere in letzter Instanz vom Pflanzenreich ernähren; denn wenn wir auch für gewöhnlich die animalische Kost

---

\*) Poggendorff's Annalen 1853.

der pflanzlichen vorziehen, so haben dagegen jene Thiere, von denen wir zumeist unsere Nahrung entlehnen, einen Theil des Verdauungsgeschäftes für uns verrichtet: die pflanzenfressenden Thiere haben die Spannkraft der Pflanzen theilweise in lebendige Kraft umgewandelt, theilweise aber in Form des Fleisches und Fettes in ihrem Körper aufgespeichert, als eine Spannkraft, die endlich den Menschen oder den fleischfressenden Thieren zu Gute kommt. Auf Grund dieser Thatsachen können wir in unserer Deduction noch weiter gehen und behaupten, dass die Pflanzenwelt vor der Thierwelt existirt haben müsse und anderseits dass, wenn die gesammte Pflanzenwelt aussterben würde, dies auch in kurzer Zeit den Untergang der Thierwelt mit sich brächte.

Es ist leicht einzusehen, dass die Wärme, die sich in Folge einer Verbrennung entwickelt, immer dieselbe bleiben wird, mag nun diese Verbrennung langsam oder rasch vor sich gehen; die Wärmemenge, welche z. B. durch die Verbrennung eines Ctr. Kohle zu Stande kommt, wird immer die gleiche bleiben, mögen wir die ganze Kohlenmenge auf einmal oder bloß pfundweise verbrennen, vorausgesetzt, dass in beiden Fällen die Verbrennung eine vollständige ist; der einzige Unterschied besteht nur darin, dass sich im ersten Falle die Wärmemenge binnen einer kürzeren Zeit entwickelt, während sie bei der langsamen Verbrennung auf einen sehr grossen Zeitraum vertheilt wird.

Im thierischen Organismus geht die Oxydation der Nahrungsmittel verhältnissmässig langsam vor sich und man findet zugleich, dass nur wenige Substanzen vollständig verbrannt werden, so dass es für die Bestimmung jener Wärmemenge, die dem Körper wirklich zu Gute kommt, nöthig ist, von der Wärmesumme, welche durch die vollständige Verbrennung der Ingesta (Nahrungsmittel) geliefert wird, jene abzuziehen, die durch die vollständige Verbrennung der Egesta (Excretionsstoffe) geliefert würde. Diese Gleichung kann aber nur dann Geltung haben, wenn in der That die Verbrennungswärme eines Körpers einzig und allein von den Anfangs- und Endzuständen desselben Körpers abhängt und die Art und Zahl der Mittelstufen, die zwischen den beiden Endgliedern gelegen sind, keinen Einfluss haben. Diese Relation ist aber wiederum eine nothwendige Folgerung aus dem Principe der Erhaltung der Kraft und erlangte auch durch die experimentellen Untersuchungen ihre thatsächliche Bestätigung.

Es sei hier auch noch weiter erwähnt, dass in jenen Fällen, in welchen auf Kosten der Wärme Arbeit geleistet wird, eine der geleisteten Arbeit proportionale Wärmemenge verbraucht wird, eine Thatsache, die bekannt ist als das Gesetz des mechanischen Wärmeäquivalents, das zu-

erst von R. Mayer in Heilbronn begründet wurde, aber erst in den letzten Jahren durch die Bemühungen mehrerer Physiker eine hohe Ausbildung erreichte.

Es fragt sich nun, ob denn diese Gesetze, die wir hier nur flüchtig berühren konnten, auch für die Vorgänge im thierischen Organismus Geltung haben. Kein Physiologe zweifelt gegenwärtig daran, nur war man bis jetzt noch nicht im Stande, deren Gültigkeit mit jener Exactheit zu beweisen, wie es in der Physik der Fall ist.

Ich kann auf die Einzelheiten dieser Frage nicht weiter eingehen, da ich noch eine andere keineswegs minder wichtige berühren möchte, die nämlich, ob im thierischen Organismus die mechanische Kraft erst auf dem Umweg der Wärmeerzeugung gewonnen wird. Bei der Betrachtung des thierischen Organismus finden wir in demselben keine Vorrichtung, durch welche die in Folge der Oxydation erzeugte Wärme auf eine ausdehbare Substanz übertragbar wäre, und können darum mit Bestimmtheit behaupten, dass in den Muskeln bei der Umwandlung der Spannkraft in mechanische Arbeit die Wärme durchaus nicht das Mittelglied bilden kann. Wir können daher in diesem Punkte unseren Vergleich des thierischen Organismus mit einer Dampfmaschine nicht mehr aufrecht halten. Da die Muskeln, wie wir bald sehen werden, elektromotorisch wirken, so könnte man die Vermuthung aussprechen, dass in denselben aus den chemischen Processen mechanische Arbeit unter Vermittlung der Elektrizität zu Stande käme, so dass die Elektrizität das Zwischenglied bilden würde und die Muskeln mit einer elektrodynamischen Maschine verglichen werden könnten.

Endlich läge immerhin auch noch die Möglichkeit vor, dass die mechanische Arbeit direct aus dem chemischen Umsatz in den Muskeln ohne irgend ein anderes Zwischenglied entstünde.

Mögen künftige Experimente diese Frage wie immer entscheiden: das steht fest, dass die lebendige Kraft, in welcher Form sie sich immer im Organismus zeigt, aus der unmittelbaren oder mittelbaren Oxydation der Nahrungsmittel her stammt.

(Fortsetzung folgt).

---

## Literatur - Berichte.

**Physik.** Eine der letzten Nummern der Zeitschrift: „Der Naturforscher“ bringt eine Notiz über die Ergebnisse neuerer magnetischer Untersuchungen unter der Ueberschrift: „Die Grenzen der Magnetisirbar-

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1870

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Vintschgau M.R.

Artikel/Article: [Ueber thierische Wärme. 27-32](#)