

I. Aus dem Zwischenmittel „Firstenstein“ des obern Kohlenflötzes im Břaser Becken:

1. *Alethopteris cristata*. Gutb. Bei Wranowic.
2. *Cyatheetes aequalis*. Brongn. Bei Wranowic.

II. Aus dem Hangendschiefer des obern Kohlenflötzes im Břaser Becken:

3. *Pinnularia capillacea*. Lindl. & Hutt. In mehreren Exemplaren von Wranowic.
4. *Schizopteris Guthieriana*. Presl. Ebendasselbst.
5. *Alethopteris Serlii*. Brongn. In mehreren Exemplaren bei Wranow.

III. Aus dem Hangenden des unteren Kohlenflötzes:

6. *Sphenopteris asplenites*. Gutb. (*Asplenites elegans* Ettgsh.) Ein kleines Bruchstück aus dem Chomler Steinbruche.

Nachforschungen in dem Klein-Přileper Steinkohlenbecken bei Beraun haben im Allgemeinen bisher nur eine geringe Anzahl von Pflanzenresten, darunter: *Alethopteris Serlii*, *Sphenopteris obtusiloba*, *Lepidophlojos larinum*, *Lepidostrobus*, *Calamites*, *Cordaites* etc., zumeist in wenig deutlich erhaltenen Abdrücken, auf fester Gesteinsunterlage zu Tage gefördert.

Ueber die Begründung der mechanischen Wärmetheorie durch Grafen von Rumford.

Von Prof. Gustav Schmidt in Prag.

(Schluss von S. 47.)

Der berühmte Chemiker Bertholet machte den sehr schwachen Versuch, Rumford's Ansicht damit zu widerlegen, dass er die Entwicklung der Wärme der Verminderung des Volums durch den Druck zuschrieb, also so etwa wie man aus einem feuchten Schwamm durch Druck Wasser auspressen kann. Hierauf antwortet aber Graf Rumford sehr richtig:

„Wenn man auch wirklich (was jedoch noch lange nicht erwiesen ist) annimmt, dass das blosse Zusammenpressen eines Metalls hinreichend sei, den darin befindlichen Wärmestoff herauszudrücken, so würde doch die Erklärung jener Erscheinung wenig oder gar nicht gefördert werden, denn die Verdichtung des Metalls würde in kurzer Zeit den höchsten Grad erreichen; und wenn sich hiebei auch noch so viel Wärmestoff aus dem Metall entwickelt hätte, so würde sich derselbe dennoch nur allzubald vertheilen müssen. Die rotirenden Oberflächen hingegen geben immerfort Wärme von sich und zwar immer in derselben Menge.

Es lässt sich leicht die Wärmemenge berechnen, welche bei Rumford's Versuch in einer Stunde entwickelt wurde, wenn man die Annahme

macht, dass der Reibungscoefficient von Messing auf Messing im Wasser ≈ 0.18 ist. Ist nämlich $r = 0.0381$ Meter der Halbmesser der Halbkugel, $P = 4536$ Kilogramm der Druck, so ist die Arbeit bei einer Umdrehung $\approx \frac{4}{3} \mu \pi r P = 130^{\text{mk}}$, also in einer Minute $\approx 4160^{\text{mk}}$ und in einer Stunde 249600^{mk} , welche nach unserer jetzigen Kenntniss des mechanischen Wärmeäquivalentes $\frac{249600}{423} = 590$ Calorien liefern sollen, womit 5.87 Kil. Wasser vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt erwärmt werden können. Rumford's Versuch hat dagegen ergeben, dass in einer Stunde nur 4.823 Kil. Wasser mit der entwickelten Wärme vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt erwärmt werden konnten.

Die Differenz rührt wohl vorzugsweise von den Wärmeverlusten durch Ausstrahlung u. dgl. und zum Theil wohl auch daher, dass die Reibungsflächen schon gut eingelaufen waren, in welchem letzterem Falle in obiger Formel der Factor $\frac{4}{3}$ durch die Einheit zu ersetzen wäre, wodurch sich das Resultat selbst bei der Annahme $\mu = 0.2$ auf 4.9 reducirt hätte. Rumford's Angabe ist daher vollkommen glaubwürdig und er bemerkt dazu, dass die sich reibenden Flächen in einer Stunde 0.1075 Kilogramm Metallstaub lieferten, während die feste Metallmasse 51.316 Kilogramm wog. Hienach würde die ganze Metallmasse in $477\frac{1}{2}$ Stunden oder nahe 20 Tagen zerrieben werden, und die hierbei entwickelte Wärmemenge würde nach Rumford's Berechnung hinreichen, um eine Metallmasse zu schmelzen, welche sechzehnmal schwerer wäre, als die beim Experiment verwendete. „Ist es wohl denkbar“, sagt Rumford, „dass diese ungeheure Quantität Wärmestoff in diesem Körper wirklich vorhanden sein konnte? Woher also der Wärmestoff, den der Apparat in so reichlicher Masse verschafft haben soll? Diese Frage überlasse ich denjenigen zur Beantwortung, die an das wirkliche Dasein des Wärmestoffes glauben.“

Im Sommer 1800 machte Rumford eine Reise nach Schottland und hielt sich bei dieser Gelegenheit einige Monate lang auf der damals hochberühmten Universität Edinburg auf. Dasselbst wiederholte er mit den dortigen Professoren das Experiment von Pictet mit zwei metallenen gegen einander gekehrten Hohlspiegeln von 15" Durchmesser in 16 Fuss Abstand, in deren einem Brennpunkt ein kalter Körper gebracht wurde, während im anderen Brennpunkte ein empfindliches Luft-Thermometer befestigt war. Dasselbe fing alsogleich zu fallen an, während es ein klein wenig vom Brennpunkt entfernt durchaus keine Veränderung zeigte. Rumford drückte seine Meinung hierüber in folgenden Worten aus: „Es ist nicht möglich,

dass der Wärmestoff wirklich existirt. Die Mittheilung der Wärme und die Mittheilung des Schalles scheinen völlig analog zu sein. Der kalte Körper unter dem einen Brennpunkte nöthigt den warmen Körper (das Thermometer), welcher sich unter dem anderen Brennpunkte befindet, seine Tonhöhe (note) zu verändern.

Zu Anfang des Jahres 1802 wurde Rumford wieder nach Baiern zurückberufen. Hier machte er zahlreiche Versuche über die Fortpflanzung der Wärme und Kälte durch Strahlung und bemerkt „dass es, seiner Einsicht nach, äusserst schwer sein dürfte, auch nur ein einziges dieser Resultate mit der Hypothese zu vereinbaren, welche die neueren Chemiker in Betreff der Materialität der Wärme annehmen. Dass damals eben die Hypothese von der Materialität der Wärme als die neue angesehen wurde, zeigt insbesondere eine Stelle in einem späteren Memoire, welches Rumford am 25. Juni 1804 in dem französischen National-Institut vorlas und worin es heisst: „Jene berühmten Gelehrten in Frankreich, die vor etwa 25 Jahren (also circa 1780) die damals ganz neue Hypothese in Hinsicht des Wärmestoffes zuerst in Umlauf brachten, liessen es sich gar nicht einfallen, das Dasein dieses Stoffes als erwiesen anzunehmen, sondern sie erwähnen desselben stets mit jener bescheidenen Zurückhaltung, wodurch Männer von seltenen Kenntnissen und Einsichten von jeher vor anderen sich auszeichneten. Sie bedienen sich des Ausdruckes „Wärmestoff“ mehr in der Absicht, Umschreibungen zu vermeiden und sich über wissenschaftliche Gegenstände auf eine kürzere Art auszudrücken, als in der Absicht, eine neue Meinung zu begründen.

Mit welcher Klarheit Rumford diese neue Hypothese von der Materialität des Wärmestoffes bekämpfte, welche später in Oesterreich besonders von dem Chemiker Professor Meissner unter allerdings geistreicher Aufhäufung von Hypothesen bis ins Uebermass cultivirt wurde, mögen folgende Citate zeigen, welche dem Schlusse der Beschreibung der ob-erwähnten, in Baiern ausgeführten Experimente entlehnt sind. „Die Ausdrücke warm und kalt, so wie schnell und langsam, bezeichnen bloss relative Begriffe; und so wenig Bewegung und Ruhe auf irgend eine Art mit einander im Verhältniss stehen, eben so wenig findet dergleichen zwischen einem gewissen Grade der Wärme und der absoluten Kälte, d. i. einer gänzlichen Entfernung der Wärme statt.

Es kömmt mir wahrscheinlich vor, dass Bewegung zu den wesentlichen Eigenschaften der Materie gehört und dass in der ganzen Natur gar kein Ruhezustand statt findet.

Eine Menge gewöhnlicher Naturerscheinungen scheint anzuzeigen,

dass die Bestandtheile aller und jeder Körper überhaupt unter sich selbst unaufhörlich bewegt werden und dass diese Bewegungen einer Vermehrung oder Verminderung fähig sind, woraus sodann die Wärme, oder vielmehr die Temperatur der Körper entsteht.

Nehmen wir nämlich an, die Wärme bestehe bloss aus Bewegungen, die in den Bestandtheilen eines Körpers vorgehen (eine uralte Hypothese, die mir von jeher sehr wahrscheinlich vorgekommen ist), und denken wir uns einen warmen Körper, so werden die schnell auf einander folgenden wellenförmigen Bewegungen, welche vermittelt der schnellen Vibrationen des warmen Körpers in der ihn umgebenden ätherischen Flüssigkeit entstehen, nunmehr auf die in der Nähe desselben befindlichen kälteren Körper als wärmmachende Strahlen wirken, so wie hingegen die langsameren wellenförmigen Bewegungen, welche durch die Vibrationen dieser kälteren Körper hervorgebracht werden, ihre Wirkungen auf den warmen Körper als kaltmachende Strahlen äussern. Diese gegenseitigen Wirkungen werden mit immer mehr abnehmender Intensität so lange fort dauern, bis endlich der warme Körper und die denselben umgebenden kälteren Körper vermöge dieser gegenseitigen Wirkungen einerlei Temperatur erlangen, oder bis ihre Vibrationen isochronisch geworden sind.

Zufolge dieser Hypothese hat man eben so wenig Ursache, die Kälte für die Abwesenheit der Wärme zu halten, als ein tiefer Ton von der Abwesenheit eines höheren zeigt; auch liegt gar nichts Absurdes darin, wenn man Strahlen annimmt, welche die Kälte hervorbringen, und in den Begriffen wird dadurch nicht die mindeste Verwirrung verursacht.

Gegen dieses System der Annahme einer im Innern der Körper unaufhörlich fort dauernden Bewegung lässt sich keineswegs der Einwurf machen, als wenn bei so bewandten Umständen die Theilchen der Körper nicht genugsamen Spielraum hätten; denn wir haben hinlängliche Ursache zu vermuthen, dass, wenn es auch wirklich dichte unzzertheilbare Partikeln gibt (was noch immer sehr zu bezweifeln ist), diese Partikeln doch im Verhältniss des Raumes, welchen sie einnehmen, so klein sein müssen, dass zwischen ihnen für alle möglichen Arten von Bewegungen hinlänglicher Platz ist.

Wenn nun die Bewegungen unter den Theilchen eines Körpers vermindert werden, so lässt sich vernünftiger Weise hieraus schliessen, dass die Elongationen der Partikeln kleiner werden und dass folglich der ganze Körper an seinem Volumen verliert.

Wenn aber die Bewegung dieser Theilchen vermehrt würde, so

könnten wir hieraus a priori schliessen, dass das Volumen des Körpers mehr ausgedehnt werden würde.“

Diese Ansichten sind in hohem Grade übereinstimmend mit jenen, welche neuester Zeit gang und gäbe geworden sind, nur möchten wohl die jetzigen Physiker zu der Ansicht neigen, dass nicht die Anzahl der Schwingungen in der Secunde, sondern die durchschnittliche Geschwindigkeit oder vielmehr lebendige Kraft des schwingenden Theilchens seine Temperatur bestimmt, dass also die Temperatur nicht mit der Höhe, sondern mit der Stärke eines hörbaren Tones zu vergleichen sei.

Zu derselben Ansicht kommt aber auch Rumford gegen Ende der „Untersuchungen über die Beschaffenheit der Wärme“, wo er sagt:

„Es gibt Fälle, die uns Veranlassung geben könnten, zu vermuthen, dass die Farbe von der Anzahl jener Pulsationen abhängt, aus welchem das Licht bestehen soll, und dass die Wärme, welche sie hervorbringen, sich genau so verhalte wie ihre Stärke.“

In dem früher erwähnten Memoire vom Jahre 1804 sagt Rumford betreffs der strahlenden Wärme:

„Wenn wir die Existenz einer äusserst elastischen Flüssigkeit, des Aethers, annehmen, die im ganzen Weltall jeden Raum ausfüllt, nur den nicht, welchen die zerstreuten Theilchen der ins Gewicht fallenden Körper einnehmen, so ist leicht zu erachten, dass die Bewegungen der Bestandtheile solcher Körper, die in die Sinne fallen, in dieser Flüssigkeit (nämlich in dem Aether) wellenförmige Bewegungen verursachen müssen und dass die wellenförmigen Bewegungen dieser Flüssigkeit hinwiederum auf die Bewegungen der Bestandtheile jener Körper sehr merklich wirken und sie modificiren können.“

Es ist auffallend, dass sich Graf Rumford beim Niederschreiben dieser Worte nicht seines Erstaunens über ein von ihm im Sommer 1785 gemachtes Experiment erinnerte, dessen Resultat er in der „historischen Uebersicht der Experimente über die Wärme“ mit der Bemerkung begleitet, dass er schlechterdings nicht einsehe, wie sich die Wärme auf zwei von einander ganz verschiedene Wegen mittheilen könne. Er hatte nämlich ein Thermometer mittelst eines sehr dünnen seidnen Fadens in der Mitte einer Glasflasche aufgehängt, welche so hoch war, dass sie das Thermometer ganz in sich enthalten konnte und welche durch geschickte Manipulation mittelst einer an die Glasflasche angeschmolzenen Barometerröhre, die nach Herstellung des Vacuums wieder abgeschmolzen wurde, vollkommen luftfrei gemacht wurde. Brachte man nun die Flasche zuerst in Wasser von 18° R. und nach gehörig langer Zeit in kochendes

Wasser, so pflanzte sich die Wärme durch das Vacuum fort, aber es dauerte doppelt so lang, bis das Thermometer auf 27, 44 Grad etc. stieg, als dies der Fall war, wenn die Flasche mit Luft erfüllt war.

Die Erklärung ist einfach diese, dass im Vacuum die Fortpflanzung der Wärme nur durch Strahlung, nämlich durch Vibration des Aethers erfolgt, der seinerseits die Thermometerkugel und ihren Inhalt in verstärkte Schwingung versetzen muss, während im luftgefüllten Raume die Fortpflanzung nicht nur durch Strahlung, sondern überdies durch directe Mittheilung von Seite der circulirenden Lufttheilchen erfolgt, welche an den erwärmten Wandungen aufsteigen und an dem Thermometer als kühlestem Ort niedersinken, um fortwährend wärmeren Theilchen Platz zu machen.

Auch die Entdeckung, dass die Luft kein directer Leiter der Wärme ist, sondern nur durch die eben erwähnte Circulation die Mittheilung der Wärme bewirkt, wurde vom Grafen Rumford gemacht*), und 1794 machte er die ersten Beobachtungen und bald darauf die umfassendsten Versuche, welche bewiesen, dass auch das Wasser ein Nichtleiter der Wärme sei und nur durch eine ganz analoge Circulation wie bei der Luft die Mittheilung der Wärme erfolge. Alle Mittel, welche diese Circulation hemmen, vermindern auch die Wärmefortpflanzung oder erhöhen die hiezu erforderliche Zeit. Solche Mittel sind entweder der Art, dass sie den Grad der Flüssigkeit vermindern, wie beigemengte Stärke, oder solche, welche bloss mechanisch die innere Bewegung der Wasserpartikelchen brechen, wie z. B. Eiderdunen. Neun Procent Stärke oder Eiderdunen erhöhen die Zeit der Wärmemittheilung um circa 50%. Gedämpfte Aepfel, welche nach Rumford aus 98 Theilen Wasser und 2 Theilen fibrösem Stoff bestehen, erfordern sogar um 70% grössere Zeit als reines Wasser, und es ist gewiss interessant zu hören, dass diese wichtigen Versuche zuerst dadurch angeregt wurden, dass sich Rumford an einer Aepfel-Pastete den Mund verbrannte.

Es charakterisirt diesen grossen Naturforscher, dass ihm solche alltägliche Beobachtungen den Anlass zu seinen wichtigsten Entdeckungen lieferten, so wie auch die früher erwähnten Versuche über die durch Friction erzeugte Wärme aus der Beobachtung entsprangen, dass beim Kanonenbohren die Kanone warm wird und die abfallenden Späne heiss sind, eine Beobachtung, die er 1798 machte, als er die Oberaufsicht des Kanonenbohrens im Zeughause zu München hatte. Er liess sofort an dem verlorenen Kopfe einer Kanone einen hohlen Cylinder mit dickem Boden herstellen, der durch einen genügend starken Zapfen in Verbindung mit

*) Philosophical Transactions. 1792.

der Kanone blieb, um durch das Kanonenbohrwerk in Rotation versetzt werden zu können, während ein mit 4536 Kil. an den Boden gepresster stumpfer Stahlbohrer an dem Boden eine so grosse Reibung bewirkte, dass durch die entwickelte Wärme, bei 32 Umdrehungen in der Minute, das Wasser in dem um den Cylinder angebrachten Wassergefäss nach $2\frac{1}{2}$ Stunden zum Kochen gebracht wurde, worüber das Staunen der Umstehenden über alle Beschreibung gross war.

Rumford begnügte sich keineswegs mit diesem Schauversuche, sondern ermittelte die einzelnen Wärmemengen, welche in das Wasser, in das Metall des Cylinders und in die eiserne Stange mit dem Bohrer übergingen, und reducirte diese 3 Wärmemengen auf das Quantum Wasser, welches durch dieselben vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt gebracht werden könnte. Er berechnet diese Wassermengen beziehungsweise mit 6·895, 4·704 und 0·458, zusammen mit 12·057 Kil. in $2\frac{1}{2}$ Stunden, oder per Stunde 4·823 Kil. Wasser, ohne Rücksicht auf die während des Versuchs in dem hölzernen Wasserkasten angehäuften und anderweitig verlorene Wärme.

Rumford bemerkt hiezu, „dass die Maschinerie sehr leicht durch Ein Pferd in Bewegung erhalten werden konnte“ (obwohl er 2 Pferde angewendet hatte). Die Nutzleistung eines Pferdes am Göpel wird mit 44 Meterkilogramm per Sec. angenommen. Das gibt per Stunde 158400 Meterkilogramm, und da wir jetzt wissen, dass 423 Meterkilogramm Arbeit eine Calorie liefern, so würden mit einem Pferde per Stunde $\frac{158400}{423} = 374$ Calorien entwickelt werden, welche hinreichen, um 3·73 Kil. Wasser vom Gefrierpunkt zum Siedepunkt zu bringen. Da jedoch die Leistung factisch 4·82 Kil. war, so ist recht wohl erklärlich, warum Rumford eben 2 Pferde anwendete, weil sich eines mehr als gewöhnlich hätte anstrengen müssen.

Spätere Versuche Rumford's, bei welchen die mechanische Leistung genau bestimmt wurde, ergaben, dass durch je 1034 Fusspfund englisch eine englische Wärmeeinheit producirt werde, durch welche ein engl. Pfund Wasser um 1 Grad Fahrenheit erwärmt werden kann. Da nun ein engl. Fuss = 0·30479 Meter ist, so wären nach jener Angabe auch $1034 \times 0·30479$ Meterkilogramm nöthig zur Erzeugung der Wärmemenge, durch welche ein Kilogramm Wasser um 1° Fahrenheit d. i. um $\frac{100}{180}$ Grad Cels. erwärmt werden kann, folglich ist zur Erzeugung einer französischen Wärmeeinheit die Arbeit von $1034 \times 0·30479 \times 1·8 = 567$ Meterkilogramm erforderlich. Rumford erklärt aber ausdrücklich sein Resultat zu

gross, weil ein Theil dieser Arbeit auf die nicht zu beobachtenden Wärmeverluste entfällt. Nach den von Joule in den Jahren 1840 bis 1849 angestellten Versuchen ergab sich das mechanische Wärmeäquivalent mit 423.5 statt mit obigen 567 Meterkilogramm.

Nach den dargestellten Leistungen des Grafen Rumford ist es geradezu unbegreiflich, dass es dem deutschen Arzte Dr. J. R. Mayer in Heilbronn vorbehalten blieb, im Jahre 1842 zuerst den Ausspruch zu thun: „Wärme und Arbeit sind äquivalent“, und dass erst von diesem Zeitpunkte an die Annahme des Wärmestoffes für unhaltbar erkannt und auf die uralte Hypothese (wie Rumford sagt) zurückgegangen wurde, dass Wärme nichts anderes sei, als moleculare Bewegung. Gegenwärtig erfreut sich diese Hypothese bereits einer ziemlich ansehnlichen mathematischen Durchbildung und ist in rascher Entwicklung begriffen, an der sich alle grossen Nationen betheiligen.

Nachträgliche Notizen zu den Characeen Oesterreichs.

Vom Freiherrn Prof. H. v. Leonhardi.*)

Herr Karl Stoitzner, Lehrer in Jvečevo bei Vûćin in Slavonien, der eifrige Pilzbotaniker, wird seine Aufmerksamkeit nun auch den Characeen zuwenden. Es ist daher zu erwarten, dass durch ihn alsbald für die dortigen Gegenden, sowie für Serbien, wo er die Ferien zuzubringen pflegt, Neues bekannt werden werde. Bis jetzt sind in Slavonien nur erst drei Characeentypen nachgewiesen, immerhin mehr als in Vorarlberg, in Krain, in der Militärgrenze und in — Schlesien; in Serbien, wie in Kroatien und der Bukowina noch gar keine. Was ein eifriger Botaniker selbst oder durch Anregung Anderer zu leisten vermag, hat Dr. Herbig gezeigt; denn in Galizien sind durch ihn und seine Freunde 9 Typen, die gleiche Zahl wie in dem mehr als doppelt so grossen Ungarn, nachgewiesen. Von in neuester Zeit nachgewiesenen, für einzelne Länder neuen Arten sind

*) Vorliegende Bemerkungen beziehen sich auf des hochgeschätzten Hrn. Verfassers vor einigen Jahren herausgegebene grössere Monographie: Die bisher bekannten österreichischen Armeleuchtergewächse (Characeen) vom morphogenetischen Standpunkte betrachtet (Prag bei Tempsky 1864), von welchem Buche wir in der Lotos-Zeitschrift (1864. XIV. Jahrg. August. S. 117—125) eine ausführliche eingehendere Besprechung geliefert haben.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1869

Band/Volume: [19](#)

Autor(en)/Author(s): Schmidt Gustav

Artikel/Article: [Ueber die Begründung der mechanischen Wärmetheorie durch Grafen von Rumford. 55-62](#)