

# Berichte

über die

## Monatsversammlungen im Vereinsjahre 1886.

---

### 1. und 2. Monatsversammlung am 16. und 23. Jänner 1886.

In diesen Versammlungen, welche im großen Auditorium des physikalischen Institutes stattfanden, hielt der Vereinspräsident Professor Dr. **Albert v. Ettingshausen** Vorträge über „Kabeltelegraphie“.

Es wird zunächst das Wesen der Ansammlungs-Apparate erörtert und durch Versuche mit einem großen Platten-Condensator gezeigt, dass ein solcher bedeutend größere Elektrizitätsmengen aufzunehmen vermag, als eine einzeln stehende Platte; es werden dabei die Begriffe „Spannung der Elektrizität“ und „Capacität eines Ansammlungs-Apparates“ eingeführt. Die von einem Condensator aufgenommene Elektrizitätsmenge ist durch das Product aus Capacität und elektrischer Spannung gegeben. Sodann werden die gebräuchlichsten Ansammlungs-Apparate näher beschrieben und einige Versuche mit solchen (Franklin'sche Tafel, Blitztafel, Leydner Flasche und Batterie) angestellt.

Um die in einem Condensator angesammelte Elektrizitätsmenge zu messen, bedient sich der Vortragende eines Spiegel-Galvanometers mit zahlreichen (26.000) Windungen feinen Drahtes. Die Bewegungen der Magnetaedel, die in einer kupfernen Dämpferhülle schwebt, werden hierbei objectiv auf eine Scala projiciert. Die von galvanischen Elementen gelieferte, zur Ladung eines Condensators dienende Elektrizität durchströmt die Galvanometerrollen und veranlasst einen vorübergehenden Ausschlag der Magnetaedel, welcher ein

Maß für die in den Condensator einströmende Elektrizitätsmenge (Strommenge) ist; ebenso lässt sich die bei der Entladung des Condensators aus demselben herausfließende Elektrizitätsmenge messen. Als Ansammlungs-Apparate werden nacheinander verwendet: eine aus 12 großen Leydner Flaschen bestehende Batterie, ein aus 20 Staniolblättern mit zwischengelegten Glimmerscheiben hergestellter Condensator, endlich ein solcher aus etwa 1000 Staniolblättern mit Zwischenlagen aus paraffiniertem Papier bestehender; letzterer besitzt eine Capacität, welche die der großen Leydner Batterie vielemale übertrifft. Indem nun die Anzahl der zur Ladung des starken Condensators verwendeten galvanischen Elemente variiert wird, kann durch die Beobachtung der Galvanometer-Ausschläge nachgewiesen werden, dass die vom Condensator aufgenommene Elektrizitätsmenge der Spannung der Elektrizität (mit welcher der Condensator geladen wird) proportional ist; werden mehrere gleiche Condensatoren mit einander verbunden und durch dieselbe galvanische Batterie geladen, so sind die zur Ladung erforderlichen Elektrizitätsmengen der Anzahl der Condensatoren proportional. Da 2, 3 . . . mit einander verbundene, unter sich gleiche Condensatoren die 2, 3 . . . fache Capacität eines einzelnen haben, so ist dadurch auch nachgewiesen, dass die aufgenommene Elektrizitätsmenge der Capacität des Condensators proportional ist.

Wird in die Leitung, welche die den Condensator ladende Elektrizität durchfließen muss, ein großer Widerstand (100.000 Ohm) eingeschaltet, so zeigt sich ein kleinerer Ausschlag der Magnetnadel des Galvanometers, als in dem Falle, wo die Leitung nur geringen Widerstand hat. Die Gesamtmenge der bei der Ladung in den Condensator hinein-, resp. bei der Entladung herausfließenden Elektrizität ist zwar in beiden Fällen dieselbe, aber in dem Falle des großen Widerstandes ist der Elektrizitätsfluss merklich verlangsamt und deshalb der Nadelausschlag geringer.

Endlich zeigt der Vortragende, wie man Condensatoren auch in der Weise schalten kann, dass gewissermaßen einer durch den anderen geladen wird, eine Anordnung, welche für die Kabeltelegraphie von großer Wichtigkeit ist, um die

sogenannten Erdströme unschädlich zu machen; auch dies wird durch Versuche demonstriert.

In dem zweiten Vortrage bemerkt Redner, dass die langen unterirdischen, namentlich die unterseeischen Kabelleitungen die mächtigsten Condensatoren repräsentieren, welche jemals hergestellt wurden. Die Kabelader bildet gleichsam die innere, die äußere Kabelhülle und das umgebende Erdreich oder das Wasser die äußere Belegung einer Leydner Flasche, daher auch der Name „Flaschendröhre“. Sodann wird die Construction der Land-, Fluss- und Seekabel besprochen und mehrere Originalproben von Kabeln vorgezeigt, darunter ein Stück des Tiefseekabels, mit welchem die ersten Versuche einer Verbindung Europas und Amerikas in den Jahren 1857 und 1858 gemacht wurden; auch einige Küstenkabel mit sehr starken Eisenumhüllungen befinden sich unter den vorgewiesenen Proben.

Der Vortragende gibt nun eine kurze Übersicht der Entwicklung der unterseeischen Telegraphie, erwähnt, dass bereits 1840 Sir *Charles Wheatstone* das Project einer Kabelverbindung zwischen Dover und Calais anregte, dass einige Jahre später, als die Guttapercha in Europa bekannt wurde, erfolgreiche Versuche mit unterirdischen Leitungen gemacht, sowie auch mit unterseeischen Leitungen günstige Resultate erzielt wurden, wobei sich aber die Nothwendigkeit eines starken äußeren Schutzes zeigte. Allmählig zu immer kühneren Unternehmungen fortschreitend, dachte man zuletzt an eine telegraphische Verbindung der alten und der neuen Welt, welcher Gedanke von *Cyrus Field* in New-York mit bewundernswerter Energie durchgeführt wurde.

Redner gedenkt hier der umfangreichen, vorbereitenden Arbeiten, insbesondere der Untersuchungen über die Verhältnisse am Meeresgrunde und kommt dann auf die erste Legung des transatlantischen Kabels mit den Schiffen *Agamemnon* und *Niagara* (1857) zu sprechen. Das Unternehmen misslang jedoch, da das Kabel riss, nachdem es bereits durch vier Tage ausgelegt war; im folgenden Jahre glückte es zwar, nach Überwindung zahlreicher Schwierigkeiten, die Legung eines neuen Kabels zu vollenden, aber schon nach

etwa vier Wochen versagte dasselbe den Dienst. Sieben Jahre später wurde abermals eine Kabellegung versucht, wobei das Riesenschiff *Great Eastern* in Verwendung kam; doch auch diesmal riss das Kabel ab, und als die Versuche, es wieder aufzufischen und zu heben, erfolglos blieben, musste die Ausführung für dieses Jahr aufgegeben werden; im darauffolgenden Jahre (1866) aber gelang nicht nur die vollständige Legung eines neuen Kabels, sondern man holte auch das Ende des 1865 abgerissenen Kabels vom Meeresgrunde herauf, spleißte es mit einem anderen zusammen und hatte dadurch noch eine zweite gute Kabellinie zustande gebracht. Nachdem 1869 ein drittes Kabel mit bestem Erfolge gelegt war, folgten 1873 ein viertes, 1874 ein fünftes und sechstes; derzeit existieren neun Kabellinien zwischen Europa und Nordamerika, außerdem ist auch seit 1874 Südamerika mit Europa in directer telegraphischer Verbindung.

Auf die elektrischen Erscheinungen an Kabeln übergehend, bespricht Redner die sogenannte Verzögerung des Kabelstromes, die dadurch hervorgebracht wird, dass das Kabel, als Condensator von sehr großer Capacität, sich zuerst laden muss, ehe an der Endstation ein telegraphisches Zeichen erscheinen kann; um diese Erscheinung zu zeigen bedient sich der Vortragende eines sehr gewaltigen Condensators, der in 14 Kistchen enthalten ist und aus etwa 5000 Blättern Staniol mit zwischengelegten mit Asphaltlack bestrichenem Papier besteht. Die praktische Einheit, nach welcher die Capacität gemessen wird, ist das sogenannte Mikrofarad ( $\frac{1}{1000000}$  Farad); der verwendete Condensator hat die Capacität von 140 Mikrofarad, er stellt also der Capacität nach etwa 560 Kilometer des Tiefseekabels von 1869 ( $\frac{1}{8}$  der ganzen Länge dieses transatlantischen Kabels) dar; der Isolationswiderstand desselben beträgt (bei schwacher Ladung) gegen  $1\frac{1}{2}$  Millionen Ohm. Der Widerstand der Kabelader wird durch in die Leitung eingeschaltete Drahtrollen und Flüssigkeitswiderstände nachgeahmt. Zwei Spiegel-Galvanometer, welche die Bilder von hellbeleuchteten Spalten dicht übereinander auf eine Scala entwerfen, stellen die Absende- und die Empfangsstation dar.

Der Vortragende stellt nun eine Anzahl von Versuchen an, deren nähere Beschreibung hier allerdings zu weit führen würde, von denen jedoch das wichtigste Experiment hervorgehoben sei, durch welches das allmähliche Ansteigen eines durch das Kabel gesendeten Stromes an der Endstation gezeigt wird, während gleichzeitig an der Absendestation der Strom anfangs eine große, dann allmählich geringer werdende Intensität aufweist; dies trat bei dem Versuch in außerordentlich augenfälliger Weise auf. Ebenso deutlich ließen sich die Vorgänge bei der Entladung des Kabels zeigen. Auch wurde durchs Experiment nachgewiesen, dass die Zeit, welche erforderlich ist, damit der Strom an der Endstation einen gewissen Bruchtheil seines definitiven Wertes erlange, proportional mit dem Quadrate der Kabellänge wächst (da sowohl der Widerstand der Kabelader, als auch die Capacität in demselben Maße wie die Länge zunimmt).

Wurde der Condensator von der Leitung getrennt, so verschwanden sofort die bei Kabelleitungen zu beobachtenden Erscheinungen.

### 3. Monatsversammlung am 13. Februar 1886.

Im mineralogisch-geologischen Hörsaale der k. k. K. F.-Universität hielt Herr Professor Dr. *Rudolf Hoernes* einen durch zahlreiche Demonstrationen erläuterten Vortrag „über die Sirenen und ihre lebenden und fossilen Verwandten.“ Von besonderem Interesse war unter den zur Ausstellung gelangten Objecten ein Gipsabguss des Halitherium Schinzi aus dem Mainzer Becken.

### 4. Referier-Abend am 24. Februar 1886.

Der Secretär legte die im Laufe des Jahres 1885 eingelaufenen Druckschriften vor und erörterte die Bedeutung, welche der Schriftentausch des naturwissenschaftlichen Vereines für die st. Landesbibliothek am Joanneum besitzt. Da

das Referat in dem räumlich sehr beschränkten Vereinslocale gegeben wurde, fand sich zu demselben nur eine kleine Anzahl geladener Gäste ein.

### 5. Monatsversammlung am 3. April 1886.

Herr Regierungsrath Professor Dr. *Karl Friesach* sprach in der sehr gut besuchten, im physikalischen Hörsaal der k. k. Universität abgehaltenen Versammlung über „Orts- und Welt-Zeit“.

### 6. Monatsversammlung am 17. April 1886.

Herr Professor Dr. Med. *A. von Mojsisovics* hielt einen durch zahlreiche Demonstrations-Objecte erläuterten Vortrag „über einige seltenere Erscheinungen in der Vogel-Fauna Österreich-Ungarns“. (Siehe Abhandlungen pag. 74—86.)

### 7. Monatsversammlung am 29. Mai 1886.

Herr Professor Dr. *Heinrich Schwarz* hielt einen durch zahlreiche, instructive Demonstrationen erläuterten Vortrag „über böhmische und venetianische Glasindustrie“. Die Versammlung fand im chemisch-technologischen Hörsaal der k. k. technischen Hochschule (Joanneum) statt.

### 8. Vereins-Ausflug nach Leibnitz am 6. Juni 1886.<sup>1)</sup>

Neben dem Reize vielseitiger landschaftlicher Schönheit bietet der freundliche Markt Leibnitz reiches Interesse auch

<sup>1)</sup> Einen detaillierten, geist- und humorvollen Bericht über diesen in jeder Beziehung denkwürdigen Ausflug brachte das Morgenblatt der Grazer „Tagespost“ ddo. 10. Juni 1886, Nr. 160, als Feuilleton.

für den Naturforscher und Historiker. Die Direction entsprach daher nur einem berechtigten und lange gehegten Wunsche der P. T. Vereins-Mitglieder, indem sie beschloss, die alljährlich und statutengemäß zu veranstaltende Sommer-Excursion dahin zu lenken und dem Vereine, als solchem, Gelegenheit zu bieten, seinen Sympathien auch der freundlichen Leibnitzer Bevölkerung gegenüber, sowie seiner besonderen Wertschätzung für deren gemeinnützige, selbst wissenschaftliche Bestrebungen, zum warmen Ausdrucke zu bringen. Dass Sympathien selten einseitig bleiben, bewies uns wieder der alle Erwartungen weit übertreffende festliche Empfang, den uns das „Actions-Comité“ und der Gesangverein am Bahnhofe bereiteten, der bereits zur frühen Morgenstunde im Farbenschmucke prangende Markt, die herzliche Begrüßung, deren wir allerorts theilhaftig wurden.

Dem Programme gemäß wurden die Vormittagsstunden dem Besuche der berühmten Aflenzer Steinbrüche gewidmet — ohne Zweifel bilden diese eine hervorragende Sehenswürdigkeit des Landes. Katakombenartige Stollen, einem von mächtigen Pfeilern getragenen Riesengewölbe ähnlich, durchsetzen das weiche Gestein, dessen Wert bereits die Römer zu schätzen wussten, deren Thätigkeit hier in alten, nunmehr nur schwer zugänglicher Stollenbauten aus gelegentlich vorzufindenden Geräthen etc. deutlich zu erkennen ist.

Die Entstehung des — erst an der Luft erhärtenden, dann in vorzüglichem Maße zu diversen Bildhauerarbeiten geeigneten — Gesteines wurde durch den Herrn Vereins-Secretär Professor Dr. *Rudolf Hoernes*, ehe die Excursions-Gesellschaft die Brüche betrat, näher erläutert.

Als zur Miocänperiode noch die Grazer Bucht von dem tertiären Meere erfüllt war, gediehen in dessen seichterem Litoralzone mächtige Lithothamniobänke, d. h. Bänke kalkproduzierender Algen; die abgeschwemmten Skeletstückchen dieser, durch kalkiges Cement vereinigt, bildeten das heute so geschätzte Material.

Reichere Ausbeute an Versteinerungen, von welchen sich auch im Leibnitzer Museum manche Stücke befinden, liefern die in der nordwestlichen Umgebung von Leibnitz (nament-

lich Kainberg und Wiesberg) hoch über der Sulmthalsolle gelegenen Steinbrüche in einem Kalkstein, welcher zur gleichen Zeit im Meere gebildet wurde. Es sind dies den Sausalschiefern aufsitzende Reste von Korallenriffen, welche aus den Gattungen *Heliastrea*, *Stylophora* und *Favia* bestehen. Die Grazer Universitäts-Sammlung besitzt aus den Aufsammlungen der Herren *A. Svoboda*, *W. Rozbaud* und *V. Hilber* reichliches Material aus dieser Gegend. Im Korallenriffe stecken fingerförmige Zapfen, die Ausfüllungen der Löcher von Bohrmuscheln (*Lithodomus*), welche theilweise auch die Schale des Thieres einschließen. Auf dem Riffe sitzen zahlreiche kelchförmige, gerippte Gebilde, Meereicheln (*Pyrgoma*), in deren Öffnung zuweilen noch der Bewohner, ein kleiner Krebs, sichtbar ist. Gewundene Kalkröhrchen, welche Würmern zur Wohnung dienten (*Serpula*), sind gleichfalls nicht selten. Große Secigel (*Clypeaster* und *Conoclypus*), deren Oberfläche mit zierlichen porentragenden Feldern bedeckt ist, sind ebenso ständige Riffbewohner. Zu Wiesberg liegt gegen das ehemalige offene Meer zu eine Bank großer Austern. Häufige Riffgäste sind ferner mehrere, zum Theil sehr große, Kammuscheln (*Pecten*), die Muschelsippen *Lima*, *Venus* und die Schnecken-gattungen *Conus*, *Cypraea*, *Oliva*, letztere drei nur in Steinkernen und Abdrücken erhalten. Wiederholte Besuche der bezüglichen Fundstellen würden die Liste noch bedeutend vermehren. —

Bot die Besichtigung der ausgedehnten bergwerkartigen Brüche an und für sich reiche Befriedigung, so wurde letztere noch in hohem Maße gesteigert, einerseits durch den besonders herzlichen und völlig unerwarteten Empfang, welchen die Aflenzer Gemeinde unseren Mitgliedern bereitete, andererseits durch die über jede Schilderung erhabene Liebenswürdigkeit, mit welcher das Leibnitzer Damen-Comité allen Theilnehmern Erfrischungen offerierte.

Nach der im Garten des Gasthofes „zur Stadt Triest“ abgehaltenen Mittagstafel wurde das Leibnitzer Museum einer eingehenden Besichtigung unterzogen; außer gut erhaltenen Exemplaren vieler miocäner (mariner) Formen finden sich die erfreulichen Anfänge einer, die Fauna der Umgebung von



Leibnitz repräsentierenden zoologischen Sammlung, speciell der dortigen Ornithologie, vor. Neben diversen fremdländischen Antiquitäten fesselten, wie Herr Hof- und Gerichtsadvocat J. U. Dr. *J. B. Holzinger* l. c. hervorhebt, unter anderem der charakteristische Marmorkopf eines Satyr von Wagna, die Aschenkisten vom selben Fundorte, die eigenthümlich gestaltete alte Sense von Mantrach und die vermuthlich aus der Zeit der Völkerwanderung stammenden Eisengeräthe aus dem Hausknechtkogel bei Leitring, ferner die Bibliothek, welche unter anderem ein Exemplar der mit Holzschnitten versehenen Incunabel „Fasciculus temporum“ von dem Karthäuser *Werner Rolevink* birgt.

Die restierenden schönen Nachmittagsstunden wurden durch einen Ausflug nach dem reizend gelegenen Seggauer-schloße ausgefüllt; entzückte die Theilnehmer bereits der Aufstieg zu demselben durch herrliche schattige Waldeswege, so überbot die den Fremden geradezu überraschende Fernsicht wohl jegliche Erwartung. Vom Schöckel und seiner lieblichen Vorgebirgslandschaft im Norden, dem prächtigen Koralpenzuge im Westen, dem walddüsteren Bacherngebirge im Süden bis in die östlichen Ebenen des Murthales, in die Gegend von Radkersburg drang der entzückte Blick des Beschauers. Auch das Innere des Schlosses mit seiner berühmten Kapelle, der alten Riesenglocke, der vollständigen Portraitsammlung aller ehemaligen Seggauer Bischöfe und der zwar kleinen, aber sehr wertvollen Bibliothek erregte das lebhafteste Interesse der Ausflügler.

Eine fröhlicher Geselligkeit gewidmete Zusammenkunft im Restaurationsgarten der „Stadt Triest“ beschloss in den Abendstunden den officiellen Theil des überreichen Programmes.

Die Direction des Vereines hält es für ihre Ehrenpflicht ihren wiederholten Dank noch speciell abzustatten den hochverehrten Mitgliedern des Damen-Comités: Baroness *Cattanei*, Fräulein *Dissauer*, Frau Dr. *Genal*, Frau *Hussak*, Fräulein *Leimweber*, Fräulein *Lössl*, Fräulein *Matzenauer*, Frau Bürgermeister *Russheim*, Fräulein *Rusterholzer*, Fräulein *Sailer*, Fräulein *Seredinski* und Frau *Stramitzer*;

ferner Herrn Dr. *Hussak*, der als Obmann des aufopferungsvollen Fest-Comités im Vereine mit den Herren Dr. *Dissauer*, k. k. Notar, Statthaltereirei-Conceptspraktikant *Eisl*, Postmeister *Hofer*, Dr. *Mayr*, Notariats-Candidat *Obendrauf*, Statthaltereirei-Concipist *Piljk*, Bürgermeister *Russheim*, Lehrer *Schenk* und Kaufmann *Seredinski* keine Mühe scheute, den Vertretern unseres Vereines einen in der That unvergesslichen Festtag zu bereiten; nicht minder verpflichtet ist die Direction den Herren *Anton Dieber* und *Michael Freitag*, sowie den Herren Steinbruchbesitzern *Pack*, *Reutmeister*, *Repolust* und *Schilcher* für die besondere Liebenswürdigkeit, mit der sie uns in dem durch Triumphbögen gezierten freundlichen Aflenz willkommen hießen.

### 9. Monatsversammlung am 26. Juni 1886.

Im Hörsale der k. k. technischen Hochschule (Neuthorgasse 46, I. Stock) hielt Herr Privatdocent Dr. *Emil Heinricher* nachstehenden interessanten Vortrag über „Inschriften und Fremdkörper im Innern lebender Bäume.“

Der Vortragende erinnert an die bekannte Thatsache, dass im Holze von Bäumen, welche gefällt wurden, schon die verschiedensten Fremdkörper, als Knochen, Steine, Nüsse, Ketten und Waffen etc. eingeschlossen gefunden wurden und dass, noch ungleich häufiger, mitten im Holze Inschriften und Zeichen aller Art zutage treten. Er betont gleich, dass alle diese Inschriften ursprünglich außen am Stammumfang gemacht wurden, später aber durch die Vorgänge des Dickenwachstums der Bäume ins Innere gelangt sind, wo sie mit archivarischer Treue aufbewahrt erscheinen, während außen am Baume jegliche Spur einer einmal gemachten Inschrift verschwunden sein kann. Es werden drei solcher Inschriften demonstriert. Die eine besteht in einem Kreuzzeichen, welches sich im Innern eines jungen Eschenstammes am dritten Jahresring findet und über welches später drei weitere Jahreszuzwächse an Holz gebildet worden sind. Auch an der Rinde ist in diesem Falle das Kreuzzeichen noch erkennbar.

Die zweite vorgewiesene Inschrift wurde in einer ausgemusterten Pilote aus Lärchenholz gefunden und durch die Freundlichkeit des Gewerkes *Bleichsteiner* in Deutsch-Feistritz dem botanischen Institute übermittelt. Die morsche Pilote zersprang dem Laufe eines Jahresringes folgend, wobei ein mächtiges R zu Tage trat, das am Kern des Stammes im Negativ, an dem peripherischen Spaltstück im spiegelbildlichen Positiv vorhanden ist.

Die dritte Inschrift zeigt Theile einer Zeichnung, welche wahrscheinlich ein Haus darstellen sollte und wurde im Innern eines tangential zur Stammeripherie auseinandergefallenen Buchenscheites gefunden. Die Zeichnung ist zum Theil auch an der Rinde noch entwirrbar — das ganze Stück ist für den Forscher verschiedener Complicationen wegen von besonderem Interesse und in seiner Art ein Unicum.

Der Vortragende erörtert kurz den Ursprung solcher Inschriften. Die meisten seien der Ausfluss des Zeitüberflusses; Touristen, liebeskranken Jünglingen, Jägern verdanken viele ihre Entstehung. Andere, so die sogenannten Jesuiten-Zeichen (*J. H. S.*, *Jesus Hominum Salvator*; *J. C. H. M.*, *Jesus Christus Hominum Mediator*) sind als Ausfluss religiöser Gefühle zu betrachten, und wieder andere haben auch rechtliche Bedeutung. So bedeuete das R in der vorgewiesenen Pilote „Raumrecht“. Die Pilote stamme von einem Baume, der einmal als Grenzbaum gedient hat und der durch das eingeschnittene R besagt habe, dass in dem betreffenden Wald-district dieser oder jener das Recht, Vieh weiden zu lassen, gehabt habe. Als Pendant zum R finde sich auch wohl ein eingeschnittenes S, welches Stockrecht, das Recht zur Holz-fällung bekundete.

Während das Mitgetheilte eigentlich nur die Einleitung zum Vortrage war, können wir letzteren selbst nur mit Schlagworten bezeichnen, weil zum Verständniß desselben Abbildungen nöthig wären. Der Vortrag gipfelte in der Darlegung des Dickenwachsthums der Bäume, um so die Erklärung für die Bergung von Fremdkörpern und Inschriften geben zu können. Es wurden sonach der Bau des einjährigen Sprosses, der Bau des Gefäßbündels, die Cambium-Überbrückung, die Thätigkeit

des Verdickungsringes, die Jahresring-Bildung, die degenerativen Prozesse in der Rinde (Borkenbildung) an der Hand von Tafeln, Zeichnungen und Modellen eingehend behandelt; ferner wurden die Vorgänge bei der Wundheilung, insbesondere die „Überwallung“ der Schälwunden, welche das Edelwild erzeugt, in den Hauptmomenten charakterisiert, und darauf jede der früher genannten Inschriften mit Rücksicht auf ihre Entstehung und Bergung erläutert. Desgleichen wurde der Vorgang der Einschließung von Fremdkörpern ins Innere der Bäume an einzelnen Beispielen besprochen und eine Pappelwurzel vorgezeigt, deren Rinde mehrere bis nussgroße Steine durch Überwallung eingeschlossen hat, oder einzuschließen versucht hat.

Mit Rücksicht auf vorhandenes Demonstrations-Material wurden auch der Verwachsung zwischen Stämmen, Ästen und Wurzeln von Bäumen gleicher Art einige Worte gewidmet.

Der für den 27. Juni 1886 projectierte Nachmittags-Ausflug nach St. Oswald musste ungünstiger Witterung wegen unterbleiben. Mit Rücksicht auf die herrschende, nur durch heftige Gewitter unterbrochene Hitze sah die Direction von einer weiteren Veranstaltung anderer Nachmittags-Ausflüge für den Rest der Sommersaison ab.

### 10. Monatsversammlung am 30. October 1886.

Herr Universitäts-Dozent Dr. *K. Penecke* hielt im physikalischen Hörsaal der k. k. technischen Hochschule (Joanneum) einen Vortrag „über phylogenetische Formenreihen“.

### 11. Monatsversammlung am 20. November 1886.

Herr Professor Dr. *L. von Graff* hielt (statt eines ursprünglich in Aussicht gestellten Vortrages „über die zoologische Station in Roscoff“) einen längeren Vortrag „über die

Fauna der Alpenseen<sup>4</sup>. Die Versammlung fand wegen der den Vortrag begleitenden Demonstrationen im zoologischen Hörsaale der k. k. Universität statt. (Siehe Abhandlungen pag. 47—68.)

## 12. Jahresversammlung am 11. December 1886.

(Siehe pag. XXIII.)

In dieser Versammlung hielt nach Erledigung des geschäftlichen Theiles der abtretende Präsident Prof. Dr. **Albert von Ettingshausen** den nachstehenden Vortrag:

Es mag wohl gewagt erscheinen, wenn ich heute in der kurzen Zeit, durch welche ich Ihre Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen darf, es unternehme, Ihnen einen Bericht zu geben über die Fortschritte auf einem Gebiete der Physik, auf welchem sich in den letzten Jahren die Untersuchungen zahlreicher Forscher bewegt haben, ich meine die Untersuchungen über die Wärmestrahlung, insbesondere über jene der Sonne; hieran knüpfen sich die Schlüsse auf die Temperatur, welche wir dem Centrkörper unseres Planetensystems zuzuschreiben haben. Schon wegen der Kürze der Zeit muss mein Bericht nothwendig ein lückenhafter bleiben, weshalb ich die geehrte Versammlung bitte, dessen Unvollständigkeit zu entschuldigen.

Jedenfalls steht fest, dass die Sonnen-Temperatur eine sehr hohe sein müsse; über den wirklichen Betrag derselben aber gehen die Angaben bedeutender Forscher ganz enorm auseinander und zwar liegt die Ursache der abweichenden Resultate theils in der Verschiedenheit der Methoden, nach denen man die Bestimmung versuchte, theils bei derselben Methode in der Verschiedenartigkeit des Gesetzes, welches man für die Abhängigkeit der Strahlung von der Temperatur des strahlenden Körpers acceptierte. Obgleich die Erforschung dieses sog. Strahlungs-Gesetzes wiederholt Gegenstand sorgfältiger Untersuchungen geworden ist, so besitzen doch die gewonnenen Beziehungen immer nur eine auf die Versuchsgrenzen beschränkte Giltigkeit, ihre Anwend-

barkeit außerhalb jener Grenzen erscheint daher stets einigermaßen zweifelhaft, und eine derartige Ausdehnung des Gesetzes weit über die bei den Experimenten erreichbaren Grenzen erfordert die Anwendung des Strahlungs-Gesetzes auf die Sonne.

Der Betrag der Wärmestrahlung, den wir von der Sonne z. B. per Minute empfangen, ist zuerst mit größerer Genauigkeit von dem französischen Physiker *Pouillet* (1838) mittelst seines Pyrheliometers ermittelt worden; er bestimmte die Temperatur-Erhöhung, welche eine Wassermenge, die sich in einer Blechkapsel befand, erfuhr, wenn er die berußte Bodenfläche des Blechgefäßes durch eine bestimmte Zeit den directen, senkrecht auf die Bodenfläche einfallenden Sonnenstrahlen aussetzte. Es handelt sich dann darum, aus dieser Bestimmung die Wärmemenge zu ermitteln, welche eine bestimmte Fläche z. B.  $1 \text{ cm}^2$  in der Zeiteinheit, z. B. der Minute, erhält, falls diese Fläche senkrecht gegen die einfallenden Sonnenstrahlen gestellt ist und sich an der Grenze der Atmosphäre befinden würde; denn in der Luft wird bekanntlich eine beträchtliche Menge der von der Sonne uns zugesandten Wärme verschluckt oder absorbiert und dieser Umstand muss in Rechnung gezogen werden. Nun ist es aber möglich, den durch die Atmosphäre absorbierten Antheil der Strahlung zu bestimmen, indem man den Stand der Sonne bei der Beobachtung berücksichtigt und daraus ein Maß für die Dicke der Luftschicht, welche die Strahlen zu durchlaufen haben, ableitet. Man muss hierzu an demselben Tage, also unter möglichst gleichen Verhältnissen der Atmosphäre, bei verschiedenen Sonnenhöhen die Erwärmung im Instrument ermitteln, wodurch sich die Constanten einer Gleichung ergeben, welche die Abhängigkeit der Erwärmung von der Dicke der durchstrahlten Luftschicht liefert. So fand *Pouillet*, dass bei heiterem Himmel an einem Orte, für den sich die Sonne im Zenith befindet, etwa ein Viertel der Sonnenwärme durch die Atmosphäre verschluckt wird, wobei sich dann ergibt, dass die Atmosphäre überhaupt, vorausgesetzt, dass der Himmel an der ganzen der Sonne zugekehrten Erdhälfte heiter wäre, ungefähr vier Zehntel der Sonnenwärme zurückhalte. Weiters lieferten *Pouillet's* Beobach-

tungen das Resultat, dass die Wärmemenge, welche eine Fläche von  $1 \text{ cm}^2$ , senkrecht den Sonnenstrahlen ausgesetzt, an der Grenze der Atmosphäre in der Minute erhält, nahe  $1\frac{3}{4}$  Calorien beträgt, d. h. es könnte durch diese Wärmemenge die Temperatur von  $1 \text{ gr}$  Wasser um  $1\frac{3}{4}^\circ \text{ C.}$  erhöht werden. Berechnet man daraus, welche Wärme bei fehlender Atmosphäre ein  $\text{cm}^2$  der Erdoberfläche im Jahre durchschnittlich von der Sonne empfängt, so ergibt sich eine Wärmemenge, die  $230 \text{ kg}$  Wasser um  $1^\circ \text{ C.}$  in der Temperatur erhöhen würde; und würde die gesammte, ohne atmosphärische Absorption auf die Erde gelangende Wärme zum Eisschmelzen verwendet, so könnte damit jährlich eine die ganze Erdkugel umgebende Eisschicht von  $29 \text{ m}$  Dicke geschmolzen werden. Denkt man sich diese Wärmemenge in mechanische Arbeit umgesetzt, so entspricht sie der Arbeit, welche durch etwa 330 Milliarden Dampfmaschinen, jede zu 1000 Pferdekraften geleistet würde. Dabei haben wir noch zu bedenken, dass die Erde nur eine winzige Portion der Gesamtwärmestrahlung der Sonne, nämlich nur den  $\frac{1}{2250,000,000}$  Theil empfängt; ein anderer sehr kleiner Theil kommt den übrigen Planeten zugute; nehmen wir an, dass diese zusammen noch das zehnfache von Wärme auffangen, als die Erde, so stehen wir noch immer vor dem Factum, dass für das Planetensystem nur  $\frac{1}{225,000,000}$  der Sonnenwärme nutzbar gemacht wird, alle übrige Wärme geht, wie es scheint, fürs Planetensystem verloren und strahlt in die unermessliche Tiefe des Weltraums hinaus. Es lässt sich berechnen, dass die von jedem  $\text{cm}^2$  Sonnenoberfläche per Minute ausgestrahlte Wärmemenge über 80.000 Wärme-Einheiten betragen müsse. Diese angeführten Zahlen basieren sämmtlich auf den vor fast 50 Jahren angestellten Messungen *Pouillet's*.

Seit etwa 25 Jahren beschäftigt sich der Schweizer Physiker *Soret* mit sorgfältigen Untersuchungen über den absorbierenden Einfluss der Atmosphäre; er trachtete insbesondere dadurch größere Sicherheit zu gewinnen, dass er seine Messungen an Orten von verschiedener Höhe anstellte. Er beobachtete in Genf,  $400 \text{ m}$  über dem Meeresspiegel, sowie auf dem Gipfel des Montblanc in einer Höhe von  $4800 \text{ m}$  und fand

unter anderem, dass die Intensitäten der Sonnenstrahlung an diesen beiden Orten bei gleichem Zustand der Atmosphäre und gleichem Sonnenstande etwa im Verhältnisse 5:6 standen, d. h. auf dem Wege durch die unteren Luftschichten von Montblanchhöhe bis zur Höhe von 400 *m* erlitt die Sonnenwärme eine Absorption von etwa ein Sechstel ihres Betrages, während die Strahlen unter einem Winkel von 65° gegen den Horizont die Atmosphäre durchheilten. *Soret* zieht aus seinen Versuchen ferner den Schluss, dass die Atmosphäre die leuchtenden Strahlen mehr absorbiert, als die dunklen (durch Wasser absorbierbaren); bei feuchter Luft fand er die Strahlung geringer, als bei trockener. Im Jahre 1875 haben *Violle* und *Margottet* zahlreiche aktinometrische Messungen angestellt und zwar stets bei gleichzeitiger Vornahme derselben auf verschiedenen Höhenstationen, indem sie diesen Umstand als wesentlich für die Sicherheit der Resultate erachteten. So wurde gleichzeitig auf dem Gipfel des Montblanc und am Glacier des Bossons (4800 und 1200 *m* hoch), dann am Fuße des Glacier des Bossons und auf dem Plateau des Grands Mulets gemessen und gieng aus den Beobachtungen hervor, dass die sog. Sonnenconstante, d. i. die an der Grenze der Atmosphäre auf den *cm*<sup>2</sup> per Minute auffallende Wärmemenge, bedeutend größer sei, als sie *Pouillet* gefunden, dass sie nämlich etwa 2·5 Wärme-Einheiten betrage; dagegen lieferten die Beobachtungen von *Desains*, welche in Paris angestellt wurden, einen dem *Pouillet*'schen sehr nahe kommenden Wert von 1·8 Wärme-Einheiten. Eingehende Untersuchungen über diesen Gegenstand verdankt man ferner *Crova* in Montpellier, welche wieder einen Wert der Sonnenconstante lieferten, der 2·3 Wärme-Einheiten ist; *Crova* findet, dass die Strahlung von Anfang Januar bis Mai rasch zunimmt, am stärksten zwischen Ende März bis Anfang Mai ist, und sich im Sommer wieder rasch vermindert.

Endlich will ich noch die neuen Beobachtungen von *Langley* in Amerika erwähnen; als wahrscheinlichsten Wert der Solarconstante gibt *Langley* die Zahl von nahe 3 Wärme-Einheiten an. Er hält nämlich dafür, dass die mittlere Absorption des Lichtes und der Wärme in der Atmosphäre minde-



stens doppelt so groß ist, als man sie gewöhnlich geschätzt hat, so dass die Absorption gegen 40 Procent der einfallenden Strahlen betrage.

Eine an die Bestimmung der Solarconstante sich unmittelbar anschließende Frage ist die nach der Temperatur der Sonne. Unter dieser wollen wir die Temperatur eines gleichmäßig heißen Körpers verstehen, der, an Größe der Sonne gleich, uns in derselben Zeit die gleiche Wärmequantität zusendet, wie dies die Sonne thut; es ist also nicht die absolute Sonnentemperatur, die wir hier meinen, sondern die sog. effective Temperatur. Es tritt aber dabei die große Schwierigkeit auf, dass, wenn wir aus der Größe der Solarconstante auf die Sonnentemperatur schließen wollen, wir den Zusammenhang zwischen Wärmestrahlung und Temperatur, also das eingangs erwähnte Strahlungs-Gesetz, kennen müssen. Diese Beziehung ist uns nur bis zu gewissen Temperatur-Grenzen — soweit eben die Beobachtungen reichen — mit einiger Sicherheit bekannt, und die Ausdehnung der Gesetze jenseits der durch die Beobachtung gegebenen Grenzen kann zu sehr falschen Resultaten führen.

*Newton* suchte zuerst das Strahlungs- oder Erkaltungsgesetz zu ermitteln, indem er die Zeiten beobachtete, welche Metalle, die bis zu ihrem Schmelzpunkt erhitzt waren, gebrauchten, um zu erstarren. Er zog aus seinen Versuchen den Schluss, dass die Wärmeabgabe an die Umgebung stets dem Temperatur-Überschuss des erkaltenden Körpers über die Temperatur der Umgebung proportional sei. Indes erkannte schon *Delaroché*, dass die Annahme dieser Proportionalität nur bei verhältnismäßig geringen Temperatur-Differenzen richtig sei und dass sie nicht mehr gelte, wenn die Temperatur-Differenzen über  $80^{\circ}$  hinausgehen; es ist dann die abgegebene Wärmemenge größer, als nach dem *Newton'schen* Gesetz folgen würde. Es haben sodann die französischen Physiker *Dulong* und *Petit* ein anderes Gesetz aufgestellt, wonach die Geschwindigkeit der Erkaltung in ihrer Abhängigkeit von den Temperaturen des Körpers und der Umgebung durch einen Exponential-Ausdruck gegeben wird, welcher die Temperatur im Exponenten enthält; für die Versuche, bei denen die

Temperatur - Differenz bis gegen  $300^{\circ}$  C. betrug, genügte dieses Gesetz in der That den Beobachtungen sehr gut, doch liefert dasselbe für Temperaturen von  $1000^{\circ}$  und darüber auch nicht ungefähr richtige Resultate; durch Versuche von *Draper*, welcher die von erhitztem Platinblech ausgehende Strahlung maß, wobei die Temperatur des Platinblechs angenähert aus dessen Ausdehnung bestimmt werden konnte, ist dies außer Zweifel gesetzt worden, denn bei hohen Temperaturen (von etwa  $1200^{\circ}$ ) ergaben sich die nach dem Dulong-Petit'schen Gesetz berechneten ausgestrahlten Wärmemengen etwa zwanzigmal so groß, als die thatsächlich beobachteten. Ebenso hat *Soret* in neuerer Zeit die Unhaltbarkeit des Dulong'schen Gesetzes dargethan, indem er die von einem durch den galvanischen Strom bis zum Schmelzen erhitzten Platindraht ausgestrahlte Wärmemenge nach diesem Gesetz berechnete; die Temperatur des Platindrahtes wurde zu  $1700^{\circ}$  C. angenommen und die Rechnung ergab sodann, dass die Oberfläche des strahlenden Drahtes mehr als die dreifache Wärmemenge ausgegeben hätte, als die zum Schmelzen des Drahtes wirklich aufgewendete elektrische Arbeit, welche sich ebenfalls leicht berechnen lässt, ausmachte.

Da somit erwiesen ist, dass sowohl das Newton'sche, wie das Dulong-Petit'sche Gesetz für sehr hohe Temperatur des strahlenden Körpers unrichtig sind, indem das erstere die ausgestrahlte Wärme zu klein, das letztere viel zu groß ergibt, so kann es nicht Wunder nehmen, wenn die nach beiden berechneten Werte der Sonnen-Temperatur enorm differieren. So fand *Secchi* nach dem Newton'schen Gesetz die Sonnen-Temperatur rund zu 5 Millionen Grad Celsius, während *Violle* auf Grund der nämlichen experimentellen Ergebnisse nach dem Dulong'schen Gesetze die Temperatur zu  $1500^{\circ}$  C. herausrechnete. Bei diesen Rechnungen wurde das Ausstrahlungs- oder Emissions-Vermögen der Sonne gleich dem des Rußes gesetzt. Es ist wohl anzunehmen, dass die Wahrheit zwischen diesen beiden Angaben liege, aber die Grenzen sind doch zu weit auseinander liegende, indem die eine Zahl das mehr als 3000fache der anderen ist. *Pouillet* selbst fand aus seinen Beobachtungen nahe denselben Wert

wie *Violle* (1460°), indem auch er das Dulong'sche Gesetz annahm und das Emissions-Vermögen der Sonne dem des Rußes gleichsetzte; nahm er dasselbe aber gleich ein Zehntel von demjenigen des Rußes, so fand er 1760° C.

Es hat nun vor wenigen Jahren Hofrath *Stefan* in Wien ein Strahlungs-Gesetz aufgestellt und gezeigt, dass durch dasselbe sowohl die Versuchs-Resultate von *Dulong* und *Petit*, wie auch jene von *de la Prevostaye* und *Desains*, endlich auch die von *Draper* und *Ericson*, welche sich auf sehr hohe Temperaturen bis zu 1600° C. beziehen, in sehr befriedigender Weise dargestellt werden. Nach diesem Gesetz ist die Menge der ausgestrahlten Wärme proportional der vierten Potenz der absoluten Temperatur des strahlenden Körpers, so dass also die Erkaltungs-Geschwindigkeit proportional ist der Differenz der vierten Potenzen der absoluten Temperaturen des strahlenden Körpers und dessen Umgebung; unter absoluter Temperatur ist dabei jene zu verstehen, welche von einem Punkte gezählt wird, der 273° unter dem Gefrierpunkt des Wassers, dem gewöhnlichen Nullpunkt der Thermometer, liegt. *Stefan* ist zur Annahme dieses Gesetzes geführt worden durch Versuche von *Tyndall* über die Strahlung eines durch einen elektrischen Strom zum Glühen gebrachten Platindrahtes, wobei sich ergab, dass von der schwachen Rothglut (520°) bis zur vollen Weißglut (1200°) die Intensität der Strahlung etwa auf das zwölffache stieg; das Verhältniß der absoluten Temperaturen in der vierten Potenz gibt ebenfalls sehr nahe die Verhältniszahl 12.

Es lässt sich für dieses Gesetz geltend machen, dass es schon seiner Form nach der Natur des Strahlungsvorganges entspricht; denn die beobachtete Strahlung ist — wie schon *Prevost* bemerkte — stets die Differenz der Strahlung des warmen Körpers gegen die kältere Umgebung und der kälteren Umgebung gegen den warmen Körper. Es muss sich hiernach die beobachtete Strahlung als Differenz zweier Ausdrücke darstellen lassen, von denen einer nur vom strahlenden, der andere nur vom bestrahlten Körper abhängt; das Stefan'sche Gesetz entspricht in der That dieser Forderung. Außerdem, dass dieses Gesetz viele über die Wärmestrahlung erhaltene Erfahrungs-Resul-

tate gut wiedergibt, hat es auch in theoretischer Hinsicht durch den großen Analytiker, den wir heute in unserer Mitte zu sehen die Freude haben, eine bedeutende Stütze erhalten; es hat nämlich Professor *Boltzmann* kürzlich gezeigt, dass man aus der Maxwell'schen elektro-magnetischen Lichttheorie unter Zuhilfenahme des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik die Form des Stefan'schen Gesetzes der Wärmestrahlung ableiten kann.<sup>1)</sup>

Wird nun dieses Gesetz bei Berechnung der durch die aktinometrischen Versuche *Pouillet's* gewonnenen Daten zugrunde gelegt, so erhält man für die Sonnen-Temperatur den Wert  $5600^{\circ}$ , wenn man ihr Emissionsvermögen = 1, d. h. gleich dem des Rußes annimmt, dagegen  $10.100^{\circ}$ , wenn man dasselbe =  $\frac{1}{10}$ , also etwa gleich dem des Platins setzt. Unter Benutzung der von *Violle* erhaltenen Solarconstante erhöhen sich die angegebenen Zahlen um 10 Procent; aus dem von *Langley* gefundenen Wert der Sonnenconstante erhält man  $6500^{\circ}$  C.

Ich konnte natürlich nur einen Theil der Versuche zur Bestimmung der Sonnenconstante hier erwähnen; solche Bestimmungen wurden u. a. auch von *Hagen*, *Röntgen* und *Eæner*, sowie in neuester Zeit von *Maurer* (in Zürich, auf dem St. Gotthardpass und auf dem Pizzo Centrale in 300 m Höhe) vorgenommen.

Man hat auch versucht, die von der Sonne ausgehende Strahlung direct mit jener zu vergleichen, welche von künstlichen Wärmequellen sehr hoher Temperatur ausgeht. So bestimmte *Secchi* das Verhältnis zwischen der Sonnenstrahlung und jener des elektrischen Lichtbogens, und fand, dass ein Thermometer in  $\frac{4}{10}$  m Entfernung von den Kohlenspitzen (deren Strahlungsfläche ungefähr  $3 \text{ cm}^2$  war) eine dauernde Temperaturerhöhung von  $3.6^{\circ}$  über die Temperatur der Umgebung aufwies, während es unter Einwirkung der Sonnen-

<sup>1)</sup> Während *Schneebeli* das Gesetz bei seinen Versuchen gut bestätigt fand, haben manche Beobachter starke Abweichungen gefunden (u. a. Sir *William Siemens*, *Bottomley*, *Schleiermacher*); indes könnten diese zum Theile anderen Umständen, die ich hier nicht näher erörtern kann, zugeschrieben werden.

strahlung um etwa  $17\frac{1}{2}^{\circ}$  stieg. Berücksichtigte man die Absorption der Atmosphäre, so ergab sich, dass die Intensität der Sonnenstrahlung jene des elektrischen Lichtbogens unter sonst gleichen Verhältnissen 44 mal übertraf; schätzt man die Temperatur des elektrischen Bogens, der ein Licht gleich dem von 1500 Kerzen aussandte, zu  $3000^{\circ}$ , so folgt für die Sonnen-Temperatur unter Zugrundelegung des Newton'schen Strahlungs-Gesetzes circa  $130.000^{\circ}$  C., welche Bestimmung freilich von der früher erwähnten nach Millionen von Graden zählenden, etwas grell absticht.

In ähnlicher Weise verglich *Violle* die Strahlungs-Intensität der Sonne mit jener einer geschmolzenen Gusstahlmasse; letztere, circa  $500\text{ kg}$ , floss aus der quadratischen Öffnung (von  $2.8\text{ cm}$  Seitenlänge) eines Siemens-Martin-Ofens heraus, ihre Temperatur war mindestens  $1500^{\circ}$  C. anzusetzen. Die Sonnenstrahlung bewirkte aber noch immer eine  $3\frac{1}{2}$  mal stärkere Steigung des Thermometers in derselben Zeit als die Stahlschmelze, wonach sich bei Anwendung des Dulong'schen Gesetzes für die effective Sonnen-Temperatur etwa  $2000^{\circ}$  ergab, wenn das Emissions-Vermögen der Sonne jenem der Gusstahl-Masse gleich gesetzt ward; *Violle* hält jedoch auf Grund seiner Untersuchungen über die Radiation glühender Körper diesen Wert des Emissions-Vermögens für zu hoch gegriffen und adoptiert deshalb als Temperatur der strahlenden Oberfläche der Sonne  $2500^{\circ}$  C. *Soret* beobachtete die dauernden Temperatur-Erhöhungen eines Thermometers unter Wirkung der Sonnenstrahlen und jener einer im Knallgas erhitzten Zirkonscheibe, welche vom Thermometer aus gesehen unter demselben Gesichtswinkel erschien wie die Sonne; die Temperatur-Erhöhungen standen im Verhältnis  $30:1$ ; nimmt man die Temperatur des Zirkons zu  $2000^{\circ}$  an, so folgt mit Zugrundelegung des Stefan'schen Strahlungs-Gesetzes die Sonnen-Temperatur zu  $5500^{\circ}$ , wenn der Sonne und dem Zirkon gleiche Emissions-Vermögen zugeschrieben werden. Es liegt diese Zahl nahe jener, die sich auch aus *Pouillet's* Beobachtungen ergibt. *Rosetti* in Padua schloss aus seinen mit dem Thermo-Multipliator gemachten Messungen, dass die effective Sonnen-Temperatur nahe  $10.000^{\circ}$  betrage; seiner Rechnung liegt aber wieder

ein anderes Strahlungs-Gesetz zugrunde, das er bis zu Temperaturen von nahe  $1000^{\circ}$  bestätigt fand. Er erhitzte, um die hohen Temperaturen des strahlenden Körpers herzustellen, dünne Kupferplatten in der nicht leuchtenden Flamme eines Bunsen-Brenners; da Kupfer zwischen  $1000$  und  $1100^{\circ}$  schmilzt, so mussten die Platten, die noch nicht schmolzen, eine Temperatur unter  $1000^{\circ}$  haben; damit stimmten nun die durch die Strahlungs-Beobachtungen nach seiner Formel gerechneten Temperaturen nahe überein. Nach der Stefan'schen Formel ergeben dagegen *Rosetti's* Versuche für die Sonnen-Temperatur nur nahe  $6000^{\circ}$ .

Auch *Langley* stellte derartige Experimente an, indem er die beiden Seiten einer Thermosäule einerseits dem von einem Heliostaten reflectierten Sonnenlicht, andererseits dem von einem sog. Converter kommenden Strahlen exponierte.<sup>1)</sup> Seine Untersuchungen ergaben, dass die Annahme einer Sonnen-Temperatur von  $1500^{\circ}$  jedenfalls unhaltbar ist, dass die Wärmestrahlung der Sonne mindestens 100mal, wahrscheinlich noch im stärkerem Maße größer ist, als die des geschmolzenen Platins und dass die Lichtstrahlung der Sonne an Intensität mehr als 5000mal jene übertrifft, welche geschmolzenes Platin zeigt. Auch *Langley* bestätigte, dass die Formel von *Dulong-Petit* zur Bestimmung hoher Temperaturen nicht anwendbar sei.

Ich nenne noch *Ericson*, *Fizeau*, *Waterston*, *Vicaire* und *St. Claire Deville* als Forscher, die sich mit dem Problem der Sonnen-Temperatur beschäftigten und bemerke, dass *Zöllner* auf äußerst scharfsinnige Weise aus der Höhe der am Sonnenrande zu beobachtenden Gasausbrüche, der Protuberanzen, als mittlere Temperatur der Chromosphäre etwa  $60.000^{\circ}$  berechnete; doch sind die Grundlagen, auf denen seine Rechnungen fußen, theilweise ziemlich schwankende.

Soweit die bisherigen Kenntnisse reichen, kann man wohl mit einer gewissen Sicherheit sagen, dass die effective

<sup>1)</sup> „Converter“ ist das birnförmige Gefäß, welches beim Bessemer-process die Gusstahlschmelze aufnimmt.

Sonnen-Temperatur nicht nach Millionen von Graden zählt, auch nicht nach Hunderttausenden, sondern dass selbst  $10.000^{\circ}$  zu hoch gegriffen sein dürfte; es scheint vielmehr eine Temperatur zwischen  $6000$  und  $8000^{\circ}$  wahrscheinlich. Dies ist aber nicht die Temperatur der *Photosphäre* der Sonne, da über dieser noch eine absorbierende Schichte, die *Chromosphäre*, ein glühendes Gas- und Dampfmenge gelagert ist, außerdem hält man auch die bei totalen Sonnen-Finsternissen zuerst beobachtete *Corona* für die äußere Sonnen-Atmosphäre. Durch Absorption in diesen werden nun die von der *Photosphäre* ausgehenden Strahlen so geschwächt, dass nach *Secchi* nur 12 Procent, nach *Cruls* und *La Caille* circa 20 Procent hindurchgehen; mit letzterem Resultat stimmen auch die Messungen von *Vogel* und *Pickering*, betreffend die Lichtintensität, ziemlich überein. Es müsste daher die Temperatur der Sonnen-*Photosphäre* auf mindestens das fünffache der früher angegebenen, oder rund  $30.000^{\circ}$  veranschlagt werden, wobei aber, wie Dr. *Perntner* in Wien jüngst hervorhob, der so erhaltene Wert gewiss zu niedrig ist, da wahrscheinlich auch das *Stefan'sche* Gesetz eine zu niedrige Temperatur des strahlenden Körpers gibt, und weil wir, wie *Langley* zeigte, durch die Messungen stets eine zu kleine Absorptions-Constante für unsere Atmosphäre erhalten.

Ich wende mich nunmehr zu einigen anderen Forschungen, welche sich auf die Analyse der von der Sonne zu uns gestrahlten Wärme beziehen. Es ist jedermann bekannt, dass das weiße Licht in seine farbigen Bestandtheile zerlegt werden kann. Die gewöhnlichste Art die Zerlegung oder Dispersion hervorzurufen, besteht darin, dass man das weiße Licht z. B. durch ein Glasprisma hindurchtreten lässt, wodurch man ein farbiges Band, das durch die Lichtbrechung entstandene Spectrum erhält. Sie sehen hier ein Bild des Sonnenspectrums, welches durch die Dispersion mittelst eines Kalkspath-Prismas erzeugt wurde; in demselben bemerken Sie die bekannten *Fraunhofer'schen* Linien. Bezüglich der Linien *A* und *B* im Rothen bemerke ich, dass sie nach den Untersuchungen von *Egoroff* Gruppen sind, welche der Absorption durch den Sauerstoff unserer Atmosphäre ihre Entstehung verdanken; andere Linien

im Spectrum scheinen durch den Wasserdampf der Atmosphäre veranlasst.

Eine zweite Art, das weiße Licht in die farbigen Bestandtheile aufzulösen, besteht darin, dass man ein Lichtbündel durch ein feines Gitter hindurchgehen lässt, wobei man das Phänomen der Beugung hervorruft und ein Spectrum erhält, in welchem die Anordnung der Farben in dem Verhältnisse ihrer Wellenlängen stattfindet; eine dritte Art der Zerlegung bietet die Eigenschaft gewisser Körper, die Polarisations-Ebene des durch sie hindurchtretenden Lichtes zu drehen. Diese Drehung erfolgt für die verschiedenen Farben in verschiedenem Maße, so dass diese dadurch von einander geschieden werden: man nennt letztere Erscheinung Rotations-Dispersion. Manche Körper, wie Quarz, Zuckerlösungen, Weinsäure, Terpentinöl zeigen die Drehung der Polarisations-Ebene schon im natürlichen Zustand, bei anderen kann sie — wie *Faraday* entdeckt hat — durch magnetische oder elektrische Kräfte vorübergehend hervorgerufen werden; die Drehung findet, wie kürzlich publicierte Versuche von *Kundt* zeigen, auch in sehr dünnen, durchscheinenden Schichten von Eisen, Nickel und Kobalt statt, und zwar in einer geradezu erstaunlich starken Weise.

Vergleichen wir die durch die ersten beiden Methoden, durch Brechung in einem Prisma und durch Beugung mittelst eines Gitters hervorgerufene Auseinanderlegung des weißen Lichts, vergleichen wir also ein Brechungs-Spectrum mit dem Beugungs-Spectrum, so zeigt der erste Blick, dass die Aueinanderfolge der Farben zwar in beiden Spectren dieselbe, dass aber die Vertheilung der einzelnen Farben eine wesentlich verschiedene ist. Während im Brechungs-Spectrum die blauen und violetten Strahlen einen verhältnismäßig breiten Raum einnehmen, verglichen mit den rothen Strahlen, sind im Beugungs-Spectrum die blauen Strahlen viel mehr zusammengeschoben, die rothen dagegen etwas breiter ausgedehnt. Die Ausdehnung der Farben im prismatischen Spectrum ist bedingt durch die Substanz, aus der das brechende Prisma gefertigt ist, während im Beugungs-Spectrum die Farben entsprechend ihren Wellenlängen gereiht sind; aus diesem Grunde



hat man das Beugungs- oder Diffractionsspectrum als das Normalspectrum bezeichnet, weil es nicht, wie das Brechungsspectrum, von der Beschaffenheit des dispergierenden Prismas abhängt, sondern die Abstände der einzelnen Farben, von einem bestimmten Anfangspunkte gerechnet, nur durch die Wellenlängen dieser Farben bedingt sind. Ich möchte aber hier im Vorbeigehen bemerken, dass — wie Lord *Rayleigh* hervorhob — ein Spectrum, bei welchem als Abscissen die Schwingungszahlen, also die reciproken Wellenlängen genommen werden, mit gleichem, wenn nicht mit größerem Rechte als ein normales Spectrum bezeichnet zu werden verdient; diese letztere Art der Darstellung des Spectrums hat in der That schon *Stoney* angewendet.<sup>1)</sup>

Geradeso wie die Lichtstrahlen werden nun auch die Wärmestrahlen dispergiert und gebeugt. Der erste, welcher die Vertheilung der Wärme im prismatischen Spectrum der Sonne untersuchte, war der ältere *Herschel*; er fand mit einem empfindlichen Thermometer, dass die Wärme im Violett sehr gering sei, gegen das rothe Ende viel bedeutender werde, dass aber auch in dem dunklen Raum jenseits des Rothens eine kräftige Wärmewirkung bemerkbar sei; dagegen fand er keine Spur von Erwärmung an den jenseits des violetten Endes des Spectrums befindlichen Stellen. Spätere Versuche lehrten dann, dass die Lage des Wärmemaximums je nach der Substanz des angewandten Prismas verschieden sei, woraus weiter folgt, dass die für die leuchtenden Strahlen durchsichtigen Substanzen dies nicht in gleicher Weise für die verschiedenen Wärmestrahlen sind, dass also die Substanzen, wie man sagt, thermisch gefärbt, thermochroisch sind. Nur bei Steinsalz und Sylvin (Chlorkalium) fand *Melloni*, dass diese Substanzen alle Wärmestrahlen hindurchlassen und er wies nach, dass das prismatische Wärmespectrum, durch Steinsalz erzeugt, eine ebensogroße Ausdehnung habe, wie das leuchtende Spectrum, dass die Lichtstrahlen stets mit Wärme-

---

<sup>1)</sup> Wollte man erreichen, dass jede Octave den gleichen Raum im Spectrum einnimmt, so müsste man als Abscissen die Logarithmen der Wellenlängen auftragen.

strahlen verbunden sind und dass das Maximum der Wärmewirkung jenseits des rothen Spectrum-Endes, im sogenannten Ultraroth liege, etwa ebensoweit wie das Gelb vom Ende des sichtbaren Spectrums entfernt.

Unter den zahlreichen neueren Untersuchungen über das Wärmespectrum der Sonne will ich nur jene von *Lamansky*, *Mouton*, *Becquerel*, *Abney* und *Langley* hervorheben.

*Lamansky* gelang es mit Hilfe einer schmalen Thermo- säule weit im dunklen Theile des Spectrums den Fraunhofer- schen ähnliche Linien zu entdecken, was er — wie schon vor ihm *Draper* — dadurch erkannte, dass an gewissen Stellen die Wärmewirkung kleiner war, als an den beiderseits dieser Stelle benachbarten. *Henry Becquerel* hat in neuester Zeit durch die von seinem Vater *Edmond Becquerel* erfundene phosphoro- graphische Methode (mit Schwefel-Calcium) noch das Vor- handensein einer Bande im Ultraroth mit der Wellenlänge 1·8—1·9  $\mu$ . constatieren können.<sup>1)</sup> *Mouton* bestimmte nach einem sinnreichen Verfahren die Wellenlänge der Streifen im dunklen Sonnenspectrum mit Verwendung von Quarz-Apparaten und gibt als Länge der längsten Wärmewellen 1·8  $\mu$ . an. *Abney* photographierte mittelst einer Bromsilbergelatin-Emulsion einen großen Theil des ultrarothten Spectrums; auch entdeckte *Abney* und *Festing*, dass die ultrarothten Strahlen durch eine dünne Ebonitplatte größtentheils hindurchgehen, während die leuch- tenden vollkommen vernichtet werden.

Endlich hat *Langley* mit seinem „Bolometer“ sowohl die Lage der dunklen Streifen im prismatischen Spectrum mit großer Genauigkeit bestimmt, als auch, was vor ihm nieman- dem geglückt ist, direct im Biegungs-Spectrum die Wärme- Vertheilung gemessen; es ist diese Wärmemessung darum eine enorm schwierige, weil die mittlere Wärme im Diffractions-Spectrums unter günstigen Umständen noch nicht ein Zehntel von derjenigen im prismatischen Spectrum erreicht. Das Princip des Instruments, dessen sich *Langley* bediente, des Bolometers, ist die Änderung des elektrischen Leitungs-

<sup>1)</sup> Als Einheit für die Messung der Wellenlänge ist  $\frac{1}{1000} \text{ mm} = 1 \mu = 1 \text{ Mikron}$  angenommen.

widerstandes eines haarfeinen, berußten Platindrahtes infolge der Erwärmung; durch passende Anordnung lässt sich die kleinste Widerstands-Änderung durch die Nadelausweichung eines äußerst empfindlichen Thomson'schen Galvanometers bemerklich machen, und es wird angegeben, dass mit diesem Instrument noch die fabelhaft kleine Temperatur-Differenz von  $\frac{1}{50.000}^{\circ}$  Fahrenheit erkennbar sei. Allerdings muss die Empfindlichkeit des Bolometers eine enorm große sein, da *Langley* im vorigen Jahre Messungen im Wärmespectrum des Mondes vollführte, während es sorgfältiger Beobachtungen mit Thermosäulen bedarf, um überhaupt nur die Strahlung des Vollmondes mit einiger Sicherheit nachzuweisen.

Wird der Draht des Bolometers derart durch ein Spectrum geführt, dass die Richtung des Drahtes mit jener der Fraunhofer'schen Linien parallel ist, so wird derselbe jedesmal, wenn er sich an der Stelle einer solchen Linie befindet, weniger erwärmt werden, als in der Nachbarschaft und sich dadurch die Existenz einer Linie oder Bande kundgeben. *Langley's* Versuche über die Wärme-Vertheilung im Diffractions-Spectrum wurden auf dem *Allegheny Observatory* in Pennsylvanien angestellt; das Licht und die Wärme giengen außer durch die Luft durch keinen durchsichtigen Körper hindurch, sondern wurden nur reflectiert. Er gebrauchte ein Rutherford'sches Gitter auf Spiegelmetall mit 681 Strichen auf den Millimeter; ein Hohlspiegel diente zur Erzeugung des Beugungsbildes. Eine große Schwierigkeit fand *Langley* in den variablen Mengen der strahlenden Energie, welche unsere Atmosphäre selbst bei gleich dicken Luftschichten durchlässt; auch bei anscheinend klarem Himmel sind die Variationen der Sonnenstrahlung von Minute zu Minute bemerklich, während die Sonnenstrahlung selbst merklich constant ist; das Bolometer sieht in der That Wolken, die dem Auge unsichtbar sind. Nur durch vielfache Wiederholung der Beobachtungen an verschiedenen Tagen ließen sich die zufälligen Störungen eliminieren und brauchbare Resultate erhalten.

Das Bolometer misst die den einzelnen Strahlen-Complexen innewohnende Energie der Strahlung, wie sie nach dem Durchtritt durch die absorbierende Atmosphäre zu uns gelangt.

*Langley* berechnet dann die Energie-Vertheilung außerhalb der Atmosphäre, was möglich ist mit Hilfe des Transmissions-Coefficienten der Atmosphäre, der wieder aus Beobachtungen bei hohem und niedrigem Sonnenstande bestimmt wird; er erhält durch graphische Darstellung eine Curve, deren Abscissen die Wellenlängen, deren Ordinaten die Energien in den einzelnen Strahlen darstellen. Diese Curve erhebt sich von dem violetten Ende des Spectrums bis in die Gegend des Gelb, wo sie ihr Maximum hat, um dann gegen die Abscissenaxe wieder (etwas weniger schnell, als sie anstieg) abzufallen. Die von dieser Curve begrenzte Fläche repräsentiert diejenige Wärmemenge, welche unsere Apparate ganz außerhalb der Atmosphäre nachweisen würden. Die calorimetrischen Messungen *Langleys* im Diffractions-Spectrum erstrecken sich bis zur Wellenlänge 1  $\mu$ . Es ergibt sich hiernach, dass das Energiemaximum im Normalspectrum in der Nähe des Gelb liegt und dass die Lage des Wärmemaximums von der des Lichtmaximums nicht verschieden ist. Dass das Wärmemaximum im Normalspectrum in den sichtbaren Theil falle ist übrigens schon von *Müller* in Freiburg behauptet und u. a. auch von *Lundquist* und *Mouton* constatirt worden.

*Langley* schließt ferner aus seinen Messungen, dass die Durchlässigkeit der Atmosphäre am größten für die ultrarothten Strahlen ist; da also die Lichtstrahlen, bevor sie zu uns kommen, mehr absorbiert werden, als die sogenannten Wärmestrahlen, d. h. als jene im Roth und Ultraroth, so würde demnach ohne Atmosphäre die Sonne einem Auge entschieden blau erscheinen müssen.

Es schien wünschenswert auch an einem hochgelegenen Orte Beobachtungen anzustellen, und wurde deshalb auf *Langley's* Veranlassung eine Expedition nach dem *Mount Whitney* in Süd-Californien ausgerüstet, die unterstützt war vom Kriegs-Ministerium und unter der officiellen Leitung des Generals *Hazen* stand.

Für die Expedition konnten einige besondere Apparate angeschafft werden, Dank der Freigebigkeit eines Bürgers von Pittsburg, von dem *Langley* sagt, dass er zufrieden sei ein nützliches Unternehmen zu fördern und nicht wünsche,

dass sein Name bekannt werde. Auf dem Berge in einer Höhe von 13.000 englischen Fuß fand sich nun im *prismatischen* Spectrum eine Ausdehnung des Ultraroth bis über eine große Absorptionsbande hinaus, die *Langley* mit  $\Omega$  bezeichnete und die er nach seiner Rückkehr nach Allegheny auch in der tiefer gelegenen Station wieder zu beobachten vermochte. Das angewendete Prisma war von *Hilger* in London aus einer besonderen Art Flintglas gefertigt, welches — nach der Angabe — für alle beobachteten unsichtbaren Strahlen nahezu transparent ist. Die erhaltenen Resultate stellt *Langley* wieder durch eine Curve dar, von der Sie hier eine Copie (Fig. 1) sehen. Die Abscissen sind den prismatischen Ablenkungen,

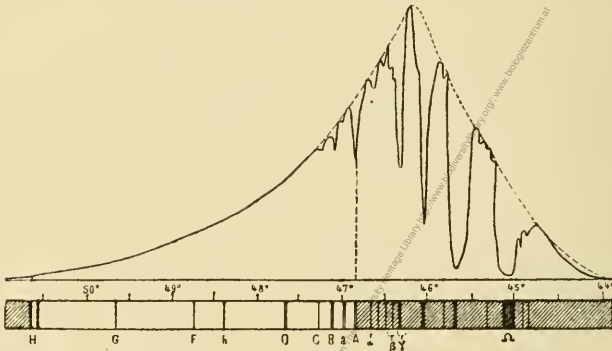


Fig. 1. Prismatisches Spectrum.

die Ordinaten den gemessenen Energien proportional. Außerdem leitet *Langley* aus den am prismatischen Spectrum gemachten Messungen die Energie-Vertheilung im Normalspectrum ab, welche durch die Curve (Fig. 2) dargestellt ist; hier sind also als Abscissen die Wellenlängen aufgetragen. Die beige-schriebenen Zahlen bedeuten die Wellenlängen in Mikrons. Die Gesamtflächen der Curven in Figur 1 und 2 sind gleich. Durch diese aus der Energie-Vertheilung im prismatischen Spectrum abgeleiteten Resultate werden also die Ergebnisse der directen Beobachtungen am Beugungs-Spectrum wesentlich bestätigt; die Lage des Maximums der Energie liegt etwa bei der Wellenlänge  $0.6\mu$ , weicht also — wie schon erwähnt — nicht viel von der Lage des Lichtmaximums ab,

das sich in der Nähe der *D*-Linie befindet. Für die Absorption durch das ganze sichtbare und unsichtbare Spectrum stellt *Langley* das einfache Gesetz auf, dass sie mit wachsender Wellenlänge abnimmt. Würden die Beobachtungen an einem Punkte außerhalb der Atmosphäre angestellt werden können, so würde man das Maximum der Wärmewirkung noch mehr gegen das Grün verschoben, etwa bei der Wellenlänge 0.52  $\mu$ . finden.

*Langley* hält es nach seinen Beobachtungen für höchst wahrscheinlich, dass die gesammte Energie jedes beliebigen Strahls als Wärme erhalten werden kann, wenn ein geeignetes Medium zur Aufnahme dieser Energie zur Verfügung steht, so

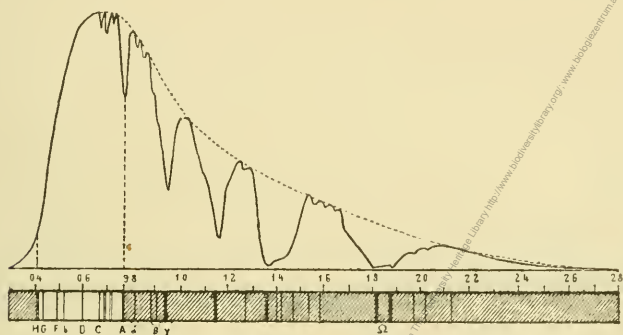


Fig. 2. Normalspectrum

dass also eine einzige Sonnen-Energie anzunehmen ist, welche aber, je nach dem Mittel, durch welches wir sie erkennen, sich als Wärme oder als Licht oder als chemische Wirkung offenbart. Was das Verhältnis zwischen der dunklen und leuchtenden Wärme betrifft, so ist an der Meeres-Oberfläche die Energie des ultrarothenen Theils etwa drei Fünftel von der ganzen Energie. Der relativ kleinere Wert für die den großen Wellenlängen im Ultraroth entsprechende Energie rührt nach *Langley* nicht etwa von der Absorption in der Atmosphäre her, sondern davon, dass dort überhaupt keine beträchtliche Energie existiert. Umgekehrt ist der große Betrag der Energie im leuchtenden Theile nicht etwa einer schwachen Absorption zu verdanken, sondern sie ist im Gegentheile *trotz*

einer starken Absorption vorhanden und ist eben die ursprüngliche Sonnen-Energie hier viel größer.

Die dargestellte Ausdehnung der dunklen Strahlen im Spectrum der Sonne geht bis etwa zur Wellenlänge  $2.7 \mu$ ; in zwei ganz neuen Publicationen<sup>1)</sup> aus diesem Jahre theilt aber *Langley* mit, dass er die Existenz von noch beträchtlich längeren Wellen durch die erwärmende Wirkung, die sie aufs Bolometer üben, nachweisen konnte; hierüber möchte ich zum Schlusse noch einiges sagen.

*Langley* beschäftigte sich in der jüngsten Zeit mit Untersuchungen über die Spectra von Wärmequellen, deren Temperatur von der des geschmolzenen Platins bis zur der des schmel-

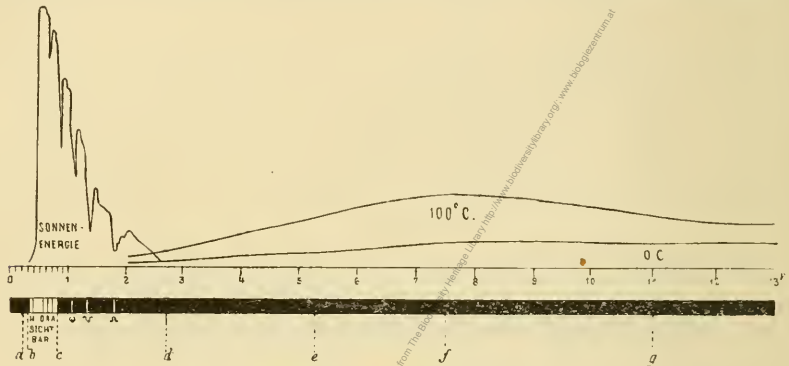


Fig. 3.

zenden Eises variierten; er fand, indem er die Wärmestrahlen durch Steinsalzprismen zerlegte, dass die von den untersuchten Quellen ausgehende Wärme einen ganz anderen Charakter hat, als die Sonnenwärme. Mit steigender Temperatur der Wärmequelle wachsen die Ordinaten der Wärmecurve, aber nicht gleichmäßig, sondern jene der stärker brechbaren Theile des Spectrums steigen rascher an; es wandert also bei steigender Temperatur das Maximum der Curve nach dem brechbareren Theile.

Um einen Begriff von der Ausdehnung dieser Wärmespectren zu geben, erlaube ich mir auf die Zeichnung (Fig. 3)

<sup>1)</sup> „American journal of Science“ und „Philosophical Magazine“.

zu verweisen, in welcher die Spectra von beruhten Kupferflächen bei den Temperaturen von  $100^{\circ}$  und  $0^{\circ}$  C. dargestellt sind. Als Abscissen sind wieder die Wellenlängen, als Ordinaten die Wärme-Intensitäten aufgetragen; auch ist zum Vergleich die Curve für die Sonnenwärme gezeichnet, aber in Wirklichkeit ist das Verhältnis der Ordinaten in den Curven für die Sonne und das beruhte Kupfer ein viel größeres als es hier dargestellt ist und die Figur soll nur die *Lage* der Curven niederer Wärme veranschaulichen. Man erkennt hier, welch kleinen Theil die Wellen des sichtbaren Spectrums einnehmen im Vergleich zu der ungeheuren Ausdehnung, welche das Wärmespectrum des beruhten Kupfers besitzt. Die Bestimmung der Wellenlängen für die von letzterem ausgehenden Wärmestrahlen ist natürlich mit großer Unsicherheit verbunden; direct konnte *Langley* noch die Wärmewellen von  $5.3 \mu$  bestimmen, für die größeren Wellen mussten durch Extrapolation aus dem Brechungs-Index des Steinsalzes die Wellenlängen erschlossen werden. Hiernach wäre die Wellenlänge des Maximums im Spectrum des siedenden Wassers etwa  $7.5 \mu$ , und die des Maximums im Spectrum des schmelzenden Eises etwa  $11 \mu$  oder über  $\frac{1}{100} \text{ mm}$ . Die Wellenlänge der äußersten im Wärmespectrum des Steinsalzprismas überhaupt erkannten Strahlen schätzt *Langley* sogar auf  $30 \mu$  oder etwa  $\frac{1}{30} \text{ mm}$ . Es sind in der Zeichnung (Fig. 3) einige Punkte der Abscissenaxe durch die Buchstaben *a* bis *g* markiert; *a* ist die Stelle für die äußersten unsichtbaren ultravioletten Strahlen, welche *Cornu* im Sonnenspectrum photographisch gemessen hat, ihre Wellenlänge ist  $0.29 \mu$ . Bei *b* beginnt das fürs Auge erkennbare Spectrum mit der Wellenlänge  $0.36 \mu$ , dasselbe endet bei *c* mit  $\lambda = 0.81 \mu$ . Die Stelle *d* bezeichnet die Wellenlänge  $2.7 \mu$  des äußersten Infrarothe im Sonnenspectrum, die *Langley* mit dem Bolometer auf Mount Whitney bestimmt hat; bei *e*, wo die Wellenlänge  $5.3 \mu$  ist, liegt die Grenze der absolut gemessenen Wellenlängen, bestimmt mit Gitter und Steinsalzprisma; endlich stellen die Punkte *f* und *g* annähernd die Lage der Maxima des Wärmespectrums für eine beruhte Fläche von  $100^{\circ}$  resp.  $0^{\circ}$  Temperatur dar, denen die Wellenlängen  $7.5$  und  $11 \mu$  entsprechen.



Wollten wir auch noch die Stelle bezeichnen, wo die längsten von *Langley* überhaupt beobachteten Wärmewellen liegen, nämlich die Stelle für die Wellenlänge von  $30 \mu$ , so müsste die Länge der Abscissenaxe mehr als doppelt so lang gemacht werden, als sie in der Figur gezeichnet ist.

Vergleichen wir zum Schlusse die längsten Wärmewellen mit den Wellen der höchsten wahrnehmbaren Töne in der Luft, so ergeben neue Versuche von *Pauchon* mit den sehr intensiven Tönen einer Dampfsirene, die mit dem Druck von  $2\frac{1}{2}$  Atmosphären angeblasen wurde, dass die Hörbarkeit der Töne selbst bei 70.000 Schwingungen per Secunde noch nicht erreicht sein soll; es würden hiernach aufeinanderfolgende Schallwellen, deren Länge etwa 5—6 mm in der Luft beträgt, noch als Ton vernommen werden; diese Luftwellen sind nur etwa zweihundertmal so groß, als die längsten Ätherwellen der dunklen Wärmestrahlen; das Verhältnis der *Schwingungszahlen* für die Schall- und Wärmewellen wäre dagegen noch immer beiläufig 1:200 Millionen.

Wenn auch den zuletzt erwähnten Versuchen *Langleys* manche Unsicherheit anhaften mag, so ist doch durch diese Forschungen unsere Kenntniss über die Strahlung in großartiger Weise erweitert und die bedeutende Kluft zwischen den extremsten Wellenlängen von Wärme- und Tonschwingungen wesentlich verkleinert worden. Da nach den Untersuchungen von *Landois* manche Thiere (kleine Fliegen und Bockkäfer) Stimmen besitzen, die für unser Gehör zu hoch sind und daher von uns nicht wahrgenommen werden, so entsprechen diesen Tönen wahrscheinlich noch kürzere Wellen, als die oben angegebenen und würde sich hiernach die Kluft zwischen den Äther- und Luftwellenlängen wohl noch weiter verringern.

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cruziana 4884) <http://www.biodidac.com>

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Anonymus

Artikel/Article: [Berichte über die Monatsversammlungen im Vereinsjahre 1886. \(Seiten L-LXXXII\) L-LXXXII](#)