

Diaphragma sich in dem leeren Raume befinden. Diese Ausbreitung des Lichtes hinter dem Diaphragma erklärt Fresnel mit Hülfe des sogenannten Huyghens'schen Principes, nach welchem jeder Punkt der bis zum Schirm gelangenden Welle selbst wieder ein neues Wellencentrum bildet. Diese Erklärung ist aber nicht mehr möglich wenn kein Aether vorhanden ist. Man würde, um dennoch die Streifen zu erklären, genöthigt seyn anzunehmen, daß die Wirkung, welche ein schwingendes Theilchen des leuchtenden Körpers auf ein Theilchen des beleuchteten ausübt, nicht allein auf dem kürzesten Wege, in gerader Linie, sondern auch auf jedem andern Wege hervorgebracht wird, so daß wenn diese Wirkung durch das Dazwischenliegen eines undurchsichtigen Körpers gehindert wird, dieselbe um diesen Körper herum stattfindet; versteht sich mit einer um so geringeren Intensität, je schiefer die Richtung ist, in der sie ausgeübt wird, und nach einer um so größeren Zeit, je größer der Weg ist, durch den sie dorthin gelangt.

Es möchte in der That möglich seyn, mit diesen Annahmen den Aether für die Erklärung der Fortpflanzung des Lichts zu entbehren, da dieselben im wesentlichen mit dem übereinstimmen was der Aether zu versinnlichen bestimmt ist. Allein man sieht auch zu gleicher Zeit, daß solche Annahmen jedenfalls viel größere Schwierigkeiten in sich schliessen als die eines Aethers.

X. *Ueber die Theorie des Thaues. Schreiben an
Hrn. Arago von Hrn. M. Melloni.*

(*Compt. rend., T. XXIV, p. 531.*)

Neapel, 17. März 1847.

Die in neuerer Zeit auf die Wells'sche Theorie gerichteten heftigen Angriffe haben mich veranlaßt, das Studium des Thaues vorzunehmen. Nach einer sehr langen Reihe
oft

oft unterbrochener und wieder aufgenommener Beobachtungen und Versuche glaube ich zu einer sehr netten Lösung aller der auf dieses interessante Phänomen sich beziehenden Fragen gelangt zu seyn. Die Abhandlung, in welcher sie entwickelt ist, habe ich kürzlich in drei aufeinanderfolgenden Sitzungen unserer Academie gelesen. Ich will Ihnen davon einen Auszug geben, mit der Bitte ihn dem Institut mitzuthemen. Sie werden sehen, daß *es Etwas zu thun gab*; die Beobachter, welche das Wells'sche Princip mit solcher Erbitterung anfielen, waren von einem so blind feindseligen Geiste befaßt, daß sie, weit entfernt das Mangelnde zu ergänzen, Alles niederreißen, Alles vernichten wollten, um, wer sollte es glauben, das alte Phantom vom Aufsteigen des Thaus wieder zu erwecken.

Nach den Versuchen von Wells hätte man, glaube ich, wohl mit voller Sicherheit annehmen können, daß der Thau nicht von der Erde aufsteigt, auch nicht vom Himmel fällt, sondern daß er entsteht aus dem elastischen, unsichtbaren Dampf, welcher in dem die Körper umgebenden Raum verbreitet ist; so haben wir alles begriffen, wenn wir, mit dem genannten Physiker, die Fällung des Wasserdampfs der Kälte zuschreiben, die aus der Wärmestrahlung der Körper gegen den heiteren Himmel entspringt. Nach dieser Ansicht bekleiden sich Laub, Holz, Glas, Firnis, Kienrufs u. s. w. mit Thau, weil sie unter dem Himmel die Wärme leicht entweichen lassen, und sich dabei bedeutend erkälten; Metalle dagegen bleiben trocken, weil sie ihre Wärme nur schwierig gegen die oberen Schichten der Atmosphäre entsenden. Und wirklich beobachtet man eine große Verschiedenheit in den Angaben eines thermoskopischen Apparats, wenn er folgeweise einem mit siedendem Wasser gefüllten Gefäß von blankem Metall, und einem durchaus ähnlichen, dessen Wände aber gefirniset oder beruht sind, ausgesetzt wird. Im letzteren Fall ist die Wirkung weit kräftiger als im ersteren. Die Deduction ist richtig, aber man muß bekennen, daß sie in den Augen der Welt wohl nicht nothwendig, unvermeidlich er-

scheinen mag. In der That, Benedict Prevost und vor ihm Saussure schreiben dem Mangel von Thau auf den Metallen einer elektrischen Kraft zu; Leslie erklärt das Phänomen durch eine eigenthümliche Abstofsung, welche die Metallflächen auf den Wasserdampf ausüben sollen; und die Anhänger der wieder heraufbeschwornen Hebungstheorie erklären sie durch Wärme und Elektricität, entwickelt vermöge chemischer Einwirkung der Metalle auf die Dampftheilchen im Moment ihres Uebergangs in den flüssigen Zustand.

Um zu zeigen, dafs alle diese Hypothesen unhaltbar sind, nehme ich zuvörderst drei Thermometer mit Theilung auf den Stielen; auf jeden Stiel schiebe ich einen Korkstöpsel, so dafs er 5 bis 6 Millimeter vom Behälter entfernt festsetzt. Dieser Kork dient als Stütze für die beiden Theile einer Metallhülle, mit welcher ich die zu den nächtlichen Beobachtungen bestimmten Thermometer umgebe. Der erste Theil besteht aus einem kleinen Gefäfs von sehr dünnem Silber oder Kupfer, ähnlich einem Fingerhut, mit glatter und polirter Oberfläche und von solcher Gröfse, dafs er den Behälter des Thermometers aufnehmen kann; der zweite besteht aus einem Cylinder von Weifsblech, offen an dem einen, geschlossen an dem anderen Ende, und als Hülle für den graduirten Stiel dienend. Die beiden Metallstücke lassen sich mit gröfster Leichtigkeit abnehmen und aufsetzen, und bleiben wegen der Reibung und Elasticität des Korks leicht an ihrem Orte sitzen.

Nun denke man sich drei weite Büchsen (*réipients*) von Weifsblech, jede mit einer Seitenöffnung, durch welche man, dicht am Boden, die armirten Behälter der drei Thermometer hineinstecken kann, so dafs die Stiele mit ihren Hüllen horizontal liegen und draussen bleiben. Denke man sich diese Büchsen getragen von dünnen Metallröhren, versehen mit Deckeln von demselben Material und mit ihrem Inhalt in einer windstillen und heiteren Nacht der freien Luft ausgesetzt, dabei annehmend, die eine der Metallhüllen sey beruht, die beiden anderen im natürlichen Zustande,

und die Büchsen bald geöffnet, bald verschlossen: so hat man eine Idee von den Versuchen, deren ich mich zum Vergleich der nächtlichen Ausstrahlung des Silbers mit der des Kienrusses bedient habe.

Gesetzt zuvörderst, die Büchsen seyen verschlossen: dann zeigen unsere Thermometer eine gleiche Temperatur. Halten wir eine der mit metallischen Thermometern versehenen Büchsen verschlossen und öffnen die beiden anderen. Es bedarf sehr empfindlicher Instrumente und sehr genauer Vergleiche, um das äußerst geringe Fallen desjenigen metallischen Thermometers zu beobachten und zu messen, welches man dem Himmel ausgesetzt hat; allein das geschwärzte Thermometer fällt zusehends, und nach einigen Minuten zeigt es 3 bis 4 Grad weniger als das Thermometer im verschlossenen Gefäß: offener Beweis, daß dieser Unterschied von der Wärmestrahlung der geschwärzten Hülle gegen den Himmel herrührt, und keineswegs von der Berührung mit der äußeren Luft, die bei dieser und bei der polirten Metallhülle des anderen entblößten Thermometers in gleichem Maasse stattfindet.

Meine Abhandlung enthält das Detail von allen Vorichtsmafsregeln, die man treffen muß, um die aus der Strahlung des Kienrusses und des Silbers entspringenden Kältegrade vergleichend zu erhalten. Die definitiven Resultate haben in auffallender Weise die neuerlich der Academie von den HH. Provostaye und Desains angekündigte Thatsache bestätigt, nämlich, daß das Ausstrahlungsvermögen der Metalle weit geringer ist, als man es nach den Versuchen von Leslie, von Dulong und Petit bisher geglaubt hat ¹⁾.

- 1) Die Strahlung des Kienrusses = 100 gesetzt, würde die des gewalzten Silbers, nach meinen Versuchen, = 3,026 seyn. Die HH. Provostaye und Desains finden für das chemisch auf Kupfer niedergeschlagene Silber = 5,37, und, wenn dasselbe mit dem Polirstahl polirt worden, = 2,10; nach ihnen ist das Strahlungsvermögen des eben aus dem Walzwerk gekommenen Silbers = 2,94, und des gewalzten und brunirten Silbers = 2,38.

Versuche i. Jahre 1838 hatten mich zu der Folgerung geführt, daß

Aehnliche thermoskopische Apparate, deren Hüllen bekleidet waren mit Firnifs, Graphit, Hausenblase, Sägespänen, Sand, Erde und Pflanzenblättern gaben beständig eine sehr merkliche Temperatursenkung, bevor sie sich mit Thau be-

der Unterschied der strahlenden Kraft bei dem berühmten Versuch von Leslie mit einem Würfel, der auf der einen Seite glatt und polirt, auf der andern mehr oder weniger rauh gefurcht ist, nicht, wie man damals allgemein glaubte, von einer Veränderung im mechanischen Zustand beider Oberflächen herrührt, sondern von einer Veränderung in der Dichtigkeit, erzeugt bei der Operation, durch welche man die glatte Fläche in eine rauhe verwandelt. Dieser Satz schien mir damals durch folgende drei Thatsachen erwiesen: 1) der Einfluss der Furchen auf die Abänderung des Strahlungsvermögens zeigt sich nur bei den Metallen; dagegen strahlen Marmor, Gagat und Elfenbein, gefurcht oder polirt, immer mit derselben Stärke aus; 2) geschmolzenes und in einer Sandform langsam erkaltetes Silber, mit Oel polirt und mit Kohle nachgeschliffen, dann mit dem Diamant gefurcht, so dass der Grund der Furchen comprimirt und condensirt wird, nimmt an strahlender Kraft nicht zu, sondern ab, wenn es aus dem polirten Zustand in den rauhen übergeht; 3) dieselbe Art von geschmolzenem und polirtem Silber wird durch Aushämmern oder Auswalzen viel strahlender. (Ann., Bd. 53, S. 268.)

Aus den Versuchen der eben erwähnten geschickten Physiker ist nun leicht zu ersehen, dass sie ganz analoge Resultate liefern, und folglich dasselbe beweisen. Denn da das chemisch auf Kupfer gefällte Silber viel weniger dicht ist als das gewalzte, und dieses wiederum weniger dicht als das brunirte Silber, so steht diese Eigenschaft, zufolge der vorhergehenden Zahlen, in umgekehrtem Verhältniss der entsprechenden Ausstrahlungskräfte.

Der einzige Unterschied zwischen den beiden Beweisen des Principes besteht darin, dass meine Messungen sich auf das stärkste Strahlungsvermögen, das des Silbers beziehen, während die der HH. Provostaye und Desains von dem Strahlungsvermögen des Silbers und anderer Metalle in Bezug auf das des Kienrusses gelten.

Diesem unbemerkten Unterschied oder sonst einer unrichtigen Angabe muss man den historischen Fehler zuschreiben, der sich in der von diesen Herren der Academie übergebenen Note eingeschlichen hat. Nach ihnen würde das bisher angenommene Verhältniss zwischen dem Strahlungsvermögen der Metalle und des Kienrusses nicht allein aus den Versuchen von Leslie hervorgehen, sondern aus denen von mir und von Dulong und Petit. Es ist wahr, Dulong und Petit haben Zahlen gefunden, die wenig von dem Verhältniss abweichen, das Leslie den Strahlungsvermögen der Metalle und des Kienrusses beilegt; was aber mich betrifft, so habe ich mich keineswegs mit derartigen Versuchen beschäftigt. Die einzigen Fragen über die Wärmestrahlung, an ihrem

näfsen. Der Zwischenraum betrug zuweilen mehre Stunden; oft fand auch eine Temperaturerniedrigung statt, ohne dafs sich zu irgend einer Zeit der Nacht Thau niederschlug. Diefs letztere geschah desto häufiger, je mehr die Thermometer in gröfserem Abstand vom Boden angebracht waren. Dadurch, dafs man in einer gewissen Höhe operirte, konnte man die Ablagerung des Thaus auf die Körper nach Belieben unterdrücken oder verzögern, und somit vollständig darthun, dafs sie der Kälte-Erzeugung immer folgt und *ihr niemals vorhergeht*. Was die polirten Metallhüllen meiner Thermometer betrifft, so habe ich sie, selbst in sehr feuchten Nächten, wenn nur in der Atmosphäre selber keine Spur von Nebel war, niemals mit condensirtem Wasserdampf bekleidet gefunden.

Der eigentliche Thau erfordert daher immer eine gewisse Erkaltung des Körpers, den er benässen soll, und die Metalle bethauen unter dem heiteren Himmel nicht, weil sie sich nur um eine ungemein geringe Gröfse erkalten. Könnte es nicht aber noch andere Kräfte geben, welche die Erkaltung oder Anhäufung des Thaus auf die Metalle verhinderten? Mit andern Worten: ist bei den Metallen die schwache Strahlung wirklich die einzige und wahrhafte Ursache, vermöge welcher dieselben niemals bethauen?

Hier einen Versuch, welcher mir die Aufgabe entschieden zu lösen scheint, und zugleich den Irrthum der Hypothesen vom Aufsteigen und Niederfallen des Thaus, so wie die Richtigkeit des Wells'schen Princips darthut.

Ursprung betrachtet, die mir durch den Versuch etwas wenig aufgehellt zu seyn schienen, um einen Augenblick die Aufmerksamkeit der Physiker zu fesseln, waren: die eben erwähnte Wirkung der Rauheiten in der Oberfläche des heißen Körpers und die Wirkung der Farbe, beide negativ aufgelöst; ferner der Einfluß, den die Dicke der oberflächlichen Schicht, von der die innere Strahlungen ausgehen, auf die Intensität der Strahlung ausübt, ein Einfluß, der mir hinreichend schien, um den ungeheuren Unterschied zwischen dem Strahlungsvermögen der Metalle und dem anderer Körper zu erklären. Anlangend den Werth dieser beiden Vermögen und das Zahlenverhältnifs derselben, so kann sich Jeder überzeugen, dafs davon niemals in meiner Abhandlung die Rede gewesen ist.

Auf einer Scheibe von Weissblech aus einem einzigen Stück, so groß und so dünn wie möglich, ziehe ich einen concentrischen Kreis, dessen Radius gleich ist einem Drittel des der Scheibe, und überziehe ihn mit einer dicken Firnissschicht. Aus einer anderen Weissblechtafel schneide ich eine zweite Scheibe, 10 Millimeter kleiner als der befirnisste Kreis, und nachdem ich in ihrer Mitte, senkrecht auf ihrer Fläche, das Ende eines 2 Millimeter dicken und 2 bis 3 Decimeter langen Eisendrahts festgelöthet habe, bohre ich in die Mitte der großen Scheibe ein Loch, und stecke auf Seite der befirnissten Fläche, den am Ende zugespitzten Eisendraht hinein. Er wird so weit hineingeschoben, daß der Abstand der kleinen Scheibe von der großen etwa 5 Millimeter beträgt, und in dieser Stellung mittelst einiger Tropfen Schnellloth befestigt.

Die beiden somit zu einem System vereinigten Scheiben werden des Abends auf ein Feld gebracht, und daselbst in horizontaler Lage, außer Berührung mit anderen Körpern, einige Augenblicke liegen gelassen. Ist die Nacht windstill und heiter, so sieht man auf der Fläche der größeren Scheibe leicht vorauszusagende Thauphänomene entstehen.

In der That braucht man sich nur zu erinnern, daß in der Lage, welche wir für die beiden Scheiben voraussetzen, die kleinere sich oben befindet, und da sie im Radius 5 Millimeter kleiner ist als der befirnisste Kreis der unteren großen Scheibe, so folgt, daß von diesem Kreise eine ringförmige Zone von 5 Millimeter Breite rund um die Verticalprojection des über ihr von der kleinen Scheibe gebildeten Dachs hervorragt. Nun ist klar, daß diese Zone gegen den Himmel ausstrahlen, ihre Temperatur erniedrigen, sich mit Thau bekleiden, und allmählig die Kälte und den Thau sowohl nach der Mitte als nach dem Umfang hin fortpflanzen wird. In letzterer Richtung geht die Fortpflanzung viel weiter, denn die durch Mittheilung erkalteten Punkte erkalten sich durch Strahlung, sobald sie mit Thau bekleidet sind, während die unter der kleinen Scheibe befindlichen gefirnissten Punkte sich kaum anders als durch Con-

tact erkalten können. Wirklich bleibt der centrale Theil des gefirnissten Kreises immer trocken, und die metallene Zone, welche ihn umgiebt, bethaut bis zum Rande, wenn die Atmosphäre sehr feucht ist.

Was man aber nicht auf dem ersten Blick voraussagen würde, ist, daß sich genau dieselben Erscheinungen auch auf der dem Boden zugewandten Seite der großen Scheibe einstellen. Auf dieser Seite zeigt sich der Thau zuerst an den Punkten, welche der kleinen ringförmigen gefirnissten Zone der oberen Seite gegenüberliegen, und man gewahrt daselbst einen schwach weißlichen Kreis, welcher, da er auf dem dunklen Felde des polirten Metalls auf einmal erscheint, an die Bildung der Daguerre'schen Bilder erinnert. Dieser Kreis wird darauf stärker und etwas ausgehnter, und er geht bisweilen bis zu dem Rande, niemals aber zum centralen Theil, welcher immer seine Trockenheit und seinen Metallglanz behält, wie der entsprechende Theil der anderen Seite der Scheibe und das kleine kreisrunde Dach, welches ihn bedeckt, ohne ihn zu berühren.

Dieser so einfache, so wohlfeile und selbst von Denen, die niemals ein physikalisches Instrument handhabten, so leicht zu wiederholende Versuch ist gleichsam ein sprechender Inbegriff aller Discussionen über den Ursprung und die Natur des nächtlichen Phänomens, welches uns beschäftigt. Fällt der Thau vom Himmel? — Nein, weil die obere Schicht immer trocken bleibt, und der größere Theil der unteren Scheibe bethaut. Steigt er vom Boden auf? Eben so wenig, — denn wenn auch der mittlere Theil der dem Boden zugekehrten Seite der großen Scheibe bethaut ist, giebt es nahe am Centrum immer einen trocknen und glänzenden Raum. Wirken die Metalle abstoßend auf den Wasserdampf, welcher den Thau constituirt, oder verursachen sie eine Verdampfung desselben, in dem Maasse als er sich auf ihre Oberfläche niederschlägt? — Weder das eine noch das andere, weil wir einige Theile des Metalls stark bethaut, und andere vollkommen trocken sehen.

Das erste Erscheinen des Thaus auf der gefirnissten Zone

und seine allmälige Fortpflanzung zu den benachbarten und gegenüberliegenden Theilen der großen Scheibe, verbunden mit der Temperatursenkung, welche sich auf den gefirniften Hüllen der der freien Luft ausgesetzten Thermometer einstellt, beweist endlich, daß der Thau eine reine Folge der nächtlichen Ausstrahlung ist, und daß letztere den Körpern von großem Ausstrahlungsvermögen den Kältegrad ertheilt, der zur Verdichtung des in der Atmosphäre enthaltenen unsichtbaren Wasserdampfs nothwendig ist.

Alle Thatfachen also stehen im vollen Einklang mit der in den Lehrbüchern der Physik und Meteorologie vorgetragenen Thautheorie. In einem zweiten Briefe werde ich Thatfachen auseinandersetzen, die nicht durch diese Theorie zu erklären sind, die sich aber dennoch durch Betrachtungen, welche ich mich beehren werde dem Urtheile der Academie vorzulegen, sehr glücklich auf das Wells'sche Princip zurückführen lassen.

XI. Ueber die Theorie des Thaus. Zweiter Brief an Hrn. Arago von Hrn. Melloni.

(*Compt. rend., T. XXIV, p. 641.*)

Napcl, 18. März 1847.

In diesem zweiten Briefe will ich den am Schlusse meines ersten angekündigten Satz entwickeln, nämlich, daß das Wells'sche Princip über den Ursprung des Thaus als außer allem Zweifel betrachtet werden kann, und es dennoch unmöglich ist, alle bei heiterer und windstiller Nacht auftretenden thermometrischen und hygrometrischen Erscheinungen zu erklären, so lange man nicht wenigstens einen neuen Umstand in Betracht zieht, der trotz seiner ausnehmenden Wichtigkeit für die nächtliche Erkaltung der Körper, bisher gänzlich vernachlässigt worden ist. Zuvor erlauben Sie mir jedoch einige Bemerkungen über zwei Rei-