IV. *Bemerkungen über eine neue thermographische Methode des Hrn. Herschel und deren Anwendung auf das Sonnenspectrum; von Hrn. Melloni.*

(*Compt. rend. T. XI p. 141.*)

In ihrer letzten Sitzung hat die Academie eine Abhandlung des Hrn. Herschel erhalten, aus den *Philosoph. Transact.* von diesem Jahr (1840, *pt. I*) entnommen, und betitelt: *on the chemical action of the rays of the solar spectrum; on preparation of silver and other substances both metallic and non metallic, and on some photographic processes.* Die Noten I und III am Ende der Abhandlung enthalten die Beschreibung eines Verfahrens, um mittelst einer Art thermographischer Zeichnung das Wärmespectrum sichtbar zu machen.

Hr. Herschel nimmt ein Blatt sehr dünnen Papiers, schwärzt es auf der einen Seite, indem er es mehrmals über eine rufsende Flamme hinwegführt, spannt es dann auf einen Rahmen, benetzt die weiße Seite mit rectificirtem Alkohol, und setzt sie nun der Wirkung des Sonnenspectrums aus. Die von den Sonnenstrahlen getroffenen Punkte der benetzten Fläche trocknen eher als die andern, und zeigen sonach vorübergehend die entsprechenden Temperaturen durch das Auftreten mehr oder weniger heller Flecken an.

Durch Anwendung dieses Verfahrens auf Spectra, erzeugt durch eine Combination von Prismen und Linsen, welche den auf das Papier fallenden Strahlen eine große Lebhaftigkeit gab, erhielt er Thatsachen, die mir eine neue Bestätigung meiner Theorie über die Diathermansie des Glases zu liefern scheinen. Ehe ich mich hierüber weiter ausspreche, will ich mir einige kritische

Bemerkungen über das von Hrn. Herschel angewandte Mefsverfahren erlauben, hoffend, daß der berühmte Astronom sie mir verzeihen werde, da sie von der reinsten Liebe zur Wissenschaft eingegeben wurden.

1) Wie kann man annehmen, daß die verschiedenen Strahlen des Spectrums sämmtlich gleich absorbirt werden von der weißlichen Oberfläche des benetzten Papiers? Ist es nicht dagegen wahrscheinlich, daß die oberen Strahlen weniger als die unteren absorbirt werden? ¹⁾. Ich sage mehr: es ist ungemein wahrscheinlich, daß dem wirklich so sey. In der That, untersucht man die Vertheilung der Wärme im Sonnenspectrum mittelst eines Thermometers mit geweißtem Behälter, so findet man das Maximum der Temperatur desto tiefer liegend, je heller die Farbe dieses Behälters ist. Ein geschwärztes Thermometer giebt für das Maximum die höchste Lage. Nun ist der Kienrufs die einzige Substanz, welche alle Wärmestrahlen mit gleicher Intensität absorbirt. Man hat dieß bisher nur vermuthet; allein ich habe es in einer vor Kurzem der Academie übergebenen Abhandlung zu beweisen gesucht. Das Herabsinken des Temperatur-Maximums, so wie man Thermometer von einer hellen Farbe anwendet, zeigt also, daß bei einer nicht mit Kienrufs überzogenen Oberfläche die brechbareren Strahlen des Spectrums eine geringere Absorption erleiden als die weniger brechbaren. Die Erwärmungen der verschiedenen Stellen des zur Milchfarbe benetzten Papiers, und folglich die respectiven Mengen des verdampften Wassers und die Grade der Trockenheit, stellen also nicht die relativen Intensitäten der verschiedenen Elemente vor, die in die Zusammensetzung des Sonnenstrah-

1) Ich setze voraus, die Axe des Prismas sey horizontal, und die Oeffnung des brechenden Winkels gegen den Himmel gewandt, so daß die Elemente der prismatischen Radiation auf dem senkrecht gestellten Papier einen desto höheren Ort einnehmen, als sie brechbarer sind.

les eingehen, und sie können also nicht als genaues Mittel zur vergleichenden Abschätzung betrachtet werden.

2) Die Wärme, welche von den Punkten des der Wärmestrahlung ausgesetzten Papiers erlangt wird, muß sich durch Leitung nothwendig den umgebenden Punkten mittheilen, so daß die beschleunigte Trocknung auch an gewissen, von keinem Strahl getroffenen Stellen des Papiers geschieht. Daraus folgt: 1) daß die thermographischen Eindrücke immer größer seyn werden als die sie erzeugenden Strahlen; 2) daß ein Strahlenbündel, begriffen zwischen zwei Parallellinien, und begabt mit einer abnehmenden Intensität von der einen zur andern, nicht einen Streifen von gleicher Breite auf dem empfindlichen Papier des Hrn. Herschel's geben wird, sondern einen Raum begränzt von zwei Linien, die gegen die von den schwächeren Strahlen getroffenen Seite convergiren; 3) daß der Eindruck, den ein Strahlenstreifen von gleicher Intensität hervorbringt, nach der Mitte hin eine stärkere Bauchung macht und sich mehr oder weniger der Kreisgestalt nähert, je nach der Stärke des Wärmebündels und dem Verhältnisse seiner beiden Hauptdimensionen. Wirklich müssen sich die der Mitte des Bündels entsprechenden Stellen des Papiers stärker erhitzen als die an den Enden, weil die letzteren in ausgedehnterer Berührung mit der kalten Umgebung stehen. Der Focus der Fortpflanzung wird also im ersten Fall intensiver seyn als im zweiten. Die geleitete Wärme wird eine mehr oder weniger große Entfernung erreichen, je nachdem sie von der Mitte oder den Enden ausgeht. Die Austrocknung wird denselben Gang befolgen, und der Streifen, wie gesagt, eine eiförmige oder kreisrunde Gestalt annehmen.

Hr. Herschel findet die Temperatur-Vertheilung im Sonnenspectrum analog der, welche von der Mehrzahl der mit diesem Gegenstande beschäftigt gewesenen Phy-

siker angegeben wird; nur fingen die ersten merkbaren Wärmespuren nicht am violetten Ende an, sondern zwischen dem Indigo und Blau. Diefs scheint anzuzeigen, daß die neue thermographische Methode des Hrn. Herschel den gewöhnlichen thermometrischen an Empfindlichkeit nachsteht; denn bei Anwendung eines aus mehreren Thermometern mit kleinen Behältern zusammengesetzten Apparats hat wohl Hr. Bérard ich glaube zuerst gesehen, daß die Wärmewirkung, obwohl Null jenseits der Gränze der größten Brechbarkeit, sich doch auf eine deutliche Weise mit dem Auftreten der ersten violetten Strahlen zeigt.

Was das Temperatur-Maximum betrifft, so versetzt es Hr. Herschel in den dunkeln Raum jenseits der rothen Strahlen, etwas weiter als die letzte sichtbare Gränze des Spectrums, wo unter deuselben Umständen sein Vater es gefunden hatte. Sehr wahrscheinlich ist mir, daß dieser Unterschied aus der in unserer ersten Bemerkung nachgewiesenen Ursache entspringt.

Die den Aufsatz des Hrn. Verfassers begleitende Kupfertafel zeigt, daß die thermographische Zeichnung sich nicht als eine von zwei Parallellinien begränzte Zone darstellt; es ist eine lanzettartige Gestalt, deren größser Querdurchmesser mit der Linie der höchsten Temperatur zusammenfällt. Man begreift leicht, daß diese Abweichung der Gestalt des gebrochenen Wärmebündels von dem auf dem Papier erzeugten Eindruck nur eine unmittelbare Folge von dem in der zweiten Bemerkung entwickelten Satz der Seitenfortpflanzung ist.

Allein die merkwürdigste der von Hrn. Herschel gefundenen Thatsachen ist das Daseyn mehrer Unterbrechungen in den mindest gebrochenen Theil des Sonnen-Wärmespectrums. Diese Unterbrechungen bilden nicht sehr feine Querlinien, wie sie von Fraunhofer im Lichtspectrum entdeckt wurden, sondern sie haben eine weit größere Breite, und liegen alle in dem dunkeln

Raum, der dem rothen Ende vorangeht. Die Wirkung, welche sie in dem thermographischen Bilde hervorbringen, besteht in der Isolirung zweier oder dreier weißer, fast kreisrunder Stellen, von abnehmender Intensität abwärts vom zusammenhängenden Theil.

Bemerken wir zunächst, daß die abgerundete Figur der Flecke größtentheils von der geringen Breite des Spectrums herrührt, welche bei der von Hrn. Herschel getroffenen Anordnung beinahe so groß als der scheinbare Durchmesser der Sonne war. Die mehr oder weniger ausgedehnte Fortpflanzung der Wärme von den in der Mitte und am Ende liegenden Theilen der activen Zonen trägt hiezu vielleicht auch bei.

Die Unterbrechungen der Wärmewirkung haben in keiner Weise, ich wiederhole es, irgend eine Aehnlichkeit mit den dunkeln Linien Fraunhofer's; allein sehr ähneln sie denen, die man im Sonnenspectrum beim Anschauen durch farbige Gläser bemerkt. Nun hat Hr. Herschel nicht die Substanz, welche alle Arten strahlender Wärme unterschiedlos mit gleicher Stärke durchläßt, bei seinen Versuchen angewandt, sondern eine besondere Art sehr lichtzerstreuenden Flintglases, welches, obgleich sehr klar, doch, wie fast alle übrigen farblosen Mittel, diejenige Eigenschaft besitzt, welche wir *Dia-thermansie* oder *Wärmefärbung* nennen, weil sie auf den Durchgang der strahlenden Wärme dieselbe Wirkung ausübt, wie ein farbiges Mittel auf das Licht.

Was würde wohl geschehen, wenn man die Sonnenstrahlen, statt mit einem Prisma aus farbloser Substanz zu brechen, durch ein Prisma von sehr gefärbtem Glase gehen liefse? Offenbar würde man ein unvollständiges Spectrum erhalten, durchzogen von dunklen Streifen, ganz ähnlich denen, die man erblickt, wenn man das normale Spectrum durch eine dicke Platte desselben gefärbten Glases gehen läßt. Das aber ist genau der Fall mit dem Wärmespectrum des Hrn. Herschel und der damit auf

dem Papier gebildeten Zeichnung. Die erzeugenden Elemente kommen von einem, in Bezug auf Wärme, aus einer *farbigen* Substanz bestehenden Prisma und bieten denselben Anblick dar. Die von dem berühmten englischen Astronomen beobachteten Unterbrechungen geben also, wie schon oben gesagt, einen neuen Beweis von der Analogie, welche zwischen den Phänomen der Diathermansie und denen der eigentlichen Färbung vorhanden ist.

Hr. Herschel stellt hierauf folgenden Satz auf. Aller Wahrscheinlichkeit nach entspringen die Flecke aus der ungleichen Absorption der von den Sonnenstrahlen durchdrungenen Mittel. Läßt man bei Seite, was außerhalb unserer Erdkugel geschieht, so sind nur zwei Annahmen zu machen. Entweder rührt die Wirkung von der Atmosphäre oder von dem brechenden Prisma her. Um den ersten Theil des Dilemma direct anzugreifen, müßte man die Versuche in verschiedenen Höhen über dem Meer und bei verschiedenen Declinationen der Sonne wiederholen, was mir scheint noch nicht ausgeführt worden zu seyn. Was den zweiten Theil betrifft, so genügte es, mit dem Prisma und den Linsen zu wechseln, und nachzusehen, ob in der Ordnung, Stellung oder relativen Intensität wichtige Veränderungen eingetreten. Wirklich hat der Verfasser, statt des Flintglases, Kronglas genommen, und dabei beobachtet, daß der obere Fleck fast vollständig mit dem zusammenhängenden Theil vereint ward, und die beiden andern sich bedeutend näherten und schwächten. Allein das Spectrum des Kronglasprismas war, im Vergleich mit dem vom Flintglas, so wenig ausgebreitet, daß Hr. Herschel geneigt schien, diese Wirkung einer von der schwachen Dispersion des Kronglases herrührenden Art von Obliteration zuzuschreiben, so daß es, nach ihm, immer ungewiß bleibt, ob es eigentlich das Prisma oder die Atmosphäre sey, welche das Phänomen der Flecke erzeugt.

Hr. H. hat nach seiner neuen Methode mehrer meiner Versuche über die Sonnenwärme wiederholt. Indem er in die Bahn der prismatischen Strahlen eine Platte grünen Glases einschaltete, beobachtete, daß der ganze zusammenhängende Theil der graphischen Zeichnung verlöschte war; allein er fand noch Anzeigen von vereinzelteten Flecken. Als er hingegen eine zwischen Parallelgläser eingeschlossene Wasserschicht dazwischen setzte, verschwanden die Flecke, und der ganze zusammenhängende Theil zeigte sich von gleicher Intensität. Ich bedauere, daß der berühmte Astronom nicht darauf verfiel, die Beobachtungen durch Einschaltung zweier vereinigten Substanzen zu vervollkommen; denn er würde eine der sonderbarsten Thatsachen der heutigen Lehre von der strahlenden Wärme gesehen haben, d. h. ein durchsichtiges und doch für die strahlende Wärme undurchdringliches Medium. Es ist genau die Umkehr der andern eben so merkwürdigen Thatsache von vollkommen undurchsichtigen und doch diathermanen Substanzen.

Der Versuch mit der ganz allein in die Bahn des Spectrums vom Flintglasprisma eingeschalteten Wasserschicht entscheidet nicht die Frage von der atmosphärischen Absorption, weil die Flecke nur vermöge des Verschwindens des ganzen unteren Theils der gebrochenen Strahlen erlöschen, und man hier sagen kann, noch mehr als bei dem Kronglase, daß eine Verkürzung des Spectrums, ein Eingriff, eine Auslöschung der dunkeln und hellen Abwechslungen stattfindet. Allein es giebt ein entscheidendes Mittel zu erfahren, ob die Flecke wirklich von einer atmosphärischen Absorption oder von der Diathermansie der als Refractoren angewandten Körper herrühren, und ich bedauere, daß Hr. Herschel nicht daran gedacht, es auszuüben. Es besteht ganz einfach darin, seinen Versuch mit einem Prisma von Steinsalz zu wiederholen, einer Substanz, die alle Arten strahlender Wärme in gleicher Stärke durchläßt. Wenn die

Flecke verschwinden, wie ich alle Ursache habe zu glauben, so würde man daraus schliessen müssen, daß das von Hrn. Herschel beobachtete Phänomen von der ungleichen Absorption des Flintglases herrührte. Sonst würde man es der Wirkung der Erdatmosphäre, oder vielmehr der Sonnenatmosphäre, oder endlich einem ursprünglichen Mangel gewisser Strahlen in der Wärmefluth der Sonne zuschreiben müssen.

V. *Untersuchungen über die Wärme. Vierte Reihe. Ueber die Wirkung der mechanischen Textur der Schirme auf den unmittelbaren Durchgang der strahlenden Wärme; von James D. Forbes.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus den *Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh, Vol. XV pt. I*'). Die dritte Reihe dieser Untersuchungen findet sich in dies. *Annal.* Bd. XXXV S. 64 und 442.)

1) Am 2. Sept. 1839 theilte Hr. Arago der Pariser Academie der Wissenschaften ein Schreiben des Hrn. Melloni mit, das einige sehr interessante Versuche

- 1) Der Hauptinhalt des gegenwärtigen Aufsatzes wurde der K. Gesellschaft von Edinburg am 16. Dec. 1839 mit den Worten des dieser Note angehängten Memorandums mitgetheilt. Das Memorandum selbst wurde, unter mündlicher Erläuterung und Anführung von zusätzlichen Thatsachen, am 6. Jan. gelesen. Jeder im vorliegenden Aufsatz erwähnte Versuch wurde zwischen dem 12. Nov. 1839 und 4. März 1840 angestellt; seitdem habe ich keinen über diesen Gegenstand mehr gemacht. Beschäftigungen anderer Art verhinderten mich, bis jetzt (1. Mai) die Resultate dieser Versuche auszuarbeiten und die Gründe der früher angekündigten Schlüsse anzugeben. Der gegenwärtige Aufsatz, so wie er da ist, wurde dem Ausschuss am 15. Mai 1840 übergeben und unter dessen Autorität gedruckt. Folgendes ist das erwähnte Memorandum, abgedruckt aus den *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*.