XI. *Untersuchung über die Interferenzen der Wärmestrahlen;*

von den HH. H. Fizeau und L. Foucault.

(Compt. rend., T. XXV, p. 447.)

Die Versuche, welche Gegenstand dieser Abhandlung ausmachen, haben den Zweck, zu ermitteln, ob die Wärmestrahlen, gleich den Lichtstrahlen, die Eigenschaft des Interferirens oder gegenseitigen Einwirkens besitzen, so daß sie einander, je nach den Umständen, verstärken oder vernichten.

Das angewandte Beobachtungsverfahren besteht in dem Studium der Wärmevertheilung bei verschiedenen Erscheinungen, welche durch die Interferenz von Lichtstrahlen veranlaßt werden. Die unter diesen Umständen entstehenden Fransen sind ihrer Natur nach wenig intensiv und von geringer Ausdehnung; man mußte also zu sehr feinen thermoskopischen Mitteln seine Zuflucht nehmen.

Wir haben zu diesem Studium Weingeistthermometer angewandt, denen man sehr kleine Dimensionen und zugleich eine große Empfindlichkeit geben kann. Sie wurden abgelesen mittelst eines Mikroskops, das im Ocularstück mit einer Theilung versehen war.

Das beste Thermometer, welches wir uns zu diesen Untersuchungen verschaffen konnten, hat einen kugelförmigen Behälter von nicht über 1^{mm},1 Durchmesser, und dennoch hat ein Centesimalgrad eine Länge von 8 Millimeter auf dem Stiel. In dem Ocularstück des Mikroskops war ein in Zehntel-Millimeter getheiltes Mikrometer angebracht, und so konnte man sich versichern, daß jede von der Weingeistsäule durchlaufene Abtheilung $\frac{1}{100}$ Grad entsprach.

Das Instrument war in eine genau verschlossene Hülle gebracht, um es gegen Luftzug und plötzliche Temperaturänderungen zu schützen. Mehrere durch Fenster verschlossene Oeffnungen erlaubten die zum Versuch bestimmten

Strahlen einzulassen und die Weingeistsäule mit dem außerhalb angebrachten Mikroskop zu beobachten. Eine besondere Vorkehrung erlaubte überdies sich der Lage des Thermometers inmitten der Lichtfransen genau zu versichern.

Successive Beobachtungen an sehr dicht zusammenliegenden Punkten ließen die Wärmevertheilung erkennen. Für jeden Punkt war die Beobachtung eine doppelte, eine bei Zulassung der Strahlen, die andere bei Abhaltung derselben. Das Mittel aus beiden Ablesungen gab die Temperaturerhöhung aus der Wirkung der Strahlen. Die Temperaturveränderungen der Hülle waren immer langsam und regelmäsig; ihr Einfluß war also vernichtet.

Auf diese Weise studirten wir die Wärmevertheilung bei den Hauptphänomenen, wo Interferenzen von Lichtstrahlen auftreten. Nach einigen Versuchen erkannten wir, daß, ungeachtet der Empfindlichkeit unserer thermometrischen Mittel, dieß Studium nicht anders als mit Anwendung von Sonnenstrahlen möglich war, indem alle übrigen Licht- und Wärmequellen viel zu schwach sind.

1) *Fransen erzeugt mittelst zwei gegen einander geneigten Spiegel.* — Als wir diese Fransen von so großen Dimensionen erzeugten, daß der Behälter des Thermometers nur ein Viertel einer hellen Franse einnahm, erhielten wir unzweifelhafte Anzeigen von Interferenz in der Nähe der mittleren weißen Franse. Bei einer in der Abhandlung angegebenen Beobachtung, fanden wir für die Temperaturerhöhung folgende Zahlen, ausgedrückt in Abtheilungen des Mikrometers: 20,9; 35,9; 20,0. Die höchste Zahl entspricht der mittlichen Franse, und die beiden kleineren der ersten dunklen Franse, welche jene zur Rechten und Linken begrenzen.

Die Versuche wurden mehrfältig abgeändert, und alle bewiesen übereinstimmend, daß es bei dieser Erscheinung Wärmefransen giebt von ähnlichen Dimensionen wie die Lichtfransen.

2) *Spectra mit hellen und dunklen Streifen, erhalten durch prismatische Zerlegung der Interferenzphänomene, welche im*

polarisirten Licht durch Krystallplatten erzeugt werden. — Bildet man aus dem Licht, welches durch combinirtem Einfluß der Polarisation und Doppelbrechung modificirt worden ist, ein Spectrum, unter Umständen, wo bei kleinen Dicken des doppelbrechenden Körpers sich die Farben der Krystallblättchen zeigen würden, so ist dasselbe ein discontinuirliches, gebildet aus abwechselnd hellen und dunklen Fransen, die aus der Interferenz der beiden durch die Doppelbrechung der Krystallplatte erzeugten Strahlen entstehen.

Dieser Versuch ist in einer früheren Arbeit über die Interferenzphänomene im Falle großer Gangunterschiede umständlich beschrieben ¹⁾. Wir erinnern nur, daß es unter diesen Umständen, obwohl die Beobachtung gleichzeitig mit Strahlen von allen Farben geschieht, sich eben so verhält, wie wenn man bei einfachem Lichte beobachtete, denn die Effecte der Interferenz sind für jeden einfachen Strahl deutlich und gesondert.

Die Untersuchung der Wärmevertheilung in diesen Spectris bot ein besonderes Interesse dar, vor allem weil es möglich war, unter dem Gesichtspunkt der Interferenzen die dunklen Wärmestrahlen zu studiren, welche Herschel jenseits des rothen Endes des sichtbaren Spectrums entdeckt hat.

Für den Fall einer Gypsplatte von 0^{mm},83 Dicke wollen wir das Detail der Resultate beibringen. Eine Platte von dieser Dicke erzeugt im Spectrum acht dunkle Streifen. Die hellen Streifen dazwischen hatten eine solche Breite, daß das Thermometer ein Sechstel von dem im Gelb liegenden Streifen einnahm. Für den Theil des Wärmespectrums, der aus den jenseits des Roth liegenden undurchsichtigen Strahlen gebildet war, ward die Lage des Thermometers bei jeder Beobachtung bestimmt und auf das sichtbare Spectrum bezogen.

Aus diesem Studium geht hervor, daß in dem sichtbaren

1) Diese Annalen, Ergänzb. II., S. 355.

ren Spectrum die Wärme wie das Licht vertheilt ist, daß die Mitte der hellen Streifen ein Maximum, und die Mitte der dunklen ein Minimum der Wärme darbietet. In der Gegend des unsichtbaren Spectrums ist die Vertheilung analog; man bestimmte die Lage von vier nicht warmen Streifen, getrennt durch Wärmestreifen.

Um von diesen in der Gegend der unsichtbaren Wärme aufgefundenen Interferenzstreifen die in dieser Gegend von J. Herschel nachgewiesenen Intensitätsungleichheiten zu unterscheiden, that man dar, daß sie verschwanden, wenn man den Hauptschnitt der Gypsplatte um 45° drehte. Wir haben nämlich gefunden, daß diese Intensität auf eine sehr unregelmäßige Weise variirt. Bei einem Abstand vom Strich *A*, gleich dem, der diesen Strich vom Strich *D* trennt, haben wir einen sehr breiten Strich angetroffen, worin keine merkliche Wärme vorhanden ist.

Dreht man eine der Polarisationssebenen um 90° , so entsteht ein zum vorigen complementares Spectrum, welches auf dieselbe Weise studirt wurde. Die Wärmestreifen sind alsdann ersetzt durch nicht-wärmende Streifen und umgekehrt.

Ersetzt man die Gypsplatte durch eine gegen die Axe senkrechte Bergkrystallplatte, so kann man in dem Spectrum die Drehungen bemerken, welche die Polarisationssebenen der Farben seitens dieses Krystalls erlitten haben. Das Phänomen besteht in ähnlichen Streifen wie die früheren; auch ist die Wärmevertheilung ähnlich.

Fügt man zu den Modificationen, welche die Strahlen unter den eben angeführten Umständen erleiden, noch die, welche aus totaler Reflexion im Fresnel'schen Parallelepipèd entspringen, so erzeugt man mannigfaltige Interferenzphänomene, die sich im Spectrum immer unter verschiedenartig gelagerten Streifen zu erkennen geben. Die Wärmemittheilung folgt allen diesen Veränderungen.

So findet man immer 1) daß die Interferenzstreifen sich allemal in der ganzen Ausdehnung des Wärmespectrums zeigen, wenn sie im Lichtspectrum vorhanden sind, und

2) dafs in der ganzen Ausdehnung des Lichtspectrums die Lichtstreifen mit den Wärmestreifen zusammenfallen.

3) *Diffraction, erzeugt durch einen einzigen geradlinigen Rand.* — Wir haben überdiess den einfachsten Fall der Lichtbeugung studirt, denjenigen, wo man Fransen durch den geradlinigen Rand eines Schirms erzeugt. Da dieß Phänomen nothwendig sehr schwach ist, so bot sein Studium grofse Schwierigkeiten dar. Indefs erhielten wir interessante Resultate, indem wir Fransen von solchen Dimensionen erzeugten, dafs die Hälfte des Raums zwischen der ersten und zweiten dunklen Franse, wie man sie in rothem Lichte sieht, vom Thermometer eingenommen ward. Die Lage der geometrischen Gränze des Schattens wurde durch ein besonderes Verfahren ermittelt.

Wenn man das anfangs im Innern des Schattens liegende Thermometer allmählig in den erhellten Theil führt, so bemerkt man, dafs es zu steigen anfängt, bevor es die geometrische Gränze des Schattens erreicht. Es fährt fort rasch zu steigen, wenn es in die erste helle Franse kommt, und erreicht ein Maximum gegen den Rand dieser Franse, welcher der ersten dunkeln Franse zugewandt ist; darauf fällt es stetig, in dem Maafse als es weiter in den hellen Raum eindringt, um bald einen stationären Zustand zu erreichen. Es ist also in dem von der ersten hellen Franse eingenommenen Raum eine Wärme-Diffractionsfranse vorhanden, in welcher die Temperatur höher ist als in den Punkten, zu denen die Strahlen direct, unmodificirt durch den Schirm, gelangen.