**5. Ein optischer Nachweis der zur Wand
senkrechten Componente der Oberflächenspannung;
von Heinrich Wallbott.**

1. Bei der Messung der Phasenänderung des Lichtes an Quecksilber¹⁾ nach der Wernicke'schen Methode durch Vergleichung der Interferenzstreifen im Spectrum des in dünnen Blättchen hinten zum Theil an Luft, zum Theil an Quecksilber reflectirten Lichtes wurde ich auf eine neue Erscheinung geführt. Bei der Messung eines feuchten, vollständig abgeschlossenen Gelatineblättchens bemerkte ich zuerst eine Phasenbeschleunigung von etwa 0,4; gleich nachher war aber keine Verschiebung der beiden Systeme von Interferenzstreifen zu erkennen. Stellte ich nun wieder auf eine neue Grenze ein, so wiederholte sich dieser Vorgang: zuerst Verschiebung von 0,4, dann Kleinerwerden derselben bis zu 0. Um der Erscheinung auf den Grund zu gehen, betrachtete ich dann das Blättchen im Natriumlicht mit blossen Auge. Hier zeigte sich nun folgendes:

Die durch Reflexion des Natriumlichtes entstehenden Interferenzstreifen waren bei frischer Grenze (Quecksilber — Luft) wie gewöhnlich in die beiden gegeneinander verschobenen Systeme getrennt; sogleich aber sah man, wie die Luftinterferenzen an der Grenze nach dem dünneren Ende des Blättchens — es war schwach keilförmig — abgebogen wurden, sodass ungefähr das in Fig. 1 wiedergegebene Bild entstand. Die Ablenkung war auf einer Strecke von 5—6 mm sichtbar. Drehte ich nun das Blättchen etwas, sodass die Grenzlinie mit Quecksilber bedeckt wurde, so trat an deren Stelle eine Bruchlinie *b* der Quecksilberinterferenzen auf und die Luftinterferenzen wurden von neuem abgebogen. (Vgl. Fig. 1 a.)

1) Vgl. H. Wallbott, Wied. Ann. 68. p. 471. 1899.

Durch fortgesetzte, ruckweise Aenderung der Grenzlinie konnte ich die eigenthümlichsten Knickungen der Quecksilberinterferenzen beobachten. (Vgl. Fig. 1b.) Sie dauerten etwa 2—3 Minuten an, um dann allmählich wieder zu verschwinden.

Aenderte ich dagegen die Grenzlinie derart, dass sich das Quecksilber von ihr entfernte und sie ganz mit Luft in Berührung kam, so ging die Abbiegung an der ersten Stelle in kürzester Zeit wieder zurück.

Offenbar haben wir es hier mit einer Capillaritätserscheinung zu thun. Das Abbiegen der Luftinterferenzen nach dem dünneren Ende des Blättchens hin bedeutet einfach ein Dickerwerden des betreffenden Theiles; dieses ist aber leicht zu erklären, wenn man die wirkenden Kräfte mit einander vergleicht.

In dem Punkte *A* (Fig. 2), in welchem feuchte Gelatine (1), Quecksilber (2) und Luft (3) zusammentreffen, wirken im Sinne der Pfeile drei Kräfte, welche den Oberflächenspannungen T_{12} , T_{13} , T_{23} proportional sind. Da nun hier T_{12} bedeutend grösser ist als T_{13} , so erfährt das Quecksilber sofort eine capillare Depression und die Spannung T_{23} erhält die in Fig. 2a angedeutete Richtung.

Bezeichnen wir die ursprüngliche Richtung von T_{23} (Fig. 2) als horizontal und die dazu senkrecht gezeichnete als vertical, so ist in der letzteren jetzt Gleichgewicht vorhanden, wenn $T_{12} = T_{13} + T_{23} \cdot \cos \alpha$ ist.

In horizontaler Richtung bleibt jetzt nur noch die Wirkung der zur Wand senkrechten Componente $T_{23} \cdot \sin \alpha$, welche gewöhnlich durch die Festigkeit der Wand aufgehoben wird. Hier ist es anders. Die Molecüle der feuchten und verhältnissmässig leicht beweglichen Gelatine folgen dem auf sie ausgeübten

Zuge, und dadurch entsteht an der Grenze die beobachtete Verdickung. (Fig. 2b). Gleichgewicht tritt erst dann wieder ein, wenn im Punkte A die Summe der horizontalen Componenten von T_{12} und T_{13} (Fig. 2b) der Kraft $T_{23} \cdot \sin \alpha$ gleichkommt.

Fig. 2.

Fig. 2a.

Fig. 2b.

Hebt man nun an der deformirten Stelle die Wirkung der Oberflächenspannung T_{23} durch Verschieben der Grenzlinie (Quecksilber — Luft) auf, so ist klar, dass der ursprüngliche Zustand durch die alleinige Wirkung der horizontalen Componenten von T_{12} und T_{13} wieder eintreten muss.

Bei erneuter Untersuchung mit dem Spectrometer konnte ich von einem Abbiegen der Luftinterferenzen nichts bemerken; dagegen trat hier die andere, schon früher gefundene Erscheinung auf. Die Luftinterferenzen verschoben sich parallel mit sich selbst nach dem violetten Ende zu, entsprechend einem Dünnerwerden der mit Luft in Berührung stehenden Gelatine.

Die Vermuthung, dass die Capillaritätserscheinung an der Grenze (Quecksilber—Luft) deshalb nicht zu bemerken war, weil das Dünnerwerden des Blättchens durch Feuchtigkeitsabgabe über das Dickerwerden durch capillare Kräfte überwiegt, habe ich in der That durch folgenden Versuch bestätigt gefunden.

Fig. 3.

Beim Aufkitten der zweiten Glasplatte wurden zwei Glasröhrchen M und N (Fig. 3) mit eingekittet; jedes von ihnen wurde mittels eines Stückchens Gummischlauches und eines passenden Glasstöpsels luftdicht abgeschlossen. Mit ihrer Hülfe konnte dann zu einer beliebigen Zeit leicht und bequem

Quecksilber eingefüllt und sofort wieder ein luftdichter Abschluss hergestellt werden. Während durch M Quecksilber eingefüllt wurde, konnte durch N die dadurch verdrängte Luft entweichen.

Durch diese Vorrichtung gelang es mir, die beiden Erscheinungen voneinander zu trennen. Nachdem das Ganze genügend lange in einem möglichst feuchten Raume gelegen hatte, wurde beim Herausnehmen auch die vorher gelassene Oeffnung am Rande schnell geschlossen, damit keine Feuchtigkeit entweichen konnte. Waren dann durch eine halbstündige Belichtung die Interferenzstreifen weit genug nach violett zu gewandert (Fig. 4a), d. h. war erst durch Abgabe von Feuchtigkeit die betreffende Stelle dünn genug geworden, so konnte durch Einfüllen von Quecksilber das Abbiegen der Luftinterferenzen nach dem rothen Ende hin, d. h. die bereits im Natriumlicht beobachtete Capillaritäts-

Fig. 4a.

Fig. 4b.

erscheinung wahrgenommen werden. (Vgl. Fig. 4b.)

Es ist dies meines Wissens der erste unmittelbare, experimentelle Nachweis der zur Wand senkrechten Componente der Oberflächenspannung.

Giessen, Physik. Inst. d. Univ.

(Eingegangen 23. März 1898.)