**6. Nachweis der in den Glastränen
vorhandenen inneren Spannungen mit Hülfe des
polarisirten Lichtes, ein Vorlesungsversuch;
von K. Mack.**

Dass rasch gekühlte Glasplatten infolge innerer Spannungen die Eigenschaft der Doppelbrechung besitzen, und dementsprechend Farbenerscheinungen im polarisirten Licht zeigen, pflegt in den Vorlesungen über Optik mittels Projection nachgewiesen zu werden. Der Planparallelismus dieser Glaspräparate gestattet, dass die Projection in derselben Weise ausgeführt werden kann, wie bei Krystallplättchen, die von parallelen, senkrecht auffallenden Strahlen durchsetzt werden. Es liegt nahe, bei denjenigen Glaspräparaten, die durch die Stärke ihrer inneren Spannungen besonders berühmt sind, nämlich den Glastränen oder Bologneser Tropfen, ebenfalls auf optischem Wege das Vorhandensein dieser Spannungen zu veranschaulichen. Bei der Ausführung dieses Gedankens stösst man indessen zunächst auf die Schwierigkeit, dass infolge des mangelnden Planparallelismus der Begrenzungsflächen der Glasträne die die letztere treffenden Lichtstrahlen sämtlich zur Seite gelenkt werden, sodass das Projectionsbild der Thräne als schwarzer Schattenriss sich darstellt. Diesem Uebelstande kann jedoch leicht dadurch abgeholfen werden, dass die Glasträne in ein kleines, mit planparallelen Wandungen versehenes Glasgefäss gebracht wird, das eine Flüssigkeit von demselben Brechungsexponenten enthält, wie ihn die Glasträne im Mittel besitzt.¹⁾ Unter diesen Umständen stellt sich die Thräne in der Projection, wenn zunächst die Nicols aus dem Gang der Strahlen ausgeschaltet werden, nicht mehr als schwarze Silhouette, sondern als vollkommen durchsichtiger, nahezu unsichtbarer, farbloser Körper dar, dessen Umrisse nur ganz zart angedeutet sind, während die meistens in den Glastränen eingeschlossenen kleinen Hohlräume als schwarze,

1) Die hierbei zu Grunde liegende Methode der Verbringung eines zu untersuchenden durchsichtigen Körpers in ein flüssiges Medium von gleicher Brechbarkeit stammt von Biot (*Mémoire sur la polarisation lamellaire* p. 586 u. 683. 1841). Vgl. auch C. Klein, *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, Math.-phys. Klasse*, p. 347. 1890, p. 91. 1895.

scharfbegrenzte Flecken hervortreten. Werden jetzt die beiden Nicols eingeschaltet, so ist das Bild der Glasträne, am schönsten bei gekreuzten Nicols, mit leuchtenden Farben bedeckt, die, wie bei doppelbrechenden Krystallen oder rasch gekühlten Glasplatten, an die Farben exotischer Schmetterlinge oder von Pfauenfedern erinnern. In dieser Form eignet sich der Versuch in hohem Maasse als Vorlesungsversuch.

Als diejenige Flüssigkeit, welche angenähert denselben Brechungsexponenten wie die Glastränen besitzt, empfiehlt sich am meisten das Cedernholzöl. Ich habe diese Flüssigkeit von der Firma E. Merck in Darmstadt in solcher Beschaffenheit erhalten, dass ich sie unmittelbar für die Versuche verwenden konnte; alle Glastränen, die ich untersuchte, verschwanden beim Eintauchen in die Flüssigkeit fast vollständig, und nur jene kleinen in den Thränen enthaltenen Hohlräume wiesen auf das Vorhandensein der Glaskörper hin. Statt Cedernholzöl kann man übrigens auch eine sehr leicht durch Probiren herzustellende Mischung von Schwefelkohlenstoff und Aethyläther benützen. Auch einer sehr concentrirten Lösung von Chloralhydrat in Glycerin kann man denselben Brechungsexponenten geben, den die Glastränen besitzen; bloss treten in dieser sehr dicken Flüssigkeit bei der Projection leicht Schlierenbildungen in der Umgebung der Glastränen auf.

Die Projection lässt sich leicht sowohl in parallelem, als auch in schwach convergentem polarisirtem Lichte ausführen. Die entweder vom Heliostaten oder von einer Bogenlampe gelieferten parallelen Lichtstrahlen treffen, wenn es sich um den ersten der vorhin genannten Fälle handelt, zunächst eine Sammellinse von grossem Durchmesser und 20—30 cm Brennweite; in der Nähe des Brennpunktes befindet sich das polarisirende Nicol. Eine zweite ähnliche Linse macht die Strahlen wieder parallel, die jetzt durch das die Flüssigkeit mit der Glasträne enthaltende Gefäss hindurchgehen. Die Glasträne wird mittels eines an ihrem dünnen Ende befestigten Fadens so aufgehängt, dass sie ganz in die Flüssigkeit untertaucht. Es folgt eine dritte Convexlinse, die das Bild auf dem Projectionsschirm entwirft; nahe ihrem Brennpunkt ist das analysirende Nicol angebracht. Soll das Verhalten im schwach convergenten Licht gezeigt werden, so geht man mit der Glasträne zwischen den

Polarisator und die zweite Linse; statt der zweiten und dritten Linse genügt dann bei entsprechender Verschiebung eine einzige.

Es empfiehlt sich, namentlich bei Benützung von Cedernholzöl, die Dicke der die Glasthräne enthaltenden Flüssigkeitsschicht möglichst gering zu wählen, um die Absorption des Lichtes im Oel möglichst zu verkleinern. Ein Gefäss, in welchem der Abstand der zwei planparallelen Glaswände 1—2 cm beträgt, genügt vollkommen.

Die Farbenerscheinungen, die man im parallelen und im schwach convergenten polarisirten Licht erhält, sind nicht erheblich verschieden. Der Rand der Glasthräne ist im allgemeinen nach innen von farbigen Streifen begleitet, welche da, wo im Inneren Hohlräume sich befinden, Störungen erfahren. Diese Streifen drängen sich nach dem Schwanz der Glasthräne immer mehr zusammen. Das dicke Ende der letzteren erinnert an den Anblick, den eine senkrecht zur optischen Axe geschnittene Platte eines einaxigen Krystalles im convergenten Licht darbietet. Insbesondere nimmt man meistens bei gekreuzten Nicols ein schwarzes, bei parallelen ein weisses Kreuz wahr. Bei vereinzelt Exemplaren habe ich auch bei entsprechender Stellung der Nicols schwarze Hyperbeln erhalten. Diejenigen Glasthränen, in welchen die Anordnung der Hohlräume eine einigermaassen regelmässige ist, zeigen auch die farbigen Streifen am regelmässigsten.

Selbstverständlich können die Farbenerscheinungen auch subjectiv in einem gewöhnlichen Polarisationsapparat beobachtet werden. Ist die Axe des letzteren vertical, so legt man die Glasthräne in ein Glasgefäss mit ebenem Boden und übergiesst sie mit einer Schicht von Cedernholzöl.

Es erscheint nicht ausgeschlossen, dass eine genauere Untersuchung dieser Farbenerscheinungen Schlüsse auf die molecularen Verhältnisse und den Charakter der Spannungen im Inneren der Glasthränen ziehen, und sich zur Prüfung bez. Verification der in dieser Hinsicht aufgestellten Theorien¹⁾ verwenden liesse.

Hohenheim, im October 1899.

1) Vgl. L. Dufour, *Compt. Rend.* 68. p. 398. 1869 und *Pogg. Ann.* 137. p. 640. 1869; De Luynes, *Ann. de chim. et de phys.* 30. p. 229. 1873.

(Eingegangen 17. October 1899.)