VI. Beobachtung der Schwingungsform tönender Platten durch Spiegelung; von Dr. A. Kundt.

Befestigt man, wie Lissajous es bei Stimmgabeln und andern tönenden Körpern gethan, auf einer Klangscheibe einen kleinen Spiegel und beobachtet in demselben das Bild eines leuchtenden Punktes, so wird während des Tönens der Scheibe dieser Punkt, wie bei den Stimmgabeln, als eine kleine Lichtlinie erscheinen; Gröfse und Richtung dieser Linie wird jedoch, bei gleicher Art und Intensität des Schwingens, sich ändern mit dem Orte an dem man auf der Scheibe den kleinen Spiegel anbringt. Die Richtung der entstehenden leuchtenden Linie ist bedingt durch die Richtung der Biegungen der Scheibe an der Stelle, wo sich der Spiegel befindet, und die Gröfse der Linie hängt von der Gröfse der Biegungen ab.

Könnte man nun von einem jeden Flächenelement einen leuchtenden Punkt reflectiren lassen, und alle zugleich beobachten, so würde man damit im Stande seyn die Biegungen der gesammten Scheibe, d. i. ihre Schwingungsform zu übersehen.

Dies läßt sich auf folgende Weise erreichen: Eine belegte Spiegelglasscheibe *A* ist in der Mitte durchbohrt und an einem Gestell, das bei *B* um eine horizontale, bei *C* um eine verticale Axe drehbar ist, wie aus Fig. 8 Taf. X ersichtlich. Ihr gegenüber steht ein Gestell *DD* in einer Entfernung von etwa 10 Fufs. An den quadratischen Rahmen dieses Gestelles kann leicht ein Bogen geschwärztes Papier befestigt werden, in das eine Anzahl gleich weit von einander abstehender runder Löcher eingeschlagen sind. Die hintere Seite dieses durchlöcherten Papiers ist mit durchscheinendem weifsen Seidenpapier überzogen, so daß also, gegen das Tageslicht gesehen, alle Löcher gleich hell erscheinen.

Die angewandten Klangscheiben hatten etwa 10 Zoll

im Durchmesser und der Schirm mit den Löchern bildete ein Quadrat von etwa 2 Fuß Seite.

Stellt sich nun ein Beobachter, wenn der Schirm am Fenster steht, etwas seitwärts von demselben auf, so wird er, in welcher Entfernung sich auch die Klangscheibe befindet, bei passender Einstellung derselben durch die Drehungen bei *B* und *C*, den Schirm mit den Löchern so in der Platte gespiegelt sehen, daß diese ganz und gar mit kleinen weißen Punkten bedeckt erscheint. Wird dieselbe sodann ins Tönen gebracht, so wird jeder Punkt, je nach der Stelle des Spiegels von der er reflectirt erscheint, eine Linie von bestimmter Richtung und Gröfse beschreiben. Die Linien werden zusammen eine Figur bilden, die dann ein Bild der Schwingungsform der Platte giebt.

Ich habe quadratische und kreisrunde Scheiben angewandt und in Fig. 9 Taf. X sind unter *1a*, *2a*, *3a*, einige der einfacheren Figuren, die man beim Tönen erhält, abgebildet. Die Löcher des angewandten Schirmes hatten einen Abstand unter einander von 1 Zoll und hatten $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser. Um die Zeichnungen in Fig. 9 nicht zu complicirt zu machen, ist in denselben nur etwa $\frac{1}{4}$ der Punkte gezeichnet. Ich habe auch Schirme angewandt, in denen die Löcher enger oder weiter als 1 Zoll von einander standen, und andere Durchmesser als der angegebene hatten. Für Klangscheiben von 10 Zoll Durchmesser schien mir aber ein einzölliger Abstand der leuchtenden Punkte unter einander am Besten. Die leuchtenden Punkte sind in den Figuren nicht als gerade Linien gezeichnet, sondern die meisten, und so erscheinen sie auch wirklich in der spiegelnden Klangscheibe, als kleine Bogenstücke. Diefs rührt daher, daß bei starker Intensität des Tones der Klangscheibe ein Punkt während einer ganzen Oscillation nicht mehr von ein und demselben Flächenelement der Scheibe reflectirt wird, sondern nacheinander von nahe neben einander liegenden, die der entstehenden Lichtlinie in jedem Moment eine etwas andere Richtung geben.

Zu den gezeichneten Figuren sind unter *1b*, *2b*, *3b* die

zugehörigen Chladni'schen Sandfiguren angegeben. Dem äußeren Anscheine nach haben die Sand- und Spiegelungsfiguren wenig Gemeinschaftliches; statt des diagonalen Kreuzes in 1b erblickt man in 1a vielmehr ein aufrecht stehendes. Die Knotenlinien, die der Sand angiebt, entziehen sich in den Spiegelungsversuchen dem Auge, denn gerade da, wo der Sand ruht, erscheinen die leuchtenden Punkte als langgezogene Linien. An den Stellen nämlich, an denen der Sand ruht, ist zwar im Allgemeinen die Bewegung der Platte ein Minimum, die Theilchen werden hier am Wenigsten aus ihrer ursprünglichen Ebene herausbewegt, aber eine hin- und hergehende Biegung findet doch statt, und zwar gerade um die Knotenlinie als Axe; und deshalb sind auch die Lichtlinien immer senkrecht gegen die Sandlinien gerichtet.

Die Spiegelungsfiguren sind denen sehr ähnlich, welche Prof. Melde¹⁾ erhielt, als er eine Klangscheibe, bevor sie mit Sand bestreut wurde, mit einem dünnen Ueberzug von Kalkbrei bedeckte. Indem Sandkörner zu den Knotenpunkten wanderten, verzeichneten sie ihren Weg in diesem Kalkbrei. Die Uebereinstimmung der so und durch Spiegelung erhaltenen Figuren zeigt, daß auch die Sandkörner immer in der Richtung der Biegung eines Flächentheilchens, das ist die Richtung die an jeder Stelle die erscheinende Lichtlinie bei der Spiegelung angiebt, fortgeschleudert wird.

Bei der kreisförmigen Scheibe Fig. 9 Taf. X (3a) kann man sowohl einen vierstrahligen, wie sechs-, wie achtstrahligen Stern erhalten. Bei derselben Platte zeigte sich außerdem folgende Eigenthümlichkeit. Wenn dieselbe an einer Stelle des Randes angefaßt, und an einer passenden Stelle mit dem Bogen gestrichen wurde, so bildeten sich auf derselben vier radiale Sandknotenlinien sehr gut. Ließ ich die Stelle des Randes dann während des Tönens los oder wurde von vornherein keine Stelle des Randes berührt, so entstanden, auch wenn die Platte den zugehörigen Ton sehr intensiv gab, die vier Knotenlinien nicht, der

1) Diese Ann. Bd. CIX, S. 43.

Sand hüpfte auf der Platte umher, ohne an einer Stelle zu ruhen. Bekanntlich beruht dieß darauf, daß bei einer nicht am Rande an passender Stelle befestigten runden Scheibe die Knotenlinien immerwährend ihre Stellen ändern. Dieß ließ sich nun sehr deutlich durch die Spiegelung erkennen. So lange die Scheibe am Rande gehalten wurde und die Sandfigur entstand, erschienen die Punkte als Linien, wurde dagegen die Scheibe nicht gehalten, so gingen diese Linien in Kreise und Ellipsen über, die immerwährend ihre Form änderten, bis dann nach einiger Zeit die Figur wieder aus Linien gebildet war, die sich wieder zu Ellipsen öffneten.

Um die Spiegelungsfiguren nicht nur bei Tages-, sondern auch bei Flammenlicht beobachten zu können, sind hinten an dem Gestell *DD* vier Gasbrenner angebracht, die in ein gemeinschaftliches Rohr münden. Durch dieselben werden die sämtlichen Löcher des Schirmes ziemlich gleichmäßig erhellt. Man kann statt dessen auch ein Stück Magnesiumdraht hinter dem Schirm anzünden.

Bei Anwendung von auf der hinteren Seite belegtem Spiegelglase zu den Klangscheiben erhält man immer doppelte Bilder der leuchtenden Punkte, die etwas stören, will man die Figuren recht klar erhalten, so ist es besser polirte Metall- oder versilberte und polirte Glasplatten anzuwenden.

Daß man, statt die Löcher im Schirm in gleichen Abständen anzubringen, aus eingeschnittenen Löchern und Linien eine regelmäßige Figur bilden könnte, die dann während des Tönens zu irgend einer andern Figur würde, ist wohl kaum nöthig zu erwähnen.