LX. Der Farbenkreisel von Busolt.

Vorrichtungen, durch welche sektorenweis mit verschiedenen Farben bemalte Scheiben in schnelle Rotation um ihren Mittelpunkt versetzt werden, in der Absicht, die aus den wirbelnden Farben hervorgehende Mischung zu beobachten, sind unter dem Namen von Farbenkreiseln oder Farbenspindeln mehrfach beschrieben und als Beweismittel für oder gegen die Richtigkeit der Newton'schen Farbenlehre eben so oft in Anwendung gebracht.

Von diesen Farbenkreiseln wesentlich verschieden ist derjenige, welcher den Gegenstand des vorliegenden Aufsatzes ausmacht, und von einem Dilettanten in Berlin, Herrn Busolt, ersonnen worden ist. Er hat nicht die vornehme Bestimmung, etwas über die Anzahl und Beschaffenheit der Grundfarben entscheiden zu sollen, sondern dient nur dazu, dem Auge den unterhaltenden Anblick eines sehr schönen und mannigfaltigen Farbenspiels zu gewähren, welches sich, wie die Gestalten im Kaleidoskop, momentan verändern läßt, und dabei fast immer mit einem höchst überraschenden Wechsel des Colorits verbunden ist. Diese Wirkung entspringt einfach daraus, dafs mittelst eines Kreisels nicht eine in Farbensektoren getheilte Scheibe zur Rotation gebracht wird, sondern eine gewisse Anzahl getrennter und verschieden gefärbter Flügel, deren Stellung gegeneinander durch eine kurze Berührung während des Rotirens so mannigfaltig als es der Zufall fügen verschoben werden kann. Das Phänomen fällt um so schöner aus, je länger die Flügel mit grosser Schnelligkeit in einer von jeder Schwankung freien Rotation erhalten werden, und deshalb bildet der Kreisel und die Vorrichtung, ihn in Umschwung zu versetzen, einen wesentlichen Theil des neuen Instruments. Nach

vielfältiger Erfahrung hält Hr. B. die folgende Einrichtung für am zweckmäßigsten.

Was zunächst den Kreisel betrifft, den man, nebst einem Theil der zu seiner Handhabung dienenden Vorrichtung, in Fig. 9 Taf. V im Durchschnitt und in halber Größe seiner wirklichen Dimensionen abgebildet sieht, so ist derselbe aus einer dicken Scheibe und einer durch deren Mitte gesteckten Axe zusammengesetzt. Die Scheibe besteht aus einer Legirung von Zink und Blei, und wiegt für gewöhnlich fünf Pfund. Die konische Axe, von sehr trockenem und festem Holz verfertigt, ist stark in die Scheibe eingetrieben. Oben trägt sie einen Knopf und einen kleinen Ring, beide von Messing. Unten ist ein Stift aus nicht gehärtetem Stahl eingeschraubt, auf dessen fein abgerundeter Spitze der Kreisel rotirt.

Zur Hervorbringung der Rotation dient eine hanfene Schnur, die auf die Holzaxe gewickelt und mit freier Hand abgezogen wird. Um diesen Abzug mit Sicherheit zu bewerkstelligen, wird der Kreisel, nach Umwicklung mit der Schnur, in die Vorrichtung, Fig. 8 oder 9 Taf. V, eingehängt, welche mittelst Einschnitte in die eisernen Arme *d*, *d* den oberen und unteren metallischen Theil der Axe umschließt. Die eisernen Arme *d*, *d* befinden sich an einem hölzernen Hebel *e*, *e*, welcher sich um die Axe *c* zwischen den Backen *b* auf und nieder bewegt. Mittelst der Axe *c* ist der Hebel *ee* mit der Schraubenzwinde *a* verbunden, welche durch die Schraube *s* fest an einen Tisch *tt* geschraubt ist.

Um den Kreisel in Rotation zu versetzen, befestigt man zunächst die Schraubenzwinde an dem Tisch, und zwar so, daß der horizontal ruhende Hebel einen schiefen Winkel mit der Tischkante bildet, schiebt, wie es II, Fig. 9, im Durchschnitt zeigt, unter den Hebel einen Porcellanteller, hängt den mit der Schnur umwickelten Kreisel in die Arme *d*, *d*, stemmt nun die linke Hand gegen den Hebel, und hält unmittelbar nach dem mit der rechten

Hand vollführten Abzuge den Kreisel so lange vom Eisen ab, bis die letztere Hand den Teller unter dem sich hebenden Hebel *ee* vorgeschoben hat.

Um den Kreisel nicht zu beschädigen, muß man ihn vor dem Abzuge so nahe als möglich an den Rand des Tellers stellen. Diese, so wie die obige Vorsicht ist nicht nöthig, wenn man statt des Hebels *e* den *f*, Fig. 10, in die Schraubenzwinde einsetzt, die Schnur durch das Loch *g* nach unten zieht und die umwickelte Schnur von unten durchsteckt. Bei dieser Vorrichtung findet aber natürlich eine grössere Reibung statt; auch ist das Umwickeln bei der ersten Vorrichtung viel bequemer.

Um die Schnur, was wesentlich ist, so stark und rasch wie möglich abzuziehen, ist es gut das freie Ende derselben in einer Handhabe zu befestigen. Eben so wird die Kraft vermehrt, wenn man über die erste Lage von Windungen noch eine zweite von drei bis vier Windungen wickelt. Die Schnur muß etwa einen halben Fufs kürzer seyn als die ausgespannten Arme messen, damit man sie in einem Zuge und noch zuletzt mit Kraft von der Axe abziehen könne. Zweckmäfsig ist eine dünne Peitschenschnur, weil sie da, wo die meiste Kraft erfordert wird, am dicksten ist.

Wenn Alles angegebenermassen vorgerichtet ist und man die gehörige Uebung im Abziehen erlangt hat, macht der auf dem Teller in Rotation versetzte Kreisel, unbelastet, 60 Umdrehungen in der Secunde ¹⁾, und behält

1) Die Ermittlung dieser Geschwindigkeit geschah folgendermassen. Eine kleine Spule oder Spindel, deren Axe eine Schraube hatte, wurde in das im Kopf des Kreisels befindliche Gewinde eingeschraubt, dann der Kreisel in Rotation versetzt, und das Ende eines dünnen Seidenfadens, der auf eine leicht sich drehende Spule aufgewickelt war, um die Spindel des Kreisels festgeschlungen. Die Zahl der Umwicklungen des Seidenfadens in einer bestimmten Secundenzahl gab dann die Rotationsgeschwindigkeit. Bei mehrmaliger Wiederholung dieses Verfahrens wurde stets das nämliche Resultat erhalten.

diese Bewegung 45 Minuten lang mit solcher Regelmäßigkeit, daß die Axe fast unbeweglich erscheint. Ein Kreisel von etwas größerer Dimension, als zuvor angegeben wurde, erhielt sich gar eine ganze Stunde lang in Rotation. Hat die Scheibe aber mehr als 6 Pfund Gewicht, so entsteht leicht ein Mißverhältniß zwischen der Kraft des Arms und der zu überwindenden Last, weshalb dann der Abzug nicht mehr in einem Moment ausgeführt werden kann. Hr. B. hat dies namentlich bei einem 8pfündigen Kreisel bestätigt gefunden. Kleinere Kreisel, bis zu einem halben Pfunde schwer, sind übrigens, aus einem Handgriff gezogen, verhältnißmäßig schon sehr brauchbar zu vorliegendem Zweck.

Um nun das Farbenspiel zu erzeugen, verschafft man sich eine Reihe dünner Pappscheiben von verschiedener, aber gleichförmiger Farbe, und eben so eine Anzahl verschieden gefärbter Flügel von der Gestalt *kk*, Fig. 11 Taf. V. Die Scheiben können zur vermehrten Mannigfaltigkeit auch wie in *i*, Fig. 11, mit einer Goldleiste beklebt seyn, und müssen, gleich den Flügeln, in der Mitte ein Loch haben, durch welches die Axe des Kegels so eben frei hindurchgeht. Nachdem der Kreisel auf dem Teller zur freien Rotation gebracht ist, läßt man zunächst eine der Scheiben und dann nach und nach einen oder mehrere der Flügel sanft über die Axe auf den Kreisel herabfallen. Die einfarbige Scheibe bildet den Grund des Phänomens, die Abstufungen der Farben werden durch die darauf gelegten Flügel hervorgebracht. Ist z. B. die Scheibe weiß und ein schwarzer Flügel auf dieselbe niedergelassen, so erhält man vom Umfange zum Mittelpunkt alle Nüancen vom reinsten Weiß bis zum dunkeln Schwarz. Hat man mehrere Flügel, z. B. rothe, blaue, gelbe auf die Scheibe herabgelassen und man will eine Veränderung der daraus entstandenen Farbenmischung bewirken, so berührt man die Flügel seitwärts mit einer Feder oder einem Stück Kautschuck (nicht mit

einem Finger, weil man sich dabei, wegen der Schnelligkeit und Gewalt des Kreisels, leicht sehr unangenehm verletzen kann); dadurch verschieben sich die Flügel ein wenig,¹ und es entsteht plötzlich ein Wechsel im Colorit, von dessen Schönheit man sich ohne eigene Anschauung des Phänomens keinen richtigen Begriff machen kann. Besonders auffallend ist es, wenn sich dies Phänomen pausenweis von selbst einstellt, was der Fall ist, wenn die Flügel, wegen zu grossen Durchmessers ihrer Oeffnungen, ein wenig excentrisch schwingen. Ueberhaupt erscheint jede einzelne Farbe während der Rotation viel lebhafter und schöner als bei Ruhe; wovon man sich durch bloße Anwendugg einer einfarbigen Scheibe leicht überzeugen kann. Sollen die Flügel sich nur mit der Schnelligkeit des Kreisels drehen, so schiebt man auf den unteren Theil der Axe eine Pergamentröhre, welche auch das schnelle Ausreiben der ledernen Ringe, mit denen, der gröfseren Dauerhaftigkeit wegen, die Oeffnungen der Scheiben und Flügel versehen sind, verhindert. Statt der Flügel kann man auch farbige Pappringe, wie *mm*, Fig. 12, nehmen¹); wenn deren Oeffnung in der Mitte einen gröfseren Durchmesser als die Axe des Kreisels hat, so rotiren sie excentrisch, was die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen erhöht. Auch Metallringe, z. B. Siegelringe und dergleichen Gegenstände, lassen sich, über den Knopf der Kreiselaxe gehängt, zur excentrischen Rotation bringen.

Die Leichtigkeit und Sicherheit, mit der man den Kreisel auf länger als drei Viertelstunden in eine rasche Rotation versetzen kann, macht die beschriebene Vorrichtung auch zu andern physikalischen Zwecken brauchbar, und besonders ist der rotirende Kreisel geeignet verschiedene Sätze aus der Mechanik zu erläutern. Wir erinnern hiebei nur an Bohnenberger's Maschine zur Er-

1) Scheibe, Flügel und Ring sind in Fig. 11 und 12 im Viertel der wirklichen Dimensionen gezeichnet.

läuterung der Erdumdrehung. (Gilb. Ann. Bd. LX S. 60) und an Troughton's Anwendung, drehender Kreisel zu künstlichen Horizonten (Ann. Bd. XIV S. 57).

LXI. *Princip und Construction des Actinometers.*

(Bericht von einem Vortrage des Hrn. Herschel in der Versammlung britischer Naturforscher zu Cambridge.)

Dieses Instrument ist von J. F. W. Herschel erfunden, um in jedem Augenblick die directe Wärmkraft der Sonne zu messen.

Bei den gewöhnlichen Methoden, die Wärmkraft der Sonne zu schätzen, wird dieselbe in Gleichgewicht gesetzt mit dem abkühlenden Einfluß äußerer Ursachen, und die Erhöhung der Temperatur eines den Sonnenstrahlen ausgesetzten Körpers (gewöhnlich eines Thermometers) bis zu dem Punkt, wo sie sich im Gleichgewicht erhält, wird aufgezeichnet und als ein Maafs des Erwärmungsvermögens der Sonne angesehen. Allein das Princip eines solchen Verfahrens ist offenbar fehlerhaft: Die stillstehende Temperatur ist eben so gut ein Maafs der erkältenden als der erwärmenden Einflüsse, ist in der That weder ein Maafs der einen noch der andern. Dieser Vorwurf trifft alle *statischen* Messungen *dynamischer* Wirkungen, wenn man dieses Wort im allgemeinen Sinne nimmt zur Bezeichnung von Fällen, wo eine *Kraft* in ihre unmittelbare Wirkung umgewandelt und durch eine solche Umwandlung erschöpft wird.

Das Actinometer beabsichtigt ein dynamisches Maafs der Sonnenstrahlen zu liefern, d. h. ein Maafs, bei welchem die Wärmemenge, die in einer Secunde oder in einer gegebenen unendlich kleinen Zeit von einer gege-