

(Aus dem physiologischen Institut der Grazer Universität.)

Eine neue Methode zur Mischung objectiv dargestellter Spectral- farben. Schistoskop für objective Darstellung. Stroboskop für objective Darstellung.

Von

Dr. **Oskar Zoth**, Assistenten am Institut.

(Mit 11 Textfiguren.)

I.

Sowie die einfache von Helmholtz angegebene Methode¹⁾, sämtliche Farben zweier Spectren von gleicher Intensität durch Verwendung eines \vee -förmigen Spaltes gleichzeitig mit einander zu mischen, sich in sehr wirkungsvoller Weise zur objectiven Darstellung mittels des Projectionsapparates verwenden lässt²⁾, kann durch eine einfache Einrichtung auch die Mischung je zweier beliebiger Spectralfarben von gleicher oder auch verschiedener Intensität objectiv dargestellt werden. Die von Helmholtz³⁾ zu dem gleichen Zwecke angegebene Methode scheint keine weitere Anwendung insbesondere zu Demonstrationen gefunden zu haben. Sie beruht auf dem Herausfangen zweier Farben aus einem auf einem Blendungsschirme entworfenen Spectrum vermittels zweier schräg gegen einander verschiebbarer und in der Weite regulirbarer Spaltblenden und Vereinigung dieser Farben durch eine Linse zum reellen Bilde eines hinter dem Schirme angebrachten Diaphragmas.

In einfacherer, freilich auch weniger präciser, doch für die Demonstration ausreichender Weise wird die Aufgabe durch Verwendung

1) Helmholtz, Handbuch der physiol. Optik. 2. Aufl. 1896. S. 352.

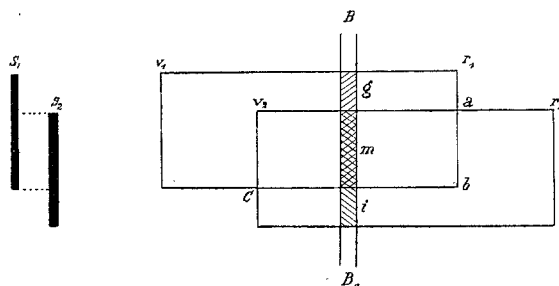
2) Vgl. O. Zoth, Die Projectionseinrichtung des Grazer physiologischen Institutes. Hartleben, Wien 1895. S. 66.

3) l. c.

des zu beschreibenden verstellbaren Doppelspaltes gelöst, und ich glaube, dass sich diese Darstellung der Mischfarben unter die schönen Experimente, die sich gerade im Gebiete der physiologischen Optik im verfinsterten Saale mittels des Projectionsapparates anstellen lassen, passend einreicht.

Bringt man am Beleuchtungskopfe der Laterne von Duboscq anstatt des einfachen, gewöhnlich für die Darstellung des Spectrums verwendeten Spaltes eine Blending mit zwei neben einander befindlichen verticalen Spalten an, die auch in der Höhe ein wenig gegen einander verschoben sind ($S_1 S_2$ Fig. 1), so erhält man durch Linse und Prisma auf dem Projectionsschirme zwei Spectren, die gegen einander sowohl in der Länge als auch in der Höhe verschoben erscheinen ($r_1 v_1$ und $r_2 v_2$).

Fig. 1.



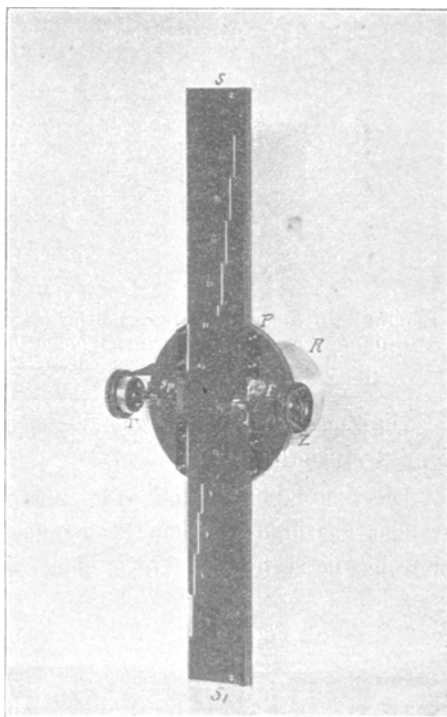
Die seitliche Verschiebung der beiden Spectren und somit die gegenseitige Lage der im Mittelfelde $abcv_2$ sich deckenden Farben ist vom horizontalen, die Höhe dieses gemeinsamen Feldes vom verticalen Abstände der beiden Spalten abhängig. Mit einer Serie solcher Blendungen von wachsendem Spaltenabstande kann man alle möglichen gegenseitigen Lagen der beiden Spectren von der Deckung r_1 fast mit r_2 bis r_1 mit v_2 hervorbringen. Wird noch in den Weg der Strahlen, nicht zu weit vom Projectionsfelde, ein horizontal verschiebbarer Blendungsschlitten mit verticaler Schlitzblende (siehe Fig. 4) gebracht, so kann man damit aus den beiden sich theilweise deckenden Spectren auf dem Projectionsfelde beliebige spaltförmige Streifen, zum Beispiele BB_1 (Fig. 1) herausausschneiden, welche oben die entsprechende Farbe des einen Spectrums (g), unten die des anderen (i), in der Mitte aber die Mischfarbe (m) zeigen.

Die verstellbare Doppelspalt-Vorrichtung, welche uns Dr. Steeg und Reuter in Homburg mit bekannter Gefälligkeit und Genauig-

keit hergestellt haben, und die in Fig. 2 in $\frac{1}{3}$ der natürlichen Grösse dargestellt ist, erlaubt eine Stufenreihe wachsender Spaltenabstände, von 3 bis 25 mm, rasch und continuirlich einzuführen und ausserdem durch Variiren der Weite des einen (fixen) Spaltes die relative Intensität der beiden Spectren zu beeinflussen. Dies ist durch folgende Anordnung erreicht: am vorderen Ende des Rohres *R* (Fig. 2), vermittels welches die Vorrichtung an den für parallele Strahlen eingestellten Beleuchtungskopf der Duboscq'schen Laterne angesteckt wird, befindet sich die Grundplatte *P*, welche 16 mm links von der Mitte eine gewöhnliche Spaltvorrichtung *Sp* mit 14 mm langem Spalte und einseitig beweglicher Schneide trägt. Die Spaltbreite kann an der Trommeltheilung der Schraube *T* abgelesen werden.

In der Mitte der Platte *P* ist ein rechteckiger Ausschnitt von 14 mm Höhe und 24 mm Breite angebracht, der um 5 mm tiefer steht als der Spalt links und nur durch eine schmale Leiste von diesem getrennt ist. Vor dem Ausschnitte wird durch den Zahntrieb *Z* ein Blendungsschieber *SS*₁ vertical verschoben, welcher in schräg aufsteigender Stufenreihe mit 12 spaltförmigen Ausschnitten von je 16 mm Höhe und 1 mm Breite versehen ist. So oft ein solcher Spalt genau vor den Ausschnitt der Grundplatte *P* gelangt, schnappt die Feder *F* in eine kleine Nuth am Seitenrande der Zahnleiste *zz*₁ ein, um die Stellung zu fixiren. Die Zahlen am Blendungsschieber geben die horizontalen Abstände der nebenstehenden Spalten vom fixen Spalte *Sp* an. Diese Abstände folgen in Stufen von zwei zu zwei Millimetern auf einander. Für den kleinsten

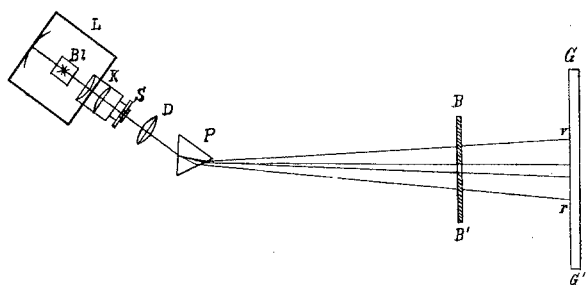
Fig. 2.



Spaltenabstand von 3 mm wird der mit 3 bezeichnete Ausschnitt am linken Rande (unten) des Schiebers benutzt, der dann mit dem linken Rande des grossen Ausschnittes in der Grundplatte zusammen den Spalt bildet.

Ein noch kleinerer Spaltenabstand sowie auch eine continuirlichere Stufenfolge der Spalten, etwa von 1 zu 1 mm, erscheint für Demonstrationszwecke überflüssig.

Fig. 3.



L Laterne, *Bl* Bogenlampe, *K* Beleuchtungskopf, *S* Doppelspalt-Vorrichtung, *D* Duboscq'sche Linse, *P* Schwefelkohlenstoffprisma im Brennpunkte derselben, *BB'* Schlitzblende, *GG'* Gypsschirm.

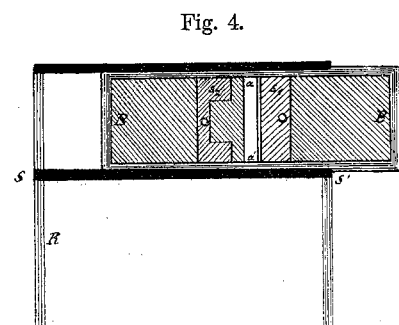
Die Zusammenstellung des Versuches ist aus der obenstehenden Figur 3 ersichtlich.

Die Schlitzblende *BB'*, die zum Herausfangen eines beliebigen Streifens aus dem auf dem Projectionsschirme entworfenen Bilde in der früher beschriebenen Weise dient, wird etwa in der Mitte zwischen

Prisma und Schirm, lieber diesem noch etwas näher, aufgestellt.

Sie ist in Fig. 4 in $\frac{1}{20}$ der natürlichen Grösse dargestellt.

Die rechteckige schwarze Cartonblende *BB* ist in der Schlittenführung *SS'* des Holzrahmens *R* horizontal verschiebbar; sie trägt in der Mitte den rechtwinkligen Ausschnitt *aa'* von 2 cm Breite, der durch den Schieber *s*₁ weiter



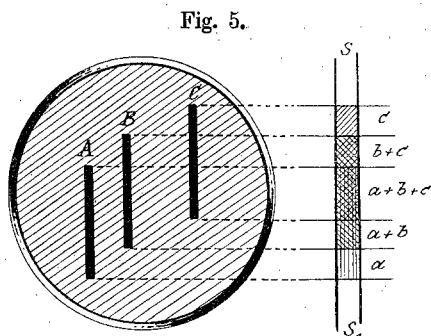
verengt, durch den Schieber *s*₂ aber von oben und von unten gleichmässig abgedeckt werden kann, so dass dann die Mischfarbe allein auf dem Projectionsschirme sichtbar bleibt (vgl. Fig. 1).

Die Dimensionen der Spalten und ihres Höhenunterschiedes sind so gewählt (vgl. S. 2), dass das Feld der Mischfarbe ungefähr doppelt so hoch erscheint, als jedes Feld der beiden zusammensetzenden Farben oberhalb und unterhalb.

Besonders gut und leuchtend treten bei dieser Demonstration die Mischfarben Orange aus roth und gelb, Goldgelb aus roth und gelbgrün, Gelb aus orange und blaugrün, Rosa aus blau und orange, Purpur aus roth und violett u. a. m., ferner bei herausgezogener Schlitzblende die weissliche Region in der Mitte der gegen einander etwa um die Hälfte der Länge verschobenen Spectren hervor. Weiss aus gelb und indigoblau oder aus orange und cyanblau lässt sich durch Handhaben der Schraube *T* (Fig. 2) leicht in voller Reinheit herstellen, während sich die ausserordentliche Empfindlichkeit des Auges gegenüber den kleinsten Einmischungen einer der zusammensetzenden Farben als erschwerend bei der Herstellung weisslicher Töne aus gelbgrün und violett oder aus roth und blaugrün, worauf schon Helmholtz hingewiesen hat¹⁾, sehr geltend macht. —

Sowie man sich zur Noth und unter Verzicht auf die Veränderung der relativen Helligkeiten beider Spectren an Stelle der beschriebenen Vorrichtung in der eingangs erwähnten Weise einer Serie von kleinen Blenden mit je zwei Spalten verschiedener Abstände bedienen kann, lässt sich mit Hülfe solcher Blenden auch leicht die Mischung von drei, wenn man will, auch noch mehr Spectralfarben demonstrieren. Für die Mischung dreier Farben kann man sich zum Beispiele einer Blendung nach Art der in Fig. 5 dargestellten bedienen. Der gewünschte Abstand je zweier der drei Spalten kann für eine bestimmte Versuchszusammenstellung vorerst mittelst der Doppelspalt-Vorrichtung ermittelt werden.

Bei dem der Figur zu Grunde gelegten Höhenabstände der drei Spalten *A*, *B* und *C* decken sich die drei Spectren *a*, *b*, *c* oder ein aus denselben mittelst der Schlitzblende *SS*₁ heraus-



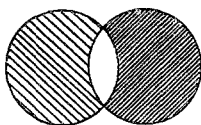
1) l. c. S. 354.

geschnittener verticaler Streifen in der umstehend gezeichneten Weise, so dass über einander fünf farbige Felder dargestellt werden, welche zwei von den zusammensetzenden Farben (a und c), zwei Mischfarben aus je zwei Farben ($a + b$ und $b + c$) und in der Mitte die Mischfarbe aller drei Farben ($a + b + c$) darstellen. Auch hier können natürlich leicht die einen oder die anderen durch passende Schieber in der Schlitzblende abgedeckt werden.

II.

Eine der schönsten Methoden, genau complementäre Mischfarben zu erzeugen und deren Zusammensetzung zu reinem Weiss zu demonstrieren, ermöglicht die Anwendung von Rose's Schistoskop. Bei diesem Instrumente wird bekanntlich die Circularpolarisation einer senkrecht zur Achse geschliffenen Bergkrystallplatte dazu benutzt, die durch einen Doppelspath erzeugten, einander theilweise überdeckenden beiden Bilder einer kreisförmigen Blendungsöffnung

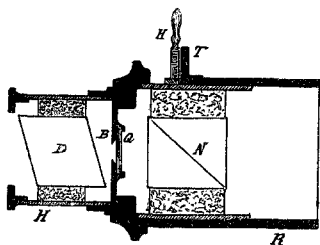
Fig. 6.



(siehe Fig. 6) für die Betrachtung durch einen analysirenden Nicol complementär zu färben.

Beim Drehen des Nicols erscheinen die beiden seitlichen Felder in bestimmter Reihenfolge verschieden und complementär gefärbt, zum Beispiele: Roth — bläulichgrün, Purpur — grün, Violett — gelbgrün, Blau — gelb, Meergrün — Fleischroth, während das gemeinsame Mittelfeld stets rein weiss bleibt. Beim Rose'schen Schistoskope kann ausserdem noch die relative Helligkeit der beiden Felder durch Drehen eines zweiten Nicols unter dem Doppelspathstücke angebrachten Nicols variirt werden.

Fig. 7.



In vereinfachter Form wurde dieses Schistoskop für die objective Darstellung der Erscheinungen mittels des Projectionsapparates eingerichtet. Fig. 7 stellt halbschematisch einen verticalen Längsschnitt durch das gleichfalls von Dr. Steeg und Reuter gefertigte Instrument in $\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse dar.

In dem an den Beleuchtungskopf der Projektionslampe anzu-
steckenden Rohre R ist vermittle des Hebelchens H (oben) das Nicol-

sche Prisma N in einem Umfange von 180° drehbar angebracht. Die jeweilige Stellung kann an dem Theil-Halbkreise T abgelesen werden. Am vorderen Ende ist das Rohr R durch eine kreisförmige Blendung B von 7 mm Oeffnung abgeschlossen, auf welche die 3—4 mm dicke senkrecht zur Achse geschliffene Bergkrystallplatte Q aufgekittet ist. Vor der Blendung kann das in der Hülse H befestigte Doppelspathstück D frei im Kreise herumdrehet werden. Das Doppelbild der Blendung B wird durch eine Projectionslinse in beliebiger Entfernung und Grösse auf einen Projectionsschirm entworfen. Die Vorführung der complementären Farben kann entweder durch Drehen des Nicols N oder durch Drehen des Doppelspathes D bewerkstelligt werden; im letzteren Falle wandert das eine der beiden Kreisfelder um das andere herum, während die complementären Farbenreihen in beiden ablaufen und das linsenförmige Mittelstück unverändert weiss verbleibt.

III.

Wenngleich die ingenüösen Erfindungen des Kinetoskopes und des Kinematographen mit der Schaar ihrer Nachahmungen und Modificationen alle älteren zur bildlichen Wiedergabe von Bewegungsvorgängen verwendeten Vorrichtungen weit in den Schatten gestellt haben, so dürfte doch noch ein kleines, aber gerade auch für die Physiologie wichtiges Gebiet von Bewegungserscheinungen und Versuchen für die subjective und objective Reproduction durch die alte Wunderscheibe oder das Stroboskop übrig bleiben, nämlich das Gebiet der periodischen und der kurzdauernden oder vorübergehenden Bewegungsvorgänge. Denn es hätte wohl im allgemeinen keinen Zweck, solche in vielfacher Wiederholung auf dem fortlaufenden Film aufzunehmen und von einem solchen zu projectiren, wenn sich der gleiche Zweck durch viel einfachere und billigere Mittel erreichen lässt. Wo freilich eine kinematographische Vorrichtung für Aufnahmen und Reproduktionen zur Verfügung steht, wird man ohne Zweifel diese vollkommenste Einrichtung ausschliesslich benützen.

Von den bezeichneten Bewegungsvorgängen werden Darstellungen der einfachen Bewegungen des Gehens, Laufens, Springens u. s. w. von Menschen und Thieren, des Vogelfluges, wie dies unter anderen durch die ausgezeichneten Aufnahmen von Anschütz ermöglicht worden ist, von diffcileren physiologischen Vorgängen, z. B. der Herz-

bewegung¹⁾, auch der vorübergehenden Sprechbewegungen²⁾ Domäne der Wunderscheibe oder des Lebensrades („Schnellseher“ von Anschütz) bleiben können.

Schon wiederholt wurde mit Erfolg versucht, stroboskopische Erscheinungen objectiv darzustellen. P. Grützner hat hierüber in diesem Archive vor drei Jahren kurz berichtet³⁾ und die älteren Versuche mit dem „Daedaleum“ und von Uchatius besonders erwähnt, zugleich auch selbst zwei neue Einrichtungen angegeben, deren eine nach Art der von Uchatius beschriebenen zur objectiven Darstellung eines einzigen bewegten Bildes, die andere zur gleichzeitigen Darstellung des ganzen Kreises sämtlicher Bilder der Wunderscheibe auf dem Projectionsschirme diente. Dieser letzteren Methode wird von Grützner in vielen Beziehungen der Vorzug gegeben.

Eine von den genannten etwas verschiedene Einrichtung zur stroboskopischen Projection eines beweglichen Bildes habe ich vor zwei Jahren beschrieben⁴⁾. Bei dieser Einrichtung rotirten Bildscheibe und Blendscheibe auf zwei besonderen Achsen, die mittels Schnurlauf und Stufenscheiben derart mit einander in Verbindung gesetzt waren, dass die viel rascher rotirende Blendscheibe jedesmal beim Passiren eines Bildes durch die Mitte des Lichtkegels diesen an seiner schmalsten Stelle mit ihrer Oeffnung durchschnitt und somit momentan freigab. Die Verbindung der beiden Achsen mittels Schnurlauf erwies sich jedoch als unsicher, da bei rascherer Rotation leicht ein Schleifen der Schnur eintrat und sich in Folge dessen das Bild auf dem Projectionsfelde verschob. Es wurde daher an Stelle des Schnurlaufes eine Zahnrad-Uebersetzung angebracht, die natürlich vollkommen exact wirkt, und der Apparat dementsprechend modificirt.

Seine jetzige Anordnung ist im Wesen durch die nachstehende schematische Figur 8 etwa in $\frac{1}{10}$ der natürlichen Grösse in der

1) Vgl. O. Zöth, Zwei Methoden zur photographischen Untersuchung der Herzbewegung von Kaltblütern. Festschrift für A. Rollett. Fischer, Jena 1893, S. 93.

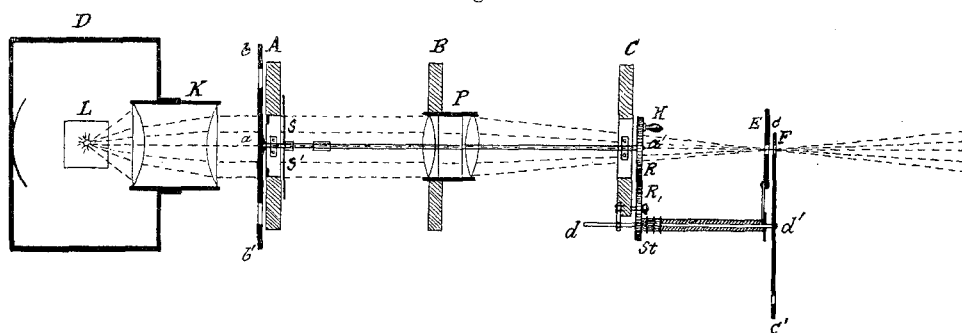
2) Vgl. H. Gutzmann, Die Photographie der Sprache und ihre praktische Verwerthung. Berliner klin. Wochenschr. Bd. 33, 1896. S. 413.

3) P. Grützner, Einige Versuche mit der Wunderscheibe Bd. 55, 1894. S. 508.

4) O. Zöth, Die Projectionseinrichtung des Grazer physiologischen Institutes S. 58 f.

Ansicht von oben dargestellt. Auf einer horizontalen Schlittenbahn¹⁾ stehen vor der Duboscq'schen Laterne *D* mit der Bogenlampe *L* und dem Beleuchtungskopfe *K* die drei verticalen Holzcouliissen *A*, *B* und *C*, mit centralen Durchbohrungen für den Durchgang des Strahlenkegels versehen. Ueber die Coulissee *B*, welche das Projectionslinsensystem *P* trägt, geht die Hauptachse *aa'* hinweg, welche in Lagern am oberen Rande der Couliissen *A* und *C* läuft.

Fig. 8.



Die Achse *aa'* trägt am Ende bei *a* die Bildscheibe *bb'*, bei *a'* ein Zahnrad *R* von 168 Zähnen, welches mit der Handhabe *H* in langsame Drehung versetzt werden kann, so dass auf diese Art die Bilder der Bildscheibe der Reihe nach vor der Blendungsöffnung der Coulissee *A* durch den Lichtkegel passiren. Durch eine besondere Schraube am Lager von *A* kann die Achse *aa'* behufs Justirung der bei *a* aufgeschraubten Bildscheibe gegen die Oeffnungen der Blendenscheibe festgestellt werden.

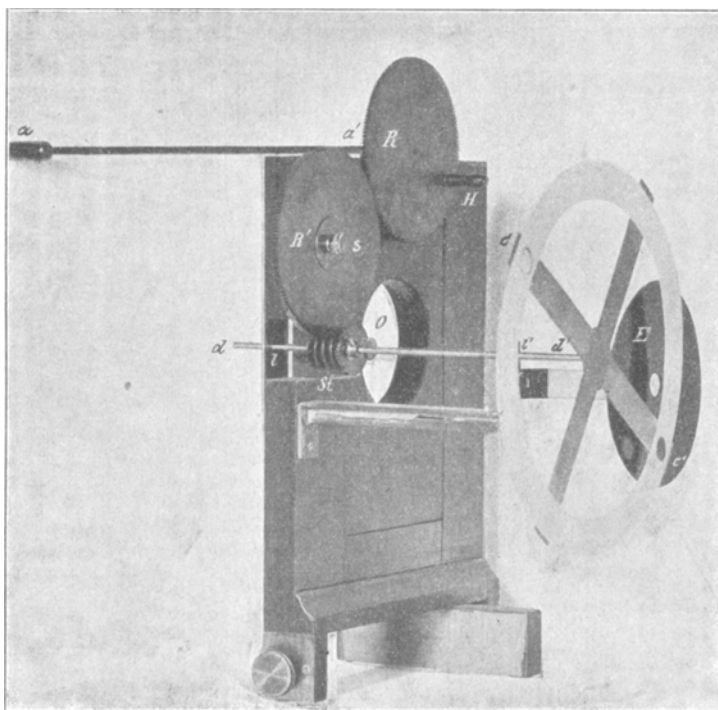
Die Einrichtung der Coulissee *C* mit der Zahnradübertragung auf das Blendungsrad ist besser als aus der schematischen Figur 8 aus der nachstehenden perspectivischen Ansicht dieser Coulissee, Fig. 9 (von vorne, in $\frac{1}{5}$ natürlicher Grösse), zu entnehmen.

aa' ist wieder die Achse der Bildscheibe mit dem Zahnrade *R* und der Handhabe *H*. Die Achse *dd'* des mit zwei einander gegenüberstehenden Blendungsöffnungen *c* und *c'* von je 12 mm Durchmesser versehenen Blendungsrades, das 21 cm Durchmesser besitzt, läuft seitlich von der Oeffnung *O* der Coulissee frei und verschiebbar in den Lagern *l* und bei *l'*. Diese Achse trägt bei *St* ein Stufenrad

1) Vgl. I. c. „Projectionseinrichtung“ S. 37.

mit vier Zahnrädern von 16, 21, 24 und 28 Zähnen. Die vier Zahnräder sind zwischen fünf kreisrunde Messingscheibchen von etwas grösseren Durchmessern eingelöthet, so dass beim Eingreifen des Rades R' in eines der vier kleinen Räder eine Führung gegeben und eine weitere Längsverschiebung der Achse dd' ausgeschlossen ist. Das ganze Stufenrad ist auf der Achse verstellbar und mit einer kleinen Schraube festzustellen.

Fig. 9.



Die Uebertragung der Bewegung von R auf St erfolgt durch das an einem drehbaren Messingarme verschiebbare und mittels der Schraube S festzustellende Transporteurrad R' , das gleich gross wie R gewählt worden ist.

Das Blendungsrade cc' rotirt knapp vor einer centrirbaren kreisförmigen Blendung E von 12 mm Durchmesser, die sich wenigstens annähernd im vorderen Vereinigungspunkte F (Fig. 8) des vom Projectionssysteme kommenden Strahlenkegels befindet, so dass also diese Blendung bei jeder Umdrehung des Blendungsrades mit dessen

beiden Oeffnungen zweimal für die gesammte von der Bildscheibe kommende Lichtmenge freigegeben wird. Bei Verwendung eines grösseren Beleuchtungskopfes K (Fig. 8), der die weit vortheilhaftere Beleuchtung der Bildscheibe mit convergenten Strahlen gestattete, könnte wegen des Heranrückens von F an die Projectionslinse unter Umständen die ganze Einrichtung der Coulisse C in passender Weise an der Objectiv-Coulisse B angebracht werden.

Die Verhältnisszahlen für die Umdrehungsgeschwindigkeit der Achsen aa' und dd' ergeben sich aus der Zahnzahl von R und dem jeweilig eingeschalteten Rade der Stufenscheibe St , somit zu:

$$168 \text{ zu } 16 = 10,5$$

$$„ \quad 21 = 8$$

$$„ \quad 24 = 7$$

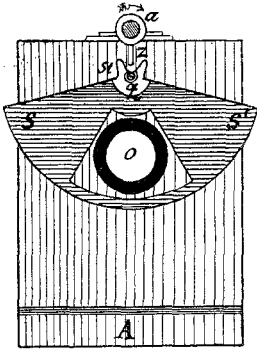
$$„ \quad 28 = 6;$$

während einer Umdrehung der Bildscheibe macht also das Blendungsrad je nach der Einstellung 10,5, 8, 7 oder 6 Umdrehungen, es wird daher die Blendungsöffnung in dieser Zeit — je zweimal — 21-, 16-, 14- oder 12-mal freigegeben. Diese Zahlen geben zugleich die nöthige Bilderzahl der Bildscheiben an, wenn die Bilder am Platze bleiben sollen. Eine Vorwärtsbewegung (bei Gang-, Flugbewegungen u. dergl.) wird bekanntlich erzielt, wenn die Oeffnungen etwas langsamer erfolgen als die Bilder vorrücken, Rückwärtsbewegung umgekehrt. Wird zum Beispiele eine Bildscheibe mit 16 Bildern unter Benutzung des Rades von 21 Zähnen, entsprechend 8 Umdrehungen des Blendungsrades oder 16 Oeffnungen der Blendung bei jeder Umdrehung der Bildscheibe, projicirt, so behält das Bild seinen Platz im Gesichtsfelde unverändert bei, wird das Rad von 24 Zähnen eingeschaltet, so findet schon ein ziemlich rasches Vorrücken der Bilder statt, nach den einfachen Principien des gewöhnlichen Stroboskopes.

Schliesslich soll noch eine Vorrichtung kurz beschrieben werden, eine „Schaltblende“, die dazu dient, den von der Blendscheibe in den bestimmten kurzen Zeiträumen zu durchschneidenden Lichtkegel überhaupt nur für eine einzige Umdrehung der Bildscheibe, von einem bestimmten Stadium der Bewegung bis wieder zu diesem Stadium freizugeben. Eine solche Vorrichtung kann für die Darstellung von vorübergehenden und abgeschlossenen Bewegungen, wie zum Beispiele des Sprunges, einzelner Turnbewegungen, auch von Sprechbewegungen gut verwendet werden.

Die Schaltblende, von der Form SS' (Fig. 10, $\frac{1}{7}$ natürlicher Grösse), ist an der Vorderseite der Coulisse A (bei S , Fig. 8) in der aus der Figur 10 ersichtlichen Weise vor der Oeffnung O , um eine Achse bei q mit etwas Reibung drehbar, angebracht.

Fig. 10.



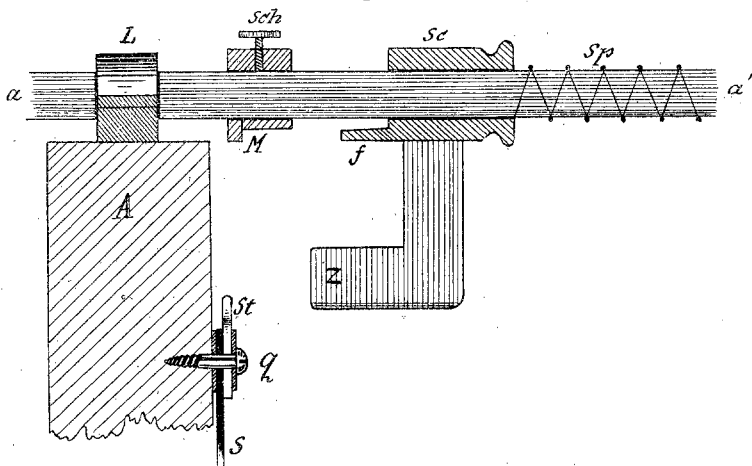
Sie trägt bei St den Sector eines Sternrades mit zwei Zähnen, in welche ein Zapfen Z von der Achse a der Bildscheibe eingreifen kann. Es stehe zum Beispiele zunächst die Schaltblende so, dass die Oeffnung O durch den Theil S' der Blende verdeckt wird. Wird nun die Achse a und damit der Zapfen Z im Sinne des kleinen Zeigers bei a rotirt, so greift der Zapfen zunächst in den linken Zahn der Blende ein und es gelangt bei der ersten Umdrehung der sectorenförmige Ausschnitt der Schaltblende vor die Oeffnung O (siehe die Figur), wodurch diese freigegeben wird, bei der nächsten Umdrehung der Achse a greift der Zapfen Z in den nun vorstehenden rechten Zahn des Sternradsectors, wodurch der Theil S der Schaltblende vor die Oeffnung O rückt und diese wieder verschliesst. Es handelt sich also nur mehr darum, den Zapfen Z in einem ganz bestimmten Momente eingreifen zu lassen: das Oeffnen, das Offenbleiben durch eine volle Umdrehung der Bildscheibe und der Verschluss darnach erfolgen hierauf automatisch.

Zum Einrücken des Zapfens Z in einem bestimmten Augenblicke, entsprechend dem Sichtbarwerden eines bestimmten Bildes der Bildscheibe dient eine einfache Mitnehmer-Vorrichtung an der Achse a , die in Figur 11 im Verticalschnitte in natürlicher Grösse dargestellt ist.

aa' stellt wiederum (vgl. Fig. 8) die Achse der Bildscheibe, L deren Lager auf der Coulisse A vor. Bei q befindet sich die Achse der Schaltblende S mit dem Sternradtheile St . Der zum Eingriffe in die beiden Zähne dieses bestimmte Zapfen Z ist an einem Schieber Sc angebracht, welcher frei und leicht auf der Achse aa' drehbar und verschiebbar ist. Der durch die Schraube Sch auf derselben Achse festzustellende Mitnehmer M ist bei M schräg angefeilt, und in diese Abschrägung passt ein Fortsatz f des Schiebers Sc , der beim Andrücken des letzteren gegen M , das am besten durch zwei Finger mit Hülfe der kleinen Spiralfeder Sp bewerkstelligt wird, in einem

bestimmten Augenblicke in die Abschrägung eingeleitet, worauf die Auslösung der automatischen Blendevorrichtung bei der nächsten Umdrehung von Z erfolgt. Der Mitnehmer M kann mittels der Schraube Sch für irgend ein beliebiges Anfangsbild der Bildscheibe eingestellt werden.

Fig. 11.



Die Bildscheiben sind kreisförmige Diapositivplatten von 26 bis 28 cm Durchmesser, die an der Peripherie, in einer mittleren Entfernung von 11 cm von der Drehungsachse, gleichmässig vertheilt die entsprechende Anzahl der darzustellenden Bewegungsstadien im Positive aufweisen. Genau centriert ist auf die Gelatineseite jeder Platte eine gedrehte Holzscheibe aufgeleimt, welche mit der Bildscheibe an das Ende der Achse aa' (Fig. 8) aufgeschraubt werden kann. Die Bildscheiben werden so hergestellt, dass man zunächst die meist in Lichtdruck oder Photographie auf Papier vorliegenden Bilderserien mit Genauigkeit und Sorgfalt zurechtschneidet und auf einem Carton von entsprechender Grösse im Kreise aufklebt; hiervon wird ein photographisch verkleinertes oder vergrössertes Negativ angefertigt, in welchem die Entfernungen der Bildermitten vom Mittelpunkt der Scheibe (für unseren Apparat) 11 cm betragen müssen, und von diesem Negative können dann durch Contactdruck beliebig viele Diapositivscheiben für die Projection angefertigt werden.

Die im vorstehenden beschriebene Anordnung giebt Bilder von grosser Helligkeit und Schärfe. Das erstere ist dadurch bedingt, dass durch die Blendung bei F' (Fig. 8) der ganze Lichtkegel passiren kann, die Schärfe wird durch die grosse Umdrehungsgeschwindigkeit

des Blendungsrades günstig beeinflusst, dessen Öffnungen bei einer Umdrehungszeit der Bildscheibe von etwa einer Secunde in weniger als $\frac{1}{500}$ Secunde die Blendungsöffnung bei F passiren. Das bei allen stroboskopischen und kinematographischen Projectionen störende Flimmern, von dem man sich übrigens bei einiger Übung abzusehen gewöhnt, tritt bei Verwendung von Bildscheiben mit 16 oder 21 Bildern schon verhältnismässig wenig, stärker natürlich bei geringerer Bilderzahl und langsam bewegter Scheibe hervor. Eine Zahl um 20 dürfte für die meisten Zwecke ausreichen. Liegen nicht so viele verschiedene Einzelaufnahmen vor, als der gewünschten Anzahl der Bilder und der Periode des Vorganges entsprechen, welcher die Umdrehung der Bildscheibe annähernd entsprechen soll, so kann man die Stadien von längerer Dauer auf der Original-Cartonscheibe mehrmals neben einander kleben, wie ich dies z. B. bei einer Stroboskopscheibe ausgeführt habe, welche die Herzbewegung des Frosches darstellt und auf der unter 21 Abbildungen nur 6 von einander verschiedene Stadien vorkommen, darunter das eine (Maximum der Systole) entsprechend seiner festgestellten relativen Zeitdauer¹⁾ nicht weniger als 11 mal hintereinander. — Die Vorführung der einzelnen Stadien einer solchen Serie in Ruhe erfolgt am besten vom Blendungsrade aus, das jedesmal um einen halben Umfang gedreht wird, bis die Oeffnung des Diaphragmas wieder frei ist.

Die Herstellung des ganzen Apparates ist einfach und billig, nur die Anschaffung der Serien zur Herstellung der Diapositivplatten bereitet natürlich Schwierigkeiten. Darum wäre es zu wünschen, dass eine leistungsfähige Firma sich um beides annähme, die dann gewiss noch Vervollkommnungen einführen würde, um die grössere Verbreitung der lehrreichen stroboskopischen Projectionen zu erleichtern.

Schliesslich möchte ich darauf hinweisen, dass der wissenschaftliche Wert stroboskopischer Aufnahmen und Projectionen nicht so sehr in der Reproduction der Bewegung als vielmehr in der Darstellung und Analyse der einzelnen Stadien der Bewegung liegt. Und in dieser Beziehung ist ein Tableau der neben einander dargestellten Bewegungsstadien oft lehrreicher als die stroboskopische Darstellung. Diese ist vielmehr nur eine Probe auf die Richtigkeit der dargestellten Serie, freilich, wie Grützner gezeigt hat²⁾, eine nicht immer verlässliche Probe.

1) Vgl. l. c. „Herzbewegung“ S. 109.

2) l. c. S. 519.