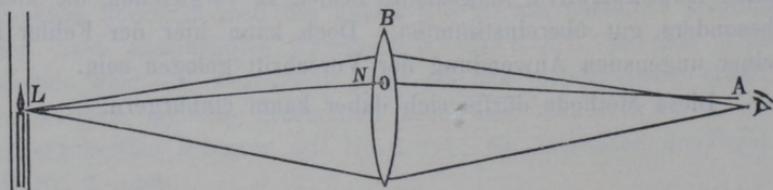


VII.

Der Toepler'sche Schlierenapparat.

Unter obigem Namen wurde von Prof. Toepler ein Apparat zusammengestellt, der in vielfacher Hinsicht für den Photographen von Interesse ist, obwohl der Erfinder wohl nie daran gedacht haben dürfte, dass durch ihn eine der interessantesten und bedeutendsten Leistungen auf photographischem Gebiete, die bildliche Darstellung von dem Auge unsichtbaren physikalischen Vorgängen zustande kommen wird. Toepler's Schlierenapparat wird von Prof. Mach in Prag mit grossem Vortheil zur Photographie von Erscheinungen in der Luft, von denen wir anders nicht Kenntniss hätten, verwendet. Besonders erwähnt seien die schönen Arbeiten über die Photographie der durch fliegende Geschosse erzeugten Luftwellen und die Photographie von Schallwellen.



Der Apparat ist im Wesentlichen sehr einfach und kann mit den geringsten Mitteln hergestellt werden. Der wichtigste Bestandtheil desselben ist eine Linse mit sehr grosser Oeffnung und grosser Brennweite. Die Brennweite soll mindestens 1 m betragen, je grösser sie aber ist, desto empfindlicher wird der Apparat. Mit kleinen Linsen und kurzen Brennweiten kann das Experiment nicht gelingen. Eine Lichtquelle, etwa eine Petroleumlampe, wird mit einem zweiten Cylinder aus Blech versehen, in dem sich in der

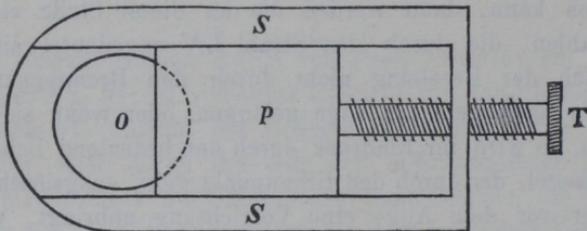
Flammenhöhe eine kreisrunde Oeffnung von circa 5 mm Durchmesser befindet. Diese dient als leuchtender Punkt. Wir wissen, dass bei einer Aufstellung der Lichtquelle in doppelter Brennweite der Linse, auch deren Bild in doppelter Entfernung entworfen wird, und diese Anordnung kommt beim Schlierenapparat in Verwendung. Man stellt bei L die Lichtquelle auf und bei B in doppelter Brennweite die Linse. Im Punkt A wird in einer Entfernung $AB=BL$ das Bild des leuchtenden Punktes entworfen und wenn wir das Auge an diese Stelle bringen, sehen wir bei richtiger Accomodation die kleine Oeffnung in L . Nehmen wir nun an, die Linse hätte an der Stelle N einen Fehler. Es sei eine Luftblase zu bemerken, wie man solche in Tafelgläsern jederzeit sehen kann, dann werden die an dieser Stelle einfallenden Lichtstrahlen, die durch den Strahl LN angedeutet sind, ihren Weg nach der Brechung nicht durch den Brennpunkt nehmen und daher auch nicht ins Auge gelangen, oder wenn sie ins Auge gelangen, so wird ihr Eindruck durch den bedeutend lichtstärkeren Strahlenkegel, der durch den Brennpunkt geht, ausgelöscht. Wenn man aber vor dem Auge eine Vorrichtung anbringt, vermittelt welcher man imstande ist, den Lichteindruck des Brennpunktes von der Betrachtung auszuschliessen, so dass nur die abweichenden Strahlen ins Auge gelangen, so erzeugen diese auf der Netzhaut ein Bild der Stellen der Linse, welche ihre Strahlen nicht durch den Brennpunkt schicken. Diese fehlerhaften Erscheinungen, die in Undichtheiten der Glasmasse ihre Ursache haben, nennt man Schlieren.

Man kann bei einiger Uebung es dahin bringen, dass man beim Betrachten mit blossem Auge, wenn man einen Theil der Pupille mit einer Visitkarte verdeckt, die Schlieren einer Linse sehr gut sieht. Für gewöhnlich ist aber das Betrachten mit dem Auge allein sehr umständlich. Man bringt daher an die Stelle des Auges ein Fernrohr, so dass das Bild der Lichtquelle auf die Objectivlinse fällt. Statt des Metalldeckels wird auf das Fernrohr ein Schlittenapparat angebracht, der so construiert ist, dass man durch Verschiebung eines Metallblattes das Bild im Brennpunkt abdecken kann.

An einer Platte aus Messingblech, aus der eine Oeffnung O für das Objectiv ausgedreht ist, werden zwei Schienen S angebracht. Zwischen denselben ist eine bewegliche Platte P verschiebbar, welche vermittelt einer Schraube T vor- und rückwärts be-

wegt werden kann. An der Rückseite wird ein Ring aufgelöthet, damit der ganze Apparat an das Fernrohrobjectiv aufgesteckt werden kann.

Handelt es sich nicht darum, die Schlieren einer Linse zu beobachten, sondern irgendwelche anderen Erscheinungen sichtbar zu machen, so besonders Luftströmungen, so kann dies sehr leicht erreicht werden, wenn man dieselben unmittelbar vor oder hinter der Linse erzeugt. Befindet sich unmittelbar an der Linse eine Kerzenflamme, so sieht man dieselbe, wenn sie ruhig brennt, von einem Mantel von warmer Luft eingeschlossen. Bringt man in einen Trichter etwas Aether auf Baumwolle, so sieht man deutlich aus dem Trichter Aetherwolken herausfallen.

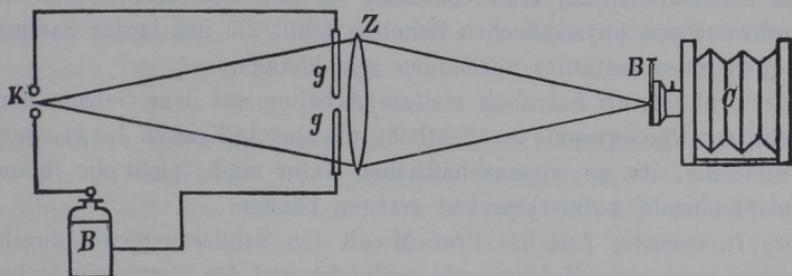


Zu besonderer Bedeutung gelangt der Apparat durch die Experimente von Prof. Mach in Prag. Prof. Mach versuchte mit Erfolg den Schlierenapparat mit dem photographischen zu combiniren und so Erscheinungen abzubilden, die dem unbewaffneten Auge unsichtbar sind. Aber nicht genug daran, es gelang sogar Erscheinungen mit grösster Deutlichkeit auf die Platte zu bannen, welche nur durch Momentaufnahmen sichtbar gemacht werden konnten, nämlich die Luftbewegungen zu photographiren, welche durch fliegende Geschosse erzeugt werden. Dazu bedarf der Apparat einiger Modificationen.

Als Beleuchtungsquelle kann nicht eine Lampe mit constanter Flamme angewandt werden, einestheils weil die verschiedenen Lampenarten für Momentaufnahmen zu lichtschwach sind, andererseits weil es sich nur um ein momentanes Aufblitzen handelt. Mit grossem Vortheil wird aber der Funke einer Leydener Flasche zur Beleuchtung des Apparates benutzt, und zwar wird die Anordnung so getroffen, dass in doppelter Brennweite der Linse zwei Metallkugeln in geringer Entfernung von einander aufgestellt werden. Diese sind durch Drähte mit einer Leydener Flasche, oder zur Erzielung eines kräftigeren Funkens mit einer Flaschenbatterie *B* in

Verbindung. Vor der Linse sind aber die Verbindungsdrähte unterbrochen und ihre Enden in Glasröhrchen *g* eingeschmolzen. Da Glas ein sehr guter Isolator für Electricität ist, wird dadurch ein vorzeitiges Entladen der Batterie verhindert.

Bei der Wahl der Leydener Batterie und ihrer Ladung ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass ein möglichst kräftiger und lichtstarker Funke zustande kommt, aber es darf die Ladung sich nur in gewissen Grenzen bewegen; denn in den Fällen, wenn die Ladung nicht der Capacität der Flaschen angepasst ist, erhält man einen ersten sehr kräftigen Funken, und eine Reihe sehr schwacher Funken. Diese werden, da sie bedeutend lichtschwächer sind als der erste, zwar keine neue Exposition der Platte bewirken können, aber gewiss ein Verschleiern derselben hervorbringen.



Abermals in doppelter Brennweite der Linse *L* ist eine Camera *C* angebracht, deren Objectiv so mit einer verschiebbaren Blende *B* adjustirt werden muss, wie das Fernrohr.

Bei der Aufnahme der Geschosse handelt es sich darum, die Verdichtung der Luft vor der Kugel und die durch das Ausweichen der Luft entstehenden Strömungen zu fixiren. Es mussten zu den Experimenten Gewehre verwendet werden, bei denen die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses 333 m in der Secunde stark übersteigt. Denn bei Gewehren, deren Projectile sich mit einer Geschwindigkeit von nahe an 333 m fortbewegen, wird die Kugel von den sich nach allen Richtungen fortpflanzenden Schallwellen begleitet. Daher wird nicht nur diejenige Bewegung der Luft, deren Ursache das Projectil ist, photographirt, sondern überdies die begleitende Luftwelle.

Die Auslösung des Apparates erfolgt durch die Kugel selbst. In dem Momente, als sie an die Glasröhrchen kommt, werden sie zerschlagen und der Funke springt isochron zwischen den Kugeln

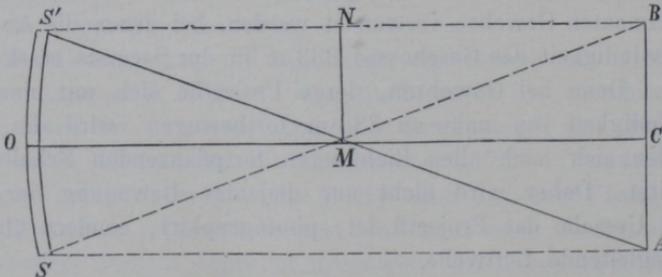
K über. Durch die momentane kräftige Beleuchtung wird die Aufnahme bewerkstelligt.

Es ist dies wohl ein hervorragendes Experiment auf wissenschaftlichem Gebiete, welches auch für den Laien Interesse hat. Denn damit ist ja die auf den ersten Blick unmöglich scheinende Aufgabe gelöst, Flintenkugeln in der Luft zu photographiren und zwar während des Fluges, wo es doch sonst schon schwer fällt, die viel langsamer sich fortbewegenden Bewohner der Luft auf der Platte festzuhalten. Für die Wissenschaft sind durch die Versuche von Prof. Mach neue Gebiete eröffnet worden, leider wagt es niemand, die geebnete Bahn zu betreten, die Laboratorien nicht, weil die Technik der Photographie trotz ihrer grossen Ausbreitung dort nicht gekannt wird, wo man ihre Pflegestätte vermuthen würde, die Amateure nicht, weil es ihnen an den zum Experimentiren nothwendigen physikalischen Behelfen fehlt, die nur in den Sammlungen eines Institutes vorhanden sein können.

Prof. Mach hat noch weitere Arbeiten auf dem Gebiete der Schlieren-Photographie veröffentlicht, die aber in Kreisen des grossen Publicums, da sie wissenschaftlicher Natur sind, nicht die ihnen entsprechende Aufmerksamkeit erregen können.

In neuester Zeit hat Prof. Mach den Schlierenapparat durch Anwendung eines Hohlspiegels modificirt und für photographische Zwecke besonders eingerichtet. Da Linsen von grosser Brennweite, welche gut achromatisirt sind, schwer erhältlich sind, die Fehler derselben mit aufs Bild kommen und stören, wurde die Linse durch einen Concavspiegel von grosser Brennweite ersetzt.

Prof. Mach schreibt darüber in Eder's Jahrbuch 1890: „Ich versuchte nun in einem derartigen Falle mit bestem Erfolg einen



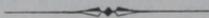
grossen sphärischen Concavspiegel aus versilbertem Glas als Kopf des Schlierenapparates zu verwenden. Das vom Krümmungsmittelpunkt C ausgehende Licht wird wieder sehr genau in den Krüm-

mungsmittelpunkt zurückgeworfen. Für diesen Fall ist das optische System sehr vollkommen. Rückt der leuchtende Punkt A um das mässige Stück CA aus der Achse, so sammelt sich das Licht noch mit hinreichender Genauigkeit in B , wobei $CB = CA$. Das in Wirklichkeit stets ausgedehnte Bild B vor der photographischen Camera kann man nun zur Hälfte abblenden, ohne ein ungleichmässiges Bild zu erhalten. In meinem Falle war $SS' = AB = 16$ cm, $CO = 3$ m, das auf Schlieren zu untersuchende Object wurde nach MN gebracht, so dass noch immer die Hälfte der Spiegelöffnung als Gesichtsfeld zu Gebote stand, ohne dass das Licht zweimal durch dasselbe Object ging, wodurch sich störende Doppelbilder ergeben hätten. Die Photographien gelangen auf diese Weise vorzüglich.“

Für die Photographie ist aber der Schlierenapparat noch von anderer Bedeutung. Mehrmals wurde in dem Früheren darauf verwiesen, dass wir in demselben ein Mittel besitzen unsere Objective zu prüfen. Denn für ein gutes Objectiv ist vor allem nöthig, dass es aus gutem Materiale sei. Wenn wir den Schlierenapparat, so wie er abgebildet ist, zusammen stellen und statt der Betrachtung mit dem Auge ein Fernrohr mit der Abblendung anbringen, so sehen wir schon an der zum Apparat gehörigen Linse Stellen von verschiedener Dichte, die sich durch verschiedene Helligkeitsgrade bemerkbar machen. Da nun Schlieren in Linsen die scharfe Zeichnung beeinträchtigen, so ist es nothwendig, dass man sich von ihnen Kenntniss verschafft. Ein Objectiv ist zwar wegen geringer Fehler dieser Art noch nicht unbrauchbar, und wird bei sonst guter Ausführung sehr gute Bilder geben, aber bei Reproductionsarbeiten dürften sich bereits Störungen ergeben. Um Objectivlinsen zu untersuchen, braucht man nur an Stelle der Linse des Apparates die Objectivlinse einzuschalten. Hat sie eine zu kurze Brennweite, so kann man eine Verlängerung durch Einschaltung einer Concavlinse erreichen, doch muss man ihre Fehler kennen.

Ich halte dafür, dass jedes Objectiv vollständig geprüft werden soll, bevor es angekauft wird. Denn es ist nicht ausgeschlossen, dass selbst der berühmtesten Firma Objective misslingen, geradeso, als es Thatsache ist, dass Firmen, die bestrebt sind, die Photographen zufrieden zu stellen und wirklich gutes leisten, nicht prosperiren können, da vielfach die Meinung herrscht, wenn auf einem Objectiv nicht „Steinheil“ oder „Voigtländer“ zu lesen ist, sei es auch kaum der Mühe werth, einen Versuch damit zu wagen.

Es ist zwar jeder Fabrikant heute in der Lage, sich in der k. u. k. Versuchsanstalt ein Attest über sein Fabrikat zu erwerben und wird es in jedem Falle bekommen, da er selbst schlaue genug sein wird, nur seine beste Waare zur Probe einzusenden. Ob aber jede Nummer der Serie dem für gut befundenen Objectiv gleichwerthig ist, darf man zum mindesten anzweifeln. Auch ist dem Käufer nicht zuzumuthen, dass er jedes Objectiv einer Prüfung unterziehen lasse, die kostspielig ist und die ihm selbst am wenigsten zu gute kommt. Er muss daher imstande sein, selbst sein Objectiv zu untersuchen und die Probe mit Mitteln durchführen können, die ihm zu Gebote stehen. Die dem Photographen nöthigen optischen Apparate zu erklären und solche Mittel anzugeben war das Bestreben meiner Arbeit, da ich die Atteste sämtlicher öffentlichen Anstalten, ohne die gewissenhaften Prüfungen auch nur im Mindesten anzuzweifeln, die sie gegen Bezahlung ausfolgen, dem Urtheile gewissenhafter Fachphotographen und Amateure unterordne.



Druckfehler-Berichtigung.

Seite 7, Zeile 21 von oben soll es heissen:

B der einer planconvexen und *C* der einer concaveconvexen Linse
statt:

B der einer Concavconvex- und *C* der einer planconvexen Linse.

Seite 7, Zeile 9 von unten soll es heissen:

E einer planconcaven Linse und *F* einer convexeconcaven Linse
statt:

E einer Convexeconcav-Linse und *F* einer Planconcav-Linse.

