

Kern
AARAU



Super- Stroboskop

KERN & CO. AG. AARAU (SCHWEIZ)

Kern & Co. A.G. Aarau Schweiz

Werkstätten für Präzisions-Mechanik und Optik

Telephon: (064) 2 11 12

Telegramme: Kern Aarau

A. B. C. Code 5th. & 6th. Edition

Bentley's Code

Rudolf Mosse Code

Inhalt

	Seite
1. Prinzip des Gerätes	4
2. Konstruktion	5
3. Optische Ausrüstung	6
4. Photographische Kamera	8
5. Elektrischer Kontaktgeber	9
6. Beleuchtungslampen und Verpackung	10
7. Verwendung als reines Stroboskop	11
8. Registrierung äusserst rascher Vorgänge	11
9. Beispiele der Verwendung	12
10. Gebrauchsanleitung	15

Super-Stroboskop Kern

Das Superstroboskop Kern ermöglicht die Beobachtung und Photographie rasch verlaufender Vorgänge periodischer, besonders aber auch aperiodischer Natur. Es leistet daher im Prinzip dasselbe wie die komplizierte und kostspielige Zeitlupenaufnahme, arbeitet aber wesentlich rationeller. Die grösste zeitliche Auflösung beträgt 4000 Bilder pro Sekunde. Viele Prozesse, deren Helligkeit nicht zur hochfrequenten photographischen Festhaltung ausreicht, können mit dem Superstroboskop visuell untersucht werden. Es sind dies beispielsweise schwache elektrische Funken, Gasentladungen im Vakuum oder Verbrennungsvorgänge in Gasstrahlen.

In Fällen, wo zur quantitativen Auswertung Zeitlupenaufnahmen notwendig sind, kann das Superstroboskop mit Vorteil zur vorläufigen Abklärung verwendet werden. Die Zeitlupenaufnahme braucht dann nur dort durchgeführt zu werden, wo der wesentliche Teil des Vorganges abläuft. Oft wird aber die Auswertung der mit dem Superstroboskop herstellbaren photographischen Aufnahmen vollkommen genügen.

1. Prinzip des Gerätes

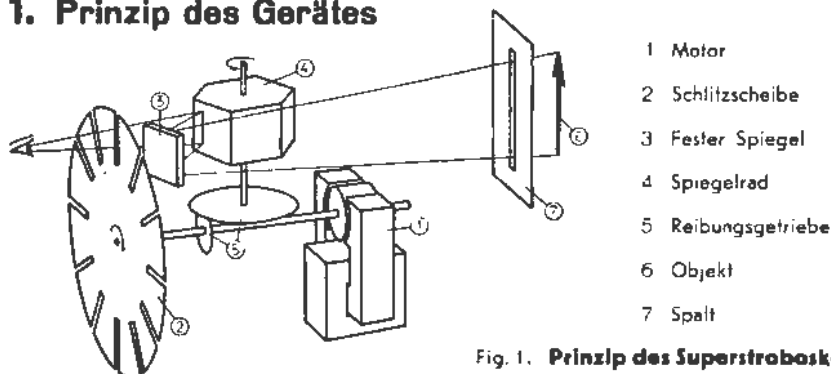


Fig. 1. Prinzip des Superstroboskops

Das vom Objekt ausgehende und durch einen Spalt begrenzte Licht wird, bevor es durch die Schlitzscheibe tritt, über einen festen Spiegel auf ein Spiegelrad geleitet, welches durch ein veränderliches Reibungsgetriebe mit der Antriebswelle des Motors gekoppelt ist. Die durch aufeinanderfolgende Schlitze sichtbaren Bilder des Objekts werden daher durch das Spiegelrad räumlich nebeneinandergelegt. Durch Wahl der Spaltbreite, der Schlitzzahl der Scheibe und des Übersetzungsverhältnisses zwischen Scheibe und Spiegelrad kann stets erreicht werden, dass die Einzelbilder sich lückenlos aneinanderreihen, wodurch eine hervorragende Übersichtlichkeit des Ablaufs erreicht wird.

Beim Übergang von einem Spiegel des Spiegelrades zum nächsten entsteht eine kurze Dunkelpause. Die Einzelbilder treten also in Gruppen auf (Bildgruppe), die jedesmal dem Durchgang eines Spiegels entsprechen. Bei der höchsten Drehzahl entstehen 8 solche Bildgruppen pro Sekunde.

Das Neuartige an dieser Anordnung ist, dass damit im Gegensatz zum gewöhnlichen Stroboskop auch quasi-periodische und aperiodische, nur einmal ablaufende Vorgänge beobachtet werden können. Andererseits lässt sich bei periodischen Vorgängen der ganze Ablauf einer Periode in einer grösseren Zahl von Bildern sichtbar machen.

Durch einfache **Arretierung des Drehspiegels** wird das Gerät zum **reinen Stroboskop** und gestattet die Beobachtung und Kontrolle periodischer Vorgänge. Mit Hilfe des genau einregulierbaren Motors können Tourenzahlen von 500 bis 120'000 pro Min. auf ca. 1 % genau gemessen werden. (Umlaufzahl des Motors maximal 2500, Schlitzzahlen 2—100).

Fig. 2 (siehe letzte Seite) zeigt eine Ansicht des Gerätes, wie es zur visuellen Beobachtung benutzt wird.

2. Konstruktion

Der **Motor** ist ein Wirbelstrom-Motor mit Kugellagern, welcher also keine Schleifkontakte und daher auch keine Abnutzung aufweist. Seine **Tourenzahl** kann durch einen neuartigen sehr genauen **Spezialregulator**, welcher vollkommen frei von sog. Eigenreibung ist, auf jeden beliebigen Wert zwischen 500 und 2500 Touren/Min. eingestellt werden. Die TZ wird an einer Skala direkt abgelesen (Fig. 2).

Das **Spiegelrad** trägt sechs Spiegel.

Das **Übersetzungsverhältnis** des Getriebes kann kontinuierlich zwischen 1:45 und 1:90 eingestellt und an einer Skala abgelesen werden.

Das Gerät ist mit zwei auswechselbaren **Schlitzscheiben** ausgerüstet, deren jede eine Doppelscheibe ist. Sie können durch Verdrehen derart eingestellt werden, dass bei der einen 2, 4 oder 8 und bei der andern 16 oder 32 Schlitze für den Durchblick freigegeben werden.

Verlangt der zu untersuchende Vorgang eine höhere Schlitzzahl als 32, so kann die verstellbare Schlitzscheibe abgenommen und durch eine Scheibe mit 64 oder 100 Schlitzen ersetzt werden.

Ein **Visier** ermöglicht eine rasche Ausrichtung des Gerätes auf den zu beobachtenden Vorgang.

Das Superstroboskop wird mit einem kräftigen **Stativfuß** geliefert, welcher einen in der Höhe verstellbaren Zapfen trägt. Auf diesem sitzt das Gerät drehbar und kann festgeklemmt werden. Die Feinjustierung in der Höhe geschieht durch eine Fusschraube.

Auf Wunsch kann zu dem Gerät auch ein stabiles ausziehbares **Dreibeln-Stativ** von 1.5 m Höhe geliefert werden (Fig. 3). Ein solches wird z. B. vorteilhaft für Beobachtungen an Maschinen in der Werkstatt verwendet.



Fig. 3.
**Superstroboskop
auf Holzstativ**
1/20 nat. Grösse

3. Optische Ausrüstung

Ein in den Strahlengang gebrachtes **Dove'sches Wendeprisma** ermöglicht die Beobachtung von Vorgängen, deren Ablaufrichtung nicht in der Vertikalen liegt. Durch Drehen des Prismas kann jede beliebige Richtung in die Vertikale übergeführt werden. Das Prisma wird in einen **Stutzen** eingeschraubt, welcher gleitend in das Ausblickfenster an der Vorderwand passt (Fig. 4).



Zur Beobachtung von Objekten, welche sich über oder unter dem Standpunkt des Gerätes befinden, kann ein **90°-Prisma** beigegeben werden, das ebenfalls auf den Stutzen passt.

Der Stutzen dient auch der Aufnahme der **4 Objektive** für den Fall, dass die Beobachtung mit unbewaffnetem Auge nicht genügt. Diese bilden zusammen mit dem **Okular**, welches dann an Stelle der blossen Gummimuschel in die Rückwand des Gerätes eingesteckt wird, je nach der Objektentfernung ein Fernrohr oder ein Mikroskop (Fig. 4).

Die Brennweiten der Objektive sind so gewählt, dass auf Objekt-abstände von 3 cm bis ∞ scharf eingestellt werden kann. Die maximale Vergrösserung ist dabei 108 x.

Manchmal wird es nicht möglich sein, den Spalt, welcher den zu beobachtenden Vorgang ausblendet, am Objekt selbst anzubringen. Für diesen Fall ist vorgesehen, **mit Doppelabbildung** zu arbeiten, wobei ein erstes Objektiv das Objekt auf einen Spalt und ein weiteres Objektiv denselben in die Brennebene des Okulars abbildet. Der **Spalt**,



Fig. 5.

Superstroboskop mit eingesetztem Spalt

$\frac{1}{3}$ nat. Grösse

dessen Breite verändert werden kann (Fig. 5), ist mit dem zweiten Objektiv in der Art fest verbunden, dass er nach Einsetzen in das Fenster der Vorderwand in der Okularbrennebene scharf erscheint. Er wird durch ein **aufschraubbares Rohr** festgehalten, in welches der Objektivstutzen gleitend passt. Durch das Fenster des Rohres kann die Einstellung des Objekts auf den Spalt kontrolliert werden. Die maximale Vergrösserung bei Doppelabbildung beträgt 180 x.

4. Photographische Kamera

Zur objektiven Fixierung der Beobachtung wird dem Gerät auf Wunsch eine photographische Kamera beigegeben, welche an Stelle der Rückwand eingesetzt werden kann (Fig. 6).



Fig. 6.

1/3 nat. Grösse

Superstroboskop mit photographischer Kamera

Die Kamera ist für die Verwendung von **Normalfilm 35 mm** eingerichtet und ergibt 28 Bilder im Format 24 x 36 mm. Die normalen Tages-Filmkassetten können verwendet werden.

Als Objektiv dienen dieselben wie zur visuellen Beobachtung, und zwar bestehen die gleichen Möglichkeiten mit oder ohne Verwendung des Spaltess wie dort, da die Filmebene mit der Okularbrennebene zusammenfällt.

Filmtransport und **Rückspulen** werden wie üblich durch zwei Knöpfe bewerkstelligt. Ein Zählwerk gibt gleichzeitig den Transport um eine Bildlänge und die Zahl der gemachten Aufnahmen an.

Das **Aufziehen des Verschlusses** erfolgt durch einen Hebel (Fig. 6), indem dieser an einen Gegengriff gedrückt wird. Die **Auslösung** geschieht **automatisch** durch einen Dorn am Spiegelrad, welcher dafür sorgt, dass die Öffnung genau während der Zeit eines Spiegeldurchgangs freigegeben wird.

Um auch **Einzelaufnahmen** zu ermöglichen, was zur vorläufigen Kontrolle der Beleuchtung oder Schärfe oft erwünscht ist, sind an der Filmbühne zwei Stifte vorgesehen, in welche das freie Filmende mit der Zahnung eingehängt werden kann.

5. Elektrischer Kontaktgeber



Fig. 7.

Elektrischer Kontaktgeber

1/3 nat. Grösse

Das Superstroboskop ist mit einem elektrischen Kontaktgeber ausgerüstet (Fig. 7), welcher mit dem Spiegelrad synchronisiert ist. Dieser ermöglicht es, einen nur einmal ablaufenden Vorgang automatisch so auszulösen, dass er in eine Bildperiode und nicht in eine Dunkelpause fällt. Beim Arbeiten mit der Kamera erfolgt auch die Belichtung gerade während dieser Periode.

Das mitgegebene **Kabel** wird mit der einen Kupplung an die Steckdose des Gerätes angeschlossen, während am Stecker die Spannungsquelle und an der andern Kupplung der auszulösende Vorgang liegt. Die **Auslösung** erfolgt durch Niederdrücken eines Knopfes auf dem Vorhalfrad; derselbe wird durch Druck auf einen zweiten Knopf wieder in die Ausgangslage gebracht. Um auch Vorgänge auslösen zu können, deren Ablauf eine **Verzögerung** gegen den Moment des Auslösens

aufweist, kann der Kontaktzeitpunkt durch Drehen des Vorharrades gegenüber dem Beginn der Bildperiode vorverlegt werden.

Der Kontaktgeber kann auch für einmalige Vorgänge, welche durch eine Taste oder dgl. von Hand ausgelöst werden, von Vorteil sein, indem er zur **Betätigung eines Signals** verwendet wird (z. B. Glimmlampe). Der Vorhalt wird dann so einreguliert, dass eine bequeme Zeitspanne zur Auslösung des Vorganges zur Verfügung steht.

6. Beleuchtungslampen und Verpackung

Eine **Spaltlampe** mit einstellbarem Spalt (Fig. 8) dient vor allem der subjektiven Beobachtung im durchgehenden Licht.

Für photographische Zwecke, besonders bei kleinen Objekten, wird meist eine kräftigere Lichtquelle benötigt. Eine solche stellt die auf Wunsch lieferbare **Mikroskopierlampe** mit asphärischem Kondensator und Wärmefilter dar, welche Fig. 9 zeigt. Diese ist in Höhe und Neigung verstellbar. Ein Umschalter am Gehäuse erlaubt den Betrieb mit verminderter Spannung, was bei subjektiver Justierung eine Blendung verhindert.



Fig. 8. **Spaltlampe** $\frac{1}{4}$ nat. Grösse

Fig. 9. **Mikroskopierlampe** $\frac{1}{4}$ nat. Grösse

Das Superstroboskop findet mit sämtlichen Zubehöerteilen ausser dem Holzstativ und der Niedervoltlampe in einem **soliden Holzkasten** vom Format 18 x 21 x 54 cm Platz, so dass auch bei nachträglicher Anschaffung weiteren Zubehörs keine Schwierigkeiten entstehen. Das **Gewicht** der kompletten Ausrüstung ohne die Lampe beträgt 12 kg. Die Mikroskopierlampe wird in einem separaten Holzkasten geliefert.

7. Verwendung als reines Stroboskop

Für die **Beobachtung rein periodischer Vorgänge** wird das Spiegelrad arretiert. Dies geschieht durch Drehen eines Knopfes (Fig. 7), welcher gleichzeitig auch dazu dient, einen Spiegel in die für den Durchblick geeignete Lage zu bringen. Durch Wahl der Tourenzahl des Geräts und einer geeigneten Schlitzzahl der Scheibe lassen sich dann die zu untersuchenden Prozesse in bekannter Weise in scheinbarer Ruhe oder verlangsamer Bewegung betrachten. Die ausserordentlich gute Konstanz der Tourenzahl, die weder durch Netzspannungsschwankungen noch Temperaturänderungen merklich beeinflusst wird, ermöglicht hierbei eine mühelose und über längere Zeit gleichbleibende Einregulierung des Bildes. Andererseits erlaubt die praktisch verzögerungsfreie Einstellbarkeit der Drehzahl das kontinuierliche Verfolgen von relativ raschen Frequenzänderungen des Objekts. Das Gerät ist daher auch für reine Tourenzahlmessungen gut geeignet, doch werden dadurch allein seine Möglichkeiten bei weitem nicht ausgeschöpft.

Um die Tourenzahl auch von der Einblickseite des Instruments her ablesen zu können, wird demselben auf Wunsch ein **rechtsichtiges Prisma** mitgegeben, welches mit einer Schraube an dem dafür vorgesehenen Loch über der Skala befestigt wird (Fig. 5, S. 7).

8. Registrierung äusserst rascher Vorgänge

Auch in dem Fall, dass eine Auflösung von 4000 Bildern pro sec. nicht genügt, lässt sich das Superstroboskop noch verwenden unter der Bedingung, dass der in Frage stehende Vorgang durch eine Linearkomponente allein genügend charakterisiert ist (beispielsweise Zeigerbewegung). Die Schlitzscheibe wird herausgenommen, der Spalt eingesetzt und ganz schmal eingestellt, und das Objekt auf denselben so abgebildet, dass der Bewegungsvorgang in seiner Längsrichtung verläuft. Man erhält so **kontinuierliche Registrierkurven**, bei denen das Auflösungsvermögen nur von der Spaltbreite abhängt. Fig. 12 (S. 14) zeigt ein Beispiel dieser Art, bei welchem die zeitliche Auflösung ca. $\frac{1}{7000}$ sec. beträgt. Um auch bei dieser Verwendungsart eine Zeitmarkierung zu erhalten, kann zu dem Gerät ein an Stelle der Schlitzscheibe einsetzbarer Zeiger geliefert werden, welcher bei jeder Umdrehung den Spalt kurzzeitig abdeckt.

Es sei im übrigen noch darauf aufmerksam gemacht, dass sich das Gerät auch in Verbindung mit einem Lichtblitzstroboskop als Lichtquelle verwenden lässt. Die Schlitzscheibe wird dann herausgenommen, die übrige Funktionsweise bleibt unverändert.

9. Beispiele der Verwendung

a) Mechanische Vorgänge.

In Fig. 10a ist die Schwingung eines Relaiskontaktes mit hoher Auflösung wiedergegeben.

Das Bild ist, wie auch die folgenden, zeitlich von links nach rechts zu

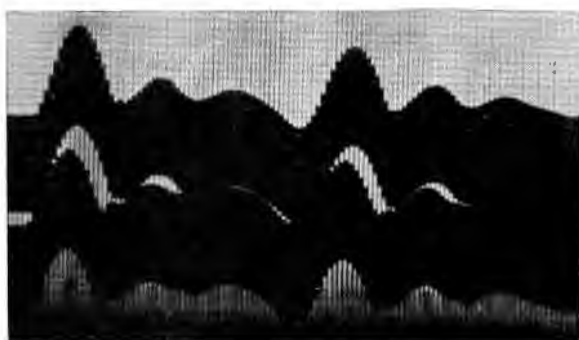


Fig. 10 a.

**Bewegung
der Kontakte
eines Relais**

lesen. Es handelt sich um ein 7 x vergrößertes Schattenbild mit sehr schmalen Spalt. In Fig. 10b ist das Relais schematisch dargestellt und die ausgeblendete Zone angedeutet. Links in Fig. 10a sind die Kontakte in Ruhe. Der Einschaltstoss schlägt den untern Kontakt gegen den obern, beide tanzen einige Male aufeinander, bis sie die endgültige Kontaktstellung erreichen (rechts).

In ähnlicher Weise lassen sich Vorgänge untersuchen wie z. B. das Tanzen von Ventilen, Bewegungen von Stossdämpfern, Stanzen und Pressen, Rückschläge von Schusswaffen, das Verhalten von Federn bei Schlägen oder rascher Entspannung.

Vielseitige Möglichkeiten bietet das Instrument in der **Uhrenindustrie**.

Es eignet sich auch für die Untersuchung der **Spanabnahme** beim Fräsen, Drehen, Hobeln usw., sowie

des **Eingriffs von Zahnrädern**. Ein weiteres Anwendungsgebiet bilden **Schwingungen aller Art**, z. B. an Propellern und Tragflächen, von Ma-

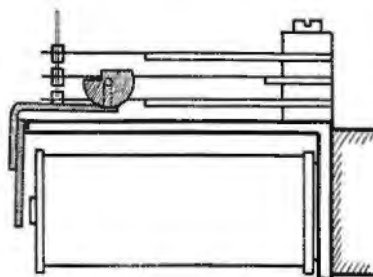


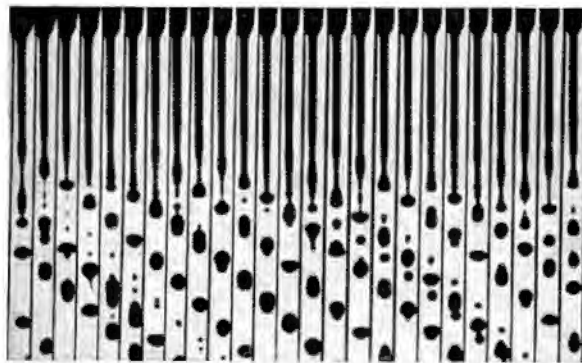
Fig. 10 b.

schinen auf dem Fundament, Bewegung von Fördergut auf Schüttelrutschen usw.

Das Superstroboskop lässt sich ferner zur Untersuchung von **kontinuierlich ablaufenden Drähten**, Ketten, Kabeln, sowie von **Spinn- und Webvorgängen** verwenden.

b) Flüssigkeitsströmungen.

Hier sind die völlig aperiodisch verlaufenden **Kavitationsvorgänge** zu nennen. Durch subjektive Beobachtung mit dem Superstroboskop ist es möglich, die Wirkung von Änderungen am Objekt sofort zu verfolgen. Dasselbe gilt für **Wasserstrahlen** bei Turbinen und an Düsen, sowie für den **Ablauf von Strömungen** an Ventilen, Krümmern und Überfallwehren (Fig. 11).



$\frac{1}{100}$ sec.

Fig. 11.
**Tropfenbildung
an einem
Wasserstrahl im
freien Fall**

c) Gasströmungen.

Hierher gehören z. B. **Luftströmungen und Wirbelbildungen** an Flugzeugtragflügeln und Propellern, sowie die Kühlluftströmung an Motoren. Die Luftströmung wird in bekannter Weise durch Heissluft- oder Rauchfäden oder durch das Schlierenverfahren sichtbar gemacht.

Dampfstrahlen bei Turbinen, Austritt der Luft aus Düsen bei Farbspritzeinrichtungen, Entstehung von Dampf- und Gasblasen sind weitere Beispiele.

d) **Verbrennungsvorgänge.**

Es sei erwähnt die Untersuchung von **Einspritzvorgängen und Zündungen** bei Verbrennungsmotoren, Explosions-Vorgänge, Verbrennung von festen Stoffen und der Ablauf der Prozesse beim **Schweißen**. Fig. 12 zeigt die **Registrierung des Druckverlaufs** in der Einspritzleitung eines Dieselmotors. Es handelt sich um eine Aufnahme ohne Schlitzscheibe, bei welcher der Zeiger des den Druck anzeigenden Bourdonrohres auf den ganz schmal eingestellten Spalt abgebildet wurde (siehe Abschn. 8, S. 11). Die zeitliche Auflösung beträgt hier ca. $\frac{1}{1000}$ sec.

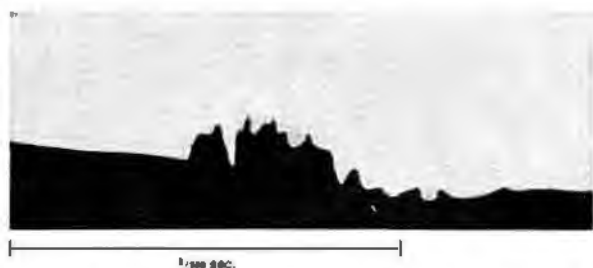


Fig. 12. **Druckverlauf in der Einspritzleitung eines Dieselmotors**

In Fig. 13 sind Wirbelbildungen wiedergegeben, wie sie in einer ruhig brennenden Flamme unter dem Einfluss von Schall auftreten.



Fig. 13. **Beginn eines Tones bei der schallempfindlichen Flamme**

e) **Elektrische Entladungen.**

Hier seien genannt Funkenüberschläge, Abschaltbogen im Pressluftstrom, Lichtbogen in der Bogenlampe, beim elektrischen Schweißen, in Gleichrichtern und Metalldampflampen, Gasentladungen unter vermindertem Druck usw.

10. Gebrauchsanleitung

a) Anschluss.

Vor Inbetriebnahme des Gerätes ist der Motor auf die **richtige Spannung** einzustellen! Hierzu ist auf der Schalteinrichtung vor dem Motor, welche nach Abnahme der Rückwand und Schlitzscheibe frei wird, der Rändelknopf in das der Netzspannung entsprechende Loch einzuschrauben.

Ebenso ist bei der **Mikroskopierlampe** nach Abnehmen des Bodens vorzugehen.

b) Aufstellung.

Die Fusschraube des Stativs wird am besten nach dem Objekt zu gerichtet.

Die Vertikalachse des Instruments soll nicht stärker als ca. 45° geneigt werden, da sonst Gangunregelmässigkeiten des Spiegelrades auftreten können. Für steilere Visierrichtungen ist die Verwendung des 90° -Umlenksprismas vorgesehen.

Die Einstellung auf das Objekt erfolgt mit Hilfe des **Visiers**, dessen Zahnkante und Spitze die Seitenrichtung angeben, während die Skala dem Ausgleich der Höhen-Parallaxe zwischen optischer Achse und Visier dient. Die Zahlen entsprechen der Objektentfernung in cm, gerechnet von der Visierspitze. Das Visier leistet besonders bei Verwendung einer vergrössernden Optik gute Dienste.

Für die Beobachtung und Photographie kleiner Objekte kann es sich empfehlen, Instrument, Objekt und Lampe auf einen **gemeinsamen Träger** zu montieren, wofür sich beispielsweise ein **Drehbankbett** oder eine durch uns lieferbare, spezielle Justierbank eignet.

c) Schlitzscheiben.

Die Verstellung der Doppelschlitzscheiben auf eine andere Schlitzzahl geschieht nach Abnehmen der Rückwand durch den beigegebenen Schlüssel, indem dieser in das mit der gewünschten Schlitzzahl bezeichnete Loch der Scheibe gesteckt und bis zum Anschlag verdreht wird. Beim Auswechseln der Scheibe wird die Motorwelle mit Hilfe des an der Vorderseite befindlichen Rändelknopfes festgehalten (Fig. 2).

d) Die zeitliche Bildauflösung

(Bildzahl pro Sekunde) kann desto höher getrieben werden, je schmaler der ausblendende Spalt im Gesichtsfeld erscheint. Der interessierende Vorgang soll daher zeitlich stets so eng als möglich begrenzt werden. Die Auflösung ist gleich dem Produkt von Schlitzzahl und Tourenzahl (pro sec.).

Man beginnt die Beobachtung zweckmässigerweise immer mit der kleinsten Schlitzzahl und steigert diese so weit, dass sich die Einzel-

bilder ungefähr berühren. Eine genaue Aneinanderreihung kann dann unabhängig von der Tourenzahl durch Veränderung des Übersetzungsverhältnisses erreicht werden. Die **Tourenzahl** kann bei kontinuierlich ablaufenden Vorgängen (z. B. Strömungen) beliebig sein; bei quasi-periodischen jedoch wird sie zweckmässigerweise synchronisiert, so dass der interessierende Vorgang bei jedem Spiegeldurchgang einmal abläuft.

Ergibt sich, dass die zeitliche Auflösung bei einem bestimmten Vorgang noch nicht genügt, so muss, falls sich die Spaltbreite nicht verringern lässt, der Abstand vom Objekt vergrössert bzw. bei Verwendung von Optik eine schwächere Vergrösserung gewählt werden. Damit ist dann wieder eine Erhöhung der Schlitzzahl möglich.

Die zeitliche Auflösung soll jedoch nicht höher als nötig, dafür das Spallobild so gross als möglich genommen werden. Dies ist vor allem bei der Nachvergrösserung photographischer Aufnahmen von Vorteil.

e) Optik.

Das **Dove'sche Aufrichteprisma** ist sowohl vorn als hinten in den Objektivstutzen einsetzbar, um es auch zusammen mit den Objektiven verwenden zu können. Bei starken Vergrösserungen kann allerdings sein Farbenfehler störend werden.

Die vier **Objektive** haben die Brennweiten 170, 106, 50 und 25 mm. Die maximale Objektivvergrösserung beträgt 8,4 x.

Es besteht ausserdem noch die Möglichkeit, das Rohr aufzuschrauben, welches zur Fixierung des Spaltes dient, und den Objektivstutzen in diesem zu führen. Dadurch kann eine Maximalvergrösserung von 12 x erreicht werden.

In **Tabelle 1** ist für jede dieser Möglichkeiten der Entfernungsbereich in mm angegeben, welcher sich durch Ausziehen des Objektivstutzens einstellen lässt, wobei die Abstände von der Vorderfläche des Stutzens gerechnet sind. Die zugehörigen Objektivvergrösserungen sind ebenfalls angegeben. Die subjektive Gesamtvergrösserung erhält man daraus durch Multiplikation mit 9, der Eigenvergrösserung des Okulars.

Tabelle 1		Hinten auf Stutzen		Vorne auf Stutzen		Vorne auf Stutzen mit Spaltrohr	
Nr.	f	Distanz	Vergröss.	Distanz	Vergröss.	Distanz	Vergröss.
1	170	—	—	∞ —760	0 — 0,3 x	490—380	0,5—0,8 x
2	106	∞ —260	0—0,5 x	240—190	0,8—1,3 x	170—156	1,6—2,1 x
3	50	—	—	68—63	2,7—3,7 x	61—59	4,6—5,6 x
4	25	—	—	29—28	6.4—8,4 x	28—27	10—12 x

Die **Wahl des zu verwendenden Objektivs** richtet sich nach der gewünschten Bildzahl sowie nach Grösse und Abstand des Objekts. Zum Beginnen eignet sich etwa eine Breite des Einzelbildes von 1—2 mm. Aus Tabelle 1 kann das dafür geeignete Objektiv bestimmt werden. Beispiel: Der ausblendende Spalt am Objekt sei 4 mm breit, der Objektabstand soll 500 mm nicht überschreiten. Für eine Bildgrösse von 1 mm ist die Vergrösserung $V = 0,25 \times$. Es eignet sich Objektiv Nr. 2, hinten auf den Stützen gesetzt. Der Objektabstand wird ca. 450 mm.

Weiter wird dann vorgegangen wie unter d) beschrieben.

Die **Scharfeinstellung des Objekts** durch Ausziehen des Stützens wird zweckmässig bei arretiertem Spiegelrad und laufender Schlitzscheibe vorgenommen, wobei das Spaltbild durch Drehen des Arretierungsknopfes (Fig. 7) in das Gesichtsfeld gebracht wird. Der bildbegrenzende Spalt braucht im übrigen, namentlich bei schwächeren Vergrösserungen, nicht genau in der Objektebene zu liegen, jedoch muss die Scharfstellung stets auf das Objekt erfolgen.

Das **Arbeiten mit Doppelabbildung** unter Verwendung des beigegebenen Spaltes soll nur wenn nötig angewendet werden, da die vermehrte Optik die Bildqualität und Helligkeit doch etwas verringert.

Zur **Justierung bei Doppelabbildung** wird folgendermassen vorgegangen: Zunächst wird das Objekt durch Ausziehen des Objektivstützens auf der Spaltvorderfläche scharf eingestellt. Dabei geben die auf der letzteren eingravierten Striche den beobachtbaren Bildausschnitt an. Dann wird der Spalt geöffnet und die Feineinstellung durch Okularbeobachtung vorgenommen. Hierauf wird der Spalt auf die kleinstmögliche Breite eingestellt.

Tabelle 2 gibt den jeweiligen Entfernungsbereich und die zugehörige Vergrösserung der vier Objektive bei Doppelabbildung. Der Spalt selbst wird mit 3,7facher Vergrösserung abgebildet.

Die Spaltkanten werden am besten mit Hilfe eines weichen Holzspäns von Staub befreit.

Tabelle 2		Hinten auf Stützen		Vorne auf Stützen	
Nr.	f	Distanz	Vergrösserung	Distanz	Vergrösserung
1	170	—	—	—	—
2	106	—	—	∞ —340	0—1,8 x
3	50	∞ —83	0—1,7 x	100—75	4—8 x
4	25	∞ —0	0—1,8 x	33—30	12—20 x

f) Kamera.

Der **Reflexspiegel** ist optisch geschliffen und soll sorgfältig behandelt werden. Die Reinigung erfolgt mit weichem Pinsel oder Hirschleder, ohne irgendwelche Poliermittel.

Die **Filmbühne** ist leicht gekrümmt, was der besonderen optischen Anordnung mit Drehspiegel entspricht.

Beim Übergang von subjektiver Beobachtung zur Kamera kann wegen der Akkomodation des Auges eine geringe **Nachjustierung** nötig werden. Diese erfolgt mit der Aufsetzlupe auf der Mitte der Mattscheibe bei arretiertem Spiegelrad. Die richtige Stellung des letzteren wird bei Verwendung von einfach abbildender Optik dadurch gefunden, dass das Bild des vorübergehend eingesetzten Spaltes sich auf der Mitte der Mattscheibe befinden soll. Falls dann nach Herausnahme des Spaltes das Objekt nicht in der Mitte erscheint, so muss das ganze Instrument etwas geschwenkt werden.

Die Angaben der Tabellen 1 und 2 gelten auch bei Verwendung der Kamera unverändert.

Zum **Einlegen der Filmkassette** wird der Rückspulknopf herausgezogen. Der Film wird an der Vorderseite der Zahnwalze vorbei in den Schlitz der Transportspule eingeführt, entsprechend den in der Kamera angebrachten Pfeilen.

Der Pfeil auf dem Rückspulknopf gibt die Drehrichtung für das Rückspulen an.

Der **Index** auf der von aussen sichtbaren Achse der Zahnwalze zeigt durch eine Umdrehung den **Transport** um eine Bildlänge, der **Bildzähler** die Anzahl der gemachten Aufnahmen an. Beim **Rückspulen** läuft der Zähler rückwärts, so dass beim Stand 0 der Film wieder in der Kassette liegt.

Um eine **Aufnahme** zu machen, wird der Knopf «Ein» im Zentrum des Vorhaltrades niedergedrückt und hierauf der Aufzughebel der Kamera betätigt. Die Belichtung erfolgt dann beim nächsten Durchgang des Auslösedorns und kann durch das Geräusch des Reflexspiegels kontrolliert werden. Nach Weitertransport des Films ist die Kamera wieder aufnahmebereit, so dass Serien von Bildern in sehr kurzer Zeit gemacht werden können.

Die Kamera ist lichtdicht und kann daher nach der Aufnahme abgenommen und in die Dunkelkammer gebracht werden. Vorsichtshalber soll dies nicht bei gespanntem Verschluss erfolgen, um eine unbeabsichtigte Auslösung zu vermeiden.

Das **Einhängen des Films** in die beiden **Slitte** bei Herstellung von **Einzelaufnahmen** muss natürlich in der Dunkelkammer erfolgen. Der Film wird durch Anziehen des Rückspulknopfes gestrafft. Nach der Belichtung wird das entsprechende Stück vom Film abgeschnitten und entwickelt. Wegen der meist sehr kurzen Belichtungszeiten der Einzelbilder ist es im allgemeinen zu empfehlen, **hochempfindliches Filmmaterial** zu

verwenden, und zwar beim Arbeiten mit Kunstlicht speziell rot-empfindliches.

g) **Beleuchtung.**

Wenn irgend möglich soll das Objekt von hinten beleuchtet werden, da die so entstehenden Schattenbilder wesentlich leichter zu beobachten und zu photographieren sind als wenn das Objekt von vorne beleuchtet wird.

Beim photographischen Arbeiten mit der **Mikroskopierlampe** muss dieselbe in die optische Achse des Geräts justiert werden, um maximale Helligkeit zu erreichen. Dies wird dadurch kontrolliert, dass das Bild des Glühfadens zentrisch sowohl auf der Eintrittsöffnung als auf der Mitte der Mattscheibe liegt, wobei das Spiegelrad vorher in der unter f) beschriebenen Weise richtig eingestellt wird. Die Objektive werden für diese Prüfung aus dem Strahlengang entfernt.

Der Lampenkondensator wird schliesslich so eingestellt, dass der Glühfaden in der Nähe des ersten Objektivs scharf erscheint. Bei kleinem Objekt kann es vorteilhafter sein, ihn auf dieses abzubilden, doch macht sich dann die Fadenstruktur im Bild zuweilen bemerkbar.

Bei sehr kleinen Objekten und hoher Bildzahl kann es nötig werden, die Lampe während der Belichtung kurzzeitig zu überlasten. Dies geschieht zweckmässigerweise durch Kurzschliessen eines primärseitigen Widerstandes mit Hilfe des Kontaktgebers.

h) **Elektrischer Kontaktgeber.**

Bei diesem ist zu beachten, dass die am Kontakt liegende Spannung 220 V und die gesteuerte Stromstärke 1A nicht übersteigen soll. Bei grösseren Stromstärken ist ein Relais einzuschalten, dessen etwaige Eigenverzögerung durch Vorhalt des Kontaktgebers kompensiert werden kann.

Die **Skala des Vorhaltrades** gibt in Einheiten $U \cdot T$ die Vorhaltzeit in Sekunden an, wobei U das Übersetzungsverhältnis von Motorwelle und Spiegelrad und T die Tourenzahl Min. bedeutet. Beispiel: $U = 80$, $T = 1600/\text{Min.}$, Skalenangabe am Rad = 6. Vorhaltzeit = $6 \times (80/1600) = 0,3 \text{ sec.}$

Nach dem Einschalten erfolgt ein Kontakt bei jeder Umdrehung des Spiegelrades so lange, bis der Knopf «Aus» betätigt wird. Dies soll einerseits die Möglichkeit geben, einen Vorgang für die visuelle Beobachtung mehrmals nacheinander auslösen zu lassen (z. B. Funkenübergang). Falls andererseits ein Vorgang nur einmal ablaufen soll, so muss der Ausschaltknopf unmittelbar nach der Auslösung betätigt werden. Soll ein solcher Vorgang photographisch aufgenommen werden, so ist der Kamerahebel vor dem Einschalten des Kontakts aufzuziehen. Bei verzögerungsfrei ausgelösten Vorgängen soll die Skala des Vorhaltrades auf 0 stehen.

i) Verwendung als reines Stroboskop.

Die Genauigkeit von Tourenzahl-Messungen ist nicht über den ganzen Skalenbereich gleich gross. Der Messfehler beträgt bei

500 T Min.	ca. =	10	%
1000 T Min.	ca. ±	2	%
1500 T Min.	ca. ±	1	%
2500 T Min.	ca. --	0,5	%

Niedrige Tourenzahlen werden daher zweckmässigerweise bei einem Vielfachen gemessen, z. B. ein Wert von 600 bei Skaleneinstellung 1800 oder 2400. Auf diese Weise lassen sich im übrigen auch noch kleinere Werte als 500 bestimmen. Bei der Berechnung der wahren Tourenzahl ist noch die Schlitzzahl der verwendeten Scheibe zu berücksichtigen.

Liferatur

Schweizer Pat. Nr. 176985 (1935).

P. E. Schiller, Z. f. techn. Physik 10, 332 (1937).

Derselbe, Techn. Rundschau 30, Nr. 30 (1938).

Derselbe, Journal Suisse d'Horlogerie, Nr. 9—10 (1946).



Ri
 Ka
 Ka
 Vi
 Ei
 Au
 To
 M
 To
 Re
 Sp
 Se
 Ab
 H
 Fu

Fig. 2

Superstroboskop für visuelle Beobachtung
 1/2 nat. Grösse

Rückwandhalter

Kontakt-Einschaltknopf

Kontakt-Vorhaltrad

Visier

Einblick

Ausblickfenster

Tourenzahlskala

Motorwelle

Tourenzahl-Regulierknopf

Regulator

Spiegelrad-Regulierknopf

Seitenklemme

Abnehmbare Rückwand

Höhenklemme

Fusschraube