

Spindler & Hoyer

G. m. b. H.

~ **Göttingen** ~



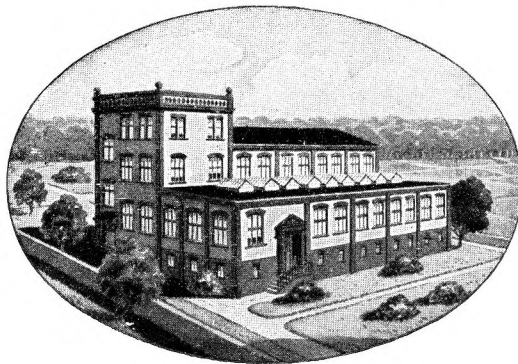
Apparate für psycholo-
gische Untersuchungen

SPINDLER & HOYER

G. m. b. H.

MECHANISCHE UND OPTISCHE WERKSTÄTTEN

GÖTTINGEN



APPARATE
FÜR
PSYCHOLOGISCHE
UNTERSUCHUNGEN



Katalog XXI

Vorwort.

Der Aufforderung der Firma SPINDLER & HOYER, für den vorliegenden Katalog die Apparate zusammenzustellen und zu beschreiben, bin ich gerne nachgekommen. Denn wenn diese Arbeit auch viel mehr Zeit und Mühe kostet, als es auf den ersten Blick scheinen mag, so hoffte ich doch im Interesse der Wissenschaft zu handeln.

Erstens wird es manchem Forscher viel Mühe ersparen, wenn er einen großen Teil der Apparate zusammengestellt vorfindet und deren Beschreibungen stets bequem zur Hand haben kann.

Der Katalog sollte indessen mehr leisten, als etwa eine Zusammenstellung der bis jetzt über die betreffenden Apparate veröffentlichten Beschreibungen und Notizen. Zunächst sind die Beschreibungen, auch wo es sich um verwandte Apparate handelt, sehr verschieden, in der einen ist dieses, in der andern jenes betont, die eine nach diesen, die andere nach jenen Gesichtspunkten geordnet. Hier sind sie nach einem gemeinschaftlichen Schema verfaßt und so ihre Vergleichung wesentlich bequemer gemacht. Dazu kommt aber vor allem Folgendes: Will man sich z. B. über einen Gedächtnisapparat ein sicheres Urteil bilden, so wird man alle in den bisher veröffentlichten Beschreibungen geltend gemachten Forderungen sorgfältig sammeln, eventl. die aus eigener Praxis gewonnenen hinzufügen, sich über die größere oder geringere Wichtigkeit derselben ein Urteil bilden, und, so gerüstet, an die Kritik herantreten. Diese Arbeit versuchte ich nun im vorliegenden Kataloge zum Teil vorwegzunehmen, indem ich in gemeinsamen Vorbemerkungen zu zusammengehörigen Apparaten die psychologischen und praktischen Forderungen zusammenstellte und darauf bei den Beschreibungen Rücksicht nahm.

In der Beschreibung der einzelnen Apparate, der Details, der physikalischen Fehlerquellen und deren Kontrolle, ihrer Gebrauchsanweisung etc., konnte lange nicht alles gesagt werden, was zu sagen gewesen wäre. Dazu hätte mindestens der dreifache Raum zur Verfügung stehen müssen. Ich war daher gezwungen, eine Auswahl zu treffen. Es wurde manches weggelassen, was mir genügend bekannt oder weniger wichtig schien; zum Teil freilich beruhte die Auswahl auch darauf, daß es mir nicht möglich war, jeden Apparat durchzuversuchen. Man möge es mir daher verzeihen, wenn sich auch in wichtigeren Punkten Lücken finden sollten. Vielleicht wird in einer Neuauflage Gelegenheit sein, diese auszufüllen. Aber es dürfte wohl in der Natur der Aufgabe liegen, daß man sie nie als vollständig gelöst wird ansehen können.

Berlin, Oktober 1908.

Dr. Hans Rupp

Assistent am psychol. Institut zu Berlin
(früher Assist. am psychol. Instit. zu Göttingen.)

Vorwort.

Im Jahre 1898 ging die Firma Carl Diederichs, welche sich u. a. mit der Anfertigung von psychologischen Apparaten nach Angaben von G. E. Müller und Schumann befaßte, in unseren Besitz über.

Wir haben uns nun die Aufgabe gestellt, uns eingehender mit der Herstellung psychologischer Apparate zu beschäftigen. Zu diesem Zwecke haben wir die Anfertigung einer Reihe von Modellen in Angriff genommen, die teils Verbesserungen unserer früheren Modelle darstellen, teils aber neue, den neuesten Forderungen entsprechende Apparate sind. Einige dieser Neukonstruktionen sind noch nicht zur Vollendung gelangt. Wir beschränken uns daher im folgenden darauf, auf sie an entsprechender Stelle bloß hinzuweisen, und werden ihre genaue Beschreibung später in Ergänzungsheften mitteilen.

Da eine größere Anzahl von bewährten Apparaten von anderen Mechanikern hergestellt werden, so haben wir uns, um ein psychologisches Laboratorium annähernd vollständig einrichten zu können, mit diesen Mechanikern in Verbindung gesetzt und von den meisten von ihnen die Einwilligung erwirkt, einige ihrer Apparate in unseren Katalog aufnehmen zu dürfen. Wir nehmen die Bestellung auf diese Apparate entgegen und liefern sie zu denselben Preisen, wie sie von den betreffenden Mechanikern selbst geliefert werden. Dieses Vorgehen dürfte wohl den P. P. Herren Psychologen willkommen sein, weil wir damit in unserem Kataloge eine große Anzahl der wichtigsten Apparate zusammenstellen können, die sonst zum Teil in den Katalogen der verschiedenen Mechaniker zerstreut sind, während sich ein anderer Teil in Büchern und Zeitschriften findet, so daß es oft viel Mühe kostet, sie zusammenzusuchen.

Wir bitten jedoch, daß man nicht eine Liste aller bis jetzt hergestellten Apparate erwarten möge. Wir haben ältere und schon übertroffene Apparate nicht aufgenommen und ebenso eine Aufzählung von verschiedenen Modellen desselben Apparates, die keine wesentlichen Unterschiede zeigen, vermieden. Endlich bitten wir zu berücksichtigen, daß das Unternehmen im Werden begriffen ist. Wir hoffen jedoch, daß es uns im Laufe der Zeit gelingen wird, die Lücken auszufüllen.

In dem vorliegenden Kataloge sind die wichtigsten Eigenschaften der angeführten Apparate an der Hand von Abbildungen und schematischen Zeichnungen kurz beschrieben, und ist auf Zweck und Verwendung derselben hingewiesen. Für einzelne Apparate, bei welchen es wünschenswert sein dürfte, werden wir später eine eingehende Beschreibung und genaue Gebrauchsanweisung beifügen. Bei Anfragen und Bestellungen geben wir natürlich gerne die eingehendsten Auskünfte.

Göttingen, Oktober 1908.

SPINDLER & HOYER.

Die jetzt erscheinende neue Auflage enthält durchweg die Apparate der ersten Auflage. Einige Instrumente, welche sich nicht bewährt haben, sind fortgefallen, dagegen sind wieder andere neu aufgenommen worden.

Göttingen, im Juni 1921.

SPINDLER & HOYER

G. m. b. H.

Verkaufs-Bedingungen.

Der Versand erfolgt auf Rechnung und Gefahr des Empfängers, je nach dem Gewicht der Apparate per Post oder Bahn.

Die Verpackung wird aufs Sorgfältigste vorgenommen und zum Selbstkostenpreise berechnet.

Bei Bestellungen bitten wir um genaue Angabe der Nummer des bestellten Gegenstandes.

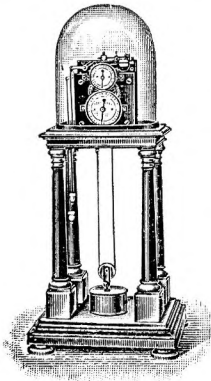
Handelt es sich um Apparate, welche mit elektrischem Strom betätigt werden, so bitten wir stets anzugeben, welche Stromquellen (Elemente, Akkumulatoren, Anschluß an das Hochspannungsnetz, Gleich- oder Wechselstrom) vorhanden und für welche Volt- und Ampèrezahl dieselben eingerichtet sind.



I. Apparate für Zeitmessungen und Registrierapparate.

Chronoskope, Chronometer, Uhren.

Nr. 1. **Chronoskop nach Hipp.** Dieses Instrument hat sich in der Psychologie und Psychiatrie vollständig eingebürgert und wird bei Gedächtnis- und bei allen Arten von Reaktionsversuchen fast ausschließlich benutzt. In seiner am häufigsten vorkommenden Form, gewöhnliches Modell, gestattet es, Zeiten bis auf $\frac{1}{1000}$ Sek. = 1 σ genau zu bestimmen, und hat eine Laufzeit von einer Minute. Das Uhrwerk wird durch ein Gewicht getrieben und sein Gang durch eine genau gestimmte Lamelle reguliert. Das Zeigerwerk kann elektromagnetisch aus- und eingeschaltet werden, und zwar ist das Instrument entweder so zu schalten, daß die Zeiger sich drehen, solange ein Strom durch das Chronoskop geht, oder so, daß sie sich drehen, solange der Strom unterbrochen oder durch Nebenleitung hinlänglich geschwächt ist. Die Wahl der Schaltung hängt u. a. davon ab, ob das Reiz- und das Reaktionsinstrument für Öffnung oder für Schließung eines Kontaktes eingerichtet sind. In der Vorbemerkung zur Gruppe „VI. Apparate für Reaktionsversuche“ sind einige Schaltungen angeführt.

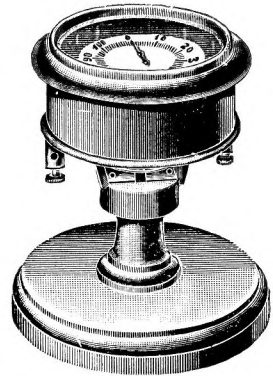
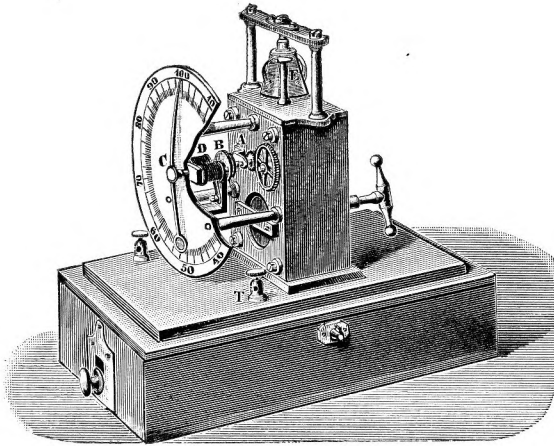


Das Instrument wird außer in der beschriebenen, gewöhnlichen Form, noch in zwei größeren Formen hergestellt, in welchen es wesentlich praktischer, freilich auch wesentlich teurer ist, da diese Modelle relativ selten angefertigt werden. Das eine Modell, großes Modell, unterscheidet sich von der gewöhnlichen Form nur durch die längere Laufzeit von 6 Minuten; das zweite, großes Modell mit 3 Zifferblättern, unterscheidet sich erstens dadurch, daß es die Zeiten nur auf $\frac{1}{100}$ Sek. statt auf $\frac{1}{1000}$ Sek. genau angibt; zweitens durch eine längere Laufzeit: 30 Minuten per Gewichtsaufzug bei einem Gewichtsfall von 55 cm, drittens dadurch, daß es drei Zifferblätter und drei Zeiger besitzt, von welchen der eine $\frac{1}{100}$ Sek., der zweite und dritte die Sekunden und Minuten anzeigt. Der Sockel des Apparates und sein Gewicht mit Gall'scher Kette und Gegengewicht sind die gleichen wie diejenigen bei den Bandchronographen. Das Gewicht kann jederzeit wieder aufgezogen werden, ohne daß dadurch der Gang des Apparates oder die angefangenen Beobachtungen gestört werden. Der doppelte Elektromagnet mit gemeinschaftlichem Anker, der augenblicklich die Zeiger in Bewegung setzt oder sie abstellt, befindet sich an der hinteren Gehäusewand.

Nr. 1a gewöhnliches Modell, mit Säulenaufsatz.

Nr. 1b großes Modell mit 2 Zifferblättern, per Gewichtsaufzug 6 Minuten gehend,
auf Sockel und Konsole montiert,
auf Säulenaufsatz montiert.

Nr. 1c großes Modell mit drei Zifferblättern, wie oben beschrieben, der gleiche Apparat, aber mit Federbetrieb und einer Gangdauer von 15 Minuten pro Aufzug.



Nr. 2. **Chronometer d'Arsonval.** Dieses Instrument wird durch eine Feder betrieben und zeigt $\frac{1}{200}$ Sekunden an. Die elektromagnetische Ein- und Ausschaltung des Zeigerwerkes ist dieselbe wie beim Hipp, jedoch ist der Apparat so eingerichtet, daß das Zeigerwerk nur dann geht, wenn der Strom geöffnet bez. geschwächt ist. Laufzeit 10 Minuten. Die Zeiger können stets in die Nullstellung gebracht werden, so daß die Zeiten direkt abgelesen werden können, nicht erst durch Subtraktion zu berechnen sind, wie beim Hipp.

Nr. 3. **Chronoskop nach Ewald.** Dasselbe benützt die momentanen Stromschließungen einer Stimmgabel von 100 Doppelschwingungen dazu, elektromagnetisch einen Zeiger bei jeder Schwingung um einen Teilstrich weiter zu bewegen. Der Zeiger kann nach jeder Ablesung in die Nullstellung gebracht werden.

Nr. 4. **Vernier-Chronoskop nach Sanford.** (Sanford „The Vernier-Chronoskope“ Amer. Journ. of Psych. Vol. IX und „Improvements in the Vernier-Chronoskope“ ebenda Vol. XII). Dieses Chronoskop gestattet, Zeiten in $\frac{1}{50}$ Sekunde (vergl. auch die Anm.) zu messen. Vor den übrigen Chronoskopen hat es den Vorzug der Einfachheit und Billigkeit. Das zur Zeitmessung nötige Auszählen der Schwingungen ist allerdings umständlicher als das einfache Ablesen der Zeiten bei den Uhren. Besonders ist das Instrument bei Forschungsreisen zu empfehlen.

Das Prinzip des Apparates ist folgendes: Er besteht erstens aus 2 Pendeln, von welchen das eine etwas länger ist als das andere, und zweitens aus Vorrichtungen, die gestatten, das längere Pendel am Beginn der zu messenden Zeit (in der Regel eine Reaktionszeit) loszulassen, das kürzere am Ende derselben. Die maximale Amplitude (feste Ausgangslage) beider Pendel ist dieselbe.

Bei Modell I und II ist die Pendellänge so zu regulieren, daß das längere Pendel eine Doppelschwingung in 0,80 Sekunden, das kürzere in 0,78 Sekunden ausführt. Wenn daher beide Pendel zu gleicher Zeit losgelassen werden, so wird bei jeder Schwingung des kürzeren, das längere Pendel um $0,02 = \frac{1}{50}$ Sekunde zurückbleiben. Am Ende der 40. Schwingung des kürzeren Pendels wird das längere um $40 \times \frac{1}{50} = 0,80$ Sekunde zurückgeblieben sein, also um eine ganze Schwingung; das heißt, es werden die 41. Schwingung des kürzeren und die 40. Schwingung des längeren Pendels wieder gleichzeitig beginnen (Koinzidenz). Wird ferner das kürzere Pendel z. B. um eine $\frac{1}{50}$ Sekunden später losgelassen als das längere, so muß, wie aus dem Gesagten unmittelbar hervorgeht, am Ende der ersten Schwingung des kürzeren Pendels Koinzidenz eintreten. Wenn es nach 2, 3 $\frac{1}{50}$ Sekunden losgelassen wird, so werden analog am Ende der 2., 3. Schwingung die beiden Pendel koinzidieren. Will man daher umgekehrt wissen, um wieviel Sekunden das kürzere Pendel später losgelassen wurde,

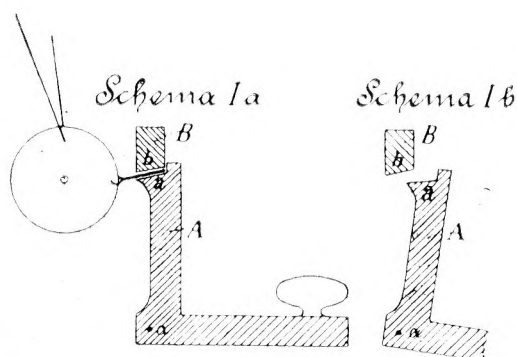
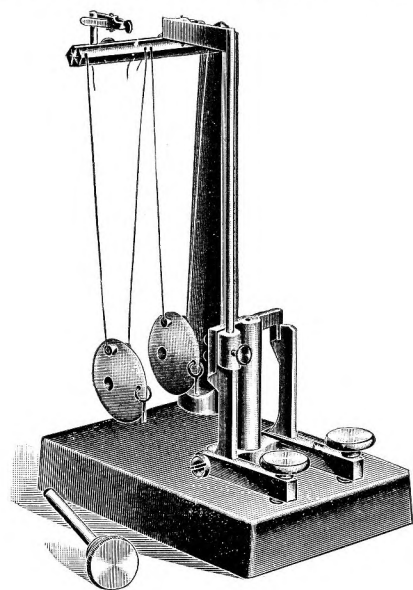
wie groß also die Reaktionszeit war, so braucht man nur die Schwingungen des kürzeren Pendels zu zählen bis zu jener Schwingung, an deren Ende die erste Koinzidenz stattfand. Die Anzahl der Schwingungen gibt die Länge der Reaktionszeit in $\frac{1}{50}$ Sekunde an. Dasselbe Resultat erhält man, wie eine einfache Erwägung ergibt, wenn man die Schwingungen des längeren Pendels vom Beginn der Reaktionszeit an zählt bis zu jener Schwingung, an deren Ende Koinzidenz eintrat. Dieses Verfahren ist bei dem vorliegenden Modell bequemer, weil das längere Pendel auf der dem Versuchsleiter zugekehrten Seite hängt. Wenn das größere Pendel 1, 2 Schwingungen vollendet, ehe das zweite Pendel losgelassen wird, so sind natürlich zum erhaltenen Resultat $1 \times 0,8$, $2 \times 0,8$ Sekunden zu addieren.

Die in Rede stehenden Modelle sind nicht bloß Chronoskope, sondern sie enthalten außerdem Vorrichtungen für eine ganze Reihe von Reizen und für Reaktionen; das trägt auch dazu bei, den Apparat namentlich für Reisende wertvoll zu machen.

Modell I. Auf einer stabilen, gußeisernen Platte erhebt sich (in der Figur hinten sichtbar) ein Träger, an dessen oberem Ende eine horizontale Leiste befestigt ist. An dieser letzteren sind mittels Fäden die 2 Pendelscheiben aufgehängt.

Um den Pendeln ohne Mühe die richtige Länge geben zu können, ist folgende einfache Vorrichtung getroffen: der oben erwähnte Träger hat nahe dem unteren Ende zwei übereinander liegende Löcher; ebenso sind die beiden Pendelscheiben in ihrer Mitte durchlocht. In diese Löcher paßt ganz exakt der in der Figur neben dem Apparate liegend gezeichnete Stab. Steckt man ihn z. B. in das untere Loch und schiebt über ihn die Scheibe des vorderen, längeren Pendels, so braucht man nur den Faden desselben etwas zu spannen, um dem Pendel die richtige Länge zu geben. Analog dient das obere Loch in dem Träger dazu, das kurze Pendel einzustellen.

Freilich ist es nötig, die Schwingungsdauer nachträglich noch genauer mittels der Stoppuhr zu messen. Es schadet nichts, wenn dabei Zahlen herauskommen sollten, die von den oben angegebenen 0,80 und 0,78 ein wenig differieren. Man mißt eben dann die Reaktionszeit nicht in $\frac{1}{50} = 0,02$ Sekunden, sondern z. B. in 0,021 Sekunden als Einheiten. Man vergleiche hierüber die erste der oben zitierten Abhandlungen.

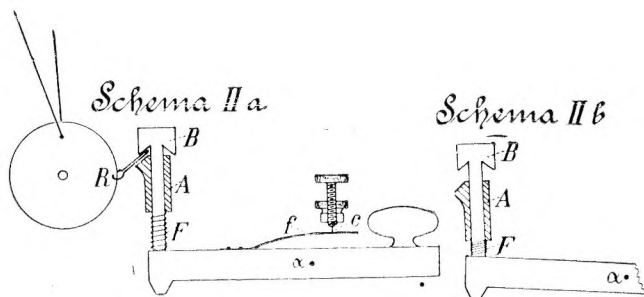
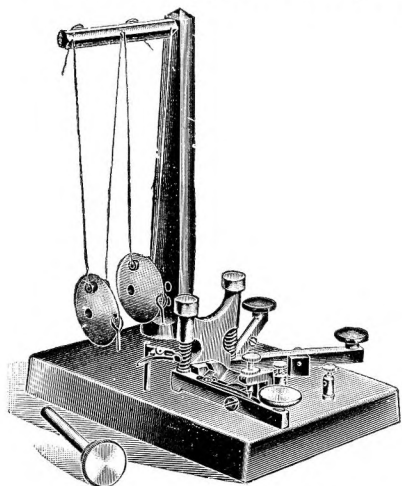


Von den weiteren Teilen des Apparates springen vor allem die 2 Taster in die Augen. Der vordere dient dazu, den Reiz auszulösen und im gleichen Moment das vordere Pendel loszulassen, der hintere Taster wird als Reaktionstaster benutzt. Sowie die Versuchsperson beginnt, ihn niederzudrücken, wird das zweite Pendel frei.

Die Schemen Ia und Ib zeigen die Wirkungsweise dieser Vorrichtungen deutlicher. Die Taster bestehen aus dem Winkelhebel A, der um die Axe α drehbar ist. Der horizontale Schenkel trägt den Knopf, der vertikale Schenkel ist an seinem oberen Ende so abgeschliffen, daß seine Schleiffläche a genau auf die untere Fläche b des nicht beweglichen Stückes B paßt. Eine Feder, die unterhalb des Knopfes angreift (in der Figur sichtbar), drückt den horizontalen Schenkel nach oben und preßt damit a fest an b an.

Die Pendelscheibe trägt einen Ring, der mit einem flachen Stiel versehen ist. Dieser Stiel wird zwischen den eben genannten Schleifflächen a und b eingeklemmt. Wird auf den Taster gedrückt, so entfernen sich, wie Schema Ib zeigt, die beiden Schleifflächen, und der Stiel und mit ihm auch das Pendel wird losgelassen.

Die Auslösung einiger Reize beim Niederdrücken des vorderen Tasters geschieht in folgender einfacher Weise. **Akustische** Reize können dadurch erzeugt werden, daß man mit einem harten Gegenstand mit gleicher Stärke auf den Knopf des Tasters schlägt. Man kann sich auch trainieren, gleichzeitig auf den Taster zu drücken und ein Wort oder eine sinnlose Silbe auszusprechen; dadurch wird der Apparat für viele und wichtige Versuche verwendbar. Zur Auslösung eines **visuellen** Reizes wird auf dem vertikalen Schenkel A des vorderen Tasters ein vertikaler Stab befestigt (siehe Figur), der oben mittels einer Klammer ein Schirmchen trägt (in der Figur nicht gezeichnet). Dieses verdeckt ein zweites Schirmchen, das durch eine Klammer gehalten wird, welche vorne an der die Pendel tragende Leiste aufgesetzt ist. Das zweite Schirmchen besigt das Reizobjekt; es ist mit Papier von bestimmter Farbe überklebt, oder es stehen Worte oder Ziffern auf demselben usw. Wird nun der Taster niedergedrückt, so wird das zuerst genannte Schirmchen weggezogen und dadurch das Reizschirmchen sichtbar. Auch primitive **Tastreize** lassen sich gleichzeitig mit dem Niederdrücken des Tasters applizieren, indem die Versuchsperson einen Finger so unter die Hand des Versuchsleiters legt, daß er von dieser beim Niederdrücken des Tasters berührt wird. Zur **Reaktion** dient zunächst der zweite Taster. Uebt man jedoch die Versuchsperson darauf ein, gleichzeitig mit dem Beginn des Sprechens auf den Taster zu drücken, so kann man den Apparat für alle möglichen **sprachlichen** Reaktionen verwenden, wodurch sich wieder, wie durch den sprachlichen Reiz, das Anwendungsgebiet des Apparates sehr erweitert.



Modell II. Dieses Modell unterscheidet sich in zwei Punkten von dem früheren. Erstens hat es 2 Taster zur Reaktion; es eignet sich also für die sogenannten Wahlreaktionen, wenn man zur Reaktion die Tasterbewegung wählt. (Bei sprachlicher Reaktion lassen sich dieselben Versuche, wie oben erwähnt, auch mit dem vorigen Modell ausführen). Zweitens ist an dem Taster des Versuchsleiters ein Kontakt angebracht, welcher bei Beginn des Niederdrückens geöffnet wird. Durch diese

letzte Einrichtung wird der Apparat für viele neue Fälle brauchbar. Schaltet man nämlich in den Stromkreis, welcher durch diesen Kontakt geht, ein Induktorium, so kann man zur Reizung Funken, Geißler'sche Röhren, Telephone, Elektroden zur Hautreizung usw. verwenden; man ist hinsichtlich des Ortes, an welchem der Reiz erzeugt werden soll, nicht gebunden, man kann seine Intensität mittels des Induktoriums leicht verändern, und man kann abwechselnd beliebig viele verschiedene und an verschiedenen Orten gelegene Reize geben. Außerdem können die Apparate Nr. 205 und Nr. 207 und eine Reihe anderer im vorliegenden Katalog nicht angeführter Apparate (ohne Induktorium) bei diesem Modell des Chronoskopes zur Anwendung kommen. Natürlich lassen sich auch alle Versuche ausführen, die bei der Besprechung des ersten Modelles erwähnt wurden.

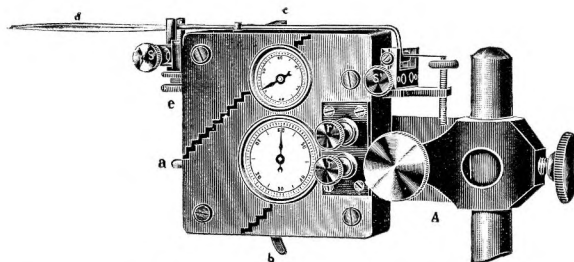
Die Schemen IIa und IIb zeigen die Konstruktion des Tasters; sie weicht von der Konstruktion im Modell I etwas ab.

In dem festen, schraffierten Teil A bewegt sich der Kolben B; er wird, wenn nicht auf den Knopf des Tasters gedrückt wird, durch die Feder F nach unten gezogen, so daß sein konisch gehöhlter Kopf fest an A anliegt und den Stiel der Pendelscheibe einklemmt. Durch Niederdrücken des Tasters wird der Kolben, wie Schema IIb zeigt, gehoben und das Pendel losgelassen. Die Konstruktion der Taster des kürzeren Pendels ist dieselbe, nur daß dort zwei Tasterhebel unter dem Zapfen B ansetzen, so daß dieser letztere in gleicher Weise durch jeden von beiden gehoben werden kann. Die Kontaktvorrichtung c am vorderen Taster ist ohne weiteres aus dem Schema verständlich. Die Feder f soll die Sicherheit des Kontaktes verbürgen.

Anmerkung über Verbesserungen. Ein Kontakt wie bei Modell II, der bei Beginn der Tasterbewegung geöffnet wird, ist auch in Modell I eigentlich schon vorhanden, nämlich der Kontakt zwischen den Flächen a und b (vgl. Schema Ia und Ib), der durch die Wirksamkeit der Feder F noch gesichert ist. Es ist daher nach einem Vorschlage von Rupp nur nötig, den Teil B von dem Taster zu isolieren, und Klemmen anzubringen, um diesen Kontakt auch elektrisch verwendbar zu machen und damit, nach dem oben Gesagten, das Anwendungsgebiet des Apparates bedeutend zu vergrößern. Das Modell I wird auch mit dieser Ergänzung geliefert und zwar mit einem elektrischen Kontakt auch für den zweiten Taster, wodurch sich der Apparat noch zu manchem anderen Zwecke verwenden lassen dürfte.

Auf Wunsch wird ferner, einer Bemerkung in der oben zitierten Abhandlung gemäß, der Apparat so konstruiert, daß die Loslassung der Pendel elektrisch, durch Öffnung eines Stromes, herbeigeführt wird. Dadurch ist es erstens möglich, eine Reihe weiterer **Reizinstrumente** zu verwenden, wie die Treffer-Apparate Nr. 217 und 218, den Expositionsapparat Nr. 219, die elektrische Schreibfeder Nr. 205a, die Schallschlüssel Nr. 201 und 203, den Lippenschlüssel Nr. 204, den Schallhammer Nr. 205 usw. Ferner können außer dem Taster als **Reaktionsinstrument** der Lippenschlüssel und der Schallschlüssel in Anwendung gebracht werden. Natürlich kann der Apparat auch so konstruiert werden, daß er sowohl mechanische als auch elektrische Loslassung der Pendel gestattet.

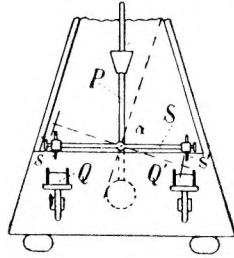
Hängt man endlich die Pendelscheibe nicht an Fäden auf, sondern an einem festen Stab, so kann man, nach einem Vorschlage von Rupp, durch ein an einer Skala verschiebbares Gegengewicht, die Schwingungsdauer variieren und dadurch den Apparat nach Bedürfnis so einrichten, daß er eine Zeitmessung in $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{10}$ Sekunden, vielleicht auch in $\frac{1}{100}$ Sekunden zu bestimmen gestattet. Alle diese Verbesserungen ändern den Preis nur unbedeutend.



Nr. 5. **Graphisches Chronometer nach Jaquet.** Dieses wegen seiner bequemen Form und wegen seiner großen Präzision sehr verbreitete Instrument kann zu verschiedenen Zwecken verwendet werden. Zunächst dient es als Stoppuhr: durch

Nr. 9. **Tachoskop.** Der Zweck dieses Instrumentes ist, die Anzahl der Umdrehungen einer Axe in einem gegebenen Zeitraum zu bestimmen, und zwar in Minuten und $\frac{1}{5}$ Sekunden. Dies wird erreicht durch Kombination eines Tourenzählers mit einem zeitregistrierenden Uhrwerk. Die Abbildung zeigt das Zifferblatt des Tourenzählers; auf der Rückseite befindet sich das Zifferblatt für die Zeitregistrierung. Das Instrument ist für eine Tourenzahl bis 6000 in der Minute konstruiert.

Nr. 10. **Metronom** zur Fixierung des Tempos beim Lernen von Silbentreihen, bei Gewichtshebungen usw. verwendbar, ferner zur Feststellung der adaequaten Zeit usw.

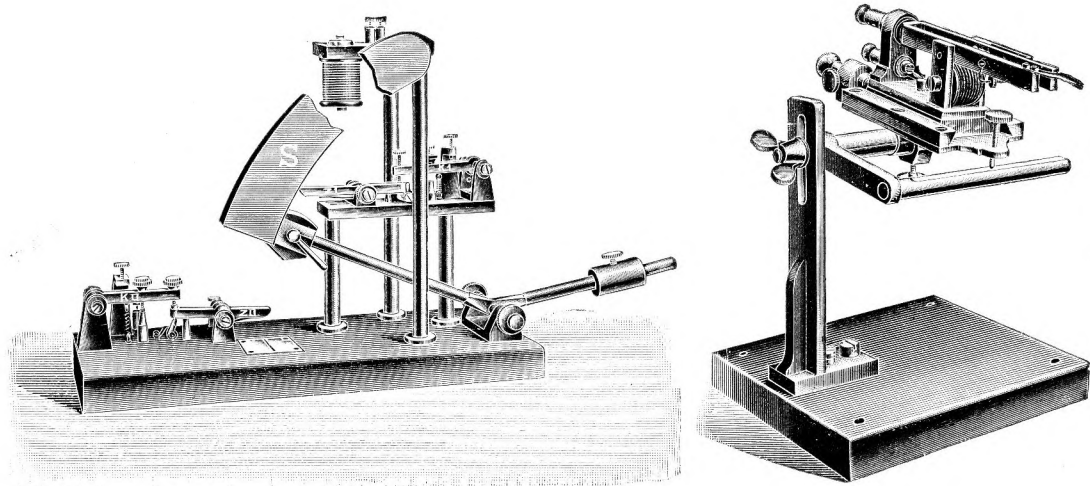


Nr. 11. **Kontaktmetronom.** Dieses Instrument benützt die Schwingungen des Metronompendels dazu, in ganz gleichen und durch das Metronom variierbaren Zeitabständen kurze Stromschlüsse zu erzeugen. Um dieselbe Achse α , wie das Pendel P des Metronoms dreht sich der horizontale Stab S. Dieser und die gleich zu erwähnenden Kontaktvorrichtungen liegen vor dem Pendel, außen an dem Metronomkasten. Der Stab S ist mit dem Pendel in Verbindung, schwingt also mit ihm, jedoch im rechten Winkel. Dabei tauchen die beiden Stifte s und s' abwechselnd in die Quecksilbernapfchen Q und Q' , so daß bei jeder Halbschwingung ein Kontakt geschlossen wird. Die Napfchen sitzen an Schrauben und können durch diese in ihrer Höhe verstellt werden; ebenso lassen sich die Stifte s und s' nach oben und unten schieben und durch seitliche Schraubchen festklemmen. Bei der Adjustierung des Kontaktmetronoms muß man darauf achten, daß nicht bloß die Schläge des Metronoms in gleichen Zeitintervallen folgen, sondern daß auch die Momente, in welchen die Kontakte folgen, aequidistant sind, was man durch die eben bezeichneten Verschiebungen regulieren kann. Auch die Dauer der einzelnen Stromschlüsse läßt sich auf dieselbe Weise variieren.

Kontrollinstrumente zum Hipp.

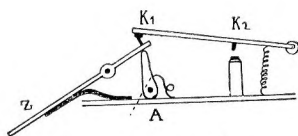
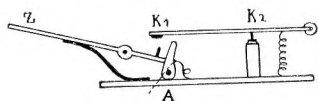
Das Hipp'sche Chronoskop kann zweierlei Fehler aufweisen: 1) Es kann sein, daß der kleine Zeiger in der Sekunde nicht genau 1000, sondern etwa 1020 σ anzeigt; in diesem Falle besteht ein Gangfehler oder „konstanter Fehler“; derselbe ist der angezeigten Zeit proportional. 2) Das Zeigerwerk beginnt nicht genau in dem Momente zu laufen, wo der durch die Uhr gehende Strom geschlossen (bez. geöffnet) wird; ebenso bleibt es ein wenig später stehen, als derselbe geöffnet (bez. geschlossen) wird. Sind diese Latenzzeiten gleich, so zeigt das Chronoskop die Zeit richtig an (abgesehen von einem etwaigen Gangfehler); sind sie nicht gleich, so besteht ein Latenzfehler oder „variabler Fehler“. Durch Änderung von Stromstärke und Federspannung kann dieser Fehler eliminiert werden. Den Gangfehler pflegt man nicht zu eliminieren, weil es sich in der Regel nicht um absolute Zeitwerte, sondern um das Verhältnis der bei einer Untersuchung erhaltenen Zeiten handelt.

Die Kontrollapparate dienen nun dazu, den Latenzfehler zu konstatieren und zu eliminieren, und ferner dazu, jederzeit eine bequeme Kontrolle zu geben, ob sich an der Einstellung des Chronoskopes nichts geändert hat.



Nr. 12. **Kontrollhammer, Neukonstruktion.** Ein ziemlich schwerer Hammer bewegt sich, sehr sicher gelagert, um eine horizontale Axe. Die Zeit, die er braucht, um von der festen Ausgangslage, in der er durch einen Elektromagneten gehalten wird, herabzufallen, ist außerordentlich konstant. Im Fallen bewegt er die kleinen Zungen z_1 z_2 der zwei Doppelkontaktvorrichtungen k_1 k_2 nach unten, wodurch in jeder der letzteren gleichzeitig ein Kontakt geöffnet und ein anderer geschlossen wird. Die zwischen der Änderung im oberen und der im unteren Kontakt liegende Zeit (Kontrollzeit) wird sowohl chronographisch, wie durch das Hipp gemessen. Die erstere Messung, die mittels einer geeichten Stimmgabel von z. B. 250 Schwingungen ausgeführt wird, liefert die richtige Zeit; nach ihr ist die Hippzeit eventuell zu korrigieren. Nimmt man eine kleine Kontrollzeit (120–150 μ), so kann man den Gangfehler vernachlässigen und hat Stromstärke und Federspannung solange zu ändern, bis das Hipp beim Fallen des Hammers genau die Kontrollzeit anzeigt. Bei großen Kontrollzeiten könnte dieses Vorgehen zu einer ganz falschen Einstellung des Hipp führen. Außerdem wächst mit der Kontrollzeit der Fehler, der sich aus einer Ungenauigkeit der Stimmgabel ergeben würde.

Schema I

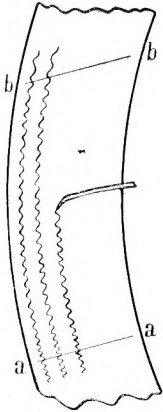


Schema II

und so deren Rückbewegung hemmt. Will man zum Zwecke eines neuen Versuches die Ausgangslage wieder herstellen, so drückt man mit der Hand den Zahn A in die Lage I zurück.

Der von uns konstruierte Kontrollhammer unterscheidet sich von den üblichen in erster Linie durch die Konstruktion der Doppelkontakte, indem hierbei nach dem Vorschlage von Rupp das einfachere Prinzip der Ewald'schen Wippe benutzt ist. Durch Bewegen der Zunge z nach unten — siehe Schema I und II — wird fast in genau demselben Zeitmoment der Kontakt K_1 geschlossen und der Kontakt K_2 geöffnet. Daß die Lage II erhalten, also K_1 dauernd geöffnet, K_2 dauernd geschlossen bleibe, wird bewirkt durch den Zahn A, der bei Lage II durch eine Feder unter den hinteren Hebelarm der Zunge z geschnellt wird

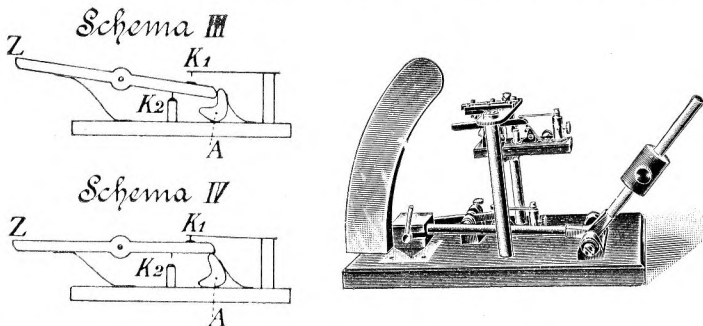
Die Fallgeschwindigkeit und damit die Kontrollzeit kann man durch Verstellen des Laufgewichtes innerhalb weiter Grenzen variieren. Daher wurde davon abgesehen, den Elektromagneten oder die Kontakte verstellbar zu machen.



Um zur Messung der Kontrollzeit keines separaten Chronographen oder Kymographions zu bedürfen, ist mit dem Hammer die Chronographplatte S fest verbunden. Sie wird direkt berührt und an sie eine Stimmgabel mit Schreibspitze heranbewegt, die, während die Platte fällt, eine Wellenlinie auf ihr aufzeichnet. Jeder Welle entspricht bei einer Gabel von 250 Schwingungen eine Fallzeit von 4σ . Man will jedoch nicht die ganze Fallzeit des Hammers, sondern nur die Zeit wissen, die er braucht, um vom oberen zum unteren Kontakt zu kommen. Zu dem Zwecke bringt man ihn nacheinander in diese beiden Lagen, hält ihn fest und beschreibt jedesmal mit der Stimmgabel eine horizontale Marke (a a und b b). Dann läßt man den Hammer wie gewöhnlich von oben bis unten fallen, während die Gabel ihre Schwingungen aufzeichnet und zählt die Schwingungen zwischen den Marken (vergl. nebenstehende Zeichnung). Natürlich muß man mehr solche Messungen z. B. 10 ausführen, wobei man sich gleichzeitig überzeugt, ob der Hammer mit konstanter Geschwindigkeit fällt.

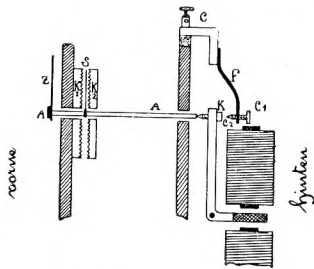
Damit man diese Bestimmung exakt und bequem ausführen kann, wird zu dem Apparat ein Stativ für die Stimmgabel geliefert, das 1. gestattet, die Schreibspitze horizontal an der Platte entlang zu führen zum Aufzeichnen der horizontalen Marken, und das 2. ermöglicht, die Gabel von der Platte zurückzuziehen und dann wieder genau um denselben Betrag gegen die Platte zu schieben. Wenn man nämlich vor einer neuen Messung die Platte hochheben will, muß man die Schreibspitze vorerst entfernen, da sie sonst bei der Hebung verbogen würde. Für die Schreibung muß dann die Spitze wieder genau um denselben Betrag hinbewegt werden, da sonst, wie leicht einzusehen, die horizontalen Marken ihre Giltigkeit verlieren könnten. Dies ist durch eine Trommelablesung an dem Stimmgabelstativ ermöglicht, durch die jede Lage der Gabel genau bestimmt und stets wieder hergestellt werden kann. Stativ und Hammer sind leicht abnehmbar auf einer gemeinsamen gußeisernen Platte montiert und zwar so, daß sie genau die richtige gegenseitige Lage besitzen.

Nr. 13. **Kontrollhammer, vereinfacht.** Die gleichzeitige Schließung und Öffnung der beiden Kontakte des Doppelkontaktes hat zwar Vorteile, ist aber nicht unentbehrlich. Da die successive Schließung und Öffnung eine wesentlich



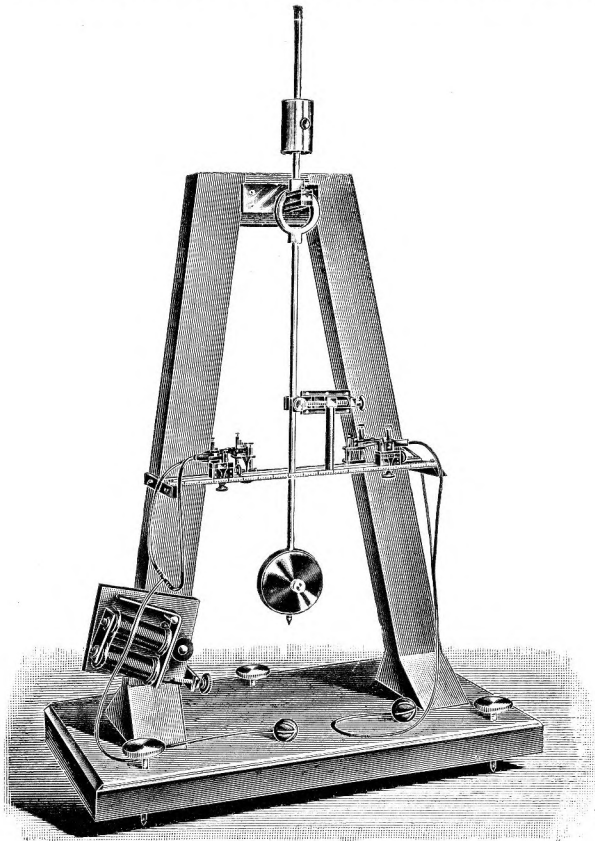
einfachere Konstruktion zuläßt, so wurde sie hier gewählt. Ferner ist bei diesem Modell der Hammer in seiner höchsten Lage nicht elektromagnetisch, sondern mechanisch festgehalten; natürlich geschieht auch das Loslassen mechanisch, indem der den Hammer haltende Schieber durch eine Feder plötzlich und mit stets gleicher Geschwindigkeit zurückgezogen wird. Der Apparat wird ebenfalls mit einer Chronographplatte und mit einem auf derselben gußeisernen Grundplatte festmontierten Stativ für die Stimmgabel geliefert.

Nr. 14. Kontrollvorrichtung zum Hipp nach Külpe. Die Ein- und Ausschaltung des Zeigerwerkes im Hipp wird dadurch bewirkt, daß die den kleinen Zeiger tragende Axe A A nach vorne und hinten bewegt wird und dadurch der mit ihr fest verbundene Stift s bald in das vordere feststehende Kronrad K_1 eingreift, bald in das hintere Kronrad K_2 , das sich mit dem Gewicht-



uhrwerk beständig dreht, so daß die Axe und mit ihr der Zeiger z im ersteren Falle mitgerissen wird, im letzteren Falle stillsteht. Mittels der Kontaktvorrichtung $C_1 C_2$ kann man nun die Momente der Ein- und Ausschaltung am Chronographen markieren. An der hinteren Chronoskopwand ist, isoliert von ihr, ein Winkel aufgeschraubt, der eine Feder F mit einer verstellbaren Platinspitze C_1 trägt. Der dieser Spitze gegenüberliegende Schraubenknopf C_2 ist mit einem Platinblättchen versehen.

C_1 wird nun so eingestellt, daß sie bei Rückwärtsbewegung der Axe von C_2 in dem Momente berührt wird, wo der Stift s in das hintere Kronrad eingreift und somit das Zeigerwerk zu gehen beginnt. Analog wird im Momente, wo das Zeigerwerk ausgeschaltet wird, der Kontakt $C_1 C_2$ geöffnet. Vergleicht man am Chronographen diese Zeitpunkte mit denen, in welchen der durch die Elektromagnete des Hipp gehende Strom geschlossen und geöffnet wurde, so erfährt man unmittelbar die absolute Größe der früher erwähnten Latenzzeiten.



Nr. 15. Kontaktpendel (vgl. N. Ach., Über die Willenstätigkeit und das Denken, Anhang S. 255). Das durch Verschieben eines Laufgewichtes in seiner Schwingungsdauer variierbare Pendel nimmt bei der Halbschwingung nach rechts die



Hebel h h von leichten Kontaktvorrichtungen mit, wodurch in jeder der letzteren ein Kontakt K_1 dauernd geöffnet und kurz darauf ein anderer Kontakt K_2 dauernd geschlossen wird. Aus Schema II ist die Konstruktion dieser Vorrichtungen ersichtlich. Der um α drehbare Hebel ist mit der Klemme 3 in metallischer Verbindung. Bei seiner Ausgangslage ist 3 durch den Kontakt K_1 mit der Klemme 1, bei der (gestrichelt gezeichneten) Endlage ist 3 mit 2 verbunden. Die Feder f ist in sinnreicher Weise so gebogen, daß sie sowohl den Kontakt K_1 wie den Kontakt K_2 sichert. Der hintere Teil des Hebels gleitet an ihr mittels eines kleinen Röllchens. Um den Hebel wieder in die Ausgangslage zurückzubewegen, bedient man sich am besten der in der Figur sichtbaren Gummiballen. Durch Zusammendrücken derselben wird nämlich der Stift σ – vgl. Schema II – nach links vorgestoßen, der wieder seinerseits den Hebel in die frühere Lage zurückbewegt.

Vier so konstruierte Kontaktvorrichtungen werden mit dem Pendel geliefert; zwei sind auf die vordere Leiste l_2 , zwei auf die hintere Leiste l_1 aufzusetzen. Zwischen den beiden Leisten schwingt das Pendel. Zwei gegenüberliegende Kontakte können einander beliebig genähert, ja auch gleichzeitig vom Pendel ausgelöst werden. Dasselbe erreicht man auch mittels des an die Pendelstange anschraubbaren Zusatzstückes, das einen kurzen, der Pendelstange parallelen Stab trägt, welcher in gleicher Weise wie diese die Hebel h mitnimmt.

Infolge seiner großen Masse braucht das Pendel jedesmal genau dieselbe Zeit, um von einer Kontaktvorrichtung zur anderen zu gelangen. Hat man also die Stellung derselben fixiert – die Ausgangslage des Pendels ist bei diesem Modell stets dieselbe – so kann man dieselbe Zeit beliebig oft und leicht wieder herstellen. Daher eignet sich das Instrument zur Kontrolle des Hipp. Die Messung der Kontrollzeit geschieht auf chronographischem Wege (oder mittels eines schon geprüften Chronoskopes).

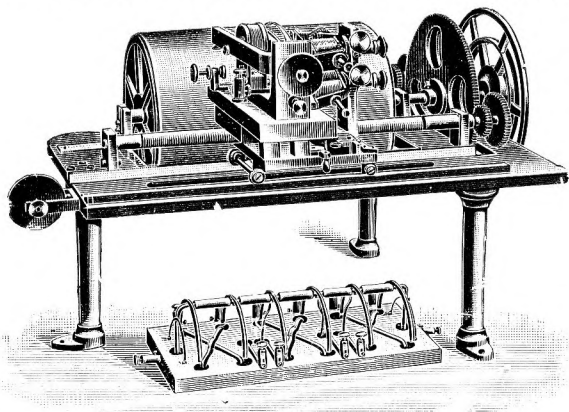
Gegenüber dem Kontrollhammer hat das Pendel den Vorzug, daß man die Kontrollzeit beliebig klein und beliebig groß machen kann – letzteres dadurch, daß man das Pendel Zwischenschwingungen zwischen der ersten und der zweiten Hebelverschiebung ausführen läßt. Daher dürfte es sich außer zur Hippkontrolle zu mancherlei anderen Zwecken verwenden lassen.

Chronograph, Kymographion.

Diese Instrumente können ebenso wie die Chronoskope zur Zeitmessung verwendet werden, nur sind sie viel unbequemer und darum etwa für Reaktionsversuche unbrauchbar. Jedoch ist eine graphische Zeitmessung zur Kontrolle der Chronoskope, zur Messung sehr kleiner Zeiten (z. B. Latenzzeiten) usw. wohl nicht zu umgehen. Vor allem aber haben die in Rede stehenden Apparate ein weiteres Anwendungsgebiet als die Chronoskope; sie dienen zum Aufschreiben von Kurven für Atmung, Puls, für Ausdrucksbewegungen, für alle willkürlichen Bewegungen, wie das Heben von Gewichten, ferner zur Aufzeichnung von Klangkurven, zur Eichung von Stimmgabeln usw. Überhaupt stets, wenn es sich darum handelt, eine (eindimensionale) Veränderung in ihrem zeitlichen Verlauf, als Funktion der Zeit aufzuschreiben, ist die graphische Methode anwendbar.

Nr. 17. Chronograph nach Schumann. (Zeitschr. f. Psych., Band 17, S. 260).

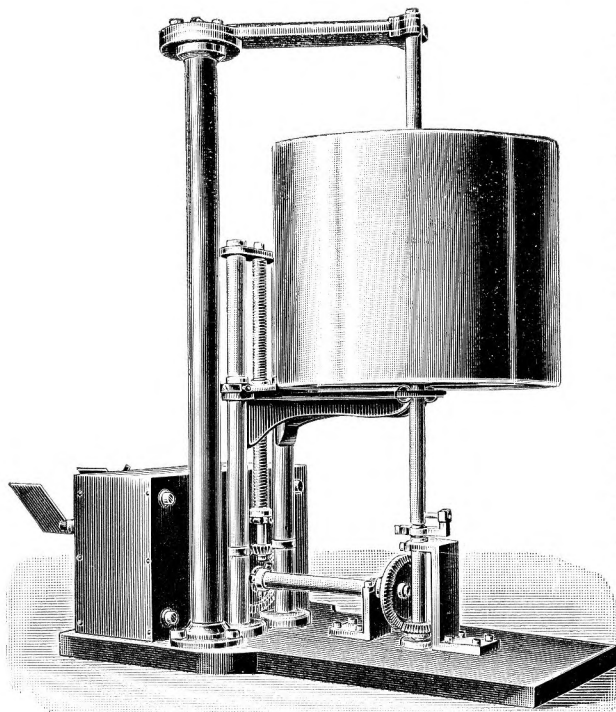
Die Axe der Trommel schiebt bei der Rotation in üblicher Weise durch eine



Übersetzung den Schlitten mit den Schreibvorrichtungen an der Trommel entlang, so daß die schreibenden Spitzen nach einer Umdrehung der letzteren nicht an derselben Stelle, sondern jedesmal $4\frac{1}{2}$ mm weiter links zu liegen kommen. Bei den neuen Modellen des Apparates wird eine zweite Übersetzung hinzugefügt, bei der die jedesmalige Verschiebung 9 mm beträgt, so daß man auch Kurven mit größeren Exkursionen schreiben kann, ohne daß dieselben sich

überdecken. Auf Wunsch liefern wir den Apparat auch mit Übersetzungen von anderem Verhältnis.

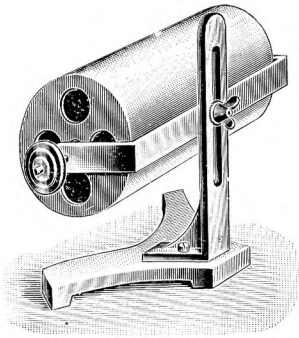
Der Schlitten trägt 2 elektrische Markierer nach Pfeil, eine Stimmgabel von 250 Schwingungen und einen horizontalen Stab von 9 mm Dicke, an welchem das Jaquet'sche Chronometer, Marey'sche Tambours usw. befestigt werden können.



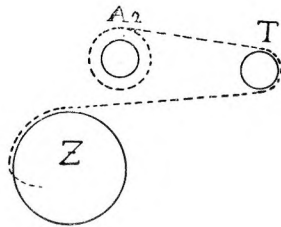
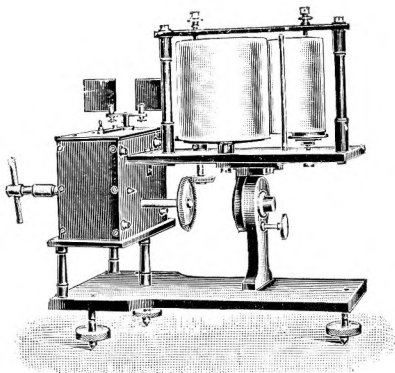
Nr. 19. Kymographion mit selbsttätiger Senkung. Eine durch ein Federuhrwerk gedrehte horizontale Axe bewirkt mittels Kronradübersetzung einerseits die Rotation der Trommel um ihre vertikale Axe, andererseits, davon unabhängig, eine Senkung derselben um 14 mm bei jeder Umdrehung. Die letztere Bewegung kann jedoch durch einen Exzenter während des Ganges ausgeschaltet werden, so daß sich die Trommel in konstanter Höhe weiter dreht. Die Dauer einer Umdrehung kann von 5 Sekunden bis auf 2 Minuten variiert werden. Die Trommel hat einen Durchmesser von 20 cm und eine Länge von 16 cm.

Nr. 20. Kymographion ohne selbsttätige Senkung. Bei diesem Instrumente wird die Senkung nicht durch das Uhr-

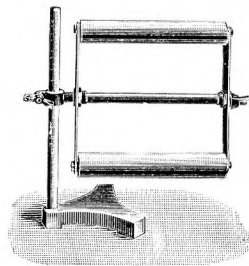
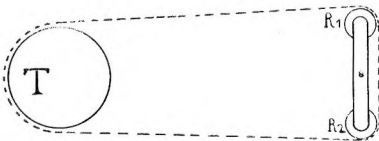
werk des Apparates ausgelöst, sondern man dreht, wenn man die Trommel senken will, mit der Hand an einer Kurbel in entsprechendem Maße. Im übrigen ist dieses Kymographion genau gleich dem vorhergehenden.



Nr. 21. Einfaches Kymographion ohne Uhrwerk.
Die Trommel kann mittels der kräftigen Flügelschraube sowohl vertikal und horizontal, wie auch in beliebiger Höhe eingestellt werden. Ein schwerer gußeiserner Fuß bewirkt, daß der Apparat bei jeder Lage der Trommel sehr stabil steht. Die Rotation wird durch irgend einen separaten Motor erzeugt, von dem aus eine Schnur zu einer der 2 Rollen des Kymographions geführt wird.

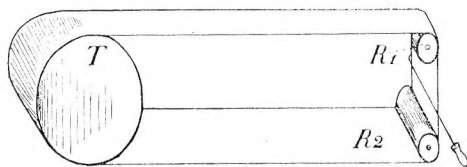


Nr. 22. Kymographion für endloses Papier. Die Papierrolle wird über den Zapfen Z gesteckt, sodann das eine Ende des Papierees über die Trommel T zur Axe A geführt und an derselben befestigt. Das Uhrwerk greift an A an und rollt das Papier auf dieser Axe auf. Die Schreibvorrichtungen werden auf dem in der Abbildung sichtbaren Stab festgeklemmt u. zw. in der Weise, daß die Spitzen an solchen Stellen auf dem Papiere schreiben, wo dasselbe auf der Trommel T aufliegt.



Nr. 23. Vorrichtung für beliebig lange Schleife. Ein nach Bedarf kürzerer oder längerer Streifen Glacépapier wird an den Enden genau senkrecht zu den Rändern abgeschnitten und diese sorgfältig übereinander geklebt, so daß eine an beiden Rändern gleich weite Schleife entsteht, welche man, wie das Schema zeigt, über die Trommel T und über die beiden Rollen R_1 R_2 des in Rede stehenden Apparates spannt. Diese sind einerseits um ihre eigenen Axen sehr leicht drehbar, damit sie sich mit dem Papierstreifen mitdrehen, ohne dessen Bewegung zu hemmen; andererseits können sie um eine in der Mitte zwischen ihnen liegende Axe gemeinsam gedreht werden. Dadurch hat man es in der Hand, die Spannung der Schleife zu regulieren, ohne den ganzen Rollenapparat verschieben zu müssen. Mittels der Flügelschraube

schraube am Ende der Mittelaxe kann man eine bestimmte Stelle ganz fixieren oder auch nur so viel Reibung erzeugen, daß sich der Apparat bei der Rotation der Kymographion-Trommel nicht von selbst bewegt, sondern nur dann verschiebt, wenn

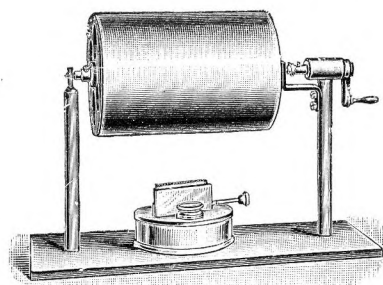


man ihn mit der Hand verstellt. Der Rahmen mit den Rollen kann in dem Stativ sowohl horizontal wie vertikal, der Trommelaxe entsprechend, befestigt und auch in der Höhe verstellt werden. Der sehr stabile, schwere gußeiserne Fuß des Stativs ist, damit man die Axe der Rollen genau parallel

zu der Trommel stellen kann, mit Stellschrauben versehen (die Figur, die nach einem älteren Modell des Apparates angefertigt ist, entspricht nicht genau dieser Beschreibung).

Um die auf der beruften Schleife gezeichneten Kurven zu fixieren, nimmt man die Schleife am besten ab und hängt sie über eine Rolle, und zwar in solcher Höhe, daß der untere Teil der Schleife in die Kuvette mit der Schellacklösung eintaucht. Das Abnehmen geschieht am bequemsten mit Hilfe von zwei Haken in folgender Weise: Man legt erst, wie das zweite Schema zeigt, den einen Haken rechts von innen an die Schleife, lockert die Spannung derselben, indem man den Rahmen mit den Rollen etwas dreht; dann greift man mit dem zweiten Haken links bei der Trommel unter die Schleife und kann nun die letztere mit den beiden Haken leicht wegziehen¹⁾.

Der Apparat kann außer für chronographische Zwecke auch für Gedächtnisversuche usw. verwendet werden, wenn es sich um sehr lange Reihen handelt, die auf einer bloß die Trommel umspannenden Schleife nicht Platz haben.



Nr. 24. Berussungsvorrichtung mit Petroleumbrenner.

Nr. 25. Berussungsvorrichtung für Gas, bestehend aus einem Gestelle, in welchem die Chronograph- oder Kymographiontrommel gelagert und mittels einer seitlichen Kurbel gedreht werden kann, und aus einem Gasrohr mit vielen nahe nebeneinander liegenden kleinen Löchern, aus welchen die die Trommel beruften Flammen brennen.

Nr. 26. Fixiervorrichtung, bestehend aus einer Kuvette, in welche die Schellacklösung gegossen wird, und aus einer in der Höhe verstellbaren Rolle zum Aufhängen und Trocknen des mit der Rußschrift versehenen Papierstreifens.

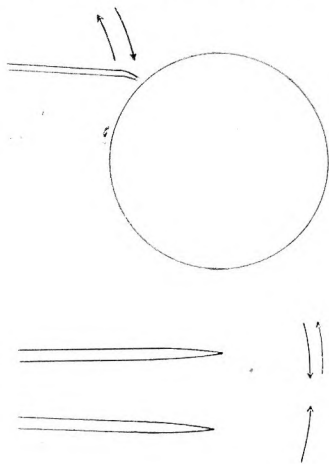
Nr. 27. Glacépapier, der Größe der Chronograph- oder Kymographiontrommeln entsprechend.

¹⁾ Dies ist natürlich nur dann möglich, wenn die Trommel auf der einen Seite frei ist, wie bei Kymographion Nr. 21. Auch die Kymographien Nr. 20 und 22 bauen wir auf Wunsch in dieser Weise.

Schreibapparate zu Chronographen und Kymographien und Stative dazu.

Um mit einem Chronographen oder Kymographion exakt und bequem arbeiten zu können, muß man über Schreibapparate verfügen, die 1. die nötige **Treue** und **Empfindlichkeit** besitzen, d. h. die Veränderungen, welche sie registrieren sollen, richtig deutlich wiedergeben, und die 2. genau und auf bequeme Weise in die **richtige Lage** zur **Schreibfläche** gebracht werden können. Hinsichtlich der Art und Weise, wie diese Forderungen, insbesondere die zweite, bei den im folgenden ausgeführten Apparaten erfüllt sind, seien einige allgemeine Bemerkungen vorausgeschickt.

a) Was die **Empfindlichkeit** betrifft, so kann dieselbe bei dem Marey'schen und elektrischen Schreiber dadurch reguliert und den jeweiligen Umständen angepaßt werden, daß der Angriffspunkt der Kraft an dem Schreibhebel verschoben wird, wie es bei dem ersten der genannten Schreiber allgemein üblich ist. Bei den elektrischen



Apparaten, den elektrischen Markierern, Stimmgabeln und Lamellen kann die Amplitude der Schwingungen außer durch Änderung der Stromstärke vor allem durch Annähern und Entfernen der Magnete vom Anker bedeutend beeinflusst werden.

b) Zur **Regulierung des Druckes** des Schreibhebels ist derselbe um einen von der Spitze ziemlich entfernt gelegenen Punkt drehbar, wie es das nebenstehende Schema andeutet.

c) Die Marey'schen Schreiber können in der Richtung der Pfeile in nebenstehendem Schema gedreht werden. Dies hat hauptsächlich den Zweck kleine Abweichungen von der **Parallellage** korrigieren zu können.

d) Die Dimensionen der Apparate sind so gewählt, daß ihre Schreibspitzen, wenn man die

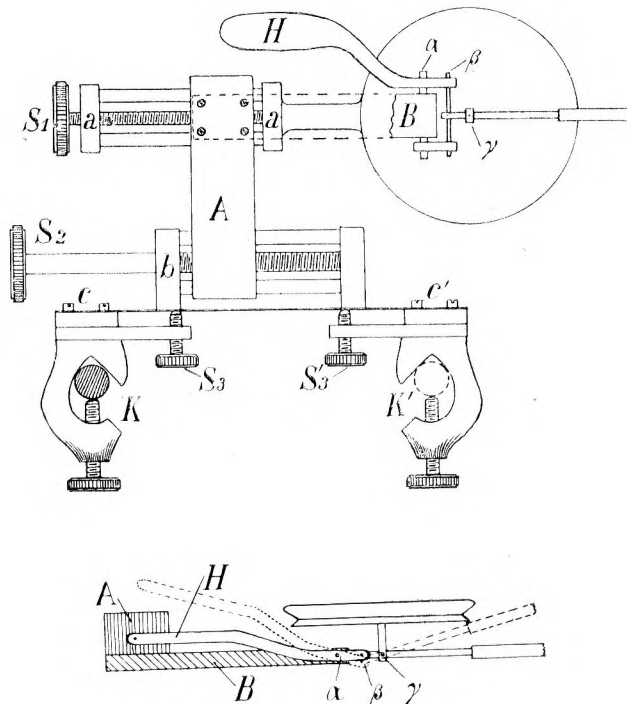
Apparate neben dem Jaquet'schen Chronometer auf demselben Stab befestigt, ungefähr ebensoweit von dem Stabe abstehen, wie die Spitzen des Chronometers. Die Größe des erwähnten Chronometers ist deshalb als Norm für die Dimensionen der übrigen Apparate gewählt, weil dieses Instrument sehr verbreitet ist. Die genauere **Einstellung aller Spitzen in eine Gerade** ist bei den einzelnen Instrumenten in verschiedener Weise vorzunehmen: Bei den Marey'schen Schreibern, bei denen der Schreibhebel in einem Strohhalm besteht, der über einen Stift gesteckt wird (vgl. Nr. 29, Seite 20), schiebt man einfach den Halm an dem Stift etwas nach vorne oder hinten. Unsere neuen Modelle (Nr. 29, 31 u. 32) gestatten außerdem, den Hebel mittels einer Schraube in seiner Längsrichtung zu verschieben, so daß man die erwähnte Einstellung sehr bequem und genau ausführen kann.

e) Nachdem man die Schreibapparate einzeln richtig eingestellt und ihre Spitzen genau in eine Gerade gebracht hat, ist es von Wert, sie nunmehr **gemeinsam von der Trommel weg und wieder genau in dieselbe Lage zurückbewegen** zu können, ohne sie neuerdings einstellen zu müssen (vgl. das Schema zu b). Dies ermöglichen die im folgenden ausgeführten Stative.

f) Sollen endlich bei Kymographien ohne Senkung dieselben Apparate mehrere Kurven oder Kurvengruppen neben- beziehungsweise untereinander aufzeichnen, so muß man die Schreiber gemeinsam längs der Trommel parallel zur Axe derselben verschieben. Die Präzisions-Stativ Nr. 45 und 46 gestatten, alle Schreibapparate, nachdem sie einmal richtig eingestellt sind, gemeinsam in dieser Weise zu verschieben und zwar so, daß keine neue Einstellung der einzelnen Apparate mehr nötig ist.

Nr. 29. Marey'scher Schreiber, 5 cm Kapseldurchmesser, Neukonstruktion. Der Apparat hat folgende Feinstellungen:

a) Zur Variierung der Empfindlichkeit ist die Luftkapsel gegen den Schreibhebel verstellbar. Die Drehaxe β des Hebels ist nämlich mittels der Verbindungsleiste B mit dem zunächst als feststehend zu denkenden parallelepipedischen Stück A fest verbunden. In diesem Stück gleitet der Schlitten a , indem er durch die Spindel der Schraube S_1 hin und hergeschoben und durch 2 Stangen geführt wird. An dem Schlitten sitzt die Luftkapsel, die sich bei Bewegung des ersteren gegen den Schreibhebel verschiebt. Dadurch rückt aber der Angriffspunkt γ der Kraft dem Drehpunkt β des Hebels näher oder von ihm weg, und die Schreibspitze wird bei gleicher Kraft verschieden große Exkursionen machen. Man hat es dadurch in der Hand, die Empfindlichkeit des Schreibers zu variieren. So wird man bei den schwachen Erhebungen der Kapselmembrane, wie sie bei Registrierung des Pulses entstehen, die Kapsel so stellen, daß ihr Stift nahe dem Drehpunkt β angreift, während bei Registrierung der viel ausgiebigeren Atembewegungen der Angriffspunkt ziemlich weit nach rechts vom Drehpunkt verlegt werden muß.



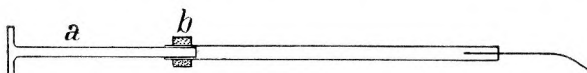
b) Die zur Regulierung des Druckes dienende, in der Vorbemerkung unter b) angegebene Bewegung wird mittels der Schraube S_3 ausgeführt. Der Schlitten bb sitzt auf einer kräftigen Stahllamelle cc' , welche bei c auf der Klemme K angeschraubt ist.

Durch Emporschrauben von S_3 wird die Stahllamelle ein wenig nach oben gebogen und mit ihr der ganze Apparat im gleichen Sinne gedreht. Dieselbe Drehung kann, wenn der Apparat mittels der Klemme K befestigt ist, durch die Schraube S'_3 erzeugt werden.

c) Die Verstellung c) der Vorbemerkung wird mittels des Hebels H ausgeführt. Er ist um die Axe a , welche in der festen Leiste B sitzt, drehbar. Das Neben-Schema zeigt, wie die Bewegung von H eine Drehung des Schreibhebels um die Axe γ zur Folge hat.

d) Die in der Vorbemerkung unter d) angegebene Bewegungsmöglichkeit ist dadurch realisiert, daß das Stück AA , welches Kapsel und Schreibhebel trägt, in dem Schlitten $b b$ verschiebbar ist. Diese Feinstellung wird durch die Schraube S_2 ausgeführt. Die Schlitteneinrichtung ist der früheren ganz analog.

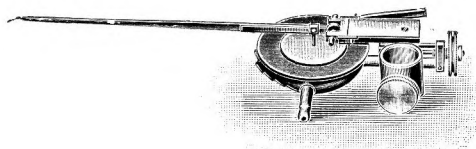
Die Anbringung der zweiten Klemme K' hat folgenden Zweck: Bei größeren Exkursionen des Schreibhebels macht sich der Umstand störend bemerkbar, daß sich die Spitze nicht geradlinig, sondern im Bogen bewegt. Dieser Fehler ist aber unmerkbar, wenn der Hebel genügend lang ist. Bei längerem Hebel würde jedoch seine Schreibspitze über die des Jaquet'schen Chronometers hinausragen. Dem wird abgeholfen, wenn man die Klemme K' benützt; der Hebel kann dann um ca. 5 cm länger sein.



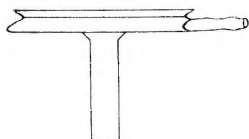
Um einen toten Gang bei der Verbindung der Membrane und des Schreibers zu vermeiden, ist dieser durch eine Gummischnur an die Pelote der ersteren gebunden. Der Schreibhebel besteht aus einer einige Zentimeter langen Aluminiumnadel a , über welche ein längerer, sehr leichter und dünner Strohhalm gesteckt wird, der durch einen kleinen Gummiring b festgehalten, und in dessen gespaltenes Ende eine aus elastischem Pauspapier geschnittene Spitze durch etwas Klebgummi befestigt wird.

Nr. 30. Derselbe, 3 cm Kapseldurchmesser, Neukonstruktion. Das Instrument ist empfindlicher als das obige Nr. 29. Hebellänge 5 cm; dennoch steht auch hier die Spitze von dem Stativ, auf welchem der Apparat befestigt ist, ebensoweit ab wie bei dem vorigen Instrument.

Nr. 31. Derselbe, 1 cm Durchmesser, Neukonstruktion. Feinste Gummimembrane, Hebel äußerst leicht, 3 cm lang. Der Apparat dient u. a. für phonetische Aufschreibungen, als Schreibapparat zum Phonautographen Nr. 181, Kehltonschreiber Nr. 182 u. dgl. Auch dieses Instrument schreibt in einer Linie mit dem Jaquet'schen Chronometer.

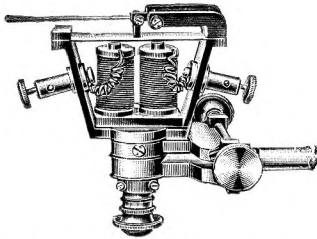


Nr. 32. Derselbe, vereinfacht, bloß mit den Feinstellungen a) und c), wie sie die ursprünglichen Marey'schen Schreiber hatten.

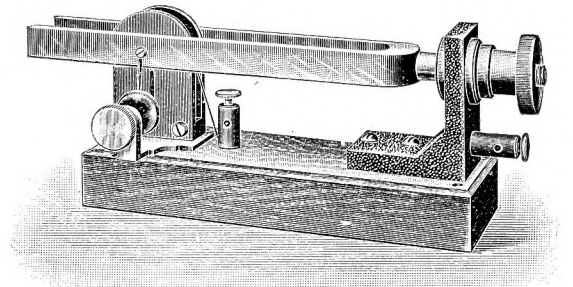
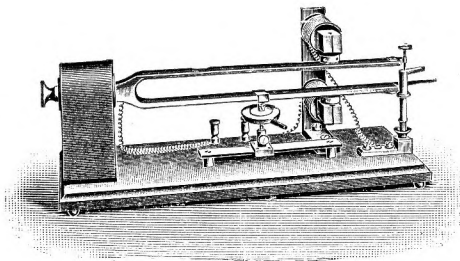


Nr. 33. Marey'sche Aufnahmekapseln mit Stiel zum Befestigen; 3 Größen mit den Durchmessern 5, 3, 1 cm und entsprechend feiner Membrane.

Nr. 34. **Zwischenventil.** Durch leichten Druck auf den Hebel wird der Luftdruck in der Kapsel verändert. Hierdurch kann der Hebel des Tambours in die Nullstellung gebracht werden.



Nr. 35. **Elektromagnetischer Markierer nach Pfeil.** Der Anker des Elektromagneten besteht aus einer Stahllamelle, auf welche ein kleiner Stift aufgesetzt ist, der an dem Schreibhebel, sehr nahe an dessen Drehpunkt, angreift, so daß die Ankerbewegung bedeutend vergrößert wird. Verschiedene Exkursionen der Schreibspitze werden durch Annäherung und Entfernung des Elektromagneten gegen den Anker erzielt. Durch Drehen der in der Abbildung rechts unten sichtbaren Schraube wird der Markierer im Bogen gegen die berußte Fläche hin und von ihr weg bewegt. Über den Zweck dieser Verstellung vgl. b) u. d) in der Vorbemerkung S. 19.



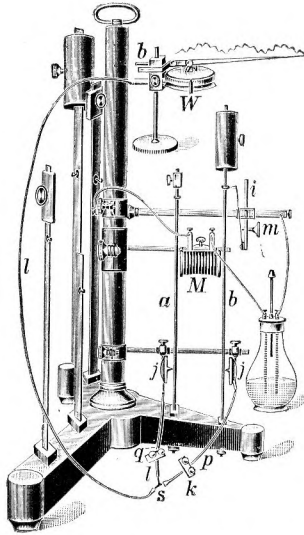
Nr. 39. **Elektromagnetische Stimmgabel mit einfachem Kontakt** mit 50, 100 oder 250 Doppelschwingungen, zur Zeitmarkierung. Sie werden elektro-magnetisch in Schwingung versetzt, wobei entweder Trockenkontakt oder Quecksilberkontakt verwendet wird. Die Kontakte sind mikrometrisch einzustellen, die Stellung des Trockenkontaktes ist durch eine Gegenmutter zu fixieren. Der Quecksilberkontakt ist mit Vorrichtung zur Alkoholspülung versehen. Die Gabeln schreiben entweder direkt mittels einer geeigneten Spitze auf der berußten Fläche, oder der durch die Stimmgabel z. B. 100 mal pro Sek. geschlossene Strom erteilt einem am Chronographen oder Kymographion schreibenden Markierer ebenso viele Stöße. Die Gabeln werden genau geeicht geliefert; die Schwingungszahl bezieht sich auf die Schwingungen der Gabel samt Schreibspitze und Kontaktvorrichtung.

Nr. 40. **Elektromagnetische Stimmgabel mit doppeltem Kontakt** mit 50, 100 oder 250 Schwingungen. Der eine Kontakt dient wie oben zur elektro-magnetischen Ingangsetzung und Erhaltung der Schwingung, der andere zur Schließung und Unterbrechung des Markiererstromes. Beide Kontakte werden sowohl als Trocken- wie auch als Quecksilberkontakte mit Vorrichtung zur Alkoholspülung geliefert.

Nr. 40a. **Einrichtung zur Luftübertragung.** Fig. zeigt die Stimmgabel in Verbindung mit einer Luftkapsel. Die Eichung bezieht sich auch hier auf die Stimmgabel samt der Luftkapsel. Bei Gabeln mit dieser Einrichtung erhöht sich der Preis.

Nr. 42. **Kagenaars Chronoskop.** Das Instrument gestattet, Kurven von der aus der Figur ersichtlichen Form zu zeichnen, in welchen der Wellenzug der kleineren Welle selbst wieder eine größere Welle bildet. Das sonst oft recht lästige Auszählen längerer Kurven geht auf diese Weise viel bequemer und schneller.

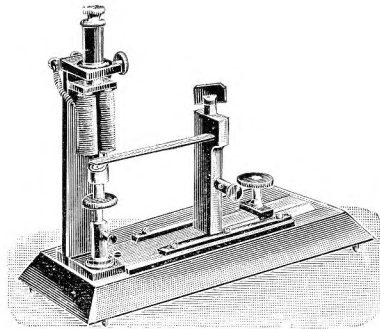
Der Apparat besteht aus einem Stativ, das auf einem schweren gußeisernen Dreifuß steht. Auf jedem Fuße desselben sind 2 Stahlstäbe aufgeschraubt, die mit



Laufgewichte versehen sind. Stellt man diese auf die angegebene Marke ein, so haben die 6 Stahlstäbe die Schwingungszahlen 25 und 5, 2 und 10, 10 und 50. Die Schwingungszahlen je zweier auf einem Fuße befestigten Stäbe verhalten sich wie 1:5. Will man nun z. B. die Stäbe *a* und *b* benützen, so stellt man mittels eines am Stativ zu befestigenden Armes die beiden Luftkapseln *jj* so ein, daß ihre Peloten von den schwingenden Lamellen bei jeder Schwingung einen kleinen Stoß erfahren. Die so erzeugten Luftstöße pflanzen sich in den Schläuchen *pq* und nach Vereinigung derselben bei *s* in dem Schlauche *l* fort, der zur Schreibkapsel *W* führt. Mittels der Hähne *l* und *k* reguliert man die Intensität der Stöße so, daß die von der langsamer schwingenden Lamelle *b* herrührenden Stöße stärkere Ausschläge der Schreibspitze ergeben. Sie erzeugen somit größere Sinusschwingungen, auf welche sich die kleineren Schwingungen der anderen Lamelle aufsetzen. Die 2 oberen, am Stativ festgeschraubten Arme dienen dazu, den Elektromagneten *M* und die Kontaktvorrichtung *im* zu halten, durch welche die Lamellen in Schwingung erhalten werden.

Nr. 43. Elektromagnetische Lamelle (Stromunterbrecher) nach Bernstein.

Die Stimmgabel ist hier durch eine Lamelle ersetzt, welche in ähnlicher Weise wie die Gabeln auf elektromagnetischem Wege in Schwingung erhalten wird. Bei dem vorliegenden Instrument ist Quecksilberkontakt gewählt; das Nöpfchen mit dem Quecksilber ist entsprechend der Größe der Exkursionen in der Höhe zu verstellen. Um Oxydation des Quecksilbers zu verhüten, gießt man einige Tropfen Alkohol über dasselbe. Die Elektromagnete lassen sich der Lamelle nähern und von ihr entfernen, wodurch ebenso wie durch Änderung der Stromstärke die Größe der Exkursion reguliert werden kann.



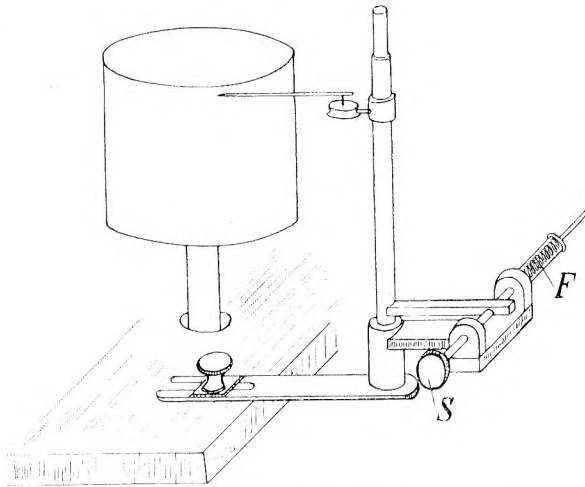
Im Gegensatz zu den Stimmgabeln bietet dieses Instrument den großen Vorteil, daß man die Schwingungszahl der Lamelle variieren kann, indem man sie näher oder ferner vom Ende einklemmt. Mit derselben Lamelle kann man auf diese Weise einen Strom 50 bis 250 mal in der Sekunde unterbrechen. Der Träger der Lamelle ist verschiebbar, damit man bei jeder Länge derselben das schwingende Ende zwischen die feststehenden Elektromagneten und das Quecksilbernöpfchen bringen kann. Die Lamelle ist mit einer Skala versehen, die man mit Hilfe eines geeichten Tonmessers oder mit Hilfe von geeichten Stimmgabeln eichen kann.

Unter die Schreibapparate gehört vor allem auch das Jaquet'sche Chronometer, das auf Seite 9 beschrieben ist.

Nr. 45. Präzisionsstativ für Kymographien ohne Senkung nach Rupp. Dieses Instrument ist noch nicht fertig gebaut. Es soll die zwei in der Vorbemerkung unter *e*) und *f*) angeführten Feinstellungen ermöglichen und sowohl für vertikale wie für horizontale Trommeln verwendbar sein.

Auch die zwei vereinfachten Formen dieses Apparates: „Nr. 46, Stativ für Kymographion ohne Senkung bloß für vertikale Trommeln“ und „Nr. 47, Stativ für Kymographion mit Senkung“ sind noch in Konstruktion.

Nr. 48. Präzisionsstativ für Kymographien mit Senkung nach Marey (vgl. Langendorff, Physiologische Graphik, Seite 74 f). Dasselbe ist leicht gebaut

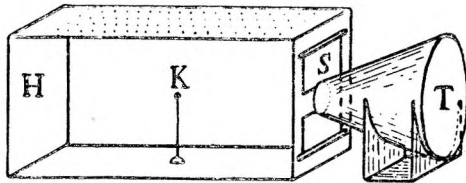


und läßt sich am Kymographion selbst festschrauben, wie aus der Figur ersichtlich ist. Über den festen Stativstab ist eine enganschließende Röhre gesteckt, die durch die Schraube S, welcher die Feder F entgegenwirkt, um den Stab gedreht werden kann, und auf der die Schreibapparate befestigt werden. Das Stativ ist auch für horizontale Trommeln verwendbar.

Dieses Stativ wird, wie die Skizze angibt, entweder zum Anklemmen an den Apparat oder auf Wunsch auf Dreifuß geliefert. Der Preis bleibt derselbe.

II. Apparate zur Untersuchung des Raumsinnes der Augen.

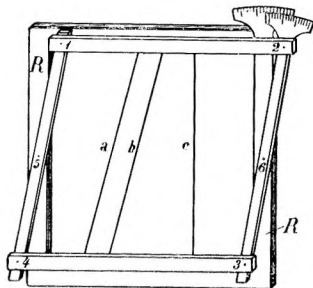
Nr. 49. **Apparat für den Hering'schen Fallversuch.** Der Beobachter blickt von O aus durch den Tubus T und den in seiner Höhe verstellbaren Spalt S in einen auf beiden Seiten offenen Kasten, dessen Hinterwand ein gleichmäßig grauer Karton bildet. In den Kasten wird



in beliebiger Entfernung ein kleines Stativ mit einem weißen, vom Hintergrund sich deutlich abhebenden Knopf K aufgestellt. Man läßt nun, während K fixiert wird, durch die kleinen, je 1 cm von einander entfernten Löcher in der Decke des Kastens Perlen herabfallen und läßt den Beobachter jedesmal entscheiden, ob die Perle

vor oder hinter dem fixierten Knopf gefallen sei. Daß man fallende Perlen anstatt ruhender Objekte verwendet, hat den Zweck, parallaktische Verschiebungen, wie sie bei Kopf- und Augenbewegungen entstehen würden, auszuschließen. Da ferner die Perlen verschieden groß sind, so bleibt als Kriterium der Tiefenentfernung der fallenden Perle vom fixierten Knopf bei monokularer Betrachtung nur der Grad der Verschwommenheit übrig, während bei binokularer Betrachtung die Querdissipation hinzukommt. Da nun bei binokularem Sehen das Urteil sicher und richtig, bei monokularem Sehen sehr unsicher und oft ganz unrichtig ist, so zeigt der Versuch in augenfälliger Weise die Bedeutung der Querdissipation für das Tiefensehen.

Nr. 50. **Isoskop nach Donders** (Archiv f. Ophthalmologie, Bd. 21, III, S. 104). Wenn man dem linken Auge zwei Fäden, dem rechten Auge einen vertikalen Faden darbietet und sie so betrachtet, daß in binokularen



Bilde der rechte Faden zwischen denen des linken Auges liegt, so werden die in Wirklichkeit parallelen Fäden im allgemeinen gegeneinander geneigt gesehen. Umgekehrt muß man die Fäden des einen Auges gegen den Faden des anderen Auges um einen bestimmten Winkel neigen, wenn alle 3 parallel erscheinen sollen. Diesen Winkel genau zu messen, seine Abhängigkeit von der Konvergenz, von der Neigung der Blickebene, von Konturen, die sich außerdem im Gesichtsfeld befinden usw. zu bestimmen, und die analogen Versuche bei horizontalen und schrägen Fäden anstellen zu

können, dazu dient das Isoskop, und es zeichnet sich dadurch aus, daß sich die betreffenden Einstellungen sehr schnell und bequem ausführen lassen.

Ein vertikaler, massiver Holzrahmen R R trägt an seiner Vorderseite einen leichteren, beweglichen Rahmen. Die Leisten desselben sind um die Axen 1, 2, 3, 4, die durch die Ecken des Rahmens gehen, drehbar, so daß sie ein Parallelogramm von beliebigem Seitenwinkel bilden können. Durch die Schrauben 5, 6 ist dieser Rahmen an dem zuerst genannten befestigt, und er wird um dieselben gedreht, indem man an den unten vorstehenden Stücken 7, 8 seiner seitlichen, vertikalen Leisten anfaßt. Der

Winkel der Drehung kann an der rechts oben sichtbaren Gradeinteilung mittels des Nonius, der sich wie ein Zeiger mit dem Rahmen bewegt, auf $\frac{1}{10}^{\circ}$ genau abgelesen und auf $\frac{1}{100}^{\circ}$ geschätzt werden.

In diesem Rahmen werden die Fäden ausgespannt, deren Neigung man variieren soll, während solche Fäden, deren Neigung konstant bleiben soll, in dem festen Rahmen gespannt werden. An dem oberen und unteren Stabe des beweglichen Rahmens ist je eine Metalleiste angeschraubt, an welcher Klemmen verschoben und an beliebigen Stellen festgeschraubt werden können. An diesen Klemmen werden die Fäden befestigt. Der Faden des festen Rahmens ist oben an einen Stift gebunden, der nicht beweglich ist, unten an eine Klemme, die auf einer Metalleiste verschiebbar ist. Stift und Klemme ragen so weit nach vorne, daß der Faden in dieselbe vertikale Ebene zu liegen kommt, wie die beiden Fäden des vorderen Rahmens.

Die Fäden werden, nachdem man den Nonius auf 0 eingestellt, durch Vergleichung mit einem Lote in vertikale Lage gebracht. Die Ablesung gibt dann den genauen Winkel zur wirklichen Vertikalen an. Will man dem unbeweglichen Faden eine Neigung von z. B. 5% geben, so stellt man erst einen beweglichen Faden auf diesen Winkel ein und richtet nach ihm den unbeweglichen.

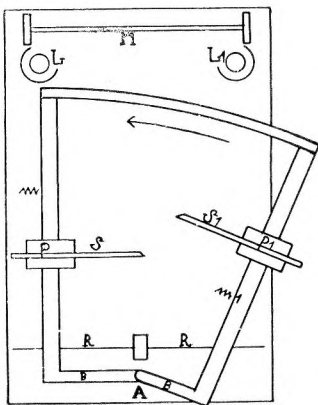
Um auch in horizontaler Richtung Fäden spannen und aus ihr herausdrehen zu können, trägt der feste Rahmen an der hinteren Seite einen zweiten beweglichen Rahmen, der sich von dem vorderen nur dadurch unterscheidet, daß die Schrauben, mittels derer er am festen Rahmen befestigt ist, nicht in den vertikalen, sondern in der Mitte der horizontalen Arme liegen. Man erhält ein Bild dieses hinteren Rahmens, wenn man die nebenstehende Figur von der linken Seite aus betrachtet. Auch die Fäden dieses Rahmens kommen in dieselbe Ebene zu liegen wie die übrigen Fäden.

Die genaue Horizontalstellung der Fäden wird in folgender Weise vorgenommen. Man verbindet 2 ungefähr vertikal stehende Röhrchen an ihren unteren Enden durch einen Schlauch und füllt dieses System kommunizierender Röhren mit Quecksilber. Die Kuppeln stellen sich genau in eine horizontale Gerade, nach welcher man durch Visieren die Fäden richten kann.

Die Einstellung der Fäden bei den Versuchen kann vom Beobachter selbst vorgenommen werden. Um Konvergenz zu erreichen, braucht man nur die Fäden einander zu nähern. Um zu untersuchen, welchen Einfluß Linien haben, die außer den bis jetzt erwähnten 3 Fäden im Gesichtsfeld vorhanden sind, spannt man weitere Fäden in dem festen Rahmen aus. Ferner kann man Stäbe und andere Objekte in irgendwelcher Neigung hinter der Fadenebene aufstellen, um ihre Wirkung auf die Größe des in Rede stehenden Winkels zu prüfen.

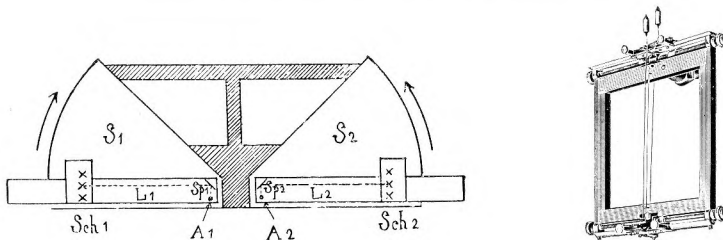
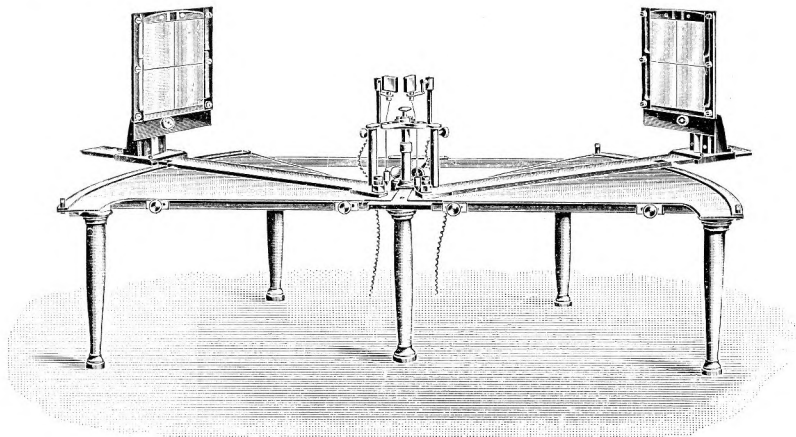
Nr. 51. **Kantenapparat nach Hillebrand.** (Zeitschr. f. Psych., Bd. VII, S. 108).

Der Apparat dient dazu, einem Auge Objekte in verschiedenen Entfernungen in der Weise darzubieten, daß die Beurteilung der Entfernung nur auf Grund der Akkommodationserscheinungen und der damit unvermeidlich verbundenen Konvergenz möglich ist, während alle anderen Motive der Tiefenlokalisierung, z. B. Änderung der Bildgröße bei Änderung der Entfernung, ausgeschlossen sind. Auf einer horizontalen Grundplatte ist eine kurze vertikale Axe A befestigt, um welche sich die 2 horizontalen Winkel B drehen. Auf ihren 1 m langen Führungsschienen aus Metall m m₁ sind die Schieber P P¹ geräuschlos verschiebbar, welche vertikale Rahmen tragen, über die auf der dem Beobachter zugekehrten Seite die undurchsichtigen Kartonschirme S S¹ gespannt sind. Die inneren vertikalen Kanten dieser beiden Schirme, welche die auf ihre Entfernung hin zu beurteilenden Objekte bilden,



sind ganz scharf und genau geradlinig geschnitten, so daß nicht durch irgend welche Unregelmäßigkeiten in denselben (Fasern, Krümmungen) Anhaltspunkte für die Tiefenschätzung gegeben werden können. Bei der innersten Lage eines jeden Winkels – der linke Winkel ist in der Figur in dieser Lage dargestellt – steht seine Kante genau in der Symmetrieebene des Apparates. Das Auge des Beobachters befindet sich über der Axe A und blickt durch ein kurzes, ausziehbares Rohr mit länglicher Öffnung nach vorne. Das Rohr steckt in dem Schirme R, welcher die übrigen Teile des Apparates verdeckt. Den Hintergrund bildet die mattgeschliffene, durch die Lampen L L' hell beleuchtete Milchglasplatte M. Die beiden Winkel können durch ein Bogenstück f so verkuppelt werden, daß, wenn man sie in der Richtung des Pfeiles dreht, die Kante des Schirmes S' eben in das Gesichtsfeld tritt, wenn die Kante von S dasselbe verlassen hat. Auf diese Weise läßt sich ein schneller Wechsel der beiden Objekte erzielen. Die Stellung der Schieber und damit die Entfernung der Kanten vom Auge kann an einer auf m und m₁ angebrachten Millimeterteilung abgelesen werden.

Nr. 52. **Spiegelhaploskop nach Hering.** (Hermann's Handbuch d. Physiol. III 1 Seite 393 f. und Hillebrand, Die Stabilität der Raumwerte auf der Netzhaut, Zeitschr. f. Psych., Band V Seite 38.) Auf einem horizontalen Metallrahmen ruhen die zwei symmetrischen Sektoren S₁ S₂, auf denen in den vertikalen Axen A₁ A₂ zwei Lineale L₁ L₂ drehbar sind (siehe das Schema). Die Sektoren samt den Linealen können ein wenig einander genähert oder entfernt werden. Jedes Lineal trägt ein kleines Stativ, in welchem ein Spiegelchen Sp₁ bez. Sp₂ verstellbar ist. Diese Spiegelchen werden so orientiert, daß sie mit der Längsrichtung der Lineale einen Winkel von 45 Grad bilden, und daß ihre Ebene vertikal steht. Ferner sind auf den Linealen die Schlitten Sch₁ Sch₂ verschiebbar, auf welche verschiedene Rahmen aufgesetzt werden können.



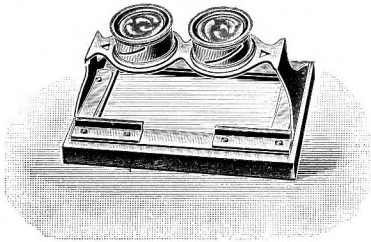
Eine Art von Rahmen zeigt die Hauptfigur: dieselben sind so eingerichtet, daß Gläser eingeschoben werden können, auf welche die beiden haploskopisch zu vereinigenden Bilder geätzt oder gezeichnet oder aufgeklebt werden.

Ein anderes Paar von Rahmen, welches rechts separat gezeichnet ist, hat folgendes Aussehen: Es sind in einer vertikalen, auf den Linealen senkrecht stehenden Ebene drei schwarze Haare gespannt, von denen das mittlere in fester, vertikaler Lage ist, während jedes der seitlichen durch je eine Schraubenspindel am oberen und unteren Ende des Rahmens erstens beliebig von den mittleren Fäden entfernt und zweitens beliebig schräg gestellt werden kann. In dem Schema sind die Fäden durch Kreuze gekennzeichnet.

Statt dieser Rahmen können endlich auch (nach Hofmann und Bielschowsky, Pflügers Arch. Bd. 80, 1) zwei verschiedene Paare von Trägern eingesetzt werden, auf welchen Karten oder Papiere mit Zeichen und Druckschrift zu befestigen sind; das eine Paar von Trägern gestattet, diese Bilder beliebig zu drehen, das andere ermöglicht eine genaue Höhenverschiebung derselben.

Der Beobachter hält den Kopf so, daß die Drehpunkte seiner Augen über den Axen A_1, A_2 liegen. Die letzteren werden zu diesem Zwecke samt den Sektoren in die entsprechende Entfernung (Pupillendistanz) gebracht. Bei der den Linealen in der Figur gegebenen Lage bilden sich z. B. die Fädentripel in den Netzhäuten so ab, als würden sie die Bilder eines einzigen fernen Tripels sein. Dreht man nun die Lineale aus dieser Lage in der Richtung der Pfeile, so konvergieren die Augen, um die Fäden einfach zu sehen, in entsprechendem Maße. Der Konvergenzwinkel ist gleich der Summe der Winkel, um welche das rechte und das linke Lineal gedreht wurde. Diese Winkel sind an einer Gradeinteilung am Rande der Sektoren abzulesen. Zur Fixierung des Kopfes ist mit dem Apparat ein Stirnhalter und ein Beißbrettchen verbunden.

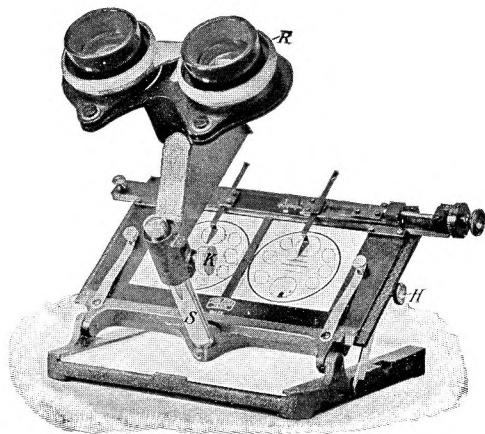
Mittels dieses Apparates lassen sich viele wichtige Versuche über Tiefenlokation, über Inkongruenz der Netzhäute, über Schielen usw. in exakter Weise durchführen.



Nr. 53. Stereoskop nach Wiechert, bestehend aus poliertem Mahagonirahmen mit mattgeschliffener Glasscheibe als Bildhalter. Über dem Rahmen erhebt sich der Linsenträger aus Aluminium. Die Linsen sind einzeln durch Schnecken für jedes Auge passend stellbar.

Nr. 54. Zeiss-Stereoskop mit wandernder Marke. (C. Pulfrich, Über neuere Anwendungen der Stereoskopie usw., Zeitschr. f. Instrumentenkunde Bd. 22, Heft 3, 5, 6 und 8 1902). Der Abstand der Okularlinsen von den Stereoskopbildern ist zum Zwecke der Einstellung auf die richtige Sehweite verstellbar. Ebenso läßt sich der Abstand der beiden Linsen variieren, um sie einerseits dem Augenabstand und andererseits dem Abstand der Stereoskopbilder anpassen zu können.

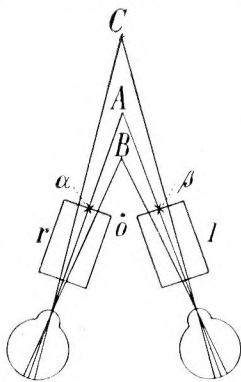
Zur Demonstration des stereoskopischen Sehens und zur Demonstration des stereoskopischen Meßverfahrens dient das Stereomikrometer mit der sogen. wandernden Marke. Dasselbe besteht aus einem Rahmen, der über das Stereoskopbild gelegt wird und 2 der Größe der Bilder entsprechende Ausschnitte besitzt. An der



oberen Leiste dieses Rahmens läßt sich in einer Führung der die Spitze m_1 tragende Hauptschlitten und auf diesem mittels einer Mikrometerschraube der die Marke m_2 tragende Schlitten verschieben. Man verschiebt also, indem man am Knopf K angreift, mit der Hand beide Marken gleichzeitig, und, indem man an der Schraube S dreht, die Marke m_2 . Beide Marken können mit der Hand nach oben und unten geschoben werden.

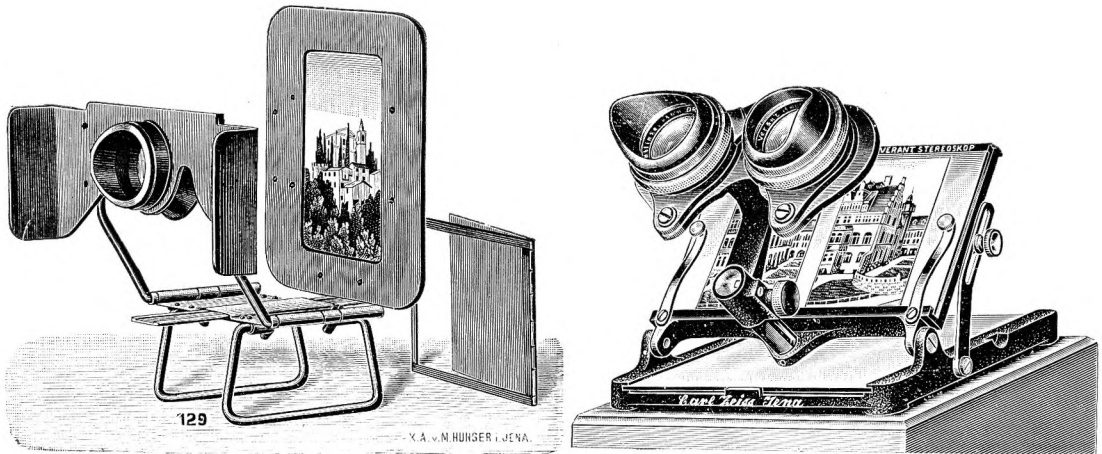
Verschiebt man mit m_1 gegen m_2 , so scheint die einfach gesehene Marke nach vorne und hinten zu „wandern“ und auf diese Weise mit verschiedenen Punkten des plastischen Stereoskopbildes zu koinzidieren, dessen Tiefenentfernungen sich aus der Verschiebung der Marke, die auf $\frac{1}{100}$ abgelesen werden kann, berechnen läßt. Die Berechnung ist jedoch bei diesem Instrumente nicht genau, weil die Spitzen der Marken nicht in derselben Ebene liegen wie die Bilder. Es ist nämlich nötig, über die Bilder eine dünne Glasplatte zu legen, damit die Spitzen sie nicht beschädigen, dasselbe ist auch bei Diapositiven der Fall. Dadurch entstehen aber parallaktische Verschiebungen, falls nicht zufällig beide Augen senkrecht auf die Bilder gerichtet sind.

Nr. 55. **Tropostereoskop nach Ludwig-Rupp.** Das Instrument dient zur Demonstration der Tiefenwirkung der Querdissipation und ist einem gleichbenannten und zu demselben Zwecke konstruierten Instrumente von Ludwig nachgebildet, unterscheidet sich von diesem jedoch dadurch, daß das in verschiedener Tiefe erscheinende Objekt nicht auch verschieden hoch gesehen wird, sondern sich bloß seiner Entfernung nach ändert, wodurch die Demonstrierung der Erscheinung wesentlich vereinfacht wird.



Die Augen blicken getrennt durch die zwei Rohre r l , deren Konvergenzwinkel sich durch Drehen der Rohre ein wenig variieren läßt. Die Augen seien so eingestellt, als ob sie den Punkt A fixierten. Dann muß sich A auf korrespondierenden Punkten beider Netzhäute, nämlich auf den Netzhautmitten abbilden. Bei gleicher Augenlage bilden sich B und C auf disparaten Punkten α , und zwar B , der nähere Punkt, auf gleichnamig, C der fernere, auf ungleichnamig-disparaten Stellen. Anstatt in A sind nun in dem vorliegenden Apparate in α und β Marken angebracht, die als ein Punkt in A gesehen werden. Diese zwei Marken lassen sich symmetrisch nach außen und innen verschieben, was nach dem Obigen den Erfolg hat, daß der einfach gesehene Punkt nach vorne gegen B bzw. nach hinten gegen C zu wandern scheint.

Nr. 56. **Einfacher Verant nach Gullstrand-Rohr.** Wenn man das mit einer photographischen Kamera aufgenommene Bild in verschiedenen Entfernungen betrachtet, so zeigt es keineswegs immer die gleichen Tiefenverhältnisse, z. B. erscheint bei größeren Entfernungen der Vordergrund unnatürlich vergrößert. Die richtige Entfernung, bei welcher die Kopie den gleichen plastischen Eindruck erweckt wie das Original, ist im Falle des ruhenden Auges dann gegeben, wenn der Abstand von der **Pupille** gleich ist der Brennweite des Objektivs; im Falle des bewegten Auges (aber bei ruhigem Kopf) muß der Abstand des Bildes vom **Drehpunkt** des Auges gleich der Brennweite sein. Da nun die gewöhnlichen Objektive Brennweiten von ca. 9–17 cm besitzen, und ein normales (nicht kurzsichtiges) Auge sich auf ein in so geringer Entfernung gehaltenes Bild nicht akkomodieren kann, so ist es nötig, das Bild in dem Maße, als es vom Auge entfernt werden muß, auch zu vergrößern. Dies leistet der Verant durch Anwendung einer entsprechenden Lupe. Und zwar werden Veranten mit einer Lupe von 11 cm Brennweite für Objektive von 9–13 cm Brennweite geliefert und Veranten mit 15 cm Brennweite für 13–17 cm Objektive. Die Lupen sind so berechnet, daß sie frei sind von sphärischer und chromatischer Abweichung. Ferner ist die Brennweite so gewählt, daß der Brennpunkt ungefähr in den Drehpunkt des Auges fällt, wenn man das Auge an die Muschel anlegt, welche vor die Linse gesetzt ist.

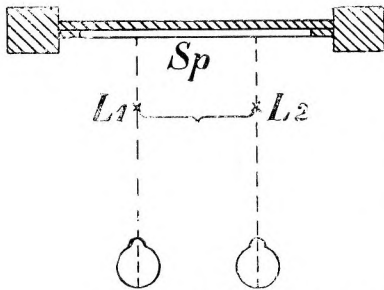


Das oben links zu sehende Bild zeigt den ganzen, sehr einfachen Apparat. Den Fuß bilden zwei Drahtbügel, die gleichzeitig, wenn man sie unten zusammenbiegt, als Handhabe dienen. Die Grundplatte des Apparates trägt einerseits an 2 Drahtstäben den Schirm, in dessen Mitte die Verantlinse befestigt ist. Die Muschel vor der Linse ist in der Figur in der Lage dargestellt, wie sie für das linke Auge paßt; will man das rechte Auge benützen, so muß die Muschel um 180° gedreht werden. Rechts und links von der Linse sind Einkerbungen in den Schirm geschnitten, die für die Nase bestimmt sind. Andererseits trägt die Grundplatte den Rahmen zum Aufnehmen der Kopien; er ist an einer Schiene befestigt, die in einer Führung auf der Grundplatte gleitet; man kann dadurch das Bild von der Linse nähern und von ihr entfernen. Der in der Figur rechts hinten stehend gezeichnete Rahmen dient zum Aufnehmen von nicht aufgezogenen Kopien.

Wichtig ist es, den Apparat so horizontal bzw. geneigt zu halten, wie der photographische Apparat bei der Aufnahme gestanden hat; das unnatürliche „Stürzen“ von Linien, das man bei Aufnahmen mit nicht horizontal gehaltenen Apparaten ohne Verant beobachtet, fällt bei Benützung des letzteren weg.

Der Verant hat nicht nur den praktischen Wert, daß er Bilder in richtiger Plastik erscheinen läßt, sondern auch psychologisches Interesse, da er besonders deutlich plastische Bilder liefert und dadurch zur Kenntnis der Faktoren, welche die Tiefenwahrnehmung vermitteln, beitragen dürfte.

Nr. 57. **Doppelverant nach Gullstrand-Rohr.** (Siehe das oben rechts gezeichnete Bild.) Derselbe hat zwei Linsen für die 2 Augen; ihr Abstand ist variierbar, damit er dem Augenabstand angepaßt werden kann (zur Bestimmung des letzteren vgl. die Apparate Nr. 58 und namentlich 59). Damit die optischen Axen der Linsen bei verschiedenem Abstand der letzteren stets auch durch dieselben Punkte der Kopien gehen, so ändert sich bei diesem Instrumente mit dem Linsenabstande gleichzeitig der Abstand der Kopien. Es ist daher für jede Kopie ein eigener Rahmen vorgesehen. Die kleinste Pupillendistanz, für die der Apparat eingerichtet ist, beträgt 54 mm. Da man dementsprechend auch die Kopien soweit einander nähern können muß, daß ihre korrespondierenden Punkte nur 54 mm voneinander entfernt sind, so kann jede Kopie nur höchstens 48 cm breit sein. Damit trotzdem ein relativ großes Bild gesehen werden kann, wurde die Brennweite klein gewählt, nämlich 73 mm. Die Aufnahme muß daher auch mit Objektiven von ähnlicher Brennweite vorgenommen werden. Der Abstand der Objektive soll ungefähr 65 mm betragen; bei kleinerem Abstand tritt Verkleinerung des Vordergrundes ein, bei größerem Vergrößerung desselben.



Nr. 58. **Apparat zur Bestimmung der Pupillendistanz.** 2 gußeiserne Träger halten in Augenhöhe einen 5 cm hohen und 15 cm breiten Spiegel Sp , vor dem 2 Lote $L_1 L_2$ hängen, die sich in einer zur Spiegelebene genau parallelen Ebene verschieben lassen. Ihre Entfernung ist an einer Skala mit Nonius abzulesen. Um ein Pendeln der Fäden zu vermeiden, tauchen dieselben mit ihren Bleigewichten in eine kleine Wanne, die mit einer die Bewegung dämpfenden Flüssigkeit gefüllt wird.

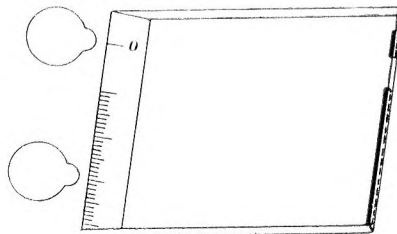
Der Kopf des Beobachters wird mittels eines an einem Stativ befestigten Reißbrettchens (vgl. Nr. 63) fixiert und der Spiegel möglichst genau in eine frontal-parallele Ebene gebracht.

Die Messung des Augenabstandes geschieht in der Weise, daß man zunächst einen Faden so vor dem gleichseitigen Auge umherschreibt, bis er sich mit seinem Spiegelbilde deckt; dasselbe tut man sodann mit dem anderen Lot. Die auf der Skala abgelesene Distanz der Fäden stellt die Pupillardistanz dar.

Nr. 58 a. **Derselbe mit Feinstellung der Lote durch Schrauben.**

Nr. 59. **Einfacher Augenabstandsmesser nach Zeiss.** Wenn es nicht auf größere Genauigkeit ankommt, so genügt dieses kleine Instrumentchen zur Bestimmung der Basallinie. Im Gegensatz zu dem vorigen Apparat fällt die exakte Fixierung des Kopfes weg. Im Übrigen ist das Prinzip ein ähnliches.

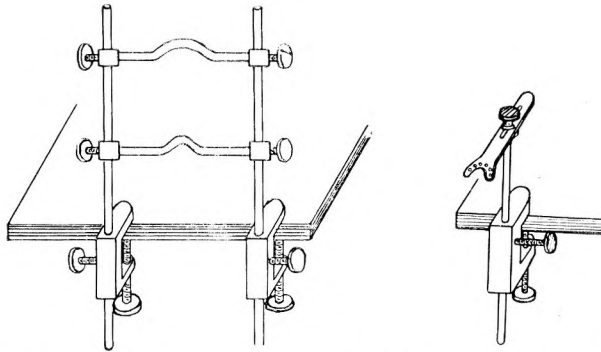
Das Instrument besteht aus nichts weiter als aus einer kleinen, flachen Pappschachtel, deren eine kürzere Seite schräg gestellt und mit einer Skala versehen ist, während die gegenüberliegende Seite 2 Spiegelchen (in der Figur gestrichelt gezeichnet) trägt. Die Skala besteht auf der linken Seite aus einer 0-Marke und auf der rechten aus 30 mm Teilstrichen, die nach ihrer Entfernung von der 0-Marke bezeichnet sind. Entsprechend ist in der gegenüberstehenden Wand links ein kurzes, rechts ein längeres Spiegelchen eingesetzt.



Man legt das Instrument mit der schrägen Seite ungefähr symmetrisch an der Nasenwurzel an. Dann betrachtet man im kleineren Spiegel seine linke Pupille und verschiebt das Instrument so lange nach rechts oder links, bis die durch den Spiegel ebenfalls gesehene 0-Marke genau unter der Mitte der linken Pupille zu liegen kommt. Indem man darauf bedacht ist, das Instrument nicht zu verschieben, fixiert man sodann seine rechte Pupille und liest gleichzeitig an der Millimeterskala ab, welcher Teilstrich wieder unter der Mitte der Pupille liegt. Diese beiden Einstellungen wiederholt man mehrmals zur Kontrolle. Der an der Skala abgelesene Teilstrich zeigt, wie man leicht einsieht, die Pupillendistanz an.

Nr. 60. **Kopfhalter**, wie er von Photographen benutzt wird, mit stabilem Fuß und mehrfach verstellbarem, mit Tuch überzogenem Bügel zum Anlehnen des Hinterkopfes.

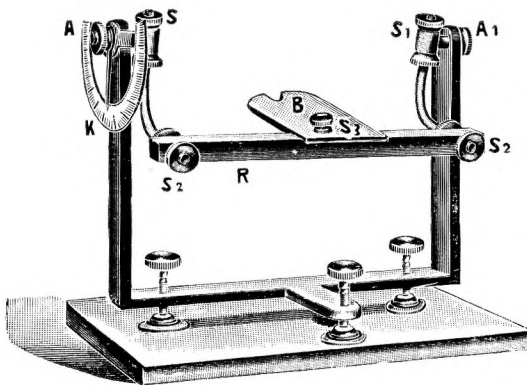
Nr. 61. **Stirnhalter.** In einer Zwinde ist ein kräftiger Eisenstab in vertikaler Richtung verschiebbar, der ein lyraförmig gebogenes Flacheisen trägt, dessen obere Enden durch ein straffgespanntes Band verbunden sind. An dieses wird die Stirne gelehnt.



Nr. 62. **Stirn- und Kinnhalter.** Zwei Zwingen werden im Abstand von 30 cm an die Tischkante geschraubt. Jede trägt einen vertikalen Stab. An diesen Stäben lassen sich 2 horizontale Verbindungsleisten verschieben, von denen die obere zum Anlegen der Stirne, die untere zum Anlegen des Kinnes bestimmt ist. In der Mitte haben sie eine der Stirn bzw. dem Kinn entsprechende flache Ausbuchtung, die mit schwarzem Sammet überzogen ist.

Nr. 63. **Einfacher Kopffixierer (Beißbrettchen).** Eine vollkommen exakte Fixierung des Kopfes kann nur durch das von Helmholz erdachte Beißbrettchen erreicht werden. In einer Zwinde wird ein Stab in entsprechender Höhe festgeklemmt und an dessen oberem Ende das vernickelte Beißbrettchen festgeschraubt. Es läßt sich in einem Schlitze ein wenig nach vorne und hinten schieben und auch zur Seite drehen. Die Löcher in dem Brettchen haben den Zweck, daß die Schellack- oder Stentsmasse, in welche die Zähne abgedrückt werden, sicher hält. Dem Apparat werden 3 Beißbrettchen beigegeben.

Nr. 64. **Kopffixierer nach Hering.** (Die Lehre vom binokularen Sehen, S. 78.) In den Axen $A A_1$, die genau in denselben horizontalen Geraden liegen, dreht sich der innere Rahmen R des Kopfhalters, welcher das Beißbrettchen B trägt. Zu-



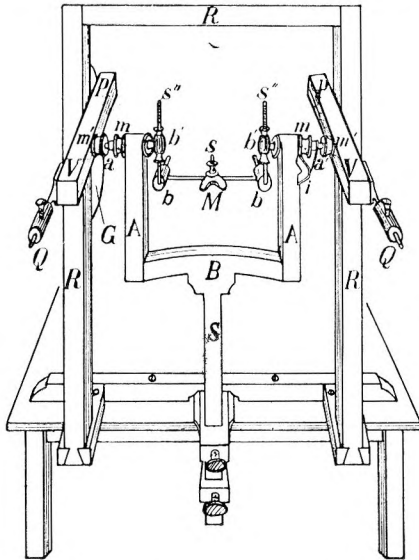
nächst fixiert man die Lage des Kopfes relativ zum Beißbrettchen, indem man auf dieses Stentsmasse oder Schellack aufträgt und in denselben beißt, so daß ein Abdruck der Zähne gebildet wird. Sodann wird der Apparat so eingestellt, daß die Drehpunkte der Augen in der Linie $A A_1$ liegen. Um das zu ermöglichen, sind der Rahmen und das Beißbrettchen in mehrfacher Hinsicht verstellbar. Zunächst kann der ganze Rahmen durch die Schrauben S_1, S_1 verschieden hoch gestellt werden; dann ist die vordere, das Beißbrettchen haltende

Leiste durch die Schrauben S_2, S_2 nach vorn und hinten zu verschieben. Endlich läßt sich das Beißbrettchen um die vertikale Axe der Schraube S_3 beliebig drehen und außerdem in einem Schlitze um einige Zentimeter nach vorn und hinten schieben, ähnlich wie das Beißbrettchen in Nr. 63. Ist die angedeutete Kopflage erreicht und durch den Abdruck der Zähne fixiert, so kann man – und das ist der Hauptzweck des Apparates – den Kopf um die durch die Drehpunkte der Augen gehende Axe dadurch neigen, daß man den Rahmen um die Axe $A A_1$ dreht. Der an der Halbkreisteilung K ablesbare Winkel gibt dann die Neigung der Blickebene an.

Über die Kontrolle dafür, ob die Augen die geforderte Stellung wirklich einnehmen, vergleiche die oben zitierte Abhandlung.

Nr. 65. **Kopffixierer nach Donders.** Arch. f. Ophthalm. Bd. 21, III, S. 110.)

Der Apparat ist zunächst für das Isoskop (vgl. Nr. 50) gebaut, läßt sich jedoch auch gesondert von diesem verwenden. Das Prinzip und der Zweck sind dieselben wie beim Hering'schen Kopffixierer Nr. 64; auch die Konstruktion ist wenig geändert. An dem Tisch T ist der Stab S befestigt, der den Bügel ABA trägt.



Durch die Enden desselben geht die Axe $a a'$, um welche der Kopf gedreht werden soll. Der um diese Axe drehbare Teil des Apparates ist genau so konstruiert wie beim Hering'schen Instrument. Nur ist das Beißbrettchen längs der Messungsstange s , an der es sitzt, verschiebbar und um sie drehbar.

Gebraucht man den Kopffixierer zu Versuchen mit dem Isoskop, so wird er in folgender Weise mit demselben verbunden. Um den Kopfhalter herum wird der große Rahmen R aufgestellt, welcher 2 kräftige Arme VP trägt, die um die Axen m_1 drehbar sind. An ihren Enden wird der feste Rahmen des Isokopes befestigt. Das Gewicht derselben wird durch die Gegengewichte Q ausgeglichen. Der Kopfhalter wird so gerichtet, daß seine Axe $a a'$ mit der Axe $m m^1$ des Rahmens R genau in eine Gerade fällt. Dreht man dann das Isoskop um $m m^1$, so dreht es sich um eine durch die

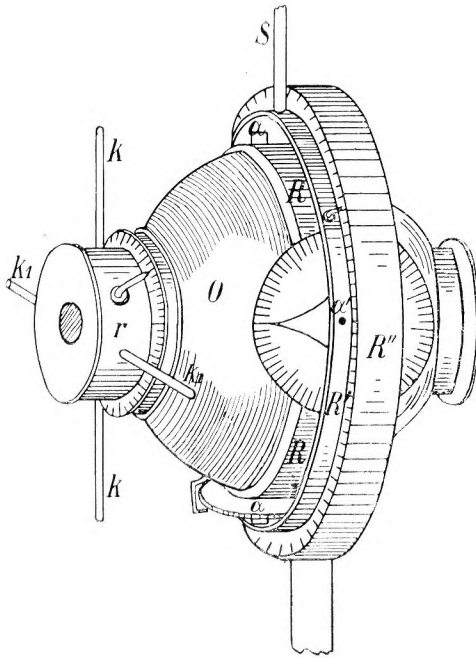
Drehpunkte der Augen gehende Gerade. Fixieren die Augen dabei stets dieselben Punkte der Fäden des Isokopes, so wird auf diese Weise die Blickenebene geneigt. Von dieser Bewegung wird bei kleinen Neigungen der Blickenebene Gebrauch gemacht. Will man größere erzielen, so dreht man den Kopfhalter.

Wie man kontrollieren kann, daß die Axe $a a'$ durch die Drehpunkte der Augen geht, und wie man die Primärstellung erreicht, möge man aus der oben zitierten Abhandlung S. 111 entnehmen.

Nr. 66 **Ophthalmotrop nach Knapp** (vgl. Helmholtz, Physiolog. Optik, II. Aufl., S. 667). Zwei die Augäpfel repräsentierende weiße Kugeln, in welchen Linse, Iris und Pupille markiert sind, sind in Kugelgelenken allseitig drehbar. An den Punkten, welche den Angriffspunkten der Muskel entsprechen, greifen Schnüre an, die so geführt sind, daß auch ihre Richtung der Richtung des Muskelzuges entspricht. Durch Ziehen an diesen Schnüren kann man demonstrieren, welche Wirkung die Kontraktionen der einzelnen Muskel haben und durch welche Muskelkontraktionen die einzelnen tatsächlich vorkommenden Augenbewegungen zustandekommen.

Nr. 67. **Phaenophthalmotrop nach Donders.** („Die Bewegungen des Auges, veranschaulicht durch das Phaenophthalmotrop“, Archiv f. Ophthalmologie, Bd. 16 Abt. I.) Während die Ophthalmotrope zeigen, wie die Augenbewegungen durch Innervation entsprechender Muskel zustandekommen, soll dieses, aus praktischen Vorlesungsbedürfnissen hervorgegangene Instrument in erster Linie die Gesetze der Augenbewegungen selbst, vor allem das Listing'sche Gesetz, anschaulich machen. Welche Muskel verkürzt, bzw. passiv verlängert werden müssen, um diese Bewegungen zu erzeugen, ist eine zweite Frage, die sich, sobald man die Bewegungen selbst klar vor Augen hat, leicht beantworten läßt.

Der Augapfel OO ist um die Axe $a a$ in dem Ringe R drehbar. Dieser Ring dreht sich wieder um die in der Figur horizontal liegende Axe a' , welche in dem Ringe R' R' gelagert ist. Dieser endlich läßt sich mittels des Stiftes S konzentrisch im Ringe R'' drehen. Außerdem ist die vorne im Augapfel steckende Röhre r um ihre eigene Axe zu drehen.



Jede der genannten Drehungen kann ihrem Betrage nach an einer Gradteilung abgelesen werden. Bei der in der Figur gezeichneten Stellung, die der Primärstellung des Auges entspricht, stehen alle Indices auf dem Nullpunkt der zugehörigen Teilung.

Die dem Listing'schen Gesetze entsprechenden Bewegungen aus der Primärlage heraus erreicht man nun in folgender Weise: Die Erhebung oder Senkung des Blickes erhält man durch Drehen des Augapfels um die horizontale Axe a' ; der vertikale Meridian, der im Modell durch die Stäbchen kk repräsentiert ist, bleibt dabei in einer vertikalen Ebene. Die übrigen Bewegungen des Listing'schen Gesetzes erhält man dadurch, daß man die Axe a' aus ihrer horizontalen Lage herausbewegt und nun den Bulbus um diese Axe in ihrer neuen Lage dreht. Die Stäbchen kk bedeuten dabei jenen Meridian, der sich bei der Drehung in seiner eigenen Ebene verschiebt. Will

man erfahren, wie sich der vertikale oder der horizontale Meridian verhält, so braucht man nur nach der Drehung der Axe a' die Röhre r so zu drehen, daß kk wieder vertikal und die Stäbchen $k'k'$ horizontal stehen. Man wird dann bei der Drehung des Auges um a' sofort merken, daß die Stäbchen nicht in einer vertikalen bzw. horizontalen Ebene bleiben. Ihre Neigung kann man leicht feststellen, indem man zusieht, um wieviel Grade man die Röhre r drehen muß, um die Stäbchen in eine vertikale, durch die optische Axe des Auges gehende Ebene zu bringen. Dies geschieht am besten so, daß man durch den Axenkanal, welcher in dem Bulbus freigelassen ist und welcher ein Fadenkreuz trägt, auf einen vertikalen Faden oder eine vertikale Kante blickt und nach dieser die Stäbchen richtet.

Man kann an dem Phaenophthalmotrop auch den von Helmholtz mittels der Nachbilder gelieferten Beweis für das Listing'sche Gesetz demonstrieren. Erzeugt man nämlich in einem Auge ein Nachbild, so sieht man, durch den Axenkanal blickend, daß die Nachbilder wirklich in der Richtung zu stehen scheinen, in welcher die Stäbchen sich auf eine vertikale Wand projizieren.

In die hintere Öffnung des Bulbuskanales kann man eine Mattglasscheibe einschieben, auf die ein Kreuz gezeichnet ist; ähnlich in die vordere Öffnung eine Linse von entsprechender Brennweite. Durch diese bilden sich vertikale und horizontale Linien auf der Mattscheibe ab, und man kann bei den einzelnen Lagen oder Bewegungen des Auges sehen, ob und wieviel die Bilder in ihrer Richtung von den Balken des Kreuzes (also vom vertikalen und horizontalen Meridian) abweichen.

Bisher war von der Axe a noch nicht die Rede. Zur Demonstration des Listing'schen Gesetzes ist diese tatsächlich nicht nötig. Sie hat vielmehr den Zweck, daß man mit dem Instrumente auch anschaulich demonstrieren kann, wie man sich nach Helmholtz die einzelnen, bei der Listing'schen Bewegung resultierenden Lagen geometrisch konstruieren kann, nämlich 1) durch eine Erhebung oder Senkung um die Axe a' , 2) durch eine Seitenwendung um die in Rede stehende Axe a und 3) durch Raddrehung um die optische Axe. Das Auge führt aber diese Bewegungen nicht aus, sondern im wesentlichen nur die eine, dem Listing'schen Gesetze entsprechende Drehung.

Der Apparat wird in einfacherer und komplizierterer Form hergestellt. Bei der einfacheren ist die eben erwähnte Axe a a weggelassen. Dafür ist der Bulbus im Ringe R um die optische Axe drehbar. Dies bringt den Vorteil mit sich, daß man feste Angriffspunkte für die Augenmuskel hat. Beim andern Modell ist dies nicht der Fall; denn bei jeder Drehung der Axe a' aus ihrer horizontalen Lage heraus wird der Bulbus mitgedreht, es müßten also jedesmal andere Angriffspunkte gewählt werden. Hier aber kann man ihn um den gleichen Betrag in dem Ringe R zurückdrehen, er behält also seine Lage bei, ob er nun um eine horizontale, vertikale oder schräge Axe aus dieser Lage heraus gedreht werden soll.

Der ganze Apparat ruht auf einem Stativ, auf welchem er höher oder tiefer gestellt werden kann, damit man ihn der Augenhöhe des Beobachters, der durch den Axenkanal blicken will, anpassen kann.

Endlich wird er in einem größeren und in einem kleineren Modell angefertigt; das erstere ist für Demonstrationen vor einem größeren Auditorium berechnet.

No. 68. Apparat zur Demonstration der Lichtbrechung im Auge nach Hering. In der vorderen Wand eines oben offenen, mit trübem Wasser zu füllenden Blechkastens befindet sich ein sphärisch parallel geschliffenes Glas, welches die Hornhaut repräsentiert. Die hintere Wand wird durch eine Glasplatte gebildet, durch welche man das auf eine davorstehende mattgeschliffene Glasplatte (Netzhaut) entworfene Bild betrachtet. Durch 3 verschieden große Diaphragmen, welche dicht hinter dem erstgenannten Glase einzuschieben sind, kann der Einfluß der Randstrahlen, die von der Pupillengröße abhängige Form der Zerstreuungskreise, ferner durch eingeschobene Glaslinsen die Wirksamkeit der Krystalllinse demonstriert werden. In ein Stativ vor dem Kasten kann zur Demonstration der Wirkung von Brillen eine Sammel- oder eine Zerstreuungslinse eingesetzt werden, ebenso eine durchlochte Hartgummiplatte zur Demonstration des Scheiner'schen Versuches. Durch einen verstellbaren Spiegel wird Sonnen- oder Lampenlicht in den Kasten geworfen.

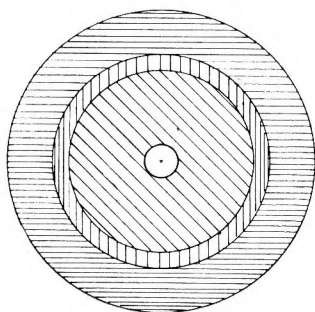
Der Apparat kann auch zur Demonstration des Augenspiegels und des Augenleuchtens verwendet werden. Man ersetzt in diesem Falle die mattgeschliffene Glasplatte durch die beigefügte, mit einer Schrift versehene Messingplatte, deckt den Kasten mit der ebenfalls beigefügten Eisenplatte zu und betrachtet die Schrift durch Linsen, welche in das Stativ eingeschoben werden.

Nr. 69 Distanzvariator nach Chaym. Der Apparat gestattet, die Distanzen von zwei oder drei Punkten, Strichen etc. beliebig zu variieren und ist daher verwendbar zur Untersuchung unserer Fähigkeit, räumliche Distanzen miteinander zu vergleichen. Vor anderen, einfacheren Modellen, welche demselben Zwecke dienen, hat dieser Apparat den Vorzug, daß man jeden der drei Punkte **unabhängig** von den beiden anderen verschieben kann, so daß nicht bloß mit der Vergleichsdistanz, sondern auch mit der Hauptdistanz von Versuch zu Versuch gewechselt werden kann.

Drei in Blechrahmen gefaßte Spiegelglasplatten von rechteckiger Form sind unmittelbar hintereinander verschiebbar. Ihr mittlerer Abstand beträgt 2 mm. In der Mitte jeder Platte ist ein schmaler Streifen von schwarzem Tuchpapier aufgeklebt. 1 mm vor der vordersten Platte ist ein weißer, quadratischer Schirm von 25 cm Seitenlänge aus ölgetränktem Pauspapier ausgespannt. Stellt man nun hinter dem Apparat eine kräftige Lampe (Projektionslampe) auf, so bilden sich von den erwähnten drei Streifen auf dem Schirm scharfe, vollkommen gleiche Schatten. Natürlich muß die Lampe in genügender Entfernung aufgestellt werden; damit ferner die Konturen der Lichtquelle durch den Schirm nicht sichtbar sind, setzt man vor dieselbe Rauchgläser, durch die man zugleich die Intensität des Lichtes regulieren kann.

Die drei Striche, die auch durch Punkte oder andere Objekte ersetzt werden können, werden mit den Glasplatten gegeneinander verschoben, indem man an Stäben anfaßt, die rechts unten an die Rahmen angesetzt sind. Diese Stäbe sind mit einer Millimeter-Skala von 20 cm Länge versehen; ein feststehender Nonius für jeden Stab

III. Apparate zur Untersuchung des Farbensinnes.



Nr. 71. **Kreiselscheiben, 12 Farbentöne, weiß und schwarz.** 3 Größen von den Durchmessern: $19\frac{1}{2}$, $11\frac{1}{2}$ und 9 cm, so daß sich Scheiben der nebenstehenden Form herstellen lassen, in welchem sich von dem durch die äußere und die innere Scheibe gebildeten Grund ein schmaler Ring abhebt. Diese Anordnung ist für Kontrastversuche geeignet. Auf Wunsch liefern wir auch andere Scheibengrößen.

Die Scheiben haben in der Mitte ein Loch von 13 mm Durchmesser, der Dicke unserer Kreiselnaxen entsprechend. Auf Wunsch liefern wir jedoch die Scheiben auch mit einem kleineren Loch oder ohne Loch.



Scheiben in verschiedenen Farben wie vorstehend.

$19\frac{1}{2}$, $11\frac{1}{2}$ und 9 cm Durchmesser.

Nr. 72. **Kreiselscheiben, weißes Barytpapier.**



$19\frac{1}{2}$, $11\frac{1}{2}$ und 9 cm Durchmesser.

Nr. 73. **Kreiselscheiben, tuchschwarz.**



$19\frac{1}{2}$, $11\frac{1}{2}$ und 9 cm Durchmesser.

Nr. 74. **Hinterlege-Scheiben für Kreisel, aus steifem, weißem Zeichenpapier.**

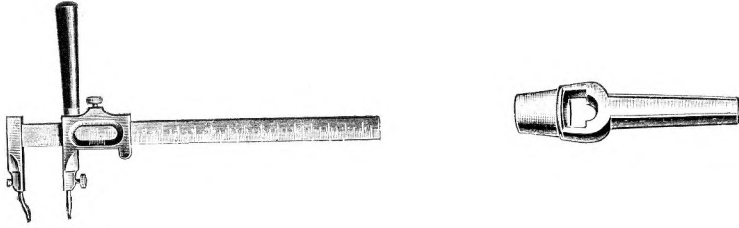
$19\frac{1}{2}$, $11\frac{1}{2}$ und 9 cm Durchmesser.

Nr. 75. **Schutzringe für Kreiselscheiben** aus steifem weißem Zeichenpapier. Ehe man die Schraubenmutter der Kreiselnaxe auf die Scheiben setzt und die letzteren hierdurch fixiert, ist es gut, einen kleinen Ring zwischen Scheibe und Schraubenmutter zu schieben, damit die Scheiben durch die letztere nicht beschädigt werden.

Nr. 76. **Farbige und farblose Papiere.** Größe 50×60 cm. 12 Farben, weiß und schwarz wie bei den Kreiselscheiben Nr. 73.

Nr. 77. **Weißes Barytpapier.** Größe 50×60 cm.

Nr. 78. **Tuchschwarz,** 50 cm breit.

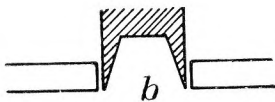
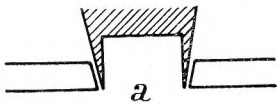


Nr. 79. **Scheibenmesser.** Ein rechteckiger, mit einer Millimeterteilung versehener Stab trägt an seinem einen Ende ein scharfes Messer. Auf ihm kann ein sehr genau sitzender Schieber verschoben und an beliebiger Stelle durch Anziehen einer Schraube fixiert werden. An demselben ist die Spitze befestigt. Setzt man diese in das Papier ein, so kann man mit dem Messer eine Scheibe ausschneiden, ähnlich wie man mit der einen Zirkelspitze einen Kreis zeichnet. Der Halbmesser der Scheibe kann durch Verschieben der Spitze beliebig groß genommen werden. Seine Größe wird an der Skala mittels des an dem Schieber angebrachten Nonius abgelesen.

Nr. 80. **Schablone zum Ausschneiden von Scheiben.** Das Papier, aus dem die Scheibe ausgeschnitten werden soll, wird zwischen die beiden Metallscheiben der Schablone gepreßt und längs des Randes derselben mit einer Scheere sorgfältig abgeschnitten.

Größe: $19\frac{1}{2}$, $11\frac{1}{2}$ und 9 cm Durchmesser.

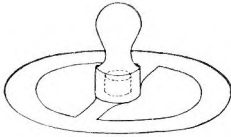
Nr. 81. **Lochstanzen.** Man benötigt sie zu mehreren Zwecken. Erstens um in Kreiselscheiben das Loch in der Mitte auszustanzen, in welches die Axe gesteckt wird. Das Loch muß der Axe ganz genau entsprechen, weil die Scheibe durch dasselbe richtig zentriert werden soll. Natürlich muß zu diesem Zwecke das Loch selbst mit dem Umfang der Scheibe genau konzentrisch sein; andernfalls entstehen unscharfe oder, falls man mehrere Scheiben ineinander gesteckt hat, andersgefärbte Ränder. Zweitens benötigt man die Stanzen zum Ausschlagen von Löchern in Papieren, wenn es sich um Anwendung der Lochmethode handelt. Hierbei soll nämlich das Loch mit der Farbe einer darunter oder dahinter befindlichen Scheibe erfüllt erscheinen. Indem das den Grund bildende und das durch das Loch sichtbare Papier räumlich getrennt sind, kann man sie unabhängig voneinander variieren, z. B. durch verschiedene Beleuchtung, durch verschiedene Neigung zur Lichtquelle, oder dadurch, daß man durch das Loch auf einen Kreisel oder einen Spektralapparat blickt etc. Das Loch muß ganz scharf, die Stanze also gut geschliffen sein; es dürfen ferner die Ränder nicht aufgebogen oder nach innen abschüssig sein. Die Stanzen, die zum Ausstanzen der Löcher von Kreiselscheiben oder für die Lochmethode dienen, sind daher außen zylindrisch und innen konisch geschliffen, wie Fig. b zeigt. Ein Instrument der Form a würde das Papier etwas zusammenpressen und einen glatten, durch seinen Glanz störenden Rand ergeben.



Hingegen eignen sich die Stanzen der Form a zum Ausstanzen von kleinen Scheiben, wie man sie häufig zu Versuchen über Kontrast, über den blinden Fleck etc. benutzt. Hier muß der äußere Rand der Scheiben gerade abgeschnitten, also die Innenseite der Stanzen zylindrisch sein. Diese Form wird auch verwendet, um den äußeren Rand der Schutzringe für die Kreiselscheiben auszuschlagen.

Wir bitten, bei Bestellung anzugeben, ob die Stanze außen oder innen parallel (zylindrisch) geschliffen sein soll. Was die Größe des Durchmessers betrifft, so liefern wir jede gewünschte Größe von 3 bis 30 mm.

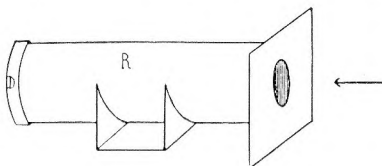
Nr. 82. **Kreisteilung zum Ablesen der Sektoren nach Jacobsohn.** Sie ist mit einem Griff versehen, damit man beim Gebrauche der Kreisteilung mit der Scheibe nicht direkt in Berührung kommt. Der Griff hat eine der Größe der Schraubmutter des Kreises genau entsprechende Höhlung, die in der Figur punktiert gezeichnet ist. Die Durchmesser des Kreisringes, der sowohl außen wie innen in Grade geteilt ist, sind 9,3 und 13 cm.



Nr. 83. **Kreisteilung nach Révész.** Sie besteht aus einem festen und einem beweglichen Sektor. Zunächst wird die schräg abgeschliffene Kante des ersteren genau an die eine Kante des zu messenden Scheibensektors gelegt, dann die schräg abgeschliffene Kante des beweglichen Sektors mit der anderen Kante des zu messenden Sektors zur Deckung gebracht und in dieser Lage festgeschraubt. Auf einer Kreisteilung ist sodann der gesuchte Winkel abzulesen.

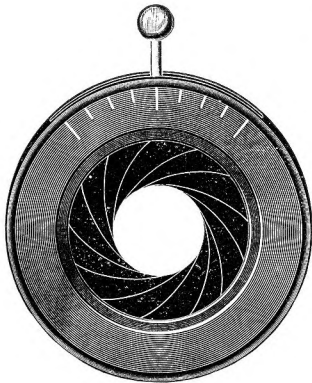
Nr. 84. **Milchglasplatte, 40×60 cm, mit Rahmen und Stativ.** Sie liefert ein rein weißes, sehr helles und gleichmäßiges Feld, das zu manchen Zwecken recht wertvoll ist, z. B. zur Erzeugung eines konstanten Adaptationszustandes, zur Zuspiegelung von weißem Licht, als gleichmäßiger Hintergrund etc. Die Platte ist gerahmt und der Rahmen mit zwei Doppelfüßen versehen, die Platte steht vertikal. Ein Pappkasten, welcher mit dem Apparat mitgeliefert wird, dient zum Schutze der Platte beim Nichtgebrauch.

Nr. 85. **Dunkeltonne.** Die 1 m lange Pappdeckelröhre R ist innen schwarz ausgekleidet; ebenso der fest anschließende, aber abnehmbare Deckel D, der die hintere Wand bildet. Die vordere Wand hat eine kreisrunde Öffnung von



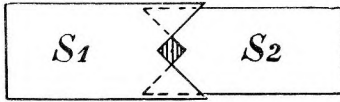
15 cm Durchmesser. Blickt man durch dieselbe in der Richtung des Pfeiles in die Röhre, so fallen, wie man annehmen darf, gar keine Lichtstrahlen auf die der Öffnung entsprechende Netzhautpartie. Die Öffnung ist also, physikalisch gesprochen, absolut schwarz, es ist das beste, erreichbare Schwarz.

No. 86. **Irisblende.** Sie hat eine runde Öffnung, die durch Verschieben des in der Figur oben sichtbaren Hebels vergrößert und verkleinert werden kann.



Das Instrument ist zu zwei verschiedenen Zwecken zu verwenden. Erstens dient es dazu, ein größeres Feld bis auf ein größeres oder kleineres Stück abzublenzen. Zweitens wird es dazu verwendet, bei konstanter Lichtquelle eine Fläche verschieden stark zu beleuchten. Die Beleuchtungsstärke ist der Blendenöffnung proportional. Hinter die Blende muß jedoch ein Milchglas gesetzt werden, welches das Licht annähernd gleichmäßig auf die zu beleuchtende Fläche (die übrigens nicht zu groß sein darf) verteilt. Andernfalls würde bei verschiedener Blendenöffnung einfach ein größerer oder kleinerer Kreis der Fläche beleuchtet werden.

Nr. 87. **Das Diaphragma nach Aubert** hat eine quadratische Öffnung, die dadurch variiert werden kann, daß der Schieber S_1 mehr oder weniger über den Schieber S_2 geschoben wird. Es können natürlich auch beide Schieber symmetrisch



verschoben werden. Der Preis des Instrumentes richtet sich nach seiner Größe und nach der Feinheit, mit der die Verschiebung auszuführen sein soll. Auf Wunsch liefern wir für spezielle Formen einen Kostenanschlag.

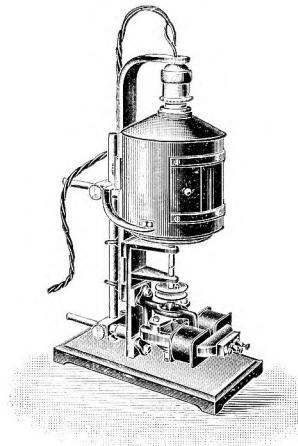
Nr. 88. **Scheibenepiskotister mit Motor.** Die Episkotister dienen ähnlich wie die Blenden (Nr. 86 und 87) dazu, die Intensität einer Lichtquelle abzuschwächen, jedoch tun sie es in der Weise, daß sie das Licht intermittierend in das Auge oder auf die zu beleuchtende Fläche fallen lassen. Nach dem Verhältnis der Zeiten der Beleuchtung und der Zeiten der Beschattung bestimmt sich der Grad der Schwächung der Lichtintensität.

Das Scheibenepiskotister besteht aus einem Kreisel mit ausgefüllten und leeren Sektoren. Die ausgefüllten, schwarzen Sektoren können mehr oder weniger übereinander geschoben werden, wodurch der gesamte schwarze Sektor verkleinert bzw. vergrößert, und dementsprechend der freie, das Licht durchlassende Sektor vergrößert bzw. verkleinert wird. Wir liefern den Apparat direkt mit Motor verbunden mit einem Durchmesser der Scheibe von 11 cm.

„ „ „ „ „ „ 16 „

Nr. 89. **Dasselbe ohne Motor.** Durchmesser 11 cm.

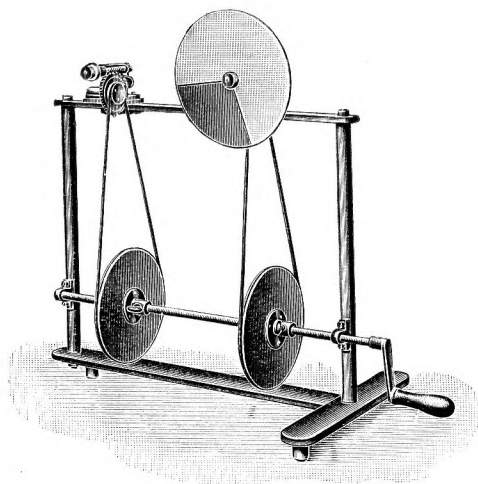
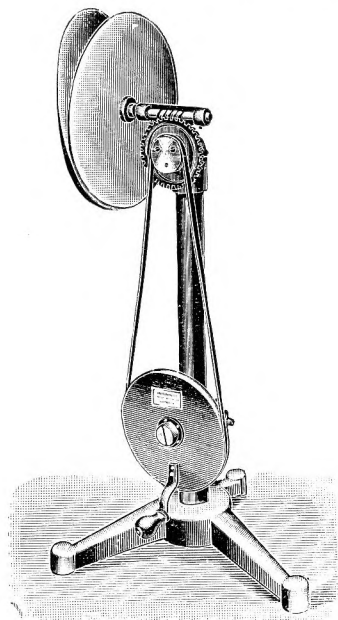
„ 16 „



Nr. 90. **Zylinderepiskotister nach G. E. Müller.** Um eine Nernstlampe rotiert ein Zylinder, dessen Mantel aus 12 verschiebbaren Teilen besteht, von welchen je zwei gegenüberliegende verbunden sind. Diese Teile können so übereinander geschoben werden, daß im Maximum $\frac{10}{12}$ des Zylindermantels frei bleiben, in welchem Falle die Intensität des Lichtes, das bei schneller Rotation nach irgend einer Seite hin ausstrahlt, $\frac{10}{12}$ der Lampenintensität beträgt. Schiebt man nun die einzelnen Mantelstücke heraus, so kann man die Intensität auf einen beliebigen Grad herabsetzen. An einer Kreisteilung kann die Größe des herausgeschobenen Sektors abgelesen und darnach die Intensität leicht berechnet werden. Die Rotation wird durch einen mit dem Apparat verbundenen Elektromotor erzeugt. Um den rotierenden Zylinder ist ein zweiter, feststehender Zylinder gesetzt, der auf allen Seiten geschlossen ist und nur in der Mitte des Mantels, dort wo der Glühkörper der Lampe liegt, einen freien Gürtel hat, dessen Größe variierbar ist. Diese Vorrichtung hat den Zweck, das Licht nur auf die zu beleuchtende Fläche fallen zu lassen. Das ganze Instrument samt Motor ist auf einem Stativ derart befestigt, daß man es vertikal, horizontal oder beliebig schief stellen kann. Gegenüber dem Scheibenepiskotister hat es den Vorzug, daß es mit der

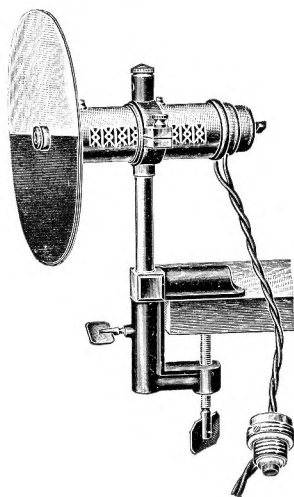
Lampe fest verbunden ist, daß es nur auf den zu beleuchtenden Bereich Licht sendet. Es ist ein in sich fertiger Apparat, der nicht zu seiner Anwendung noch einiger Stative, Schirme, Blenden und eines Motors bedarf.

Nr. 91. Dasselbe ohne Motor.



Nr. 92. Einfacher Kreisel mit Handbetrieb, eigene Konstruktion. Die starke Übersetzung mittels Schneckentriebes, wie sie aus der Figur ersichtlich ist, ermöglicht es, daß durch eine langsame, bequeme Drehung des Kurbelrades eine hinreichend schnelle Rotation des Kreisels bewirkt wird.

Nr. 93. Zweifacher Kreisel mit Handbetrieb, eigene Konstruktion. Die Konstruktion jedes einzelnen Kreisels ist dieselbe wie beim vorigen Apparat. Die Entfernung der 2 Kreisel läßt sich beliebig variieren.

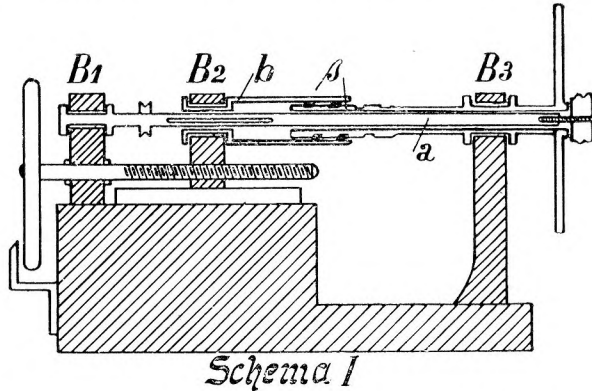


Nr. 94. Einfacher elektrischer Kreisel. Hier ist die Kreiselaxe die Verlängerung der Axe eines kleinen, aber kräftigen Elektromotors. Auf die Konstruktion des letzteren ist besondere Sorgfalt verwendet. Er hat einen Trommelanker und einen zwölfteiligen Kollektor mit Kohlschleifkontakten; ein Durchbrennen der Kontakte ist also ausgeschlossen. Der Motor ist ferner mit festmontierten Ausschaltern versehen. Der Kreisel ist, wie die Figur zeigt, auf eine Zwinge gesetzt. Hinter der Kreiselscheibe ist eine Rolle angebracht, um den Apparat auch als Motor zum Antrieb anderer Apparate benutzen zu können.

Für Gleichstrommotor	110 Volt.
"	220 "
"	4-8 "
" Wechselstrommotor	110 "
"	220 "

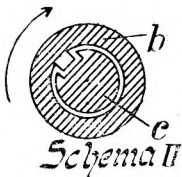
Nr. 95. **Vierfacher Kreisel für Hand- oder Motorbetrieb**, namentlich zu Demonstrationen geeignet. Hinter den Kreiseln ist ein Tuch von mittlerem Grau gespannt.

Nr. 96. **Variationskreisel nach Musil**. Dieser Kreisel dient demselben Zweck wie der bekannte Kreisel nach Marbe; das Verhältnis der Sektoren während der Rotation variieren zu können. Er unterscheidet sich jedoch von diesem dadurch,



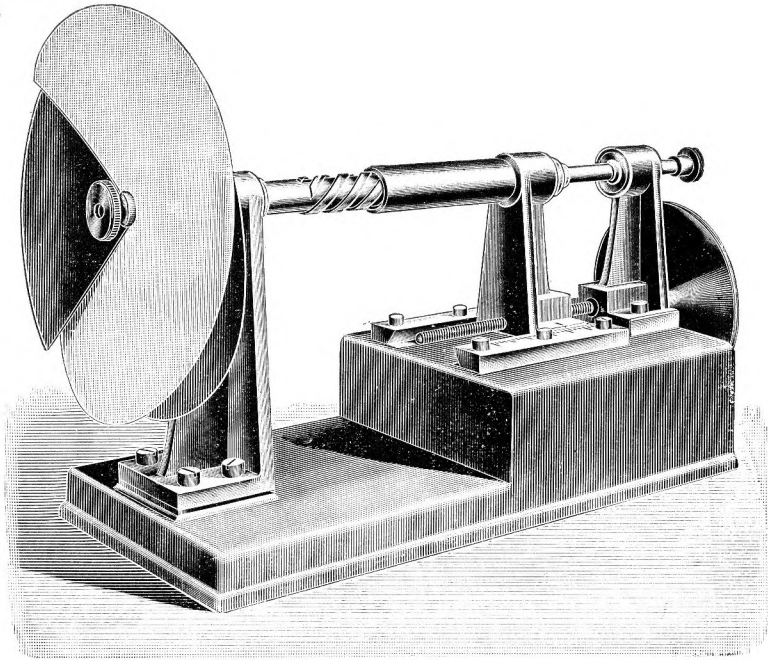
daß man das Sektorenverhältnis auch während der Rotation mit vollständiger Genauigkeit ablesen kann, was bei dem Marbe'schen Instrument infolge der nicht ganz konstanten Länge der Darmsaite nicht möglich ist. Das Prinzip des Musil'schen Apparates ist von dem des Marbe'schen ganz verschieden.

Auf einem sehr stabilen gußeisernen Sockel erheben sich 3 ebenfalls gußeiserne Böcke B_1, B_2, B_3 (siehe das Schema I). Der mittlere sitzt auf einem Schlitten, der in einer Schwalbenschwanzführung sehr exakt vorwärts und rückwärts gleitet; die beiden anderen Böcke sind fest. Durch Bohrungen an den oberen Enden aller 3 Böcke geht zunächst die Axe a , an deren hinterem Ende eine Rolle sitzt, für die Schnur des Motors bestimmt, der den Kreisel treiben soll. Über diese Axe sind 2 Hülsen gesteckt. Die eine Hülse b sitzt an dem mittleren Bock und verschiebt sich, wie aus dem Schema I verständlich ist, mit diesem nach vorne und hinten. Sie dreht sich bei der Rotation der erstgenannten Axe mit dieser stets mit, indem ein an ihr befestigter Stift in eine entsprechende Einkerbung der Axe eingreift. Schema II zeigt dies vergrößert im



Querschnitt. Damit aber gleichzeitig die Hülse mit dem Bock längs der Axe nach vorne und hinten verschoben werden kann, besteht die Einkerbung in einer längeren Furche, wie sie in Schema I angedeutet ist. Über die Axe a ist weiter die Hülse c geschoben; sie kann nicht nach vorne und hinten bewegt werden, da sie an dem festen Bock B_3 sitzt. Sie trägt ein ziemlich steiles Gewinde, in welches die Backen $\beta\beta$ eingreifen, die im Innern an der Röhre b sitzen. Durch dieselben wird diese Hülse von der Hülse b bei der Rotation mitgerissen. Verschiebt man nun den mittleren Bock nach vorne, so muß, da sich die Backen nicht geradlinig, sondern nur in Schraubenwindungen in den Furchen der Spindel c nach vorne bewegen können, gleichzeitig die Hülse b und mit ihr die Axe a um c gedreht werden, oder es dreht sich umgekehrt c gegen a und b . Diese Verschiebung gegeneinander tritt natürlich ebensogut bei rotierender, wie bei ruhender Axe ein. Es kann also während der Rotation die Hülse c um die Axe a gedreht werden. Da nun an ihnen vorne die beiden Kreiselscheiben befestigt sind, so kann auch deren Sektorenverhältnis während der Rotation variiert werden.

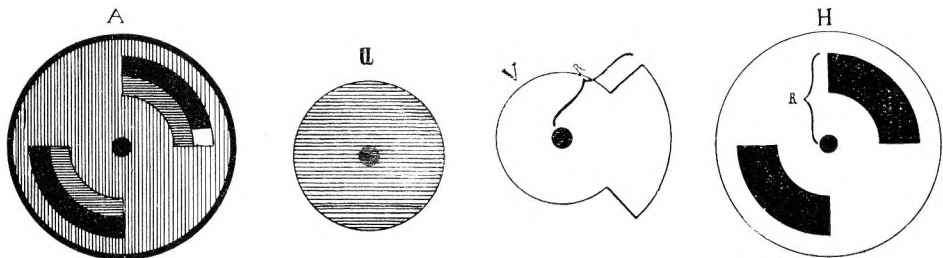
Jeder Größe des einen von den Scheiben gebildeten Sektors entspricht eine bestimmte Stellung des mittleren Bockes in seiner Führung. Dieselbe kann durch 2 Skalen abgelesen werden: zunächst an der Millimereinteilung, die an einer der



Führungsschienen angebracht ist. Die genauere Ablesung aber geschieht mittels einer Gradteilung der Peripherie der Handscheibe H. Diese letztere sitzt an der Axe d d, und mit ihr wird die Spindel gedreht, an welcher sich der Bock nach vorne oder hinten schraubt (vgl. Schema I).

Nr. 97. Scheibe zur Bestimmung der Weißvalenz vor der Dunkeltonne.

Die Vorrichtung dient dazu, die Weißvalenz einer grauen oder farbigen Papierscheibe zu bestimmen, indem eine Gleichung bzw. Helligkeitsgleichung zwischen der Farbe der letzteren und einem Gemisch aus einem Normalweiß (Barytpapier) und dem absoluten Schwarz hergestellt wird, das eine Dunkeltonne liefert. Vor der Tonne wird ein Kreisel aufgestellt und auf ihm Scheiben von folgender Form festgeschraubt. Zu unterst wird die Hinterscheibe H gelegt, welche zwei ringförmige Ausschnitte von je

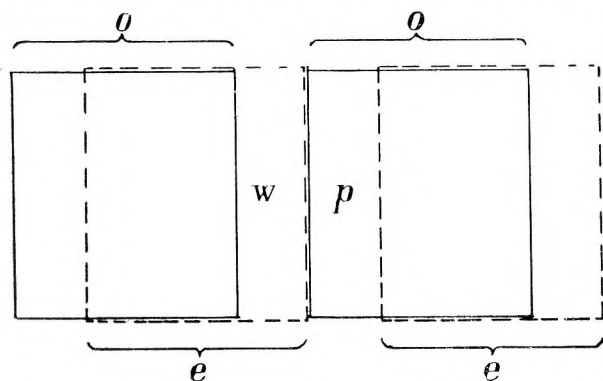


90° und auf der Hinterseite an beiden Rändern der Ausschnitte Kreisteilungen besitzt. Auf diese Scheibe wird die weiße Barytscheibe V gelegt, welche einen Vorsprung hat, dessen Durchmesser R^1 ein wenig über den Durchmesser R der Hinterscheibe vorragt. Auf diese Scheibe kommt die zu untersuchende, horizontalschraffierte Scheibe u und endlich auf diese eine dunkelgraue, in der Figur A vertikalschraffierte Scheibe. Durch einen schmalen geschwärtzten Blechring, der am Rande über die zusammengesetzte Scheibe gelegt und durch 3 Schraubchen an der Hinterscheibe befestigt wird, werden die Scheiben aneinander festgehalten. Fig. A gibt das Bild der auf diese Weise

zusammengesetzten Scheibe. Es entstehen bei der Rotation auf grauem Grunde zwei Ringe, von welchen der innere zur Hälfte die zu untersuchende Farbe enthält, der äußere zur Hälfte ein Gemisch aus Weiß und absolutem Schwarz, da ja durch die Ausschnitte auf die dahinterstehende Dunkeltonne gesehen wird. Zur anderen Hälfte enthalten beide Ringe das Grau des Hintergrundes. Man schiebt nun den Weißsektor so lange über die Öffnung, bis die beiden Ringe gleich bzw. gleich hell erscheinen. An der an der Hinterscheibe angebrachten Skala kann die Größe des Weißsektors abgelesen werden.

Nr. 98. **Polariphotometer nach Hering.** (Grundzüge der Lehre vom Lichtsinn, 1. Lfg. 1905, S. 67). Das Instrument ermöglicht es, ähnlich wie die Scheibe zur Bestimmung des Kreiselwertes (Nr. 97), festzustellen, wieviel Licht ein Papier reflektiert (Remissionsvermögen im Verhältnis zu einem weißen Normalpapier (Barytweiß). Wie dort, so wird auch hier das Normalweiß mit dem idealen Schwarz des Dunkelkastens (Nr. 85) sozusagen gemischt und das Mischungsverhältnis so lange geändert, bis eine der zu untersuchenden gleiche, bzw. gleichhelle Farbe herauskommt.

Die Dunkeltonne wird vertikal auf den Boden gestellt, mit der Öffnung nach oben gerichtet. Über dieselbe schiebt man von rechts und von links her zwei Streifen, der eine von Normalweiß, der andere von dem zu eichenden Papier; der Zwischenraum wird durch das Schwarz der Dunkeltonne erfüllt. Das Ganze betrachtet man durch das Polariphotometer; dasselbe besteht aus einem doppelbrechenden Prisma und aus einem darüber befindlichen Nikol. Das erstere erzeugt von jedem Streifen 2 nebeneinanderliegende Bilder o und e . Die Streifen werden einander soweit genähert, daß, wie das

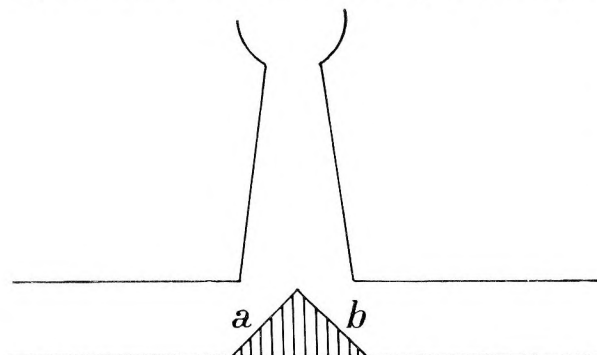


Schema zeigt, das ordinäre Bild o des rechten und das extraordinäre Bild e des linken Streifens sich eben berühren.

Durch den drehbaren Nikol über dem Prisma werden die beiden Streifen w und p betrachtet. Er wird zunächst so gestellt, daß das extraordinäre Bild, also w ganz verschwindet. Dreht man ihn dann aus dieser Stellung heraus, so wird w sichtbar und immer stärker, während p schwächer wird. Bei

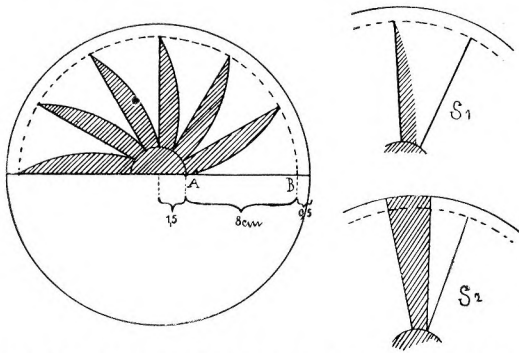
einer gewissen Stellung ist $w=p$. War hierzu eine Drehung um φ° nötig, so ist $360 \operatorname{tg}^2 \varphi$ der Kreiselwert des untersuchten Papiers.

Nr. 99. **Einfaches Photometer nach Bougner.** (Vergl. Hering, Grundzüge der Lehre vom Lichtsinn, 1. Lfg. 1905 S. 15.) Es besteht aus einem T förmigen, innen sorgfältig geschwärzten Kasten, in dessen Mitte ein Holzprisma eingesetzt ist, dessen Kante dem von oben herab blickenden Beobachter zugekehrt ist. Auf die beiden Flächen a b werden die zu vergleichenden Papiere (auf Glas aufgezogen) gelegt und von rechts und links her durch gleiche Lichtquellen aus solcher Entfernung beleuchtet, daß sie gleich erscheinen. Legt man gleiche



Legt man gleiche

Papiere auf, so kann man auf diese Weise das Intensitätsverhältnis der Lichtquellen bestimmen. Auch Schwellen lassen sich in derselben Weise bestimmen und demonstrieren. Endlich sei u. a. auf den von Hering a. a. O. S. 15 beschriebenen Versuch hingewiesen.

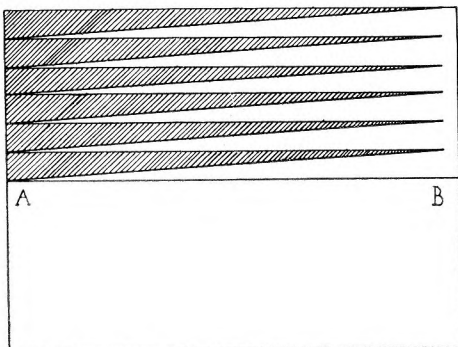


Nr. 100. **Flimmerphotometer für Scheiben nach Schenck.** Die eine Hälfte einer weißen Scheibe ist in der Weise, wie die nebenstehende Figur zeigt, mit Sektoren aus Tuchschwarz teilweise überklebt; dieselben sind so geschnitten, daß sie vom Kreise A aus bis zum Kreise B proportional der Entfernung der Entfernung von A abnehmen. Außen und innen ist die Scheibe ganz weiß, bzw. ganz schwarz. Die Dimensionen sind aus der Figur ersichtlich. Die Kreise A und B werden auf der

Scheibe nicht verzeichnet. Will man den Übergang vom Schwarz zum Weiß allmählicher haben, so benutzt man 2 Scheiben, deren Sektoren so geformt sind, wie die Nebenfiguren S_1 , S_2 zeigen.

Mit diesen Scheiben wird die auf ihre Helligkeit hin zu prüfende farbige Scheibe so zusammengesteckt, daß die letztere die weiße Hälfte der ersteren überdeckt. Läßt man die Scheibe zunächst so langsam rotieren, daß sie noch überall flimmert, und steigert dann die Rotationsgeschwindigkeit allmählich, so hört zuerst derjenige Ring der Scheibe auf zu flimmern, dessen Schwarz-Weiß-Sektoren ein Grau liefern, welches ebenso hell ist wie die Farbe. Diesen Ring genau zu bestimmen, dazu dient das vor die Scheibe gesetzte, mit dem Kreisel fest verbundene Flimmerphotometer.

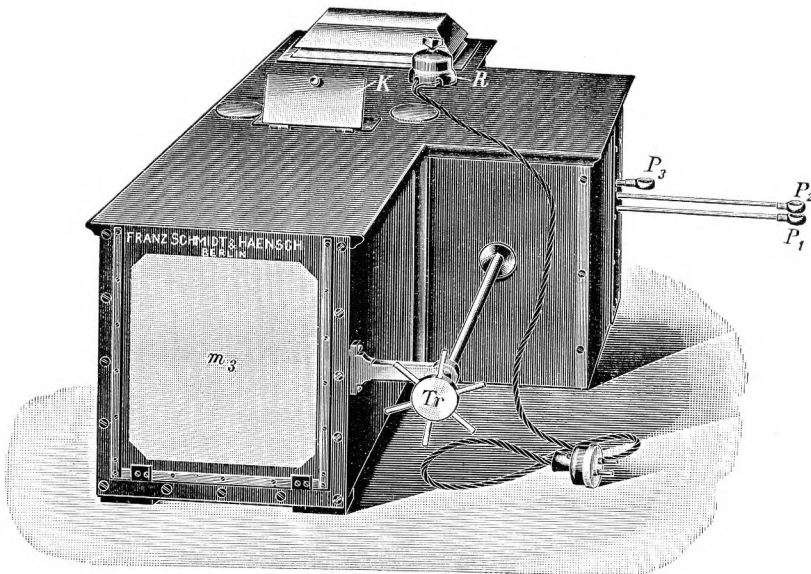
Es besteht aus einem Schirm, welcher in der Höhe des Mittelpunktes der Scheiben eine kleine Öffnung hat, und welcher an einer Zahnstange horizontal zu verschieben ist. Durch die Öffnung blickend, sieht man ein kleines Stück der Scheibe. Man verschiebt nun den Schirm so lange, bis man den Bereich findet, der nicht mehr flimmert. An einer verschiebbaren Skala, deren Nullpunkt genau auf den Punkt A eingestellt wird, läßt sich die Entfernung des gefundenen Bereiches von diesem Punkte A ablesen und damit das Grau des Ringes und die Helligkeit der Farbe bestimmen. Zur Fixierung des Blickes dient ein Stirnhalter und ein Dioptr. Das durch die Öffnung des Dioptr. sichtbare Stückchen kann durch entsprechende Wahl der Öffnung so klein gemacht werden, daß es sich ganz auf der fovea abbildet. Natürlich kann man mittels dieses Apparates auch die Flimmerhelligkeit auf peripheren Netzhautteilen bestimmen. Wir liefern diesen Apparat in Verbindung mit einem durch einen separaten regulierbaren Motor zu betreibenden Kreisel.



Nr. 101. **Flimmerphotometer für Zylinder.** Statt der rotierenden Scheibe ist hier ein Zylinder benutzt, der zur einen Hälfte mit dem zu messenden farbigen, zur anderen Hälfte mit einem weißen Papier bedeckt wird; auf das letztere sind, wie die nebenstehende Figur zeigt, 6 Dreiecke aus Tuchschwarz aufgeklebt, so daß das Schwarz von A bis B proportional der Entfernung von A abnimmt. Die Papiere werden durch Gummiringe auf dem Zylinder festgehalten. Da der Zylinder und dem-

entsprechend der Verschiebungsbereich des Flimmerphotometers 30 cm lang ist, so läßt sich das kritische Grau sehr genau bestimmen. Der Preis bezieht sich auch hier auf das Photometer und den entsprechenden, durch einen separaten Motor zu treibenden Rotationsapparat.

Nr. 102. **Apparat zur Bestimmung der peripheren Helligkeit nach Hering.** (Arch. f. Ophthalm. Bd. 35, Abt. 4, S. 25.) Durch ein kleines Loch in einem mit grauem Papier überspannten Rahmen ist die Farbe eines darunter befindlichen rotierenden Kreisels sichtbar. Bei genügend seitlicher Fixation wird die Farbe in einem gewissen Grau gesehen. Neigt man nun den um die horizontale Axe drehbaren Rahmen mehr oder weniger gegen das Fenster, indem man ihn mittels des Griffes dreht, so kommt man zu einer Lage, bei welcher sich das Loch nicht mehr vom Grunde unterscheidet. Der Grund hat dann diejenige Helligkeit, in welcher die Farbe des Kreisels bei peripherer Betrachtung erscheint. Die Rotation der Scheibe wird durch Drehen des Antriebsrades erzeugt. Dem Apparat werden vier Rahmen mit verschieden hellem Grau beigegeben.



Nr. 103. **Adaptometer nach Nagel.** (Zwei Apparate für die augenärztliche Funktionsprüfung, Zeitschrift f. Augenheilkunde, Bd. 17, H. 3.) Das Adaptometer gestattet, den Adaptionszustand (Hell-Dunkel-Adaption) in außerordentlich genauer Weise zu messen, indem es die Bestimmung ermöglicht, wie hell eine weiße Fläche von bestimmter Größe beleuchtet werden muß, damit sie sich von der völlig dunklen Umgebung (Dunkelzimmer) eben abhebt (absolute Schwelle).

In dem einen Ende des Kastens sind drei Osmiumlampen aufgestellt, die sich durch ihr konstantes Licht auszeichnen. (Ihre geringe Gelbvalenz wird durch eine blau gefärbte Milchglasscheibe kompensiert.) Sie beleuchten eine in die gegenüberliegende Wand eingelassene Milchglasplatte m_3 , welche das von dem Beobachter zu betrachtende Objekt bildet. Da die Schwelle bei verschiedener Größe des beleuchteten Feldes verschieden ist, so ist, um ein Normalfeld zu haben, bei den Apparaten der neuesten Konstruktion vor die Milchglasplatte eine Blende mit kreisförmiger Öffnung von 10 cm Durchmesser gesetzt.

Beleuchten die Lampen direkt die Fläche m_3 , so liegt seine Helligkeit auch bei starker Helladaption bedeutend über der Schwelle. Es handelt sich also darum, die

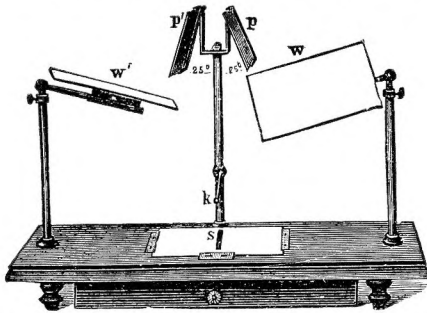
Lichtstärke abschwächen zu können. Dies ist erstens durch drei durchlöchernte Metallscheiben ermöglicht, deren Löcher eine solche Größe haben, daß durch Einschieben der hintersten Scheibe die Intensität auf $\frac{1}{20}$ herabgesetzt wird, und ebenso durch Hinzufügen der mittleren und vorderen Scheibe die Intensität jedesmal auf $\frac{1}{20}$ des früheren Betrages sinkt; zusammen bewirken also die 3 Scheiben eine Herabsetzung der Lichtstärke auf $\frac{1}{8000}$. Weiter befindet sich in der Mitte des Kastens ein Aubert'sches Diaphragma, dessen Öffnung zwischen 1 und 10000 mm² variiert werden kann. Die Beleuchtungsstärke von m_3 ist aber der Größe der Diaphragmaöffnung proportional. Also verhalten sich die extremen Beleuchtungsstärken, die durch Ein- und Ausschleiben der Platten und durch Verstellen des Diaphragmas erreichbar sind, wie 1:80 Millionen. Die Öffnung des Diaphragmas wird durch Drehen des Steuerrades Tr variiert und seine Größe durch das Fenster K in der oberen Wand des Kastens an einer Skala abgelesen.

Hat man diejenige Einstellung des Apparates bestimmt, bei welcher die Lichtstärke des Feldes 1 Meterkerze ist (es ist dies die Schwelle für ein gut hell adaptiertes Auge), so läßt sich für jede andere Einstellung die Lichtstärke nach diesem absoluten Maße ausdrücken; man hat nur mit einer Konstanten zu multiplizieren.

Um im Dunkeln das zu betrachtende Feld finden zu können, ist es vorteilhaft, etwa an den oberen Rand desselben das Fixierzeichen Nr. 131 zu halten.

Die Lampen dürfen nicht zu lange brennen, da sonst die Hitze den Apparat beschädigen kann.

Nr. 104. **Apparat für Simultankontrast nach Hering.** (Zeitschrift f. Psych. Bd. 1.) Man bringt die Augen von oben her möglichst nahe an die beiden farbigen Glasplatten pp_1 heran und fixiert, durch dieselben blickend, den Knopf k. Der



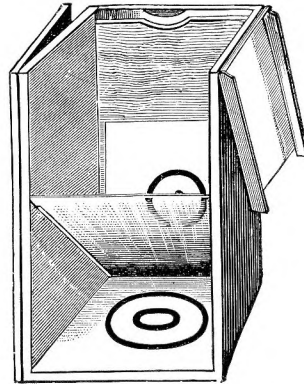
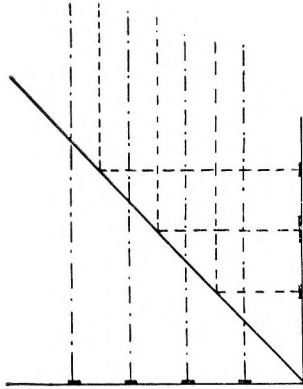
von der weißen Grundplatte sich abhebende schwarze Streifen s erscheint dabei in Doppelbildern, welche, wenn die beliebig auszuwechselnden Gläser pp_1 verschiedenfarbig sind, ebenfalls verschieden gefärbt erscheinen, was nach der psychologischen Theorie des Kontrastes unmöglich wäre, da der Grund einfarbig, nämlich in der Mischfarbe der beiden Gläser erscheint.

Mittels der allseitig verstellbaren weißen Platten $w'w$ kann man der Farbe der Gläser mehr oder weniger weißes Licht zusetzen, um die Kontrastfarben besser zur Geltung zu bringen. Aus dem gleichen Grunde sind die Platten $p'p$ drehbar. Die farbigen Gläser können ausgewechselt und die jeweilig nicht benötigten Gläser in der Schublade des Tisches aufbewahrt werden.

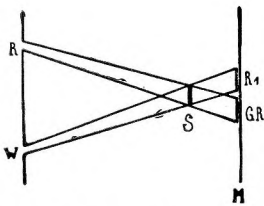
Der Apparat läßt sich auch zur Demonstration des binokularen Kontrastes verwenden.

Der Apparat läßt sich auch zur Demonstration des binokularen Kontrastes verwenden.

Nr. 105. **Apparat zur Demonstration des Spiegelkontrastes nach Hering.** (Pflügers Archiv Bd. 41, Seite 358.) In einen oben und vorne zu öffnenden Kasten sind unter dem Winkel von 45° Spiegelglasplatten von verschieden gefärbtem Glas einzusetzen. An der Grundfläche und an der Hinterfläche sind weiße Kartons mit schwarzen, 1 cm breiten Ringen von verschiedenen Durchmessern angeklebt. Blickt man von oben in den Kasten, so sieht man die untere Platte durch das Glas z. B. grün gefärbt, während von der hinteren Platte infolge der Reflexion an der oberen Fläche des grünen Glases weißes Licht heraufgesendet wird. Die Durchmesser der Ringe der beiden Platten sind nun, wie das Schema zeigt, so gewählt, daß zwischen je zwei Ringen der einen Platte ein Ring der anderen Platte gesehen wird. Die Ringe der unteren Platte erscheinen in der Kontrastfarbe, in unserem Falle rosa, die Ringe der hinteren Platte grün; der Grund ist weißlichgrün gefärbt. Eine unten am Kasten angebrachte Holzklappe, welche in der Figur nicht gezeichnet ist, dient dazu, das in den



Kasten fallende Licht abzuschwächen und jene Beleuchtungsstärke herzustellen, bei welcher die Kontrastfarbe am intensivsten gesehen wird. Bei dunkleren Platten neigt man sie nach unten, bei helleren, z. B. Gelb, stellt man sie nahezu senkrecht.



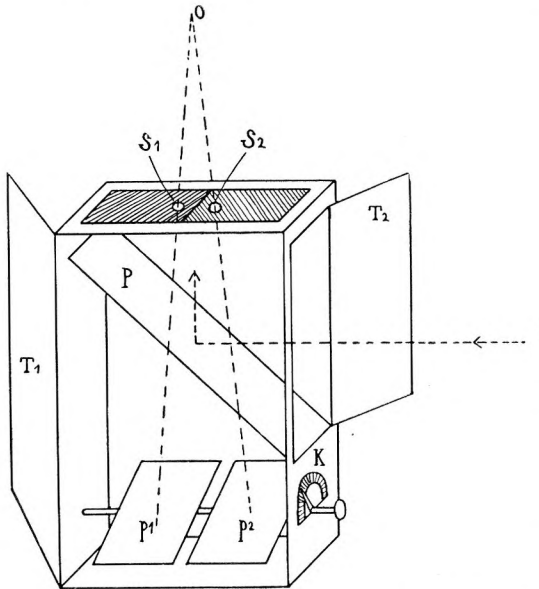
Nr. 106. **Farbige Fenster zur Erzeugung farbiger Schatten nach Hering.** (Pflügers Archiv Bd. 42, S. 113.)

Ein in einer Dunkelkammer einzusetzendes Fenster ist folgendermaßen eingerichtet: Durch zwei, etwa in $\frac{1}{2}$ m Entfernung nebeneinander liegende, in ihrer Breite variierbare Spalte kann das Tageslicht einfallen. Der eine Spalt wird durch Fenster mit farbigem Glas verschlossen, vor dem anderen Spalt läßt sich ein zur Hälfte aus Milchglas gebildetes, zur Hälfte undurchsichtiges Fenster in vertikaler Richtung verschieben. Läßt man durch den ersteren Spalt z. B. rotes Licht R eindringen, so beleuchtet dasselbe die Milchglasplatte M mit Ausnahme eines Streifens GR, welcher im Schatten der vor der Platte vertikal stehenden Leiste S liegt. Infolge der roten Umgebung des Streifens erscheint derselbe in der Kontrastfarbe (grün), welche bei günstiger Beleuchtung von dem weißen Fenster W her sehr deutlich hervortritt. Der Streifen R ist nur von dem roten und nicht vom weißen Fenster beleuchtet und erscheint daher viel gesättigter als die übrige Platte. Das Experiment gehört zu den schönsten Demonstrationsversuchen. Zur Bestimmung des Preises ist die Angabe der Größe der Fenster notwendig.

Nr. 107. **Doppelter Nuancierungsapparat nach Hering.** (Grundzüge der Lehre vom Lichtsinn, 2. Lfg. 1907, S. 121). Bei diesem Apparate ist in fruchtbarer Weise das Prinzip verwendet, durch verschiedene **Neigung** eines farbigen oder farblosen Feldes gegen die Lichtquelle, z. B. gegen das Fenster, innerhalb weiter Grenzen jede Intensitätsnuance herzustellen.

In dem unteren Teile eines innen mit schwarzem Tuchpapier ausgelegten Kastens, welcher mit seiner offenen Wand gegen das Fenster zu stellen ist, sind die beiden Platten p_1 , p_2 befestigt; jede Platte ist unabhängig von der anderen um eine horizontale, in derselben Geraden liegende Axe drehbar, und die jeweilige Neigung kann an den außen angebrachten Teilkreisen K abgelesen werden. Will man den Platten die gleiche Neigung geben, so kuppelt man sie durch einen Schieber. Auf diese Platten werden Papiere gelegt oder besser – da die Papiere häufig nicht ganz eben aufliegen – mit Papier überzogene Glasplatten. Damit diese bei Neigung der Platten nicht abgleiten, sind die Ränder der letzteren aufgebogen.

Die obere Wand des Kastens ist bis auf einen Rand von wenigen Zentimetern entfernt. Über die so entstehende rechteckige Öffnung werden Kartons gelegt, die auf der Unterseite mit Tuschwarz, auf der Oberseite je nach Bedarf mit



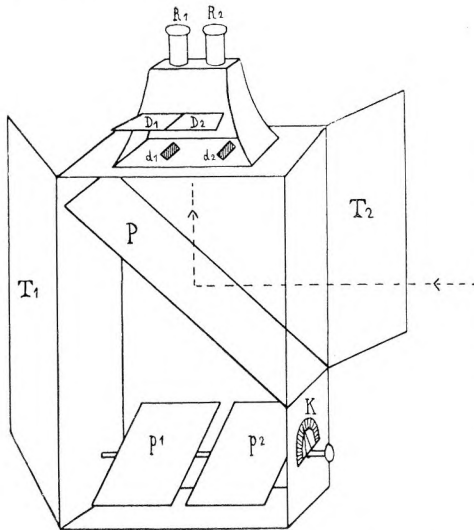
farbigem oder farblosem Papier überklebt und mit 2 Löchern versehen sind, durch die man auf die beiden Platten p_1 p_2 sieht, so daß die Löcher mit der Farbe der von unten herauf kommenden Lichter erfüllt erscheinen (Loch-Methode). Die Größe der Löcher richtet sich nach dem Zweck der Versuche. Bei **Helligkeitsbestimmung** farbiger Papiere, wo auf die eine Platte das farbige Papier, auf die andere ein passendes Grau gelegt wird, macht man die Löcher rechteckig und möglichst groß, aber doch so, daß die Ränder der Platten auch bei starker Neigung derselben verdeckt bleiben. Ähnliches gilt bei anderen

Versuchen, wo man die von unten kommenden Lichter vergleichen will, ohne daß die Neigung der Felder erkannt werden soll. Zieht man andererseits den oben aufgelegten Karton wieder weg, so daß die Neigung gesehen wird, so zeigt sich der Einfluß der „Gedächtnisfarben“ in auffallender Weise. Bei Versuchen über **Simultankontrast**, zu denen sich dieser Apparat besonders eignet, werden die Löcher im oberen Karton klein genommen, etwa 12 mm Durchmesser, damit die Kontrastfarbe das ganze Feld erfüllt. Das kontrasterzeugende Feld wird durch den Karton gebildet, bzw. durch die auf ihn aufgelegten farbigen oder farblosen Papiere, die dann ebenfalls ein entsprechendes Loch besitzen. Legt man auf die eine Hälfte des Kartons ein möglichst schwarzes Papier, auf die andere weißes, so sieht man bei gleicher Neigung der Platten p_1 p_2 durch den Unterschied der beiden Löcher augenfällig die Wirkung des vom weißen Papier erzeugten Kontrastes. Die Figur zeigt diese Anordnung, indem die Verschiedenheit der beiden Hälften des Kartons durch verschiedene Schraffierung angedeutet ist. Man kann auch die Stärke des Kontrastes bestimmen, indem man die eine Platte so lange neigt, bis die beiden Löcher gleich erscheinen; die Größe des Unterschiedes der Grau der beiden Platten ist ein Maß der Stärke des Kontrastes.

Der Apparat gestattet ferner, den von unten kommenden Farben weißes Licht zuzusetzen, indem dieses durch eine Milchglasplatte (vgl. Nr. 84) durch die geöffnete seitliche Türe T_2 in der Richtung des Pfeiles in den Kasten gesendet und durch die Glasplatte P nach oben reflektiert wird. Durch diese Einrichtung lassen sich einige weitere Versuche mit dem Apparate anstellen. Z. B. kann man die Wirkung der durch den Weißzusatz erzeugten Adaptationsänderung demonstrieren (Koeffizientensatz, vgl. auch Hering a. a. O. S. 124). Wenn man die das Licht hineinreflektierende Platte verschieden gegen das Fenster neigt, so erhält man verschieden starken Weißzusatz zu den von unten heraufkommenden Lichtern. Man kann auf diese Weise die Farben mehr oder weniger mit Weiß verhüllen. Wir liefern — nach einem Vorschlage von Rupp — zu dem Apparat auch eine Milchglasplatte von entsprechender Größe, die an der Seite des Kastens angehängt werden kann und um eine vertikale Axe drehbar ist, um eben verschieden starken Weißzusatz erzeugen zu können; der Neigungswinkel ist an einer Kreisteilung abzulesen.

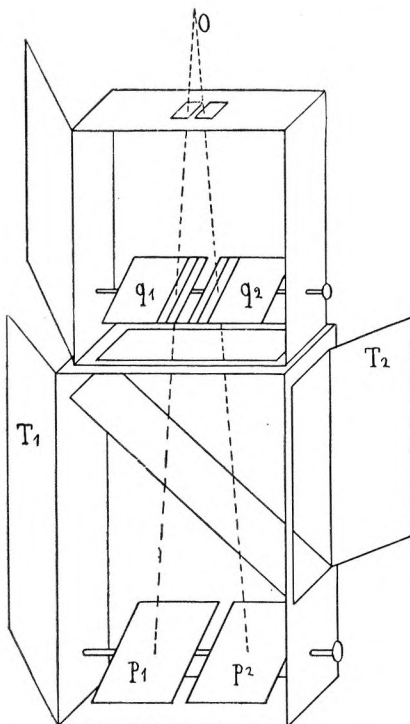
Dem Apparate werden Papiere und mit Papieren überzogene Glasplatten für einige wichtige Versuche beigegeben.

Anstatt mit den Platten $p_1 p_2$ liefern wir den Apparat auch — nach einem Vorschlage von G. E. Müller — mit elektrischen Kreisel, die entweder feststehend oder um dieselbe Axe wie die Platten drehbar sind. Die Kreisel sind bei dem Preis nicht mit eingerechnet.



Auge getrennt verschiedene Adaptationszustände herstellen, und die Wirkungen der nach Öffnung der Diaphragmen von unten kommenden Lichter prüfen.

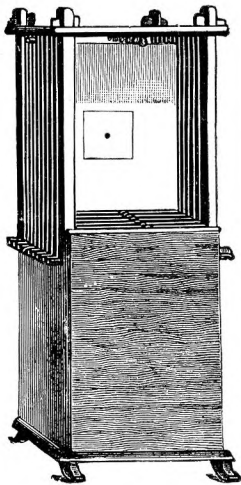
Nr. 108. Müller'scher Aufsatz zum Nuancierungsapparat. Über die Öffnung in der oberen Wand des Nuancierungsapparates wird statt des oben erwähnten Kartons ein stereoskopartiger Kasten geschoben, der in seiner unteren Platte zwei Aubert'sche Diaphragmen $d_1 d_2$ besitzt, durch die man auf die Platten im großen Kasten sieht. Oben trägt das Stereoskop zwei Okularrohre $R_1 R_2$, die sich mittels Gummiringes an ihrer Mündung eng an das Auge anlegen. Schließt man die beiden getrennten vorderen Deckel $D_1 D_2$ des Stereoskopes und die Diaphragmen, so gelangen gar keine Strahlen in das Auge. Der Müller'sche Kasten wirkt also wie ein Dunkelzimmer. Je nachdem man die Deckel einzeln schließt oder öffnet, lassen sich bei hinreichend langer Betrachtung für jedes



Nr. 109. Rupp'scher Aufsatz zum Nuancierungsapparat. Will man mit dem Nuancierungsapparat die Gesetze des Kontrastes genauer zeigen, so ist es nötig, auch den Grund, auf welchem die Farben der Platten $p_1 p_2$ erscheinen, nuancieren zu können. Diesem Zwecke dient der in Rede stehende Aufsatz. Die Papiere, welche den Grund (kontrasterregendes Feld) bilden sollen, werden auf die drehbaren Platten $q_1 q_2$ gelegt, welche, wie auch die Papiere selbst, einen streifenförmigen Schlitz besitzen, durch den die Farben der unteren Platten gesehen werden. Über die rechteckige Öffnung in der oberen Wand des Aufsatzes wird ein Karton mit den in der Figur gezeichneten Ausschnitten gelegt, welcher die Ränder von $q_1 q_2$ verdeckt.

Erteilt man diesen sehr verschiedene Neigung, so daß sie verschiedenen Kontrast erzeugen, stellt jedoch $p_1 p_2$ so ein, daß die beiden Kontrastfelder gleich erscheinen, so bleibt diese subjektive Gleichheit erhalten, wenn man den oberen Karton wegzieht, trotzdem, wegen der Gedächtnisfarben, die beiden kontrasterzeugenden Felder objektiv

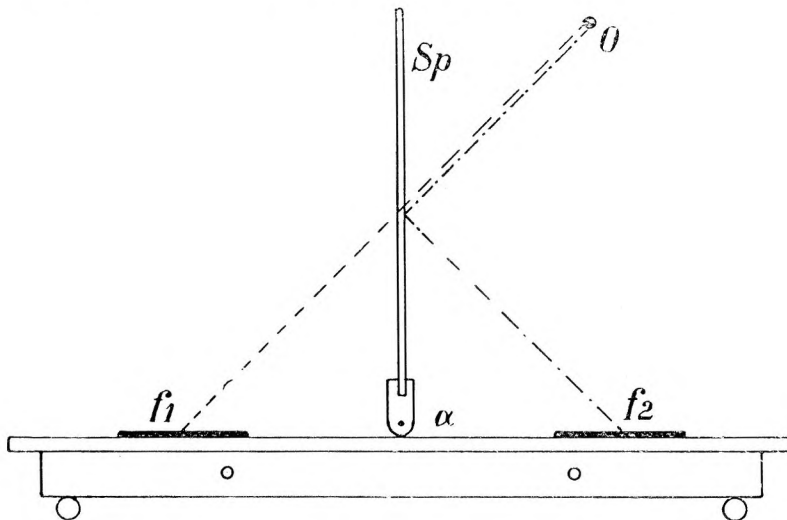
ganz andere geworden sind. Es läßt sich also gleichzeitig zeigen, daß die Gedächtnisfarbe auf den Kontrast keinen Einfluß hat.



Nr. 110. **Apparat zur Demonstration der Nachbilder nach Hering.** Der Apparat besteht aus einem Kasten, in dessen unterer Hälfte eine Reihe von Tafeln hängen, die mittels der seitlichen Griffe hochgezogen werden können. Auf jeder Tafel ist ein Quadrat von intensiver Färbung aufgeklebt mit einem Fixationspunkt in der Mitte. Nachdem der Beobachter dieses Quadrat längere Zeit fixiert hat, läßt man die Tafel des Kastens fallen, und der Beobachter sieht nun auf der grauen Hinterwand das Nachbild des Quadrates.

Nr. 111. **Einfacher Spiegelfarbenmischapparat.** (Vgl. Helmholtz, Phys. Opt. II. Aufl. S. 350, und Hering, Grundzüge der Lehre vom Lichtsinn, 1. Lfg. 1905 S. 56.) Auf einer mit schwarzem Samt überzogenen Grundplatte erhebt sich in der Mitte ein Spiegelglas Sp . Legt man rechts und links von ihm farbige oder farblose Papiere f_1 , f_2 (am besten auf Glas aufgezogen) auf und blickt von O aus schräg gegen das Spiegelglas, so mischen sich mit den direkt von f_1 kommenden Strahlen diejenigen Strahlen, die von f_2 herkommen und an dem Spiegel reflektiert werden.

Der Apparat wird aber erst dadurch wertvoll, daß man das Verhältnis der beiden Komponenten des Mischlichtes ändern kann, u. zw. ist dies auf dreifache Weise möglich: erstens dadurch, daß man die Papiere symmetrisch zur Glasplatte

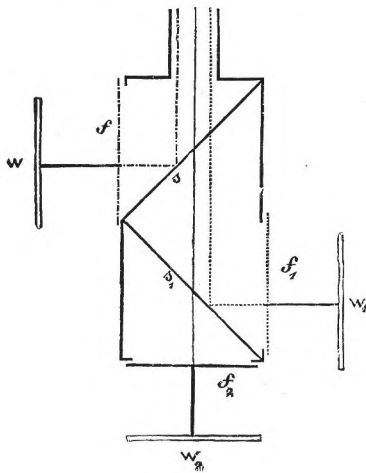


auseinander oder zusammenschiebt; zweitens dadurch, daß der Beobachter selbst von einem höheren oder tieferen Punkte aus betrachtet; endlich dadurch, daß man die Glasplatte um den Punkt α dreht; dabei muß man, falls man eine vollständige Deckung der beiden Papiere wünscht, das eine derselben, welches nicht direkt gesehen wird, entsprechend verschieben. Der Grund, weshalb sich das Verhältnis der Komponenten ändert, ist in allen 3 Fällen der, daß dabei der Reflexionswinkel des gespiegelten Lichtes variiert wird, und daß das Licht um so vollständiger reflektiert wird, je flacher es auffällt, je größer also der Einfallswinkel und der Reflexionswinkel ist.

Auf diese Weise lassen sich also 2 Farben in beliebigem Verhältnis mischen. Auch mehr oder weniger Weiß läßt sich einer Farbe zuseßen, indem man auf die linke, direkt gesehene Seite die Farbe, auf die rechte das weiße Papier legt und unter verschiedenen Winkeln auf die Glasplatte blickt. Ebenso lassen sich schwarzverhüllte Farben erzeugen; man legt in diesem Falle auf die linke Seite kein Papier, sondern blickt auf den schwarzen Sammt, mit dem die Grundplatte überzogen ist und ändert die Intensität des reflektierten Lichtes wieder in einer der oben beschriebenen 3 Arten. Legt man endlich auf die eine Seite ein belegtes Spiegelglas, so kann als die eine Komponente auch Tageslicht, das Blau des Himmels etc. verwendet werden.

Dem Apparate werden einige mit verschiedenen Papieren überzogene Glasplatten beigelegt, welche beim Nichtgebrauch in der unter der Grundplatte befindlichen Lade aufbewahrt werden können.

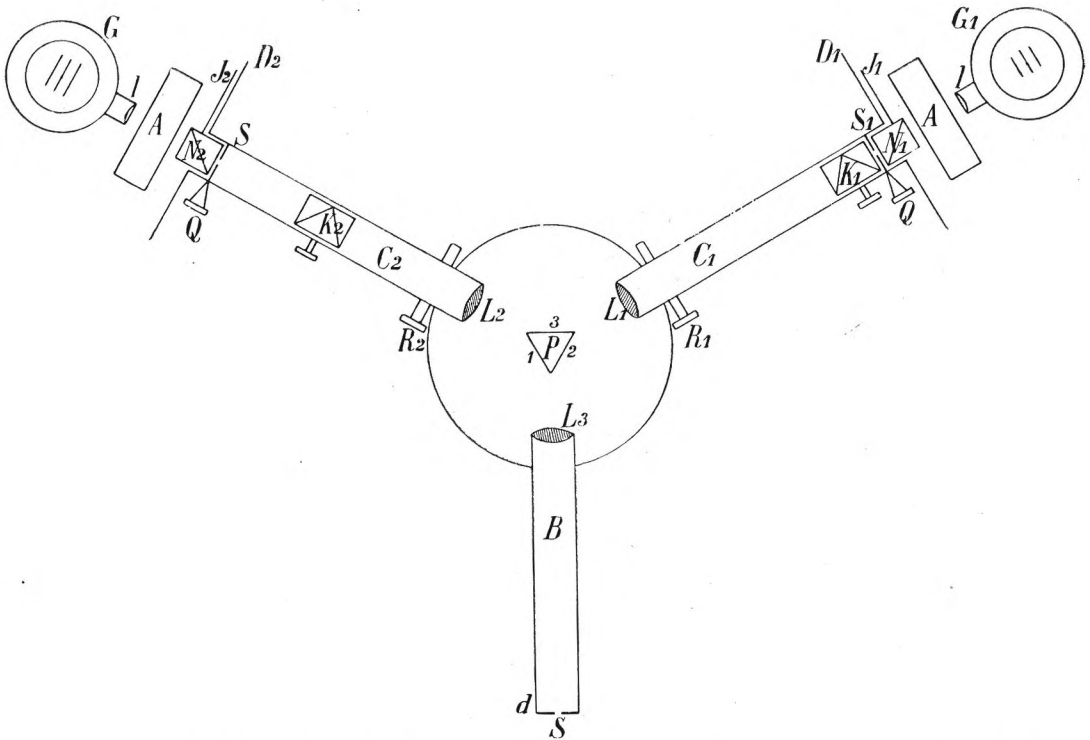
Nr. 112. **Farbenmischapparat für farbige Gläser nach Hering.** Der Apparat dient dazu, 3 farbige Lichter, die dadurch erzeugt werden, daß weißes Licht durch



farbige Gläser hindurch gesendet wird, in beliebigem Intensitätsverhältnisse zu mischen. Die 3 mattgeschliffenen Milchglasplatten w_1, w_2 senden weißes Licht in das Kästchen K. Beim Eintritt in dasselbe durchseßt das Licht die farbigen Gläser f_1, f_2 , die vor die betreffenden Öffnungen des Kästchens geschoben und beliebig ausgewechselt werden können. Sodann werden im Innern die von rechts und von links kommenden Strahlen durch die Glasplatten ss' nach oben reflektiert, so daß also in das von oben her blickende Auge die Strahlen aller 3 farbigen Lichter gelangen und sich in demselben mischen. Will man nur 2 Farben mischen, so schließt man eine der Türen t_1, t_2 , die vor den 3 Öffnungen angebracht sind. Die Intensität jedes einzelnen Mischlichtes wird dadurch variiert, daß man die Milchglasplatten w_1, w_2 verschieden gegen die Lichtquelle neigt.

Nr. 113. **Spektralfarbenmischapparat nach Helmholtz, einfaches Modell.**

(Vgl. A. König und Diterici, Die Grundempfindungen etc., Zeitschr. f. Psych. Bd. 4 S. 243.) Auf einem runden, gußeisernen Tische ist in der Mitte das auf 3 Seiten geschliffene, stark brechende Flintglasprisma P aufgestellt. Der Kante 1, 2 symmetrisch gegenüber ist, ebenfalls feststehend, das Beobachtungsrohr B angebracht. Den beiden anderen Kanten stehen die 2 Kollimatoren C_1, C_2 gegenüber, die jedoch um eine genau durch die Mitte des Prismas gehende vertikale Axe drehbar sind. An den äußeren Enden dieser Kollimatoren werden die beiden Brenner G_1, G_2 aufgestellt. Sehen wir zunächst von den in den beiden Kollimatoren montierten Nikol'schen Prismen N_1, N_2 und von den Kalkspatprismen K_1, K_2 ab, so wird das von G_1 herkommende Licht durch den bilateralen, mittels der Schraube Q_1 verstellbaren Spalt in C_1 eindringen und, da der Spalt im Brennpunkt der achromatischen Linse L_1 liegt, durch diese als axenparalleles Strahlenbündel austreten. Der auf die Fläche 3 des Prismas fallende Teil dieser Strahlen wird an 3 und 1 so gebrochen, daß er wenigstens teilweise in das Beobachtungsrohr B gelangt, während dies von den auf 2 auffallenden Strahlen nicht gilt. Infolge der Brechung im Prisma treten aus demselben die Strahlen in verschiedenen Richtungen aus, jedoch haben, da die eintretenden Strahlen sämtlich parallel sind, die Strahlen gleicher Wellenlänge auch gleiche Richtung. Die Linse L_3 vereinigt aber alle parallelen Strahlen in je einem Punkte ihrer Brennebene dd , so daß in dieser ein reelles Spektrum entworfen wird, aus dem der Spalt S ein kleines, annähernd homogenes Stück herausgreift. Das Analoge gilt von den Strahlen, die von dem Kollimator C_2



herkommen. Auch von ihnen wird in d ein Spektrum entworfen, das jedoch im allgemeinen gegen das erste verschoben sein wird. Blickt man nun durch S , so sieht man die Prismenflächen 1 und 2 von gewissen homogenen Lichtern durchleuchtet und durch die scharfe Kante 1, 2 getrennt. Dreht man einen Kollimator, so verschiebt sich auch das betreffende Spektrum und es wird die entsprechende Prismenfläche in einer anderen Farbe erscheinen.

Die Änderung der Wellenlänge und die Mischung von verschiedenen homogenen Lichtern wird jedoch auch auf anderem Wege erzielt. In jeden Kollimator ist ein Doppelspalt K eingesetzt, der sich zwischen Spalt und Linse verschieben läßt. Je weiter er vom Spalte entfernt wird, desto größer ist der Abstand der beiden senkrecht zu einander polarisierten Doppelbilder. Die auf diese Weise entstehende Verschiebung des einen Bildes gegen das andere hat aber denselben Effekt, wie wenn der Kollimator seitwärts verschoben würde, nämlich es sind die von den beiden Doppelbildern in d erzeugten Spektren gegen einander verschoben. Somit erscheint, wenn man durch den Spalt S blickt, die betreffende Prismenfläche in einer Mischfarbe von 2 homogenen Lichtern, die umso verschiedenere Wellenlänge haben, je weiter der Doppelspalt vom Kollimatorspalt gegen die Kollimatorlinse gerückt ist.

Um in der Mischfarbe nach Belieben die eine Komponente im Verhältnis zur anderen stärken oder schwächen, ja ganz zum Verschwinden bringen zu können, sind die Nikol'schen Prismen N_1, N_2 vor die Spalte S_1, S_2 gesetzt. Geht man von einer Lage der Nikol aus, bei der der außergewöhnliche Strahl ganz ausgelöscht ist, und dreht nun das Nikol, so wird dieser allmählich auftauchen und auf Kosten des gewöhnlichen stärker werden, bis nach Drehung um 180° nur der außergewöhnliche durchgelassen wird und er seine höchste Intensität erreicht hat. Die Stellung der Nikol kann mittels der Indizes I_1, I_2 an den Teilkreisen D_1 und D_2 abgelesen werden.

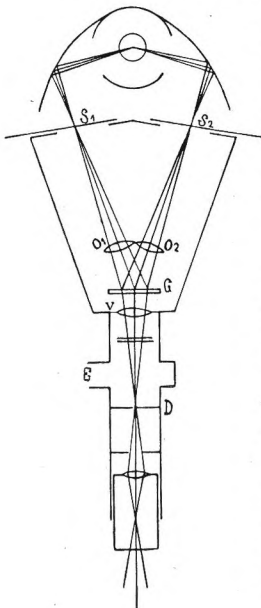
Der Spalt S wird durch ein Okular (Lupe) betrachtet, das auf das Beobachtungsrohr gesteckt wird. Man sieht dann, zufolge einer kreisförmigen Blende, eine kleine Scheibe, die aus 2 von einander scharf getrennten Halbscheiben besteht.

Um die Kollimatoren vor Erwärmung zu schützen, ist zwischen diese und die Lichtquelle je ein kleiner, mit Alaunlösung gefüllter Glastrog gesetzt, der mit den Kollimatoren fest verbunden ist.

Nr. 114. Spektralfarbenmischapparat nach Helmholtz, verbessert nach König. Dieses Modell zeigt folgende Vervollkommnungen gegenüber dem eben beschriebenen: 1) Außer den zwei Hauptkollimatoren besitzt der Apparat zwei Nebenkollimatoren zur Beimischung von weißem Licht. Durch Änderung der Spaltbreite wird die Intensität des weißen Lichtes reguliert. 2) Die Brenner sind mit den Kollimatoren gemeinsam auf starken, um die Vertikalaxe des Apparates drehbaren Armen montiert, so daß ihre Lage zu den Kollimatoren stets genau dieselbe ist und dies nicht erst durch besondere Mittel kontrolliert werden muß. 3) Der Okularspalt ist bilateral verstellbar und durch Schieber nach oben und unten beliebig zu begrenzen. Der Okularauszug ist mittels Triebes einzustellen.

Nr. 115. Großer Spektralfarbenmischapparat nach Helmholtz, verbessert nach König. Bei diesem Modell kommt gegenüber den beiden vorigen noch folgendes hinzu: 1) Die großen doppelbrechenden Prismen in den Kollimatoren können herausgenommen werden. 2) Die Kollimatorspalte sind von der Mitte aus durch Schnurläufe zu variieren. 3) Die Nebenkollimatoren sind mit eigenen Lampen, 4) mit Nikol'schen Prismen versehen, und sie sind 5) für weißes und homogenes Licht eingerichtet, u. zw. einseitig durch Einschalten eines Reflexions- bzw. Flintglasprismas und für beide Hälften durch Einschalten eines planparallelen Spiegels. 6) Ein Okularaufsatz mit kreuzbaren Nikols dient zur gleichmäßigen Änderung der Intensität beider Felder. 7) Einrichtung zur seitlichen Fixierung (peripheren Betrachtung). Dem Apparat werden beigegeben 4 Gaslampen mit Metallzylindern, 4 Gasglühlampen, 4 Zirkonlampen mit Linnemann'schen Brennern und 1 Extragaslampe für diffuses Licht; endlich 2 große Kästen zur Aufbewahrung der optischen Teile.

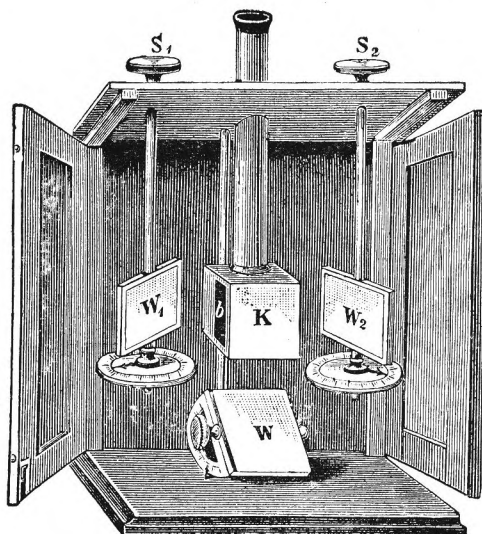
Nr. 116. Spektralfarbenmischapparat nach Asher. (Verhandlg. der deutsch-physik. Gesellschaft V. Jahrg. Nr. 18 und 19). Der Apparat unterscheidet sich in zwei wesentlichen Punkten vom Helmholtz'schen Apparat: 1. Die homogenen Farben werden durch ein Beugungsgitter erzeugt, die Farben sind daher im Spektrum gleichmäßig verteilt und ihre Abstände in demselben sind proportional den Differenzen ihrer Wellenlängen; daß das Spektrum lichtschwächer ist, stört wohl kaum. 2. Alle Spalten erhalten Licht durch denselben Auerbrenner, indem es, wie aus der Figur ersichtlich, durch zwei gekrümmte Spiegel sowohl in die rechten wie in die linken Spalte geworfen wird. 3. Praktisch wertvoll ist es, daß die Spalte vom Beobachter selbst eingestellt werden können.



Die Spalte können in ihrer Ebene nach rechts und links verschoben werden. Je nach ihrer Lage fallen die Lichtstrahlen, nachdem sie durch die Objektivlinsen O_1 , O_2 parallel gemacht worden sind, verschieden schräg auf das Gitter G auf, und dementsprechend gelangen in das Beobachtungsrohr Lichter verschiedener Wellenlänge. Das Licht des rechten und des linken Spaltes mischt sich; durch Änderung der Spaltbreite wird die Intensität jeder Komponente und damit ihr Anteil an der Mischfarbe bestimmt. Damit wäre aber bloß die Möglichkeit zur Mischung gegeben. Um ein Vergleichsfeld, das ebenfalls durch eine beliebige Mischfarbe ausfüllbar sein soll, zu erhalten, ist über den genannten Spalten ein zweites Paar in derselben Weise und unabhängig vom ersten Paar verschiebbar. Jedes Spaltpaar füllt mit seinen Lichtern eine

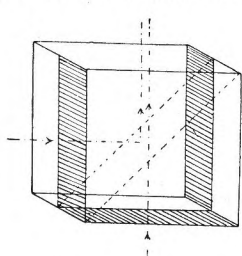
Hälfte der kreisförmigen Öffnung, die im Beobachtungsrohr sichtbar ist, aus. Die horizontale Grenzlinie zwischen den Halbscheiben ist vollkommen scharf. Um weißes Licht zusetzen zu können, ist bei V ein vertikales Rohr aufgesetzt, durch dessen oberen, variierbaren Spalt mehr oder weniger weißes Licht eindringt. Zur beliebigen Schwächung des oberen oder unteren Feldes sind bei D zwei Spalte eingefügt, die durch Schrauben meßbar verschoben werden können. Die Öffnung bei E dient zur eventuellen Einführung eines Episkotisters in den Strahlengang. Die Eichung des Apparates geschieht so, daß das homogene Eichlicht vor das Okular gestellt wird und der vor den Spalten sitzende Beobachter diese so lange verschiebt, bis die scharfe Linie in der Mitte des jeweilig beobachteten Spaltes liegt.

Nr. 117. **Apparat zur Diagnose der Farbenblindheit nach Hering.** (Archiv f. Ophthalmologie Bd. 36 Abt. I S. 225). Der Apparat dient dazu, schnell und mit Sicherheit festzustellen, ob einer der gewöhnlichen Typen von Farbenblindheit z. B. Rotgrünblindheit vorliegt. Man versucht mittels desselben, ob der Patient gewisse



charakteristische Gleichungen z. B. zwischen rotgelb und grüngelb herstellt. Die beiden zu vergleichenden Felder sind relativ groß, mit sehr reinen und gesättigten Farben gleichmäßig erfüllt und stoßen unmittelbar aneinander. Läßt sich unter diesen für die Erkennung von Unterschieden günstigsten Bedingungen eine vollständige Gleichung erreichen, so wird bestimmt z. B. im angenommenen Falle rot und grün nicht empfunden; es handelt sich dann um Farbenblindheit, nicht Farbenschwäche.

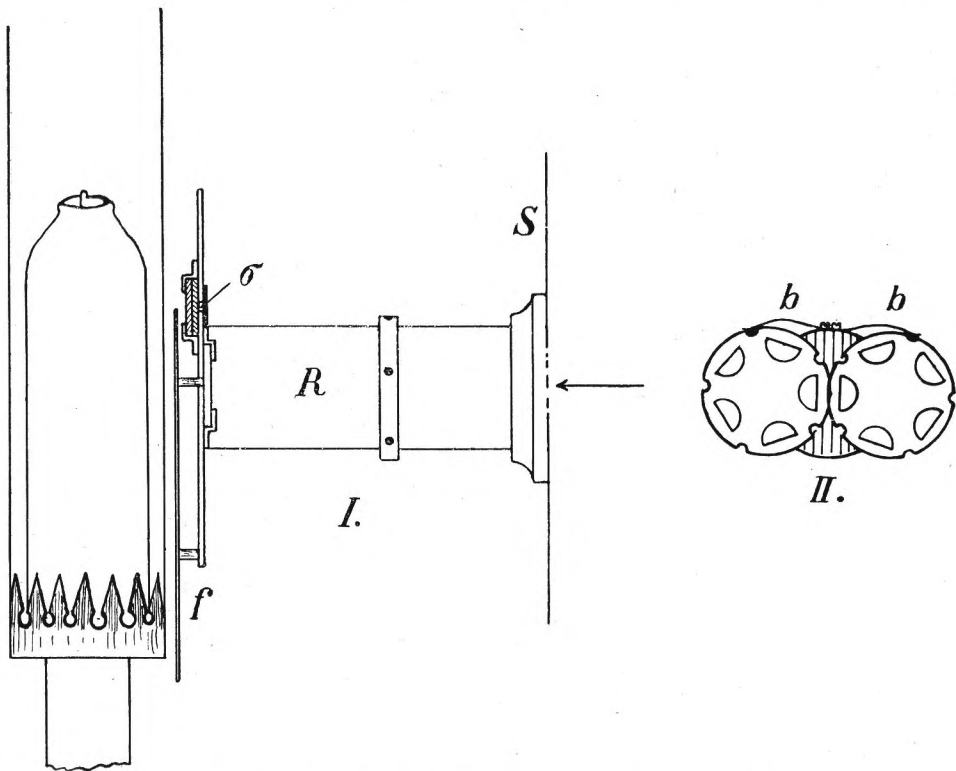
Wie bei dem Farbenmischapparat Nr. 112 werden die Farben dadurch erzeugt, daß weißes Licht durch farbige Gläser gesendet wird. Ein Holzkasten, dessen vordere Wand und dessen seitliche Wände zu öffnen sind, trägt ein Rohr mit dem Kästchen K.



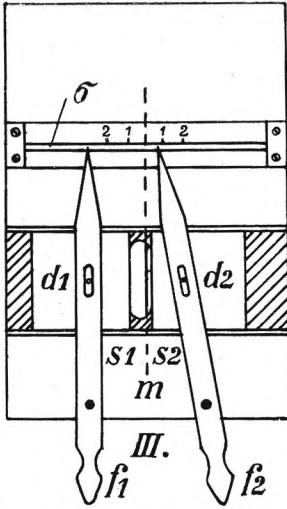
Die rechte, linke und untere Wand des letzteren ist zur Hälfte entfernt, u. zw., wie das Schema zeigt, von der linken und unteren Wand die vordere, von der rechten die hintere Hälfte. Vor die so entstehenden Öffnungen werden farbige Gläser geschoben. Im Innern des Kästchens sind 2 Glasplatten diagonal eingesetzt. Die vordere, welche im Schema gestrichelt gezeichnet ist, reflektiert das durch die linke Glasplatte kommende Licht nach oben und läßt gleichzeitig das von unten kommende Licht durch, so daß sich beide Lichter mischen. Die andere, im Schema nicht gezeichnete Glasplatte liegt in

der hinteren Hälfte des Kästchens und reflektiert das von rechts kommende Licht nach oben. Der durch das Rohr herabblickende Beobachter sieht demnach ein rundes Feld, das in eine vordere und eine hintere Hälfte geteilt ist; die Grenzlinie zwischen beiden ist vollkommen scharf. Eine in das Rohr eingesetzte Irisblende gestattet, das ganze Feld beliebig zu verkleinern, was für die Untersuchung von Skotomen oder der fovea centralis von Wichtigkeit ist. Die Milchglasplatten $W W_2$ senden, je nach ihrer Neigung gegen die vorne gedachte Lichtquelle (z. B. das Fenster), mehr oder weniger Licht durch die 3 farbigen Gläser. Auf diese Weise läßt sich die Intensität jeder der 3 Farben beliebig variieren. Die Neigungen der Platten können an Kreisteilungen abgelesen werden. Die 2 seitlichen Platten kann der Beobachter selbst mittels der Knöpfe $S_1 S_2$ bequem einstellen.

Mit dem Apparate wird eine Beschreibung nach Hering mitgeliefert, in welcher angegeben ist, welche Farben man zu wählen, und wie man bei der Herstellung der Gleichung zu verfahren hat. Ebenso wird eine größere Anzahl von farbigen Gläsern beigegeben, so daß man den Apparat zur Herstellung mannigfaltiger Gleichungen und zur Diagnose verschiedener Störungen des Farbensinnes verwenden kann, zumal da sich in dem einen Feld 2 Farben mischen lassen. Setzt man vor eine Öffnung kein Glas ein, so wird durch dieselbe weißes Licht von variierbarer Intensität gesendet.



Nr. 118. **Farbengleichungsapparat nach Nagel.** (Archiv f. Augenheilkunde Bd. 38, S. 50—52. Diese Beschreibung betrifft das erste Modell; seitdem sind vom Autor einige Verbesserungen vorgenommen worden). Der Apparat dient ähnlichen Zwecken wie der eben beschriebene Hering'sche Apparat. Wie bei diesem sind farbige Gläser benutzt, jedoch werden dieselben durch einen Auerbrenner beleuchtet, weil dann die Beleuchtung eine konstantere ist. Dieser sendet durch eine unten näher beschriebene Spaltvorrichtung Licht in das Rohr R , in welches der zu Untersuchende in der Richtung des Pfeiles blickt. Die Scheibe S am Ende der Röhre dient dazu, das



in der Feder *b* zu sehen ist, erscheint auch die gleichseitige Hälfte des Gesichtsfeldes im Rohre.

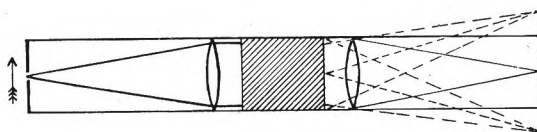
Die Helligkeit einer jeden der beiden im Gesichtsfelde erscheinenden Halbscheiben kann nun durch eine Spaltvorrichtung variiert werden, welche an dem der Lampe zugekehrten Ende des Rohres angebracht ist. Von den Revolverscheiben bis zum Spalte geht eine vertikale mittlere Scheidewand, die das Rohr in 2 seitliche Hälften teilt, deren jede unabhängig von der anderen abstufbar beleuchtet werden kann. Figur III zeigt die hierzu dienende Spaltvorrichtung. Von den Seiten her lassen sich mittels der Zeiger f_1, f_2 die beiden Platten d_1, d_2 der mittleren Scheidewand (die in der Figur als vertikaler Strich gezeichnet ist) beliebig nähern. Mit der Weite der Spalte s_1, s_2 ändert sich aber die Lichtstärke des beleuchteten Feldes. Damit die Beleuchtung gleichmäßig sei, sind hinter den Spalten und unmittelbar vor den Revolverscheiben Milchglasplatten eingesetzt. Über den Spalten ist eine aus 4 Marken bestehende Skala angebracht, an welcher die Spitzen der Zeiger spielen. Je nach der Stellung der Zeiger in dieser Skala ändert sich die Spaltweite und damit die Helligkeit der gesehenen Felder. Die Skala ist auf der dem Beobachter zugewendeten Seite angebracht. Damit sie deutlich sichtbar ist, wird sie von der Lampe her durch den horizontalen Schließ σ beleuchtet, vor den jedoch zur Dämpfung des Lichtes Gläser vorgesetzt sind. (Siehe Fig. I).

Für jede der wichtigsten Typen von Farbenblinden und Anomalen läßt sich mit Hilfe der vorhandenen Gläser und der Helligkeitsregulierung eine charakteristische Gleichung herstellen. Für den Deuteranopen ist es folgende Gleichung: auf der einen Seite rot dunkel (Marke 1), auf der anderen gelb etwas verdunkelt (Marke 2). Der Normale sieht beide Felder gleich hell, dem Deuteranopen erscheinen sie ganz identisch u. zw. gelb. Der Protanop hingegen sieht bei dieser Einstellung das gelbe Feld bedeutend heller. Die für ihn charakteristische Gleichung wird erreicht, wenn man den der gelben Farbe entsprechenden Zeiger auf Marke 1 stellt. Will man für die beiden genannten Typen andere Gleichungen herstellen, so darf man sich nicht an die angegebenen Marken halten. – Um die Rot- und Grün-Anomalen zu erkennen, wird ihr gesteigerter Farbenkontrast benutzt. Sie sehen bei der zuletzt erwähnten Einstellung das Gelb durch den Kontrast grün. Um die beiden Typen zu unterscheiden, ändert man die Helligkeit des Rot so lange, bis es gleich hell dem (dunkeln) Gelb erscheint. Der Grünanomale wählt dabei eine Einstellung, die auch der Normale als Helligkeitgleichung anerkennt. Der Rotanomale hingegen verlangt eine viel stärkere Beleuchtung des roten Feldes.

Neben diesen typischen Gleichungen, für die der Apparat speziell eingerichtet ist, lassen sich natürlich noch eine Reihe anderer wichtiger Gleichungen herstellen (z. B. grün-grau usw.).

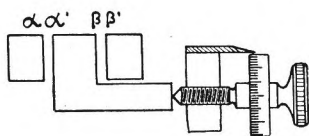
Nr. 119. **Anomaloskop nach Nagel, Modell I.** (Zwei Apparate für die augenärztl. Funktionsprüfung, Zeitschr. f. Augenheilkunde, Bd. 17, H. 3.) Dieses Instrument soll einem praktischen Zwecke dienen, nämlich zur schnellen Entscheidung, ob der zu Untersuchende normalen Farbensinn hat, oder ob er nach der Terminologie der Helmholtz-Schule — ein Rot- oder Grünblinder (Dichromat, Protanop oder Deutanop) oder ob er ein Rot- oder Grünanomaler (Trichromat) ist. In der Tat dürften diese 5 Typen die am häufigsten vorkommenden sein.

Das Anomaloskop ist ein Spektralfarbenmischapparat, der jedoch speziell für die Herstellung der Lithium-Thallium-Natrium-Gleichung eingerichtet ist. Als Lichtquelle dient eine Nernstlampe in Blechgehäuse mit vorgesetzter Milchglasplatte; es ist am besten, wenn sie mit dem Apparat auf einer Grundplatte montiert ist. Zur Zerlegung des Lichtes dient eine geradsichtige Prismenkombination; Kollimator und Beobachtungsrohr liegen daher in einer Geraden. Sie sind nicht drehbar; Lichter verschiedener Wellenlänge werden durch Verschieben der Kollimatorspalte und ebenso die Mischlichter durch zwei in entsprechender Entfernung nebeneinander liegende Spalte erzeugt. Die ganze Spaltvorrichtung besteht aus einem oberen einfachen und



einem unteren doppelten Spalt. Der erstere erzeugt, wie das Schema zeigt, ein einfaches Spektrum, aus welchem der Okularspalt ein bestimmtes, annähernd homogenes Licht herausgreift. Verschiebt man ihn z. B. in der Richtung des Pfeiles, so verschiebt sich das Spektrum in entgegengesetzter Richtung und durch den Okularspalt wird ein anderes homogenes Licht sichtbar. In analoger Weise erzeugen die durch den unteren doppelten Spalt eintretenden Lichter zwei Spektren, die gegeneinander verschoben sind, und durch den Okularspalt treten zwei verschiedene homogene Lichter aus, die im Auge eine Mischfarbe erzeugen. Die Strahlen des einfachen und des Doppelspaltes werden durch ein im Okularrohr liegendes Zwillingsprisma so auseinander gehalten, daß die Öffnung des Okularspaltes zur einen Hälfte mit dem einfachen, zur anderen mit dem Mischlichte erfüllt erscheint, und daß beide Halbscheiben durch eine scharfe Kante getrennt sind. Diese Öffnung wird durch ein vorgeschobenes Okular betrachtet, wodurch sie in deutlicher Sehweite u. zw. unter dem Winkel von 2° erscheint, so daß sie sich ganz auf der fovea abbildet.

Um nun die Li-Tl-Na-Gleichung herzustellen, wird der obere einfache Spalt auf Na eingestellt; seine Intensität kann durch Änderung der Spaltbreite variiert werden, der Spalt ist zu diesem Zwecke bilateral verschiebbar eingerichtet. Der untere Doppelspalt ist so konstruiert, daß seine beiden Spalte stets dieselbe Entfernung haben, und zwar eine solche Entfernung, daß, wenn der eine Spalt auf Lithium eingestellt ist, der andere Thallium liefert. Wohl aber ist das Verhältnis der beiden Spaltbreiten und damit auch das der Intensitäten der Mischlichter beliebig variierbar. Die äußeren



Kanten $\alpha \beta'$ sind nämlich von feststehenden Teilen gebildet, während die beiden inneren $\alpha' \beta$ von einer verschiebbaren Platte gebildet werden. Verschiebt man diese, so wird der eine Spalt auf Kosten des anderen vergrößert; man kann auch einen Spalt ganz schließen.

Durch diese Spalteinrichtungen lassen sich in der Tat für die erwähnten 4 Typen charakteristische

Gleichungen herstellen. Der Rot- und der Grünblinde werden durch eine Gleichung $Na=Li$, ebenso durch eine Gleichung $Na=TI$ kenntlich. (Hierbei wird der eine Spalt des Doppelspaltes ganz geschlossen). Erkennt der Normale eine solche vom Farbenblinden hergestellte Gleichung wenigstens als Helligkeitsgleichung an, so ist der letztere grünblind (Deutanop); wenn nicht, so ist er rotblind (Protanop). Die beiden Typen von anomalen Trichromaten sind dadurch charakterisiert, daß sie, um zwischen Na einerseits und Li u. TI andererseits eine vollständige Gleichung herzustellen, ein anderes Mischungsverhältnis der Mischlichtkomponenten brauchen als der Normale. Der Rotanomale braucht relativ viel Li , der Grünanomale relativ viel TI . Zur Herstellung einer vollständigen Gleichung ist es natürlich stets nötig, dem Na die richtige Intensität zu geben, was, wie schon erwähnt, durch Regulierung der Breite des oberen einfachen Spaltes geschieht.

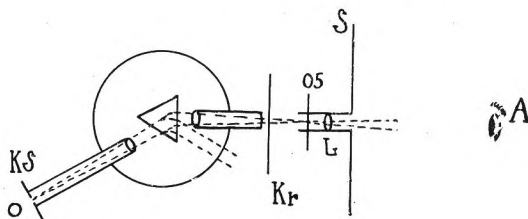
Der Apparat ist sehr handlich, er nimmt wenig Raum ein, und man kann ihn selbst ohne Gehilfen einstellen.

Nr. 120. **Anomaloskop nach Nagel, Modell II.** Dieses Modell unterscheidet sich von dem I. einfachen Modell dadurch, dass das Beobachtungsrohr gegen das Prisma drehbar ist. Man kann also bei gleicher Stellung der Spalte auch andere Partien der Spektren sehen, z. B. die Gleichung Blaugrün = Indigo-Cyanblau herstellen, bei welcher das Gelb der Makulapigmentierung keine Rolle spielt. Im allgemeinen steht jedoch einer Gleichung zwischen einem binären Gemisch und einer einfachen Farbe die feste Entfernung der beiden Spalte des Doppelspaltes entgegen.

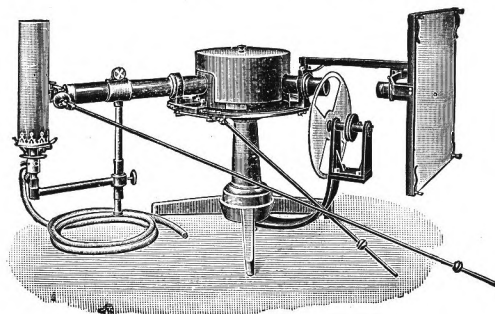
Nr. 121. **Wollproben nach Holmgren,**

Nr. 122. **Tafeln zur Diagnose der Farbenblindheit nach Nagel.**

Nr. 123. **Farbenswellenapparat.** Ein Spektrometer mit feststehendem Teilkreis und starkbrechendem Prisma entwirft ein objektives Spektrum, aus welchem durch den sehr feinen Okularspalt OS ein annähernd homogenes Licht herausgegriffen



wird, das nach Durchsetzung der Konvexlinse L ein Loch in dem grossen weissen Schirm S ausfüllt. In deutlicher Sehweite (25 cm) vor dem Schirm befindet sich das Auge A des Beobachters, der somit die Spektralfarbe als scharfbegrenzten Kreis



sieht. Die Grösse des Kreises ist so gewählt, dass er sich bei Fixation sicher nur im fovealen Gebiete der Netzhaut abbildet. Durch Änderung der Breite des Kollimator-

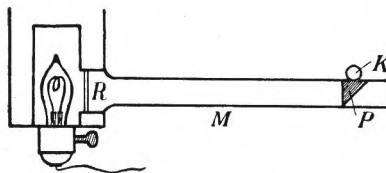
spaltes KS, welche mittels der einen der in der Figur sichtbaren Stangen vom Beobachter selbst vorgenommen werden kann, läßt sich die Intensität der Farbe variieren und so die Farbenschwelle bestimmen. Um die einzelnen Spektralfarben zu erhalten, wird, ebenfalls vom Beobachter aus, der Kollimator um die Axe des Spektrometers gedreht; mittels einer Skala, die man vorher geeicht hat, läßt sich die Wellenlänge des bei dieser Stellung sichtbaren Lichtes bestimmen.

Der Schirm S ist zu dem Zwecke da, um den Grund, auf dem die Farbe erscheint und der wegen der Kontrastwirkung, die er auf die Farbe ausübt, für die Schwelle von Bedeutung ist, variieren zu können. Dies geschieht am besten durch Beleuchtung mit dem Müller'schen Zylinderepiskotister.

Ferner ist hinter der Okularlinse der Kreisel Kr mit freien Sektoren angebracht, welcher es gestattet, erstens der Farbe Weiß zuzusetzen und zweitens nach der Flimmermethode die Helligkeit derselben zu bestimmen. Auch diese Scheibe kann man, zur Variierung ihrer Helligkeit, mit dem Zylinderepiskotister beliebig stark beleuchten.

Der Apparat läßt sich natürlich auch für periphere Betrachtung verwenden. Will man ferner bei Tagesbeleuchtung mit ihm Versuche anstellen, so hat man erstens zu sorgen, daß von vorne keine Strahlen in das Okular gelangen, die dann an der Linse reflektiert und einen Zusatz von weißem Licht ergeben würden, und zweitens wird man an passender Stelle drehbare weiße Schirme anbringen, die je nach ihrer Neigung gegen das Fenster mehr oder weniger Licht auf den Schirm S und den Kreisel Kr reflektieren (ähnlich wie beim Apparat für Simultankontrast Nr. 104).

Nr. 124. **Elektrische Brille nach G. E. Müller.** (Über die galvanischen Gesichtsempfindungen, Zeitschrift f. Psych. Bd. 14, S. 332). Um galvanische Gesichtsempfindungen zu erzeugen, leitet man einen Strom von vorne in das Auge hinein und an irgend einer andern Stelle z. B. am Nacken ab. Die elektrische Brille dient als Elektrode zur Zuleitung des Stromes zum Auge. Sie besteht aus einer Mensurbrille, die innen mit sehr feinem, weichem Schwamm ausgelegt ist, der sich, wenn er angefeuchtet ist, gut an die Ränder der Augenhöhle anschmiegt. Die beiden Brillenöffnungen selbst sind frei, damit das Auge vor oder während der Wirkung des Stromes auf farbige oder farblose Objekte, je nach dem Ziel der Versuche, blicken kann. Dem Instrument wird eine Elektrode zur Ableitung des Stromes beigegeben.



Nr. 125. **Fixierpunktvorrichtung nach Nagel.** (Zwei Apparate für die augenärztliche Funktionsprüfung, Zeitschrift f. Augenheilkunde Bd. 17 H. 3). Eine kleine Glühlampe ist allseitig von einem Metallgehäuse lichtdicht umschlossen; ein das Gehäuse umgebender Metallzylinder verhütet, daß man mit den bei längerem Gebrauch heiß werdenden Gehäuse in Berührung kommt. Das letztere hat eine Öffnung R, bei der eine Röhre ansetzt, die selbst eine kleine seitliche Öffnung K besitzt. Bei R ist ein rotes Glas eingesetzt; die in das Rohr eintretenden roten Strahlen werden durch das total reflektierende Prisma P reflektiert und treten durch die seitliche Öffnung aus. In die letztere ist ein Milchglaskügelchen zur Hälfte eingelassen, das von dem roten Lichte allseitig durchleuchtet wird, so daß man den roten Punkt bei Betrachtung von verschiedenen Seiten her sieht. Um Überhitzung der Lampe zu vermeiden, ist es ratsam, das Instrument nicht zu lange ununterbrochen zu benutzen.

Nr. 126. **Heliumröhre zur Eichung eines Spektralapparates.** Das in einem Glase eingeschlossene Heliumgas wird durch Induktionsströme zum Glühen gebracht

und liefert dabei 7 Lichtlinien mit den Wellenlängen 707, 688, 588, 502, 495, 470, 446 $\mu\mu$. Mittels derselben kann man die Skala des Spektralapparates leicht vollständig eichen. Auch wegen der bequemen und dauernden Herstellung der betreffenden homogenen Lichter ist das Instrument wertvoll.

Nr. 127. **Quecksilberlampe zur Eichung eines Spektralapparates.** Diese Lampe leistet ähnliche Dienste wie die Heliumröhre Nr. 126. Sie liefert die Lichter 615, 579, 577, 546, 491, 436, 405 $\mu\mu$. Bei Bestellung bitten wir anzugeben, ob die Lampe durch Induktionsstrom oder Bogenlichtstrom bedient werden soll. Auf Wunsch erteilen wir nähere Auskunft.

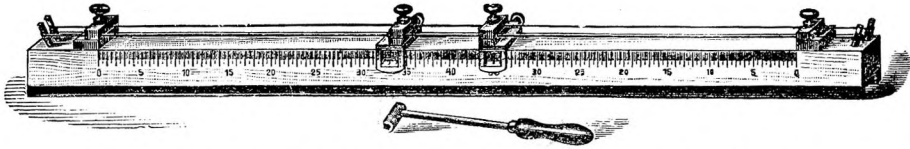
Nr. 128. **Platinring nach Winter, zur Eichung eines Spektralapparates dienlich,** falls man die Eichung in der gewöhnlichen Weise durch Metallsalze ausführt. Er besteht in einer ringförmigen Pfanne aus Platin, die anstelle der Auerlampe in den Bunsenbrenner gesteckt wird und in die die Salze gefüllt werden.

IV. Apparate für akustische und phonetische Untersuchungen.

Unter den unten angeführten Apparaten finden sich folgende Arten von Tonquellen: Stimmgabeln mit und ohne Resonatoren, elektromagnetische Stimmgabeln, Zungenpfeifen, Lippenpfeifen, angeblasene Flaschen in Kugel- und in Zylinderform, Metallsaiten (Monochord) und die Sirene. Es eignet sich keineswegs jede Tonquelle zu jeder Untersuchung; vielmehr werden im allgemeinen bei verschiedenen Untersuchungen verschiedene Anforderungen an sie zu stellen sein; eine Reihe von Untersuchungen wird man auch mit verschiedenen Tonquellen ausführen müssen. Wir stellen hier, um die Wahl der Tonquellen zu erleichtern, eine Zusammenstellung der Forderungen auf, die man an die Apparate stellen kann, und geben an, welche dieser Forderungen die einzelnen Tonquellen erfüllen.

1. **Anzahl der Obertöne.** Hinsichtlich der Anzahl der Obertöne lassen sich die oben erwähnten Tonquellen ungefähr in folgende Reihe ordnen: Fast obertonfrei sind die kugelförmigen, angeblasenen Flaschen und die Stimmgabeln mit Resonatoren. Nur im ersten Momente, beim Anstreichen oder Anschlagen gibt die Stimmgabel einige hohe Obertöne. Etwa an zweiter Stelle kommen die Stimmgabeln ohne Resonatoren und die Lippenpfeifen aus Holz, nach diesen die Lippenpfeifen aus Blech, die zylinderförmigen, angeblasenen Flaschen (Tonvariator); weiter schließen sich die elektromagnetischen Stimmgabeln an. Die Sirene besitzt bereits ziemlich viele Obertöne; die meisten aber haben die Metallsaiten und die Zungenpfeifen. Um Obertöne ganz auszuschließen, wie es z. B. bei Untersuchung der Anzahl der Differenztöne nötig ist, bedient man sich der Interferenz (vgl. Nr. 172).

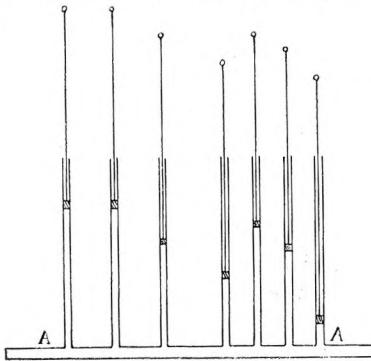
Für manche Fragen ist es sehr wichtig, dieselbe Untersuchung mit Instrumenten anzustellen, die verschieden viele Obertöne liefern. Die einzelnen Gehörsreize bzw. -Empfindungen sind dann nicht bloß hinsichtlich ihrer Klangfarbe verschieden, sondern auch hinsichtlich der Schwebungen und Differenztöne, welche durch die Obertöne erzeugt werden. Daher werden einige besonders wichtige und vielseitige Apparate mit verschiedenen Tonquellen hergestellt, z. B. mit Stimmgabeln und Zungen; vergl. die Anmerkung zu Nr. 155.



Nr. 172. **Dichord nach Spearman** (vgl. Sommer, Die Ausstellung von exper. psychol. Apparaten und Methoden bei dem 1. Kongreß für exper. Psych. in Gießen, 1904, S. 32). Auf einem Brette sind zwischen 2 feststehenden Stegen 2 Metallsaiten ausgespannt, die in ähnlicher Weise wie die Saiten eines Klaviers mittels eines Schlüssels zu stimmen sind und wie die Metallsaiten der Zither mit einem Ring angeschlagen werden. Zwischen den feststehenden Stegen besitzt jede Saite 2 von einander unabhängige verschiebbare Stege. Man hat somit, indem man stets das zwischen einem Endsteg und dem näher liegenden beweglichen Stege liegende Stück benützt, 4 Töne gleichzeitig zur Verfügung, die man beliebig und unabhängig von einander variieren kann. Die Stellung der beweglichen Stege ist an einer Millimeter-Skala abzulesen. Außerdem sind auf dem Grundbrette 2 Skalen angebracht, welche die richtige Stimmung der Saiten vorausgesetzt, die Töne der Tonleiter bzw. Schwingungszahlen angeben. „Die sonstigen Vorzüge solcher Apparate (weiter Tonumfang, Freiheit von Anschlaggeräusch, Gleichheit der Stärke, Gleichartigkeit der Obertöne, rasche Herstellung aller möglichen Intervalle, Billigkeit usw.) vereinigen sich hier mit einer Genauigkeit, die derjenigen der Stimmgabel gleichkommt, da sich Intervalle bis $\frac{1}{10}$ Schwingungen erzeugen lassen. Dies wird durch Anbringung eines Nonius erreicht, sowie durch eine Einrichtung, vermöge deren der Stellungswechsel des Steges keine Veränderung der Spannung verursacht, und die Erschütterung der angeschlagenen Hälfte der Saite zur anderen nicht übergehen kann“.

Jedem Instrument wird außer dem dazugehörigen Schlüssel und Ring eine Gebrauchsanweisung beigegeben.

Nr. 173. **Interferenzapparat nach Nöremberg-Krueger** (vgl. Krueger, Philos. Stud. Bd. 17 S. 233 ff.). Die einzige sichere Methode, obertonfreie Klänge zu erzeugen, ist die Auslöschung der in einem Klang vorhandenen Obertöne durch Interferenz.



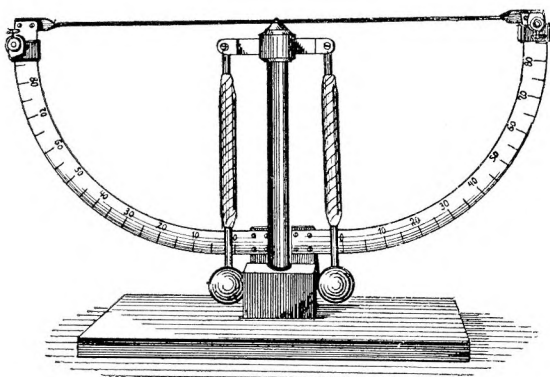
Diese wird nach dem Vorgange von Nöremberg dadurch erzeugt, daß an die Röhre A, in welche die Schallwelle eindringt, Nebenrohre senkrecht angesetzt sind. Die Luftwelle pflanzt sich dann nicht bloß in dem Hauptrohr A A fort, sondern zweigt auch in die Nebenrohre ab, wird an den verschlossenen Enden derselben reflektiert, langt mit einem gewissen Phasenunterschied wieder in dem Hauptrohre an und interferiert infolgedessen mit der direkten Welle. Die Länge des eben beschriebenen Abzweigungsweges wird nun so gewählt, daß die Phasenverschiebung eine halbe Welle beträgt, in welchem Falle die stärkste Schwächung der Hauptwelle eintritt. Will man z. B. den ersten Oberton von $c_1=256$, nämlich den Ton $c_2=512$ schwächen, so muß man, da seine Wellenlänge 66,4 cm beträgt, die seitlichen Rohre $\frac{1}{4}$ Wellenlänge = 0,166 cm lang nehmen. Zu diesem Zwecke werden die verschiebbaren Stempel der Rohre soweit herausgezogen, daß der durch sie abgeschlossene Teil diese Länge erhält. An einer Skala, die der Stiel der Stempel trägt, läßt sich die Länge des abgeschlossenen Teiles ablesen. Krueger fand nun weiter, daß die Interferenzwirkung am stärksten ist, wenn die Abzweigung an einer Stelle beginnt, die um ein Vielfaches der Wellenlänge von der Tonquelle (z. B. der Hinterwand des Resonanzkastens der Stimmgabel) entfernt ist. Nach seinem Beispiele sind den Nebenrohren die in der Figur bezeichneten Abstände voneinander

gegeben. Darnach kann, wenn die Stimmgabel ein ganzes Vielfaches einer Wellenlänge von der Ansatzstelle des ersten Rohres entfernt ist, der Ton $c^1=256$ durch 3, der Ton $c_2=512$ durch 5, der Ton $c^3=1024$ durch alle 6 Rohre geschwächt werden, wobei in jedem Falle die Rohre an einer für die Schwächung günstigsten Stelle stehen. Die abschwächenden Wirkungen mehrerer Rohre summieren sich und bringen den Ton zum gänzlichen Verschwinden.

Auf Wunsch werden natürlich Interferenzapparate mit mehr Seitenrohren und mit Abständen derselben geliefert, die für Grundtöne von anderen Schwingungszahlen berechnet sind.

Nr. 174. **Tontabellen nach Stumpf und Schaefer.** (Beiträge zur Akustik und Musikwiss., 3. Heft S. 139 ff.) Diese 9 Tabellen, deren Plan von Stumpf und Schaefer entworfen und die von letzterem mit großer Mühe berechnet wurden, sind bei akustischen Versuchen von großer praktischer Bedeutung. Sie geben eine Übersicht über die Schwingungszahlen der wichtigsten musikalischen Töne von C_2 bis c_7 bei verschiedener Stimmung des a^1 und bei verschieden gestimmten Intervallen, ferner eine Übersicht über die Ableitung und Berechnung der letzteren. Die 3 in den Tabellen berücksichtigten Gesamtstimmungen sind: 1) die physikalische Stimmung, bei welcher C_2 als 16 angenommen ist (a^1 hat dann als temperierte Sexte von c_1 die Schwingungszahl 430,54, als natürliche Sexte die Schwingungszahl $426\frac{2}{3}$). 2) die heutige Normalstimmung $a^1=435$, 3) die frühere, zur Zeit von Helmholtz geltende Normalstimmung $a^1=440$. Die Intervalle sind von den Grundtönen c aus in temperierter und natürlicher Stimmung verzeichnet, von den letzteren ist natürlich eine Auswahl getroffen. Den Kopf der Tabellen bilden die Bezeichnungen der Töne (*cis, dis, etc.*), die Schwingungszahlenverhältnisse (z. B. temperierte große Terz $12 \cdot 2^{\frac{1}{4}}=1,2599$ oder natürliche große Terz $T=\frac{5}{4}=1,2500$) und bei enharmonischen Intervallen die Ableitungen derselben (z. B. der Ton *cis* ist als kleine Terz der großen Terz *E* berechnet, was durch das Symbol T/t ausgedrückt ist). 3 Tabellen sind doppelt vorhanden; die einen geben die Schwingungszahlen in ganzen Zahlen und gemeinen Brüchen, die anderen in ganzen Zahlen und Dezimalbrüchen an.

Nr. 175. **Schallpendel.** Die beiden Pendel mit Ebenholzkugeln schlagen beim Fallen auf einen Eisenambos auf und erzeugen dabei ein Geräusch, daß um so



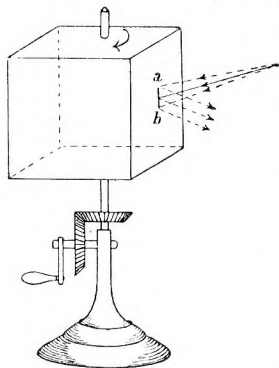
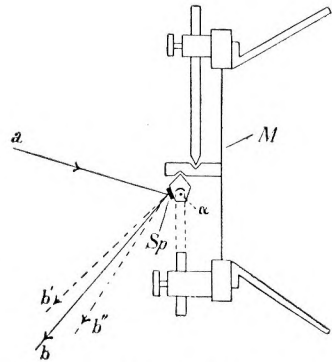
stärker ist, aus je größerer Höhe das Pendel fällt. Die Fallhöhe jedes Pendels ist an einer Kreisteilung ablesbar. Um ein Pendel von einem bestimmten Punkte der Teilung aus fallen lassen zu können, stellt man einen Schieber auf diesen Punkt ein und drückt an dessen vorstehenden Stift das Pendel fest an. Damit das durch seine Elastizität vom Ambos zurückprallende Pendel nicht wieder anschlagen und Geräusche hervorrufen kann, hält man es beim Zurückspringen an der Wattenummhüllung auf.

Nr. 181. **Phonautograph nach Rousselot.** Er dient dazu, Gesprochenes oder Gesungenes, ebenso Klänge verschiedener Tonquellen und Instrumente graphisch zu registrieren, um aus den Kurven über Tonhöhe, Intensität, Klangfarbe etc. Aufschluß zu erhalten. Die Luftwellen werden durch einen Trichter aufgenommen und verstärkt und von diesem aus durch einen Schlauch der sehr empfindlichen Marey'schen

Kapsel Nr. 31 mitgeteilt, welche sie auf den Schreibhebel überträgt. Da Membrane und Hebel natürlich infolge ihrer größeren Maße und infolge ihrer Elastizität nicht allen feinsten Schwingungen der Luft folgen können, so werden diese durch die Kurve nicht genau wiedergegeben. Aber im Wesentlichen (z. B. in der Höhe der Töne, wenn dieselben nicht zu hoch sind), ist die Reproduktion doch richtig, und sie reicht für viele Untersuchungen vollständig aus.

Nr. 182. **Kehltonschreiber nach Rousselot.** Hierbei wird nicht gegen einen Trichter gesprochen, sondern man legt die Marey'sche Aufnahmekapsel des Apparates an den Schildknorpel des Kehlkopfes an, welcher genau die Schwingungen der Stimmbänder mitmacht. Die Membranbewegung wird wieder auf die sehr empfindliche Schreibkapsel Nr. 31 übertragen. Der Apparat hat den Vorzug, daß er die Versuchsperson in keiner Weise belästigt, keine abnorme Haltung u. dgl. verlangt. Die Kurven geben Tonfall und Intensität getreu wieder; nur zu einer Analyse der Klangfarben, also der Vokale, kann der Apparat nicht verwendet werden, da diese nicht bloß durch die Stimmbänderschwingungen, sondern auch durch die Resonanz in der Mundhöhle bestimmt sind.

Nr. 178. **Phonautograph mit Lichtschreibung (Vokalkurvenapparat) nach Samojloff.** Die Luftschwingungen, die in dem Trichter durch Sprechen oder Singen, oder durch eine Stimmgabel usw. erzeugt werden, übertragen sich auf die Membrane M. Auf derselben sitzt ein sehr leichter Korkzapfen, in dessen unterer Einkerbung ein Korkkeil eingreift, welcher um die Axe a sehr leicht drehbar ist und an einer schrägen Seitenfläche das Spiegelchen Sp trägt. Wirft man auf den Spiegel schräg einen Strahl a (von einer Projektionslampe her), so wird derselbe bei ruhender Membrane nach b reflektiert. Ist aber die Membrane in Bewegung, so schwingt



auch der Spiegel und mit ihm der Lichtstrahl b , indem er bald gegen b' , bald gegen b'' geworfen wird.

Die so entstehende Lichtstrahlschwingung wird sodann durch ein rotierendes Spiegelprisma (vgl. Nr. 179) sozusagen auseinandergezogen und ergibt, auf eine Wand projiziert, eine Lichtkurve, die sich mit der Tonhöhe, Intensität und Klangfarbe ändert und zum Zwecke eines genaueren Studiums und der Fixierung photographiert werden kann. Hauptsächlich aber dient der Apparat zur Demonstration, vor allem von Vokalkurven. Nebenstehende Figur zeigt das erwähnte Rotationsspiegelprisma und den Gang der Lichtstrahlen bei ruhendem Prisma.

Nr. 179. **Rotationsspiegelprisma nach Koenig.** Es dient dazu, Schwingungen eines Lichtpunktes, die in einer geraden Strecke $a b$ liegen, in eine Kurve auseinanderzuziehen. Vergl. die Beschreibung zu Nr. 178 und Langendorff, *Physiol. Graphik*, S. 84.

Nr. 180. **Phonautograph für Flammenschreibung nach Koenig.** (Vgl. Langendorff, *Physiol. Graphik*, S. 83). Die Schwingungen der Luft werden hier einer sehr empfindlichen Gasflamme mitgeteilt, u. zw. in folgender Weise. Sie gelangen, nachdem sie durch den Schalltrichter Tr verstärkt worden sind, durch einen Schlauch in die Kapsel K, deren Einrichtung das Schema zeigt. Die Kapsel besitzt im Innern eine Kammer K, in deren Mitte eine sehr empfindliche Membrane ausgespannt ist.



Bei z ist der vom Schalltrichter her kommende Schlauch angesetzt. Die eintretenden Schwingungen teilen sich somit der Membrane mit. Auf der anderen Seite derselben mündet seitlich in die Kammer das Rohr G, in das durch einen Schlauch Gas von sehr konstantem Druck eingeführt wird. Dieses strömt durch das Rohr f aus und wird so reguliert, daß es in einer Stichflamme mit scharfer, leuchtender Spitze brennt. Wenn nun die Membrane schwingt, so ändert sich entsprechend der Druck des Gases und die Flamme brennt in denselben Perioden höher und tiefer. Um diese in einer vertikalen Geraden sich bewegendenden Schwingungen der Flammenspitze verfolgen zu können, benützt man nach Koenig ein rotierendes Spiegelprisma (Nr. 179).

Nr. 176. **Phonograph, Exzelsior**, Der Phonograph ist für phonetische und akustische Untersuchungen ein sehr wertvolles Instrument. Er dient dazu, gesprochene Sätze, Lieder, Rhythmen usw. zu fixieren, um sie nachher zum Zwecke einer genaueren Analyse beliebig oft reproduzieren zu können. Die Wiedergabe ist natürlich nicht genau dem Original gleich; aber in den wichtigsten Eigenheiten (Tonfall, Rhythmus etc.) wird es doch getreu wiedergegeben. Die Aufnahme geschieht bekanntlich so, daß in einen Trichter gesungen bzw. gesprochen wird; die dabei entstehenden Luftschwingungen übertragen sich auf die am Ende des Trichters liegende Membrane und weiter auf einen Stift, welcher sehr feine Vertiefungen in eine mit einer weichen Masse (Antimonseife) überzogene, unter ihm rasch vorbeirotierende Walze eingräbt. Bei der Reproduktion folgt der Stift, der mit leichtem Druck auf der Walze aufsitzt, diesen Vertiefungen, macht also dieselben Schwingungen wieder und überträgt sie auf die Membrane und die Luft. Vor die Membrane wird dabei entweder wieder ein Schalltrichter gesteckt, welcher die Töne verstärkt und gestattet, sie einem Auditorium zu demonstrieren; oder man setzt einen Schlauch an und leitet durch ihn die Luftwellen zu den beiden Ohren. Dem Apparat wird ein solcher, sich in 2 Teile gabelnder Schlauch beigegeben.

Der Stift kann durch eine Hebelvorrichtung in jedem Moment von der Walze abgehoben und wieder auf sie aufgesetzt werden. Ebenso läßt er sich samt der Membran und dem Trichter längs der Walze verschieben. Man kann also einzelne Stellen des Phonogramms herausgreifen und beliebig oft wiederholen, was für das Studium desselben von großem Wert ist.

Handelt es sich um Aufnahmen, die schwer oder gar nicht zu wiederholen sind, wie die Phonogramme, die bei wilden Völkern gemacht sind, dann ist es nötig, von den Walzen, die sehr leicht Beschädigungen ausgesetzt sind und sich durch den Gebrauch stark abnützen, auf galvanoplastischem Wege Kopien herstellen zu lassen. Diese leisten genau dasselbe wie die Originalwalzen und sind dauerhaft und widerstandsfähig.

Das in Rede stehende Modell des Phonographen hat den Vorzug der Billigkeit und Handlichkeit (es wiegt nur $1\frac{1}{2}$ kg), und es liefert sehr gute Phonogramme. Es eignet sich daher vorzüglich für Aufnahmen, die für wissenschaftliche Zwecke bei Reisen (Naturvölker, Landbevölkerung) gemacht werden.

Nr. 177. **Phonograph, Edison Home Modell**. Dieses Modell ist größer und schwerer als das vorige, liefert aber deutlicher vernehmbare Reproduktionen und eignet sich daher vortrefflich zur Demonstration. An Exaktheit steht es auf einer Stufe mit dem vorigen.

Anm.: Das Phonogrammarchiv des Psychologischen Institutes zu Berlin NW., Dorotheenstraße 95/96, besitzt eine reichhaltige Sammlung von Phonogrammen (namentlich Lieder und Instrumentalstücke wilder Völker). Von vielen derselben werden Kopien zu Studien- oder zu Demonstrationzwecken abgegeben. Forscher, die sich dafür interessieren, mögen sich dorthin wenden.

V. Apparate zur Untersuchung der Haut- u. der Kinaesthetischen Empfindungen.

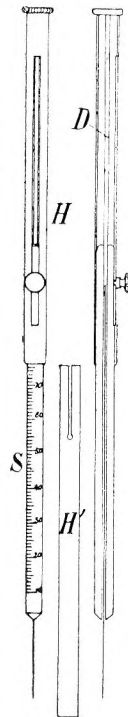
Vorbemerkung über Aesthesiometer.

Der Ausdruck „Aesthesiometer“ ist — ähnlich wie der Ausdruck „Aesthetik“ — in willkürlicher Weise spezialisiert worden, indem man ihn beschränkt hat auf Instrumente, die zur Bestimmung der Empfindlichkeit für Druckreize auf die Haut dienen. Je nachdem es sich um Bestimmung von Intensitätsschwellen handelt, wo nur ein Hautpunkt gereizt wird, oder von Raumschwellen bzw. um Schätzung oder Vergleichung von überschwelligen Distanzen, wo jedesmal zwei Punkte berührt werden, sind die Instrumente im Folgenden als einfache oder als Doppel-Aesthesiometer bezeichnet. Ferner werden verschiedene Druckintensitäten, sofern sie nicht durch freie Hand bestimmt werden, bei den im folgenden ausgeführten Instrumenten auf 3 Wegen erzeugt: durch verschiedene Längen eines Haares, durch verschiedene Spannung einer Feder oder endlich durch verschieden schwere Gewichte. Dementsprechend sind die Ausdrücke Haar-Aesthesiometer, Feder-Aesthesiometer und Gewichts-Aesthesiometer gewählt.

Nr. 183. **Einfaches Haar-Aesthesiometer nach v. Frey.** (Untersuchungen über die Sinnesfunktionen der menschlichen Haut. Erste Abhandlung: Druckempfindung und Schmerz, Abhandlungen d. math. phys. Klasse der Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss., Bd. XXIII. S. 214 f.). Das Instrument dient dazu, die Intensitätsschwelle für Druckreize der Haut, d. h. jene minimale Druckstärke zu bestimmen, bei welcher eben noch oder eben schon ein Druck gespürt wird. Eine exakte Regulierung und Variierung der Geschwindigkeit mit der der Reiz einsetzt, sowie der Größe der berührenden Fläche erlaubt das Instrument nicht. Es soll nur ein möglichst einfacher und handlicher Apparat sein zur schnellen Orientierung über die Druckempfindlichkeit, wie er zu klinischen Zwecken nötig ist. Aber auch für die Demonstration wird es sich aus denselben Gründen sehr eignen.

In einer ca. 5 cm langen äußeren Hülse H gleitet mit etwas Reibung der Stab S, der der Länge nach mit einer sehr feinen Bohrung versehen ist. In diese Bohrung paßt genau der dünne Draht D, welcher mit dem einen Ende an der äußeren Hülse H befestigt ist, während er an dem anderen, freien Ende ein Pferdehaar trägt, das durch die Bohrung des Stabes S hindurchgeht. Je nachdem man diesen Stab mehr oder weniger in die äußere Hülse hineinschiebt, ragt das Haar verschieden weit über ihn hinaus. Nach der Länge des vorragenden Stückes des Haares bestimmt sich aber der Widerstand, den dasselbe der Durchbiegung beim Niederdrücken auf die Haut entgegensetzt: darauf beruht eben das Prinzip des Apparates. Jeder Länge des Haares, somit auch jeder Stellung des Stabes S und jedem Teilstrich an der Skala, die in diesen eingerigt ist, entspricht eine genau bestimmte Stärke des Druckes. Da das Haar ebenso wie die Hülse etwa 5 cm lang ist, so lassen sich sehr verschiedene Reizintensitäten herstellen, von den leisesten, meist unter schwelligen Intensitäten bei langem Haar, bis zu den kräftigen und schon schmerzenden Reizen bei nur wenig vorstehender Borste. Die extremen Intensitäten verhalten sich etwa wie 1 : 50.

Es sind noch einige Bemerkungen hinzuzufügen. Bei gleich langem, aber verschieden gebogenem Haare ist der ausgeübte Druck nicht ganz gleich. Der maximale Druck wird nahezu erreicht, ehe noch eine merkliche Biegung eintritt; bei Durchbiegung steigert sich der Druck noch



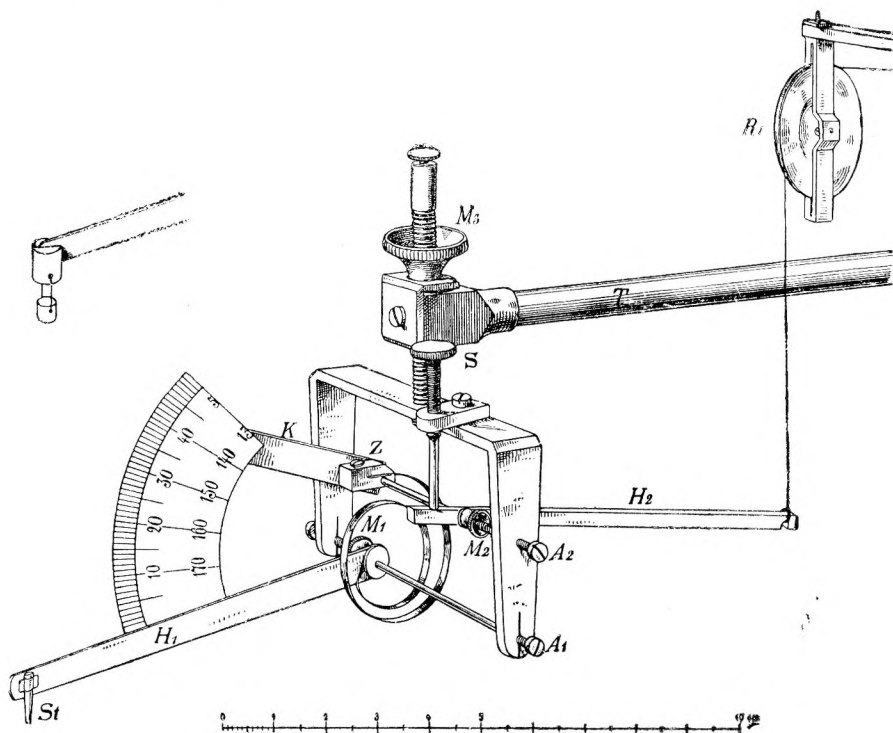
ein wenig, nimmt bei stärkerer Durchbiegung aber wieder ab. Man wird also am besten so stark mit dem Instrument auf die Haut drücken, daß eine eben merkliche Durchbiegung eintritt. Bei stärkerer Biegung macht sich außerdem der Fehler stärker bemerkbar, daß das Haar nicht mit der ganzen Fläche des Querschnittes, sondern nur mit einer Kante auf die Haut wirkt, und daß eine seitliche, im Sinne einer Verschiebung des Haares auf der Haut wirkende Komponente entsteht.

Das Haar darf auch deshalb nicht stark gebogen werden, damit seine Elastizitätsgrenze nicht überschritten wird. Denn in diesem Falle kehrt es nicht sofort nach der Reizung, sondern erst nach einiger Zeit in seine Ausgangslage zurück, oder es erhält gar einen dauernden Knick, so daß es durch ein neues ersetzt werden muß.

Um das Haar nach dem Gebrauch zu schützen, schiebt man den Stab S ganz aus der Hülse heraus, so daß er das Haar möglichst weit deckt, und steckt außerdem über Stab und Haar die zweite in der Figur nebenliegend gezeichnete Hülse H', welche durch Reibung genügend sicher hält.

Die Eichung der Skala nimmt man mit einer sehr feinen Wage vor, indem man für jeden 5. oder 10. Teilstrich bestimmt, wie viel Milligramm man auflegen muß, damit das Haar eben durchgebogen wird.

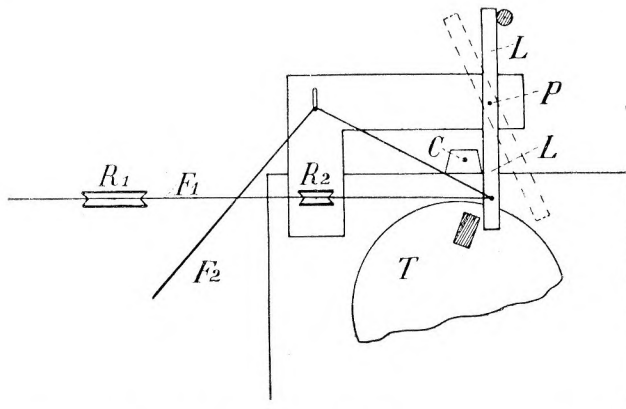
Nr. 184. Schwellenwage nach v. Frey. (Untersuchungen über die Sinnesfunktionen der menschlichen Haut. Erste Abhandlung: Druck und Schmerz. Abhandlungen d. math. phys. Klasse d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss., Bd. XXIII, S. 189 ff.). Sie dient, wie das vorige Instrument, zur Bestimmung der Schwelle für Druckreize auf die Haut, jedoch gestattet sie auch eine exakte Variierung der Stärke des Druckes und der Geschwindigkeit der Belastung. Außerdem läßt sich die Größe der belasteten Fläche leicht variieren. Freilich wird dadurch das Instrument sowie auch seine Handhabung wesentlich komplizierter. Zur Erzeugung verschiedener Druckstärken wird eine Feder verwendet.



Der in horizontaler Richtung festzuklemmende Stab T trägt eine Gabel, in welcher die zwei Axen A_1, A_2 sitzen. An der einen Axe A_1 ist der sehr leichte, ca. 8 cm lange Hebel H_1 mit dem Berührungsstiftchen St befestigt, an der anderen Axe A_2 der Hebel H_2 und die Zwinge z , die den Korkstreifen K und einen mit einer Kreisteilung versehenen Papiersektor trägt. Beide Axen sind verbunden durch eine Spiralfeder, welche oben durch die Zwinge gehalten wird und unten an dem Scheibchen vor dem Hebel H_1 befestigt ist. Wenn man den Hebel H_2 hebt, indem man die in der Figur gezeichnete Schnur nach oben zieht, so wird die Axe A_2 gedreht und zunächst mittels der Feder auch die Axe A_1 mitgenommen. Der Hebel H_1 stellt sich dabei auf einen gewissen Teilstrich ein. Da er, sowie auch die Feder, nicht unverrückbar an der Axe A_1 befestigt, sondern durch die Schraubenmutter M_1 festgeklemmt ist, so kann man nach Lockerung dieser Mutter beide so einstellen, daß der Hebel in der erwähnten Ruhelage auf den Nullpunkt der Teilung sich einstellt. Sowie nun, während man den Hebel H_2 weiter nach oben zieht, das Stiftchen St die Haut berührt, wird der Hebel H_1 festgehalten, es kann sich nur mehr die Axe A_2 drehen, und mit ihr verschiebt sich der Sektor, sodaß der Hebel auf andere Teilstriche der Gradteilung zeigt. Gleichzeitig aber wird die Spiralfeder zusammengedrückt, enger gerollt, und damit durch sie ein immer stärkerer Zug auf den Hebel H_1 ausgeübt, der sich als stärkerer Druck des Stiftchens St auf die Haut äußert. Jedem Teilstrich entspricht somit eine genau bestimmte Druckstärke.

Vor dem Versuch wird das Instrument in solcher Lage befestigt, daß der Berührungsstift der gewünschten Hautstelle fast bis zur Berührung genähert ist. Man klemmt das Instrument an einem Stativ in ungefähr richtiger Lage fest und nimmt die Feinstellung durch Schrauben der Mutter M_3 vor, indem man so die Spitze langsam auf die Hautstelle herabläßt.

Die Eichung wird in folgender Weise vollzogen: Man stellt in der eben besprochenen Weise das Instrument so ein, daß die Spitze St die eine Schale einer sehr empfindlichen (chemischen) Wage berührt. Dann legt man auf die andere Schale verschiedene Gewichte, löst die Arretierung der Wage und hebt den Hebel H_2 solange, bis wieder Gleichgewicht herrscht. Dieses Heben wird durch Senken der Schraube S vollzogen, welche auf den kurzen Arm des zweiarmigen Hebels H_2 drückt. H_2 kann ähnlich wie H_1 mittels der Mutter M_2 in verschiedener Lage auf der Axe A_2 befestigt werden.

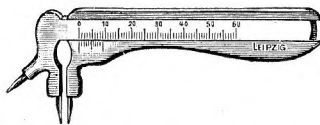


Die Größe der berührten Hautstelle läßt sich in sehr einfacher Weise variieren. Man legt erst mit einer Pinzette sehr behutsam die kleinen, mit dem Instrumente gelieferten Scheibchen auf die Haut; die dabei event. auftretenden flüchtigen Berührungsempfindungen haben auf den Erfolg des Versuches keinen Einfluß. Sodann läßt man den Stift der Schwellenwage auf das Scheibchen herab und übt durch sie einen stärkeren oder geringeren Druck aus.

Es erübrigt noch zu besprechen, wie die Geschwindigkeit der Berührung bestimmt wird. v. Frey verfährt so, daß er den Faden, welcher den Hebel H_2 zieht und dadurch den Druckreiz auslöst, von einem Kymographion mitnehmen läßt, das eine konstante und variierbare Geschwindigkeit besitzt. Der Faden wird zuerst, wie aus der Figur und aus dem vorstehenden Schema ersichtlich ist, nach oben und über die Rolle R_1 geführt, dann ein Stück horizontal zum Röllchen R_2 und von diesem schräg abwärts zu dem Hebel L , an welchem er festgebunden wird. Dieser Hebel wird von dem Daumen D , der an der vertikalen Trommel T des Kymographions befestigt ist, ein Stück mitgenommen u. zw. mit genau bestimmter Geschwindigkeit, die sich in bekannter Weise durch Verstellen der Windflügel und der Friktionsscheibenübersehung regulieren läßt. Damit der Hebel, wenn er von dem Daumen nicht mehr mitgenommen wird, durch die Kraft der Spiralfeder der Schwellenwage nicht zurückgezogen werde, zieht man die Schraube bei P so fest an, daß die Feder die dadurch entstehende Reibung leicht überwinden kann. Nach dem Versuche zieht man mittels des ebenfalls an L festgebundenen Fadens F_2 den Hebel wieder zurück und stellt dadurch auch die Ausgangslage in der Schwellenwage wieder her.

Um verschiedene Druckstärken auszuüben, muß der Faden verschieden weit zurückgezogen werden. Zu diesem Zwecke wird das Kymographion auf eine Platte gestellt, welche um C drehbar ist. Durch Drehen der Platte samt dem Kymographion um diese Axe wird der Zahn D mehr oder weniger gegen den Hebel L vor- bzw. zurückgeschoben und muß daher diesen ein größeres bzw. kleineres Stück mit sich führen.

Nr. 185. **Doppelaesthesiometer nach Spearman.** (Sommer, Die Ausstellung von exper.-psychol. Apparaten und Methoden bei dem Kongreß für exper. Psychol. in Gießen 1904 S. 37)



Das Instrument dient hauptsächlich zur Untersuchung der simultanen Raumschwelle der Haut, d. h. derjenigen Distanz zweier Spitzen, bei welcher dieselben eben als 2 Spitzen bzw. als räumlich getrennt liegend erkannt werden. Seine Konstruktion ist außerordentlich einfach.

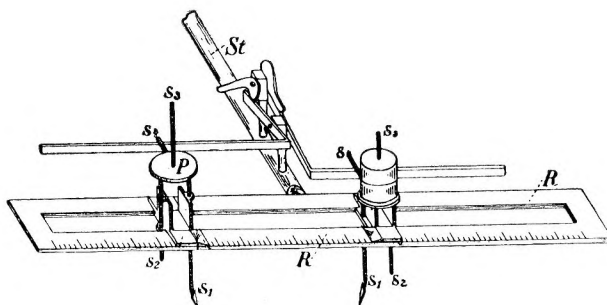
Es hat 2 gegeneinander verschiebbare Teile. Der eine Teil besteht aus einem Lineal, auf dem eine Millimeterteilung (bis 60 mm) eingeritzt ist, und aus einem links daran sich anschließenden Kopf, an welchem eine gerade und eine schräg nach unten stehende Spitze angeschraubt sind. Der andere Teil hat eine Schwalbenschwanzführung, in der das eben erwähnte Lineal gleitet, und trägt ebenfalls eine Spitze. Die Entfernung der zwei nach unten gerichteten Spitzen ist an der Skala abzulesen; zur genaueren Messung dient ein Nonius. Die Spitzen sind aus einem schlecht wärmeleitenden Material, nämlich aus Elfenbein angefertigt, damit Kälteempfindungen bei der Berührung möglichst vermieden werden.

Die dritte Spitze dient zu Versuchen, bei welchen nur eine Spitze aufgesetzt wird, also zur Bestimmung der Successivschwelle, falls man die zu berührenden Punkte schon vorher auf der Haut gekennzeichnet hat, und zu den sogenannten Lokalisationsversuchen, wo die Lage bloß eines Punktes anzugeben ist.

Das Instrument ist ganz aus Aluminium gearbeitet; es ist daher sehr leicht. Außerdem sind die Dimensionen so klein als möglich genommen und die Form so gewählt, daß es sehr bequem zu halten ist. Dies sind wesentliche Vorzüge gegenüber anderen Konstruktionen desselben Apparates. Denn das Instrument wird mit der Hand dirigiert und vor allem auch der Druck mit freier Hand erzeugt. Dies ist aber nur bei einem sehr leichten und handlichen Instrument mit hinreichender Exaktheit durchzuführen.

Nr. 186. **Doppel-Gewichtsaesthesiometer nach Rupp.** Dieses Instrument hat einen etwas anderen Zweck als das vorige. Es dient erstens zur successiven Reizung der Haut auch für den Fall, daß man die Punkte nicht vorher auf der Haut bezeichnet hat, und es wird ferner die Stärke des Druckes nicht mit freier Hand, sondern durch Auflegen von Gewichten bestimmt. Dadurch kann gleichzeitig die Stärke des Druckes in exakter Weise und meßbar variiert werden.

Auf einem 14 cm langen und 2 cm breiten, horizontalen Rahmen R gleiten die 2 Schieber. In Ringen und Löchern dieser Schieber gleiten wieder, in vertikaler Richtung, die 2 Stahlstäbchen s_1 s_2 , welche oben die runde Platte P tragen, in deren Mitte der Stab s_3 aufgesetzt ist. Auf die Stäbchen s_1 sind Elfenbeinspitzen auf-



geschraubt, die sich leicht abnehmen und je nach Bedarf durch spitzere oder stumpfere ersetzen lassen. Die Stäbchen sind so gebogen, daß die Spitzen einander bis zur vollständigen Berührung genähert werden können. Ihre Entfernung ist an der Millimeter-skala (bis 100 mm), die auf dem Rahmen eingeritzt ist, abzulesen. Die Stäbchen s_2 sind kürzer als s_1 ; sie haben nur den Zweck, zu vermeiden, daß diese sich drehen, weil sich dadurch die Entfernungen der Spitzen ändern und vielleicht auch unbeabsichtigte Empfindungen (bei der Drehung) entstehen würden. Auf die Stäbchen s_3 endlich werden Gewichte aufgelegt, wie solche in der Figur auf dem rechten Schieber zu sehen sind. Die Gewichte haben die Form von dickeren oder dünneren Scheiben und sind in der Mitte durchbohrt. Es werden, wenn nicht besondere Wünsche geäußert werden, je 2 Gewichte von 5, 10, 20 und 50 g mitgeliefert. (Die Platte P mit den Stäbchen und der Beinspitze wiegt 3 g). Damit die Schieber bei der relativ großen Belastung nicht umkippen, und überhaupt zur Sicherung der Führung, werden sie von unten durch Federn an die Rahmen angedrückt.

Das Heben und Senken der Platten samt den Gewichten und Spitzen geschieht durch Exzenter in folgender Weise. Auf den Stab St, welcher den Rahmen trägt, sind 2 kleine Pfosten aufgesetzt. Der hintere, etwas höhere trägt einen Exzenter, der vordere einen Doppelhebel, auf dessen einen Arm der Exzenter drückt, während der andere Arm rechtwinklig umgebogen ist und unter einen kleinen, an der Platte P angelegten Stift s_4 greift und mittels desselben die Platte samt den Gewichten und Spitzen hebt bzw. sinken läßt. Die Platte auf dem linken Schieber ist in der Figur gehoben gezeichnet, die auf dem rechten gesenkt. Jeder Schieber hat seinen eigenen Exzenter; beide sind voneinander unabhängig.

Man verfährt bei successiver Reizung so, daß man zunächst die Spitzen hebt, also die Exzenter nach hinten dreht; sie sind so gearbeitet, daß sie von selbst in dieser Ausgangslage bleiben. Sodann bewegt man den einen Exzenter mit bestimmter, gleichförmiger Geschwindigkeit nach vorne, so daß die erste Berührung stattfindet, schlägt ihn z. B. nach 1 Sek. wieder zurück und dreht dann den andern Exzenter mit derselben Geschwindigkeit nach vorne, um ihn ebenfalls nach 1 Sek. zurückzuschlagen. Die Druckstärke wird dabei durch die Schwere der Gewichte sowie der Platten samt den Stäbchen und Spitzen bestimmt. Nur die Geschwindigkeit, mit der die Berührung einsetzt, ist nicht maschinell, sondern durch freie Hand reguliert. Jedoch ließe sich auch hier ein ähnliches Verfahren einschlagen, wie es bei der Schwellenwage nach v. Frey (Nr. 184) beschrieben ist.

Will man Versuche mit Simultanschwelle anstellen, so werden die 2 rechtwinklig umgebogenen Hebel, auf welche die Exzenter wirken, miteinander verkuppelt, so daß man mit einem Exzenter beide Gewichte gleichzeitig heben und senken kann. Damit jedoch die Spitzen auch gleichzeitig die Haut berühren, müssen sie so eingestellt werden, daß sie schon vor der Berührung gleiche Entfernung von der Haut besigen. Dies erreicht man dadurch, daß man sie auf den Stäbchen *s*, ein wenig hinauf bzw. hinunterschraubt. — Natürlich kann man mit diesem Aesthesiometer auch bei Simultanschwelle die Geschwindigkeit der Berührung exakt regulieren und variieren, wie es v. Frey bei der Schwellenwage tut.

Der Apparat ist horizontal an einem Stativ zu befestigen. Es wird zu diesem Zwecke eine an den Tisch zu klemmende Zwinge mit einem verschieden hoch einzustellenden vertikalen Stab beigegeben und eine Doppelmuffe, um daran den Stab *St* des Instrumentes zu befestigen.

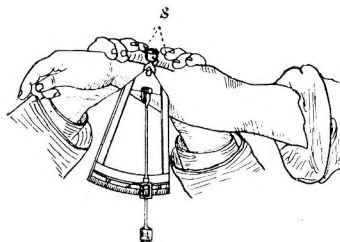
Nr. 187. Einfaches Gewichtsasthesiometer nach Rupp. Das Instrument dient dazu, einen einzigen (überschwelligen) Druckreiz von variierbarer und meßbarer Stärke zu erzeugen. Man kann also den Einfluß der Druckstärke auf die Lokalisation eines Punktes und auch auf die Successivschwelle bestimmen; nur muß in dem letzteren Falle die Reihe der Punkte, die man reizen will, vorher auf der Haut bezeichnet werden.

Prinzip und Konstruktion sind genau wie beim vorigen Apparat. Man denke sich einen Schieber herausgenommen und mit einem Holzgriff versehen, so erhält man im wesentlichen das Aussehen des Instrumentchens.

Nr. 188. Elektroden zur elektrischen Hautreizung, in Größe und Form nach Wunsch.

Nr. 189. Wärmetaster nach Miescher. Derselbe dient dazu, Tastreize von beliebiger und genau bestimmbarer Temperatur zu applizieren. Ein nach unten konisch zulaufendes, mit einem schlecht wärmeleitenden Futteral überzogenes Neusilberrohrchen von 45 mm Länge ist durch eine Scheidewand in 2 Längshälften geteilt, die nur ganz nahe an der durch ein dünnes Metallplättchen von 1 mm Durchmesser verschlossenen Spitze kommunizieren. An die eine Längshälfte setzt sich ein Zufluß-, an die andere ein Abflußrohrchen an. Der Einströmungsweg erweitert sich zu einer kleinen Metallkapsel, in welcher die Kugel eines feinen Thermometers eingepaßt ist. Bei einem Wasserstrom von 15 ccm pro Min. und einer um 27—30° C. höheren Temperatur als die der Zimmerluft zeigt das Thermometer die Temperatur der Spitze auf ca. $\frac{1}{10}^{\circ}$ genau an. Das Wasser muß klar filtriert und frei von kohlensaurem Kalk sein. Das Instrument wird schräg aufgesetzt wie ein Bleistift, weshalb auch die Spitze etwas abgeschrägt ist.

Nr. 190. Bewegungsmesser nach Goldscheider. (Gesammelte Abhandlungen Bd. II S. 283 und Berliner klin. Wochenschrift 1890, Nr. 14.) Der Apparat dient dazu, unsere Empfindlichkeit für Bewegungen der Körperteile gegeneinander zu prüfen, vor allem um Bewegungsschwellen, sowohl für aktive wie für passive Bewegungen zu bestimmen. Für seine Konstruktion war der Gedanke maßgebend, daß er für klinische Zwecke geeignet sein soll, also zur schnellen Orientierung darüber,



ob der Patient normale oder abnorme Empfindlichkeit besitzt. Daher ist der Apparat so konstruiert, daß seine Handhabung sehr einfach ist, und daß er keine langen Vorbereitungen und keine Nebenapparate erfordert.

Die Holzschiene *s* wird mit seiner unteren Fläche, die mit Leder überzogen ist, auf das zu bewegende Glied, z. B. auf den Unterarm aufgelegt und, wie die Figur zeigt, mit den Händen an denselben angedrückt, so daß es gut anliegt.

Oben an der Schiene ist, quer zu ihr, also senkrecht zur Zeichenebene, ein Stück mittels einer Schraube befestigt, welches verstellbar ist und so weit über den Arm vorragen muß, daß der Sektor mit dem Pendel, den es trägt, freien Spielraum gewinnt. Der Sektor ist an dem Querstück nicht starr befestigt, sondern kann mit Reibung in zweifacher Weise gedreht werden: erstens um das Querstück als Axe, also in seiner eigenen (und in der Zeichen-) Ebene, zweitens um seine Symmetrieaxe, die durch den Nullpunkt der Teilung geht und in der Figur fast senkrecht liegt. Das Pendel stellt sich durch seine Schwere vertikal. Damit es, ehe es zur Ruhe kommt, nicht lange hin- und herschwingt, gleitet es mit einem kleinen Röllchen an der unteren, gebogenen Leiste des Sektors. Zur bequemen Ablesung des Teilstriches der Gradteilung, auf den sich das Pendel einstellt, ist es mit einem Rähmchen versehen, in dessen Mitte vertikal ein dünner Draht ausgespannt ist. Der Teilstrich, welchen der Draht deckt, ist für die Ablesung maßgebend. Man kann leicht bis auf halbe Grade ablesen, da jeder Gradstrich vom nächsten 2 mm entfernt ist.

Man stellt den Sektor durch Drehen um das Querstück so ein, daß das Pendel bei der gewählten Ausgangslage des Gliedes auf 0 zeigt. Wird nun das Glied aus dieser Lage heraus gedreht, so bewegt sich um genau denselben Winkel auch die an ihm fest anliegende Schiene und mit dieser der Sektor, während das Pendel infolge seiner Schwere in vertikaler Lage verharrt. Der neue Teilstrich, vor welchen das Pendel dabei zu stehen kommt, gibt dann, wie eine einfache Überlegung zeigt, den Winkel der ausgeführten Drehung an.

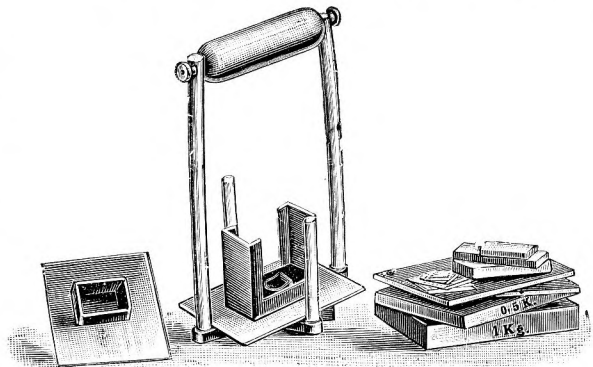
Die Ausgangslage des Gliedes braucht keine horizontale zu sein. Nur muß, wenigstens bei starker Neigung, der Sektor in solche Lage gebracht werden, daß er wieder vertikal nach unten steht und das Pendel bei 0 einspielt. Stets aber müssen der Sektor und das Pendel in einer vertikalen Ebene liegen.

Wenn man nicht, wie bisher stillschweigend angenommen wurde, die Schwelle für die Beugung und Streckung untersuchen will, sondern die für die Drehung z. B. des Armes um seine Längsaxe, so tritt die zweite der obenerwähnten Bewegungsfreiheiten des Sektors in Kraft; er wird um seine eigene Symmetrieaxe um 90° gedreht, so daß er senkrecht zum Arm und senkrecht zur Zeichenebene steht.

Zuweilen stören aktive Muskelspannungen beim Halten des Gliedes den Versuch. Das einfachste Mittel dagegen ist es, wenn der Versuchsleiter das zu bewegende Glied selbst festhält. Eventuell müssen die proximal gelegenen Teile fixiert werden. Die Fixierung und Bewegung soll so geschehen, daß Hautempfindungen bei der Bewegung möglichst vermieden werden. Übrigens betont Goldscheider, daß seine „Patienten ausnahmslos sehr schnell die Bewegung von den übrigen Sensationen unterscheiden“ lernten.

Nr. 191. **Fechner'sche Gewichte.** (Elemente der Psychophysik 1, S. 96 f. Revision der Hauptpunkte der Psychophysik S. 359, ferner G. E. Müller u. F. Schumann, Über die Vergleichung gehobener Gewichte, Pflüg. Arch. Bd. 45, S. 37 f.) Sie dienen zur Untersuchung unserer Unterschiedsempfindlichkeit für aktiv gehobene Gewichte. Form und Ausführung sind genau dieselben wie bei den ursprünglichen, von Fechner selbst benützten Gewichten.

In das einfache Gestelle, dessen Form aus der Figur ersichtlich ist, werden zunächst unten große, den ganzen Boden deckende Gewichtsplatten eingelegt. Darüber wird eine Blechplatte mit einem Aufsatz



gelegt, wie sie in der mittleren Figur zu sehen ist. In den Aufsatz passen kleinere Gewichtsplatten, auf die wieder eine Blechplatte mit einem noch kleineren Aufsatz gelegt wird, welcher zur Aufnahme der kleinsten Gewichte bestimmt ist. Die letztere Platte samt ihrem Aufsatz ist in der Figur links in vergrößertem Maßstabe gezeichnet. — Diese ganze Einrichtung hat den Zweck, daß die Gewichte in dem Gefäße zentrisch verteilt sind, daß sie ferner beim Heben nicht hin und her rutschen, und daß sie, wenigstens bei mäßiger Hubgeschwindigkeit, nicht herausfliegen.

Der zu den Gefäßen gehörige vollständige Satz von Gewichten umfaßt je 10 Bleiplatten von 1000, 500, 100, 50 g, 20 Bleiplatten von 200 g; ferner je 10 Zinkplatten von 10, 5, 1, $\frac{1}{2}$ g und je 20 Zinkgewichte von 20 und 2 g. Es lassen sich somit in Intervallen von je $\frac{1}{2}$ g alle Gewichte von $\frac{1}{2}$ g bis zu mehreren kg einlegen. Die Gefäße selbst sind relativ leicht und sind untereinander genau gleich schwer.

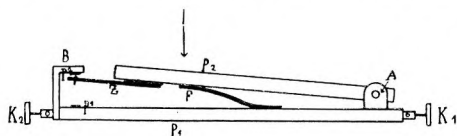
Der Griff, an dem die Gefäße beim Heben angefaßt werden, ist aus Hartgummi angefertigt; er ist sehr handlich und dreht sich leicht um seine Axe.

Die einzelnen Hebungen müssen untereinander ganz gleich ausgeführt werden, mit gleicher Geschwindigkeit und bis zu gleicher Hubhöhe. Das Tempo wird am besten durch ein Metronom reguliert, die Hubhöhe durch eine über den Gewichten ausgespannte Schnur; die Gewichte werden so hoch gehoben, daß die Hand die Schnur eben berührt.

Um das beim Niedersetzen der Gewichte entstehende, störende Geräusch zu dämpfen, nimmt man als Unterlage ein gepolstertes Brett. Will man die „Raumlage“ für die zu vergleichenden Gewichte konstant lassen, so werden dieselben nicht nebeneinander, sondern successiv an dieselbe Stelle gesetzt. Hierzu bedient man sich am besten — nach einem Vorschlage von Scholl — einer gepolsterten Drehscheibe. Die Gewichte werden vor dem Versuche in entsprechendem Abstand auf den Rand der Scheibe gesetzt und dann einfach durch Drehung derselben successive an dieselbe Stelle gebracht.

Nr. 192. **Apparat nach Laura Steffens.** (Zeitschr. f. Psych. Bd. 23 S. 274).

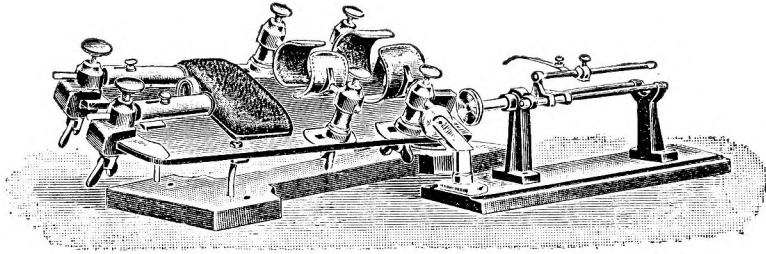
Derselbe dient dazu, die Schnelligkeit der Hebung am Beginne derselben zu messen. Über dem Grundbrett P_1 dreht sich in der Axe A die Platte P_2 , die durch die Feder F von dem ersteren abgehoben wird. Die Platte P_2 trägt die Zunge Z, deren Platinspitzen bei der höchsten und tiefsten Lage der Platte die Platinblättchen p_2 und p_1 berührt, die an dem Messingbügel B, bezw. an dem Grundbrett befestigt sind. Z ist mit der Klemme K_1 , p_1 sowie p_2 mit K_2 in metallischer Verbindung. Stellt man das zu



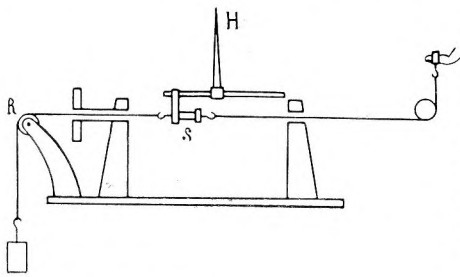
hebende Gewicht auf die obere Platte, so drückt es dieselbe nieder, und K_1 wird mit K_2 durch den unteren Kontakt bei p_1 verbunden. Wird das Gewicht abgehoben, so wird der Strom unterbrochen, bis die Platte die in der Figur dargestellte Endlage erreicht hat, in welcher der obere Kontakt bei p_2 hergestellt wird. Die Dauer der Stromunterbrechung, die sich mittels des Hipp'schen Chronoskopes messen läßt, ändert sich je nach der mittleren Schnelligkeit, mit der das Gewicht in den ersten Momenten abgehoben wird.

Nr. 193. **Charpentier'sche Gewichte.** 2 gleich schwere, aber verschieden große Messingkugeln mit Schlinge zum Halten. Wenn man die Gewichte hebt und vergleicht, indem man sie gleichzeitig ansieht, so entsteht die Täuschung, als ob die kleinere Kugel deutlich schwerer sei.

Nr. 194. **Ergograph nach Mosso.** (Du Bois-Reymond's Arch. Jahrg. 1890 S. 90, Die Ermüdung, Lpz. 1892, S. 86 ff.) Er dient dazu, die von einem Mittelfinger nach bestimmtem Tempo ausgeführten Gewichtshebungen graphisch zu registrieren. Die übrige Hand und der Arm sollen sich möglichst wenig an der Hebung beteiligen. Zu diesem Zwecke wird der Arm mittels der halbringförmigen Kissen A, der Zeige- und



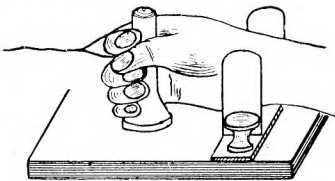
Ringfinger durch die Röhren F festgehalten, während der Mittelfinger durch den dazwischen liegenden Ring gesteckt wird, der sein Grundglied fest umschließt, so daß die 1. und 2. Phalanx frei bleiben. Vor den bisher besprochenen Teil des Apparates wird der in der Figur rechts stehende Hebelapparat gesetzt. Das zu hebende Gewicht wird an einer Darmsaite befestigt, die über die Rolle R zum Schlitten S führt. An diesen greift auf der rechten Seite eine zweite Darmsaite an, die zunächst horizontal,



dann über eine Rolle gehend nach aufwärts zu dem Ringe führt, der an dem Mittelfinger steckt. Das nebenstehende Schema zeigt diese Führung der Saite. Wird nun der Finger gebeugt, so zieht er die Saite nach sich, und mit derselben den Schlitten S, welcher den Hebel H trägt, und mittels dieses Schlittens endlich das Gewicht. Der Hebel zeichnet auf einer langsam rotierenden Trommel mit horizontaler Axe eine Kurve, welche die Abnahme der Hub-

höhe und den eigentümlichen Phasenverlauf der einzelnen Hebung zeigt. Eine einfache, in der Figur weggelassene Vorrichtung gestattet es, die Summe aller einzelnen Hubhöhen und damit durch Multiplikation mit dem Gewicht die Gesamtarbeit zu bestimmen.

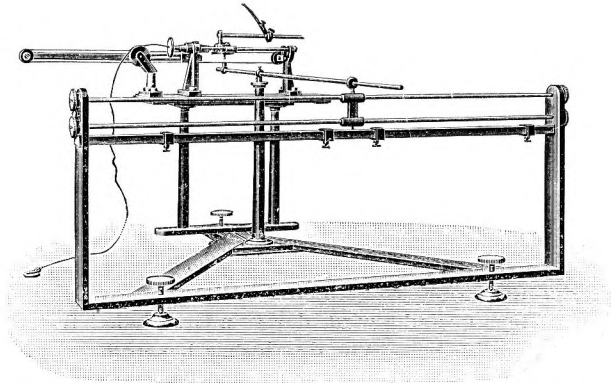
Der Apparat wird dazu verwendet, den Einfluß geistiger und körperlicher Ermüdung sowie auch anderer Umstände auf die Muskelleistung zu untersuchen.



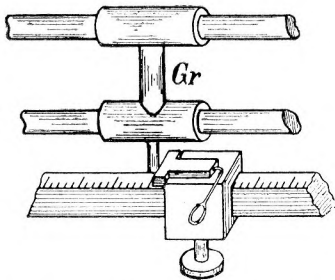
Nr. 195. Derselbe, Handlagerung modifiziert nach Dubois. (Schnyder, Alkohol und Muskelkraft, Pflüg.-Arch., Bd. 93, S. 458). Bei diesem Instrument ist der Mosso'sche Schreibapparat beibehalten, hingegen von dem Dubois'schen Instrumente die Art der Handlagerung und der Handbewegung übernommen. Die Hand umfaßt hier einen kräftigen Zapfen und wird durch die 2 verschiebbaren Halter fixiert. Ferner kann hier die Bewegung mit dem Zeigefinger ausgeführt werden, was den Verhältnissen des täglichen Lebens besser entspricht.

Nr. 196. Fühlstreckenapparat nach Schumann. Der Apparat dient zur Vergleichung von Fühlstrecken, d. h. von Strecken, die bei geschlossenen Augen mit der Hand durchfahren und abgeschätzt werden.

Auf einem auf 3 Stellschrauben ruhendem Gestelle erheben sich vorne 2 Träger, die oben 2 parallele runde Stangen und unmittelbar darunter eine vierkantige Leiste tragen. Die 2 Stangen dienen zur Führung für ein I förmiges Stück, an dessen vertikalem Stab die Versuchsperson anzufassen hat, um das ganze Stück in geradliniger Führung horizontal fortzuschieben. Die zu vergleichenden Strecken werden dadurch bestimmt, daß der Bewegung Grenzen, Hemmnisse gesetzt werden. Soll die Strecke z. B. von links nach rechts durchfahren werden, so wird die Ausgangslage durch einen Anschlag auf der linken Seite bestimmt, während die rechte Grenze durch ein Hemm-



nis auf dieser Seite markiert wird. Die Hemmnisse werden an Schiebern angebracht, die auf der kantigen Leiste längs einer Skala zu verschieben sind. Das nebenstehende, in größerem Maßstabe gehaltene Schema zeigt ihre Konstruktion. Der Schieber wird von unten durch eine Schraube an der Leiste festgeschraubt. Oben hat er einen Einschnitt, in welchen der eine Balken eines T-förmigen Stückes paßt. Dieses ist etwas höher als der Schieber und hemmt dadurch den darüber befindlichen, von der Versuchsperson fortgeschobenen Griff Gr, indem an demselben ein Stift befestigt ist, welcher über den Schieber selbst eben noch hinweggeht, während er durch das etwas höhere Hemmnis aufgehalten wird.



Sehr kleine Differenzen von Strecken, wie man sie zur Untersuchung der Unterschiedsempfindlichkeit benötigt, werden nicht durch Verschieben der ganzen Schieber erzeugt, sondern dadurch, daß T-Stücke mit verschieden breiten oberen Balken eingesetzt werden.

Das Auswechseln derselben ist sehr einfach; man faßt sie an dem ringförmigen Griff an und hebt sie aus dem Schieber heraus bezw. setzt sie in denselben ein.

Damit man die von der Versuchsperson ausgeführten Bewegungen in ihrem Phasenverlauf genauer studieren kann, ist es nötig, sie graphisch zu registrieren. Zu diesem Zwecke ist der Apparat so eingerichtet, daß er mit dem Schreibapparat des Ergographen verbunden werden kann, dessen Schreibhebel dann die Bewegung auf einem Kymographen oder Chronographen aufzeichnet. Die Figur zeigt den Apparat in Verbindung mit der Schreibvorrichtung. Des Genaueren ist die Einrichtung folgende: Der von der Versuchsperson zu verschiebende Griff trägt einen Ring, in welchem ein Stab gleitet, der nach hinten geht und dort in einem durch eine Säule getragenen Ring festgeklemmt ist. Beide Ringe drehen sich um eine vertikale Axe, um die Verschiebung des Griffes nicht zu hindern. Hinten wird auf zwei Säulen der Schreibapparat des Ergographen aufgeschraubt. Mit dem Schieber dieses Apparates wird die früher erwähnte Stange gekuppelt und so die Bewegung des von der Versuchsperson bewegten Griffes auf den Schreibhebel übertragen.

Mit Absicht ist der Apparat für eine geradlinige und nicht für eine zu dem bewegten Körpergelenk konzentrische Bewegung eingerichtet. Die geradlinige Bewegung ist zwar physiologisch komplizierter, indem sie durch Zusammenwirken mehrerer Gelenke entsteht, aber auf sie beziehen sich vorwiegend unsere räumlichen Vorstellungen, und die Schätzung und Vergleichung von Größen. Außerdem kommen rein kreisförmige, durch Drehung um ein einziges Gelenk entstehende Bewegungen im praktischen Leben kaum vor.



VI. Apparate für Reaktionsversuche.

Vorbemerkung und Angabe von Schaltungen.

Reaktionsversuche sind bekanntlich solche Versuche, bei welchen der Beobachter auf gegebene Reize möglichst schnell mit bestimmten Bewegungen zu reagieren hat, event. nach Zwischenschaltung gewisser Aufgaben, und bei welchen die Zeit vom Beginne des Reizes bis zum Beginne der Reaktion gemessen wird. Denn aus dieser Reaktionszeit lassen sich unter Umständen Schlüsse auf die Dauer, Kompliziertheit und Art der psychischen Vorgänge zwischen der Einwirkung des Reizes und der Reaktion ziehen. Die Versuche haben daher ein weites Anwendungsgebiet in der Psychologie und Pathologie. Vor allem ist es gelungen, Aufschlüsse über die relative Dauer zentraler Vorgänge (Reproduktion, Apperzeption etc.) unter verschiedenen Umständen (Aufmerksamkeit, Hemmungen, Ermüdung etc.) zu erhalten und damit eine wertvolle objektive Eigenschaft derselben kennen zu lernen.

Die Versuchsanordnung hat nach dem Gesagten vor allem die Aufgabe, die Messung der Zeit zu ermöglichen. Hierzu können verschiedene Chronoskope verwendet werden. Meistens benützt man das nach Hipp, u. zw. das modèle courant desselben (Nr. 1 a). Es können jedoch auch die Chronoskope Nr. 2, 3 und 4 verwendet werden. Das letztere ist durch seine Einfachheit ausgezeichnet sowie dadurch, daß es zugleich Vorrichtung zur Reizung und zur Reaktion enthält (vgl. auch die Anm. zu Nr. 4). Ferner sei verwiesen auf das Universalpendel Nr. 16 das als „Pendelchronoskop“ auch zur Zeitmessung dient und gleichzeitig als Reizinstrument verwendbar ist. Endlich seien erwähnt ein Chronoskop nach Netschajeff, das ebenfalls mit Reiz- und Reaktionseinrichtung versehen ist, und ein noch im Bau befindliches Chronoskop nach Rupp, bei welchem das Prinzip der Sanduhr verwendet ist (vgl. auch Anm. zu Punkt i) der Vorbemerkung von Gruppe VII und die Anm. zu Nr. 216).

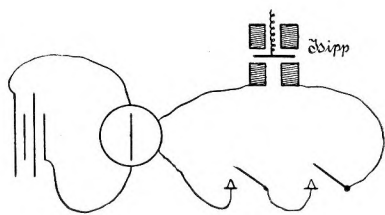
Bei den meisten dieser Chronoskope geschieht die Ein- und Ausschaltung des Zeigerwerkes auf elektromagnetischem Wege. Daher sind die im Folgenden angeführten Reiz- und Reaktionsinstrumente so eingerichtet, daß im Moment, wo der Reiz erscheint bezw. wo die Reaktion beginnt, ein Kontakt geöffnet oder geschlossen wird.

Im Folgenden sind die wichtigsten Arten angeführt, nach denen das Hipp mit dem Reiz- und dem Reaktionsinstrument in einen Stromkreis geschaltet werden können. Die verschiedenen Schaltungen unterscheiden sich in zweifacher Hinsicht. Einmal dadurch, daß bei den einen Schaltungen die Elektromagneten des Hipp während der Reaktionszeit von einem elektrischen Strom durchflossen werden (Stromschließung während der Reaktionszeit), bei den anderen Schaltungen der Strom während der Reaktionszeit geöffnet, hingegen vor- und nachher geschlossen ist (Stromöffnung während der Reaktionszeit). Im ersten Falle wird im Hipp das untere Paar von Elektromagneten benützt und die obere Feder stärker gespannt; im letzteren Falle wird das obere Paar benützt und die untere Feder stärker gespannt. — Zweitens kann man die Schaltungen nach dem Gesichtspunkt einteilen, ob das Reiz- und das Reaktionsinstrument für Öffnung oder für Schließung eines Kontaktes eingerichtet sind. — Darnach gibt es 4 Kombinationen: a) Schließung-Öffnung, d. h. das Reizinstrument ist für Schließung, das Reaktionsinstrument für Öffnung eingerichtet. b) Öffnung-Schließung. c) Schließung-Schließung. d) Öffnung-Öffnung. Nimmt man die erste Einteilung hinzu (Stromschließung, Stromöffnung während der Reaktionszeit), so gibt es somit 8 Kombinationen. Dabei ist von den Schaltungen abgesehen, in welchen beide Paare von Elektromagneten im Hipp benützt werden.

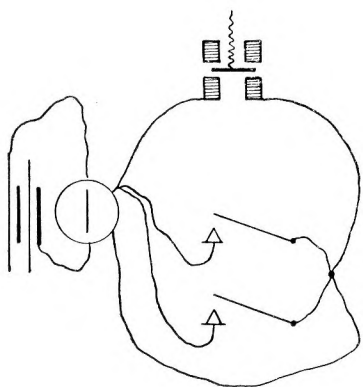
Es ist nicht wertlos, sich für möglichst viele Kombinationen die entsprechenden Schaltungen gegenwärtig zu halten. Denn erstens kann es sein, daß ein Paar von

Elektromagneten versagt; auch gibt es ältere Modelle, welche nur 1 Paar besitzen. Zweitens sind zwar die meisten Reiz- und Reaktionsinstrumente sowohl für Öffnung wie für Schließung eingerichtet, einige hingegen jedoch nur für eines von beiden. Im Folgenden sind 6 verschiedene Schaltungen angegeben; für 2 von den erwähnten 8 Kombinationen lassen sich analoge einfache Schaltungen nicht durchführen. In der Literatur sind bis jetzt nur die 3 Schaltungen 1a, 2a und 2b erwähnt. Mit ihnen, ja mit den beiden Schaltungen 1a und 2b, wird man in den meisten Fällen auskommen. — In den Schemen der Schaltungen bedeutet $\textcircled{1}$ eine Pohl'sche Wippe, die hinter der Stromquelle eingeschaltet wird, um den Strom zur Vermeidung von remanentem Magnetismus kommutieren zu können. Der Hipp ist durch seine 2 Elektromagnetenpaare repräsentiert; je nachdem bei der betreffenden Schaltung die obere oder die untere Feder stärker zu spannen ist, ist nur die obere bezw. untere Feder eingezeichnet. Das Reiz- und das Reaktionsinstrument sind durch einfache Kontakte angedeutet.

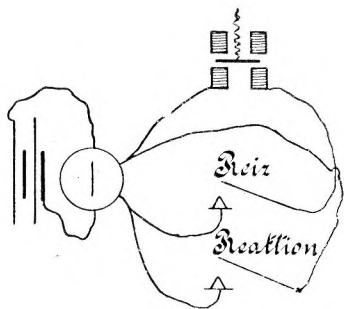
1. **Stromschließung während der Reaktionszeit.** Es werden die unteren Elektromagneten benutzt und daher die obere Feder stärker gespannt.



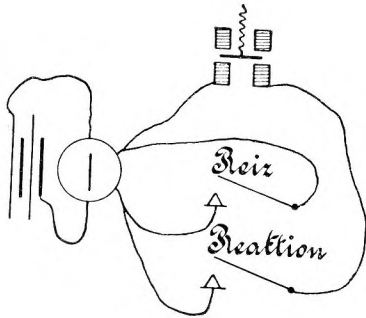
a) **Schließung-Öffnung.** Reiz- und Reaktionsinstrument sind hintereinander geschaltet. Der Kontakt im Reaktionsinstrument ist vor dem Versuche geschlossen, der im Reizinstrumente geöffnet. Beim Reiz wird der letztere und daher der ganze Stromkreis geschlossen, durch die Öffnung des Kontaktes im Reaktionsinstrument wird er wieder geöffnet.



b) **Öffnung-Schließung.** Reiz- und Reaktionsinstrument sind in Nebenleitungen gelegt. Da nämlich der Hipp in seinen Elektromagneten einen ziemlich starken Widerstand besitzt, so geht bei geschlossener Nebenleitung fast alle Elektrizität durch diese, und der Hipp ist so gut wie ausgeschaltet. Der Kontakt im Reizinstrument ist vor dem Versuche geschlossen, somit geht der Strom durch die betreffende Nebenleitung. Erst wenn diese gleichzeitig mit der Reizung unterbrochen wird, geht er, da die andere Nebenleitung von vornherein geöffnet ist, ganz durch den Hipp. Bei der Reaktion wird die zweite Nebenleitung geschlossen und daher der Strom in diese abgelenkt.

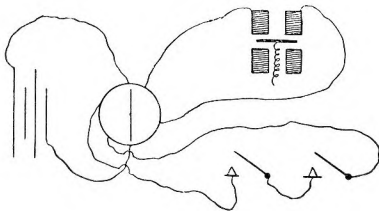


c) **Schließung-Schließung.** Hier ist nur das Reaktionsinstrument in eine Nebenleitung gelegt. Die Schaltung wird nach dem unter b) Gesagten ohne weiteres verständlich sein.

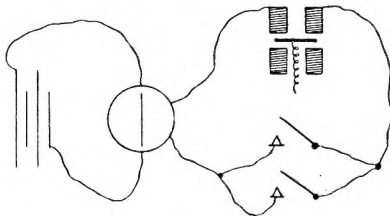


d) **Öffnung=Öffnung.** Hier ist umgekehrt das Reizinstrument in eine Nebenleitung gelegt. Auch diese Schaltung versteht sich nach dem unter b) Gesagten von selbst.

2. **Stromöffnung während der Reaktionszeit.** Es werden die oberen Elektromagneten im Hipp benutzt und daher die untere Feder stärker gespannt.



a) **Schließung=Öffnung.** Reiz- und Reaktionsinstrument sind analog wie bei der Schaltung Ia hintereinander geschaltet. Nur sind beide in die Nebenleitung gelegt.

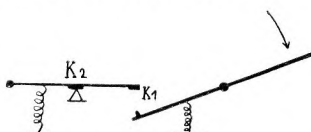


b) **Öffnung=Schließung.** Reiz- und Reaktionsinstrument sind analog wie bei Schaltung 1 b nebeneinandergeschaltet, nur sind sie nicht in eine Nebenleitung, sondern in die Hauptleitung gelegt. Das Reizinstrument ist vor dem Versuch geschlossen, das Reaktionsinstrument geöffnet; der Strom nimmt daher durch das erstere seinen Weg. Beim Reiz wird auch dieser Zweig geöffnet, also der Strom unter-

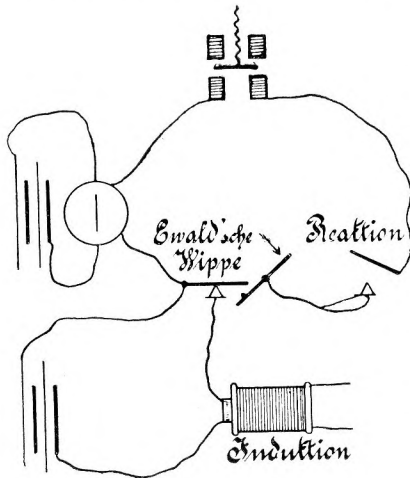
brochen. Bei der Reaktion wird der andere Zweig geschlossen, somit kann der Strom durch ihn fließen.

Es erübrigt noch, eine Komplikation der Schaltung zu besprechen, die z. B. bei Reizinstrumenten entsteht, in denen der Reiz durch einen Induktionsstrom erzeugt wird (Telephon Nr. 206, elektrische Hautreizung Nr. 188, ebenso optischer Reiz durch elektrischen Funken etc.). Bei den meisten Reizinstrumenten wird durch die Reizung eine mechanische Bewegung erzeugt, welche gleichzeitig dazu verwendet wird, einen Kontakt zu öffnen oder zu schließen. In den erwähnten Fällen ist aber keine solche mechanische Bewegung vorhanden. Man wird zunächst daran denken, den Hippstrom selbst als primären Strom zu benutzen und durch seine Schließung oder Öffnung gleichzeitig den Reiz auszulösen und den Hipp in Gang zu setzen. Allein dann ist ein neuer Widerstand, nämlich der der primären Spirale in den Stromkreis eingeschaltet, wodurch Schwierigkeiten entstehen, z. B. muß die Stromstärke so gewählt werden, daß sie nicht allein dem Hipp genügt (vgl. das bei der Hipp-Kontrolle S. 11), sondern daß sie auch einen entsprechend starken Induktionsschlag erzeugt. Solchen Schwierigkeiten weicht die von Ewald angegebene Schaltung aus (vgl. Dumreicher, zur Messung der Reaktionszeit, Dissert., Straßburg 1899, S. 37). In den Hippstromkreis wird nicht das Reizinstrument selbst eingeschaltet, sondern die

Ewald'sche Wippe (s. u. Gruppe X). Das nebenstehende Schema verdeutlicht deren Funktion. Sie besteht aus 2 Hebeln. Wenn man den rechten Hebel in der Richtung des Pfeiles nach unten drückt, so wird in einem gewissen Moment der Kontakt K_1 geschlossen, aber bei



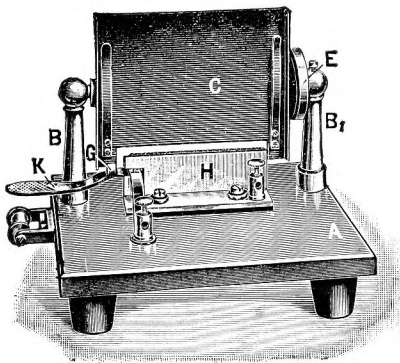
schnellem Niederdrücken fast gleichzeitig der Kontakt K_2 geöffnet. Das Instrument wird nun so verwendet, daß der eine Kontakt in den Hippstromkreis eingeschaltet wird, während der andere in einen davon ganz unabhängigen, mit eigener Stromquelle und eigenem Widerstand ausgerüsteten Kreis geschaltet wird, welcher auch das Reizinstrument, z. B. die primäre Spirale des Induktoriums enthält.¹⁾ Wird im Hippstromkreis der Schließungskontakt der Wippe benutzt, so liegt im Nebenstromkreis des



Reizinstrumentes der Öffnungskontakt, der Reiz muß also durch Stromöffnung erzeugt werden; und umgekehrt. Es sind somit auch hier genau dieselben Schaltungen des Hipp möglich, welche oben erwähnt wurden. Anstelle des dort angeführten Kontaktes des Reizinstrumentes tritt einfach der eine Kontakt der Ewald'schen Wippe. In der Literatur ist bloß eine einzige Schaltung erwähnt (vgl. die früher zitierte Abhandlung). Sie entspricht unter den oben beschriebenen Schaltungen der ersten: Ewald'sche Wippe und Reaktionsinstrument sind hintereinander in den Hippstrom geschaltet, u. zw. von der Wippe der Schließungskontakt. Der Reiz wird durch Öffnung des Nebenstromes erzeugt, was beim Induktorium vorteilhaft ist, da der Öffnungsschlag kräftiger ist als der Schließungsschlag.

a) Reizinstrumente.

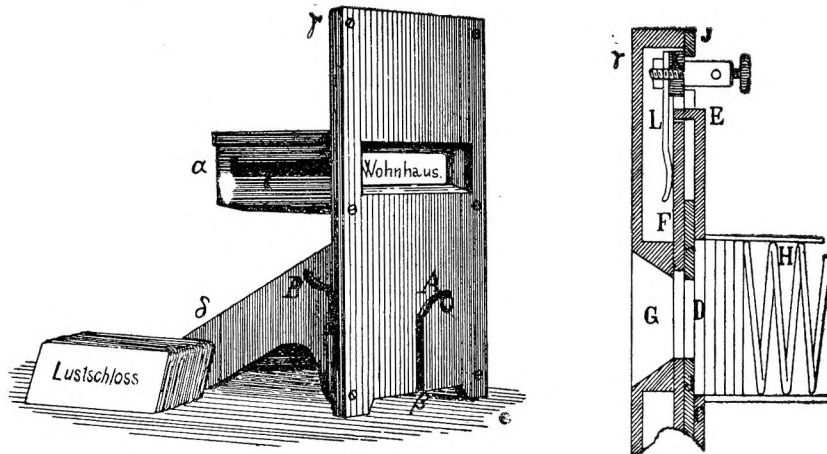
Nr. 199. **Optischer Reizapparat nach Roemer.** (Kraepelin, Psychol. Arbeiten, Bd. 1, Seite 572). Er dient dazu, eine Karte mit einem darauf geschriebenen Worte oder Zeichen schnell zu exponieren und im Momente der vollen Exposition einen Kontakt zu schließen,



Die gußeiserne Grundplatte A trägt zwei Säulchen $B B_1$ durch deren Kopf eine Axe geht, um welche die rechteckige Platte c drehbar ist. Auf diese Platte wird die Reizkarte gesteckt und zwar zunächst auf der dem Beobachter abgewendeten Seite. Eine starke Feder in der Trommel E bewirkt sodann, wenn man den Hebel K mit der hemmenden Nute G niederdrückt, daß die Platte sich schnell um 180° dreht, wodurch die Karte auf die dem Beobachter zugekehrte Seite kommt. In dieser Lage wird sie durch die Hemmvorrichtung H festgehalten, in welcher sie gleichzeitig einen dauernden Kontaktschluß bewirkt.

Nr. 200. **Kartenwechsler nach Ach.** (Kraepelin, Psychol. Arb., III. Band, S. 256.) Dieses Instrument gestattet es, eine größere Anzahl von Karten mit verschiedenen Wörtern, Zeichen, Farben etc., die vorher in gewisser Reihenfolge in den Kasten α des Apparates eingelegt worden sind, in derselben Reihenfolge nacheinander zu exponieren. Durch Druck an dem Hebel B wird der vorher verdeckte Spalt in dem

¹⁾ Auch Reizinstrumente, in welchen durch Anziehung oder Loslassung eines Ankers der Reiz erzeugt wird, könnten in ähnlicher Weise geschaltet werden. Dasselbe gilt natürlich auch von Reaktionsinstrumenten. Übrigens ist, genau gesehen, etwas Analoges bei den Schallschlüsseln realisiert; nur ist dort die Ewald'sche Wippe durch ein Relais ersetzt.



Schirme γ frei und dadurch die Karte mit dem Reizwort (z. B. Wohnhaus) sichtbar. Durch einen zweiten Druck an dem Griffe A wird der Spalt wieder verdeckt und gleichzeitig die Karte nach unten in die schräge Rinne δ geschleudert und die nächste an ihre Stelle gedrückt. Im Momente, wo die Silbe auf der Karte ganz sichtbar wird, wird ein durch den Apparat geleiteter Strom geschlossen.

Das rechts stehende Schema zeigt die nähere Ausführung des Apparates. Mit dem schon erwähnten Schirme γ stehen in fester Verbindung der Kasten α , in welchen die Reizkarten vertikal eingestellt werden, die schräge Rinne δ , die gleichzeitig als Fuß dient, und endlich die Platte JJ (siehe das Schema). Diese Platte dient als Rahmen für die 2 beweglichen Platten C und F, die hinter bzw. vor J liegen. In den Ausschnitt D der hinteren Platte C passen, der Größe wie der Dicke nach, genau die in den Kasten gelegten Reizkarten; sie werden durch die Feder H in den Ausschnitt hineingedrückt. An der eben erwähnten Platte C ist der in der Figur zu sehende Griff A befestigt. Drückt man ihn nach unten, so wird auch die Platte und mit ihr eine Reizkarte nach unten gezogen, und letztere in die Rinne δ hinausgeschleudert. Läßt man den Griff A wieder los, so wird er samt der Platte durch eine Feder nach oben zurückgeschnellt, und es rückt eine neue Reizkarte in den Ausschnitt D. Wenn die Platte nach unten gezogen wird, so nimmt sie mittels zweier Haken E auch die vordere Platte F mit. Diese hat, ebenso wie J, einen Ausschnitt, der der Größe des Spaltes G im Schirme γ entspricht. Wenn sich beide Platten in der in dem Schema gezeichneten Lage befinden, so ist die Reizkarte sichtbar; wenn hingegen F mit C nach unten gezogen wird, so verdeckt der obere Teil von F die Karte. F bleibt in der unteren Lage auch dann, wenn C wieder nach oben geschnellt wird und die neue Karte in den Ausschnitt D kommt. Erst wenn man an dem kleinen seitlichen Hebel B (siehe die Figur) zieht, wird auch F nach oben geschnellt und damit der neue Reiz sichtbar.

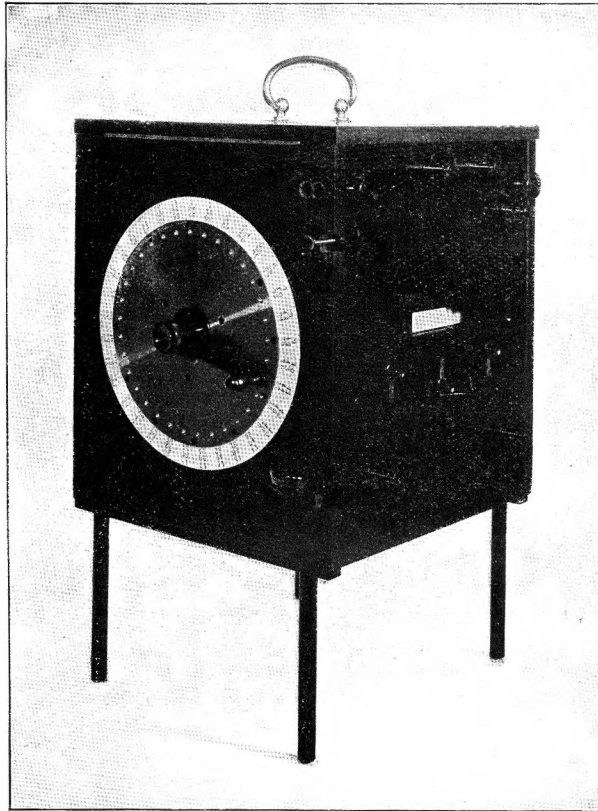
Es erübrigt nun noch zu erwähnen, wie bei der Exposition des neuen Reizes ein elektrischer Kontakt erzeugt wird. An der Platte J ist, durch ein Hartgummistück K isoliert, eine Klemme befestigt, mit der die Feder L in Verbindung steht. Wenn die Platte F nach unten gezogen ist, so berührt sie die Feder L nicht; wenn sie hingegen nach oben kommt, so tritt in einem bestimmten Momente ein Kontakt ein; u. zw. ist die Feder L so gebogen, daß der Kontakt in dem Momente entsteht, wo das Wort auf der Reizkarte ganz sichtbar wird.

Nr. 200a. **Kartenwechsler nach Paul Menzerath.** Die Neukonstruktion dieses Kartenwechslers sucht drei Erwägungen gerecht zu werden:

1. ist die Fläche der gewöhnlichen Reizkarten immerhin beschränkt, komplizierte Reize (ganze Sätze etwa) lassen sich nur sehr schwer darbieten. Bei dem Menzerathschen Modell beträgt die Länge der Reizstreifen etwa 21 cm, so daß selbst hohen Ansprüchen genügt sein dürfte.

2. erlauben die anderen Konstruktionen nicht, die Reihenfolge des Reizmaterials während der Versuche ohne zeitraubende Manipulationen zu variieren, sei es, daß man die gleiche Karte mehrfach darbieten will, sei es, daß man einzelne (stark emotive) Reizworte vollständig unterdrücken möchte, sei es, daß sich die Änderung der Reizfolge gelegentlich als notwendig erweisen sollte.

3. endlich ist bei den anderen Modellen die „Fernauslösung“ (durch den Versuchsleiter) resp. die „Selbstausslösung“ (durch die Versuchsperson) nicht leicht zu bewirken.



Das Kartenmagazin ist durch eine Kartentrommel ersetzt, die normal 33 Reizstreifen trägt. Das Einstellen der gewünschten Karte erfolgt durch Drehen an einer außen angebrachten Kurbel, deren Stift in Halbbohrungen einer Messingplatte eingreift und so automatisch die Stellung der Trommel reguliert. Die Nummer des Reizes ist auf einer dreifachen Skala ablesbar. Diese Skala ist dreifach aus folgendem Grunde: der Spalt trägt drei Blenden, die es gestatten, ohne weiteres den einen oder anderen Teil der Reizkarte zu verdecken, so daß man im ganzen 99 Reize auf der Trommel anbringen kann. Durch die Skala und die Spaltblenden ist jede Kombination der Reize zu ermöglichen.

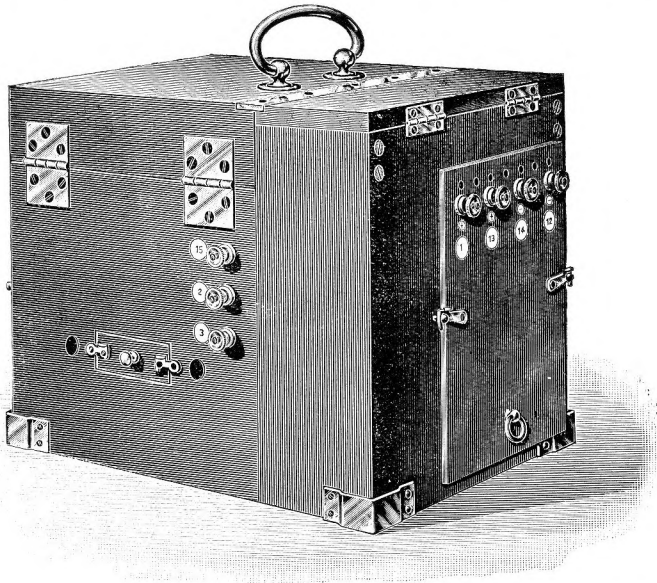
Ferner besitzt der Apparat den Vorzug, sozusagen kein Federwerk zu haben, er ist also für den Gebrauch sehr zuverlässig, stets gebrauchsfertig und dabei ökonomisch. Der Spalt wird durch einen leichten Hebeldruck in seine Lage gebracht. Seine Auslösung erfolgt entweder direkt durch einfachen Druck auf einen Knopf oder aber elektrisch. Zu letzterem Zwecke ist die Lamelle eines Elektromagneten federnd gehalten. Die Lamelle trägt am unteren Ende einen Haken, der in die Nase des

Spalthakens eingreift, bei Stromschluß wird dieser also freigegeben und der Spalt fällt herunter. Da die Platte auf Gummidämpfer anschlägt, arbeitet der Apparat ziemlich geräuschlos.

Zum Auswechselln der Kartenstreifen ist die Trommel herauszuheben. Die (in der Abbildung mit gezeichneten) Messingfüße sind abschraubbar.

Nr. 200 b. **Reise-Apparat für psychologische Reaktions-Versuche nach Dr. Paul Menzerath.** Der im folgenden beschriebene Apparat dient hauptsächlich zu Assoziationsversuchen, wenigstens ist seine Ausführung ursprünglich dafür bestimmt gewesen; er gestattet jedoch, auch andere Reaktionsversuche vorzunehmen.

Ueber die Bedeutung der Assoziationsversuche für die angewandte Psychologie — und diese soll speziell hier in Betracht kommen — ist wohl kein Zweifel mehr möglich, seitdem die beachtenswerten Resultate der „Tatbestandsdiagnostik“ wie der



„Psychoanalyse“ bekannt geworden sind. Da es nun nicht immer möglich ist, die Versuchsperson in einem eigens dazu eingerichteten Laboratorium zu untersuchen, — man denke nur an schwer Kranke — so mußte ein Apparat konstruiert werden, der allen Anforderungen an Präzision genügt, der ferner die Fehler bisheriger Konstruktionen möglichst umgeht und dabei leicht zu transportieren ist.

Als Desiderata bei Assoziationsversuchen kommen vornehmlich zwei in Frage: 1. Die Darbietung des Reizwortes muß **optisch** sein (optische Methode) soweit dies irgendwie zugänglich ist. Die an sich bequemere akustische Methode ist so vielen Fehlern ausgesetzt, daß sie nur in Notfällen angewandt werden dürfte, da ihr die anzustrebende Objektivität durchaus abgeht. Als Notfälle sind anzusehen etwa: Versuche mit Blinden, Ungebildeten, Imbezillen, Schwerkranken. (Daß diese akustischen Versuche gleichfalls mit Hilfe des hier beschriebenen Apparates auszuführen sind, sei nur nebenbei bemerkt.) Hierzu kommt als 2. Forderung: **Die mechanische Registrierung der Reaktionszeit**, die unter allen Umständen festzuhalten ist, um jeden suggestiven Einfluß zu vermeiden. Diesen beiden Forderungen wird unser neuer Apparat durchaus gerecht: Die optische Methode ist ermöglicht durch einen Kartenwechsler, der während des Versuches anzuschrauben und später wieder abzunehmen ist. Die Zeitregistrierung geschieht mittels des d'Arsonval'schen Chronoskopes ($\frac{1}{100}$ Sek.) und ferner mittels elektrischer Auslösung. Die als Stromquellen

benutzten zwei Akkumulatoren sind von außen so eingebaut, daß die entstehenden Schwefeldämpfe nach außen Abzug haben, ohne die im Innern des Kastens befindlichen Apparate angreifen zu können. Die Akkumulatorkammer ist noch eigens mittels eines Paraffinstrichs isoliert.

Als Reaktionsvermittler sind zwei Apparate beigegeben: Ein Lippenschlüssel, der im Deckel des Kastens untergebracht ist und eine äußerst exakt arbeitende Neukonstruktion des Römerschen Schallschlüssels (demontabel). Da aber nach Menzerath's Untersuchungen der Römer'sche Apparat einige für die exakte Registrierung unangenehme Fehler zeigt (auf eine Reihe von Lauten spricht er nicht an), wurde ein weiterer Apparat ausgeführt, der allen Anforderungen an Präzision gerecht wird und die Störungen des Lippenschlüssels vermeidet; es ist dies ein gleichfalls von Menzerath konstruierter Kinnschlüssel, der auf Wunsch beigegeben wird.

Der Kasten als solcher dient zunächst als Kartenwechsler; durch vier Eisenstreben wird er auf eine gewisse Höhe gebracht, als Rückwand dient der Römer'sche Schalltrichter und das Innere enthält außer den schon genannten Apparaten die dem d'Arsonval'schen Chronoskop stets beigegebenen beiden Instrumente (Hammer und Reaktionstaster), ferner ein Kartenmagazin, ein Holzkästchen für die (biegsamen) elektrischen Verbindungsdrähte. Das zum Römer'schen Schalltrichter gehörige Relais ist vom Apparat getrennt und auf dem Brett des Chronoskops untergebracht.

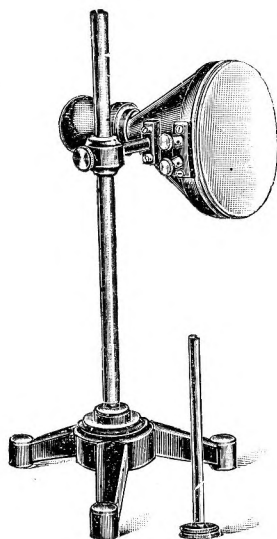
Somit bleibt jeder Apparat unabhängig vom Ganzen und damit auch außerhalb dieser speziellen Anordnung verwendbar.

Trotz des komplizierten Aussehens ist der Apparat äußerst einfach und leicht zu handhaben, selbst für denjenigen, der in technischen und elektrischen Dingen vollkommen unerfahren ist. Jede der Schaltklemmen ist nämlich mit einer Nummer versehen, und nach der dem Apparat beigegebenen Schaltskizze, bezw. Schaltangabe nach einfacher Numerierung, ist jeder in Stand gesetzt, die im gegebenen Fall richtige Schaltung ohne weiteres zu bewirken.

Bemerkt sei noch, daß eine Doppelschaltung beim Kartenwechsler vorgesehen ist, sodaß er für Arbeits- wie für Ruhestrom (das d'Arsonval'sche Chronoskop arbeitet bekanntlich mit Ruhestrom) verwendbar wird.

Der Apparat ist verhältnismäßig klein. Die Dimensionen sind: $25 \times 20 \times 20$ cm.

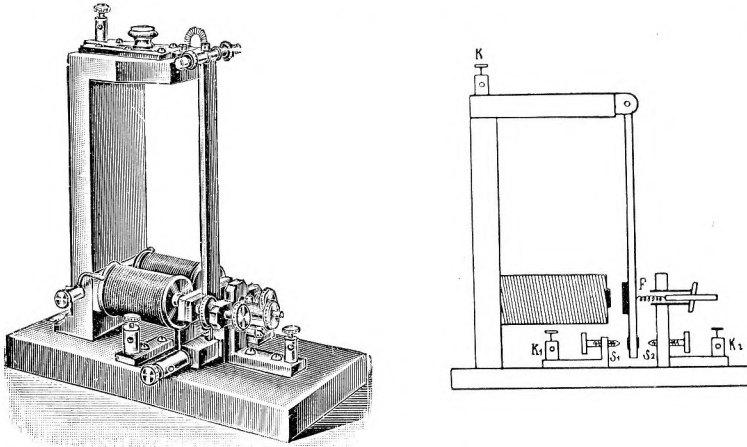
Wir sind gerne bereit, bei schon vorhandenen d'Arsonval'schen Chronoskop dasselbe entsprechend zu montieren.



Nr. 201. **Schallschlüssel nach Catell.** (Philosoph. Studien Bd. III S. 313). Der Apparat dient dazu, in dem Momente, wo man beginnt, ein Wort in den Schalltrichter zu sprechen, einen Kontakt dauernd zu öffnen oder dauernd zu schließen. Er kann daher als Reizinstrument zu solchen Versuchen verwendet werden, wo der Reiz in einem gesprochenen Worte besteht.

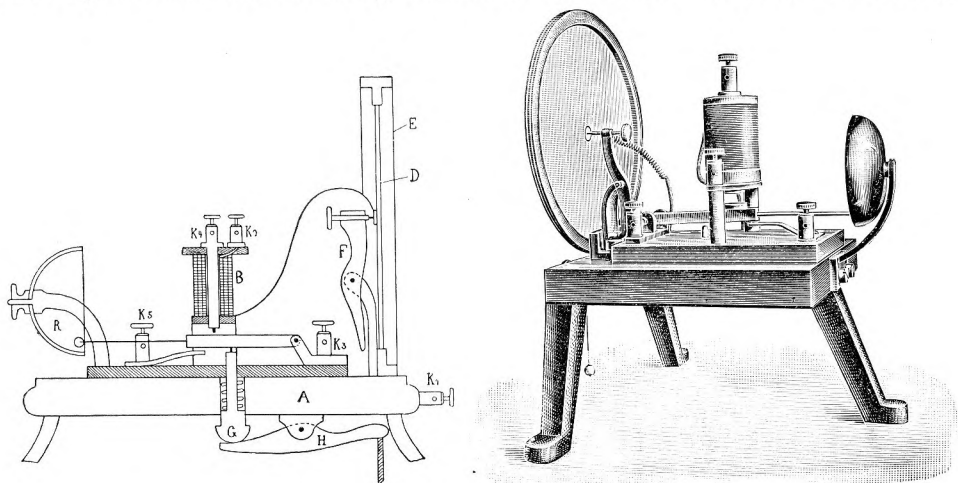
Durch die Luftwellen des in den Schalltrichter gesprochenen Wortes wird die an dem Rande des letzteren ausgespannte Membran in Schwingungen versetzt. In ihrer Mitte ist innen ein Platinblättchen angeklebt, das bei nicht-schwingender Membran einen gegenüberstehenden Stift eben berührt. Schwingt hingegen die Membran, so wird bei jeder Schwingung der Kontakt einmal geöffnet und einmal geschlossen, und damit auch der Strom, der durch die beiden Klemmen am Rande des Trichters zugeführt ist. Dieser Strom geht durch die Spulen des im Folgenden beschriebenen Relais, in welchem durch die erste, momentane Stromöffnung ein anderer Strom dauernd geschlossen oder geöffnet wird. Dieser erst ist es, der durch den Hipp geleitet wird.

Nr. 202. Relais zum Schallschlüssel nach Catell. (a. a. O.) An einem galgenartigen Träger hängt eine Stange, die unten einen Anker trägt, welcher von einem Elektromagnetenpaar angezogen und durch die Feder F (siehe das Schema) von diesem entfernt wird. Durch die Elektromagnete wird der auch durch den Schallschlüssel geführte Strom geleitet. Wird dieser nun bei der ersten Schwingung der



Membran auf einen Moment unterbrochen, so wird der Anker losgelassen und durch die entgegenwirkende, mittels Schraube regulierbare Feder F soweit weggezogen, daß der bei der nächsten Schwingung auf kurze Zeit wieder geschlossene Strom nicht mehr imstande ist, ihn anzuziehen. Durch die Ankerbewegung wird ferner bei S_1 ein Kontakt geöffnet, bei S_2 ein solcher geschlossen. Leitet man nun den Chronoskopstrom bei K ein und bei K_1 bzw. K_2 weg, so wird derselbe in der Tat durch die erste momentane Stromöffnung im Schallschlüssel, also bei Beginn des Sprechens — abgesehen von einer kleinen konstanten Latenzzeit — dauernd geöffnet bzw. geschlossen.

Nr. 203. Schallschlüssel nach Roemer. (Kraepelin, Psychol. Arb. Bd. I, Seite 577). Er unterscheidet sich vom eben besprochenen Apparat dadurch, daß er eine empfindlichere Membran hat¹⁾, weshalb er freilich auch eine zartere Behandlung

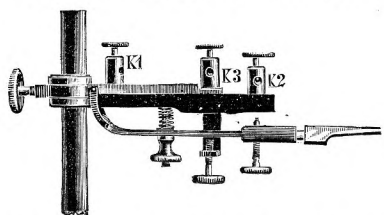


¹⁾ Auf Wunsch wird der Apparat auch mit der Papier- oder Lammsledermembran des Catell'schen Schallschlüssels und umgekehrt dieser letztere mit der Roemer'schen Fourniermembran geliefert.

und strenge Vermeidung von Erschütterungen verlangt, und daß ferner das Relais in sinniger Weise mit dem Schallschlüssel zu einem wenig Raum einnehmenden Apparate verbunden ist.

Auf der in dem Rahmen E ausgespannten Fournier-Membran D ist ein Platinblättchen befestigt, das der gegenüberstehende Platinstift eben berührt. Wenn die Membran schwingt, so wird der Kontakt zwischen Blättchen und Stift bei jeder Schwingung einmal unterbrochen und geschlossen, und desgleichen ein Strom, der zu den Klemmen K_1 und K_2 geleitet ist, da K_1 durch den Träger F mit dem Platinstift und K_2 durch die Wicklung des Elektromagneten und durch den feinen zum Platinblättchen führenden Draht mit diesem in Verbindung steht. Dieser Strom bewirkt, daß der Anker c, wenn er mittels des Stiftes G durch Ziehen an der Schnur des Hebels H dem Elektromagnete genähert worden ist, von diesem festgehalten wird. Gleichzeitig ist dann K_3 durch den Anker und den Eisenkern mit K_4 verbunden, während, wenn der Anker herabfällt, K_3 und K_5 in Verbindung stehen. Der Versuch wird nun so ausgeführt, daß zunächst durch Ziehen an der Schnur der Anker gehoben und durch den Elektromagnetstrom festgehalten wird. Spricht man dann gegen die Membran, so fällt bei der ersten Schwingung derselben der Anker herab, ohne wieder angezogen werden zu können, und schließt oder öffnet dauernd einen Strom, je nachdem man die Klemmen $K_3 K_5$ oder $K_3 K_4$ benützt. Die Glocke, deren Klingel mit dem Anker verbunden ist, hat den Zweck, bequem merkbar zu machen, ob der Anker wirklich gefallen ist. Vor die Membran wird, um die Luftwellen wirksamer zu machen, ein Schalltrichter gesetzt, der durch ein eigenes Stativ gehalten wird.

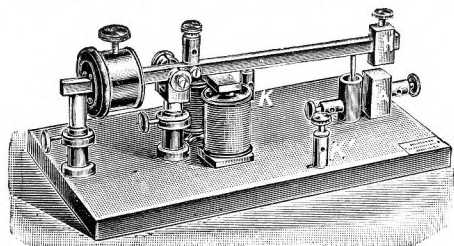
Nr. 204. **Lippenschlüssel nach Müller-Pilzecker.** Wie der Schallschlüssel kann auch dieses Instrument zu solchen Reaktionsversuchen verwendet werden, bei welchen der akustische Reiz in einem gesprochenen Worte besteht. Der Versuchsleiter drückt das Mundstück mit der Unterlippe oder den unteren Schneidezähnen in die



Höhe und läßt es beim Beginn des Sprechens schnell fallen. Wesentlich ist es 1) sehr schnell zu sprechen und damit den Schlüssel rasch fallen zu lassen, 2) ihn nicht erst fallen zu lassen und nachher zu sprechen — ein Fehler, der von Ungeübten sehr häufig begangen wird. Durch Übung und Konzentration lernt man indeß schnell die richtige Handhabung. Das Instrument hat vor

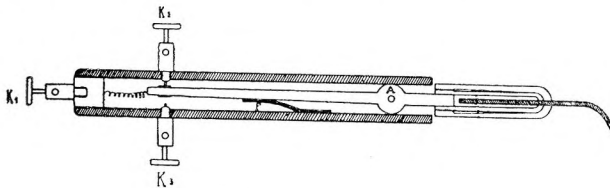
den beiden vorigen den Vorzug der Einfachheit und Billigkeit und funktioniert bei richtiger Benützung sehr exakt. Es erfordert auch nicht wie jene einen besonderen Relaisstrom. Durch Loslassen des Mundstückes wird der Kontakt zwischen den Klemmen $K_1 K_2$ geöffnet und nach einer Latenzzeit von wenigen Sekunden zwischen K_1 und K_3 ein Kontakt geschlossen.

Nr. 205. **Schallhammer.** Durch den Schlag des Hammers auf den Ambos wird ein akustischer Reiz gegeben. Der Schlag wird durch elektromagnetische Anziehung des um eine horizontale Axe drehbaren Hammerstieles erzeugt. Durch Änderung der Stromstärke kann die Stärke des Schlages innerhalb gewisser Grenzen variiert werden. Beim Aufschlagen wird zwischen Hammer und Ambos ein Kontakt hergestellt. Durch die Klemmen K und K' wird der Strom zu den Elektromagneten geleitet.



Nr. 206. **Telephon.** Wenn man dasselbe in den sekundären Kreis eines Induktoriums schaltet, so entstehen bei Schließung und namentlich bei Öffnung des Primärstromes kurze, knallartige Geräusche, die sich als akustische Reize für Reaktionsversuche eignen. Über die Schaltung siehe den Schluß der Vorbemerkung.

Nr. 205a. **Elektrische Schreibfeder nach Kraepelin** (Kraepelin, Psychol. Arbeiten, Bd. II S. 400) etwas umgeändert nach Rupp. Das Instrument kann zur Applikation von Druckreizen verwendet werden. Es besteht aus einem hohlen Hartgummigriff, in welchem

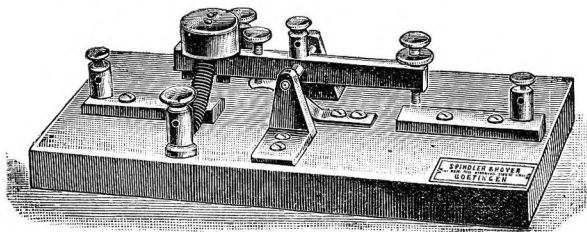


um die Axe A ein Hebel drehbar ist, dessen einer Arm sich in die zur Berührung dienende stumpfe Hartgummispitze fortsetzt, während der andere Arm die Klemme K₁ bei seiner

höchsten und tiefsten Lage mit der Klemme K₂ bzw. K₃ verbindet. Wenn auf die Spitze kein Druck wirkt, so wird dieser Hebelarm durch die Feder F in die Höhe gedrückt und K₁ mit K₂ verbunden. Übt man mit der Feder aber einen Druck aus, so bekommt der Hebel die andere Endlage, es wird der Kontakt K₁ K₂ geöffnet und zwischen K₁ und K₃ der Kontakt hergestellt. Der Druckreiz wird mit freier Hand ausgeführt. Bei stärkerem Druck und bei einiger Geschicklichkeit von Seiten des Versuchsleiters sind die kleinen Unregelmäßigkeiten der Reizung irrelevant.

Die elektrische Schreibfeder wurde von Kraepelin ursprünglich zur Bestimmung der Schwankungen der Arbeitsleistung benutzt und auch zu diesem Zwecke konstruiert. Anstelle der Hartgummispitze war eine Bleispitze. Die Versuchsperson hatte hintereinander eine große Anzahl von kurzen Additionen auszuführen. Die resultierenden Summen wurden mit der Feder niedergeschrieben und darnach jedesmal ein Strich gezeichnet. Die Feder war mit dem elektr. Markierer eines Kymographions in Verbindung. So oft daher beim Schreiben ein Druck auf die Feder ausgeübt wurde, zeichnete der Markierer eine Marke. Neben dieser Schreibkurve wurden $\frac{1}{5}$ Sek. markiert, und so konnten durch die Marken der nach jeder Rechnung gezeichneten Striche die einzelnen Additionszeiten und ihre Schwankungen bestimmt werden.

Auch das vorliegende Instrument läßt sich in derselben Weise benützen. Es ist nur die Hartgummispitze durch eine Bleispitze zu ersetzen. Mit dem Apparat werden mehrere Spitzen beiderlei Art geliefert.



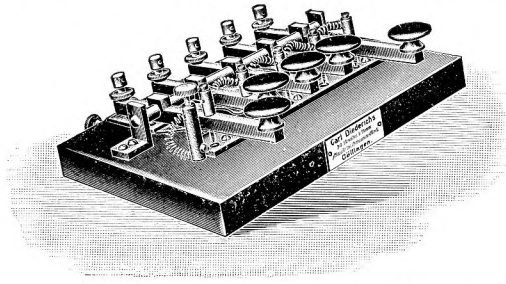
Nr. 206a. **Elektr. Taster nach Ewald.** (Dumreicher, zur Messung der Reaktionszeit, Diss. Straßburg 1899, S. 37.) Derselbe dient zur elektrischen Hautreizung. In dem Hartgummiknopf des Tasters endigen zwei Metallstifte. Drückt man den, am besten mit warmem Wasser befeuchteten Zeigefinger auf den Knopf, so ist durch die Haut die Verbindung zwischen den bis dahin isolierten Stiften hergestellt. Wird nun durch diese Leitung ein Induktionsstrom gesendet, so erzeugt derselbe in der Hand einen elektrischen Reiz.

Wird nun durch diese Leitung ein Induktionsstrom gesendet, so erzeugt derselbe in der Hand einen elektrischen Reiz.

NB. Zu den Reizinstrumenten gehören auch die Gedächtnisapparate 212 bis 216, sofern sie für Trefferversuche eingerichtet sind, die gesonderten Trefferapparate Nr. 217 und 218, sowie der Expositionsapparat Nr. 219. Endlich läßt sich auch das Vernier-Chronoskop nach Sanford (Nr. 4) als Reizinstrument verwenden.

b) Reaktionsinstrumente.

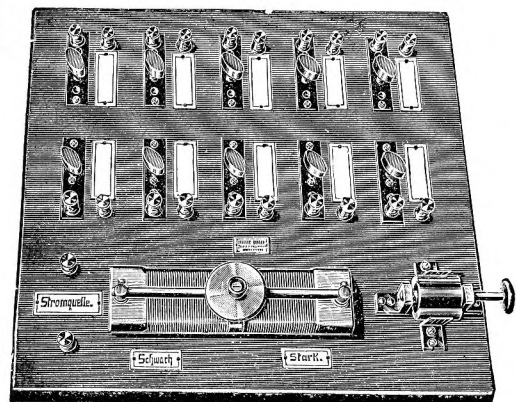
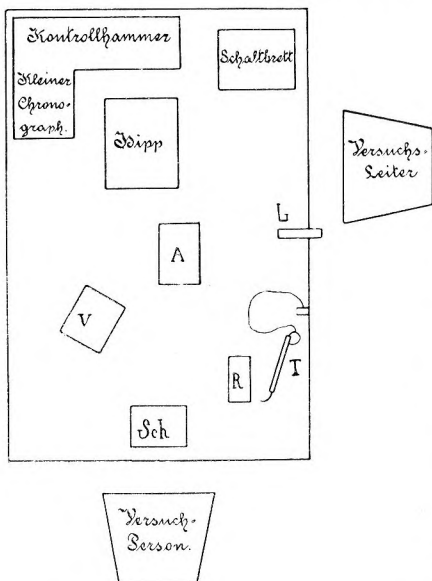
Nr. 207. **Reaktionstaster.** Derselbe wird so benutzt, daß die Versuchsperson vor dem Versuch den Zeigefinger oder Zeige- und Mittelfinger auf den Knopf des Tasters niederdrückt und bei der Reaktion die Finger schnell weghebt, wobei ein Kontakt geöffnet wird. Das Instrument ist auch als Stromschlüssel verwendbar.



Nr. 208. **10 facher Reaktionstaster** in zwei getrennten Teilen; jeder Teil enthält 5 Taster für die 5 Finger einer Hand. Die Knöpfe entsprechen in ihrer Anordnung der Lage der Fingerspitzen einer mittelgroßen Hand.

NB. Zu den Reaktionsinstrumenten gehören vor allem die Schallschlüssel Nr. 201, 203 und der Lippenschlüssel Nr. 204. Sie sind ursprünglich als Reaktionsinstrumente für sprachliche Reaktion konstruiert und werden auch meistens als solche verwendet. Ferner ist zu erwähnen der elektrische Taster nach Ewald Nr. 206a, der sich nicht bloß zur Hautreizung, sondern als Taster gleichzeitig zur Reaktion verwenden läßt. Endlich enthält das Vernier-Chronoskop nach Sanford (Nr. 4) einen, bzw. zwei Taster zur Reaktion.

Nr. 209. **Gesamtanordnung für Reaktionsversuche** (vgl. Sommer, Lehrb. d. psychopathol. Untersuchungsmethoden, Seite 165). Um Reaktionsversuche mit mehreren Reizen und verschiedenen Reaktionsbewegungen sofort hintereinander anstellen zu können, sind die betreffenden Instrumente auf einem Tische so montiert, daß man bloß an einem Schaltbrett verschiedene Stöpsel einzusetzen hat, wenn man dieses oder jenes Instrument eingeschaltet haben will. Auch das Hipp'sche Chronoskop und sein



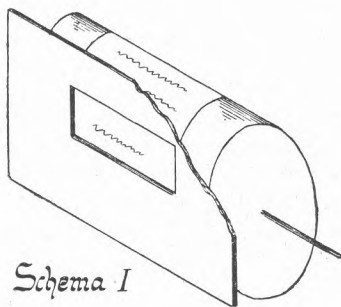
Schaltbrett allein.

Kontrollinstrument stehen auf dem Tische. Als Reizinstrumente sind für visuelle Reize der Ach'sche Kartenwechsler V, für akustische Reize der Schallhammer A und der

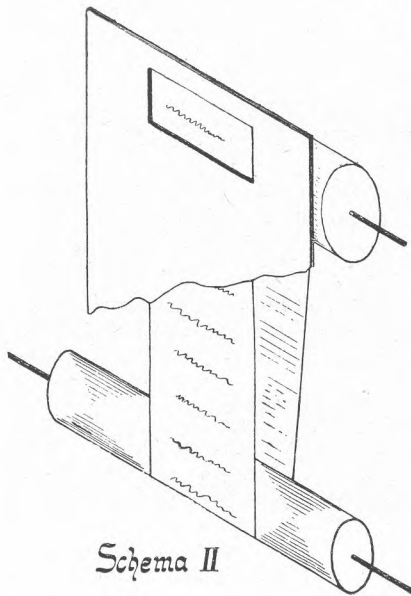
Lippenschlüssel L, für taktile Reize die elektrische Schreibfeder T vorgesehen; als Reaktionsinstrumente der Reaktionstaster R und der Schallschlüssel Sch (da der Lippenschlüssel mehr Übung erfordert, als bei solchen Versuchen willkommen sein dürfte). Jedes dieser Reizinstrumente kann mit jedem Reaktionsinstrumente durch Stöpselung verbunden werden. Natürlich wird auf Wunsch auch eine andere Zusammenstellung von Instrumenten geliefert.

NB. Eine sehr einfache Gesamtanordnung für Reaktionsversuche bietet auch das Vernier-Chronoskop nach Sanford Nr. 4, wenigstens in den oben erwähnten 2 Modellen, indem dieselben zur Reizung, Reaktion und gleichzeitig zur Zeitmessung ohne jegliche Nebenapparate und ohne Stromquelle dienen. Freilich läßt sich die Reaktionszeit nur in $\frac{1}{60}$ Sekunde bestimmen.

VII. Apparate zur Untersuchung des Gedächtnisses.



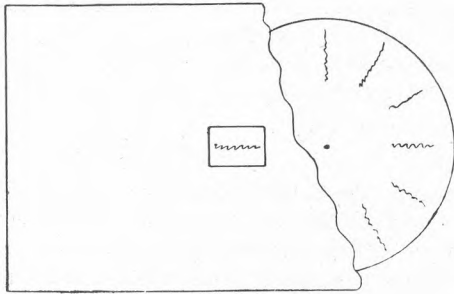
Schema I



Schema II

Der Zweck der Gedächtnisapparate 210 bis 216 ist es, eine Reihe von Silben, Zahlen etc., die einzuprägen ist, successiv, mit genau bestimmter Geschwindigkeit und beliebig oft vor dem Auge vorbeiziehen zu lassen. Dieses wird auf verschiedene Weisen bewerkstelligt. Man schreibt die Silben etc. untereinander auf einen Papierstreifen, spannt diesen über einen Zylinder (Trommel) von entsprechendem Umfang und dreht denselben. (Siehe Schema I). Oder man spannt den Streifen über 2 Zylinder, deren Entfernung je nach der Länge des Streifens verschieden groß genommen wird; man spricht in diesem Falle von einer „Schleife“. (Siehe Schema II). Oder die Silben werden, statt auf Streifen, auf Scheiben geschrieben, u. zw. radial an den Rand, und die Scheibe in Rotation versetzt. (Siehe Schema III). Damit die Versuchsperson nie mehrere Silben zugleich sehen kann — die Darbietung soll rein successiv sein — wird vor dem Streifen bzw. vor der Scheibe ein Schirm mit rechteckiger Öffnung angebracht, die so groß ist, daß nie mehr als eine Silbe sichtbar ist.

Eine weitere Aufgabe dieser Gedächtnisapparate und insbesondere der Apparate 217 und 218 ist die, daß sie Versuche nach der Treffer- und Zeitmethode (vgl. Müller und Pilzecker, Beiträge zur Lehre vom Gedächtnis, Zeitschr. f. Psychol., Ergänzungsband 1, S. 3 ff.) ermöglichen. Dieselben bestehen darin, daß von den gelernten Silben bestimmte vorgezeigt werden, und die Versuchsperson aus dem Gedächtnisse jene Silben zu nennen hat, die in der gelernten Reihe auf die ersteren gefolgt



Schema III

sind oder ihnen vorausgegangen waren usw. Dabei ist auch die Zeit vom Vorzeigen jeder Silbe bis zum Nennen der reproduzierten Silbe zu messen. Wie man sieht, handelt es sich um Reaktionsversuche. Zur plötzlichen Exposition der Silben werden jedoch nicht die in Gruppe V angeführten Reizinstrumente benutzt, sondern man hat den besonderen Bedürfnissen entsprechend eigene Apparate gebaut, die man als Trefferapparate zu bezeichnen pflegt. Die Silben werden in ähnlicher Weise wie sie eben beschrieben wurde, mittels einer Trommel oder Scheibe, eine nach der anderen vorgeführt. Davor steht wieder ein Schirm mit rechteckiger Öffnung. Die Exposition muß, um eine genaue Zeitmessung zu ermöglichen, eine plötzliche sein. Es wird entweder die Trommel so schnell gedreht, daß die Silbe plötzlich hinter der Öffnung erscheint, oder es wird die Öffnung durch ein Schirmchen zunächst verdeckt und dieses dann plötzlich weggezogen.

Bei der genaueren technischen Durchführung dieser Ziele ergaben sich eine Reihe von speziellen Forderungen an die Apparate. Je nach der Konstruktion und je nach dem Preise erfüllen die einen diese, die anderen jene Forderungen, die einen erfüllen sie in vollkommenem, die andern in weniger vollkommenem Grade. Im Folgenden sind die Forderungen, die man bisher gestellt hat, ziemlich vollzählig angeführt. Auch ist kurz darauf hingewiesen, durch welche Mittel dieselben erfüllt werden, und welche Mittel besser, welche weniger vollkommen zum Ziele führen. Eine solche Übersicht dürfte von Vorteil sein, damit man bei der Wahl des Apparates nicht Gefahr läuft, den einen oder anderen Punkt, der von Wichtigkeit gewesen wäre, zu übersehen.

a) Eine Hauptforderung ist es, daß der Apparat die Silben mit hinreichend gleichmäßiger Geschwindigkeit vorbeiführe, da bekanntlich bei verschiedenem Tempo der Vorführung verschieden schnell gelernt wird, und da die Versuchsperson selbst kleine Schwankungen häufig merkt und als Störung empfindet. Die Apparate 210, 211, 214, 215 und 216 sind daher mit einem durch Windflügel regulierten Gewichts- bzw. Federmotor versehen. Dagegen hängen die Apparate 212 und 213 in dieser Hinsicht von der Güte und von der richtigen Behandlung des Kontaktmetronoms ab. Es ist bei demselben darauf zu achten, ob erstens die geraden und ungeraden Schläge und momentanen Stromschlüsse in gleichen Zwischenpausen erfolgen (vgl. das hierüber in Nr. 11 Gesagte), und ob zweitens das Metronom nach längerer Zeit nicht langsamer geht als am Anfange.

b) Die Geschwindigkeit muß variierbar sein, wenigstens innerhalb gewisser Grenzen. Denn erstens wird man das Tempo bis zu einem gewissen Grade der Individualität der Versuchsperson anpassen. Vor allem aber wird es variiert, um den Einfluß dieses Faktors auf Lernen und Behalten zu prüfen. Sämtliche Apparate sind so eingerichtet, daß die Expositionsdauer der einzelnen Silben mindestens zwischen $\frac{1}{2}$ und 3 Sekunden beliebig gewählt werden kann. Diese Grenzen werden wohl ausreichen. Übrigens ist bei einigen Apparaten die Geschwindigkeit über diese Grenzen hinaus variierbar.

c) Der Apparat darf nicht zu schnell ablaufen. Die Apparate, die im Folgenden angeführt sind, laufen sämtlich mindestens so lange, daß eine 12silbige Reihe 40 mal vorbeiziehen kann. Sollte es nötig sein, das Uhrwerk dann noch einmal aufzuziehen, so wird die dadurch entstehende kleine Pause kaum als Störung angesehen werden können.

d) Die Apparate 210, 211, 212, 215 und 216 sind mit Tourenzählern versehen, welche die Anzahl der ganzen Rotationen (Wiederholungen) oder die Gesamt-

zahl der von einem bestimmten Momente an vorbeigezogenen Felder angeben. Der Versuchsleiter ist dadurch der unbequemen Arbeit des Zählens enthoben; er liest einfach am Schlusse, wenn die Versuchsperson die Reihe erlernt hat, die Zahl der hierzu gebrauchten Wiederholungen am Tourenzähler ab. Solche Zählvorrichtungen werden auf Wunsch auch an den Apparaten angebracht.

e) Eine wohl unentbehrliche Forderung für einen Gedächtnisapparat ist es, daß er für verschieden lange Reihen verwendbar sei. Die 12silbigen Reihen dürften zwar am häufigsten angewendet werden, namentlich da solche Reihen jetzt gedruckt zu kaufen sind (vgl. Nr. 222). Allein bisweilen wird man aus verschiedenen Gründen zu 8-, 10- oder auch zu 16-, 20-, 24-silbigen Reihen greifen. Selten wird man bei Gedächtnisversuchen noch längere Reihen benötigen. Wohl aber braucht man solche bei Reaktions- und tachistoskopischen Versuchen, wenn man eine längere Reihe von Reizwörtern hintereinander geben will. Hierzu lassen sich nämlich die Gedächtnisapparate ebenfalls verwenden, wie wir weiter unten sehen werden. — Für verschieden lange Reihen werden entweder Trommeln von verschieden großem Umfange benützt, oder es wird die Schleife weiter oder kürzer genommen. Auf den ersten Blick erscheint die Schleife zweifellos als das Einfachere, da man für alle verschiedenen Längen nur 2 Trommeln benötigt. Allein sie bringt unter Umständen Schwierigkeiten mit sich. Zunächst muß sie sehr sorgfältig geklebt werden, so daß sie überall gleich weit ist, sonst würde sie sich längs der Trommel verschieben und leicht reißen (vgl. auch Nr. 23, S. 17). Aus dem gleichen Grunde müssen die 2 Walzen, über welche die Schleife gespannt ist, genau parallel sein. Vor allem aber muß die Einrichtung so getroffen sein, daß die Schleife von der Trommel genau mitgenommen wird; denn würde sie einmal zurückbleiben, so würden die Silben nicht mehr in der Mitte des Gesichtsfeldes erscheinen. — Wenn nun die Geschwindigkeit eine gleichmäßige ist, wie bei den Apparaten 210, 211 und 216, so hat dies keine Schwierigkeit. — Anders aber ist es bei Ruckbewegung (vgl. Punkt g). Hier müssen eigene Mittel angewendet werden, um ein Zurückbleiben zu verhindern. Man wird zunächst daran denken, die Schleife stärker zu spannen. Allein erstens wird dadurch leicht dem Motor zuviel zugemutet; zweitens und hauptsächlich wäre es dann erforderlich, bei jeder neuen Schleife, die man aufzieht, sich zu überzeugen, ob die Spannung genau dieselbe geblieben ist, da sonst die Geschwindigkeit der Rotation sich ändern würde. Dieser Schwierigkeit entgeht man, wenn man die Schleife frei hängen läßt und sie durch das Gewicht der unteren Walze spannt. So bleibt die Spannung dieselbe, auch wenn die eine Schleife ein Minimum länger sein sollte. Doch bleibt es fraglich, ob der Streifen dabei genau mitgenommen wird. Man hat vielmehr andere Wege eingeschlagen, um dies zu erreichen. Beim Apparat 213 drückt ein Doppelröllchen das Papier an die Trommel an; der Druck wird durch eine Feder ausgeübt; er ist variierbar, bleibt aber, solange man an der Einstellung nichts ändert, konstant. Beim Apparat 214 ist die Trommel 6-kantig und die Schleife zwischen je 2 Silben geknickt. Die Kanten legen sich in die Knicke hinein und nehmen so den Streifen mit. Endlich ist bei dem in Anm. 2 zu 213 erwähnten Apparat die Trommel mit Stiften versehen, die in entsprechende Löcher der Streifen eingreifen und so diesen notwendig mitziehen. Diese 2 letzteren Mittel bringen freilich den Nachteil mit sich, daß man sich der Mühe unterziehen muß, die Streifen zu knicken bezw. zu durchlöchern.

f) Da häufig mehrere Silbenreihen unmittelbar hintereinander gelernt werden sollen, so muß das Auswechseln derselben schnell vonstatten gehen. In dieser Hinsicht ist zunächst zu bemerken, daß die Trommeln so lang, und daher die Streifen so breit sind, daß mindestens 2 einsilbige Reihen nebeneinander aufgeschrieben werden können. Will man also zu einer neuen Reihe übergehen, so braucht bloß der Schirm mit der rechteckigen Öffnung, durch welchen man auf die Silben blickt, nach rechts oder links verschoben zu werden, je nachdem nämlich die neu zu lernende Reihe rechts oder links von der früheren auf dem Streifen aufgeschrieben ist. Indessen benötigt man diesen Platz auf dem Streifen häufig für Trefferversuche (vgl. Punkt i);

ferner wird man bisweilen auch mehr z. B. 6 Reihen unmittelbar hintereinander lernen lassen wollen. Es muß daher unter allen Umständen auch dafür gesorgt sein, daß sich die Streifen schnell auswechseln lassen. Am besten ist in dieser Hinsicht der Lipmann'sche Apparat (214) eingerichtet; bei ihm sind 2 Schleifen nebeneinander angeordnet; während die eine benützt wird, kann auf der andern ein neuer Streifen angespannt werden. Aber auch bei den andern Apparaten erfordert das Auswechseln bei einiger Geschicklichkeit nicht mehr Zeit als etwa $\frac{1}{4}$ bis 1 Minute. Soviel Zeit wird man der Versuchsperson schon wegen der starken Perseveration und wegen der rückwirkenden Hemmungen gönnen müssen, so daß von einer Störung durch die Vorbereitungen zur neuen Reihe nicht die Rede sein kann.

g) Die Forderung, die wohl das meiste Nachdenken verursacht hat, ist die der Ruckbewegung. Die Silben sollen nicht mit gleichmäßiger Geschwindigkeit vorbeiziehen, sondern jede Silbe soll plötzlich ins Feld springen, daselbst einige Momente ruhig stehen bleiben und dann ebenso schnell der nächsten Silbe Platz machen. Das andauernde gleichförmige Vorbeiziehen ruft nämlich manchmal Bewegungsnachbilder und Schwindelerscheinungen hervor, ähnlich wie man sie beobachtet, wenn man von einer Brücke aus länger auf das fließende Wasser hinabsieht. Verdienen somit die Apparate mit Ruckbewegung, *ceteris paribus*, zweifellos den Vorzug, so ist andererseits die Forderung doch nicht eine unumgänglich notwendige. Man vergesse nicht, daß viele und gerade grundlegende Versuche mit Apparaten ohne Ruckbewegung ausgeführt worden sind. — Um nun diese Ruckbewegung zu erzielen, sind eine Reihe verschiedener Prinzipien angewendet worden. Sie sind in den Beschreibungen genau angeführt und gegeneinander abgewogen.

Mit der Erzeugung der Ruckbewegung war es jedoch nicht abgetan. Es ergaben sich vielmehr durch sie neue Forderungen. Die Silbe sollte nach dem Ruck möglichst plötzlich zum Stehen kommen; es lag aber die Gefahr nahe, daß die Trommel infolge ihres Schwunges über die Endlage hinausschnellt. Andererseits, wenn sie plötzlich aufgehalten wurde, gab es leicht ein Zittern, ehe sie ganz ruhig stand. Beides mußte nach Möglichkeit vermieden werden. Endlich entstand durch das plötzliche Ingangsetzen und Aufhalten ein nicht unbedeutendes Geräusch. Somit erhob sich die neue und schwierige Aufgabe, dieses zu beseitigen oder wenigstens zu schwächen. Der einfachste Weg hierzu ist es, die bewegte Masse möglichst klein und leicht zu machen; damit allein kommt man aber nicht immer aus, es müssen noch Dämpfungsvorrichtungen usw. hinzutreten. Das Nähere hierüber mag aus den Beschreibungen ersehen werden. Was die Forderung der Geräuschlosigkeit selbst betrifft, so muß betont werden, daß keineswegs alle Fachmänner von der Wichtigkeit derselben überzeugt sind. In der Tat, es ist eine gewisse Markierung schon durch die optische Bewegung der Silbe gegeben. Was sollte es schaden, wenn hierzu die weitere (akustische) Markierung durch die Geräusche kommt? Es müßte denn sein, daß man die Wirkung der Markierungen verschiedener Sinne auf die Aufmerksamkeit prüfen wollte. Auf den Sinnestypus beim Lernen und Behalten wird diese Markierung kaum einen Einfluß haben. Wohl aber kann in einer anderen Hinsicht das Geräusch tatsächlich als Störung empfunden werden, in dem Falle nämlich, wenn das Aussprechen der Silben mit dem Ertönen der Ruckgeräusche nicht zeitlich zusammenfällt. Die Versuchspersonen stellen sich daher häufig von selbst so ein, daß sie die Silbe erst aussprechen, wenn das Geräusch des nächsten Ruckes kommt. Hierdurch aber ist eine gewisse Einseitigkeit, freilich auch eine gewisse Konformität der Versuche gegeben.

h) Von großem praktischem Wert ist es, sich über die Größe des Gesichtsfeldes zu einigen. Das Anfertigen der Reihen kostet sehr viel Mühe, und man wird daher froh sein, wenn man die einmal angefertigten Reihen auch für andere Apparate verwenden kann; ebenso ist der Druck von Silbenreihen sehr kostspielig und es wäre sicher nicht rentabel, für jeden Apparat neue Reihen drucken zu lassen. Daher werden wenigstens die neueren Modelle meistens nur für folgende 3 Feldgrößen gebaut (sofern nicht ausdrücklich anderes gewünscht wird): 30×13 , 45×20 , 70×30 mm.

Die erste Größe ist die der gedruckten Reihen Nr. 222, die letzte ist die ursprünglich von Müller und Schumann gewählte. — Manchmal will man längere Wörter, Paare von Silben oder Wörtern usw. darbieten. In diesem Falle wären die genannten Feldgrößen, wenigstens die beiden ersten zu klein. Indessen sind die meisten Apparate so eingerichtet, daß 2 Reihen nebeneinander Platz haben, und daß nur durch den Schirm die eine Reihe verdeckt wird. Man braucht somit nur die Öffnung im Schirm entsprechend zu wählen, um ein doppelt so breites Feld zu haben.

i) Auch hinsichtlich der Trefferapparate kann man verschiedene Forderungen stellen. Unbedingt ist zu fordern, daß die Silben in derselben Größe, Schrift usw. kurz in möglichst derselben Weise dargeboten werden wie beim Lernen selbst. Ferner sind schon oben 2 Arten der Exposition erwähnt worden: entweder springt die Silbe selbst ins Gesichtsfeld, oder es wird ein Schirm vor ihr weggezogen. Das erstere läßt sich sehr einfach bei den Gedächtnisapparaten mit Ruckbewegung durchführen. Die plötzliche Bewegung ist mit dem Ruck schon gegeben; man muß nur den Apparat nach dem Ruck anhalten können und dafür sorgen, daß durch die Ruckbewegung gleichzeitig ein Kontakt z. B. geschlossen wird. In dieser Weise sind in der Tat die Apparate 212, 213, 214 und 216 eingerichtet. Allein wenn diese Exposition auch in den meisten Fällen ausreicht, so hat sie doch Mängel: der eine Mangel ist, daß sich die Silbe selbst bewegt und ihre Bewegung — und eventuell ein Zittern beim Anhalten — gesehen wird; der zweite, daß die Bewegung eine relativ langsame ist. Befriedigender ist es, wenn man einen Schirm vor der Öffnung wegbewegt. So sind die Trefferapparate 217 und 218 eingerichtet. Sie sind vom Gedächtnisapparat getrennt und haben eine eigene Trommel, auf welche der Streifen mit den Reizsilben aufgespannt wird. Es ist aber vorteilhaft, wenn Lern- und Trefferapparat vereinigt sind, so wie es bei den eben früher erwähnten Apparaten der Fall ist. Eine solche Vereinigung des Lernapparates mit der vollkommeneren Treffereinrichtung ist bei dem Apparat 215 durchgeführt. Endlich muß der Trefferapparat so gebaut sein, daß die Versuche sich unmittelbar an das Lernen der Reihe anschließen können. Wo Treffer- und Lernapparat getrennt sind, ist dies ohne weiteres möglich. Bei den übrigen Apparaten gilt analoges wie es unter Punkt f) über den raschen Wechsel der Lernreihen gesagt wurde.

Anm : Als Reaktionsinstrumente hat man bei den Trefferversuchen die Schallschlüssel Nr. 201 und 203 und vor allem den Lippenschlüssel Nr. 204 verwendet. Zur Zeitmessung wird gewöhnlich das Hipp'sche Chronoskop benutzt. Dasselbe ist jedoch hierfür nicht gerade sehr geeignet: es läuft zu schnell ab, so daß man gezwungen ist, das Gewicht sehr oft aufzuziehen; und nicht selten passiert es, daß es unerwarteter Weise abläuft, noch ehe die Versuchsperson reagiert hat, so daß die Messung vereitelt wird. Der Grund, weshalb es dennoch immer gewählt wird, ist einfach der, daß die Laboratorien gewöhnlich nur mit diesem Instrument, u. zw. mit dem modèle courant desselben, versehen sind. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, daß sich auch das Vernier-Chronoskop (Nr. 4) recht gut eignen würde, namentlich in den in der Anm. auf S. 9 vorgeschlagenen erweiterten Formen; freilich ist hierbei das Auszählen der Schwingungen etwas umständlich und zeitraubend.

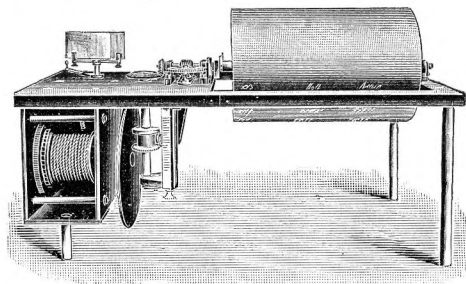
k) Unter Umständen ist die Forderung von Wert, daß die ganze Anordnung möglichst wenig Hilfsapparate und Hilfseinrichtungen beanspruche, daß sie wenig Raum einnehme, ja daß sie bequem transportierbar sei. In diesem Falle wird man den Apparaten den Vorzug geben, die keine Elektrizität, kein Metronom brauchen, und die den Trefferapparat in sich haben. Zur Zeitmessung wird man nicht den Hipp, sondern das Vernier-Chronoskop Nr. 4 wählen. — Ferner ist zu überlegen, ob es angeht, daß der Apparat an einen Tisch geschraubt wird und ob ein Loch für das Gewicht in den Tisch gebohrt werden kann, wie es einige Apparate fordern. Man wird dann vielleicht den Gewichtsmotor durch den obendrein leichteren Federmotor ersetzen lassen usw.

l) Für Massenversuche und Demonstrationen in Auditorien und Schulen ist bis jetzt kein Apparat gebaut. Es ließen sich aber verschiedene Modelle zu diesem Zwecke vergrößern. Einige kleine Modelle werden sich auch im Projektionsapparat verwenden lassen.

m) Zum Schlusse sei darauf hingewiesen, daß einige Apparate dadurch wertvoller werden, daß sie auch zu anderen Zwecken verwendbar sind. So ist schon unter i) beschrieben, wie sich die Gedächtnisapparate für Trefferversuche und damit auch für Reaktionsversuche überhaupt verwenden lassen. Und in ähnlicher Weise können namentlich die Apparate mit Ruckbewegung zu tachistoskopischen Versuchen gebraucht werden. Man läßt den Apparat z. B. 3 Rucke machen; beim 1. Ruck erscheine ein leeres Feld, beim 2. das Reizwort, beim 3. wieder ein leeres Feld. Dann war das Wort eine bestimmte kurze Zeit, also tachistoskopisch, exponiert. Die Expositionszeit kann innerhalb gewisser Grenzen variiert werden, indem man die Rucke schneller oder langsamer aufeinander folgen läßt. Freilich wird auch die kürzeste dabei erreichbare Expositionszeit in vielen Fällen noch zu lang sein. Manchmal aber wird sich doch diese Anordnung verwenden lassen, z. B. um die minimale Zeit zu bestimmen, die zur Apperzeption gewisser Reize nötig ist, oder um die relative Zahl von richtigen und falschen Apperzeptionen bei bestimmter Expositionszeit festzustellen. — Eine Variante dieser tachistoskopischen Versuche ist es, wenn man dem Beobachter nach der Exposition nicht längere Zeit zum Nachdenken gibt, sondern ihn zwingt, schnell zu reagieren, indem man den Apparat weiter rotieren und immer neue Reize geben läßt. Auch zu solchen Versuchen eignen sich die Gedächtnisapparate, sowohl die mit kontinuierlicher wie die mit Ruckbewegung. — Endlich lassen sich die Apparate auch in der Weise zu tachistoskopischen Versuchen verwenden, daß man vor der ruhig stehenden Silbe ein Tachistoskop aufstellt, welches die Silbe plötzlich aufdeckt und nach bestimmter Zeit wieder ebenso plötzlich verdeckt; ähnlich wie man zu Treffer- und Reaktionsversuchen vor die ruhende Silbe einen Fallschirm stellen kann. Der Gedächtnisapparat dient dann nur zum bequemen Auswechseln der Reize. — In allen diesen Fällen bietet der Gedächtnisapparat nur dann wesentliche Vorteile, wenn er die Anwendung längerer z. B. 40- oder 60-silbiger Reihen erlaubt.

Außer zu diesen 3, über Gedächtnisversuche hinausgehenden Anwendungsweisen lassen sich die Apparate 210 und 211, namentlich der erstere, als Kymographien benützen; ihre Konstruktion ist auch aus der der Kymographien hervorgegangen. Endlich ist beim Apparat 215 der konstante Gang dazu ausgenützt, in bestimmten Intervallen Kontakte zu schließen; der Apparat dient also gleichzeitig als Kontaktmetronom. Ja, da mehrere in verschiedenem Tempo gehende Kontaktreihen gleichzeitig nebeneinander benützt werden können, so leistet das Instrument ähnliches, wie das Chronoskop nach Kagenaar (Nr. 42).

Nr. 210. **Gedächtnisapparat nach Müller-Schumann.** (Zeitschrift für Psych., Bd. 6, S. 97). Dies ist der erste in der Literatur erwähnte Gedächtnisapparat. Er ist nicht für Ruckbewegung eingerichtet. Die Konstruktion ist der der Kymographien nachgebildet. Ein Gewicht treibt ein durch Windflügel reguliertes Uhrwerk; von diesem wird die Bewegung mittels Friktionsscheibenübersehung auf eine Trommel übertragen, auf die der Papierstreifen mit der Silbenreihe aufgespannt ist. Das Ge-

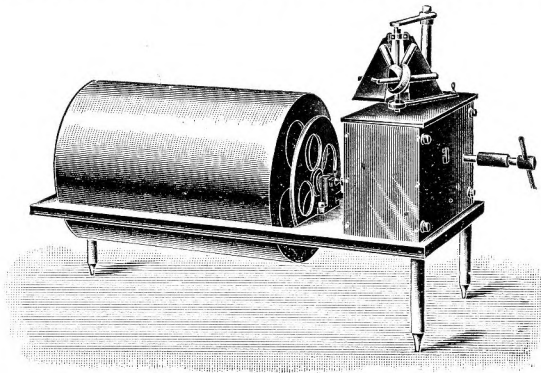


wicht hängt an einer Schnur, die von der Welle aus durch ein in den Tisch zu bohrendes Loch nach unten geht. Der Schirm vor der Trommel, welcher bewirkt,

daß jedesmal nur eine Silbe sichtbar ist, ist in der Figur weggelassen. Die Geschwindigkeit ist dank der Regulierung sehr konstant und kann durch Auflegen von Gewichten durch Verstellen der Windflügel und durch Ändern der Friktionsscheibenübersetzung innerhalb sehr weiter Grenzen variiert werden. Infolgedessen ist der Apparat nicht auf Gedächtnisversuche beschränkt, sondern kann zu allen Zwecken gebraucht werden, zu denen ein Kymographion dient. Ein Tourenzähler gestattet, die Anzahl der Rotationen und somit die Anzahl der Wiederholungen der Silbenreihe abzulesen. Für verschieden lange Reihen sind Trommeln von verschiedenem Umfang einzusetzen; das Auswechseln derselben geht außerordentlich einfach und schnell. Dem Apparat wird je eine Trommel für 8, 10, 12, 16 und 20-silbige Reihen beigegeben. Dabei ist als Feldgröße 70×30 mm angenommen. Die Trommeln sind so lang, daß 3 Reihen nebeneinander Platz haben. Will man wesentlich längere als 20-silbige Reihen anwenden, so muß man entweder die Silben kleiner schreiben und dementsprechend den Spalt kleiner machen, oder man muß eine Schleife verwenden. (Hierzu eignet sich die Seite 17 beschriebene Vorrichtung Nr. 23. Man berücksichtige die unter Punkt e) der Vorbemerkung erwähnten Vorsichtsmaßregeln.) In beiden Fällen läßt sich der Apparat auch zu der zweiten und dritten Art der unter Punkt m) der Vorbemerkung erwähnten tachistoskopischen Versuche verwenden.

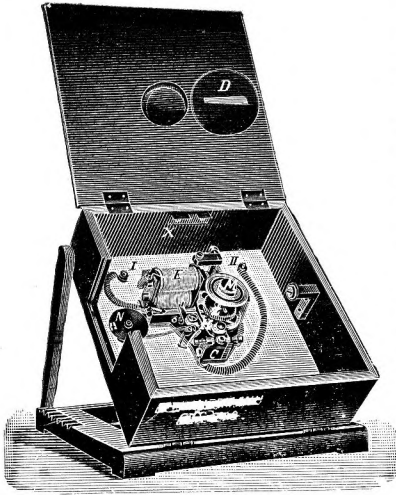
Ein Vorzug des Apparates ist seine Einfachheit. Er braucht keine Elektrizität und keine Hilfsapparate. Auf Wunsch wird er in kleineren Dimensionen (Feldgröße 30×13 für die gedruckten Reihen, Trommellänge 60 mm) und mit Gewichtsuhrwerk gebaut und mit derselben Treffereinrichtung wie Apparat 215 versehen. In dieser Form ist er bequem transportierbar.

Nr. 211. **Derselbe, vereinfacht nach Mc. Dougall.** Hier ist die Friktionsscheibe weggelassen, da die Variation der Geschwindigkeit, wie sie für Gedächtnisversuche in Betracht kommt, sich leicht durch Auflegen von Gewichten und durch Verstellen der Windflügel erreichen läßt. Trommellänge 25 cm. Durchmesser 20 cm.



Auch dieser Apparat wird auf Wunsch mit Federmotor und in kleinen Dimensionen (Feldgröße 30×13 für die gedruckten Reihen, Trommellänge 60 mm) gebaut und mit Treffereinrichtung wie Apparat Nr. 215 versehen.

Nr. 212. **Mnemometer nach Ranschburg.** (Monatsschrift für Psychol. und Neurol., Bd. 10, S. 321.) Bei diesem Apparat wurde das erste Mal der Versuch gemacht, die Silben nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit, sondern ruckweise an dem Auge vorbeiziehen zu lassen. Das mechanische Prinzip, durch welches dies erreicht wurde, ist folgendes. Die Axe, die ruckweise rotieren soll, trägt ein Zahnrad, in dessen Zähne eine Sperrklinke eingreift, die jedesmal, wenn sie niedergedrückt wird, das Rad um einen Zahn weiterbewegt. Das Niederdrücken der Klinke wird aber nicht mechanisch, sondern elektromagnetisch bewirkt. Der Apparat wird in einen

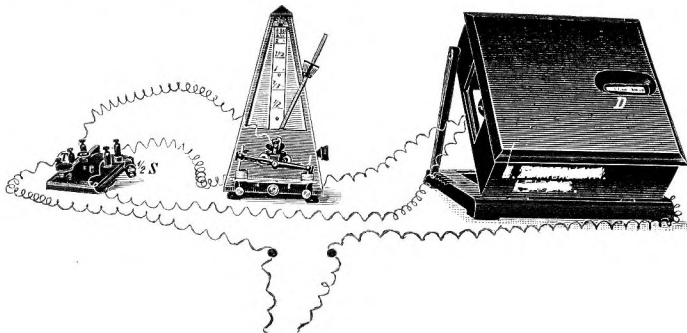


Stromkreis geschaltet, der ein Kontaktmetronom (vgl. Nr. 11) enthält; so oft in diesem auf einen Moment der Kontakt hergestellt wird, erfolgt ein Ruck. Der Zeitpunkt der Stromöffnung ist für die Bewegung ohne Einfluß. (Sollte dennoch bei der Öffnung eine kleine Ruckbewegung entstehen, so hat man nur die Schraube, welche an der Einschnappfeder des oberen Zahnrades angebracht ist, entsprechend einzustellen.)

Die nebenstehenden Figuren geben ein Bild des Apparates. Der Mechanismus ist zum Schutze in ein Kästchen (20×20 cm) eingeschlossen, dessen Deckel aufklappbar ist. Die erste Figur zeigt das Kästchen allein, mit aufgeklapptem Deckel. In der Mitte desselben erhebt sich die kurze Axe; sie trägt eine Metallscheibe, auf welcher mittels der Schraubenmutter M die Kartonscheibe befestigt wird, an deren Rand radial die Reizworte geschrieben sind (vgl. die Vorbemerkung Schema III). Diese Scheibe rotiert ruckweise mit der Axe, und es rückt dadurch eine Silbe nach der anderen unter den viereckigen Spalt D des Deckels (siehe die untere Figur). Unter der Metallscheibe sieht man das Zahnrad Z. E sind die Elektromagnete. Bei I sind an der unteren Seite des Kästchens 2 Klemmen angebracht, die zur Einschaltung der Elektromagnete dienen. N ist ein einfacher Tourenzähler, dessen Zählwerk bei jeder vollen Umdrehung der Axe (60 Rucke) um eine Nummer weiter bewegt wird. Die Nummer ist von außen durch das Fenster auf der linken Seite des Kästchens abzulesen.

Die Geschwindigkeit, mit der die Rucke erfolgen, wird durch das Metronom bestimmt. Man achte auf die Konstanz desselben, ob und wann es beginnt, langsamer zu laufen. Das kleinste Intervall zwischen je 2 Rucken, das sich mittels des Metronoms erreichen läßt, beträgt $\frac{1}{8}$ Sek., das größte 3 Sek. Für Intervalle von $1\frac{1}{2}$ bis 3 Sek. wird nur der eine der beiden Kontakte eingeschaltet, also bei jeder ganzen Schwingung einmal der Strom geschlossen. Namentlich im anderen Falle, bei Benutzung beider Kontakte, muß das Instrument sorgfältig eingestellt werden; man vergleiche hierüber Nr. 11 S. 12 und Punkt a) der Vorbemerkung. Da die Metronomschläge leicht stören, namentlich wenn sie mit den Ruckgeräuschen des Mnemometers nicht zusammenfallen, so ist es ratsam, das Metronom in ein Nebenzimmer zu stellen oder wenigstens die Schläge zu dämpfen, indem man das Instrument auf eine dicke Filzplatte stellt und eine Glocke darüberstülpt. Statt des Metronoms können auch andere zeitmarkierende Apparate (Zeitsinnapparat, Universalpendel usw.) verwendet werden.

Die zweite Figur zeigt den oben beschriebenen Reizapparat in Verbindung mit dem Metronom und einem Taster; aus ihr ist gleichzeitig die Schaltung zu ersehen.



Auf dem Grundbrettchen des Tasters ist rechts ein einfacher Schalter angebracht, durch den der eine, in der Figur der linke, Kontakt des Metronoms ein- oder ausgeschaltet werden kann, damit man nach Belieben die einfachen oder die Doppelschwingungen des Pendels benützen kann.

Das Zahnrad an der Axe hat 60 Zähne und kann nicht ausgewechselt und beliebig durch ein anderes mit einer geringeren Anzahl von Zähnen ersetzt werden. Die Reizscheibe macht daher stets 60 Rucke bei einer vollen Umdrehung. Will man somit eine Reihe von z. B. 12 Silben wiederholt darbieten, so muß man sie 5 mal (oder, wenn man jedesmal 3 Zwischenfelder frei läßt, 4 mal) hintereinander aufschreiben, Auch lassen sich nicht die gedruckten Silbenreihen nach Müller-Schumann (Nr. 222) verwenden, da diese auf gerade Streifen und nicht radial auf Scheiben gedruckt sind.

Hingegen eignet sich der Apparat sehr gut für Reaktionsversuche, bei welchen eine größere Anzahl von Reizen gegeben werden soll. Der plötzliche Ruck wird benutzt, um den Reiz schnell darzubieten (vgl. Punkt i) der Vorbemerkung). Damit jedesmal nur ein Ruck erfolge, der Reiz also dauernd exponiert werde, öffnet man nach dem Ruck sofort mittels des Tasters den Strom. Handelt es sich um sehr rohe Zeitmessung, so kann man die Schläge des Metronoms bis zur Reaktion zählen. Für feinere Messungen ist ein elektromagnetisches Chronoskop z. B. das Hipp (Nr. 1) zu benützen (vgl. die Anm. zu Punkt i) der Vorbemerkung.) Das Metronom wird dabei ausgeschaltet oder ein Kontakt in demselben dauernd geschlossen. Der Ruck wird jedesmal durch kurzes Niederdrücken des Tasters erzeugt. Im Moment, wo der Reiz erscheint, wird durch die Ruckbewegung selbst bei C (siehe die obere Figur) ein Kontakt geschlossen. Bei II sind an der unteren Seite des Reizapparates 2 Klemmen angebracht, die zu diesem Kontakt führen. Diese 2 Klemmen, das Hipp und das Reaktionsinstrument, werden in einen zweiten, von dem oben erwähnten ganz unabhängigen, mit einer eigenen Stromquelle versehenen Stromkreis geschaltet.

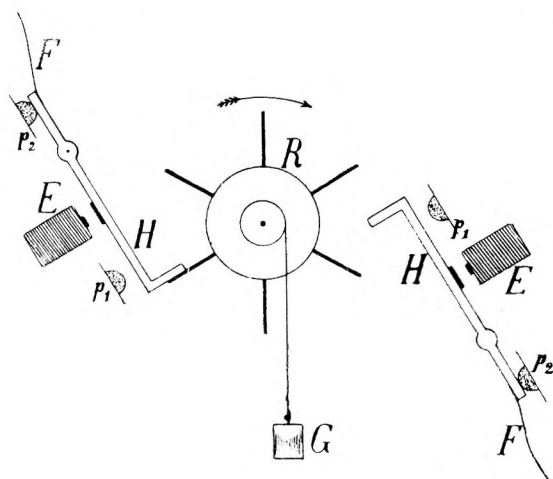
Das Mnemometer läßt sich auch als Tachistoskop in den in Punkt m) der Vorbemerkung beschriebenen Weisen benützen.

Zu dem Apparat werden 23 gedruckte Reizkarten nach Ranschburg geliefert.

Nr. 213. **Gedächtnisapparat nach Wirth.** (Wundt, Philos. Studien, Bd. 18, S. 701.) Wie der vorige Apparat ist auch dieser für Ruckbewegung eingerichtet; jedoch ist das Prinzip, wodurch dieselbe erreicht wird, ein ganz anderes. Gleichzeitig wurde

bei diesem Apparate das erste mal dafür gesorgt, die Geräusche bei den Rucken zu vermeiden.

Das nebenstehende Schema soll das Prinzip veranschaulichen. Die Axe, an welcher die Trommel bzw. die Scheibe mit den Silben sitzt, und welche sich also ruckweise drehen soll, trägt ein Steuerrad R, in dessen stabförmige Zähne abwechselnd die beiden Haken H eingreifen. Das Gewicht G sucht die Axe samt der Trommel bez. Scheibe in der Richtung des Pfeiles zu drehen. Wird bei der in der Figur gewählten Ausgangslage erst der linke Haken zurück-

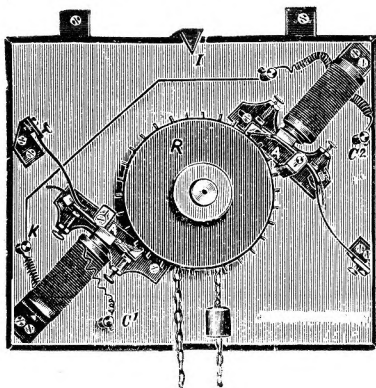


gezogen, indem dessen Elektromagnet E auf kurze Zeit von einem Strom durchflossen wird, so wird das Steuerrad frei, es dreht sich, bis es von dem Haken auf der anderen Seite aufgefangen wird. Wird dann im rechten Elektromagnet einen Moment ein

Strom geschlossen, während indessen der linke Haken durch seine Feder F in die Ausgangslage zurückbewegt wurde, so dreht sich die Axe wieder ein Stück, bis sie links aufgefangen wird. Und solcher Rucke macht sie doppelt so viele als das Steuerrad Zähne hat. Der abwechselnde Stromschluß in den beiden Elektromagneten wird durch ein Kontakt-Metronom (vgl. Nr. 11) oder einen ähnlichen Apparat (Zeitsinnapparat, Universalpendel usw.) erzeugt. Dadurch werden gleichzeitig die Intervalle zwischen den Rucken reguliert, ähnlich wie beim vorigen Apparate.

Auf dreifachem Wege können hierbei Geräusche entstehen: Erstens beim Anziehen der Haken H an die Elektromagnete E; zweitens wenn die Haken von den Elektromagneten freigelassen und durch die Federn F zurückgeschnellt werden; drittens wenn die Haken das Steuerrad auffangen. Um diese Geräusche unhörbar zu machen, sind zunächst alle bewegten Teile möglichst klein gehalten und aus sehr leichtem Material hergestellt. Ferner stoßen Metallteile bei der Bewegung nie wieder auf Metall, sondern stets auf weiches, dämpfendes Material. Es werden die Haken H durch die (verstellbaren) Lederpuffer $p_1 p_2$ aufgehalten; die Ansatzflächen der Federn F sind mit Leder belegt und auch das Gestelle, welches die Haken trägt, auf Leder gebettet. Ebenso werden die Stifte des Steuerrades nicht durch Metallteile aufgefangen, sondern die Haken sind vorne gegabelt, zwischen den Zinken jeder Gabel ist eine Seidenschnur gespannt, und auf diese schlagen die Stifte auf. Durch diese Einrichtungen konnte tatsächlich, namentlich bei dem kleiner und leichter gebauten zweiten der beiden Modelle ein geräuschloser Gang erzielt werden.

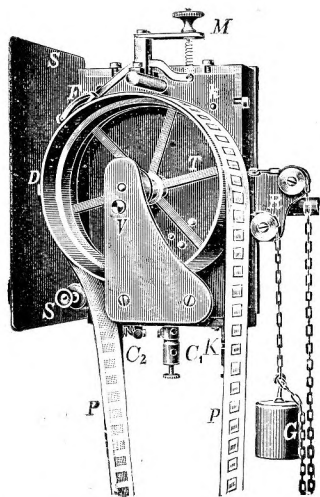
Die genauere Ausführung des Apparates ist aus der untenstehenden Figur zu ersehen. R ist das Steuerrad mit 30 Zähnen, A sind Anker an den Haken. Die oben erwähnten Lederpuffer sitzen an den in der Figur sichtbaren Schrauben und können durch diese verstellt werden. Die Seidenschnur zum Auffangen des Steuerrades ist längs des Hakens bis an das untere, etwas angebogene Ende desselben geführt und dort durch eine Schraube eingeklemmt. Dadurch ist gleichzeitig die Möglichkeit gegeben, ihre Spannung zu regulieren. Der Druck der Federn F kann mittels der Schrauben nahe an ihren Einklemmungsstellen reguliert werden. Endlich ist das ganze Metallplättchen, auf dem die Haken befestigt sind, in der Längsrichtung derselben ein wenig verschiebbar, damit man die Einstellung so regulieren kann, daß, wenn der eine Haken einen Stift aufhält, der andere genau in der Mitte zwischen zwei Stiften steht. An allen diesen Einstellungen ist



jedoch nur selten und nur nach längerem Gebrauch eine Änderung vorzunehmen. Der Apparat wird natürlich sorgfältig eingestellt geliefert.

Wirth ließ 2 Modelle des Apparates bauen. Beim ersten werden die Silben auf Scheiben geschrieben. Diese haben genau die Größe und Form der Scheiben des vorigen Apparates; es lassen sich daher dieselben Scheiben für beide Apparate verwenden. Das Steuerrad hat 30 Zähne, die Axe macht somit eine volle Umdrehung, wieder wie beim Ranschburg-Apparat, in 60 Rucken. Der Apparat ist an eine Wand zu hängen. Den Mechanismus verdeckt ein aufklappbarer Schirm mit einem horizontalen Spalt, welcher jedesmal nur eine Silbe erscheinen läßt. Damit die Silben genau in die Mitte dieses Spaltes zu stehen kommen, muß die Scheibe so auf die Axe aufgesetzt werden, daß einer der zwischen je 2 Silben gezogenen Radien sich genau mit dem Zeiger J deckt.

Beim zweiten Modell, das die zweite Figur zeigt, ist eine Trommel anstatt der Scheibe benützt, damit durch Anwendung der Schleife beliebig lange Reihen verwendet werden können. Das Werk ist in ein Kästchen K eingeschlossen, da es



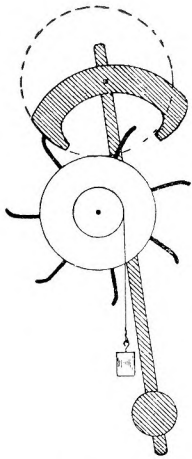
noch leichter und kleiner gebaut ist als beim ersten Modell. Die Trommel hat einen Durchmesser von 8 cm und macht 30, nicht 60 Rucke bei einer Umdrehung. Sie bewegt sich bei jedem Ruck um ca. 8 mm weiter. Ihre Breite beträgt 5 cm. Das Diaphragma in dem Schirm S ist jedoch nur 4 mm hoch und 2,8 cm breit. Die Schraube V dient dazu, die Trommel zu fixieren. Dies ist bei allen Manipulationen mit dem Apparat, vor allem beim Auflegen einer neuen Schleife ratsam, da durch gewaltsames Drehen der Trommel leicht die Spannung der Seidenschnur geändert oder gar eine gröbere Verletzung herbeigeführt werden kann. Damit die Schleife von der Trommel bei den Rucken sicher mitgenommen wird, wird sie mittels des Doppelröllchens F an die letztere angedrückt. Durch die Mutter M kann der dabei ausgeübte Druck reguliert werden. Der

ganze Apparat ist an einem Stativ zu befestigen. Die Kette, an der das Gewicht hängt, wird durch die Rollen so geführt, daß der Apparat ähnlich wie der Ranschburg-Apparat, in bequeme, schräge Lage gebracht werden kann.

Die Regulierung der Geschwindigkeit der Rucke geschieht bei beiden Modellen durch das Metronom. Da dieses selbst Geräusche erzeugt, so muß es in einem Nebenraum aufgestellt werden. Über die Einstellung desselben gilt das beim vorigen Apparat Gesagte. Die Schaltung ist hier eine andere als dort. Der Strom wird von der Stromquelle (nach Zwischenschaltung eines Stromunterbrechers) zum Pendel des Metronoms geleitet, dann von den beiden Quecksilbernäpfen desselben zu den Klemmen c_1 c_2 , wie sie in der 1. Figur zu sehen sind. Hinter den beiden Elektromagneten vereinigen sich die 2 Wege bei K und werden von hier aus gemeinsam zur Stromquelle zurückgeführt. Auf diese Weise erfolgt bei jeder Halbschwingung ein Ruck; das längste durch das Metronom erreichbare Intervall ist dann ca. $1\frac{1}{2}$ Sek. Für längere Intervalle muß man sich, falls man das Metronom benutzen will, eines Hilfsapparates bedienen. Wirth hat einen solchen Duplikatorumschalter, wie er ihn nennt, konstruiert (a. a. O. S. 711).

Wie beim Ranschburg-Apparat müßte man auch bei diesem, um kürzere, z. B. 12-silbige Reihen darbieten zu können, dieselben mehrmals hintereinander aufschreiben. Der Apparat eignet sich hauptsächlich zu den drei Arten der unter Punkt m) der Vorbemerkung beschriebenen tachistoskopischen Versuche. Für Treffer- und daher auch für Reaktionsversuche ist er nicht eingerichtet.

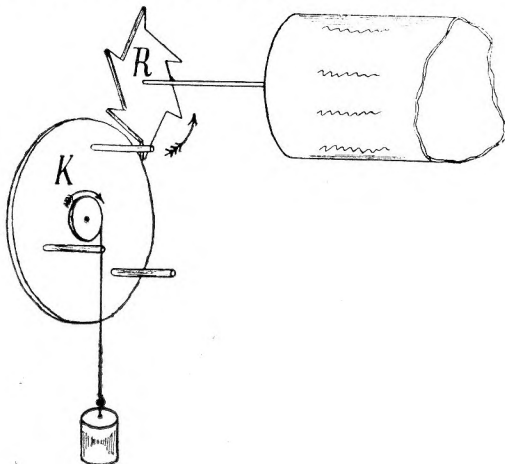
Anm. I. An dem Berliner Modell dieses Apparates wurden im Laufe der Zeit und werden noch augenblicklich einige Änderungen vorgenommen, die sich als wünschenswert herausstellten. Zunächst ist das Steuerrad, wie im Schema, mit 7 Stiften versehen, so daß die Trommel 14 Rucke macht. Der Apparat eignet sich dadurch für 12-silbige Reihen, indem man bei 12 Rucken Silben, bei den 2 letzten Rucken leere Felder erscheinen läßt, so daß zwischen je 2 Darbietungen der Reihe eine Pause von 2 Rucken erfolgt. Als Feldgröße ist die Normalgröße 13×30 mm der gedruckten Reihen (Nr. 222) gewählt. Die Trommel ist 6 cm lang, sodaß 2 solche Reihen nebeneinander verwendet werden können. Das Auswechseln der Trommeln läßt sich sehr schnell vollziehen, da sie einfach aufgesteckt werden. Auch das Steuerrad kann herausgenommen und durch eins mit einer anderen Anzahl von Stiften ersetzt werden für längere oder kürzere Reihen. Dementsprechend sind auch die Elektromagnete und Haken verschiebbar eingerichtet. Die ersteren können außerdem den Haken etwas genähert und von ihnen entfernt werden. Damit im Falle, daß man längere Schleifen anwendet, diese sicher mitgenommen werden, sind Stifte am Rande der Trommel befestigt und entsprechend in die Schleife Löcher geschlagen. Die Stifte greifen in die Löcher des Streifens ein und ziehen ihn absolut sicher mit. Endlich kommt noch ein Tourenzähler und ein Fallschirm für Treffer- und Reaktionsversuche, ähnlich wie bei Apparat Nr. 215 hinzu.



A n m. II. Bei den Apparaten 212 und 213 ist das Metronom, also das Pendel zur Regulierung der Zeitintervalle zwischen den Rucken benützt, aber in der Weise, daß das Pendel erst Kontakte schließt und der durch dieselben fließende Strom elektromagnetisch die Ruckbewegung im Gedächtnisapparat auslöst. Es liegt nun der Gedanke nahe, ob man diesen Umweg nicht vermeiden und durch die Pendelbewegung direkt die Ruckbewegung auslösen könnte. In der Tat wurden solche Konstruktionen versucht, und dabei dieselben 2 speziellen Wege eingeschlagen, durch die sich der Ranschburg und der Wirth-Apparat unterscheiden. Die dem ersten Apparat entsprechende Konstruktion wurde vom Mechaniker Marx gemacht, das Modell bis jetzt jedoch noch nicht durchgeführt. Ein Pendel wird in ähnlicher Weise wie bei der Pendeluhr in regelmäßigen Gang versetzt und erteilt bei jeder Schwingung der Trommel des Gedächtnisapparates einen Stoß. Die zweite Konstruktion rührt von Rupp her. Da bei der Pendeluhr das Zahnrad selbst ruckweise sich bewegt, so versuchte Rupp, ob sich diese Ruckbewegung nicht gleichzeitig für die Gedächtnis-trommel benützen läßt. Der ganze Apparat würde dann weitaus der einfachste von allen bisher gebauten Gedächtnisapparaten sein, keinen Strom, keine Nebenapparate, kein kostspieliges Uhrwerk benötigen. Es ergab sich jedoch bei der Durchführung vor allem eine Schwierigkeit: das Pendel hat, wie bei der Uhr so auch hier, nicht bloß die Ruckbewegung des Zahnrades zeitlich zu regulieren, sondern es muß andererseits durch das Zahnrad einen Antrieb erhalten. Dies suchte Rupp in der Weise zu erreichen, daß er die Spitzen des Ankers abrunden ließ, wie das Schema zeigt, während die übrige Kante, auf welcher die Zähne gleiten, genau konzentrisch zum Drehpunkt des Pendels geschnitten wurde. Solange die Zähne auf diesem konzentrischen Bogen gleiten, kann sich das Zahnrad nicht drehen, die Trommel mit den Silben bleibt also ganz ruhig, das Pendel erfährt aber auch keinen Antrieb. Wenn hingegen die Zähne auf die abgeschrägten Teile kommen, so entsteht eine Komponente der Kraft, die die Pendelbewegung fördert. Freilich bewegt sich dann auch das Zahnrad und damit die Silbe. Wenn indessen nur ein kleines Stück abgeschrägt wird, so stört diese Bewegung knapp vor dem Ruck nicht. Leider aber ergab sich, daß eine solche kleine Abschrägung keine hinreichende Unterstützung für das Pendel zu geben vermag; bei der geringsten Störung verzögerte dieses seinen Gang. Es wird daher wohl nötig sein, dem Pendel einen separaten Antrieb zu geben, sei es durch ein zweites Gewicht oder durch eine Feder wie bei der Unruhe der Taschenuhr. Trotz dieser Komplikation dürfte ein solcher Apparat immer noch zu den einfachsten zählen.

Man könnte auch daran denken, zur Zeitregulierung statt des Pendels eine Spiralfeder, ähnlich wie bei der Unruhe der Taschenuhr zu verwenden; doch wird sich dabei kaum die Dauer der einzelnen Schwingungen innerhalb genügend weiter Grenzen variieren lassen; man vergleiche Punkt b) der Vorbemerkung. Eher ließe sich die Torsion verwenden, wie sie bei neueren Uhren verwertet wird; durch Verkürzung oder Verlängerung des tordierenden Fadens oder Drahtes könnte die Schwingungsdauer beliebig variiert werden.

Nr. 214. **Gedächtnisapparat nach Lipmann.** (Ueber das erste Modell vgl. Zeitschr. f. Psych., Bd. 35, S. 202; über das zweite verbesserte Modell Zeitschr. f. Psych., Bd. 49, S. 270, im Folgenden ist bloß dieses zweite Modell beschrieben.) Während die beiden vorigen Instrumente einen elektrischen Strom und Nebenapparate (Metronom, Stromunterbrecher, ev. Duplikatorumschalter) benötigen, suchte Lipmann bloß mit mechanischen Mitteln und ohne Hilfsapparate auszukommen.

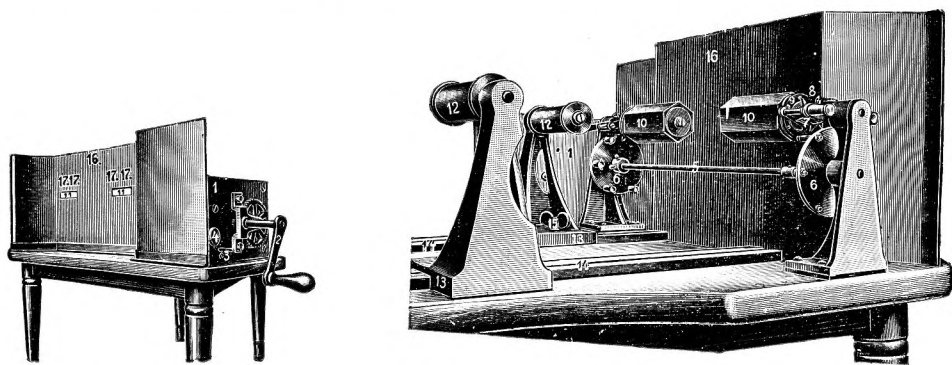


Das Prinzip des Apparates ist ebenfalls von dem der vorigen ganz verschieden. Während dort (auch bei den in der Anmerkung erwähnten Konstruktionen) die Zeitintervalle zwischen den Rucken durch die periodische Bewegung eines Pendels (bzw. einer schwingenden Feder oder eines tordierten Fadens) reguliert werden, wird hier und bei den Apparaten 215 und 216 zuerst eine gleichmäßige, kontinuierliche Rotationsbewegung erzeugt, welche dann ihrerseits bei jeder einzelnen Umdrehung an einem oder mehreren Punkten die Ruckbewegung einer 2. Axe auslöst, an der die Trommel

sigt; und zwar sind die Apparate 214 und 215 so eingerichtet, daß die kontinuierlich rotierende Axe selbst der Trommel die Stöße erteilt, daß also keine zweite Kraft nötig ist.

Das nebenstehende Schema zeigt, wie dieses Prinzip bei dem Lipmann-Apparat realisiert ist. Man sieht 2 Räder; das untere Rad K wird durch ein genaues Federuhrwerk in gleichförmige, kontinuierliche Rotation versetzt; es sei daher als „kontinuierliches“ Rad (K) bezeichnet. Im Schema ist die Kraft der Einfachheit halber durch ein Gewicht angedeutet. An diesem Rade sind, senkrecht zu seiner Ebene, Stifte aufgesetzt, die in die Zähne des oberen Rades eingreifen. Dieses letztere soll ruckweise rotieren und ist daher mit R bezeichnet. So oft nun ein Stift des kontinuierlichen Rades nach oben kommt, nimmt er das Zahnrad ein Stück mit; dann steht dasselbe wieder still, bis der nächste Stift nach oben kommt und in den nächsten Zahn eingreift. Durch diesen einfachen Mechanismus wird das Zahnrad in der Tat ruckweise fortbewegt, und mit ihm bewegt sich ebenso die Silben-Trommel.

Die beiden umstehenden Figuren zeigen die nähere Ausführung der Konstruktion. Die erste Figur gibt die Vorderansicht des Apparates. Das Werk ist zum größten Teil durch den Schirm 16 verdeckt, der nur 2 rechteckige Öffnungen 11 hat, durch die man die Silben, u. zw. jedesmal nur eine sieht. Rechts hinter dem Schirm ist der Kasten 1 mit dem Uhrwerk zu sehen. Dasselbe wird mittels der Kurbel 2 aufgezogen. Der kleine Hebel 3 dient zum Ingangsetzen und Arretieren des Werkes. Mittels der Schraube 4 kann man den Gang verlangsamen und beschleunigen, u. zw. verhalten sich die extremen Geschwindigkeiten ungefähr wie 1:2 $\frac{1}{2}$. Zur weiteren Variierung der Geschwindigkeit dient eine andere Einrichtung, die unten besprochen ist. Die erwähnte Schraube ist mit einer groben Kreisteilung versehen, die es er-



möglichst, den Apparat auf eine bestimmte Geschwindigkeit mit hinreichender Genauigkeit einzustellen. Die 2. Figur gibt die hintere Ansicht des Apparates und zeigt die Übertragung der Bewegung auf die Trommeln. Vom Uhrwerk wird die Axe 5 angetrieben. An ihr sitzen die 2 kontinuierlichen Räder 6 und diese versetzen in der oben erläuterten Weise die Zahnräder 7 in ruckweise Bewegung. Mit diesen letzteren wieder sind die 2 sechskantigen Trommeln 10 in fester Verbindung. Die 2 Trommeln 12 dienen dazu, die Schleifen, die über die ersteren Trommeln gelegt werden, horizontal zu halten und zu spannen. Sie werden durch die Böcke 13 getragen, welche an den Schienen 14 zu verschieben und mittels der Flügelschrauben 15 zu fixieren sind. Die Schienen sind sorgfältig aufgesetzt, die Böcke gleiten sehr exakt, sodaß die runden und die sechskantigen Trommeln bei jeder Entfernung genau parallel stehen. (Man vergl. hierüber Punkt e) der Vorbemerkung.) Bei jeder Umdrehung der Axe 5 macht die Trommel 6 Rucke, da das kontinuierliche Rad 6 Stifte besitzt. Dieselben sind jedoch leicht herauszunehmen. Benützt man z. B., wie im Schema gezeichnet, nur 3 Stifte, so werden bei jeder Umdrehung bloß 3 Rucke erzeugt; ebenso kann man 2 oder nur 1 Stift verwenden. Die Intervalle zwischen den Rucken werden dann 2, 3

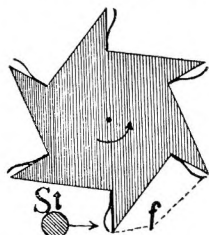
bezw. 6 mal so lang. Dies ist also das zweite Mittel, um die Rotationsgeschwindigkeit zu variieren. Zu beachten ist jedoch, daß sich beim Verstellen der Schraube 4 die Ruckdauer und die Dauer der Exposition in gleichem Verhältnisse ändern, während sich beim Herausnehmen von Stiften bloß die Expositionsdauer ändert, die Geschwindigkeit des Ruckes aber konstant bleibt.

Der Apparat läuft, wie die Kontrolle ergab, mit sehr konstanter Geschwindigkeit (man vgl. hierüber die 2. der oben zitierten Abhandlungen). Um das Uhrwerk möglichst gleichmäßig zu belasten, ist es günstig, die beiden Trommeln so einzustellen, daß sie die Rucke nicht gleichzeitig, sondern abwechselnd ausführen. Dies läßt sich leicht erreichen, da das Zahnrad auf seiner Axe verstellt und mittels einer kleinen Schraube in jeder Lage fixiert werden kann. Ebenso würde es den Gang beeinflussen, wenn die Schleife zu stark gespannt würde. Es ist nur eine ganz lose Spannung nötig, da sie, wie in Punkt e) der Vorbemerkung erwähnt, dadurch mitgenommen wird, daß der Papierstreifen geknickt ist und die Kanten der Trommel sich in die Knicke hineinlegen.

Für längere oder kürzere Reihen wird einfach die Schleife verschieden weit gemacht. Die Trommeln lassen sich so weit nähern, daß sich noch Schleifen von 8 Feldern über sie legen lassen. Bei der weitesten Entfernung der Trommel faßt die Schleife 42 bezw. 64 Felder, je nachdem man Trommeln mit 2 cm oder 13 mm Feldhöhe benutzt. Es wird nämlich dem Apparat sowohl ein Paar der kleineren, für die gedruckten Silberreihen Nr. 222 berechneten, wie auch ein Paar der größeren Trommeln mit 2×3 cm Feldgröße beigegeben.

Ein Vorzug des Apparates ist es, daß man beliebig viele Reihen hintereinander lernen lassen kann, ohne dazwischen durch das Wechseln der Streifen die geringste Zeit verlieren zu müssen. Ebenso können an dem Apparate Trefferversuche unmittelbar nach den Lernversuchen angestellt werden. Aus diesen Gründen besitzt eben der Apparat eine 2. Schleife. Während die Versuchsperson an der einen Schleife lernt, hat man Muße, die andere aufzuziehen bezw. auszuwechseln. Außerdem sind die Trommeln so breit, daß 2 Reihen nebeneinander aufgeschrieben werden können. Dementsprechend sind die 2 Diaphragmen 11, die man in dem Schirm in der 1. Figur sieht, mit 2 von oben herabklappbaren Schirmchen versehen, von denen das eine die rechte, das andere die linke Hälfte des Diaphragmas deckt.

Die Rucke erfolgen zwar nicht vollständig geräuschlos, aber doch nur mit einem sehr leisen, dumpfen Geräusch, daß sicher nicht als Störung empfunden wird. Die Dämpfung wird erstens dadurch erreicht, daß die Stifte des kontinuierlichen Rades mit Gummischläuchen überzogen sind, die sich im Bedarfsfalle leicht durch neue ersetzen lassen. Ferner sind die Zähne von 7, wie das nebenstehende kleine Schema zeigt, mit Federn *f* versehen. Der Stift *St* prallt somit nicht direkt auf die relativ schwere Masse des Zahnrades, mit dem auch noch die Trommel in starrer Verbindung steht, sondern die Bewegung wird vorbereitet, allmählich eingeleitet, indem der Stift erst auf die Feder wirkt. Es zeigte sich, daß diese Einrichtung in der Tat einen Einfluß auf das Geräusch hat. — Um ein Zittern und Weiterschnellen der Trommel zu vermeiden, ist mit ihr die Hartgummischeibe 9 fest verbunden, an welcher die Feder 8 schleift. Dadurch entsteht eine kleine Bremsung, welche in dem angegebenen Sinne wirkt.



Der Apparat ist auch für Trefferversuche eingerichtet u. zw. für solche der einfacheren Art, wie sie in der Vorbemerkung Punkt i) beschrieben sind. Die Rucke werden zur schnellen Exposition benutzt und durch die Ruckbewegung gleichzeitig ein Kontakt geschlossen. Die schon früher erwähnte Hartgummischeibe 9 ist, den 6 Prismenflächen entsprechend, mit 6 Metallschrauben befestigt, die so abgeschliffen sind, daß sie nicht über die Scheibe hinausragen. So oft die Feder 8 über eine solche Schraube schleift, ist der Kontakt geschlossen. Die Feder ist verstellbar und muß so

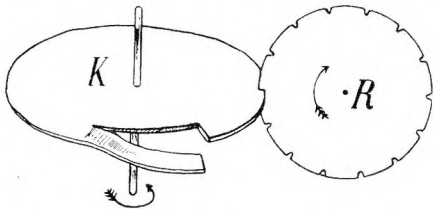
justiert werden, daß sie auch nach dem Ruck die Schraube noch berührt, damit ein dauernder Kontakt entsteht. Andererseits muß die Trommel vor jedem Ruck ein wenig gedreht werden, damit der Kontakt wieder geöffnet wird.

Noch eins ist für die Trefferversuche zu bemerken. Es wäre bei schnellem Gang schwer, sofort nach der Exposition, ehe noch der neue Ruck beginnt, das Werk zu arretieren. Auch muß das Uhrwerk einige Momente im Gang sein, um die richtige Geschwindigkeit zu erlangen. Deshalb verfährt Lipmann so, daß er die eine Trommel für Lern-, die andere für Trefferversuche benützt und bei der letzteren einige Stifte des kontinuierlichen Rades, z. B. alle bis auf einen, entfernt. Dann erfolgen die Rucke ebenso schnell wie vorher, aber die Pause zwischen je zwei Rucken ist 6mal so groß. Dadurch hat das Werk Zeit zum Anlaufen und der Versuchsleiter Zeit zum Arretieren.

Wie zu Trefferversuchen, so läßt sich der Apparat auch zu anderen Reaktionsversuchen und ebenso zu den in Punkt i) der Vorbemerkung erwähnten tachistoskopischen Versuchen verwenden.

Der Apparat ist auf ein Tischchen aufgesetzt, damit die Diaphragmen, wenn man das Ganze auf einen Tisch von normaler Höhe stellt, in Augenhöhe kommen. Die Füße des Tischchens sind mit Filz unterlegt, damit einerseits keine Schallübertragung auf die Unterlage stattfindet, und damit andererseits diese nicht beschädigt wird.

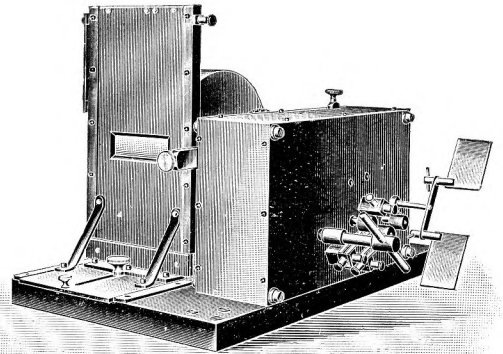
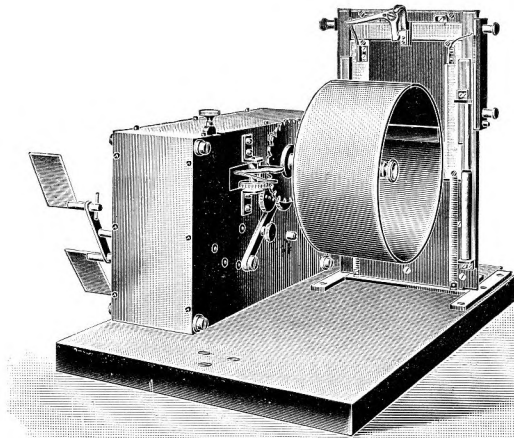
Nr. 215. **Gedächtnisapparat, Eigenkonstruktion.** Auch bei diesem Apparate ist eine mechanische Erzeugung der Rucke gewählt, um Elektrizität und Nebenapparate zu vermeiden. Das Prinzip ist ebenfalls dasselbe wie beim vorigen Apparat, indem wieder erst eine kontinuierliche Drehbewegung hervorgerufen wird, welche dann ihrerseits die Ruckbewegung erzeugt. Jedoch ist die Art, wie aus der kontinuierlichen die Ruckbewegung entsteht, eine ganz andere. Sie wird durch das nebenstehende Schema veranschaulicht. Die treibende Kraft, ein Gewichtsuhrwerk, versetzt eine horizontale Scheibe in gleichförmige, kontinuierliche Rotation, sie sei daher wieder als kontinuierliche Scheibe (K) bezeichnet. Sie greift mit ihrem Rande ein wenig in die Einkerbungen eines Zahnrades ein, mit dem die Trommel in fester Verbindung steht, und welches somit ruckweise rotieren soll; dasselbe sei



daher mit R bezeichnet. Die kontinuierliche Scheibe ist in der aus dem Schema ersichtlichen Weise an einer Stelle längs ihres Randes eingeschnitten und der so entstehende Streifen nach unten gebogen. Wenn sie sich in der Richtung des Pfeiles dreht, und das abwärts gebogene Stück in die Einkerbung des Zahnrades R eingreift, so wird dieses auf der linken Seite gehoben u. zw. so hoch, als der Streifen abwärts gebogen ist; und dieser ist gerade so viel abwärts gebogen, als die Einkerbungen voneinander entfernt sind. Indem sich dieses Spiel bei jeder Umdrehung von K wiederholt, wird das Rad R jedesmal ruckweise einen Zahn weiterbewegt.

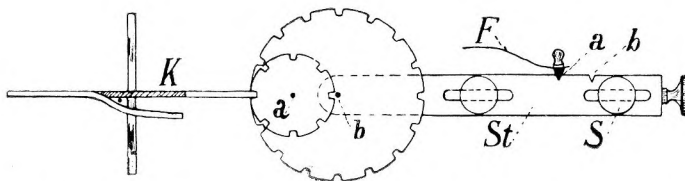
Die Kinematik kennt verschiedene Arten, aus einer kontinuierlichen eine ruckweise Drehbewegung zu erzeugen. Unter ihnen wurde von der Firma Spindler & Hoyer die eben beschriebene aus folgenden Gründen gewählt. Die Hebung des Zahnrades, also die Ruckbewegung setzt hier allmählich ein und hört wieder allmählich auf; dadurch ist ein plötzlicher Anprall und damit starkes Zittern und starkes Geräusch vermieden. Ferner ist ein Weiterschnellen der Trommel nach dem Ruck ausgeschlossen, da das Zahnrad nach dem Ruck durch den nicht aufgebogenen Rand der kontinuierlichen Scheibe in Zwangsführung gehalten wird. Freilich sind diese Ziele nicht vollkommen erreichbar, da ein gewisser toter Gang stets vorhanden sein muß.

Die beiden Figuren zeigen den ganzen Apparat. Das Uhrwerk ist in einen Kasten eingeschlossen. Es ist ein Gewichtsuhrwerk, dessen Geschwindigkeit durch Gewicht und Windflügel variiert werden kann. Um das Werk in Gang zu setzen, zieht



man den oben auf dem Kasten vorstehenden Schieber in die Höhe; um es zu arretieren, drückt man denselben nach unten. Die der Silbentrommel zugekehrte Seitenwand des Kastens hat eine rechteckige Öffnung, in die man die kontinuierliche Scheibe und unter dieser ein Zahnrad hineinragen sieht; beide sitzen an derselben vertikalen Axe. Das Zahnrad dient dazu, die Bewegung des Uhrwerkes auf die kontinuierliche Scheibe zu übertragen. Rechts von der letzteren sieht man das Zahnrad, welches die Ruckbewegung ausführt und an dessen Axe die Trommel sitzt. Von der kontinuierlichen Scheibe ist noch zu bemerken, daß das aufgebogene Stück sich über $\frac{1}{6}$ des ganzen Randes erstreckt; somit verhält sich die Dauer der Rucke zur Dauer der ruhigen Exposition stets wie 1:5.

Die Trommel macht so viel Rucke bei jeder vollen Umdrehung, als das Zahnrad R Zähne besitzt. Für verschieden lange Reihen müssen daher nicht bloß verschieden große Trommeln, sondern entsprechend auch Zahnräder mit mehr oder weniger Zähnen eingesetzt werden. Die Räder sind gleich an der Trommel befestigt. Die kontinuierliche Scheibe bleibt dabei dieselbe und auch an der gleichen Stelle.



Natürlich müssen dann, wie aus dem nebenstehenden Schema verständlich ist, die kleineren Zahnräder der kontinuierlichen Scheibe mehr genähert werden als die größte-

ren. Daher ist die Axe, auf welche das Zahnrad samt der Trommel gesteckt wird, seitlich verschiebbar, u. zw. wird sie mittels des horizontalen Stabes St verschoben, der rechts an sie angesetzt ist. Die Einstellung muß dabei eine sehr genaue sein, da, wenn das Zahnrad zu viel an die kontinuierliche Scheibe rückt, Reibung entsteht, welche den Gang hemmt, und wenn es zu weit weg ist, die Führung zu locker wird und die Trommel bei den Rucken schlottert. Um die Einstellung zu erleichtern, ist der erwähnte Stab St mit sehr sorgfältig gefeilten Einkerbungen versehen, in die eine feststehende Feder F einschnappt. Man hat dann, um das Zahnrad richtig einzustellen, bloß dafür zu sorgen, daß die Feder in die entsprechende Einkerbung eingreift. Diese Lage wird dann durch Anziehen der Schraubenmutter S fixiert. — Mit dem Apparat werden zwei Trommeln für 14, zwei für 12 und eine für 24 Rucke geliefert.

Das Auswechseln der Trommel geht sehr schnell, man steckt sie samt dem Zahnrad einfach auf die Axe auf und fixiert sie mittels der Schraube, die in der Figur in dem Hohlraum der Trommel zu sehen ist. Um die Silbenreihen schnell wechseln

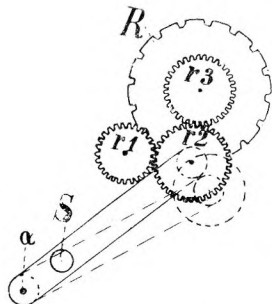
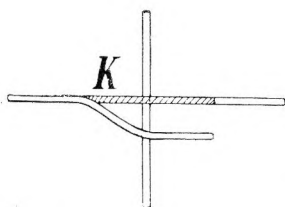
zu können, ist es daher besser, die neue Reihe auf einer Reservetrommel aufzuspannen und die ganze Trommel zu wechseln statt auf derselben Trommel einen neuen Streifen aufzuspannen. Zu diesem Zwecke werden für die kürzeren Reihen je 2 Trommeln geliefert. Als Feldgröße ist bei dem ursprünglichen Modell 2×3 cm gewählt. Da die Trommeln 6 cm breit sind, können 2 solche Reihen nebeneinander aufgeschrieben werden. Die neueren Modelle werden, wenn nicht ausdrücklich anderes gewünscht wird, für die Normalgröße 30×13 mm der gedruckten Reihen Nr. 222 gebaut.

Vor der Trommel steht ein vertikaler Schirm, der in einer einfachen Führung gegen die Trommel zu verschieben ist; siehe die 2. Figur. Vor seinem rechteckigen Diaphragma kann ein Blechblättchen verschoben werden, um die rechte oder linke Hälfte zu verdecken, damit nur die eine der beiden Silbenreihen sichtbar ist. Das Blättchen kann auch ganz weggehoben werden, damit man auch das Doppelfeld benutzen kann, wie es für längere Wörter oder bei Darbietung eines Paares von Silben nötig ist.

Der Apparat ist auch für Trefferversuche eingerichtet, u. zw. ist er mit der in Punkt i) der Vorbemerkung erwähnten vollkommeneren Einrichtung versehen, bei der sich nicht das Reizobjekt selbst bewegt und ins Feld springt, sondern wo ein Schirm vor demselben weggezogen wird. Die Einrichtung ist nach Angaben von Rupp konstruiert. Hinter dem Schirm, der vor der Trommel steht, gleitet in leichter Führung geräuschlos ein 2. Schirm. Wenn man diesen hochzieht, so verdeckt er die Öffnung im vorderen Schirm, so daß die Silbe auf der Trommel nicht zu sehen ist. In dieser Lage wird er oben durch eine einfache Einschnappvorrichtung festgehalten. Drückt man auf den in der 2. Figur oben sichtbaren Hebel, so fällt der Schirm, durch seine Schwere und hauptsächlich durch die beiden seitlichen Federn gezogen, schnell herab. Da er nun in seinem oberen Teile rechteckig ausgeschnitten ist, so wird beim Fallen die Silbe sichtbar. Gleichzeitig wird in dem Momente, wo der vordere Spalt ganz aufgedeckt wird, ein Kontakt geöffnet, indem eine Feder, die mit dem Schirm fällt, erst auf Metall, dann auf Isoliermasse (Hartgummi) schleift. Nachdem die Silbe schon ganz sichtbar geworden ist, fällt der Schirm noch einige Zentimeter weiter herab. Die Öffnung in seinem oberen Teile erstreckt sich so hoch hinauf, daß dabei die Silbe immer noch sichtbar bleibt. Während dieses Fallens wird die Bewegung gedämpft und der Schirm schließlich ganz aufgehalten, u. zw. ohne daß ein Geräusch auftritt. Mit dem Schirm fallen nämlich 2 seitliche Kolben, die dicht anschließend in Rohre tauchen. Je tiefer sie sinken, desto mehr wird die Luft in den letzteren, da sie nur schwer entweichen kann, komprimiert und übt dadurch einen Gegendruck aus. Dieser Fallschirm unterscheidet sich somit in 2 Punkten von den bis jetzt konstruierten. Erstens ist, um eine schnelle Bewegung zu erzielen, nicht die Schwere benutzt, sondern im wesentlichen die Federkraft. Da diese im Anfang am stärksten wirkt, so hat der Schirm gleich zu Beginn der Bewegung hinreichende Geschwindigkeit, es wird somit an Raum gespart. Zweitens wird der Schirm nicht plötzlich angehalten, wodurch starke und schwer zu dämpfende Geräusche entstehen, sondern allmählich während eines längeren Weges; hierbei aber läßt sich leicht eine geräuschlose Dämpfung erreichen. — Vor jedem Trefferversuch dreht man die Trommel um eine Silbe weiter, indem man das Werk nur einige Momente laufen läßt; man wählt hierbei am besten einen sehr langsamen Gang, indem man das Gewicht verringert.

Wie für Trefferversuche, so läßt sich der Apparat auch für andere Reaktionsversuche und für alle in Punkt i) der Vorbemerkung erwähnten Arten von tachistoskopischen Versuchen verwenden. Benutzt man nämlich die größte der Trommeln für 24 Silben und bei ihr erst die rechte, dann die linke Hälfte, so kann man, auch ohne Schleife, 48 Reize ohne Unterbrechung hintereinander darbieten, was in den meisten Fällen vollkommen ausreichen wird.

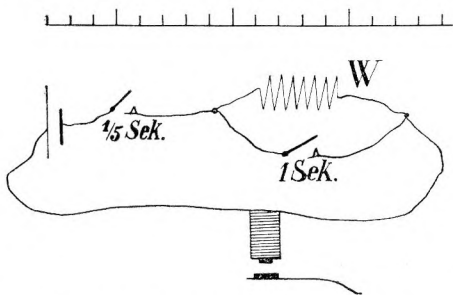
Der Apparat besitzt noch 2 von Rupp vorgeschlagene Nebeneinrichtungen. Je nach Wunsch des Bestellers wird eine beliebige oder jede Trommel so eingerichtet, daß sie nicht bloß ruckweise, sondern auch kontinuierlich rotieren kann, wie es bei den Gedächtnisapparaten 210 und 211 a der Fall ist. Die Trommel wird in diesem



Falle, wie das nebenstehende Schema zeigt, so weit rechts von der kontinuierlichen Scheibe K festgeschraubt, daß diese nicht mehr in die Einkerbungen des Zahnrades R eingreift. Der kontinuierliche Antrieb erfolgt nun durch ein Zahnrad r_1 , das an einer aus dem Kasten vorragenden Axe des Uhrwerkes sitzt. Dieses Rad wird durch das gleich zu besprechende Rad

r_2 mit r_3 gekuppelt, welches letztere wie das Zahnrad R an der Trommelaxe befestigt ist. r_2 sitzt an einem Stabe, der um α gedreht und mit der Schraube S fixiert werden kann. Will man diese ganze Einrichtung nicht benutzen, sondern die Trommel ruckweise rotieren lassen, so wird der erwähnte Stab samt r_2 in die gestrichelte Lage weggerückt. — Dadurch daß der Apparat auch für kontinuierliche Rotation eingerichtet ist, wird er wohl für manche weitere Zwecke zu verwenden sein.

Die 2. Nebeneinrichtung hat mit Gedächtnisversuchen nichts zu tun. Es wird das konstante Uhrwerk dazu ausgenutzt, in bestimmten und variierbaren Zeitintervallen Kontakte zu erzeugen. — In dem Uhrwerke befinden sich infolge der notwendigen Übersetzungen Axen, die sich verschieden schnell drehen. 3 solche Axen, deren Geschwindigkeiten sich wie 1:10:50 verhalten, sind nach hinten verlängert. An ihnen sitzen, wie aus der 2. Figur zu sehen ist, kleine Walzen, auf denen Kontaktfedern schleifen. Bei jeder Umdrehung einer solchen Walze wird an einer Stelle auf einen Moment ein Kontakt geschlossen. Die Einrichtung wirkt also wie ein Kontaktmetronom, nur genauer und vollständig geräuschlos; auch sind die Intervalle innerhalb viel weiterer Grenzen variierbar, indem man erstens Windflügel und Gewicht ändern und zweitens verschiedene Walzen benutzen kann. Verbindet man ferner die Kontakte mit elektrischen Markierern, so kann man gleichzeitig mehrere Zeitkurven nebeneinander aufschreiben, von denen die eine z. B. Sekunden, die andere $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{10}$ Sek. markiert. Ja, durch eine besondere von Rupp angegebene Schaltung lassen sich mit ein und demselben Markierer Kurven schreiben, in welchen jede 5. oder jede 10. Marke länger ist, und die somit ein sehr bequemes und schnelles Auszählen gestatten, ähn-



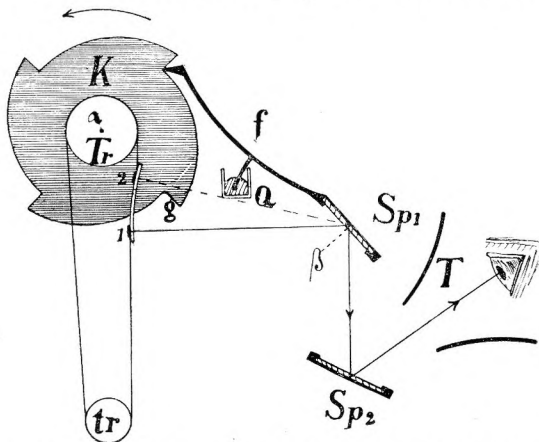
lich wie die Kurven des Kagenaar'schen Chronoskopes Nr. 42. Das nebenstehende Schema zeigt diese Schaltung. Man sendet den Strom erst durch den häufigeren, z. B. den $\frac{1}{5}$ Sek. Kontakt und verzweigt ihn hinter diesem; in den einen Zweig legt man den zweiten, z. B. 1 Sek. Kontakt, in den anderen einen Widerstand W. Nach Vereinigung der Zweige führt man den Strom durch den Elektromagneten des Markierers und zurück zur Stromquelle. Wenn

nun bloß der $\frac{1}{5}$ Sek.-Kontakt geschlossen ist, so wird der Markierer eine kleine Exkursion machen, wegen des Widerstandes. Wenn hingegen auch der Sek.-Kontakt geschlossen ist, so verringert sich der Gesamtwiderstand, die Exkursion des Schreibers und damit die Marke wird eine größere.

An den neueren Modellen des Apparates sind gegenüber den älteren einige Änderungen vorgenommen. Wie schon erwähnt, sind die Trommeln den gedruckten Silbenreihen angepaßt. Ferner ist ein Tourenzähler hinzugefügt. Endlich wird der Apparat auf Wunsch mit einem Federuhrwerk versehen, was den Vorteil mit sich bringt, daß man kein Loch in den Tisch, auf den der Apparat gestellt wird, bohren muß, durch welches die Schnur für das Gewicht nach unten hängt.

Nr. 216. **Gedächtnisapparat nach Hempel=Rupp.** Wie bei den beiden vorigen Apparaten, so ist auch hier zunächst eine gleichförmige, kontinuierliche Rotation erzeugt, die ihrerseits eine Ruckbewegung hervorruft. Das Prinzip jedoch, nach dem die Ruckbewegung durch die kontinuierliche bewirkt wird, ist hier ein ganz neues, es ist überhaupt kein mechanisches, sondern ein optisches. Der Grundgedanke hierzu rührt von Hempel her; Rupp hat in der Durchführung einige Verbesserungen vorgenommen.

An der horizontalen Axe α sitzt die Trommel Tr. Über die letztere ist eine Papierschleife mit den zu lernenden Silben gelegt, die vertikal herabhängt und durch die kleinere Trommel tr beschwert ist. Die Axe α wird samt der Trommel in gleichförmige kontinuierliche Drehung versetzt. Die Silben werden durch die 2 Spiegel Sp_1 Sp_2 in der Richtung der ausgezogenen Linien dem Auge zureflektiert. Der Tubus T hat eine so kleine Öffnung, daß nur 1 Silbe, z. B. die bei 1 stehende, gesehen wird.

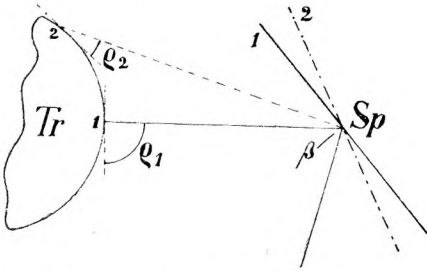


Würden die 2 Spiegel stille stehen, so würden die Silben in gleichmäßiger Geschwindigkeit vorbeiziehen. Nun ist aber der Spiegel Sp_1 um die Axe β drehbar. Er hat einen Fortsatz f , mit dem er auf dem Rande des Rades K aufruhet. Dieses Rad ist, wie die Trommel, fest mit der Axe α verbunden und dreht sich somit kontinuierlich; es sei daher wieder als kontinuierliches Rad (K) bezeichnet. Bei Drehung von der in der Figur gezeichneten Ausgangslage aus wird der Fortsatz f durch den allmählich aufsteigenden

Rand des Zahnes etwas gehoben, und damit auch der Spiegel ein wenig gedreht. Nach einer $\frac{1}{4}$ Drehung von K fällt sodann der Fortsatz an dem steilen Rande des Zahnes herab und damit dreht sich der Spiegel schnell in die erste Lage zurück. Bei derselben $\frac{1}{4}$ Drehung sei die Silbe von 1 nach 2 gelangt. Die Zähne von K sind nun genau so geschnitten, daß der Spiegel am Ende der Drehung in eine solche Lage kommt, daß er den von 2 herkommenden Strahl wieder in derselben Richtung gegen Sp_2 reflektiert, wie vorher den von 1 kommenden Strahl, und daß ebenso bei jeder Zwischenlage der Strahl in dieser Richtung weitergeht. Somit erscheint während dieser ganzen Bewegung die Silbe dem Beobachter nicht bewegt, sondern ruhend. Wenn der Fortsatz dann an dem steilen Rande des Zahnes herabgefallen und der Spiegel in die erste Lage zurückgekehrt ist, so reflektiert wieder er die von 1 herkommenden Strahlen dem Beobachter zu. Genau an der Stelle 1 ist aber jetzt die nächste Silbe angelangt, indem der Abstand der Silben so gewählt ist, daß er $\frac{1}{4}$ des Trommelumfangs beträgt. Somit ist in diesem Momente plötzlich die nächste Silbe erschienen.

Bei dem ursprünglichen Modell nach Hempel ist nicht eine Schleife, sondern eine einzige Trommel verwendet, ferner nicht 2 Spiegel, sondern nur der Spiegel Sp_1 . Dies hat 2 Nachteile. Erstens müssen die Silben in Spiegelschrift aufgeschrieben werden; zweitens zeigt es sich, daß die Silben zwischen den Rucken sich zwar nicht fortbewegen, aber ein wenig nach vorne und hinten neigen. Diese 2 Mängel suchte Rupp zu vermeiden. Der erste war leicht zu beseitigen, es wurde einfach der Spiegel Sp_2 hinzugefügt.¹⁾ Der zweite Mangel beruht auf Folgendem: Angenommen, es seien

¹⁾ Diese Verbesserung hat inzwischen auch Hempel an seinem Apparate angebracht.



die Silben auf einer Trommel *Tr* aufgespannt, und eine Silbe bewege sich von 1 nach 2; entsprechend drehe sich auch der Spiegel *Sp* von 1 nach 2. Bei der Lage 1 geht der Strahl senkrecht von der Trommel weg; der Beobachter glaubt also senkrecht auf die beschriebene Fläche zu sehen. Dann muß bei der Lage 2 der Strahl schräg von der Trommel weg zum Spiegel gehen und der Beobachter glaubt schräg unter dem

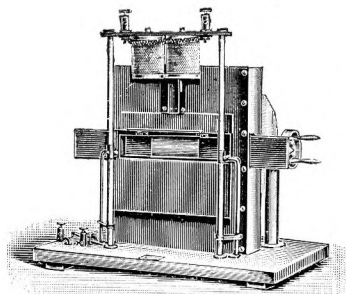
Winkel φ_2 auf die Schreibfläche zu sehen, oder vielmehr die Fläche scheint sich ihm um den Winkel $\varphi_1 - \varphi_2$ geneigt zu haben. Diese scheinbare Neigung kann nur dann vermieden werden, wenn man $\varphi_2 = \varphi_1$ macht, das heißt, wenn die Silben auf einer konkaven statt auf einer konvexen Fläche liegen; und zwar muß der Mittelpunkt der Krümmung im Drehpunkt β des Spiegels liegen. Dies ist aber bei dem obigen Modell wirklich der Fall, u. zw. ist es dadurch erreicht, daß statt der Trommel eine Schleife verwendet ist, und daß diese durch ein vorgehaltenes, entsprechend gebogenes Spiegelglas *G* konkav gekrümmt ist. In der Tat ist bei diesem Modell nicht die geringste Spur einer Neigung der Silben zu bemerken.

Die Rotation kann durch einen beliebigen, separaten Motor erzeugt werden, wofern er nur hinreichende Konstanz besitzt. Auf Wunsch wird auch ein Gewichts- oder Federuhrwerk mit dem Apparat verbunden. Ein einfacher Tourenzähler zählt die einzelnen Rucke. Für verschieden lange Reihen werden verschieden lange Schleifen benutzt; die geringste Zahl von Feldern, die die Schleife haben muß, beträgt 8. Die Schleife läßt sich sehr schnell auswechseln, da die Trommel, ähnlich wie beim vorigen Apparat, nur an einer Seite an ihrer Axe befestigt ist, nach der andern Seite ganz frei steht. Die Gefahr, daß die Schleife nicht genau mitgenommen wird, ist hier von vornherein sehr gering, da die Trommel nicht ruckweise, sondern kontinuierlich bewegt wird. Unter diesen Umständen erzeugt die untere beschwerende Trommel *tr* genügend Reibung. Die Ruckbewegung vollzieht sich ohne das geringste hörbare Geräusch. Dies war hier leicht zu erreichen, da es sich um sehr kleine Bewegungen handelte und die bewegte Masse, der Spiegel mit dem Fortsatz, sehr leicht gemacht werden konnte. Außerdem wurde die Spitze des Fortsatzes mit Leder überzogen. Ein Zittern der Silben nach dem Ruck ist nicht zu bemerken, da federnde Massen vermieden sind und die Ruckbewegung bloß durch die Schwere, nicht durch Federkraft erzeugt wird. Als Feldgröße ist die Normalgröße 30×13 mm der gedruckten Reihen Nr. 222 gewählt; da die Trommel 6 cm lang ist, so haben zwei solcher Reihen nebeneinander Platz.

Für die einfachen Trefferversuche, wie sie in Punkt i) der Vorbemerkung beschrieben sind, ist der Apparat dadurch verwendbar, daß der Fortsatz *f* einen Draht *d* trägt, der, wenn der Spiegel fällt, also der Ruck erfolgt, in Quecksilber taucht und dadurch vollständig geräuschlos einen Kontakt schließt. Die kurze Bewegung der Trommel wird dabei natürlich nicht durch den Motor erzeugt, sondern mit der Hand; die Trommelaxe ist zu dem Zwecke nach hinten verlängert und trägt eine kleine Kurbel. Dabei ist die Schnelligkeit der Rucke von der Schnelligkeit, mit der man dreht, unabhängig, da die Ruckbewegung durch das Fallen des Spiegels erzeugt wird.

In ähnlicher Weise wie für Trefferversuche läßt sich der Apparat auch für andere Reaktionsversuche verwenden; ebenso für die tachistoskopischen Versuche, wie sie unter Punkt m) der Vorbemerkung angeführt sind.

Ein Vorzug des Apparates ist es, daß er sehr wenig Raum einnimmt und daher bequem transportiert werden kann. Ferner gestattet er einen so schnellen Wechsel der Felder, daß er sich auch als Stroboskop verwenden läßt.



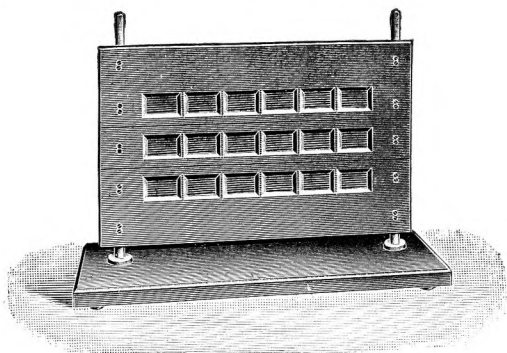
Nr. 217. **Trefferapparat nach Müller-Pilzecker.** (Zeitschr. f. Psych. Ergänzungsbd. I, S. 4). Der Zweck und das Wesen der Trefferversuche ist bereits in der Vorbemerkung insbesondere in Punkt i) erläutert worden. Der in Rede stehende Apparat ist von den Gedächtnisapparaten zum Lernen der Silben ganz isoliert. Die Silben werden in derselben Größe und Schrift wie die vorher gelernten Silben auf einen Streifen untereinander geschrieben und dieser über eine Trommel gespannt. Vor der Trommel steht ein Schirm mit einer rechteckigen Öffnung, deren Größe durch Schieber zu variieren ist. An der vorderen Seite des Schirmes gleitet, durch vertikale Stangen geführt, ein zweiter Schirm, der ebenfalls eine Öffnung besitzt. Wenn dieser hochgezogen ist, so verdeckt er die Öffnung im ersten Schirm und damit auch die Silbe auf der Trommel. Wenn er hingegen beim Fallen seine tiefste Lage erreicht, so kommt seine Öffnung gerade vor der im ersten Schirm zu stehen, und die Silbe wird sichtbar. Während des Fallens erlangt der Schirm eine ziemlich große Geschwindigkeit, so daß die Exposition sehr rasch erfolgt. Beim Auf-fallen öffnet er einen einfachen Quecksilberkontakt. In seiner höchsten Lage wird er durch Elektromagnete festgehalten.

Damit die Silben genau in der Mitte des Spaltes erscheinen, ist erstens eine prismatische Trommel gewählt, und zweitens an der Axe eine einfache Einschnappvorrichtung angebracht, deren Feder immer dann in eine Einkerbung einschnappt, wenn eine Seitenfläche der Trommel genau vor dem Spalt steht. Man hat also den Streifen so aufzuspannen, daß die Silben genau in der Mitte zwischen 2 Kanten zu stehen kommen und die Trommel stets so einzustellen, daß die Feder einschnappt.

Die Größe der Trommel richtet sich natürlich nach der Größe der Trommeln des Gedächtnisapparates. Dies muß daher bei der Bestellung angegeben werden.

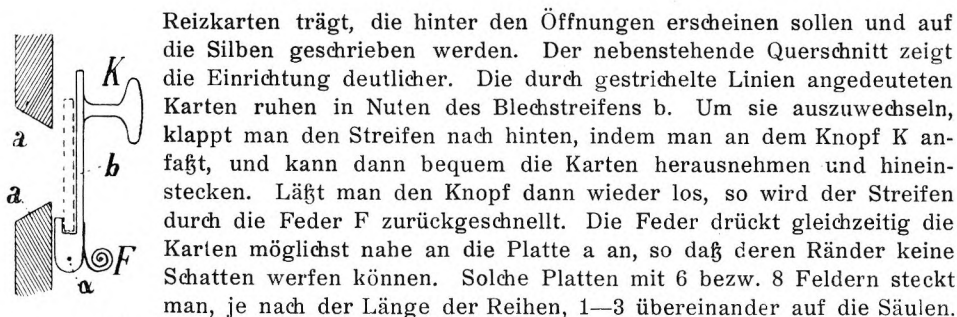
Der Apparat ist nicht auf Trefferversuche beschränkt, sondern kann zu beliebigen Reaktionsversuchen mit optischen Reizen verwendet werden, sofern nur die Größe des Spaltes hinreicht. Namentlich läßt sich bequem eine größere Reihe von Reizen hintereinander geben, indem man große Trommeln (z. B. für 24 Silben) oder eine Schleife anwendet; im letzteren Falle ist eine 2. Trommel hinzuzufügen, z. B. die Vorrichtung Nr. 23 S. 17).

Nr. 218. **Treffer-Apparat nach Rupp.** Der Apparat unterscheidet sich vom vorigen durch die Konstruktion des Fallschirmes; es ist dieselbe, wie sie bei Apparat 215 beschrieben wurde. Im Übrigen gilt alles in der vorigen Nummer Gesagte.



Nr. 219. **Silberträger für simultane Exposition.** Die bisher erwähnten Gedächtnisapparate sind für den Fall berechnet, daß die Silben successiv dargeboten werden. Man kann die ganze Reihe aber auch simultan exponieren, und dementsprechend auch Trefferversuche anstellen, wo das ganze Tableau exponiert wird, indem alle Felder bis auf ein gewisses leer bleiben. Für solche Versuche dient der in Rede stehende Apparat als Silberträger.

Auf einer Holzplatte erheben sich seitlich 2 Säulen, auf die mittels Ringen Platten aufgesteckt werden. Jede dieser Platten hat nebeneinander 6 oder 8 rechteckige Öffnungen. An diese legt sich von hinten ein Blechstreifen an, welcher die



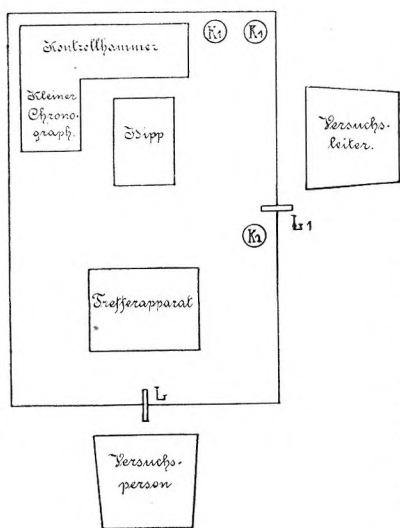
Reizkarten trägt, die hinter den Öffnungen erscheinen sollen und auf die Silben geschrieben werden. Der nebenstehende Querschnitt zeigt die Einrichtung deutlicher. Die durch gestrichelte Linien angedeuteten Karten ruhen in Nuten des Blechstreifens b. Um sie auszuwechseln, klappt man den Streifen nach hinten, indem man an dem Knopf K anfaßt, und kann dann bequem die Karten herausnehmen und hineinstecken. Läßt man den Knopf dann wieder los, so wird der Streifen durch die Feder F zurückgeschnellt. Die Feder drückt gleichzeitig die Karten möglichst nahe an die Platte a an, so daß deren Ränder keine Schatten werfen können. Solche Platten mit 6 bzw. 8 Feldern steckt man, je nach der Länge der Reihen, 1—3 übereinander auf die Säulen.

Sehr einfach gestalten sich mittels dieses Apparates die Trefferversuche: man hat bloß in ein bestimmtes Feld eine Karte zu stecken; die übrigen Felder bleiben leer (schwarz).

Mit dem Apparat werden 3 Platten zu 6 oder 3 zu 8 Feldern geliefert. Die Feldgröße beträgt 3×4 cm. Auf Wunsch werden natürlich auch Platten mit mehr oder weniger Feldern und mit anderer Feldgröße geliefert.

Nr. 220. **Expositionsapparat für beliebig große Felder.** Um das große Silbentableau, wie es der vorige Apparat zeigt, zum Zwecke von Trefferversuchen mit Zeitmessung plötzlich zu exponieren, wäre es unpraktisch, unmittelbar vor demselben einen Schirm fallen zu lassen, wie es bei den kleinen Feldern der früher erwähnten Trefferapparate geschieht. Der Schirm würde zu große Dimensionen annehmen, zu starke Geräusche erzeugen, und obendrein der untere Teil des Feldes merklich später exponiert werden als der obere. In diesem Falle ist es vielmehr vorteilhaft, den Spalt mit dem Schirm nahe vor das Auge zu stellen; man kann dann auch bei einer Spaltöffnung von wenigen Zentimetern Felder von beträchtlicher Größe exponieren. Nach diesem von G. E. Müller vorgeschlagenen Prinzip ist der in Rede stehende Apparat konstruiert. Die Öffnung kann durch Schieber variiert und der Feldgröße angepaßt werden. Der Fallschirm ist ähnlich gebaut wie beim Trefferapparat 218. Mit dem Apparat ist ein Stirnhalter und ein Lippen Schlüssel für die Reaktion verbunden.

Wie die Trefferapparate überhaupt, so ist auch dieser Expositionsapparat nicht auf Trefferversuche beschränkt, sondern für beliebige optische Reaktionsversuche verwendbar.



Nr. 221. **Gesamtanordnung für Trefferversuche.** Die Anordnung ist im Wesentlichen dieselbe, wie sie bei den im Göttinger Institute angestellten Versuchen getroffen war. Die Apparate werden auf einem Tische montiert und geschaltet geliefert. Die Vorführung bei den Trefferversuchen kann entweder visuell, mittels des Trefferapparates, oder akustisch, mittels des Lippen Schlüssels L_1 geschehen. Zur Reaktion dient der Lippen Schlüssel L. Statt der Lippen Schlüssel werden auf Wunsch auch Schallschlüssel geliefert. Hinsichtlich dieser beiden Instrumente vgl. Nr. 201, 203 und 204. K_1 , K_2 und K_3 sind Kommutatoren; erstere dienen zum Kommutieren des Hippstromes, beziehungsweise zum Aus- und Einschalten des Kontrollhammers; letzterer gehört zu den Magneten des Trefferapparates. Es sind also zwei Stromquellen nötig. Auf Wunsch werden auch 2 Anschlußapparate für Starkstromspannung (110 oder 220 Volt) mit geliefert.

An Stelle des Trefferapparates kann natürlich auch ein Gedächtnisapparat gesetzt werden, der mit einem Trefferapparate verbunden ist. Dann ist die Anordnung für Lern- und Trefferversuche komplett.

Zusammenstellung:

- | | |
|--|-------------------------------|
| Polierte Tischplatte mit 3 Kommutatoren, den nötigen Klemmen und Verbindungen. | Stimmgabel Nr. 39. |
| Kontrollhammer Nr. 13. | Chronoskop nach Hipp Nr. 1 a. |
| Bewegliches Stativ Nr. 13. | Chronograph Nr. 17. |
| | Trefferapparat Nr. 217. |
| | 2 Lippenschlüssel Nr. 204. |

Nr. 222. **Silbenreihen für Gedächtnisversuche nach Müller-Schumann.** (Zeitschr. f. Psych. Bd. VI S. 98 ff.). Das Zusammenstellen von Silbenreihen nach Regeln, wie sie für Gedächtnisversuche nötig sind, und das Aufschreiben der Silben auf die Papierstreifen oder -scheiben für die Gedächtnisapparate erfordert sehr viele Mühe und Zeit. Es war daher ein dringendes Bedürfnis, daß solche Reihen gedruckt wurden und käuflich zu beziehen seien. Rupp hat nunmehr ein Teil der Reihen, welche Müller und Schumann für ihre Gedächtnisapparate zusammenstellten, mit Zustimmung dieser Autoren revidiert und veröffentlicht.

Die Reihen bestehen aus 12 sinnlosen Silben, die Silben aus 3 Buchstaben: einem Anfangs-, einem Endkonsonanten und einem Vokal oder Diphthong in der Mitte. Die genaueren Regeln, nach denen die Silben gebaut und zusammengestellt sind, entnehme man aus der oben zitierten Abhandlung.

Die Silben werden sowohl in Büchlein, wie auf Streifen geliefert. Ihre Anordnung und Form ist in beiden Fällen dieselbe. Die Büchlein dienen zu Protokollierung, können aber auch zu Versuchen verwendet werden, wenn man die ganze Reihe simultan darbietet. Die Streifen haben die Form, wie sie das nebenstehende Schema

N. 1.	N. 1.
~~~~~	~~~~~
~~~~~	~~~~~
~~~~~	~~~~~
~~~~~	~~~~~
~~~~~	~~~~~
~~~~~	~~~~~
~~~~~	~~~~~
~~~~~	~~~~~
~~~~~	~~~~~
~~~~~	~~~~~
~~~~~	~~~~~
~~~~~	~~~~~

verkleinert zeigt. Links stehen die 12 Silben untereinander. Unter ihnen sind 2 Felder freigelassen, damit zwischen je 2 Wiederholungen eine Pause eingeschaltet werden kann. Bei Apparaten mit Ruckbewegung kann die Pause nur in 1 oder 2 Rucken bestehen. Eine Pause von 2 Rucken dürfte vorzuziehen sein, da durch eine einruckige Pause der trochäische Rhythmus, in dem meistens gelernt wird, gestört würde. Aus demselben Grunde sind die Gedächtnisapparate häufig für 14 Rucke eingerichtet. Natürlich kann man bei Benutzung dieser Streifen auch eine Pause von 1 Ruck oder gar keine Pause verwenden, endlich, da die Felder nicht durch Striche begrenzt sind, bei Gedächtnisapparaten mit kontinuierlicher Rotation einen beliebigen Zwischenraum wählen, sofern er nur die Größe von 2 Feldern nicht überschreitet. Oberhalb der Silben ist ein Raum freigelassen zum Übereinanderkleben der Ränder. Auf ihm ist gleichzeitig die Nummer der Reihe notiert.

Neben den 12 Silben steht eine 2. vertikale Reihe von 6 Silben für Trefferversuche; es sind die ungeraden Silben der linken Reihe. Ihre Reihenfolge ist nach den von Müller und Pilzecker (Zeitschr. f. Psych., Ergänzungsband I, S. 25) aufgestellten Regeln gewählt. Das leere Feld unter jeder Silbe hat für die Protokollbüchlein den Vorteil, daß man die von der Versuchsperson genannten Silben in daselbe einschreiben und die Trefferzeit notieren kann. Auch für die Apparate mag es von Vorteil sein, vor oder nach der Exposition ein leeres Feld zu besigen.

Als Feldgröße wurde von Rupp nach Vereinbarung mit G. E. Müller und Ebbinghaus die Größe 30×13 mm gewählt. Sie ist einerseits möglichst klein genommen, damit auch die Gedächtnisstrommeln klein sein können und das Ruckgeräusch leicht zu dämpfen ist; andererseits ist sie groß genug, daß man die Silben bequem noch mit der Hand schreiben kann.

Man wird mit diesen Reihen natürlich nicht in allen Fällen auskommen.

Immerhin werden nach diesen Regeln gebaute Reihen am häufigsten angewendet werden, sowie sie auch bisher meistens verwendet wurden. Außerdem ist es von Wert, wenn verschiedene Autoren bei ihren Versuchen dieselben Reihen benutzen; die Versuche werden dann konformer und besser vergleichbar.

Die Forscher sollten die Reihen sehr sparsam, nur zu Haupt- und nicht zu Vor- oder Demonstrationsversuchen verwenden, damit sie möglichst wenig bekannt werden. Vollends würden dieselben an Wert verlieren, wenn sie in Laienhände kämen. G. E. Müller gab daher nur unter der Bedingung seine Einwilligung zum Druck der Reihen, daß sie ausschließlich an Forscher geliefert werden. Die P. T. Besteller werden daher, sofern ihr Name in dem Fache noch nicht bekannt ist, gebeten, in irgend einer Weise, z. B. durch Empfehlung eines Fachmannes oder Institutes, die wissenschaftliche Verwertung zu verbürgen.

Tachistoscope.

Vorbemerkung.

Tachistoscope nennt man solche Apparate, die eine sehr kurze Darbietung eines Reizes ermöglichen. Wie schon der Name sagt, handelt es sich hierbei meistens um visuelle Reize. Es wurden jedoch auch Versuche mit akustischen Reizen angestellt. Apparate, die speziell zu solchen Versuchen dienen, hat man Tachistophone genannt. Indessen steht nichts im Wege, den schon geläufigen Namen Tachistoskop auch auf diese Apparate auszudehnen, umso mehr als sich eine Reihe von Apparaten sowohl für akustische wie für visuelle Reize verwenden lassen.

Um eine tachistoskopische Exposition zu erreichen, werden die verschiedensten mechanischen Hilfsmittel benutzt. Es seien hier kurz die Hauptprinzipien der Konstruktion angedeutet.

Man hat einen Schirm mit einem Spalt vor dem zu exponierenden Objekt fallen lassen (Falltachistoskop). Wenn der Spalt vorbeikam, war das Objekt sichtbar. Je kleiner der Spalt war, oder je schneller der Schirm fiel, desto kürzer war die Expositionszeit. Statt der Schwere hat man dabei auch Federkraft verwendet (wie beim Momentverschluß). Da ferner das Auffallen des Schirmes stets mit Geräusch verbunden war, so ersetzte man ihn durch eine Scheibe oder einen Ring mit einem freien und verstellbaren Sektor nach Art der Episkotister, oder durch ein Pendel mit variablem Spalt (Pendeltachistoskop, Spaltpendel). Schließlich hat man statt eines Schirmes zwei verwendet, die hintereinander in bestimmtem Zeitintervall fielen, und von denen der eine das Objekt aufdeckte, der andere verhüllte. Natürlich ist dann ein Zeitapparat nötig, der die Zwischenzeiten bestimmt (Kontaktpendel, Zeitsinnapparat, auch Kymographion).

Wie in diesen Fällen das Objekt verdeckt bzw. aufgedeckt wird, so können auch die das Objekt beleuchtenden Lichtstrahlen unterbrochen werden.

Endlich ist das Prinzip zu erwähnen, das bei den Gedächtnisapparaten, freilich in sehr roher Weise, realisiert ist. Diese lassen sich, wie oben (S.112m) erwähnt, ebenfalls zu tachistoskopischen Versuchen verwenden. Sie gestatten, eine Silbe mehr oder weniger plötzlich hinter einem Spalt erscheinen und nach variierbarer Zeit mit einem ebensolchen Ruck wieder verschwinden zu lassen. Man vermeidet aber bei den eigentlichen Tachistoscopen dieses Prinzip, das Objekt selbst zu bewegen. Wenn

indessen das Objekt so schnell kommt und verschwindet, daß keine Bewegung gesehen wird, so ist nicht einzusehen, weshalb dieses Prinzip zu verwerfen sein sollte. Bei den Gedächtnisapparaten ist diese Bedingung freilich nicht erfüllt.

Für akustische Reize kommt zu diesen Prinzipien noch das der Sirene hinzu. Damit dürfte die Liste der bis jetzt angewendeten Prinzipien erschöpft sein. Nicht alle diese Prinzipien kommen bei den Apparaten, die in diesem Katalog angeführt sind, vor. Sie sind aber doch erwähnt, weil in Nachträgen des Kataloges die Liste der Apparate ergänzt werden wird. Bei der Ausführung ergeben sich natürlich noch viele Differenzierungen, die hauptsächlich durch die verschiedenen Forderungen, welche man an die Apparate gestellt hat, bedingt sind. Es ist von Wert, bei der Wahl des Apparates sich diese Forderungen gegenwärtig zu halten. Im folgenden seien dieselben angeführt.

a) Die Exposition soll möglichst plötzlich geschehen. Man soll nicht die Bewegung oder das allmähliche Kommen und Verschwinden des Spaltes oder des Reizes merken, und es sollen nicht die einen Teile des Objektes früher wahrgenommen werden als andere. Man versucht dies zu erreichen durch möglichst schnelle Bewegung des Spaltes, oder indem man das Lichtbüschel an möglichst engen Stellen unterbricht, z. B. nahe dem Auge oder in der Brennebene. Ein sehr einfacher und sinnreicher Weg zur ideal gleichzeitigen Exposition aller Teile des Bildes ist beim Tachistoskop nach Erdmann und Dodge (Nr. 224) eingeschlagen. — Damit die Bewegung der Spaltränder möglichst wenig auffällt, stellt man häufig den Spalt so in den Strahlengang, daß die Ränder verschwommen, wie ein Nebel, erscheinen.

b) Eine Hauptforderung ist natürlich, daß die Expositionszeit variierbar und zugleich genau meßbar sei, und daß sie bei derselben Einstellung des Apparates immer konstant bleibe. Die Prinzipien der Zeitvariiierung wurden zum größten Teil schon oben angedeutet: verschiedene Breite des Spaltes, verschieden schnelle Bewegung desselben bei konstanter Breite. Hierzu kommt, daß man das Lichtbüschel an verschiedenen engen Stellen unterbricht, bei gleicher Spaltbreite und gleicher Geschwindigkeit (Erdmann und Dodge, Nr. 224). Wie hierbei die Expositionszeiten zu bestimmen sind, versteht sich wohl von selbst. Hinsichtlich der Konstanz ist zu sagen, daß sich beim Fallschirm und beim Pendel durch genügende Masse leicht die nötige Exaktheit erreichen läßt. Weniger verläßlich scheint die Federkraft zu sein. Die üblichen Momentverschlüsse reichen für exaktere Versuche nicht aus. Bei Apparaten, die durch einen Motor getrieben werden, hängt die Konstanz natürlich von der Güte des Motors ab, man wird z. B. bei elektrisch betriebenen Motoren solche mit Reguliervorrichtung vorziehen.

c) Wie bei den Gedächtnisapparaten, hat man auch hier die Forderung der Geräuschlosigkeit gestellt. Namentlich hat man geltend gemacht, daß die Geräusche die Selbstbeobachtung stören. Jedenfalls ist, ceteris paribus, ein ganz oder nahezu geräuschlos arbeitender Apparat vorzuziehen. Es verdienen daher das Episkotister- und Pendelprinzip den Vorzug vor dem des Fallschirmes. Indessen, wenn es sich um kleine Schirme handelt, wie bei den Apparaten 224 und 228, so läßt sich das Geräusch leicht so dämpfen, daß es kaum mehr stören wird. — Von großer Wichtigkeit ist diese Forderung für akustische Reize; hierbei darf kein hörbares Nebengeräusch entstehen.

d) Bei visuellen Reizen treten oft länger dauernde Nachbilder auf. Das Zentrum erfährt also keineswegs Reize von so kurzer Dauer, wie es die physikalischen Reize sind; und, was unangenehmer ist, bei gleicher physikalischer Reizdauer entstehen verschieden lange physiologische Reize. Namentlich ändert sich diese Nachwirkung mit der Adaption. Bei Dunkeladaption zeigen sich länger dauernde Nachbilder, die obendrein ziemliche Schwankungen aufweisen. — Daher ist es nötig, eine konstante und helle Beleuchtung zu wählen. Ferner hat man, um die Nachbilder „auszulöschen“, kurz nach dem ersten Reiz einen zweiten kräftigen Reiz ins Auge gesendet. Für solche auslöschende Reize nach beliebiger Zwischenpause ist vor allem das Tachistoskop nach Schumann eingerichtet.

e) Speziell für visuelle Reize ist weiter die Forderung zu stellen, daß das Auge auf das Objekt akkommodiert und adaptiert sei, und ebenso ist es wichtig, die Stelle, wo der Reiz erscheinen wird, bekannt zu geben, damit sich das Auge und die Aufmerksamkeit richtig räumlich einstellen können. — Zu diesem Zwecke muß, bevor der Reiz kommt, das leere Gesichtsfeld etwa ebenso hell beleuchtet sein wie später das mit dem Reiz erfüllte. Wenn es sich um kleine Felder handelt, so ist ein Fixationspunkt zur Einstellung des Auges und der Aufmerksamkeit nicht nötig. Jedenfalls aber muß wegen der richtigen Akkommodation das leere Feld, das vor der Exposition sichtbar ist, bezw. der Fixationspunkt, die gleiche Entfernung vom Beobachter haben wie der Reiz. Inwiefern die einzelnen Apparate diesen Forderungen genügen, ist bei den Beschreibungen näher ausgeführt.

f) Nicht alle Tachistoscope für visuelle Reizung gestatten binokulare Betrachtung. Tatsächlich kommt man in den meisten Fällen mit monokularer Betrachtung aus. Nur spezielle Raumprobleme erfordern die erstere. Freilich hat die binokulare Betrachtung, namentlich wenn, wie es meistens der Fall ist, ein Fernrohr dazukommt, den Nachteil, daß die Versuchsperson in ungewohnte Situation versetzt wird. Für Psychiater wird dies von Bedeutung sein, ebenso in Fällen, wo nur wenige Versuche angestellt werden können (z. B. bei Demonstrationen und in Übungen). Sonst stört dieser Umstand aber nicht, da man sich sehr schnell an die Situation gewöhnt.

g) Speziell bei akustischen Versuchen ist es wichtig und zugleich schwierig, einen vollständig sicheren Abschluß des Tones zu erzielen, so daß er nur während der kurzen Expositionszeit zu hören ist. Häufig dringt nämlich auch vor und nach derselben eine schwache Welle durch und man hört einen leisen konstanten Ton. Man wird sich bei der Wahl des Apparates Rechenschaft geben müssen, ob bei den besonderen Zwecken, für die man ihn anwenden will, dieser Ton stören und die Resultate beeinträchtigen würde oder nicht. Es wird in der Beschreibung der einzelnen Apparate, sofern sie überhaupt für akustische Versuche in Betracht kommen, angegeben werden, ob diese Fehlerquelle vorhanden ist oder nicht, bezw. wie sie vermieden ist.

h) Es gibt einige speziellere Untersuchungen, die auch speziellere Forderungen stellen. So hat man Versuche angestellt, um kurz hintereinander, aber in variabler Zwischenzeit, 2 Reize tachistoskopisch darzubieten. (Tachistoskop nach Schumann); oder man hat in einem größeren, dauernd exponierten Reizkomplex nur einzelne Stellen (Buchstaben in einem Wort u. dgl.) tachistoskopisch verändert; oder man hat neben dem tachistoskopisch dargebotenen Reiz einen Reiz dauernd exponiert, um beide hinsichtlich ihrer Intensität, Helligkeit etc. vergleichen zu können (Tachistoskop nach Marbe) usw.

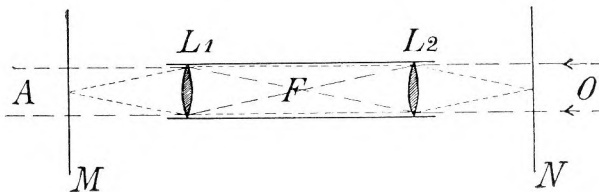
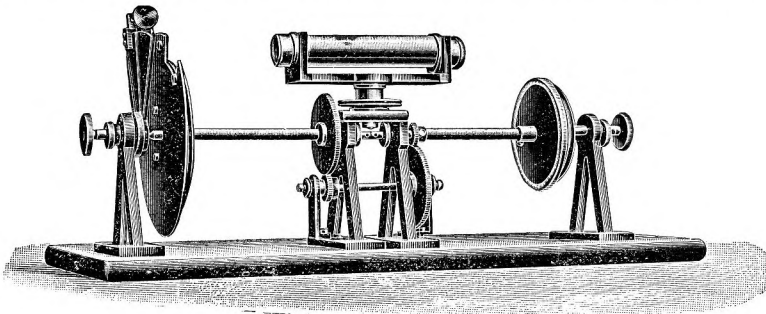
i) Einige Apparate lassen sich außer zu tachistoskopischen Versuchen auch zu anderen Nebenzwecken verwenden und werden dadurch vielseitiger und wertvoller. So ist z. B. das Tachistoskop nach Schumann auch als Stroboskop zu verwenden.

k) Wie bei allen Apparaten wird man auch hier die Forderung der Einfachheit stellen. Man wird es unter sonst gleichen Umständen vorziehen, wenn keine Nebenapparate (Motor, Tourenzähler, Kontaktpendel etc.) nötig sind, wenn man keine Elektrizität oder besondere Beleuchtungsvorrichtungen braucht. Ein einfaches Tachistoskop für die Praxis des Psychiaters, das leicht transportierbar ist, wäre ein Bedürfnis, ist aber bis jetzt wohl noch nicht gebaut.

l) Endlich wird man auch einen Apparat fordern, der sich zur Demonstration und für Massenversuche eignet. Von den im Folgenden angeführten Apparaten sind für diesen Zweck nur das Tachistoskop nach Marbe Nr. 229 und alle Apparate, sofern sie für akustische Reizung dienen, verwendbar. Für primitive Schulversuche mag ein in den Strahlengang einer Projektionsvorrichtung eingeschalteter Momentverschluß genügen.

Zum Schlusse der Vorbemerkung seien noch kurz die wichtigsten Fragen angeführt, zu deren Lösung tachistoskopische Versuche verwendet werden. Die nächstliegende Fragestellung ist wohl die, wie lange ein Reiz wirken muß, um überhaupt eine Empfindung auszulösen, wie lange er wirken muß, damit die Empfindung auch die dem Reiz entsprechende Intensität erreicht, und umgekehrt, wie sich intensiv und qualitativ eine Empfindung bei kurzdauerndem Reiz von der bei längerer Reizdauer unterscheidet. (Zeitschwelle, Ansteigen der Empfindung). In analoger Weise läßt sich die Zeitschwelle für die Erkennung von Wörtern, Buchstaben etc. unter verschiedenen Umständen (z. B. sinnlose und sinnvolle Zusammenstellung) bestimmen. Oder man bestimmt umgekehrt z. B., wie viele Buchstaben bei gleicher tachistoskopischer Expositionszeit noch richtig erkannt werden, wieder einerseits mit, andererseits ohne Wortzusammenhang. Hieraus lassen sich mancherlei Aufschlüsse über den Vorgang der Erkennung (Lesen) gewinnen. Ebenso gelangt man zu einer Analyse dieses Vorganges durch die Berücksichtigung der verschiedenen Fehler, die bei kurzdauernder Reizung auftreten. Man hat hierdurch den hemmenden oder störenden Einfluß von „Residuen“ und „Dispositionen“ feststellen können. Auch für die Beobachtung des Erkennungsvorganges sind die tachistoskopischen Versuche, namentlich bei nachfolgendem auslöschendem Reiz sehr instruktiv. Endlich hat man kürzeste Reize verwendet zur Untersuchung der Frage, wie viel Reize von bestimmter Art unser Bewußtsein in einem idealen Zeitpunkte (kein Wandern des Blickes und der Aufmerksamkeit!), also simultan zu umspannen vermag (Umfang des Bewußtseins), wie verschieden deutlich dabei die einzelnen Reize aufgefaßt werden („Klarheitsgrade des Bewußtseins“), insbesondere bei verschiedener Verteilung der Aufmerksamkeit.

Nr. 223. **Tachistoskop nach Exner.** (Über die zu einer Gesichtswahrnehmung nötige Zeit, Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wiss., math.-nat. Classe, 1868, Bd. 58, S. 601). Bei diesem Apparat ist zunächst das Episkotisterprinzip verwendet: Auf die Scheibe N werden 2 halbkreisförmige Ringsektoren aufgesetzt, die einen beliebigen Spalt bis zu 180° freilassen können. Blickt man von A (Auge) aus gegen O (Objekt), so wird dieses umso länger exponiert werden, je größer bei konstanter Umdrehungsgeschwindigkeit der freie Sektor ist, und je schneller bei gleichem Sektor die Scheibe rotiert. Bei dieser Anordnung wäre jedoch noch ein großer Mangel vorhanden. Das Objekt würde auch bei den vorhergehenden und bei den folgenden Umdrehungen der Scheibe jedesmal auf kurze Zeit exponiert. Dies zu verhindern, ist der Zweck der



zweiten Scheibe M. Sie ist durch eine Zahnradübersehung mit N so verkuppelt, daß sie sich einmal umdreht, wenn N 12 Rotationen macht, und sie besitzt einen sektorenförmigen Ausschnitt von $\frac{1}{12}$ der Peripherie. Blickt man also von A aus durch M und N gegen O, so wird man, während der freie Sektor vor M vorbeizieht, die Scheibe N eben eine volle Umdrehung machen sehen; hingegen ist dieselbe während der nächsten und während der vorhergehenden 11 Umdrehungen durch M verdeckt. Somit folgen in der Tat die Expositionen nicht unmittelbar aufeinander, sondern in ziemlichen Zwischenräumen, und man blickt z. B., damit man nur einmal einen Reiz empfängt, erst während des letzten Zwischenraumes in den Apparat. Dabei hat man immer noch Zeit genug, sich richtig einzustellen.

Daß die Expositionen sich in gewissen Pausen wiederholen, läßt sich dazu verwerten, bei den vorhergehenden Expositionen einen Fixationspunkt und bei der nachfolgenden einen auslöschenden Reiz zu geben. (Vgl. Punkt e der Vorbemerkung). Die Pause zwischen den Expositionen kann durch Änderung der Rotationsgeschwindigkeit reguliert werden. Zum schnellen Vertauschen des Objektes mit dem Fixationspunkt bezw. mit dem auslöschenden Reiz läßt sich die Vorrichtung Nr. 227 verwenden.

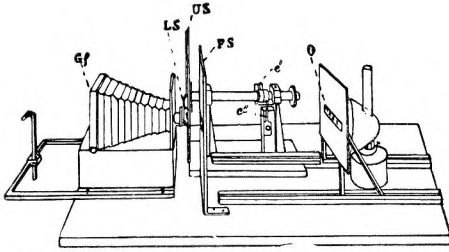
Damit die Helligkeit des Gesichtsfeldes vor der Exposition ungefähr dieselbe ist wie während derselben (vgl. Punkt e der Vorbemerkung), sind die dem Beobachter zugekehrten Seiten der Scheiben M u. N geweißt. Natürlich müssen sie auch entsprechend beleuchtet werden.

Der Apparat ist noch mit einem Linsensystem ausgestattet. Das Objekt wird in größerer, „unendlicher“ Entfernung aufgestellt und durch ein Fernrohr betrachtet, das knapp vor M aufzustellen ist. Zwischen M und N liegt in 2 Gabeln ein Rohr, das 2 Linsen L_1 , L_2 enthält, deren Brennebene in die Scheiben M und N, bezw. in die Mittelebene F fällt. Die gestrichelten Linien zeigen den Gang der Strahlen, die vom unendlich fernen Objekt O ausgehen. An der Größe und Schärfe des betrachteten Objektes wird durch das Linsensystem L_1 , L_2 nichts geändert. Hingegen bewirkt dasselbe, daß die Ränder des freien Sektors von N (siehe die punktierten Linien) so gesehen werden, wie wenn sie in der Ebene von M liegen würden; und da diese unmittelbar vor dem Fernrohre liegt, so müssen sie verschwommen erscheinen. Der Erfolg ist also, daß das Objekt nicht durch einen scharfbegrenzten Schirm von der Seite her verdeckt wird, sondern daß sich ein allmählich dichter werdender Nebel vor das Objekt legt und dasselbe in allen Teilen fast gleichzeitig verdeckt und in ähnlicher Weise wieder abdeckt.

Gleichzeitig liegen die 2 Scheiben so, daß sie den Strahlengang an einer ziemlich engen Stelle unterbrechen. Es genügt daher eine kleine Bewegung der Spalt-ränder, um das Objekt aufzudecken bezw. zu verhüllen, selbst wenn das Objekt eine relativ große Ausdehnung hat oder infolge der Linsenwirkung im Fernrohr vergrößert erscheint. Dementsprechend kann auch die Bewegung der Scheibe leicht so schnell genommen werden, daß sie im Fernrohr längst nicht mehr gemerkt wird.

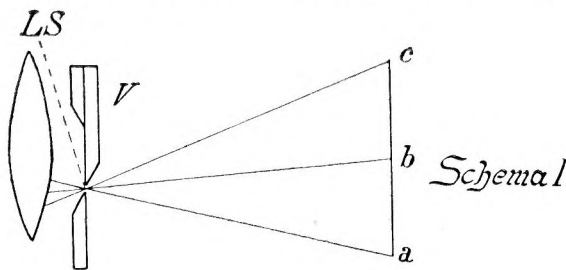
Der Apparat muß durch einen separaten, konstanten Motor betrieben werden. Die Kraft setzt an einer Rolle der Scheibe M an. Bei der Wahl der Rotationsgeschwindigkeit ist zu berücksichtigen, erstens wie große Pausen zwischen den einzelnen Expositionen, und zweitens welchen Bereich von Expositionszeiten man nötig hat. Um sich von der Größe der Rotationsgeschwindigkeit und von der Konstanz derselben überzeugen zu können, ist an der Scheibe M ein Kontakt angebracht, welcher bei jeder Umdrehung einmal auf einen Moment geschlossen wird.

Nr. 224. **Tachistoskop nach Erdmann=Dodge.** (Über das Lesen, S. 94). Dieser Apparat verwendet zwei verschiedene von den in der Vorbemerkung erwähnten mechanischen Prinzipien zur Erzeugung tachistoskopischer Expositionen. Für sehr kurze Expositionszeiten, nämlich für solche unter $\frac{1}{100}$ Sek., dient ähnlich wie beim Exner'schen Apparat eine Episkotisterscheibe US mit variierbarem freiem Spalte. Hierbei würde nun zunächst dieselbe Schwierigkeit auftreten wie oben: es würde das

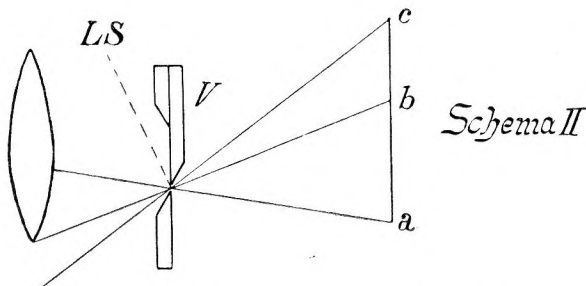


Objekt bei jeder Umdrehung der Scheibe einen Moment sichtbar sein. Um dies zu vermeiden, ist hier im Unterschied vom Exner'schen Apparat ein Fallschirm F S verwendet, dessen variabler Spalt so groß zu machen ist, daß, während er an der Scheibe herabfällt, diese gerade eine volle Umdrehung macht. Der Fallschirm hat aber nicht allein diese Hilfsfunktion zu verrichten, sondern er dient dazu, die Expositionsdauer bei längeren Zeiten zu bestimmen. In diesem Falle wird die Scheibe nicht benützt. Die Zeit kann dann variiert werden entweder durch Ändern der Spalthöhe, oder dadurch, daß man den Schirm nach vorne oder hinten schiebt. Wie nämlich aus dem Folgenden zu ersehen ist, bilden die in Betracht kommenden Lichtstrahlen einen Kegel, und dieser wird bei verschiedener Lage des Schirmes an verschieden engen Stellen unterbrochen, so daß die Exposition bei gleicher Geschwindigkeit der Spaltbewegung verschieden lange dauert.

Eine ebenso einfache wie sinnreiche Einrichtung bewirkt, daß das ganze Objekt genau gleichzeitig sichtbar wird und wieder verschwindet. — Die von dem Objektfeld O herkommenden Strahlen durchsetzen, nachdem sie durch den Spalt des Fallschirmes und den freien Sektor der rotierenden Scheibe gegangen sind, den Linsenspalt LS und gelangen zur Steinheil'schen Linse, die auf der das Gesichtsfeld repräsentierenden



Schema I



Schema II

Milchglasplatte Gf der Kamera ein in allen Teilen scharfes Bild entwirft. Der Linsenspalt ist nun so groß zu wählen, daß, wie Schema I zeigt, selbst wenn durch den Sektor V der dahinter stehenden Scheibe oder durch den Fallschirm nur mehr ein ganz kleiner Teil des Spaltes frei bleibt, dennoch von allen Punkten des Objektes a b c Strahlen auf die Linse fallen, und somit ein vollständiges, wenn auch schwächeres Bild entworfen wird. Macht man den Spalt größer oder entfernt ihn von der Linse, so ist dies, wie Schema II zeigt, nicht mehr der Fall.

Daß das Bild tachistoskopisch auf eine Milchglasplatte geworfen wird, hat noch andere

Vorteile. Zunächst ist die Situation des Beobachters eine vollständig natürliche, normale. Es ist auch binokulare Betrachtung möglich. Ferner ist eine richtige Akkommodation ohne weiteres garantiert und infolge des mäßig großen Feldes ist es leicht, auch ohne Fixationspunkt Blick und Aufmerksamkeit richtig einzustellen.

Um einen plötzlichen Übergang von Hell zu Dunkel und umgekehrt zu vermeiden, wird die Milchglasplatte auch vor und nach der Exposition beleuchtet u. zw. dadurch, daß die ihr zugekehrten Seiten der Rotationsscheibe und des Fallschirmes geweißt sind und von einer entsprechend aufgestellten Lampe weißes Licht in die Kamera reflektieren.

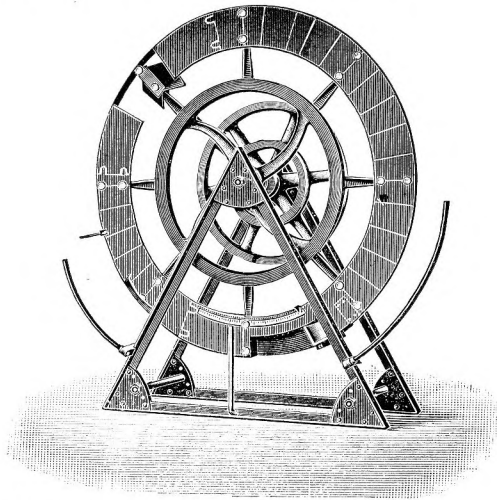
Das Fallen des Fallschirmes wird durch Anziehen eines Ankers eingeleitet. Wenn Fallschirm und die Scheibe mit dem freien Sektor benützt werden, so ist es

nicht gleigiltig, an welcher Stelle sich die Scheibe in dem Momente befindet, in dem das Pendel zu fallen beginnt. Daher wird die Bewegung des Pendels durch einen Kontakt ausgelöst, den die Scheibe selbst bei einer bestimmten Lage schließt. Die mit der Scheibe fest verbundene Welle trägt einen Stift c' , welcher bei jeder Umdrehung an die Zunge c'' schlägt und dadurch jedesmal einen Moment einen Kontakt schließt. In einen Stromkreis werden nun hintereinander der Kontakt $c' c''$, der Elektromagnet des Fallschirmes und z. B. ein Taster geschaltet. Wenn die Exposition erfolgen soll, so drückt man auf den Taster, worauf im Laufe der nächsten Scheibenumdrehung durch den Kontaktschluß an der Welle der Strom auf einen Moment vollständig geschlossen wird, und somit die Anziehung des Ankers und Auslösung des Fallschirmes erfolgt. Statt den Taster zu gebrauchen, kann man auch, nach dem Beispiele von Erdmann und Dodge, durch das fallende Gewicht eines Gravitationsmotors, der die Rotationsscheibe bewegt, automatisch einen Kontakt schließen lassen.

Der Apparat erfordert einen separaten konstanten Motor, um die Scheibe zu drehen. Der Preis bezieht sich auf den Apparat ohne Motor und Objektträger.

Nr. 225. **Objektträger hierzu nach Erdmann-Dodge.** Als Objektträger speziell für Buchstaben und Worte dient ein in einem Schlitten „verschiebbarer vertikaler Schirm“ mit einem Spalt O , in dessen Rahmen die Schriftzeichen eingeschoben werden. Sie bestehen aus schwarzen Papierbuchstaben, die auf Mattglasplättchen aufgeklebt werden. Dem Apparat wird eine Serie von Buchstaben und Wörtern beigegeben.

Nr. 226. **Tachistoskop nach Schumann.** (Vgl. Sommer, die Ausstellung von exper. psychol. Apparaten und Methoden bei dem 1. Kongreß für exper. Psychol. in Gießen, 1904, S. 14). Hier ist ebenfalls das Episkotisterprinzip verwendet, nur in etwas veränderter Form. Ein großes vertikales Rad von 75 cm Durchmesser, das in Kugellagern geräuschlos läuft, trägt an seiner Peripherie einen 8 cm breiten Ring,



der aus 8 Oktanten besteht, die abgeschraubt werden können. Die meisten Oktanten sind einfache Blechstreifen. Einige jedoch sind besonders ausgestattet. Vor allem betrachte man den Oktanten, der in der Figur links unten liegt. Er besteht aus 2 Teilen; der eine links sitzt fest und reicht ungefähr bis in die Mitte des Oktanten, der rechte läßt sich über den linken nach links hin schieben. Dadurch wird rechts ein Spalt frei. Die Skala darüber gestattet, die Größe dieses Spaltes abzulesen. Blickt man nun von vorne gegen den Ring, der mit Ausnahme des erwähnten Spaltes ganz geschlossen sein mag, so wird ein dahinterstehendes Objekt so lange sichtbar, sein als eben der Spalt vorbeizieht. Wie bei den vorher beschriebenen Apparaten

wird die Expositionszeit durch Variierung der Spaltbreite verändert, nachdem man vorher die Rotationsgeschwindigkeit des Rades so reguliert hat, daß durch Variieren der Spaltbreite der nötige Bereich von Expositionszeiten herauskommt.

Die Anwendung eines großen Rades statt einer Scheibe von relativ kleinem Durchmesser hat Vorteile. Um die nötige Geschwindigkeit des Spaltes zu erreichen, kann das Rad viel langsamer gedreht werden als die Scheibe, da der Spalt weit vom Zentrum abliegt und sich entsprechend schneller bewegt. Es folgen somit die einzelnen Expositionen in relativ langen Pausen aufeinander, und, was die Hauptsache ist, man braucht nun keine eigene Vorrichtung, um die vorhergehenden und nachfolgenden Expositionen unwirksam zu machen. Man kann dies vielmehr mit der Hand durch einen Schirm bewerkstelligen, den man in der Zwischenzeit vor und nach der Exposition wegnimmt bzw. vorhält. Andererseits kann man durch entsprechende Rotationsgeschwindigkeit des Rades die Zwischenzeit doch so kurz machen, daß bei der vorhergehenden Exposition der Fixationspunkt, bei der nachfolgenden der auslöschende Reiz mit Erfolg angewendet werden kann. Für den letzteren ist noch eine andere Einrichtung vorhanden, die weiter unten besprochen wird.

Der Apparat gestattet auch, zwei Expositionen von variabler Dauer kurz hintereinander, u. zw. wieder mit variabler Zwischenzeit, zu geben. Hierzu dienen die 2 Oktanten, die in der Figur links oben liegen. Sie sind ähnlich konstruiert wie der früher beschriebene Oktant. Ihre beiden beweglichen Schieber lassen zwischen sich einen variablen Spalt frei. Derselbe ist jedoch unterbrochen erstens durch ein kleines Stück Ring, an welchem die 2 Schrauben zum Befestigen der Oktanten sitzen. Zweitens sind an diesem Ringstück 2 drehbare Schirmchen angebracht, die in der Figur schräg nach hinten stehen. Wenn nun diese Stelle des Rades vor dem Auge vorbeizieht, so entstehen knapp hintereinander 2 Expositionen. Der Zwischenraum zwischen ihnen ist umso größer, einen je stumpferen Winkel die 2 Schirmchen bilden, und umso kleiner, je spitzer derselbe ist. So läßt sich also die Zwischenzeit regulieren. Die Dauer der 2 Expositionen selbst wird durch die 2 ersterwähnten Schieber reguliert. Will man diese Einrichtung nicht benutzen, so schiebt man die Schieber zu, sodaß der Ring an dieser Stelle ganz geschlossen ist.

Benötigt man eine größere Zwischenpause zwischen den 2 Expositionen als sie hier erreichbar ist, so setzt man den einen der eben erwähnten 2 Schieber nicht in den unmittelbar anstoßenden, sondern in einen weiter entfernt liegenden Oktanten ein. Freilich lassen sich dann nicht alle möglichen Zwischenpausen herstellen.

Schließlich ist noch der Oktant zu besprechen, der in der Figur rechts unten liegt. Er dient dazu, kurz nach der Exposition des Reizes ein Licht als „auslöschenden Reiz“ ins Auge zu werfen. Er trägt einen 45° gegen die Ebene des Rades geneigten Spiegel, der, wenn er vor das Auge kommt, ein rechts stehendes Licht in dasselbe reflektiert. Der Spiegel ist verschiebbar und seine Stellung an einer Skala abzulesen. Es läßt sich somit die Zwischenzeit zwischen Reiz und auslöschendem Reiz variieren.

Das Objekt wird in „unendlicher“ Entfernung aufgestellt und durch ein Fernrohr monokular betrachtet. Dieses wird an dem vertikalen Stabe befestigt, der vorne unten an dem Gestelle angeschraubt ist. Da der Spalt unmittelbar am Fernrohr vorbeizieht, so werden seine Ränder verschwommen gesehen und ihre Bewegung fällt weniger auf, als es bei scharfen Rändern der Fall wäre. Ähnlich wie beim Tachistoskop nach Exner hat das Fernrohr auch den Vorteil, daß der Spalt das Lichtbündel an einer sehr engen Stelle unterbricht und doch das Objekt in relativ großem Gesichtswinkel, also relativ groß gesehen werden kann. Es wird daher schon bei geringerer Geschwindigkeit des Spaltes die Bewegung nicht mehr gesehen. Würde das Objekt so groß und so nahe sein, wie es im Fernrohr erscheint, so wäre das Lichtbündel an der Stelle, wo tatsächlich der Spalt liegt, wesentlich breiter und es wäre eine ausgedehntere Bewegung und eine größere Geschwindigkeit des Spaltes nötig, damit man dasselbe nicht mehr wahrnimmt. Die richtige Adaptation wird dadurch erreicht, daß die vorderen Seiten der Oktanten schwarz gestrichen sind und entsprechend beleuchtet werden.

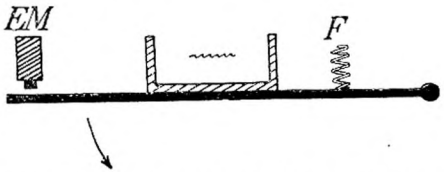
Ein Vorzug des Apparates ist es, daß er auch als Stroboskop verwendet werden kann. Es werden dann 8 gleiche Oktanten eingesetzt, deren jeder 2 radialstehende Spalte trägt, so daß 16 solcher Spalte in gleichen Abständen auf dem Ringe verteilt sind. Auf der dem Beobachter abgewendeten Seite der Oktanten werden die Bilder durch Federn festgehalten und von hinten durch einen Spiegel gleichzeitig mit dem Vorbeiziehen des Spaltes ins Auge geworfen.

Der Apparat erfordert einen separaten und sehr konstanten Motor. Die Axe hat 2 Schnurscheiben von verschiedenem Durchmesser.

Der Preis bezieht sich auf den Apparat ohne Motor, Fernrohr und Objektträger.

Nr. 226 a. Fernrohr hierzu.

Nr. 227. **Objektträger zum schnellen Wechseln der Objekte.** Unmittelbar hintereinander sind 3 Rahmen, in die Kartons von der Größe 20×10 cm gesteckt werden können. Gewöhnlich werden dieselben in folgender Weise verwendet: Der vorderste Rahmen trägt den Karton mit dem Fixationspunkt, der zweite einen Karton mit dem zu beurteilenden Objekt (Buchstaben, Wörter, Zahlen, Striche etc.) der hinterste kann dazu verwendet werden, einen Karton mit dem auslöschenden Reiz zu tragen. Der hinterste Rahmen ist fest; die beiden vorderen sind so konstruiert, wie es das Schema zeigt. Der Rahmen ist durch

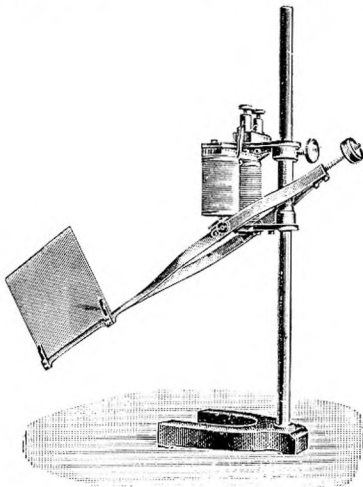


einen Stab getragen, der bei α auf einer Achse sitzt und links durch einen Elektromagneten EM hochgehalten wird. Wenn das Objekt gewechselt, also der hintere Rahmen sichtbar werden soll, so wird der Strom des Elektromagneten geöffnet und der vordere Rahmen fällt schnell nach unten. Die Fallgeschwindigkeit wird hierbei durch die Feder F erhöht. Da der Rahmen nicht plötzlich aufgehoben wird, so entsteht auch kein störendes Geräusch.

Die Auslösung des Falles, d. h. die Stromöffnung kann auch vom Tachistoskop automatisch besorgt werden. Zu diesem Zwecke dienen die 2 gebogenen Stäbe, die rechts und links unten an dem Gestelle des Tachistoscopes befestigt sind. An ihnen werden in entsprechender Lage Umwerfkontakte angeschraubt, wie sie bei dem Kontaktpendel Nr. 15 beschrieben sind. Der eine Kontakt, welcher vor der Exposition geöffnet wird, läßt den vordersten Rahmen mit dem Fixationspunkt fallen, der zweite, der kurz nach der Exposition geöffnet wird, bewirkt das Fallen des Rahmens mit dem

Objekt und deckt dadurch den Rahmen mit dem auslöschenden Reiz auf. An dem Rade des Tachistoscopes sitzt ein kleiner Stift, welcher die Kontakthebel umwirft.

Natürlich kann der Apparat auch dazu benutzt werden, in 2 kurz aufeinanderfolgenden Expositionen 2 verschiedene Objekte zu exponieren. In diesem Falle trägt der 3. Rahmen das 2. Objekt.



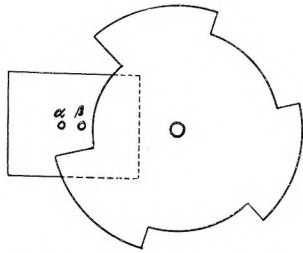
Nr. 228. **Fallschirm zur Darbietung des Fixationspunktes.** Der kleine Apparat dient dazu, vor der Exposition des Objektes einen Fixationspunkt erscheinen, denselben aber während der letzten Umdrehung des Rades automatisch wegziehen zu lassen. Der Fixationspunkt wird auf dem in nebenstehender Figur sichtbaren Schirm markiert, und der Schirm zunächst durch Elektromagnete hochgehalten. Indem das Rad, ähnlich

wie es beim vorigen Apparat beschrieben ist, vor dem Vorbeiziehen des Spaltes einen Kontakt öffnet, wird der Schirm losgelassen und das dahinterstehende Objekt sichtbar.

Schirm und Elektromagnete sind auf einem Stativ befestigt und können in beliebiger Höhe eingestellt werden.

Nr. 229. **Tachistoskop nach Marbe.** (Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 107, S. 585). Der Apparat gestattet, zum Unterschied von den bisher beschriebenen Apparaten, zwei Bilder gleichzeitig zu exponieren u. zw. das eine der Bilder beliebig oft hintereinander jedesmal eine minimale Zeit, das andere Bild nur einmal dieselbe minimale Zeit. Er dient also speziell zur Untersuchung der Frage, ob das durch den einmaligen Reiz erzeugte Bild ebenso hell erscheint wie das Bild, welches entsteht, wenn derselbe Reiz mit einer zur Verschmelzung hinreichenden Frequenz geboten wird, oder ebenso hell wie das flimmernde Bild. Auf einige andere Fragen über Farben, zu denen sich der Apparat eignet, ist weiter unten hingewiesen. Dieser speziellen Verwendung entsprechend ist der Apparat zunächst nicht für Buchstaben u. dgl. eingerichtet, sondern für Farbenreize.

Die Konstruktion ist ähnlich wie beim Tachistoskop nach Erdmann und Dodge, nur werden die Bilder mittels eines Projektionsapparates auf einen Schirm geworfen und statt eines Fallschirmes mit variablem Spalt sind 2 Schirmchen angewendet, von denen das eine den Spalt öffnet, das andere schließt. Die genauere Ausführung ist folgende: In den Strahlengang eines Projektionsapparates wird an der Stelle des Diapositivs ein Schirm eingesetzt, welcher im Abstände von 7 mm zwei Löcher α und β von 2 mm Durchmesser besitzt. Von diesen entwirft der Projektionsapparat auf einem Schirm 2 helle, scharfe Bilder. Unmittelbar hinter dem Schirm mit den 2 Löchern rotiert eine Scheibe, deren Form das nebenstehende Schema zeigt. Bei einer Umdrehung wird das Loch α dreimal, β einmal exponiert.



Damit nun β bei den nächsten Rotationen nicht neuerdings Strahlen durchläßt, sind auf der anderen, der Lichtquelle zugekehrten Seite des Schirmes über dem Loch β hintereinander 2 Elektromagnete angebracht, die kleine Fallschirmchen tragen. Diese letzteren sind so geformt, daß das eine das Loch deckt, wenn es vom Elektromagneten hochgehalten wird, und daß das andere das Loch erst beim Fallen verschließt. Der durch die Elektromagnete gehende Strom wird nun durch eine Kontaktvorrichtung am Tourenzähler, welcher an der Welle der rotierenden Scheibe sitzt, bei jeder 100. Umdrehung geöffnet. Durch geeignete Stellung der Kontakte wird sodann zunächst der erste Schirm losgelassen, u. zw. so, daß er fällt, bevor vor dem Loch β der freie Sektor der rotierenden Scheibe erscheint, und darnach wird in dem zweiten Elektromagneten der Strom geöffnet, u. zw. wieder in einem solchen Zeitpunkt, daß der Schirm bereits gefallen ist, bevor der freie Sektor das zweitemal vor β vorbeizieht.

Außer in dieser speziellen Weise kann der Apparat noch in mannigfacher anderer Weise verwendet werden. Will man nur ein Feld beliebig kurze Zeit und nicht periodisch exponieren, so verschließt man einfach das Loch α . Durch Einschleiben von Rauchgläsern und gefärbten Gläsern kann man die Intensität und Farbe des Bildes variieren. Verwendet man eine Scheibe mit variablem freiem Sektor, welche jedoch nur das Loch β deckt und α dauernd offen läßt, so kann man die Nachbildphasen, welche bei einmaliger kurzer Reizung entstehen, mit dem konstanten Bild von α vergleichen. — Natürlich kann die Form und der Abstand der 2 Löcher auch anders gewählt und so Form und Abstand der Objekte variiert werden. Man hat dann einfach einen anderen Schirm einzusetzen. U. s. f.

Der Projektionsschirm wird dauernd stärker oder schwächer beleuchtet, je nach

dem Adaptationszustande, den man erzielen will. Natürlich muß die Beleuchtung stets so sein, daß sich das vom Projektionsapparat herkommende Bild noch deutlich vom Grunde abhebt. Dadurch, daß man den Schirm sieht, ergibt sich von selbst die richtige Akkommodation. Ein Fixationspunkt ist wohl nicht nötig, namentlich dann nicht, wenn der eine von α herkommende Reiz dauernd wirkt.

Die Episkotisterscheibe muß durch einen separaten konstanten Motor betrieben werden. Die Geschwindigkeit und Konstanz der Rotation läßt sich durch den mit der Welle verbundenen Tourenzähler und mit Hilfe einer $\frac{1}{5}$ Sek. Uhr bestimmen.

Ein besonderer Vorzug des Apparates ist es, daß er sich auch für Demonstrationen und Massenversuche verwenden läßt.

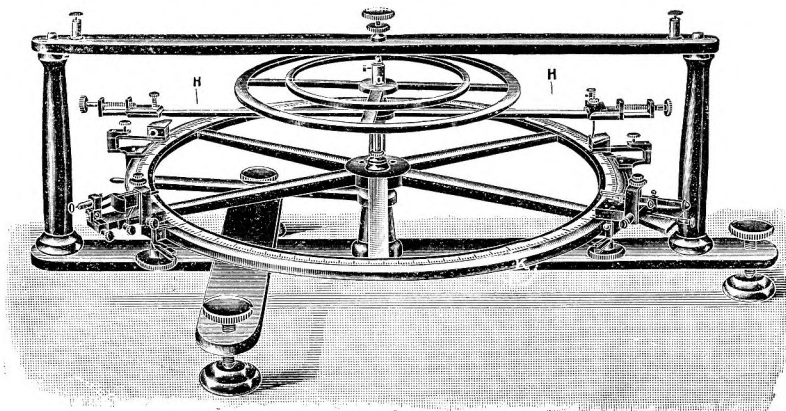
Der Preis bezieht sich auf den Apparat ohne Projektionsvorrichtung und Motor.

NB. Als Tachistoscope lassen sich von den früher erwähnten Apparaten verwenden für rohe Versuche die Gedächtnisapparate mit Ruckbewegung Nr. 212 bis 216. Für akustische Reize eignen sich die Sirenen (vgl. Nr. 170 d). Es sei darauf hingewiesen, daß die Liste der Tachistoscope in späteren Auflagen und in Nachträgen des Kataloges ergänzt wird.

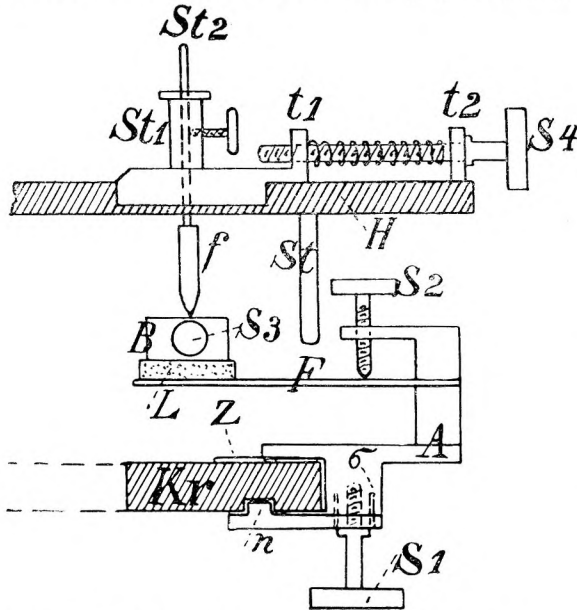
IX. Apparate zur Prüfung des Zeitsinnes.

Nr. 230. **Kontaktapparat (Zeitsinnapparat) nach Schumann.** (Zeitschrift f. Psych., Bd. 17, S. 253) Derselbe dient dazu, in beliebigen, sehr genau bestimmbar und variierbaren Zeiten elektrische Kontakte auszulösen. Er läßt sich zu den verschiedensten Zwecken verwenden, u. a. zur Kontrolle des Hipp. Die wichtigste Verwendung ist aber die zur Untersuchung des Zeitsinnes und des Rhythmus. Es werden dann die einzelnen Kontakte mit Reizapparaten verbunden, z. B. mit einem Telephon, in welchem jedesmal ein kurzes, knallartiges Geräusch entsteht; die zwischen je zwei solchen Geräuschen liegenden Zeiten, die an dem Apparat beliebig eingestellt und zugleich gemessen werden können, werden beurteilt und verglichen.

Ein gußeisernes, auf 3 Füßen sicherstehendes Kreuz trägt einen horizontalen Ring von 42 cm Durchmesser, der eine Kreisteilung in $\frac{1}{4}$ Grade enthält. Genau zentrisch über diesem Ringe dreht sich in Spitzen eine vertikale Axe, an welcher der



Doppelhebel H und zwei verschieden große Schnurscheiben sitzen. An der Peripherie des Ringes können Kontaktvorrichtungen verschiedener Konstruktion aufgesetzt werden. Indem der erwähnte Hebel bei der Drehung der Axe über diese Kontaktvorrichtungen hinweggeht, schließt oder öffnet er einen Kontakt. Setzt man mehrere solcher Vorrichtungen auf und setzt den Hebel in gleichmäßige Bewegung, so ist die Zeit, die er braucht, um von einem Kontakt zum andern zu gelangen, genau proportional der Anzahl der Grade, die dazwischen liegen. Will man die absolute Zeit messen, braucht



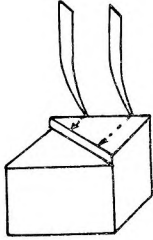
man nur die Umdrehungsgeschwindigkeit mit der $\frac{1}{6}$ Sekundenuhr zu bestimmen.

Es werden drei verschiedene Kontaktvorrichtungen gebaut. Eine ist so konstruiert, wie das nebenstehende Schema zeigt. Der schraffierte Teil Kr stellt den Querschnitt des Kreisringes dar. An ihm wird von außen, in dem Schema von rechts, die Kontaktvorrichtung angesetzt und durch die Schraube S_1 befestigt. Dadurch, daß die Nase n in eine entsprechende Nute des Ringes eingreift, ist ein sicheres Sitzen des Kontaktes verbürgt. Wenn man diese Schraube ein wenig lockert, kann man die Vorrichtung bequem auf dem Ring verschieben, und so die Zeitintervalle schnell von Ver-

such zu Versuch ändern. Zwei Stellstifte σ sorgen dafür, daß dabei keine Stauung in der Nute eintritt. Die jedesmalige Stellung des Kontaktes wird mittels des Zeigers Z auf der Teilung des Kreisringes abgelesen. Der Zeiger sitzt, damit er von den oberen Teilen des Kontaktes nicht verdeckt wird, seitlich an dem Stücke A. Auf dieses letztere sind rechts zwei Messingstücke übereinander aufgesetzt, welche den starken, federnden Blechstreifen F einklemmen. Derselbe kann durch die Schraube S_2 ein wenig nach unten gebogen werden. An seinem freien Ende trägt er zunächst ein isolierendes Hartgummilager L, sodann einen Hartkupferblock B, an welchem eine Klemmschraube S_3 sitzt.

Dieser Block wird nun von oben her eben berührt durch die Hartkupferfeder f. Dieselbe sitzt an dem früher erwähnten Doppelhebel des Apparates, der hier in dem Schema durch das schraffierte Stück H repräsentiert ist. Wenn H über den Kontakt sich hinbewegt, so schleift f einen Moment auf dem Block auf und erzeugt einen kurzen Kontakt. Der elektrische Strom, der durch diesen Kontakt geschlossen werden soll, wird dem Blocke durch die Klemmschraube S_3 zugeführt. Man muß dabei darauf achten, sehr leichte und leicht bewegliche Drähte zu benutzen, damit auf den Block kein Zug ausgeübt wird. Von der Feder geht der Strom weiter in den Hebel H und in die Axe und das Gestelle des Hauptapparates und kann durch eine der an der oberen Verbindungsleiste sichtbaren Klemmen weggeführt werden.

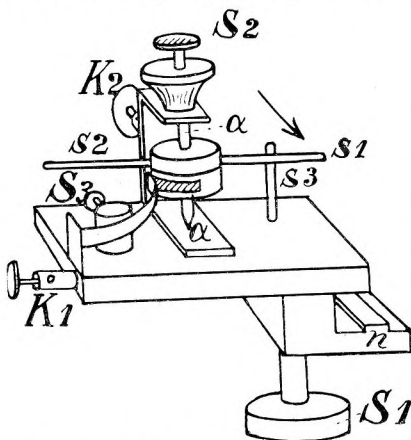
Die Dauer der kurzen Kontakte, die sich mittels dieser Vorrichtung erzeugen lassen, kann innerhalb gewisser Grenzen variiert werden. Dies ist wichtig, denn sehr kurze Stromschlüsse sind oft nicht im Stande den Reizapparat in Tätigkeit zu setzen, oder erzeugen zu schwache Reize. Man hat es also durch die gleich zu beschreibende Vorrichtung auch in der Hand, bis zu einem gewissen Grade die Reizintensität zu regulieren.



Der Hartkupferblock B ist, wie das nebenstehende Schema zeigt, an seiner obersten Schichte dreieckig abgeschnitten. Je nachdem nun die Feder weiter rechts oder links über den Block schleift, wird der Kontakt längere oder kürzere Zeit dauern. Man kann also die Kontaktdauer durch Verschieben der Feder variieren. Diese Verschiebung wird auf folgende Weise erreicht. Auf dem Hebel H gleitet in Schwalbenschwanzführung sehr exakt der Schlitten Sch. Rechts an denselben ist das vertikale Stück t_1 angesetzt, in welches die Spindel der Mikrometer-Schraube S_4 eingreift. Durch Drehen dieser Letzteren kann man also den Schlitten nach rechts oder links schieben. Der kleine Träger t_2 ist mit H verbunden und bildet den festen Halt für die Schraube. Zwischen t_1 und t_2 ist eine kräftige Spiralfeder ausgespannt, die den Zweck hat einen toten Gang bei der Führung des Schlittens zu verhindern. Es läßt sich somit die Stellung desselben sehr genau regulieren. Die Befestigung der Feder f an dem Schlitten ist sehr einfach. Letzterer trägt einen kurzen vertikalen Stab St_1 , welcher in ein konisches Loch des Schlittens genau paßt und durch Reibung hinreichend sicher hält. Der Stab hat eine vertikale Bohrung, durch welche ein dünnerer Stab St_2 von unten durchgesteckt und durch eine seitliche Schraube festgeklemmt wird. Dieser letztere trägt unten die Feder f .

Man muß bei der Einstellung darauf achten, daß die Feder F sicher, aber doch nur ganz leicht über den Block schleift. Zunächst kann man dies dadurch regulieren, daß man sie in entsprechender Höhe über dem Block festklemmt. Eine genaue Regulierung ist ermöglicht durch die Klemme S_2 , indem nicht die Feder verschoben, sondern der Block ein wenig gesenkt, oder wenn die Feder F schon ein wenig nach unten gebogen ist, etwas gehoben wird. Diese Feinstellung hat aber vor allem einen anderen Zweck, nämlich den, eventuelle kleine Inkongruenzen in der Konstruktion der einzelnen Kontaktvorrichtungen auszugleichen. Diese äußern sich, wenn man z. B. kurze Telephon-Geräusche verwendet, dadurch, daß die einzelnen Kontakte ungleich starke Geräusche ergeben. Das läßt sich durch sorgfältige Einstellung der Schrauben S_2 ausgleichen.

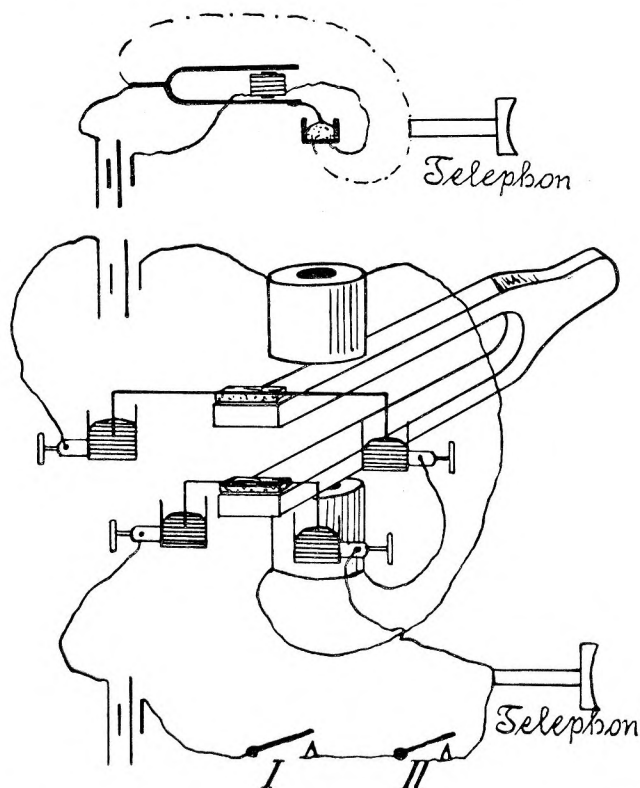
Die eben beschriebene Kontaktvorrichtung wird dann benutzt, wenn die zu beurteilenden Zeiten am Anfang und am Ende durch kurze Geräusche begrenzt werden, oder wenn man Zeiten, die in dieser Weise begrenzt sind, durch einzelne kurze Zwischenreize, also diskontinuierlich, erfüllen will. Es eignen sich hierzu als Reizmittel vor allem der Schallhammer, das Telephon und der elektrische Taster nach Ewald. Die Intensität läßt sich durch Widerstände regulieren, was sowohl für Zeitsinnversuche (Vergleichung stark und schwach begrenzter Intervalle) wie insbesondere für Rhythmusuntersuchungen von Wichtigkeit ist. Auch der elektrische Funken eines Induktors läßt sich als akustischer oder visueller Reiz verwenden; doch muß man im letzten Falle das Geräusch dämpfen. Es ist daher bequemer, Geißler'sche Röhren zu benutzen.



Die beiden anderen Kontaktvorrichtungen sind so eingerichtet, daß ein Strom nicht momentan, sondern dauernd geschlossen bzw. geöffnet wird. Das nebenstehende Schema zeigt die Konstruktion näher. Der untere Teil ist genau so gebaut, wie bei der früheren Kontakteinrichtung. Auch die Befestigung geschieht wieder mittels der Schraube S_1 und die Nase n greift in eine entsprechende Nute in dem Kreisring des Hauptapparates. An diesen unteren Teil ist zunächst eine horizontale Grundplatte aus Hartgummi angeschraubt, welche in der Mitte ein \square -förmiges Messingstück trägt. Zwischen dessen oberem und

unterem Arm dreht sich in Spitzen die vertikale Axe aa . Dieselbe trägt eine Hartgummischeibe und darüber eine Messingscheibe. In der letzteren sind die Stäbchen s_1, s_2 eingeschraubt. Wenn nun der Zeiger des Hauptapparates in der Richtung des Pfeiles vorbeikommt, so nimmt er das Stäbchen s_1 ein Stück mit. Hierzu dient der zur Vermeidung eines Anschlaggeräusches mit Gummi überzogene Stift St , der im vorigen Schema zu sehen ist. Die Ausgangslage von s_1 ist durch das vertikale Stäbchen s_3 fixiert; man bringt s_1 in diese Lage, indem man an dem Stäbchen s_2 angreift. Bei der Drehung von s_1 wird auch die Axe und mit ihr die Hartgummischeibe gedreht. An ihr schleift eine gebogene Hartkupferfeder, die mit der Klemme K_1 in Verbindung ist, und deren Spannung, wenn nötig, durch das Schraubchen S_8 reguliert werden kann. An einem Stück der Peripherie in der Hartgummischeibe ist ein Platinstreifen eingelegt und zwar ist derselbe bei den zwei Kontaktvorrichtungen verschieden gelagert; bei der einen so, daß bei der Ausgangslage die Feder noch auf Hartgummi aufliegt, aber, so wie nur die geringste Drehung erfolgt, sofort das Platin berührt und auch bei der äußersten Drehung in Kontakt mit demselben bleibt. Dieser Fall ist im Schema dargestellt, indem der Platinbelag durch den schraffierten Streifen angedeutet ist. Bei der anderen Kontakteinrichtung besteht in der Ausgangslage Kontakt; derselbe wird aber schon bei der kleinsten Drehung unterbrochen und wird nicht wieder geschlossen, bis s_1 in die ursprüngliche Lage zurückgedreht wird.

Da nun die Feder f mit der Klemme K_1 , der Platinbelag mit der Klemme K_2 , die in der Figur hinten liegt, in Verbindung steht, so wird durch den Zeiger des Apparates der durch diese Klemmen geleitete Strom dauernd geöffnet, je nachdem man die eine oder andere Einrichtung benutzt.



Man braucht diese Kontaktvorrichtungen u. a., um Zeitstrecken kontinuierlich auszufüllen. Verwendet man z. B., wie es meistens geschieht, Stimmgabel u. Telephon, so kann man das letztere einfach in die Nebenleitung des Stromes legen, welcher die Stimmgabel in Schwingung erhält. Diese Schaltung hat aber den Nachteil, daß sich die Intensität des Telephongeräusches nicht regulieren läßt. Dieses entsteht nämlich dadurch, daß sich bei der Öffnung des Kontaktes die Extrastrome in der Nebenleitung entladen. Solche hochgespannte Ströme können aber durch Widerstände nicht merkbar geschwächt werden. Ein Widerstand im Hauptstrom hingegen bringt die Gabel leicht zum Stehen.

Daher eignet sich besser eine Gabel mit doppeltem Quecksilberkontakt nach Helmholtz (vgl. Nr. 40), wie sie das Schema zeigt. An jeder Zinke ist isoliert ein Draht befestigt, der rechts und links in einen, der Höhe nach verstellbaren Quecksilbernafß taucht.

Der eine Napf, z. B. der linke, wird hochgestellt, so daß der Draht stets eintaucht, der andere so, daß, wenn die Gabel schwingt, der Draht bald eintaucht, bald nicht. Die obere Unterbrechung wird dazu benutzt, die Stimmgabel in bekannter Weise dauernd in Schwingung zu versetzen. Die untere wird in einen davon ganz unabhängigen Stromkreis geschaltet, welcher seine eigene Stromquelle hat und in welchen auch das Telephon und die Kontakte des Zeitsinnapparates gelegt sind. Hier kann man durch Widerstände die Stärke des Stromes innerhalb gewisser Grenzen beliebig variieren. Ähnliches ist der Fall bei der von Schumann angegebenen Anordnung. Man läßt eine Stimmgabel oder Lamelle mittels eines Resonators auf ein Mikrophon wirken und überträgt den Ton von diesem auf ein in einem Nebenzimmer aufgestelltes Telephon. In diese letztere Leitung wird auch der Kontakt des Zeitsinnapparates eingeschaltet.

Wenn man sehr kurze Intervalle herstellen will, würden nach dem bisher Gesagten die beschriebenen Kontakte nicht verwendbar sein, insofern man sie nicht so nahe aneinander bringen kann. Darum ist der Hebel H doppelarmig und auf beiden Seiten gleich ausgestaltet, nämlich mit Kontaktfeder f und einem Stift St versehen. Stellt man also die zwei Kontakte diametral, so kann man die Intervalle beliebig klein wählen. Dieser doppelarmige Hebel kann aber entfernt und durch einen einarmigen ersetzt werden, welcher durch eine Bleiplatte aequilibriert ist. Wenn nämlich 2 Hebel rotieren, ist es bei schneller Rotation schwer, sie von einander zu unterscheiden.

Endlich ist noch eine Einrichtung zu erwähnen, die sehr bequem und praktisch ist. Man stellt die Versuche meistens so an, daß von Versuch zu Versuch das Intervall geändert wird. Die Kontakte müssen sich also schnell und leicht verschieben lassen. Meistens wird nur ein Kontakt variiert. Obwohl die angegebenen Vorrichtungen sich ziemlich leicht verschieben lassen, ist doch eine bequemere Einrichtung wünschenswert. Deshalb ließ Schumann einen Kontakt auf einen Hebel aufsetzen, welcher unter dem Kreisring um die gleiche Axe wie der Hebel H drehbar ist. In Figur 1 trägt dieser Hebel den linken hinteren Kontakt. Er setzt sich nach außen in einem kleinen Griff fort, an dem man anfaßt, um ihn zu verschieben.

Der Apparat muß durch einen sehr genauen Motor getrieben werden. Schumann benutzte den Elektromotor nach Helmholz und erreichte eine so große Genauigkeit, daß die mittlere Variation nur 1 Promille der Umdrehungszeit betrug.

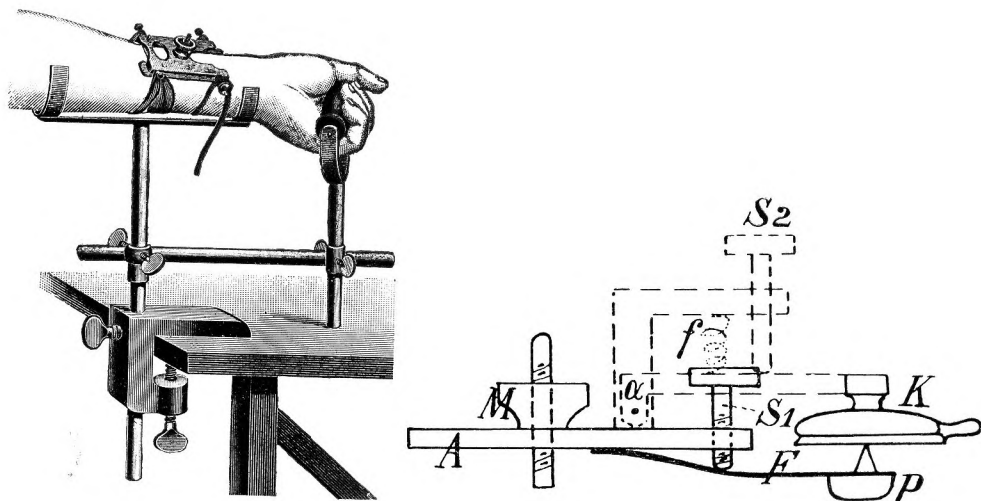
Nr. 231. **Kontaktvorrichtung hierzu für kurzdauernden Kontakt**, wie sie oben beschrieben ist.

Nr. 232. **Kontaktvorrichtung hierzu, für dauernde Öffnung oder für dauernde Schließung**, wie sie oben beschrieben ist.

NB. Als Zeitsinnapparat ist auch das Kontaktpendel Nr. 15 und das Universalpendel Nr. 16 zu benutzen. Das erstere hat eine willkürliche Skala, die erst zu eichen ist; das letztere eine Skala, die geeicht ist.

X. Diverse Apparate.

Nr. 233. **Sphygmograph mit Luftübertragung. Eigenkonstruktion.** Derselbe dient zur Aufzeichnung von Pulscurven, und zwar des Radialispulses. Nach dem Vorgang von Ludwig ist der Apparat in 2 getrennten Teilen hergestellt. Die erste Figur zeigt den unteren Teil, den Basisrahmen, und seine Befestigung auf dem



Unterarme. Zugleich ist auf dieser Figur das Gestelle mit den Armlagern abgebildet, auf welches der Arm nach dem Vorgange von Ludwig aufgelegt wird.

Der Basisrahmen besteht aus zwei Schienen, die an der unteren Seite, mit welcher sie auf dem Arme aufliegen, mit Tuch bekleidet sind. An den 4 Ecken des Rahmens sind drei Haken und eine Klemme befestigt. An den einen der Haken ist ein Band angebunden, welches in der Weise, wie die linke Figur zeigt, um den Arm geschlungen und schließlich durch die Klemme eingeklemmt wird. Nachdem der Rahmen fest aufgebunden ist, setzt man den eigentlichen Sphygmographen auf. Man braucht hierzu die Schraubenmutter M, welche auf dem Rahmen zu sehen ist, nicht abzunehmen, da die Grundplatte A des Sphygmographen eine Öffnung besitzt, welche die Mutter durchtreten läßt. Sodann bringt man den Sphygmographen in solche Lage, daß die Hartgummipelotte P gerade über der Stelle der maximalen Pulserhebung liegt. In dieser Lage schraubt man ihn mittels der Mutter M fest.

Das zweite Schema zeigt die Konstruktion des Sphygmographen selbst. An der schon erwähnten Grundplatte A ist unten die kräftige Stahlfeder F angeschraubt, die die Pelotte trägt. Mittels der Schraube S_1 wird die Feder so viel nach unten gebogen, bis die Pelotte fest aufliegt. Über ihr ist auf der Feder eine kurze Spitze aufgesetzt, welche gegen die Gummimembrane einer Marey'schen Luftkapsel K drückt und die Schwingungen der Pelotte und damit die Pulsation auf diese überträgt. Die Kapsel wird gehalten durch einen Hebel, welcher um die Axe α drehbar ist. Die Drehung wird mittels der Schraube S_2 ausgeführt, welcher eine heftige Spiralfeder F entgegen wirkt. Man benötigt diese Feinstellung, um die Kapsel genau einzustellen, so daß sie die Spitze der Pelotte eben berührt. Die zuletzt erwähnten Teile liegen hinter den übrigen und sind in dem Schema darum gestrichelt gezeichnet.

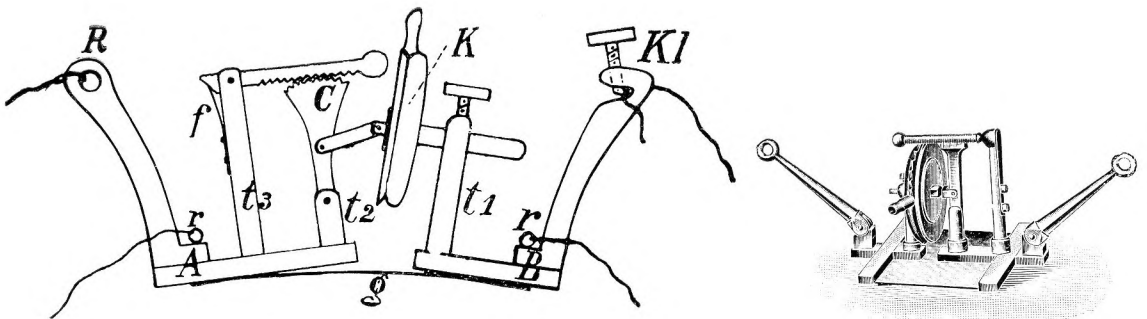
Die Konstruktion ist so ausgeführt, daß keine Eigenschwingungen der bewegten Massen die Kurve beeinträchtigen können. Die Feder F drückt die Pelotte fest auf die Pulsstelle auf, so daß sie allen feinsten Bewegungen der letzteren genau folgen muß. Ebenso muß die auf die Pelotte oben aufgesetzte Spitze dieser genau folgen, da sie mit ihr starr verbunden ist. Von der Pelotte zur Kapsel führt keine Gelenkübersezung, so daß kein toter Gang vorhanden ist. Die Masse, die wirklich Eigenschwingungen ausführen könnte, besteht somit nur in der Kapselmembrane und natürlich in der Membrane der Schreibkapsel samt dem Schreibhebel, sowie in der Luft zwischen diesen beiden. Diese Massen können aber wegen ihrer Leichtigkeit keinen bemerkenswerten Fehler hervorbringen. — Daß die Aufnahmekapsel und die Pelotte sich nicht in einer vertikalen Geraden, sondern in schwachem Bogen bewegen, kann bei dem großen Halbmesser und bei den minimalen Bewegungen nichts ausmachen.

Nr. 234. **Gestell mit Armlager zum Sphygmographen.** Das Gestelle ist in der vorigen Nummer in der 1. Figur zu sehen. Es wird mittels einer Zwinde an den Tisch geschraubt. Der linke vertikale Stab trägt das aus zwei Bügeln bestehende Armlager, der rechte einen Bügel zum Anfassen für die Hand. Der letztere steht auf dem Tisch auf; der erstere wird in solcher Höhe eingestellt, daß die Hand etwas abwärts gebogen ist. Auf diese Weise wird die Pulsstelle am besten hervorgekehrt.

Diese Lagerung ist nicht unbedingt nötig, doch hat es Vorteile, wenn Arm und Hand stets in derselben Lage sind. Unbedingt erforderlich ist dies aber, wenn man, wie es bei manchen Sphygmographen der Fall ist, die Bewegung der Pelotten direkt auf ein Kymographion überträgt. In diesem Falle würden die unwillkürlichen Bewegungen des Armes grobe Fehler hervorrufen.

Nr. 235. **Pneumograph.** Das Instrument dient dazu, Atem-Kurven aufzunehmen, indem es die Erweiterung oder Verengung des Brustumfanges durch Luftübertragung einem Marey'schen Schreiber übermitteln.

Man hängt den Pneumographen zunächst mittels eines Bandes, das an den zwei Ringen *rr* befestigt ist, und das man um den Hals schlingt, so auf, daß er mit seiner Grundfläche *g* mitten auf der Brust aufliegt. Sodann führt man ein zweites Band, das an dem Ringe *R* befestigt ist, um den Brustkorb herum zur Klemme *Kl*, an welcher man es so befestigt, daß es straff gespannt ist.



Die Basis *g* des Pneumographen wird durch eine starke, federnde Platte gebildet, an welcher rechts und links zwei getrennte Teile aufgesetzt sind. Zunächst sind an die Platte die zwei Messingstücke *A* und *B* angeschraubt; mit ihnen sind in starrer Verbindung erstens die zwei äußeren Träger mit dem Ringe *R* und der Klemme *Kl*, sodann die Träger *t1 t2 t3*. Der erstere trägt den festen Teil der Kapsel *K*. Diese sitzt an einem Stiel, der in dem Träger verschoben und in beliebiger Lage festgeklemmt werden kann. *t3* trägt ein sektorenähnliches Stück *C*, welches drehbar ist und oben mit seinen Zacken in die Zähne einer Zahnstange greift. Diese dreht sich um eine, im Träger *t3* oben gelegene Axe und wird durch die Feder *f* gegen *C* angedrückt. Endlich ist *C* durch ein kleines Verbindungsstück mit der Kapselmembrane verbunden.

Wenn nun der Patient oder die Versuchsperson einatmet und dabei den Brustkorb ausdehnt, so wird auf *R* und *Kl* ein Zug nach außen ausgeübt. Dabei biegt sich die Basisfeder ein wenig, so, wie sie in dem Schema gezeichnet ist, und es drehen sich die 2 getrennten Teile des Apparates etwa um die Punkte *A* und *B*. Und da der eine mit dem festen Teil der Kapsel, der andere mit der Membrane verbunden ist, so wird die Kapsel aufgebläht. Zieht sich umgekehrt beim Ausatmen der Brustkorb wieder zusammen, so strebt die Basisfeder genau in demselben Maße ihrer Ruhelage zu, dreht dabei die 2 Teile des Apparates wieder zurück, und die Kapsel wird wieder zusammen- bzw. eingedrückt.

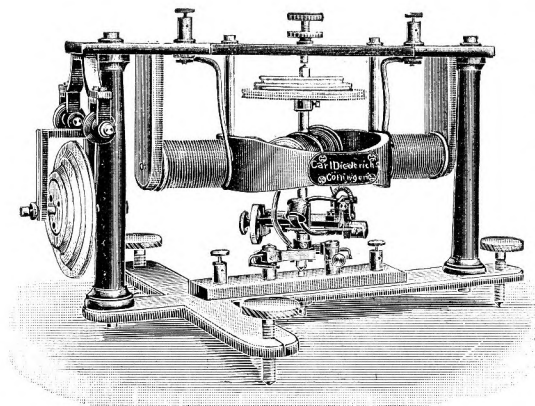
Bei der Analyse der Kurven ist darauf zu achten, daß, wie aus dem Gesagten hervorgeht, die Erhebung der Kurve der Ausatmung, die Senkung der Einatmung entspricht. Man ist zunächst geneigt, die Kurve in umgekehrter Weise aufzufassen.

Die Einrichtung mit dem gezackten Sektor C und der Zahnstange hat den Zweck, daß man einerseits in bequemer Weise die Membrane richtig spannen kann; andererseits dient sie zur Schonung der Membrane beim Aufbinden des Apparates. Man kann die Zahnstange nämlich nach links überschlagen, indem man an dem an ihrem Ende angebrachten Knopf anfaßt. Dann können R und Kl stark auseinandergezogen werden, ohne daß die Kapsel zu stark aufgebläht und die Membrane zerrissen wird. Das Sektorenstück C folgt nämlich, wenn es nicht oben durch die Zahnstange gehalten wird, ohne wesentlichen Widerstand der Kapsel. Ein plötzliches und heftiges Auseinanderziehen von R und Kl kommt aber bei den groben Manipulationen des Anbindens und Spannens des Bandes, namentlich wenn dieselben von Ungeübten vorgenommen werden, nicht selten vor. Auch versucht sich die Vp. dabei häufig in besonders tiefen Atemzügen. Durch die erwähnte Einrichtung ist aber das Instrument dabei vor Beschädigung geschützt.

Nr. 236. **Cardiograph. Eigenkonstruktion.** Der Apparat dient dazu, die einzelnen Phasen des Herzspitzenstoßes genau aufzuzeichnen. Die Konstruktion ist dieselbe wie beim Sphygmographen, nur fällt der Basisrahmen weg. Dafür sind an die Grundplatte g des eigentlichen Sphygmographen 3 kurze, verstellbare Hartgummifüße angesetzt, durch die der Apparat so auf die Brust aufgestellt wird, daß die Pelotte genau über der Stelle des Herzstoßes zu liegen kommt. Bei länger fortgesetzten Messungen wird der Apparat mittels eines Gurtes um die Brust fixiert.

XI. Hilfsapparate.

Nr. 237. **Elektromagnetischer Rotationsapparat nach Helmholtz.** Der Motor besitzt 2 Paare von Elektromagneten; die äußeren stehen fest, die inneren

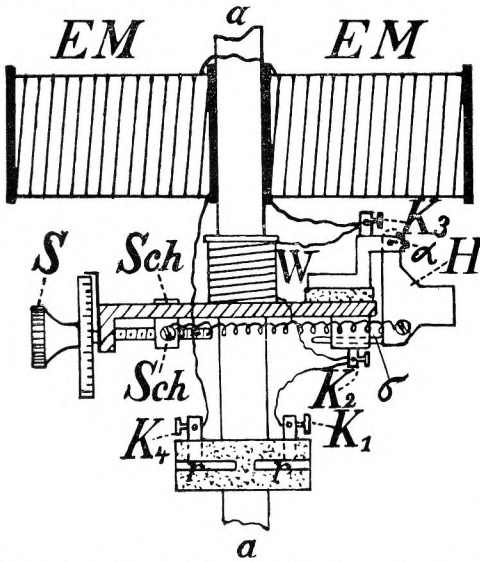


sind an einer vertikalen, in Spitzenlaufenden Axe befestigt. Diese trägt oberhalb der Elektromagnete eine Stufenscheibe, von welcher die Bewegung durch Schnüre auf andere Apparate übertragen wird. Damit die Bewegung auch für horizontale Axen verwertbar sei, ist links an den Apparat eine Stufenscheibe mit horizontaler Axe angesetzt, auf welche die Bewegung durch 2 kleine Röllchen von der ersten Stufenscheibe her durch Schnurlauf übertragen werden kann.

Unten auf den Längsbalken des Kreuzes, auf welchem der Apparat ruht, ist ein isolierendes Brettchen

aufgesetzt, das 2 Klemmen trägt und 2 Träger, an denen die Bürsten befestigt sind, die den Strom bald in der einen, bald in der anderen Richtung den inneren Elektromagneten zuleiten. Die Klemmen für die äußeren Elektromagnete sieht man an dem oberen Querbalken des Apparates.

Zwischen den Bürsten und den Elektromagneten trägt die Axe des Apparates eine von Helmholtz ersonnene, elektrische Reguliervorrichtung. Das Schema zeigt die



Konstruktion deutlicher. An der Axe aa sieht zunächst unten eine isolierte Scheibe mit halbringförmigen Platinstreifen p_1, p_2 , an welchen die Bürsten schleifen. Von den Streifen führen Verbindungen zu den Klemmen K_1, K_4 . Die Reguliervorrichtung selbst sieht auf einem, im Schema schraffiert gezeichneten Messingstück, welches fest mit der Axe verbunden ist. Am rechten Ende desselben ist oben ein Hartgummiplättchen und auf dieses ein \sqcap -förmiges Messingstück aufgesetzt, welches den Hammer H trägt; der letztere ist um die Axe a drehbar. Wenn die Hauptaxe samt der ganzen Reguliervorrichtung genügend schnell rotiert, so wird der Hammer infolge der Zentrifugalkraft nach rechts abgehoben. Ihm wirkt aber eine Spiralfeder entgegen, die an dem Schlitten Sch

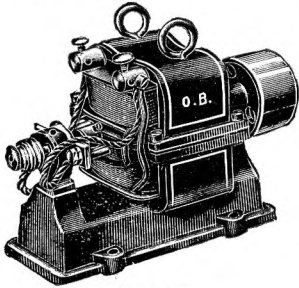
befestigt ist und durch die Schraube S mehr oder weniger gespannt werden kann. Eine Trommelablesung gestattet, dieselbe Spannung immer wieder herzustellen. In der Ruhelage liegt der Hammer H an dem Metallstiftchen σ an, welches von den übrigen Teilen isoliert und nur mit der Klemme K_2 verbunden ist. Endlich gehört zur Reguliervorrichtung noch der Widerstand W , welcher aus einem auf eine Spule isoliert aufgewickelten Neusilberdraht besteht.

Diese Einrichtung wirkt in folgender Weise. Der Strom kommt durch die eine Bürste zunächst zum Platinstreifen p_1 und zur Klemme k_1 . Von dieser führt ein Draht zu k_2 und damit zum Stiftchen σ . Wenn der Hammer an σ anliegt, so geht der Strom durch ihn zur Klemme K_3 , zu den inneren Elektromagneten EM und von diesen zur Klemme K_4 , zum Platinstreifen p_2 und durch die zweite Bürste in die Stromquelle. Ist aber der Hammer abgehoben, also mit σ nicht in Kontakt, so muß der Strom von K_2 durch den Widerstand in die Elektromagnete gehen.

Man stelle nun zunächst ungefähr jene Rotationsgeschwindigkeit her, die man benötigt. Sodann werde die Spiralfeder so gespannt, daß sie eben noch den Hammer an σ andrückt. Macht man dann den Strom nur wenig stärker, so wird die Rotation schneller und die Zentrifugalkraft stärker als die Spiralfeder, der Hammer wird abgehoben und der ganze Strom muß durch den Widerstand gehen. Dadurch erfährt er natürlich eine Schwächung, die Rotation wird langsamer, und der Hammer sinkt wieder zurück und schließt den Kontakt. Dadurch beginnt das Spiel aber von neuem. Der Hammer wird also beständig abgehoben und angezogen. Man hört daher ein fortwährendes leises Geklapper.

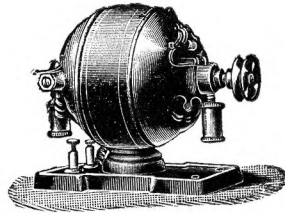
Man muß den Apparat so einstellen, daß dieses Klappern eintritt und auch fort dauert. Nur dann hat man Gewähr, daß die Reguliervorrichtung funktioniert und die Schwankungen in der Rotationsgeschwindigkeit ausgleicht. Die Genauigkeit ist dann aber eine sehr große. Schumann fand die Schwankungen, die er mittels des Zeitsinnapparates (vgl. Nr. 230) konstatieren konnte, geringer als ein Promille.

Der Apparat dient zu Zwecken, wo es auf eine sehr große Genauigkeit ankommt, wie bei Zeitsinnversuchen, beim Tachistoskop u. dgl. Er besitzt nur eine geringe Kraft und wird durch Schwachstrom bedient.



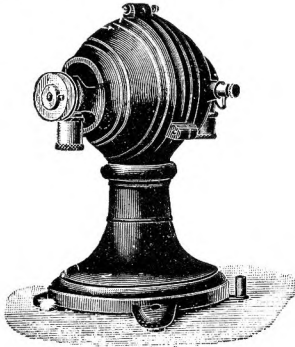
Nr. 238.

Nr. 238. Schwachstrommotor ohne Reguliervorrichtung für 6—10 Volt.



Nr. 239.

Nr. 239. Kleinmotor für Starkstrom, Gleichstrom und Wechselstrom 110 und 220 Volt. Pferdekraft $\frac{1}{50}$ und $\frac{1}{20}$.



Nr. 240

Nr. 240. Starkstrommotor, mit im Fuß eingebautem Anlasser und Regulierwiderstand und mit horizontaler Axe, für Gleichstrom und Wechselstrom 110 und 220 Volt. Pferdekraft $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{6}$.

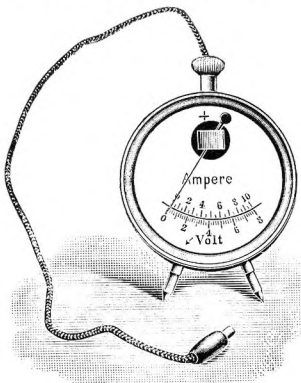


Nr. 241.

Nr. 241. Starkstrommotor mit vertikaler Axe, für Gleichstrom und Wechselstrom 110 und 220 Volt. Pferdekraft $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{6}$.

Fünfstufiger Anlasswiderstand, passend zu Nr. 239 und 241.

Nr. 244. Kleines Schwachstromvoltmeter, in der Größe von Stoppuhren, mit Etui, zum Prüfen von Akkumulatoren etc. sehr geeignet. Man legt das Ende der Schnur an den einen Pol und die aus dem Gehäuse vorstehende Spitze an den anderen.



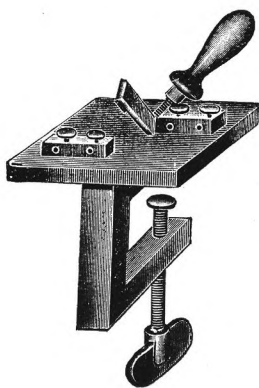
Ein größeres und genaueres Instrument ist in den meisten Fällen überflüssig. Die üblichen größeren und exakteren Instrumente haben gegenüber diesem den Nachteil, daß man Drähte braucht, sie in Klemmen einschalten muß, und daß sie voluminöser und schwerer sind. Man entschließt sich daher erfahrungsgemäß leichter und öfter, dieses kleine und sehr handliche Instrumentchen zu benutzen, und es wird auf diese Weise mancher Schaden an Akkumulatoren vermieden. Meßbereich bis 5, 10, 25 oder 70 Volt.

Nr. 245. **Kleines Ampèremeter.** Konstruktion und Vorzüge sind dieselben wie beim vorigen Apparate. Meßbereich bis 3, 5, 10 oder 20 Ampère.

Nr. 246. **Kleines Volt- und Ampèremeter.** Hier sind die beiden vorigen Instrumente vereinigt. Die obige Figur zeigt dieses Instrument. An dem Gehäuse sind 2 Spitzen angebracht, eine für die Messung der Volt, die andere für die Ampère. Ebenso sieht man 2 verschiedene Skalen. Meßbereich bis 10 Volt und bis 5, 10 oder 20 Amp.

Nr. 247. **Anschlußapparat für Starkstromleitung.** Der Apparat dient dazu, den Starkstrom einer Lichtleitung soweit abzuschwächen, daß er auch für Apparate, die nicht Starkstrom verlangen, verwendet werden kann, ohne dieselben zu schädigen. Die Zuleitung ist vollkommen isoliert, sodaß man mit dem ungeschwächten Strom nie in Berührung kommen kann. Die Abschwächung geschieht erstens durch eine bis vier Lampen, die einzeln aus- und eingeschaltet werden können; zweitens durch einen Schieferwiderstand, der aus einem auf eine Schieferplatte aufgewickelmten, nicht isoliertem Konstantandraht besteht. Durch Einschalten von mehr oder weniger Lampen und Veränderung des Widerstandes wird die elektromotorische Kraft des Stromes in der Nebenleitung, in welche die Apparate eingeschaltet werden, verringert oder erhöht.

Bei der Bestellung ist anzugeben, ob der Apparat für 65, 110 oder 220 Volt geliefert werden soll.

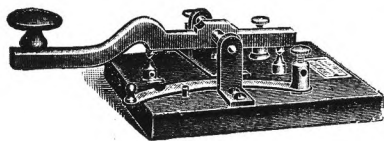


Nr. 248. **Stromschlüssel (Vorreiberschlüssel) nach Du-Bois-Reymond (Trockenkontakt).** Auf einem isolierenden Grundbrettchen sind 2 Messingstücke befestigt, die je 2 Klemmschrauben tragen. Zwischen ihnen liegt ein drehbarer Hebel. Wenn dieser mittels des Griffes nach unten an das Grundbrettchen angedrückt ist, so liegt er fest und federnd an dem vorderen Messingstück an und verbindet so dieses mit dem hinteren. Drückt man den Griff nach unten und dadurch den Hebel nach oben, so wird die Verbindung unterbrochen.

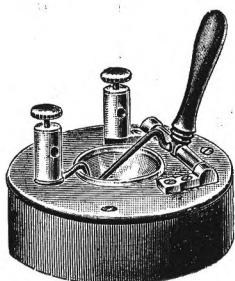
Der Apparat ist, wie die Figur zeigt, auf eine Zwinge aufgesetzt, durch die er am Tischrand befestigt wird.

Nr. 248 a. Derselbe ohne Zwinge.

Nr. 249. **Taster.** Derselbe kann als Stromschlüssel verwendet werden, indem man den Taster niederdrückt.



Um einen dauernden Kontakt erzeugen zu können, ohne den Taster beständig niederdrücken zu müssen, ist seitlich vom Tasterhebel auf dem Grundbrettchen ein federnder Streifen angebracht; wenn man diesen gegen die Mitte dreht, wird der Kontakt zwischen den Tasterklemmen dauernd geschlossen.



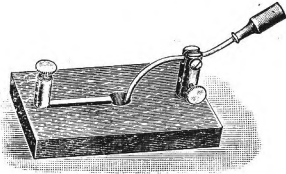
Nr. 250. **Stromschlüssel für Quecksilberkontakt nach Du Bois-Reymond.** Wenn man den Griff nach rechts umkippt, tritt der Draht, welcher von der Axe des Griffes aus in das Quecksilber taucht, aus diesem heraus, und der Strom wird geöffnet. Durch die umgekehrte Bewegung wird er geschlossen.

Man verwendet das Instrument namentlich dort, wo es nötig ist, einen Strom geräuschlos zu schließen, wie z. B. bei Verwendung des Schallhammers.

Das Instrument ist auf einen Eisensockel gesetzt, so daß es sicher steht, was wichtig ist, damit das Quecksilber nicht verschüttet wird.

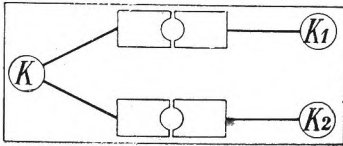
Nr. 250a. Derselbe, auf Brett, ohne Eisensockel.

Nr. 250b. Derselbe, auf eine Zwinde aufgeschraubt.



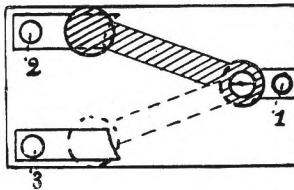
Nr. 251. Derselbe, etwas vereinfacht.

Nr. 251. Derselbe, auf einer Zwinde befestigt.



Nr. 252. Umschalter für Trocken-Kontakt. Stößelkontakt. Die Klemme K wird durch Stößel, die in der Mitte einzusetzen sind, entweder mit K_1 oder mit K_2 verbunden.

Nr. 252a Derselbe, auf einer Zwinde befestigt.

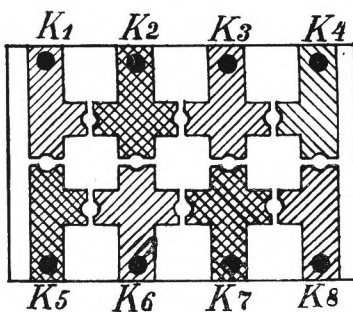


Nr. 253. Derselbe. Schleifkontakt. Der schraffiert gezeichnete Hebel ist drehbar. In der schraffierten Lage verbindet er die Klemmen 1 und 2. Dreht man ihn in die gestrichelte Lage, so schleift er auf das mit der Klemme 3 verbundene Metallstück auf und verbindet so 1 und 3. In der Mittellage sind alle 3 Klemmen isoliert.

Nr. 253a. Derselbe, auf einer Zwinde befestigt.

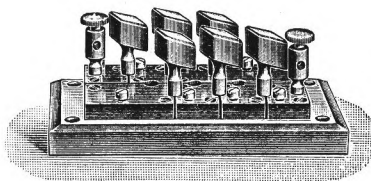
NB. Die Umschalter 252 und 253 werden natürlich auch mit mehr als 2 Kontakten geliefert bei entsprechendem Mehrpreis.

Nr. 254. Schaltbrett für Stößelkontakte. Auf einem isolierenden Grundbrette sind 8 Klemmen K_1 bis K_8 befestigt. Jede derselben sitzt auf einem der



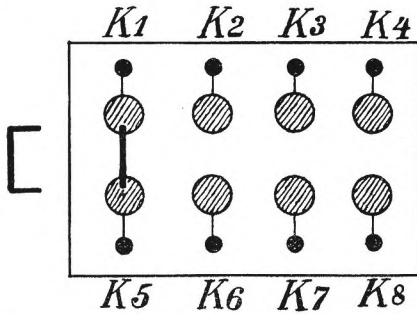
schrabiert gezeichneten Messingstücke. Diese können durch Stößel miteinander verbunden und so die mannigfaltigsten Verbindungen zwischen den den Klemmen zugeführten Drähten hergestellt werden. Solche Schaltungen benötigt man z. B., um mehrere Elemente parallel oder hintereinander zu schalten, oder beim Zeitsinnapparat, wo man manchmal eine größere Zahl von Kontakten (z. B. 7) benutzt, oder bei Reaktionsversuchen, wenn man mehrere verschiedene Reiz- oder Reaktionsapparate benutzt. Man kann dann bequem und schnell bald diese, bald jene Apparate einschalten.

Nr. 254a. Dasselbe, auf einer Zwinde befestigt.



Nr. 254b. Stößelschalter mit 6 Stößeln und 2 Stößelklemmen. Konstruktion und Zweck ähnlich wie oben, insbesondere zur Abnahme des Stromes (mittels der 2 Stößelklemmen) von einer Batterie, deren Elemente parallel oder hintereinander geschaltet werden können.

Nr. 255. **Schaltbrett für Quecksilberkontakt.** Der Apparat dient zu demselben Zwecke wie der vorige. Auf einem isolierenden Grundbrette sind 8 Klemmen



K_1 bis K_8 befestigt und jede mit einem Quecksilbernapf in Verbindung. Durch \sqcap -förmig gebogene Kupferdrähte können je 2 benachbarte Näpfe verbunden werden. Dadurch lassen sich wieder mannigfaltige Verbindungen zwischen den Klemmen herstellen und die Schaltungen leicht und geräuschlos ändern.

Das Schaltbrett läßt sich auch zum Kommutieren des Stromes verwenden. Man setzt dann eine Pohlsche Wippe z. B. in die Klemmen K_2 und K_6 ein und verbindet K_1 und K_7 , K_5 und K_8 durch isolierte Kupferdrähte.

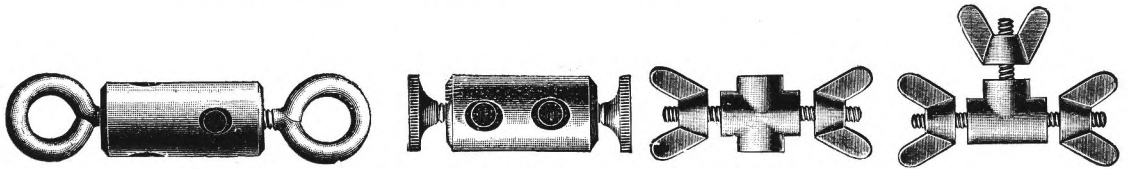
K_2 und K_6 sind dann die Hauptklemmen, die man mit der Stromquelle verbindet, von K_1 und K_5 z. B. nimmt man den Strom für die Apparate ab (vgl. Nr. 259).

Das Instrument muß mit einer Zwinde an dem Tisch befestigt werden, damit das Quecksilber nicht verschüttet wird.

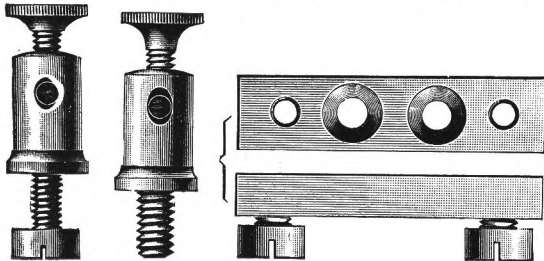
Wippe dazu.

Nr. 255 a. Dasselbe, auf einer Zwinde befestigt.

Nr. 255 b. Dasselbe auf Eisensockel. Durch die Befestigung mittels einer Zwinde wird der Tisch leicht beschädigt. Deshalb ist hier das Instrument auf einen Eisensockel gesetzt, durch den es hinreichend sicher steht.

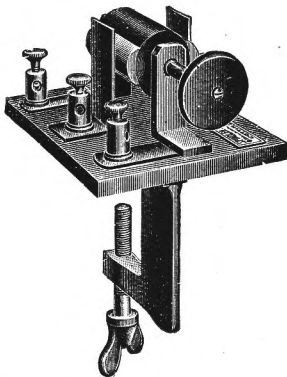


Nr. 256. **Klemmen, zum Verbinden lose hängender Drähte.**



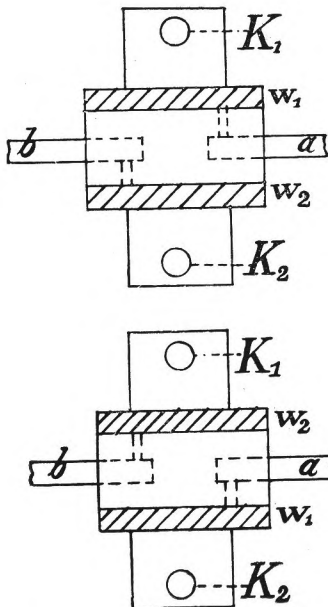
Nr. 256 a. **Klemmen, auf Holz (Tisch) oder Metall aufzuschrauben.**

Nr. 257. **Klemmen, auf einer isolierenden Platte mit Schraubzwinde.**



Nr. 258. **Stromwender (Kommutator) nach Rumkorff (Trockenkontakt).** Die Stromwender oder Kommutatoren dienen dazu, durch eine einfache schnelle Bewegung die Richtung, in der der Strom die Apparate durchläuft, ändern zu können. Bei den psychologischen Experimenten benützt man dieses Instrument gewöhnlich zu dem Zwecke, daß sich kein remanenter Magnetismus in den Elektromagneten der Apparate entwickeln kann, welcher die Funktionsweise des Apparates oft störend beeinflussen würde.

Auf einem Hartgummibrettchen erheben sich zwei Messingböcke, die eine horizontale Axe tragen. An dieser sitzt ein Hartgummizylinder, welcher zwei gegenüberliegende Messingwülste trägt. Die Axe geht



durch den Zylinder nicht ganz durch, sondern ist in der Mitte unterbrochen. Das Schema, welches den Apparat von oben gesehen darstellt, zeigt diese Einrichtung. Die Wülste sind schraffiert gezeichnet. Das eine Stück a der Axe ist mit dem Wulste w_1 , das andere mit dem Wulste w_2 verbunden. Wenn die Axe gedreht wird, so berühren die Wülste die zwei auf dem Grundbrett befestigten aufwärtsgebogenen Blechstreifen, welche in der Figur rechts und links zu sehen sind. Die Streifen federn und sind so gebogen, daß ein sicherer Kontakt entsteht. Endlich besitzt der Apparat 4 Klemmen; das eine Paar ist mit den Axenhälften, das andere mit den beiden eben erwähnten Blechstreifen verbunden.

Man verbindet nun die Pole der Stromquelle mit dem einen Paar der Klemmen, z. B. mit denen, die mit den Trägern der Axenhälften verbunden sind, und leitet von dem anderen Paare aus den Strom in die Apparate. Welche man mit der Stromquelle, welche mit dem Apparatstrom verbindet, ist gleichgiltig. Es ergibt sich nun leicht, wieso der Strom gewendet wird. Die beiden Schemen stellen

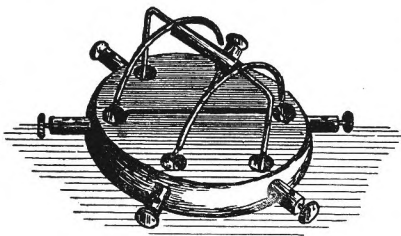
die verschiedenen Lagen dar. Bei der einen liegt der Wulst w_1 so, daß er mit K_2 , bei der andern so, daß er mit K_1 verbunden ist. Tritt der Strom bei a in den Kommutator, so geht er bei der ersten Lage durch K_1 in die Apparate, kommt bei K_2 zurück, und geht durch w_2 und b in die Stromquelle. Bei der zweiten Lage läuft er von K_2 aus in die Apparate, durchfließt dieselben also in umgekehrter Richtung.

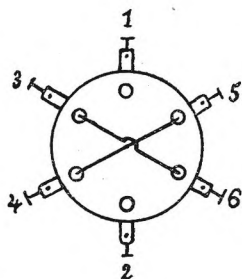
Wenn man die Axe so dreht, daß die Wülste nach oben bzw. unten stehen, so sind alle 4 Klemmen isoliert. Man kann daher das Instrument als Stromschlüssel verwenden. Auch als Umschalter ist es zu gebrauchen. Man verwendet zu diesem Zwecke z. B. die Klemmen K_1 , K_2 und die bei a. Bei der einen Lage der Axe ist a mit K_1 , bei der anderen mit K_2 verbunden.

Nr. 259. Wippe (Stromwender, Kommutator) nach Pohl. Der Zweck des Instrumentes ist derselbe wie beim vorigen. Es unterscheidet sich von diesem dadurch, daß Quecksilberkontakte verwendet sind.

In ein rundes Grundbrett aus Holz sind 6 Quecksilbernapfe eingelassen. Jeder derselben steht mit einer seitlichen Klemme in Kontakt. Die Paare 4 und 5, 3 und 6 der Napfe (siehe das Schema) sind durch je einen isolierten Kupferdraht verbunden. Über den Napfen erhebt sich ein Drahtgestelle, welches hin- und hergewippt werden kann und dem Apparat seinen Namen gegeben hat. Es ruht auf 2 Drähten, die in die Napfe 1 und 2 tauchen, unten in dieselben eingehakt und oben durch ein Hartgummistück, welches gleichzeitig als Griff dient, verbunden sind. Die Drähte reichen nur ein Stück in den Hartgummigriff hinein und berühren sich in demselben nicht. Von jedem der Drähte geht ein halbkreisförmiger Bügel nach abwärts.

Kippt man die Wippe nach links, so tauchen die beiden linken Enden dieser Bügel in die Napfe 3 und 4, kippt man sie nach rechts, so tauchen die anderen Enden in die Napfe 5 und 6. Dadurch werden aber die Klemmen 1 und 2 im ersten Falle mit den beiden linken, im zweiten mit den beiden rechten Klemmen verbunden.





Man leitet nun den Strom, den man in verschiedener Richtung durch die Apparate senden will, zunächst zu den Klemmen 1 und 2, die deshalb als Hauptklemmen bezeichnet seien. Sie sind schon optisch dadurch ausgezeichnet, daß der Hartgummigriff in ihrer Verbindungslinie liegt. Dann betrachtet man entweder die zwei linken Klemmen 3 und 4 oder die zwei rechten 5 und 6 als die Pole der Stromquelle, leitet also z. B. von 3 aus den Strom in die Apparate und nach 4 zurück.

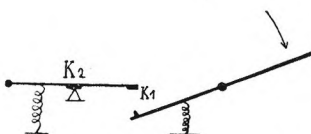
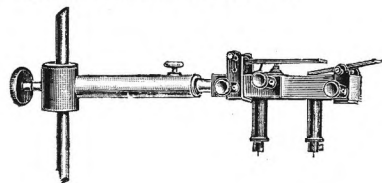
Dann geht bei der ersterwähnten linken Lage der Wippe der Strom, der bei 1 eintreten möge, zunächst nach 3, von da aus durch die Apparate gegen 4, durch die Wippe nach 2 und zur Stromquelle zurück. Bei der andern, rechten Lage der Wippe geht er von 1 nach 5, von dort durch den diametralen Kupferdraht nach 4, von hier aus durch die Apparate zu 3, 6 und wieder durch 2 zurück. Während er also früher in der Richtung von 3 nach 4 ging, geht er jetzt von 4 nach 3, d. h. er ist kommutiert.

Die Wippe läßt sich wie das vorige Instrument auch zu anderen Zwecken verwenden. Zunächst kann sie als Stromschlüssel, d. h. zum Öffnen und Schließen eines Stromes verwendet werden. Ferner kann man sie als Umschalter benutzen. Verwendet man nämlich die Klemmen 1, 3 und 5, so sind bei der einen Lage der Wippe 1 und 3, bei der anderen 1 und 5 in Verbindung. Auch folgende Verwendung ist manchmal von Wert: Wenn man die Wippe z. B. nach links kippt, so sind 1, 3 und 6 einerseits und 2, 4 und 5 andererseits verbunden. Man kann die Wippe in dieser Weise z. B. bei der Schaltung 2b der Reaktionsversuche (siehe Seite 97) verwenden.

Die Wippe soll mit einer Zwinge am Tisch befestigt werden, damit durch Anstoßen, Ziehen an den Drähten u. dgl. kein Quecksilber verschüttet wird.

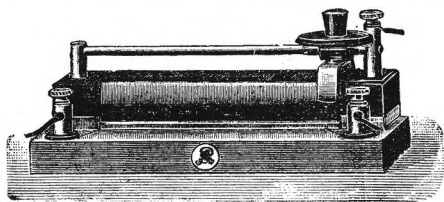
Nr. 259 a. **Dieselbe mit Zwinge.** Damit das Instrument sicher steht, ist es auf eine Zwinge aufgeschraubt, durch die es am Tische befestigt wird.

Nr. 259 b. **Dieselbe auf Eisensockel.** Durch das Befestigen mittels Zwinge wird der Tisch leicht beschädigt. Daher ist hier die Wippe auf einen Eisensockel gesetzt, um sicher zu stehen.

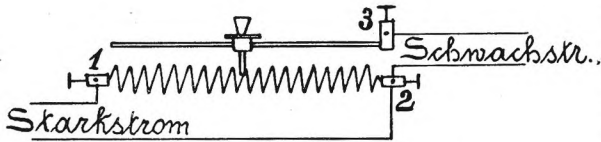


Nr. 260. **Wippe nach Ewald.** (Dumreicher, zur Messung der Reaktionszeit, Dissert., Straßburg, 1899, S. 37). Dieser Apparat dient dazu, gleichzeitig einen Kontakt zu öffnen und einen andern zu schließen. Er wurde schon auf Seite 97 erläutert.

Nr. 261. **Schieferwiderstand.** Ein nicht isolierter Konstantendraht von bestimmter Dicke und Länge ist so auf Schiefer aufgewunden, daß die einzelnen Windungen einander nicht berühren. Darüber läßt sich an einer Führungsstange ein mit isoliertem Griff versehener Schieber nach rechts und links schieben, der federnd und sicher auf dem Widerstand schleift.



Die Enden des Drahtes sind mit den beiden auf dem Grundbrett rechts und links zu sehenden Klemmen in Verbindung.

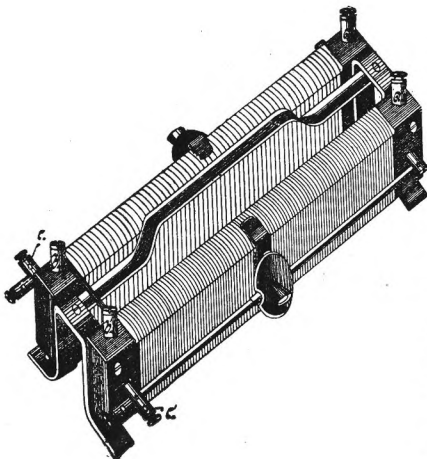


Mit dem Schieber ist die rechts oben befindliche Klemme durch die Führungsstange verbunden. Leitet man nun einen Starkstrom zu den erstgenannten Klemmen 1 und 2, so kann

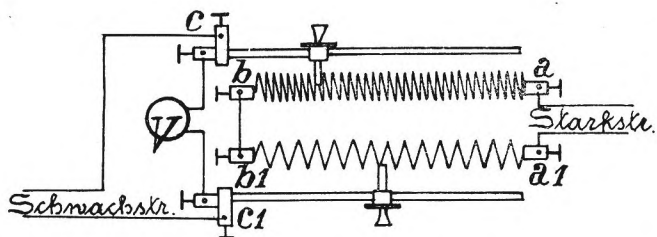
man von ihm je nach der Stellung des Schiebers einen stärkeren oder schwächeren Strom abnehmen. Will man den Strom nur wenig schwächen, so leitet man ihn bei 1 ein und bei 3 weg. Je nach der Schieberstellung ist dann mehr oder weniger Widerstand eingeschaltet.

Schiefergröße 200×50×20 mm		Schiefergröße 300×50×25 mm		Schiefergröße 300×60×35 mm	
Maximal- Belastung	Widerstand	Maximal- Belastung	Widerstand	Maximal- Belastung	Widerstand
0,3 Amp.	ca. 650 Ω	0,3 Amp.	ca. 1200 Ω	0,3 Amp.	ca. 1500 Ω
0,45 „	„ 420 „	0,45 „	„ 800 „	0,45 „	„ 1000 „
0,6 „	„ 230 „	0,6 „	„ 450 „	0,6 „	„ 600 „
1,— „	„ 150 „	1,— „	„ 300 „	1,— „	„ 360 „
1,2 „	„ 100 „	1,2 „	„ 220 „	1,2 „	„ 280 „
1,5 „	„ 65 „	1,5 „	„ 120 „	1,5 „	„ 150 „
2,— „	„ 35 „	2,— „	„ 70 „	2,— „	„ 90 „
3,— „	„ 24 „	3,— „	„ 45 „	3,— „	„ 55 „
4,— „	„ 16 „	4,— „	„ 28 „	4,— „	„ 36 „
5,— „	„ 8 „	5,— „	„ 15 „	5,— „	„ 18 „
7,— „	„ 5 „	7,— „	„ 8 „	7,— „	„ 10 „
10,— „	„ 2,5 „	10,— „	„ 4 „	10,— „	„ 5 „
15,— „	„ 1,— „	15,— „	„ 2 „	15,— „	„ 2,5 „
20,— „	„ 0,5 „	20,— „	„ 1 „	20,— „	„ 1,5 „

Nr. 261 a. **Präzisionsschieferwiderstand.** Er unterscheidet sich vom vorigen nur dadurch, daß die Führungsstange mit einer Skala versehen ist, so daß man die Stellung ablesen und immer wieder genau herstellen kann. Auch läßt sich der Widerstand eichen. Durch diese Einrichtung wird der Preis erhöht.



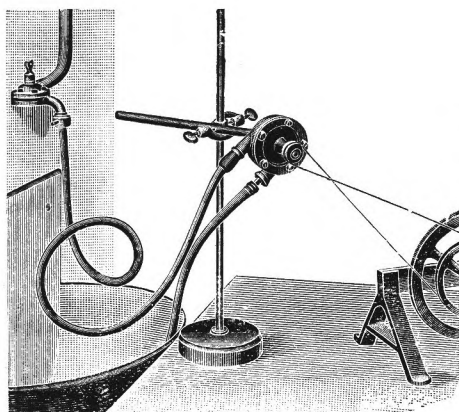
Nr. 262. **Universalschieferwiderstand.** Er besteht aus 2 Schieferleisten, deren eine mit dünnem, deren andere mit dickem Draht umwunden ist. Der Widerstand der ersteren ist zehnmal so groß wie der der letzteren. Jede ist mit einem eigenen Schieber versehen. Dadurch kann man den Gesamtwiderstand sowohl innerhalb sehr weiter Grenzen wie auch gleichzeitig mit großer Genauigkeit regulieren. Der eine Schieber dient sozusagen zur groben, der andere zur feinen Einstellung. Das Schema gibt die Schaltung an. Man führt den Starkstrom bei den Klemmen a a₁ ein. Den Schwachstrom nimmt man bei c c₁ ab. c u. c₁ sind Doppelklemmen, so daß man gleichzeitig ein Voltmeter V einschalten kann. Verbindet



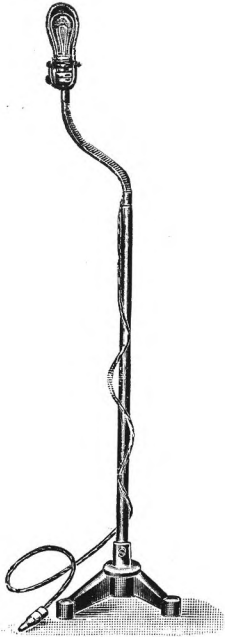
man b und b₁, so liegen die Apparate in einer Nebenleitung, löst man diese Verbindung, so geht der ganze Strom in die Schwachstromleitung und ist nur durch die zwischen den Schiebern und den Klemmen a, a₁

gelegenen Widerstände geschwächt. Man hat also dieselben zwei Schaltungsmöglichkeiten wie beim vorigen Instrument.

Schiefergröße 200×50×20 mm		Schiefergröße 300×50×25 mm		Schiefergröße 300×60×35 mm	
Maximal- Belastung	Widerstand	Maximal- Belastung	Widerstand	Maximal- Belastung	Widerstand
7 Amp.	ca. 5 Ω	7 Amp.	ca. 8 Ω	7 Amp.	ca. 10 Ω
20 "	0,5 "	20 "	1 "	20 "	1,5 "
5 "	8 "	5 "	15 "	5 "	18 "
15 "	1 "	15 "	2,0 "	15 "	2,5 "
3 "	24 "	3 "	45 "	3 "	55 "
10 "	2,5 "	10 "	4,0 "	10 "	5 "
1,5 "	65 "	1,5 "	120 "	1,5 "	150 "
7 "	5 "	7 "	8 "	7 "	10 "
1,2 "	100 "	1,2 "	220 "	1,2 "	280 "
5 "	8 "	5 "	15 "	5 "	18 "
1 "	150 "	1 "	300 "	1 "	360 "
4 "	16 "	4 "	28 "	4 "	36 "
0,6 "	230 "	0,6 "	450 "	0,6 "	600 "
3 "	24 "	3 "	45 "	3 "	55 "
0,45 "	420 "	0,45 "	800 "	0,45 "	950 "
2 "	35 "	2 "	70 "	2,00 "	90 "
0,3 "	650 "	0,3 "	1200 "	0,3 "	1500 "
1,5 "	65 "	1,5 "	120 "	1,5 "	150 "
0,3 "	650 "	0,3 "	1200 "	0,3 "	1500 "
3 "	24 "	3 "	45 "	3,0 "	55 "
0,3 "	650 "	0,3 "	1200 "	0,3 "	1500 "
5 "	8 "	5 "	15 "	5,0 "	18 "
0,45 "	420 "	0,45 "	800 "	0,45 "	950 "
5 "	8 "	5 "	15 "	5,0 "	18 "

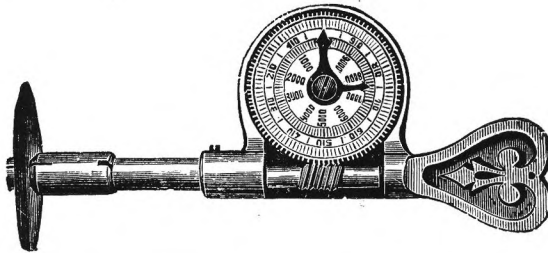


Nr. 264. Wassermotor. An den Hahn einer Wasserleitung anzuschließen. Er läßt sich z. B. zum Treiben von Kymographien verwenden und überhaupt dort, wo es keiner sehr großen Kraft und keiner sehr großen Konstanz bedarf. Übrigens dürfte seine Konstanz nicht hinter der der Elektromotore zurückstehen. Freilich wird dies von den lokalen Umständen des Wasserdruckes abhängen.

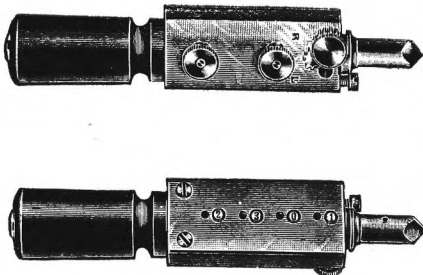


Nr. 263. **Allseitig verstellbare elektrische Lampe.**
 Aus dem 1 m hohen Stativ läßt sich ein Stab herausziehen und in beliebiger Höhe durch eine Schraube festklemmen. Er setzt sich in einen 1½ m langen, aus kleinen Ringgliedern zusammengesetzten und daher allseitig verstellbaren Arm fort, der an seinem Ende eine elektrische Lampe trägt. Derselbe ist so steif, daß er in jeder Lage die Lampe hält.

Der Apparat ist sehr bequem. Man kann die Lampe mit einem Griff in die Lage bringen, in der sie am besten ein Objekt beleuchtet, was man sonst oft nur mit vieler Mühe und mit Zuhilfenahme von Tischen, Kistchen, Stativen, Muffen etc. notdürftig erreicht.

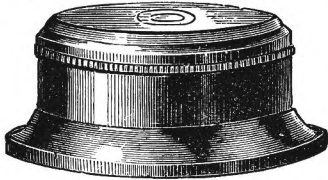


Nr. 265. **Tourenzähler, mit Ablesung der Tourenzahlen bis zu 10000 und mit Nullstellung.** Der größere Zeiger gibt die Einheiten, der kleinere die Hunderter an (ähnlich wie beim Hipp). Der kleinere Zeiger kann vor jeder Bestimmung in die Nullstellung gebracht werden. Das in der Figur nach links stehende Ende wird an die Axe (z. B. des Kreisels), dessen Tourenzahl man messen will, angelegt. Und zwar wird, wenn die Axe in der Mitte eine kleine Vertiefung hat, die dreikantige Spitze des Tourenzählers, wie sie an den beiden nächsten Figuren zu sehen ist, in die Vertiefung hineingedrückt. Wenn die Axe eine Spitze hat, so wird die beigefügte Hülse über das dreikantige Ende des Tourenzählers gesteckt, auf dem sie ganz sicher sitzt, und sodann das Instrument mit der anderen, freien Seite der Hülse an die Spitze der Axe angehalten (vgl. die Figur).

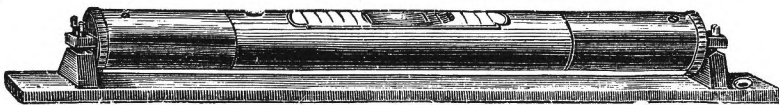


Nr. 265 a. **Derselbe, andere Konstruktion.** Die Tourenzahl bis 9999 ist hier sehr bequem durch die 4 Ziffern, welche hinter den kleinen Öffnungen zu sehen sind, abzulesen. Im Übrigen gilt alles oben Gesagte.

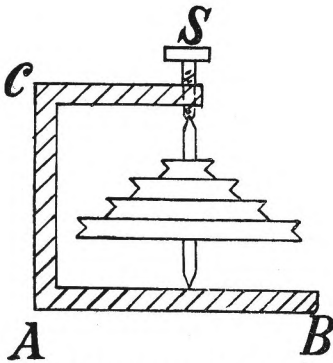
Nr. 265 b. **Tourenzähler, mit Glocke.** Das Instrument ist ähnlich konstruiert wie Nr. 265. Nur hat es bloß einen Zeiger, welcher an der Kreisteilung die Tourenzahlen bis 100 angibt. Dafür wird bei jeder hundertsten Umdrehung ähnlich wie bei Metronomen ein Glockenschlag ausgelöst. Man kann dann mit der Stoppuhr sehr bequem und genau die Tourenzahl bestimmen. Man setzt den Tourenzähler an, läßt ihn erst in Gang kommen, beginnt dann von einem beliebigen Glockenschlag an zu zählen, indem man gleichzeitig die Uhr stoppt, zählt z. B. bis zum 50. Schläge und stoppt beim letzten wieder die Uhr. Dies ergibt eine sehr genaue Bestimmung der Tourenzahl.



Nr. 266. **Dosenlibelle.**

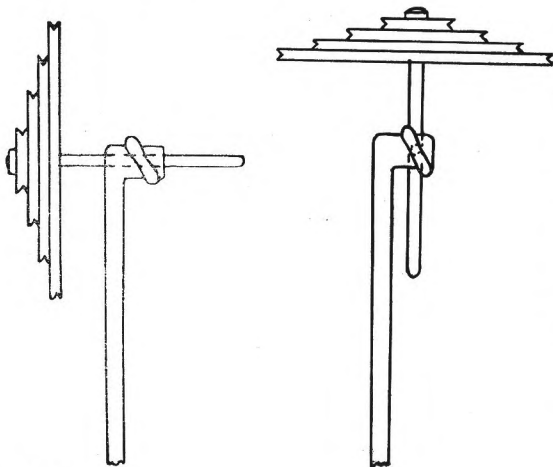


Nr. 266 a. **Korrektions-Wasserwaage.** Messingrohr, starke eiserne Sohle; die Parallelstellung des Rohres zum Grundbrett ist durch eine Schraube zu korrigieren.

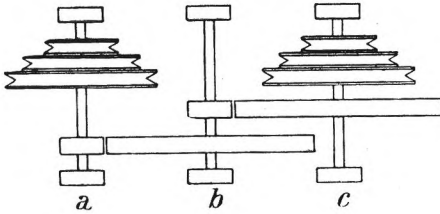


die Axe horizontal. Der Apparat ist so massiv, daß er nicht besonders befestigt werden muß, um sicher zu stehen.

Nr. 267. **Transmission, Stufenscheibe.** Eine Axe trägt mehrere Rollen von verschiedenem Durchmesser, dieselben sind aus Eisen, so daß die ganze Stufenscheibe eine beträchtliche Masse darstellt, welche durch ihre Trägheit eventuelle Unregelmäßigkeiten der Motorbewegung ausgleicht. Die Axe dreht sich in Spigen und läuft trotz des beträchtlichen Gewichtes der Eisenscheiben sehr leicht. Durch Lockern der Schraube S kann man sie herausnehmen, um die Schnur über die Rollen zu legen. Der ganze Apparat ruht entweder auf der Platte A B — dann steht die Axe vertikal, oder auf der Platte A C — dann steht

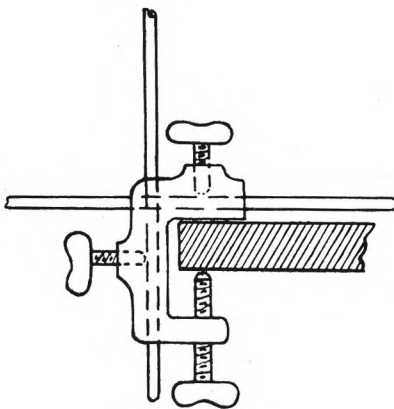
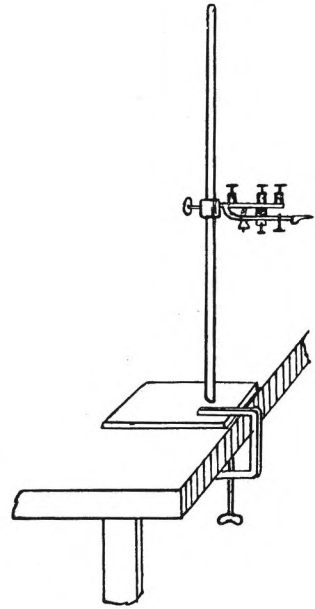


Nr. 268. **Dieselbe, leichter gebaut.** Die Axe wird nur einseitig gehalten, so daß man die Schnur ohne weiteres überlegen kann. Der Scheibe ist ein Stab beigegeben, in dessen Kopf die Axe sowohl horizontal wie auch vertikal befestigt werden kann. Der Stab selbst kann samt der Scheibe in beliebiger Höhe in einer Zwinde (vgl. Nr. 271) eingestellt werden.



Nr. 269. Dieselbe, mit Zahnradübersetzung und 2 Stufenscheiben. Bei einer Umdrehung der Axe c macht infolge einer Zahnradübersetzung b_{10} und a_{100} Umdrehungen.

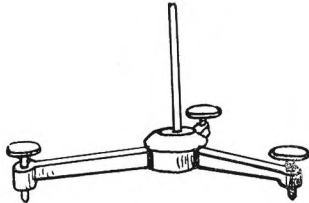
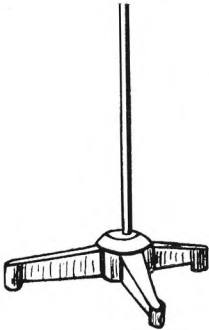
Nr. 270. Zwinde zum Befestigen von Apparaten, Stativen etc. am Rande des Tisches. Dies ist namentlich nötig bei Apparaten, die genau die gleiche Lage beibehalten müssen, wie z. B. der Fallhammer, oder von solchen, die Quecksilber enthalten, oder von solchen, die bewegt werden. Die Figur zeigt einen der letzteren, nämlich einen Lippenschlüssel, an einem Stativ befestigt (vgl. Nr. 204).



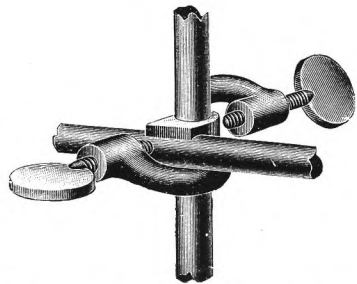
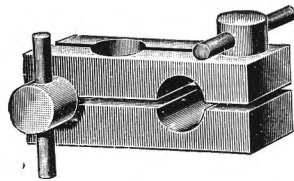
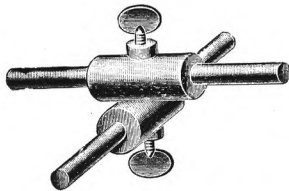
Nr. 271. Zwinde zum Befestigen von Stäben in horizontaler und vertikaler Richtung. Die Zwinde besitzt eine horizontale und eine vertikale Bohrung. Es kann gleichzeitig nur 1 Stab befestigt werden, der horizontale oder der vertikale. Die Zwinde eignet sich besonders für Stirnhalter, Beißbrettchen u. dgl.

Nr. 272. Einfache Stative. a) mit einer rechteckigen Grundplatte, Stange 12 mm dick, 70 cm oder 150 cm hoch. Die Figur zu Nr. 270 zeigt ein solches Stativ. Das höhere Stativ eignet sich besonders zum Halten von Schirmen, wie man sie bei optischen Versuchen oft benötigt. Es wird auf den Boden gestellt.

b) mit Dreifuß, um sicherer zu stehen.



c) mit Dreifuß und Stellschrauben

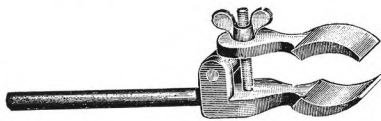


Nr. 273. Muffen. a) **Doppelmuffe**, um 2 Stäbe senkrecht zueinander zu verbinden, z. B. um die Klammern Nr. 274 auf einem Stativ zu befestigen.

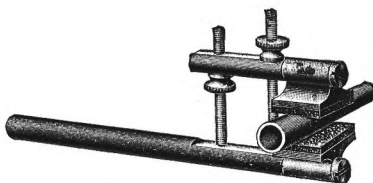


b) **Doppelmuffe**, die zweite Muffe drehbar, um 2 Stäbe in einem beliebigen Winkel miteinander zu verbinden, z. B. um eine Klammer schräg an einem Stativ befestigen zu können.

c) **allseitig verstellbare Muffe**, durch eine Schraube einzustellen. Durch Anziehen dieser einen Schraube kann man einen Stab in beliebiger Höhe und Neigung an einem andern Stabe (Stativ) befestigen.



Nr. 274. **Klammern**. a) mit runden oder winkligen Backen zum Halten von dicken Stäben, Rohren, des Telephons etc.



b) mit flachen Backen, zum Halten von Schirmen bei optischen Versuchen etc.

Bei der Bestellung von Stativen, Muffen und Klammern ist der Durchmesser und die Länge der gewünschten Stäbe anzugeben.

Inhalts-Verzeichnis.



I. Apparate für Zeitmessung und Registrierapparate.

Nr.	Chronoskope, Chronometer, Uhren.	Seite
1.	Chronoskop nach Hipp	5
2.	Chronometer d'Arsonval	6
3.	Chronoskop nach Ewald	6
4.	Vernier-Chronoskop nach Sanford	6
5.	Graphisches Chronometer nach Jaquet	9
6.	Stoppuhr	10
7.	Stoppuhr mit Taschenuhr verbunden	10
8.	Kontaktuhr	10
9.	Tachoskop	11
10.	Metronom	11
11.	Kontaktmetronom	11
	Kontrollinstrumente zum Hipp.	
	Vorbemerkung	11
12.	Kontrollhammer, Neukonstruktion	12
13.	Kontrollhammer, vereinfacht	13
14.	Kontrollvorrichtung zum Hipp nach Külpe	14
15.	Kontaktpendel	14
	Chronograph, Kymographion.	
	Vorbemerkung	15
17.	Chronograph nach Schumann	16
19.	Kymographion mit selbsttätiger Senkung	16
20.	Kymographion ohne selbsttätige Senkung	16
21.	Einfaches Kymographion ohne Uhrwerk	17
22.	Kymographion für endloses Papier	17
23.	Vorrichtung für beliebig lange Schleife	17
24.	Berufungsvorrichtung mit Petroleumbrenner	18
25.	Berufungsvorrichtung für Gas	18
26.	Fixiervorrichtung	18
27.	Glacépapier	18
	Schreibapparate zu Chronographen und Kymographien und Stative dazu.	
	Vorbemerkung	19
29.	Marey'scher Schreiber, 5 cm Kapseldurchmesser, Neukonstruktion	20
30.	Derselbe, 3 cm Kapseldurchmesser, Neukonstruktion	21
31.	Derselbe, 1 cm Kapseldurchmesser, Neukonstruktion	21
32.	Derselbe, vereinfacht	21
33.	Marey'sche Aufnahmekapseln	21
34.	Zwischenventil	22
35.	Elektromagnetischer Markierer nach Pfeil	22

Nr.	Seite
39. Elektromagnetische Stimmgabel mit einfachem Kontakt	22
40. Elektromagnetische Stimmgabel mit doppeltem Kontakt	22
40a. Einrichtung zur Luftübertragung	22
42. Kageanaars Chronoskop	22
43. Elektromagnet. Lamelle (Stromunterbrecher) nach Bernstein	23
45. Präzisionsstativ für Kymographien ohne Senkung nach Rupp	24
48. Präzisionsstativ für Kymographien mit Senkung nach Marey	24

II. Apparate zur Untersuchung des Raumsinnes der Augen.

49. Apparat für den Hering'schen Fallversuch	25
50. Isoskop nach Donders	25
51. Kantenapparat nach Hillebrand	26
52. Spiegelhaploskop nach Hering	27
53. Stereoskop nach Wiedert	28
54. Zeiß-Stereoskop mit wandernder Marke	28
55. Tropostereoskop nach Ludwig-Rupp	29
56. Einfacher Verant nach Gullstrand-Rohr	29
57. Doppel-Verant nach Gullstrand-Rohr	30
58. Apparat zur Bestimmung der Pupillendistanz	31
58a. Derselbe, mit Feinstellung der Lote durch Schrauben	31
59. Einfacher Augenabstandsmesser nach Zeiß	31
60. Kopfhalter	31
61. Stirnhalter	31
62. Stirn- und Kinnhalter	32
63. Einfacher Kopffixierer (Beißbrettchen)	32
64. Kopffixierer nach Hering	32
65. Kopffixierer nach Donders	33
66. Ophthalmotrop nach Knapp	33
67. Phaenophthalmotrop nach Donders	33
68. Apparat zur Demonstration der Lichtbrechung im Auge nach Hering	35
69. Distanzvariator nach Chaym	35
70. Modell zur Demonstration der Kurz- und Weitsichtigkeit	36

III. Apparate zur Untersuchung des Farbensinnes.

71. Kreiselscheiben, 12 Farbentöne, weiß und schwarz	37
72. Kreiselscheiben, weißes Barytpapier	37
73. Kreiselscheiben, tuchschwarz	37
74. Hinterlegescheiben für Kreisel	37
75. Schutzringe für Kreiselscheiben	37
76. Farbige und farblose Papiere	37
77. Weißes Barytpapier	37
78. Tuchschwarz	37
79. Scheibenmesser	38
80. Schablone zum Ausschneiden von Scheiben	38
81. Lochstanzen	38
82. Kreisteilung zum Ablesen der Sektoren nach Jacobsohn	39
83. Kreisteilung nach Révész	39
84. Milchglasplatte	39
85. Dunkeltonne	39
86. Irisblende	39
87. Diaphragma nach Aubert	39
88. Scheibenepiskotister mit Motor	40

Nr.	Seite
89. Dasselbe, ohne Motor	40
90. Zylinderepiskotister nach G. E. Müller	40
91. Dasselbe, ohne Motor	41
92. Einfacher Kreisel mit Handbetrieb, eigene Konstruktion	41
93. Zweifacher Kreisel mit Handbetrieb, eigene Konstruktion	41
94. Einfacher elektrischer Kreisel	41
95. Vierfacher Kreisel für Hand- oder Motorbetrieb	42
96. Variationskreisel nach Musil	42
97. Scheibe zur Bestimmung der Weißvalenz vor der Dunkeltonne	43
98. Polariphotometer nach Hering	44
99. Einfaches Photometer nach Bougner	44
100. Flimmerphotometer für Scheiben nach Schenk	45
101. Flimmerphotometer für Zylinder	45
102. Apparat zur Bestimmung der peripheren Helligkeit nach Hering	46
103. Adaptometer nach Nagel	46
104. Apparat für Simultankontrast nach Hering	47
105. Apparat zur Demonstration des Spiegelkontrastes nach Hering	47
106. Farbige Fenster zur Erzeugung farbiger Schatten nach Hering	48
107. Doppelter Nuancierungsapparat nach Hering	48
108. Müller'scher Aufsatz zum Nuancierungsapparat	50
109. Rupp'scher Aufsatz zum Nuancierungsapparat	50
110. Apparat zur Demonstration der Nachbilder nach Hering	51
111. Einfacher Spiegelfarbenmischapparat	51
112. Farbenmischapparat für farbige Gläser nach Hering	52
113. Spektralfarbenmischapparat nach Helmholtz, einfaches Modell	52
114. Spektralfarbenmischapparat nach Helmholtz, verbessert nach König	54
115. Großer Spektralfarbenmischapparat n. Helmholtz, verbessert n. König	54
116. Spektralfarbenmischapparat nach Asher	54
117. Apparat zur Diagnose der Farbenblindheit nach Hering	55
118. Farbgleichungsapparat nach Nagel	56
119. Anomaloskop nach Nagel, Modell I	58
120. Anomaloskop nach Nagel, Modell II	59
121. Wollproben nach Holmgren	59
122. Tafeln zur Diagnose der Farbenblindheit nach Nagel	59
123. Farbenswellenapparat	59
124. Elektrische Brille nach G. E. Müller	60
125. Fixierpunktvorrichtung nach Nagel	60
126. Heliumröhre zur Eichung eines Spektralapparates	60
127. Quecksilberlampe zur Eichung eines Spektralapparates	61
128. Platinring nach Winter zur Eichung eines Spektralapparates	61

IV. Apparate für akustische und phonetische Untersuchungen.

Vorbemerkung	61
129. Einzelne Stimmgabeln	63
130. Normal-a, 435 Schwingungen	64
131. Obertonserie nach Stumpf von 16 Stimmgabeln mit den Schwingungszahlen 50, 100, 150, 200 etc. bis 800	64
132. Obertonserie von 8 Stimmgabeln mit den Schwingungszahlen 100, 200 etc. bis 800	65
133. Intervallserie von 27 Gabeln nach Stumpf	65
134. Dreiklangserie von 23 Gabeln nach Stumpf	65
135. Einfache Dreiklangserie	65

Nr.	Seite
136. Serie von 8 Gabeln, die diatonische Tonleiter in musikalischer Stimmung gebend mit dem Grundton 400	66
136a. Serie von 8 Gabeln, die diatonische Tonleiter in natürlicher Stimmung gebend, mit dem Grundton 400	66
137. Serie von 13 Gabeln, die chromatische Tonleiter in musikalischer Stimmung gebend, mit dem Grundton 400	66
138. Kontinuierliche Stimmgabelreihe nach Edelmann	66
139. Baßbogen zum Anstreichen der Stimmgabeln	66
140. Hammer zum Anschlagen der Stimmgabeln	67
141. Gummikissen zum Aufschlagen der Stimmgabeln	67
142. Lippenpfeife aus Holz, aufklappbar	67
143. Lippenpfeife nach Hopkins mit Glasrohr	67
144. Doppelpfeife mit verstellbarem Stempel	67
145. Einfacher Dreiklangapparat, Lippenpfeifen	67
146. Saß sehr hoher Lippenpfeifen aus Blech	67
147. Galtonpfeifchen nach Edelmann, neueste Konstruktion	67
148. Zungenpfeife von 100 Schwingungen mit 7 Resonatoren, für die ersten 7 Obertöne	68
149. Zungenpfeife von 50 Schwingungen mit 15 Resonatoren für die ersten 15 Obertöne	68
150. Obertonapparat nach Appunn mit 16 Zungen	68
151. Obertonapparat nach Appunn mit 8 Zungen	69
152. Tonmesser nach Appunn mit 65 Zungen von $c^1=256$ bis $c^2=512$	69
153. Tonmesser nach Appunn mit 129 Zungen von $c^2=512$ bis $c^3=1024$	69
154. Dreiklangapparat nach Stumpf	69
155. Intervallapparat nach Stumpf	70
156. Saß von 7 röhrenförmigen Resonatoren, welche auf die 7 Obertöne des Tones 100 resonieren	70
157. Saß von 15 röhrenförmigen Resonatoren, welche auf die 15 Obertöne des Tones 50 resonieren	71
158. Saß von 7 kugelförmigen Resonatoren, welche auf die 7 Obertöne des Tones 100 resonieren	71
159. Saß von 15 kugelförmigen Resonatoren, welche auf die ersten 15 Obertöne des Tones 50 resonieren	71
160. Demonstrationsresonator	71
161. Derselbe, mit ausziehbarem Resonator	71
162. Kontinuierliche Resonatorenreihe nach König	71
163. Kontinuierliche Resonatorenreihe nach Schaefer	71
164. Vokalröhre	72
165. Flaschenorgel	72
166. Tonvariator nach Stern	73
167. Blasetisch	75
168. Luftpresse mit Reguliervorrichtung	75
169. Doppelluftpresse nach Whipple	76
170. Sirenscheiben	77
171. Schwungmaschine zur Sirene	80
172. Dichord nach Spearman	81
173. Interferenzapparat nach Nöremberg-Krüger	81
174. Tontabellen nach Stumpf und Schaefer	82
175. Schallpendel	82
176. Phonograph, Exzelsior	84
177. Phonograph, Edison Home Modell	84
178. Phonautograph mit Lichtschreibung (Vokalkurvenapparat) nach Samojloff	83

Nr.	Seite
179. Rotationsspiegelprisma nach Koenig	83
180. Phonautograph für Flammenschreibung nach Koenig	83
181. Phonautograph nach Rousselot	82
182. Kehltonschreiber nach Rousselot	83

V. Apparate zur Untersuchung der Haut- und der Kinaesthetischen Empfindungen.

Vorbemerkung über Aesthesiometer	85
183. Einfaches Haar-Aesthesiometer nach v. Frey	85
184. Schwellenwage nach v. Frey.	86
185. Doppel-Aesthesiometer nach Spearman	88
186. Doppel-Gewichtsaesthesiometer nach Rupp	88
187. Einfaches Gewichtsaesthesiometer nach Rupp	90
188. Elektroden zur elektrischen Hautreizung	90
189. Wärmetaster nach Miescher	90
190. Bewegungsmesser nach Goldscheider	90
191. Fedner'sche Gewichte	91
192. Apparat nach Laura Steffens	92
193. Charpentier'sche Gewichte	92
194. Ergograph nach Mosso	92
195. Derselbe, Handlagerung, modifiziert nach Dubois	93
196. Fühlstreckenapparat nach Schumann	93

VI. Apparate für Reaktionsversuche.

Vorbemerkung und Angabe von Schaltungen	95
a) Reizinstrumente.	
199. Optischer Reizapparat nach Roemer	98
200. Kartenwechsler nach Ach	98
200a. Kartenwechsler nach Paul Menzerath	99
200b. Reiseapparat f. psychologische Reaktions-Versuche n. Paul Menzerath	101
201. Schallschlüssel nach Catell	102
202. Relais zum Schallschlüssel nach Catell	103
203. Schallschlüssel nach Roemer	103
204. Lippenschlüssel nach Müller-Pilzcker	104
205. Schallhammer	104
206. Telephon	105
205a. Elektrische Schreibfeder nach Kraepelin	105
206a. Elektrischer Taster nach Ewald	105
b) Reaktionsinstrumente.	
207. Reaktionstaster	106
208. 10 facher Reaktionstaster	106
209. Gesamtanordnung für Reaktionsversuche	106

VII. Apparate zur Untersuchung des Gedächtnisses.

Vorbemerkung	107
210. Gedächtnisapparat nach Müller-Schumann	112
211. Gedächtnisapparat, vereinfacht, nach Mc. Dougall	113
212. Mnemometer nach Ranschburg	113
213. Gedächtnisapparat nach Wirth	115
214. Gedächtnisapparat nach Lipmann	118
215. Gedächtnisapparat, Eigenkonstruktion	121

Nr.	Seite
216. Gedächtnisapparat nach Hempel-Rupp	125
217. Trefferapparat nach Müller-Pilzecker	127
218. Trefferapparat nach Rupp	127
219. Silbenträger für simultane Exposition	127
220. Expositionsapparat für beliebig große Felder	128
221. Gesamtanordnung für Trefferversuche	128
222. Silbenreihen für Gedächtnisversuche nach Müller-Schumann	129

VIII. Tachistoscope.

Vorbemerkung	130
223. Tachistoskop nach Exner	133
224. Tachistoskop nach Erdmann-Dodge	134
225. Objektträger hierzu nach Erdmann-Dodge	136
226. Tachistoskop nach Schumann	136
226a. Fernrohr hierzu	138
227. Objektträger zum schnellen Wechseln der Objekte	138
228. Fallschirm zur Darbietung des Fixationspunktes	138
229. Tachistoskop nach Marbe	139

IX. Apparate zur Prüfung des Zeitsinnes.

230. Kontaktapparat (Zeitsinnapparat) nach Schumann	140
231. Kontaktvorrichtung hierzu für kurzdauernden Kontakt	144
232. Kontaktvorrichtung hierzu, für dauernde Öffnung oder für dauernde Schließung	144

X. Diverse Apparate.

233. Sphygmograph mit Luftübertragung, Eigenkonstruktion	144
234. Gestell mit Armlager zum Sphygmographen	146
235. Pneumograph	146
236. Cardiograph, Eigenkonstruktion	147

XI. Hilfsapparate.

237. Elektromagnetischer Rotationsapparat nach Helmholtz	147
238. Schwachstrommotor ohne Reguliervorrichtung	149
239. Kleinmotor für Starkstrom: Gleichstrom und Wechselstrom	149
240. Starkstrommotor, mit im Fuß eingebautem Anlasser und Regulierwiderstand und mit horizontaler Axe	149
241. Starkstrommotor mit vertikaler Axe	149
244. Kleines Schwachstromvoltmeter	149
245. Kleines Ampèremeter	150
246. Kleines Volt- und Ampèremeter	150
247. Anschlußapparat für Starkstromleitung	150
248. Stromschlüssel (Vorreiberschlüssel nach Du-Bois-Reymond (Trockenkontakt)	150
248a. Derselbe, ohne Zwinge	150
249. Taster	150
250. Stromschlüssel für Quecksilberkontakt nach Du-Bois-Reymond	150
250a. Derselbe, auf Brett ohne Eisensockel	151
250b. Derselbe, auf eine Zwinge aufgeschraubt	151
251. Derselbe, etwas vereinfacht	151
251a. Derselbe, auf einer Zwinge befestigt	151
252. Umschalter für Trockenkontakt	151

Nr.	Seite
252a. Derselbe, auf einer Zwinge befestigt	151
253. Derselbe, Schleifkontakt	151
253a. Derselbe, auf einer Zwinge befestigt	151
254. Schaltbrett für Stöpselkontakte	151
254a. Dasselbe, auf einer Zwinge befestigt	151
254b. Stöpselschalter mit 6 Stöpseln und 2 Stöpselklemmen	151
255. Schaltbrett für Quecksilberkontakt	152
255a. Dasselbe, auf einer Zwinge befestigt	152
255b. Dasselbe, auf Eisensockel	152
256. Klemmen	152
256a. Klemmen	152
257. Klemmen, auf einer isolierenden Platte mit Schraubzwinde	152
258. Stromwender (Kommutator) nach Rumkorff (Trockenkontakt)	152
259. Wippe (Stromwender, Kommutator) nach Pohl	153
259a. Dieselbe, mit Zwinge	154
259b. Dieselbe, auf Eisensockel	154
260. Wippe nach Ewald	154
261. Schieferwiderstand	154
261a. Präzisionsschieferwiderstand	155
262. Universalschieferwiderstand	155
263. Allseitig verstellbare elektrische Lampe	157
264. Wassermotor	156
265. Tourenzähler, mit Ablesung der Tourenzahlen bis zu 10000 und mit Nullstellung	157
265a. Derselbe, andere Konstruktion	157
265b. Tourenzähler mit Glocke	158
266. Dosenlibelle	158
266a. Korrekptions-Wasserwage	158
267. Transmission, Stufenscheibe	158
268. Dieselbe, leichter gebaut	158
269. Dieselbe, mit Zahnradübersetzung und 2 Stufenscheiben	159
270. Zwinde	159
271. Zwinde	159
272. Einfache Stative	159
273. Muffen	160
274. Klammern	160



