This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Digitized by Google

Phys 420.39

HARVARD COLLEGE

SCIENCE CENTER
LIBRARY

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Phys 420.39

ST. LOUIS 1904

DEUTSCHE UNTERRICHTS-AUSSTELLUNG

WISSENSCHAFTLICHE INSTRUMENTE

BERLIN
DRUCK VON W. BÜXENSTEIN
1904

Digitized by Google

Digitized by Google

Germany - Reichskommissar für die Weltausstellung in St. Louis

DEUTSCHE

UNTERRICHTS-AUSSTELLUNG

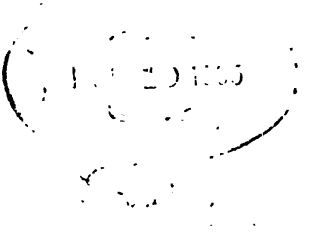
auf der Welt-Ausstellung in St. Louis 1904

Wissenschaftliche Instrumente

BERLIN 1904

Druck von W. Büxenstein

Digitized by Google



Digitized by Google

Nicht zum ersten Male beschickt Deutschland eine Weltausstellung in den Vereinigten Staaten mit einer Sammlung wissenschaftlicher Instrumente; schon in Chicago 1893 wurde das Rüstzeug einer großen Zahl mathematisch - naturwissenschaftlicher Fächer innerhalb der „Deutschen Universitäts-Ausstellung", nach einzelnen Disziplinen geordnet, vorgeführt.

Besonderes Gewicht legte man damals darauf, historisch interessante Apparate und Originalkonstruktionen solcher Instrumente zu zeigen, mit denen durch deutsche Gelehrte bedeutsame, zum Teil denkwürdige Fortschritte in den exakten Wissenschaften erzielt worden sind. Es genüge, aus der Physik an die Luftpumpe Otto von Guerickes, an die Instrumente von Gauß und Weber, an den Kirchhoffschen Spektralapparat, an Instrumente von Helmholtz zu erinnern. Unabhängig von diesem Teil der Universitäts-Ausstellung hatte die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik eine umfangreiche Vorführung wissenschaftlicher Instrumente veranstaltet, die beredtes Zeugnis ablegte für den Aufschwung, den die deutsche Präzisionsmechanik in den letzten Dezennien des vorigen Jahrhunderts genommen hatte.

Bei der Vorbereitung der jetzigen Ausstellung war man sich darüber klar, daß auf dem Gebiete der Physik und verwandter Disziplinen die Betonung des historischen Gesichtspunkts, um Wiederholungen des in Chicago Gezeigten zu vermeiden, diesmal nicht angebracht wäre. Auch wurde in unserer Gruppe darauf verzichtet, die im letzten Jahrzehnt in Deutschland erzielten wissenschaftlichen Fortschritte an der Hand der von den Forschern benutzten instrumentellen Hülfsmittel systematisch zu demonstrieren. Denn häufig werden die hier in Betracht kommenden Apparate zurzeit noch bei anderen Unter-

Digitized by Google

suchungen benutzt, oder sie sind zur Verwendung bei neuen Arbeiten inzwischen bereits abgeändert worden.

Es wurde deshalb beschlossen, die deutsche Präzisionsmechanik und Optik aufzufordern, innerhalb der Deutschen Unterrichts-Ausstellung die Hülfsmittel zu zeigen, die sie der Astronomie und Geodäsie, der Meteorologie, der reinen und angewandten Physik zur Verfügung stellt, wobei man besonderes Gewicht auf die *Vorführung von feineren Messinstrumenten* legte.

Wenngleich zahlreiche Werkstätten dieser Aufforderung mit anerkennenswerter Bereitwilligkeit nachgekommen sind, so liegt es andererseits in der Natur der Sache, daß sich ein lückenloses Bild nicht bieten läßt. Bei weitem nicht alle hervorragenden Werkstätten sind vertreten, und das Gebotene gibt auch nicht immer eine richtige Vorstellung von der Vielseitigkeit der Leistungen einer Werkstätte. Gerade die kostbarsten Erzeugnisse der Präzisionsmechanik und Optik, die nur auf Bestellung angefertigt werden, stehen in den seltensten Fällen für Ausstellungszwecke zur Verfügung. Sie sind für die beteiligten wissenschaftlichen Institute meist auf so lange Zeit nicht entbehrlich; auch unterliegt der Transport der subtilen Apparate, zumal auf weite Entfernungen, gewichtigen Bedenken. Wenn trotzdem eine große Reihe der schönsten Instrumente in St. Louis gezeigt werden kann, so ist dies nur durch die weitgehende Unterstützung der Reichs- und Staatsbehörden möglich geworden.

Die Gruppe „Wissenschaftliche Instrumente“ ist (von einem Eingangsraum abgesehen, auf den wir noch zurückkommen) auf vier mit A bis D bezeichnete Räume verteilt und zwar enthält im wesentlichen der Raum

A. Astronomische und geodätische Instrumente; Wagen; Apparate zur Längenmessung;
B. Optische Instrumente;
C. Elektrische Apparate;
D. Thermometrische und meteorologische Instrumente; wissenschaftliche Glasapparate.

Digitized by Google

Es möge nun ein Überblick über die Vorführungen in den einzelnen Räumen Gelegenheit bieten, auf die wichtigsten Fortschritte hinzuweisen, die etwa seit der Chicagoer Ausstellung auf dem in Betracht kommenden Gebiet in Deutschland erzielt worden sind. Notwendigerweise müssen hierbei in einzelnen Fällen auch solche Erzeugnisse Erwähnung finden, die gar nicht oder nur im Bilde gezeigt werden können; andererseits ist es nicht möglich, alles Bemerkenswerte in dieser Übersicht zu streifen; manche hier nicht hervorgehobene interessante Neukonstruktionen oder Verbesserungen in Einzelheiten wird der Fachmann erst bei der Durchsicht des Katalogs selbst gewahr werden.

A. Astronomische und geodätische Instrumente; Wagen; Apparate zur Längenmessung.

Astronomische Instrumente. Auf dem Gebiet des astronomischen Instrumentenbaus ist in erster Linie die 1899 erfolgte Fertigstellung des nach den Plänen von H. C. Vogel erbauten Doppelrefraktors für das Kgl. Preußische Astrophysikalische Observatorium in Potsdam zu nennen. Eine wohlgelungene Photographie gibt dem Ausstellungsbesucher eine gute Vorstellung von dem Instrument, dessen beide Objektive von 80 und 50 *cm* Durchmesser aus dem Glaswerk von Schott & Gen. (Jena) hervorgingen und von der Firma C. A. Steinheil Söhne (München) geschliffen worden sind.

Es gelang hierbei zum erstenmal, exakt zu beweisen, daß bei Objektiven von diesen Dimensionen die sorgfältigste Herstellung der von der Theorie geforderten sphärischen Flächen nicht genügt, um die Aberrationen zu einem Minimum zu machen, sondern daß eine *nach wissenschaftlichen Grundsätzen gehandhabte Retusche* notwendig ist; auf die Grundlage dieses Verfahrens kommen wir bei Besprechung der optischen Instrumente noch eingehender zurück.

Die mechanischen Teile des Refraktors fertigte die Firma A. Repsold & Söhne (Hamburg) in bewährter Vollkommenheit. Eine von J. Hartmann aufgenommene schöne Photo-

Digitized by Google

graphie des Orion-Nebels wird als Probe für die Leistungsfähigkeit des Instruments das Interesse des Fachmanns erregen. In kleineren Dimensionen, jedoch genau nach dem Muster des Potsdamer Instruments, wurde, gleichfalls im Jahre 1899, von denselben Werkstätten ein Refraktor für die Sternwarte in Bonn ausgeführt.

Von *Photometern* für den astronomischen Gebrauch sei auf ein in der Werkstatt von Toepfer & Sohn gefertigtes *Keilphotometer* zur Beobachtung hellerer Sterne aufmerksam gemacht, das nach dem Vorschlag von Müller und Kempf nach Art des *équatorial coudé* montiert ist; die gleiche Werkstätte zeigt ferner ein *Mikrophotometer* nach Hartmann zur Messung der Flächenhelligkeit sehr kleiner Gebiete von leuchtenden Flächen, das außerdem bei Untersuchungen über die Empfindlichkeit photographischer Platten vielfach Anwendung gefunden hat.

Instrumente der Astrometrie und Geodäsie. Das wichtigste Instrument der Astrometrie, der Meridiankreis, wird von der Firma Bamberg vorgeführt. Ein Passageinstrument derselben Werkstätte, ebenso wie der Meridiankreis zur Herabminderung der persönlichen Fehler des Beobachters mit dem Repsoldschen Registriermikrometer versehen, stellt den Typus der hauptsächlich im Kgl. Preußischen Geodätischen Institut zu Potsdam ausgebildeten und für astronomische Zeitbestimmungen benutzten Durchgangsinstrumente dar. Die Sammlung der übrigen Instrumente, sowohl für feinere astronomisch-geodätische Messungen aus den Werkstätten von Bamberg, Tesdorpf und Wanschaff als auch für die Zwecke der niederen Geodäsie (Rosenberg, Tesdorpf), ist weit davon entfernt, auf Vollständigkeit Anspruch zu erheben; gerade in diesem Zweige der Präzisionsmechanik ist ja in Deutschland eine große Zahl bekannter Werkstätten vorhanden, von denen nur einige die Erzeugnisse ihrer Kunst ausstellen. Von hierher gehörigen Instrumenten sei die Zenitkamera nach Schnauder genannt, die zur Bestimmung von Zeit und geographischer Breite sich der Hülfe der Photographie bedient und namentlich auf Reisen die Gewinnung recht genauer Resultate auch durch ungeübtere Beobachter ermöglicht.

Digitized by Google

Von großer Wichtigkeit, ganz besonders für die Geodäsie und Astronomie, verspricht ein neues Messungsprinzip von sehr vielseitiger Anwendbarkeit zu werden, das der von Pulfrich herrührenden Konstruktion des *Stereokomparators* der Zeißschen Werkstätte zugrunde liegt. Es wird nämlich das stereoskopische Beobachtungs- und Meßverfahren benutzt, um die Raumverteilung entfernter Objekte zu bestimmen, ihre Größe zu messen, bezw. Objekte — z. B. Sternaufnahmen derselben Himmelsgegend, die zu verschiedenen Zeiten gemacht sind — miteinander in betreff etwaiger Verschiedenheiten zu vergleichen. Diese Messungsart ergibt zunächst eine außerordentliche Ersparnis an Zeit im Vergleich zu den bisher üblichen Meßmethoden; ferner erzielt man eine wesentliche Erhöhung der Genauigkeit besonders dann, wenn die Messungsobjekte nicht scharf definiert sind. In der Geodäsie und Astronomie wurde der Stereokomparator bereits mit größtem Erfolge angewandt. Besonders sei hervorgehoben, daß bei topographisch-photogrammetrischen Aufnahmen seine Anwendung ausgezeichnete Resultate ergeben hat. Aber auch eine große Reihe von Aufgaben aus dem Gebiete der Längenmessung (wie z. B. die schnelle Vergleichung von Teilungen), der Meteorologie (Messung von Wolkenhöhen) sowie aus verschiedenen anderen Gebieten wird durch diese in den letzten Jahren ausgearbeitete Meßmethode erhebliche Förderung erfahren. Bezüglich anderer, das Prinzip des stereoskopischen Sehens benutzender Instrumente wird auf die optische Abteilung verwiesen.

Geophysikalische Instrumente. Für die Bestimmung der Größe der Schwerkraft ist der *Pendelapparat* mit invariablen Pendeln in der von v. Sterneck in Wien zuerst angewandten Form zur relativen Messung der Schwerkraft an verschiedenen Orten von größter Bedeutung. Neuerdings ist dieser Apparat dahin vervollkommnet worden, daß mehrere Pendel zugleich, im Vakuum schwingend, in der ganzen Zwischenzeit zwischen den beiden auf astronomischem Wege zu machenden Zeitbestimmungen bequem beobachtet werden können, sodaß der Gang der Uhr eliminiert wird. Ein nach den Angaben von

Digitized by Google

Helmert erbauter Apparat dieser Art, bei dem vier Viertelsekunden-Pendel im Vakuum schwingen, wird von Fechner gezeigt. Die Abnahme der Schwingungsamplituden ist so gering, daß jedes Pendel bei einmaligem Anstoß sich bequem acht Stunden lang beobachten läßt.

Für *Schwerkraft-Bestimmungen auf dem Meere* nach der Methode der Vergleichung von Quecksilberbarometern und Siedethermometern haben die gebräuchlichen *Seebarometer* durch Hecker eine Verbesserung erfahren, welche symmetrische Bewegung des Quecksilbers in der Barometerröhre bei Bewegungen des Schiffes anstrebt. Ein solches Barometer nach Hecker, für visuelle Ablesung, wird von Fueß zur Ausstellung gebracht; dagegen konnte ein Barometer mit kontinuierlicher photographischer Registrierung der Quecksilberkuppe, das ebenfalls benutzt wird, nicht gezeigt werden.

Durch die wichtigen Fortschritte der Thermometrie, namentlich infolge der Einführung des Jenaer Borosilikat-Glases 59^{III}, hat das *Siedethermometer* zur Ermittelung des Luftdrucks erheblich an Bedeutung gewonnen, so für wissenschaftliche Reisen zur Kontrolle von Aneroidbarometern, zu barometrischen Höhenmessungen u. s. w. Zwei solche Instrumente sind (ebenso wie das Seebarometer) im Raum D ausgestellt.

Vermehrte Aufmerksamkeit hat man in den letzten Jahren in Deutschland einem Spezialgebiet der Geophysik, der *Seismologie,* zugewandt. Unter den hierher gehörigen Instrumenten ist zunächst das *Horizontalpendel* zu nennen. Die beiden ausgestellten Instrumente dieser Art sind aus der von v. Rebeur-Paschwitz erdachten Konstruktion mit Aufhängung der Pendel auf Spitzen hervorgegangen. Das eine ist ein vollständiges Instrument mit Registriereinrichtung nach Ehlert (aus der Werkstätte von Bosch) und hauptsächlich für Erdbebenbeobachtungen bestimmt, das andere ein *Modell* eines Horizontalpendels nach Hecker.

Ein neues Seismometer von außerordentlicher Empfindlichkeit ist das astatische Pendelseismometer nach Wiechert. Die eigentliche Pendelmasse bildet ein aus eisernen Platten zusammengesetztes Gewicht von 1000 *kg*, das unten mittels

Digitized by Google

eines kardanischen Federgehänges aufgehängt ist. Der obere Teil des Gewichtes, sowie der ganze Registriermechanismus, werden durch die Werkstätte von Bartels vorgeführt. Die Schreibfedern des Instrumentes verzeichnen die Bewegungen des Bodens in etwa 200-facher Vergrößerung auf berußtem Papier.

Von *nautischen Instrumenten* sind nur zwei, beides aber neue und interessante Konstruktionen, zu erwähnen, deren Prinzip im Katalog ausführlich erklärt wird: der *Hochseepegel* von Mensing und die *Kompass-Übertragung* von Siemens & Halske.

Wagen; Apparate zur Längenmessung u. s. w. Die Herstellung von *Wagen* aller Art beschäftigt eine große Reihe deutscher Werkstätten, von denen einige in unserer Gruppe vertreten sind (Bekel, Brunnée, Bunge, Hasemann, Schopper, Spoerhase, Stückrath). Vor allem ist hier die von der Kaiserlichen Normal-Eichungs-Kommission in Charlottenburg, der obersten deutschen Behörde für das Maß- und Gewichtswesen, ausgestellte Präzisionswage für 20 *kg* Belastung zu nennen (Stadthagen). Das von Stückrath gefertigte Instrument erlaubt, eine Masse von 20 *kg* auf 1 *mg*, also bis auf $^1/_{20000000}$ genau zu bestimmen.

Der neue große *Komparator* der genannten Behörde (Weinstein und Kösters), der zur Vergleichung von Stücken von ein, zwei und vier Meter Länge dient und dessen mechanische Ausführung von Heele in Berlin herrührt, kann nur im Bilde vorgeführt werden (vgl. den Anhang des Katalogs). Zur Fortbewegung und Vertauschung der Tröge, in denen die zu vergleichenden Maßstäbe ruhen, werden maschinentechnische Prinzipien benutzt. Die Vergleichung selbst kann ohne Zutun eines Beobachters auf photographischem Wege erfolgen. Den Abbildungen des Komparator-Raumes reiht sich eine Anzahl weiterer Photographien an, die dazu dienen sollen, die hauptsächlichen Arbeitsgebiete der Normal-Eichungs-Kommission zu illustrieren.

Außer Wagen sind einige größere metrologische Instrumente ausgestellt: ein im Besitz der Normal-Eichungs-Kommission

Digitized by Google

befindlicher *Dickenmesser* und zwei für das Physikalische Institut der neugegründeten Technischen Hochschule in Danzig bestimmte Präzisionsinstrumente, ein *Kathetometer* von Heele und eine *Teilmaschine* von Sommer & Runge. Ferner sei noch des Modells einer Rieflerschen Präzisionsuhr mit Nickelstahl-Pendel gedacht, deren Original in der von dem *Naval Observatory* zu Washington veranstalteten Vorführung zu sehen sein wird.

Der Ausstellung der im Vorstehenden besprochenen rein wissenschaftlichen Instrumente reihen sich einige Kollektionen von *Zeicheninstrumenten* an, deren Herstellung in Deutschland einen großen Umfang angenommen hat (Riefler, Schönner), von feineren *Messwerkzeugen* für metrisches Maß (Bieling, Hommel), ferner eine Type von Rechenmaschinen (Burkhardt) nebst Photographien der Rechenmaschinen von Leibniz aus den Jahren 1640—1672 und derjenigen des Pfarrers Hahn, die in der Zeit von 1770—1776 konstruiert wurde.

Wir wollen die Übersicht über das in diesem Raum Gebotene nicht schließen, ohne der darin aufgehängten interessanten Himmelsphotographien von Max Wolf in Heidelberg zu gedenken.

B. Optische Instrumente.

Photometrische Apparate. Den bedeutenden Fortschritten der Beleuchtungstechnik in den letzten Dezennien entsprechend, haben auch die Methoden der Photometrierung Vervollkommnung erfahren. Die Arbeiten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg (Lummer, Brodhun, Liebenthal), welche die Verbesserung der *Photometerbank* und der *Photometeraufsätze,* sowie die in Deutschland übliche *Lichteinheit* (Hefnerkerze) zum Gegenstand hatten, kommen in den von Schmidt & Haensch und Krüß ausgestellten Gegenständen zum Teil zur Darstellung. Die Mannigfaltigkeit der Lichtquellen machte die Konstruktion einfacher Vorrichtungen nötig, um die Lichtstärken in verschiedenen Ausstrahlungs-Richtungen und die mittlere räumliche Licht-

Digitized by Google

stärke oder den Lichtfluß durch eine oder wenige Messungen zu bestimmen. Die in der Reichsanstalt übliche Methode zur Photometrierung unter verschiedenen Winkeln konnte nur in der Photographie (vgl. den Anhang) vorgeführt werden; dagegen ist ein neuerer Apparat von Krüß zur Bestimmung der Flächenhelle ausgestellt.

Optisches Glas. Einen Teil ihrer Vervollkommnung haben die optischen Apparate den Arbeiten des Jenaer Glaswerks Schott & Gen. zu danken, welches seine Erzeugnisse auf diesem Gebiet vorführt. Die von der Firma hergestellten neueren Glassorten führten zur Konstruktion der Zeißschen apochromatischen Objektive, welche bei Mikroskopen und Fernrohren eine wesentlich vollkommenere Strahlenvereinigung ermöglichen, als früher erreicht werden konnte. Inzwischen hat man auch über diese Glasarten genügende Erfahrungen gesammelt und ist sicher, daß die neueren, zur Verwendung gelangenden Sorten den alten Glasarten an Haltbarkeit nicht nachstehen.

Vor kurzem ist es dem genannten Glaswerk gelungen, Glasarten herzustellen, die im Vergleich zu den älteren hervorragend durchlässig für *ultraviolettes* Licht sind; bisher war man bekanntlich für derartige Zwecke auf die Verwendung von Quarz und Flußspat angewiesen. In vielen Fällen dürfte dieser neue Erfolg des Jenaer Glaswerks von großer Wichtigkeit sein; es sei nur erwähnt, daß photographische Aufnahmen des Himmels mit Objektiven aus den neuen „ultraviolett-durchlässigen" Glassorten bei gleicher Expositionszeit sehr viel mehr Sterne und feinere Details zeigen, als solche mit Objektiven der bisher bekannten Glasarten. Auch auf die Ausstellung farbiger Gläser, die nur Licht von eng begrenzten Spektralbezirken durchlassen, sei hier hingewesen.

Prüfungsmethoden für Objektive. Einen bemerkenswerten Fortschritt machte die deutsche Optik durch die Einführung neuer exakter Methoden zur Prüfung von Objektiven. Bisher bestand der einzige Maßstab für die Beurteilung der Güte eines Objektivs in der Vergleichung mit den Leistungen anderer ähnlicher Instrumente. So wurde z. B. bei der Be-

Digitized by Google

stellung des 36-zölligen Objektivs für die Lick-Sternwarte auf das 26-zöllige Instrument des *Naval Observatory* in Washington Bezug genommen.

Durch das Verfahren der *extrafokalen* Messungen, welches J. Hartmann in Potsdam im Jahre 1899 einführte, ist jetzt eine scharfe Bestimmung der Eigenschaften von Linsen und Spiegeln sowie zusammengesetzten optischen Apparaten ermöglicht. Als erstes Resultat dieser Prüfungsmethode ergab sich die schon oben erwähnte Tatsache, daß es namentlich bei sehr großen Linsen nicht genügt, ihnen die theoretisch richtige Form zu geben, welche mit Hülfe von Probegläsern sehr genau kontrolliert werden kann, sondern daß es notwendig ist, nachträglich noch einen, wohl wegen der Inhomogenität des Glases bleibenden Rest von Zonenfehlern durch *Retusche* zu beseitigen. Dieses Retuschieren, welches bisher eine persönliche Kunst weniger Optiker war, hat dadurch eine wissenschaftliche Grundlage erhalten. Insbesondere die Firma C. A. Steinheil Söhne (München) hat großen Fleiß auf die Ausbildung dieses wissenschaftlichen Verfahrens verwendet, sodaß diese jetzt Objektive der höchsten Vollendung herzustellen vermag. Als Beweis hierfür möge die im Raume A ausgestellte Kurventafel dienen, welche die Zonenfehler des 80 *cm*-Objektivs des Astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam *vor* und *nach* der durch Steinheil ausgeführten Retusche zeigt.

Während die Untersuchung größerer Fernrohrobjektive stets in der definitiven Montierung ausgeführt werden kann, wird dieselbe bei kleineren, namentlich photographischen Objektiven bequemer auf einer besonderen *optischen Bank* vorgenommen. Eine derartige, von den bisher gebräuchlichen Formen wesentlich abweichende Bank, die von Toepfer & Sohn nach Hartmanns Angaben gebaut wurde, ist ausgestellt. Während bei der früheren Form das von dem zu untersuchenden Objektiv entworfene Bild eines entweder auf der Bank selbst oder aber „sehr entfernt" aufgestellten Prüfungsobjektes mit einer Lupe oder einem Mikroskop beobachtet wurde, ist bei der neuen Anordnung der Strahlengang umgekehrt: das Prüfungsobjekt, eine feine Öffnung oder ein

Digitized by Google

Liniensystem, wird nahe in den Brennpunkt des zu prüfenden Objektivs gebracht, und das Bild wird durch ein teleskopisches System beobachtet. Hierdurch wird der Vorteil erreicht, daß einerseits jedes Objektiv genau für diejenige Objektdistanz, auch wenn dieselbe unendlich ist, geprüft werden kann, für welche es konstruiert wurde, ohne daß hierzu eine sehr lange Standlinie notwendig wäre; andererseits werden dadurch, daß das Objektiv des Beobachtungsfernrohrs größere Brennweite hat als das untersuchte Objektiv, alle Aberrationen (im Verhältnis der Quadrate der Brennweiten) vergrößert und können daher sehr genau gemessen werden.

Stereoskopische Instrumente. Bemerkenswerte Fortschritte hat die Zeißsche Werkstätte durch die Verwendung der Theorie des stereoskopischen Sehens und durch den Ausbau des Helmholtzschen Telestereoskops im letzten Jahrzehnt gemacht. Auf die Bedeutung des *Stereokomparators,* der jüngsten Konstruktion auf diesem Gebiet, wurde bereits hingewiesen. Die *Fernrohre,* welche unter Benutzung bildumkehrender Prismen eine erhöhte stereoskopische Wirkung aufweisen (Prismen-, Relief-Fernrohre), haben schon eine weite Verbreitung erlangt. Sie sind ebenso wie der interessante stereoskopische *Entfernungsmesser* in dem optischen Raum enthalten.

Das Studium der *Interferenzerscheinungen* hat eine Reihe von Fortschritten gezeitigt, welche großenteils durch die Existenz lichtstarker Spektrallampen, insbesondere der Aronsschen Quecksilber-Bogenlampe in ihren verschiedenen Gestalten, ermöglicht worden sind. Wir erwähnen nur das von Schmidt & Haensch ausgestellte *Interferenzspektroskop* nach Lummer und Gehrcke. Dieser Apparat benutzt die Interferenz des wiederholt innerhalb einer planparallelen Platte reflektierten Lichtes zur Analysierung der feinsten Einzelheiten von Spektrallinien.

Auf dem Gebiete der *Polarimetrie* sind wichtige Erfindungen nicht zu verzeichnen. Die Ausstellung zeigt aber (Peters, Schmidt & Haensch), daß die Instrumententechnik auch auf diesem Gebiete nicht stillgestanden hat. Daß die Polarimeter jetzt streng nach wissenschaftlichen Grundsätzen gebaut werden,

Digitized by Google

ist wesentlich ein Erfolg der Arbeiten Lippichs in Prag, des Erfinders des weitverbreiteten, nach ihm benannten Halbprismen-Polarisators, welcher an den meisten der ausgestellten Apparate angebracht ist. Durch den Ausbau der Methoden zur Untersuchung der Quarze hat die Reichsanstalt viel zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der saccharimetrischen Bestimmungen beigetragen (Brodhun, Gumlich, Schönrock).

Auf dem Gebiete der *Mikroskopie* erwähnen wir neben Mikroskopen für die verschiedensten Zwecke (Brunnée, Fueß, Leitz, Toepfer, Zeiß) und mikroskopischen Präparaten (vor allem die einzigartige Möllersche Sammlung von Diatomaceen-Typen) die hochinteressanten Versuche, welche Siedentopf und Zsigmondy zur Sichtbarmachung ultramikroskopischer Teilchen geführt haben. Der von Zeiß ausgestellte Apparat zeigt dem Auge des Beobachters mit Hülfe eigenartiger Beleuchtung Körperchen, welche wegen ihrer außerordentlichen Kleinheit mit den vordem bekannten Methoden nicht sichtbar gemacht werden konnten.

Wegen der ausgestellten *Spektralapparate,* der *optischen Messinstrumente* sowie der *Präparate aus Kalkspat u. s. w.* (Halle) sei auf den Katalog selbst verwiesen, ferner auch wegen der schönen Hauswaldtschen Photographien und seines Atlas der Interferenzfiguren von Kristallen in polarisiertem Licht.

Nicht unerwähnt darf bleiben, daß die zahlreichen und umfangreichen Arbeiten, welche der Untersuchung der *Strahlung* galten, sich auch zum Teil auf optischem Gebiete bewegt haben und der Optik zugute gekommen sind. Die Ausstellung zeigt einige *schwarze Körper,* welche zu diesen Arbeiten dienten. Das ausgestellte Spektralphotometer nach Angabe von Lummer und Brodhun, der rotierende Sektor und das Flächenbolometer bilden einen Teil der Versuchsanordnung bei den in der Reichsanstalt von Lummer und Pringsheim ausgeführten Arbeiten. Ein *optisches Pyrometer,* das ebenfalls den Arbeiten über Strahlung seine Entstehung verdankt (Holborn und Kurlbaum), finden wir in einer neuen interessanten Verwendungsart unter den von der Reichsanstalt ausgestellten elektrischen Meßinstrumenten wieder.

Digitized by Google

Projektionsapparate, diese unentbehrlichen Hülfsmittel des modernen Unterrichts, sind durch einige kleinere Apparate aus der Werkstätte von Schmidt & Haensch, dann aber vor allem durch die beiden großen in dem Hörsaal aufgestellten Apparate, das *Epidiaskop* von Zeiß und den von C. P. Goerz, A.-G. in Friedenau bei Berlin ausgeführten *Dreifarben-Projektionsapparat* nach Miethe, vertreten, deren Leistungen zu beurteilen dem Ausstellungsbesucher Gelegenheit geboten werden wird.

C. Elektrische Apparate.

In dem Raum C wird die Ausrüstung physikalischer und elektrotechnischer Laboratorien mit den wichtigsten elektrischen und magnetischen Meßinstrumenten zur Darstellung gebracht. Gegenstände von rein technischem Interesse, wie z. B. Elektrizitätszähler, Schaltbrettinstrumente gewöhnlicher Art u. s. w., sind, als außerhalb des Rahmens der ganzen Veranstaltung liegend, nicht berücksichtigt worden.

Um die Verwendungsart besser hervortreten zu lassen, sind in einer Reihe von Vitrinen die Instrumente mit den zugehörigen Hülfsapparaten zu *Messanordnungen* gruppiert.

Die Spiegelinstrumente sind auf zwei Konsolen aufgestellt, während die übrigen Instrumente teils in Schränken untergebracht, teils an zwei Schaltbrettern aufgehängt sind.

Apparate für Gleichstrom. Unter diesen sind zunächst diejenigen hervorzuheben, welche die grundlegenden Gleichstrom-Messungen zum Gegenstand haben und die Arbeiten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt auf diesem Gebiet widerspiegeln. Eine wichtige Anregung hat hier bekanntlich Ed. Weston in Newark, N.-J., gegeben: Zu ihren Untersuchungen über manganhaltige Legierungen, die zur Verwendung des Manganins für elektrische Präzisionswiderstände führten, wurde die Reichsanstalt (Feußner und Lindeck) durch ein von Weston genommenes Patent veranlaßt. Die zahlreichen aus diesem Institut hervorgegangenen Arbeiten über die Konstruktion und Konstanz von Normalwiderständen aus Manganin und die Methoden zu ihrer genauesten Messung,

Digitized by Google

namentlich auch von sehr kleinen Widerständen (Dießelhorst, Feußner, Jaeger, Lindeck), haben dahin geführt, daß die in der Reichsanstalt ausgearbeiteten Apparate und Meßmethoden auch außerhalb Deutschlands, nicht zum wenigsten in den Vereinigten Staaten, vielfach im Gebrauch sind. Die hierher gehörigen Apparate werden hauptsächlich von O. Wolff gezeigt.

Einen weiteren großen Dienst hat Weston der elektrischen Meßtechnik durch Erfindung des nach ihm benannten *Normalelements* geleistet. Dies dem Clark-Element analog zusammengesetzte Westonsche Kadmium-Element ist in der Reichsanstalt nach allen Richtungen hin aufs eingehendste studiert worden (Jaeger, Kahle, Lindeck, Wachsmuth), und erst auf Grund dieser Arbeiten gewann die Verwendung des Elements, von Deutschland aus, in den letzten Jahren immer mehr Verbreitung, sodaß es binnen kurzem das Clark-Element — wenigstens im praktischen Gebrauch — verdrängt haben wird. Die Ausbildung des Poggendorffschen Kompensationsverfahrens (Feußner) steht im engsten Zusammenhang mit den erwähnten Arbeiten über Normalelemente; mehrere Modelle des Kompensations-Apparates werden vorgeführt.

Neben diesen Normal-Apparaten zur Messung von Widerstand, Spannung und Stromstärke (als Quotient von Spannung und Widerstand), spielen die auf dem Deprez-d'Arsonvalschen Prinzip beruhenden Instrumente zur direkten Ablesung der Stromstärke, Spannung u. s. w. von Gleichströmen in der heutigen Meßtechnik eine große Rolle. Die Konstruktion der ausgestellten Zeigerinstrumente dieser Art geht wiederum auf Weston zurück. In Deutschland wird diese Instrumentengattung jetzt in sehr vielseitigen Formen und Meßbereichen angefertigt und hat viele kleine Verbesserungen erfahren, betreffs deren auf die Ausstellung von Siemens & Halske sowie von Hartmann & Braun verwiesen wird.

Die weite Verbreitung der eben genannten Instrumente ist in erster Linie bedingt durch ihre relativ große Unempfindlichkeit gegenüber magnetischen Streufeldern. Bei genauen Messungen, welche die Verwendung von Spiegelinstrumenten erfordern, sind die Störungen der Nadel-Galvanometer in ihrer

Digitized by Google

bisher üblichen Form durch Starkstrom-Anlagen, namentlich durch elektrische Bahnen, besonders unangenehm empfunden worden. Man hat sich nach zwei Richtungen hin dieser unerwünschten Fernwirkungen des elektrischen Stromes zu erwehren versucht, einmal durch Verwendung von mit *Eisenpanzern geschützten Nadel-Galvanometern* (du Bois und Rubens), dann durch möglichste Ausbildung der *Drehspulen-Galvanometer* nach Deprez-d'Arsonval; beide Typen von Galvanometern sind vertreten.

Apparate für Wechselstrom. Auf dem Gebiete der *Wechselstrommessungen* sind in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte zu verzeichnen. Zur Messung von Spannung, Stromstärke und Leistung war man früher auf die bekannten Torsionsinstrumente und auf Stromwagen angewiesen, die abgesehen von ihrer Umständlichkeit im Gebrauch mannigfache Fehlerquellen besaßen; das Bestreben, direkt zeigende Apparate zu schaffen, die für jede beliebige Kurvenform und die praktisch vorkommenden Periodenzahlen richtige Angaben liefern, führte zu Apparaten zur Messung der Spannung, Stromstärke und Leistung, die auf dem *dynamometrischen* Prinzip beruhen. Siemens & Halske sowohl wie Hartmann & Braun stellen gut gedämpfte Präzisionsapparate dieser Gattung aus. Der Vorzug derselben besteht darin, daß die durch eine Gleichstromprüfung ermittelten Korrektionen auch für Wechselstrom maßgebend sind.

Zur Messung hoher Wechselspannungen und sehr starker Wechselströme bedient man sich neuerdings vorzugsweise der *Transformatoren* in Verbindung mit den oben genannten Instrumenten; diese Transformatoren ersetzen vollständig die Vorschaltwiderstände und Nebenschlüsse der Gleichstromapparate. Nachdem es einzelnen deutschen Porzellanfabriken gelungen ist, sehr gut isolierendes Porzellan für diese Zwecke herzustellen, können Transformatoren ausgeführt werden (Siemens & Halske), mit denen man die höchsten Spannungen ungefährdet durch Niederspannungsapparate messen kann. Dabei geht freilich der Vorzug, derartige Apparatkombinationen mit Gleichstrom prüfen zu können, verloren. Dasselbe gilt von den

Digitized by Google

in letzter Zeit zahlreich konstruierten *Apparaten, die auf dem Induktionsprinzip beruhen*; dahin gehören die in der Ausstellung vertretenen Ferrarisschen Drehfeldmeßgeräte von Siemens & Halske.

Die Tätigkeit der Reichsanstalt auf diesem Gebiet war vornehmlich darauf gerichtet, geeignete Einrichtungen und Methoden zur Prüfung derartiger Wechselstromapparate zu schaffen. Als Energiequelle wird in diesem Institut vorzugsweise eine Doppeldrehstrommaschine benutzt, deren Photographie ausgestellt ist; dadurch daß der Anker der einen Maschine mittels Schnecke und Schneckenrad auch während des Betriebes gedreht werden kann, können beiden Maschinen Ströme von beliebig regulierbarer Phasenverschiebung entnommen werden. Für die Messungen von Spannungen und Leistungen erwiesen sich am zuverlässigsten elektrometrische Methoden, die eingehend studiert wurden (Orlich). Ein für derartige Messungen brauchbares, bequem zu handhabendes Elektrometer nach Dolezalek befindet sich in der Ausstellung.

Für die Prüfung von Strommessern hat sich neuerdings eine ebenfalls vorgeführte optische Methode bewährt, die das Holborn-Kurlbaumsche Pyrometer verwendet (Orlich).

Bei zahlreichen Untersuchungen, die mit Wechselströmen ausgeführt werden, ist es wichtig, die Kurvenform des betreffenden Stromes zu kennen. Die Apparate, die für diesen Zweck konstruiert worden sind, lassen sich in zwei Gruppen teilen. Die einen nehmen unter Verwendung der mehr oder weniger konstruktiv abgeänderten Joubertschen Kontaktscheibe die Kurve punktförmig auf, z. B. der (nicht ausgestellte) Frankesche Kurvenindikator; bei der anderen Methode folgt der bewegliche Teil des Apparates innerhalb einer Periode den Augenblickswerten von Strom und Spannung; hierher gehören die Braunsche Röhre und der Blondelsche Oszillograph. Bei der Braunschen Röhre, die vertreten ist, (Gundelach, Müller-Uri) werden die Ablenkungen, die ein Bündel Kathodenstrahlen durch eine von dem Wechselstrom durchflossene Spule erfährt, benutzt um die Stromkurve sicht-

Digitized by Google

bar zu machen. Der Blondelsche Oszillograph ist im wesentlichen ein Galvanometer, dessen bewegliches System eine gegenüber der Periode des zu untersuchenden Wechselstromes sehr hohe Eigenperiode besitzt. Ein hierher gehöriges Instrument wird von Siemens & Halske gezeigt.

Wichtige Nebenapparate für Wechselstrommessungen sind diejenigen zur *Messung der Periodenzahl.* Für diesen Zweck haben sich schwingende, abgestimmte Zungen gut eingeführt, die durch einen Elektromagneten erregt werden. Apparate dieser Art sind durch Hartmann & Braun und Lux ausgestellt.

Besondere Aufmerksamkeit ist in letzter Zeit den Apparaten und Methoden zur Messung von *Selbstinduktion* und *Kapazität* geschenkt worden, entsprechend den Bedürfnissen der modernen Telephon- und Telegraphentechnik (namentlich auch der drahtlosen Telegraphie) und der Kabeltechnik. Die grundlegenden Arbeiten für Selbstinduktions-Messungen rühren von Max Wien her. Die Ausstellung zeigt einige auf diesen Methoden beruhende Meßanordnungen der Reichsanstalt (Orlich) und der Firma Siemens & Halske. Die von dieser Firma vorgeführten Selbstinduktionsspulen für Pupinsche Leitungen werden das besondere Interesse der Telephontechniker erregen. Zu beachten sind ferner die verschiedenen Formen der Apparate zur Erzeugung von Strömen beliebig veränderlicher Periodenzahl (Saitenunterbrecher, Mikrophonsummer, Wechselstrom-Erzeuger) und die Normalien der Selbstinduktionskoeffizienten bezw. das Selbstinduktionsvariometer. Dazu gehören als Nullinstrumente, außer den Hörtelephonen, das optische Telephon und die Vibrationsgalvanometer. Letztere Apparate sind namentlich für absolute Messungen von Wichtigkeit, weil sie vorzugsweise nur auf *eine* Periodenzahl ansprechen, für die sie abgestimmt werden müssen.

Für absolute Kapazitätsbestimmungen wird in der Reichsanstalt eine Methode nach Maxwell und J. J. Thomson angewendet; der Aufbau der hierfür notwendigen Apparate wird ebenfalls vorgeführt.

Zur *magnetischen Untersuchung von Eisen* sind im letzten Jahrzehnt mehrere Meßanordnungen konstruiert worden, welche nach

Digitized by Google

der statischen Methode *direkt* die Magnetisierungskurve angeben (Koepselscher Apparat, Wage nach du Bois, Magnetisierungsapparat von Hartmann & Braun); neuerdings scheint aber das Bestreben vornehmlich dahin zu gehen, das *Eisen mit Wechselstrom zu untersuchen.* Die Verbesserung der Wechselstromapparate, namentlich der Wattmeter, haben diese Bestrebungen unterstützt. Außerdem hat der „Verband Deutscher Elektrotechniker" die eben genannte Methode ins Auge gefaßt, um eine einheitliche, den Bedürfnissen der Praxis genügende Art der Eisenuntersuchung festzulegen. In der Ausstellung sind zwei derartige Apparate nach Möllinger und Richter vertreten.

Die verbesserten Einrichtungen zur *Messung elektrolytischer Widerstände* und zur Bestimmung der Leitfähigkeit von Flüssigkeiten nach F. Kohlrausch, die besonders für Elektrochemiker von Interesse sein dürften, führt die Firma Hartmann & Braun vor.

Wegen der elektrischen Methoden der Temperaturmessung sei auf den folgenden Abschnitt verwiesen.

D. Thermometrische und meteorologische Instrumente; wissenschaftliche Glasapparate.

Thermometrie. Die in Deutschland im letzten Jahrzehnt erzielten Fortschritte der Thermometrie kommen in dem Raume D ziemlich vollständig zur Anschauung. Die neueren Arbeiten auf diesem Gebiete, die in erster Linie der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu verdanken sind, hatten das wichtige Ziel, eine gut definierte Temperaturskale von -200^0 bis $+2000^0$ C praktisch festzulegen. Besonders erwähnenswert ist die Entwicklung der Methoden für die Temperaturmessung auf elektrischem und optischem Wege, die zur genauen Ermittlung hoher Temperaturen, etwa oberhalb 750^0C, *ausschliesslich* in Betracht kommen, während die elektrischen Methoden auch für das Intervall von $+750^0$ bis zu den tiefsten erreichbaren Temperaturen, namentlich bei wissenschaftlichen Arbeiten, immer mehr an Bedeutung gewinnen.

Digitized by Google

Im Gebrauch am bequemsten ist natürlich stets das *Flüssigkeitsthermometer,* da es ohne weiteres die zu ermittelnde Temperatur abzulesen gestattet.

Wenn wir bei den niedrigsten Temperaturen beginnen, deren Messung durch Lindes Erfindung einer rationellen Luftverflüssigungs-Methode so wichtig geworden ist, so sind zunächst die in der Reichsanstalt ausgearbeiteten *Flüssigkeitsthermometer für sehr tiefe Temperaturen* zu erwähnen; als Flüssigkeit hat sich namentlich das technische Pentan (Rothe) bewährt. Derartige Thermometer werden von mehreren Firmen (Burger, Richter, Siebert & Kühn) ausgestellt. Wegen der Fortschritte in der Herstellung von Quecksilber-Thermometern, insoweit es sich um das seit langer Zeit von diesem Instrument beherrschte Temperaturintervall handelt, sei auf die reichhaltigen Kollektionen der beiden letzten eben genannten Firmen verwiesen (insbesondere auch auf Thermometer für Tiefseeforschung), ferner auf die Vorführungen von Fueß, Götze, Greiner, Niehls und Schultze. Auch die sogenannten „hochgradigen" Thermometer (bis etwa + 570° C), bei denen die Quecksilbersäule unter hohem Drucke steht, stammen aus dem verflossenen Jahrzehnt und weisen in Einzelheiten manche Verbesserungen aus den letzten Jahren auf. Besonderem Interesse dürften die von Siebert & Kühn ausgestellten *Thermometer aus Quarzglas* begegnen, die bei großer Unempfindlichkeit gegen schroffen Temperaturwechsel durch die meisten chemischen Agentien nicht angegriffen werden und in noch höheren Temperaturen als Thermometer aus den widerstandsfähigsten Jenaer Gläsern, nämlich bis gegen 750° C, brauchbar sind.

Oberhalb dieser Grenze setzen, wie bereits erwähnt, die elektrischen und optischen Methoden der Temperaturmessung ein.

Hier ist zunächst die große Verbreitung bemerkenswert, die das von Le Chatelier angegebene *Thermoelement* infolge der Arbeiten der Reichsanstalt (Holborn und Wien bezw. Day, Lindeck und Rothe) erlangt hat. Die in dem Intervall von + 300 bis + 1600 ° C brauchbare Kombination: reines Platin gegen 10%-iges Platinrhodium wird von der Platinschmelze von Heraeus ausgestellt; in nahem Zusammenhang damit

Digitized by Google

stehen Vorführungen von elektrischen Öfen für wissenschaftliche Zwecke und die zu den Thermoelementen gehörigen elektrischen Meßapparate, die von Hartmann & Braun und Siemens & Halske in dieser Abteilung ausgestellt werden; neuerdings werden auch Registrierinstrumente für thermoelektrische Zwecke gebaut, die den Verlauf thermischer Operationen bequem und sicher zu überwachen erlauben.

Eine andere Methode der elektrischen Temperaturmessung beruht bekanntlich auf der Änderung des Widerstandes reiner Metalle bei wechselnder Temperatur. Auch derartige *Widerstandsthermometer* sind vertreten, zunächst durch zwei von der Reichsanstalt ausgestellte *Platinthermometer*, deren eines nach Jaeger und von Steinwehr insbesondere zur genauesten Messung von kleinen Temperaturdifferenzen bei kalorimetrischen Arbeiten dient, während das andere eine durch Rothe modifizierte Form des Callendarschen Instruments darstellt und hauptsächlich in tiefen Temperaturen benutzt werden soll. Für industrielle Zwecke sind Widerstandsthermometer aus Eisendraht vielfach im Gebrauch, und zwar namentlich für solche Temperaturen, die von der gewöhnlichen Temperatur bewohnter Räume nicht sehr viel abweichen. Die Firma Hartmann & Braun, die sich die Ausbildung der hierzu notwendigen Apparate hat angelegen sein lassen, führt einige derselben vor.

Oberhalb etwa 1600° C versagt die Temperaturmessung mittels elektrischer Methoden hauptsächlich deshalb, weil dann auch die feuerbeständigsten Porzellane (zur Isolation der beiden Schenkel eines Thermoelements gegen einander werden z. B. Porzellanröhren über die Drähte geschoben) weich werden und aufhören, Isolatoren zu sein. Als Frucht der in Deutschland, namentlich durch die Reichsanstalt, in der letzten Zeit betriebenen experimentellen Studien über Temperaturstrahlung haben sich nebenbei einige Konstruktionen *optischer Pyrometer* ergeben (Holborn und Kurlbaum, Lummer, Wanner), die auch für die höchsten herstellbaren Temperaturen ausreichen werden, da sie nicht auf der Anderung der physikalischen Eigenschaft irgend eines Körpers mit der Temperatur beruhen, sondern die Temperatur *photometrisch* unter Benutzung der

Digitized by Google

Strahlungsgesetze lediglich durch Anvisieren des strahlenden Körpers aus der Ferne ermitteln. Dem Holborn-Kurlbaumschen Instrument sind wir bereits im Raume C begegnet. Die beiden Pyrometer von Lummer und Wanner sind nicht vertreten.

Wissenschaftliche Glasapparate. In engem Zusammenhang mit der Herstellung von Quecksilberthermometern steht die Anfertigung anderer wissenschaftlicher Glasinstrumente, wie *Aräometer, chemische Messgeräte* u. s. w., eine Industrie, die in Deutschland hauptsächlich in Thüringen ihren Sitz hat; durch die Arbeiten der Normal-Eichungs-Kommission ist sie in die Lage versetzt, exakte, wissenschaftlichen Anforderungen entsprechende Geräte herzustellen. Die hierher gehörigen Erzeugnisse sind durch Greiner und Schultze vertreten. Andere Werkstätten beschäftigen sich wiederum mit der Herstellung von *Vakuum-Gefässen* aller Art. Die epochemachende Entdeckung Röntgens hat natürlich der wissenschaftlichen Glasindustrie Deutschlands einen mächtigen Anstoß gegeben. Nicht nur ist der große Bedarf an Röntgen-Röhren zu decken, sondern auch die älteren Apparate von Plücker, Hittorf und Crookes haben für die Forschung und den Unterricht nunmehr eine erhöhte Bedeutung gewonnen, und eine ganze Reihe neuerer Konstruktionen sind auf diesem Gebiet hinzugekommen. In Bezug auf die technische Herstellung nahe verwandt damit sind die Vakuumgefäße zum Aufbewahren und Manipulieren mit flüssiger Luft. Beide Gebiete sind durch die Werkstätten von Burger, Gundelach und Müller-Uri reichhaltig vertreten; namentlich sei darauf aufmerksam gemacht, daß eine Reihe Gundelachscher Vakuumröhren, bei denen durch Kathoden- bezw. Röntgenstrahlen farbenprächtige Fluoreszenz-Erscheinungen an eingeschmolzenen Mineralien hervorgebracht werden, in Tätigkeit zu sehen sind.

Ein neuer Zweig hat sich kürzlich in Deutschland aus der wissenschaftlichen Glasindustrie entwickelt, nämlich die bereits kurz erwähnte *Verarbeitung des geschmolzenen Quarzes* zu Instrumenten und Geräten aller Art. Die unscheinbar aussehenden, aber für die wissenschaftliche Forschung außerordentlich wich-

Digitized by Google

tigen Quarzgefäße, die von den Firmen Siebert & Kühn und Heraeus vorgeführt werden, dürfen sicher auf die Beachtung der Fachleute rechnen.

Kalorimetrie u. s. w. Besondere kleinere Gruppen bilden in dem Raum D Apparate für *Kalorimetrie* (zur Bestimmung der Verbrennungswärme von Körpern aller Aggregatzustände), vorgeführt von den Firmen Peters und Junkers & Co., ferner *Apparate zur Messung höherer Drucke,* darunter eine Druckwage (Stückrath) nebst Druckpumpe zur Prüfung von Manometern (Schäffer & Budenberg), ein *Apparat zur Prüfung von Indikatoren* (Dreyer, Rosenkranz & Droop), schließlich ein photographisch registrierender *Rauchgas-Analysator* (Schultze).

Meteorologie. Das vergangene Jahrzehnt hat der Meteorologie außer einer Reihe von Verbesserungen und Erweiterungen des den gewöhnlichen Stationsbeobachtungen dienenden Instrumentariums die Erforschung der höheren Atmosphärenschichten gebracht, und zwar, im Gegensatz zu den an die Bergobservatorien geknüpften Methoden, durch die Untersuchung der „freien" Atmosphäre mittels der Luftschiffahrt. Die Wiederaufnahme wissenschaftlicher Luftfahrten, welche man seit den berühmten 28 Aufstiegen von Glaisher in den Jahren 1862 bis 1866 so gut wie gänzlich beiseite gesetzt hatte, wurde durch die Erfindung des Aßmannschen Aspirationsthermometers veranlaßt, insofern als dieses Instrument die beträchtlichen Beobachtungsfehler der früheren Experimente, welche aus der Wirkung der Sonnenstrahlung auf das Thermometer entsprungen waren, kennen aber auch beseitigen gelehrt hatte.

Die bei wissenschaftlichen Luftfahrten zurzeit in Deutschland benutzten Vorrichtungen, wie Drachen, Gummiballons, Drachenballons nebst ihrem Zubehör, sowie die zum Registrieren der meteorologischen Daten dienenden Instrumente werden in dem Raum D hauptsächlich seitens des Aeronautischen Observatoriums des Kgl. Meteorologischen Instituts zu Berlin-Tegel unter Mitwirkung der Firmen Bosch, Continental Caoutchouc & Guttapercha Co., Felten & Guilleaume, Fueß, Riedinger und Rosenberg ziemlich vollständig zur Darstellung gebracht.

Digitized by Google

Was zunächst die Temperaturmessungen betrifft, so liegt das Aspirations-Prinzip nunmehr allen für Ballonexperimente bestimmten Konstruktionen, zugrunde; in der Tat wurde auf Beschluß der Internationalen Aeronautischen Kommission im Jahre 1898 die Verwendung des Aspirationsthermometers bei Freifahrten der internationalen Simultan-Beobachtungen vorgeschrieben.

Die von den Franzosen Hermite und Besançon eingeführte Methode, durch kleine freifliegende Ballons (*ballons-sondes*) mittels Registrierapparaten die dem Menschen nicht mehr zugänglichen Höhen über 11 *km* zu erforschen (Berson und Süring haben im Jahre 1902 die größte bisherige Höhe von 10800 *m* erreicht), wurde durch Vorrichtungen zum Strahlungsschutz und zur Ausnutzung der natürlichen Auf- und Abstiegs-Ventilation wesentlich vervollkommnet; mit den von Aßmann angegebenen Gummiballons von 2 bis 3 Kubikmeter Inhalt, deren Aufstiegsgeschwindigkeit bis zur Erreichung der größten Höhe zunimmt, wurden wiederholt Apparate bis zur Höhe von 20000 *m* gehoben und haben nahezu vollständig strahlungsfreie Aufzeichnungen der Lufttemperatur geliefert. Die hierzu erforderlichen, besonders leichten und empfindlichen Registrierapparate wurden sowohl von Aßmann als auch von Hergesell konstruiert und sind in den Vorführungen von Fueß und Bosch vertreten.

Die von Rotch zuerst erprobte Methode, Drachenflächen zur Emporhebung von Apparaten zu benutzen, fand überall Nachahmung und veranlaßte mehrere Konstruktionen von Registrierinstrumenten, unter diesen in neuester Zeit eine von Aßmann angegebene, welche gegenüber den bisher üblichen von Richard in Paris und Marvin in Washington einige Vorteile bietet. Bei windschwachem Wetter, das den Gebrauch von Drachen ausschließt, findet der durch von Sigsfeld und von Parseval konstruierte Drachenballon nützliche Verwendung. Mit den angeführten Hülfsmitteln ist es dem Aeronautischen Observatorium gelungen, tägliche Aufstiege bei jeder Witterung seit dem Oktober 1902 lückenlos zur Ausführung zu bringen; als Ergebnisse dieser Aufstiege erhält

Digitized by Google

der Besucher in zwölf großen Diagrammen ein Bild über die vertikale Temperatur-Verteilung über Berlin für das Jahr 1903 bis zu einer Höhe von 5500 Meter. Die Resultate der in den Jahren 1891 bis 1898 von Berlin aus mit Unterstützung des Kaisers Wilhelm II. unternommenen Freifahrten sind in dem dreibändigen Berichtswerke von Aßmann und Berson enthalten, das ebenso wie die beiden bisherigen Publikationen des Aeronautischen Observatoriums ausliegt.

Luftelektrische Apparate. Nachdem die zahlreichen in den letzten Jahren aufgestellten Theorien über das Wesen der Luftelektrizität zu keinem zufriedenstellenden Ergebnisse geführt hatten, betraten Elster und Geitel in Wolfenbüttel einen neuen Forschungsweg, indem sie die Ionentheorie auf dieselbe anzuwenden versuchten und außer Beobachtungen auf Berggipfeln auch solche mittels des Luftballons herbeizogen. Aus den zu diesem Zwecke konstruierten, von Günther & Tegetmeyer ausgestellten Apparaten ist der von Ebert in München angegebene Aspirationsapparat zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit der Luft hervorzuheben, welcher darauf beruht, daß man den Gehalt der Luft an freien Ionen bestimmt; zu diesem Zweck wird ein gemessenes Luftquantum zwischen den Belegungen eines geladenen Zylinderkondensators hindurchgesaugt, sodaß alle in der Luft enthaltenen Ionen auf dessen Belegungen niedergeschlagen werden. Von der von Gerdien herrührenden Modifikation dieses Apparates ist eine Photographie vorhanden (vgl. den Anhang).

Erdmagnetische Instrumente und meteorologische Apparate im engeren Sinne. Um die Vervollkommnung der *erdmagnetischen Instrumente* hat sich besonders der im Jahre 1901 verstorbene Prof. Eschenhagen in Potsdam verdient gemacht, dessen Variationsinstrumente für Deklination mit Registriervorrichtungen, sowie eine hochempfindliche magnetische Wage und ein Feinregistrierapparat im Magnetischen Observatorium in Potsdam vorzügliche Resultate liefern. Einige dieser Instrumente hat die Werkstätte von Toepfer ausgestellt: ferner sei auf den von Bamberg vorgeführten magnetischen Haupttheodolit des genannten Observatoriums, ein Inklinatorium von Tesdorpf sowie ein von

Digitized by Google

Ebert angegebenes kleines Instrument aufmerksam gemacht, das zur magnetischen Orientierung hauptsächlich bei Ballonfahrten dient.

Von *meteorologischen Instrumenten im engeren Sinne* ist der von Sprung angegebene photogrammetrische Wolkenautomat zur Bestimmung der Höhe von Wolken, sowie der Geschwindigkeit und Richtung ihrer Bewegung nur im Bilde ausgestellt, dagegen wird von anderen Sprung-Fueßschen Konstruktionen ein auf dem Prinzip der Laufgewichtswage beruhender Apparat zur Registrierung des Niederschlags und der Verdunstung gezeigt, ferner ein Windapparat für entlegene Stationen, der ein Jahr hindurch Geschwindigkeit und Richtung des Windes aufzeichnet. Schließlich sei noch ein nach Hellmanns Angaben von Fueß konstruierter Regenmesser erwähnt, dessen Schwimmer mit einer Registrierfeder verbunden ist. Dieser Apparat findet in dem ausgedehnten Netz der preußischen Regenstationen, besonders in den Überschwemmungen besonders ausgesetzten Flußgebieten, vielfache Anwendung.

Hülfsmittel für den Unterricht. Außer den in den Räumen A bis D vorhandenen Instrumenten sind einige Schränke mit Demonstrationsapparaten für den Unterricht an höheren Lehranstalten im Eingangsraum zu unserer Gruppe aufgestellt (Hartmann & Braun, Kohl, Leppin & Masche). Gerade dieser Zweig der physikalischen Präzisionstechnik hat im letzten Jahrzehnt in Deutschland eine erfreuliche Entwicklung erfahren. Wenn dies in der Quantität des Gebotenen nicht zum Ausdruck kommt, so darf das bereits betonte Programm der Gruppe, vorwiegend *Messinstrumente* auszustellen, nicht außer acht bleiben; übrigens läßt sich keine scharfe Grenze zwischen beiden Arten von Instrumenten ziehen: einzelne in den Räumen A bis D ausgestellte Gegenstände können ebensogut zu den Lehrmitteln gerechnet werden; Demonstrationsapparate aus Glas sind absichtlich mit den übrigen wissenschaftlichen Glasinstrumenten im Raum D vereinigt.

Digitized by Google

Weitere physikalische Lehrmittel, namentlich für den Unterricht an Volksschulen, findet man in der Gruppe „Höheres und Niederes Schulwesen".

In diesem Zusammenhang sei noch auf die durch M. Kohl bewirkte technische Ausstattung des Hörsaals aufmerksam gemacht, die als Typus entsprechender Einrichtungen unserer Hochschulen Beachtung fordert; die beiden ebenfalls dort aufgestellten großen Projektionsapparate sind bereits erwähnt worden.

Photographien. Zur Vervollständigung des Bildes, das die ausgestellten Apparate von dem zeitigen Stande der wissenschaftlichen Instrumententechnik in Deutschland liefern, möge eine größere Zahl von Photographien aus wissenschaftlichen Instituten dienen. In einem Drehständer sind zunächst 64 Abbildungen von einzelnen Apparaten, Versuchsanordnungen, Laboratorien u. s. w. aus sieben verschiedenen Staatsinstituten zusammengestellt.

Besonderes Interesse dürften ferner die großen von der Königl. Meßbild-Anstalt in Berlin angefertigten Aufnahmen der Gebäude einiger dieser Institute erregen, die im Verein mit einem die Physikalisch-Technische Reichsanstalt darstellenden Aquarell einen schönen Schmuck der Wände unserer Gruppe bilden.

Der „Anhang" zu diesem Katalog enthält ein ausführliches Verzeichnis der vorhandenen Abbildungen.

Um einen Überblick über die Leistungen Deutschlands in der Anfertigung wissenschaftlicher Instrumente zu gewinnen, werden die Vorführungen in anderen deutschen Abteilungen, namentlich in den Gruppen „Chemie" und „Medizin" der Deutschen Unterrichts-Ausstellung, zu berücksichtigen sein; denn eine scharfe Abgrenzung ließ sich auf diesem so vielseitigen Gebiet nicht vollständig durchführen und wurde auch nicht angestrebt.

Dem aufmerksamen Beobachter wird der innige Zusammenhang und die stete Wechselwirkung zwischen Wissenschaft

Digitized by Google

und Technik bei Betrachtung des Dargebotenen überall auf Schritt und Tritt begegnen. Es sei hier nur der Anregungen gedacht, welche die Präzisionstechnik durch die im vorhergehenden oft genannten wissenschaftlichen Staatsinstitute sowie die zahlreichen Institute der Universitäten und Technischen Hochschulen fortwährend erhält. Andererseits liefern einige in unserer Gruppe vertretene Werkstätten den Beweis, welche Förderung die Wissenschaft selbst durch solche in wissenschaftlichem Geiste geleitete Unternehmungen erfährt.

So ist zu hoffen, daß die Vorführung wissenschaftlicher Instrumente auf der Deutschen Unterrichts-Ausstellung in St. Louis 1904 auch demjenigen Beschauer, der diesen Zweig deutschen Gewerbefleißes in Paris 1900 aufmerksam studiert hat, wiederum manches Neue zeigen und dadurch den Eindruck befestigen wird, daß Wissenschaft und Technik auf diesem wichtigen Gebiet in Deutschland in erfreulicher Weiterentwicklung begriffen sind.

Die Organisation der Gruppe „Wissenschaftliche Instrumente“ war seitens des Reichskommissars für die Weltausstellung in St. Louis und der Königlich Preußischen Unterrichtsverwaltung dem Unterzeichneten übertragen.

Hülfreiche Unterstützung lieh dabei eine Kommission, die aus den folgenden Herren bestand:

Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Aßmann (Berlin), Prof. Dr. Brodhun (Charlottenburg), M. Fischer (Jena), W. Haensch (Berlin), Prof. Dr. Hartmann (Potsdam), Prof. Dr. Hecker (Potsdam), Dr. H. Krüß (Hamburg), Dr. Orlich (Charlottenburg), Prof. Dr. Raps (Berlin), Regierungsrat Dr. Stadthagen (Charlottenburg), Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Warburg (Berlin), Prof. Dr. Westphal (Berlin), Prof. Dr. Wiebe (Charlottenburg).

Digitized by Google

Als engere Arbeitskommission standen dem Unterzeichneten die Herren

Aßmann, Brodhun, Hartmann, Hecker, Orlich, Stadthagen, Wiebe

zur Seite, die in tatkräftigster Weise die Vorbereitungsarbeiten, namentlich auch die Abfassung der vorstehenden Einleitung, förderten.

Die Leitung der Gruppe in St. Louis selbst hat Dr. H. A. Krüß übernommen.

Prof. Dr. Lindeck.

Digitized by Google

Beschreibung der Instrumente,

in alphabetischer Reihenfolge

nach den Ausstellern geordnet.

Digitized by Google

Digitized by Google

Aeronautisches Observatorium

des Königl. Meteorologischen Instituts zu Berlin.

Nr. 1—15 in D.[1])

1. Fünf zusammenlegbare Drachen zum Emporheben von selbstregistrierenden Apparaten, verfertigt am Aeronautischen Observatorium.

a) Krummflächiger Hargrave-Drachen von 7 *qm* Drachenfläche, Modell des Blue Hill Observatory bei Boston, Mass. Gekrümmte Flächen aus Magnalium gefertigt; elastische Fesselung nach Helm-Clayton;

b) geradflächiger Hargrave-Drachen von 6 *qm* Drachenfläche, für starken Wind, mit Rückenschlitz zum Einhängen des Registrier-Apparates;

c) geradflächiger Hargrave-Drachen von 4 *qm* Drachenfläche;

d) geradflächiger Hargrave-Drachen von 2 *qm* Drachenfläche, aus Aluminiumröhren gebaut;

e) X-Drachen von 5 *qm* Drachenfläche.

Die auf den Drachen aufgeschriebenen Ziffern bedeuten
oben — Drachenfläche in *qm*,
darunter = Gewicht des Drachens,
unten = Gewicht eines Quadratmeters der Drachenfläche.

2. Modell eines Drachenballons von 5 *cbm* Inhalt, nach v. Parseval und v. Sigsfeld, ausgestellt von der Ballonfabrik von August Riedinger in Augsburg.

Inhalt des am Aeronautischen Observatorium gebräuchlichen Drachenballons 68 *cbm* Wasserstoffüllung. Das hintere Drittel des zylindrischen, aus gummierter Baumwolle verfertigten Ballons ist durch ein Ballonet abgetrennt, das durch eine an der Unterfläche befindliche Öffnung vom Winde

[1]) Betreffs der Bezeichnung der Räume vgl. die Einleitung.

Digitized by Google

mit Luft gefüllt wird; ein Stoffventil verhindert deren Wiederaustritt. Der Druck der eingetriebenen Luft wird durch Emporwölbung des Ballonets auf das Gas übertragen und verleiht dem Ballon eine starre Form, die ihn befähigt, als Drachenfläche zu wirken und selbst bei starkem Winde nicht unter einen Höhenwinkel von 30—35° herabgedrückt zu werden. Zur Verminderung der Seitenschwankungen dienen der ebenfalls automatisch mit Luft gefüllte Steuersack und der aus Windtrichtern bestehende Schwanz.

3. **Modell einer Drachenwinde,** entworfen und konstruiert von C. Staamann jun. in Reinickendorf-West.

Der auf einer Trommel aufgewickelte Stahldraht (oder ein Kabel) ist in 4 Touren um 2 zwangsläufig verbundene Druckaufnahmerollen geführt; die Geschwindigkeit beim Einholen wird durch Diskusscheiben-Übertragung beliebig reguliert; zum Antrieb dient ein Elektromotor mit mehreren Anlaßwiderständen. Am Aeronautischen Observatorium ist ein 6-pferd. Gleichstrom-Nebenschluß-Elektromotor im Gebrauch.

4. **Fünf Gummiballons** nach Aßmann zum Emporheben von Registrierapparaten bis zur Höhe von 20000 *m*, verfertigt und ausgestellt von der Continental-Caoutchouc- und Guttapercha-Compagnie in Hannover. Dazu 2 seidene Fallschirme und 2 Unterventile.

Die Ballons von 1200 bis 2000 *mm* Durchmesser sind aus getauchten Paragummiplatten hergestellt; ihr Gewicht beträgt 1365 bis 3230 *g*, ihr Inhalt 1 bis 4 *cbm*. Mit reinem Wasserstoffgas gefüllt und fest verschlossen, steigt ein Gummiballon unter Vermehrung seines Anfangsauftriebes und unter steter Vergrößerung seines Volums so weit in die Höhe, bis er platzt. Dies geschieht durchschnittlich dann, wenn sein natürlicher Durchmesser auf das 2,5-fache, sein Volum also auf das 15,6-fache angewachsen ist, d. h. bei einem Luftdruck von 50 *mm*, entsprechend einer Höhe von etwa 20 *km*. Der Apparat sinkt mittels eines über den Ballon ausgebreiteten Fallschirmes, dem man zwecks besserer Sichtbarkeit grelle Farben gibt, unbeschädigt zur Erde.

Für Aufstiege in geringere Höhen, bis zu 8000 *m*, wird in den Füllansatz ein leichtes Federventil eingesetzt, das sich mittels einer im Innern des Ballons angebrachten Schnur automatisch dann öffnet, wenn der Ballondurchmesser gleich der Länge der Schnur geworden ist. Da das Gas infolge des durch die Elastizität der Gummihülle erzeugten inneren Druckes nach

Digitized by Google

unten ausströmt, entleert sich der Ballon nur bis zu seinem natürlichen Durchmesser und sinkt mit mäßiger Geschwindigkeit zu Boden. Ein Fallschirm ist nicht erforderlich, da der Ballon nicht platzt, und dieser kann, da der Gummi nicht übermäßig ausgedehnt wird, zu 4 bis 5 Aufstiegen dienen. Der Hauptvorteil des Gummiballons gegenüber anderen beruht darin, daß er keine Gleichgewichtslage findet, in der wegen mangelnder Vertikalbewegung die natürliche Ventilation fehlt und infolgedessen das Thermometer von der Sonnenstrahlung beeinflußt wird. Da die durchschnittliche Auf- und Abstiegsgeschwindigkeit etwa 5 *m* pro Sek. beträgt, wird ein Aufstieg bis zu 15 *km* Höhe in 1 Stunde und 40 Minuten beendigt; dies verhindert, daß der Ballon große Strecken zurücklegt.

Gelegentlich werden zwei ungleich gefüllte Ballons zu einem „Tandem" verbunden zu dem Zwecke, um nach dem Platzen des stärker gefüllten den anderen zum Herabtragen des Apparates zu benutzen und ihn als Signal zur Erleichterung des Auffindens dienen zu lassen; zugleich soll er den Apparat schwimmend erhalten, wenn er in das Wasser fällt. Diesen Vorteilen steht der Nachteil gegenüber, daß die Dauer des Abstiegs und damit der horizontale Weg verlängert wird, den der Ballon zurücklegt, und daß der Apparat bei windigem Wetter eine zu Beschädigungen Veranlassung gebende Schleiffahrt ausführt; in dem nicht sicher auszuschließenden Falle, daß *beide* Ballons platzen, wäre natürlich der Apparat verloren.

5. Registrierapparat für Drachen mit neuem Anemometer nach Aßmann, konstruiert in der Werkstatt des Aeronautischen Observatoriums, ausgeführt und ausgestellt von R. Fueß in Steglitz.

Ein vertikal gestelltes, im oberen Teile nach vorn, dem Winde entgegen, im unteren nach hinten gekröpftes, poliertes Aluminiumrohr enthält ein ringförmiges Thermometer-Element, das durch Zusammenlöten eines Streifens Guillaumeschen Nickelstahles (Marke „Invar") mit einem gleichen aus Kupfer hergestellt ist. Entsprechend dem beträchtlichen Unterschiede zwischen den Ausdehnungs-Koeffizienten der beiden Metalle legt das freie Ende des aufgeschnittenen Ringes bei Temperaturänderungen einen verhältnismäßig großen Weg zurück, der, durch Nickelstahl-Hebel vergrößert, auf eine Schreibfeder übertragen wird, welche an einem zwischen zwei Rollen federnd gespannten Seidenfaden befestigt ist. In ähnlicher Weise werden die Bewegungen eines in demselben Hüllrohre angebrachten Haarhygrometers und eines Satzes

Digitized by Google

von drei Aneroiddosen auf je eine Schreibfeder übertragen. Ein kräftiges Uhrwerk zieht das tunlichst dünne Registrierpapier von einer oberen Magazintrommel ab, wo es in größerer Länge (1,5 *m*) aufgerollt ist, und wickelt es auf eine untere auf. Die Schreibfedern stehen über einander, sodaß für jedes Element fast die ganze Breite des Registrierpapiers ausgenutzt werden kann; die Koordinaten der Kurven schließen rechte Winkel ein. Die Temperatur wird in roter, der Luftdruck in violetter, die Feuchtigkeit in grüner Tinte aufgezeichnet; eine Löschrolle verhindert das Verwischen der Kurven. An dem einen Rande des Papiers erfolgen alle 10 Minuten Zeitmarken (1 Min. = 1 *mm*); am anderen Rande wird der vom Anemometer angegebene Windweg nach je 9800 Umdrehungen eines Woltmannschen Flügels, entsprechend 3,21 *km*, aufgezeichnet. Das Anemometer befindet sich in dem oberen Teile des Hüllrohres. Ein festes Magnaliumgehäuse verhindert das Eindringen von Regen und dient zur Befestigung des Apparates in der Vorderzelle des Drachens, deren Rückwand durchbrochen ist, um eine Windstauung zu verhindern. Das Gewicht des Apparates, welcher je nach der Länge des aufgewickelten Papiers Registrierungen von 24 Stunden Dauer und mehr gestattet, beträgt 1200 *g*.

6. Registrierapparat für Gummiballons nach Aßmann, konstruiert in der Werkstatt des Aeronautischen Observatoriums, ausgeführt und ausgestellt von R. Fueß in Steglitz.

Anordnung und Übertragung eines Kupfer-Invar-Thermometer-Elements und eines Haarhygrometers, sowie Führung der Schreibfedern an gespannten Seidenfäden entsprechen denen des Drachenapparates (Nr. 5). Dagegen erfolgt die Bewegung des Registrierpapiers nicht durch eine Uhr, sondern durch die Aneroiddosen, entsprechend den Änderungen des Luftdruckes; das mit Ruß überzogene Papier ist zwischen zwei Walzen in Gestalt eines „endlosen" Rouleaus ausgespannt. Eine dritte Schreibfeder wird von einem leichten Uhrwerke im Zeitraum von 2 Stunden über die ganze Papierbreite gezogen; jede der drei Kurven enthält demnach als zweites Element den Luftdruck. Da es von Wichtigkeit ist, die Kurven des Aufstiegs von denen des Abstiegs sicher zu unterscheiden, werden beim Abstiege, wenn ein Luftdruck von 600 *mm* erreicht ist, automatisch die Schreibfedern vom Papier abgehoben; hierdurch wird zugleich eine nachträgliche Ver-

Digitized by Google

schmierung der Kurven beim Landen und beim Transport des Apparates verhindert. Das oben und unten offene, trichterförmig erweiterte Hüllrohr gewährt der Luft beim Auf- und Abstieg freien Durchtritt, während Thermometer und Hygrometer der Sonnenbestrahlung entzogen sind; eine Aufstieggeschwindigkeit von 3—4 *m*/Sek. genügt, um Strahlungsfehler fernzuhalten, zumal dieselbe bei dem Gummiballon mit der Höhe noch zunimmt. Die Zeit-Druck-Kurve gibt die Geschwindigkeit der Vertikalbewegung an und läßt durch ihr spitzwinkliges Umbiegen in der größten Höhe erkennen, daß der Ballon geplatzt ist; im anderen Falle tritt ein allmählicher Übergang der Kurven ein. Ein leichtes, durch ein Schloß verschließbares Magnaliumkästchen, das allein durch zwei Stoßringe aus spanischem Rohr gegen Beschädigungen beim Landen geschützt ist, hält Regen und unbeabsichtigte Eingriffe der Finder ab; ein Briefumschlag enthält ein Depeschenformular und die Mitteilung, daß eine Belohnung nur dann gezahlt werde, wenn der Kasten uneröffnet abgeliefert wird.

Der zum Aufsteigen fertige Apparat wiegt 620 *g*.

7. Ballon-Theodolit (Goniograph) nach Wurtzel, konstruiert und ausgestellt von Th. Rosenberg in Berlin.

Der Apparat dient zur Verfolgung freifliegender Ballons, deren Winkelhöhe und Azimut registriert werden. Wegen seines großen Gesichtsfeldes ist er auch bei Drachenaufstiegen gut verwendbar, zumal er eine große Lichtstärke besitzt.

Näheres über die Konstruktion siehe unter Rosenberg.

8. Dreifaches Ballon-Aspirationspsychrometer nach Aßmann, konstruiert von R. Fueß in Steglitz.

Die schnellen Temperatur- und Feuchtigkeitsänderungen, welche bei Vertikalbewegungen eines Ballons vorkommen, machen das Psychrometer für längere Zeit nach der Wasserzuführung zum „feuchten" Thermometer höchst unzuverlässig; zur Vermeidung dieses Übelstandes hat das Balloninstrument *zwei* „feuchte" Thermometer, die abwechselnd benetzt werden; für sehr tiefe Temperaturen (unter -20^0), wo das Psychrometer überhaupt unsicher wird, dient ein gegen Strahlung geschütztes Haarhygrometer. Die Skale des zuletzt befeuchteten Thermometers wird, um Irrtümer zu vermeiden, mittels eines Metallschildes abgedeckt; dieses dient außerdem dazu, um Licht auf die Skale zu reflektieren, wenn sie sich im Schatten befindet. Das Psychrometer, welches an einem heranziehbaren

Digitized by Google

Galgen in 1,6 *m* Entfernung vom Korbrande aufgehängt ist, um Erwärmungen seitens des Korbes oder seiner Insassen auszuschließen, wird mittels eines Fernrohres abgelesen. Ein nach diesen Vorschriften montierter Ballonkorb befindet sich in der Ausstellung des Berliner Vereins für Luftschifffahrt im „*Transportation*"-Gebäude.

9. Zwei Spulen mit Drachenballon-Kabeln und drei Spulen mit Drachendraht, geliefert von Felten & Guillaume, Karlswerk bei Mülheim a. Rh.

Das stärkere Ballonkabel besteht aus 4×4 verzinkten Tiegelgußstahldrähten von 0,4 *mm* Durchmesser, mit einer Bruchfestigkeit von 400 *kg*; 1000 *m* desselben wiegen 17 *kg*. Bei dem schwächeren Kabel haben die Drähte einen Durchmesser von 0,3 *mm*, die Bruchfestigkeit beträgt 250 *kg*; 1000 *m* wiegen 11 *kg*.

Die Drachendrähte (Klaviersaitendraht) sind unverzinkt; bei 0,8 *mm* Durchmesser ist die Bruchfestigkeit 120—125 *kg*, das Gewicht von 1000 *m* beträgt 4,2 *kg*; bei 0,9 *mm* Durchmesser sind die analogen Werte 150—155 *kg* und 5,3 *kg*, bei 1,0 *mm* Durchmesser 180—190 *kg* und 6,6 *kg*.

10. Drahtklemme für Hülfsdrachen nach O. Knopp, angefertigt in der Werkstatt des Aeronautischen Observatoriums.

Der Drachendraht findet in einer doppelt gekrümmten, konischen Nut infolge des Zuges des Hülfsdrachens so viel Reibung, daß er die Klemme nicht gleiten läßt; diese erfüllt die wichtige Aufgabe, tunlichst schnell angebracht und abgenommen werden zu können, in bester Weise, da nur eine einzige Schraube zu lockern ist.

11. Sicherheits-Drachenklinke nach O. Knopp.

Um bei einer Reihe von Drachen, welche an demselben Drahte befestigt sind, den Bruch des letzteren bei starkem Zuge zu verhindern, werden einige der Hülfsdrachen mittels der Sicherheitsklinke an ihm befestigt. Bei Erreichung eines vorher bestimmten Maximalzuges dehnen sich die Gummikordeln so weit, daß der bewegliche Teil der Öse „ausklinkt" und den Drachen abwirft.

12. Zwölf Kurventafeln, welche die Lufttemperatur über Berlin während des Jahres 1903 in Höhen-Isothermen darstellen.

Digitized by Google

Die Isothermen sind aufgrund der täglichen, lückenlosen Aufstiege am Aeronautischen Observatorium entworfen; die über 0° C liegenden haben ein rotes, die unter −10° C liegenden ein blaues Kolorit; außerdem sind die Wolkengrenzen, soweit sie von den Flugkörpern erreicht wurden, durch ein W oder cu (cumuli) bezeichnet.

13. Verkleinerte Reproduktionen der obigen Kurventafeln.

Sie umfassen 15 Monate täglicher Aufstiege nebst erläuterndem Text; die über 0° C liegenden Werte sind rot koloriert.

14. Sechs Photographien (vgl. den Anhang).

---

15. Variometer zur magnetischen Orientierung im Freiballon, von Prof. Dr. H. Ebert in München.

Zwei über einander stehende, aus je zwei Magnetstäben bestehende, auf Spitzen gelagerte, voneinander unabhängig zu arretierende Magnetsysteme bilden einen um so kleineren Winkel miteinander je größer die horizontale Komponente des Erdmagnetismus ist. Das untere Nadelsystem trägt einen Gradbogen, das obere die Visierscheibe; durch Ablesen der Lage beider gegen einander kann man die Ab- oder Zunahme der Horizontalkraft und damit die Verschiebung des Ballonortes gegen die Isodynamen verfolgen; die untere Scheibe dient gleichzeitig als Windrose.

Carl Bamberg

Friedenau b. Berlin, Kaiserallee 87/88.

Werkstätten für Präzisions-Mechanik und Optik.

Nr. 1—3 in A, Nr. 4 u. 5 in D.

1. Meridiankreis auf festen Pfeilern.

An der Fernrohrachse sind zwei ganz gleiche Vertikalkreise, die mit äußerster Genauigkeit in $^1/_{30}{}^0$ geteilt sind und in jeder Achsenlage durch vier Mikrometermikroskope abgelesen werden. Der Durchmesser der Kreise ist 650 *mm*. Die Ablesung an der Trommel der Mikrometerschraube gibt direkt 1" und durch Schätzung 0,1".

Das Fernrohr besitzt eine Brennweite von 1,14 *m* und eine freie Objektivöffnung von 81 *mm* und ist mit einem Mikrometer mit Repsoldscher Registriereinrichtung und Okular-

Digitized by Google

verschiebung versehen. Mittels des achromatisch-aplanatischen Okulars wird eine 114-fache Vergrößerung erreicht. Objektiv- und Okularkopf sind gegen einander vertauschbar ohne Störung der Feld- und Fadenbeleuchtung. Für jene Beleuchtung gelangt das Licht einer beliebigen Lichtquelle durch die Achse auf einen im Achsenkubus befindlichen Spiegel, welcher das Licht nach dem Fadennetz reflektiert.

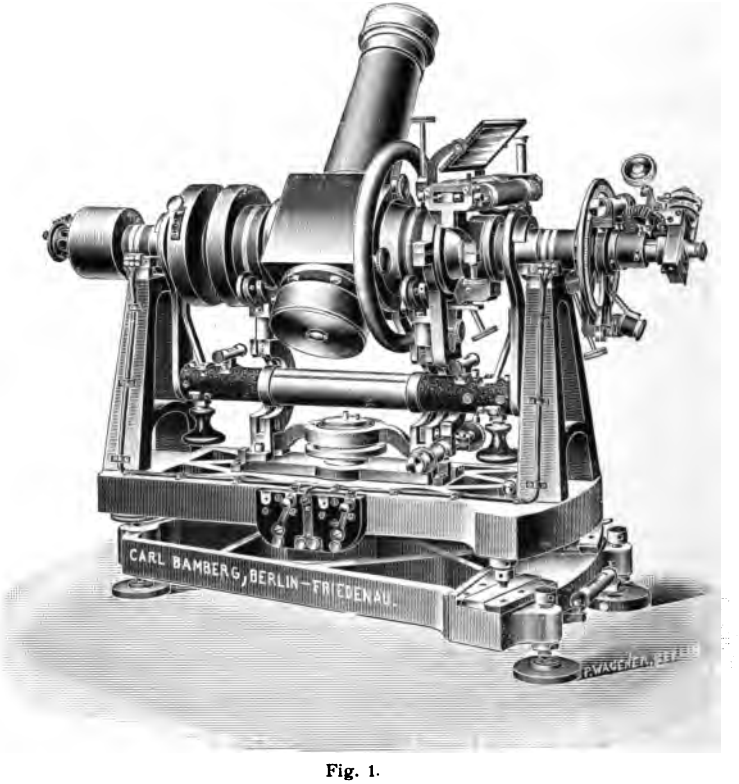


Fig. 1.

Die Achsenlager — horizontal und vertikal korrigierbar — sind mit den auf den festen Pfeilern ruhenden Trommeln verbunden. An der Peripherie dieser Trommeln befinden sich die Mikroskopträger mit den Ablesemikroskopen. Die über den Trommeln befindlichen Gegengewichte, welche ihre Angriffspunkte an den Achsen in der Nähe der Kreise haben, vermindern den Einlagerungsdruck bis auf wenige Kilogramm. Das Umlegen der Achse geschieht auf dem in Schienen geführten eisernen Wagen rasch und gefahrlos.

Digitized by Google

2. Transportables Durchgangs-Instrument mit gebrochenem Fernrohr. (Fig. 1.)

Dasselbe hat eine Brennweite von 0,65 *m* und eine freie Objektivöffnung von 68 *mm* und ist mit einem Registriermikrometer mit Okularverschiebung oder, dagegen auswechselbar (für Horrebow-Talcott-Beobachtungen), mit einem um 90° drehbaren Okularmikrometer versehen. Eine Umdrehung der Mikrometerschraube entspricht 80". Die drei Okulare, welche dem Instrument beigegeben werden, geben eine 44-, 65- und 86-fache Vergrößerung. Die Feldbeleuchtung geschieht mittels Öl- oder elektrischer Glühlampe, deren Licht durch die Achse in das Fernrohr gelangt.

An dem Okularende der Horizontalachse befindet sich ein Horrebow-Talcott-Doppelniveau, dessen Libellen gegen einander fein justierbar angeordnet sind, und dessen Träger fest mit der Achse verbunden werden kann. Der Aufsuchekreis, mit 136 *mm* Durchmesser, ist in $^1/_6{}^0$ eingeteilt und gestattet die Ablesung von 1'. Er ist mit einer Libellenalhidade versehen.

Das Umlegen der Achse geschieht innerhalb weniger Sekunden leicht und gefahrlos. Dabei kann die Hängelibelle am Instrument verbleiben. Die Entlastung der Achsenlager wird durch zentralen Federdruck bewirkt. Ein Verspannen der Achse ist ausgeschlossen, da die an dem Instrument zur Anwendung kommenden Klemmen Flanschklemmen sind. Das Instrument steht auf einer schweren Grundplatte, die mit einer Azimutal-Korrektion versehen ist.

Das ausgestellte Instrument ist im Auftrage des Königlichen Geodätischen Instituts zu Potsdam angefertigt.

3. Universal-Instrument mit gebrochenem Fernrohr. (Fig. 2.)

Das Fernrohr hat eine Brennweite von 0,43 *m*, eine freie Objektivöffnung von 40 *mm* und 66-fache Vergrößerung. Die Beleuchtung des Gesichtsfeldes geschieht mittels Öl- oder elektrischer Glühlampe. Der Horizontalkreis hat einen Durchmesser von 206 *mm*, der Vertikalkreis einen solchen von 175 *mm*. Beide Kreise sind dreh- und feststellbar und durch Mikroskope direkt auf 5" und mit Schätzung auf 1" abzulesen. Der vertikale Aufsuchekreis von 112 *mm* Durchmesser gestattet die Ablesung auf 1' mittels wegzuklappender Nonien. Der feingeteilte Horizontalkreis ist noch mit einer groben Teilung für Drehung des Kreises um beliebige Winkel versehen. Die Mikroskope zur Ablesung der Vertikalkreise befinden sich in frei auf der Achse ruhenden, mit entsprechend feiner

Digitized by Google

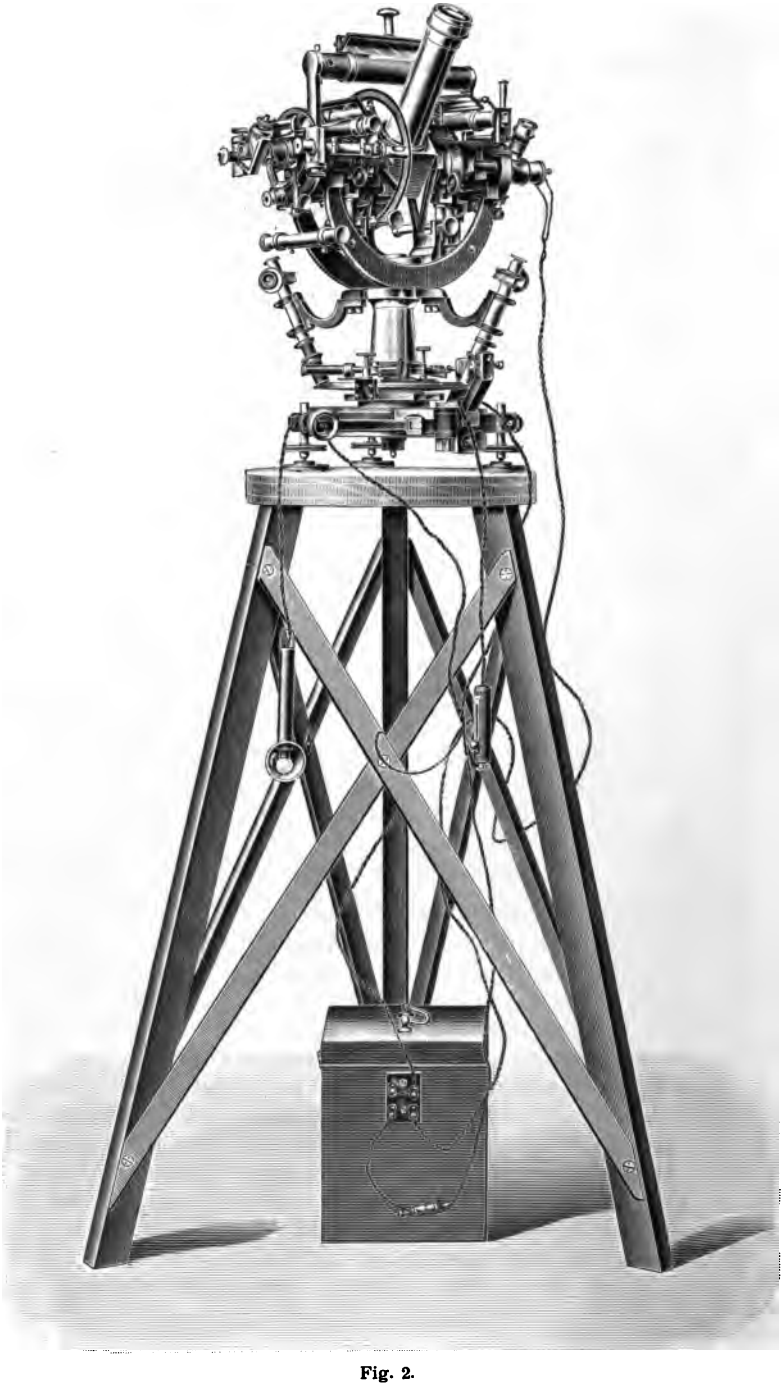


Fig. 2.

Digitized by Google

Horizontierlibelle und mit Feinbewegung versehenen Rahmen. Für Horrebow-Talcott-Beobachtungen ist das Instrument mit sehr empfindlichem, an die Achse festklemmbarem Niveau und einem um 90° drehbaren Okularmikrometer ausgestattet.

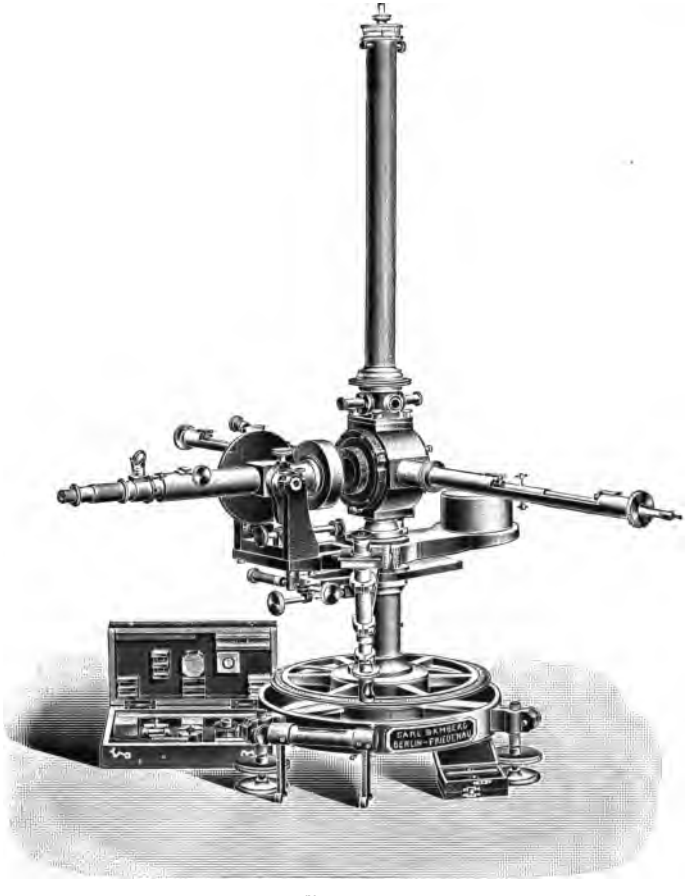


Fig. 3.

Ein kleines Sucherfernrohr ist an dem dem Okularkopfe entgegengesetzten Ende der Achse angebracht. Die Horizontalachsenlager sind durch Federdruck entlastet. Ein Hebelmechanismus gestattet ein bequemes Ausheben und Umlegen der Horizontalachse in ihren Lagern.

Das ausgestellte Instrument ist im Auftrage des Kaiserl. Reichsmarineamtes in Berlin angefertigt.

Digitized by Google

4. Magnetischer Theodolit für Observatorien nebst großem hölzernen Schwingungskasten. (Fig. 3 u. 4.)

Der Horizontalkreis hat einen Durchmesser von 270 *mm* und gestattet eine direkte Mikroskop-Ablesung von 5" und durch weitere Schätzung die Ablesung von 1". Der Kreis ist

Fig. 4.

drehbar. Ein exzentrisches Kollimator-Fernrohr mit einer freien Öffnung von 32 *mm* und einer Brennweite von 275 *mm* ist mit einem achromatischen Mikroskopokular und Gaußscher Fadenkreuzbeleuchtung versehen; die Vergrößerung

Digitized by Google

ist 36-fach. Der Vertikalkreis mit einem Durchmesser von 116 *mm* hat Minuten-Ablesung.

Das Magnetometer, welches sich in der Mitte des Instruments befindet, ist mit zwei Magnetschienen für O.-W.- und N.-S.-Ablenkungen und einem dritten Arm versehen, der ein drehbares Magnetlager mit feingeteiltem Kreise trägt. Bei den Ablenkungsbestimmungen ergibt sich der Sinus des Ablenkungswinkels. Die Schienen besitzen Millimeterteilung und haben einen kreisförmigen Querschnitt von 24 *mm* Durchmesser. Das Magnetometer ist ferner mit einem Suspensionsrohr und einer Vorrichtung zum Ausheben und Umlegen des Deklinationsmagneten versehen. Die Entfernung der Mitte des Ablenkungs-

Fig. 5.

magneten von dem Mittelpunkt des Instruments beträgt 372,4 bezw. 270 *mm*. (Das Verhältnis der beiden Entfernungen also: 1,33.) Der Deklinationsmagnet hat eine Länge von 32,7 *mm* und ist mit spiegelnden Endflächen versehen. Er ist unifilar in einem Torsionskopf mit Längenkorrektion für den Faden aufgehängt. Das drehbare Magnetlager dient zur Beobachtung der Wirkung des Magnets in verschiedenen Lagen und damit

Digitized by Google

zur Bestimmung seines allgemeinen Potentials; es ermöglicht eine scharfe Messung der Horizontalintensität durch Ablenkungen aus einer einzigen kleinen Entfernung.

Der Schwingungskasten besitzt ein Suspensionsrohr mit Torsionskopf sowie eine Vorrichtung zum Umlegen des Schwingungsmagneten. Ein exzentrisches Kollimator-Fernrohr mit einer Brennweite von 120 *mm* und einer Öffnung von 16 *mm* nebst Gaußschem Okular dient zur Beobachtung sehr kleiner Schwingungen.

Das ausgestellte Instrument ist im Auftrage des Königlichen Meteorologischen Instituts für das Magnetische Observatorium zu Potsdam ausgeführt.

5. Deklinatorium für Landbeobachtungen. (Fig. 5.)

Der verdeckte Horizontalkreis hat einen Durchmesser von 130 *mm* und wird durch zwei gegenüber liegende Nonien auf 30" abgelesen. Das umlegbare, auf einer Spitze schwingende Magnetsystem ist mit einem Spiegel versehen. Die Schwingungen werden durch ein exzentrisches Kollimator-Fernrohr mit Gaußschem Okular beobachtet.

Das ausgestellte Instrument ist im Auftrage des Königlichen Instituts für Meereskunde zu Berlin ausgeführt.

Georg Bartels

Göttingen.

Werkstätte für Präzisions-Mechanik.

Nr. 1 in A, Nr. 2 in C.

1. Seismometer nach E. Wiechert.

Das Instrument zeichnet die horizontale Bewegung des Erdbodens in zwei aufeinander senkrechten Komponenten auf und bietet bei mechanischer Registrierung (auf berußtem Papier) die äußerste Empfindlichkeit. Es lassen sich eine „äquivalente Indikatorlänge" bis zu 10000 *m* (entsprechend einer Neigungsempfindlichkeit von 50 *mm* für eine Bogensekunde) und eine „Indikatorvergrößerung" (das heißt eine Vergrößerung sehr schneller Schwingungen) bis zu 300-mal noch bequem erreichen. Dabei ist der Raumbedarf verhältnismäßig gering, denn das Ganze ist in einem Schrank von 138×176 *cm* Grundfläche und 186 *cm* Höhe untergebracht. Die stationäre Masse wird durch ein Eisengewicht von 1000 *kg* gebildet. Die Gelenke sind mittels Federn oder

Digitized by Google

Spitzen so konstruiert, daß die Reibung nicht merklich hervortritt. Eine starke, beliebig veränderliche Luftdämpfung macht die Eigenschwingungen des Gewichtes unschädlich. Die gewöhnlich benutzte Registriergeschwindigkeit beträgt 15 *mm* in einer Minute. Näheres siehe: *Gerlands Beiträge zur Geophysik* **6.** *S. 435. 1903; Phys. Zeitschr.* **4.** *S. 821. 1903.*

Ausgestellt ist der ganze Registrier-Mechanismus, dagegen ist die stationäre Eisenmasse nur in ihrem oberen Teil in Holz nachgebildet. Photographien geben eine Vorstellung des vollständigen Instruments und der von ihm aufgezeichneten Kurven.

2. **Sehr empfindliches Quadranten-Elektrometer** nach F. Dolezalek.

Näheres siehe: *Zeitschr. f. Instrkde.* **21.** *S. 345. 1901.*

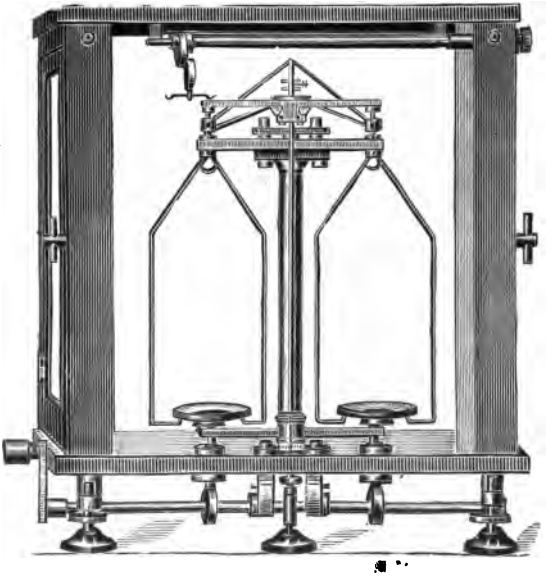
Max Bekel

Hamburg, Elsastrasse 39.

Werkstatt für Präzisionswagen für physikalische, chemische und technische Zwecke.

Nr. 1 u. 2 in A.

1. **Wage für 500 *g* Belastung** zu wissenschaftlichen Zwecken.
2. **Wage für Edelmetalle** zu 20 *g* Belastung; 0,02 *mg* Empfindlichkeit.



Digitized by Google

Hugo Bieling

Steglitz b. Berlin, Florastrasse 2.

Werkstätte für Feinmechanik.

Nr. 1—3 in A.

1. **Gewindeschneidewerkzeuge** für metrische (Löwenherz-), Mikrometer- und steile Gewinde.
2. **Krauskopfsenker,** spiralig gefräst.
3. **Schallmesser** eigener Konstruktion.

J. & A. Bosch

Strassburg i. Elsass, Münstergasse 15

Werkstätte für Präzisionsmechanik.

Nr. 1—3 in D, Nr. 4 in A.

Registrierapparate zur wissenschaftlichen Erforschung der freien Atmosphäre.

Die nach Angabe von Prof. Dr. Hergesell in Straßburg konstruierten Apparate zeichnen sich sowohl durch große Genauigkeit und Empfindlichkeit, als auch durch ihre Leichtigkeit aus; sie besitzen eine so geringe thermische Trägheit, daß sie auch bei sehr starken Temperaturänderungen innerhalb einiger Sekunden den richtigen Wert anzeigen.

1. Baro-Thermograph für Registrierballons *(Ballons sondes).*

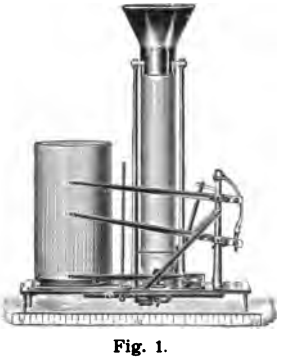


Fig. 1.

Der Apparat (Fig. 1) registriert den Luftdruck und die Temperatur in kontinuierlicher Weise auf ein und derselben Uhrtrommel. Das Thermometer wird durch den Aufstieg selbst in mehr als genügender Weise ventiliert und ist gegen Strahlung geschützt. Die Uhr ist von einer Büchse zum Schutz gegen Kälte umgeben. Gewicht mit Schutzkasten 630 *g*. Der Apparat kann durch einen Gummiballon von 1,5 *m* Durchmesser (vgl. *S. 2*, Nr. 4) bis zu Höhen von 20000 *m* gehoben werden.

Digitized by Google

2. Baro-Thermo-Hygrograph für bemannte Ballons.

Der Apparat registriert den Luftdruck, die Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit in kontinuierlicher Weise auf ein und derselben Uhrtrommel. Durch ergiebige künstliche Ventilation und geeigneten Strahlungsschutz gibt das Thermometer die wahre Lufttemperatur auch bei der stärksten Sonnenstrahlung ohne Fehler an. Auch das Hygrometer ist ventiliert. Zur Erhaltung eines mehrstündigen Ventilationsstromes sind nur einige galvanische Elemente oder Akkumulatoren von geringem Gewicht notwendig. Gewicht des ganzen Apparates 1,6 *kg*. Der jährliche Energieverbrauch zur Erhaltung einer permanenten künstlichen Ventilation entspricht einem Kostenaufwand von nur etwa 50 M.

Das Instrument wird auch ohne Barometer hergestellt und dient dann als Stationsinstrument für meteorologische Stationen.

3. Baro-Thermo-Hygrograph für Drachenaufstiege.

Das Instrument zeichnet sich besonders durch seine Leichtigkeit aus (Gewicht mit Schutzkasten 375 *g*). Die Stabilität sämtlicher Registrierfedern ist eine sehr große. Die Registrierkurven sind deswegen auch bei starker Bewegung der Drachen nicht zitterig und verwaschen. Der Apparat schwimmt im Schutzkasten auf Wasser.

Auf Wunsch wird auch eine kontinuierliche Registrierung der Windgeschwindigkeit nach eigener Methode hinzugefügt.

4. Horizontalpendel mit photographischer Registrierung.

Die photographisch registrierenden Horizontalpendel sind dadurch, daß eine fast reibungslose Aufhängung ermöglicht ist, für Lotschwankungen (Niveauänderungen) die empfindlichsten aller existierenden Instrumente, daher finden sie auch als Seismometer für Fern- und Nahbeben Verwendung. In einem kleinen

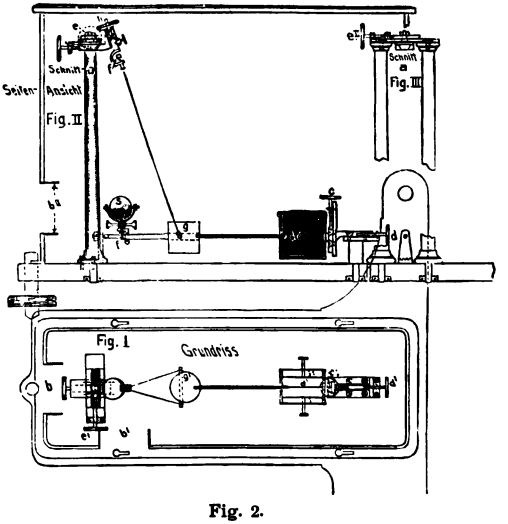


Fig. 2.

Digitized by Google

kompendiösen Gehäuse von nur 18 *kg* Gesamtgewicht ist ein Horizontalpendel aufgehängt. Zwei solche Gehäuse mit je einem Pendel werden im rechten Winkel zu einander aufgestellt, wodurch sich die Richtung, in welcher die Störung ankommt, ziemlich genau bestimmen läßt. Die Bewegung wird 120-fach vergrößert aufgezeichnet. Registriert werden kann mit einer Geschwindigkeit von 6, 36 oder 90 *cm* in der Stunde, wobei zu beachten ist, daß selbst bei 90 *cm* Weg in der Stunde der Verbrauch an Bromsilberpapier sich nicht höher beläuft, als früher bei 12 *cm* Weg, nämlich auf etwa 1 Mark täglich. Das Instrument eignet sich wegen seiner Handlichkeit, seines geringen Gewichts, sowie infolge der einfachen, schnellen Justierung sehr zum Reiseinstrument, zur Benutzung in Bergwerken u. s. w. (Fig. 2.)

R. Brunnée (vormals Voigt & Hochgesang)

Göttingen, Untere Maschstr. 26.

Optische und mechanische Werkstatt.

Nr. 1—6 in B, Nr. 7 in A.

1. **Großes Mikroskop Nr. 1 A,** nach Angabe von Hrn. Prof. C. Klein. Das Stativ ist mit den besten Neukonstruktionen für feinere mineralogisch-petrographische Untersuchungen versehen. Der drehbare Tisch ist in $^1/_2{}^0$ geteilt, der Nonius zeigt 1' an. Der Kreuzschlitten, welcher zur genauen Einstellung oder Messung eines Präparates dient, liegt verdeckt im Kreis.

2. **Mikroskop Nr. 5,** eigener Konstruktion nach englischem Typus. Das Stativ hat statt des drehbaren Tisches gleichzeitig drehbare Nicols.

3. **Chemisches Mikroskop,** nach Angabe von Hrn. Professor O. Lehmann. Dasselbe dient zur Beobachtung von Mineralien, chemischen Präparaten und sonstigen organischen Körpern bei direkter, parallel polarisierter Beleuchtung und jeglichen Hitzegraden bis zur Glühtemperatur, wie auch bei Elektrolyse.

4. **Sammlung von 115 Dünnschliffen von petrographisch wichtigen Mineralien** nach krystallographischen Rich-

Digitized by Google

tungen orientiert gefertigt, zusammengestellt von Herrn Prof. C. Klein.

5. Sammlung von 347 Dünnschliffen eruptiver Gesteine in systematischer Anordnung nach Prof. Rosenbuschs „Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine, 1896". Die Herstellung dieser Sammlung wurde durch die opferwillige Güte der Hrn. Brögger, Chelius, Diller, Hibsch, von Kraatz-Koschlau, Osann, Ramsay und Rosenbusch ermöglicht.

6. Zwei große Schliffe von fossilen Hölzern.

7. Analysen-Wage (U. S. A. Pat. Nr. 634495).

Der Balken dieser Wage ist durch eine dachförmige Spreizung gegen jegliche Deformation gesichert. Die neue, eigenartige Arretierung bewirkt das gleichzeitige Auflegen der Mittel- und Endschneiden, wodurch eine gute Dämpfung der Wage erzielt wird.

Paul Bunge

Hamburg, Ottostrasse 13.

Mechanisches Institut.

Nr. 1—6 in A.

1. Analytische Wage für 5 *kg* Maximalbelastung.

Balken aus Magnalium; Achsen, Lager und die Kontaktstellen des Balkens und der Gehänge aus bestem Achat. Balkenlänge 32 *cm*, Schalenraum 22×45 *cm*. Bei Mittelbelastung pro 0,5 *mg* 1 Grad Ausschlag gebend. (Nr. 5 der Preisliste.)

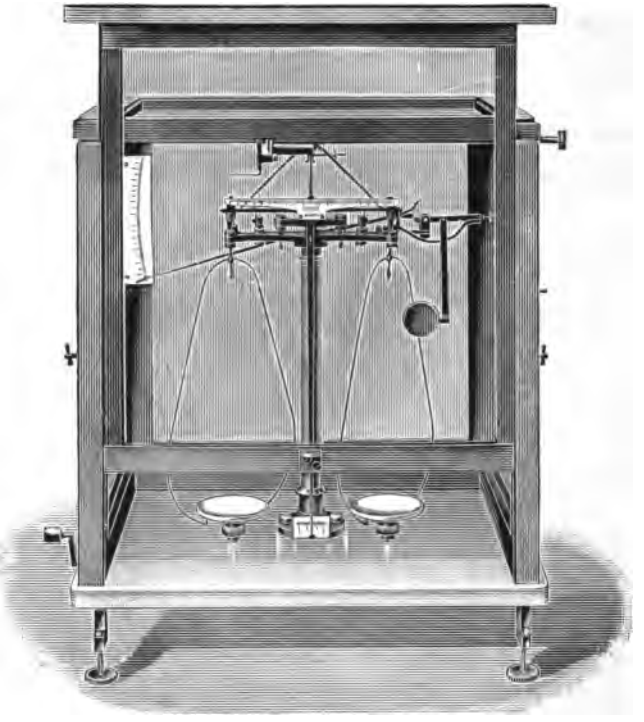
2. Physikalische Wage für 500 *g* Maximalbelastung.

Vorrichtung zum mechanischen Auflegen und Abheben der Gewichte bei geschlossenem Gehäuse. Ablesung der Bruchteile des Milligramm durch ein Kollimationsfernrohr. Balken aus Argentan; Achsen und Lager sowie die Kontaktstellen des Balkens, der Gehänge und der Schalen aus bestem Achat. Balkenlänge 17 *cm*, Schalenraum 16×30 *cm*. Bei sehr schnellen und genauen Schwingungen pro 0,1 *mg* 1 Grad im Fernrohr angebend. (Nr. 2c der Preisliste.)

Digitized by Google

3. Analytische Wage für 500 *g* Maximalbelastung.

Mikroskopablesung und Vorrichtung, die Bruchteile des Gramm bei geschlossenem Gehäuse aufzulegen. Balken, Balkenlänge und Schalenraum wie vorhergehend; Achsen und Lager sowie die Berührungspunkte des Balkens und der Gehänge aus Achat. (Nr. 2 der Preisliste.)



4. Analytische Wage für 200 *g* Maximalbelastung.

Balken aus Argentan; Achsen und Lager sowie die Kontaktstellen des Balkens, der Gehänge und der Schalen aus Achat. Balkenlänge 13 *cm*, Schalenraum 11 × 20 *cm*. Der Zeiger ist dreieckig zur Vermeidung jeder Vibration. Bei allen Belastungen pro 0,1 *mg* 1 Grad Ausschlag gebend. (Nr. 1a der Preisliste.)

5. Analytische Wage für 200 *g* Maximalbelastung mit Vorrichtung zum Ablesen der Grammgewichte. (s. Figur.)

Durch die Drehung einer kleinen Arretierung wird die Einrichtung mit dem Wagebalken in Verbindung gesetzt,

Digitized by Google

und es zeigt der lange, seitliche Zeiger sofort nach Auslösen der allgemeinen Arretierung das Gewicht des auf die linke Schale gestellten Objekts in Gramm an. Durch Rückdrehung dieser Arretierung ist die Vorrichtung außer Betrieb gesetzt und die Bestimmung der Bruchteile des Gramm wird wie gewöhnlich vorgenommen. (Nr. 1 d der Preisliste.)

6. Probierwage für Edelmetalle für 20 *g* Belastung.

Balken aus hartgewalztem Argentanblech; Achsen und Lager sowie die Kontaktstellen des Balkens, der Gehänge und der Schalen aus bestem Achat. Balkenlänge 7 *cm*, Schalenraum 4,5×10 *cm*. Bei allen Belastungen für 0,01 *mg* 1 Grad Ausschlag gebend. (Nr. 6 der Preisliste.)

Reinhold Burger

Berlin N., Chausseestr. 2 E.

Chemisch-physikalische Glasinstrumente und Präzisions-Apparate.

Nr. 1—11 in D.

1. Automatisch doppeltwirkende Quecksilberluftpumpe nach F. Neesen. Die Pumpe wirkt kontinuierlich und rasch. Der Betrieb kann mittels Öl- oder Wasserluftpumpe geschehen.

2. Kugelförmiges, doppelwandiges, evakuiertes Glasgefäß. Versilbertes Gefäß zur Aufbewahrung flüssiger Luft.

3. Zylindrisches, doppelwandiges Glasgefäß zu Versuchen mit flüssiger Luft.

4. Zylindrisches, doppelwandiges Glasgefäß mit Ausfluß und Kühlschlange nebst Stativ zur Kondensierung von Gasen.

5. Doppelwandige Glasschale für flüssige Luft.

6. Ein Satz Glasschwimmer zur Bestimmung der Temperatur der flüssigen Luft nach U. Behn und F. Kiebitz (*Ann. d. Physik 12. S. 421. 1903*).

7. Vorlesungsapparat nach H. Lange.

Der Apparat dient dazu, zu zeigen, daß bei Kohlensäurefüllung nach Eintauchen des Apparates in die flüssige Luft eine Geißlersche Luftverdünnung stattfindet.

Digitized by Google

8. **Normalthermometer** mit Pentanfüllung bis — 200° C.

9. **Drei Normalthermometer** aus Jenaer Normalthermometerglas für Temperaturen zwischen 0 und 100° C.

10. **Gefäß für Konstanthaltung der Temperatur kalter oder warmer Getränke und Speisen** (U. S. A. Pat. angem.).
Dieses Gefäß eignet sich vorzüglich als Reise- und Jagdflasche und als Haushaltungsgegenstand.

11. **Thermostat für tiefe Temperaturen** nach Rothe.
Der Apparat dient zur Herstellung konstanter tiefer Temperaturen bis etwa — 150° C. Er besteht aus zwei ineinander gestellten Vakuumgefäßen, von denen das äußere mit flüssiger Luft, das innere mit technischem Pentan oder Petroläther als Badflüssigkeit beschickt wird. Zur Erreichung der Temperaturkonstanz wird die von der Badflüssigkeit an die flüssige Luft abgegebene Wärme durch elektrische Stromwärme ersetzt, welche in dem am Rührer angebrachten Heizdraht erzeugt wird. Das Rührwerk kann durch einen kleinen Elektromotor o. dgl. in Gang gesetzt werden. Die Temperatur läßt sich auf 0,01° bis 0,02° in der Minute konstant halten. (Vgl. R. Rothe, *Zeitschr. f. Instrkde. 22. S. 14. 1902.*)

Arth. Burkhardt

Glashütte in Sachsen.

Erste Deutsche Rechenmaschinenfabrik.

Nr. 1 u. 2 in A.

1. **Rechenmaschine** mit den neuesten Verbesserungen: Zehnerwarnung, frei abnehmbares Federhaus u. s. w., zum Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren, Dividieren, Potenzieren und Radizieren. Die Maschine bildet ein bequemes Hülfsmittel für Zahlenrechner jeder Art. Ausgestellt sind drei Größen:
a) Sechser, 6×7-stelliger Faktor und 12-stelliges Produkt;
b) Achter, 8×9-stelliger Faktor und 16-stelliges Produkt;
c) Zehner, 10×11-stelliger Faktor und 20-stelliges Produkt.
Generalvertrieb: Denis Amster, Berlin W., Leipzigerstraße 29; für Amerika: Keuffel & Esser Co., New-York.

Digitized by Google

2. Photographische Abbildungen der Rechenmaschine von Leibniz (erfunden in der Zeit von 1640 bis 1672) und **Hahn** (erfunden in der Zeit von 1770 bis 1776).

Continental-Caoutchouc- und Guttapercha-Compagnie

Hannover.

Fünf Gummiballons nach Aßmann.
(Vgl. Aeronautisches Observatorium *S. 2.*)

Dreyer, Rosenkranz & Droop

Hannover.

Ausgestellt in D.

Indikator-Prüfungs-Vorrichtung.

Die bisher zur Prüfung von Indikatoren gebräuchlichen Vorrichtungen, bei denen die Feder durch direkte Gewichtsbelastung, mit oder ohne Anwärmung durch Dampf geeicht wird, bestanden gemeinhin in einem durch zwei Säulen getragenen Querstück, an das

Digitized by Google

der Indikator, für Vakuum nach oben stehend, für Druck nach unten hängend, angeschraubt wurde. Die nach unten gerichtete Stellung des Indikators kommt in der Praxis beim Indizieren überhaupt nicht vor und bringt bei der Prüfung mancherlei Unannehmlichkeiten und Fehlerquellen mit sich.

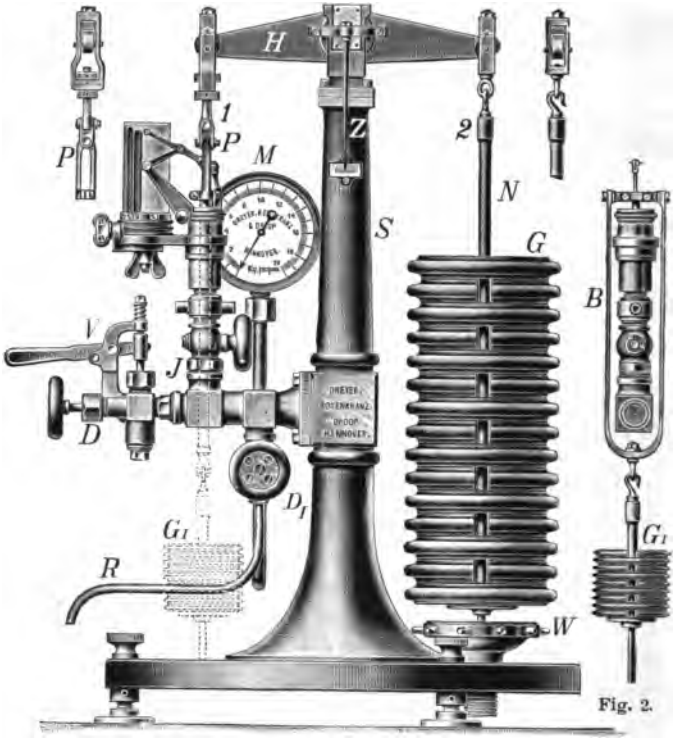


Fig. 1.

Das Kondenswasser sammelt sich im Indikator vor und hinter dem Kolben an, hemmt den Gang des letzteren und verhindert eine ausreichend genaue Temperaturbestimmung im Federraum des Indikators. Ferner tritt das heiße Wasser auch noch unten an der Kolbenstange und aus den für die Dampfausströmung vorgesehenen Öffnungen im Indikator aus und benetzt sowohl die Gewichte als auch das Indikatorpapier. Auch ist das Wechseln der Stellung für die Prüfung bei Vakuum und Druck leicht mit Fehlern verknüpft.

Die neue Prüfungseinrichtung (Fig. 1) vermeidet diese Übelstände und bietet die noch weiterhin beschriebenen Vorzüge. Es ist

Digitized by Google

hierfür die Säule *S* angeordnet, die durch die Fußschrauben nach dem an der hinteren Seite der Säule angebrachten Lot genau senkrecht eingestellt werden kann. Die Säule trägt oben einen auf Schneiden schwingenden Doppelhebel (Wagebalken) *H*, der Indikator wird bei *J* aufgeschraubt. Bei D_1 erfolgt nach Bedarf Dampfzuführung durch das Hebelventil *V*, das sich auf der hinteren Seite des Ventils *D* befindet. Bevor der Dampf in das Ventil *V* strömt, passiert er zunächst einen Wasserabscheider, der alles Kondenswasser aus der Zuleitung sammelt, das dann besonders abgelassen werden kann. Zwecks Öffnung des Dampfweges wird der Hebel des Ventils *V* durch einen Vorsteckbolzen in der entsprechenden Lage gehalten. Die Regulierung der Temperatur im Indikator erfolgt mit Hülfe der beiden Ventile *D* und D_1 sowie des Manometers *M*. Der überschüssige Dampf sowie das Kondenswasser entweichen dabei durch das Röhrchen *R*.

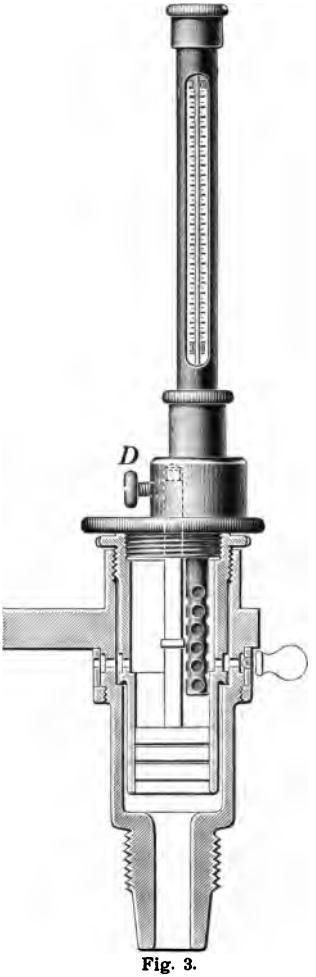


Fig. 3.

Der Zeiger *Z* ist gleich der halben Länge des Wagebalkens *H*. Er gibt das Mittel, die Anfangsstellung der mit der Zange *P* verbundenen Seite *1* mittels der beiden im Gehänge befindlichen Randschrauben um die Hälfte des wirklichen Federweges unter die Horizontale zu verlegen, da hiermit die durch seitlichen Zug etwa entstehende Reibung der Kolbenstange im Indikatordeckel unschädlich gemacht wird.

Auf Seite *2* des Wagebalkens sind Gewichte *G* aufgelegt, deren jedes entsprechend der Belastung 1 *kg/qcm* für den Kolbendurchmesser von 20 *mm* berechnet ist. Das erste Gewicht ist mit der Zugstange *N* dieser Belastung gleich. Außerdem werden noch Gewichte G_1 für je 0,1 *kg/qcm* Belastung beigegeben, die zugleich bei der Eichung für Vakuum dienen (Fig. 2). Die Gewichte haben einen bis zur Mitte durchgehenden Schlitz, sind sämtlich an den Kanten rundlich gehalten

Digitized by Google

und mit Zentrierringen versehen, sodaß sie bequem und sicher gehandhabt werden können. Um beim Prüfen der Feder bei Anwärmung mit gespanntem Dampf und Gewichtsbelastung eine Überlastung zu vermeiden, ist die verstellbare Platte *W* mit Lederring angeordnet, auf die sich die Gewichte bei ihrer Abwärtsbewegung lagern können, während die Zugstange *N* frei schwingt.

Man kann mit dieser Vorrichtung den Indikator sowohl mit Dampf, zu dessen Erzeugung ein kleiner, mit Gas heizbarer Kessel gehört, als auch nur mit Gewichten, also kalt prüfen. Man kann ihn aber auch unter Benutzung des von Wiebe und Schwirkus angegebenen Thermometereinsatzes (Fig. 3) bis zu bestimmten Temperaturgrenzen nur anwärmen. Mithin gestattet der Apparat alle Prüfungsarten, die für die Eichung der Indikatorfedern in Betracht kommen, wobei der Indikator stets seine aufrechte Stellung beibehält und das Kondenswasser ohne Einfluß auf das Prüfungsergebnis bleibt.

Max Fechner

Potsdam.

Institutsmechaniker des Königl. Geodätischen Instituts und Zentralbureaus der Internationalen Erdmessung in Potsdam.

Nr. 1—3 in A.

1. Viertelsekundenpendelapparat für relative Schweremessungen.

Der im Auftrage des Direktors des Geodätischen Instituts in Potsdam, Herrn Prof. Helmert gebaute Apparat besteht aus dem Gefäßstativ, vier invariablen Pendeln, dem Pendelniveau, einem Pendelthermometer, dessen äußere Form einem Pendel gleicht, und einem Manometer. Das Stativ ist für die gleichzeitige Aufnahme der vier Pendel sowie auch des Thermometers und Manometers eingerichtet.

Die Pendel schwingen in gleicher Höhe und je zwei gegenüberliegende auch in gleicher Richtung, sodaß das Mitschwingen des Stativs leicht und genau ermittelt werden kann. Der Apparat wird mittels der drei Fußschrauben nach den beiden äußeren Niveaus horizontiert. Die Horizontalität der Konsollager läßt sich durch das beigegebene Pendelniveau

Digitized by Google

prüfen. Durch Auflegen des Deckels wird der Apparat geschlossen und dann durch Auspumpen ein Vakuum hergestellt. Infolge des Wegfalls der Dämpfung der Schwingungen durch die Luft können die Pendel etwa acht Stunden beobachtet werden. Durch die Anwendung von Spiegeln und Prismen, welche auf einer Brücke innerhalb des Gefäßstativs montiert sind, ist es ermöglicht, alle vier Pendel von *einem* Ort aus mit dem Fernrohr zu beobachten. Die Beobachtung der Koinzidenzen mit dem Uhrpendel und der Amplituden erfolgt mittels eines Koinzidenzapparates.

2. Modell eines Horizontalpendels.

Der Apparat ist das Modell eines Instrumentes nach v. Rebeur-Paschwitz und Hecker, welches für die Beobachtungen der Schwankungen der Lotlinie, sowie von Erdbeben und anderen Bewegungen der Erdkruste bestimmt ist.

Auf der schweren, durch drei Fußschrauben horizontierbaren Eisenplatte ist der Pendelstuhl, auf drei Punkten aufliegend, spannungsfrei gelagert. Zwei dieser Auflagestellen bilden Stahlkugeln, welche in Vertiefungen der Eisenplatte ruhen. Die dritte Auflagerungsstelle ist das kugelförmige Ende einer feingängigen, durch die Grundplatte gehenden Stahlschraube. Diese läßt sich mittels Übersetzung durch ein Schneckenrad sehr langsam bewegen und bildet so eine sehr feine Neigungskorrektion für die Fußplatte des Pendelstuhls. Das Pendel selbst ist mit zwei Saphirlagern versehen und hängt mit diesen auf zwei sehr feinen Stahlspitzen, welche oben und unten am Pendelstuhl befestigt sind. Die Richtung der Spitzen ist so gewählt, daß Klemmungen des Pendels beim Schwingen nicht stattfinden können. Um die Spitzen nicht zu verletzen, wird das Pendel nicht direkt mit der Hand, sondern mit Hülfe besonderer Einrichtungen auf die Spitzen gehängt.

3. Zenit-Kamera für geographische Ortsbestimmungen.

Der nach den Angaben von Prof. Schnauder konstruierte Apparat besteht aus einer photographischen Kamera, deren Objektiv nach dem Zenit gerichtet ist und die sich um eine vertikale Achse zwischen Anschlägen um 180° drehen läßt. Ein zweites Paar von Anschlägen senkrecht zur Verbindungslinie der beiden ersten ermöglicht Drehungen um 90°. Die Vertikalachse ist durch zwei zueinander senkrechte Libellen nivellierbar, und die Größe der Drehung kann durch ein Paar Schätzmikroskope an vier, je 2° umfassenden $^1/_6{}^0$-Teilungen

Digitized by Google

bis auf 0,1' abgelesen werden. Die photographische Platte wird mittels einer Metallkassette in die Kamera eingeführt und dann durch Exzenter und Lagerfedern gegen eine auf der optischen Achse des Objektivs senkrecht stehende Auflagefläche gedrückt. Die Größe der Platten beträgt 16×16 *cm*. Mittels des beigegebenen Fernrohrs ist ermöglicht, das Instrument in den Meridian zu bringen. Als photographisches Objektiv dient ein Orthostigmat von Steinheil in München von 24 *cm* Brennweite.

Die Apparate sind Eigentum des Kgl. Geodätischen Instituts in Potsdam.

R. Fuess (vorm. J. G. Greiner jr. und Geissler)

Steglitz bei Berlin, Düntherstr. 8.

Mechanisch-optische Werkstätten.

Nr. 1—10 u. 16—24 in D, Nr. 11—13 in B, Nr. 14 u. 15 in A.

I. Abteilung für Meteorologie.

1. **Gestell mit Psychrometer und Psychro-Aspirator** nach Aßmann, ein Maximum- und ein Minimumthermometer.

Der Psychro-Aspirator bezweckt 1. konstante Ventilation des feuchten Thermometers mit 2 *m* pro Sek. Geschwindigkeit des Luftstromes; 2. Abkürzung der „Einstellungsfrist" dadurch, daß die Befeuchtung des Musselins *nach* der Ablesung ausgeführt und das Wasser durch Abschließen der beiden Öffnungen des Hüllrohres mittels Korkstopfen am Verdunsten verhindert wird. Wenige Minuten vor der neuen Ablesung werden die Stopfen entfernt und der Aspirator angesetzt; selbst bei strengem Frost und Nebel genügen fünf Minuten, um die Einstellung zu bewirken.

2. **Registrierende Laufgewichtswage für Niederschlag und Verdunstung,** mit automatischer Zurückführung des Laufgewichts.

Der Apparat besteht aus einem Laufgewichtsbarographen, dessen Rohr durch ein Gefäß zum Auffangen des Niederschlags ersetzt ist. Der Regen wird hier in 20-facher Vergrößerung aufgezeichnet; dabei erhält man, besonders im

Digitized by Google

Sommer, auch schöne Verdunstungskurven. Eine größere Empfindlichkeit für den Winter ist leicht zu erreichen.

Neu ist seit 1903 eine Vorrichtung zur Zurückführung des Laufgewichts, wenn letzteres durch starken Regen nahe an den Rand der Schreibtafel geführt war.

Vgl. A. Sprung, Über die Registrierung der winterlichen Niederschläge. *Ergebnisse der meteorol. Beob. in Potsdam 1898;* A. Sprung, *Sur les appareils à balance romaine, qui se trouvent à l'exposition.* Im Kongreßbericht, Paris 1901. *S. 187.*

3. Windapparat für entlegene Stationen.

Dieser transportable Anemograph soll zunächst in großer Entfernung von Häusern, Bergen, Seen u.s.w. verwendet werden. Ein Jahr hindurch wird man ihn in der Höhe von 10 *m* über der Erdoberfläche aufstellen, um die betreffende tägliche Periode von Geschwindigkeit und Richtung des Windes kennen zu lernen.

Elektrische Übertragung ist vermieden, das Schalenkreuz aber trotzdem sehr klein und leicht, weil es nur ein Laufwerk auszulösen braucht.

4. Registrierender Regenmesser nach Hellmann-Fueß.

Das Regenwasser fällt in den Trichter (200 *qcm*) und fließt von hier aus in den Zylinder *G*. Dieser enthält einen Schwimmer, an dessen Oberfläche die vertikale Achse *S* mit der Schreibfeder *T* befestigt ist. Nach einem Regenfall von 10 *mm* entleert sich der Zylinder *G* von selbst mittels eines Hebers. Der Maßstab ist groß; bezüglich der Regenmenge entsprechen 8,2 *mm* Papier 1 *mm* Regen, bezügl. der Zeit 16 *mm* Papier einer Stunde.

5. Registrierapparat für Gummiballons nach Aßmann,

die zeitliche Änderung von Luftdruck, Temperatur und relativer Feuchtigkeit aufzeichnend. (Vgl. *S. 4.*)

Digitized by Google

6. Registrierapparat für Drachen, Luftdruck, Temperatur, relative Feuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Zeit aufzeichnend. (Vgl. *S. 3.*)

7. Aspirations-Thermograph nach Aßmann-Fueß, mit Elektromotor und Invar-Kupfer-Element.

8. Normal - Aspirations - Psychrometer nach Aßmann, volle Tropenausrüstung.

Zwei Quecksilber- oder Alkohol-Thermometer mit kleinen zylindrischen Gefäßen sind in je zwei konzentrische, hochglanzpolierte und voneinander thermisch isolierte, kurze Hüllrohre eingeschlossen, welche jede Bestrahlung fernhalten. Ein mittels eines Laufwerkes getriebener Zentrifugal-Aspirator (25 Touren in der Sekunde) führt einen Luftstrom von 2 bis 3 *m* pro Sek. Geschwindigkeit an den Thermometern vorbei und zwischen den Hüllrohren hindurch, was ausreicht, um den Rest der von den spiegelnden Hüllrohren nicht reflektierten Strahlungswärme fortzunehmen, sodaß selbst unter der stärksten Sonnenstrahlung (in großen Höhen, auf Bergen und im Ballon, sowie in den Tropen) die wahre Lufttemperatur gemessen wird. Eines der Thermometer wird mit Musselin umwickelt und von Zeit zu Zeit mit Wasser befeuchtet. Die Dampfspannung wird nach der Formel von Sprung $f = f' - {}^1/_2 (t - t') b/755$ ermittelt. Zur Tropenausrüstung gehören zwei Reserve-Federhäuser und Thermometer sowie Befeuchtungsbällchen.

9. Taschen-Aspirations-Psychrometer.

In allen Teilen gleich dem Normalapparat Nr. 8, nur in kleineren, für den Transport in der Tasche geeigneten Dimensionen.

10. Dreifaches Ballon-Aspirations-Psychrometer mit Haarhygrometer nach Aßmann. (Vgl. *S. 5.*)

II. Abteilung für Physik und Mineralogie.

11. Großes Mikroskop mit gemeinsamer Nicoldrehung für mineralogisch-petrographische Studien, Modell VI, (s. C. Klein, *Sitzungsber. d. Berliner Akad. 1895. S. 93;* ferner C. Leiß, Die optischen Instrumente der Firma R. Fueß. Leipzig 1898. *S. 199*).

Digitized by Google

12. Uhrwerk-Heliostat nach A. M. Meyer (s. C. Leiß, *Zeitschr. f. Instrkde. 18. S. 276. 1898*).

Der hauptsächlichste Unterschied dieses von A. M. Meyer (*Amer. Journ. of Science 4. S. 306. 1897;* Referat in *Zeitschr. f. Instrkde. 18. S. 56. 1898*) vorgeschlagenen Heliostaten vor denen der gebräuchlichen Konstruktion besteht darin, daß bei diesem im Gegensatz zu jenen der durch das Uhrwerk bewegte Spiegel durch eine paralleles Licht erzeugende Linsenkombination ersetzt ist. Die Vorzüge dieses Heliostaten gegenüber einem solchen mit Spiegel sind nicht gering anzuschlagen. Während ein gewöhnlicher Heliostat selbst wenn er mit einem relativ großen Spiegel versehen ist, in unseren Breiten und insbesondere in den Wintermonaten ein nur relativ kleines paralleles Lichtbüschel zu reflektieren vermag, sendet dieser neue Heliostat, da die Lichtstrahlen stets senkrecht in seine Sammellinse einfallen, in allen Breiten die gleiche Lichtmenge aus. Zudem wird die Intensität des aus der Linsenkombination austretenden Lichtbündels durch die Konzentration der großen Sammellinse beträchtlich erhöht.

Die Anwendung dieses Instrumentes wird sich deshalb in den höheren Breiten und insbesondere dann empfehlen, wenn es auf eine möglichst intensive Beleuchtung (Mikrophotographie, Spektrophotographie, Projektion u. s. w.) ankommt.

13. Kristallpolymeter nach C. Klein (s. C. Klein, *Sitzungsber. d. Berliner Akad. 1900. S. 248;* ferner C. Leiß, *Zeitschr. f. Instrkde. 22. S. 331. 1902*).

Dieses aus dem dreikreisigen Goniometer nach G. J. H. Smith entstandene Instrument kann für folgende Arbeiten Verwendung finden:

a) als einkreisiges, zweikreisiges und dreikreisiges Reflexionsgoniometer;

b) als Instrument zur Bestimmung der Brechungsexponenten mittels der Methode der prismatischen Ablenkung;

c) zur Bestimmung der Brechungsexponenten von Flüssigkeiten;

d) als Instrument zur Bestimmung der Brechungsexponenten von Kristallen mittels der Methode der Totalreflexion;

e) zur Untersuchung von Kristallen in Medien gleicher Brechbarkeit, zu Achsenwinkelmessungen u. s. w.;

f) zur Untersuchung von Mineralpartien in Dünnschliff und von dickeren Schliffen.

Digitized by Google

III. Abteilung für Messwesen.

14. Neues Präzisions-Kathetometer, konstuiert nach Angabe der Kaiserl. Normal-Eichungs-Kommission in Charlottenburg.

Horizontalverschiebung (nicht meßbar) 300 *mm*, meßbare Vertikalverschiebung 200 *mm*, Maßstab in $^1/_2$ *mm* geteilt. Schraubenmikrometer des Ablesemikroskops gibt 0,01 *mm* an. Fernrohr-Schlitten durch ein im Innern der Säule bewegliches Gegengewicht im Gleichgewicht gehalten und mit Feinstellung versehen. Fernrohr umlegbar und einstellbar für alle Entfernungen zwischen 5 und 0,3 *m*. Vergrößerung etwa 24-fach.

15. Volumenometer, modifizierte Form des von Overbeck konstruierten Apparates, dient zur Volumbestimmung von Körpern, welche nicht in Flüssigkeiten getaucht werden sollen.

Die Methode beruht auf dem Boyle-Mariotteschen Gesetz. Der zu bestimmende Körper wird in einen der beiden gleichen Rezipienten gesetzt, welche mit Glasplatten luftdicht abgeschlossen werden. Hierauf wird das Volumen der Rezipienten durch Senken des Quecksilberreservoirs und Zurückziehen des Quecksilbers in den Kapillaren vergrößert. Aus dem bekannten Volumen der Rezipienten und den an den geteilten Kapillaren abgelesenen Stellungen der beiden Quecksilbermenisken kann das Volumen des untersuchten Körpers berechnet werden. Der Apparat unterscheidet sich von der alten Form durch die Ampullen unter den Rezipienten, durch die der Effekt von Kapillaren der 5-fachen Länge erreicht wird. Nach einer etwas modifizierten Methode läßt sich voraussichtlich mit dem ausgestellten Apparat die Volumbestimmung an Körpern von 1 *ccm* bis 120 *ccm* Größe auf 0,001 *ccm* genau ausführen. Der Apparat ist für die Kaiserliche Normal-Eichungs-Kommission in Charlottenburg bestimmt.

IV. Abteilung für Wärme und Luftdruck.

16. Siedeapparat (Hypsometer); dazu
a) Thermometer in $^1/_{100}{}^0$ geteilt;
b) Thermometer von 2 : 2 *mm* Luftdruck eingeteilt;
c) Thermometer von 1 : 1 *mm* Luftdruck eingeteilt.

17. Normalthermometer von -2 bis $+102^0$ ($^1/_{10}{}^0$).

Digitized by Google

18. **Normalthermometer** von -30 bis $+50^0$ und von 90 bis 102^0 ($^1/_{10}{}^0$).
19. **Normalthermometer,** etwa 7 *mm* Durchmesser, von 0 bis 30^0 ($^1/_{10}{}^0$).
20. **Eispunktthermometer** in $^1/_{100}{}^0$ geteilt.
21. **Insolationsthermometer.**
22. **Quellenthermometer.**
23. **Erdbodenthermometer** von -12 bis $+30^0$ ($^1/_{10}{}^0$).
24. **Seebarometer** nach Hecker.

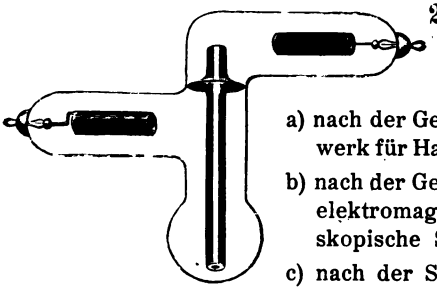
F. O. R. Goetze

Leipzig, Härtelstrasse 4.

Glasinstrumentenfabrik.

Nr. 1—3 in D.

1. **Eine Kollektion Thermometer,** teilweise in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg geprüft,
   a) Thermometer nach Beckmann in $^1/_{500}$ Grad geteilt;
   b) Thermometer nach Beckmann in $^1/_{100}$ Grad geteilt;
   c) Thermometer nach Beckmann in $^1/_{50}$ Grad geteilt;
   d) Thermometer nach Heidenhain in $^1/_{100}$ Grad geteilt, mit fixem Nullpunkt;
   e) Thermometer in $^1/_{10}$ Grad geteilt mit den Intervallen von $+16$ bis 18^0, $+28$ bis 30^0 und $+52$ bis 55^0;
   f) Siedethermometer zur Höhenmessung von $+96$ bis 102^0, in $^1/_{10}$ Grad geteilt, mit Eispunkt;
   g) Ein Paar Insolationsthermometer nach Arago-Davy.



2. **Drei Apparate zur Bestimmung des Molekulargewichtes** nach Beckmann,
   a) nach der Gefriermethode mit offenem Rührwerk für Hand- oder mechanischen Betrieb;
   b) nach der Gefriermethode mit geschlossenem elektromagnetischen Rührwerk für hygroskopische Substanzen;
   c) nach der Siedemethode, neueste Form.

Digitized by Google

3. Spektralröhren eigener Konstruktion (Fig. a. *S. 33.*) für Präzisionsmessungen, speziell für die seltenen Gase: Argon, Helium u.s.w. Die Röhren geben ein sehr helles Spektrum.

Ephraim Greiner (Inhaber: Bieler, Greiner & Kühn)

Stützerbach in Thüringen.

Glas-Instrumenten- und Hohlglas-Fabrik.

Nr. I—III in D.

I. Thermometer.

Ein Thermometer für chemische Arbeiten, von —20 bis +101°, aus Jenaer Normalglas gefertigt und gut gekühlt.

Normal-Thermometer mit Milchglasskale von —10 bis +101° C, aus Jenaer Normalglas gefertigt, gut gekühlt, Teilung in $^1/_{10}^0$; mit amtlichem Prüfungsschein.

Ein Satz Normal-Thermometer Nr. 1—7 nach Graebe-Anschütz, für feinere chemische Arbeiten, aus Jenaer Normalglas, gut gekühlt; Nr. 4 bis 7 mit Stickstoff gefüllt, geteilt von —10 bis +50°; +40 bis 110°; +90 bis 160°; +150 bis 220°; +200 bis 265°; +250 bis 310° und +300 bis 360° in $^1/_5^0$ C.

Thermometer auf schwarz poliertem Brett mit 3 Skalen.

II. Aräometer.

Amerikanische Zollhaus-Alkoholometer mit Thermometer.

Ein Satz Aräometer aus 7 Spindeln für spezifische Gewichte von 0,700 bis 0,850; 0,850 bis 1,000; 1,000 bis 1,200; 1,200 bis 1,400; 1,400 bis 1,600; 1,600 bis 1,800; 1,800 bis 2,000 mit beiliegendem Thermometer und Zylinder in Messingfuß, zusammen in poliertem, verschließbarem Mahagonikasten.

Außerdem verschiedene Aräometer, Saccharimeter, Milchprober.

III. Verschiedene Glasgeräte.

Gas-Manometer, Zugmesser, amtlich geeichte Normal-Meßgeräte und solche nach Dr. Mohr, automatische Überlaufpipette, Digestions- und Polarisationskölbchen, Patent-Kühl-Apparat für gleichzeitige Innen- und Außenkühlung u. s. w.

Einige Unterrichts-Apparate aus Glas befinden sich in der Gruppe für höheres und niederes Schulwesen.

Digitized by Google

Emil Gundelach

Gehlberg in Thüringen.

Hohlglashütte und Fabrik von Glasgeräten für wissenschaftliche und technische Zwecke.

Nr. 1—32 in D.

I. Vakuum-Apparate.

In besonderer Dunkelkammer sind im Betrieb

1. Vakuumkugel nach Crookes mit Pektolit. (Fig. 1.)
2. „ aus blau phosphoreszierendem Glas mit Hexagonit. (Fig. 2.)
3. „ aus gelb phosphoreszierendem Glas mit Scheelit.
4. „ nach Crookes mit Doppelspat. (Fig. 1.)
5. „ mit drei verschiedenen Mineralien, welche durch Röntgen-Strahlen zum Leuchten gebracht werden, aus blau phosphoreszierendem Glas. (Fig. 3.)

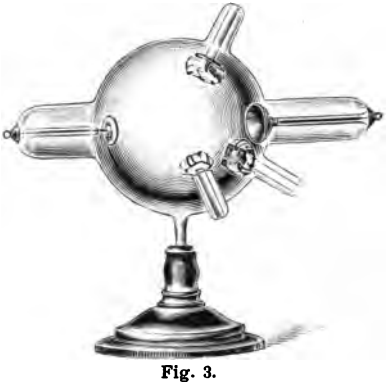


Fig. 3.

Fig. 2.

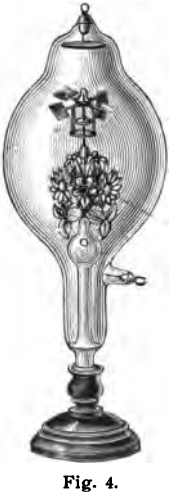


Fig. 4.

Fig. 1.

6. Vakuumkugel aus grün phosphoreszierendem Glas mit Dolomit.
7. „ mit Bouquet und Radiometer. (Fig. 4.)

Digitized by Google

8. Vakuumkugel aus rot phosphoreszierendem Glas.
9. „ „ „ „ „ mit Willemit.
10. „ „ grün „ „ „ Rubinmasse, künstlich dargestellt im Fletscherofen. (Fig. 2.)
11. Vakuumkugel nach Crookes mit Thonerde. (Fig. 1.)
12. „ „ „ „ Thonerdeschlacke. (Fig. 1.)

Ferner sind ausgestellt im äußeren Schrank

13. Schattenkreuzrohr nach Crookes, besonders groß.
14. Ablenkungsrohr „ „ „ „
15. Phosphoreszenslampe nach Puluj. (Fig. 5.)
16. Umwegrohr nach Hittorf. (Fig. 6.)
17. Phosphoreszenslampe nach Ebert, für Teslatransformer. (Fig. 7.)

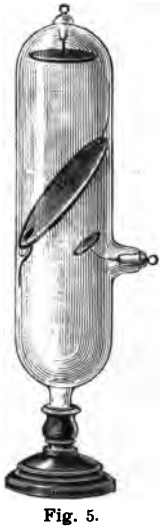


Fig. 5.

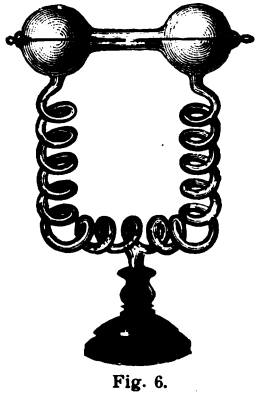


Fig. 6.

Fig. 7.

18. Phosphoreszierendes Bouquet für Teslatransformer.
19. „ Mineral „ „

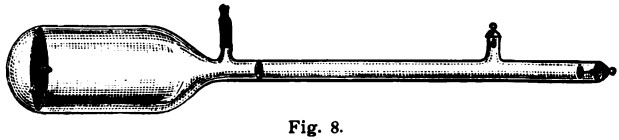


Fig. 8.

20. Vakuumrohr nach Braun, zur Demonstration des zeitlichen Verlaufes veränderlicher Ströme. (Fig. 8.)

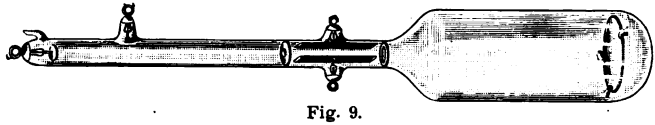


Fig. 9.

21. Vakuumrohr nach Braun-Wehnelt, für elektrostatische Ablenkung. (Fig. 9.)

Digitized by Google

22. Eine Serie verschiedener Röntgen-Röhren. (Fig. 10.) Dazu ein Ventilrohr zur Unterdrückung des Schließungsfunkens.

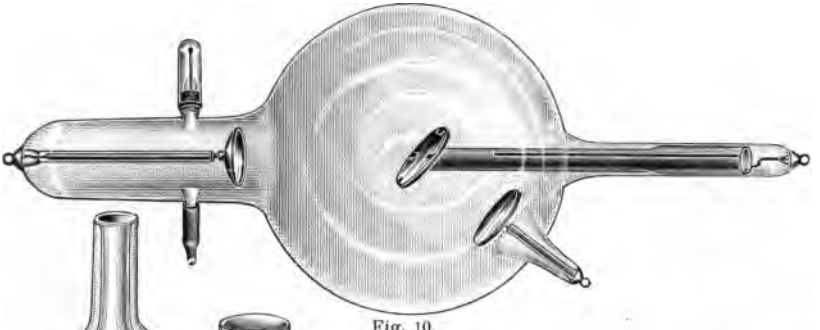


Fig. 10.

Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13.

II. Dewarsche Gefäße.

23. Eine Serie verschiedener doppel- und dreiwandiger Gefäße nach Dewar zur Aufbewahrung flüssiger Luft. (Fig. 11—13.)

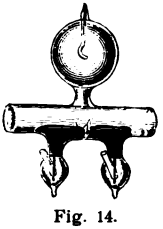


Fig. 14.

Fig. 16.

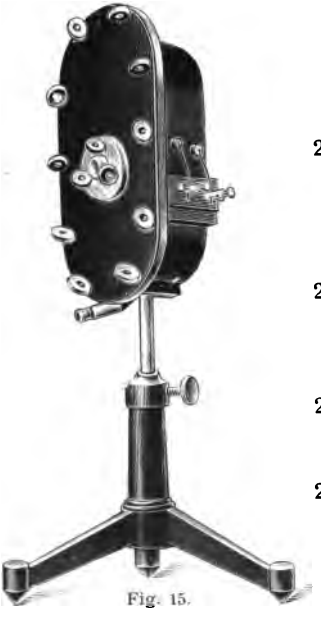


Fig. 15.

III. Optische Hülfsapparate.

24. Quecksilber-Bogenlampe nach Lummer-Straubel ohne Wasserkühlkasten. (Fig. 14.)
25. Dieselbe Lampe, vollständig, in Wasser-Kühlkasten montiert. (Fig. 15.)
26. Schwefelkohlenstoffprisma aus Kristallglas. (Fig. 16.)
27. Schwefelkohlenstoffprisma aus schwarzem Glas. (Fig. 16.)

Digitized by Google

IV. Verschiedene Apparate.

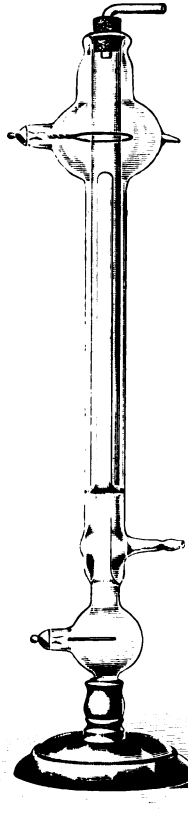


Fig. 17.

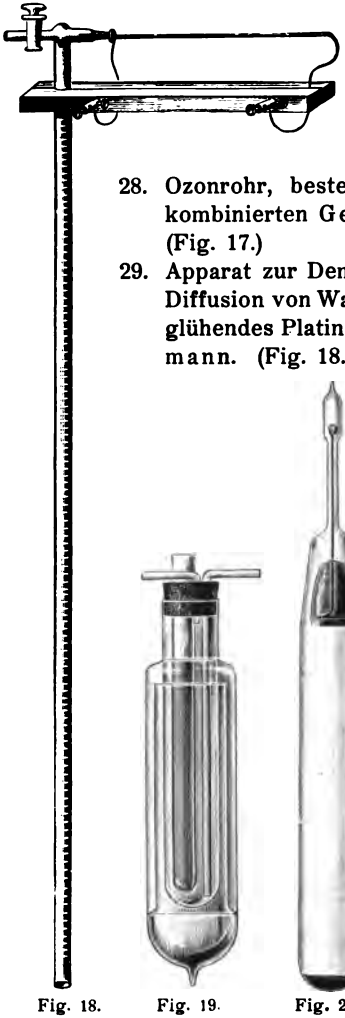


Fig. 18.

28. Ozonrohr, bestehend aus zwei kombinierten Geißler-Röhren. (Fig. 17.)
29. Apparat zur Demonstration der Diffusion von Wasserstoff durch glühendes Platin nach Winkelmann. (Fig. 18.)

Fig. 19.

Fig. 20.

Fig. 21.

30. Apparat zur Erzeugung niederer Temperaturen mittels flüssiger schwefliger Säure, nach Weinhold. (Fig. 19.)
31. Apparat zum Verdampfen des Eises ohne Platindraht, nach Weinhold. (Fig. 20.)
32. Derselbe Apparat mit Platindraht, der elektrisch zum Glühen gebracht werden kann. (Fig. 21.)

Digitized by Google

Günther & Tegetmeyer

Braunschweig, Höfenstrasse 12.

Nr. 1—4 in D.

1. **Aluminiumblatt-Elektroskop** (Exnersche Form) mit innerer (Bernstein-) Isolation, Spiegelskale und Natriumtrocknung nach Elster und Geitel. (*Physikal. Zeitschr. 4. S. 137. 1902.*)

   Die Isolation des Blättchenträgers wird durch einen am Grunde des Gehäuses im Inneren gelegenen Bernsteinstopfen bewirkt. Das Bild der vor dem Instrumente angebrachten, verstellbaren Milchglas-Skale wird durch Spiegelung an den Ort der Blättchen projiziert und so jede Parallaxe bei der Ablesung vermieden. In feuchten Räumen kann das Innere des Elektroskopes durch ein in den seitlichen Tubus eingeführtes Stück metallischen Natriums trocken gehalten werden. Der Elektrizitäts-Verlust beträgt bei geschlossenem Instrument etwa nur 0,4 Volt pro Stunde.

2. **Apparat zur Messung der Elektrizitätszerstreuung** nach Elster und Geitel. (*Physikal. Zeitschr. 1. S. 11. 1899* und *Terrestrial Magnetism 4. S. 217. 1899.*)

   Der Apparat dient zur Bestimmung der Elektrizitätszerstreuung in der freien Atmosphäre. Das Schutzdach schirmt den zylindrischen Zerstreuungskörper vor der Einwirkung des elektrischen Feldes der Erde. Mittels des beigegebenen Drahtnetzzylinders und der isolierbaren Metallunterlage lassen sich die grundlegenden Versuche, welche für die Existenz freier Ionen in der natürlichen Luft beweisend sind, wiederholen.

3. **Zinkkugelphotometer zur photoelektrischen Bestimmung der ultravioletten Sonnenstrahlung** nach Elster und Geitel.

   Neueste Form des in den *Sitzungsber. d. Wiener Akad. 101, IIa. S. 788. 1892* beschriebenen Instrumentes. Der lichtempfindliche Körper ist eine amalgamierte Zinkkugel; das Exnersche Elektroskop alter Form ist durch ein solches mit Spiegelablesung ersetzt und der Ebonitkondensator durch einen Luftkondensator nach Gockel. Kapazitätsänderungen des geladenen Systems während der Einstellung des Instrumentes sind ausgeschlossen; als Isolationsmaterial ist durchweg Bernstein angewandt.

Digitized by Google

4. Aspirations-Apparat zur Bestimmung des Ionengehaltes der Atmosphäre in absolutem Maße nach H. Ebert. (*Physikal. Zeitschr. 2. S. 662. 1900* und *Aeronaut. Mitteil. Oktober 1902.*)

Ein durch ein Uhrwerk getriebener Aspirator saugt die auf ihren Ionengehalt zu prüfende Luft durch einen Zylinderkondensator, dessen Spannungsverlust innerhalb einer Beobachtungszeit von 15 Minuten bestimmt wird. Aus der Kapazität des geladenen Systems und der Fördermenge des Aspirators läßt sich die in 1 *cbm* Luft enthaltene Elektrizitätsmenge in elektrostatischen Einheiten berechnen. Alle Isolationen liegen im Innern und sind aus Bernstein gefertigt. Der leicht zu handhabende Apparat hat sich besonders bei Ballonfahrten bewährt.

B. Halle

Steglitz bei Berlin, Hubertusstrasse 11.

Optische Werkstatt.

Nr. 1—3 in B.

1. Präparate aus isländischem Doppelspat.

a) Nicolprismen verschiedener Konstruktionen, darunter
ein Nicolprisma von 40 *mm* Seite,
ein Glan-Thompsonsches von 103 *mm* Länge,
ein Foucaultsches von 62 *mm* Seite;

b) eine Kugel von 52 *mm* Durchmesser;

c) Herstellung von Nicolprismen bei Massenfabrikation nach der vom Aussteller erfundenen Methode nebst Photographie einer von ihm konstruierten und in seiner Werkstatt benutzten Sägemaschine.

2. Quarzpräparate.

Unter diesen
ein Cornusches Prisma von 40 *mm* freier Öffnung,
zwei Kugeln von 55 *mm* Durchmesser.

3. Glaspräparate.

Verschiedene Prismen.

Digitized by Google

Hartmann & Braun A.-G.

Frankfurt a. M.

Fabrik elektrischer Meßinstrumente.

Nr. I—IX, XI—XIII in C, Nr. X in D.

I. Magnetische Instrumente.

1. Großer Halbring-Elektromagnet nach du Bois. (Fig. 1)

Auf einer sehr kräftig gehaltenen, das Joch bildenden Eisengrundplatte sind die bogenförmigen Magnetschenkel durch Verschraubung derart befestigt, daß sie nach Lockern der betreffenden Schrauben voneinander entfernt und gegen einander verdreht werden können. So läßt sich das Interferrikum auf 200 *mm* verlängern. Die zylindrischen oder konischen Polschuhe sind durch eine Art Bajonettverschluß

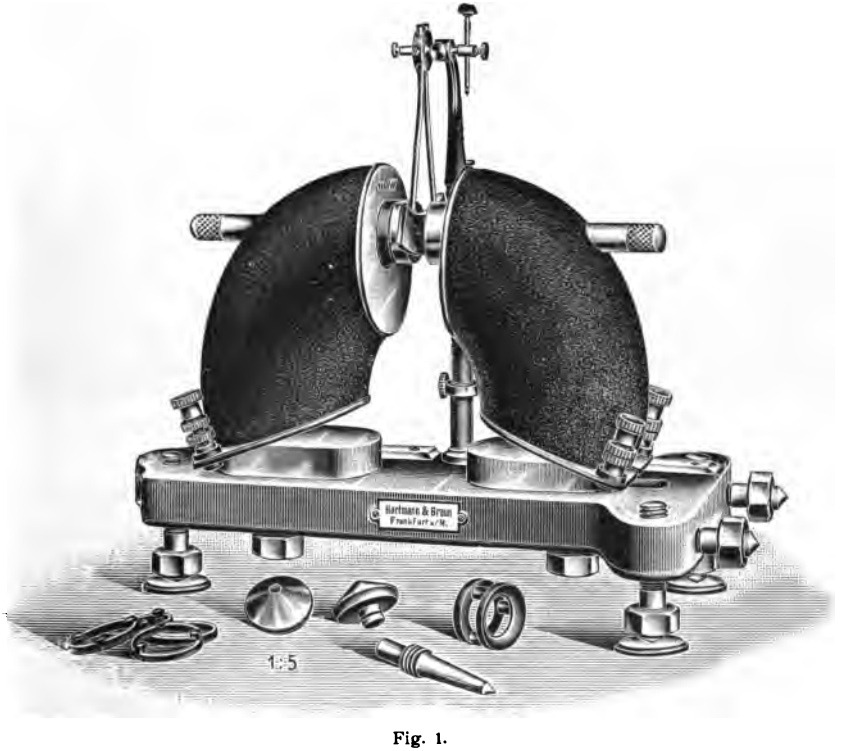


Fig. 1.

Digitized by Google

an den Polenden befestigt und leicht abnehmbar oder austauschbar. Das zwischen den Magnetschenkeln angebrachte Tischchen ist in der Höhe verstellbar und drehbar. Die durch leicht herausnehmbare Eisenzylinder ausgefüllten Bohrungen der Holme gestatten die Vornahme optischer Versuche.

Die Wickelung hat einen Gesamtwiderstand von etwa 3,3 Ohm bei 2500 Windungen; sie ist für einen Maximalstrom von 20 Amp. eingerichtet.

Unter Anwendung der konischen Polschuhe ergibt sich für ein Interferrikum von etwa 1 *mm* Länge und 30 *qmm* Querschnitt bei 25 000 Amperewindungen ein Feld von etwa 39000 *C.G.S.*, bei 50000 Amperewindungen über 41000 *C.G.S.*; Gewicht etwa 150 *kg*.

2. **Kleiner Halbring-Elektromagnet.** Von ähnlicher Anordnung, wie der obige, aber halben linearen Dimensionen. Unter Verwendung geeigneter konischer Polstücke für ein Interferrikum von etwa 1 *mm* Länge und 30 *qmm* Querschnitt bei 16000 Amperewindungen ein Feld von etwa 30000 *C.G.S.* liefernd. Gewicht ungefähr 25 *kg*. Durch Kippung des Apparats um 90° kann das Interferrikum senkrechte Richtung erhalten.

3. **Wismutspirale** nach Lenard zur Messung der Intensität magnetischer Felder. Ein dünner Draht, aus chemisch reinem Wismut hergestellt und in geeigneter Weise isoliert, ist zu einer ebenen Spirale bifilar aufgewunden, die durch aufgekittete Glimmerplättchen gesichert ist. Die Dicke der Spirale beträgt nur etwa 1 *mm*, sodaß dieselbe auch in sehr schmale Felder, wie z. B. zwischen Anker und Magnet einer Dynamomaschine eingeführt werden kann. Die Widerstandsänderung gibt ein Maß für die Kraftlinienzahl des untersuchten Feldes, und es entsprechen 1000 Kraftlinien im Mittel etwa 5% Widerstandsänderung. Außer der normalen Größe von etwa 20 *mm* Durchmesser werden auch kleine Spiralen von 5—6 *mm* Durchmesser geliefert.

4. **Drehscheibchen-Magnetometer** nach Fischer, zur Messung schwacher magnetischer Felder. Der Apparat besteht aus einer Kupferscheibe von 3 *cm* Durchmesser, welche durch ein handliches Laufwerk mit konstanter Geschwindigkeit rotiert. Zur Messung ist nur Kenntnis der Tourenzahl n der Scheibe und der Spannungsdifferenz e notwendig, welche ein an die Achse und an die Peripherie der Scheibe angelegtes Voltmeter anzeigt. Man erhält dann $\mathfrak{H} = (e/n) \cdot konst.$, wobei die Konstante von den Abmessungen der Scheibe abhängt. Benutzt

Digitized by Google

man zur Spannungsmessung ein Millivoltmeter, so sind schon Felder von einigen 100 Gauß genau meßbar, während z. B. die Wismutspirale erst Felder von 2000 Gauß einigermaßen sicher zu messen gestattet.

5. Apparat zur Prüfung von Eisensorten auf ihre magnetischen Eigenschaften, besonders zur Bestimmung der $\mathfrak{H}$- und $\mathfrak{B}$-Kurve. Er besteht aus einem Schlußjoch zum Aufnehmen des zylindrischen Prüfstabes, der, in der Mitte durchschnitten, zwischen seinen Schnittflächen ein schmales Interferrikum von konstantem Wert enthält, in dem eine Wismutspirale eingebettet ist. Prüfstab und Wismutspirale sind von einer Magnetisierungsspirale umgeben, die schon bei schwachem Strom relativ starke Felder erzeugt. Eine eigenartig eingerichtete Meßbrücke (Fig. 2) mit zwei ausgespannten Meßdrähten und drei Schleifkontakten gestattet unter Berücksichtigung der Temperatur der Wismutspirale an einer Skale direkt die Feldstärken abzulesen.

Die Einrichtungen sind so getroffen, daß die Prüfungen von Personen vorgenommen werden können, die, wie z. B. in Eisenhüttenwerken, mit elektrischen Messungen nicht vertraut sind.

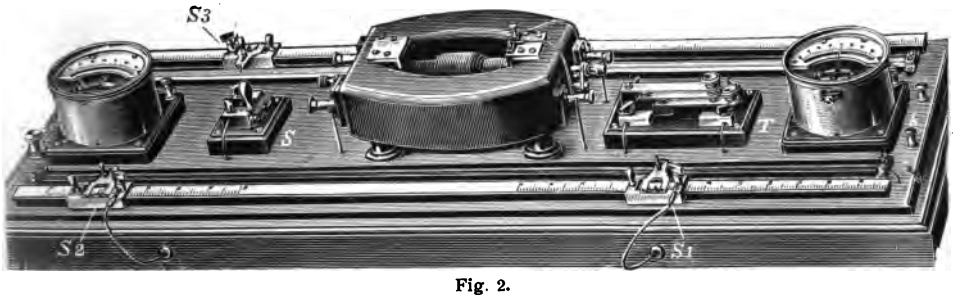


Fig. 2.

II. Selbstinduktions-Normale.

6. Etalon des Induktionsflusses (Fig. 3), bestehend aus einer auf einen Hartgummistab von genau bestimmten geometrischen Dimensionen gewickelten langen Primärspule für höchstens 10 Amp. nebst darüber geschobener kurzer Sekundärspule von 1000 Windungen. Bei bekanntem Strome ist das Feld der Primärspule ohne weiteres berechenbar. Der Apparat ist besonders auch zur Eichung ballistischer Galvanometer verwendbar.

Digitized by Google

Fig. 3.

7. Selbstinduktions-Normal nach M. Wien. Auf Marmorrollen gewickelte, ihrer geometrischen Form nach unveränderliche Drahtspulen, deren Selbstpotentiale auf die Beträge von 10^5, 10^6, 10^7, 10^8, 10^9 *cm* bezw. 0,0001, 0,001, 0,01, 0,1, 1 Henry abgeglichen sind.

8. Apparat zum Variieren der Selbstinduktion nach M. Wien. Der metallfrei hergestellte Apparat besteht in zwei ineinander gelegten Hartgummispulen, von denen die kleinere aus der Ebene der größeren heraus um einen Winkel von 155° drehbar ist. Letztere enthält vier, erstere zwei verschiedene Windungssysteme, die einzeln oder in Hintereinanderschaltung benutzt werden können. Durch verschiedene Schaltung und Drehung der inneren Spule gegen die äußere ist eine kontinuierliche Änderung des Selbstinduktions-Koeffizienten möglich. Ein Drehschalter gestattet ohne weiteres, die Windungen in jeder möglichen Weise zu kombinieren und die getroffene Schaltung an einem Zeiger abzulesen. Der eigentliche Apparat ist vollständig metallfrei; die Schrauben sind aus Elfenbein.

III. Galvanometer und Ablese-Vorrichtungen.

9. Aperiodisches Dosen-Galvanometer mit Zeigerablesung (Fig. 4), stark gedämpfter Glockenmagnet an Kokon hängend; Multiplikatoren mit zwei neben einander laufenden gleichen Drähten bewickelt; das Gehäuse drehbar im Metallfuß. Empfindlichkeit: mit niederem Widerstand, etwa 50 Ohm, 1° Ausschlag = 0,00008 Amp.; mit höherem Widerstand, etwa 1000 Ohm, 1° = 0,000005 Amp.

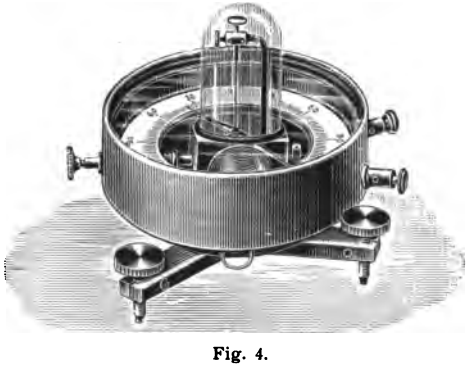


Fig. 4.

Digitized by Google

10. Transportables aperiodisches Fernrohr-Galvanometer mit Spiegelablesung (Fig. 5). Glockenmagnet in flachem Kupferdämpfer; sichere Arretierung des Magnets für den Transport. Rasche Einstellung mittels Dosenlibelle; das Ganze drehbar und festklemmbar in der Fußplatte. Die Multiplikatoren, mit je zwei Wickelungen von gleicher Windungszahl und gleichem Widerstand, sind gegen den Magnet

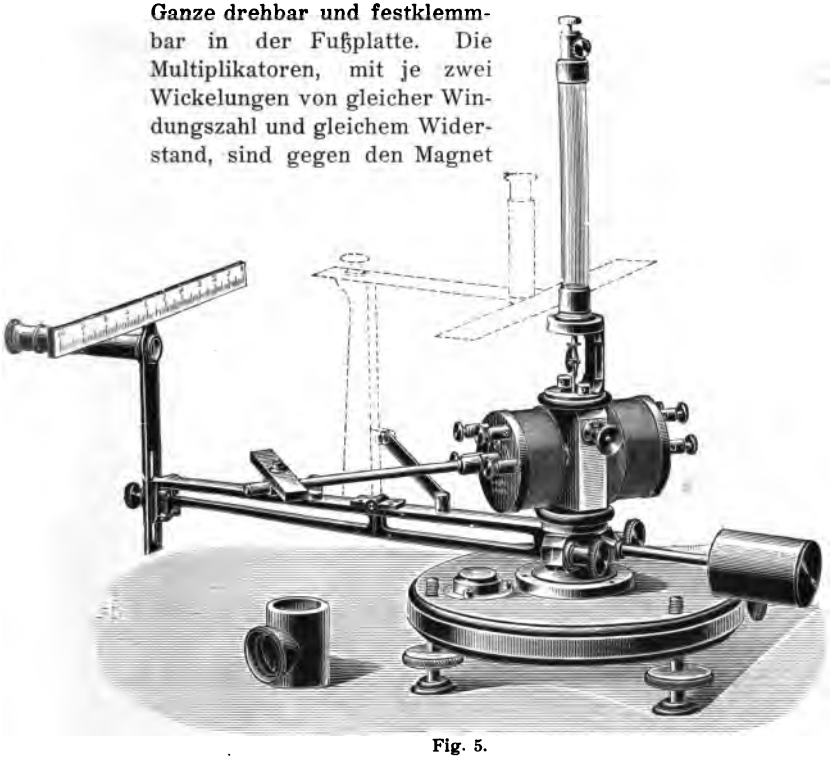


Fig. 5.

verschiebbar und gegen andere austauschbar; daher große Variation der Empfindlichkeit; Erhöhung der letzteren durch Astasierung mittels verschiebbaren Richtmagnets.

Empfindlichkeit: ohne Astasierung mit niederem Widerstand von etwa 100 Ohm, 1 *mm* Skalenausschlag = 0,0000009 Amp.; mit höherem Widerstand von etwa 4000 Ohm, 1 *mm* = 0,0000003 Amp.

11. Drehspul-Galvanometer mit Zeigerablesung.

In Spitzen gelagerte oder auch an kurzem Metalldraht aufgehängte Spule; Gradskale mit Spiegelbogen; sichere Arretiervorrichtung. Empfindlichkeit bei 50 Ohm: in Spitzen gelagert, 1^0 = 0,000014 Amp.; aufgehängt, 1^0 = 0,000005 Amp.

Digitized by Google

12. Drehspul-Galvanometer mit Spiegelablesung. (Fig. 6.) Leicht transportabel infolge solider Befestigung des Glaszylinders und einer sicheren Arretierung der Spule, durch die gleichzeitig das Suspensionsband entspannt wird. Bequeme Einstellung mittels Dosenlibelle. Drehspule stets mit zwei Wickelungen, wovon eine, durch einen kleinen Widerstand geschlossen, zur Dämpfung dient; letztere also leicht variabel.

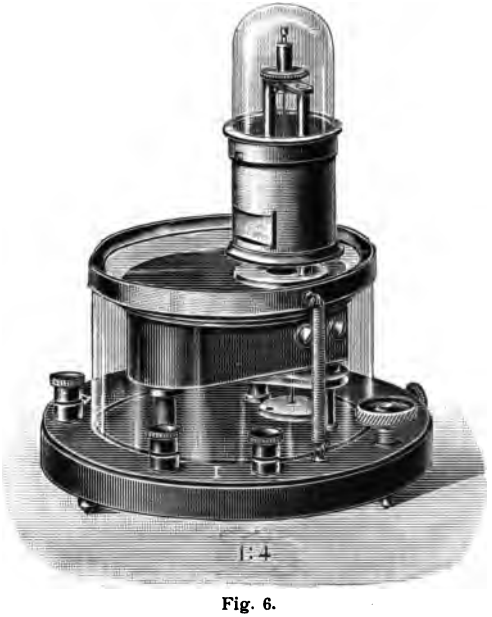


Fig. 6.

Empfindlichkeit: bei etwa 50 Ohm wirksamem Spulenwiderstand, 1 *mm* Ausschlag bei 1 *m* Skalenabstand $= 4 \times 10^{-9}$ Amp.; bei 700 Ohm, 1 *mm* $= 1{,}5 \times 10^{-9}$ Amp. Mit feinerer Aufhängung, hohem Widerstand und einem die Spule auf 10 000 Ohm ergänzenden Vorschaltwiderstand wird bei sicherer Nullpunktstellung für 1 *mm* Ausschlag eine Empfindlichkeit von 7×10^{-10} Amp. erreicht.

Für ballistische Messungen ist die Drehspule mit einem Doppelarm zur Aufnahme von kugelförmigen Gewichten ausgerüstet. Die ballistische Empfindlichkeit beträgt bei 700 Ohm Spulenwiderstand und 10 Sek. Schwingungsdauer 200 *mm* Ausschlag für 1 Mikrocoulomb.

13. Drehspul-Galvanometer mit umlegbarem Fernrohrarm. Der Fernrohrarm besteht aus zwei ineinander verschiebbaren Teilen, deren einer auf $^1/_2$ *m* Skalenabstand ausziehbar ist. Das bequem transportable Instrument ist binnen einer Minute gebrauchsfertig aufgestellt.

14. Skalenfernrohr für Spiegelablesung. Eisenfreie Montierung; lichtstarkes Objektiv und euryskopisches Mikrometerokular; vertikal und horizontal mikrometrisch einstellbar; großer Elevationswinkel, um gelegentlich auch andere Beobachtungen vorzunehmen.

Digitized by Google

Skalen, genau geteilt, aus Holz mit Papierüberzug, Milchglas oder Spiegelglas mit bequemen Vorrichtungen zu horizontaler oder vertikaler Verwendung.

Holzstativ mit rascher Höhenverstellung durch Schneckengetriebe, außerdem am Instrument feine Höheneinstellung durch Zahn und Trieb.

Das Instrument wird in drei Größen mit Fernrohren von 55, 40 und 30 *mm* Öffnung ausgeführt.

15. Wandarm mit Skalenfernrohr.

Vertikal an der Wand befestigtes Messingrohr, auf dem ein gehörig versteifter Aluminiumträger von 1 *m* Ausladung drehbar und in der Höhe verschiebbar und feststellbar angeordnet ist. Am freien Ende ein Fernrohr mit Feinstellungsmechanismen in allen Richtungen. Verschiebbare Skale durch Röhrenlampe beleuchtet. Das Ganze durch ein über eine Rolle geführtes, im Innern des Rohres laufendes Gegengewicht ausbalanciert.

Eine analoge Konstruktion wird für die Befestigung an der Decke ausgeführt.

16. Ableselaterne aus Messingblech mit schwerem Fuß; der gelüftete Schlot trägt einen ausziehbaren Tubus mit Sammellinse, der mikrometrisch horizontal und vertikal bewegt werden kann. Die Skale ist für sich verstellbar. Zur Ablesung dient ein durch Petroleum- oder Auerlampe erleuchtetes Diaphragma mit eingespanntem, feinen Draht als Index oder direkt der glühende Kohlenfaden einer Röhrenlampe.

17. Apparat für erschütterungsfreie Aufhängung von Spiegelinstrumenten nach Julius.

Ein dreiarmiger Träger ist um eine an der Decke befestigte Buchse drehbar; an seinen Enden befinden sich Schraubenwinden für dünne Suspensionsdrähte, die ein dreiteiliges Gestell tragen, das mit bequemen Befestigungsvorrichtungen für beliebige Spiegelinstrumente versehen ist. Die Aufhängehaken sind verstellbar und werden mit der Spiegelmitte in eine Ebene gebracht. Vor der Aufhängung wird das Spiegelinstrument im Gestell durch die verschiebbaren Gegengewichte ausbalanciert. In Öl tauchende Dämpferflügel schützen den Apparat gegen Luftströmungen.

Digitized by Google

IV. Normale für Strom- und Spannungsmessung.

18. Kompensations-Apparat mit Kurbelschaltung (Fig. 7).

Er enthält im wesentlichen vier Widerstandssätze, deren Gesamtbetrag gleich 9999 Ohm ist und durch einen Doppel-Schleifdraht-Widerstand auf 10 000 Ohm ergänzt wird. Zwei der Kurbel-Rheostate zeigen die gewöhnliche Ausführung, während die beiden anderen so eingerichtet sind, daß ihre im Kreise angeordneten Widerstände mittels federnder Kontaktstücke stets in zwei getrennte Reihen geschaltet bleiben, die einzeln durch Drehen der Kontaktscheibe variiert werden. Es ist so die Möglichkeit gegeben, den zwischen den Abzweigstellen zum Kompensationskreise liegenden Widerstand lediglich durch Kurbelschaltung innerhalb der Grenzen 0 bis 10 000 Ohm beliebig zu variieren und seiner Größe nach direkt abzulesen. Durch Anwendung der Kurbelschaltung wird die Genauigkeit der Messung in keiner Weise beeinträchtigt.

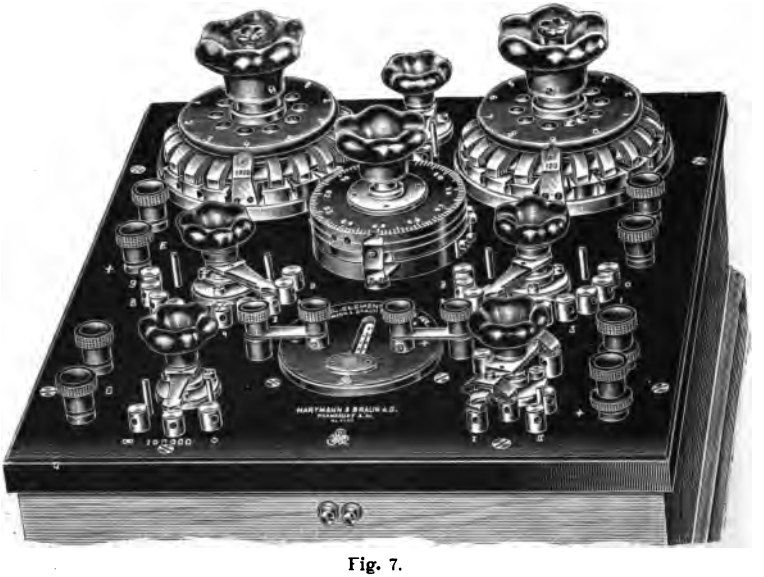


Fig. 7.

19. Präzisions-Stöpselrheostat.

Nebenapparat zu dem Kompensations-Apparat, mit Widerständen von 1, 2, 3, 4, 10, 20 u. s. w. bis 40 000, insgesamt 111111 Ohm.

Digitized by Google

20. Normalwiderstände aus Manganin, nach den Modellen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Die Widerstände sind in Metalldosen mit durchlochtem Boden eingeschlossen, sodaß für Messungen bei konstanter Temperatur Petroleumbäder mit Rührwerk benutzt werden können. Die Stromzuführung kann teils durch Quecksilbernäpfe, teils auch durch Klemmen erfolgen. Sie werden hergestellt für 100 000, 10 000, 1000, 100, 10, 1, 0,1, 0,01, 0,001 und 0,0001 Ohm. Die beiden letzteren für Stromstärken bis 500 bezw. 2000 Amp. sind in Metallgefäße eingebaut, die mit einer Kühlschlange für fließendes Wasser und mit einer Rührvorrichtung ausgerüstet sind. Alle Widerstände von 10 Ohm abwärts sind mit Abzweigklemmen versehen.

21. Normalelemente nach Clark und nach Weston.

V. Direkt zeigende elektrodynamische Messinstrumente

für wissenschaftlichen Gebrauch.

Bei der Konstruktion dieser vorwiegend für Wechselstrom bestimmten Instrumente ist in erster Linie Gewicht gelegt auf Vermeidung von Störungen durch Induktion und Außenfelder, auf Unabhängigkeit von der Polwechselzahl, auf möglichst gleichförmige Skale. Durch zweckmäßige Aufhängung der beweglichen Spule ist eine hohe Empfindlichkeit und durch Luftdämpfung eine aperiodische Einstellung erzielt.

22. Astatisches Präzisions-Elektrodynamometer für stärkere Ströme bis zu 25 Amp. Durch Verwendung einer festen Zusatzspule ist die Anfangsempfindlichkeit so vergrößert, daß von 5 % des Maximalwertes an die Skalenintervalle gleichförmig sind.

23. Astatisches Präzisions-Elektrodynamometer (Fig. 8) für schwächere Ströme, also als Spannungsmesser verwendbar. Stromverbrauch beim Maximalausschlag von 90° etwa 50 Milliamp.; Vorschaltwiderstand bis 200 Volt im Instrument; Zeiger- und Spiegelablesung.

24. Astatisches Präzisions-Wattmeter, bewegliches System aus ⅂-förmig gebogenen, ovalen Flachspulen, die ein von ihrer Lage unabhängiges Drehmoment geben, daher von 0 ab gleichförmige Skale. Für beliebige Maximalströme von 1 bis 25 Amp. und beliebige Maximalspannungen von 25 bis 200 Volt.

Digitized by Google

25. Kleines elektrodynamisches Milliamperemeter mit gleichförmiger Skale bis 60 Milliamp. bei 500 Ohm Widerstand. Selbstinduktions-Koeffizient 0,02—0,04 Henry.

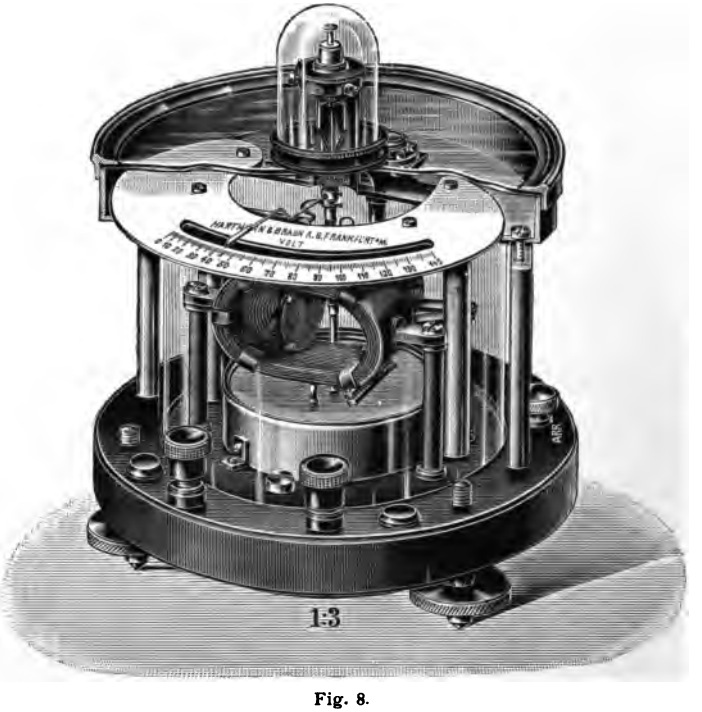


Fig. 8.

26. Phasenmesser, direkt den Verschiebungswinkel anzeigend. Im Prinzip ein Doppelwattmeter mit zwei gekreuzten, teilweise gegen einander wirkenden, parallel geschalteten beweglichen Spulensystemen. Die Zeigereinstellung erfolgt unter alleinigem Einfluß der beiden elektrodynamischen Richtkräfte; das bewegliche System hat also in stromlosem Zustand keine bestimmte Ruhelage. Die Angaben sind theoretisch vom Meßstrom und von der Meßspannung unabhängig. Der Phasenmesser wird auch als Schalttafelinstrument hergestellt.

VI. Widerstands-Messapparate.

27. Stöpselmeßbrücke mit vertauschbaren Verzweigungswiderständen (Fig. 9). Die Vertauschung geschieht mittels eines gekuppelten Stöpselpaares durch einen einzigen Handgriff.

Digitized by Google

Die Widerstände über 300 Ohm sind nicht bloß induktionsfrei, sondern auch kapazitätsfrei gewickelt (nach Chaperon). Außer der üblichen Stöpselschaltung gestatten seitlich einzusetzende Stöpsel das Herausgreifen jedes Einzelwiderstandes. Für die Reinhaltung der Stöpsellöcher wird ein Spezialschleifwerkzeug beigegeben. Sämtliche mit der Hand zu berührende Teile sind zur Vermeidung von Thermoströmen mit Hartgummi umkleidet.

Fig. 9.

28. Einfache Stöpselmeßbrücken, aus mehreren Lamellen von je 4 Widerständen, die in Hintereinanderschaltung je eine Dekade bilden, nebst 4 Paaren von Verzweigungswiderständen auf gemeinsamer Platte montiert.

29. Stöpselrheostate in Serien- und Dekadenschaltung.

30. Kurbelmeßbrücke, bestehend aus einzelnen Dekaden, die mit Paaren von Verzweigungswiderständen nebst Doppeltaster auf gemeinsamer Platte montiert sind.

31. Walzenmeßbrücke nach Kohlrausch (Fig. 10) mit 2 Zusatzwiderständen von je $4^1/_2$-fachem Widerstandswerte des 3 *m* langen Meßdrahtes, die mittels Stöpselschaltung zusammen an jedes Ende des Meßdrahtes oder geteilt an beide Enden gelegt werden können.

Digitized by Google

Hierzu *Induktions-Apparat* mit wasserumspülter Quecksilber-Unterbrechung als Erreger von Wechselströmen zur Widerstandsmessung von Elektrolyten und verschiedene *Glasgefäße* mit platinierten Platinelektroden, teils nach Kohlrausch, teils nach Arrhenius.

32. Universal-Meßbrücke nach Kohlrausch (Fig. 11), zur direkten Ablesung der Widerstände in Ohm, vorbereitet zur Widerstandsmessung von Elektrolyten mittels Wechselstrom (durch ein kleines Induktorium erzeugt) und Telephon, ferner zur Messung von festen Widerständen mittels Drehspulgalvanometer. Ein Nebenschluß und ein Vorschaltwiderstand gestatten, das letztere sowohl für Strom-, als auch für Spannungsmessung zu verwenden.

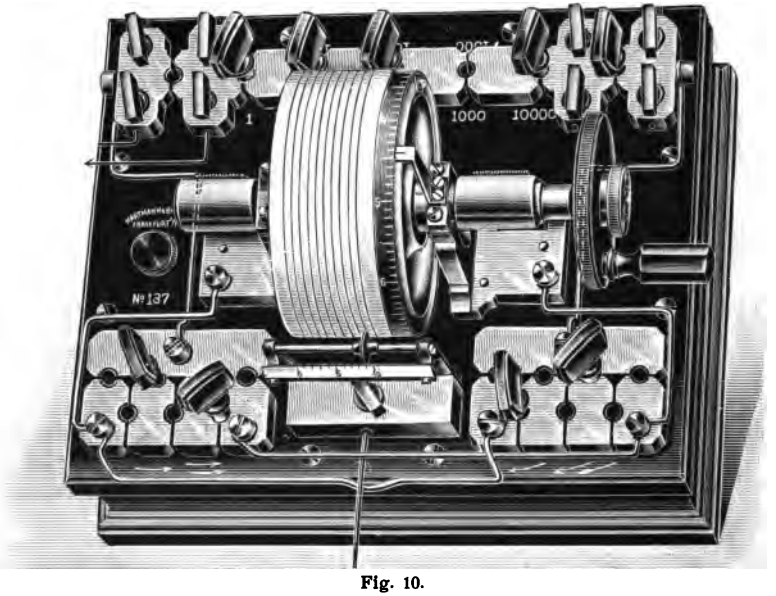


Fig. 10.

33. Telephonbrücke nach Nippoldt, zur Messung von *Erdleitungen*. Mit einem dosenförmigen Telephon ist eine in runder Form angeordnete Wheatstonesche Brücke verbunden. Der Schleifkontakt sitzt an einer drehbaren Scheibe auf der Rückseite des Telephons. Zur Handhabung am Ohr bedarf man nur dreier Finger. Den Meßstrom liefert ein kleines Induktorium, so eingerichtet, daß auch Gleichstrom zur Messung fester Widerstände mittels eines an die Telephondose anzuschaltenden Galvanometers zur Verfügung steht.

Digitized by Google

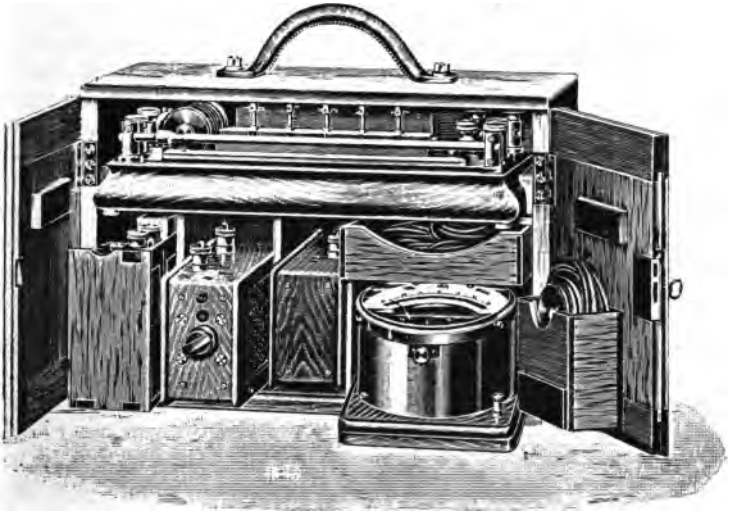


Fig. 11.

34. Kurbelrheostat, für stärkere Meßströme, liegend oder hängend zu benutzen. Jede Dekade ist für einen Verbrauch von 100 Watt dimensioniert und genau justiert.

VII. Kabelmessapparate.

35. Thomsonsche Doppelbrücke für kleine Widerstände, insbesondere zur Bestimmung der Leitfähigkeit linearer Materialien. Der Apparat besteht aus zwei zusammengebauten Teilen, der Einspannvorrichtung und dem eigentlichen Meßapparat. Zwei kräftige, stromleitende Klemmen dienen zur Aufnahme der Prüfstäbe jedes beliebigen Querschnitts, deren Widerstand durch scherenartige Schneiden für eine bestimmte Länge an einem Maßstab scharf abgegrenzt wird. Der Meßdraht ist direkt in tausendstel Ohm geeicht. Zwei Vergleichsrheostaten mit je 10, 10, 10, 100, 1000 Ohm und ein Schlüssel vervollständigen den handlichen Apparat, der Widerstände von 0,00001 bis 10 Ohm ohne weitere Rechnung direkt abzulesen gestattet. Der Apparat eignet sich auch zur Bestimmung nichtlinearer Widerstände, z. B. Ankerwickelungen.

36. Instrumentarium für Isolationsmessungen und Kapazitätsbestimmungen nach der Methode des direkten Ausschlags bezw. der Vergleichsmethode, zum Gebrauch fertig

Digitized by Google

geschaltet auf Marmorplatte montiert. Dasselbe setzt sich zusammen aus einem Präzisions-Vergleichswiderstand von 2×100000 Ohm, einem Präzisions-Nebenschluß-Rheostaten mit Kurzschlußvorrichtung, der die Empfindlichkeit des Galvanometers auf $^1/_{10}$, $^1/_{100}$, $^1/_{1000}$, $^1/_{10000}$ herabzudrücken gestattet, einem Kondensator mit den Abteilungen 0,5; 0,2; 0,2; 0,1 Mikrofarad, einem Federkommutator, zwei Kabelschlüsseln, einem Umschalter zur raschen Vertauschung von Prüf- und Vergleichsobjekt, sowie einem doppelpoligen Schalter für den Wechsel beider Meßmethoden. Die Verbindungsleitungen sind starr und freilaufend verlegt, sodaß höchste Isolation gewährleistet ist.

37. Schleifdrahtbrücke mit Kurbelzusatzwiderstand (Fig. 12), besonders auch *zur Fehlerortsbestimmung an Kabeln* geeignet. Dieselbe enthält außer einem festen Vergleichswiderstand von 10 Ohm im wesentlichen einen um eine Hartgummischeibe gelegten Meßdraht und neun Vorschaltwiderstände, jeder gleich dem Meßdrahtwiderstand, die in beliebigem Verhältnis durch einfache Kurbeldrehung dem Draht beiderseits hinzugeschaltet werden können. Es steht also immer der zehnfache Meßdrahtwiderstand zur Verfügung, und man liest, da die am Draht vorhandene Teilung 1000 Intervalle aufweist, auf $^1/_{10000}$ des Totalwiderstandes ab. Für ambulante Meßzwecke an verlegten Kabeln wird der Apparat mit einem kleinen Drehspulgalvanometer und mit einer Meßbatterie im Transportkasten versehen.

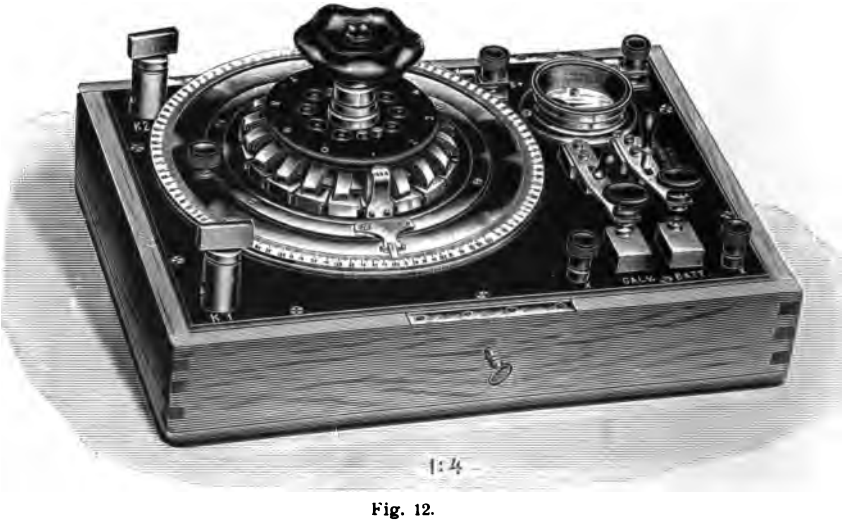


Fig. 12.

Digitized by Google

38. Anleger nach Dietze (Fig. 13), zum Aufsuchen von Isolationsfehlerstellen mittels Telephon und in Verbindung mit einem Hitzdrahtinstrument auch zum Messen von Stromstärken an Wechselstromleitern. Der Apparat besteht aus einem unterteilten Eisenkern, dessen beide um ein Scharnier bewegliche Hälften sich nach Art einer Zange öffnen lassen, um den zu untersuchenden Leiter zwischen sich einschließen zu können. Dieser bildet die Primärleitung eines Transformators, an dessen Sekundärspule das Telephon bezw. das Hitzdrahtinstrument gelegt wird.

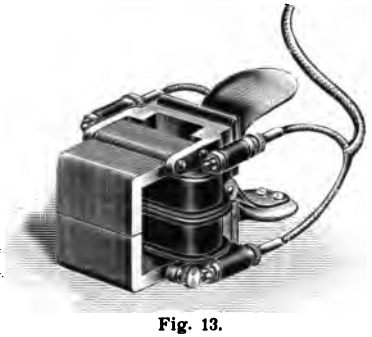


Fig. 13.

Der Apparat wird in zwei Größen ausgeführt, der größere derart, daß er die gebräuchlichen Hochspannungssicherungen zu umfassen vermag. Der Strommeßbereich richtet sich nach der Sekundärwickelung.

VIII. Geeichte Kontrollinstrumente.

Die Form der Instrumente dieser Gattung ist typisch geworden. Die Systeme dieser Präzisionsinstrumente sind in Nußholzgehäuse mit Klappdeckel eingebaut, die gleichzeitig den Transportkasten ersetzen. Die Skalen sind mit Spiegeln unterlegt und die Zeiger messerförmig ausgebildet. Alle Teilstriche sind fein, aber gleich dick, sodaß Schätzung von Zehntel-Intervallen leicht möglich ist. Die Zeigereinstellung ist bei allen Instrumenten aperiodisch.

39. Drehspul-Normal-Millivoltmeter (Fig. 14), mit ausbalanciertem System, daher liegend und stehend zu benutzen. Hierzu Vorschalt- und Nebenschlußwiderstände für beliebige Meßbereiche. Für Strommessung vollkommene Temperatur-Kompensation.

40. Kombinierter Drehspul- Strom- und -Spannungsmesser (Fig. 15) für mehrere Strom- und Spannungsmeßbereiche bis zu 200 Amp. und 300 Volt, nebst einer angebauten Meßbrücke für direkte Ablesung von Widerständen von 0,01 bis 10 000 Ohm.

41. Hitzdraht-Spannungsmesser für mehrere Meßbereiche zwischen 0,5 und 260 Volt.

Digitized by Google

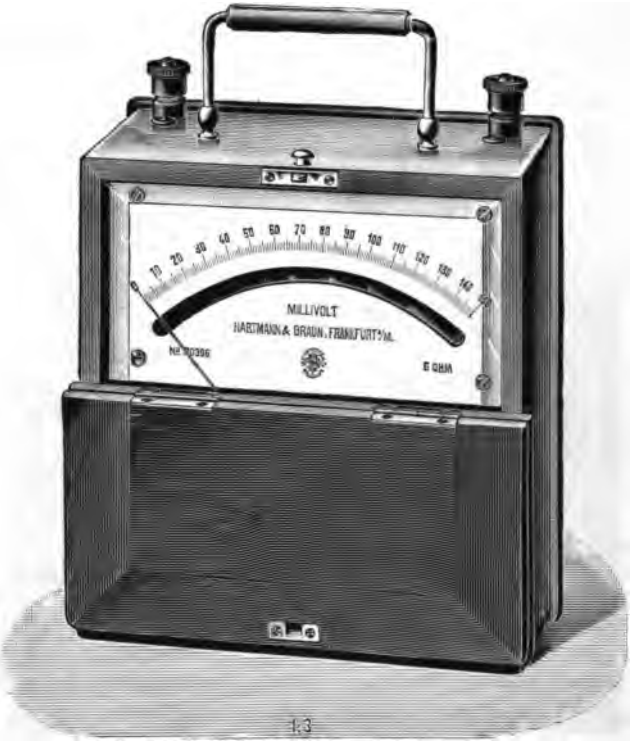


Fig. 14.

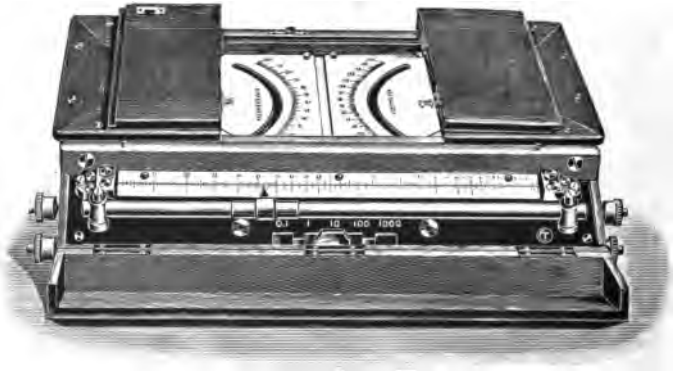


Fig. 15.

Digitized by Google

42. Kombinierter Hitzdraht-Strom- und -Spannungsmesser für mehrere Strom- und Spannungsmeßbereiche bis zu 50 Amp. und 260 Volt. Die Meßdrähte sind durch eigenartige, austauschbare Sicherungen gegen das Durchbrennen geschützt.

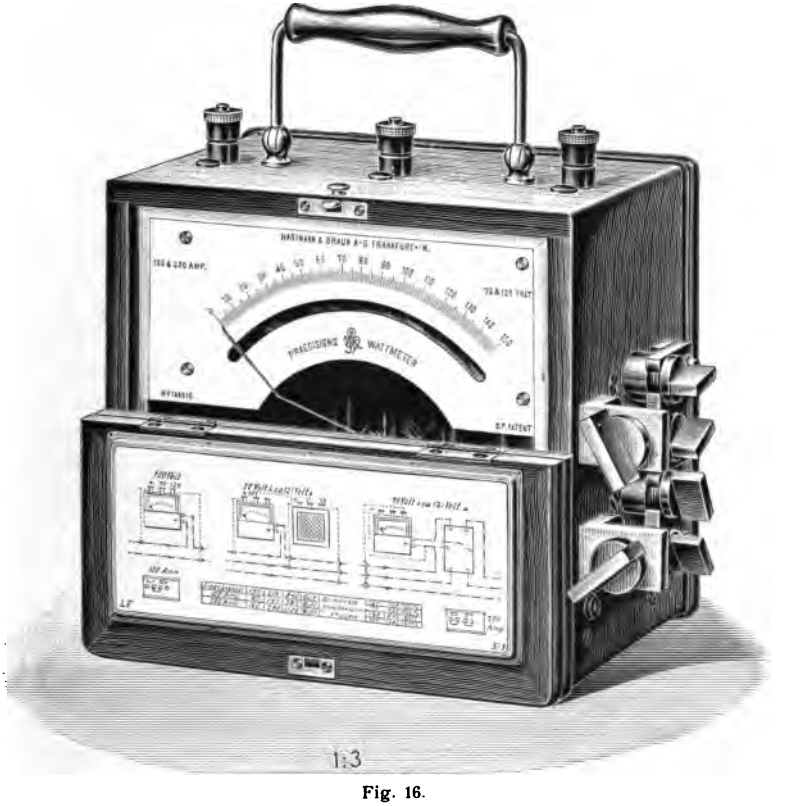


Fig. 16.

43. Elektrodynamisches Präzisions-Wattmeter (Fig. 16) mit fast vollkommen gleichförmiger Skale; unabhängig von Temperaturschwankungen und von der Selbstinduktion der beweglichen Spule; zwei Strommeßbereiche bis zu 400 Amp.; Vorschaltwiderstände für Spannungen bis 150 Volt im Gehäuse des Instruments eingebaut.

44. Elektrodynamisches Phasenmeter zur direkten Ablesung des Verschiebungswinkels für Stromstärken bis 150 Amp.; sichere Einstellung des Zeigers von 30 % der Maximalstromstärke ab.

Digitized by Google

45. Ohmmeter mit gekreuzten Drehspulen in nicht homogenem Magnetfeld. Meßgenauigkeit in weiten Grenzen unabhängig von Änderungen der Meßspannung. Letztere wird zweckmäßig durch einen Gleichstrominduktor geliefert. Für beliebige Meßbereiche bis zu 10 Millionen Ohm.

46. Direkt zeigende Drehspul-Isolationsmesser mit eingebauten Meßbatterien, deren Spannungsänderung durch einen magnetischen Nebenschluß am Instrument korrigiert werden kann.

IX. Resonanz-Instrumente

nach Hartmann-Kempf.

Die Instrumente enthalten eine Anzahl genau abgestimmter, skalenartig angeordneter Stahlzungenfedern von unveränderlicher Tonhöhe. Unter der pulsierenden Kraftwirkung eines lamellierten Magnets, der durch Wechselstrom oder intermittierenden Gleichstrom erregt wird, gerät diejenige Zunge in Resonanz, deren Eigenschwingungszahl mit der Frequenz des Erregerstroms übereinstimmt. Die Stärke des Erregerstroms hat keinen Einfluß auf die Genauigkeit, ebensowenig die Form der Stromkurve. Die Zungen können für 20 bis 150 Schwingungen pro Sek. abgestimmt werden; sie sind aber durch eine das Wechselstromfeld polarisierende Transpositionsvorrichtung auch für die doppelten Polwechselzahlen benutzbar.

47. Elektro-akustischer Frequenzmesser, bestehend aus 32 in einem Kreise drehbar angeordneten, mit Schallkammern versehenen und daher laut tönenden Zungen, die von einem Doppelmagnet angeregt werden. Letzterer ist um drei bezw. fünf Zungenbreiten auseinander zu schieben, um eine be-

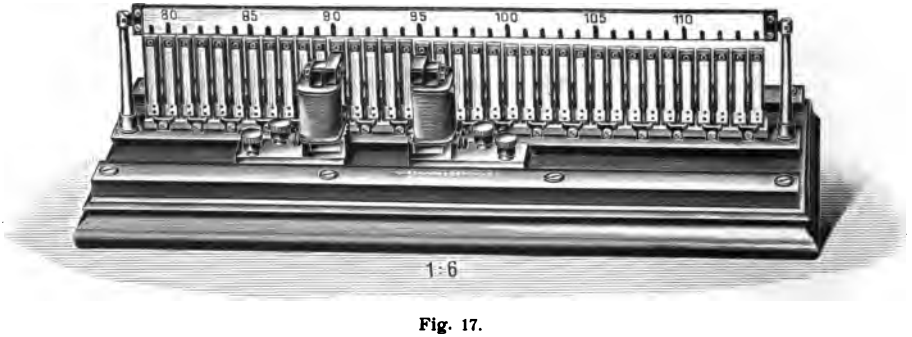
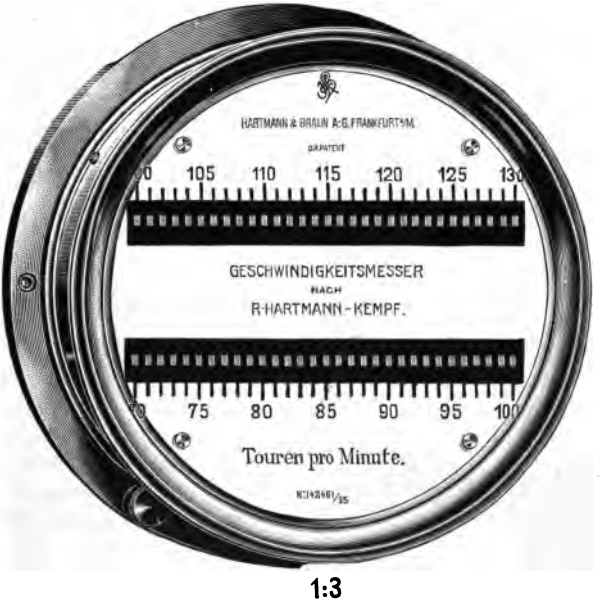


Fig. 17.

Digitized by Google

stimmte Frequenz tonlos, also nur optisch sichtbar zwischen den Nachbarzungen einzugabeln. Eine Abweichung von dieser Frequenz verrät sich dann durch Tönen der Nachbarzungen.

48. Elektro-akustisches Tonometer (Fig. 17) mit 36 in gerader Linie skalenartig abgestimmten, tönenden Zungen, vor welchen sich an beiden Seiten erregende Magnete vorbeischieben lassen. Diese Anordnung eignet sich besonders für Demonstrationszwecke. In Verbindung mit einem als Handapparat ausgebildeten Unterbrecher, der mittels Körnerspitze an die Maschinenwelle zu legen ist, lassen sich Schlüpfungen demonstrieren und Schlüpfungsmessungen genau ausführen.



1:3

Fig. 18.

49. Zweifach - Frequenzmesser mit Synchronismus- und Gleichphasigkeits-Anzeiger. Der Apparat enthält zwei getrennte Frequenzmesser mit je drei Zungen oberhalb und drei Zungen unterhalb der normalen Frequenz und einen dritten Frequenzmesser mit drei in feineren Intervallen abgestimmten Zungen, deren mittlere genau die normale Frequenz angibt; diese wird durch einen mit zwei getrennten Wickelungen versehenen Elektromagnet erregt und zeigt

Digitized by Google

genau den Eintritt des Synchronismus und der Gleichphasigkeit der beiden angeschlossenen Maschinen an, zu deren Parallelschaltung der Apparat in erster Linie verwendet werden soll.

50. Tourenzeiger (Fig. 18) mit 62 abgestimmten Zungen zur Ermittelung, insbesondere zur Fernmessung der Umdrehungszahl von rotierenden Wellen, welche direkt oder indirekt durch Stromunterbrecher oder kleine Generatoren wellenförmige Stromstöße übermitteln. Direkt zu eichen in Touren pro Minute für Maschinen, Kilometer pro Stunde für Fahrzeuge, Meter pro Sekunde für Seilgeschwindigkeiten an Fördermaschinen u. s. w.

X. Elektrische Temperatur-Fernmesser.

51. Elektrische Widerstandsthermometer. Der Meßapparat enthält in einer ganz flachen Metallscheide einen Platinwiderstand mit genau bestimmtem Temperaturkoeffizienten, dessen Enden nach außen geführt und mit der Leitung zu verlöten sind. Der Widerstand kann allen in Betracht kommenden Verwendungszwecken, sowohl für ganz tiefe als für höhere Temperaturen bis 400° C und ebenso auch für Fernmessung des Druckes in Dampfkesseln angepaßt werden.

52. Temperaturfernzeiger (Fig. 19). Als stationäre, transportable oder auch registrierende Apparate ausgeführt; sie beruhen auf dem Prinzip der Drehspul-Instrumente, sind aber, wie die Ohmmeter (Nr. 45), mit zwei gekreuzten Spulen in einem nicht homogenen Magnetfeld als eine Art Differentialgalvanometer ausgeführt. Die Empfindlichkeit kann so eingerichtet werden, daß der gesamte Zeigerausschlag für wenige Grad oder für ein größeres Temperaturintervall ausgenutzt werden kann. Mittels Umschalters können an einem einzigen Temperaturfernzeiger beliebig viele Thermometer nacheinander beobachtet werden.

Fig. 19.

Digitized by Google

53. Thermo-elektrische Pyrometer für hohe Temperaturen.

Die Thermoelemente für Temperaturen bis 1600° C werden nach Le Chatelier aus Platin-Platinrhodium hergestellt, diejenigen bis 800° aus Platin-Platinnickel. Die letzteren haben doppelte Empfindlichkeit. Für noch geringere Maximaltemperaturen wird Eisen-Konstantan verwendet. Die Elemente sind eigenartig montiert, erstere in einzelne Stücke aus feuerfester Chamotte, die durch ein Platinrohr zusammengehalten sind und daher selbst bei auftretenden Sprüngen nicht auseinander fallen, die beiden letzteren dagegen gehörig isoliert in flachem Stahlrohr.

54. Thermogalvanometer (Fig. 20), als direkte Anzeigeapparate für hohe Temperaturen wie als Fernzeiger verwendbar, sind, den meist technischen Zwecken entsprechend, äußerst stabil gebaute Millivoltmeter nach dem Drehspul-Prinzip. Sie werden als transportable und als stationäre Instrumente, die letzteren nach Art der Schalttafelapparate ausgeführt, ebenso auch als Registrier-Instrumente, und zwar mit intermittierender Aufzeichnung, jedoch in so kurzen Zeitintervallen, daß selbst bei größeren Temperaturschwankungen eine zusammenhängende Kurve entsteht.

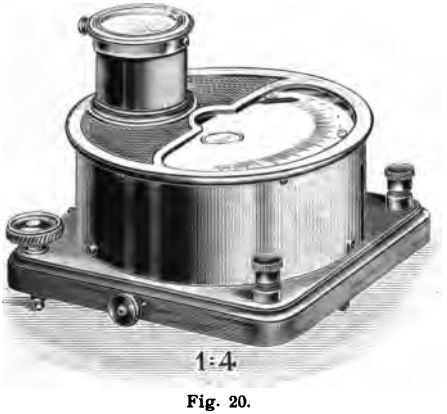


Fig. 20.

XI. Direkt zeigende technische Messgeräte für Strom, Spannung, Leistung u. s. w.

Die Instrumente sind einheitlich konstruiert und je nach dem Verwendungszweck für Nah- oder Fernablesung in verschiedenen Größen von 5 bis 50 *cm* Durchmesser ausgeführt. Bei der Ausgestaltung des Zeigers und der Skale ist auf größte Ablesesicherheit besonderer Wert gelegt. Die Strichdicken sind durchweg gleich, ihre Länge ist der Breite der Intervalle angepaßt. Die Einstellung der Zeiger ist aperiodisch.

Digitized by Google

55. Elektromagnetische Ampere- und Voltmeter mit Luftdämpfung, für Gleich- und Wechselstrom. Im Hohlraum einer Spule befinden sich, konzentrisch und beinahe sich deckend, zwei schmale Zylindermantelsegmente aus weichem Eisen, das eine fest, das andere drehbar; letzteres wird abgelenkt. Stromart, Kurvenform und Frequenzzahl bei Wechselstrom haben nur geringen Einfluß. Gegen äußere magnetische Einwirkung schützt ein Weicheisenring. Für Stromstärken bis 1000 Amp. und Spannungen bis 800 Volt ohne Nebenapparate.

56. Präzisions-Ampere- und -Voltmeter mit beweglicher Spule in festem, permanenten Magnetfeld, nur für Gleichstrom. Gegenüber Weicheisen-Instrumenten haben sie den Vorzug vollständiger Unabhängigkeit von Aufstellungsart und äußeren magnetischen Einflüssen, durchweg gleichförmiger Skale und absolut aperiodischer magnetischer Dämpfung. Voltmeter haben außerdem viel geringeren Energieverbrauch; sie sind daher für ganz niedere Spannungen ebenso vorteilhaft wie für höhere. Für Stromstärken von über 100 Amp. kommen ausschließlich separate Nebenschlüsse zur Verwendung, die bis zu 20 000 Amp. hergestellt werden.

57. Hitzdraht-Ampere- und -Voltmeter mit magnetischer Dämpfung (Fig. 21). Kurzer, horizontal gespannter Meßdraht, dessen Durchbiegung durch eine eigenartige, höchst einfache Spannvorrichtung auf die Zeigerachse übertragen wird. Bei Amperemetern wird zwecks Verminderung des Spannungsverlustes dem Draht an mehreren Stellen Strom zugeführt. Der Draht ist gegen unzulässige Überlastungen gesichert. Das Instrument eignet sich in gleicher Weise für Gleich- und Wechselstrom; für letztere Stromart kommt ihm wegen völliger Unabhängigkeit von der Frequenz und wegen des Fortfalls von Selbstinduktion ein erheblicher Vorzug zu. Es wird in Verbindung mit Nebenschlüssen für Ströme bis 20 000 Amp. brauchbar.

58. Elektrodynamische Präzisions-Ampere- und -Voltmeter. Infolge geeigneter Anordnung der festen und der in Serie mit dieser geschalteten beweglichen Spule ist es gelungen, eine von 20 % des Maximalwertes ab annähernd gleichförmige Skale zu erreichen. Die Instrumente sind mit Luftdämpfung versehen und eignen sich vorwiegend für Wechselstrom; da sie direkt nur für 0,5 Amp. im Maximum ausführbar sind, so werden sie zur Messung höherer Stromstärken an Meßtransformatoren gelegt.

Digitized by Google

59. Induktions-Instrumente nach Ferrarisschem Prinzip. Ausschließlich für Wechselstrom verwendbar; sie werden wegen der relativ großen wirksamen Kräfte und der dadurch ermöglichten robusteren Bauart zuweilen vorgezogen, sind aber abhängig von der Polwechselzahl.

Fig. 21.

60. Elektrostatische Voltmeter für hohe Spannungen. Ein nach Art der Gaußschen Federwage elastisch aufgehängter leichter Flügel wird von einem festen Flügel, der die gleiche Ladung empfängt, abgestoßen und gleichzeitig von einem zweiten entfernten Flügel von entgegengesetzter Ladung angezogen. Die kleine Bewegung des mittleren Flügels wird durch eine elastische Verbindung auf die magnetisch gedämpfte Zeigerachse übertragen. Die Isolation genügt für Eichungen bis 20 000 Volt. Geringster Meßbereich 900 bis 1500 Volt. Höhere Meßbereiche bis 100 000 Volt werden durch Vorschaltung von Kondensatoren erreicht.

61. Elektrostatische Multizellular-Voltmeter nach Lord Kelvin. Je nach Anzahl der an einem kurzen Band aufgehängten Flügel eignet sich dasselbe für Spannungen von 50 bis 100 Volt, bezw. für die gebräuchlichen Niederspannungen,

Digitized by Google

im Maximum bis 1000 Volt. Anstatt der Original-Öldämpfung ist eine magnetische Dämpfung angewendet. Es wird hauptsächlich zur Messung der Spannung in den Speiseleitungen von Gleich- und Wechselstrom-Netzen benutzt.

62. Elektrodynamische Präzisions-Wattmeter für Gleich- und Wechselstrom, im letzeren Fall von der Kurvenform, der Polwechselzahl und der Phasendifferenz unabhängig, da der Selbstinduktions-Koeffizient der beweglichen Spule sehr klein ist. Die Skale ist ohne jedes weitere Hülfsmittel von Null ab ganz gleichförmig. Maximale Stromstärke 400 Amp. Höhere Meßbereiche sind bei Wechselstrom bezw. Drehstrom durch Meßtransformatoren zu erreichen. Die Zeigereinstellung ist aperiodisch durch Luftdämpfung.

63. Frequenzmesser nach dem Resonanzprinzip mit 6 Zungen über und 6 Zungen unter der normalen Polwechselzahl, in Intervallen von 0,5 oder 1 Polwechsel.

64. Direkt zeigender Phasenmesser zur Bestimmung der Rückwärtsverschiebung eines Wechselstroms gegen die zugehörige Spannung. Elektrodynamisches Prinzip mit gekreuzter, beweglicher Doppelspule. Fast gleichförmige Skale für Verschiebungen von 0—90°. Für Stromstärken bis 150 Amp. und Spannungen bis 200 Volt direkt, für höhere Spannungen Vorschaltwiderstände. Sichere Einstellung von 30% der maximalen Stromstärke an.

XII. Registrierende Strom-, Spannungs- und Leistungsmesser.

Bei der Konstruktion der nachstehenden Registrierinstrumente war die Bedingung maßgebend, rechtwinklige Koordinaten Systeme zu erhalten. Demgemäß mußte die geradlinige, senkrechte Verschiebung der mit den beweglichen Systemen verbundenen Schreibfedern erzielt werden. Die Uhrwerke werden für verschiedene Umdrehungsdauern konstruiert, auch für zwei oder drei verschiedene, die nacheinander eingestellt werden können. Auch werden sie mit ablaufenden Papierstreifen von 15 *m* Länge geliefert.

65. Elektromagnetische Registrier-Strom- und -Spannungsmesser (Fig. 22).

Auf Wunsch schreiben beide in einem Gehäuse auf eine einzige Uhrtrommel, event. mit verschiedener Tinte. Kon-

Digitized by Google

struktion nach Art des Kohlrauschschen Federgalvanometers: ein Weicheisenkern, an einer vielgängigen Schrauben-Feder hängend, taucht in ein Solenoid. Der Eisenkern schiebt sich über einen dünnen Spanndraht. Wirksame Luft-Dämpfung. Besonders zur Aufzeichnung der Lade- und Entladezeit von Akkumulatoren. Für Stromstärken bis 1500 Amp. und Spannungen bis 600 Volt. Für Gleich- und Wechselstrom, im letzteren Fall unter Berücksichtigung der Frequenz.

66. Drehspul - Registrier-Instrument. Die kreisförmige Bewegung der Drehspule wird durch ein Rad mit ablaufendem Band, an dem die durch einen Spanndraht geführte Schreibfeder hängt, auf die geradlinige Bewegung übertragen. Für einseitigen Ausschlag oder mit Nullpunkt in der Mitte der Skale. Unter Verwendung von separaten Nebenschlüssen oder Vorschaltwiderständen kann jeder beliebige Meßbereich erzielt werden. Nur für Gleichstrom geeignet.

Fig. 22.

67. Hitzdraht - Registrier - Instrument mit ähnlicher Übertragung der Drehbewegung in eine geradlinige. Vorwiegend für Wechselstrom mit ganz beliebigen Meßbereichen.

68. Registrierendes Wattmeter, Induktions-Instrument nach Ferrarisschem Prinzip, also nur für Wechselstrom. Stark gedämpft. Für Stromstärken bis 200 Amp. und Spannungen bis 200 Volt. Höhere Meßbereiche unter Verwendung von Transformatoren bezw. Widerständen.

Digitized by Google

In ähnlicher Ausführung wie die *Registrier-Instrumente* für elektrische Größen werden solche für Dampf-Spannung, Wasser- und Gasdrucke sowie Temperaturen ausgeführt.

XIII. Elektrische Demonstrations-Messinstrumente für Schulzwecke.

Eine Kollektion von Apparaten, die so konstruiert sind, daß alle für das Verständnis wichtigen Teile, insbesondere auch die Skalen mit ihren Einteilungen aus größerer Entfernung von den Schülern leicht gesehen werden. Für den Lehrer sind besondere Skalen mit feineren Einteilungen vorhanden, die so angeordnet sind, daß letzterer sie von seinem Standort aus bequem beobachten kann.

69. Galvanometer, vollständig zerlegbar, als einfacher Kompaß bezw. Magnetometer, als astatisches Galvanometer mit oder ohne Kupferdämpfer verwendbar, mit verschiebbaren Spulen, deren Windungen hinter einander, parallel oder differential geschaltet werden können.

70. Tangentenboussole unter Verwendung des vorstehenden Galvanometers.

71. Meßdraht mit Schleifkontakt zur Bildung einer Wheatstoneschen Brücke, unter Verwendung von Vergleichswiderständen von 0,1; 1 und 10 Ohm in Form von gleich langen und gleich dicken Drahtschleifen verschiedenen Materials, gleichzeitig zum Vergleich der Leitfähigkeit.

72. Magnetometer unter Verwendung des vorstehenden Galvanometers und des Maßstabs der Meßbrücke als Ablenkungsschiene, auf der ein Schieber zur Aufnahme beliebiger Magnetstäbe Platz findet.

73. Kurbelrheostat aus drei Dekaden von zusammen 1110 Ohm und einem Schleifdrahtwiderstand von 1 Ohm zur Abgrenzung von zehntel und hundertstel Ohm. Die Anordnung der Widerstände ist auf der Rückseite sichtbar.

74. Elektromagnetische Strom- und Spannungszeiger mit in Spule tauchendem Weicheisenkern, je mit 2 Meßbereichen bis 2 und 10 Amp., bezw. bis 3 und 30 Volt. Nur für Gleichstrom geeignet. Aperiodische Luftdämpfung.

Digitized by Google

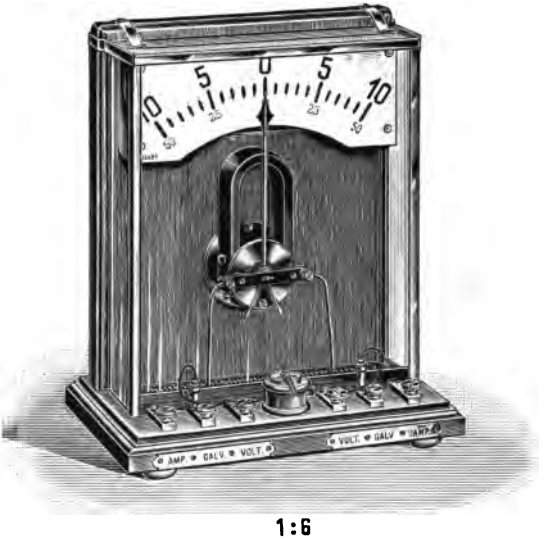
75. Elektromagnetische Schul-Instrumente mit sich drehendem Weicheisenkern, mit nur einer Empfindlichkeit, aber für beliebige Stromstärken oder Spannungen; stark gedämpft durch Luftflügel, geeignet für Gleich- und Wechselstrom.

76. Elektrostatisches Demonstrations-Voltmeter nach Art des Quadranten-Elektrometers, aber mit vertikaler Zeigerebene.

77. Hitzdraht-Ampere- und -Voltmeter für Schulzwecke für beliebige Meßbereiche, vorwiegend für Wechselstrom, aber auch für Gleichstrom. Die wirksamen Teile sind direkt sichtbar.

78. Drehspul-Galvanometer (Fig. 23). Ampere- und Voltmeter für Schulzwecke, mit beliebig kombinierten Meßbereichen. Die Drehspule ist aus dem Magnetfeld herausziehbar.

Die beiden letzteren Instrumente werden für größere Hörsäle mit Skalen von 40 und 50 *cm* Länge hergestellt.



1:6
Fig. 23.

79. Elektrodynamisches Demonstrations-Wattmeter für Gleich- und Wechselstrom, mit 2 Meßbereichen, in übersichtlicher Schaltung.

A. Hasemann

Berlin C., Nikolaikirchplatz 7/8.

Nr. 1—3 in A.

1. Große Präzisionswage.

Tragfähigkeit 10 *kg*; vollständige Arretierung; Glasgehäuse. Empfindlichkeit 10 *mg*. Eigentum der Kaiserl. Normal-Eichungs-Kommission in Charlottenburg.

Digitized by Google

2. Höhenmesser für Wagenschneiden.

Die Entfernung der Mittelschneide einer Wage von der die Endschneiden verbindenden Geraden, die „Höhe", wird mit diesem Instrument gemessen, indem zwei „Abdrücke" des Schneidenstandes hergestellt und sodann gegen einander gehalten werden. Zur Aufnahme dieser Abdrücke dienen zwei Lehren, deren eine beistehend abgebildet ist. Die Aufnahme des Abdruckes selbst geschieht mittels ebener gehärteter Stahlflächen von sehr geringer Ausdehnung. Eine der letzteren ist vertikal verstellbar. Sie wird bei der abgebildeten Lehre mittels Klemmschraube fixiert, während bei der anderen ihr Stand an einer Skale abgelesen wird. Die Träger dieser Flächen sind umlegbar, um den Wagebalken in die Lehre hineinbringen zu können. Das Aufsetzen des Balkens auf die Lehre und der einen Lehre auf die andere erfolgt mittels Arretiervorrichtung. Das Verfahren ist nun folgendes: Fixierung des verstellbaren Stiftes der ersten Lehre; Ablesung an der zweiten; Aufsetzen der ersten auf die zweite Lehre und abermalige Ablesung. Die

Digitized by Google

Differenz der beiden Ablesungen ist die gesuchte Höhe in vierfacher Vergrößerung. Bei derjenigen Lehre, die umgewendet wird, kommt die Durchbiegung durch die eigene Last in Betracht, daher ist ihr Bau fest trotz ihres geringen Gewichts.

3. **Dezimalwage für die Reise.**

Für Belastungen von 1 *g* bis 50 *kg* (die kleinen Gewichte nach 10-fachem Normal zu wiegen); Empfindlichkeit der Eichamtswagen. Arretierung des Balkens und des Gehänges des kurzen Armes. Als Material ist Stahlrohr verwendet.

Hans Hauswaldt, Fabrikbesitzer, Dr. phil. h. c., Magdeburg-Neustadt.

Nr. 1—3 in B.

1. **Zwei Doppeltafeln** (Vorder- und Rückseite) mit je sechzehn Originalaufnahmen von Interferenzerscheinungen an doppelt brechenden Kristallplatten im konvergenten, polarisierten Lichte.

Diese Tafeln enthalten einen Teil der Originalaufnahmen, aus denen der Atlas I entstanden ist.

2. **Atlas I,** hergestellt in den Jahren 1897 bis 1902, enthaltend eine systematisch geordnete Auswahl solcher Erscheinungen.

3. **I. Fortsetzung** dieses Atlas, enthaltend Interferenz-Erscheinungen im konvergenten und im senkrecht eintretenden, polarisierten Lichte.

Der Atlas I und die I. Fortsetzung sind in der Hausdruckerei der Fabriken von Joh. Gottl. Hauswaldt in Magdeburg-Neustadt unter der Kontrolle des Herausgebers Hans Hauswaldt in einer Auflage von 300 Exemplaren hergestellt worden. Sie wurden ausschließlich geschenkweise den Universitäten und den sich dafür interessierenden Gelehrten zur Verfügung gestellt und sind zur Zeit vergriffen.

Am Ende des Jahres 1904 wird eine neue Auflage von je 100 Exemplaren erscheinen.

Digitized by Google

Hans Heele

Berlin O., Grüner Weg 104.

Werkstätten für Präzisions-Optik und -Mechanik.

Nr. 1 und 3 in A, Nr. 2 in B.

Die Firma beschäftigt sich vorzugsweise mit der Anfertigung von Spektralapparaten, Spektrometern, Photometern und Polarisationsapparaten, sowie mit dem Bau größerer astronomischer Instrumente.

Ausgestellt sind:

1. **Apparat zu Dickenmessungen** für Aräometer, Keile, Zylinder u. s. w. Der von C. Reichel und H. Heele ausgeführte Apparat ist ursprünglich zur genauen Bestimmung des Spindelquerschnittes von Aräometern an verschiedenen Punkten ihrer Teilung bestimmt, kann aber mannigfache andere Anwendung finden.

   Auf einer Zylinderführung, die noch durch einen dieser Führung parallelen Stützzylinder gegen Drehung gesichert wird, ist ein Schlitten verschiebbar. Auf diesem ruhen zwei normal zur Verschiebungsrichtung leicht bewegliche Kontaktzylinder mit Schneiden aus Saphir und Mikrometerskalen. Letztere liegen neben einander, wenn die Schneiden sich berühren, und erscheinen gegen einander verschoben, wenn eine Spindel zwischen die Schneiden gebracht wird. Das Maß der Verschiebung ist gleich dem Durchmesser der Spindel und wird mittels der Skalen und eines über denselben auf dem Schlitten befestigten Mikrometermikroskops bis auf 0,0001 *mm* ermittelt. Die auszumessenden Aräometerspindeln werden parallel zur Schlittenverschiebung so gelagert, daß sie sich um ihre eigene Achse drehen lassen. Die dazu dienende, allseitig justierbare Einrichtung befindet sich an einem Ende des Gestells. Neu und eigenartig ist die reibungslose Führung eines jeden der Kontaktzylinder durch vier Achatkugeln, deren jede auf den Seiten von zwei Zylindern rollt. Zur Führung sämtlicher Kugeln dienen drei unter sich genau parallel gerichtete, auf dem Schlitten normal zu seiner Verschiebungsrichtung gelagerte Stahlzylinder. Die Bewegung des Schlittens und der Kontaktzylinder erfolgt durch Organe von besonderer Einrichtung.

   Das Instrument ist Eigentum der Kaiserlichen Normal-Eichungs-Kommission in Charlottenburg.

Digitized by Google

2. **Rotierender Sektor,** nach besonderen Angaben gebaut für die Physikalisch-Technische Reichsanstalt in Charlottenburg.

3. **Größeres Kathetometer,** für die Technische Hochschule in Danzig bestimmt.

Sorgfältig und genau geschliffener Stahlzylinder von 120 *cm* Länge, dessen horizontale Bewegung mittels Kugeln in ebensolchen Lagern geschieht. Das Fernrohr von 26 *mm* Durchmesser und 23,4 *cm* Brennweite, einstellbar von Unendlich bis etwa 6 Brennweiten, ist in seinen Lagern umlegbar. Zur genaueren Horizontierung trägt das Fernrohr eine Libelle, deren Blase mittels Mikrometerschraube eingestellt werden kann. Der Maßstab ist in Millimeter auf Silber geteilt.

W. C. Heraeus

Hanau a. M.

Platinschmelze.

Nr. 1—5 in D, Nr. 6 in B.

1. **Elektrisch heizbare Laboratoriumsöfen für hohe Temperaturen.** (Amer. Pat. Nr. 749204.)

Diese Öfen (vgl. die Fig.) enthalten ein mit sehr dünner Platinfolie spiralig umwickeltes Rohr aus hochfeuerfester Masse und können durch einen Strom von gebräuchlicher Spannung auf Temperaturen bis über 1500° gebracht werden.

Digitized by Google

Außerordentlich schnelle Erreichung hoher Temperaturen und deren schnelle und genaue Regulierbarkeit zeichnen diese Öfen aus. Von den zahlreichen Modellen sind nur zwei ausgestellt.

2. **Thermo-Element Platin gegen Platin-Rhodium** nach Le Chatelier, zur Messung von Temperaturen bis 1600°.
3. **Ein Paar Rohre aus geschmolzenem Bergkristall** zum Schutz des Thermo-Elements gegen die schädlichen Gase.
   Der geschmolzene Bergkristall zeichnet sich durch absolute Unempfindlichkeit gegen schroffsten Temperaturwechsel und durch seine Beständigkeit gegen Temperaturen bis über 1200° C aus.
4. **Iridiumofen,** wie ihn Hr. Prof. Nernst zu seinen Dampfdichtebestimmungen bei Temperaturen von 2000° gebraucht hat.
   Dieser besteht im wesentlichen aus einem Rohr von reinem Iridium, welches durch einen geeigneten elektrischen Strom auf Temperaturen von etwa 2200° gebracht werden kann.
5. **Thermo-Element Iridium gegen Iridium-Ruthenium** zur Messung von Temperaturen bis über 2000°.
6. **Quecksilberbogenlampe aus Quarzglas,** besonders geeignet für Versuche mit ultravioletten Strahlen; Normalgröße für 110 Volt und 2 Ampere.

Die Firma hat auch in der Gruppe „Chemie“ ausgestellt.

H. Hommel

Mainz; Fabrik: Idarwerk in Oberstein a. d. Nahe.

Präzisions-Meßwerkzeuge.

Nr. 1—22 in A.

I. Schiebe-Lehren.

1. Schiebe-Lehre mit Zirkelspitzen und Schnäbeln zum Lochmessen. Länge der Zunge 250 *mm*, Länge der Schnäbel 60 *mm*.
2. Schiebe-Lehre mit Gewindetaster und Schnäbeln zum Lochmessen. Länge der Zunge 250 *mm*, Länge der Schnäbel 60 *mm*.
3. Schiebe-Lehre mit Greiftaster und Zirkelspitzen. Länge der Zunge 250 *mm*.

Digitized by Google

Nr. 1—3 aus Gußstahl mit 3 Maßen, $^1/_{10}$ *mm* und $^1/_{128}$" Ablesung auf der einen Seite und Tiefmaß auf der anderen Seite, sowie Mikrometerschraube für Feineinstellung.

4. Normal-Kontroll-Schiebe-Lehre mit Mikrometerschraube. Nonius für $^1/_{50}$ *mm* Ablesung auf der einen Seite und $^1/_{1000}$" auf der anderen Seite. Meßlänge 350 *mm* bezw. 14". Länge der Schnäbel 60 *mm* mit Ansatz zum Lochmessen. Spezieller Teilstrich zum Ablesen der Lochmaße.

II. Mikrometer-Lehren.

Normal-Kontroll-Werkzeuge zum Feinmessen, mit direkter Angabe von $^1/_{100}$ *mm*.

5. Mikrometer-Lehre, 0—25 *mm* messend, mit Gefühlschraube.
6. Mikrometer-Lehre, 25—50 *mm* messend, mit Gefühlschraube.

Zu Nr. 5 u. 6 eine Kontroll-Meßscheibe von 25 *mm* ϕ zum Einstellen.

7. Mikrometer-Lehre, 40—100 *mm* messend, mit Gefühlschraube. Diese Lehre hat eine hohle, 20 *mm* starke Meßspindel zwecks Verminderung der Abnutzung und besserer Ausgleichung der Erwärmung bei längerer Benutzung. Dazu eine Kontroll-Meßscheibe von 40 *mm* ϕ.

III. Normal-Lehren.

Aus Gußstahl, gehärtet u. geschliffen mit einer Genauigkeit von $^1/_{500}$ *mm*. Zur Kontrolle von Werkzeugen und Arbeitsstücken.

8. Ein Satz Normalkaliber, bestehend aus Bolzen u. Ring, 20 *mm* ϕ.
9. „ „ „ bestehend aus Bolzen u. Ring, 100 *mm* ϕ.
10. Meß-Kontrollscheibe, 25 *mm* ϕ, mit Griff.
11. „ „ „ 50 *mm* ϕ, mit Griff.
12. „ „ „ 100 *mm* ϕ, mit Griff.

Nr. 8—12 zum Einstellen von Tastern, Schiebe-Lehren, Mikrometern und ähnlichen Meßwerkzeugen.

13. Endmaß mit Kugelflächen, 100 *mm* lang.
14. „ „ „ 300 „ „.

Zu Nr. 13 u. 14 ein Griff. Diese Maße dienen als Stichmaß zum Messen von Bohrungen oder Abständen paralleler Flächen, sowie zum Einstellen von Lehren u. s. w.

15. Ein Satz Lehren, bestehend aus Loch- und Taster-Lehre, 50 *mm* ϕ bezw. Meßweite.
16. Ein Satz Lehren, bestehend aus Loch- und Taster-Lehre, 100 *mm* ϕ bezw. Meßweite.

Digitized by Google

Für innere und äußere Messungen, wo Kaliber nicht verwendet werden können, z. B. bei eingedrehten Lagerstellen. Die Anordnung des Handgriffes vermindert den schädlichen Einfluß der Handwärme beim Gebrauch.

IV. Grenz-Lehren.

Aus Gußstahl, gehärtet u. geschliffen mit einer Genauigkeit von $^1/_{500}$ *mm*.
Zum Zusammenpassen von Wellen und Bohrungen.

17. Ein Satz Lehren für straffen Sitz, bestehend aus
einem Grenzlehrbolzen: 28 *mm* nomineller ϕ;
wirklicher ϕ des + Bolzens = 28,01 *mm*,
„ ϕ „ − „ = 27,99 „ ,
und einer Doppeltaster-Lehre: 28 *mm* nominelle Meßweite;
wirkliche Meßweite der + Seite = 28,03 *mm*,
„ „ „ − „ = 28,01 „ .
Der kleinste Durchmesser der Welle wird also größer sein als 28,01 *mm*, dagegen die größte Bohrung kleiner als 28,01 *mm*.

18. Ein Satz Lehren für laufenden Sitz, bestehend aus
einem Grenzlehrbolzen: 70 *mm* nomineller ϕ;
wirklicher ϕ des + Bolzens = 70,01 *mm*,
„ ϕ „ − „ = 69,99 „ ,
und einer Doppeltaster-Lehre: 70 *mm* nominelle Meßweite;
wirkliche Meßweite der + Seite − 69,99 *mm*,
„ „ „ − „ = 69,97 „ .
Die Welle wird also kleiner sein als die Bohrung.

V. Maßstäbe.

19. Normal-Kontroll-Metermaßstab aus temperiertem Spezialgußstahl; 20 *mm* □ Querschnitt, Teillänge 1000 *mm* in *mm* geteilt. Garantierte Genauigkeit 0,01 *mm* oder 0,00039".

20. Schiebe-Grenzlehre bis 1000 *mm* Meßweite. Zum Einstellen von Loch- und Tasterzirkeln, zur Kontrolle von Endmaßen u. s. w., sowie der Werkstücke. Schnäbel für Innen- und Außenmessung. Mikrometer-Lehre für $^1/_{100}$ *mm* direkte Ablesung. Feineinstellung für den Schieber.
Wirkliche Weite der + Seite − nominelle Weite + 0,01 *mm*,
„ „ „ − „ − „ „ − 0,01 „

21. Kaliber-Endmaßstab bis 100 *mm* Meßweite. Mit Millimeterteilung auf beiden Seiten und Nonius für $^1/_{10}$ *mm* Ablesung. Dient zur Anfertigung von Lehren und zum Prüfen, Anreißen und Einteilen von Fabrikationsteilen.

Digitized by Google

VI. Parallel-Meßinstrumente.

22. Parallel-Meßapparat zum Prüfen des Parallelismus von über einander liegenden Walzen an Papiermaschinen u.s.w. Der Apparat besteht aus einer empfindlichen Wasserwage mit Feineinstellung, auf einem Stahlwinkel montiert, welcher auf die Walzen an verschiedenen Stellen aufgesetzt wird. Die Wasserwage verharrt in derselben Stellung, wenn die Walzen parallel und zylindrisch sind. Langer Schenkel 250 *mm*, kurzer Schenkel 85 *mm*.

Junkers & Co.

Dessau in Anhalt.

Nr. 1—3 in D.

1. Kalorimeter nach Junkers, dient zur schnellen und genauen Bestimmung des Heizwertes gasförmiger (Fig. 1) und flüssiger (Fig. 2) Brennstoffe. Patentiert in allen Staaten.

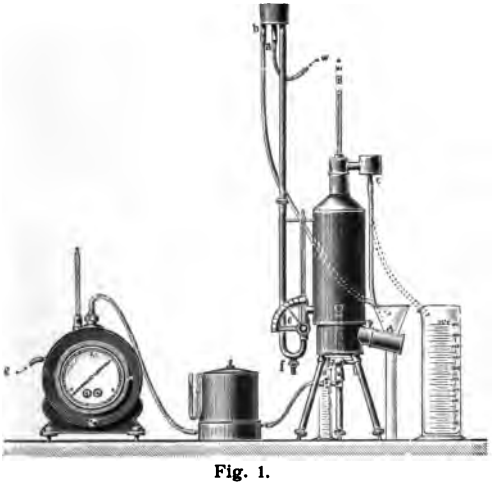


Fig. 1.

Eine kontinuierlich brennende Flamme gibt ihre Wärme vollständig an einen Wasserstrom ab, aus dessen Menge und Temperaturerhöhung der Heizwert sich ergibt. Nur Brennstoff- uud Wassermenge sind zu messen und zwei Thermometer abzulesen, also keine umständlichen Wasserwerts- oder dgl. Bestimmungen vorzunehmen. Eine Messung dauert zwei Minuten. Trotz der einfachen Handhabung arbeitet der Apparat sehr genau, wie durch Messungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, durch Prof. Slaby u. A. nachgewiesen ist. Das Kalorimeter kann benutzt werden zur Heizwert-Bestimmung von Leucht- und Wassergas, Azetylen, Generator-, Dawson-, Hochofengas; Petroleum, Naphtha, Ligroin, Benzin, Benzol, Spiritus u. s. w.

Digitized by Google

Nebenapparate für gasförmige Brennstoffe:
Experimentiergasmesser und *Gasdruckregler* (Fig. 1),
ferner *Eichvorrichtung* zur genauesten und einfachsten Eichung von Experimentier- und anderen Gasmessern (Fig. 3);
für flüssige Brennstoffe: *Wage mit Lampe* (Fig. 2).

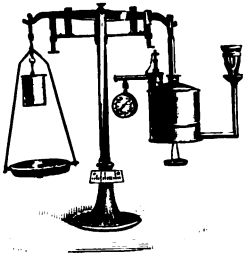


Fig. 2.

Fig. 3.

2. **Automatisches Kalorimeter** nach Junkers, zeigt den Heizwert selbsttätig an und registriert ihn fortlaufend.
Ohne irgend eine andere Beobachtung, Messung oder Rechnung vorzunehmen, kann man den Heizwert direkt ablesen; es ist also wichtig für Gasanstalten, Motorenfabriken, Kokereien, Generatorgas- und Hochofenbetriebe u. s. w.

3. **Vaporimeter** nach Junkers, dient zur genauen Bestimmung des Dampfverbrauches aller Arten Dampfmaschinen während des Betriebes an Stelle der umständlichen und langwierigen Speisewassermessung. Meßdauer 5 Minuten.

Max Kohl

Chemnitz (Sachsen), Adorferstr. 20.

Nr. 1—15 im Eingangsraum.

1. **Vokalapparat** nach von Helmholtz zur Darstellung der verschiedenen Klangfarben, besonders der Vokale. (Fig. 1.)

Digitized by Google

Der Apparat besteht aus acht elektromagnetisch angetriebenen Stimmgabeln, die die ersten harmonischen Töne zum Grundton c_0 bilden. Die Elektromagnete werden von einem Strom durchflossen, der durch eine Unterbrecherstimmgabel von 128 Doppelschwingungen intermittierend gemacht wird. Jede Stimmgabel besitzt einen Resonator, der sich mit Hülfe einer Klaviatur mehr oder weniger öffnen läßt. Der Unterbrecherstromkreis kann durch einen angebrachten Widerstand reguliert werden; die Unterbrechungsstelle selbst ist mit kräftigen Platinkontakten versehen. Jeder Elektromagnet ist für sich ausschaltbar; entsprechende Ersatzwiderstände sorgen dafür, daß keine Veränderungen in den Stromverhältnissen eintreten.

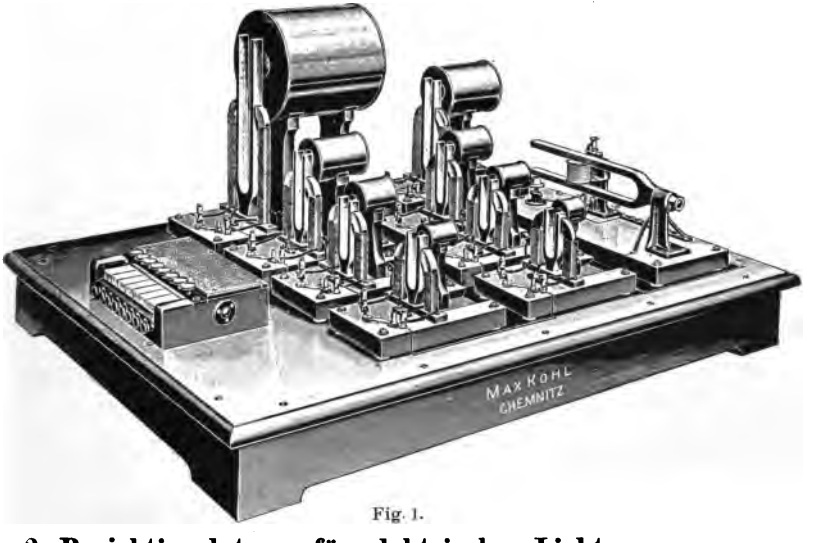


Fig. 1.

2. Projektionslaterne für elektrisches Licht.

Die Laterne besitzt eine selbstregulierende Bogenlampe für Gleich- oder Wechselstrom, deren Lichtpunkt sich mittels der auf der Laterne angebrachten Schraube mit Griffrad in die optische Achse bringen läßt. An der Laterne ist eine optische Bank zur Aufstellung des Projektionskopfes und der zu projizierenden Apparate angebracht; diese Bank läßt sich abnehmen und kann durch eine längere ersetzt werden, die sich für Polarisations- und Interferenzversuche eignet. Der untere Kohlenhalter ist beweglich, um die Kohle zur Erzielung einer möglichst großen Lichtintensität schräg stellen zu können.

Digitized by Google

3. Elektrometer nach Bruno Kolbe. (Fig. 2.)

Das Elektrometer hat eine Gradskale aus Glimmer, die sich gegen eine in Volt geeichte Skale auswechseln läßt. Das Elektrometergehäuse ist aus Metall hergestellt und kann nach der Erde abgeleitet werden. Die Vorder- und Hinterwand sind aus Glas, um das Elektrometer für Projektionen benutzen zu können. Durch die eigenartige Aufhängung des Aluminiumblättchens besitzt das Elektrometer eine hohe Empfindlichkeit. An Stelle des Kondensators läßt sich eine Hohlkugel aufschrauben; der Ebonitpfropf mit dem Aluminiumblättchen kann gegen einen solchen mit einem Papierblättchen vertauscht werden. Die Isolierung des Elektrometers ist vorzüglich.

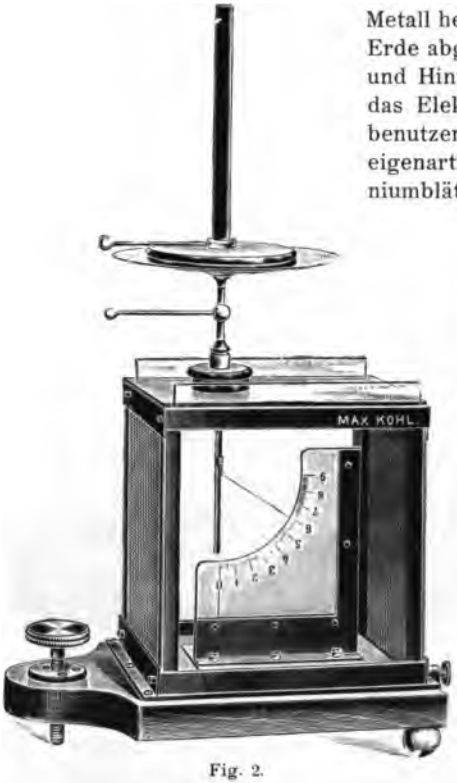


Fig. 2.

4. Astatisches Spiegelgalvanometer nach du Bois und Rubens. (Fig. 3.)

Dieses Galvanometer von außerordentlich hoher Empfindlichkeit ist für vier Spulen eingerichtet. Die Spulen von je 20 Ohm lassen sich gegen solche von je 200 Ohm Widerstand austauschen. Drei verschieden

Fig. 3. 1/5 nat. Gr.

Digitized by Google

schwere, an Quarzfäden aufgehängte Magnetsysteme von 1,05 *g*, 0,25 *g* und 0,09 *g*, die sich ebenfalls gegen einander austauschen lassen, gestatten im Verein mit den verschiedenen Schaltungsmöglichkeiten der Spulen eine Änderung der Empfindlichkeit in weiten Grenzen.

5. Spiegelgalvanometer nach E. Wiedemann. (Fig. 4.)

Das Galvanometer ist nach dem System Deprez-d'Arsonval gebaut; sein Gehäuse wird durch den Feldmagnet und zwei Spiegelglasscheiben gebildet, die sich ohne weiteres zum Auswechseln der Spule abheben lassen. Die eine Spule von 100 Ohm Widerstand besteht aus 0,1 *mm* starkem Draht, die zweite von 20 Ohm Widerstand aus 0,15 *mm* starkem Draht und die dritte Spule, die zum Messen hoher Spannungen dient, wird von 3,5 Windungen eines 1 *mm* dicken, mit Guttapercha stark überzogenen Drahtes gebildet. Die Empfindlichkeit beträgt bei Verwendung der feindrähtigen Spule: bei 1 *mm* Ausschlag und 1 *m* Skalenabstand $3 \cdot 10^{-8}$ Amp.

Fig. 4. 1/4 nat. Gr.

6. Spektralapparat mit Rutherfordschem Prisma.

Das Beobachtungsfernrohr, das sich durch Zahn und Trieb genau einstellen läßt, besitzt 27 *mm* Öffnung, 234 *mm* Brennweite und 8-fache Vergrößerung. Das Spaltrohr hat die gleichen Dimensionen. Der Gradbogen ist in $^1/_6{}^0$ geteilt, der Nonius gibt 30" an.

7. Apparat zur Zerlegung der Klänge in ihre einfachen Töne nach König, mit 14 Universalresonatoren und wählbarem Grundton. (Fig. 5.)

Digitized by Google

Der Apparat ist in einem kräftigen Rahmengestell eingebaut und mit einem rotierenden Spiegel für Handbetrieb versehen, dessen Mechanismus so eingerichtet ist, daß er vollständig geräuschlos läuft. Die 14 Universalresonatoren

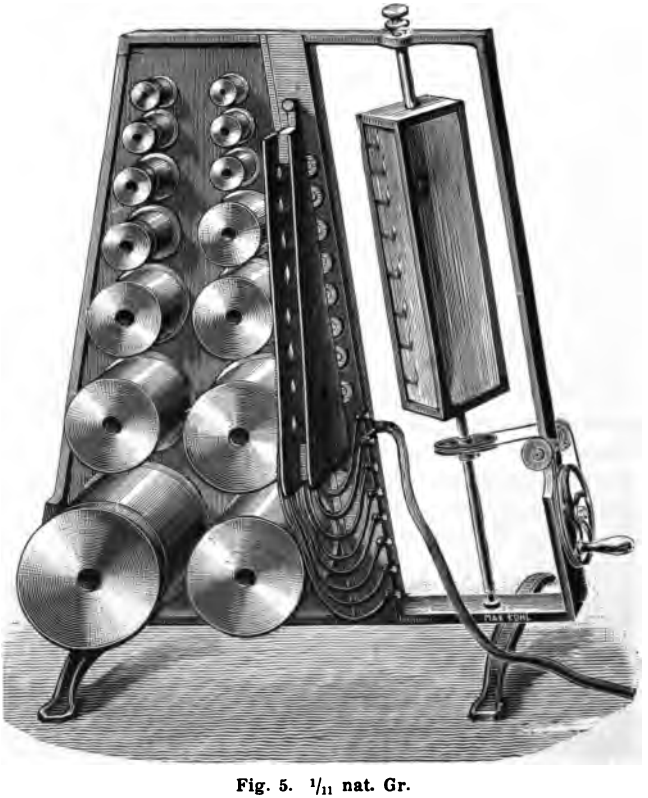


Fig. 5. $^1/_{11}$ nat. Gr.

sind so regulierbar, daß der höchste Ton des größeren immer bis zum tiefsten Ton des kleineren reicht. Man kann sie deshalb für einen beliebigen Grundton einstellen; der tiefste wählbare Grundton ist g_{-1}. Die Resonatoren stehen mit Manometerflammen in Verbindung. Glimmerschutzstreifen schützen diese gegen den Einfluß der Luftströmungen und schließen ein Brechen oder Springen vollständig aus.

8. Differential- und Doppelthermoskop nach Bruno Kolbe.

Das Thermoskop besteht aus zwei an einem senkrechten Standbrett befestigten Manometerröhren, die mit den ver-

Digitized by Google

schiedenen Rezeptoren durch Gummischläuche verbunden werden. Die Wärmequellen, Rezeptoren, Blendschirme und dgl. sind auf einer wagerechten Schiene mittels Schlitten zu verschieben. Es lassen sich mit dem Apparat eine große Anzahl Versuche ausführen, z. B. über Absorption, Emission und Durchlässigkeit von Wärmestrahlen u. s. w.

9. Gravitationswage zum Nachweis der Massenanziehung (Fig. 6.)

Dieser Apparat nach Boys dient zur Wiederholung des Versuches von Cavendish über die Massenanziehung. An einem äußerst dünnen Quarzfaden sind an einem feinen Wagebalken zwei kleine Silberkugeln von je 0,75 *g* Gewicht aufgehängt. Das Ganze ist in ein Glasgehäuse mit doppelten Wandungen zur Verhütung von Luftströmungs- und Temperatureinflüssen eingeschlossen und mit vorzüglicher Arretierung

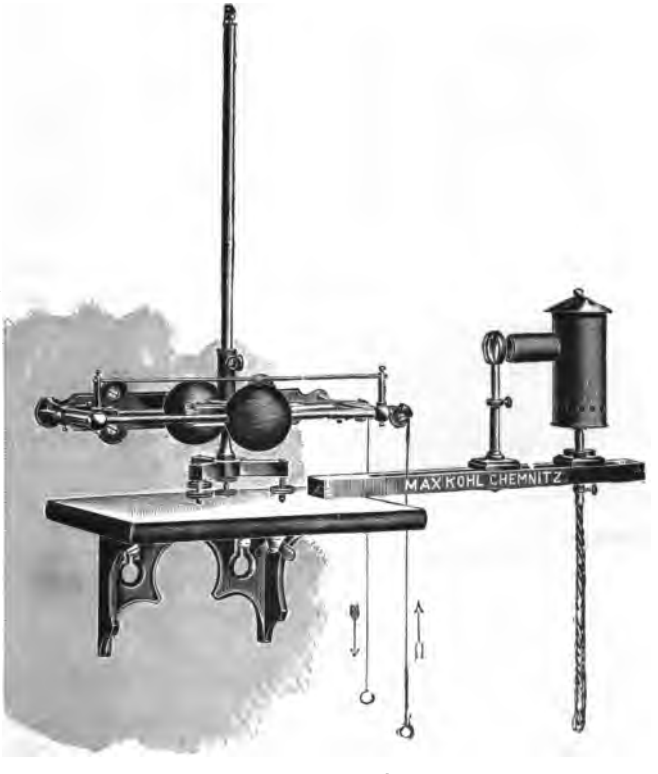


Fig. 6. 1/9 nat. Gr.

Digitized by Google

versehen, sodaß der Apparat, ohne gefährdet zu sein, von einem Ort zum andern gebracht und auch versandt werden kann. Die kleinen Kugeln werden von großen Bleikugeln von 80 *mm* Durchmesser beeinflußt, die sich an einem Rahmengestell in die beiden Endlagen durch Zugschnüre verschieben lassen. Um die Ausschläge einem großen Auditorium sichtbar zu machen, wird das Bild eines erleuchteten Spaltes mit Hülfe einer Bikonvexlinse und eines am Apparat angebrachten leichten Spiegels an einer an der Wand befestigten Skale erzeugt. Der Quarzfaden ist so fein, daß die ganze Schwingungsperiode des Wagebalkens ungefähr 18 Minuten beträgt; die Ablenkung aus der Ruhelage beträgt dann bei einer 2,25 *m* entfernten Skale ungefähr 21 *cm*. Um einwandfreie Resultate zu erhalten, wird nur vollkommen eisenfreies Material verarbeitet, das vor der Verwendung auf das sorgfältigste untersucht wird.

10. Pendelapparat nach Hillig in Toledo (Ohio). (Fig. 7.)

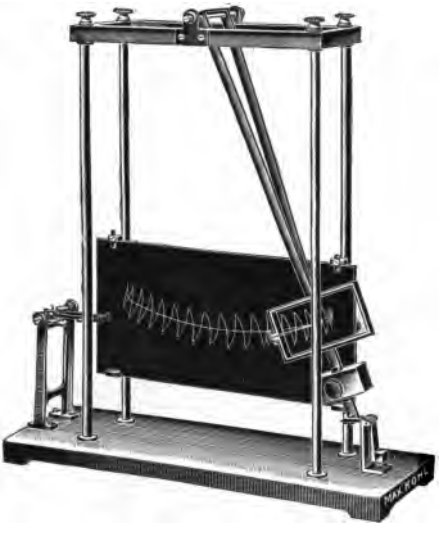


Fig. 7. $^1/_8$ nat. Gr.

Der Pendelapparat dient zur Demonstration der verschiedenen Pendelgesetze. Beim Loslassen des Pendelgewichtes wird gleichzeitig die Schreibfeder ausgelöst, wodurch eine Wellenlinie auf die geschwärzte Glasplatte gezeichnet wird. Im Ruhezustand zeichnet der Schreibstift einen Kreisbogen, der die Sinuslinie schneidet. Die einzelnen Abschnitte auf diesem Kreisbogen sind die Strecken, die vom Pendel in gleichen Zeiten zurückgelegt werden, und stellen demnach die verschiedenen Pendelgeschwindigkeiten dar.

11. Durchschnittsmodell einer Compound-Dampfmaschine.

Das Modell läßt sich durch eine Kurbel drehen. Hochdruck- und Niederdruckzylinder, die einfache Schiebersteuerung und der *Receiver* sind im Schnitt dargestellt.

Digitized by Google

Fig. 8. 1/6 nat. Gr.

12. Doppel-Oszillograph nach Wehnelt zur objektiven Darstellung des zeitlichen Verlaufes periodischer elektrischer Vorgänge. (Fig. 8.)

Der Apparat wirkt dadurch, daß eine von dem zu untersuchenden Strome durchflossene Drahtschleife zwischen den Polen eines kräftigen Elektromagneten Ablenkungen erfährt, die sich durch einen kleinen Spiegel mittels eines Lichtstrahles objektiv darstellen lassen. Da der Oszillograph als Doppelapparat ausgebildet ist, lassen sich gleichzeitig zwei Vorgänge beobachten und vergleichen, z. B. Phasenverschiebungen und Wechselströme verschiedener Perioden und Kurvenformen.

13. Vibrationsmikroskop nach Helmholtz. (Fig. 9.)

Das Vibrationsmikroskop ist mit einer sehr starken Stimmgabel, $c_0 = 128$ Schwingungen, ausgerüstet, die zur dauernden Unterhaltung der Schwingungen mit elektromagnetischem Antrieb versehen ist. Der Apparat ist auf einem Stativ verstellbar angeordnet.

Fig. 9.

Digitized by Google

Fig. 10. 1/4 nat. Gr.

14. Demonstrationsapparat f. drahtlose Telegraphie nach Marconi. (Fig. 10.)

Der Sender besteht aus einem Righischen Radiator, der Empfänger aus einem empfindlichen Kohärer, einer Batterie von vier Trokkenelementen, einem polarisierten Relais und dem Klopfer. Der Sender sowohl wie der Empfänger sind in je einen leicht transportablen Kasten eingebaut, der sich oben und an den Seiten öffnen läßt, damit die Apparate zugänglich sind.

15. Transportabler Funkeninduktor für drahtlose Telegraphie und Röntgenzwecke, von 300 *mm* Funkenlänge mit verschiebbaren Entladerkugeln.

A. Krüss (Inhaber: Dr. Hugo Krüss)

Hamburg, Adolphsbrücke 7.

Optisches Institut.

Nr. 1—10 in B.

1. Universal-Spektral-Apparat (Fig. 1), eigene Konstruktion, für Spektro-Photometrie, qualitative und quantitative Analyse mit symmetrischen Spalten.

Digitized by Google

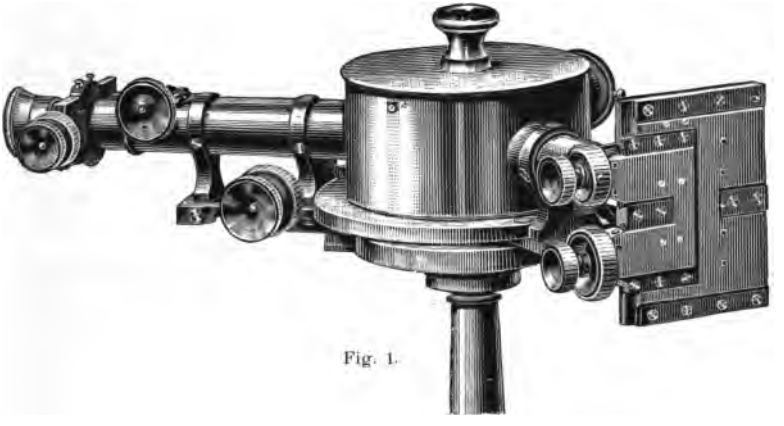


Fig. 1.

2. Spektrometer nach V. v. Lang. (Fig. 2.)

Fig. 2.

3. Kolorimeter nach C. H. Wolff, zur Bestimmung der Konzentration gefärbter Flüssigkeiten durch Vergleich mit einer Normallösung.

4. Kolorimeter mit Lummer-Brodhunschem Prismenpaar.

5. Photometrier-Stativ für Gasbrenner.

Digitized by Google

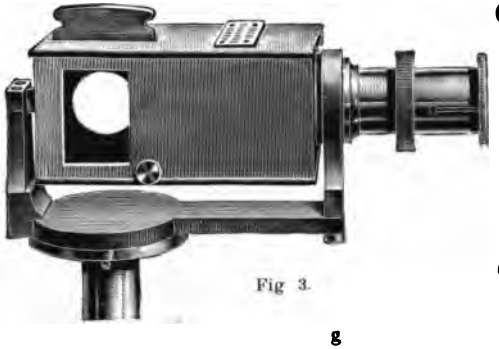


Fig 3.

6. Photometerkopf nach Lummer-Brodhun (Fig. 3) mit Fernrohr in der Achse.
a) für Gleichheit und mit Gradbogen,
b) für Kontrast.

7. Photometer nach L. Weber.

Fig. 4.

8. Hefnerlampe (Fig. 4) mit optischem Flammenmesser nach Krüss.

9. Photometrier-Stativ für Glühlampen.

10. Apparat zur Bestimmung der Flächenhelligkeit nach Krüss (Straßenphotometer).

E. Leitz

Wetzlar.

Optische Werkstätte.

Nr. 1—6 in B.

1. Neues Stativ A. (Fig. 1.)

Universal-Mikroskop mit weitem Tubus; dreh- und zentrierbarer Tisch, *neue* Mikrometerschraube (ein Teilstrich = 0,001 *mm*),

Digitized by Google

großer Beleuchtungsapparat, Gelenkkondensor und Zylinderirisblende, großer beweglicher Objekttisch, Revolver für vier Objektive; Objektive 2, 4, 6, Öl-Immersion $^1/_{12}$, Okular 3.

Fig. 2. Stativ Ia.

Fig. 1. Stativ A.

Fig. 3. Stativ II.

2. Stativ I.

Dreh- und zentrierbarer Tisch; *neue* Mikrometerschraube wie bei Stativ A, großer Beleuchtungsapparat mit Gelenkkondensor und Zylinderirisblende, beweglicher Objekttisch, Revolver für drei Objektive; Objektive 3, 6a, Öl-Immersion $^1/_{12}$, Okular 3.

Digitized by Google

3. Stativ Ia. (Fig. 2.)

Gelenkkondensor und Zylinderirisblende; Revolver für drei Objektive; Objektive 2, 5, 7, Okular 4.

4. Stativ IIc.

Mittlerer Beleuchtungsapparat; Irisblende, beweglicher Objekttisch 99a, Revolver für drei Objektive; Objektive 2, 4, 6, Okular 2.

5. Stativ IId.

Mittlerer Beleuchtungsapparat; Irisblende, Revolver für zwei Objektive; Objektive 3, 7, Okular 3.

6. Stativ Ib.

Beleuchtungsapparat und Irisblende; doppelter Revolver; Objektive 3, 6, Okular 2.

Die obigen Zusammenstellungen von Objektiven und Okularen können nach Wunsch in jeder beliebig anderen Weise ausgeführt werden.

Filialen der Firma befinden sich in New-York, 411 W. 59th Str. und Chicago, 32—38 Clark Str.

Leppin & Masche

Berlin SO., Engelufer 17.

Fabrik wissenschaftlicher Instrumente.

Nr. 1—26 im Eingangsraum.

1. Jollysche Federwage für die Bestimmung des spezifischen Gewichtes.

2. Elektrische Zentrifugalmaschine für Starkstrombetrieb. (Fig. 1.)

Der Apparat ist mit einem Anlaßwiderstand versehen, der es gestattet, die Maschine unmittelbar an die Hauptleitung anzuschließen. Durch diesen Widerstand und weiterhin vorzuschaltende Glühlampen ist die Regulierung der Tourenzahl ermöglicht. Der Motor ist drehbar, kann in jede Lage gebracht werden und, da er mit einer Schnurrolle versehen ist, kann man ihn als Antriebsmaschine verwenden. Die Anwendung dieser elektrischen Maschine bietet den Vorteil, daß

Digitized by Google

Fig. 1.

beide Hände frei sind, daß die Umdrehungszahl reguliert und gemessen werden kann, daß die Geschwindigkeit konstant bleibt und daß sich Versuche infolgedessen ausführen lassen, welche mit anderen Maschinen nicht angestellt werden können.

3. **Würfel** von zwölf verschiedenen Metallen.
4. **Stäbe** von zwölf verschiedenen Metallen.
5. **Hydraulische Presse** von Eisen.
6. **Windlade für akustische Versuche,** eingerichtet für den Betrieb mit komprimierten Gasen. (Fig. 2.)

Der Vorteil, den komprimierte Gase bieten, an Stelle des sonst üblichen Blasebalges oder Blasetisches, besteht in erster Linie darin, daß der Druck regulierbar ist und konstant bleibt, ferner daß beide Hände frei sind. Erforderlich ist, außer der mit Schlauchtülle versehenen Windlade, eine Stahlflasche mit Reduzierventil.

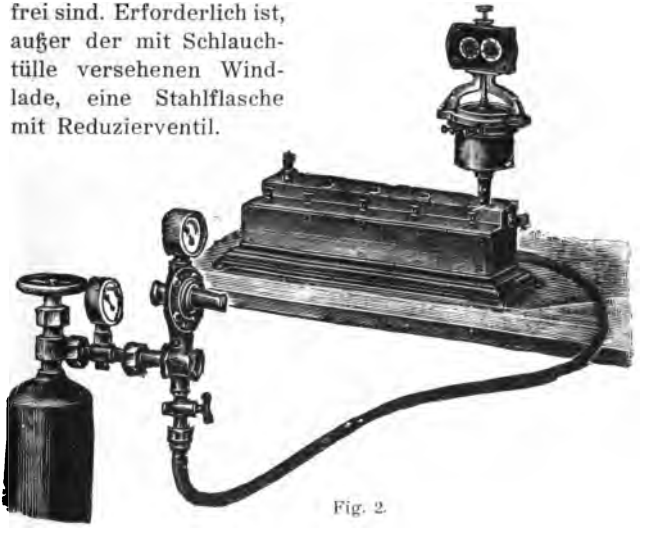


Fig. 2.

Digitized by Google

7. **Zungenpfeife,** C = 64 Doppelschwingungen.
8. **Resonatoren** nach Helmholtz, Satz von fünf Stück (g, c_1, e_1, g_1, c_2).
9. **Akkordsirene** nach Dove.
10. **Doppelsirene** nach Helmholtz.
11. **Normalstimmgabel** in kleiner Ausführung (a_1 = 435 Doppelschwingungen) mit Prüfungsschein.
12. **Würfelspiegel** für akustische Versuche.
13. **Heliostat mit Uhrwerk.**
14. **Schwefelkohlenstoffprisma.**
15. **Schulspektralapparat** mit Flintglasprisma von 28 *mm* Höhe, Fernrohr, Kollimatorrohr, Vergleichsprisma und Skale.
16. **Taschenspektroskop** mit verstellbarem Spalt.
17. **Horizontale Dunkelzimmerlampe** zum Anschluß an elektrische Leitungen auf Stativ mit Scharnier.
18. **Fühlhebel** nach Blümel zur Messung des linearen Ausdehnungskoeffizienten fester Körper. (Fig. 3.)

Die zu messenden Materialien bestehen aus Metallstäben von genau 200 *mm* Länge. Die Stäbe sind in Glasröhren eingesetzt, welche an beiden Seiten durch je ein Gummiknie verschlossen werden. Bei Ausführung der Messung leitet man zunächst Wasser von Zimmertemperatur und dann Dampf durch die Röhren. Der Index ist auf der Mikrometerspindel

Fig. 3.

drehbar, wodurch die Einstellung des Nullpunktes ermöglicht wird. Ein dem Apparat beigegebener Spiegel mit Marke dient zur gleichmäßigen Höheneinstellung der Spitze an dem langen Hebelarm. Aus den Ablesungen läßt sich unter Berücksichtigung der Temperaturdifferenz der Ausdehnungskoeffizient genau berechnen.

Digitized by Google

19. Quadrantenelektrometer nach Thomson-Mascart.

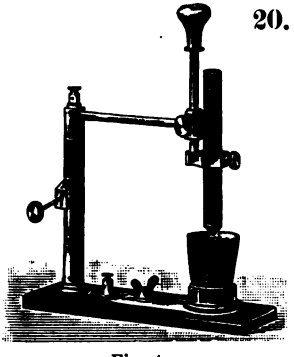


Fig. 4.

20. Elektrischer Schmelzofen für Starkstrom. (Fig. 4.)

Der Schmelzofen ist mit doppelter Isolierung versehen, sodaß bei den notwendigen Hantierungen die Berührung stromführender Teile ausgeschlossen ist. Der Apparat hat ferner Zahn- und Triebbewegung und Vorrichtung zur Zentrierung des Tiegels. Die Fassung, in welche der Tiegel eingesetzt wird, besitzt bewegliche Sektoren; es ist dadurch möglich, den Tiegel auch nach dauerndem Gebrauch sofort aus der Fassung zu entfernen.

21. Astatisches Spiegelgalvanometer mit Konsol und Schalttafel. (Fig. 5.)

Fig. 5.

Das Galvanometer ist mit vier Spulen versehen, deren jede 4 Ohm Widerstand hat. Es steht auf einem Aluminiumträger, welcher auf einem Aluminiumkonsol angebracht ist. Ein beweglicher Arm trägt Lampe und Linse. Sehr wesentlich ist für das leichte Einstellen des Galvanometers der Umstand, daß der bewegliche Arm, der Aluminiumträger und der Spiegel im Innern des Galvanometers die gleiche Drehungsachse haben. Die verschiedenen Versuche machen es erforderlich, den inneren Widerstand des Galvanometers ändern zu können. Anfang und Ende der Spulen sind infolgedessen mittels biegsamer Leitungen mit der Schalttafel in Verbindung gebracht. Die Klemmschrauben, zu denen die Drähte führen, stehen in Verbindung mit den Messingfeldern, welche durch Stöpsel verschieden geschaltet werden können. Ferner empfehlen sich für diese Anlage transparente Skalen, welche auf einem Drahtseil verschiebbar sind. Die Korrektur des Nullpunktes kann dann leicht und schnell mittels der Skale vorgenommen werden.

Digitized by Google

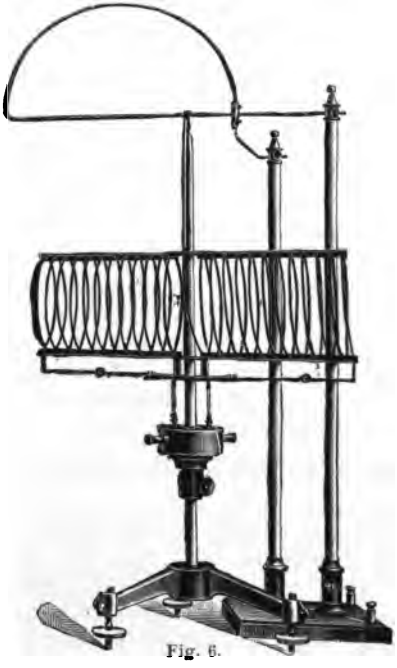


Fig. 6.

22. Ampèrescher Apparat für Starkstrom. (Fig. 6.)

Der Apparat ist in sehr großen Abmessungen ausgeführt; die Figuren, aus starkem Aluminiumdraht, sind zur Erleichterung der Justierung mit verschiebbaren Kugeln versehen. Zwei Quecksilbernäpfe aus Serpentin sind dem Apparat beigegeben, deren einer für die Einstellung, der andere für die Rotation der Figuren bestimmt ist. Ferner gehört ein zweites Stativ zu dem Apparat, welches zu Versuchen über das Verhalten zweier Ströme zueinander dient.

Fig. 7.

23. Thermosäule nach Nobili mit 63 Elementen, konischem Trichter auf Stativ mit Scharnier.

24. Kathetometer einfacher Konstruktion. (Fig. 7.)

Das Fernrohr ist mit Zahn- und Triebbewegung versehen und auf Sockel mit Kugellager drehbar, wodurch eine sichere und leichte Bewegung erzielt wird. Das Kathetometer besitzt ferner Mikrometereinstellung und Nonius zur Ablesung von zehntel Millimeter.

25. Sphärometer, einfach, für Schülerarbeiten.

Digitized by Google

26. Sphärometer zu Meßzwecken, 0,001 *mm* angebend, mit Lupe zur genauen Ablesung, Fußabstand 4 *cm*.

Vgl. auch die Vorführungen der Firma in der Gruppe für höheres und niederes Schulwesen.

Friedrich Lux

Ludwigshafen.

Ausgestellt in C.

Geschwindigkeitsmesser nach Frahm.

Adolf Mensing, Kapitän zur See a. D.

Berlin W., Kurfürstenstr. 99.

Ausgestellt in A.

Der Hochseepegel.

Dieses Instrument hat die Aufgabe, den Verlauf von Ebbe und Flut auf offenem Meere selbsttätig aufzuzeichnen (vgl. *Zeitschr. f. Instrkde.* **23**. *S. 334. 1903*).

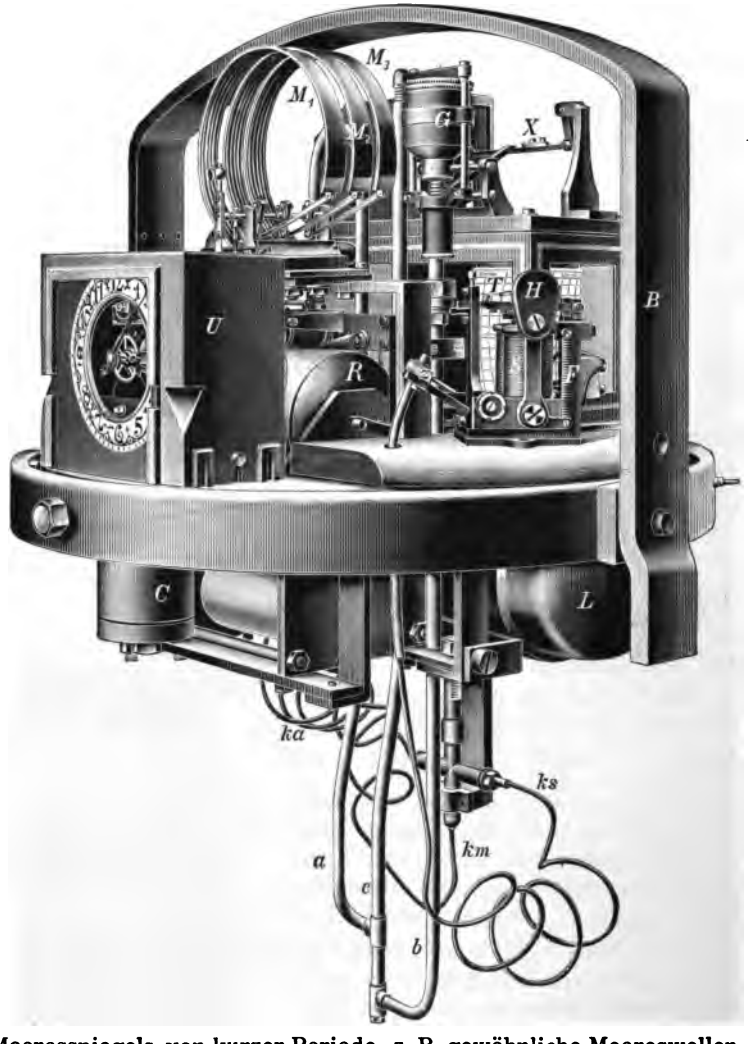
Der ausgestellte Apparat wird beim praktischen Gebrauch in einen eisernen Luftkessel eingeschlossen und so auf den Meeresboden versenkt. Das Innere des Kessels kommuniziert mit dem umgebenden Seewasser. Auf diese Weise wird der hydrostatische Druck auf die in ihm enthaltene Luft übertragen.

Durch Konstruktion und geeignete Vorkehrungen ist erreicht, daß der Raum, in welchem die Apparate untergebracht sind, frei von Wasser bleibt und ein Einsinken des Pegels in sandigen Boden nur in geringem Maße stattfindet.

Der Hochseepegel wurde zunächst für den Gebrauch in der Nordsee, d. h. für Tiefen bis 200 *m* konstruiert. Durch Änderung des Kessels wird seine Verwendung weit über diese Tiefengrenze hinaus möglich.

Digitized by Google

Das Steigen und Fallen des Meeresspiegels wird im Maßstab von 1 : 100 aufgezeichnet. *Dieses Verhältnis bleibt auch für die größten Tiefen unveränderlich.* Es ist dafür gesorgt, daß Schwankungen des



Meeresspiegels von kurzer Periode, z. B. gewöhnliche Meereswellen, auf die Aufzeichnung keinen bemerkbaren Einfluß ausüben. Die normale Liegezeit beträgt 30 Tage. Eine Gefährdung der Sicherheit des Apparats durch längeres Ausliegen, z. B. um ein bis zwei Wochen, tritt nicht ein.

Digitized by Google

Der Hauptteil des Apparats ist ein Manometer M_1 M_2 M_3, dessen Inneres mit einer Stahlflasche L und drei an diese angeschlossenen, heberförmigen Röhren a, b, c in leitender Verbindung steht. Solange die Röhren offen sind, bleibt der Schreibhebel in seiner Ruhelage. Füllt man die Röhren mit Quecksilber, so wird die Luft im Innern der Kombination hermetisch abgesperrt, und ihre Spannung (p_i) bleibt nahezu unverändert. Andert sich später der Druck der umgebenden Luftschicht (p_a), so wird der Schreibhebel entsprechend der Druckdifferenz $p_a - p_i$ abgelenkt. Das Einlaufen des Quecksilbers bewirkt die Vorrichtung G, welche zu einer beliebigen Zeit nach dem Versenken durch ein Uhrwerk U ausgelöst wird.

Das Registrierwerk wird mit der Geschwindigkeit von 1 *cm* pro Stunde elektrisch bewegt. Durch seine eigentümliche Einrichtung werden die Aufzeichnungen möglichen störenden Einflüssen tunlichst entzogen. Der Registrierstreifen ist 15 *cm* breit und 7,5 *m* lang. Dem Registrierwerk ist eine Vorrichtung angegliedert, durch welche nahe beiden Rändern des Papierstreifens stündlich je eine Marke gemacht wird. Diese Marken werden zum Ziehen der Stundenbogen und der zwei Basislinien benutzt, sodaß der Ausdehnung des Papiers durch Feuchtigkeit Rechnung getragen werden kann. Ablesungen lassen sich bequem auf 0,2 *mm* genau machen. Der Maximalfehler einer Ablesung beträgt somit 2 *cm* = $^3/_4$ Zoll Wassersäule.

Die Uhr U hat einen Minuten- und einen Stundenkontakt, durch welche die Stromkreise des Bewegungsmechanismus und der Markiervorrichtung geschlossen werden. Die Vorrichtung HSF hat den Zweck, den hermetischen Verschluß der Stahlflasche zu öffnen, wenn der Druck in ihr beim Lichten des Apparats eine bestimmte Höhe übersteigt. Der sichtbare Winkelhebel H wird dann ausgelöst, und der an ihm befindliche spitze Stahlstift durchschlägt ein Kupferhütchen x, welches das Ende des mit der Stahlflasche verbundenen Röhrchens ks abschließt.

Wenn möglichst genaue Angaben erforderlich werden, so sind rechnerisch zu bestimmende Korrektionen an den Ablesungen anzubringen: 1. für die Barometerschwankungen, 2. für das Einsinken in den Boden, 3. für das Schwanken des Quecksilbers in den Röhren und des Wasserspiegels im Kessel, 4. für die thermischen Spannungsänderungen der abgeschlossenen Luft.

Um die letzteren berechnen zu können, ist ein Thermograph T vorgesehen, der zugleich ein Bild der Schwankungen der Temperatur am Meeresboden gibt.

Digitized by Google

Dr. A. Miethe

Professor und Vorsteher des Photochemischen Laboratoriums der Königl. Techn. Hochschule zu Berlin.

Ausgestellt im Hörsaal.

Dreifarben-Projektionsapparat nach System des Ausstellers, ausgeführt von der Firma C. P. Goerz, Optische Anstalt, Friedenau; mit Bilderserien.

Der Projektionsapparat besteht aus einem massiven Unterteil mit Stellschrauben, auf welchem drei parallele optische Bänke angeordnet sind, die die drei gleichartigen, speziell für diesen Zweck berechneten Dreifarben-Projektions-Objektive tragen. Auf diesen optischen Bänken können die Objektive horizontal und vertikal mikrometrisch verschoben und mit parallelen Achsen die drei Teilbilder eines entsprechend justierten Dreifarbenbildes auf einem Schirm zur Deckung gebracht werden. Die Objektive sind mit Farbenfiltern versehen, die aus planparallelen Platten mit dazwischen liegender gefärbter, lichtechter Schicht bestehen, deren Absorptions-Spektren so gewählt sind, daß das Rotfilter Strahlen von 700—600 $\mu\mu$, das Grünfilter solche von 600—500 $\mu\mu$ und das Blaufilter Strahlen von 500—400 $\mu\mu$ hindurch läßt. Die Einrichtung zur Aufnahme der Diapositive und ihre Beleuchtung bestehen aus drei Handregulier-Bogenlampen mit entsprechenden Vorschalt- und Beruhigungswiderständen, die für 15—30 Amp. eingerichtet sind. Vor den Lampen befinden sich Hartglasscheiben zum Schutz der dreifachen Kondensatoren. Diese sind für den vorliegenden Zweck besonders berechnet und bestehen aus je einer meniskenförmigen und je zwei plankonvexen Linsen. Zwischen den beiden plankonvexen Linsen befindet sich eine durchgehende Kühlküvette und in passendem Abstand von den Kondensatoren der Schlitten zur Aufnahme der Diapositive. Letztere sind auf Aluminiumrahmen montiert. Zur Justierung der Diapositive dient ein besonderer Apparat, der aus einer optischen Bank und zwei Positions-Mikroskopen besteht, mit deren Hülfe korrespondierende Punkte auf den drei Teilbildern in die notwendigen Abstände und gegenseitige Lage gebracht werden. Nach genauer Lagerung werden die Diapositive durch Federn in ihrer Lage unabänderlich festgehalten. Der Projektionsapparat bedarf für Projektion bis zu 6 *qm* Größe 15 Amp. pro Lampe; bis 20 *qm* Projektionsfläche reichen 25—30 Amp. pro Lampe aus.

Die Aufnahmen der Bilder (Bilder-Serien: Deutscher fiskalischer Weinbau an Mosel und Rhein, ein deutsches Dorf, deutscher Wald,

Digitized by Google

Bilder aus den Dolomiten und vom Gardasee) sind mittels des vom Aussteller konstruierten Dreifarben-Aufnahmeapparates hergestellt, und zwar auf Äthylrotplatten (Patente in allen Staaten). Die Exposition für die drei Teilbilder ist eine außerordentlich kurze und die Wechselvorrichtung der Filter an der Kamera automatisch eingerichtet. Während der Ausstellung werden Projektionsvorträge mit dem Apparat an festzusetzenden Tagen abgehalten.

J. D. Möller

Wedel in Holstein.

Institut für Mikroskopie.

Nr. 1—18 in B.

I. Diatomaceen-Typen-Platten.

Diese mikroskopischen Präparate sind vom Aussteller, nach einem von demselben im Jahre 1867 erfundenen Verfahren, in den Jahren 1886 bis 1890 hergestellt; sie bilden ein abgeschlossenes Ganzes und enthalten in 73 Präparaten etwa 30 000 Diatomaceen.

1. **Universum Diatomacearum Moellerianum.** Diese Hauptplatte wird gebildet durch eine systematisch geordnete Diatomaceengruppe von 6 *mm* Breite und 7 *mm* Länge, welche in 9 Abteilungen 133 fortlaufende Reihen und 4036 einzelne Diatomaceen enthält. Der Katalog mit den Bestimmungen und ein Atlas mit vergrößerten photographischen Abbildungen dient zur Erklärung. Diese Platte ist ausgestellt unter einem Leitzschen Universalmikroskop und wird auf Verlangen vorgeführt.

2. **25 Diatomaceen-Typen-Platten** der einzelnen Floragebiete. Hierzu ebenfalls ein Katalog mit den Bestimmungen und vergrößerte Abbildungen:

Süßw. westl. Halbk.	197 Diat.	Sand von Charkow, Rußland	53 Diat.
Süßw. westl. Halbk. foss.	174 „	Tripel von Mejillones, Bolivia	109 „
Süßw. östl. Halbkugel	286 „	Gestein von Santa Monika, Kalifornien	284 „
Süßw. östl. Halbk. foss.	199 „		

Digitized by Google

Nordsee	178 Diat.	Zementstein von Sendaï, Japan	286 Diat.
Ostsee	138 „	Zementstein von Mors, Jütland	120 „
Mittelmeer	207 „	Polierschiefer von Simbirsk, Rußland	243 „
Indischer Ozean . . .	122 „	Tonschiefer von Oamaru, Neuseeland	291 „
Atlantischer Ozean .	293 „	Tonmergel von St. Peter, Ungarn	264 „
Golf von Mexiko . .	304 „	Erde von Nottingham, Maryland	253 „
Nördl. Stiller Ozean	299 „	Guano, Südamerika . . .	140 „
Südl. Stiller Ozean .	302 „		
Polycystinenmergel von Barbados . . .	274 „		
Erde von Moron, Spanien	87 „		
Polycystinenmergel von Jérémy, Haiti	122 „		

3. **30 Diatomaceen-Typen-Platten** der einzelnen Floragebiete auf Kreisflächen von etwa 3 *mm* Durchmesser in natürlicher Lage angeordnet. Jede Platte enthält etwa 400 Diatomaceen.

4. **Acht Diatomaceen-Platten,** in Sternen geordnet, jede Platte enthält etwa 200 Exemplare.

5. **Acht Diatomaceen-Typen- und Probe-Platten,** die historische Entwicklung dieser Präparationsmethode zeigend, mit etwa 2000 Diatomaceen.

6. **Triceratium Favus Ehr. in 48 Querschnitten.**

7. **Präpariermikroskop** nebst Vorrichtungen, wie sie zum Ordnen, Befestigen und Einlegen der Diatomaceen vom Aussteller benutzt worden sind.

II. Mikroskopische Verkleinerungs-Photographie,

ein vom Aussteller erfundenes Verfahren darstellend.

8. **Brieftauben-Photographie.**

a) Blatt einer Brieftauben-Depesche, in 50×50 *cm* Größe, ausgefüllt mit Hand- und Druckschriften, sowie Abbildungen, etwa 20000 Buchstaben fassend.

b) Dasselbe Blatt, in 25-facher linearer Verkleinerung (2×2 *cm*) auf einer dünnen Haut im Gewicht von etwa 0,01 *g* für die Beförderung in einer Aluminiumhülse durch Brieftauben.

Digitized by Google

c) Dasselbe Blatt, am Bestimmungsorte zwecks Wiedervergrößerung auf eine Glasplatte gelegt.

d) Dasselbe Blatt, photographisch wiedervergrößert in 45×45 *cm* Größe.

9. Mikrometer-Photographie.

a) Mikrophotographische Teilungen, Fadenkreuze, Gitter, Mikrometer, für die verschiedensten Präzisionsinstrumente, auf Glas.

b) Vergrößerte Abbildungen dieser Mikropräparate auf Papier.

c) Generalstabskarte auf Glas in 1×1 *cm* Größe.

III. Glasversilberung.

Die vom Aussteller nach neuem Verfahren hergestellten Versilberungen besitzen ein Reflexionsvermögen von 96 bis 97%.

10. Parabolspiegel von 420 *mm* Durchmesser mit Rückversilberung und -verkupferung.

11. Planspiegel von 400 *mm* im Quadrat mit Rückversilberung.

12. Planparallelplatte mit Rückversilberung, als Ersatz für ein total reflektierendes rechtwinkliges Prisma.

13. Vier Planspiegel in Rahmen unter Glas.

a) Vorderversilberung.

b) Vorderversilberung, welche, um die Politur tunlichst dauernd zu schützen, mit einem äußerst dünnen Goldüberzuge versehen ist.

c) Vorderversilberung mit stärkerem Goldüberzuge.

d) Vordervergoldung.

14. Verschiedene Prismenkonstruktionen mit Rückversilberung für die verschiedensten optischen Instrumente.

15. Verschiedene Hohl- und Planspiegel für Mikroskope, Ophthalmoskope, Laryngoskope u. s. w., Kehlkopf-, Mund- und Zahnspiegel.

Digitized by Google

16. **Sechs Glasplatten** mit Silberschichten verschiedenster Dicke, von ganz dünn bis undurchsichtig, die dem neuen Verfahren eigentümlichen Farbenübergänge zeigend.

IV. Optische Präzisionsarbeiten.

17. **Genaue Planparallelplatten.**

18. **Genaue Prismen verschiedener Konstruktion** für optische Instrumente.

Richard Müller-Uri

Braunschweig, Schleinitz-Strasse 19.

Nr. 1—19 in D.

I. Apparate für Thermometrie.

1. **Vierwandiges Zylindergefäß** für flüssige Luft, mit doppeltem Halse und graduiertem Behälter, 75 *ccm*, Teilung in 0,1 *ccm*, auf Holzfuß, nach Weinhold.

2. **Satz von vier Kristallthermometern** zur objektiven Darstellung, in flache Mantelröhren eingeblasen, nach Schering; a) b) c) in 1,0° bezw. 0,1° C geteilt, d) großes Gefrierthermometer mit rundem Mantel. Die Projektionsbilder der Instrumente in flachen Mantelröhren sind klarer und weniger verzerrt als bei rundem Mantel.

3. **Thermometersatz für hohe und tiefe Temperaturen,** drei Stück, aus Jenaer Normalglasarten, auf Stabrohr geteilt; a) mit Petroläther gefüllt, bis — 200° C, in 1,0° geteilt, b) mit Toluol gefüllt, bis — 100° C, in 1,0° geteilt, c) aus Borosilikatglas, mit Stickstoff unter hohem Druck gefüllt, Skale von + 100 bis 550° C, in 5,0° geteilt.

II. Elektrische Apparate.

4. **Lichtelektrischer Apparat** nach Elster und Geitel, für die Entladung durch Sonnen- oder Tageslicht, in verglastem Kasten. Der Apparat enthält eine Natriumzelle in Metallstativ mit Dunkelkammer, ein Elektroskop nach Exner, geeicht, in Etui, nebst Trockensäule nach Elster und Geitel, Stative zu beiden, eine Zelle mit Natrium-Amalgam, dazu Stativ mit Schraubklemme.

Digitized by Google

5. Lichtelektrische Entladungszelle mit Quarzfenster nach O. J. Lodge, reines metallisches Kalium enthaltend, in Dunkelkammerzelle, fertig.

6. Exnersches Elektroskop mit verbesserter Isolierung

Fig. 1.

7. Tesla - Transformator mit verstärkter Luftisolation, durch starken Zylinder aus Leidener Flaschen-Glas. Diese Konstruktion gestattet eine sehr starke Beanspruchung der Spulen und bietet fast absolute Sicherheit gegen das Durchschlagen. (Fig. 1.)

8. Vakuum-Transformator nach R. Franke, eine quadratische Röhre nach Art der Holtzschen Trichterröhre, durch welche Ströme von sehr geringer Intensität und sehr hoher Spannung in Gleichströme verwandelt werden können.

III. Verschiedene Vakuumröhren.

9. Original Vakuum-Skale nach Chas. R. Croß in Boston auf neuem Stativ mit Einrichtung zur folgeweisen Erleuchtung der Röhren. (Fig. 2.)

Fig. 2.

10. Geißler-Röhren-Serie „Kompendium“, in staubsicherem Stativkasten mit Fenster, enthält in sechs Exemplaren die Hauptgattungen der Geißlerschen Röhren. (Fig. 3.)

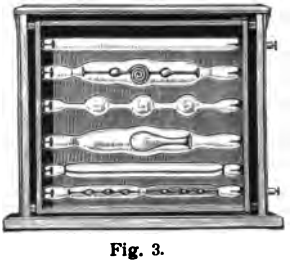


Fig. 3.

11. Kollektion von Hochvakuum-Röhren, auf Brettgestell, darunter eine große Kugelröhre nach Crookes mit fünf verschiedenen, schön leuchtenden Mineralstücken, in Glasklauen gehalten (Hexagonit, Doppelspat, Pektolit, Scheelit, künstlicher Rubin).

12. Vakuum-Unterbrecher und Leuchtröhre nach MacFarlan-Moore, als Vorlesungsapparat mit vollkommen offen liegenden Schaltungen montiert.

Digitized by Google

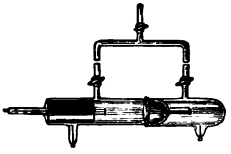


Fig. 4.

13. Lenardsche Röhre zur Beobachtung der Wirkung der Kathodenstrahlen, mit angeschliffener, gleichfalls evakuierbarer Vorkammer. (Fig. 4.)

14. Kanalstrahlen-Röhre nach W. Wien mit siebförmiger Schirmtrommel. Diese Röhre gestattet die positiven und negativen Ladungen der Kathoden- und Kanalstrahlen zu zeigen.

Fig. 5.

15. Lupus-Röhre nach Röntgen, eigene Modifikation mit seitlich liegender Hülfsanode oder Reflektor und Vakuum-Regenerierung. Vermöge ihrer Form kann der Grad der Wirksamkeit der Röntgen-Strahlen hier fast ganz ausgenutzt werden, weil die reflektierende Ebene ganz nahe der Röhren-Wandung liegt. Erfordert nur Induktorien von etwa 10 *cm* Funken und gibt mit 1 Amp. Stromstärke bei 10 Volt vorzügliche Resultate. (Fig. 5.)

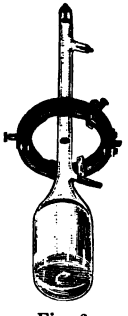


Fig. 6.

16. Braunsche Röhre, besonders groß, nach Harris J. Ryan abgeändert. Der enge Teil der Röhre ist auf den geringsten praktisch zulässigen Durchmesser gebracht worden, sodaß die Magnetisierungsspulen von jeder Seite nahe an die Röhre herangebracht werden können. (Fig. 6.)

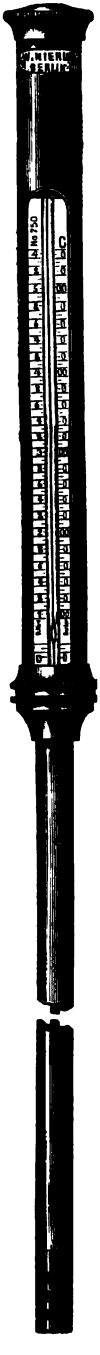
IV. Spektralröhren.

17. Quecksilber-Bogenlampen nach Fabry-Perot und deren Modifikationen.

18. Quecksilber - Spektrallampen in Form der Monckhovenschen Spektralröhre für Längsdurchsicht. Sie gibt einen sehr hellen Lichtfleck und wird daher in vielen Fällen die teure und bisweilen auch recht empfindliche Quecksilber-Bogenlampe mit Vorteil ersetzen können.

19. Spektralröhren - Satz (zwei Stative und ein Sammet-Etui). a) Spektralröhre nach Plücker, mit Silizium-Tetra-Fluorid gefüllt, auf verbessertem Metallstativ mit Spiralfeder und Glasstab-Ebonit-Isolierungen; b) H-förmige Spektralröhre mit Heliumgas gefüllt, auf Holzstativ; c) alte Plücker-Röhre (Geißler) mit Argongas; d) Absorptions-Spektralröhre nach Schellen mit Na in H; e) Absorptions-Spektralröhre nach Dvořak mit 3 Kugeln, jede eine K-Erbse in H enthaltend, aus Hartglas; f) Absorptions-Spektralröhre mit NO_2 gefüllt; g) Funken-Spektralröhre nach Delachanal-Mermet.

Digitized by Google



W. Niehls

Berlin N., Schönhauser Allee 171.

Werkstatt für Anfertigung glastechnischer Apparate und Präzisionsinstrumente.

Nr. 1—11 in D.

I. Thermometer.

1. Hochgradige Thermometer bis + 540° und 583° C für den wissenschaftlichen und technischen Gebrauch, mit Prüfungsscheinen der Physik.-Techn. Reichsanstalt.

   Sämtliche Thermometer sind gut gekühlt, die Skalen der Stabthermometer nach eigenem Verfahren dauerhaft eingebrannt.

   Die Fabrikthermometer sind so eingerichtet, daß eine größere oder geringere Eintauchtiefe keine wesentlichen Unterschiede bei der Ablesung verursacht.

   Alle Thermometer sind mit Schutz gegen Verunreinigung der Kapillaren versehen.
2. Kontaktthermometer, bei 522 °C Kontakt gebend.
3. Fadenthermometer nach Dr. Mahlke.
4. Thermometer für tiefe Temperaturen bis —200° C.
5. Siedethermometer.
6. Minimumthermometer.
7. Tiefseethermometer.
8. Metallthermometer von Breguet mit aufrechtstehender Skale und Einrichtung, um die bei Luftverdünnung eintretende Abkühlung zu zeigen.

II. Verschiedene Glasapparate.

9. Geeichte Mineralölprober.
10. Glashähne mit Sicherungen.
11. Härteskale für Glas mit Probierstäbchen für den Gebrauch in Laboratorien, im Unterricht und Handel.

Digitized by Google

Kaiserliche Normal-Eichungs-Kommission

Charlottenburg.

Nr. 1—6 in A.

1. Präzisionswage für 20 *kg* Belastung mit selbsttätiger Gewichtsvertauschung, hergestellt von P. Stückrath in Friedenau bei Berlin.

Die schwingenden Teile der Wage sind im wesentlichen aus einem spezifisch leichten Material (Partinium) hergestellt, um bei mäßiger Schwingungsdauer eine relativ hohe Empfindlichkeit erzielen zu können.

Die Wage mit ihren Nebeneinrichtungen ist in der Normal-Eichungs-Kommission auf einem fest fundamentierten und von dem Fußboden des Beobachtungsraumes isolierten Pfeiler, welcher mit einer großen Sandsteinplatte abgedeckt ist, aufgestellt.

Die beiden Endpfannen der Wage, die, wie die Mittelpfanne, aus Achat bestehen, wurden wegen der Veränderlichkeit, welche die Masse von Achat bei verschiedenem Luftzustand erfahren kann, vor ihrer Verwendung darauf untersucht, ob ihre Veränderlichkeit bei beiden genügend gleichmäßig verläuft.

Die Wageschalen sind rostartig ausgebildet, um sämtliche in der Wägungspraxis vorkommenden Kombinationen der Gewichtsgrößen 1, 2, 5 und 10 *kg* bis zur Summe von 20 *kg* aufnehmen und ihre Vertauschung von einer auf die andere Seite mittels des ähnlich wie die Schalen gestalteten Transporteurrostes ermöglichen zu können.

Die Wage kann bei geschlossenem Gehäuse von dem etwa $1^1/_2$ *m* vom Wagebalken entfernt sitzenden Beobachter bedient werden. Der Transporteur mit dem Rost, auf welchem die Gewichte stehen, wird so weit gesenkt, daß sich die Gewichte von den Transporteurstäben auf die Schalenroste aufsetzen; bei weiterer Drehung senkt sich dann auch die eigentliche Wagenarretierung und zwar so, daß sich zuerst die Mittelschneide auf ihre Pfanne und fast gleichzeitig die Endgehänge auf die Endschneiden aufsetzen. Die Senkung und Hebung des Transporteurs und ebenso die der eigentlichen Wagenarretierung erfolgt wegen des zu überwindenden großen Gewichts durch Gleiten eines Keiles, der mittels einer an der Arretierungswelle sitzenden dreigängigen Schraube hin- und herbewegt werden kann. Auf den schrägen Keilflächen stehen die beweglichen Teile der Arretierung mittels Rollen auf.

Digitized by Google

Das Aufsetzen der zur Bestimmung der Empfindlichkeit und zur Ausgleichung kleiner Differenzen dienenden Reiter, welche in den Kombinationen 1, 3, 9, 27, 81 *mg* auf jeder Seite der Wage auf Nasen hängen, geschieht durch Bewegung von fünf Hebeln. Jeder von diesen steht in Verbindung mit einer von fünf ineinander liegenden Röhren, deren Bewegung durch Hebelübertragung oben in der Wage fünf andere, ebenfalls ineinander gelagerte Röhren und die an diesen befestigten Nasen in Tätigkeit setzt.

Um das Aufsetzen und Zentrieren der großen Gewichte zu erleichtern, werden diese auf zwei Wagen, deren oberer Teil durch einen Rost aus vernickelten Messingstäben gebildet wird, mit Hülfe von Schablonen (Pappstücken mit Messingblecheinfassung und Ausschnitten) so aufgesetzt, daß ihr Schwerpunkt nach ihrer Überführung auf die erst in die Richtungslinie der Wagen, dann aber wieder zurückgedrehten Transporteurroste und nach ihrer Herabsenkung von diesen auf die Schalenroste genau unter die Endachse des Wagebalkens fällt.

Die Empfindlichkeit bei einer einseitigen Belastung mit 20 *kg* beträgt etwa 0,24, bei einer solchen mit 10 *kg* etwa 0,28 Skalenteile für 1 *mg*. Dieselbe läßt sich leicht auf den doppelten Betrag steigern, indessen natürlich nur auf Kosten der Konstanz und Schwingungsdauer. Bei der obigen Empfindlichkeit ist ein 20 *kg*-Stück ohne große Schwierigkeit auf etwa $\pm$ 1 *mg* (mittlerer Fehler), ein 10 *kg*-Stück auf $\pm$ 0,3 *mg* zu bestimmen. Es entspricht dies einer Wägungsgenauigkeit von 5×10^{-8} bezw. 3×10^{-8}.

Außerdem werden folgende, im Besitze der Kaiserlichen Normal-Eichungs-Kommission befindliche und nach ihren Angaben verfertigte Instrumente von den Mechanikern, welche sie hergestellt haben, vorgeführt:

2. **Präzisionswage** für 250 *g* Belastung mit selbsttätiger Gewichtsvertauschung und Fernrohrablesung von P. Stückrath. (Vgl. unter Stückrath.)

3. **Präzisionswage** für Gewichts- oder Hohlmaßwägungen bis zu 10 *kg* von H. Hasemann. (Vgl. *S. 67.*)

4. **Kalibrierapparat** zur Dickenmessung, insbesondere zur Durchmesserbestimmung von Aräometern, von C. Reichel und H. Heele. (Vgl. *S. 70.*)

Digitized by Google

5. **Kathetometer** zur Messung von Höhenunterschieden bis zu 20 *cm* aus Entfernungen von 30 *cm* bis zu 5 *m* von R. Fueß. (Vgl. *S. 32.*)
6. **Volumenometer** zur Volumenisierung von Gewichten in Luft von R. Fueß. (Vgl. *S. 32.*)

Ferner sind 16 Photographien von Apparaten und Meßanordnungen ausgestellt, betreffs deren auf den Anhang zu diesem Katalog verwiesen wird.

Julius Peters

Berlin NW., Turmstrasse 4.

Werkstatt für wissenschaftliche und technische Präzisionsapparate.

Nr. 1—4, 6 u. 7 in B, Nr. 5 in D.

1. **Halbschatten-Apparat** nach Landolt (Fig. 1), eigene Konstruktion, auf Bockstativ und mit verdecktem Teilkreise; Ablesung 0,01°. Polarisator nach Lippich, Fernrohr aplanatisch und stark vergrößernd. Hierzu: Gas-Natriumlampe eigener

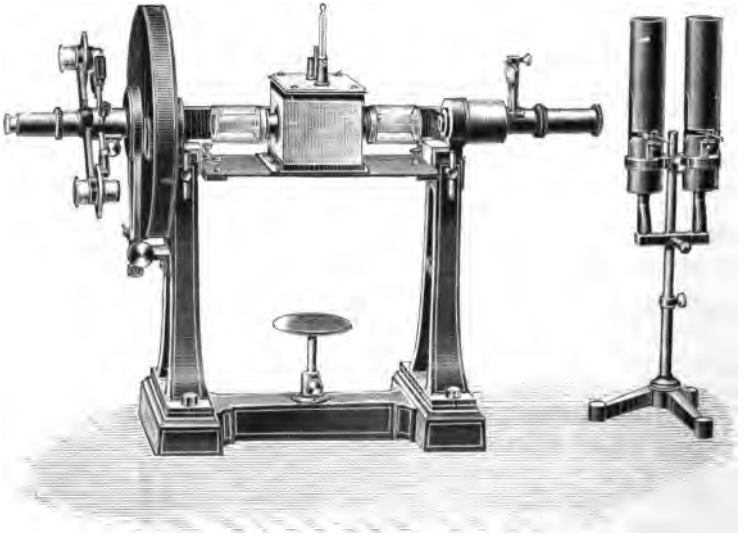


Fig. 1.

Digitized by Google

Konstruktion mit doppeltem Brenner und Kasten für Wärme- und Kühlversuche mit eingebauter, innen vergoldeter Beobachtungsröhre. Dieser Apparat eignet sich speziell für wissenschaftliche Untersuchungen. (Vgl. *Chem. Ber.* **28**. *S. 3102. 1895.*)

2. **Halbschatten-Saccharimeter** (Fig. 2) eigener Konstruktion, auf Bockstativ, mit Keilkompensation für weißes Licht; Polarisator nach Lippich, Fernrohr stark vergrößernd und aplanatisch, Quarzkeile in druckfreier Fassung. Die Quarzkeile wie die Skalen befinden sich in einem luftdicht abschließenden Schutzgehäuse.

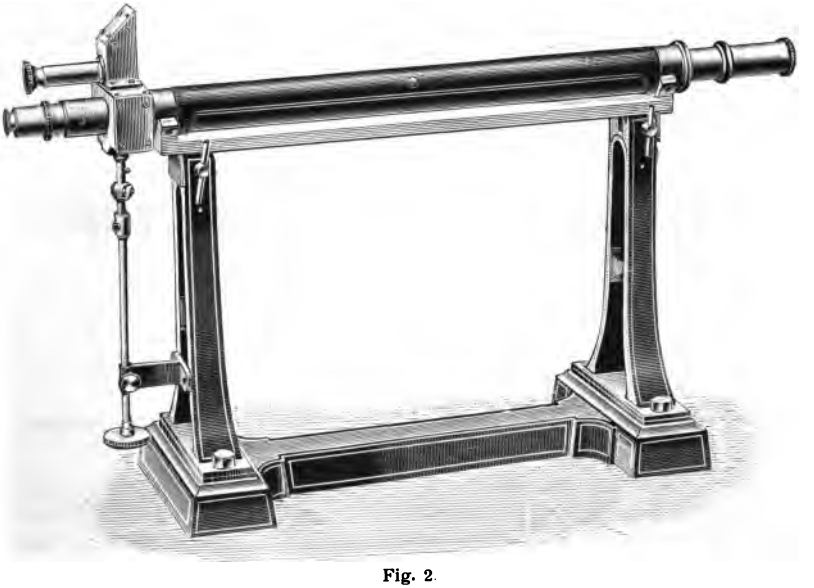


Fig. 2.

3. **Beobachtungslampen** für Petroleum, Gas und Elektrizität.

4. **Beobachtungsröhren** verschiedener Ausführung, u. a. mit Stutzen in der Mitte, zum bequemeren Füllen der Röhren und zur Beseitigung etwaiger Luftbläschen aus dem Gesichtsfelde.

5. **Kalorimeter** nach Berthelot-Mahler, verbessert durch Kroeker. Mittels einer eigenartigen Vorrichtung an der Verbrennungsbombe kann man bei Kohlen das bei der Verbrennung gebildete Wasser und gleichzeitig den Gehalt an Kohlensäure bestimmen. Der Apparat wird auch vielfach für physiologische Zwecke (Stoffwechsellehre) mit Vorteil benutzt.

Digitized by Google

Photographieen.

6. **Großes Normal-Halbschatten-Saccharimeter** nach Herzfeld, geliefert für das neuerrichtete Institut der deutschen Zuckerindustrie. Der Apparat ist eingerichtet zur gleichzeitigen Aufnahme von 12 Beobachtungsröhren und ausgestattet mit den wertvollsten optischen Kristallen.

7. **Normal-Quarzplattensatz,** ausgeführt im Auftrage der Internationalen Kommission für einheitliche Untersuchungsmethoden. Die gestellten Forderungen bezogen sich auf absolute optische Reinheit des Quarzes, Planität und Parallelität der Plattenflächen und deren genaue, senkrechte Achsenlage.

Physikalisch-Technische Reichsanstalt

Charlottenburg.

Nr. I in D, Nr. II in B, Nr. III in C.

I. Wärme.

1. **Flüssigkeits-Thermostat** mit elektrischer Heizvorrichtung für Thermometer-Vergleichungen.

Ein zur Aufnahme der Flüssigkeit dienendes Kupfergefäß ist von einem Messingzylinder umgeben, von diesem durch Luftzwischenraum getrennt und durch einen Metallring mit ihm verbunden. Im Gefäß befinden sich drei kleine Schiffsschrauben in einem Messingzylinder, auf dessen Mantel die Heizvorrichtung aufgelegt ist. Diese besteht aus einem durch Glasröhren isolierten Widerstand aus Konstantandraht, dessen Enden zu den Polklemmen führen. Als Bad-Flüssigkeit dient geschmolzenes Palmin. Beim Gebrauch wird die Stärke des Heizstromes durch einen vorgeschalteten Konstantan-Widerstand mit Gleitkontakten reguliert.

Die an einem Aluminiumdeckel mit Korken befestigten Thermometer werden mit herausragendem Faden abgelesen, dessen Temperatur mit Hülfe eines Mahlkeschen Fadenthermometers ermittelt wird. Die im Apparat erreichbare Temperatur-Konstanz beträgt bei 200° etwa 0,02°, der Energieverbrauch im Mittel 350 Watt.

Digitized by Google

2. Schwefel-Siedeapparat.

Der Apparat dient zur Eichung von Thermometern, Thermo-Elementen und Platin-Thermometern mit Hülfe des Schwefel-Siedepunkts. Die Erwärmung des in einem herausnehmbaren Glasrohre befindlichen Schwefels erfolgt auf elektrischem Wege. Durch Regulierung der Stromstärke wird bewirkt, daß die Dämpfe bis genau an die untere Asbestscheibe des Aufsatzes reichen, was bei Beobachtungen mit Quecksilber-Thermometern wegen der Korrektion für den herausragenden Faden von Wichtigkeit ist. Der obere Teil der Röhre kann durch eine besondere elektrische Heizung angewärmt werden, welche bei der eigentlichen Messung ausgeschaltet wird. (Vgl. R. Rothe, *Zeitschr. f. Instrkde. 23. S. 364. 1903.*)

3. Schmelzofen zur genauen Bestimmung von Schmelztemperaturen und zur Eichung von Thermo-Elementen.

Die Heizvorrichtung des Schmelzofens besteht aus einer auf einen Tonzylinder gestreiften Röhre aus Platinblech von 0,007 *mm* Dicke, welches oben und unten Zuleitungsstreifen besitzt und mit Strömen bis 200 Amp. bei 10 Volt Spannung beschickt werden kann. Gegen die Einflüsse von Heizgasen ist es durch einen Zylinder aus Quarzglas geschützt, in den die Tiegel hineingestellt sind. Der obere Zusatzofen wird für sich annähernd auf die zu messende Schmelztemperatur erhitzt und dient so dazu, bei Eichung von Thermoelementen die Eintauchtiefe künstlich zu erhöhen, was für genaue Messungen nötig ist.

4. Platin-Thermometer von geringer Trägheit für Kalorimeter.

Das Thermometer besteht aus einem mit Seide umsponnenen Platindraht von 0,01 *qmm* Querschnitt und etwa 30 *cm* Länge (5 Ohm Widerstand) in einem U-förmigen Metallröhrchen von 1 *mm* innerem Durchmesser. Die Lötstellen befinden sich in der zu messenden Temperatur; von den vorhandenen zwei Paar Klemmen dienen je zwei zur Stromzuführung bezw. zur Potentialabnahme. (Vgl. W. Jaeger und H. v. Steinwehr, *Verhandl. d. Deutsch. Physikal. Gesellsch. 5. S. 353. 1903; Zeitschr. f. Instrkde. 24. S. 28. 1904.*)

5. Platin-Thermometer für Temperaturen unterhalb + 600° C.

Zur Vermeidung von Feuchtigkeits-Niederschlägen im Innern des Thermometers bei längerem Gebrauch in sehr tiefen Temperaturen ist im Handgriff eine Trockenvorrichtung angebracht. Die Zuleitungsklemmen sind gegen Strah-

Digitized by Google

lungseinflüsse und Luftströmungen durch eine Messingkappe geschützt. (Vgl. R. Rothe, *Zeitschr. f. Instrkde.* **24.** *S. 52. 1904.*)

Außerdem ist die Reichsanstalt noch bei der Konstruktion folgender, auf der Ausstellung vertretener Apparate aus dem Gebiete der Temperatur- und Druckmessung beteiligt gewesen:

a) **Thermostat für tiefe Temperaturen,** ausgestellt von R. Burger, Berlin. (Vgl. R. Rothe, *Zeitschr. f. Instrkde.* **22.** *S. 14, 33. 1902.*)

b) **Pyrometer-Schaltung** nach Lindeck, ausgestellt von Siemens & Halske A.-G., Berlin. (Vgl. St. Lindeck und R. Rothe, *Zeitschr. f. Instrkde.* **20.** *S. 285. 1900.*)

c) **Indikator-Prüfungs-Vorrichtung,** ausgestellt von Dreyer, Rosenkranz & Droop, Hannover.

d) **Druckwage zur Messung hoher Drucke** mit rotierbarem Stempel, ausgestellt von P. Stückrath, Friedenau.

II. Optik.

6. Zwei „elektrisch geglühte" schwarze Körper.

Bei der Ableitung seines berühmten Gesetzes von der Absorption und Emission des Lichtes definierte G. Kirchhoff den „absolut schwarzen Körper" als einen solchen Strahlungskörper, der alle Wellen absorbiert und Wellen weder reflektiert, noch hindurchläßt. Dieser in der Natur nicht vorkommende Körper hat nicht nur für die Spektralanalyse, sondern für den gesamten Strahlungsvorgang ein bedeutendes Interesse, insofern durch ihn alle Strahlungskörper in eine enge Beziehung gesetzt sind. Der schwarze Körper sendet nämlich von allen Temperaturstrahlern gleicher Temperatur die maximale Energie aus, und zwar für jede Wellenlänge; seine Energiekurven hüllen somit diejenigen aller anderen Strahler ein. Um diesen schwarzen Körper zu verwirklichen, bedient man sich nach Lummer und Wien eines gleichtemperierten Hohlraums, dessen Strahlung man durch eine kleine Öffnung nach außen gelangen läßt.

Ausgestellt sind zwei „elektrisch geglühte" schwarze Körper. Bei dem einen dient ein *Platinxylinder* zum Heizen des Hohlraums; bei dem andern wird der Hohlraum durch ein direkt elektrisch geheiztes *Kohlerohr* dargestellt.

Digitized by Google

7. Bolometrische Einrichtung zur Messung der Gesamtstrahlung.

Um die Strahlung eines leuchtenden Körpers zu messen, die er in Gestalt von Ätherwellen seiner Umgebung zusendet, bedarf es sehr empfindlicher Strahlungsmesser, welche die Energie der auffallenden Wellen in Wärme umwandeln und durch ihre Temperaturerhöhung diese Energie zu bestimmen erlauben.

Die Bolometer nach Lummer-Kurlbaum bestehen aus 0,001 *mm* dickem Platinblech und sind mit Platinmoor überzogen, um möglichst alle Wellen gleichmäßig zu absorbieren. Die zu einer Wheatstoneschen Brücke kombinierten vier Zweige des Bolometers sind sämtlich von der gleichen Beschaffenheit, wodurch vor allem das Gleichgewicht bezw. der Nullpunkt sowohl bei Änderung der Zimmertemperatur, als auch bei Variation der Stärke des Meßstromes nur unbedeutend geändert wird. Infolge davon und wegen der geringen Trägheit und der außerordentlichen Dünne des Blechs kann man eine Strahlung bis auf einige Prozent genau messen, welche im Bolometer nur die geringe Erwärmung von 0,000 01 ° C hervorzubringen imstande ist. Zugleich mit dem Flächenbolometer sind auf dem Meßtisch die Abblendungsvorrichtung und eine mit Wasserspülung versehene Klappe angebracht.

8. Quecksilber-Bogenlampe nach Arons-Lummer, angefertigt von Dr. R. Muencke, Berlin NW., Luisenstr. 58. (Vgl. O. Lummer, *Zeitschr. f. Instrkde.* **21**. *S. 201. 1901.*)

Außerdem ist die Reichsanstalt noch an der Konstruktion der folgenden, auf der Ausstellung vertretenen optischen Apparate beteiligt gewesen:

a) **Photometerbank** mit Photometeraufsatz für Gleichheit und Kontrast nach Lummer und Brodhun, ausgestellt von Franz Schmidt & Haensch, Berlin. (Vgl. *Zeitschr. f. Instrkde.* **12**. *S. 41. 1892.*)

b) **Spektralphotometer** nach Lummer und Brodhun, ausgestellt von Franz Schmidt & Haensch, Berlin. (Vgl. *Zeitschr. f. Instrkde.* **12**. *S. 132. 1892.*)

c) **Rotierender Sektor** mit während der Rotation meßbar veränderlicher Sektorengröße, ausgestellt von H. Heele, Berlin. (Vgl. O. Lummer und E. Brodhun, *Zeitschr. f. Instrkde.* **16**. *S. 299. 1896;* E. Brodhun, *ebenda* **17**. *S. 10. 1897.*)

Digitized by Google

d) **Interferenzspektroskop** nach Lummer und Gehrcke, ausgestellt von Franz Schmidt & Haensch, Berlin. (Vgl. *Drudes Ann. d. Physik* **10**. *S. 457. 1903.*)

III. Elektrizität.

9. Optische Strommessung starker Wechselströme.

Die Anordnung enthält folgende Apparate:

a) Einen Platin-Glühapparat (angefertigt von W. Meyerling, Berlin-Halensee). Die Stromzuführungen sind, um die Wärmeableitung konstant zu machen, durchbohrt und werden von einem Wasserstrom durchflossen;

b) ein optisches Pyrometer nach Holborn und Kurlbaum (*Drudes Ann. d. Physik* **10**. *S. 225. 1903*), angefertigt von W. Meyerling;

c) ein Präzisions-Amperemeter für Gleichstrom (Aussteller: Siemens & Halske, A.-G., Berlin) zur Messung der Stromstärke der im Pyrometer befindlichen Lampe;

d) einen kontinuierlich veränderlichen Regulier-Widerstand (angefertigt von W. Meyerling) zur Regulierung des Lampenstroms.

Der zu messende Wechselstrom wird durch ein geeignetes, in den Platin-Glühapparat eingespanntes Platinblech geschickt, sodaß dieses zum Glühen kommt. Auf das glühende Blech blickt man mit dem optischen Pyrometer und reguliert den Lampenstrom so, daß der Lampenfaden in dem glühenden Blech scheinbar verschwindet. Alsdann wird das Platinblech mit Gleichstrom von solcher Stärke erhitzt, daß der Lampenfaden bei *derselben* Stärke des ihn durchfließenden Stromes verschwindet. Dann ist der für die Heizung verwendete Gleichstrom gleich dem zu messenden Wechselstrom. (Vgl. E. Orlich, *Zeitschr. f. Instrkde.* **24**. *S. 65. 1904.*)

10. Schaltung zur Messung von Induktions-Koeffizienten.

Die Schaltung enthält folgende Apparate:

a) Einen Saitenunterbrecher nach M. Wien und L. Arons, in einer durch die Reichsanstalt verbesserten Ausführung. (Vgl. E. Orlich, *Elektrotechn. Zeitschr.* **24**. *S. 503. 1903.*) Periodenzahl in weiten Grenzen veränderlich; brauchbar bis zu 1000 Perioden pro Sekunde;

b) einen kleinen Transformator, der den durch den Saitenunterbrecher erzeugten, unterbrochenen Gleichstrom in Wechselstrom transformiert;

Digitized by Google

c) eine Wheatstonesche Brücke, in welcher die unbekannte Selbstinduktion mit einer bekannten, veränderbaren Selbstinduktion verglichen wird (s. M. Wien, *Wied. Ann.* **44**. *S. 689. 1891;* **58**. *S. 553. 1896*). Zwei Zweige der Brücke werden durch einen Schleifdraht gebildet, dem beiderseits Widerstände zugeschaltet werden können, die ganze Vielfache der Widerstände des Schleifdrahtes selbst sind; zwischen die anderen beiden Zweige ist ein induktions- und kapazitätsloser Widerstandssatz geschaltet (ausgeführt von Otto Wolff, Berlin);

d) ein Selbstinduktions-Variometer, ähnlich dem Variometer von M. Wien (*Wied. Ann.* **57**. *S. 249. 1896*), hergestellt in der Reichsanstalt. Die bewegliche Rolle enthält drei, die feste fünf Wicklungen. Meßbereich von 0,00065 bis 0,8 Henry.

In die Brücke kommt entweder ein Hörtelephon, oder ein optisches Telephon nach M. Wien (s. *Wied. Ann.* **42**. *S. 593. 1891*, angefertigt von W. Oehmke, Berlin NW., Dorotheenstraße 35), oder ein (ebenfalls von W. Oehmke hergestelltes) Vibrations-Galvanometer nach Rubens (s. *Wied. Ann.* **56**. *S. 27. 1895*) bezw. ein Vibrations-Galvanometer nach M. Wien (s. *Drudes Ann. d. Physik* **4**. *S. 425. 1901*, angefertigt vom Instituts-Mechaniker Feldhausen in Aachen). Das optische Telephon und die beiden Vibrations-Galvanometer sind auf der einen Galvanometer-Konsole aufgestellt.

11. Absolute Kapazitätsmessung nach der Methode von Maxwell-Thomson (J. J. Thomson, *Phil. Trans.* **174**. *S. 707. 1883*).

Drei Zweige einer Wheatstoneschen Brücke bestehen aus kapazitäts- und induktionsfreien Widerständen; in den vierten Zweig wird die zu messende Kapazität zusammen mit einem rotierenden Unterbrecher geschaltet. Durch letzteren wird die Kapazität abwechselnd geladen und durch Kurzschluß entladen, während der Widerstand eines Brückenzweiges so lange variiert wird, bis der durch das Galvanometer fließende konstante Strom kompensiert ist. Liegt die Anzahl der durch den Unterbrecher in einer Sekunde bewirkten Ladungen zwischen 30 und 250, so wirken die das Galvanometer durchfließenden Ladeströme in bezug auf den Ausschlag wie ein konstanter Gleichstrom. Eine Schneckenradübersetzung mit Kontaktvorrichtung dient in Verbindung mit einem Chronographen zur genauen Bestimmung der Periodenzahl.

Digitized by Google

Der rotierende Unterbrecher, nach Jaeger und Kurlbaum, ist von O. Wolff, das zwischen Unterbrecher und Antriebsmotor einzuschaltende Vorgelege zur Variierung der Tourenzahl von W. Meyerling hergestellt.

Zwei Zweige der Brücke sind in einem Kasten mit Kundtschen Widerständen enthalten. Diese bestehen aus außerordentlich dünnen Schichten einer Platin-Gold-Legierung, die auf glasierten Porzellanröhren eingebrannt sind. Um möglichst hohe Widerstände zu erzielen, hat die den Strom leitende Schicht die Form einer Spirale von schwacher Steigung. Das Verfahren zur Herstellung dieser neuen Form von hohen Widerständen ist in der Reichsanstalt in Verbindung mit der Chemischen Fabrik auf Aktien (vorm. E. Schering), Berlin, ausgearbeitet worden. Der dritte Zweig besteht aus einem Widerstandskasten von O. Wolff, Berlin.

Die Konstruktionen der Reichsanstalt auf dem Gebiete der elektrischen Widerstandsnormale (Einzelwiderstände, Widerstandskästen, Petroleumbad zur Vergleichung von Normalwiderständen, Thomson-Brücke, Kompensations-Apparat) werden von O. Wolff, Berlin, ferner zum Teil auch von den Firmen Hartmann & Braun, Frankfurt a. M., und Siemens & Halske A. G., Berlin, vorgeführt.

Wegen eines die Gesamtansicht der Reichsanstalt darstellenden Aquarells und der von der Anstalt ausgestellten Photographien wird auf den Anhang verwiesen.

C. Richter

Berlin N., Johannisstrasse 14/15.

Glaspräzisionsinstrumente und Apparate.

Nr. 1—52 in D.

I. Hauptnormalthermometer.

Diese Art Instrumente sind fundamental bestimmbar und in sich kalibrierbar. Die in den Kapillarröhren eingeschalteten Erweiterungen nehmen die nicht zur Temperaturmessung dienenden Volumina Quecksilber in sich auf und gestatten auch eine strenge Kalibrierung.

Digitized by Google

	Skalenumfang		Einteilung	Glasart
1. Stabthermometer	— 5	+102°	0,1°	Jenaer Borosilikatglas 59 III
2. „	— 5	+ 55°	0,1°	
3. „	+ 45	+102°	0,1°	
4. „ nach Pernet (Universalthermometer) .	— 40	+150°	0,1°	
5. Einschlußthermometer . .	— 5	+102°	0,1°	
6. „ . .	— 35	+ 2°	0,2°	
7. „ für Höhenmessungen . .	+ 75	+102°	0,1°	
8. Einschlußthermometer . .	+ 95	+155°	0,1°	
9. „ . .	+145	+205°	0,1°	
10. „ . .	+195	+255°	0,1°	

II. Thermometersätze für große Temperaturintervalle.

11. Ein Satz von 3 Stück . . Das Intervall von 0—300° ist auf 3 Instrumente verteilt, jedes ist fundamental bestimmbar und in sich kalibrierbar.	— 10	+300°	0,5°
12. Ein Satz von 4 Stück . . Das Intervall 0—400° ist auf 4 Instrumente verteilt, jedes mit Eispunkt. Die Kapillaren der drei letzten Thermometer sind mit trockenem Gas gefüllt.	— 10	+400°	1,0°

III. Fadenthermometer nach Mahlke.

Diese dienen zur Bestimmung der Korrektion des herausragenden Fadens.

13. Gefäßlänge 100 *mm* . .	— 10	+300°	1,0°
14. „ 200 *mm* . .	— 10	+300°	1,0°

IV. Thermometer für Molekulargewichtsbestimmungen nach Beckmann.

15. Umfassend	3°	0,01°
16. „	5°	0,02°
17. „	8°	0,05°

Digitized by Google

V. Thermometer für hohe Temperaturen.

Die Instrumente sind mit trockenem Gas unter 20 Atm. Druck gefüllt, jedes besitzt einen Eispunkt.

	Skalenumfang		Einteilung	Glasart
18. Ein Thermometer . . .	+250	+550°	1,0°	59 III
19. Ein Satz von 2 Stück . .	+350	+450°	1,0°	59 III
	+450	+550°		

VI. Pentanthermometer für niedere Temperaturen.

Bei den auf Stab geteilten Instrumenten ist jeder 10. Teilstrich zur Vermeidung parallaktischer Fehler ringsherum gezogen.

20.	Stab-thermometer	−200	−175°; −81	−74°; −5 + 5° 0,1°
21.		−200	−175°; −100	+10° 0,5°
22.		−200		+20° 1,0°
23. Einschlußthermometer . . .		−200		+20° 1,0°

VII. Thermometer für Kalorimetrie.

24.	für Kalorimeter nach Kroeker	+15	+22°	0,01°
25.		+14	+24°	0,02°
26.	für Kalorimeter nach Berthelot-Mahler, auf Stab geteilt, mit Angabe der Gewichte von Glas und Quecksilber			0,02° 59 III
27.				0,02° 59 III

VIII. Thermometer für Meteorologie und Meereskunde.

28. Tiefseethermometer nach Nansen, Satz von 3 Stück	− 2	+17°	0,1°
29. Umkippthermometer, *eigenes* Modell	− 2	+22°	0,2°
30. Satz von 2 Stück nebst einer Umkippvorrichtung	− 2	+22°	0,1°

31. Thermometer für die Oberflächenschöpfung.
32. Feuerschiffthermometer.
33. Psychrometer nach Schubert mit Schleudervorrichtung.
34. Aspirationspsychrometer nach Aßmann.
35. Insolationsthermometer.

Digitized by Google

36. Insolations-Maximumthermometer.
37. Siedethermometer in Millimeterteilung.
38. Siedethermometer in Zentigrad- und Millimeterteilung.
39. Hypsometer nach Grützmacher.
40. Erdbodenthermometer.
41. Pendelthermometer.
42. Stativ mit Psychrometerthermometer nach August.
43. Maximumthermometer.
44. Minimumthermometer.

IX. Verschiedene Glasapparate.

45. Hahnbürette nach Knudsen } zur Untersuchung
46. Hahnpipette nach Knudsen } des Seewassers.
47. Pyknometer nach Nansen.
48. Pyknometer nach Kohlrausch.
49. Drei Widerstandsgefäße nach Kohlrausch von verschiedenen Formen (vgl. Kohlrausch und Holborn, Leitvermögen der Elektrolyte. Leipzig 1898. *S. 12*).
50. Stativ mit vier doppelwandigen Dewarschen Gefäßen.
51. Wasserstrahlpumpe mit Rückschlagventil.
52. Großer und kleiner Glashahn.

August Riedinger

Augsburg.

Ballonfabrik.

Modell eines Drachenballons nach von Parseval und von Sigsfeld.

(Siehe unter Aeronautisches Observatorium *S. 1.*)

Clemens Riefler

Nesselwang und München (Bayern).

Fabrik mathematischer Instrumente.

Nr. 1 u. 2 in A.

1. Präzisionsreißzeuge und Instrumente für die verschiedenen Zwecke des technischen Zeichnens.

Digitized by Google

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

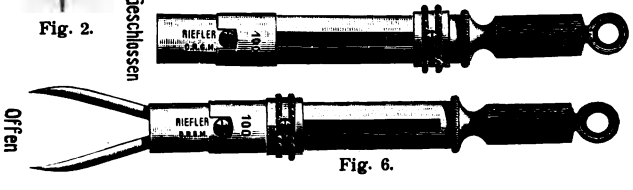


Fig. 6.

Digitized by Google

Die Zirkel (Fig. 1, 2, 3) der von der Firma Riefler hergestellten Reißzeuge sind nach dem von Dr. S. Riefler erdachten Rundsystem ausgeführt. Dasselbe hat infolge der mannigfachen Vorzüge, die es gegenüber den älteren Zirkel-

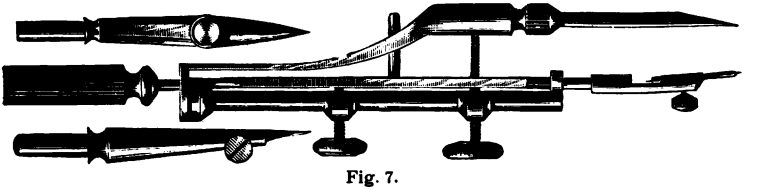


Fig. 7.

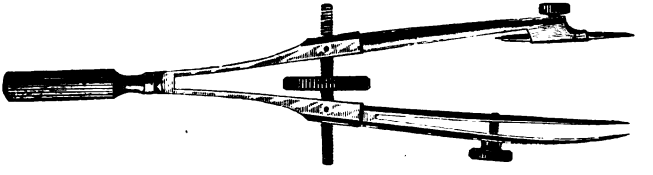


Fig. 8.

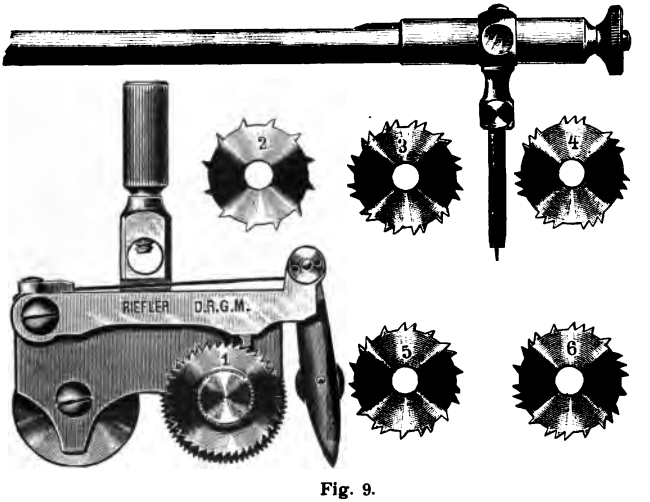


Fig. 9.

konstruktionen von eckiger Form mit dreikantigen Spitzen besitzt, diese letzteren zum großen Teil verdrängt und wird jetzt, nach Ablauf der Patente, auch von den meisten anderen Reißzeugfabrikanten benutzt. Von den zahlreichen weiteren Instrumenten, welche die Firma neu konstruiert, bezw. vervollkommnet hat, sind ausgestellt:

Digitized by Google

Handzirkel mit auswechselbaren Spitzen (Fig. 2), Taschen-, Hand- und Einsatzzirkel, Reißfedern mit Präzisionsstellschraube und seitlich ohne Änderung der Linienstärke zu öffnender Zunge (Fig. 4), Wegfedern, Kurvenfedern und Doppelkurvenfedern, Füllreißfedern zum Ziehen vieler Linien mit einer Tuschfüllung (Fig. 5), Kartenzirkel und Kilometerzirkel (System Oberst Heller) (Fig. 6), Nullenzirkel mit Selbstfallmechanismus (Fig. 7), Federzirkel mit Mikrometerschraube zwischen den Schenkeln (Fig. 8), Reduktionszirkel, sechs Stangenzirkel verschiedener Systeme, drei Dreispitzzirkel, zwei Schraffierapparate, zwei Ellipsographen, drei Punktierapparate zum Ziehen von unterbrochenen geraden und Kreis-Linien (Fig. 9), ein Visierzirkel und dergleichen Instrumente mehr.

2. Modell eines astronomischen Uhrwerks.

Die seit etwa $1^1/_2$ Jahrzehnten vom Aussteller gebauten *astronomischen Uhren*[1]) besitzen vollkommen *freie Hemmung* und *Quecksilber-* oder *Nickelstahl-Kompensationspendel.*

Die *Hemmung* dieser Uhren beruht auf einer wesentlich neuen Grundlage, die von Dr. S. Riefler im Jahre 1869 geschaffen ist. Allein eingehende Versuche waren erforderlich, ehe es gelang, für diesen eigenartigen Grundgedanken eine konstruktive Lösung zu finden (1889). Das Pendel wird hier nicht durch die Ankergabel angetrieben, die gänzlich fehlt, sondern durch die Pendelfeder selbst, welche bei jeder Pendelschwingung eine kleine Biegung und dadurch eine Spannkraft erhält, die den Antrieb gibt. Durch die Einführung dieser vollkommen freien Hemmung ist eine wesentlich größere Genauigkeit des Ganges der Uhren erreicht, als man bis dahin kannte.

Ein weiterer hervorragender Fortschritt in dieser Richtung war die im Jahre 1891 erfolgte Einführung des *Quecksilber-Kompensationspendels,* bestehend aus einem dünnwandigen zu $^2/_3$ seiner Höhe mit Quecksilber gefüllten Mannesmann-Stahlrohr.

Dieser erfolgreichen Konstruktion folgte 1898 das *Nickelstahl-Kompensations-Pendel* (Fig. 10), nachdem Guillaume in Paris einige Zeit vorher auf die eigentümliche Erscheinung

[1]) *Astronom. Nachr. 133 u. 134; Zeitschr. f. Instrkde. 13. S. 88. 1893; 14. S. 346. 1894.* S. Riefler, Die Präzisionsuhren mit vollkommen freiem Echappement und Quecksilber-Kompensationspendel. München 1894; Derselbe, Nickelstahl-Kompensationspendel. München 1902.

Digitized by Google

aufmerksam gemacht hatte, daß eine Nickel-Stahl-Legierung von 35,7 % Nickelgehalt sich durch einen außerordentlich kleinen Wärmeausdehnungskoeffizienten auszeichnet. Die Wärmekompensation dieser Pendel wird auf Grund der

Fig. 10.

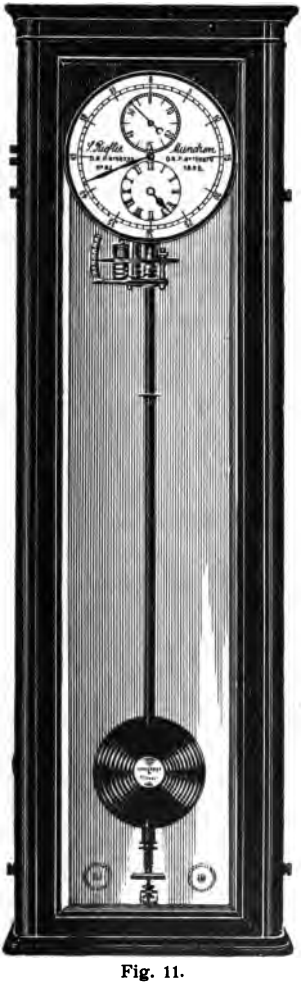


Fig. 11.

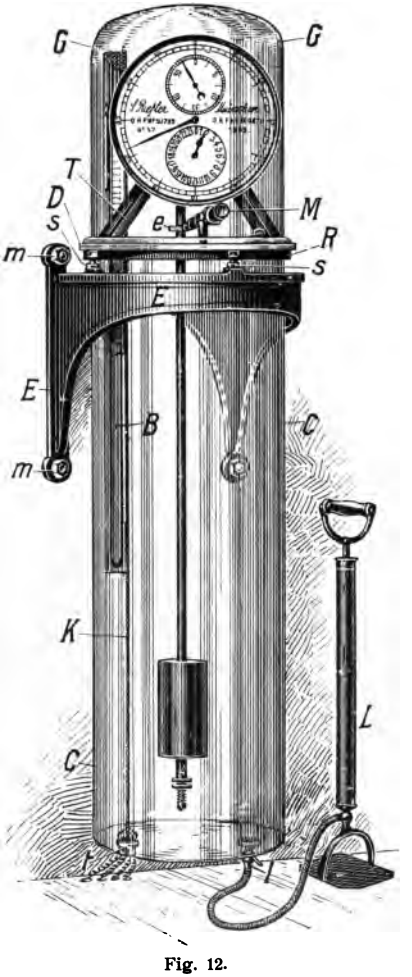


Fig. 12.

von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg oder seit einiger Zeit im *Bureau international des poids et mesures* zu Sèvres bestimmten Ausdehnungskoeffizienten der Pendelstäbe nach dem von Dr. S. Riefler eingeführten, die höchste Genauigkeit ergebenden Verfahren

Digitized by Google

berechnet. Der mittlere, etwa noch verbleibende Kompensationsfehler der Pendel beträgt für 1° C täglich ± 0,005 Sekunden.

Die Schwingungsdauer eines Pendels ist jedoch auch vom Luftdruck abhängig, und zwar beträgt die Luftdruckkonstante eines Sekundenpendels je nach der Form des Linsenkörpers, ob linsenförmig oder zylindrisch, 0,012 bis 0,018 Sekunden, d. h. um diesen Betrag bleibt das Pendel täglich zurück, wenn der Luftdruck um 1 *mm* steigt. Diese Werte wurden durch Versuche an mehreren Pendeln festgestellt. Deshalb baute der Aussteller (1895) die Uhr in einen luftdichten Glasverschluß ein, bestehend aus einem Glaszylinder zur Aufnahme des Uhrwerkes und einer aufgeschliffenen Glasglocke, und machte sie auf diese Weise von Schwankungen des Luftdruckes unabhängig. An Uhren in freier Luft (Fig. 11) brachte Riefler 1899 eine *Luftdruckkompensation* (Fig. 13) an, bestehend aus einem mit dem Pendel verbundenen Aneroid von besonderer Einrichtung.

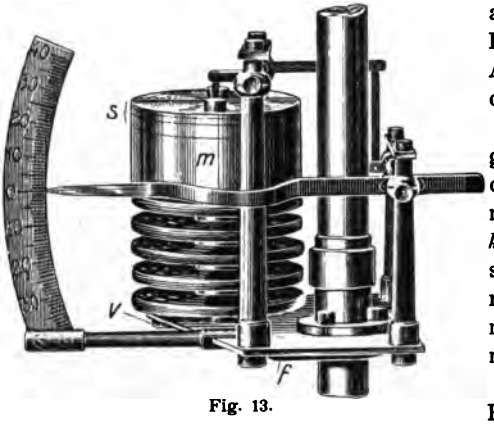


Fig. 13.

Für die chronographische Vergleichung sind die Uhren mit *elektrischem Sekunden-Kontakt* versehen. Seit $1^1/_2$ Jahren liefert die Firma diese Uhren auch mit einem neuen, *elektrischen Aufzug*. Fig. 12 zeigt eine solche Uhr unter luftdichtem Glasverschluß mit Nickelstahlpendel, elektrischem Aufzug und mit Luftpumpe zum Entleeren des Glaszylinders.

Von den Gangergebnissen dieser Uhren, welche von verschiedenen Sternwarten vorliegen, sei die zuletzt, am 11. August 1902 von Prof. Howe im *Astronom. Journ. Nr. 524* veröffentlichte Gangtabelle der an der Sternwarte zu Cleveland, O., aufgestellten Uhr „Riefler Nr. 56" mit luftdichtem Glasverschluß, Nickelstahlpendel und elektrischem Aufzug hier erwähnt. Danach betrug die mittlere tägliche Abweichung dieser Uhr 0,015 Sekunden, und die größte während der ganzen mehrere Monate umfassenden Gangzeit vorgekommene Abweichung erreichte einen Betrag von 0,022 Sekunden. Es sind

Digitized by Google

dies die besten von irgend einer Uhr bis jetzt bekannt gewordenen Ergebnisse, wobei in Betracht kommt, daß es sich hier um unmittelbar beobachtete Gänge handelt, an welchen keinerlei Umrechnungen in Bezug auf Schwingungsbogen, Temperatur u. s. w. vorgenommen worden sind.

Eine der fünf Uhren nach Fig. 12, welche das *U. S. Naval Observatory* von der Firma Riefler bezogen hat, ist in der Ausstellung des Zeitdienstes *(Time Service)* dieses Instituts aufgestellt. Dieselbe hat luftdichten Glasverschluß, Nickelstahl-Kompensationspendel, elektrischen Sekundenkontakt und elektrischen Aufzug.

Ferner ist in der belgischen Abteilung der Ausstellung eine Beschreibung des von Dr. S. Riefler ausgearbeiteten Projekts der Uhrenanlage der Kgl. Belgischen Sternwarte in Uccle samt Plänen ausgestellt. Diese Anlage enthält in zwei Gruppen (Sternzeitgruppe und mittlere Zeitgruppe) 4 Fundamentaluhren I. Ordnung und 2 Fundamentaluhren II. Ordnung, an welche 11 elektrische, synchronisierte Nebenuhren angeschlossen sind.

Th. Rosenberg

Berlin N., Chausseestrasse 95.

Werkstätte für geodätische Instrumente.

Nr. 1—6 in A.

1. **Theodolit mit Repetition.** Nr. 24 des Preisverzeichnisses mit den Vervollständigungen a, b, c, f, g.
2. **Tachymetertheodolit.** Nr. 27 des Preisverzeichnisses mit Vervollständigung d.
3. **Nivelliertachymeter** mit Gefällschraube nach Howgrewe, zum Messen von Richtungen, Distanzen und Höhen nach Lorber und Sickler, für beschränkte Neigungen der Sicht. *Ringfernrohr* mit Objektiv von 325 *mm* Brennweite, 28-facher Vergrößerung durch orthoskopisches Okular; klares Bild der Lattenskale noch auf 250 *m* Zielweite. *Wendelibelle* von 20" Angabe am Ringfernrohr, nebst Libellenspiegel zum Ablesen vom Okular aus, Dosenlibelle an der Alhidade. *Horizontalkreis* in $^1/_2{}^0$ geteilt, zwei Nonien geben $^1/_1$ Minute an, bei Nonius A ein Hülfszeiger zum Verhüten grober Ablesefehler. Teilung

Digitized by Google

auf Silber, verdeckt und mittels drehbarer Lupen ablesbar. Oberhalb des Fernrohrs ein *Orientierkompaß*, bequem zu befestigen.

4. **Einfaches Nivellierinstrument** mit Gefällschraube nach Howgrewe, um Geländepunkte auch dann einzuwägen, wenn die wagerechte Sicht in den Boden trifft oder über die Zielatte hinweggeht, ferner zu gelegentlicher Distanzmessung. *Fernrohr* mit Objektiv von 325 *mm* Brennweite, 28-facher Vergrößerung und klarem Bild der Lattenskale bis zu 200 *m* Zielweite. *Libelle* von 20" Angabe fest am Fernrohr. Dosenlibelle zum Lotrechtstellen der Stehachse.

5. **Tachymetrische Kippregel** nach Angaben von Ch. A. Vogler. Von der Neigung des Tischblattes unabhängig werden die Höhenwinkel durch die *Libellenalhidade*, die Horizontalwinkel durch eine *Querlibelle*, deren Rotationsachse die Linealkante ist, gemessen. Durchschlagbares *Fernrohr* mit Objektiv von 300 *mm* Brennweite, 25-fache Vergrößerung durch orthoskopisches Okular, drei Querfäden zum Distanzmessen. *Höhenkreis* durch zwei Sektoren vertreten, auf Silber in $^1/_6{}^0$ geteilt; die Nonien, einer mit Hülfszeiger zum Schutz gegen grobe Ablesefehler, geben 30" an und sind mittels Alhidadenlibelle scharf einzuwägen. *Querlibelle* am Lineal parallel zur Kippachse. Um diese wagerecht zu stellen, sitzt am Lineal eine unterlegte Stellschraube mit großem Kopf. *Orientierkompaß*, am Lineal zu befestigen. Beizugeben eine kleine Reitlibelle über der Kippachse zum Justieren sowie eine Dosenlibelle für das Tischblatt.

6. **Instrument zur Registrierung von Winkelmessungen** (Goniograph, Ballontheodolit) (vgl. R. Wurtzel, *Mitteil. d. Ver. v. Freunden d. Astron. u. kosm. Physik 1894. S. 51*).

Das Instrument ermöglicht die Ausführung schnell aufeinander folgender Winkelmessungen und ist daher zur Festlegung der Bahnen sich rasch bewegender Objekte (Luftballons, Wolken, Meteore u. dgl.) besonders geeignet. Der Beobachter kann während der Ausführung der Messungen dauernd am Fernrohr bleiben, da die Ablesung der Einstellungen zu beliebiger Zeit später erfolgen kann. Registrierung der Einstellungen geschieht durch gehärtete Stahlspitzen auf schwarz lackierten Metall-Scheiben bezw. -Trommeln, wodurch eine weitgehende Genauigkeit zu erreichen ist. Hinter einander können 100 bis 120 Registrierungen ohne Unterbrechung ausgeführt werden.

Digitized by Google

Die Registrierscheiben u. s. w. lassen sich leicht und schnell (bei Nachtbeobachtungen ohne Benutzung künstlicher Beleuchtung) auswechseln. Ablesung der Registrierungen auf 1'. Das Fernrohr ist ein Kometensucher mit großem Gesichtsfeld.

Das ausgestellte Instrument ist Eigentum des Aeronautischen Observatoriums des Kgl. Preußischen Meteorologischen Instituts zu Berlin.

Schaeffer & Budenberg, G. m. b. H.

Magdeburg-Buckau.

Maschinen- und Dampfkessel-Armaturenfabrik.

Ausgestellt in D.

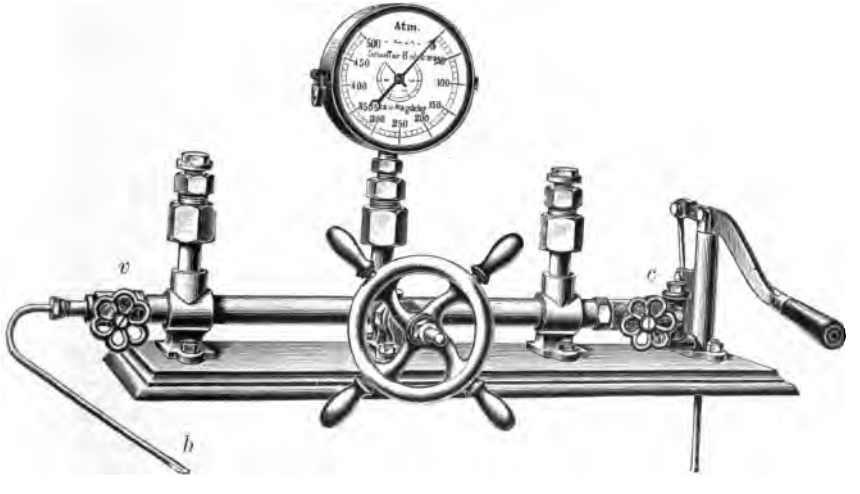
Hydraulische Preßpumpe zum Prüfen von Manometern u. s. w.

Die Pumpe wird in zwei Modellen ausgeführt:

a) *starkes Modell,* brauchbar für Drucke bis 1000 Atm.;

b) *besonders starkes Modell,* brauchbar für Drucke bis 2000 Atm.

Dieselben werden in folgender Weise gehandhabt. Man schraubt den Kolben durch Drehen des Handrades soweit wie möglich aus dem Zylinder heraus und füllt alsdann mittels der seitlich angebrachten Hebelpumpe den Zylinder und die Anschlußröhren



Digitized by Google

der Preßpumpe mit reinem Öl oder Glyzerin. Hierauf schließt man das Ventil *c* und setzt durch Niederschrauben der Spindel die Manometer unter Druck.

Der Öl- oder Glyzerin-Behälter, aus dem die Füllpumpe saugt, wird unter letzterer angebracht und das Ablaufrohr *b* so gebogen, daß beim Öffnen des Ablaßventils *v* das Öl oder Glyzerin wieder in das Gefäß abläuft.

Die Anschlüsse, welche zur Aufnahme der zu probierenden Manometer dienen, sind mit Absperrvorrichtung versehen, mittels deren man die Druckzuleitungen absperren kann.

Besondere Spezialitäten des Ausstellers sind *Manometer* und *Vakuummeter* in den verschiedensten Ausführungen, *Zählwerke* für hin- und hergehende und für drehende Bewegungen, Zählwerke für automatische Wagen, für Milchzentrifugen, für hydraulische Aufzüge, für Straßenwalzen, für Drahtseilbahnen, für Leinenwebereien, für Papier- und Holz-Hobelmaschinen, auch mit graphischer Darstellung der Tourenzahlen, unter Angabe der Zeit u. s. w., *Indikatoren* und *Tachometer*, Tachographen, Dynamometer, Luftzugmesser u. s. w., *Quecksilberthermometer*, Quecksilber-Federthermometer und Pyrometer, Thermometer und Pyrometer für Dampfüberhitzer, *Fernthermometer* für Entfernungen bis zu 50 *m*, dieselben auch mit selbsttätiger Aufzeichnung der Temperatur u. s. w., sämtliche *feinen und groben Armaturen* für Maschinen und Dampfkessel in Metall-, Eisen- und Stahlguß.

Filialfabriken und *Filialen* in New-York-Brooklyn, Chicago, Manchester, London, Glasgow, Paris, Lille, Mailand, Lüttich, Zürich, Außig, Wien, Prag, Stockholm, St. Petersburg, Hamburg, Berlin.

Franz Schmidt & Haensch

Berlin S., Prinzessinnenstr. 16.

Werkstätten für Präzisionsmechanik und Optik.

Nr. 1—16 in B.

1. **Großes Präzisions-Spektrometer** mit sechs automatisch bewegten Flintglasprismen, mit feststehendem Teilkreis von 28,6 *cm* Durchmesser und Teilung in $^1/_{12}{}^0$, Ablesung 1"; mit Objektiven von 430 *mm* Brennweite und 42 *mm* freier Öffnung; Fernrohr mit horizontalliegenden Ablesemikroskopen drehbar.

Digitized by Google

Der Fernrohrträger ist durch eine auf dem Ring des Dreifußes laufende Rolle unterstützt, wodurch das Gegengewicht entbehrlich geworden ist.

Etwa auftretende Abweichungen des Fernrohres bei der Bewegung um die Vertikalachse des Apparates sind durch Justierung der Ringfläche, auf der die Rolle läuft, bezw. durch Korrektion der letzteren auf optischem Wege, beseitigt. Diese Vorrichtung gestattet, den Fernrohrträger beliebig durch photographische Kamera, Hohlspiegelarm nach Rubens u. s. w. zu belasten, ohne daß eine Durchbiegung oder sonstige Veränderung desselben einträte. Fernrohr und Kollimator sind um zwei Achsen drehbar und mittels Klemmen festzustellen. Auf Wunsch wird das Instrument auch mit einem Tisch mit automatisch bewegten Rutherford-Prismen versehen. Die Prismen sind leicht lösbar montiert, sodaß mit 1, 2 oder mehr Prismen gearbeitet werden kann.

2. Spektrometer (Fig. 1) nach Victor von Lang, mittleres Modell, mit verdecktem Kreis von 170 *mm* Durchmesser, Teilung in $^1/_3{}^0$, Ablesung durch Lupen 30"; mit Objektiven von 240 *mm* Brennweite und 26 *mm* Durchmesser. Kollimatorrohr auf Ringdreifuß fest montiert; Fernrohr durch Gegengewicht entlastet, mit Nonien um den Kreis beweglich; Kreis mit Tisch durch *Q*

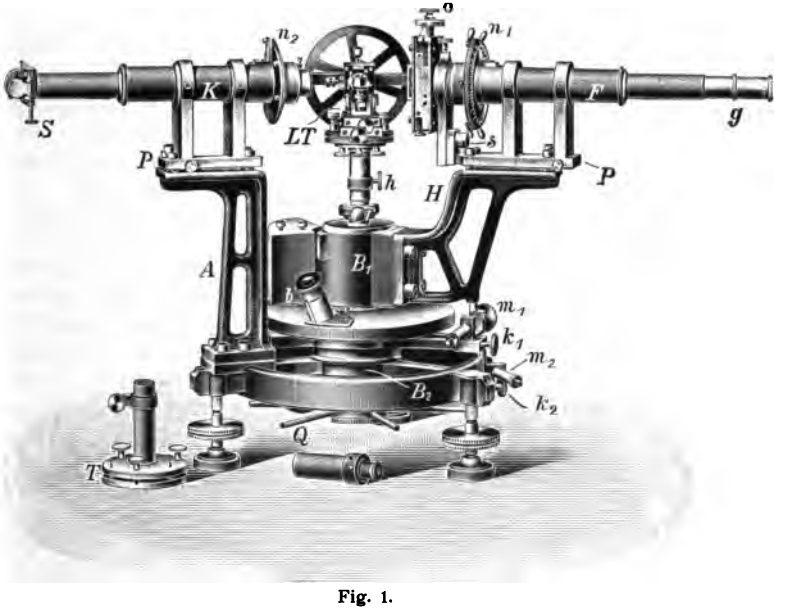


Fig. 1.

Digitized by Google

um die Vertikalachse drehbar eingerichtet; Kreis und Fernrohr durch Mikrometerschraube einstellbar; mit einem justierbaren Tisch, der auf die Vertikalachse aufsetzbar und unabhängig von Kreis und Fernrohr um dieselbe drehbar angeordnet ist.

Das in Fig. 1 abgebildete Spektrometer ist mit Liebisch-schem *Totalreflektometer*, Babinetschem *Kompensator* und *Polarisationseinrichtung* versehen. Infolge der Montierung des Liebischschen Totalreflektometers ist es erforderlich gewesen, die Lagerböcke für die Fernrohre höher als gewöhnlich zu gestalten.

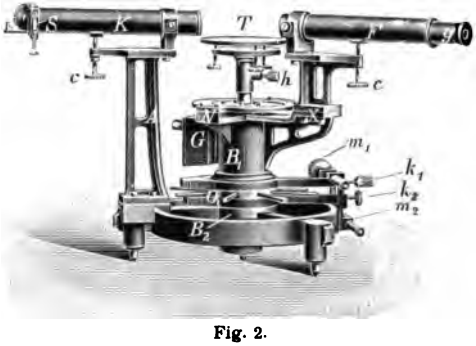


Fig. 2.

3. Spektrometer (Fig. 2) nach Victor von Lang, kleines Modell, Kreis von 110 *mm* Durchmesser, Teilung in $^1/_2{}^0$, Ablesung 1'; Objektive von 150 *mm* Brennweite und 17 *mm* Durchmesser. Im übrigen entspricht die Ausführung dem mittleren Modell.

4. Kleines Spektrometer nach Martens für Übungszwecke, mit Objektiven von 150 *mm* Brennweite und 17 *mm* Öffnung; feststehender Kreis mit Teilung in $^1/_1{}^0$, Ablesung durch Nonius 6'; Kollimatorrohr abnehmbar montiert, um das Instrument als Goniometer benutzen zu können; Fernrohr um den Kreis bewegbar eingerichtet; Tisch mit abnehmbarer und justierbarer Tischplatte um die Vertikalachse drehbar.

5. Großes Spektroskop nach Kirchhoff-Bunsen, mit Objektiven von 240 *mm* Brennweite und 26 *mm* Öffnung. Als Meßvorrichtung dient eine Mikrometerschraube mit Trommelteilung, welche das Fernrohr bewegt. Das Instrument wird mit Flintglasprisma oder Rutherford-Prisma, bezw. mit beiden Prismen geliefert, die dann leicht ausgewechselt werden können. An Stelle der im allgemeinen beigegebenen Orientierungsskale kann auf Wunsch eine Wellenlängenskale geliefert werden, allerdings nur bei Anwendung eines Rutherford-Prismas.

6. Großes Spektroskop (Fig. 3) nach Kirchhoff-Bunsen mit Einrichtung zur Photographie des Spektrums. Einstellung der Mattscheibe und Neigung derselben durch Triebverstellung.

Digitized by Google

Die Einrichtung gestattet eine Verschiebung der Kassetten von oben nach unten, sodaß mehrere Spektren über einander aufgenommen werden können; Plattengröße 9×12 *cm*. Die photographische Einrichtung selbst läßt sich ohne weiteres abnehmen, indem Knopf *K* entfernt, die auf einem Schlitten montierte Einrichtung herausgenommen und dafür das Fernrohr *F* eingeschoben wird.

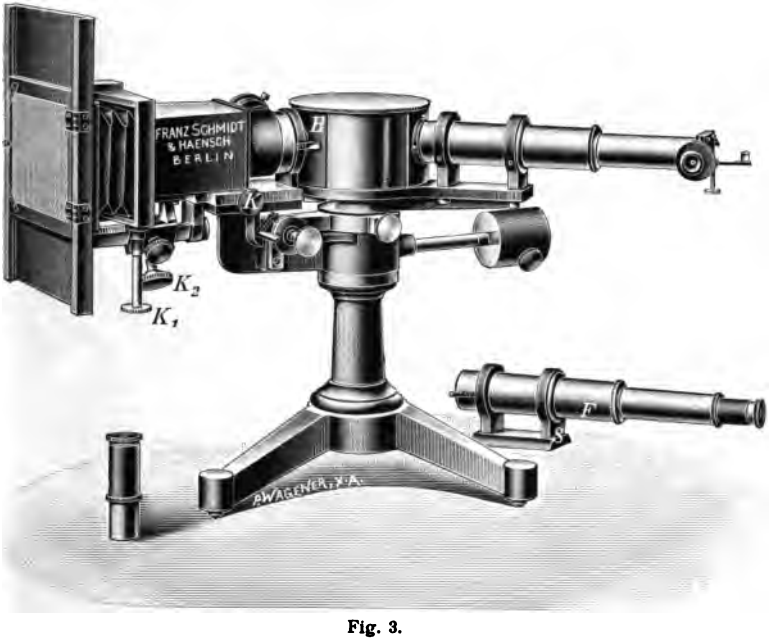


Fig. 3.

7. Interferenzspektroskop nach Lummer und Gehrcke. Der Apparat beruht auf einem neuen Prinzip und benutzt die Lummerschen Interferenzringe „gleicher Neigung", welche an einer planparallelen Glasplatte auftreten. Seine Wirkung ist vergleichbar derjenigen des Michelsonschen Stufengitters (*Echelon*-Spektroskop), nur erreicht man den gewünschten Effekt auf viel einfachere Weise, indem durch vielfache Reflexion im Innern eines schmalen, planparallelen Glasstreifens eine größere Anzahl paralleler Strahlen entstehen, die bei hohen Gangunterschieden interferieren.

Durch Austausch einiger Teile des Apparates kann an demselben auch die Planparalletität einer Platte mittels der Interferenzringe bei senkrechter Inzidenz des Lichtes geprüft werden.

Digitized by Google

8. Spektralphotometer (Fig. 4) nach Arthur König, Neukonstruktion nach Martens, mit ablesbarer mikrometrischer Bewegung des Beobachtungsrohres um eine horizontale Achse. Das Photometer ist völlig frei von Reflexen; die Trennungslinie der Vergleichsfelder verschwindet bei der Einstellung auf gleiche Helligkeit vollständig, was für Schnelligkeit und Empfindlichkeit der Einstellung sehr wesentlich ist. Als Meßvorrichtung dient ein drehbares Nicol-Prisma mit Teilkreis, welches über den Okularspalt übersetzbar eingerichtet ist.

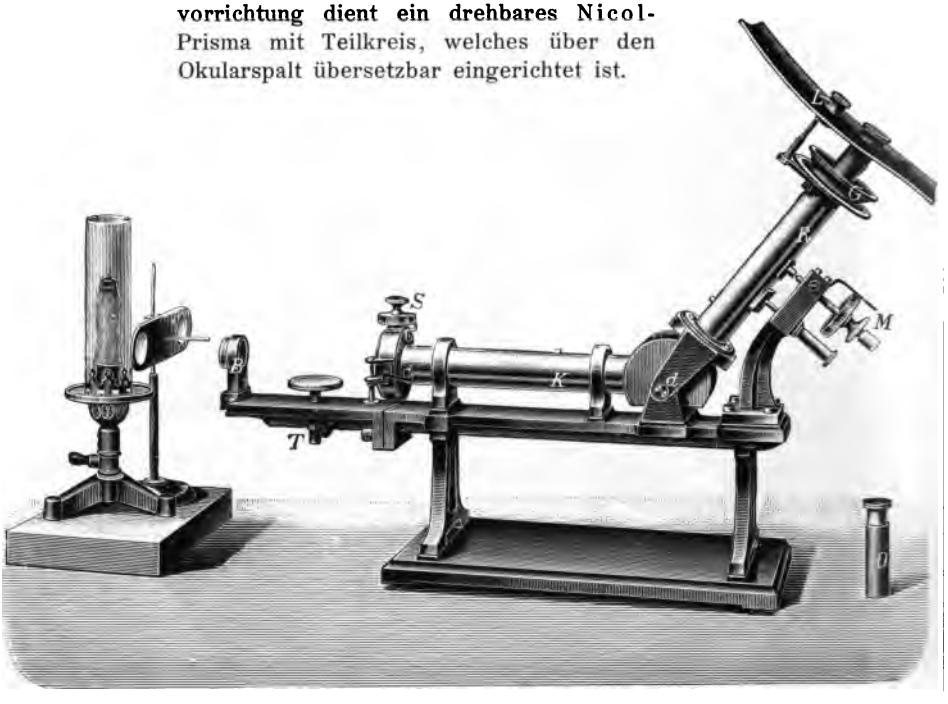


Fig. 4.

9. Spektralphotometer nach Lummer-Brodhun, mit zwei zueinander senkrecht stehenden Kollimatoren mit Bilateralspalten, Beleuchtungseinrichtung und Schwächungsvorrichtungen, beide Kollimatorrohre gegen einander austauschbar; das eine mit einer halbkreisförmigen Hohlkappe zwischen Spalt und Objektiv, welche zur Aufnahme eines rotierenden Sektors als Meßvorrichtung dient; mit Lummer-Brodhunschem Würfel; Fernrohr um die vertikale Achse des Apparates mittels Mikrometerschraube mit Trommelteilung drehbar eingerichtet; mit Objektiven von 240 *mm* Brennweite und 26 *mm* Öffnung.

Digitized by Google

10. Große Präzisions-Photometerbank nach Angaben der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg, mit zwei geschwärzten Stahlrohren von 250 *cm* Länge, drei Wagen, die auf je drei Rollen laufen, Millimeterteilung und Kerzenskale; Photometeraufsatz nach Lummer-Brodhun mit Einstellung auf gleiche Helligkeit und gleichen Kontrast, mit Teilkreis und Schattenwerfvorrichtung zur Messung von Lichtquellen unter verschiedenen Ausstrahlungswinkeln (Fig. 5);

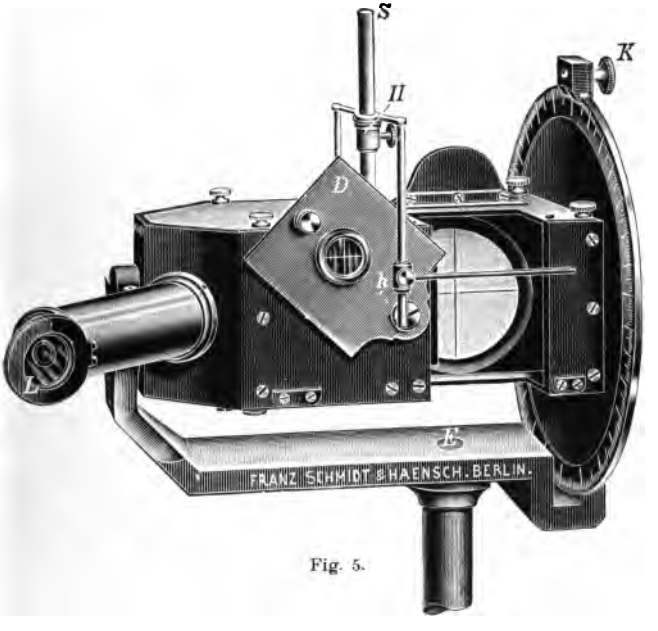


Fig. 5.

Vorrichtung zur vollständigen Abblendung jeglichen Nebenlichtes, bestehend aus acht mit Sammet überzogenen Aluminiumschirmen, davon vier mit Holzklemmen und vier mit Winkelstücken, zum Einsetzen in den den Mittelwagen und einen Seitenwagen verbindenden verstellbaren Messingrahmen eingerichtet; Vorrichtung zur Photometrie von Glühlampen, bestehend aus zwei feststehenden, einen Winkel von 120° einschließenden Spiegeln.

Die Firma fertigt ferner von photometrischen Apparaten u. a. folgende an (näheres im Preisverzeichnis über Photometrie): a) Apparat zur Messung der räumlichen Lichtverteilung nach Brodhun; eine Photographie desselben wird von der Physikalisch-Technischen

Digitized by Google

Reichsanstalt vorgeführt (vgl. den Anhang). — b) Photometer nach Leonhard Weber, Originalkonstruktion; Konstantenbestimmung durch den Erfinder. — c) Neues Universalphotometer für weißes Licht nach Martens.

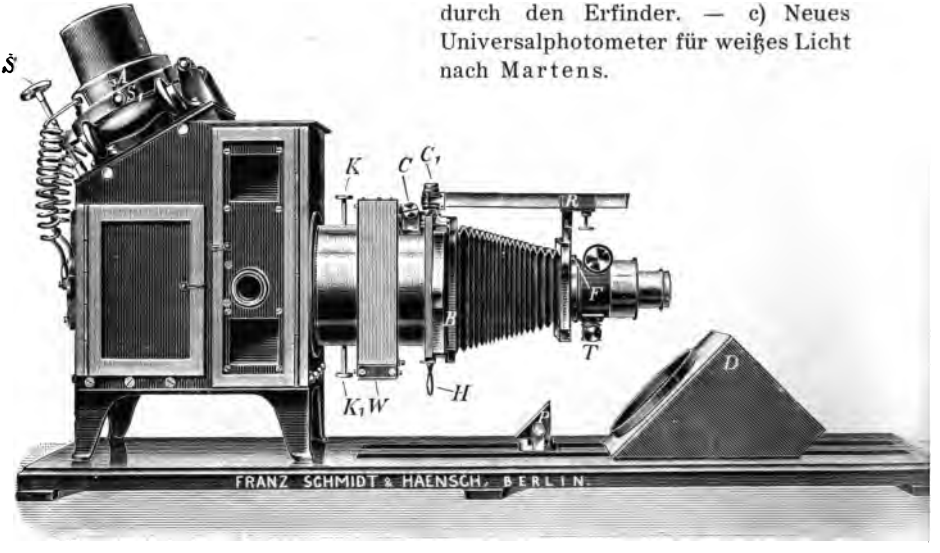


Fig 6.

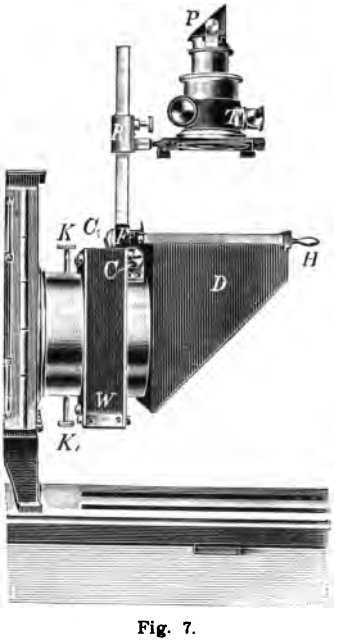


Fig. 7.

11. Projektions-Apparat für Hörsäle (Fig. 6), bestehend aus stabiler Kamera mit automatisch regulierender elektrischer Gleichstromlampe mit schrägstehenden Kohlen (Schuckert-System); Balgenverschiebung für das Objektiv; zur Projektion von Diapositiven, mit hochschlagbarer Einrichtung zur Projektion von horizontal liegenden Gegenständen (vgl. Fig. 7), sowie mit schwarzem Fußbrett von 1,50 *m* Länge mit zwei eingelassenen Messinglaufschienen und vier darauf verschiebbaren, in der Höhe verstellbaren Stativen auf schweren Eisenfüßen, zwei großen Plankonvex-Linsen für Projektionen unter parallelem Licht; einem Umkehr-

Digitized by Google

prisma in Fassung und einem Tisch zur Projektion von vertikal stehenden durchsichtigen Gegenständen, sowie für Erscheinungen aus der Spektralanalyse mittels Spalt, Kollimatorlinse und Flüssigkeitsprisma nach Wernicke.

12. Projektions-Apparat für Schulzwecke (Fig. 8), bestehend aus einer für verschiedene Lichtquellen eingerichteten Stahlblechkamera auf schwarzem Fußbrett; mit Balgenverschiebung für das Objektiv; zur Projektion von Diapositiven, horizontal liegenden und vertikal stehenden Gegenständen.

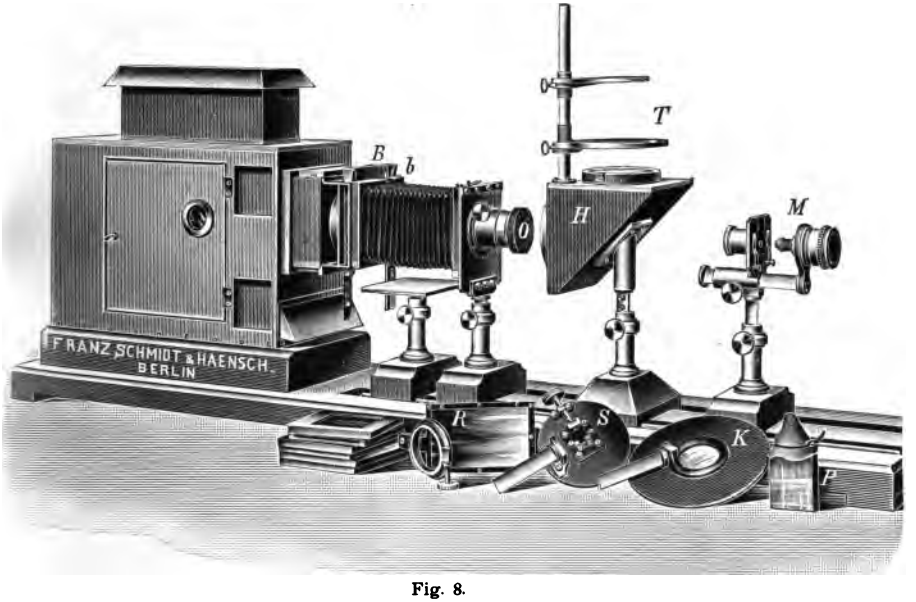


Fig. 8.

13. Große optische Bank (Fig. 9) nach Paalzow, zur objektiven Darstellung der Polarisations-Erscheinungen unter parallelem und konvergentem Licht, sowie für Demonstrationen aus der Spektralanalyse und Mikroskopie.

14. Polarisations-Apparat (Fig. 10) nach Lippich, auf Bockstativ, mit verstellbarem Halbschattenwinkel, zwei- oder dreiteiligem Gesichtsfelde; Durchmesser des Kreises 174 *mm*, mit Teilung in $^1/_4{}^0$, Ablesung mittels Lupen und Nonien 0,01 ^{0}; für Röhren von 220, 400 und 600 *mm* Länge; Kreis mittels Hebel und Mikrometerschraube einstellbar. Der Apparat wird auch auf Dreifuß mit Säule geliefert.

Digitized by Google

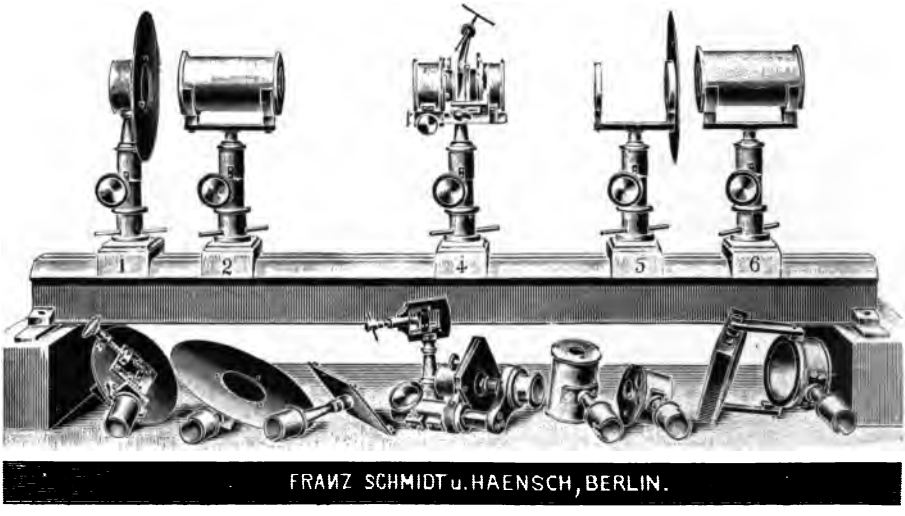


Fig. 9.

Fig. 10.

15. Polarisations-Apparat (Fig. 11) nach Landolt auf Bockstativ. Für die verschiedensten Untersuchungen (Einfluß der Tem-

Digitized by Google

peratur auf die spezifische Drehung, elektromagnetische Drehung u. s. w.) geeignet; Ablesung des Analysatornicols auf 0,01°; übrige mechanische Ausführung wie bei Nr. 14.

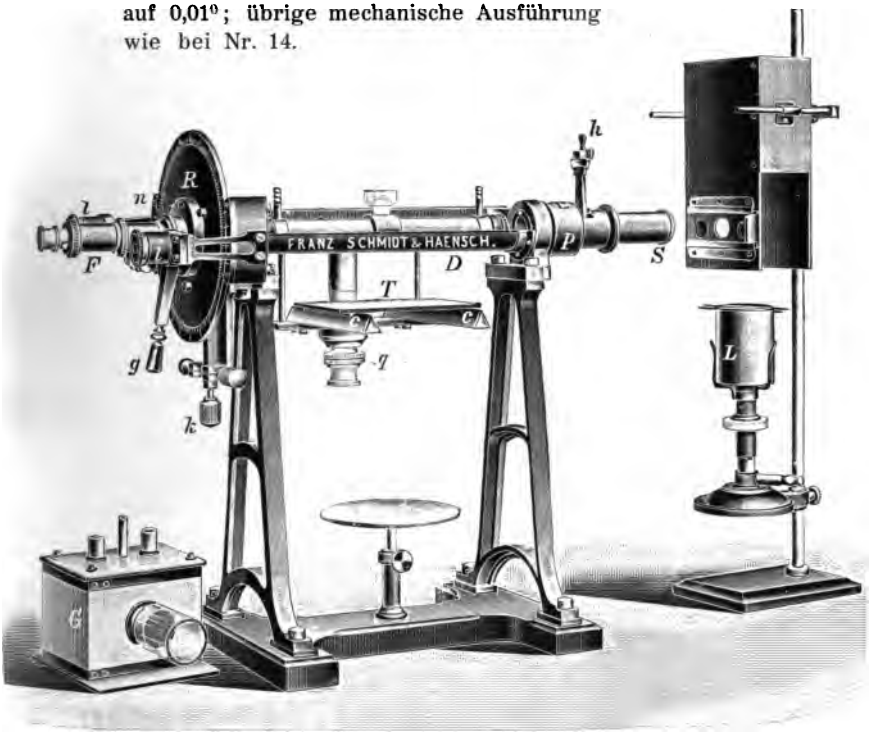


Fig. 11.

16. Großer Universal-Polarisations-Apparat nach Lippich, auf eisenfreier Rotgußwange von 1,50 *m* Länge, mit festmontiertem Analysator und verschiebbarem Polarisator, um Beobachtungsröhren von beliebiger Länge benutzen zu können; zur Untersuchung von elektromagnetischen Drehungen u. s. w.; Silberkreis von 270 *mm* Durchmesser mit verdeckter Teilung in $^1/_{10}{}^0$, Ablesung mittels zweier Mikroskope direkt auf 0,001°. Der Polarisator zeichnet sich besonders dadurch aus, daß jede Stellung der Halbprismen bequem von außen durch Mikrometerschrauben verstellt und mittels Schneckenbewegung ohne weiteres das dreiteilige in ein zweiteiliges Gesichtsfeld umgewandelt werden kann. Polarisator und Analysator besitzen besonders große Nicolsche Prismen, um selbst bei Anwendung von 1 *m* langen Beobachtungsröhren genügende Helligkeit und Empfindlichkeit der Einstellung zu erhalten.

Digitized by Google

Georg Schoenner

Nürnberg.

Reißzeugfabrik.

Ausgestellt in A.

Reißzeuge für den technischen und Schul-Gebrauch.

Die neuesten Verbesserungen der Fabrik betreffen: Geradeführung für den Zirkelgriff; Patenthebel zum Reinigen der Reißfeder unter Beibehaltung der eingestellten Strichstärke; patentierter Nadelregulator für Zirkel; Verbesserung des Kopfgelenkes.

Louis Schopper

Leipzig, Arndtstrasse 27.

Anstalt für Präzisions-Mechanik.

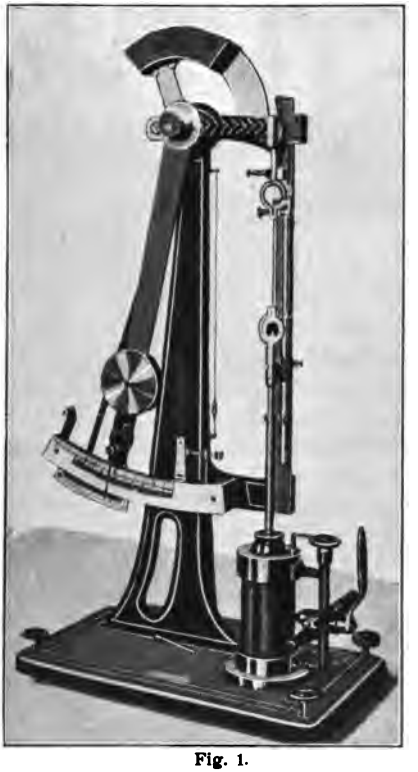


Fig. 1.

Nr. 1—5 in A.

Die Firma beschäftigt sich vorzugsweise mit der Herstellung von Prüfungsapparaten und Präzisionswagen für die gesamte Papier-, Textil- und Zement-Industrie, sowie von eichfähigen Getreideprobern, Getreide-Qualitäts-Wagen u. s .w.

1. Patent-Festigkeitsprüfer (Fig. 1) für Woll- und Baumwollhaare u. s. w., mit Hand- oder Wasserantrieb; er dient zur Ermittlung der Festigkeit und Dehnung von einzelnen Wollhaaren, Baumwollhaaren, Faserbündeln, Elementarfasern u. s. w.

Umsteuerung nach A. Martens. Belastung bis 1 *kg*. Empfindlichkeit bis $^1/_{50}$ *g*. Bei dem Königl. Material-Prüfungsamt in Dahlem-Berlin sind verschiedene Ausführungen im Gebrauch.

Digitized by Google

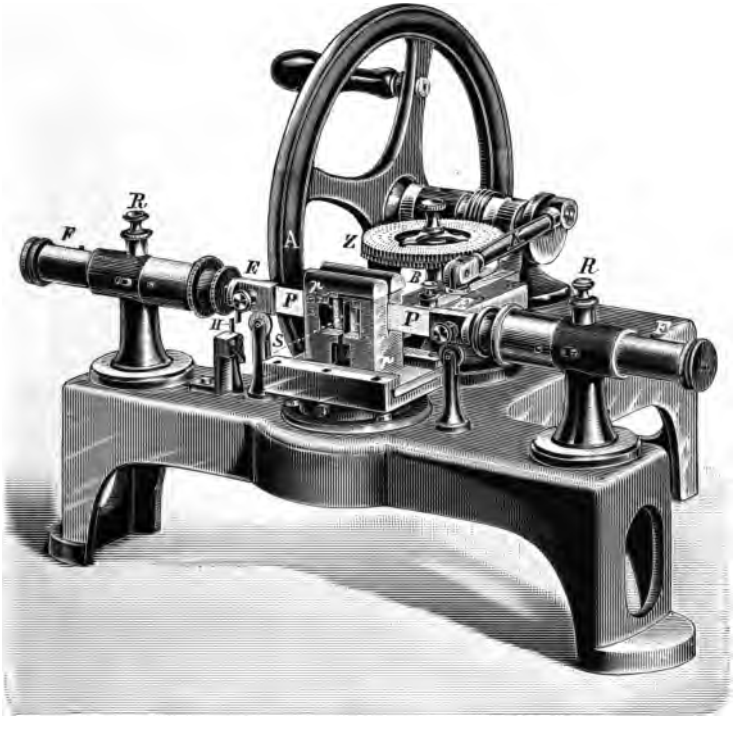


Fig. 2.

2. **Papierprüfer** eigener, patentierter Bauart (Fig. 2), zur zahlenmäßigen Bestimmung der Widerstandsfähigkeit des Papiers gegen Falzen, d. h. gegen wiederholtes Umbiegen oder Brechen, auf mechanischem Wege. Der Apparat ist für Hand- und Motorenbetrieb eingerichtet und gewährleistet bei einfacher und schneller Handhabung zuverlässige Resultate. Im Moment des Reißens bleiben die erhaltenen Werte fixiert, auch wenn man am Handrad weiterdreht.

   Der Apparat ist bei dem Königl. Material-Prüfungsamt in Dahlem-Berlin im Gebrauch und für die amtliche Papierprüfung in Preußen eingeführt.

Die Qualität des Getreides wird durch das Gewicht eines gewissen Volummaßes bestimmt. Man nennt dies die *Getreideprobe.*

3. **Reichs-Getreideprober,** System der Kaiserl. Normal-Eichungs-Kommission, stationäre Form, Inhalt 1 Liter. (Fig. 3.)

Digitized by Google

Fig. 3.

Fig. 4.

Digitized by Google

Dieser Apparat ist mit einer feinen Präzisions-Wage ausgestattet und mit Messingsäule und Verschlußscheibe auf einem fein polierten Holzkasten montiert. Die Schublade des Kastens dient zur Aufbewahrung sämtlicher Teile.

4. **Reichs-Getreideprober,** System der Kaiserl. Normal-Eichungs-Kommission, stationäre Form, Inhalt $^1/_4$ Liter. (Fig. 4.)

5. **Reichs-Getreideprober,** tragbare Form, Inhalt $^1/_4$ Liter. (Fig. 5.)

In verpacktem Zustand. Fig. 5. In aufgestelltem Zustand.

Schott & Genossen

Jena.

Glaswerk.

Nr. 1—9 in B.

Gläser für wissenschaftliche und technische Zwecke.

Außer den gewöhnlichen Kron- und Flintgläsern stellt die Firma eine Reihe neuer Gläser regelmäßig her. Es seien u. a. genannt: *Bor-* und *Baryt-*, *Kron-* und *Flintgläser*, welche in großem Umfange dauernd in die Optik eingeführt worden sind, und mit deren Hülfe verbesserte optische Instrumente hergestellt werden, z. B. verbesserte Achromat-Mikroskopobjektive, apochromatische Mikroskopobjektive, Anastigmatlinsen für photographische Objektive, Fernrohrlinsen mit aufgehobenem sekundärem Spektrum, neue Zeiß-Feldstecher (mit Hülfe farblosen Prismenglases). Ferner werden neuerdings hergestellt: *Farbengläser für optische Zwecke* nach Art des

Digitized by Google

optischen Glases, *Kron-* und *Flintgläser* von erheblich gesteigerter Durchlässigkeit für die *ultravioletten Strahlen.* Die Anwendung eines neuen Kühlverfahrens (die sogenannte Feinkühlung) gestattet die Herstellung spannungsfreien optischen Glases.

Es wurde ferner im Laufe der Zeit die Anfertigung einer Reihe anderer Glassorten aufgenommen, welche weitergehenden Anforderungen genügen als die sonst im Handel befindlichen Gläser. Es seien genannt:

Jenaer Normalglas 16 III (eingetragene Schutzmarke: ein roter Längsstreifen) und *Borosilikatglas 59 III*, für Thermometer mit verminderter thermischer Nachwirkung und fast unveränderlichem Nullpunkt. Die Schwerschmelzbarkeit des letzteren Glases gestattet die Herstellung hochgradiger Thermometer (bis 550° C). Außerdem wird neuerdings auch das *Verbrennungsröhrenglas* zur Herstellung von Quecksilberthermometern (bis 575° C) verwendet.

Jenaer Geräteglas für Laboratoriumsgebrauch von außergewöhnlicher Widerstandsfähigkeit gegen schroffen Temperaturwechsel und Angriffe chemischer Agentien. Kolben, Bechergläser, Retorten, Büretten und Meßgefäße für Präzisionstitrationen, Reagentienflaschen, Spritzflaschen, Abdampfschalen, Einschmelzröhren, Verbrennungsröhren, Röhren aus Geräteglas, aus alkalifreiem Glase und arsenfrei für gerichtliche Untersuchungen.

Wasserstandsgläser aus *Verbundglas* (D. R. P. 61573) und *Duraxglas*, in hohem Maße widerstandsfähig gegen schroffen Temperaturwechsel und die lösende Wirkung heißen Wassers und Dampfes. *Jenaer Gasglühlicht-* und *Petroleumzylinder*, von bisher unbekannter Widerstandsfähigkeit gegen schroffen Temperaturwechsel. Die Zylinder vertragen fast ausnahmslos auf der Flamme ein Bespritzen mit kaltem Wasser.

Die von dem Jenaer Glaswerk hergestellten Gläser tragen, soweit wie sie für den Gebrauch fertige Handelserzeugnisse sind, als Schutzzeichen den Firmenstempel des Glaswerks.

Die *optische Abteilung* des Glaswerks stellt aus:

1. **Optisches Plattenglas** für die gewöhnlichen Zwecke der Optik. Es werden laut besonderem Katalog *100 Typen* von Glasarten verschiedener Brechung und Zerstreuung regelmäßig in großem Maßstabe hergestellt. Das Glas wird in feingekühltem Zustande in Form rechteckiger Platten geliefert, die an zwei gegenüber liegenden Kanten zur Prüfung der Homogenität poliert sind.
2. **Objektivscheiben** in Größen bis zu 1 *m* Durchmesser und darüber, für Fernrohre und größere photographische Ob-

Digitized by Google

jektive, aus gewöhnlichem Kron- und Flintglas, Borosilikatkron, Barytflint u.s.w.

3. **Objektivscheiben** aus *Fernrohrkron* und *Fernrohrflint* für Objektive ohne sekundäres Spektrum. Das *Fernrohrflint* kann in Größen bis zu 1 *m* und darüber, das *Fernrohrkron* bis jetzt nur bis zu einem Durchmesser von etwa 300 *mm* geliefert werden.
4. **Objektivprismen** bis zu 1 *m* Durchmesser und darüber für Spektrographen.
5. **Reflexionsprismen** (Umkehrprismen) für photographische Apparate, bis zu 200 *mm* Kathetenquadrat und darüber.
6. **Platten aus Borosilikatkron** nach vorgeschriebenen Maßen, *annähernd planparallel* für *Feldstecherprismen*, besonders farblos.
7. **Kron- und Flintgläser** von erheblich *gesteigerter Durchlässigkeit für die ultravioletten Strahlen*, für *astrophotographische Objektive, Spektrographen* u.s.w. in Form von *Platten, Objektivscheiben* und *Prismen* in beliebiger Größe.
8. **Optische Farbgläser** in Form von Platten wie optisches Glas hergestellt. Mit Hülfe dieser als Strahlenfilter dienenden Gläser lassen sich bestimmte Teile des Spektrums ausschalten. *Gelbscheiben* für photographische Zwecke, ferner *Rot-, Grün-* und *Blaufilter*; *Neutralglas; „Violett-U-V-Glas“* als Filter für Violett und Ultraviolett; *Didym-* und *Ceriumglas*.
9. **Fluoreszenzglas** von starker Fluoreszenzwirkung, besonders bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht, in beliebig großen Platten und Scheiben wie optisches Glas.

Die Firma hat ferner in der Gruppe „Chemie“ ausgestellt.

G. A. Schultze

Berlin SW., Schönebergerstrasse 4.

Fabrik für Glas-Präzisions-Instrumente.

Nr. 1—5 in D.

Die Firma beschäftigt sich insbesondere auch mit der Herstellung von Fern- und Signal-Thermometern, sowie Feuerungs-Kontroll-Apparaten.

Digitized by Google

1. 29 verschiedene Glas-Präzisions-Instrumente, wie geeichte Thermo-Alkoholometer, Thermo-Saccharometer, Thermo-Aräometer, Normal-Thermometer u. s. w.

2. Mikromanometer mit Pneumometer.

Der Apparat dient zur Messung von Luft- und Gasgeschwindigkeiten und besteht aus einem Manometergefäß mit hineinmündendem Meßrohr, welches in verschiedenen Steigungen bis zur geringsten von 1:400, je nach Verwendungszweck, gelagert ist. Das ausgestellte Mikromanometer dient zur Bestimmung großer Luftgeschwindigkeiten (Gebläse u. dgl.); das Meßrohr hat die Form einer genau ermittelten Kurve. Das Pneumometer, mittels Hahnständer und zwei Rohrleitungen mit dem Mikromanometer verbunden, besteht aus einem kleinen, runden, zweikammerigen Hohlkörper, „Stauscheibe" genannt, welcher derart in den Luft- bezw. Gasstrom gestellt wird, daß je eine der beiden, mit einer kleinen Öffnung versehenen Kammern rechtwinklig der Luftbewegungsrichtung zu- bezw. abgekehrt ist.

Die Summe der in den beiden Kammern entstehenden Über- bezw. Unterpressungen, „Staupressung" genannt, bringt das Mikromanometer zum Ausschlag und läßt an einer Skale, die nach Temperatur und spez. Gewicht der zu messenden Gase u. s. w. korrigiert ist, direkt die Geschwindigkeit ablesen.

In allen Fällen, wo anemometrische Messungen nicht ausführbar sind und wo direktes Ablesen der Geschwindigkeiten gewünscht wird, sind vorerwähnte Apparate unentbehrlich.

3. Fern- und Signal-Thermometer.

Ausgestellt ist ein Thermometer für bewohnte Räume, Schulen, Krankenhäuser, Theater u. s. w., ferner eins für Temperaturmessungen von Flüssigkeiten u. s. w. in Röhren und Gefäßen. Beide aufnehmenden Instrumente sind Quecksilberthermometer und haben an den abzulesenden Gradstrichen eingeschmolzene Platinkontakte. Der Anzeigeapparat hat die Form eines Voltmeters; er kann beliebig weit von der Meßstelle entfernt sein, auch läßt sich jede Anzahl Thermometer mittels eines Umschalters an demselben ablesen. Die wesentlichen Eigentümlichkeiten dieses neuen Systems bestehen darin, daß bei Fernmeldung jeder beliebigen Anzahl von Punkten einer Thermometerskale stets nur zwei Drähte pro Thermometer nötig werden, und daß sich die gemeldete Temperatur sofort, ohne irgendwelche Manipulationen am Anzeigeapparat ablesen läßt. Auch lassen sich nicht nur

Digitized by Google

Temperaturen, sondern Wasserstandshöhen, Drucke u. s. w. nach diesem System sofort ablesbar fernmelden.

4. Registrierender Rauchgas-Analysator. (Fig. 1.)

Der Apparat dient zur kontinuierlichen Bestimmung des Kohlensäure-Gehaltes in den Rauchgasen von Dampfkesseln u. s. w. Seine Wirkungsweise beruht darauf, daß je eine Rauchgas- und Luftsäule auf die beiden Schenkel eines feinfühligen Flüssigkeits-Mikromanometers wirken.

Der Ausschlag des Manometers, durch die schwerere Kohlensäure in den Rauchgasen bewirkt, zeigt an einer Skale den Kohlensäuregehalt in Volumprozenten an. Durch passende Belichtung wird der wechselnde Manometerstand kontinuierlich auf einem lichtempfindlichen Papierstreifen, der durch ein Uhrwerk in einer Kamera bewegt wird, markiert. Nach Entwicklung entstehen die in Fig. 2 abgebildeten Kohlensäure-Diagramme. Die charakteristischen Eigentümlichkeiten und Vorzüge des registrierenden Rauchgas-Analysators gegenüber früheren, denselben Zweck verfolgenden Konstruktionen sind: a) der Kohlensäuregehalt kann jeden Augenblick am Apparat abgelesen werden; b) die Resultate der Verbrennung können

Fig. 1.

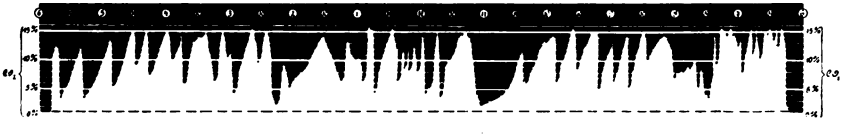


Fig. 2.

nach ein bis anderthalb Minuten am Apparat erkannt und gemessen werden; c) der Kohlensäuregehalt wird nicht mit Unterbrechungen, sondern in ununterbrochener Kurve aufgezeichnet; d) der Apparat hat mit Ausnahme des Uhrwerkes keinerlei bewegliche Teile; e) der Apparat ist unempfindlich gegen Staub und Nässe.

5. Quecksilber-Thermometer, bis 550° C. anzeigend, (mit Stickstoff-Füllung) zum Messen von Rauchgastemperaturen.

Digitized by Google

Dr. Siebert & Kühn

Kassel.

Nr. 1—42 in D.

I. Thermometer aus Glas.

1. Ein Satz Hauptnormalthermometer, in 0,1° geteilt, Milchglasskale, von — 5 bis + 150° C, aus drei Instrumenten bestehend.
2. Ein Satz Normalthermometer, in 0,1° geteilt, Milchglasskale, von — 30 bis + 200° C, mit Null- und Hundert-Punkt, aus vier Instrumenten bestehend.
3. Ein Satz Normalthermometer, in 0,1° auf Rohr geteilt (4 *mm* ⌀), von — 50 bis + 250° C, mit Hülfsteilung bei 0 und 100°, aus acht Instrumenten bestehend.
4. Ein Satz Normalthermometer nach Anschütz, in 1,0° auf Rohr geteilt ($3^1/_2$ *mm* ⌀), von — 5 bis + 360° C, mit Hülfsteilung von 15 bis 25° C, sieben Stück.
5. Ein Satz Normalthermometer nach Anschütz, in 0,2° geteilt, Milchglasskale, von — 5 bis + 360° C, Hülfsteilung von 15 bis 25° C, sieben Stück.

		Skalenumfang	Einteilung
6.	Normalthermometer mit Milchglasskale	0— 50°	1,0°
7.	„ „ „	0— 50°	0,5°
8.	„ „ „	0— 50°	0,2°
9.	„ „ „	0— 50°	0,1°
10.	„ „ „	0—100°	1,0°
11.	„ „ „	0—100°	0,5°
12.	„ „ „	0—100°	0,2°
13.	„ „ „	0—100°	0,1°
14.	„ auf Rohr geteilt	0— 50°	1,0°
15.	„ „ „ „	0— 50°	0,5°
16.	„ „ „ „	0— 50°	0,2°
17.	„ „ „ „	0— 50°	0,1°
18.	„ „ „ „	0—100°	1,0°
19.	„ „ „ „	0—100°	0,5°
20.	„ „ „ „	0—100°	0,2°
21.	„ „ „ „	0—200°	0,5°
22.	„ „ „ „	0—200°	0,2°

Digitized by Google

23. Hochgradige Thermometer mit Stickstoff bei 20 Atm. gefüllt, aus Jenaer Borosilikatglas, von + 180 bis + 550° C, mit Eispunkt, in 1,0° geteilt.
24. Hochgradige Thermometer mit Stickstoff bei 25 Atm. gefüllt, aus Jenaer Verbrennungsröhrenglas, von + 200 bis + 575° C, in 1,0° geteilt.
25. Thermometer für tiefe Temperaturen nach Rothe, mit Pentanfüllung von + 30 bis — 200° C, mit Milchglasskale.
26. Dieselben auf Rohr geteilt.
27. Thermometer nach Beckmann, alte Form, Umfang der Skale 5—6°, in 0,01° geteilt.
28. Thermometer nach Beckmann, neue Form, in 0,01° geteilt.
29. Thermometer nach Beckmann, mit Hülfsteilung nach Kühn.
30. Neuestes Differentialthermometer nach Beckmann, mit eingeschmolzenem absolutem Thermometer nach Kühn. (Vgl. die Fig.)
31. Kalorimeterthermometer von + 10 bis + 25° C, auf Rohr in 0,02° geteilt.

II. Gefäße und Thermometer aus geschmolzenem Bergkristall, hergestellt in Gemeinschaft mit der Firma W. C. Heraeus, Hanau.

32. Tiegel.
33. Kölbchen.
34. Destillationskölbchen.
35. Luftthermometergefäß.
36. Geißlersches Rohr mit Quarz- und Glasschliffen nach Elster und Geitel.
37. Dilatometer nach Tammann.
38. Ein Satz Normalthermometer von 0 bis 300° C, in 0,5° geteilt, auf drei Instrumente verteilt.
39. Hochgradiges Quecksilberthermometer von 0 bis 700° C, mit Stickstoff bei einem Druck von 60 Atm. gefüllt.
40. Pyknometer mit eingeschmolzenem Thermometer.
41. Pyrometerschutzrohr.
42. Glimmlichtbestrahler nach Strebel.

Digitized by Google

Siemens & Halske A.-G.

Berliner Werk.

Berlin SW., Markgrafenstr. 94.

Nr. Ia—g, II und III in C, Nr. Ih in D, Nr. IV in A.

I. **Vollständige Meßeinrichtungen** für wissenschaftliche und technische Zwecke; sie sind auf Tischen mit Glasstürzen untergebracht. *S. 146 bis 163.*

II. **Typische Meßinstrumente** für wissenschaftliche und technische Zwecke; sie befinden sich in Glasschränken oder auf Konsolen. *S. 164 bis 179.*

III. **Schalttafel-Instrumente** für die verschiedenen Stromarten; sie sind auf einem Schaltbrett befestigt. *S. 180 bis 186.*

IV. **Kompaß-Übertragung.** *S. 187 bis 190.*

I. Vollständige Meßeinrichtungen.

a) Meßeinrichtung zur Bestimmung von Spannungen und Stromstärken.

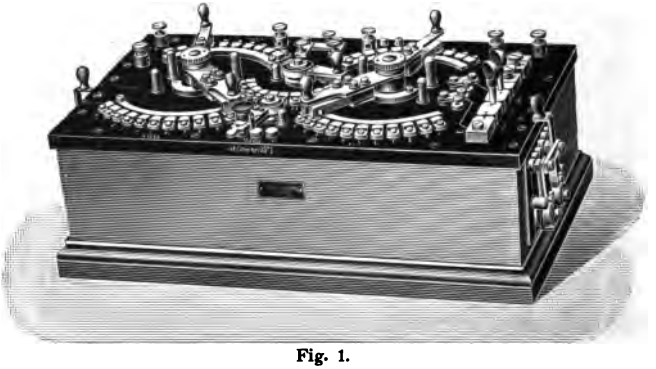


Fig. 1.

Digitized by Google

Dazu gehören:

1. **Kompensations-Apparat** (Fig. 1), dient für sehr genaue Strom- und Spannungsmessungen nach der Poggendorffschen und Dubois-Reymondschen Kompensationsmethode.

   Die Messungen erfolgen durch Vergleich mit der elektromotorischen Kraft eines Normal-Kadmium-Elementes, das keine Temperaturkorrektion benötigt; es kann jedoch auch jedes andere Normal-Element (Clark-Element) unter entsprechender Berücksichtigung der Temperatur benutzt werden. Die Schaltung des Apparates hat den Vorzug, daß die Kontaktwiderstände nur mit dem zehnten Teil derjenigen Beträge, welche bei der sonst üblichen Schaltung auftreten, eingehen. Außerdem sind die Schleifkontakte bürstenartig ausgestaltet, sodaß bei dem Apparat merkbare Übergangswiderstände überhaupt nicht hervortreten dürften.

2. **Präzisions-Kurbelwiderstand** (Fig. 2), für den vollen Meßbereich des Kompensationsapparates von 0,0001—1600 Volt als Zubehör erforderlich; ausgezeichnet durch seine von

Fig. 2.

veränderlichen Übergangswiderständen freien Kurbeldrehpunkte. Für Messungen unter 10 Volt genügt ein kleinerer Stöpsel-Widerstand (Fig. 7) oder auch ein gleicher Kurbel-Regulier-Widerstand wie Fig. 6.

Digitized by Google

Fig. 3.

Fig. 4.

Die *Strommessungen* mittels des Kompensations-Apparates erfolgen durch Messungen der Spannungsgefälle an den Klemmen von Normalwiderständen. Als solche dienen:

3. Normal-Widerstand (Fig. 3) mit Wasserkühlung für Stromstärken bis 3000 Amp.;

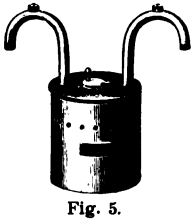


Fig. 5.

4. Normal-Widerstand (Fig. 4) mit Laschenanschluß für Strommessungen bis 200 Amp.

5. Normal-Widerstand (Fig. 5) mit Quecksilberanschluß. Dazu

6. Petroleumbad, welches bis zu 5 Normal-Widerstände aufnehmen kann.

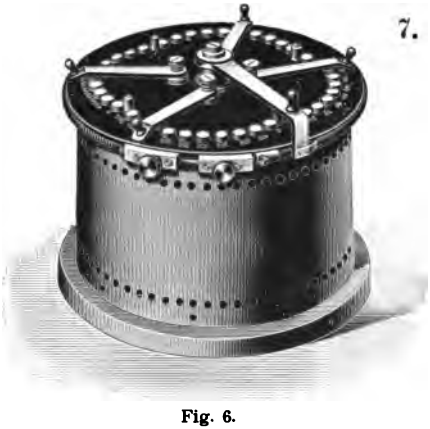


Fig. 6.

7. Kurbel-Regulier-Widerstand (Fig. 6) wird zur Regulierung der Meßspannungen benutzt. Der Gesamtwiderstand desselben beträgt 100 000 Ohm. Diese werden geschaltet durch 4 Kurbeln in 4 Abteilungen von 9×10, 9×100, 9×1000 und $9\times10\,000$ Ohm und durch eine 5. Kurbel für einen Schleifdraht von 10 Ohm.

Digitized by Google

8. Stöpsel-Widerstand (Fig. 7) kann in Verbindung mit dem Kompensations-Apparat Verwendung finden, wie auch zu sonstigen Laboratoriums-Versuchen dienen.

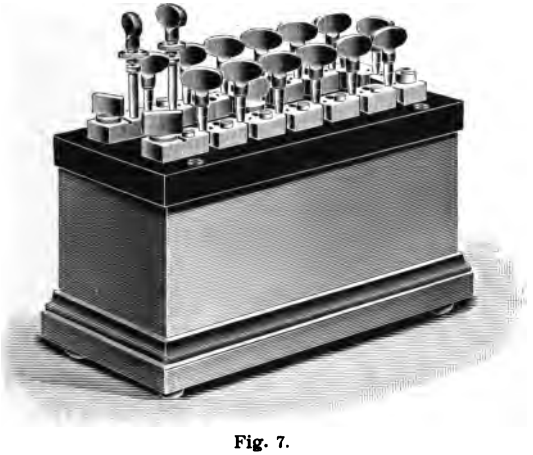


Fig. 7.

Als stromanzeigendes Instrument eignet sich besonders das *Spiegelgalvanometer* nach Deprez-d'Arsonval. (Nähere Beschreibung desselben siehe Nr. 68.)

b) Meßeinrichtung zur Bestimmung von Widerständen.

Zur Messung von *kleinen Widerständen* dienen:

9. Doppelkurbel-Meßbrücke (Fig. 8), für Widerstandsmessungen in der Thomsonschen Schaltung von 1—0,000001 Ohm mit Hülfe von Normal-Widerständen (vgl. Nr. 4), in erster Linie solcher mit Klemmenanschluß. Die Meßbrücke enthält zwei Kurbelsätze von je 9×0,1, 9×1, 9×10, 9×100 Ohm

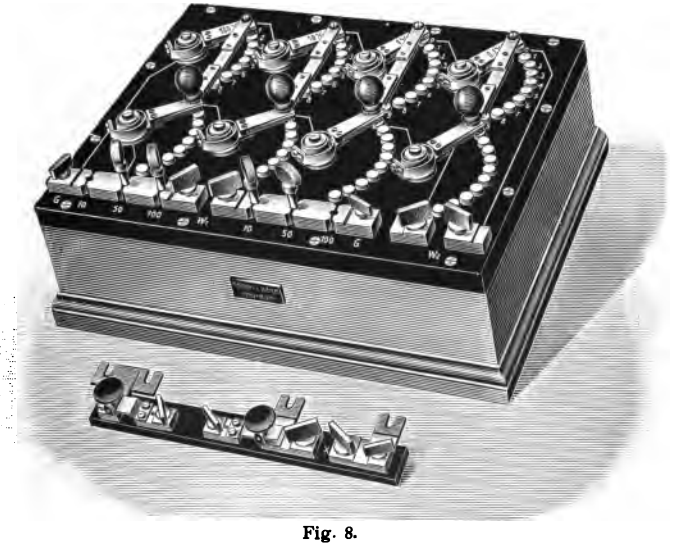


Fig. 8.

Digitized by Google

und zwei Vergleichswiderstände von je 10, 50 und 100 Ohm. Mittels des neben der Brücke abgebildeten Anschlußbügels, welcher gleichzeitig Klemmen und Taster für Batterie und Galvanometer trägt, kann dieselbe auch für Widerstandsmessungen von 0,1—10000 Ohm in der Wheatstoneschen Schaltung verwendet werden.

10. Meßbrücke nach Thomson (Fig. 9), namentlich für rasche Messungen im Fabrikbetrieb, leicht transportabel.

Fig. 9.

Zum Abgrenzen einer Drahtlänge von 1 *m* dient eine eigene *Einspannvorrichtung* für Drähte von 1—10 *mm* Durchmesser.

Als stromanzeigendes Instrument kann sowohl das *Spiegelgalvanometer* nach Deprez-d'Arsonval als auch das *Kugelpanzergalvanometer* nach du Bois-Rubens Verwendung finden. (Vgl. Nr. 68 u. 73.)

Zur Messung von *grösseren Widerständen*, über 0,1 Ohm dienen die Apparate Nr. 11—17.

Fig. 10.

11. Präzisions-Kurbelmeßbrücke (Fig. 10). Sie zeichnet sich, ebenso wie der Präzisions-Kurbel-Regulier-Widerstand (Nr. 2), durch ihre von veränderlichen Übergangswiderständen freien Kurbeldrehpunkte aus.

Fig. 11.

12. Dekaden-Meßbrücke (Fig. 11) für sehr genaue Messungen. Sie besteht aus einem Vergleichswiderstand von 0,1 bis 11111 Ohm in fünf Dekaden, ferner zwei vertauschbaren Verzweigungs-Widerstandssätzen, zwei Tastern und Anschlußklemmen für Galvanometer und Batterie.

Digitized by Google

Fig. 12.

13. Brücken-Zweigwiderstand (Fig. 12), enthaltend zwei Zweige von je 1, 10, 100 und 1000 Ohm, die beliebig auf den einen oder anderen Zweig geschaltet werden können; er wird in Verbindung mit dem Kurbel-Regulier-Widerstand (Nr. 7) oder Stöpselwiderstand (Nr. 8) zur Wheatstoneschen Schaltung vervollständigt.

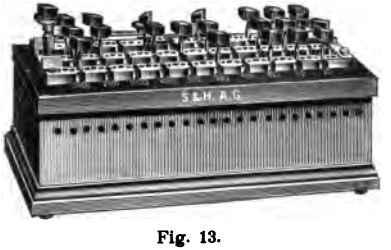


Fig. 13.

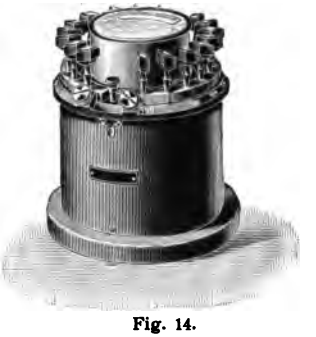


Fig. 14.

14. Präzisions-Stöpselmeßbrücke (Fig. 13) mit besonderer Anordnung der Widerstände, für möglichst vielseitige Verwendung.

15. Montage-Meßbrücke (Fig. 14) für Orientierungsmessungen von 0,1 bis 100000 Ohm.

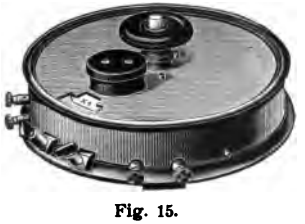


Fig. 15.

16. Meßbrücke mit Schleifdraht (Fig. 15) für rasche Widerstandsmessungen. Der Widerstandswert wird direkt am Schleifdraht abgelesen, während der Vergleichswiderstand von 0,1, 1, 10, 100 und 1000 Ohm durch einen Schalter einstellbar ist. Außerdem enthält die Brücke Doppelschlüssel und Anschlußklemmen für Galvanometer und Batterie.

Digitized by Google

Fig. 16.

17. Telephon-Meßbrücke (Fig. 16), hauptsächlich zur Untersuchung von Blitzableitern. Der von zwei in den Apparat eingebauten Trocken-Elementen gelieferte Gleichstrom wird durch ein Kontaktrad in intermittierenden Gleichstrom umgewandelt.

c) Meßeinrichtung zur Bestimmung der Induktionskonstanten und des Energieverlustes von Wechselstrom-Apparaten.

Das Prinzip der Meßmethode ist kurz folgendes. Wird durch einen Wechselstrom-Apparat ein Wechselstrom mit einer bestimmten Klemmenspannung geschickt, und besitzt die Spule keine Selbstinduktion oder Kapazität, so bestimmt sich die effektive Stromstärke aus dem Ohmschen Gesetz; anderenfalls, wenn die Spule außer Widerstand auch Selbstinduktion besitzt, addiert sich der induktive Widerstand zu dem Ohmschen Widerstand.

Dies gilt jedoch nur, solange sich in der Spule kein Eisenkern befindet. Enthält die Spule Eisen, oder gibt sie durch Induktion nach außen Energie ab, so bewirkt der induzierte Strom (Wirbelstrom) eine Verschiebung der Phase des Magnetfeldes gegen den Erregerstrom und verkleinert dadurch die Selbstinduktion auf einen geringeren Betrag. Außerdem entsteht in der sekundären Strombahn ein gewisser Betrag an Stromwärme, welche natürlich auch von dem primären Strom geliefert werden muß, sodaß der Energie verzehrende Widerstand der Spule vergrößert erscheint.

Enthält der zu messende Apparat keine Energieverluste außer den durch den Widerstand der Wicklung bedingten, so gelten bei der Nullstellung der Brücke die Nullbedingungen für die Gleichstrombrücke; sind hingegen in dem Wechselstrom-Apparat Wirbelstrom- oder Hysteresisverluste vorhanden, so ist das Widerstandsverhältnis nicht mehr identisch mit der Gleichstrombedingung. Schickt man daher nach der Wechsel-

Digitized by Google

stromeinstellung des Minimums einen Gleichstrom in die Brücke und ersetzt das Telephon durch ein Galvanoskop, so zeigt das letztere einen Strom in der Brücke an. Durch Ziehen im Widerstandskasten kann man den Gleichstrom auch zum Verschwinden bringen. Dieser zuletzt gezogene Widerstand ist der Wechselstrom-Verlustwiderstand.

18. Meßbrücke für Gleich- und Wechselstrom (Fig. 17). Mit dieser Wechselstrom-Meßbrücke lassen sich Selbstinduktionen bis herab zu 0,001 Henry (10^6 *cm*) bestimmen.

Fig. 17.

19. Meßbrücke zur Bestimmung kleinerer Selbstinduktionen (Fig. 18). Zur Vermeidung der Fehler aus gegenseitiger Induktion ist der Brückendraht geradlinig gespannt

Digitized by Google

und auf 10 *cm* verkürzt; an Stelle des Widerstandskranzes ist ein 2 *cm* langer Manganindraht gesetzt, auf welchem ein Schleifkontakt fein verschoben werden kann.

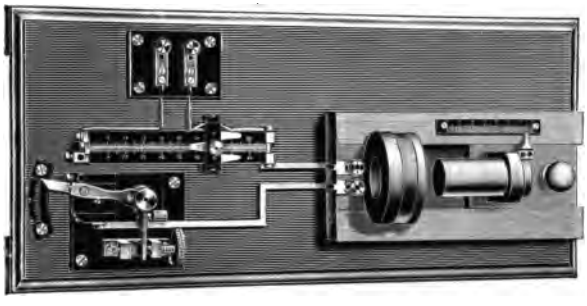


Fig. 18.

Mit dieser Brücke ist es möglich, die Messung auch der kleinsten Selbstinduktionen bis herab zu 10^{-7} Henry (100 *cm*) mit einer Genauigkeit von 1 bis 2% auszuführen. Es läßt sich also hiermit die Selbstinduktion von wenigen Windungen dicken Kupferdrahtes mit genügender Genauigkeit ermitteln, sodaß die Meßeinrichtung als bequemes Messungshülfsmittel bei Untersuchungen mit schnellen elektrischen Schwingungen dienen kann.

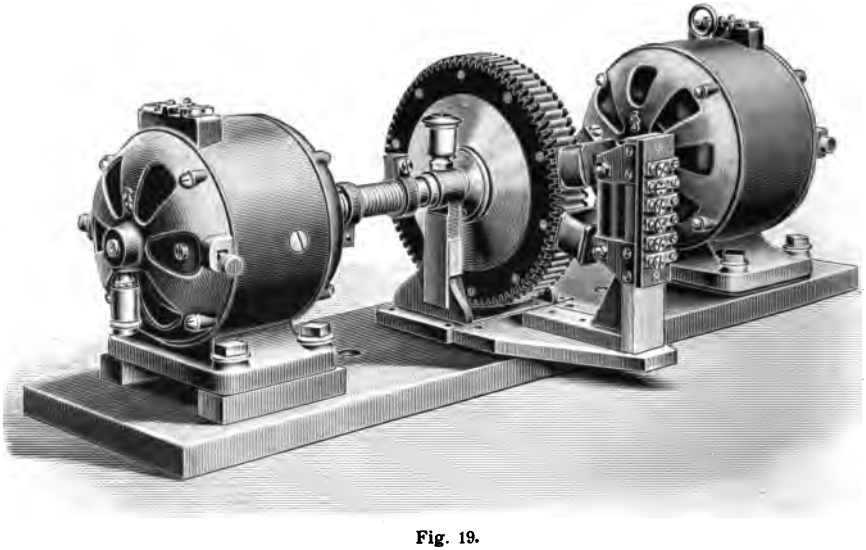


Fig. 19.

Digitized by Google

Es sei noch erwähnt, daß sich mit den beiden Brücken auch die *Messung gegenseitiger Induktionskoeffizienten* und *absolute Bestimmungen* der Selbstinduktion nach den M. Wienschen Methoden ausführen lassen.

Zur Erzeugung von Wechselströmen mit sehr hoher Periodenzahl dient der

20. Wechselstrom-Erzeuger (Fig. 19). Den wesentlichsten Teil des Generators bildet eine zahnradartige Eisenscheibe. Den Zähnen der Scheibe gegenüber befinden sich in geringem Abstand die Pole eines hufeisenförmigen Elektromagnets mit drei Wicklungen. Die Pole sind schneidenförmig zugespitzt, sodaß der magnetische Kreis durch die Eisenscheibe geschlossen wird, sobald sich die Zähne der letzteren den Polen des Elektromagnets gegenüber befinden. Wird der Elektromagnet mittels eines durch die mittlere Wicklung gesandten Gleichstromes erregt und die Eisenscheibe durch einen Motor in schnelle Umdrehung versetzt, so entstehen durch das fortwährende Annähern und Entfernen der Eisenzähne an die Pole des Elektromagnets starke magnetische Schwankungen, welche in den sekundären Wicklungen Wechselströme erzeugen. Mit dieser Maschine können Wechselströme bis zu 10000 Perioden pro Sekunde hergestellt werden. Der zweite, in Fig. 19 links sichtbare Elektromotor ist durch einen regulierbaren Widerstand geschlossen und dient dazu, den Antriebsmotor konstant zu belasten, sodaß kleine Veränderungen in der Lagerreibung oder dgl. keine merklichen Schwankungen der Tourenzahl des Antriebmotors herbeiführen können.

Fig. 20.

21. Summer-Umformer (Fig. 20) zur Erzeugung möglichst reiner Sinusströme. Derselbe liefert Wechselströme von 300 bis 650 Perioden, mit stärkerer Membran für kurze Zeit solche von 900 Perioden.

Digitized by Google

Fig. 21.

22. Präzisionsnormale der Selbstinduktion (Fig. 21). Bei diesen ist die Abhängigkeit der Widerstands- und Selbstinduktionswerte von der Frequenz des Wechselstromes vollständig vermieden.

d) Selbstinduktionsspulen für Pupinsche Telephonleitungen.

Die Selbstinduktionsspulen werden in bestimmten Entfernungen voneinander in die Kabellinien und interurbanen Telephon-Freileitungen eingeschaltet und dienen dazu, die Dämpfung der Sprechströme zu verringern. Unter Benutzung der von Prof. Pupin gegebenen Theorie kann man die Anordnung und die Abmessungen der Spulen so wählen, daß eine bestimmte beträchtliche Verringerung der Dämpfung und damit eine bedeutende Erhöhung der Tonstärke erzielt wird. Bei Kabellinien werden die Windungen der Selbstinduktionsspulen auf denselben kreisförmigen Eisenkern gebracht. Bei Luftlinien sind die Spulen für Hin- und Rückleitung getrennt. Gegen Beschädigungen durch Gewitter werden die Freileitungs-

Fig. 22.

Digitized by Google

spulen durch Überbrücken mit einer Blitzschutzvorrichtung geschützt. Spulen und Blitzschutzvorrichtung werden auf Isolatoren montiert.

23. Kasten mit Selbstinduktionsspulen (Fig. 22) nach dem Pupin-System für Telephonkabel.

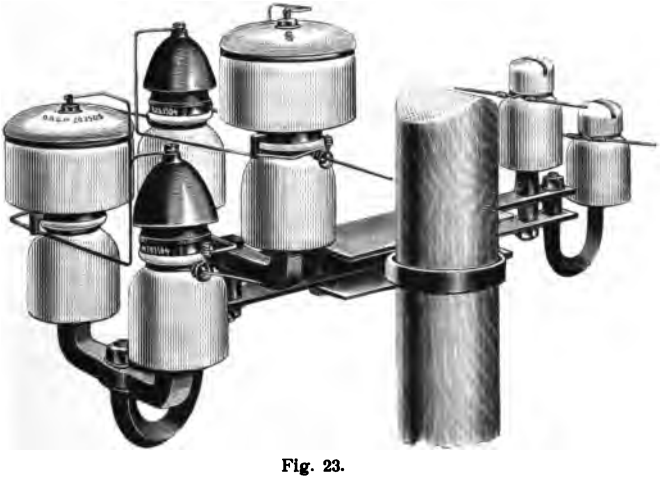


Fig. 23.

24. Freileitungs-Gestänge mit Selbstinduktionsspulen (Fig. 23) nach dem Pupin-System für Telephon-Freileitungen.

e) Apparate zur Aufnahme von Magnetisierungs-Kurven.

Die Apparate dienen zur Untersuchung der magnetischen Eigenschaften von Eisen bezw. Stahl, für welche die Proben

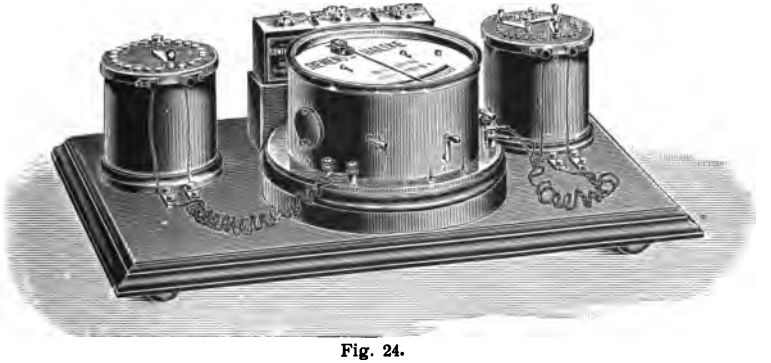


Fig. 24.

Digitized by Google

in Stabform bezw. Blechbündeln von bestimmten Dimensionen hergerichtet werden müssen.

25. Magnetisierungs-Schaltung (Fig. 24) gibt die magnetische Induktion für 1 *qcm* der zu untersuchenden Probe durch Zeigerausschlag an. Bei diesem Apparat ist das Prinzip des Meßinstrumentes nach Deprez-d'Arsonval verwendet. Die zu prüfende Probe wird von der Magnetisierungs-Spule umgeben und schließt ein Eisenjoch. Die in einem schmalen Luftspalte des Joches schwingende Spule, welche von einem bekannten Hülfsstrome durchflossen wird, erleidet eine der magnetischen Induktion entsprechende Ablenkung und gibt durch Zeigerausschlag auf einer Skale die Induktionswerte direkt an.

26. Magnetische Präzisionswage (Fig. 25) nach du Bois, dient zur magnetischen Materialprüfung mit erhöhter Genauigkeit. Die magnetisierende Stromwicklung umgibt in Form einer Spule mit Korrektionswicklung die zu prüfenden Stäbe bezw. Bleche, während das starke Jochstück aus Stahlguß von großer Permeabilität als ungleicharmiger Wagebalken ausgebildet ist. Die während der Magnetisierung des ganzen Systems entstehende, ungleichseitige Anziehung des Wagebalkens wird durch ein Laufgewicht ausgeglichen. Die Größe der Verschiebung des letzteren gibt das Maß für die erreichte Induktion. Der neben der Wage aufgestellte *Walzenrheostat* dient zur kontinuierlichen, sprunglosen Regulierung des Magnetisierungs-Stromes.

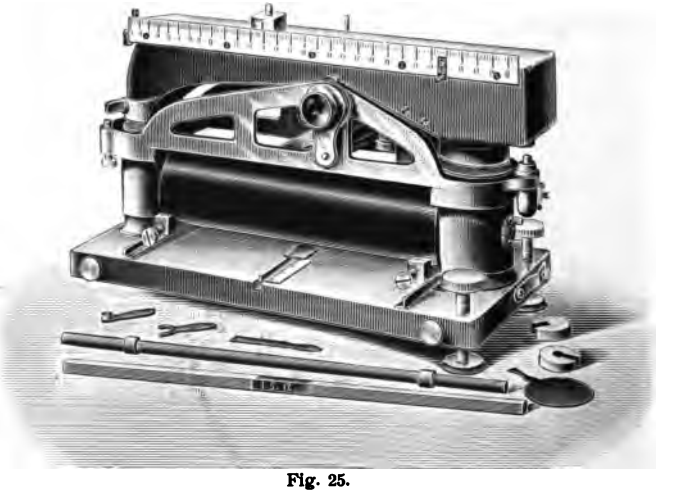


Fig. 25.

Digitized by Google

f) Eisenuntersuchungs-Apparate zur Bestimmung der Verlustziffer.

Die Eisenprüfmethoden zur Ermittlung der Magnetisierungs-Verluste durch Hysteresis und Wirbelströme beruhen darauf, daß aus den Blechen ein geschlossenes Joch hergestellt und mit magnetisierenden Spulen umgeben wird. Werden letztere mit Wechselstrom von 50 Perioden beschickt, während die Spannung an den Klemmen der Spule so bemessen wird, daß in dem Eisenkern eine maximale Induktion von $\mathfrak{B} = 10\,000$ herrscht, so ist die Verlustziffer die Magnetisierungsarbeit, dividiert durch das Eisengewicht.

Fig. 26.

27. Eisen - Prüfapparat nach Richter (Fig. 26). Derselbe stellt eine Vorrichtung dar, welche die Herstellung besonderer Probestücke nicht erforderlich macht und die Prüfung an vollständigen Blechtafeln zuläßt.

Als Nebenapparate sind verwendet: ein *Präzisions-Wattmeter* (vgl. Nr. 50) mit Vorschaltwiderstand, ein *Wechselstrom - Präzisions - Amperemeter* (vgl. Nr. 48), ein *Wechselstrom - Präzisions-Voltmeter* (vgl. Nr. 49). An Stelle dieser Instrumente können die entsprechenden tragbaren, aperiodischen Instrumente (vgl. Nr. 56 bis 58) treten.

28. Eisen-Prüfapparat nach Möllinger (Fig. 27) zur Prüfung von gestanzten Eisenblechscheiben bestimmter Größe für Dynamomaschinen, Motoren und Transformatoren. Zur Untersuchung werden eine bestimmte Anzahl solcher Bleche aufeinander geschichtet und in den Apparat eingelegt. Die Windungen *A* lassen sich einzeln öffnen und bestehen deshalb aus je einem biegsamen Kabel mit Stöpselkontakt. Fig. 27 stellt die ganze Meßeinrichtung dar; als Nebenapparate kommen dieselben wie bei Apparat Nr. 27 in Frage.

Digitized by Google

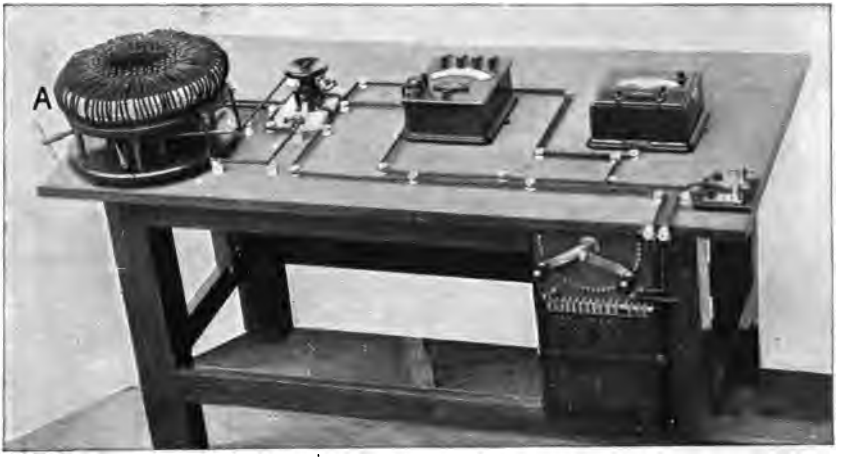


Fig. 27.

g) Apparat zur Aufnahme von Wechselstrom-Kurven.

Ebenso wie das Indikatordiagramm von jeher aufgenommen wurde, um einen Einblick in die Arbeitsweise einer Dampfmaschine zu gewinnen, so hat sich neuerdings auch auf elektrischem Gebiete das Bedürfnis herausgestellt, einen Apparat zu besitzen, der auf möglichst rasche und bequeme Weise gestattet, den zeitlichen Verlauf der beiden Haupt-Elemente eines Stromkreises, nämlich des Stromes und der Spannung, graphisch zu fixieren. Hierzu dient der

Fig. 28.

Digitized by Google

29. Oszillograph (Fig. 28). Der mit dem Blondelschen Oszillographen in den Grundzügen übereinstimmende Apparat erfüllt seinen Zweck in der vollkommensten Weise, indem er durch Verwendung einer sinnreichen Vorrichtung gestattet, das Diagramm unmittelbar vor der photographischen Aufnahme sichtbar zu machen, und den Experimentator so in den Stand setzt, nur den ihn besonders interessierenden Abschnitt des betreffenden Vorganges photographisch zu fixieren.

Das Grundprinzip besteht darin, daß der vom Oszillographen, welcher im wesentlichen ein in seinem beweglichen Teile auf das praktisch ausführbare Minimalmaß reduziertes Galvanometer nach Blondel ist, entsprechend der Kurvenform in Schwingung versetzte Lichtstrahl auf eine mit photographischem Papier bezogene Trommel schreibt. Ein *Synchronmotor* treibt die Trommel und gleichzeitig die Vorrichtung zum Sichtbarmachen der Kurve. Zwischen dem Oszillographen und der photographischen Trommel ist ein Spiegel gestellt, der das Licht zunächst auf die Rotationsvorrichtung lenkt und so die Kurve sichtbar macht. Durch einen Druck auf einen Knopf springt dieser Spiegel zurück und der Lichtstrahl schreibt auf die Trommel.

h) Apparate für pyrometrische Messungen.

Der Bereich, innerhalb dessen thermoelektrische Messungen im allgemeinen ausgeführt werden, erstreckt sich von — 190° C bis + 1600° C. Die Skale der einzelnen Apparate kann je nach Wunsch auch kürzer ausgeführt werden. Für Temperaturen, die zwischen — 190° C und + 600° C liegen, werden Thermo-Elemente aus *Kupfer-Konstantan,* für die höheren Temperaturen bis + 1600° C solche aus *Platin-Platinrhodium* nach LeChatelier verwendet. Alle Thermo-Elemente sind von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geprüft und mit Plombe und Prüfschein versehen. Um sie vor schädlichen Einwirkungen beim Gebrauch zu schützen, müssen sie mit entsprechenden Montierungen versehen sein; von den verschiedenen Ausführungen, welche die Firma herstellt, ist eine ausgestellt.

30. Thermo-Element mit einem Doppelrohr aus feuerbeständigem Spezialmaterial, welches gegen mechanische Beschädigungen durch ein Rohr aus Rein-Nickel geschützt ist. Zur Messung der elektromotorischen Kraft dienen die folgenden Instrumente:

Digitized by Google

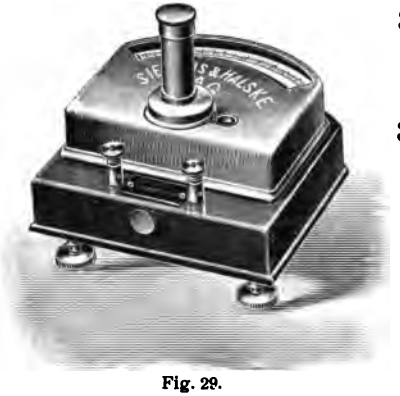


Fig. 29.

31. Empfindliches Zeiger-Galvanometer (Fig. 29) mit Millivolt- und Temperatur-Skale.

32. Registrierendes Pyrometer (Fig. 30, *S. 163*), mit automatischem Umschalter versehen, mittels dessen die Kurven fünf verschiedener Elemente gleichzeitig, aber voneinander leicht unterscheidbar, aufgezeichnet werden. Der auf dem Umschalter angebrachte Zeiger läßt in jedem Augenblick erkennen, mit welchem der Elemente der Apparat in Verbindung steht.

33. Pyrometer-Schaltung für sehr genaue Messungen nach Lindeck (Fig. 31). Sie beruht auf dem Prinzip, daß man der unbekannten elektromotorischen Kraft eines Thermo-Elementes eine regulierbare Potentialdifferenz entgegen-

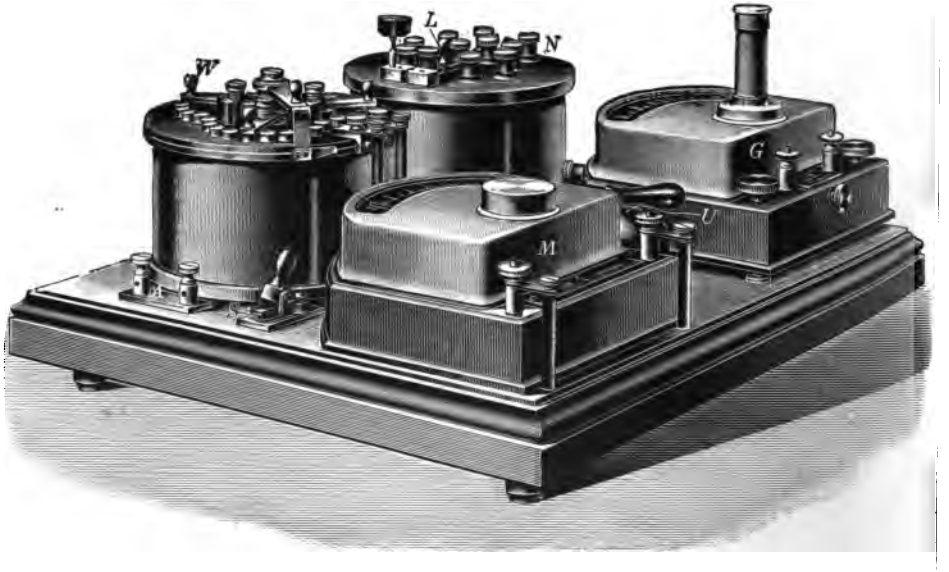


Fig. 31.

Digitized by Google

schaltet, deren jeweiliger Betrag bekannt ist. Sie wird überall da mit Vorteil verwendet, wo die übliche Methode der

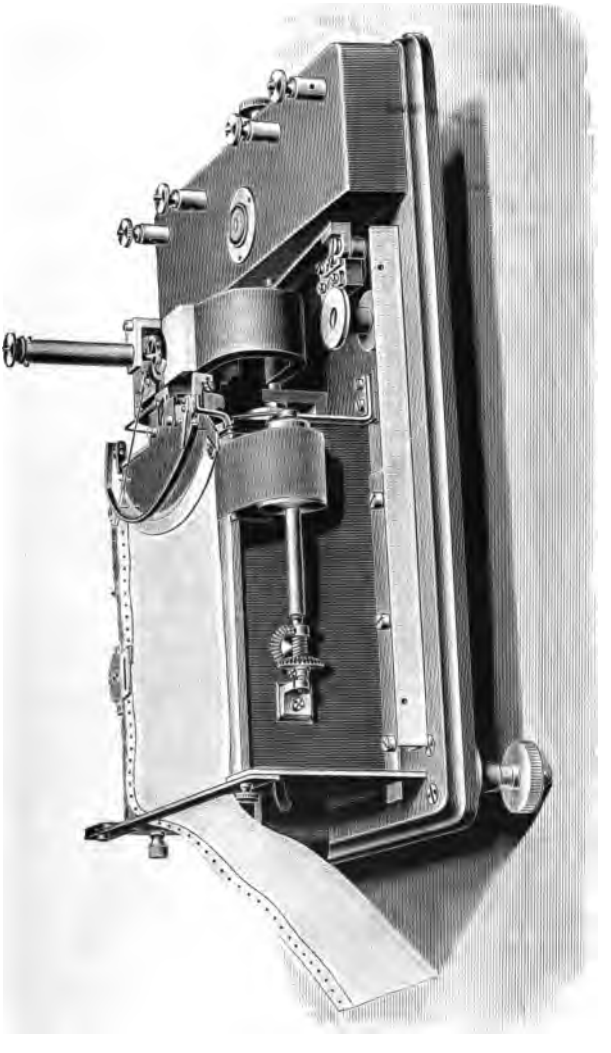


Fig. 30.

Messung von Thermo-Elementen mittels eines auf Spannung geeichten Galvanometers wegen zu geringer Genauigkeit nicht ausreicht.

Digitized by Google

II. Typische Meßinstrumente für Hörsäle, Laboratorien und technische Zwecke.

a) Präzisions-Instrumente nach Deprez-d'Arsonval für Gleichstrom.

An Instrumenten, die auf dem von Lord Kelvin und Deprez-d'Arsonval angegebenen und von Weston weiter ausgebauten Prinzip beruhen, sind folgende ausgestellt:

34. Präzisions-Milli-Volt- und -Amperemeter (Fig. 32) von 1 Ohm Widerstand, Meßbereich von 0 bis 0,15 Amp. und 0 bis 0,15 Volt; dazu ein *Nebenschluß* aus Manganin zum direkten Anschluß an das Instrument bezw. ein *Vorschaltwiderstand* aus Manganin zur Erhöhung des Spannungsmeßbereichs. Für Strommessungen über 150 Amp. werden die Nebenschlüsse nicht mehr zum direkten Anschluß an die Instrumente hergestellt, sondern tragbare Nebenschlüsse mit 0,75 *m* langen Zuleitungen angefertigt.

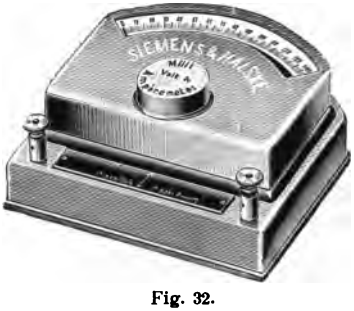


Fig. 32.

35. Tragbarer Nebenschluß, bis zu 300 Amp. brauchbar.

Fig. 33.

Digitized by Google

36. Tragbarer Nebenschluß (Fig. 33), bis 750 Amp. brauchbar.

37. Abzweig-Widerstand nach Feußner (Fig. 34); er bildet in Verbindung mit einem Milli-Voltmeter (z. B. mit dem Präzisions-Instrument Nr. 34) einen vielstufigen Strommesser und gestattet, von einem Meßbereich zu einem beliebigen anderen der vorgesehenen sieben Meßbereiche oder zu der Kurzschlußstellung während der Beobachtung ohne Stromunterbrechnng überzugehen. Es ist dadurch ermöglicht, die

Fig. 34.

Ablesungen bei allen Stromstärken im oberen Skalenbereich des Milli-Voltmeters zu machen, wodurch die Genauigkeit der Ablesung erhöht wird. Der jeweilige Skalenfaktor erscheint in großen Ziffern hinter einem Ausschnitt in dem Gehäuse. Der Kurbelschalter ist mit dem am Apparat angebrachten Ausschalter zwangläufig verbunden, sodaß einer Einschaltung von zu hohen Stromstärken vorgebeugt ist. Die runden Ohm-Werte der einzelnen Widerstands-Abteilungen gestatten die Verbindung mit einem Milli-Voltmeter von beliebigem Eigenwiderstand.

Digitized by Google

Fig. 35.

38. Präzisions-Volt- und Amperemeter (Fig. 35) mit sechs Meßbereichen. Die Nebenschlüße und Vorschaltwiderstände sind im Instrument eingebaut.

39. Präzisions-Amperemeter (vgl. Nr. 34) von 2 Ohm Widerstand, ohne Temperaturkoeffizient. Dazu ein Nebenschluß aus Manganin zum direkten Anschluß an das Instrument.

40. Kombiniertes Präzisions-Volt- und Amperemeter (Fig. 36, *S. 167*) für gleichzeitige Messungen von Strom und Spannung. Das Instrument besitzt ein Voltmeter und ein Amperemeter ohne Temperatur-Koeffizienten, auf gemeinsamer Hartgummiplatte montiert, mit Klemmen für vier Spannungsmeßbereiche bis 3, 150, 300 und 600 Volt und vier Strommeßbereiche bis 3, 7,5, 15 und 30 Amp. Außerdem enthält das Instrument eine Einrichtung zum Anschluß besonderer Nebenschlüsse.

Einfachere Formen der Instrumente dieser Art sind:

41. Elementprüfer (Fig. 37).

42. Tragbarer Montage-Präzisions-Spannungszeiger.

43. Montage-Präzisions-Strom- und Spannungszeiger (Fig. 38).

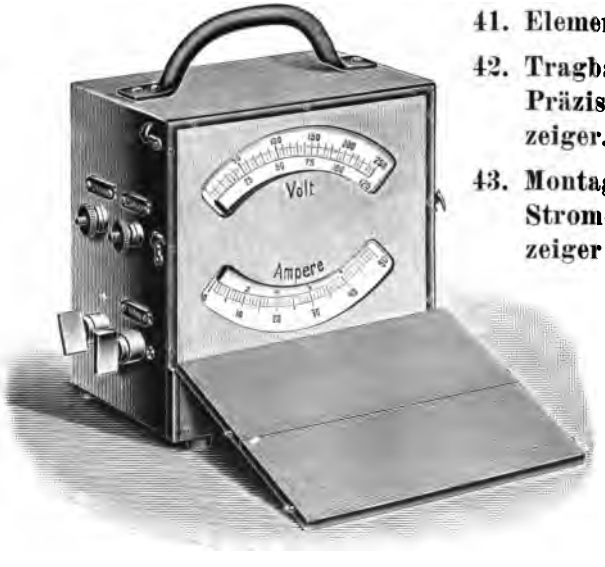


Fig. 38.

Fig. 37.

Digitized by Google

Fig. 36.

Digitized by Google

44. Strom- und Spannungszeiger in Dosenform mit drei Strom- und Spannungs-Meßbereichen.

Besondere Aufmerksamkeit verdient das

45. Universal-Galvanometer (Fig. 39). Dasselbe verbindet ein Drehspulen-Instrument mit einer Wheatstoneschen Widerstands-Meßbrücke und gestattet so direktes Messen von Strömen, Spannungen, elektromotorischen Kräften, Batterie- und Drahtwiderständen bis etwa 30 000 Ohm und Fehlerortsbestimmungen in Leitungen. Eine Erweiterung seiner Meßgebiete hat das Instrument dadurch erfahren, daß die Brückeneinrichtung auch unter Wechselstrom zur Messung von elektrolytischen Widerständen mit Telephon als Nullinstrument benutzt werden kann. *Telephon*, sowie ein zugehöriges *Induktorium* sind neben dem Instrument zur Ausstellung gebracht.

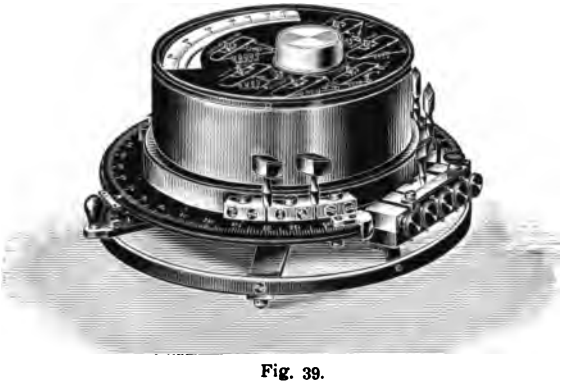


Fig. 39.

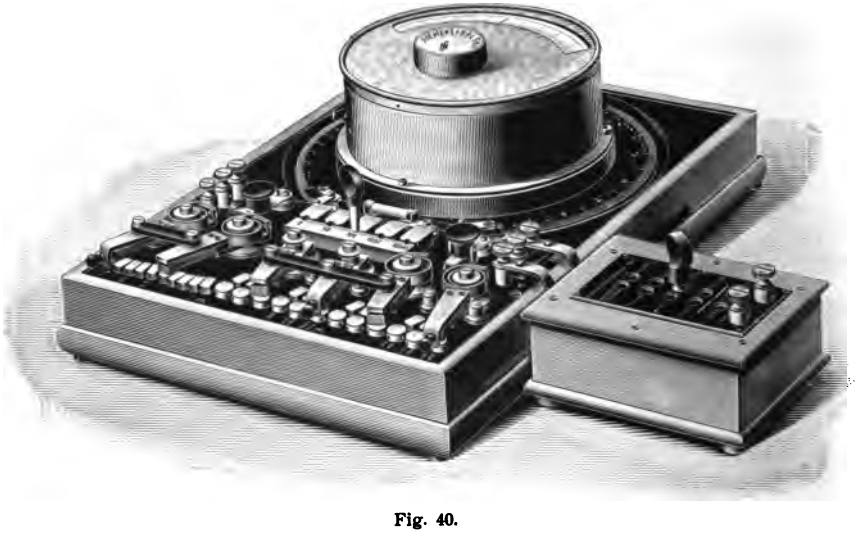


Fig. 40.

Digitized by Google

46. Universal-Meßinstrument für Telegraphen- und Telephonleitungen (Fig. 40), ähnlich dem vorigen, hat rasche Verbreitung bei den Post- und Telegraphen-Behörden vieler Staaten gefunden. Mit diesem Universal-Instrument lassen sich folgende Messungen ausführen: 1. Widerstandsmessungen an Einzelleitungen und an Doppelleitungen. 2. Isolationsmessungen von Einzelleitungen gegen Erde und Doppelleitungen gegen einander. 3. Außenstrommessungen bei Einzelleitungen. 4. Strom- und Spannungsmessungen. Soll der Apparat für Montage oder Revisionszwecke verwendet werden, so kann demselben ein geeigneter Batteriekasten mit Schalteinrichtung beigegeben werden.

Fig. 41.

47. Transportable Meßschaltung (Fig. 41). Diese enthält ein sehr empfindliches Drehspulen-Instrument, bei dem die große Empfindlichkeit dadurch erreicht ist, daß die Stromzuführung, statt durch die Torsionsfeder, durch das Aufhängeband bezw. die Spirale geschieht, zwischen welchen die Spule hängt. Diese Schaltung enthält alle notwendigen Apparate, um an jedem Ort Isolations-, Kapazitäts-, Widerstands- und Fehlerorts-Bestimmungen vornehmen zu können.

b) Präzisions-Instrumente für Gleichstrom, Wechselstrom und Drehstrom.

Für genaue Messungen, bei denen die Ermittelung der Effektivwerte von Strom, Spannung und Leistung unabhängig von

Digitized by Google

Periodenzahl und Kurvenform geschehen soll, hat sich das dynamometrische Prinzip als einwandfrei erwiesen, bei welchem eine stromdurchflossene Spule sich leicht in dem möglichst homogen gemachten magnetischen Felde einer festen Spule dreht. Zur Vermeidung von Wirbelströmen sind die Gehäuse dieser Instrumente aus Holz gefertigt. Eine Luftdämpfung gibt dem Instrument vorzügliche, fast aperiodische Einstellung. Je nach der Schaltung der Spulen, eventuell unter Verwendung von Stromverzweigungen, erhält man Stromzeiger, Spannungszeiger oder Leistungszeiger.

Fig. 42.

Fig. 43.

48. **Präzisions-Amperemeter** mit zwei Meßbereichen und

49. **Präzisions-Voltmeter** mit zwei Meßbereichen, entsprechen in ihrer äußeren Form dem

50. **Präzisions-Wattmeter** (Fig. 42). Dasselbe besitzt zwei Strom-Meßbereiche und drei Meßbereiche für die Spannung. Die Instrumente zeichnen sich dadurch aus, daß ihre Angaben von der Dauer der Einschaltung nicht beeinflußt werden. Für hohe Spannungen werden *Spannungs-Transformatoren* verwendet oder ein

51. **Vorschalt-Widerstand.** Für hohe Stromstärken dient ein

52. **Strom-Transformator** (Fig. 43).

Digitized by Google

Zur Vornahme von Wechselstrom-Messungen hat sich auch das Drehfeld-Meßgerät eingeführt.

53. Tragbarer Ferraris-Leistungszeiger (Fig. 44).

54. Tragbarer Ferraris-Stromzeiger, äußerlich ähnlich Nr. 53.

55. Tragbarer Ferraris-Spannungszeiger, äußerlich ähnlich Nr. 53.

Außerdem kommen hier noch die elektromagnetischen Instrumente in Frage, bei welchen ein Weicheisenkern in eine Spule gezogen wird.

Fig. 44.

Fig. 45.

56. Tragbarer aperiodischer Spannungszeiger (Fig. 45).

57. Tragbarer aperiodischer Stromzeiger } in der äußeren Form Nr. 56 ähnlich.

58. Tragbarer aperiodischer Leistungszeiger }

c) Isolations-Meßapparate und komplette Schaltungen für Isolationen und Kapazitäten.

Zur Vorprüfung einzelner Teile einer Installation, sowie zur Untersuchung bei der Herstellung derselben hat die Firma einige Apparate konstruiert, welche über die Isolationsbeschaffenheit einer Installation Aufschluß erteilen.

Digitized by Google

Fig 46.

59. Isolationsprüfer mit Volt- und Ohm-Skale, besitzt ein Drehspul-Galvanometer und erlaubt die Isolationsmessung entweder mit eingebautem Magnetinduktor, der intermittierenden Gleichstrom liefert, oder mit Gleichstrom-Netzspannung von 110 bezw. 220 Volt auszuführen.

60. Isolationsprüfer (Fig. 46) mit einer eingebauten Batterie von etwa 20 Volt ausgestattet. Die Benutzung des Instruments kann entweder mit dieser Batterie (Meßbereich 1 Megohm) oder mit Netzspannung von 110 bezw. 220 Volt (Meßbereich 10 bezw. 20 Megohm) erfolgen.

61. Widerstandsmesser für Glühzünder, in seiner äußeren Form dem vorigen Apparat ähnlich, gestattet ein direktes Messen des elektrischen Widerstandes von Glühzündern.

62. Ferraris-Isolationsmesser (Fig. 47) für Wechselstrom. Die Messung erfolgt mit der Netzspannung.

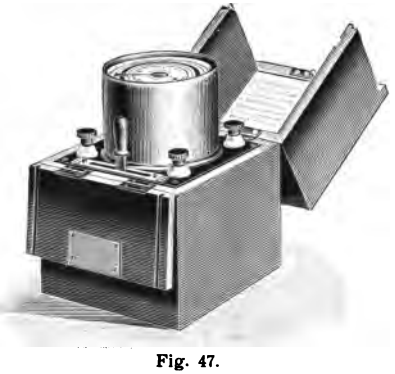


Fig. 47.

Fig. 48.

63. Isolationsmesser (Fig. 48), dient als Kontroll-Instrument. Er hat keine eigene Stromquelle, braucht vielmehr eine besondere Meßbatterie, falls nicht mit der Betriebsspannung gemessen werden soll. Bei Verwendung einer Meßbatterie kann er in Wechselstrom- und Drehstrom-Anlagen während des Betriebes verwendet werden.

Digitized by Google

64. Isolationsschaltung (Fig. 49) zur Messung von Isolationswiderständen bis etwa 1000 Megohm in Hochspannungsanlagen während des Betriebes und zur Prüfung der Isolation von Kabeln, während dieselben unter Hochspannung liegen (in Kabelfabriken u. s. w. zu verwenden).

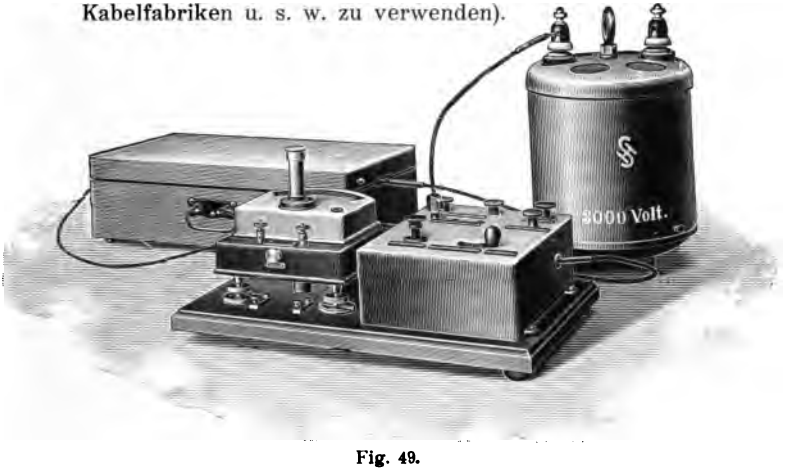


Fig. 49.

65. Ohmmeter (Fig. 50) zum direkten Ablesen von Widerständen, dient zum Anschluß an eine konstante Gleichstromspannung von 2—10 Volt mit verstellbarem magnetischen Nebenschluß, mit dessen Hülfe die Einflüsse von Abweichungen von obigen Spannungen kompensiert werden können.

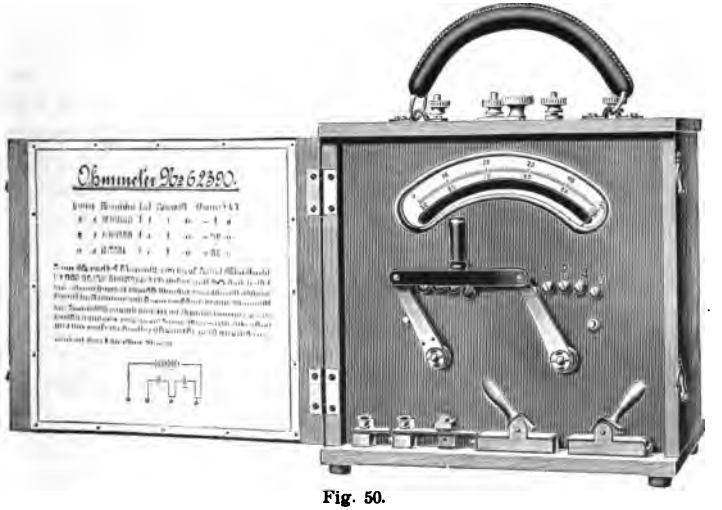


Fig. 50.

Digitized by Google

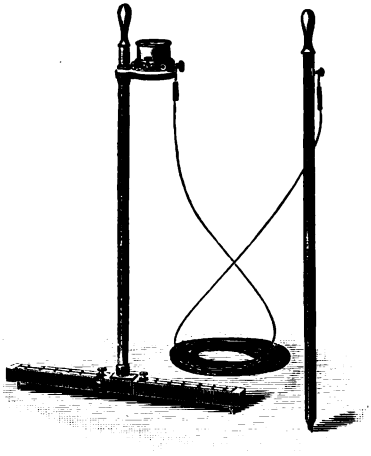


Fig. 51.

66. Apparat zur Messung des Widerstandes von Schienenstößen elektrischer Bahnen (Fig. 51). Dieser gestattet keine direkte Messung des Widerstandes in Ohm, sondern liefert den Vergleich des Übergangswiderstandes mit dem Widerstande eines fortlaufenden Schienenstückes; durch leichte Rechnung kann indessen der Widerstand in Ohm erhalten werden.

67. Isolations- und Ladeschaltung (Fig. 52) zum Anschluß an ein Spiegel-Galvanometer nach Deprez-d'Arsonval. Isolations-Meßbereich 0 — 150000 Megohm, Kapazitäts-Meßbereich abwärts bis etwa 0,0001 Mikrofarad bei 110 Volt Meßspannung.

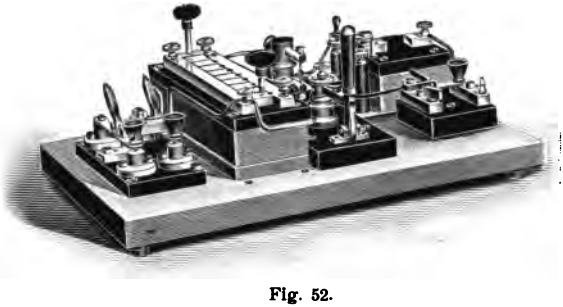


Fig. 52.

Zubehör: *a*) *Kondensator* in einer Abteilung von 0,1 Mikrofarad; *b*) *Kondensator* in zwölf Abteilungen, von 0,001 bis 1 Mikrofarad schaltbar, *c*) *Widerstand* mit Abzweigklemmen (1 Megohm in 10 Abteilungen von je 100000 Ohm), an Stelle des eingebauten 100000 Ohm-Widerstands als Vergleichs-Widerstand bei hohen Meßspannungen zu verwenden.

d) Galvanometer, Elektrodynamometer und Elektrometer mit Spiegelablesung.

68. Spiegel-Galvanometer nach Deprez-d'Arsonval (Fig. 53). Diese Art von Instrumenten kennzeichnet sich bekanntlich durch eine bewegliche Spule, welche in einem kräftigen Magnetfelde schwingt. Ihre besonderen Merkmale und Vorzüge sind folgende.

Digitized by Google

Die Galvanometerausschläge sind infolge eines vollständig homogenen Magnetfeldes in weiten Grenzen proportional dem durchgesandten Strom. Die Spulensysteme sind leicht und bequem auswechselbar. Dadurch ist es möglich, unter Verwendung desselben Unterteiles ein für die jeweiligen Messungen am besten geeignetes schwingendes System zu benutzen. Die Spule des beweglichen Systems ist mit einer Dämpfungswicklung versehen. Für besondere Zwecke (ballistische Messungen) erhält das bewegliche System eine Beschwerungseinrichtung zur Erzielung großer Schwingungsdauer bei kleinem Dämpfungsfaktor. Mittels eines magnetischen Nebenschlusses kann die Empfindlichkeit um etwa 35% beliebig variiert werden. Die Hauptteile des Instruments zeigt Fig. 54.

Als Nebenapparate dienen

69. Nebenschluß (Fig. 55), welcher so angeordnet ist, daß die Dämpfung des Instruments unabhängig von der jeweiligen Stöpselung bleibt.

Fig. 53.

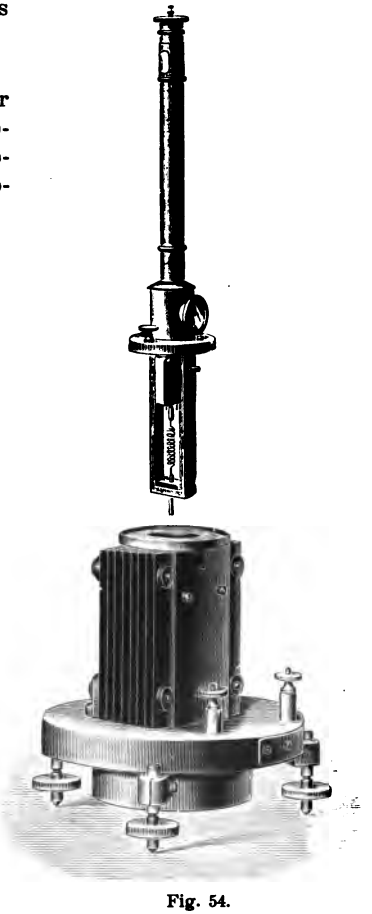


Fig. 54.

Digitized by Google

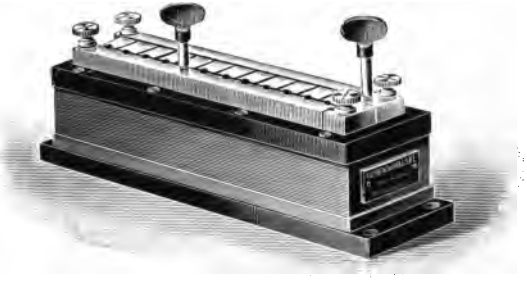


Fig. 55.

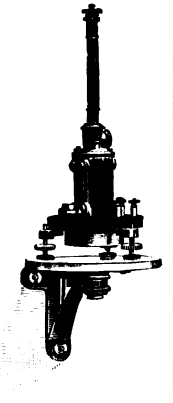


Fig. 57.

Fig. 56.

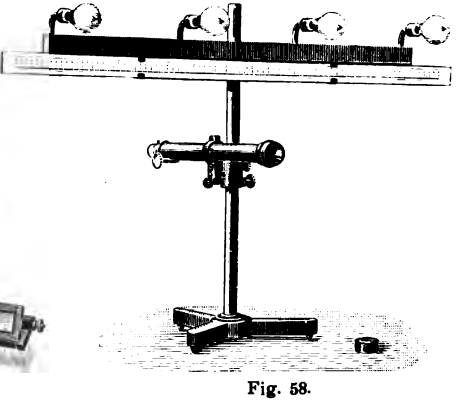


Fig. 58.

Digitized by Google

70. Vertikale Ablesevorrichtung (Fig. 56), deren Vorzug neben dem geringen Raumbedarf in der bequemen Lage der Skale für den Beobachter und sehr großer Intensität des Lichtzeigers liegt, sodaß selbst in hellen Räumen eine Ablesung möglich ist. Vorwiegend für Nullmethoden bestimmt.

71. Horizontale Ablesevorrichtung (Fig. 57) für Ausschlagsmethoden.

72. Fernrohr (Fig. 58) zur Skalenablesung bei Entfernung zwischen Instrument und Skale von über 2 *m*, mit 40-facher Vergrößerung, während die kleinere Ausführungsform dieses Fernrohres eine 20-fache Vergrößerung besitzt.

73. Kugelpanzer-Galvanometer nach du Bois und Rubens (Fig. 59). Im Gegensatz zu den vorstehenden Drehspulen-Galvanometern besitzt dieses „Nadel-Galvanometer" feststehende Wicklung und ein bewegliches Magnetsystem. Es erhält durch zwei konzentrische Kugelpanzer und einen als Transportgehäuse ausgebildeten dritten Zylinderpanzer etwa 1000-fachen Schutz gegen äußere magnetische Störungen, und es wird zweckmäßig überall dort verwendet, namentlich für wissenschaftliche Arbeiten, wo magnetische Störungen durch Straßenbahnen u. s. w. vorhanden sind, und wo die Empfindlichkeit des Spiegel-Galvanometers nach Deprez-d'Arsonval nicht ausreicht.

Fig. 59.

Digitized by Google

Fig. 60.

74. Aufhängevorrichtung nach Julius.

Zur Beseitigung des Einflusses mechanischer Erschütterungen werden Spiegel - Galvanometer auf einer besonderen Vorrichtung aufgestellt. Fig. 60 zeigt eine solche in besonderer Ausführung zur erschütterungsfreien Aufstellung des Kugelpanzer - Galvanometers. Die Ablesung erfolgt ebenfalls mittels des Fernrohres Nr. 72.

Digitized by Google

75. Wirbelstromfreies Spiegel-Elektrodynamometer (Fig.61) zur Messung schwacher Wechselströme. Das Instrument besitzt, wie alle Dynamometer, eine feststehende und eine bewegliche Wicklung. Bei der Ausführung desselben ist besonders darauf Gewicht gelegt, alle Metallmassen, soweit sie nicht zur Stromleitung nötig sind, zu vermeiden. Das vollständig wirbelstromfreie Instrument kann für genaue Energiemessungen mit und ohne Phasen-Verschiebung benutzt werden. Das Instrument ist mit einer präzis wirkenden, ebenfalls tunlichst aus Isoliermaterial hergestellten Luftdämpfung ausgerüstet.

Fig. 61.

76. Elektrometer nach Beggerow (Fig. 62) mit zwei verstellbaren Elektroden und einer beweglichen Nadel, bestehend aus einem sehr dünnen Metallband von sehr kleiner Kapazität, mit Mikroskop und Okularmikrometer zur Ablesung, in geschlossenem Metallkasten mit Bernstein- und Bergkristall-Isolation und Lufttrocknung durch metallisches Natrium. Meßbereich 0,1 bis 50 Volt bei einem Hülfspotential von etwa 300 Volt.

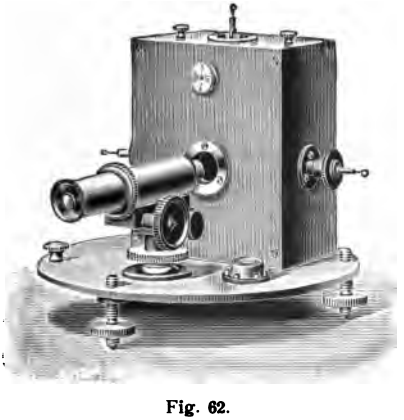


Fig. 62.

Digitized by Google

III. Schalttafel-Instrumente für die verschiedenen Stromarten.

a) Registrier-Apparate.

77. Registrier-Apparat mit absatzweiser Registrierung (Fig. 63). Für die Aufzeichnung der im Betriebe elektrischer Laboratorien vorkommenden Schwankungen werden von der Firma Strom-, Spannungs- und Leistungs-Registrier-Apparate mit absatzweiser Registrierung ausgeführt. Bei diesen wird ein 45 *m* langer Papierstreifen durch ein Uhrwerk mit Präzisionsunruhe mit einer bestimmten Geschwindigkeit unter dem Zeiger fortbewegt, während letzterer in gleichen Zeitabschnitten durch einen Bügel gegen den Papierstreifen gedrückt wird und mittels Farbbandes durch eine Reihe von Punkten die Strom-, Spannungs- bezw. Leistungskurve aufzeichnet. Für *Gleichstrom* werden die Registrier-Apparate mit Präzisions-Instrumenten nach dem Deprez-d'Arsonval-Typus ausgerüstet, als Strom- oder Spannungs-Registrier-Apparate oder auch als Universal-Registrier-Apparate für beide Zwecke unter Verwendung von Nebenschlüssen bezw. Vorschaltwiderständen. Für *Wechselstrom* sind möglichst aperiodisch gedämpfte, elektromagnetische Strom- und Spannungszeiger gewählt. In *Hochspannungs*-Anlagen, sowie zur Registrierung von *starken Strömen*, werden die Registrier-Apparate in Verbindung mit Strom- und Spannungs-Transformatoren benutzt. Dabei kann unter Verwendung eines passenden Umschalters ein Registrier-Apparat mit mehreren Transformatoren zusammen geeicht werden.

Fig. 63.

78. Spannungs-Transformator (Fig. 64).

Digitized by Google

79. Strom-Transformator (Fig. 65). Die Leistungs-Registrier-Apparate für Gleichstrom und Wechselstrom besitzen das System der Präzisions-Wattmeter (vgl. Nr. 50).

Fig. 64.

80. Registrier-Apparate mit Funken-Registrierung. Zur Aufnahme sehr schnell veränderlicher elektrischer Vorgänge, wie z. B. zum Erkennen des Strom- bezw. Leistungs-Verlaufes beim Anfahren elektrischer Trambahnen oder beim Ein- und Ausschalten elektrischer Kräne werden neuerdings Instrumente mit Funken-Registrierung angefertigt. Diese besitzen ein fast aperiodisch gedämpftes, leichtes und schnellschwingendes System, sodaß die Zeigerstellung tatsächlich den momentan vorhandenen elektrischen Größen entspricht. Die Zeigerstellung wird durch einen das Registrierpapier durchschlagenden Funkenstrom

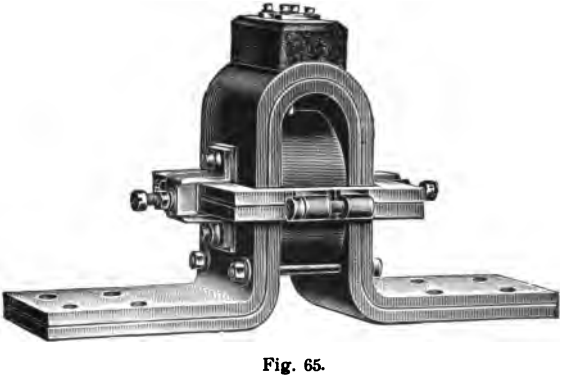


Fig. 65.

kontinuierlich aufgezeichnet. Registrier-Apparate dieser Art werden zunächst als Strom- und Spannungszeiger für Gleichstrom und als Leistungszeiger für Gleichstrom, Wechselstrom und Drehstrom hergestellt.

Digitized by Google

Fig. 66 gibt einen Teil der Abbildung eines Registrierstreifens in halber natürlicher Größe, auf welchem die Anlaufstromstärke eines durch eine leerlaufende Drehstrommaschine belasteten 150-pferdigen Motors aufgezeichnet ist.

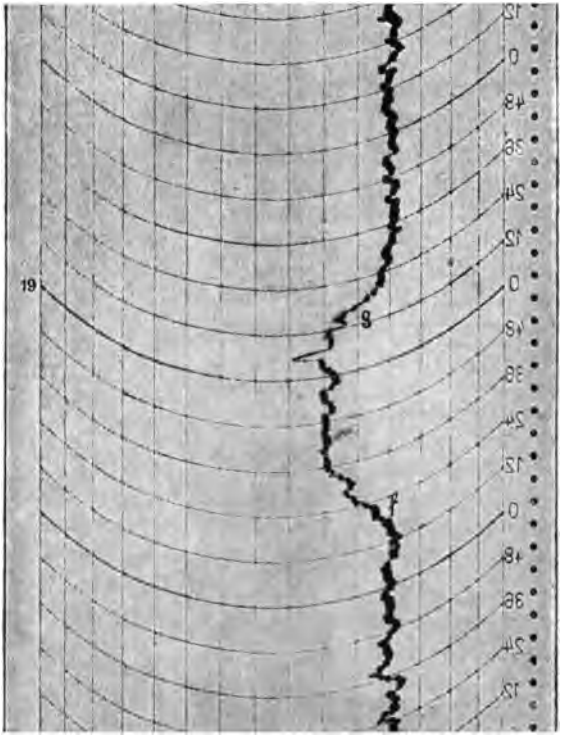


Fig. 66.

b) Ferraris-Instrumente.

Die Vorteile der von der Firma hergestellten Ferraris-Instrumente sind im wesentlichen folgende: Großes Drehmoment des beweglichen Systems, daher sichere Einstellung; unveränderliche Nullpunktsstellung; vorzügliche Dämpfung, selbst bei den Instrumenten mit langem Zeiger; übersichtliche und auf Wunsch nahezu gleichmäßig unterteilte Skale von 120 Bogengrad Länge, daher große Genauigkeit der Ablesung; Unabhängigkeit der Instrumente von benachbarten Starkstromleitungen. Durch

Digitized by Google

Verwendung von Strom- und Spannungs-Transformatoren bei hohen Stromstärken und hohen Spannungen ist eine gefahrlose Anordnung der Instrumente ermöglicht.

Für Drehstrom-Anlagen empfiehlt es sich bisweilen, die erforderlichen Instrumente auf einer Säule anzuordnen.

81. Universalzeiger (Fig. 67). Bei diesem sind Strom-, Spannungs- und Leistungszeiger in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht, was vollkommen unbedenklich ist, da sich die Instrumente gegenseitig nicht beeinflussen. Leistungszeiger und

Fig. 67.

Stromzeiger werden an einen gemeinsamen Strom-Transformator, Leistungszeiger und Spannungszeiger an einen gemeinsamen Spannungs-Transformator angeschlossen.

Digitized by Google

82. Strom-Transformator (Fig. 68) ist für 200 Amp. und 20000 Volt Betriebsspannung gebaut. Diese Transformatoren werden auch für Ströme bis 200 Amp. und 30000 Volt Spannung ausgeführt.

Fig. 68.

83. Spannungs-Transformator für eine Betriebsspannung von 20000 Volt; er wird auch für eine solche von 30000 Volt hergestellt.

Fig. 69.

Fig. 70.

Digitized by Google

84. Strom-Transformator (Fig. 69) für 100 Amp. und 20000 Volt Betriebsspannung.

85. Spannungs-Transformator (Fig. 70) für eine Betriebsspannung von 6000 Volt.

86. Ferraris-Spannungszeiger (Fig. 71), als Schalttafel-Instrument ausgeführt. Bei Strom- und Spannungszeigern, welche über den ganzen Meßbereich der Skale gebraucht werden, kann eine nahezu gleichmäßig verlaufende Teilung vorgesehen werden, und zwar durch eine gesetzlich geschützte Federanordnung.

Fig. 71.

87. Ferraris-Spannungszeiger mit abgekürzter Skale und

88. Ferraris - Stromzeiger, beide in der äußeren Form als Schalttafel-Instrumente ähnlich Nr. 86.

Fig. 72.

89. Steuer-Apparat (Fig. 72), nach dem Ferrarisschen Drehfeldprinzip gebaut, zum Konstanthalten der Spannungen in Wechselstrom- u. Drehstromanlagen. Er betätigt ein Klinkwerk oder eine elektromagnetische Kupplung, welche Apparate dann die Regulierung der Spannung vornehmen. In kleineren Anlagen genügt auch die Betätigung eines akustischen oder optischen Signals.

Digitized by Google

90. Phasen-Indikator mit Lampengehäuse (Fig. 73) zur Bestimmung der Phasengleichheit beim Parallelschalten von Drehstrom-Generatoren. Der Apparat ist hier mit aperiodischen Spannungszeigern abgebildet, wird aber für Anlagen, welche Ferraris-Instrumente besitzen, auch mit solchen geliefert. Außer einem Spannungszeiger, welcher die an den Maschinenklemmen herrschende Spannung erkennen läßt, ist ein Lampengehäuse vorhanden, dessen drei Glühlampen in geeigneter Anordnung geschaltet sind, sodaß sie nacheinander aufleuchten und aus dem Drehungssinn des Aufleuchtens erkennen lassen, ob die Antriebsmaschine zu schnell oder zu langsam läuft. Ein zweiter Spannungszeiger ist zu einer der Lampen parallel geschaltet und läßt den Moment der Phasengleichheit genauer erkennen als die Glühlampe.

Fig. 73.

Fig. 74.

91. Präzisions-Leistungszeiger (Fig. 74) nach dynamometrischem Prinzip, besonders für Wechselstrom und Drehstrom, enthält das System der Präzisions-Wattmeter Nr. 50.

Digitized by Google

IV. Kompaß-Fernübertragung.

Infolge der großen Eisen- und Stahlmassen in den modernen Kriegsschiffen wird das erdmagnetische Feld an den meisten Stellen, wo der Kompaß benutzt werden muß, nicht allein stark geschwächt, sondern es kann durch die unvermeidliche Bewegung großer magnetischer Körper, z. B. der Drehtürme und Geschütze, eintreten, daß das erdmagnetische Feld auch Richtungsänderungen erleidet. Es ist daher schon lange ein großes Bedürfnis nach einer sicher wirkenden Kompaß-Fernübertragung vorhanden gewesen; dieselbe muß aus einem primären Kompaß (auch Mutter- oder Geber-Kompaß genannt) bestehen, welcher an einem magnetisch günstigen Ort des Schiffes Aufstellung findet, wo die genannten Einflüsse verschwindend gering sind, und aus einem bezw. mehreren sekundären Kompassen (auch kurzweg Empfänger genannt), welche zu jeder Zeit genau die Stellung der Rose des primären Kompasses erkennen lassen und von äußeren magnetischen Einflüssen vollständig unabhängig sind. Die ausgestellte Kompaß-Übertragung erfüllt diese Bedingungen in weitgehendstem Maße; sie beruht auf dem bolometrischen Prinzip und arbeitet ohne jedes Relais.

92. Primärer Kompaß (Fig. 75); er hat dieselbe Form und dieselben Zubehörteile der gewöhnlichen, an Bord der deutschen Schiffe befindlichen Kompasse. Als Rose ist jedoch die Kaiserrose verwendet, welche wegen der an der Peripherie befindlichen Magnete sich für den vorliegenden Zweck besonders eignet. Mit der Rose verbunden ist eine Glimmerplatte mit Stanniolbelag. Der letztere enthält einen hörnerförmigen Ausschnitt, durch welchen die Strahlen der oberhalb angeordneten kräftigen Glühlampe auf die unterhalb der beweglichen Rose festliegende bolometrische Anordnung fallen. Je nach der Stellung der Rose werden andere Teile der bolometrischen Anordnung, welche radial gitterförmig angeordnet ist, bestrahlt. Durch die Bestrahlung treten Widerstands-Veränderungen ein, welche wieder Strom-Veränderungen in der mit dem Gitter in Verbindung stehenden Schaltung aus festen Widerständen hervorrufen, die ihrerseits veranlassen, daß die Rose des sekundären Kompasses genau

Digitized by Google

denselben Kurs anzeigt wie die Rose des primären Kompasses. Der Elektromagnet des sekundären Kompasses sowohl, als auch die Glühlampe und bolometrische Anordnung erhalten ihren Strom von der jeweilig vorhandenen Starkstromanlage (Gleichstrom). Die Spannungsschwankungen der letzteren haben keinen Einfluß auf die Genauigkeit der Übertragung.

Fig. 75.

Digitized by Google

93. Sekundärer Kompaß (Fig. 76); er besteht in der Hauptsache aus einem Meßinstrument der Deprez-d'Arsonvalschen Type mit einem hufeisenförmigen Elektromagneten (vgl. Nr. 34). Die bewegliche Spule desselben enthält zwei Wicklungen, welche differential wirken und von Strömen durchflossen werden, die in ihrer Stärke von den Widerstandsänderungen der bolometrischen Anordnung im primären Kompaß abhängen. Mit der beweglichen Spule fest verbunden ist die Rose des sekundären Kompasses. Durch eine besondere Vorrichtung ist es ermöglicht, daß die Rose ganze Umdrehungen ausführen kann, ohne daß die Zuleitungsspiralen zu den beweglichen Wicklungen beschädigt werden. Außer dem durch Fig. 76 dargestellten sekundären Kompaß ist auch eine zweite, kleinere und leichtere Form eines sekundären Kompasses ausgestellt.

Fig. 76.

94. Schalttafel, welche die nötigen Sicherungen, Schalter, Meß-Instrumente und Anschlußklemmen (für die Stromquelle, Geber und Empfänger) enthält.

Dieses Kompaß-Fernübertragungssystem besitzt mehrere Vorteile: Die Empfängerrose gibt sofort nach Einschaltung des Gebers denselben Kurs wie die primäre Rose an, ohne daß eine besondere Einstellung der Rose nötig wäre. — Der bewegliche Teil des sekundären Kompasses ist vorzüglich gedämpft, sodaß, sobald die Einrichtung Strom erhalten hat, die Stellung der Rose des sekundären Kompasses in jedem Moment mit der des primären Kompasses übereinstimmt. — Die sekundäre Rose folgt der Drehung der primären Rose kontinuierlich, nicht etwa sprungweise. Der primäre Kompaß kann sich vollständig frei

Digitized by Google

einstellen und ist durch Kontakte nicht behindert. Bei der halben Stärke der normalen Richtkraft stellt er sich noch mit genügender Sicherheit ein. — Die anfangs erfolgte Einstellung der Apparate ist für längere Zeit maßgebend; so wurde z. B. bei den auf *S. M. S. Württemberg* vorgenommenen, mehrere Monate dauernden Versuchen die ursprüngliche Einstellung der Apparate nicht im geringsten verändert. — Die Apparate arbeiten ohne jedes Relais und es sind Teile, welche der Abnutzung unterworfen sind, und die dadurch die Sicherheit der Übertragung beeinflussen könnten, nicht vorhanden. Die große Glühlampe für die Bolometer-Anordnung kann ohne weiteres durch eine andere ersetzt werden, ohne daß dadurch Fehler hervorgerufen würden.

Ein solches Übertragungssystem, dessen Geber gleichzeitig mehrere Empfänger betätigen kann, ist bereits von der holländischen Marine vor einigen Jahren (auf dem Panzerschiff *Piet Hein* und *Kortenaer*) zur Erprobung aufgestellt worden. Die Resultate waren sehr ermutigend, trotzdem der Versuchs-Apparat der erste gebaute Apparat war. Seitdem ist das System bordmäßig durchgebildet und mit manchen wesentlichen Verbesserungen prinzipieller und konstruktiver Art versehen. Mit dem verbesserten Apparat wurden im Laufe des Jahres 1903 bei den erwähnten Versuchen an Bord *S. M. S. Württemberg* sehr zufriedenstellende Ergebnisse erzielt; namentlich wurden auch beim Schießen mit größeren Geschützen, die in nächster Nähe der Apparate sich befanden, letztere nicht gestört.

Sommer & Runge

Berlin SW., Wilhelmstrasse 122.

Mechanische Werkstätte.

Nr. 1 in A, Nr. 2—5 in D.

1. Teilmaschine, zugleich Komparator.

Die Teilmaschine ist mit einer Gewindespindel mit leicht auslösbarer Mutter versehen und mit zwei Mikroskopen ausgerüstet. Die nutzbare Länge beträgt 1 *m*; direkte Ablesung von 0,001 *mm*.

2. Petroleumprober nach Abel, mit Reserveeinsatz.

Digitized by Google

3. **Flammpunktprüfer** nach Pensky-Martens.
4. **Viskosimeter** nach Engler.
5. **Siedeapparat** zur Untersuchung von Mineralölen für die zollamtliche Abfertigung.

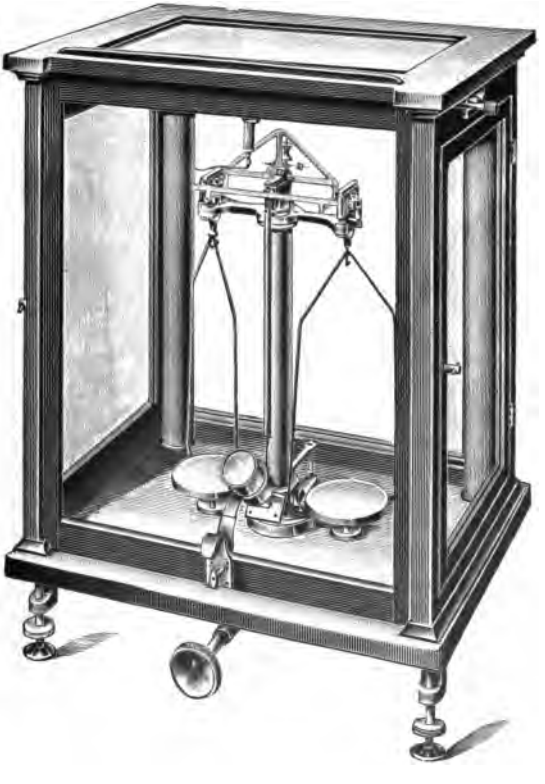
Wilh. Spoerhase vorm. C. Staudinger & Co.

Giessen (Hessen).

Fabrik für Feinwagen und Gewichte zu physikalischen, chemischen und technischen Zwecken.

Nr. 1—4 in A.

1. **Analytische Wage Nr. 1a,** (vgl. die Figur) Maximalbelastung 200 *g*, Empfindlichkeit 0,1 bis 0,05 *mg*; für feinste analytische



Digitized by Google

Wägungen bestimmt, mit Einrichtung für genaue Ablesung. Gegen Oxydation vollkommen geschützt. Achsen und Lager, sowie sämtliche Berührungsstellen der Gehänge mit der Arretierung bestehen aus Achat, die Balken aus Argentan. Sicher wirkende Reiterverschiebung und vollkommene Arretierung.

2. **Analytische Wage Nr. 2,** Maximalbelastung 200 *g*, Empfindlichkeit 0,1 *mg*. Die Wage hat dieselbe Einrichtung wie Nr. 1a und ist hauptsächlich für Universitäts-Laboratorien bestimmt.

3. **Analytische Wage Nr. 3,** Maximalbelastung 200 *g*, Empfindlichkeit 0,1 *mg*, für Fabrik- und Handels-Laboratorien. Achsen und Lager, sowie die Kontaktstellen der Gehänge mit der Arretierung bestehen aus Achat.

4. **Analytische Wage Nr. 3b,** Maximalbelastung 200 *g*; Empfindlichkeit 0,2 *mg*. Achsen und Lager, sowie die Berührungsstellen der Gehänge bestehen aus Achat. Die Wage eignet sich besonders für Übungs-Laboratorien.

P. Stückrath

Friedenau bei Berlin, Albestr. 11.

Nr. 1 u. 2 in A.

1. 200 Gramm-Wage.

Die im Jahre 1903 gefertigte Wage dient zur Vergleichung der Massen von Gewichten von 200 *g* bis 10 *g*. Der Balken ist aus Bronze, Gehänge und Schalen sind aus einer Aluminiumlegierung (B-Metall von C. Zeiß in Jena), die Pfannen aus Achat, die Mittel- und Endschneiden aus bestem Stahl hergestellt. Die Ablesung der Skale soll später mittels Fernrohrs geschehen. Sämtliche Bewegungen der Arretierung und des Transporteurs für die selbsttätige Vertauschung der Schalenbelastung sind zwangsläufig; der Transporteur bewegt sich auf einem Kugellager. Auf jeder Seite des Balkens können je sechs Zulagegewichte in Form von Reitern ohne Öffnung des Wagekastens aufgelegt werden. Letzterer ist aus Leichtmetall gearbeitet. Die Empfindlichkeit der Wage beträgt bei der größten zulässigen Belastung mindestens fünf Skalenteile für 1 *mg*.

Digitized by Google

2. Druckwage zur Messung hoher Drucke, bis 1000 *kg/qcm.*

Der Apparat besteht aus einem ungleicharmigen Wagebalken (Verhältnis 1 : 10), dessen längerer Hebel durch Gewichte belastet wird, während auf das Gehänge des kurzen Hebelarms ein beweglicher Stempel drückt, der oben gegen die Druckflüssigkeit (verdünntes Glyzerin) durch eine Manschette aus Goldschlägerhaut abgedichtet ist. Um den Reibungseinfluß dieser Manschette zu beseitigen, ist eine Vorrichtung zum Drehen des Stempels angebracht, durch welche erreicht wird, daß die Unterschiede zwischen den Druckangaben bei Belastung und Entlastung für Drucke bis 200 *kg/qcm* nur 0,02 und bis 400 *kg/qcm* nur 0,2 *kg/qcm* betragen. Die relative Genauigkeit der Druckmessungen kann auf weniger als die Hälfte dieser Beträge angenommen werden, während die absolute Genauigkeit von der Genauigkeit abhängt, mit welcher der Querschnitt des Hohlzylinders bestimmt ist, in dem sich der Stempel bewegt. Aus der Vergleichung zweier solcher Druckwagen ergab sich eine Übereinstimmung beider Angaben von 0,1 bis 0,2 bei 300 *kg/qcm* und von 0,5 bei 400 *kg/qcm.* (Vgl. *Zeitschr. f. Instrkde.* ***23.*** *S. 176. 1903* und Wiebe, *Zeitschr. f. kompr. u. flüss. Gase* ***1.*** *Heft 1, 2, 5, 6. 1897.*)

Ludwig Tesdorpf

Stuttgart, Forststrasse 71.

Werkstatt für wissenschaftliche Präzisionsinstrumente.

Nr. 1—19 in A, Nr. 20 in D.

1. Transportables Passage-Instrument. (Fig. 1.)

Objektivöffnung 48 *mm*, 2 Okulare mit 36- und 52-facher Vergrößerung. Aufsuchekreis 15 *cm*, $^1/_2{}^0$-Teilung, 1' Ablesung. Vertikal-Feinbewegung. Der Unterbau besteht aus Gußeisen, der Libellenträger samt Halter u. s. w. dagegen ausschließlich aus Magnalium und Aluminium. Die Konstruktion ist so angeordnet, daß in den einzelnen Teilen keinerlei Spannungen auftreten können.

Zur Korrektion der 3,5" Kammerlibelle ist eine Elevationsschraube mit 0,2 *mm* Ganghöhe vorhanden. Die komplette Reiterlibelle einschließlich Spiegel wiegt nur 1,250 *kg.* Das Instrument ist für Zenit- und Nadirbeobachtungen eingerichtet, kann also auch als Lotungsinstrument Verwendung finden.

Digitized by Google

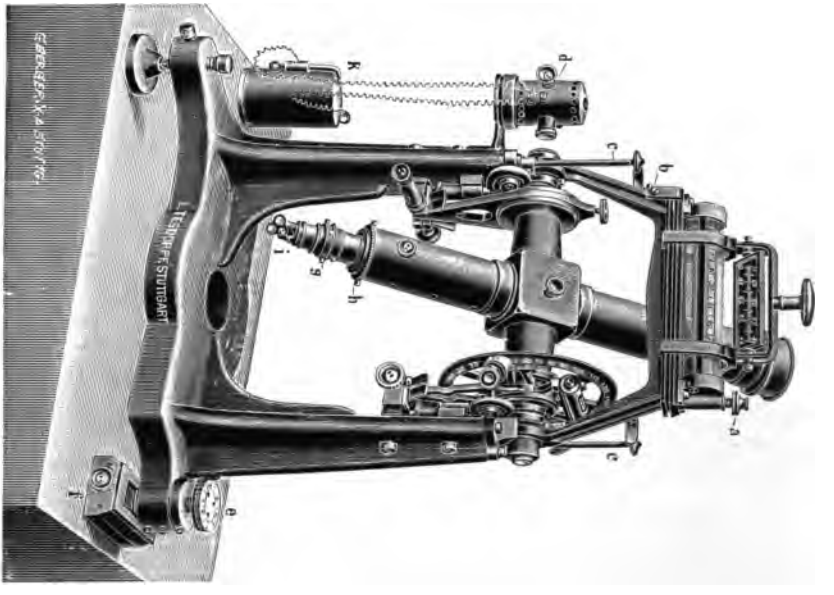


Fig. 1.

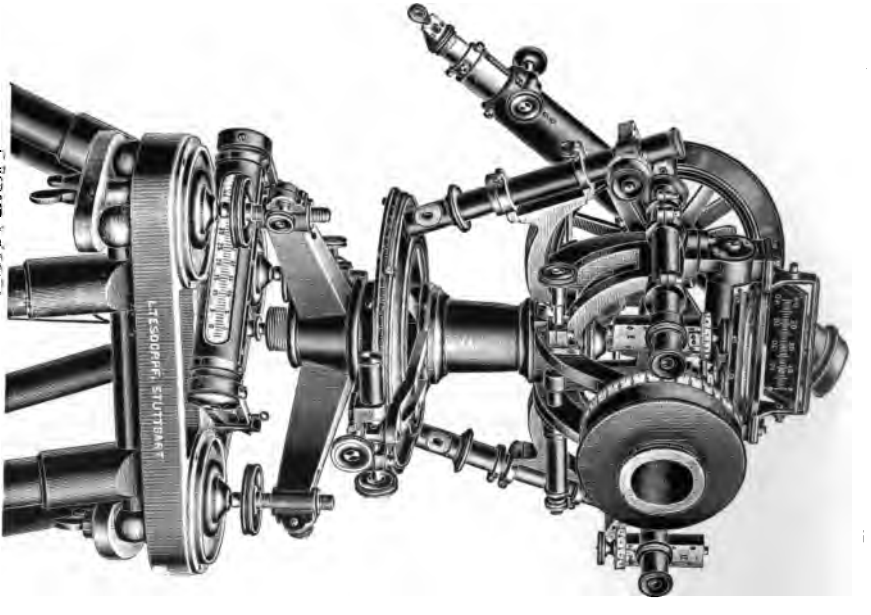


Fig. 2.

Digitized by Google

2. Großes Reise-Universal-Instrument neuester Konstruktion, nach Angaben von Prof. L. Ambronn, Göttingen. (Fig. 2.)

Dasselbe unterscheidet sich von den bisher gebräuchlichen Typen insbesondere dadurch, daß für die beiden Höhenkreismikroskope ein besonderer, kräftiger, zweiarmiger Träger vorhanden ist, sodaß auch die Höhenkreismikroskope eine fast unveränderliche Position einnehmen. Auf diesen Träger wird das mit Reservoir versehene, etwa 8" empfindliche Querniveau mit Spiegel aufgesetzt. Durch diese Anordnung wird insbesondere für die Messung der Höhenwinkel eine bedeutend höhere Genauigkeit erreicht, als bei den bisherigen Typen. Beide Libellen, Reiterlibelle und Querniveau, sind mit Glasumhüllung versehen. An beiden Kreisen sind 10" direkt ablesbar, durch Schätzung noch bequem 5"; Fernrohr mit zwei Okularen, 24- und 34-fache Vergrößerung, Objektiv 37 *mm* Öffnung. Fernrohrachse durchbrochen, für Fadenbeleuchtung eingerichtet.

3. Tachymeter nach Wagner, mit korrigierbarem Okular-Fadendistanzmesser. (Fig. 3.)

Mittels des Distanzlineals parallel zum Fernrohre, ferner des am Träger unterhalb befestigten Lineales und des verschiebbaren Projektionsdreiecks lassen sich auf Grundlage der Formel $E = D \cos^2 \alpha$ sowohl die Projektion der schief gemessenen Distanz auf die Horizontale, als auch die Höhendifferenzen der anvisierten Punkte, reduziert auf den Instrumenten-Standpunkt, ohne jede Rechnung, im Maßstab 1 : 1000, sofort mit einer Genauigkeit von 0,1 *mm* = 1 *dm* der wahren Länge ablesen. Die Teilung auf den Linealen kann auch für den Maßstab 1 : 2000 oder 1 : 2500 ausgeführt werden.

4. Orientierungs-Instrument.

Dieses Instrument, speziell für Orientierung von Minenzügen bestimmt, besitzt einen Horizontalkreis von 15 *cm*, $^1/_3{}^0$-Teilung, 20"-Ablesung. Läßt man vom Okular aus einen Lichtstrahl in das 33-fach vergrößernde Fernrohr fallen, so wird sich durch den Linsenaufsatz (auf den Objektivkopf aufsetzbar) ein stark verkleinerter Lichtpunkt zeigen. Die Nord-Süd-Marken des Bussolenkastens sind durch die Korrektionsschrauben so zu justieren, daß bei gleichen Vertikal-Winkelablesungen mit durchgeschlagenem Fernrohr, (also gleichen Neigungen der Kollimationsachse), dieser Licht-

Digitized by Google

punkt durch die Strichmarken beiderseits symmetrisch durchschnitten wird. Koinzidieren die Strichmarken der Magnetnadel dann mit diesen festen Marken, so ist auch die Magnetachse zuverlässig genau parallel zur Kollimationsachse des Fernrohrs eingestellt. Dieses indirekte Verfahren ist bequemer, als die früher übliche Beobachtung durch das Fernrohr und erleichtert die direkte Beobachtung der Strichmarke auf der Magnetnadel.

5. Kleinster Reise-Theodolit. (Fig. 4.)

Beide Kreise 7 *cm* Limbusöffnung. Teilungen auf Silber in $^1/_2{}^0$, 1' Ablesung. Exzentrisches Fernrohr, 12-fache Vergrößerung, Vertikal-Feineinstellung, Reversions-Nivellierlibelle, Okularprisma mit 2 Sonnengläsern, Okular-Distanzmesser auf Glas, mit 5 vertikalen Strichen für Sternbeobachtungen.

Die Bussolenplatte ist durchbrochen und wieder mit durchsichtigem Glas verschlossen, sodaß die unterhalb derselben gelagerte Stützenlibelle bequem ablesbar wird. Gewicht einschl. Kasten 1,90 *kg*. Gewicht des Stativs je nach Wahl 0,5—2 *kg*.

6. Großes Nivellier-Instrument nach R. Wagner.

Für Präzisions-Messungen *auf sehr große Entfernungen* sowie für große Hafen- und Brückenbauten und Pegelhöhen-Übertragungen bestimmt, wenn *bei schnell vorzunehmenden Ablesungen* trotzdem sehr genaue Resultate erzielt werden sollen.

Das Fernrohr hat 60-fache Vergrößerung. Die durch Metallverdeck gegen Wärmeeinflüsse u. s. w. geschützte Reversionslibelle (5—6") ist direkt vom Okular aus (durch Spiegelung im Innern) und durch eine seitlich angebrachte Lupenlinse ablesbar. (Siehe auch unter Nr. 7, 9, 10, 11.)

7. Patent-Nivellier-Instrument.

Das Fernrohr mit 24-facher Vergrößerung ruht auf 4 Karneolprismen. Reversionslibelle etwa 10" Empfindlichkeit. Die genaue Ablesung der Libellenblase ist direkt vom Okular aus, ohne Verrückung des Auges möglich, was große Bequemlichkeit bietet. Für die Anordnung der Libelle gilt das gleiche wie bei Nr. 6.

8. Bussolen-Repetitions-Theodolit (*Transit*-Instrument).

Fig. 5 zeigt ein ähnliches Instrument von kleineren Dimensionen.

Digitized by Google

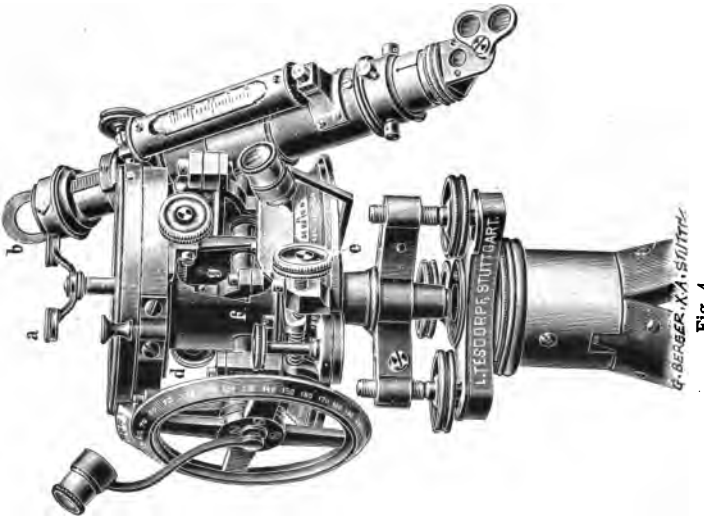


Fig. 4.

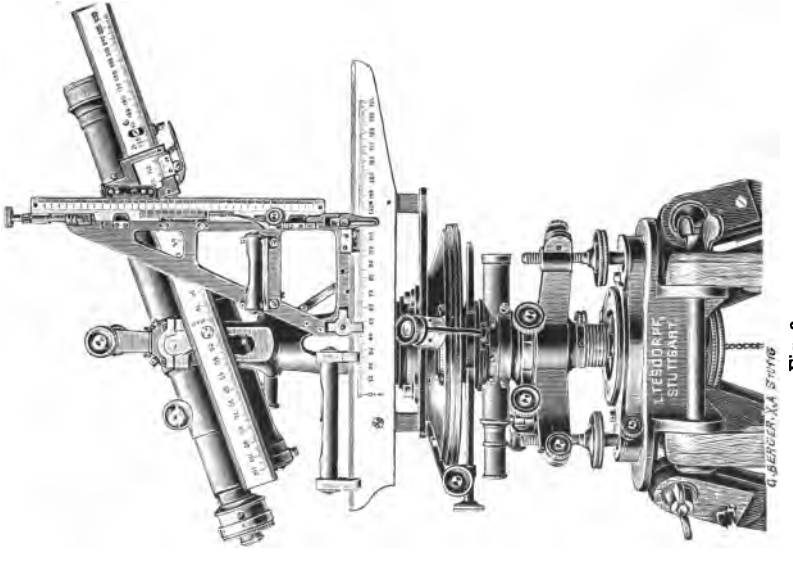


Fig. 3.

Digitized by Google

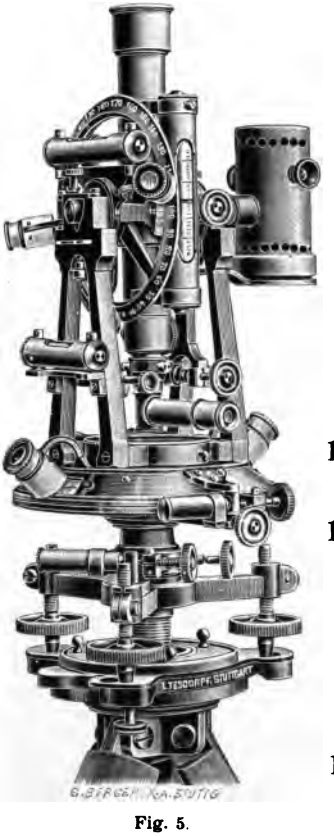


Fig. 5.

Fernrohr 33-fache Vergrößerung; Horizontalkreis 20 *cm*, $^1/_6{}^0$-Teilung, 10"-Ablesung; Höhenkreis 17 *cm*, $^1/_6{}^0$-Teilung, 10"-Ablesung. Am Rande außerdem noch $^1/_2{}^0$-Teilung zum bequemeren Aufsuchen der Gestirne. Für Terrain-Aufnahmen ist noch Prozentteilung vorhanden. Bussole zwischen den Stützen. Magnetnadel 120 *mm*. Laterne zur Beleuchtung des Fadenkreuzes.

9. **Patent-Taschen-Nivellier-Instrument** nach R. Wagner; 18-fache Vergrößerung, in Etui.

10. **Dasselbe,** mit 12-facher Vergrösserung, in Etui.

11. **Dasselbe,** mit 12-fach vergrößerndem, in Lagern drehbarem Fernrohr. Horizontalkreis 7 *cm*, $^1/_1{}^0$-Teilung, 2'-Ablesung.

Mit diesem Instrument lassen sich noch auf 80 *m* Entfernung bequem 0,5 *cm* ablesen.

12. **Kleiner Spiegelkreis** nach Wagner, in Taschenformat.

Dieses kleine, handliche Instrument eignet sich zu generellen Vermessungsarbeiten, insbesondere aber zum Abstecken von Kurven beim Eisenbahnbau.

13. **Kurven-Rektifikator** (Linienmesser) nach Kleritj, dient zur genauen Ausmessung von Begrenzungslinien.

14. **Spiegel-Hypsometer** aus Metall, speziell für Baumhöhenmessungen.

Es lassen sich mit diesem einfachen forstlichen Instrument sowohl rohe Nivellements, als auch Höhenmessungen (direkt in Meter) vornehmen. Nach einer Tabelle können auch Höhenwinkel- und Distanzmessungen ausgeführt, sowie Gefälle und Höhen in Prozenten ermittelt werden.

Digitized by Google

15a. Schmalkalder-Patent-Bussole (neueste Form), *grosses Modell.*

Der mit der Magnetnadel fest verbundene Teilkreis ($^1/_2{}^0$, 100 *mm* Durchmesser) schwingt unter einer Prismenlupe. Es lassen sich dadurch Horizontalwinkel bequem peilen. An dem Haardiopter ist ein beweglicher Spiegel angebracht, mit dessen Hülfe man astronomische Meridianbestimmungen ausführt, und auf Grund dieser kann die *örtliche Deklination* bequem und schnell bestimmt werden.

15b. Schmalkalder-Patent-Bussole, *kleines Modell,* einfachere Form.

16. Präzisions-Nivellier-Instrument.

Das auf vier Karneol-Prismen gelagerte und um seine Längsachse drehbare Fernrohr mit 33-facher Vergrößerung besitzt eine seitlich angebrachte, genau geschliffene Reversions-Libelle (etwa 6"). Horizontalkreis 10 *cm*, direkte Ablesung 1'. Mit der Distanzmesserschraube lassen sich bequem direkt Distanzen 1 : 100, sowie auch Höhen- und Tiefenunterschiede mit 0,1 % Genauigkeit ermitteln.

17. Diopter-Instrument (Prozent-Gefällmesser).

Der Höhenbogen ist mit Prozentteilung und außerdem noch mit $^1/_1{}^0$-Teilung (direkte Ablesung 10') versehen.

18. Kleiner Schnell-Topograph nach Angaben von General Pauli.

Der Instrumenten-(Diopter-)Kasten (10×10 *cm*), enthält die Visier- und Meßapparate für Höhen- und Distanzmessung, Horizontalwinkel- und Böschungsmessung; ferner kleines Aneroidbarometer, Orientierungsbussole, Maßstäbe (an den Seitenkanten des Kastens). Der Kasten mit zusammenklappbarem, leichtem Krokierbrett und Zubehör, Schrittmesser u.s.w. werden in einer Umhängetasche untergebracht. Die Aufnahmen können zu Pferde und zu Fuß geschehen. Für letztere, besonders bei genaueren Messungen, zusammenschiebbares Stockstativ.

Zum Instrument gehören: Eine Instruktion, drei Tabellen für Höhen- und Distanzmessung, sowie zur Korrektur der Aneroidbarometerablesung; besonderes Papier für Krokierbrett.

19. Kleiner Gruben-Kompaß nach Studer, mit Hängezeug und Zulegeplatte.

Digitized by Google

20. Großes Reise-Inklinatorium, zugleich auch zur Bestimmung der Vertikal-Intensität eingerichtet. (Fig. 6a u. 6b.)

Dieses Instrument, für das Institut für Meereskunde an der Kgl. Universität Berlin bestimmt, ist genau nach gleichem Prinzip ausgeführt wie das erste Instrument, welches s. Z. für die deutsche Südpolar-Expedition im Auftrage des Kgl. Magnetischen Observatoriums in Potsdam konstruiert wurde.

Der mit vier Speichen versehene Kreis *F*, welcher die Mikroskop-Lupen *M M*^{1}, die zur Ablesung der Stellung der Inklinationsnadel *N* an der Kreisteilung *K* dienen, trägt, dreht sich mit zentraler Achse in dem beliebig verstellbaren, ebenfalls ringförmigen Träger *G*.

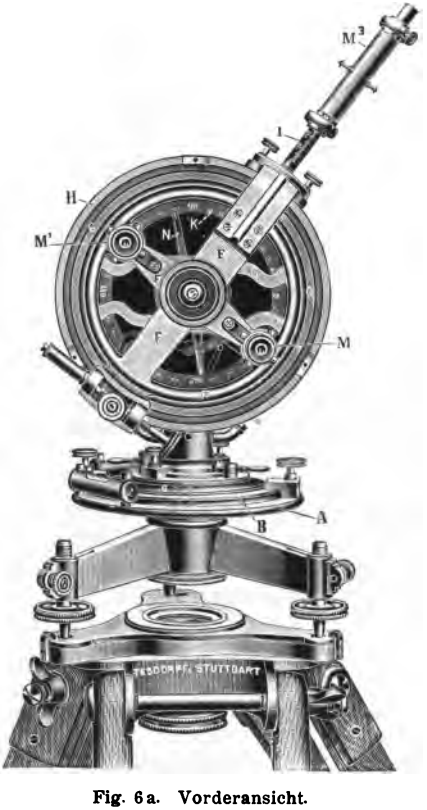


Fig. 6a. Vorderansicht.

Fig. 6b. Rückansicht.

Digitized by Google

Der Träger F besitzt in der Verlängerung einen zylindrischen Ansatz, welcher genau diametral den Ablenkungsmagneten M^3 aufnimmt. Die Mittelachse dieses Zylinders ist genau senkrecht zur Verbindungsachse, die durch die Mikroskopzentren geht, angeordnet. Die doppelte Drehung von F und G ist deshalb vorgesehen, um das Instrument in allen geographischen Breiten benutzen zu können.

Da in den Zonen nahe den Erdpolen die Inklinationsnadel eine fast vertikale Stellung einnimmt, in welcher ihre Bewegungsempfindlichkeit abnehmen würde, ist die Anordnung getroffen, daß einer derjenigen Ablenkungsmagnete M^3, welcher zu dem (nicht ausgestellten) *Reise-Magnet-Theodolit* gehört, nach jeder Richtung in seinen Eigenschaften geprüft ist und zur Bestimmung der Horizontal-Intensität gedient hat, kurz danach auch zur Bestimmung der Vertikal-Intensität Verwendung finden kann.

Zur Orientierung und Einstellung in den magnetischen Meridian ist eine kleine, runde Bussole beigegeben, die bequem abnehmbar ist und mit dem Oberbau ausgetauscht werden kann.

Mit Rücksicht auf geringes Gewicht, welches bei Schlitten-Expeditionen besonders in Betracht kommt, ist das Instrument, soweit angängig, aus Magnalium hergestellt.

Otto Toepfer & Sohn

Potsdam, Mammonstrasse 3.

Werkstätten für wissenschaftliche Instrumente.

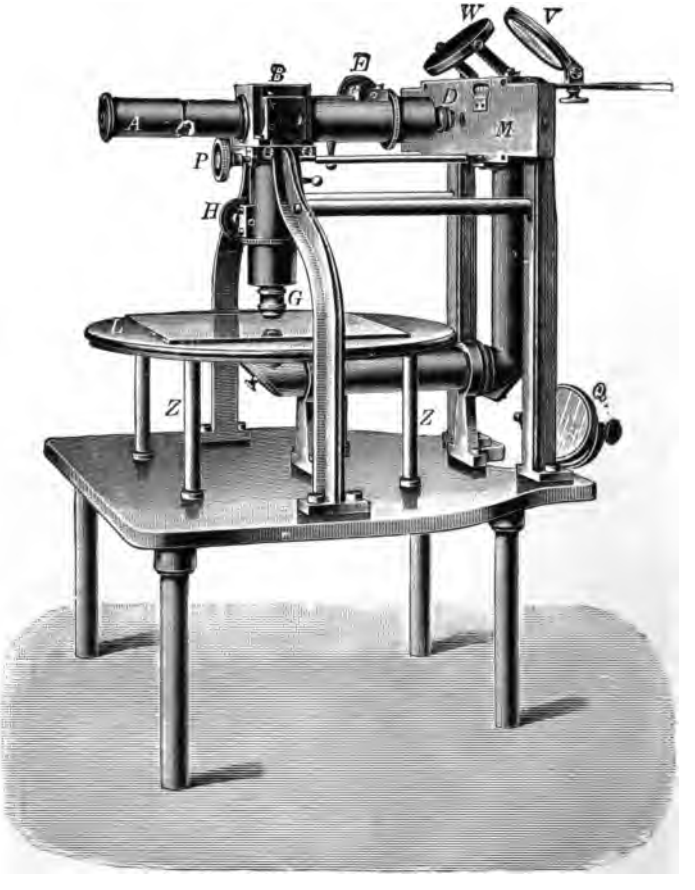
Nr. 1—4 in A, Nr. 5 u. 6 in B, Nr. 7—10 in D.

1. **Mikrophotometer** (vgl. d. Figur) nach J. Hartmann zur photographischen Messung von Flächenhelligkeiten (s. *Zeitschr. f. Instrkde. 19. S. 97. 1899*).

2. **Doppelt-gebrochenes Fernrohr** nach G. Müller, (*Equatorial coudé*) mit 55 *mm* Öffnung und 600 *mm* Brennweite, mit Okular-Keilphotometer für beliebige Polhöhe einzustellen, konstruiert für die Expedition nach dem Ätna zur Beobachtung der Absorption des Lichtes in der Erdatmosphäre.

Digitized by Google

3. Großer Meßapparat nach H. C. Vogel, zur Ausmessung von Spektren; Mikroskop durch Schlittenführung senkrecht zur Meßschraube verschiebbar, nutzbare Länge der Meßschraube 50 *mm*, Ganghöhe 0,5 *mm*, Ablesung 0,0005 *mm*.



4. Zenit-Kamera, Reiseinstrument nach Schnauder, mit einem gleichzeitig als Stativ dienenden Transportkasten; Kontroll-Libelle und Justierfernrohr.

5. Optische Bank nach J. Hartmann, zur rationellen Untersuchung von Objektiven mit folgendem Zubehör: Kleiner Spektrograph, Okular-Schraubenmikrometer mit zwei Okularen, ein Okularspektroskop *à vision directe*, drei Metallblenden, drei

Digitized by Google

Einsätze für den Objektträger, diverse Lochblenden, Objektivdeckel mit Zentrierspitze, Objektivkappe zur Vorschaltung verschiedener Lochblenden, Bunsenbrenner und Öllampe zur Beleuchtung u. s. w. (vgl. *Zeitschr. f. Instrkde. 24. S. 97. 1904.*)

6. **Reisemikroskop** (D. R. G. M. „Amicus"), dessen Stativ gleichzeitig einen Teil des Kastens bildet, zeichnet sich besonders durch seine Leichtigkeit und bequeme Transportfähigkeit aus. Größe des Instruments in transportfähigem Zustande 24×11×9 *cm*, Gewicht 1,7 bis 2 *kg*.

7. **Feinregistrierapparat** nach M. Eschenhagen mit 2- und 24-stündiger Umlaufszeit; besonders als stationärer und Expeditions-Apparat geeignet, mit aufklappbarem, leichtem Gehäuse, kräftigem Uhrwerk, automatisch arbeitendem Zeitmarken-Mechanismus; elektrische oder Petroleum-Lampe mit Spalt.

8. **Registrierendes Deklinations-Variometer** nach M. Eschenhagen; für stationären und Expeditions-Gebrauch, mit einem festen und zwei beweglichen Spiegeln für Registrierentfernungen bis 172 *cm*, mit mikrometrisch einstellbarem Torsionskopf und *Einrichtung zum schnellen und sicheren Auswechseln tarierter Fäden.*

9. **Registrierendes Horizontalintensitäts-Variometer,** Konstruktion wie diejenige des Instruments Nr. 8.

10. **Registrierendes Vertikalintensitäts-Variometer** nach M. Eschenhagen für stationären und Expeditions-Gebrauch; Magnetlänge 100 *mm*; ein fester und ein beweglicher Spiegel für Registrierentfernungen bis 250 *cm*; exakte Arretierungsvorrichtung, Kupferdämpfung, unteres Richtmagnetsystem und Ablenkungsschiene.

J. Wanschaff Sohn

Berlin S., Elisabeth-Ufer 1.

Werkstätten für wissenschaftliche Instrumente.

Nr. 1 in B, Nr. 2 in A.

1. **Großes Präzisions-Spektrometer** (Fig. 1). Ablesung direkt 2". Genauigkeit der Teilung beträgt 0,3—0,4". Ausgerüstet für

Digitized by Google

alle vorkommenden Messungen. (Näheres siehe Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik. 9. Aufl. 2. Bd. *S. 230.*) Das erste Instrument dieser Bauart wurde für die Physikalisch-Technische Reichsanstalt in Charlottenburg hergestellt.

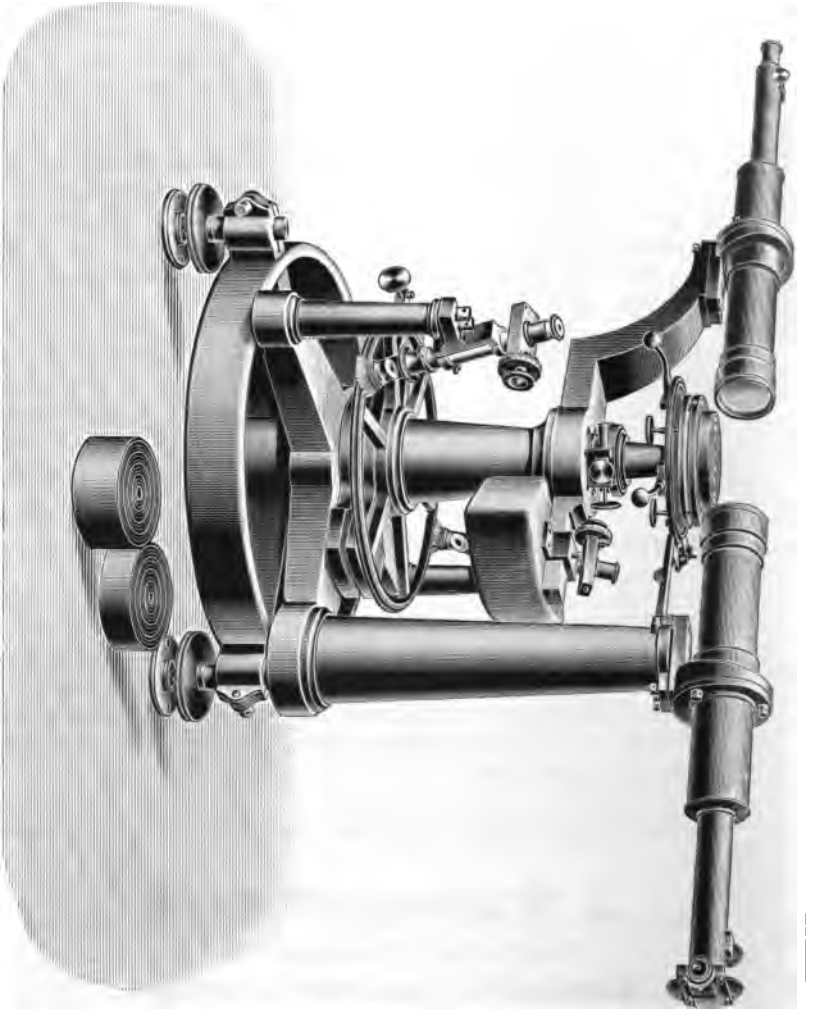


Fig. 1.

2. Astronomisches Universal-Instrument (Fig. 2). Kreise von 14,5 *cm* Durchmesser und Fernrohr von 29 *mm* Öffnung,

Digitized by Google

24 *cm* Brennweite. Vergrößerung 20- und 30-fach. Ablesung direkt 10". Genauigkeit der Teilung beträgt 0,3—0,4". Mit federndem Befestigungshaken.

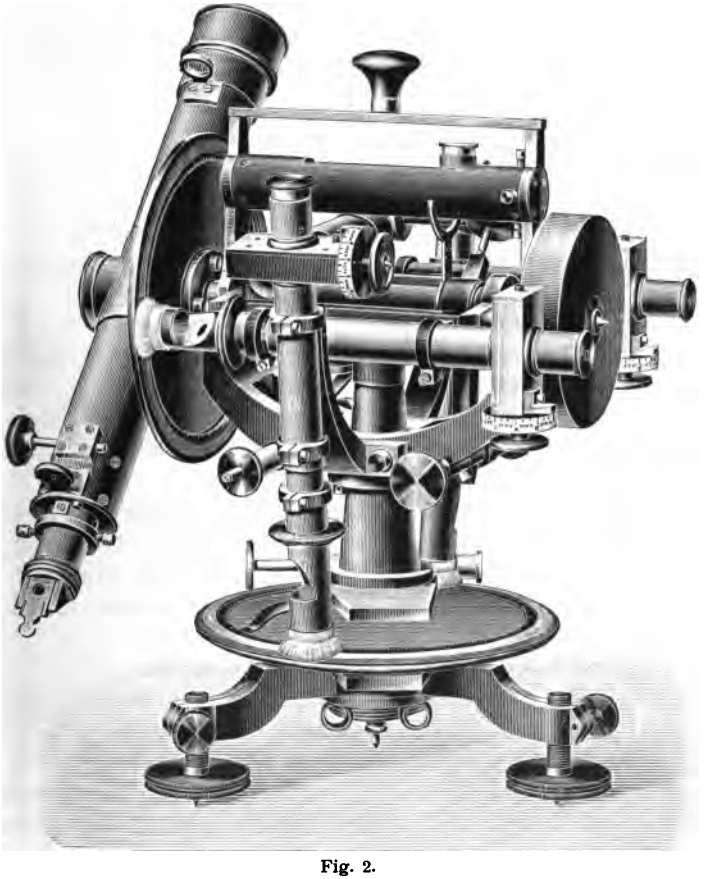


Fig. 2.

Otto Wolff

Berlin W., Karlsbad 15.

Nr. 1—13 in C.

1. **Normalwiderstände aus Manganin,** nach Angaben der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Digitized by Google

a) von 100 000—10 000—1000—100—10—1 Ohm.
Sämtliche Widerstände haben gebogene Bügel zum Einhängen in die Quecksilbernäpfe eines Petroleumbades. Die Bügel sind außerdem mit Klemmen versehen, um die Widerstände auch ohne Quecksilbernäpfe benutzen und bei Strommessungen die Spannungsleitungen an die Klemmen legen zu können;

b) von 1 und 0,1 Ohm.
Bei diesen hat jeder Bügel zwei Klemmschrauben, sodaß die Stromzuführung entweder an die Quecksilbernäpfe oder direkt an die großen Klemmschrauben gelegt werden kann, während die Spannungsleitung an die kleinen Klemmschrauben kommt;

c) von 1 und 0,1 Ohm.
Die Bügel haben keine Klemmen. Der Widerstand rechnet von den Enden der Kupferbügel ab, sodaß mehrere hinter einander geschaltet werden können zum Vergleich mit entsprechend höheren Widerständen;

d) von 0,01 und 0,001 Ohm.
Die Bügel zum Einhängen in Quecksilbernäpfe haben keine Klemmen; zwei besondere Potentialklemmen auf dem Hartgummideckel führen im Innern direkt an die Widerstandsbleche, sodaß der Übergangswiderstand der Bügel nicht in die Messung eingeht;

e) von 1—0,1—0,01—0,001—0,0001—0,000 01 Ohm.
Bei diesen Widerständen bestehen Stromzuführung und Abzweigleitung aus einem Kupferstück, in welches der Manganin-Draht bezw. das -Blech hart eingelötet ist, sodaß alle Zinnlötung vermieden wird, ausgenommen die Nebenschlüsse der Widerstände von 1 und 0,1 Ohm;

f) von 0,01—0,001—0,0001 Ohm.
Diese Modelle sind für Starkstrommessung bestimmt. Die Manganinbleche sind hart in die massiven Kupferstücke eingelötet. Das Gefäß wird mit Petroleum gefüllt, dessen Temperatur durch Umrühren mittels einer Turbine und das durch eine Kühlschlange im Innern fließende Wasser konstant gehalten wird.

2. Einrichtung zur Vergleichung von Normalwiderständen und Bestimmung ihrer Temperatur-Koeffizienten.

Die Einrichtung dient

Digitized by Google

a) zur Vergleichung von zwei nahezu gleichen Normalwiderständen und zwar sowohl nach der Wheatstoneschen als auch nach der Thomsonschen Brückenmethode (vgl. *Zeitschr. f. Instrkde. 15. S. 428. 1895*).

Als Verzweigungswiderstände bezw. Überbrückungswiderstände benutzt man zwei Verzweigungs-Widerstandsbüchsen von 100 oder 10 Ohm mit Interpolation von $^1/_{1000}$ dieser Werte. Zur Bestimmung von Temperaturkoeffizienten läßt sich eins der Petroleumbäder mittels eines eingesetzten, mit Draht bewickelten Rahmens durch Strom in einem durch Vorschaltwiderstände regulierbaren Maße erwärmen. Ein kleiner Motor treibt die in den Petroleumbädern befindlichen Turbinen zum Umrühren des Petroleums.

b) zur Vergleichung von Summen mehrerer Normalwiderstände mit einem numerisch gleichwertigen. Als Verzweigungswiderstand wird ebenfalls eine Verzweigungsbüchse mit Interpolation benutzt. Ein Satz von sechs Normalwiderständen von 1; 1; 2; 2; 5; 10 Ohm ist zur Demonstration beigegeben.

c) zur Vergleichung ungleicher Normalwiderstände, z. B. von 1 Ohm mit 0,1 Ohm, sowohl mittels der Wheatstoneschen als auch Thomsonschen Brücke. Als Verzweigung bezw. Überbrückung werden hier passende Normalwiderstände benutzt; interpoliert wird durch Nebenschlüsse.

Alle diese verschiedenen Meß-Schaltungen lassen sich mit Hülfe der sieben Quecksilbernäpfe und der vier Petroleumbäder schnell aufstellen. Es ist nur teilweise nötig, die vier Holzklötze, die die Quecksilbernäpfe tragen, mit ihren Zapfen in vorgesehene Löcher umzustecken. Eine Schaltungsskizze bei dem Apparate erläutert die verschiedenen Anordnungen.

3. **Widerstandskasten mit Stöpselschaltung,** von 0,1 bis 50 000, zusammen 100 000 Ohm.

Die Widerstände dieses wie auch aller folgenden Apparate sind sämtlich aus Manganin und nach derselben Methode wie die Normalwiderstände hergestellt.

4. **Widerstandskasten mit Kurbelschaltung,** von 0,1 bis 1000 Ohm. Vier Dekaden von 9×100, 9×10, 9×1 und $9\times0{,}1$ Ohm.

Digitized by Google

5. Widerstandskasten mit Kurbelschaltung, von 1 bis 111 111 Ohm. Fünf Dekaden von $10\times10\,000$, 10×1000, 10×100, 10×10 und 10×1 Ohm.[1])

Die Widerstände liegen horizontal. Boden und Deckel des Apparates bestehen zwecks guter Ventilation aus gelochten Blechen. Der eingeschaltete Widerstand kann schnell und ohne Irrtum abgelesen werden, da die betreffende Zahl bei den einzelnen Dekaden hinter der an der abgeschrägten Vorderseite befindlichen Öffnung erscheint. Die Kurbelkontakte sind durch einen Schiebedeckel möglichst gegen Staub geschützt, auch können die Schleifkontakte und Achsen sehr leicht zum Reinigen herausgenommen werden.

6. Dekaden-Widerstandskasten mit Stöpselschaltung, von $10\times10\,000$ Ohm.

7. Dekaden-Widerstandskasten von $10\times100\,000$ Ohm.

Der besseren Isolation wegen befinden sich die Kontakte auf Hartgummisäulen; an Stelle der Stöpsel sind Kurzschlußbrücken vorhanden.

8. Verzweigungs-Widerstandskasten mit Stöpselschaltung.

Es sind vier Paar Verzweigungswiderstände von 10000—1000—100—10 Ohm vorhanden, die beliebig durch je einen Stöpsel eingeschaltet werden können. Zwischen den beiden Reihen befinden sich noch drei Interpolationswiderstände von 1; 0,1 und 0,01 Ohm, die sich nach Wahl zu der einen oder anderen Seite der Verzweigung hinzuschalten lassen.

9. Wheatstonesche Brücke mit Stöpselschaltung.

Der Apparat enthält fünf Paar Verzweigungswiderstände von 1000—100—10—1—0,1 Ohm und einen Satz Vergleichswiderstände von 0,1 bis 50000, zusammen 111111,1 Ohm, ein Paar Klemmen zum Einspannen der zu messenden Widerstände, Batterie- und Galvanometerschlüssel für dauernden und kurzen Kontakt.

10. Wheatstonesche Brücke mit Kurbelschaltung.

Die Verzweigungswiderstände mit Stöpselschaltung sind angeordnet wie bei dem unter Nr. 8 beschriebenen Ver-

[1]) Die Apparate Nr. 4 und 5 befinden sich bei den von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgestellten Schaltungen für Induktions- bezw. Kapazitätsmessungen. (Vgl. *S. 113 u. 114.*)

Digitized by Google

zweigungs-Widerstandskasten, haben aber außerdem noch eine Einrichtung zum Vertauschen der Brückenzweige; als Vergleichswiderstände sind sechs Dekaden mit Kurbelschaltung von $10 \times 10\,000$, 10×1000, 10×100, 10×10, 10×1 und $10 \times 0{,}1$ Ohm vorhanden, ferner noch ein Paar Klemmen zum Einspannen der zu messenden Widerstände, Batterie- und Galvanometerschlüssel.

11. Thomsonsche Doppelbrücke, mit Einrichtung zur Bestimmung von spezifischem Widerstand und Temperaturkoeffizient von Leitungs- und Widerstandsmaterialien.

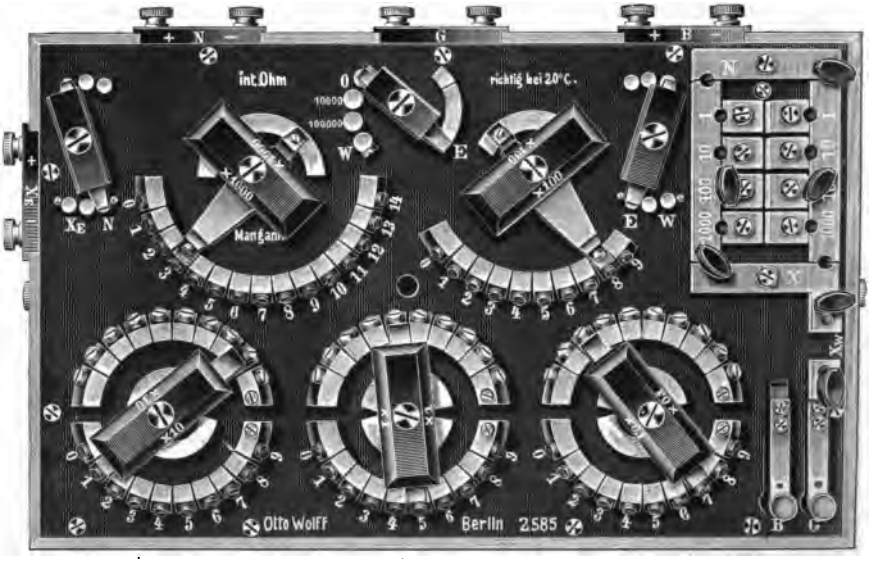
Der Apparat besteht aus drei Teilen: Der Einrichtung zum Einspannen des zu untersuchenden Materials, dem Normalwiderstand als Vergleichswiderstand und dem Doppel-Verzweigungs-Widerstandskasten. Der zu messende Draht wird in die Klemmen der Einrichtung eingespannt und mit einem passend gewählten, dahinter geschalteten Normalwiderstand, der in ein Petroleumbad mit Kühlvorrichtung und Turbine eingehängt ist, vom Hauptstrom durchflossen. Die beiden, durch Gewichte belasteten, beweglichen Schneiden des Apparates begrenzen eine bestimmte, genau meßbare Länge des Drahtes. Von den Abzweigklemmen des Normalwiderstandes führen Verbindungen zu den Klemmen $N\,N$ und von den Klemmen der beiden beweglichen Schneiden Verbindungen zu den Klemmen $X\,X$ des Doppel-Verzweigungs-Widerstandskastens. In den beiden Stöpselstücken des letzteren werden zwei gleiche Stöpsel, z. B. die von 100 Ohm gezogen, und dann die vier Doppelkurbeln so eingestellt, daß das an $G\,G$ liegende Galvanometer stromlos ist. Das Resultat kann man aus der Stellung der Kurbeln ohne weiteres ablesen unter Berücksichtigung des Wertes des Normalwiderstandes. Der Vorzug dieser Anordnung liegt darin, daß an Stelle des sonst üblichen ausgespannten Drahtes als Vergleichswiderstand *genau justierte Normalwiderstände* benutzt werden können. Zur Bestimmung von Temperaturkoeffizienten kann das Bad durch Strom erwärmt und durch Turbinen das Petroleum umgerührt werden.

12. Kompensationsapparat für Spannungsmessungen.

Dieser Apparat ist die wohl am weitesten verbreitete und bekannte Ausführungsform des Feußnerschen Kompensationsapparates. Die Handhabung desselben ist einfach und zuverlässig; alle Einstellungen geschehen durch Kurbelschaltung,

Digitized by Google

das Resultat kann aus der Kurbelstellung sofort abgelesen werden und zwar bis auf hunderttausendstel Volt herab. Als Spannungsnormal ist ein Normalelement nach Clark beigegeben; es kann aber auch jedes andere Normalelement, z. B. das Weston-Element, benutzt werden. Als Nebenapparat ist ein Spannungsteiler ausgestellt, der zur Messung höherer Spannungen dient. Die beiden Abzweigklemmen des Spannungsteilers werden mit den beiden Klemmen $+X-$ des Kompensators verbunden, die zu messende hohe Spannung an die Klemmen $+0$ und eine der übrigen 6 Klemmen des Spannungsteilers gelegt. Es sind 6 Meßbereiche vorhanden und zwar das 5-, 10-, 50-, 100-, 500- und 1000-fache des am Kompensationsapparat abgelesenen Wertes, sodaß man Spannungen bis zu 1500 Volt auf die fünfte Stelle genau messen kann.



13. Kompensationsapparat mit Meßbrücke. (Vgl. die Figur.) Dieser Apparat ist eine Erweiterung des vorigen. Man kann mit demselben außer allen Messungen des Apparates Nr. 12 auch noch Widerstandsmessungen ausführen. Für die Umwandlung aus dem Kompensationsapparat in die Wheatstonesche Brücke sind nur 2 Kurbeln umzuschalten, Batterie und Galvanometer bleiben an ihren Klemmen liegen und werden für die Widerstandsmessungen benutzt. Normalelement und eine etwa an X

Digitized by Google

liegende Spannung brauchen nicht abgenommen zu werden, da sie nicht in den Stromkreis kommen können. Die zu messenden Widerstände werden in die Klemmen X_W gespannt; als Vergleichswiderstände dienen die 5 Kurbeldekaden des Kompensationsapparates. Als Verzweigungswiderstände sind 4 Paar von 1000, 100, 10, 1 Ohm vorhanden; die Brückenzweige können durch Umstecken zweier Stöpsel vertauscht werden. Eine ausführliche Beschreibung des Apparates ist erschienen in der *Zeitschr. f. Instrkde. 23. S. 301. 1903.*

Carl Zeiss

Jena.

Optische Werkstätte.

Nr. 1—24 u. 28 in B, Nr. 25 u. 26 in A, Nr. 27 im Hörsaal.

I. Mikroskope.

1. Stativ Ia. Großes Mikroskop mit großem, dreh- und zentrierbarem Kreuztisch, Abbeschem Beleuchtungsapparat, ausklappbarem Kondensor von der numerischen Apertur 1,40 und Iriszylinderblende. Zu allen wissenschaftlichen Untersuchungen geeignet.

2. Stativ Ic (Fig. 1). Großes Mikroskop mit mikrophotographischem Tisch, der eine sehr langsame und gleichmäßige Bewegung des Präparates gestattet. Mit Abbeschem Beleuchtungsapparat, zentrierbarem, achromatischem Kondensor von der numerischen Apertur 1,30. Mikrometerbewegung nach Berger. Für Mikrophotographie und Projektion besonders geeignet, aber auch für alle subjektiven Beobachtungen auf das Vorteilhafteste zu verwenden.

3. Stativ III (Fig. 2). Mittleres Mikroskop mit dreh- und zentrierbarem Hartgummitisch und Mikrometerbewegung nach Berger. Das Stativ ist so konstruiert, daß es durch Nachbezug einzelner Teile jederzeit ergänzt werden kann und dann alle Vorteile eines großen Stativs bietet.

Näheres über diese Instrumente siehe im Katalog über Mikroskope (32. Ausgabe, 1902), der den Interessenten in deutscher, französischer und englischer Sprache gratis zur Verfügung steht.

Digitized by Google

Fig. 1.

Fig. 2.

II. Optische Meßinstrumente.

4. **Eintauch-Refraktometer** (Fig. 3) [zur schnellen Bestimmung der Konzentration von Lösungen (z. B. des Extraktes und des Alkohols im Bier, des Zuckers im Harn) und zur schnellen Kontrolle von Normallösungen.

5. **Abbesches Refraktometer** mit heizbaren Prismen, für chemisch-technische Laboratorien.

6. **Butter- und Milchfett-Refraktometer.**

7. **Refraktometer für Lehr- und Übungszwecke.**

8. **Abbesches Spektrometer** für feinere spektrometrische Messungen.

Digitized by Google

9. Vergleichs-Spektroskope mit Wellenlängenskale, für Farbentechniker (drei Spektren im Gesichtsfeld), für Laboratoriumszwecke (zwei Spektren) (Fig. 4); *Handspektroskop* mit Wellenlängenskale.

Fig. 3. ($^1/_5$ nat. Größe.)

10. Kleiner Komparator mit gebrochenen Okularen bis 100 *mm* messend; die Vergrößerung des Objektmikroskops kann zwischen 5- und 25-fach verändert und so dem Aussehen des Objekts angepaßt werden.

11. Abbesches Diffraktions-Mikroskop für Lehrzwecke.

Fig. 4. ($^1/_4$ nat. Größe.)

12. Interferenz-Meßapparat nach Pulfrich.

13. Interferenz-Tischchen mit variabler Dicke der Luftschicht.

14. Apparat zum Beobachten von Interferenz-Kurven an Glasplatten.

Digitized by Google

III. Feldstecher und Fernrohre.

Fig. 5.

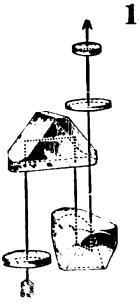


Fig. 6.

15. Feldstecher 8-fach (Fig. 5 u. 6) unterscheidet sich von anderen Prismen-Feldstechern durch die gesteigerte Plastik, die dadurch erreicht wird, daß die Objektive weiter auseinander stehen, als die Okulare.

16. Jagdglas 5-fach, ausgezeichnet durch besonders große Lichtstärke.

17. Stereo-Feldstecher, ausgezeichnet durch besonders große Plastik (vgl. Abstände der Objektive und Okulare).

18. Scheren-Fernrohr (Fig. 7). Plastik noch mehr gesteigert, zusammenklappbar, daher leicht transportabel, außerdem be-

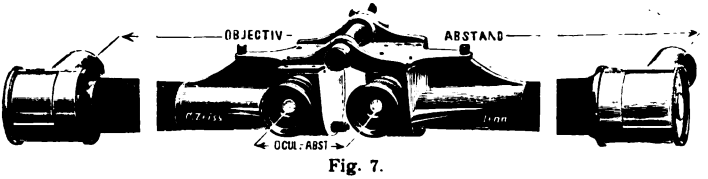


Fig. 7.

steht die Möglichkeit über Schutzwälle u. s. w. bei hochgestellten Schenkeln hinwegzusehen.

19. Stangen-Fernrohr. Noch größere Plastik, feste Konstruktion (näheres im Prospekt über *Stand-Fernrohre*).

Fig 8.

Digitized by Google

20. Stereo-Telemeter (Fig. 8). Es ist im Prinzip ein Stangen-Fernrohr, in dessen Okularen sich Skalenbilder befinden. Infolgedessen sieht man gleichzeitig über der plastisch gesehenen Landschaft eine zickzackförmig in die Tiefe gehende Skale frei in der Luft schweben. Dieser Entfernungsmesser zeichnet sich vor anderen dadurch aus, daß man mit seiner Hülfe auch sehr gut die Entfernungen nicht scharf begrenzter Gegenstände (Rauch, Wolken, Buschwerk u. s. w.) messen kann (näheres in besonderem Prospekt).

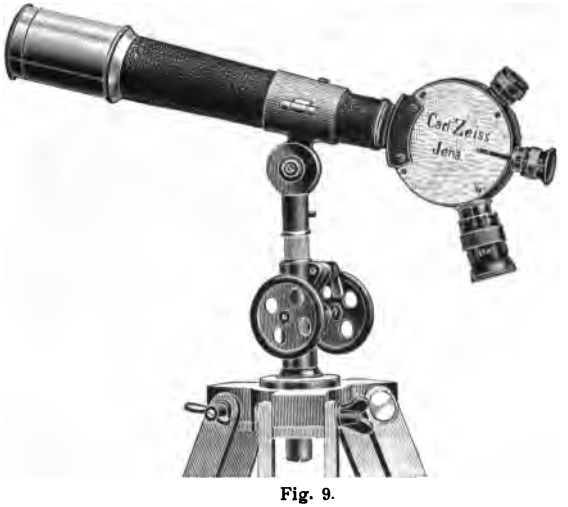


Fig. 9.

21. Dosen-Fernrohr (Fig. 9). Kurzes, handliches, monokulares Fernrohr mit drei verschiedenen Vergrößerungen, dadurch anwendbar unter den verschiedenartigsten Beleuchtungsverhältnissen (vgl. *S. 7* in dem Prospekt über *Stand-Fernrohre*).

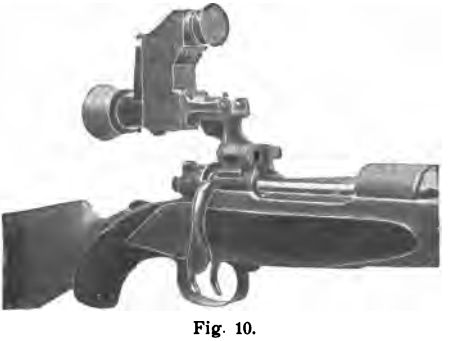


Fig. 10.

Digitized by Google

22. Gewehr-Zielfernrohr (Fig. 10). Ausgezeichnet durch hohe Lichtstärke und besonders großes Gesichtsfeld. Da das Objektiv in die Höhe gerückt ist, schneidet der Lauf, trotz dessen Größe, nicht ins Gesichtsfeld ein (vgl. besonderen Prospekt).

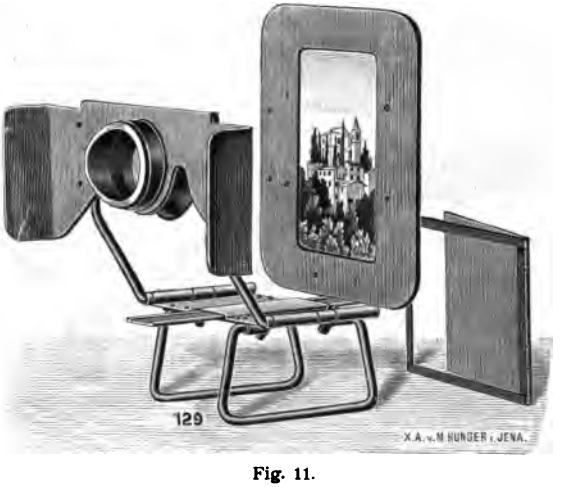


Fig. 11.

23. Verant (Fig. 11). Instrument zur einäugigen Betrachtung von Photographien, die mit Objektiven einer merklich unter der Weite des deutlichen Sehens bleibenden Brennweite aufgenommen worden sind. Eine solche Photographie vermittelt, durch den Veranten betrachtet, einen in hohem Maße naturgetreuen Eindruck (vgl. besonderen Prospekt).

IV. Stereoskopische Apparate.

24. Neues Stereoskop, dessen Okularlinsen an die Sehweite und den Augenabstand des Beobachters angepaßt werden können, mit *Stereo-Diapositivbildern* und mit einem *Stereo-Mikrometer,* zum Studium des Wesens und der Vorteile des stereoskopischen Meßverfahrens.

25. Stereo-Komparator nach Pulfrich (Fig. 12), anwendbar in der Astronomie, Meteorologie und Geologie, in der Topographie, Photogrammetrie, Architektur u. s. w. Insonderheit zur Auffindung von Plattenfehlern, veränderlichen Sternen,

Digitized by Google

Planeten, zur Bestimmung von Fixsternparallaxen, Messung von Wolkenhöhen, Dislokationen im Gebirge und an Küsten, Herstellung topographischer Pläne, Revision von Baulichkeiten u. s. w.

Fig. 12. ($^1/_{18}$ nat. Größe.)

26. Mit dem Stereo-Komparator bearbeiteter topographischer Plan der Kernberge bei Jena, 1 : 10 000.

V. Projektionsapparate.

27. Epidiaskop. Fig. 13 zeigt die äußere Ansicht des Apparates, der zur Projektion horizontal liegender undurchsichtiger Objekte mit auffallendem Licht und durchsichtiger oder wenigstens durchscheinender Objekte mit durchfallendem Licht bestimmt ist. Die Vorteile, die das Epidiaskop auszeichnen, sind folgende:

1. Die Form und Größe der Objekte kann innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwanken;

Digitized by Google

2. die Beleuchtung mit auffallendem Licht ist infolge der Verwendung eines Scheinwerfers vollkommener;
3. der Übergang von der Projektion mit auffallendem Licht zu der mit durchfallendem ist rasch und bequem zu bewerkstelligen;
4. der Apparat läßt sich sehr leicht so einrichten, daß man schräg nach oben projizieren kann;
5. die einzelnen Teile des Apparates sind vor Staub und unbefugter Benutzung geschützt.

Die Länge des Epidiaskops beträgt ungefähr $1\,^1/_2$ *m*, die Breite $^3/_4$ *m*, die Gesamthöhe $1\,^1/_2$ *m*. Letztere ist so bemessen, daß die Bedienung bequem durch eine neben dem Apparat auf dem Boden stehende Person erfolgen kann.

Die Breite der zu projizierenden Objekte darf 30 *cm* nicht überschreiten, die Dicke höchstens 16 *cm* betragen. Der Länge des Objekts sind durch die Konstruktion des Apparates keine Grenzen gesetzt. Von solchen Objekten gestattet der Apparat eine kreisförmige Fläche von 22 *cm* Durchmesser gleichmäßig zu beleuchten und zu projizieren. Wesentlich

Fig. 13. (etwa $^1/_{16}$ nat. Größe.)

Digitized by Google

ist, daß alle Einzelheiten, die gleichzeitig scharf abgebildet werden sollen, ungefähr in gleichem Niveau liegen, und daß die Objekte genügend Licht hindurchlassen bezw. bei der episkopischen Projektion zurückwerfen. Für durchfallendes Licht kommen also besonders in Betracht Diapositive, viele physikalische Erscheinungen u. s. w.; für auffallendes Licht Abbildungen (auch in Büchern), Zeichnungen, kleine Modelle, physikalische Apparate, kleine Pflanzen und Tiere oder Teile von größeren u. s. w.

VI. Apparat zur Sichtbarmachung ultramikroskopischer Teilchen.

Der von H. Siedentopf und R. Zsigmondy angegebene Apparat enthält

28. **Drei Mikroskope,** ausgerüstet mit einem besonderen Beleuchtungsapparat zur Sichtbarmachung von
   a) ultramikroskopischen Teilchen in Gläsern,
   b) ultramikroskopischen Teilchen in Flüssigkeiten,
   c) ultramikroskopischen Bakterien in Präparaten von gewöhnlicher Form (zwischen Objektträger und Deckglas).

Digitized by Google

Anhang.

Der Anhang enthält ein Verzeichnis der in unserer Gruppe ausgestellten Photographien und sonstigen Abbildungen, soweit sie wissenschaftliche Institute betreffen.

Es erschien erwünscht, die Sammlung der vorgeführten Instrumente durch Reproduktionen solcher zu ergänzen, die nicht gezeigt werden konnten. Ferner durfte man Interesse für Ansichten aus den Laboratorien und Observatorien, sowie für Aufnahmen der Gebäude derjenigen wissenschaftlichen Anstalten voraussetzen, die in diesem Katalog des öfteren erwähnt wurden.

Die Photographien sind teils in einem Drehständer untergebracht, teils gerahmt an den Wänden des Eingangsraumes und der Räume A bis D aufgehängt.

I. Drehständer mit 64 Photographien.

Es sind mit Photographien beteiligt:

a) Aeronautisches Observatorium des Kgl. Meteorologischen Instituts in Berlin. 1. Drachen. — 2. Ballon-Halle mit Drachenballon. — 3. Drachen nach einem Winteraufstieg. — 4. Vereister Registrierapparat. — 5. Kältekammer zur Prüfung von Registrierapparaten. — 6. Windenturm und Wetterhäuschen.

b) Kgl. Astrophysikalisches Observatorium in Potsdam. 1. Spektro-Heliograph. — 2. Spektrometer II. — 3. Spektrograph IV. — 4. Repsoldscher Meßapparat für Gitterplatten. — 5. Großer Meßapparat mit Reißerwerk. — 6. Heliostat von Repsold. — 7. Spektrograph I. — 8. Spektrograph III mit Heizeinrichtung. — 9. Kleines Zöllner-Photometer. — 10. Gesamtansicht des Astro-

Digitized by Google

physikalischen Observatoriums während des Baues der großen Kuppel.

c) Kgl. Geophysikalisches Institut und Kgl. Sternwarte in Göttingen. 1. Reiseapparat zur photographischen Ortsbestimmung. — 2. a) Zenit-Kamera; b) Gitter-Photometer. — 3. Ionen-Aspirationsapparat nach Gerdien. — 4. Zwillings-Meteoroskope. — 5. Horizontal-Seismometer. — 6. Vertikal-Seismometer.

d) Kgl. Meteorologisch-Magnetisches Observatorium in Potsdam. 1. Meteorologische Beobachtungswiese und Hauptgebäude. — 2. Meteorologisches Instrumentenzimmer (Erdgeschoß). — 3. Meteorologisches Instrumentenzimmer (Turm). — 4. Meteorologischer Registrierraum (Turm). — 5. Absolutes magnetisches Observatorium. — 6. Absolutes magnetisches Observatorium (andere Ansicht).

e) Kaiserliche Normal-Eichungskommission in Charlottenburg. 1. Universal-Komparator (photographische Apparate, Wagen, Trog). — 2. Vakuum-Wage mit aufgezogener Glocke. — 3. Prüfung von Gasmessern. — 4. Prüfung von Wassermessern. — 5. Universal-Komparator (Mikroskope, Wagen, Trog). — 6. Universal-Komparator (Wagen, Trog). — 7. Universal-Komparator (allgemeine Ansicht von oben). — 8. Universal-Komparator (Schaltraum). — 9. Hydrostatische Präzisionswage für Belastungen bis zu 50 *kg*. — 10. Präzisionswage für 1 *g* Belastung. — 11. Bandmaß-Komparator. — 12. Getreideprober zur Qualitätsbestimmung von Getreide. — 13. Apparat für Kapillaritäts-Bestimmungen nach Lord Kelvins Wellenmethode. — 14. Apparat für Kapillaritäts-Bestimmungen nach der Steighöhenmethode. — 15. Apparat für Dichte- und Ausdehnungs-Bestimmungen von Flüssigkeiten. — 16. Prüfung von chemischen Meßgeräten.

f) Physikalisch-Technische Reichsanstalt in Charlottenburg. 1. Manometer bis 20 Atmosphären. — 2. Bestimmung der Ausdehnung des Wassers. — 3. Messung kleiner elektrischer Widerstände. — 4. Elektrische Leitfähigkeits-Messung. — 5. Gasthermometer. — 6. Prüfung hochgradiger Thermometer. — 7. Thermostat mit elektrischer Heizung. — 8. Prüfungsapparat für Aneroide. — 9. Transversal-Komparator. — 10. Hydrostatische Wage für 10 *kg*. — 11. Messung der „schwarzen" Temperatur. — 12. Polarimetrische Einrichtung. — 13. Photometrische Einrichtung. — 14. Messung der räumlichen Lichtverteilung. — 15. Wechselstrom- und Drehstrom-Messungen. — 16. Hochspannungs-Batterie (11000 Volt). — 17. Elektrische Temperatur-Messungen. — 18. Elektrischer Ofen mit Le Chatelierschen Thermoelementen. — 19. Pyrometer-Zimmer. — 20. Manometer-Prüfung.

Digitized by Google

II. Photographien und andere Abbildungen in Rahmen.

Soweit diese Photographien und Abbildungen Instrumente oder die Leistungen von solchen darstellen, sind sie nach sachlichen Gesichtspunkten auf die Räume A bis D verteilt. Beteiligt sind hierbei:

a) Dr. M. Haid, Professor an der Technischen Hochschule in Karlsruhe.

Zwei Photographien des Pendelstativs nach Haid.

Der für genaue Schwerebestimmungen konstruierte Apparat (vgl. *Zeitschr. f. Instrkde. 16. S. 193. 1896*) ist von C. Bamberg in Friedenau bei Berlin angefertigt.

b) Kgl. Observatorien in Berlin-Potsdam.

1. *Elf Messbilder,* aufgenommen und vergrößert von der Kgl. Meßbildanstalt in Berlin (Vorsteher: Geh. Baurat Prof. Dr. Meydenbauer):

Astrophysikalisches Observatorium: Großer (80 *cm*-) Refraktor. — Photographischer Refraktor. — Große Kuppel. — Zwei weitere Ansichten des Observatoriums.

Geodätisches Institut: Ansicht des Gebäudes und des Instrumenten-Saales.

Meteorologisch-Magnetisches Observatorium: Drei Ansichten des Observatoriums.

Ein weiteres Bild stellt den Eingang zu dem Park dar, in dem die Observatorien auf dem Telegraphenberge bei Potsdam gelegen sind.

2. *Photographie des Orion-Nebels,* mit dem 80 *cm*-Refraktor im Jahre 1901 von Prof. J. Hartmann aufgenommen.

3. *Fünf Photographien bezw. Zeichnungen* aus dem Meteorologisch-Magnetischen Observatorium:

Registrierkurven der magnetischen Störung vom 31. Oktober 1903. — Registrierendes Lufthermometer mit konstantem Luftvolumen nach A. Sprung (verbesserte Form des in der *Zeitschr. f. Instrkde. 1. S. 358. 1881* beschriebenen Instruments; vgl. auch *Rep. of the Internat. Meteorol. Congress*, Chicago 1893, *S. 718*). — Versuch zur automatischen Aufzeichnung der Taupunkt-Temperatur mittels einer Selenzelle (vgl. die Mitteilung von A. Sprung in der Zeitschrift *Das Wetter 19. S. 241. 1902*). — Wolkenautomat nach Sprung-Fueß. — Probeaufnahmen mit dem Wolkenautomaten.

Digitized by Google

Im Zusammenhang mit den beiden letzten Photographien steht die im Raum D ebenfalls ausgelegte Veröffentlichung von A. Sprung und R. Süring: „Ergebnisse der Wolkenbeobachtungen in Potsdam und an einigen Hülfsstationen in Deutschland in den Jahren 1896 und 1897. Berlin 1903, A. Asher & Co.

4. *Zwölf Kurventafeln* des Aeronautischen Observatoriums des Meteorologischen Instituts:

Die Tafeln stellen die vertikale Temperatur-Verteilung über Berlin während des Jahres 1903 von Tag zu Tag in Höhen-Isothermen bis zu 5500 *m* Höhe dar.

In Verbindung damit sind, gleichfalls im Raume D, die Werke ausgelegt: „Ergebnisse der Arbeiten am Aeronautischen Observatorium" von R. Aßmann und A. Berson, in 2 Bänden; I. 1900 bis 1. X. 1901, II. vom I. X. 1901 bis 31. XII. 1902. Berlin, A. Asher & Co. — „Wissenschaftliche Luftfahrten" von R. Aßmann und A. Berson, in 3 Bänden. Braunschweig 1900, Friedr. Vieweg & Sohn.

c) Physikalisch-Technische Reichsanstalt in Charlottenburg.

1. *Aquarell* der Gesamtanlage der Reichsanstalt, ausgeführt von den Architekten Laxmann und Gerstenhauer in Charlottenburg.

2. *Drei grosse Photographien* der Reichsanstalt, aufgenommen und vergrößert von der Kgl. Meßbildanstalt in Berlin:

Vorderansicht der „Ersten Abteilung". — Rückansicht des Hauptgebäudes der „Zweiten Abteilung". — Maschinenhaus.

3. *Fünf kleinere Aufnahmen* von Gebäuden der Reichsanstalt:

Wohnhaus des Präsidenten. — Wohnhaus des Direktors der „Zweiten Abteilung". — Verwaltungsgebäude. — Maschinenhaus (Straßenfront). — Vorderansicht der „Zweiten Abteilung".

4. *Drei kleine Photographien* (im Raume C aufgehängt):

Doppel-Drehstromgenerator mit Antriebsmotor. — Anschluß an die städtische Drehstrom-Zentrale. — Drehstrom-Gleichstrom-Umformer nebst Schaltbrett.

d) Elektrisches Prüfamt in München.

Das von Stadtbaurat F. Uppenborn eingerichtete und geleitete elektrotechnische Laboratorium des städtischen Elektrizitätswerkes in München übt die amtlichen Funktionen eines *elektrischen Prüfamtes* aus. Derartige Prüfämter bestehen zurzeit in Chemnitz, Frankfurt a. M., Hamburg, Ilmenau, München und Nürnberg; sie nehmen auf Grund des Reichsgesetzes vom 1. Juni 1898, betr. die elektrischen Maßeinheiten, die Prüfung

Digitized by Google

und Beglaubigung von Elektrizitätszählern und anderen für gewerbliche Zwecke gebrauchten Schaltbrett-Instrumenten vor.

Das elektrische Prüfamt in München stellt folgende *fünf Photographien* aus:

Gesamtansicht des Laboratorium-Gebäudes. — Grundriß des unteren und oberen Stockwerkes. — Ansicht des Eichraumes. — Ansicht des Raumes für Präzisions-Messungen. — Stromverteilungs-Säule mit Quecksilberumschalter für den Eichraum; normales Schaltbrett für Elektrizitätszähler-Prüfungen.

e) Dr. M. Wolf, Professor an der Universität in Heidelberg.

Himmels-Photographien, aufgenommen mit Belichtungszeiten von 2—15 Stunden in den Jahren 1890—1903:

28 Reproduktionen auf Papier; 72 Diapositive, welche im Hörsaal mit dem Zeißschen Epidiaskop von Zeit zu Zeit projiziert werden sollen.

Digitized by Google

Namen- und Sachregister.

Die Ziffern neben den Namen der Aussteller bedeuten Seitenzahlen.

Aeronautisches Observatorium 1.

Astronomie: Bamberg, Fechner, Tesdorpf, Toepfer & Sohn, Wanschaff Sohn, Wolf, Zeiß.

Bamberg, C., 7.
Bartels, G., 14.
Bekel, M., 15.
Bieling, H., 16.
Bosch, J. & A., 16.
Brunnée, R., 18.
Bunge, P., 19.
Burger, R., 21.
Burkhardt, A., 22.

Continental-Caoutchouc- u. Guttapercha-Compagnie 23.

Demonstrationsapparate: Burger, Gundelach, Hartmann & Braun, Kohl, Leppin & Masche, Müller-Uri, Schmidt & Haensch, Zeiß.

Dichte- und Volumenbestimmung: Fueß, Greiner, Junkers & Co., Schultze.

Dreyer, Rosenkranz & Droop 23.

Druckmessung: Dreyer, Rosenkranz & Droop, Schaeffer & Budenberg, Stückrath.

Elektrizität: Bartels, Gundelach, Günther & Tegetmeyer, Hartmann & Braun, Heraeus, Kohl, Leppin & Masche, Müller-Uri, Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Siemens & Halske, Wolff.

Erdmagnetismus: Aeronautisches Observatorium, Bamberg, Tesdorpf, Toepfer & Sohn.

Fechner, M., 26.

Fernrohre: Hartmann & Braun, Siemens & Halske, Zeiß.

Fueß, R., 28.

Geodäsie: Bamberg, Fechner, Rosenberg, Tesdorpf, Zeiß.

Geschwindigkeitsmesser: Hartmann & Braun, Lux, Schultze.

Glasapparate: Burger, Goetze, Greiner, Gundelach, Müller-Uri, Niehls, Richter, Schultze, Siebert & Kühn.

Glas, optisches: Schott & Gen.

Goetze, F. O. R., 33.
Greiner, Ephr., 34.
Gundelach, E., 35.
Günther & Tegetmeyer 39.

Halle, B., 40.
Hartmann & Braun 41.

Digitized by Google

Hasemann, A., 67.
Hauswaldt, H., 69.
Heele, H., 70.
Heraeus, W. C., 71.
Hommel, H., 72.

Junkers & Co. 75.

Kalorimeter: Junkers & Co., Peters.
Kohl, M., 76.
Kristallographie: Fueß, Halle, Hauswaldt.
Krüß, A., 84.

Längenmessung: Fueß, Heele, Hommel, Sommer & Runge, Toepfer & Sohn, Zeiß.
Leitz, E., 86.
Leppin & Masche 88.
Lux, Fr., 93.

Magnetismus: Hartmann & Braun, Siemens & Halske.
Materialprüfung: Schopper, Sommer & Runge.
Mensing, A., 93.
Meteorologie: Aeronautisches Observatorium, Bosch, Continental-Caoutchouc- u. Guttapercha-Compagnie, Fueß, Günther & Tegetmeyer, Niehls, Richter, Riedinger.
Miethe, A., 96.
Mikroskopie: Brunnée, Fueß, Leitz, Möller, Toepfer & Sohn, Zeiß.
Mineralogie: Brunnée.
Möller, J. D., 97.
Müller-Uri, R., 100.

Nautik: Mensing, Siemens & Halske.
Niehls, W., 103.
Normal-Eichungs-Kommission, Kaiserliche, 104.

Optische Mess- und Hülfsapparate: Fueß, Goetze, Gundelach, Heele, Heraeus, Müller-Uri, Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Toepfer & Sohn, Zeiß.

Peters, J., 106.
Photographien: Bartels, Burkhardt, Hauswaldt, Miethe, Möller, Peters, Wolf; *vgl. ferner den Anhang.*
Photometrie: Günther & Tegetmeyer, Krüß, Schmidt & Haensch, Toepfer & Sohn.
Physikalisch-Technische Reichsanstalt 108.
Polarimetrie: Peters, Schmidt & Haensch.
Prismen: Halle, Möller, Schott & Gen.
Projektionsapparate: Kohl, Miethe, Schmidt & Haensch, Zeiß.

Quarzgefässe: Heraeus, Siebert & Kühn.

Rechenapparate: Burkhardt.
Richter, C., 114.
Riedinger, A., 117.
Riefler, Cl., 117.
Rosenberg, Th., 123.

Schaeffer & Budenberg 125.
Schmidt & Haensch, Fr., 126.
Schoenner, G., 136.
Schopper, L., 136.
Schott & Genossen 139.
Schultze, G. A., 141.
Schweremessung: Fechner.
Seismometrie: Bartels, Bosch, Fechner.
Siebert & Kühn 144.
Siemens & Halske 146.
Sommer & Runge 190.

Digitized by Google

Spektralanalyse: Goetze, Krüß, Müller-Uri, Schmidt & Haensch, Wanschaff Sohn, Zeiß.
Spiegel: Möller.
Spoerhase, W., 191.
Stückrath, P., 192.

Tesdorpf, L., 193.
Thermometrie: Burger, Fueß, Goetze, Greiner, Hartmann & Braun, Heraeus, Müller-Uri, Niehls, Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Richter, Schultze, Siebert & Kühn, Siemens & Halske.
Toepfer & Sohn, O., 201.

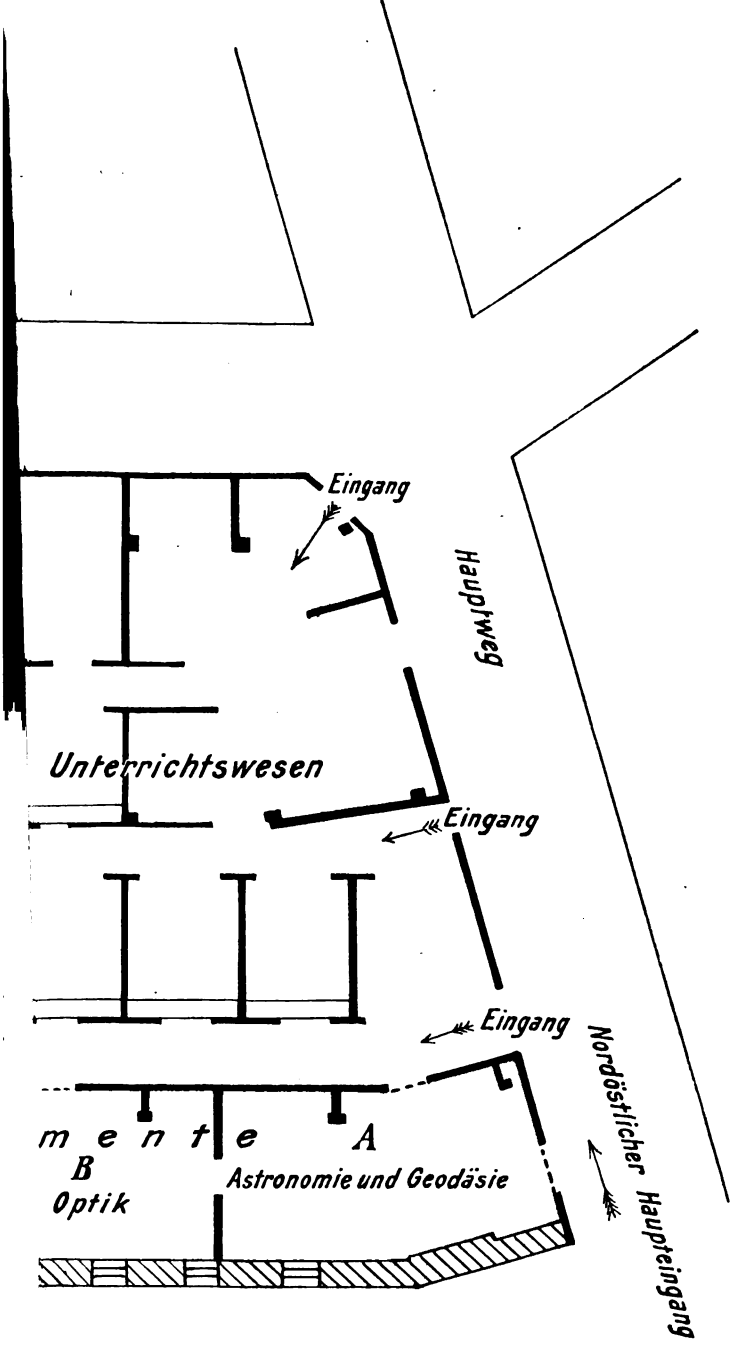
Uhren: Riefler.

Wagen: Bekel, Brunnée, Bunge, Hasemann, Normal-Eichungs-Kommission, Schopper, Spoerhase, Stückrath.
Wanschaff Sohn, J., 203.
Werkzeuge: Bieling, Hommel.
Wolf, M., 224.
Wolff, O., 205.

Zeicheninstrumente: Riefler, Schoenner.
Zeiß, C., 211.

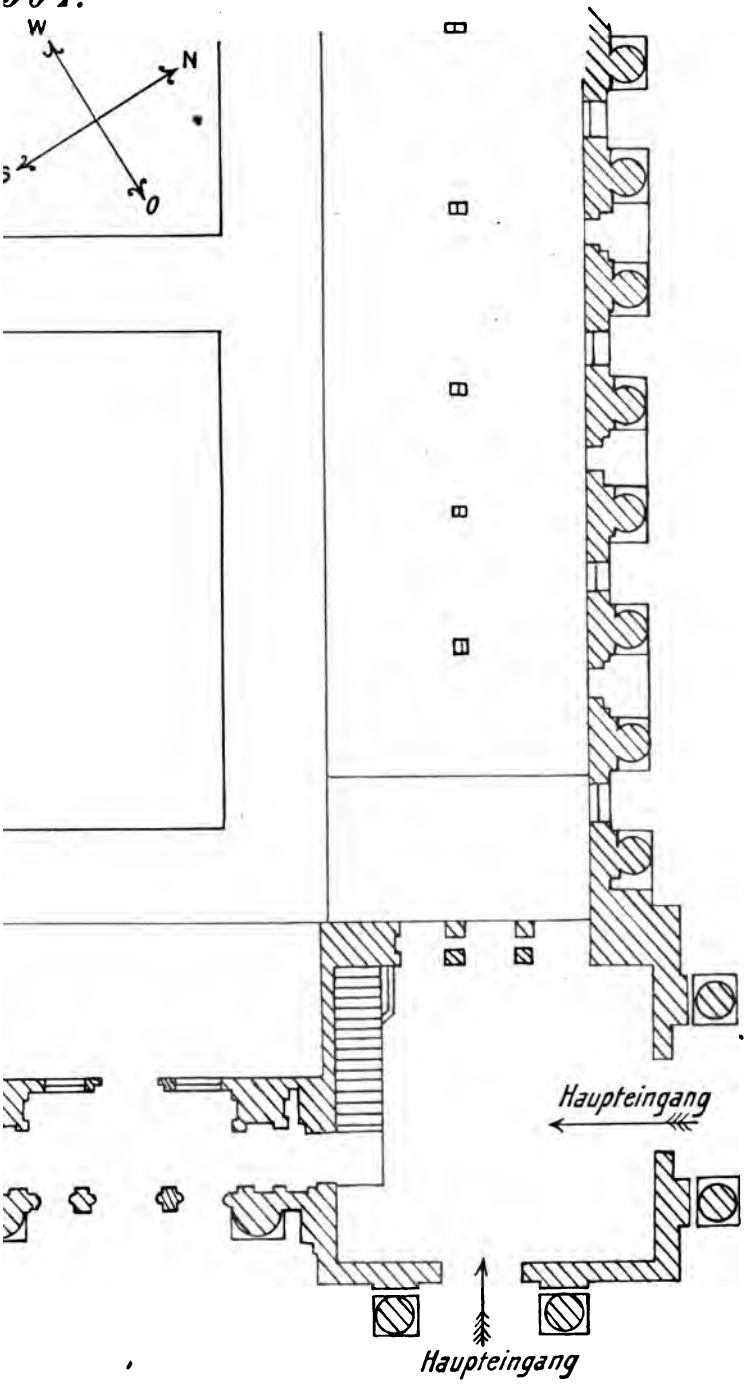
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

'904.



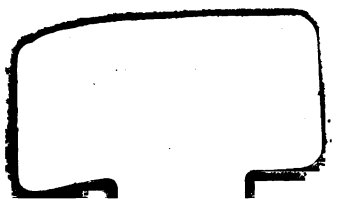
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Phys 420.39
Aeutsche unterreichts-ausstellung a
Cabot Science
003489316
3 2044 091 974 188

Digitized by Google