

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 1 (1910)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Die Eichstätte des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und ihre Einrichtungen  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059678>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 03.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Heft von grossem Format als Beigabe erscheinen. Weiter wird noch ein Jahresheft im Format des Bulletin mit dem Mitglieder- und Adressenverzeichnis und weiter, unsern Mitgliedern bisher im Jahrbuch noch gebotenen wertvollen Angaben zur Ausgabe gelangen.

Mit der aufmerksamen Verfolgung des Zieles, das wir uns anlässlich der Neuregelung unseres Publizitätswesens gestellt haben, ist eine Redaktionskommission betraut worden, in welche die Herren *Ing. K. P. Täuber* und *Prof. J. Landry* gewählt wurden, und der von Amtswegen unser Generalsekretär, Herr *Prof. Dr. W. Wyssling*, beigegeben wurde. Mit der Führung des eigentlichen Redaktionsgeschäftes beauftragten wir unser Vereinsmitglied Herrn *Ing.-Consulent Dr. W. Kummer*, der der Mehrzahl unserer Mitglieder durch seine literarischen Arbeiten auf elektrotechnischem Gebiete bekannt sein dürfte.

Wir erinnern noch daran, dass unser „Bulletin“ allen Vereinsmitgliedern gratis zugestellt wird, und richten zum Schluss an unsere Mitglieder und Leser die ergebene Bitte um Zuwendung ihrer Sympathie und Aufmerksamkeit.

*Der Vorstand des S. E. V.*

Der Präsident: *Täuber.*

Die Sekretäre: *Brack, Landry.*

---

## **Die Eichstätte des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und ihre Einrichtungen.**

Die Bedeutung, welche bei der Erzeugung und Abgabe der elektrischen Energie die elektrischen Messinstrumente, namentlich die zu immer allgemeinerer Verwendung gelangenden Elektrizitätszähler, einnehmen, veranlassten im Herbst 1903 den Schweizerischen Elektrotechnischen Verein, eine Eichstätte für elektrische Messinstrumente ins Leben zu rufen, da der Bund noch nicht in der Lage war, ein geeignetes staatliches Institut zu schaffen. Die Tätigkeit dieser Eichstätte wurde im Laufe des Jahres 1904, anfänglich in bescheidenem Umfange, aufgenommen. Eine jährliche Bundessubvention in Verbindung mit den freiwilligen Beiträgen der Abonnenten des Starkstrominspektorats ermöglichte dann vom Jahre 1906 an einen grössern Umfang der Arbeiten, die sich seither derart steigerten, dass gegenwärtig jährlich einige Tausend Apparate zur Prüfung gelangen.

Mit der zunehmenden Zahl der Aufträge mussten auch die Einrichtungen und die Organisation der Eichstätte Schritt halten. Nach beiden Richtungen hin erfolgten in den letzten drei Jahren so wesentliche Vergrösserungen und Veränderungen, dass es sich rechtfertigt, ein Bild des heutigen Standes zu entwerfen, umsomehr als in deutscher Sprache bis jetzt über die Eichstätte nichts veröffentlicht worden ist.<sup>1)</sup>

### **Die Aufgaben und die Organisation der Eichstätte.**

Den Bedürfnissen der Stromkonsumenten und der Werke entsprechend widmet sich die Eichstätte in erster Linie der Prüfung elektrischer Messinstrumente, wie solche bei der Erzeugung und Abgabe elektrischer Energie in Gebrauch sind, nämlich Elektrizitätszählern jeglichen Systems, technischen wie Präzisions-Volt-, Ampère- und Wattmetern usw. und zugehörigen Nebenapparaten.

<sup>1)</sup> Wir verweisen dagegen auf die im Jahre 1906 erschienene französische Schrift „Notice sur les institutions de contrôle de l'Association Suisse des Electriciens“.

Die Prüfungen von Messinstrumenten erfolgen in den Laboratorien der Eichstätte gemäss den im „Reglement der Eichstätte des S. E. V. betreffend Prüfung elektrischer Messgeräte“ festgesetzten Bedingungen oder in aussergewöhnlichen Fällen am Gebrauchsorte unter den daselbst vorhandenen Betriebsverhältnissen.

In zweiter Linie sucht die Eichstätte den Interessen von Behörden und Privaten dadurch entgegenzukommen, dass sie ihr Instrumenten-Inventar und ihr, in dessen Handhabung geschultes Personal, soweit die obengenannte Hauptaufgabe dadurch nicht beeinträchtigt wird, in den Dienst von Elektrizitätswerken, Korporationen und Experten stellt, zur Beihilfe bei Abnahme-Prüfungen, gerichtlichen Untersuchungen, Betriebsuntersuchungen und dergleichen.

Dagegen ist hervorzuheben, dass die Eichstätte sich grundsätzlich und ausnahmslos weder mit der Interpretation der Beobachtungen und Messresultate, noch mit Gutachten irgendwelcher Art befasst, sondern sich lediglich auf die zahlenmässige Wiedergabe der Messresultate beschränkt.

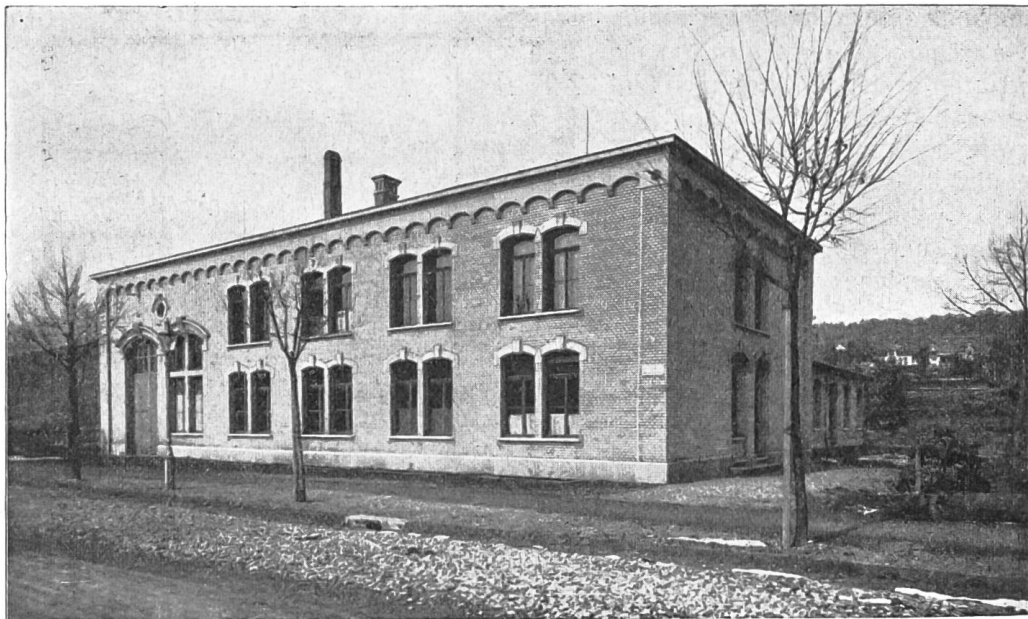


Abbildung 1. Geschäftshaus der technischen Prüfanstalten des S. E. V.

In Aussicht genommen sind ferner wissenschaftliche und statistische, die elektrische Messtechnik betreffende Untersuchungen und einschlägige Publikationen von allgemeinem Interesse.

Die Eichstätte bildet eine der Abteilungen der „Technischen Prüfanstalten des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins“. Diese Prüfanstalten, welche ausser der Eichstätte noch das Starkstrominspektorat und die Materialprüfanstalt umfassen, sind einer aus sieben Mitgliedern bestehenden Aufsichtskommission als leitendem Organ unterstellt; in diese Aufsichtskommission wählt der Schweizerische Bundesrat zwei Mitglieder. Den beiden Abteilungen Materialprüfanstalt und Eichstätte steht gegenwärtig gemeinsam ein Obergeringieur vor, weil beide Abteilungen viele Berührungspunkte haben, ihre Interessen sich vielfach decken und Stromquellen wie Instrumente zweckmässig an beiden Verwendung finden.

Das übrige Personal der Eichstätte besteht zur Zeit aus einem Ingenieur, einem Techniker, einem Gehilfen und zwei Schreibern; bei aussergewöhnlichem Arbeitsandrang oder in Stellvertretung können der Ingenieur und der Gehilfe der Materialprüfanstalt herangezogen werden. Die besondere Verwaltung der Eichstätte erfolgt in Verbindung mit der allgemeinen Verwaltung der Technischen Prüfanstalten.

#### **Die Lokalitäten und Einrichtungen der Eichstätte.**

Die Bureaux und Versuchsräume der Technischen Prüfanstalten befinden sich in einem der Stadt Zürich gehörenden Gebäude (Abbildung 1), Hardturmstrasse No. 20. Im zwei-

stöckigen, an die Strasse grenzenden Vorderbau sind das Starkstrominspektorat, die allgemeine Verwaltung der Prüfanstalten, das Sekretariat des S. E. V., sowie die Packerei und die Spedition untergebracht. In den Kellerräumlichkeiten befinden sich die Dampfheizung und eine der Akkumulatorenbatterien der Eichstätte. In den hintern einstöckigen, mit Oberlicht versehenen Räumlichkeiten befinden sich die Bureaux und Laboratorien der Materialprüfanstalt und Eichstätte mit einer Gesamtgrundfläche von 830 m<sup>2</sup>, wovon 175 m<sup>2</sup> auf die Materialprüfanstalt entfallen; Kassa und Speditiousraum mit 88 m<sup>2</sup> sind in diese Zahlen nicht mit einbezogen.

Der Eichstätte sind 655 m<sup>2</sup> reserviert, deren Verteilung aus dem Grundrissplan (Abbildung 2) ersichtlich ist.

Mit Ausnahme des einen Akkumulatorenraumes befinden sich alle Lokalitäten ineinandergehend auf einem Boden.

Die gegenwärtigen *Einrichtungen der Eichstätte* gestatten Prüfungen mit Gleichstrom bis 400 Ampère und 560 Volt, sowie mit Wechselstrom bis 500 Ampère und 10000 Volt.

Bei auswärtigen Prüfungen können am Standort der Apparate unter den daselbst vorhandenen Betriebsverhältnissen heute schon Prüfungen bis 400 Ampère und 25000 Volt ausgeführt werden.

Eine Erweiterung der Spannungsgrenze für Wechselstrom bis 50000 Volt ist in Aussicht genommen.

Für die Wahl der *Energiequellen* war in Betracht zu ziehen, dass ebensowohl Gleichstrom, wie Ein-, Zwei- und Dreiphasen-Wechselstrom zur Verfügung stehen muss, und dass die Spannungen und Stromstärken stets längere Zeit genau konstant bleiben müssen. Da es sich oft um Spannungen von Tausenden von Volt und um Stromstärken von Hunderten von Ampère handelt, müssten für Messungen von einer und derselben Energiequelle aus sehr grosse, schwer zu handhabende Maschinen aufgestellt und bedeutende Energien verbraucht werden, was natürlich unzweckmässig wäre. Es werden deshalb zur Untersuchung von

Leistungsmessern, Zählern und ähnlichen Apparaten die Strom- und Spannungskreise getrennt benutzt, wobei für die Stromkreise Strom von niedriger Spannung (einige wenige Volt) in Betracht kommt, während an die Spannungskreise mit ihrem geringen Strombedarf die Gebrauchsspannungen angelegt werden. So können ökonomische und leicht zu regulierende Generatoren und Batterien von geringerer Leistung benutzt werden. Bei Wechselstrom hat die Trennung der Strom- und Spannungskreise den weitem Vorteil, mit verhältnismässig einfachen Mitteln rasch eine beliebige Phasenverschiebung innerhalb  $\pm 90^\circ$  zwischen Strom und Spannung erreichen zu können. Die Frequenz für Strom und Spannung muss natürlich dieselbe sein, und alle Periodenzahlen müssen innerhalb der gebräuchlichen Grenzen von 15 bis 70 per Sekunde variiert werden können. Von Wichtigkeit ist ferner der gleichförmige Antrieb der Generatoren und die genaue Konstanz der Umdrehungszahlen, sowie dass Strom- und Spannungskurven möglichst genau mit der reinen Sinuskurve übereinstimmen.

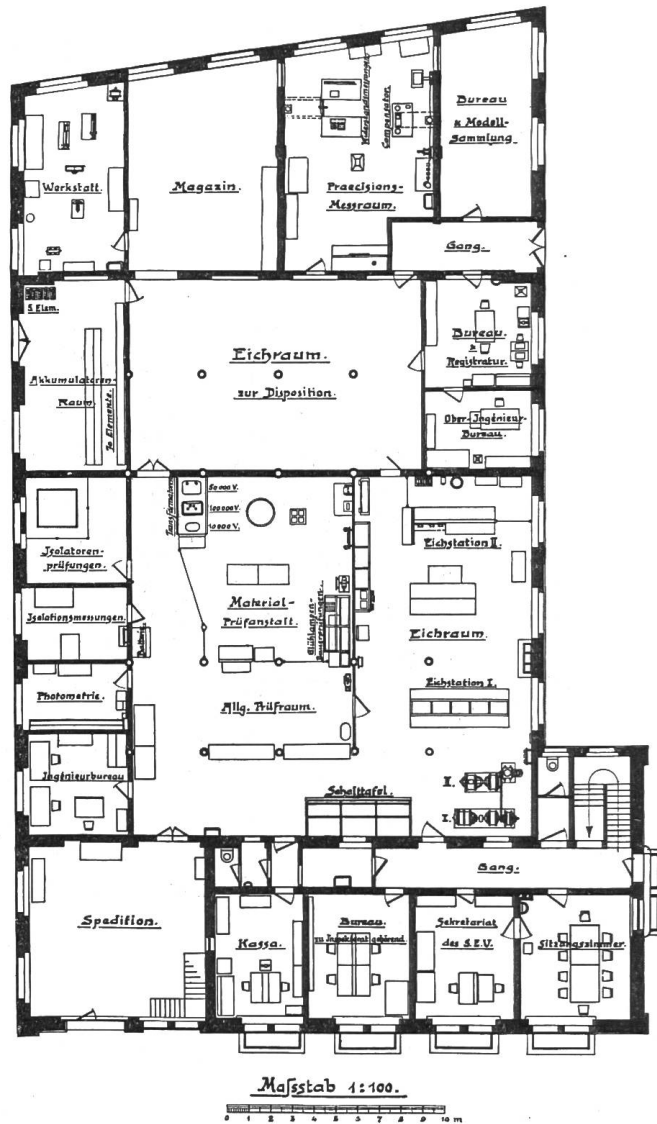


Abbildung 2. Räumlichkeiten der technischen Prüfanstalten im Erdgeschoss,

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, hat man für Gleichstrommessungen lediglich *Akkumulatoren* als Stromquelle vorgesehen, während man für Wechselstrommessungen zwei *Eichgeneratorsätze* (Abbildung 3) aufgestellt hat. Zwei Nebenschluss-Gleichstrommotoren von je 12 PS, welche von Akkumulatorenbatterien gespeist werden, treiben zwei Doppel-Generatoren an, die zur unabhängigen Erzeugung der Haupt- und Spannungsströme aus zwei in einem gemeinsamen Gussgehäuse angeordneten, für drei Phasen gewickelten Generatoren (Strom- und Spannungsgeneratoren) bestehen und gestatten, Ein-, Zwei- oder Dreiphasenströme abzunehmen. Um Phasenverschiebungen zwischen den Strömen der Strom- und Spannungsgeneratoren zu erzielen, sind bei den letztern die feststehenden Wicklungen mittels Schneckengetrieben drehbar angeordnet, so dass sie gegenüber denjenigen der Stromgeneratoren im Drehrichtungsinne der Generatoren oder entgegengesetzt verschoben werden

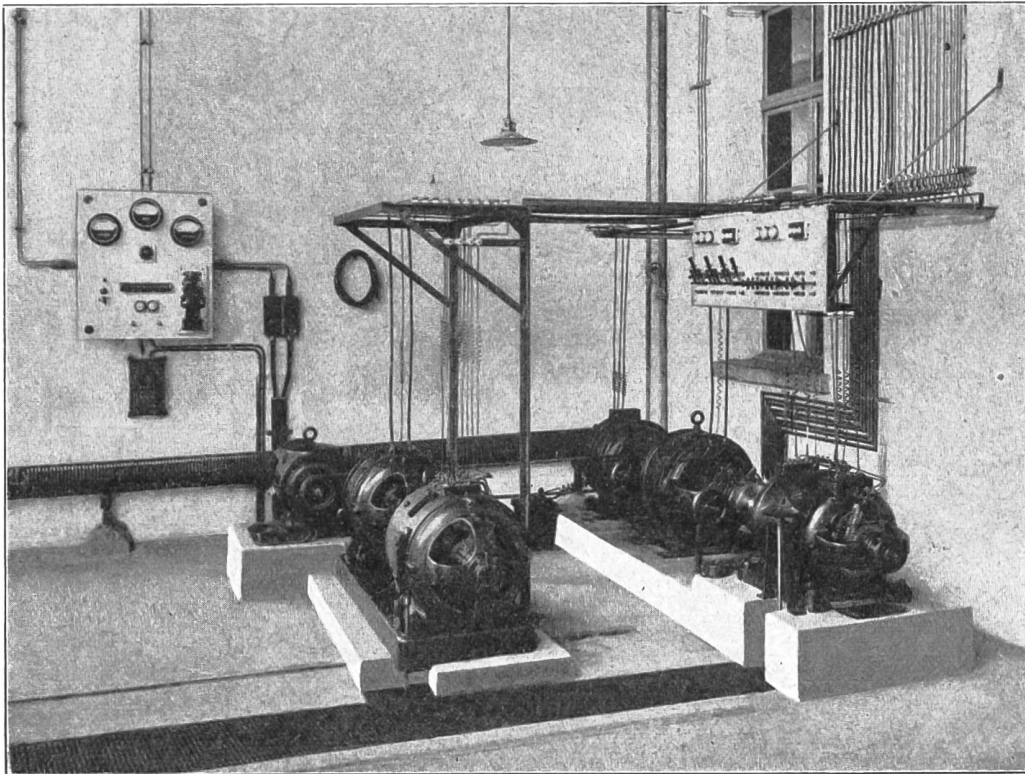


Abbildung 3: Eichgeneratoren der Eichstätte.

können, entsprechend einer Nacheilung bzw. Voreilung des Stromes gegenüber der Spannung (induktive bzw. Kapazitäts-Belastungen). Durch in Kanälen im Boden angebrachte Ketten-Übersetzungen können die Schneckengetriebe von den Eichstellen aus mittels Handräder betätigt werden, welche zirka drei Umdrehungen für eine Phasenverschiebung von  $90^\circ$  erfordern; damit wird erreicht, dass eine derart grosse Verschiebung in leichter und exakter Weise in der Zeit weniger Sekunden ausgeführt werden kann. Die Stromgeneratoren leisten 5 Kilowatt, die Spannungsgeneratoren 1,5 Kilowatt bei normal 220 Volt verketteter Drehstromspannung. Entsprechend der vierpoligen Bauart und den in Betracht fallenden Periodenzahlen 15 bis 70 Perioden in der Sekunde müssen die Tourenzahlen von 450 bis 2100 in der Minute variiert werden. Diese Eichgeneratoren entsprechen konstruktiv den eingangs erwähnten Bedingungen; die Kurvenformen der E. M. K. beider Generatorgruppen zeigen die Abbildungen 4 und 5, in welche zum Vergleich jeweilen die genaue Sinuskurve eingezeichnet wurde.

Durch *Strom- und Spannungswandler* werden die Ströme und Spannungen auf die gewünschten Werte bis 500 Ampère bzw. 10 000 Volt gebracht.

Die zum Antrieb der Generatoren verwendeten direkt gekuppelten Nebenschluss-Gleichstrommotoren können andererseits auch mit einem an das städtische Kraftnetz angeschlossenen *Drehstrommotor* von zirka 15 PS verbunden werden und arbeiten dann als *Gleichstrom-*

*generatoren* mit 125 bis 190 Volt für die Ladung der unten zu erwähnenden grösseren Akkumulatorenbatterien.

Der Drehstrommotor dient ferner zum Antriebe einer in Abbildung 3 ersichtlichen weitem Gleichstromdynamo von 3 KW für die Ladung einer Batterie von fünf Elementen, die bei einstündiger Entladung 400 Ampères abgeben kann und als Stromquelle für die Gleichstrommessungen dient. Es war früher beabsichtigt, mehrere solcher Strombatterien aufzustellen, aber es lag bis jetzt kein dringendes Bedürfnis dazu vor, da nur in ganz wenigen Fällen Prüfungen von Gleichstromapparaten für hohe Stromstärken gewünscht wurden, indem eben in unserem Lande die Bedeutung des Wechselstroms die weitaus grössere ist.

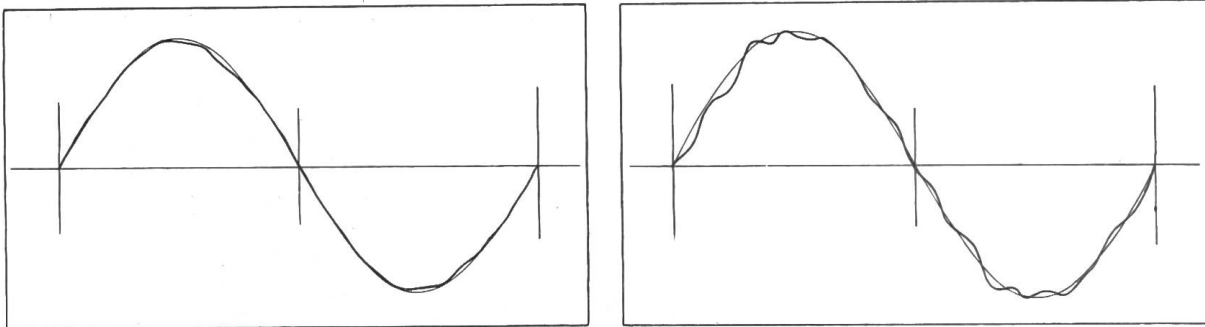


Abbildung 4. Strom- und Spannungskurven von Eichgenerator I bei induktionsloser Belastung.  
 Spannungskurve des belasteten Spannungsgenerators. Stromkurve des belasteten Stromgenerators.

Sollte sich die Notwendigkeit der Aufstellung weiterer derartiger 10 Volt-Strombatterien herausstellen, so sind Platz und Anordnungen vorhanden. Aus demselben Grunde ist auch die beabsichtigte Anschaffung einer Spannungsbatterie einstweilen unterblieben, um die nicht allzureichen Geldmittel zur Bestreitung dringenderer Bedürfnisse verwenden zu können.

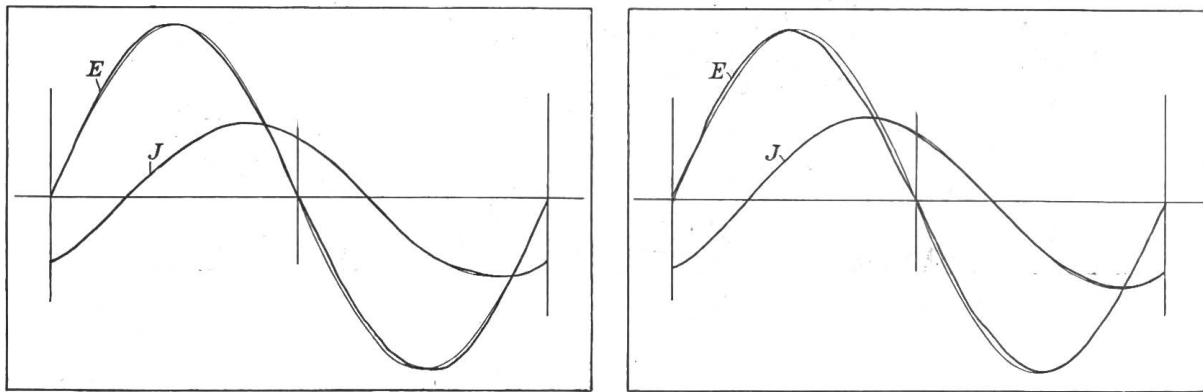


Abbildung 5. Strom- und Spannungskurven von Eichgenerator II bei induktiver Belastung.  
 E: Spannungskurve des Spannungsgenerators. J: Stromkurve des Spannungsgenerators.  
 E: Spannungskurve des Stromgenerators. J: Stromkurve des Stromgenerators.

Zum Antriebe der Gleichstrommotoren sind zwei *Akkumulatorenbatterien* vorhanden, so dass beide Eichgruppen unabhängig voneinander gleichzeitig im Betrieb sein können. Die eine Batterie hat 70 Elemente mit einer einstündigen Entladestromstärke von 253 Ampère, die andere 280 Elemente für eine einstündige Entladung mit 61 Ampères. Diese Batterie ist in vier Gruppen zu je 70 Elementen geteilt, die beliebig parallel oder in Serie geschaltet werden können. Diese Trennung in Gruppen hat sich bei Reparaturen, dann aber auch bei Verwendung von einzelnen Batteriangruppen zu andern als Eichzwecken, z. B. für photometrische Messungen, Untersuchungen von Sicherungen etc. als sehr vorteilhaft erwiesen. Die Elementengruppen können ferner beliebig einzeln mit der erstgenannten Batterie oder auf die eine oder andere Eichgeneratorengruppe parallel geschaltet werden, wie auch die erste Batterie nach Bedarf die eine oder andere Eichgruppe betätigen kann.

Die für die verschiedenen Schaltungen des Dreiphasen-Motors, der Gleichstrommotoren, Eichgeneratoren und Akkumulatorenbatterien notwendigen Apparate sind nebst weitem hier nicht näher interessierenden Apparate auf einer Schalttafel montiert, deren Beschreibung wir unterlassen.

Bezüglich der eigentlichen *Eich-Einrichtungen* stellen die Stromkonsumenten wie auch die Werke als erste Forderung die rascheste Prüfung eingesandter Apparate, so dass der Eichstätte oft nur die denkbar kleinste Zeit zur Durchführung ihrer Arbeiten gelassen ist; gleichwohl muss aber die Prüfarbeit in zuverlässigster Weise durchgeführt werden. Dies stellt an Organisation und Personal hohe Anforderungen, aber nicht minder auch an die Prüfeinrichtungen selbst. Diese müssen gestatten, die Zeit aufs äusserste auszunützen. Die Vorbereitung zur Prüfung und das Anschliessen der zu prüfenden Objekte sowie der Kontroll- und Hilfsapparate dürfen nur wenige Minuten in Anspruch nehmen, wobei die ausserordentliche Vielgestaltigkeit der Prüfobjekte hinsichtlich Zweck, Stromsysteme, Grösse und Konstruktionen sehr erschwerend wirkt.

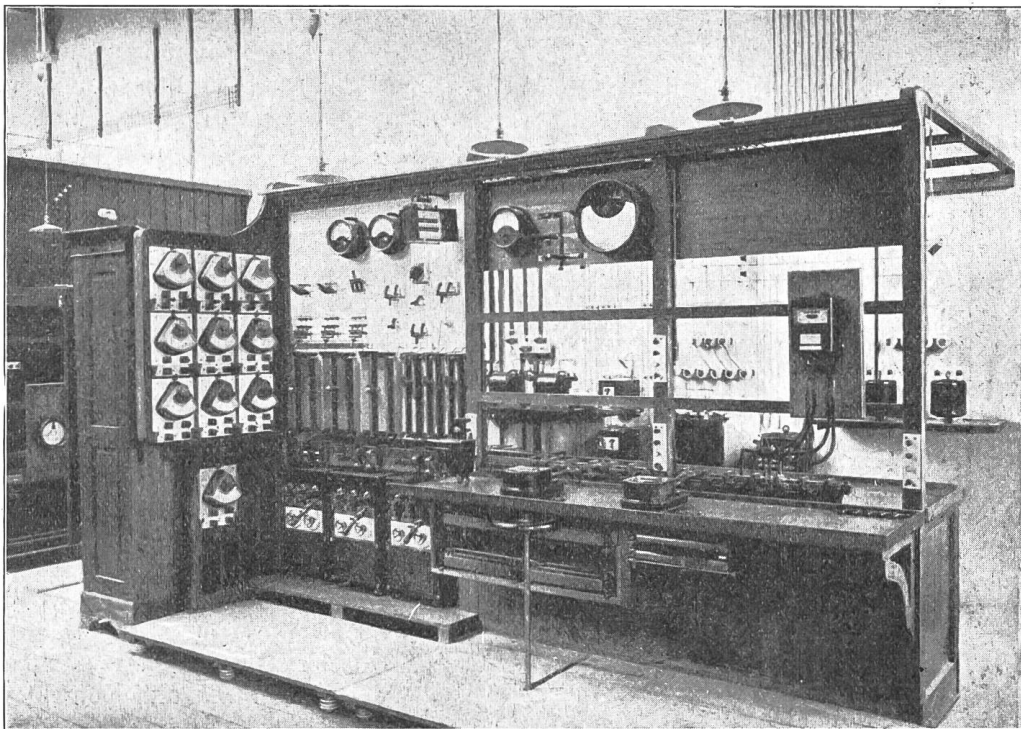


Abbildung 6. Vorderansicht der Eichstation II.

Durch zweckmässige Einrichtungen müssen unrichtige Schaltungen möglichst erschwert, Beeinflussungen durch stromführende Leiter vermieden werden und vollständige Uebersichtlichkeit gewährleistet sein, so dass auch die kompliziertesten Schaltungen rasch nachkontrolliert werden können. Der Beobachter muss im Stande sein, von seinem Standorte aus alles zu übersehen, nicht nur die für die Prüfung massgebenden Präzisionsinstrumente und die zu prüfenden Apparate selbst, sondern auch alle Leitungen und Verbindungen, und er muss auch von hier aus alle in die Messung eintretenden Elemente wie Spannung, Stromstärke, Phasenverschiebung, Frequenz etc. regulieren können.

Entsprechend den beiden erwähnten Eichgeneratoren verfügt die Eichstätte über zwei nach obigen Grundsätzen gebaute Eichstationen. Die eine davon, im Grundrissplan mit II bezeichnet, welche für Wechsel- und Drehstrom-Messungen und für Messbereiche bis 500 Ampère und 10 000 Volt eingerichtet ist, soll im folgenden näher beschrieben werden. Die Abbildungen 6 und 7 veranschaulichen die Vorderansicht und die Rückseite.

Die hier näher zu beschreibende *Eichstation II* besitzt für jede der drei Phasen der Strom- und Spannungsgeneratoren der Eichmaschinen die auf der Vorderseite der

Marmortafel (siehe Abbildung 6) unten sichtbar eingebauten sechs Gleit-Regulierwiderstände; die beiden zugehörigen Schalter befinden sich direkt oberhalb links und sind diese, um einen Wechsel der Phasenfolge rasch herbeiführen zu können, als dreipolige Umschalter angeordnet worden.

Die Ströme des Stromgenerators durchfließen die Primärwicklungen der in Abbildung 7 links unten sichtbaren drei Stromwandler, die je zwei sekundäre Wicklungen besitzen, welche parallel oder in Serie geschaltet bis 500 Ampère bei ca. 4 Volt oder 250 Ampère bei

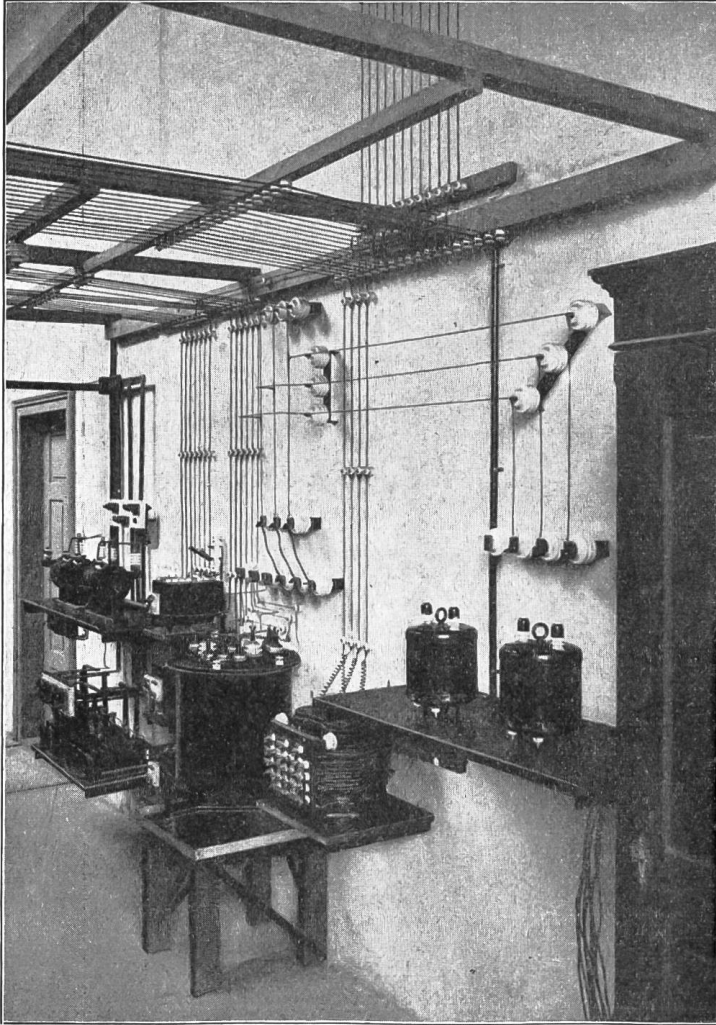


Abbildung 7. Rückansicht der Eichstation II.

8 Volt liefern. Die Spannungsströme können mittels den drei auf der Vorderseite der Marmortafel angebrachten zweipoligen Ausschaltern nach Bedarf auf die Spannungswandler geschaltet werden. Wie die Abbildung zeigt, sind nun nächst den Stromwandlern drei Einphasentransformatoren übereinander angeordnet, welche für die Spannungsstufen 150, 300 und 600 Volt bestimmt sind und einzeln, zu zweien in Serie oder in Sternschaltung verwendet werden können. Daneben steht ein Dreiphasen-Oeltransformator für die Spannungen 5000 und 10000 Volt und weiter ein zweiter Dreiphasentransformator für die Stufen 500, 1000 und 2000 Volt. Der dritte dreipolige Umschalter oberhalb der Regulierwiderstände, rechts neben den oben genannten dient entweder zur direkten Benützung des Spannungsgenerators oder der drei Einphasen-Spannungstransformatoren. Auf der Marmortafel befinden sich ferner zwei dynamometrische Voltmeter, vier doppelpolige Voltmeterumschalter mit drei Kontakten, zwei einpolige Voltmeterumschalter mit zwei Kontakten, ein Steckkontakt und ein Frequenzmesser.

Die beiden Voltmeter für 200 und 600 Volt mit ihrem einpoligen

und drei der doppelpoligen Umschalter gestatten die Kontrolle der Spannungen der Strom- und der Spannungsgeneratoren und der Einphasenspannungswandler. Der zweite einpolige Umschalter lässt die Kontrolle entweder der verketteten oder der Phasenspannung zu und der vierte doppelpolige Umschalter dient zur eigentlichen Prüfung der Spannungen der zu untersuchenden Objekte; an den Steckkontakt, der mit diesem Umschalter verbunden ist, wird ein Präzisions-Voltmeter angelegt.

Auf der rechten Seite des Eichgestelles überhalb der Konsole, auf welcher die Präzisionsinstrumente zur Aufstellung gelangen, sind die beiden Prüffelder, in welche die auf Bretter geschraubten Prüfobjekte gehängt werden. Ueberhalb des linken Prüffeldes sieht man zwei auswechselbare statische Hochspannungs-Voltmeter und in deren Mitte die Hebel eines an der Rückwand befestigten Hochspannungs-Voltmeterumschalters.

Unterhalb der Konsole befindet sich ein Gleit-Regulierwiderstand für die Erregung des Nebenschluss-Gleichstrommotors, sowie zwei ähnliche Widerstände für die Erregung des

Spannungsgenerators und zwei ebensolche für die Erregung des Stromgenerators. Durch den vor dem Eichgestell auf Rippen-Isolatoren ruhenden Isolierboden aufsteigend ist die Kettenradwelle der Phasenverschiebungsvorrichtung, mit ihrem isolierten Handrad an ihrem obern Ende, erkennbar.

Hinter der Konsole am Fusse der Prüffelder sind die mit einer Anzahl Trennschalter versehenen vier Hauptstrom-Verteilungsschienen festgeschraubt. In diese Trennschalter werden die mit entsprechenden Kabelschuhen versehenen Zuleitungen zu den Prüfobjekten und den Präzisions-Messapparaten eingeschoben. Die Verteilungsschienen können an ihrem Ende rechts zu zweien, dreien oder vierten zusammengefasst werden, je nachdem dies für Einphasen-, Zweiphasen-, Dreiphasen-Dreileiter oder Dreiphasen-Vierleiter-Prüfungen nötig ist.

Links von den Prüffeldern unterhalb der Marmorplatte finden wir drei grosse regulierbare Belastungswiderstände, welche in die drei obern Verteilungsschienen eingebaut sind. Diese Widerstände können bei 4 Volt 400 Ampère aufnehmen und haben Abstufungen für ca. 1 Ampère. Am linken Flügel in rechtem Winkel zum Eichgestell erblicken wir drei ebenfalls den drei obern Schienen angehörige Sätze auswechselbarer elektromagnetischer Ampèremeter, sowie ein einzelnes der vierten (neutralen) Schiene angehörend; dieselben können nötigenfalls auch ohne Stromunterbruch gegen kleinere oder grössere ausgewechselt werden. Von hier weg führen die Schienen zu den Sekundärwicklungen der Stromwandler.

An den vertikalen Rippen der Prüffelder fallen noch vier kleine Marmorplatten mit je vier hartgummiisolierten Klemmen auf. Drei davon dienen der Stromzuführung zu den Spannungsstromkreisen der Prüfobjekte und Präzisionsapparate; die vierte in der Mittelrippe dient für die Zuleitungen von den auf der Konsole rechts neben den Transformatoren (Abbildung 6) aufzustellenden zu den Prüfungsobjekten gehörigen Spannungswandlern. In der linken untern Ecke des linken Prüffeldes sind ferner noch sechs weitere Klemmen angebracht für die Zuleitungen zu den mit den zu prüfenden Apparaten eingesandten Stromwandlern, welche letztere oberhalb den Eichstromwandlern auf eine Konsole gestellt werden und an die Verteilungsschienen an Stelle von Trennschaltern angeschlossen werden. Der konstant bleibende Widerstand zwischen diesen Klemmen und den Stromwandlern beträgt pro einfache Länge 0,0297 Ohm bei 23° C.

Zu den Apparaten und Instrumenten gehörige Vorschaltwiderstände und dergleichen werden hinter die Prüffelder auf einen angebauten Tisch gestellt. Zwischen dem Tische und den Transformatoren befindet sich ein 1 m breiter Bedienungsgang.

Wie man sieht, ist die Disposition so getroffen, dass der Beobachter nicht mit Hochspannung in Berührung kommt; alle Hochspannung führenden Leitungen befinden sich auf der Rückseite des Eichgestells. Ueberall ist bequemer geräumiger Platz vorhanden und alle Transformatoren sind von den Messinstrumenten und den zu prüfenden Apparaten so weit entfernt aufgestellt, dass Beeinflussungen, die durch Strom- und Spannungswandler eintreten könnten, eliminiert sind.

Aehnlich der eben beschriebenen ist auch die in Abbildung 8 dargestellte *Eichstation I* eingerichtet, wenn auch in einfacherer Weise, da sie ausschliesslich Niederspannungsprüfungen dient; weiter erhielt sie auch Einrichtungen für Gleichstromprüfungen. Eine nähere Beschreibung kann unterbleiben, da keine neuen Gesichtspunkte auftreten.

Die beiden Eichstationen können mit dem einen oder andern Eichgenerator verbunden werden. Die Umschaltevorrichtungen sind auf Marmortafeln überhalb von Eichgenerator I angebracht (Abbildung 3).

Im Folgenden mögen einige kurze Erörterungen und Angaben über die *Verwendung der beschriebenen Einrichtungen* und über die Eichung von Zählern und andern Apparaten Platz finden.

Die bis jetzt erwähnten Apparate sind nur als Hilfsapparate für die Regelung von Stromstärke, Spannung und Frequenz zu betrachten, an deren Genauigkeit keine grössern Anforderungen gestellt werden, als an gute technische Schalttafelapparate.

Für die eigentlichen Messungen und Prüfungen werden bei Strom-, Spannungs- und Leistungsbestimmungen ausschliesslich die Angaben direkt zeigender Präzisionsinstrumente als massgebend zu Grunde gelegt. Die Skalen dieser Instrumente sind gleichmässig geteilt, haben 120—150 Teilstriche und sind zur Vermeidung der Parallaxe beim Ablesen mit

Spiegel versehen. Die Ablesegenauigkeit beträgt  $\frac{1}{10}$  Teilstrich. Es werden nur die obere zwei Drittel der Skala als die mit Rücksicht auf Genauigkeit günstigsten Messbereiche benutzt. Die Instrumente werden regelmässig alle Vierteljahre einer genauen Kontrolle unterzogen, wobei die Skalen von 10 zu 10 Teilstrichen nachgeprüft und, wenn nötig, neue Korrektortabellen, die jedem Instrument beigegeben sind, angefertigt werden. Gelegentlich erfolgen auch Kontrollen in der Zwischenzeit, wenn dies aus irgend einem Grunde angezeigt erscheint.

Für Gleichstrommessungen kommen Depréz-d'Arsonvalsche Volt- und Ampèremeter in Anwendung. Bei den Prüfungen ist hauptsächlich auch darauf zu achten, dass keine messbaren Beeinflussungen der Prüfobjekte von in der Nähe befindlichen stromführenden Leitern und zufälligen fremden magnetischen Feldern stattfinden. Die Orientierung der zu untersuchenden Apparate mit Bezug auf das terrestrische Feld während der Prüfung wird in den Prüfberichten erwähnt.

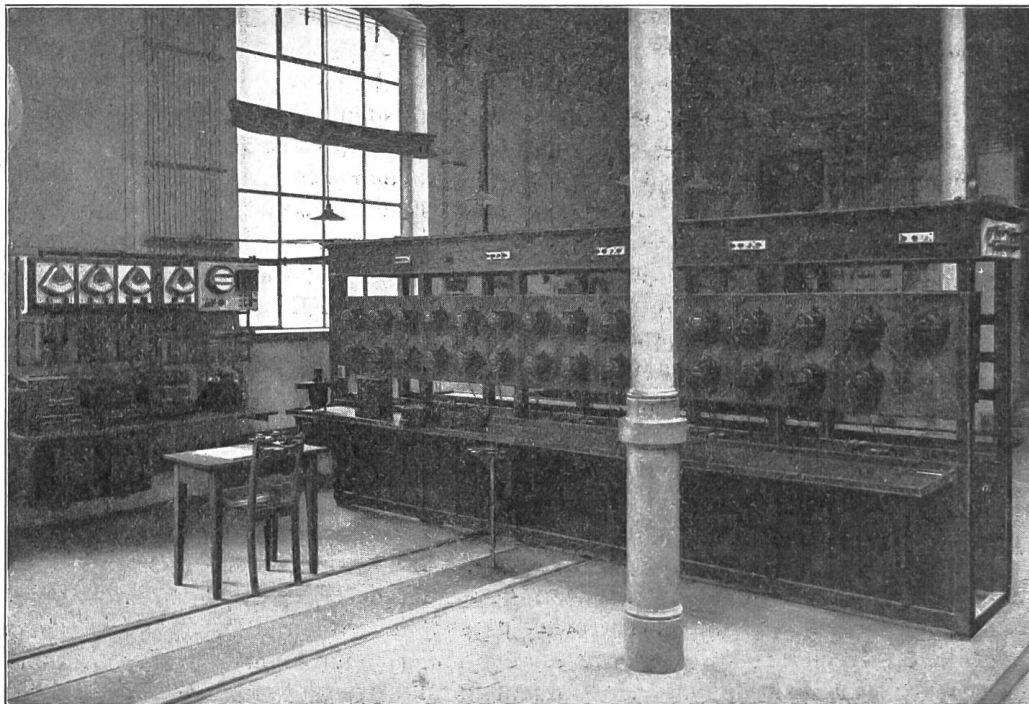


Abbildung 8. Wechselstromseite der Eichstation I

Für Wechselstrommessungen finden als Voltmeter, Ampèremeter und Wattmeter ausschliesslich dynamometrische Instrumente Verwendung.

Die Spannungsspulen der in der Eichstätte benutzten Wattmeter haben einen sehr kleinen Induktionskoeffizienten und die Kurvenformen der Eichgeneratoren sind, wie wir sahen, sowohl für Strom wie für Spannung, fast reine Sinuskurven. Es können daher mit genügender Annäherung die Phasenverschiebungen aus dem Verhältnis der Wattmeterausschläge berechnet werden, bei Drehstrom unter der Voraussetzung gleich belasteter Phasen, und es entspricht bei Einphasenstrom die Nullstellung des Wattmeters einer Verschiebung von  $90^\circ$ .

Für die Zeitbestimmungen werden Springuhren, die bis  $\frac{1}{10}$  Sekunde zu messen gestatten, verwendet. Dieselben werden in kurzen Zeitintervallen mit einem genauen Sekundenpendel-Regulator verglichen.

Von sogenannten Doppelzeitschreibern ist Umgang genommen worden, weil eine Genauigkeit von  $\frac{1}{10}$  Sekunde bei einer Beobachtungszeit von 100 Sekunden als genügend betrachtet werden darf.

Bei der Prüfung von Zählern werden stets zwei Uhren benutzt, wovon die eine die Zeit der Hälfte, die andere aller beobachteten Scheibenumdrehungen misst. Man erhält so eine Kontrolle über die Uhren und über die richtige Zählung der Umdrehungen.

Als *Beispiel einer Prüfung* möge die Bestimmung der Fehler eines Drehstromzählers bei Vollast und  $\cos \varphi = 1$ ,  $= 0,75$  und  $= 0,5$  kurz erläutert werden.

Zur Messung der dem Zähler zugeführten Energie wird die Zwei-Wattmeter-Methode benutzt; die Ausschläge der Wattmeter werden für Vollast und  $\cos \varphi = 1$  zum Voraus berechnet. Zuerst wird nun mittels der drei in die Phasen des Spannungsgenerators eingebauten Gleit-Regulierwiderstände Gleichmässigkeit der drei verketteten Spannungen hergestellt und mit dem Erregerwiderstand des Spannungsgenerators die Spannungen auf ihren genauen Wert gebracht.

Die Spannungskreise des Zählers bleiben vor der Prüfung eine halbe Stunde zur Vorwärmung eingeschaltet.

Dann wird mittels der drei den Phasen des Stromgenerators angehörigen Regulierwiderstände Gleichmässigkeit der Belastungen hergestellt. Diese selbst werden weiter durch die drei grossen Belastungswiderstände einreguliert und an den drei entsprechenden nebeneinander liegenden Ampèremetern abgelesen. Die richtige Frequenz wird mit dem Erregerwiderstand des Gleichstrommotors erhalten. Zum Schlusse wird mit dem Erregerwiderstand des Stromgenerators auf die berechneten Wattmeterausschläge eingestellt; hierbei dürfen aber die Ströme des Spannungsgenerators keine Phasenverschiebung gegen den Hauptstrom haben. Dies wird daran erkannt, dass bei Drehung des Handrades die Wattmeterausschläge sich sofort verschieden einstellen und je nach dem Drehungssinne bei weiterer Drehung das eine oder andere Wattmeter schliesslich auf Null und darüber hinaus geht.

Die geschilderte Einstellung kann von einem geübten Beobachter in wenigen Minuten ausgeführt werden.

An Hand der auf dem Zähler angegebenen Konstanten, nach den die Uebersetzungsverhältnisse des Zählwerkes gewählt sind, wird die Zeit ausgerechnet, in welcher die Scheibe für die angenommene Belastung eine bestimmte Anzahl Umdrehungen ausführen soll.

Die wirkliche Zeit, die die Scheibe für diese Anzahl von Umdrehungen gebraucht, wird mit den beiden Uhren bestimmt und aus dieser Zeit und dem berechneten Sollwert der gesuchte Fehler erhalten.

Bezeichnet man mit  $t$  die gemessene Zeit in Sekunden und mit  $t_0$  den Sollwert, so ist der auf den Sollwert bezogene prozentuale Fehler  $f$ :

$$f = 100 \cdot \left( \frac{t_0}{t} - 1 \right)$$

Um jetzt Phasenverschiebungen entsprechend  $\cos \varphi = 0,75$  und  $0,5$  zu erhalten, berechnen wir die Wattmeterausschläge aus den Beziehungen:

$$\operatorname{tg} \varphi = \sqrt{3} \cdot \frac{W_2 - W_1}{W_2 + W_1} \quad \text{und} \quad W_1 + W_2 = \text{bekannt}$$

wobei  $W_2$  der grössere  $+$  Wattmeterausschlag bedeutet.

$$\text{für } \cos \varphi = 0,75 \text{ wird } \frac{W_1}{W_2} = 0,31736$$

$$\text{für } \cos \varphi = 0,5 \quad W_1 + W_2 = W_2 \text{ und } W_1 = 0$$

d. h. das eine Wattmeter behält seinen maximalen Ausschlag, während das andere auf Null zurückgeht. Man hat das Handrad der Verschiebungsvorrichtung so lange zu drehen, bis sich die berechneten Werte von  $W_1$  und  $W_2$  einstellen.

Wenn keine speziellen Wünsche geäussert werden, wird bei den Prüfungen stets  $\cos \varphi = 0,5$  gewählt. Es gestaltet dies die Messungen einfach, rasch und sicher und entspricht mit Bezug auf Grösse der Phasenverschiebung Betriebsbedingungen, die nur selten ungünstiger vorkommen. Man kann annehmen, dass, wenn die Fehler bei  $\cos \varphi = 0,5$  innerhalb zulässiger Grenzen liegen, dann auch diejenigen bei den betriebsmässig üblichen Werten von  $\cos \varphi = 0,6$  bis  $0,8$  diese Grenzen nicht überschreiten.

Um diese kurzen Ausführungen zu beenden, wollen wir nur noch beifügen, dass, wenn zu Zählern oder andern Apparaten Strom- und Spannungswandler, Nebenschlüsse etc. gehören, diese stets in die Prüfung miteinzubeziehen sind; ferner dass, wenn keine nähern Angaben gemacht sind, Drehstromapparate mit Bezug auf die Drehfeldrichtung so ange-

geschlossen werden, dass die Fehler am kleinsten ausfallen. Den Prüfberichten wird jeweils dasjenige Schema beigegeben, nach welchem die Apparate während der Prüfung angeschlossen waren.

Hinsichtlich der *Methoden und Anordnungen für besondere Untersuchungen, Systemprüfungen* und dergleichen möge mitgeteilt werden, dass ausser der Bestimmung der Fehler in den Angaben von Messinstrumenten unter verschiedenen Betriebsbedingungen auch noch andere Untersuchungen für die Beurteilung dieser Instrumente von Wert sein können. Speziell für Zähler sind diesbezüglich zu nennen: Isolationsprüfungen der Wicklungen gegeneinander und gegen das Gehäuse, Bestimmung des Eigenverbrauches, der Widerstände und des Spannungsabfalles, Bestimmung des Drehmomentes und Gewichtes der rotierenden Teile, weiter der Abhängigkeit der Drehstromapparate von der Rotationsrichtung des Drehfeldes, des Einflusses von Kurzschlüssen, von äusseren magnetischen Feldern, der Umgebungstemperatur, sowie der Temperatur einzelner Teile.

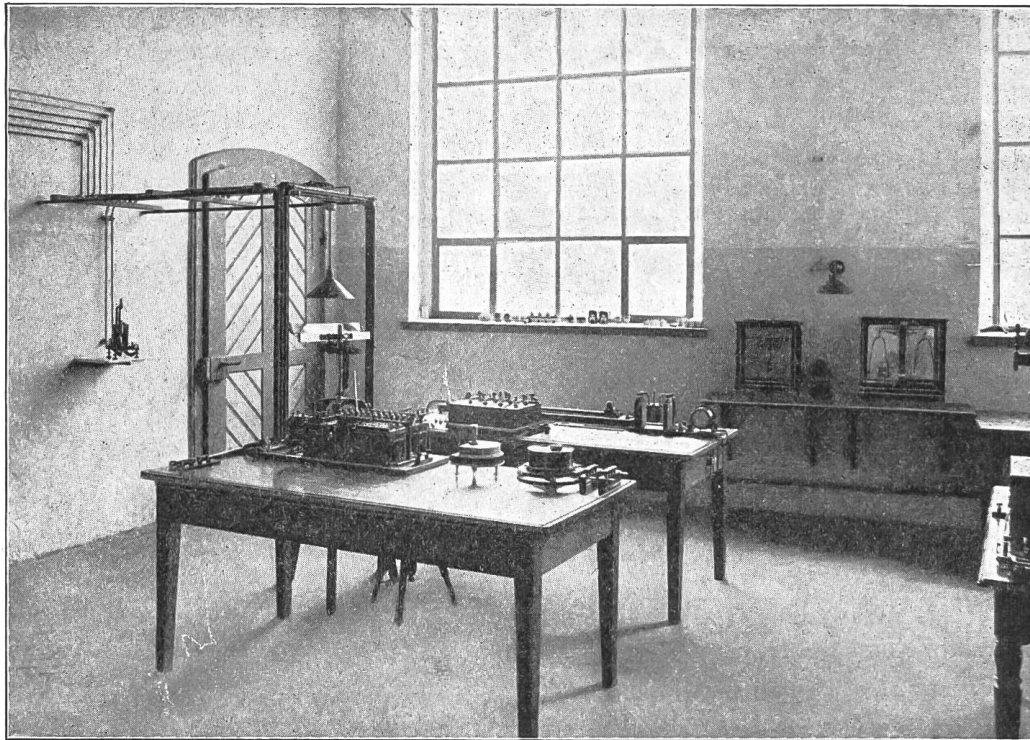


Abbildung 9. Wheatstonesche und Thomsonsche Brücke.

Für die Isolationsprüfungen stehen eine vollständige Isolationsmeseinrichtung für Gleichstromspannungen bis 1000 Volt und drei Transformatoren für Spannungen bis 10 000, 50 000 und 100 000 Volt zur Verfügung.

Während Isolationsmessungen weniger vorkommen, ist es hingegen Regel, dass alle neuen Zähler und ihre Hilfsapparate wie Strom- und Spannungswandler etc. einer Isolationsprobe derart unterworfen werden, dass einerseits zwischen den Strom- und Spannungsspulen, andererseits zwischen Spulen und Gehäuse die doppelte Betriebsspannung während je 10 Minuten angelegt wird.

Die Bestimmung des Eigenverbrauches der Spannungskreise erfolgt mit Kelvinschen Multicellularvoltmetern, wovon drei für 150, 300 und 600 Volt vorhanden sind, in Verbindung mit induktionsfreien Widerständen nach der Dreivoltmetermethode. Widerstandsmessungen werden mit der Wheatstoneschen oder der Thomsonschen Brücke (Abbildung 9) ausgeführt. Drehmomentsbestimmungen finden mit einer Torsionsfederwage mit horizontaler Kreisteilung, die in 360° geteilt ist, statt, welche die Messung von Kräften von 0,01—3,6 gr gestattet. Für Wägungen stehen eine Präzisionswaage für 200 gr Tragkraft und zwei andere Wagen für 1 und 10 kg zur Verfügung.

In besondern Fällen sind Untersuchungen über die Abhängigkeit der Zählerangaben von der Temperatur der Umgebung von Interesse, wozu ein Thermostat Verwendung findet. Die Temperaturen einzelner Teile, wie von Wicklungen und dergleichen, können bequem mit einem Kupferkonstantan-Thermoelement in Verbindung mit einem Zeiger-Galvanometer, dessen Empfindlichkeit  $1^{\circ} = 2 \times 10^{-7}$  Ampère beträgt, gemessen werden.

In Kurzem wird die Eichstätte auch über einen *Oscillographen* verfügen, der ihr gestatten wird, ihr Untersuchungsgebiet zu vergrössern.<sup>1)</sup>

In Bezug auf *Methoden und Anordnungen für Präzisionsmessungen* ist zu bemerken, dass Prüfungen und Kontrollen der Präzisions-Instrumente mit dem Kompensationsapparat ausgeführt werden. Abbildung 10 zeigt die bezüglichen Einrichtungen. In der Mitte erblickt man den Tisch mit dem Kompensationsapparat mit Multiplikator, Normalelement und

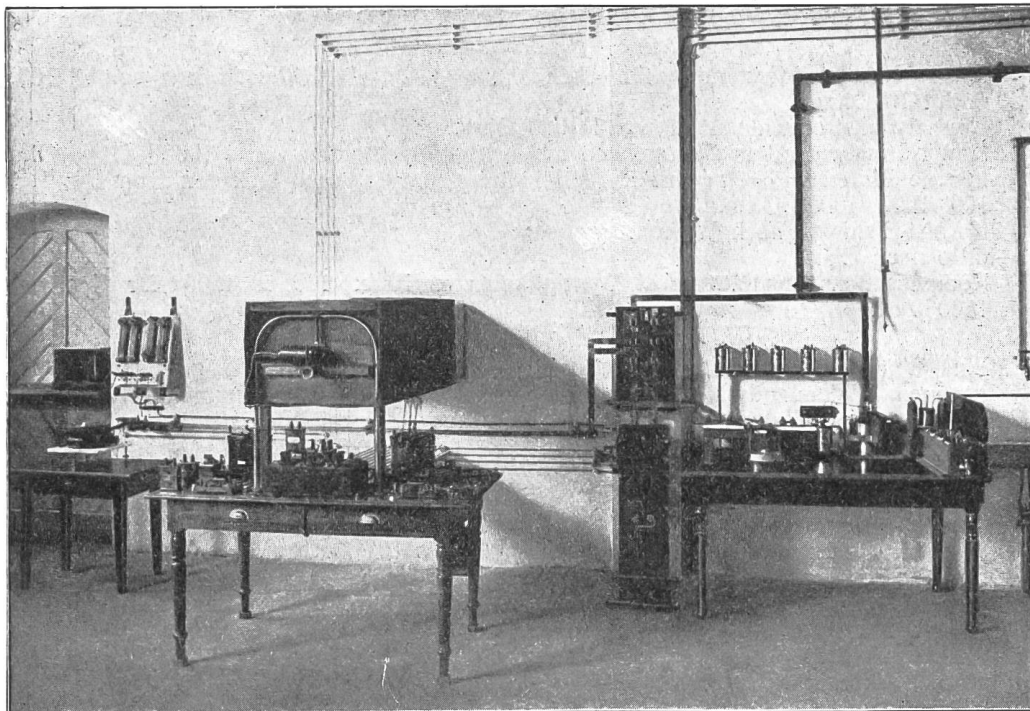


Abbildung 10. Präzisions-Messeinrichtung mit Kompensationsapparat.\*

den übrigen Hilfsapparaten. Weiter sieht man die Skala, auf welche mittels Nernstlampe durch den Galvanometerspiegel ein Fadenbild projiziert wird. Das Galvanometer selbst ist lichtdicht eingeschlossen. Ein Belastungswiderstand für 500 Ampère befindet sich rechts davon, zu dem ein im Bilde nicht sichtbarer Widerstand für 200 Ampère mit 25 Abstufungen und der an der Wand hängende Feinregulierungswiderstand parallel geschaltet sind. Oberhalb des grossen Belastungswiderstandes erblickt man den zum Kommutieren der

<sup>1)</sup> Wir glauben, dass den Mitgliedern des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins die nachstehende Zusammenstellung der Ausrüstung der Eichstätte (ausschliesslich der Lade- und Schalteinrichtungen), soweit sie sich auf die beschriebenen Prüfeinrichtungen bezieht, von Nutzen sein werde, und lassen sie daher hier folgen:

No. Anzahl

#### I. Energie-Quellen.

- |   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | Eich-Doppelgeneratoren zur Erzeugung von Ein-, Zwei- und Drei-Phasenwechselstrom mit Vorrichtung zur Erzeugung von Phasenverschiebungen zwischen den Strömen der Strom- und Spannungsgeneratoren. Direkt gekuppelt damit: |
| 2 | 2 | Gleichstrom-Nebenschluss-Motoren, die auch als Generatoren zur Ladung der zwei grössern Akkumulatoren-Batterien verwendet werden.   |
| 3 | 1 | Gleichstrom-Dynamo von 3 Kilowatt zur Ladung der 10 Volt-Batterie.  |
| 4 | 1 | Drehstrom-Motor, angeschlossen an das stadtzürcherische Netz, zum Antriebe von Nr. 2 und 3.   |
| 5 | 6 | Stromwandler für Ströme bis 500 Amp.  |

Hauptströme notwendigen Umschalter und auf dem Tische weiter rechts finden die Normalwiderstände Aufstellung. Links auf dem kleinen Tische werden die zu prüfenden Präzisionsinstrumente plazierte.

Der Kompensationsapparat Feussnerscher Konstruktion hat einen konstanten Widerstand von 15 000 Ohm und gestattet bei 0.0001 Ampère mittels fünf Kurbeln Messungen

No. Anzahl

- |   |   |  |
|---|---|--|
| 6 | 3 | Einphasen-Transformatoren für Spannungen bis 150, 300 und 600 Volt.  |
|   | 1 | Drehstrom-Transformator für Spannungen bis 500, 1000 und 2000 Volt.  |
|   | 1 | ditto für Spannungen bis 5000 und 10,000 Volt.   |
| 7 | 1 | Niederspannungs-Batterie zu 5 Elementen für 400 Amp. Entladungsstromstärke.  |
| 8 | 1 | Akkumulatoren-Batterie zu 70 Elementen für 253 Amp. Entladungsstromstärke.   |
| 9 | 1 | Akkumulatoren-Batterie zu 280 Elementen für 61 Amp. Entladungsstromstärke, unterteilt in 4 Gruppen zu je 70 Elementen, welche parallel oder in Serie geschaltet werden können. |

#### II. Normale.

- |    |   |   |
|----|---|---|
| 10 | 2 | Sätze Normalwiderstände, bestehend aus je drei Widerständen von 1/1000, 1/100 und 1/10 Ohm.               |
|    | 1 | Normalstarkstromwiderstand von 1/1000 Ohm.  |
|    | 1 | Satz Normalwiderstände, bestehend aus acht Widerständen von 1/10000–1000 Ohm.                             |
| 11 | 2 | genaue Widerstandssätze mit Kurbelschaltung mit je drei Dekaden von 0,1, 1, 10, bzw. 100 1000, 10000 Ohm. |
| 12 | 3 | Normal-Elemente nach Weston.  |
|    | 1 | ditto nach Clark.   |
| 13 | 1 | Kompensations-Apparat nebst Multiplikator x 10 x 100 x 1000 für Spannungen bis 1500 Volt.                 |

#### III. Apparate für Widerstandsmessungen.

- |    |   |   |
|----|---|---|
| 14 |   | Eine Wheastonesche Brückenschaltung, bestehend aus:   |
|    | 1 | genauem Widerstandssatz mit Stöpselschaltung von 0,1 bis zusammen 100 000 Ohm.                    |
|    | 1 | Verzweigungs-Widerstandssatz, bestehend aus je zwei Widerständen von 10, 100, 1000 und 10000 Ohm. |
|    | 2 | Akkumulatoren-Zellen.   |
|    | 1 | Doppeltaste   |
|    | 1 | Depréz - d'Arsonvalsches Spiegel-Galvanometer mit Fernrohr und Skala.                             |
|    | 1 | Vorschaltwiderstand zu diesem Galvanometer bis 10000 Ohm.   |
| 15 |   | Eine Thomsonsche Brückenschaltung, bestehend aus:   |
|    | 1 | Thomsonbrücke mit 4 Doppeldekaden, 0,1–1000 Ohm.  |
|    | 1 | Einspannvorrichtung für Drähte, 1 m lang.   |
|    | 1 | Petroleumbad für Temperatur-Koeffizienten-Bestimmungen.   |
|    | 1 | ditto für Normalwiderstände.  |
|    | 2 | kleinen Ampèremetern für 10 und 50 Amp., und  |
|    | 2 | Akkumulatoren-Zellen für 50 Amp. Entladestromstärke.  |
|    |   | Als Galvanometer dient dasjenige der Wheatstoneschen Schaltung.                                   |
|    |   | Für die Messung kleiner Widerstände wird auch der Kompensations-Apparat verwendet.                |

#### IV. Präzisions-Messapparate.

- |    |   |   |
|----|---|---|
| 16 | 1 | Ampèremeter, Depréz-d'Arsonval, 150 Millivolt 2 Ohm, mit Nebenschlüssen für 0,75, 1,5, 3, 7,5, 15, 30, 75, 150 und 300 Amp.   |
|    | 1 | Dynamometrisches Ampèremeter für 2,5 und 5 Amp., mit zwei Stromwandlern für 250,5 und 500 5 Ampère.   |
|    | 1 | Dynamometrisches Ampèremeter für 12,5 und 25 Amp.   |
|    | 1 | ditto für 50 und 100 Amp.   |
| 17 | 1 | Millivoltmeter, 1 Ohm, für 0,15 Volt, mit Vorschaltwiderstand für 1,5, 15 und 150 Volt.   |
|    | 1 | Voltmeter Depréz-d'Arsonval mit vier Messbereichen für 3, 150, 300 und 600 Volt.  |
|    | 1 | Dynamometrisches Voltmeter für 7,5, 15, 75 und 150 Volt, mit Vorschaltwiderstand für 300 Volt.  |
|    | 1 | ditto für 100 und 200 Volt, mit Vorschaltwiderstand für 500 und 1000 Volt.  |
|    | 1 | ditto für 75, 150 und 300 Volt, mit Vorschaltwiderständen für Messbereicherhöhungen von 450 und 750 Volt und fünf Vorschaltwiderständen für Messbereicherhöhungen von je 1500 Volt. |
|    | 1 | Dynamometrisches Voltmeter für 150 und 300 Volt, mit 25000 Ohm Widerstand.  |
| 18 | 1 | Vereinigter Strom- und Spannungsmesser, Depréz-d'Arsonval, mit Messbereichen bis 0,3, 0,75, 1,5 und 3 Amp. und 75, 150 und 300 Volt.  |
|    | 1 | Vereinigter Strom- und Spannungsmesser, Depréz-d'Arsonval, mit Messbereichen bis 1,5, 3, 7,5, 15, 30, 75, 150, 300 und 750 Amp. und 3, 150, 300 und 600 Volt.                       |
| 19 | 1 | Dynamometrisches Wattmeter mit drei Messbereichen für 0,5, 1 und 2 Amp., mit Vorschaltwiderstand bis 450 Volt.  |
|    | 3 | Dynamometrische Wattmeter mit zwei Messbereichen 2,5 und 5 Amp.   |

bis zu 1.5 Volt. Für höhere Spannungen wird der Multiplikator mit einem Gesamt-Widerstand von 100 000 Ohm dazwischen geschaltet und gestatten dessen drei Abzweigungsklemmen Messungen bis 15, 150 bezw. 1500 Volt. Die Widerstände sowohl des Kompensators wie des Multiplikators sind von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin beglaubigt. Das Depréz-d'Arsonvalsche Spiegelgalvanometer hat 5 Sekunden Schwingungsdauer, einen

No. Anzahl

- |    |    |  |
|----|----|--|
| 19 | 2  | Dynamometrische Wattmeter mit einem Messbereich 5 Amp.                   |
|    | 5  | ditto mit zwei Messbereichen 12,5 und 25 Amp.                            |
|    | 5  | ditto mit zwei Messbereichen 50 und 100 Amp.                             |
|    | 5  | ditto mit zwei Messbereichen 200 und 400 Amp.                            |
| 20 |    | Vorschaltwiderstände für die Wattmeter und das Voltmeter mit 25 000 Ohm: |
|    | 3  | passend bis 600 Volt;  |
|    | 20 | für je 3000 Volt.  |

#### V. Technische Messapparate.

- |    |    |   |
|----|----|---|
| 21 | 3  | Hitzdraht-Ampèremeter für 5 Amp., mit Nebenschlüssen bis 10, 20, 50, 100, 200 und 500 Amp.                            |
|    | 1  | Hitzdraht-Ampèremeter mit zwei Messbereichen 1 und 10 Amp.  |
| 22 | 24 | Elektromagnetische Ampèremeter mit Messbereichen 3, 10, 30, 75, 200 und 500 Amp., wovon je vier Stück vorhanden sind. |
| 23 | 2  | Dynamometrische Schalttafel-Voltmeter für 200 und 600 Volt.   |
| 24 | 1  | Statisches Kelvinsches Multicellular-Voltmeter, 150 Volt.   |
|    | 2  | ditto, 300 und 600 Volt.  |
| 25 | 1  | Statisches Schalttafel-Voltmeter, 1000 Volt.  |
|    | 5  | ditto, 2000, 3000, 5000 und 25 000 Volt.  |
|    | 1  | ditto mit zwei Messbereichen, 10 000 und 60 000 Volt.   |
| 26 | 2  | Transportable Frequenzmesser bis 70 und 90 Perioden und   |
|    | 1  | Schalttafel-Frequenzmesser bis 100 Perioden.  |

#### VI. Hilfsapparate.

- |    |   |   |
|----|---|---|
| 27 | 1 | Hilfselement zum Kompensations-Apparat.   |
| 28 | 1 | Spiegel-Galvanometer nach Depréz-d'Arsonval mit objektiver Spiegelablesung zum Gebrauche mit dem Kompensations-Apparat.   |
| 29 | 2 | Kurbel-Vorschaltwiderstände mit vier Dekaden, 1, 10, 100, 1000 Ohm, zum Gebrauche mit dem Kompensations-Apparat.  |
| 30 | 1 | Regulierwiderstand für 500 Amp. und 10 Volt;  |
|    | 1 | Regulierwiderstand für 200 Amp. und 10 Volt, und  |
|    | 1 | Gleitdrahtwiderstand, bestehend aus vier Widerständen für 0,45, 1,5, 7 und 20 Amp., zum Gebrauch in Parallel- oder Hintereinanderschaltung.   |
|    |   | Alle diese drei Widerstände werden sowohl beim Gebrauch des Kompensations-Apparates wie bei Gleitstromprüfungen verwendet.  |
| 31 | 4 | Umschalter zum Gebrauche mit dem Kompensations-Apparat.   |
| 32 | 3 | Regulierwiderstände für Stromstärken bis 400 Amp. bei 4 Volt (Eichstation II).  |
| 33 | 3 | Regulierwiderstände für Stromstärken bis 200 Amp. bei 4 Volt (Eichstation I), mit je zwei Gleitdrahtwiderständen.   |
| 34 | 6 | Gleitdrahtwiderstände für die Hauptstromkreise der Eichgeneratoren.   |
| 35 | 6 | ditto für die Spannungskreise der Eichgeneratoren.  |
| 36 | 2 | Erregerwiderstände für die Stromkreise der Eichgeneratoren.   |
| 37 | 2 | Erregerwiderstände für die Spannungskreise der Eichgeneratoren.   |
| 38 | 2 | Erregerwiderstände für die Gleichstrommotoren.  |
| 39 | 1 | Kurbel-Regulierwiderstand mit vier Dekaden, 1, 10, 100, 1000 Ohm, zum Vorschalten in Spannungskreise und ein Gleitdrahtwiderstand zu demselben Zweck.   |
| 40 | 1 | Petroleumbad für vier Normal-Widerstände.   |
| 41 | 1 | Sekundenpendel-Regulator.   |
| 42 | 8 | Springuhren für $\frac{1}{10}$ Sekunden.  |
| 43 | 1 | Zeiger-Galvanometer Depréz-d'Arsonval, 500 Ohm, mit einer Empfindlichkeit von 0,0001 Volt, mit einem Kupferkonstantan-Thermoelement zur Messung von Temperaturen bis 100° C. Diverse Quecksilber-Thermometer. |
| 44 | 1 | Torsions-Federwage, 0,01 bis 3,6 gr.  |
| 45 | 1 | Präzisionswage mit Gewichtssatz 50 bis 0,001 gr, und  |
|    | 1 | Schalenwage bis 1 kg Tragkraft;   |
|    | 1 | Schalenwage bis 10 kg Tragkraft.  |

Von der Materialprüfanstalt stehen weiter zur Verfügung:

- |    |   |  |
|----|---|--|
| 46 | 1 | Thermostat.  |
| 47 | 1 | vollständige Isolations-Messeinrichtung.                           |
| 48 | 3 | Hochspannungs-Transformatoren für 10 000, 50 000 und 100 000 Volt. |
| 49 | 1 | Oscillograph mit zwei Systemen und aller Zubehör.                  |

Widerstand von 1000 Ohm und eine Empfindlichkeit von  $25 \times 10^{-10}$  Ampère für 1 mm Skalenausschlag bei 1 m Abstand.

Als Grundlage für die Spannungsmessungen dient das innerhalb der Gebrauchstemperaturen von denselben praktisch unabhängige Weston-Element; hievon sind drei vorhanden, die alle von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin beglaubigt sind. Eines der Elemente dient für den Gebrauch, ein zweites für dessen Kontrolle und das dritte als Reserve, so dass von Zeit zu Zeit je eines der Elemente zur Nachkontrolle nach Berlin gesandt werden kann.

Die Strommessungen werden auf Spannungsmessungen an in den Stromkreis eingeschalteten Normalwiderständen aus Manganin zurückgeführt, welche ebenfalls von der Reichsanstalt beglaubigt sind. Die gebräuchlichen Normale  $\frac{1}{1000}$ ,  $\frac{1}{100}$  und  $\frac{1}{10}$  Ohm für Stromstärken bis 100, 30 bzw. 10 Ampère sind in je zwei gleichen Exemplaren vorhanden, wovon je das eine als Kontrollnormal dient. Daneben ist für höhere Stromstärken bis 1000 Ampère ein Normal von 0,001 Ohm in Petrol mit Wasserkühlung und Rührwerk im Gebrauch. Im übrigen findet sich noch ein vollständiger Satz von acht Widerständen von 0,0001—1000 Ohm, sowie zwei Präzisions-Kurbelwiderstandssätze bis zu 100 000 Ohm vor.

Die mitgeteilten Angaben und Erörterungen lassen erkennen, dass die Eichstätte des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins mit den für die Durchführung der ihr übertragenen Aufgaben nötigen Einrichtungen wohl versehen ist und erklärt sich daher auch genügend die rasch steigende Inanspruchnahme, die sie seit ihrer Gründung erfahren hat.

---

## Sur la production d'ondes de forces électromotrices asymétriques à l'aide d'alternateurs, et sur les effets que l'on peut obtenir de ces ondes.

De nos jours, lorsque l'on parle d'un alternateur, il est pour ainsi dire implicitement entendu que la F. E. M. <sup>1)</sup> qu'il fournit est une fonction sinusoïdale simple du temps.

Il serait oiseux de rappeler les nombreuses raisons engageant le constructeur à supprimer les harmoniques supérieurs d'ordre impair, et d'indiquer les moyens par lesquels se réalise cette élimination. A fortiori les harmoniques d'ordre pair, sont-ils bannis, et s'ils figurent dans l'analyse d'une courbe de F. E. M., on peut à coup sûr attribuer leur présence à une cause fortuite. Si donc, conformément à son titre, la présente étude doit porter sur des ondes de F. E. M. renfermant des harmoniques d'ordre pair, le lecteur semble devoir demander, avant tout, quel est l'usage de pareilles F. E. M.

A cet égard, qu'il suffise, pour le moment, de rappeler que les nombreuses applications de la bobine de Ruhmkorff, alimentée par un courant continu interrompu brusquement, ont prouvé depuis longtemps l'utilité de F. E. M. de ce genre.

D'ailleurs, si, en présence de la forme idéale de F. E. M. évoquée au début, on est, de prime abord, tenté de qualifier celle qu'on va voir d'abominable (cri du coeur d'un ingénieur auquel cette forme de F. E. M. fut mise sous les yeux), on se tranquilliserà en reconnaissant que les alternateurs suscitant de pareilles F. E. M. ne sont pas destinés à la distribution d'énergie par courant alternatif, aujourd'hui banale, mais qu'ils donnent naissance à des effets en partie inconnus jusqu'ici.

### A. Partie descriptive et théorique.

#### I. Caractères de la F. E. M. produite.

La courbe 2 de la figure 1 rapportée à l'axe des abscisses  $I$  représente graphiquement la sorte de F. E. M. ondulatoire servant de base à la présente étude, les abscisses étant,

---

<sup>1)</sup> Afin d'abrégier, il sera fait usage de la notation F. E. M. pour „force électromotrice“.