

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	11/12 (1888)
<b>Heft:</b>	1
<b>Artikel:</b>	Die Leistungen der electrischen Arbeitsübertragung zwischen Kriegstetten und Solothurn
<b>Autor:</b>	Weber, H.F.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-14915">https://doi.org/10.5169/seals-14915</a>

### 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:** 09.02.2026

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

**INHALT:** Die Leistungen der electrischen Arbeitsübertragung zwischen Kriegstetten und Solothurn. Von Prof. H. F. Weber in Zürich. — Die neue evangelische Kirche in Ragaz. Architect: Johann Vollmer in Berlin. — Miscellanea: Fälschungen bei Schienenabnahmen. Die Verdeutschungsbestrebungen und die Frage „Fracturschrift oder Antiqua?“

Pariser Weltausstellung 1889. — Concurrenten: Landes-Gewerbe-Museum in Stuttgart. — Literatur: Wochenblatt für Baukunde. Hierzu eine Lichtdrucktafel: Die neue evangelische Kirche in Ragaz.

## Die Leistungen der electrischen Arbeitsübertragung zwischen Kriegstetten und Solothurn.

Von Prof. H. F. Weber in Zürich.

Am Ende des vorigen Jahres erstellte die Maschinenfabrik Oerlikon eine Anlage zur electrischen Uebertragung der Arbeit einer Wasserkraft von Kriegstetten nach Solothurn. Bevor die electrischen Maschinen aus der Werkstatt in Oerlikon an ihre Bestimmungsorte abgingen, liess die Maschinenfabrik Oerlikon im November 1886 unter der Leitung von Herrn Amsler von Schaffhausen und unter der Theilnahme mehrerer anderer Herren einige Versuchsreihen vornehmen, welche die Grösse des zu erwartenden Nutzeffektes der Arbeitsübertragung fixiren und die Beantwortung einiger für den Betrieb der zu erstellenden Anlage wichtiger Fragen geben sollten. In diesen Versuchen wurden die zwei primären, hinter einander geschalteten Maschinen mittelst eines Eisendrahts von circa 10 Ohm Widerstand mit den in nächster Nähe stehenden, ebenfalls hinter einander geschalteten, zwei secundären Maschinen verbunden und es wurde zu ermitteln gesucht: 1. das Verhältniss der von den secundären Maschinen abgegebenen Arbeit zu der von den primären Maschinen aufgenommenen Arbeit, 2. die Abhängigkeit der Betriebsgeschwindigkeit an der secundären Station von der Betriebsgeschwindigkeit an der primären Station und 3. die Aenderung der Betriebsgeschwindigkeit an der Secundärstation mit der Grösse der übertragenen Arbeit. Man beschränkte sich also in diesen Versuchen lediglich auf die Untersuchung mechanischer Grössen und sah von Messungen der electrischen Grössen völlig ab.

Die angestellten Versuche ergaben, dass im Mittel 70% der in die primären Maschinen eingeführten Arbeit an der secundären Station als Nutzarbeit ausgegeben wurde, dass die Geschwindigkeit in der Secundärmaschine nahezu gleich der Geschwindigkeit in der Primärmaschine war und dass die Geschwindigkeit der secundären Maschine selbst bei stark wechselnder Arbeitsleistung fast constant blieb, falls nur die primäre Maschine mit constanter Geschwindigkeit angetrieben wurde.

Zur Bestimmung der mechanischen Arbeit wurde in diesen Versuchen ein neues Verfahren benutzt, das sich auf die Verwerthung der electromagnetischen Wechselwirkung zwischen Inductor und Electromagneten der Dynamos gründet. Eine nähere Auseinandersetzung dieses Princips brauchen wir an dieser Stelle nicht zu geben, da dieselbe bereits von Herrn Amsler in seinem Bericht über die Oerlikoner Versuche in ausführlicher Weise geliefert worden ist\*).

Diese Messungen und Messungsresultate haben nach ihrem Bekanntwerden mancherlei Einwendungen und Bemängelungen von verschiedenen Seiten erfahren.

Von der einen Seite wurde hervorgehoben, dass der in Oerlikon erzielte mittlere Nutzeffect der Arbeitsübertragung nicht ohne weiteres als Nutzeffect der functionirenden Anlage Kriegstetten-Solothurn betrachtet werden dürfe, da in den Oerlikoner Versuchen die beiden Maschinengruppen durch einen verhältnismässig kurzen, wohl isolirten Eisendraht verbunden waren, in der functionirenden Anlage aber die primäre und secundäre Station durch eine oberirdische, 8 km lange Leitung aus nacktem Kupferdraht verbunden sein sollen; die letztere dürfte aber bei weitem nicht jene vollkommene Isolation darbieten, welche sich in den Oerlikoner Versuchen fast mühselos erreichen liess.

Andererseits äusserte man starke Zweifel, ob wol die benutzte Messmethode zur Bestimmung der von der primären Maschine aufgenommenen und der von der secundären

Maschine abgegebenen Arbeit derart gehandhabt worden wäre, dass alle störenden Einflüsse zur Kenntniß gekommen und in vollem Umfange berücksichtigt worden wären. Denn, so schloss man, wäre das mittlere Resultat richtig, nach welchem der Nutzeffect der Arbeitsübertragung ungefähr 70 % betrage, so müsste den Maschinen im Durchschnitt ein Nutzeffect von ca. 85 % zukommen, also ein Werth, der als unwahrscheinlich hoch bezeichnet werden müsste. Aus der weiteren Thatsache, dass einzelne Versuchsergebnisse einen noch erheblich grösseren Nutzeffect lieferten, glaubte man sogar folgern zu müssen, dass diese Versuche nicht richtig sein könnten.

Der einseitige Character der Oerlikoner Messungen und die erwähnten Bemängelungen ihrer Resultate veranlassten Hrn. Amsler, die Maschinenfabrik Oerlikon einzuladen, zur Klärstellung der Thatsachen weitere Versuche über die Leistungsfähigkeit ihrer Maschinen bezüglich der electrischen Arbeitsübertragung vornehmen zu lassen, welche nach zwei Seiten hin vollständiger und zuverlässiger sein sollten, als die Oerlikoner Messungen: erstens sollten sich die neuen Messungen auf alle Grössen erstrecken, welche im Processe der electrischen Arbeitsübertragung auftreten, auf die mechanischen sowol als auch auf die electrischen, und zweitens sollten die neuen Versuche an der in Thätigkeit befindlichen, seit Monaten funktionirenden Anlage ausgeführt werden, damit die gewonnenen Resultate als Ausdruck der wirklichen Leistungsfähigkeit der Maschinen und der Leitung ausgelegt werden müssten. Die Maschinenfabrik Oerlikon ging auf diesen Vorschlag des Herrn Amsler des lebhaftesten ein und ersuchte Herrn Amsler die nötigen Vorkehrungen zur Ausführung dieser neuen Messungen zu treffen. Herr Amsler lud die Herren Professor Hagenbach in Basel, Ingenieur Keller in Unterstrass, Professor Veith in Zürich und den Berichterstatter ein, die neuen Messungen verwirklichen zu helfen und den Plan der auszuführenden Versuche gemeinsam mit ihm zu berathen. Diese Berathung fand im Frühsommer statt; man einigte sich dahin, dass in den neuen Messungen alle electrischen und mechanischen Grössen beobachtet werden sollten, dass Herr Amsler es übernehme, die Instrumente und Messmethoden zur Ermittlung der mechanischen Arbeiten zu beschaffen und dass der Berichterstatter unter Benutzung der reichen Hülfsmittel des electrischen Laboratoriums im eidgenössischen Polytechnikum im Verein mit Herrn Hagenbach dafür sorgen möge, dass sämmtliche in der electrischen Arbeitsübertragung auftretenden electrischen Grössen einer genauen Messung unterworfen würden.

Diese beabsichtigten Messungen sind im Laufe des October ausgeführt worden. Der vorliegende Bericht gibt eine Schilderung der dabei benutzten Messmethoden, eine Einsicht in die erlangten Messungsdaten und einen Ueberblick über die aus diesen Daten abgeleiteten Resultate.

### Die Anlage der electrischen Arbeitsübertragung Kriegstetten-Solothurn.

Es kann nicht die Aufgabe dieses Berichtes sein, die auf ihre Leistungen zu untersuchende Anlage in allen ihren Theilen eingehend zu beschreiben. Die Messungscommission fasste ihre Aufgabe dahin auf, die wirklichen Leistungen der bestehenden und functionirenden Anlage als eines gegebenen Objectes zu ermitteln, aber alle Erklärungen über das Zustandekommen dieser Leistungen aus der Form und Construction der Maschinen bei Seite zu lassen. Es ist daher hier nur so viel über die Beschaffenheit der untersuchten Anlage anzudeuten, als zum Verständniss der im Folgenden beschriebenen Messungen nötig ist.

An der primären Station Kriegstetten befindet sich eine Wasserkraft von im Maximum 50 PS, im Minimum 30 PS, deren Arbeit auf électrischem Wege über eine

\*) Schweizerische Bauzeitung, Bd. VIII, S. 157.

Strecke von nahe 8 km nach Solothurn in die Werkstätten des Herrn Müller-Haiber übertragen werden soll. Die Arbeit dieser Wasserkraft wird mittelst einer Turbine auf zwei völlig gleiche, hinter einander geschaltete primäre Dynamos übertragen. Jede der beiden Maschinen soll bei der normalen Geschwindigkeit von ca. 700 Touren pro Minute eine electromotorische Kraft von ungefähr 1250 Volt liefern und soll eine Stromstärke von ca. 15 bis 18 Ampère führen können, ohne eine erhebliche Erwärmung ihrer Drahtmassen zu erleiden. An der secundären Station befinden sich ebenfalls zwei ganz gleiche hinter einander geschaltete Maschinen, die in Betreff ihrer Form von den primären Maschinen in nichts abweichen, welche aber hinsichtlich ihrer Grösse und Leistungen ein wenig unter den primären Maschinen stehen. Die Leitung zwischen den beiden Stationen ist oberirdisch und aus nacktem Kupferdraht von 6 mm Dicke erstellt. Um gewissen Betriebsstörungen, die durch Beschädigung der einen oder andern primären oder secundären Maschine eintreten könnten, vorzubeugen, legte die Maschinenfabrik Oerlikon noch einen dritten gleich dicken Draht an, dessen Enden zwischen den zwei primären und den zwei secundären Maschinen an die Hauptleitung angefügt sind. Dieser dritte Draht trägt gar nichts bei zur *normalen Functionirung* der Anlage; er durfte desswegen bei den Messungen aus der Leitung ausgeschaltet werden. Wäre er ein integrierender Theil der Leitung geblieben, so wären weitere electrische Messinstrumente und Beobachter erforderlich gewesen und der ohne dieses schon complicirte Beobachtungsapparat wäre, unnöthigerweise, noch complicirter geworden.

Die Anlage functionirt seit December 1886 in vollkommen störungsfreiem Gange.

#### Maassgebende Factoren im Processe einer electrischen Arbeitsübertragung.

Bevor die ausführliche Schilderung der bei den Messungen angewandten Methoden und Apparate gegeben wird, mag in Kürze hervorgehoben werden, welches die maassgebenden Factoren sind, die in dem Spiele der Processe einer electrischen Arbeitsübertragung zusammen wirken, um eine bestimmte Arbeitsleistung der secundären Dynamo resultiren zu lassen.

Die Anlage der electrischen Arbeitsübertragung soll sich in vollkommen stationärem Zustande befinden; alle Theile ihrer Leitungsbahn, primäre Maschine, Zwischenleitung und secundäre Maschine sollen von derselben Stromstärke  $i$  durchflossen sein.

Es möge in der Zeiteinheit die mechanische Arbeit  $A_1$  der primären Maschine zuzuführen sein, um den Betrieb zu erhalten. Diese zugeführte Arbeit wird in der primären Maschine zu drei verschiedenen Leistungen verbraucht:

1. Ist in der primären Maschine eine bestimmt grosse mechanische Arbeit in der Zeiteinheit aufzuwenden, um die stromführenden Leitungsdrähte des Inductors im magnetischen Felde zu bewegen; diese zur Ueberwindung der electromagnetischen Kräfte zwischen Magnetfeld und stromdurchflossenen Leitungsdrähten des Inductors in der Zeit 1 zu leistende Arbeit ist gleich  $E_1 \cdot i$ , wo  $E_1$  die in der primären Maschine erregte electromotorische Kraft bedeutet.
2. In allen übrigen metallischen Theilen des bewegten Inductors — vor Allem in der Eisenausstattung des Inductors — werden ebenso electrische Ströme von gleicher Richtung erregt wie in den Leitungsdrähten; es ist also eine weitere Arbeit in der Zeiteinheit aufzuwenden, um die electromagnetischen Wirkungen zwischen dem Magnetfeld und diesen stromführenden metallischen Theilen zu überwinden. Diese Arbeit wird vergeudet, da die im Inductor ausserhalb der Leitungsdrähte erregten electrischen Ströme nicht nach aussen abgeleitet und nutzbar gemacht werden können: ihr Betrag sei  $a_1$ .
3. Zur Ueberwindung der mechanischen Reibungen zwischen Axe und Lager, zwischen Collectorflächen und Bürsten,

zwischen dem bewegten Inductor und der Luft u. s. w., zur Unterhaltung der in der Maschine erregten Vibrationen, sowie zur Unterhaltung aller sonstigen secundären Processe, die in den einzelnen Theilen der Maschine auftreten können, ist eine dritte Arbeit in der Zeit 1 aufzuwenden; sie möge mit  $\alpha_1$  bezeichnet werden.

Hiernach besteht die Gleichung:

$$A_1 = E_1 \cdot i + a_1 + \alpha_1.$$

Die Grösse  $E_1 \cdot i$  stellt aber die Summe aller Arbeitsleistungen dar, welche der erregte Strom längs seiner ganzen Bahn in der Zeit 1 verrichtet. Es hat also Sinn den Quotienten  $\frac{E_1 \cdot i}{A}$  den „electrischen Nutzeffekt“ der primären Maschine zu nennen.

Diese Summe aller Arbeitsleistungen des Stromes kann in zwei Theile zerlegt werden: ein Theil dieser Arbeit wird innerhalb des Widerstandes  $w_1$  der primären Maschine in der Form von Wärme entwickelt, sein Ausdruck ist  $i^2 \cdot w_1$ , der andere Theil stellt die Summe aller Arbeiten vor, welche der Strom in der Zeit 1 in der ganzen Leitung ausserhalb der Klemmen der primären Maschine verrichtet. Ist  $\Delta P_1$  der Werth der Potentialdifferenz zwischen den Klemmen der primären Maschine, so ist der Ausdruck dieses letzteren Theils durch die Form darstellbar  $\Delta P_1 \cdot i$ . Also ist  $E_1 \cdot i = i^2 \cdot w_1 + \Delta P_1 \cdot i$ , oder  $E_1 = \Delta P_1 + i \cdot w_1$ .

Es kann demnach auch an die Stelle der obigen Gleichung gesetzt werden:

$$A_1 = \Delta P_1 \cdot i + i^2 \cdot w_1 + a_1 + \alpha_1.$$

Der Quotient  $\Delta P_1 \cdot i : A_1$  stellt jenen Bruchtheil der in die primäre Maschine eingeführten Arbeit  $A_1$  dar, welcher in der Leitungsbahn des Stromes ausserhalb der Klemmen der primären Maschine entwickelt wird; er wird als „industrieller oder commerzieller Nutzeffekt“ der primären Maschine bezeichnet werden können.

Zwischen den Klemmen der secundären Maschine mag die Potentialdifferenz  $\Delta P_2$  bestehen. Bedeutet  $W$  den Widerstand der ganzen Leitung zwischen primärer und secundärer Maschine, so gilt zunächst

$$i \cdot W = \Delta P_1 - \Delta P_2$$

und weiter gilt die schon oben hervorgehobene Thatsache, dass der Ausdruck für die Summe aller Arbeitsleistungen, welche der electrische Strom innerhalb der secundären Maschine in der Zeit 1 verrichtet das Product  $\Delta P_2 \cdot i$  ist.

Diese in der Zeiteinheit innerhalb der secundären Maschine verrichtete Arbeitsleistung des Stromes besteht aus folgenden Theilen:

1. entwickelt der Strom in der Zeit 1 innerhalb des Widerstandes  $w_2$  der secundären Maschine eine Wärmemenge, deren Arbeitswerth  $i^2 \cdot w_2$  ist;
2. unterhält der Strom den Inductor der secundären Maschine in stationärer rotirender Bewegung trotz der Einwirkungen der verschiedenen Kräfte, die sich der Bewegung des Inductors entgegensezten. Diese widerstehenden Kräfte bestehen aus: a) jener äusseren, den Inductor angreifenden Kraft, in deren Ueberwindung die Leistung der Nutzarbeit  $A_2$  besteht, welche der Inductor in der Zeit 1 nach aussen abgibt, b) den electromagnetischen Kräften, welche zwischen den in den metallischen Massen des Inductors ausserhalb des Leitungsdrahtes erregten electrischen Strömen und dem Magnetfelde der Maschine bestehen und c) aus allen jenen mechanischen Reibungskräften, welche der Rotation des Inductors entgegenwirken. Nennen wir die Arbeitsmengen, die in der Zeit 1 aufzuwenden sind, um die unter b und c genannten Kräfte zu überwinden,  $a_2$  u.  $\alpha_2$ , so wird die Beziehung Geltung haben

$$\Delta P_2 \cdot i = i^2 \cdot w_2 + A_2 + a_2 + \alpha_2$$

oder auch, da  $\Delta P_2 = i \cdot w_2$  die electromotorische Kraft  $E_2$  darstellt, welche durch die rotirende Bewegung des Inductors in seinen Drahtmassen inducirt wird,

$$E_2 \cdot i = A_2 + a_2 + \alpha_2.$$

Der Quotient  $A_2 : \Delta P_2 \cdot i$  stellt den Bruchtheil der ganzen zwischen den Klemmen der secundären Dynamo vom Strome entwickelten Arbeitsleistungen dar, welcher als mechanische Nutzarbeit von dem Inductor dieser Dynamo nach aussen geliefert wird; es ist also der „industrielle oder commercielle Nutzeffekt“ der secundären Maschine.

Wir haben oben den Quotienten  $E_1 \cdot i : A_1$  den „electrischen Nutzeffekt“ der primären Maschine genannt; nach Analogie dieser Bezeichnung mag der Quotient  $A_2 : E_2 \cdot i$  der „electrische Nutzeffekt“ der secundären Maschine genannt werden.

Das Verhältniss zwischen der von der secundären Dynamo in der Zeit 1 ausgegebenen Nutzarbeit  $A_2$  zu der in derselben Zeit der primären Dynamo zugeführten Arbeit  $A_1$  stellt den „Nutzeffekt der electrischen Arbeitsübertragung“ dar.

Für die folgenden Uebersichten der Messungsresultate ist es bequem diese verschiedenen Nutzeffekte (denen nach Belieben noch weitere angereiht werden könnten) mit kurzen Zeichen zu belegen. Wir setzen:

$$\begin{aligned} N_1 &= \frac{\Delta P_1 \cdot i}{A_1} = \text{industrieller Nutzeffekt der prim. Maschine}, \\ N_2 &= \frac{A_2}{\Delta P_2 \cdot i} = \text{industrieller Nutzeffekt der secund. Maschine}, \\ n_1 &= \frac{E_1 \cdot i}{A_1} = \text{electrischer Nutzeffekt der prim. Maschine}, \\ n_2 &= \frac{A_2}{E_2 \cdot i} = \text{electrischer Nutzeffekt der secund. Maschine}, \\ \text{und} \\ N &= \frac{A_2}{A_1} = \text{Nutzeffekt der electr. Arbeitsübertragung}. \end{aligned}$$

Aus diesen Definitionen geht hervor, dass diese Nutzeffekte in folgenden Beziehungen zu einander stehen:

$$N = N_1 \cdot N_2 \cdot \frac{\Delta P_2}{\Delta P_1} \quad \text{und} \quad N = n_1 \cdot n_2 \cdot \frac{E_2}{E_1}$$

Diese allgemeinen Bemerkungen lassen erkennen, dass zur Darlegung des gegenseitigen Verhältnisses aller einzelnen in dem complicirten Processe der electrischen Arbeitsübertragung auftretenden Arbeitsmengen die Kenntniss der electrischen Grössen  $i$ ,  $W$ ,  $w_1$ ,  $w_2$ ,  $\Delta P_1$ ,  $\Delta P_2$ ,  $E_1$  und  $E_2$ , sowie die Kenntniss der mechanischen Arbeiten  $A_1$  und  $A_2$  nötig ist. Unter den 8 electrischen Grössen bestehen aber die 3 Relationen:

$$\left. \begin{aligned} E_1 &= \Delta P_1 + i w_1 \\ E_2 &= \Delta P_2 - i w_2 \\ i \cdot W &= \Delta P_1 - \Delta P_2 \end{aligned} \right\} \text{welche als vierte ableiten lassen: } E_1 - E_2 = i(W + w_1 + w_2),$$

so dass, principiell genommen, nur die Kenntniss von fünf electrischen Grössen nothwendig ist. Der Messung am zugänglichsten sind die fünf Grössen:  $i$ ,  $w_1$ ,  $w_2$ ,  $\Delta P_1$  und  $\Delta P_2$ ; verbinden wir mit der Messung dieser fünf Grössen noch die Messung des Widerstandes  $W$  der Leitung, so gewinnen wir eine werthvolle Controle auf die Richtigkeit der Messungen von  $i$ ,  $\Delta P_1$  und  $\Delta P_2$  oder erhalten zu gleicher Zeit ein Prüfungsmitte auf die Isolation der Leitung zwischen primärer und secundärer Maschine, denn die letzte der drei soeben angegebenen Gleichungen setzt voraus, dass längs des Widerstandes  $W$  keinerlei Abzweigungen des Stromes bestehen.

Dass eine vollkommene Isolation der Leitung Kriegstetten-Solothurn bestehe, war von vorn herein nicht zu erwarten und es musste als eine der wichtigsten hier in Angriff zu nehmenden Messungsaufgaben betrachtet werden, den Grad des Mangels an Isolation der Leitung festzustellen. Das konnte in einfachster Weise durch *doppelte* Messung der Stromstärke erreicht werden, nämlich durch gleichzeitige Messung der Stromstärke in Kriegstetten und in Solothurn.

#### Die benutzten Messapparate und Messmethoden.

Zur Messung der in electrischen Arbeitsübertragungen wirkenden Stromstärken und Potentialdifferenzen sind bisher ausschliesslich *industrielle* Messinstrumente, käufliche Ampèremeter und käufliche Voltmeter mit graduierten empirischen Theilungen benutzt worden. Ganz im Einverständniss mit

seinem Herrn Collegen Hagenbach glaubte der Berichterstatter von der Verwendung solcher Instrumente absehen zu müssen, da dieselben gewöhnlich nur eine kleine Empfindlichkeit zeigen und in den meisten Fällen Angaben liefern, welche beträchtlich von der Wahrheit abweichen. So zeigen z. B. zwei Paare von Ampèremetern und Voltmetern, welche dem electrischen Laboratorium des eidgenössischen Polytechnikums von zwei Werkstätten geliefert wurden, die auf diesem Gebiete verhältnissmässig Gutes leisten, folgende Fehler:

Instrumente der Firma A: Das Ampèremeter (für Messungen von 4 bis 25 Ampère) liefert Angaben, die im untern Drittel der Scala im Mittel um 0.8 % zu klein, im mittleren Drittel richtig und im oberen Drittel der Scala im Mittel um 0.6 % zu gross sind.

Das Voltmeter (von 25 bis 75 Volt reichend) macht Angaben, welche im ganzen Bereich der Scala um 1.4 % zu niedrig sind.

Instrumente der Firma B: Das Ampèremeter (von 4 bis 20 Ampère messend) zeigt durchweg um 4.1 % zu niedrig.

Das Voltmeter (für 5 bis 20 Volt bestimmt) liefert innerhalb der ganzen Scala Werthe, welche um 0.9 % zu klein sind.

Würden also die zwei Messinstrumente der Firma B zur Bestimmung der electrischen Arbeit einer Maschine benutzt, so würde diese Arbeit um volle 5 % ihres Werthes zu klein gemessen!

Bei diesem Stande der Leistungsfähigkeit der industriellen electrischen Messinstrumente sind vorläufig exacte Werthe für Stromstärken und Spannungen nur durch die Anwendung der *wissenschaftlichen* Messinstrumente zu erreichen. Daher wurden ausschliesslich Messinstrumente der letzteren Art in den besprochenen Messungen benutzt und es wurde deren Aufstellung, Ablesung und Handhabung genau so durchgeführt, als fände die Messung in einem stationär eingerichteten electrischen Laboratorium statt.

Zur gleichzeitigen Messung der **Stromstärke** in Kriegstetten und Solothurn dienten zwei identische grosse Spiegel-tangentenboussolen besonderer Construction, welche im electrischen Laboratorium in Zürich zu genauen Messungen starker Ströme von der Ordnung  $1/4$  Ampère bis 60 Ampère dienen. Sie bestehen im Wesentlichen aus vier coaxial aufgestellten genau gleich grossen Kreisringen, je zwei auf jeder Seite des axial stehenden Galvanometermagnets, deren Entfernung vom Magnet innerhalb der Grenzen 5 cm und 60 cm variiert werden kann und welche von dem zu messenden Strome in gleichem oder entgegengesetztem Sinne durchflossen werden können. Bei den Kriegstetten-Solothurner Messungen war eine Stromstärke von der Ordnung 10 Ampère zu erwarten; zur Messung derselben genügte hier die Anwendung eines Ringes in der Entfernung von circa 50 cm vom Magnete. Bedeutet  $r$  den Radius der Mittellinie des vom Strome  $i$  durchflossenen kreisförmigen Ringes,  $a$  den Abstand der Mitte des Galvanometermagnets von der Ebene der Ringmittelline,  $H$  die horizontale erdmagnetische Kraftkomponente am Orte des Magnets,  $M$  die Grösse des magnetischen Moments des letzteren,  $\Theta$  die Torsionskonstante des Fadens, welcher den Magneten trägt und bezeichnet  $u$  die stationäre Ablenkung, welche der Magnet unter dem Einflusse des Stromes  $i$  erhält, so ist (in Ampère ausgemessen)

$$i = 10 \cdot \sqrt{\frac{r^2 + a^2 \cdot H \cdot (1 + \frac{\Theta}{MH})}{2 \pi \cdot r^2}} \cdot \operatorname{tg} u,$$

falls die Ebene des Ringes im magnetischen Meridian steht und falls die Grösse  $l^2 : r^2 + a^2$  ( $l$  die halbe Poldistanz des Galvanometermagnets) als verschwindend klein gegen 1 an-

gesehen werden darf. Letztere Grösse war im vorliegenden Falle viel kleiner als 0,0001. In beiden Boussolen ist der Kreisring nicht ganz geschlossen; es ist desswegen an der rechten Seite der letzten Gleichung noch der Factor  $\left(1 + \frac{1}{248}\right)$  anzubringen, um den Ausdruck der zu messenden Stromstärke richtig zu bekommen.

Die Ausmessungen der beiden Tangentenboussolen ergaben:

Boussole (1)	Boussole (2)
für Kriegstetten bestimmt	für Solothurn bestimmt:
$r = 24.^m04$	$r = 24.^m03$
$a = 50.^m90$	$a = 50.^m87$
$1 + \frac{\Theta}{MH} = 1.0194$	$1 + \frac{\Theta}{MH} = 1.0147$

Zur Ermittlung der Stromstärke war nun noch für jeden Beobachtungsort die Grösse der erdmagnetischen Horizontalkomponente  $H$  zu bestimmen. Nach der Gauss'schen Methode konnte das nicht wohl geschehen, weil vorauszusehen war, dass die Grösse  $H$  an den beiden Beobachtungsorten etwas von der magnetischen Einwirkung der Dynamos beeinflusst werden konnte; bestand ein solcher Einfluss, so musste er je nach der Stärke des die Maschinen durchfliessenden Stromes etwas verschieden sein und es waren ebenso viele Bestimmungen der Grösse  $H$  auszuführen, als verschiedene Stromstärken zu messen waren. Dieses nach dem Gauss'schen Verfahren auszuführen, hätte viel mehr Zeit gekostet als zur Verfügung stand.

Es musste deswegen ein rascher arbeitendes Verfahren zur Bestimmung des jedesmaligen Werthes von  $H$  angewandt werden. Der Referent schlug folgenden Weg ein.

Gelegentlich hatte dieselbe die Bemerkung gemacht, dass die nach dem Verfahren Clémantot hergestellten Stahlmagnete (welche von Piat in Paris bezogen werden können) die werthvolle Eigenschaft haben, ihr magnetisches Moment während langer Zeit fast absolut constant zu erhalten, selbst dann, wenn sie beträchtliche Erschütterungen erfahren. Ein Fallenlassen dieser Magnete aus 1 m Höhe auf harten Steinboden ändert das Moment dieser Magnete nicht in merkbarer Weise. Nur die Temperatur hat auf das Moment dieser Magnete, wie auf das Moment aller übrigen Magnete, einen kleinen Einfluss: das Moment  $M_1$  bei der Temperatur  $t_1$  geht bei der Temperatur  $t$  über in den Werth

$$M = M_1 \frac{1 + at_1}{1 + at}, a = 0.00052$$

Diese Eigenschaft der Magnete aus Clémantot-Stahl kann nun in einfacher Art zur raschen Ermittlung der an einem Orte wirkenden Grösse  $H$  benutzt werden, sobald für einen zweiten Ort der genaue Werth von  $H$  ermittelt worden ist. Wirkt ein solcher Magnet in der ersten Hauptlage (nach Gauss) auf einen sehr kleinen Magnet eines Magnetometers und ertheilt er demselben die stationäre Ablenkung  $\varphi$ , so ist

$$\operatorname{tg} \varphi = 2 \frac{M}{H} \cdot \frac{r}{(r^2 - l^2)^2}$$

wo  $r$  die Entfernung der Mitten der beiden Magnete und  $l$  die halbe Poldistanz des ablenkenden Magnets bedeutet. Werden also die Ablenkungen  $\varphi_0$  und  $\varphi$  beobachtet, welche dieselbe Magnet in der ersten Hauptlage an den Orten  $O_0$  und  $O$ , denen die horizontalen erdmagnetischen Kraftkomponenten  $H_0$  und  $H$  zukommen, bei den Temperaturen  $t_0$  und  $t$  in derselben Entfernung  $r$  einem sehr kleinen Magneten ertheilt, so liefern diese Beobachtungen die Beziehung:

$$H = H_0 \cdot \frac{1 + 0.00052 t_0}{1 + 0.00052 t} \cdot \frac{\operatorname{tg} \varphi_0}{\operatorname{tg} \varphi},$$

welche  $H$  aus dem als bekannt vorausgesetzten Werthe  $H_0$  ableiten lässt.

Um nach diesem Verfahren die  $H$ -Messungen in Kriegstetten und Solothurn mit Genauigkeit ausführen zu können, wurden zwei Clémantot-Magnete von circa 80 mm Länge während längerer Zeit hinsichtlich der zeitlichen Aenderungen ihres Momentes untersucht. Der Magnet (1) war für Kriegstetten, der Magnet (2) für Solothurn bestimmt.

Als diese Magnete an einem bestimmten Orte des physikalischen Laboratoriums der polytechnischen Schule in der ersten Hauptlage aus der Entfernung  $r = 340$  mm auf einen sehr kleinen Magnet (den Magnet der besprochenen Spiegel-Tangentenboussole) wirkten, ergab sich für die Distanz Spiegel-Skala = 1500 mm eine Ablenkung in Scalentheilen gemessen:

	Magnet (1)	Magnet (2)	
3. Aug. 1887 10-12 <sup>h</sup> Vm.	350.7 Sc.	320.9 Sc.	bei $t = 22.2^{\circ}$
21. " "	351.0	321.2	= 18.0
23. Sept. "	350.8	320.8	= 20.6
5. Oct. "	351.1	321.9	= 15.3
6. " "	351.2	321.9	= 15.2

Nach den Messungen in Kriegstetten und Solothurn fand sich

14. Oct. 1887 10-12 <sup>h</sup> Vm.	351.6	321.3	= 15.5
15. " "	351.8	321.7	= 15.4

Am 5. October zwischen 9<sup>h</sup> und 12<sup>h</sup> Vormittags wurde für denselben Ort der absolute Werth von  $H$  nach der Gauss'schen Methode bestimmt. Es fand sich  $H_0 = 0.2132$  (c. g. s.).

Nach der Ausführung der Kriegstetten-Solothurner Messungen wurde am 16. October während derselben Vormittagsstunden diese Messung wiederholt. Sie ergab das Resultat  $H_0 = 0.2128$ .

Die für den 5. und 6., sowie für den 14. und 15. October angegebenen Ablenkungen legen also dar, dass keiner der beiden Magnete während der Messungen in Kriegstetten und Solothurn eine merkliche Änderung seines Moments erlitten hatte.

Hiermit ist das Wesentliche des Verfahrens dargelegt, welches zur Bestimmung der Stromstärken benutzt wurde. Dasselbe genügt natürlich den strengeren Ansprüchen der modernen Präzisionsmessungen des Laboratoriums nicht völlig; indess dürfte wohl zugestanden werden, dass das Verfahren eine nicht unerhebliche Genauigkeit liefert bei geringem Aufwand von Zeit und Beobachtungsapparaten. Es ist kaum nötig hervorzuheben, dass alle Vorschriften, welche eingehalten werden müssen, um mit Hilfe der Spiegel-Tangentenboussolen der oben angedeuteten Form exacte Werthe der zu messenden Stromstärke zu gewinnen, bei der Ausführung der Messungen zur Anwendung kamen. In den unten folgenden Protocollen der Beobachtungen ist darüber nichts Einzelnes berichtet; nur die nicht unbedeutliche Correction, welche wegen der ablenkenden Wirkung der Zuleitung zur Boussole anzubringen war, ist dort speziell angeführt.

Ganz besondere Sorgfalt wurde darauf verwandt, zuverlässige Angaben über die Grösse der zu messenden **Potentialdifferenzen** zu erhalten. Die ungewöhnliche Höhe derselben erforderte, dass alle Theile der hierzu angewandten Messinstrumente die beste Isolation darboten. Es wurden deswegen die zwei erforderlichen Messapparate im electrischen Laboratorium des eidgenössischen Polytechnikums eigens zu diesem Zwecke hergestellt. Die zwei wesentlichen Theile dieser Messinstrumente waren je ein Rollenpaar mit 40 gut isolirten (mit doppelter Seidenbespinnung und doppelter Paraffinbedeckung versehenen) Windungen aus dünnem Neusilberdraht und je ein Widerstandssatz aus Neusilberdraht von ca. 65 000 Ohm, aus sechs nahezu gleichen Stücken bestehend, dessen Windungen auf das sorgfältigste mittelst doppelter Seidenbespinnung und doppelter Paraffinbelegung von einander isolirt und dessen einzelne Stücke durch Luft, Paraffin und gut isolirendes Hartgummi von einander getrennt waren, sobald sie zur Messung benutzt wurden. Dieselben drei Substanzen wurden dazu verwendet, die Zuleitungsdrähte von den Klemmen der Maschinen zu den Klemmen der Potentialgalvanometer zu isolieren.

Das Verfahren, die zu messenden Potentialdifferenzen mittelst des geschilderten Apparates zu messen, war das folgende. Es wurde ein Kreis aus den Galvanometerwindungen, den nötigen Verbindungsdrähten und einer electromotorischen Kraft von genau bekannter Grösse gebildet

und der stationäre Ausschlag  $V$  des Galvanometers beobachtet. Die benutzte electromotorische Kraft war die eines Daniell'schen Elementes mit der Constitution: chemisch reines Kupfer, amalgamirtes Zink, wässerige Lösung von Kupfersulfat mit der Dichte 1.15 und wässerige Lösung von Zinksulfat von gleicher Dichte. Lang fortgesetzte Untersuchungen über die electromotorische Kraft des Daniell haben mir vor Jahren das Resultat ergeben, dass die electromotorische Kraft des Daniell mit der genannten Constitution den Werth 1.095 legale Volt besitzt und zu jeder Zeit so gut wie vollkommen identisch hergestellt werden kann. Ist der Widerstand der Galvanometerrollen und der Verbindungsdrähte  $w$ , der Widerstand des Elementes  $w_o$  und ist  $D$  das Zeichen für die angewandte electromotorische Kraft, so gilt die Beziehung:

$$\operatorname{tg} V = \frac{D}{w + w_o} \cdot \frac{G_1}{H}$$

wo  $G_1$  die Galvanometerfunction für die benutzte Stellung der Rollen und  $H$  die horizontale erdmagnetische Kraftkomponente am Galvanometerorte bezeichnet. Bei dieser Beobachtung haben die Galvanometerrollen die bestimmte Stellung: ihre Innenflächen berühren die Basisflächen des kupfernen Galvanometer-Dämpfers. Nach dieser Beobachtung wird der bisher benutzte Schliessungskreis geöffnet, das Element wird entfernt, an seine Stelle wird der oben besprochene Widerstandssatz mit ca. 65 000 Ohm gebracht, die beiden Galvanometerrollen werden in eine zweite bestimmte, vom Galvanometermagneten entferntere Stellung gebracht, welche durch zwei mit dem Galvanometergestelle fest verbundene Anschläge fixirt ist und es werden die Enden der Leitung mit den zwei Orten verbunden, deren Potentialdifferenz zu messen ist. Ist diese Differenz gleich  $\Delta P$ , so zeigt der Galvanometermagnet unter ihrem Einfluss einen neuen stationären Ausschlag  $v$ , dessen Grösse durch die Gleichung gegeben ist:

$$\operatorname{tg} v = \frac{\Delta P}{w + w_1} \cdot \frac{G_2}{H}$$

wo  $w_1$  den aus dem Rheostaten eingeschalteten grossen Widerstand und  $G_2$  die Galvanometerfunction für die neue Rollenstellung bezeichnet.

Aus diesen beiden Gleichungen folgt:

$$\Delta P = D \cdot \frac{w + w_1}{w + w_o} \cdot \frac{G_1}{G_2} \cdot \frac{\operatorname{tg} v}{\operatorname{tg} V}$$

oder  $\Delta P = D \cdot A \cdot B \cdot \frac{\operatorname{tg} v}{\operatorname{tg} V}$ ,

wenn wir der Kürze halber

$$A = \frac{G_1}{G_2} \text{ und } B = \frac{w + w_1}{w + w_o} \text{ setzen.}$$

Durch sorgfältige Versuche war im Laufe des August ermittelt worden, dass für die benutzte Grösse des Daniell'schen Elementes  $w_o = 0.68$  bis  $0.72$  Ohm war, dass für das nach Kriegstetten bestimmte Galvanometer  $w = 563.7$  Ohm und  $A = \frac{G_1}{G_2} = 25.06$  betrug und dass dem in Solothurn aufzustellenden Instrumente die Werthe  $w = 563.7$  Ohm und  $A = \frac{G_1}{G_2} = 24.62$  zukamen. Die Grösse  $G_1$  war so gewählt, dass ein Daniell, in dem Kreise mit dem Widerstande  $w + w_o$  wirkend, einen Ausschlag  $V$  von ca. 500 mm bei der Scadalistanz 1500 mm gab. Wurde der Widerstand  $w_1$  gleich 65 000 Ohm genommen, so konnte nach diesem Verfahren noch eine Potentialdifferenz von der Grössenordnung 3000 Volt gemessen werden.

Die Messung des *Widerstandes der Maschinen und der Leitung* zwischen denselben wurde mittelst der Wheatstone'schen Brückmethode unter Anwendung des Kirchhoff'schen Messdrahtes und genauer Widerstandssätze der Firma Siemens & Halske vollzogen. Die beiden benützten Messdrähte waren vorher einer genauen Calibrirung unterzogen worden. Bei der Ausführung der Widerstandsmessungen

wurden alle die Bedingungen strenge eingehalten, welche zur Erfüllung kommen müssen, wenn fehlerfreie Werthe erhalten werden sollen: Eliminirung der unbekannten Widerstände in den Klemmen der Messdrähte, kurze Schliessungsdauer des Stromes, Einfügen des Galvanometers in die Brücke nach erfolgtem Schluss des Hauptstromes, Messung des ersten Ausschlages u. s. w. Der Widerstand der Leitung wurde meist doppelt gemessen: zuerst in Solothurn, sodann in Kriegstetten.

Die früher in Oerlikon benutzte Messmethode zur Ermittlung der **mechanischen Arbeiten  $A_1$  und  $A_2$**  konnte in den neuen Messungen nicht zur Anwendung kommen, so wünschenswerth es auch gewesen wäre, diese Methode noch einmal durchzuführen, um sie noch einmal auf ihre Leistungsfähigkeit genauer zu untersuchen und um alle jenen kleinen Correctionen genau zu ermitteln, deren Bestimmung die Methode fordert, falls sie völlig exacte Resultate geben soll. Diese Methode verlangt, dass die für gewöhnlich feststehenden Maschinenteile (die Electromagnete) um Schneiden drehbar aufgehängt werden. Die Anwendung dieser Methode hätte also eine Abänderung der Aufstellung der im Betriebe befindlichen Maschinen gefordert, was eine doppelte längere Einstellung des Betriebes zur Folge gehabt hätte. Diese zweimalige Betriebsstörung konnte aber der Besitzer der Anlage begreiflicherweise nicht wol eintreten lassen. Es war demnach eine andere dynamometrische Methode zu wählen. Nach dem ursprünglichen Plane der Messungskommission sollte diese Methode in der Anwendung jenes neuen Dynamometers bestehen, welches Herr Amsler im Jahre 1883 in Modellform auf der schweizerischen Landesausstellung zur öffentlichen Kenntniss gebracht hatte. Herr Amsler liess im Laufe des Sommers zwei Exemplare dieses Dynamometers herstellen und unterzog dieselben in der zweiten Hälfte des September einer näheren Untersuchung hinsichtlich ihrer Functionirung und der Grössenwerthe ihrer Constanten. Diese Untersuchung kam aber bis zu Anfang October nicht ganz zu dem vollkommenen Abschluss, den Herr Amsler zu erreichen wünschte. Da die Ausführung der Messungen nicht über das erste Drittel des October hinausgeschoben werden konnte — in späterer Zeit wäre die Mehrzahl der Commissionsglieder an der Theilnahme an diesen Messungen durch amtliche Verpflichtungen verhindert gewesen — wurde diese anfänglich in Aussicht genommene Methode der Arbeitsmessung durch die Arbeitsmessung mittelst *Bremung* ersetzt. Die Bremung wurde unter Anwendung des eisenbeschlagenen Amsler'schen Bremsgurtes ausgeführt.

Zur Bestimmung der von der Riemscheibe der secundären Dynamo abgegebenen Nutzarbeit  $A_2$  wurden die Enden des um die untere Hälfte der rotirenden Riemscheibe gelegten Bremsgurtes mit zwei vertical nach oben gehenden und dort über Rollen laufenden Seilen verbunden, deren Enden so lange mit Gewichten ungleich belastet wurden, bis ein dauerndes Schweben der angehängten Gewichte stattfand. Die Abkühlung der Bremsscheibe wurde durch eine flüssige Berührung, welche den Oberflächenteilen der Riemscheiben in den obersten Punkten ihres Weges mit einem Stücke Eis geboten wurde in bester Weise erreicht.

Ist durch die Anhängung der Gewichte  $M_1$  und  $M_2$  ( $M_1$  sei der grössere Werth) ein dauerndes Schweben der Gewichte erreicht worden, so ist der Ausdruck der von der Riemscheibe nach aussen übertragenen Arbeit  $A_2$  in PS:

$$A_2 = \frac{(M_1 - M_2) \times 2r\pi \times n}{75 \times 60},$$

wenn  $n$  die Tourenzahl pro Minute und  $2r$  den Durchmesser der Riemscheibe bedeutet, vorausgesetzt, dass der Bremsgurt in seinen beiden Hälften von gleicher Beschaffenheit ist. Besteht aber der Bremsgurt aus einer mit Eisen beschlagenen Hälfte und einer unbeschlagenen — und dieses traf bei dem benutzten Bremsgurt zu — so ist der Gurt auf der beschlagenen Seite etwas schwerer als auf der unbeschlagenen Seite und es ist dann eine kleine Correction

an der Gewichtsdifferenz  $M_1 - M_2$  anzubringen, um den genannten Arbeitsausdruck richtig zu machen. Da die mit Eisen beschlagene Hälfte auf der Seite des grösseren Gewichts  $M_1$  anzubringen ist, wird diese Correction bei dem oben beschriebenen Verlaufe der die Gewichte tragenden Seile in einer kleinen *Verminderung* des grösseren Gewichtes bestehen. Der Werth dieser kleinen Correction wurde durch Abwägung und Berechnung ein wenig grösser als 0.5 kg gefunden. Da die Bremsungen nicht so genau ausgeführt werden konnten, dass die Wirkung von kleinen Bruchtheilen eines Kilo schon sichtbar waren, wurde als Betrag dieser Correction die runde Grösse 0.5 kg angenommen.

Um die Rotationsgeschwindigkeit der gebremsten Riemenscheibe auch bei wechselnder Arbeitsleistung möglichst gleich zu halten, wurde während der Bremsung in Solothurn die Tourenzahl der Turbine an der primären Station stets auf gleicher Höhe erhalten. Ein Beobachter verfolgte unablässig die Stellung des Indicators der Turbinengeschwindigkeit und regulirte permanent die Zahl der Oeffnungen im Leitrade derart, dass diese Stellung so constant blieb, als es sich überhaupt erreichen liess. Die Zahl der benutzten Oeffnungen wurden von  $10''$  zu  $10''$  notirt.

Die von Seiten der Turbine in die primäre Dynamo eingeführte Arbeit  $A_1$  wurde nicht in jedem einzelnen Falle direct gemessen, sondern mit Hilfe der Ergebnisse einer besonderen Versuchsreihe aus den Daten über das Gefälle des Turbinenwassers und die Zahl der benutzten Oeffnungen im Leitrad der Turbine berechnet. In dieser besonderen Versuchsreihe wurde der Inductor der einen primären Maschine aus seinem Lager entfernt und an seine Stelle eine Hülfsquelle mit Bremsscheibe mit dem Durchmesser 0.500 m gesetzt. Während die Turbine bei gemessenem Wassergefälle und bestimmter Anzahl der Oeffnungen im Leitrad diese Bremsscheibe antrieb, ermittelte man nach der eben geschilderten Methode die Arbeit  $A_1$ , welche die Turbine auf die Bremsscheibe übertrug. Dieses wurde für eine verschiedene Anzahl von Oeffnungen im Leitrad und für die verschiedenen, zwischen 3.42 m und 3.46 m schwankenden Gefälle, die sich bei diesen Versuchen eben einstellten, ausgeführt. Aus diesen so gewonnenen Daten konnte dann der Betrag der Arbeit  $A_1$ , welche die Turbine zur Zeit einer Messung der electrischen Grössen und der Arbeit  $A_2$  bei einer bestimmten Zahl von Oeffnungen im Leitrad und einem gewissen Gefälle auf die Riemenscheibe der primären Dynamo übertrug auf dem Wege der Interpolation gefunden werden.

#### Die Messungen und die Messungsresultate.

In den Tagen vom 7. bis 10. October wurden die Messinstrumente in Kriegstetten und Solothurn aufgestellt und alle die mannigfachen Vorkehrungen getroffen, die zur erfolgreichen Ausführung der Messungen nöthig waren. Es galt zunächst zwei electrische Observatorien einzurichten, welche den Ansprüchen der zur Verwendung kommenden Spiegelgalvanometer bezüglich der Grösse des nöthigen Beobachtungsraumes, der Festigkeit der Bodenfläche, der Beleuchtung und der magnetischen Ruhe der Umgebung so gut als möglich genügten. In Kriegstetten konnte ein grosses, leerstehendes Zimmer im Erdgeschoss eines ca. 60 m von der Primär-Station entfernten Gebäudes gefunden werden, das den angeudeuteten Ansprüchen recht gut genügte. Strommesser und Voltmeter wurden hier in einer gegenseitigen Entfernung von ca. 7 m aufgestellt. Die Zuleitung zu beiden Instrumenten wurde durch vier etwa 5 mm dicke Kupferdrähte hergestellt, welche innerhalb der Gebäude mittelst Hartgummi, Paraffinplatten und Paraffinröhren so gut als möglich isolirt wurden und ausserhalb der Gebäude auf Isolatoren der weiter unten beschriebenen Art ruhten. Die Zuleitung zum Potentialgalvanometer diente nebenbei dazu, den Widerstand der primären Maschine vom elektrischen Beobachtungslocal aus zu messen; der Widerstand dieser Zuleitung betrug 0.091 Ohm. Als Beobachter der electrischen Messinstrumente fungirten in Kriegstetten Herr Hagenbach und Herr Dr. Kopp, Assistent am eidgenöss. phys-

sicalischen Laboratorium in Zürich. In Solothurn musste ein zu ebener Erde liegender abschliessbarer Raum mit festem Fussboden als electrisches Beobachtungslocal gewählt werden, welcher nur circa 28 m von den secundären Dynamos entfernt lag, so dass hier die magnetische Wirkung der erregten Dynamos eben merklich war. Dieser Beobachtungsraum bot eine kleinere Fläche dar als das Observatorium in Kriegstetten, so dass hier Voltmeter und Strommesser etwas näher beisammen standen als in Kriegstetten und im Voltmeter eine sehr kleine Wirkung der Stromstärke der benachbarten Leitung zu spüren war. Die Zuleitungen vom Maschinenhause her wurden hier in der gleichen Weise wol isolirt aufgestellt wie in Kriegstetten. Der Widerstand der Leitungsdrähte von den Klemmen der secundären Dynamo betrug 0.054 Ohm. Die Solothurner electrischen Messungen sollten vom Berichterstatter und Herrn Dr. Stössel, Assistent am eidgenössischen physikalischen Laboratorium in Zürich, ausgeführt werden; da indess Herr Stössel noch vor Beginn der definitiven Messungen in amtlichen Geschäften nach Zürich abreisen musste, übernahm der Berichterstatter die Ausführung der sämtlichen Solothurner electrischen Messungen. Die weiter unten folgenden Ablesungen der Stromstärken und Potentialdifferenzen in Solothurn sind desswegen streng genommen keine genau gleichzeitigen; sie wurden so erhalten, dass der Beobachter die Stromstärke während der Zeiten 0'' bis 10'', 20'' bis 30'' u. s. w. und die Potentialdifferenz während der Zeiten 10'' bis 20'', 30'' bis 40'' u. s. w. ablas.

Die Messungen der mechanischen Arbeit in Kriegstetten übernahmen die Herren Keller und Veith; sie wurden hierbei von Herrn Director Lang von Derendingen freundlichst unterstützt. Die Solothurner Arbeitsmessungen wurden von Herrn Amsler ausgeführt, welchem die Herren Ingenieur E. Bürgin von Basel und Director Meyer von Schaffhausen thatkräftige Hülfe zukommen liessen.

Die definitiven Messungen wurden am 11. und 12. October angestellt. An jedem dieser Tage wurde eine ziemliche Reihe von Beobachtungen ausgeführt, die an allen vier Beobachtungsorten *völlig gleichzeitig* gemacht werden sollten. Die schliessliche Zusammenstellung dieser Beobachtungsreihen ergab aber, dass nur verhältnissmässig wenige, nur vier, Beobachtungsreihen in ihrem ganzen Verlaufe wirklich genau gleichzeitig an allen vier Beobachtungsorten ange stellt worden waren. Nur den letzteren Beobachtungsreihen glaubte der Berichterstatter *wirklichen Werth* und *volles Gewicht* beilegen zu können; er gibt desswegen in diesem Berichte nur die Resultate dieser zeitlich *völlig concordanten* Beobachtungsreihen und lässt die Resultate der anderen Beobachtungsreihen als von minderer Bedeutung zur Seite. Um dem Leser einen vollen Einblick in den Verlauf der Beobachtungen und die Ableitungsweise der Beobachtungs resultate zu geben, bietet er die vollständigen Protocolle der einzelnen Beobachtungsgruppen, die je einen Beobachtungssatz bilden.

#### Die Beobachtungen vom 11. October.

An diesem Tage wurde nur eine primäre Dynamo und eine secundäre Dynamo zu den Versuchen benutzt. Die von der secundären Dynamo abgegebene Arbeit wurde durch direkte Bremsung der Riemenscheibe der Dynamo abgeleitet.

#### Ableitung der Hülfsdaten zur Bestimmung der Stromstärke und Potentialdifferenz und der Arbeit $A_1$ .

##### I. Ermittlung von $H$ .

###### Kriegstetten :

Ein Einfluss der Maschinen auf  $H$  ist nicht erkennbar.

Es fand sich die Ablenkung, welche der Magnet (1) aus der Entfernung 340<sup>mm</sup> auf den kleinen Galvanometermagnet der Tangentenboussole ausübte, in Scalens-

###### Solothurn :

Als die secundären Maschinen durch einen Strom von 10 Ampère erregt waren, änderten sie den Werth von  $H$  nur um den 720<sup>ten</sup> Theil seiner Grösse ab. Während des Ganges der Maschine fand sich die Ablenkung, die

theilen gemessen (Distanz Spiegel-Scala = 1500<sup>mm</sup>):

Sk

355.7

355.8 bei der Temp. 11°.0

355.6

Sk

355.7 = 357.<sup>mm</sup>1.

Dies gibt  $\operatorname{tg} \varphi = 0.11740$ .

In Zürich war für  $H_o =$

0.2132

$\operatorname{tg} \varphi_o = 0.11597$  bei der Temp. 15°.2.

Es war also  $H = 0.2110$ .

Die Formel zur Berechnung der Stromstärke war also für diesen Tag:

$$i_1 = 106.15 \times \operatorname{tg} u_2$$

$$i_2 = 112.99 \times \operatorname{tg} u_2.$$

#### II. Ermittlung der Constanten der Potentialgalvanometer.

$$A = \frac{G_1}{G_2} = 25.06$$

$$A = \frac{G_1}{G_2} = 24.62$$

$$B = \frac{w + w_1}{w + w_o} = 58.16$$

$$B = \frac{w + w_1}{w + w_o} = 56.96$$

Die Ablenkung, welche der Daniell in dem Kreise mit dem Widerstände  $w + w_o$  ergab, war

Sk.	Sk.
448.2	481.3
448.6	481.2
448.8	481.2
448.8	481.3
im Mittel	481.2 <sup>sk.</sup>
= 448.6 <sup>sk.</sup>	= 483.2 <sup>mm</sup>

während der Messung waren die sekundären Dynamos erregt.

Distanz Scala-  
Spiegel = 1390<sup>mm</sup>

also war  $\operatorname{tg} V = 0.15793$

Distanz Scala  
Spiegel = 1400<sup>mm</sup>

Daher

$$\operatorname{tg} V = 0.16770$$

Zur Berechnung der Potentialdifferenzen sind also die Formeln anzuwenden:

$$\Delta P = 10105 \times \operatorname{tg} v \quad | \quad \Delta P = 9157 \times \operatorname{tg} v$$

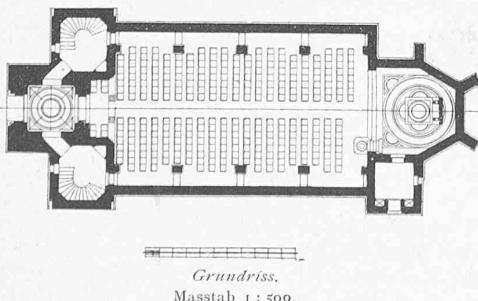
(Fortsetzung folgt.)

### Die neue evangelische Kirche in Ragaz.

Architect: Johann Vollmer in Berlin.  
(Mit einer Lichtdrucktafel.)

Durch die Preisbewerbung, welche im Frühling des vergangenen Jahres stattgefunden hat, ist die schon seit Jahren schwelende Angelegenheit des Ragazer Kirchenbaues zu einem endgültigen — man darf wol sagen — erfreulichen Abschluss gebracht worden.

Evangelische Kirche in Ragaz.



Gemäss dem Sinn und Geist unserer revidirten „Grundsätze“ ist die Ausführung des Baues dem Erstprämierten: Herrn Architect J. Vollmer, Docent an der technischen Hochschule zu Berlin übertragen worden. Herr Vollmer

hat die Ausführungspläne im Massstabe von 1:50, sowie sämmtliche Detailzeichnungen für die Maurer-, Steinmetz-, Tischler- und Flaschnerarbeiten zum grössten Theile bereits abgeliefert.

Die Leitung des Baues ist in die Hände unseres Collegen, Architect Wachter gelegt worden, der bereits einen Vollmer'schen Entwurf: die St. Leonhardskirche in St. Gallen (Bd. III No. 19) in trefflicher Weise zur Ausführung gebracht hat.

Der Entwurf von Arch. Vollmer ist durch obstehenden Grundriss und beifolgende Perspective dargestellt. Das Preisgericht hat denselben als eine künstlerisch reife und gelungene Arbeit bezeichnet. Der äussere Aufbau ist in Bezug auf Verhältnisse und Gruppierung ein glücklicher und auch die Innenwirkung des Raumes kann als eine wirkungsvolle bezeichnet werden.

Wenn es die Kosten erlauben, so soll die Kirche in Rohbau ausgeführt werden und zwar von Ragazer Marmor; wenn nicht, so sollen jedenfalls die Architecturtheile in diesem Material zur Ausführung gelangen; die Flächen würden dann verputzt.

Ueber den Kostenvoranschlag sind wir heute noch nicht in der Lage Näheres mittheilen zu können; wir hoffen indess dies später nachzutragen.

### Miscellanea.

**Fälschungen bei Schienenabnahmen.** Vor einigen Tagen ist das strafgerichtliche Verfahren über die in Bd. X, S. 80 u. Z. erwähnten Fälschungen bei Schienenabnahmen auf dem Stahlwerk Osnabrück zu Ende geführt worden. Aus den über die Verhandlungen des Landgerichtes Osnabrück veröffentlichten Berichten gibt die Deutsche Bauzeitung nachfolgenden Auszug:

Die Anklageschrift des Staatsanwalts hatte die Vergehen als Urkundenfälschung und Betrug bezeichnet. Die Urkundenfälschung ward darin erblickt, dass Schienen, welche zur vorläufigen Abnahme auf dem Werke durch einen Beamten einer Eisenbahn-Direction bestimmt waren, mit falschen Stempelzeichen versehen wurden und ohne vorherige Prüfung durch jenen Beamten zum Vorstand an die Betriebsämter u. s. w. gelangt sind, während der Betrug darin bestehen soll, dass durch diese Vorgänge eine Täuschung und Schädigung der betr. Eisenbahn-Direction herbeigeführt worden sei. Ausserdem sollen bei den von den Bahndirectionen vorgeschriebenen Qualitätsproben die Abnahme-Beamten durch Vertauschung von Proben und unerlaubtes Ausglühen solcher getäuscht worden sein.

Angeklagt waren 5 Personen: 2 Ingenieure des Werks, 1 Meister & 2 Arbeiter. Die beiden Arbeiter waren rückhaltlos geständig, suchten aber die Schuld auf ihre Mitangeklagten zu schieben. Desgleichen war der Meister geständig, in einzelnen Fällen Auftrag zu den als Urkundenfälschung und Betrug bezeichneten Handlungen ertheilt zu haben. Er habe diese Handlungen indessen nicht für strafbare gehalten, dabei auch keine Benachtheiligung der Eisenbahn-Verwaltung gesehen, da stets nur gutes Material von ihm zur Ablieferung gebracht worden, und jenes Verfahren nur eine Art Notwehr gegen die überaus strenge Handhabung der Abnahme seitens der hannoverschen Beamten gewesen sei, welche oft sehr ungerechtfertigte Ausstellungen bei dem Abnahmegeschäft gemacht hätten. — Die beiden Ingenieure leugnen Mithäufigkeit und Mitwissenschaft, während auch sie die besondere Strenge, mit welcher von dem btr. Abnahme-Commissär bei der Prüfung und Abnahme vorgegangen sei, betonen. Zuweilen seien Schienen, welche durchaus geringfügige Fehlerstellen aufwiesen, nicht nur als abnehmefähig bezeichnet worden, sondern von dem Abnahmebeamten derart mit dem Meissel eingehauen worden, dass sie dadurch ihre Verwendbarkeit zu Eisenbahn-Geleisen überhaupt eingebüßt hätten. Der Prozentsatz der zurückgewiesenen Schienen habe an einzelnen Tagen 50—60 % der vorgelegten Menge betragen. — Der betr. Abnahme-Beamte der Eisenbahn-Verwaltung gab an, dass er schon vor der erfolgten Anzeige verschiedentlich auf Ungehörigkeiten aufmerksam geworden sei, gab auch zu, dass er im Anfang seiner Thätigkeit öfter Veranlassung gehabt habe, 50—60 % des Materials zurückzuweisen; die bemängelte Bezeichnung von Ausschusstückchen habe er in der Absicht ausführen lassen, eine mehrmalige Vorlegung dieser Stücke unmöglich zu machen,