

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 27 (1936)
Heft: 7

Artikel: Die Starkstromtechnik an der Leipziger Frühjahrs-Messe 1936
Autor: Puppikofer, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1057495>

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: 24.02.2026

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

Aus der Tabelle der Hyperbelfunktionen in der «Hütte» findet man

$$\mathfrak{C}08 \ 2,12 = 4,2256$$

$$p = \frac{267}{3} (2 \cdot 4,2256 - 1) = 663 \text{ kg/cm}^2$$

4. Für die tiefste Aussentemperatur -30° C wird $m = -855$ und die Zustandsgleichung $p^3 - 855 p^2 = 409 \cdot 10^6$ entspr. 4. Fall der Tabelle I.

$$\mathfrak{C}08 \ \varphi = \frac{409 \cdot 10^6}{2 \cdot 285^3} + 1 = 9,816$$

Aus der Tabelle der Hyperbelfunktionen in der «Hütte» findet man

$$\varphi = 2,9745; \quad \varphi/3 = 0,9915; \quad \mathfrak{C}08 \ \varphi/3 = 1,5331$$

$$p = \frac{855}{3} (2 \cdot 1,5331 + 1) = 1160 \text{ kg/cm}^2$$

Die hier ausführlich dargestellten Rechnungen mögen zeigen, dass die sonst begreifliche Scheu vor kubischen Gleichungen bei der Berechnung von Freileitungen nicht am Platze ist.

Die Starkstromtechnik an der Leipziger Frühjahrs-Messe 1936.

Von H. Puppikofer, Zürich-Oerlikon.

606.4 : 621.3(43)

Wie immer ist die Leipziger technische Messe eine eindrucksvolle Schau der deutschen Arbeit. Speziell die Ausstellungen des allgemeinen Maschinenbaues und des Werkzeugbaues sind überwältigend durch die Menge und Grösse der ausgestellten Objekte, die alle in Tätigkeit vorgeführt werden. Die kompliziertesten und unmöglichsten Arbeitsvorgänge werden durch Maschinen erledigt. Auch die Arbeitsmaschine spezialisiert sich immer mehr. Eines wird dem schweizerischen Besucher klar: Diese Vielheit der Maschinen, diese hochgezüchtete Spezialisierung ist nur denkbar in einem grossen Lande, wo der Absatz die Anfertigung grosser Serien gleichartiger Artikel gestattet. Diese Tendenz zur Massenanfertigung, die den Konkurrenzkampf der schweizerischen Industrie ausserordentlich erschwert, findet sich auf allen Gebieten der Ausstellung wieder.

Der Elektriker, der sich bescheiden auf sein eigenes Gebiet zurückzieht, findet im Hause der Elektrotechnik eine wohlthuende Ruhe und eine blendende Lichtfülle. Unter den ausgestellten Objekten der Starkstromtechnik war aber diesmal nichts zu finden, was als entscheidende Neuerung angesprochen werden könnte.

In der grossen Halle der Elektrotechnik dominierten die zwei Firmen Siemens und AEG, die zusammen beinahe einen Drittel der Ausstellungsfläche beanspruchten. Beide Firmen berührten in ihrer Ausstellung sozusagen alle Gebiete ihrer Fabrikation, wogegen andere sich häufig auf die Demonstration einiger Spezialgebiete konzentrierten. Beispielsweise legte Brown, Boveri, Mannheim (BBC) grossen Nachdruck auf das elektrische Schweiessen und stellte ferner neben einigen Motoren in der Hauptsache Kochherde und Kühlschränke aus. Sehr interessant war die Zusammenstellung der neuesten BBC-Relais. Von den andern Ständen fiel Voigt & Haeffner auf durch seine ölarmen Schalter und Sachsenwerk durch seine schöne Motorenschau.

Wir geben nachstehend einen kurzen Ueberblick nach Artikeln gruppiert:

Siemens hatte genau die gleiche Reihe von *Expansionschaltern* und die AEG die gleichen *Druckluftschalter* ausgestellt wie letztes Jahr. Es war daher auch das Interesse der Besucher für diese Objekte auffallend gering. Am interessantesten schien der *ölarme Schalter* von Voigt & Haeffner, der in verschiedenen Typen für Spannungen von 10 bis 100 kV und Strömen bis zu 4000 A ausgestellt war. Das Wesentliche an diesem Schalter ist die Löschkammer. Sie enthält einen Differentialkolben, der dem Lichtbogen frisches Öl unter Druck zuführt, während die ionisierten Gase durch den hohlen Kontaktstift abgeführt werden. Die Konstruktion ist sehr einfach. Die Löschung soll in einer Halbwelle und in einer verblüffend kleinen Distanz von 5 bis 10 mm erfolgen. Die Typen für Reihe 10 bis 30 haben im Aufbau eine gewisse Ähnlichkeit mit Druckluftschaltern und sehen sehr robust aus. Die Druckluftschalter, die Voigt & Haeffner auch ausstellte, vermögen jedoch weniger zu überzeugen und werden nach den Angaben der Aussteller auch viel weniger gekauft als die sog. «Druckausgleichschalter», wie diese neuen ölarmen Schalter heissen. Neue Schalter einer anderen Firma vermochten auch nicht zu überzeugen und würden sicherlich nach Versuchen im Hochleistungsprüffeld ihr Aussehen und ihre konstruktive Ausgestaltung noch verschiedentlich ändern.

BBC stellte auf dem Gebiete der Schalter nichts aus. AEG zeigte neben den Druckluftschaltern zwei kleine *Oelschalter* klassischer Bauart der Reihe 6 und Reihe 10 für 75 und 150 MVA, mit rundem Kessel und Klotzkontakten und einem neuen, sehr einfachen Klinkenfreilauf. Daneben stand noch eine *gekapselte Anlage* für 10 kV, bei welcher der normale Oelschalter auf dem Kopf stehend eingebaut war. Es ist dies die einzige gekapselte Hochspannungsanlage, die diesmal zu sehen war. Als Gegenstück zeigte die AEG einen *Schaltwagen mit eingebautem Druckluftschalter*.

Aus konstruktiven Gründen ergab sich bei den bisherigen Trennerkonstruktionen, dass der Drehpunkt der Trennmesser und die Kontaktfinger zur Ueberleitung des Stromes von den feststehenden Anschlußstücken auf das bewegliche Messer sich in einer andern Ebene befinden als die angeschlossenen Schienen oder Rohrleitungen. Dadurch wird eine Stromschleife gebildet, so dass bei Kurzschlüssen das Trennmesser grossen elektromagnetischen Kräften ausgesetzt ist, die sogar so hoch anwachsen können, dass das Messer ungewollt herausgeschleudert wird oder die Befestigungsisolatoren gebrochen werden. Als Neuerung war bei der AEG nun ein *schleifenloser Trenner* für Innenaufstellung und Ströme von 1000 A an aufwärts zu sehen, bei dem der gefederte Teil in das Messer verlegt wurde, so dass der Stromübergang sich in einer Ebene abwickeln kann.

Für Freileiftaufstellung zeigte die AEG einen 45 kV-Trenner mit zwei Stützisolatoren, die sich beide unter Mitnahme je einer Hälfte des in der Phasenebene drehenden Trennmessers um ihre Axe drehen. Die eine Hebelhälfte trägt die durch eine Haube geschützten Kontaktschlaufen. Die Isolatoren sind einteilig und mit Compound gefüllt.

Schubtrenner in verschiedenen Ausführungen und für grosse und kleine Ströme stellten Voigt & Haeffner und die EMAG aus.

Sowohl Siemens wie AEG stellten *Sicherungen* aus. Die Sicherung der AEG, die sich in ihrer Wirkungsweise an die Niederspannungssicherung hält, ist mit einer hübschen Neuerung ausgestattet: An Stelle eines einfachen Kennzeichens zur Anzeige des erfolgten Durchschmelzens ist ein kräftiger Zapfen angebracht, der beim Herauspringen eine in einem darüber befindlichen Kästchen untergebrachte Verklüftung löst. Damit wird ein kleiner Kraftspeicher frei, der über ein Isolierstängelchen und eine gemeinsame Welle einen Ausschalter auslöst. Dadurch wird jede dauernde einpolige Ausschaltung vermieden und stets zu einer allpoligen ergänzt. Der ausgelöste Schalter kann auch nur ein Leistungstrenner sein.

Mit dem sog. *Leistungstrenner* wird eine Lücke in der Anwendung automatischer Schalter geschlossen und durch diesen mit der Leistungssicherung zusammen für kleinere Transformatorstationen eine wirtschaftlich tragbare Lösung der automatischen Ausschaltung geschaffen. Der in der Literatur bereits bekannte Leistungstrenner der AEG war in einer vereinfachten, konstruktiv hübschen Ausführung ausgestellt. Das Prinzip erinnert stark an die vor bald 30 Jahren gebauten ersten Hochspannungsschalter, die sog. *Röhrenschalter*. Beim AEG-Schalter wird die Röhre innen mit einem Material ausgeschlagen, das unter der Einwirkung des Lichtbogens Gas abgibt und so den Bogen löscht.

Eine andere Lösung desselben Problems wird von der EMAG Frankfurt gezeigt. Hier besteht der Schaltstift aus einer metallenen Röhre und einem konzentrisch in ihrem Innern angeordneten Stab. Durch die Ausschaltbewegung wird Luft in einem kleinen Zylinder zusammengepresst und durch den Hohlraum zwischen Röhre und Stab in den Lichtbogen geblasen. Es wird hier zum Unterschiede beispielsweise von der Konstruktion von Sprecher & Schuh der bewegliche Lichtbogenfassungspunkt selbst von seinem Innern heraus beblasen.

Automaten mit Unterbrechung in Luft oder fernbetätigte Niederspannungsschalter zeigten AEG, Siemens, EMAG und einige kleinere Firmen. Die AEG stellte sie sogar mit dreierlei Antrieben: Magnetantrieb, Motorantrieb und Druckluftantrieb aus. Es scheint, dass diese Schalterart in Deutschland trotz der Konkurrenz durch Schaltkasten und Schütze noch einen genügenden Markt findet.

Während in der Schweiz durch die neuen Vorschriften bestimmte Mindestabschaltleistungen vorgeschrieben und dadurch bestimmte Abmessungen sich ergeben, tendieren die meisten Konstruktionen von *Schaltkasten* und *Motorschuttschaltern* (mit Ausnahme von Siemens und AEG, die nicht neu sind) nach ganz kleinen Abmessungen; u. a. brachte auch Rheostat einen neuen, ausserordentlich kleinen Motorschutzschalter bis max. 500 V, 15 A, heraus. Es ist interessant, festzustellen, dass man, um auf höhere Schaltleistungen zu kommen, in der Schweiz zu den Hebelschaltern übergeht, während eine Reihe deutscher Firmen, u. a. die AEG und Voigt & Haeffner neue Walzenschaltertypen herausgeben. Sie sind allerdings auf die Verwendung von keramischen Walzenelementen aufgebaut und haben daher weit grössere Durchschlagsfestigkeit und Kriechwege als die früheren, mit Harzpapier isolierten Konstruktionen.

Das auffälligste bei den *Schützen* ist die Vielheit der Konstruktionen. Alle Firmen machen heute sowohl Luft- als auch Oelschütze, weil, neben der allgemeinen Anwendung, wo beide Schützenarten nebeneinander vorkommen, es bestimmte Gebiete gibt, wie chemische Betriebe, Molkereien, Zementfabriken, wo die Oelschütze unbedingt vorzuziehen sind. Die viel grössere Abschaltleistung der Oelschütze wird durch magnetische Momentauslösungen ausgenutzt und die kleinere Schalthäufigkeit der Oelschütze kann durch einfache Vorkehrungen wesentlich erhöht werden.

Ein hübscher konstruktiver Kunstgriff war bei Voigt & Haeffner zu sehen. Während bei gewissen schweizerischen Motorschutzschaltern die Kontakte zweimal verwendet werden können, hat es Voigt & Haeffner dazu gebracht, dass man die Kontakte des Luftschützes *viermal* brauchen kann (an beiden Enden je zweimal), indem die Möglichkeit geschaffen wurde, die Kontakte so zu wenden, dass stets neue, saubere Flächen in Kontakt kommen.

In Ausnutzung der durch den grossen Markt gegebenen Möglichkeiten machen einige Firmen, wie Klöckner und Metzner & Jung, Schützen, deren Gehäuse, Oelkessel usw. ganz aus Bakelit gepresst wird und ersparen dadurch in den Schaltbatterien durch geringere Isolationsabstände ziemlich Platz.

Siemens stellte sein neues, durch die Literatur bekannt gewordenes Zeitrelais mit selbstanlaufendem Synchronmotor aus. Eine konstruktiv elegantere Lösung desselben Problems des sekundären Maximalstromzeitrelais ist in der hübschen Relaischau von BBC zu sehen, neben einer Reihe von neuen Hauptstromauslösern, verschiedenen hochempfindlichen Strom- und Leistungsrelais und dem bekannten Distanzrelais mit Prüfapparat.

Die von Siemens ausgestellte *Parallelschalteneinrichtung* ist wesentlich komplizierter und konstruktiv nicht so ansprechend durchgearbeitet wie die schweizerischen Konstruktionen. Auch für die Drehzahlregelung vor dem Parallelschalten sind in der Schweiz einfachere Lösungen erhältlich.

Regler für Spannungsregelung sind nur bei Siemens und bei Neufeldt & Kuhnke (stellt auch bei Koch & Sterzel aus) zu sehen. Siemens zeigte neben dem alten Kohledruckregler den neuen *Wälzregler*, der zwei mit horizontaler Axe montierte Sektoren besitzt, die über ca. 80 Kontakte laufen. Das Meßsystem ist kein Motorsystem, sondern ein Tauchanker,

der offenbar vom alten Tastregler übernommen wurde. Der *Oeldruckregler* von Neufeldt & Kuhnke bietet nichts neues.

Der *Symbolschalter*, d. h. der Steuerschalter für ferngesteuerte Leistungsschalter, der zuerst in der Schweiz entwickelt und eingeführt wurde, wird in verschiedenen Ausführungen von Siemens und von der AEG gezeigt.

Die Ausstellung des übrigen Materials für Kommando- und Rückmeldeschemata bietet nichts grundsätzlich unbekanntes. Neu ist das von der AEG gezeigte Steuertableau für einen Getreidespeicher, welches durch ein sich aufrollendes Band mit Steckschlüssel den wählbaren Weg des Fördergutes anzeigt.

Ueberspannungsschutz-Ableiter wurden nur von Siemens und von der AEG ausgestellt. Beide Typen sind aus der Literatur bekannt. Neu ist der *Ueberspannungszähler* der AEG, der anzeigt, wie oft der Ueberspannungsableiter in Funktion trat. Siemens machte auch dieses Jahr Vorführung über Wesen und Wirkung seiner Ableiter mit Stossspannungen von 100 000 V. Die Anlage ist aber stark vereinfacht und wirkt nicht mehr so überzeugend.

Bei den Netzreguliereinrichtungen zeigte Siemens die wohlbekannte Einrichtung mit dem kleinen Serietransformator und den drei von einem Relais gesteuerten Fernschaltern, welche die Erregerwicklung des Serietransformators entsprechend den Spannungsstufen umschalten. AEG hat etwas ganz neues, das aber nur angedeutet und nicht erklärt wurde. Es ist in eine Holzkiste gesteckt worden und sichtbar waren nur zwei Voltmeter und eine kleine Kurbel.

Koch & Sterzel stellte wieder in grösserer Zahl seine kleinen, auf einem altbekannten Prinzip beruhenden *Reguliertransformatoren* aus. Die Regulierwicklung befindet sich aussen an der Säule und besteht aus nacktem Kupfer. Darauf läuft ein Stromabnehmer mit Kohlenrollen von ca. 30 mm Durchmesser. So kommt Koch & Sterzel bei der kleinen Windungsspannung ohne Vorkontakte und besondere Ueberschaltwiderstände aus. Bei dreiphasigen Aggregaten sind drei Transformatorkerne nebeneinander gestellt und die Stromabnehmer werden durch Kettenrollen von einer gemeinsamen Welle angetrieben. Für besonders rasche und genaue Regelung baut Koch & Sterzel den Promilleregler, wobei das Transformatorisen ringförmig ist und die Rollen sich auf einem Dreharm befinden. Die Welle des Dreharmes wird durch einen Oeldruckregler von Neufeldt & Kuhnke angetrieben. Bei diesem Regler beträgt die garantierte Empfindlichkeit $\pm 0,5\%$ gegenüber 2% bei den mit Relais und Schützen gesteuerten Elektromotorantrieben. Ausser als Netzregler sollen diese Reguliertransformatoren mit Handantrieb für Theater und speziell für Kino als Verdunkelungsregler grosse Anwendung finden. Für denselben Zweck stellt Dr. Max Levy einen kleinen Induktionsregler aus.

Die vollständigste Schau von Wandlern ist bei Koch & Sterzel zusammengestellt. Die Reihe der öllosen *Muschelwandler* und *Querlochwandler* wurde ergänzt durch den Typ für 45 kV Nennspannung, d. h. für 119 kV Prüfspannung, was für die einteiligen komplizierten Porzellangehäuse, die nur nach dem Giessverfahren hergestellt werden können, eine grosse Leistung bedeutet. Ausserdem sind bei Koch & Sterzel Trockenspannungswandler bis zu den höchsten Spannungen als Kerntypen und Kaskadenwandler erhältlich. Dieselben Konstruktionen sind auch bei den Lizenznehmern von Koch & Sterzel, d. h. bei Siemens und bei der AEG zu sehen. Siemens zeigt ausserdem einen aufgeschnittenen *Stützer-Stromwandler* für 100 kV, wobei die saubere Konstruktion und die auf die Primär- und Sekundärwicklungen verteilte Isolation deutlich sichtbar ist.

Für elektrochemische Anlagen, wo Ströme bis zu 100 000 A und mehr vorkommen, ist auch der Gleichstrom-Messwandler von Koch & Sterzel interessant. Bei Koch & Sterzel ist auch eine sehr praktische Stromwandler-Messeinrichtung zu sehen, die auf dem Vergleich mit einem Normalwandler beruht.

Der einzige ausgestellte *Stufenschalter* stammt von Koch & Sterzel und war, wenn wir uns nicht täuschen, dieses Jahr zum zweiten Male zu sehen. Es handelt sich um einen Schalter der Reihe 10 nach dem Prinzip von Jansen, das auch von der AEG und von Voigt & Haeffner angewendet wird. Nach diesem wird bekanntlich die Umschaltung durch die Wähler bei direkter motorischer Betätigung vorbereitet und

durch den Lastumschalter mit Federsprungwerk in einem Zuge unaufhaltsam vollzogen. Die konstruktive Ausführung von Koch & Sterzel hat den Vorzug des einfachen und übersichtlichen Aufbaues bei guter Trennung des Lastschalters vom Wähler.

Das erste, was bei den Motoren auffiel, ist die Verwendung von in den Eisenkörper eingepressten *Rotorarmaturen aus Aluminium-Spritzguss*. Siemens, AEG, Heemaf und Sachsenwerk stellten solche Rotorarmaturen aus in Durchmessern bis zu 20 cm. Nach beiden Seiten stehen die Rotorstäbe vor und sind zu starken Ventilatorflügeln verbreitert. Heemaf erwähnt, dass der Pressdruck 300 Tonnen betrage.

Das Sachsenwerk geht noch weiter und *giesst* bei gewissen Typen auch die *Statoren* in eine Aluminiumlegierung ein. Hierdurch soll eine absolute Geräuschlosigkeit erzielt werden. Diese Lösung wird speziell angewendet bei ganz geschlossenen Motoren mit Oberflächenkühlung, wo sie die Wärmeabgabe vom Statorisen an die belüftete Motorenaussenfläche stark erleichtert.

Die Ausstellung der Einheitsmotoren des Sachsenwerkes war sehr eindrucksvoll. Von BBC sind ebenfalls eine Reihe von Motoren ausgestellt, während sowohl bei Siemens als auch bei AEG die Motoren mehr im Hintergrund waren. Siemens propagiert an einem Springbrunnen seine Hauswasserpumpen mit Elektromotoren.

Auch dieses Jahr nehmen die *Schweissschmaschinen* mit Zubehör und die verwandten Apparate einen grossen Raum in

der Ausstellung ein. AEG und speziell Siemens zeigen eine Reihe von Punkt-, Naht- und Stumpf-Schweissschmaschinen, während BBC mehr Schweisstransformatoren und Schweissumformer mit elektrischem und Dieselantrieb ausstellt.

Gleichrichter waren bei den zwei Grossfirmen nur als Glasgleichrichter ausgestellt; Metallgleichrichter waren keine zu sehen. Bei Siemens ist als Kuriosität ein sechsanodiger Gleichrichter mit Porzellankolben zu erwähnen für 13 000 V und 10 A.

Merkwürdigerweise ist von den *Dampfentladungslampen* noch nicht viel zu sehen. In der grossen Osramhalle werden sie zugunsten der Doppelwendel-Glühlampe fast ganz übergangen. Es wird dort mit grossem Aufwand der Schvorgang volkstümlich erläutert und die Wichtigkeit guter Beleuchtung dargestellt. Die AEG aber zeigt in lehrreicher Weise an ihrem Stand die Anwendung von Quecksilberdampflampen zur Kontrolle von Textilerzeugnissen und Beispiele von modernen Strassenbeleuchtungen.

Die Zunahme der Verwendung von *Pressmaterialien* im Apparatebau, speziell im Kleinapparatebau, ist von Jahr zu Jahr ausgesprochen. Neben den zahlreichen Bakelitpresswerken ist dem Porzellan und dem Steatit im Ardorit seit einigen Jahren ein neuer Konkurrent entstanden. Es ist dies ein keramischer Stoff, der schieferähnliche Farbe und Oberfläche hat, aber viel härter ist und sich für plattenartige Preßstücke besonders gut eignet. Verwendet wird er schon von einigen Apparatefabriken, u. a. von BBC und Stotz.

Ueber einige Integralreliefs für die nomographische, bzw. nomographisch-graphische Berechnung der Freileitungen vom Standpunkte der Festigkeit aus.¹⁾

Von Alexander Fischer, Prag.

518.3 : 621.315.056

Es werden durch Zurückgehen auf das vollständige Integral der der Leitungszustandsgleichung zugrunde liegenden Differentialgleichung erster Ordnung drei Integralreliefs entworfen, die für alle Baustoffe usw. gelten, daher als «Universalnomo-», bzw. «diagramme» angesprochen werden können. Und zwar ergibt sich erstens ein Gegenstück zu der bekannten Netztafel von L. Truxa, zweitens eine neue Herleitung und Verbesserung des «Freileitungsnomogramms» von J. Schwarzkopf und drittens ein Integralrelief in Form einer Fluchlinientafel mit Doppelknotenpunkten und Ablesegerade. In allen drei Fällen erhält man die gesuchten Grössen unmittelbar, und zwar nach Durchführung kleiner Nebenrechnungen.

En retournant à l'intégrale générale de l'équation différentielle du premier ordre sur laquelle se base l'équation fondamentale des lignes aériennes, l'auteur esquisse trois «reliefs d'intégrale» qui sont valables pour tous les matériaux et, partant, peuvent être considérés comme «abaques» ou «diagrammes universels». On obtient ainsi premièrement un pendant de la table connue de L. Truxa, deuxièmement un nouveau développement et une amélioration de l'abaque pour lignes aériennes de J. Schwarzkopf et troisièmement un relief d'intégrale sous forme d'un nomogramme avec points à deux cotes et droite de lecture. Dans tous les trois cas on obtient immédiatement les grandeurs cherchées, après avoir effectué quelques petites opérations auxiliaires.

Die Berechnung der Freileitungen in mechanischer Hinsicht mit Hilfe graphischer und nomographischer Verfahren hat bereits ein geradezu unübersehbares Schrifttum zur Folge gehabt [vgl. hierzu z. B. (4b), (6)]^{*)}. Wenn ich es im folgenden unternehme, die Zahl dieser Arbeiten um eine weitere zu vermehren, so dürfte diese dennoch nicht ohne Nutzen sein. Wird doch in ihr nicht nur gezeigt, wie eine weitere Lösung durch das Zurückgehen auf die ursprüngliche, dem Problem zugrunde liegende Differentialgleichung — bzw. auf deren als bekannt vorausgesetztes vollständiges Integral — erhalten werden kann, sondern es fällt auch dadurch ein helles Licht auf einige bisher erhaltene Lösungen, deren Begründung sich nunmehr auf ganz naturgemässe Weise ergibt, ohne dass man, wie dies mitunter geschehen ist, zu nicht ganz einwandfreien Schlüssen zu greifen gezwungen wäre.

¹⁾ Bei der Redaktion eingegangen am 11. Dez. 1934.

^{*)} Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf den Schrifttennachweis am Ende der Arbeit.

I. Problemstellung.

Die Differentialgleichung, die der allgemeinen Zustandsgleichung der Leitung zugrunde liegt, lautet [vgl. (6), S. 77]:

$$dt = \frac{16}{3} 10^{-4} \frac{\varphi}{\alpha} d\varphi - \frac{1,25 a}{E \alpha} d\left(\frac{\gamma}{\varphi}\right);$$

ihr vollständiges Integral

$$t = \frac{16}{6} \frac{10^{-4}}{\alpha} \varphi^2 - \frac{1,25 a}{E \alpha} \frac{\gamma}{\varphi} + c, \quad (I)$$

wo c die Integrationskonstante ist.

Hierin bedeutet:

- t die Temperatur,
- a die lineare Ausdehnungszahl der Wärme,
- E den Elastizitätsmodul,
- γ die Gewichtsbelastung,
- a die Spannweite der Leitung,
- f den Durchhang,
- $\varphi = f/a$ den verhältnismässigen Durchhang.