

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 12 (1921)  
**Heft:** 1  
  
**Artikel:** Über die Fehler bei Leistungsmessungen mit Messwandlern  
**Autor:** Goldstein, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1060405>

### **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:** 09.01.2026

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

Es soll noch betont werden, dass die Ableitung allgemeiner Formeln zur Berechnung der Elektromagnete nicht nur darum undurchführbar bzw. unzweckmässig ist, weil die Induktionskurve keine algebraische Kurve ist, sondern hauptsächlich

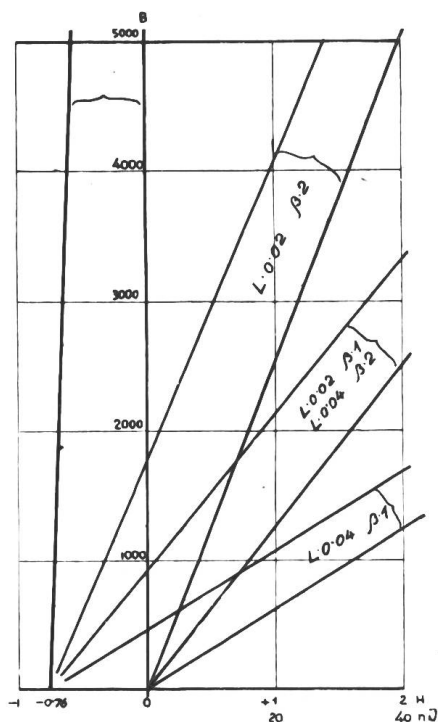


Fig. 10

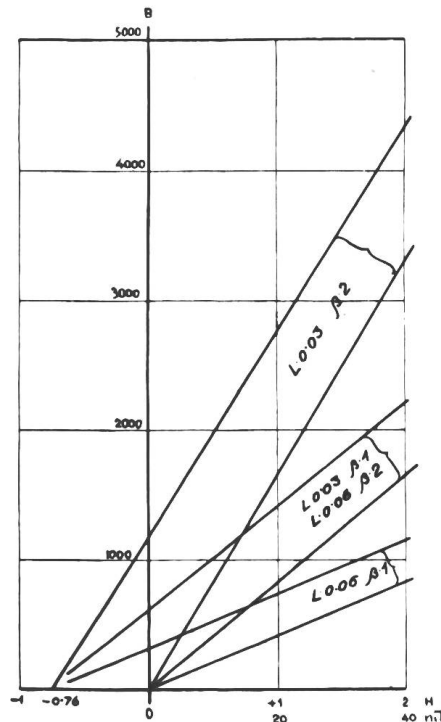


Fig. 11

deshalb, weil – wie aus den vorangegangenen Beispielen ersichtlich – bei den verschiedenen Problemen die Induktionskurve selbst den Zusammenhang viel besser veranschaulicht, als dies bei einer Formel möglich ist.

*Deshalb ist die Aufzeichnung der Induktionskurve von der grössten Wichtigkeit für die Berechnung von Elektromagneten.*

Wir bemerken noch, dass die in diesem Artikel angegebenen Verfahren auch bei der Berechnung von Elektromagneten, wie in der Telegraphie, Telephonie, für Schaltanlagen usw., angewendet werden können.

## Über die Fehler bei Leistungsmessungen mit Messwandlern.

Von Dr. J. Goldstein, Zürich.

Ich habe im Bulletin, Heft 11, 1920, im Artikel „Die Zusammensetzung der Einzelfehler der Messwandler zum resultierenden Fehler des Messaggregates in Drehstromnetzen und die daraus resultierende zweckmässige Anordnung der Wandler“ Formeln hergeleitet, die es ermöglichen, jeweiligen den Fehler, der durch die Messwandler bedingt wird und der zum Fehler der eigentlichen Messgeräte (Zähler oder Wattmeter) noch hinzutritt, leicht zu berechnen. Bei der Besprechung der verschiedenen in der Praxis auftretenden Fälle habe ich es leider unterlassen, auf einen sehr wichtigen Fall hinzuweisen, was ich nun nachholen will. Es ist dies der Fall kleiner Belastung bei grosser Phasenverschiebung. Eine solche Belastung ist in den meisten Stationen nachts vorhanden, wenn die Leerlaufsleistung der Transformatoren den Hauptteil der Belastung des Netzes ausmacht. Um nun die Wichtig-

keit dieses Falles richtig ermessen zu können, nehmen wir am besten die Formel (7)<sup>1)</sup> zu Hilfe. Der resultierende prozentuale Fehler ist durch die Gleichung gegeben:

$$\Delta_{\delta + \varepsilon + \Sigma u} = 0,0291 \operatorname{tg} \varphi \frac{\delta'_1 + \delta'_2 - \varepsilon'_1 - \varepsilon'_2}{2} + 0,0168 \frac{\delta'_2 - \delta'_1 + \varepsilon'_1 - \varepsilon'_2}{2} \\ + 100 \left\{ (1 - c_1 c_{13}) \left( \frac{1}{2} + \frac{\operatorname{tg} \varphi}{2\sqrt{3}} \right) + (1 - c_2 c_{23}) \left( \frac{1}{2} - \frac{\operatorname{tg} \varphi}{2\sqrt{3}} \right) \right\}$$

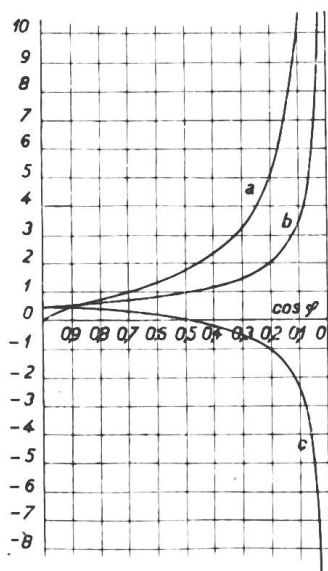
Hier sind nur das erste, dritte und vierte Glied von  $\varphi$  abhängig, das zweite wird nur in Spezialfällen einen merklichen Betrag erreichen und kann bei den folgenden Betrachtungen unberücksichtigt bleiben. Die Abhängigkeit von  $\cos \varphi$  der drei in Frage kommenden Funktionen

$$\operatorname{tg} \varphi, \quad \frac{1}{2} + \frac{\operatorname{tg} \varphi}{2\sqrt{3}}, \quad \frac{1}{2} - \frac{\operatorname{tg} \varphi}{2\sqrt{3}}$$

ist in der untenstehenden Figur graphisch dargestellt. Wie aus dieser ersichtlich ist, ergeben die beiden letzten Ausdrücke als Summe Eins und besitzen bei  $\cos \varphi < 0,5$  entgegengesetzte Vorzeichen. Machen wir noch die Annahme, dass  $c_1 = c_2$  und  $c_{12} = c_{23}$  ist, was in der Praxis meistens annähernd zutrifft, so erhalten wir für den resultierenden Fehler in Prozent den vereinfachten Ausdruck:

$$\Delta_{\delta + \varepsilon + \Sigma u} \sim 0,0291 \operatorname{tg} \varphi \frac{\delta'_1 + \delta'_2 - \varepsilon'_1 - \varepsilon'_2}{2} + 100 (1 - c_1 c_{23}) \cdot$$

In seltenen Fällen dürfte bei guten Wandlern der Ausdruck  $100 (1 - c_1 c_{23})$  den Wert 1:2 % überschreiten, und wir sehen, dass letzten Endes die Genauigkeit der Messung vom Ausdruck  $0,0291 \operatorname{tg} \varphi \frac{\delta'_1 + \delta'_2 - \varepsilon'_1 - \varepsilon'_2}{2}$  abhängt. Dieser wächst nach der Tan-



gensfunktion und nimmt folglich bei grosser Phasenverschiebung beträchtliche Werte an. Der Fehler wird noch dadurch vergrössert, dass die Stromwandler bei kleiner Belastung grosse Fehlwinkel aufweisen. Beachten wir noch, dass heutzutage Spannungswandler hergestellt werden, die nur einige Minuten Fehlwinkel aufweisen, so sehen wir, dass die Fehler des Messaggregates bei kleiner Belastung mit grosser Phasenverschiebung ( $\cos \varphi = 0,1 \div 0,3$ ), sogar wenn amtlich beglaubigte Stromwandler verwendet werden, beträchtliche Werte (10 ÷ 15 %) annehmen können.

Es ist also hier eine Abwägung der durch die betreffenden Wandler verursachten Fehler sehr am Platze, und es ist meiner Ansicht nach direkt verfehlt, wenn man bei den Spannungswandlern mit den Anforderungen in bezug auf Fehlwinkel zu weit geht, vielmehr ist hier ein Schritt halten mit der Genauigkeit, die auf dem Gebiete der Stromwandlerfabrikation erreicht werden kann, sehr geboten.

Ferner sollte man die Zähler bei 10 % des Nennstromes nicht  $\pm 0$  stellen, sondern soll danach trachten, den Zählerfehler derart zu gestalten, dass derselbe den Fehler des Messaggregates möglichst kompensiert.

Es muss hier nicht des näheren ausgeführt werden, dass man bei Leistungsmessungen mit Messwandlern nach der 2 Wattmetermethode die *algebraische* Summe der Wattmeterausschläge nach der obenangeführten Formel (7) zu korrigieren hat. Positivem Fehler entspricht eine Minus-, negativem Fehler eine Pluskorrektur.

<sup>1)</sup> Bulletin, Heft 11, 1920, S. 304.

Auch hier ist besonders zu beachten, dass bei der Messung von Leerlaufverlusten die Fehler am grössten sind. Bedenkt man, dass die Garantien für diese Verluste bei grossen Transformatoren Toleranzen von 10–15 % festlegen, so wird man begreifen, welche Bedeutung einer genauen Messung dieser Verluste zukommt.

Zum Schlusse möchte ich mir noch gestatten, das letzte Zahlenbeispiel<sup>1)</sup> im Artikel „Die Zusammensetzung der Einzelfehler der Messwandler zum resultierenden Fehler des Messaggregates in Drehstromnetzen und die daraus resultierende zweckmässige Anordnung der Wandler“ zu berichtigen. Es heisst dort:

$$\Delta_{\delta + \varepsilon + \Sigma u} = 0,524 + 0,017 + 0,474 + 0,217 = + 1,2 \%$$

anstatt:

$$\Delta_{\delta + \varepsilon + \Sigma u} = 0,524 + 0 + 0,473 + 0,148 = + 1,15 \%$$

## Berichtigung zum zweiten Bericht der Korrosionskommission.

Bulletin 1920, Heft No. 10.

### *Die Messung von Schienenstosswiderständen.*

In Formel (5)<sup>2)</sup> ist ein Fehler unbeachtet stehen geblieben. Dieselbe muss in ihrer allgemeinen Form, d. h. wenn, wie in Fig. 11 angedeutet  $l_1$  nicht gleich  $l_2$  ist, lauten:

$$l_s = l_1 \left( \frac{R_1}{R_2} \frac{l_2}{l_1} - 1 \right) \quad (5)$$

für den speziellen Fall in welchem  $l_1 = l_2$  gewählt wird vereinfacht sich diese zu

$$l = l_1 \left( \frac{R_1}{R_2} - 1 \right) \quad (5a)$$

*Die Redaktion.*

## Miscellanea.

**Gesetz betreffend Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft in Deutschland.** Zur Besänftigung der Massen, die nach Sozialisierung drängen (ohne genau zu wissen, was sie damit meinen), ist am 23. März 1919 ein Sozialisierungsgesetz angenommen worden.

In § 2 dieses Gesetzes ist das Reich befugt, auf dem Wege der Gesetzgebung gegen eine „angemessene Entschädigung“ für eine Vergesellschaftung geeignete wirtschaftliche Betriebe, insbesondere solche zur Gewinnung von Bodenfrüchten und zur Ausnutzung von Naturkräften, in Gemeinwirtschaft zu überführen.

In Anwendung dieses Paragraphen ist am 31. Dezember 1919 ein Gesetz betreffend die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft in Kraft getreten. Es wurde mit folgenden Worten begründet:

„Als zur Sozialisierung besonders geeignetes Wirtschaftsgebiet wird dasjenige der Elektrizitätswirtschaft angesehen. Die Lasten des Friedensvertrages entziehen dem Reiche einen erheblichen Teil seiner Kohलगewinnung, der Ausbau der Wasserkräfte muss daher unverzüglich in weitestem Umfange in Angriff genommen werden. Die in Süddeutschland vorhandenen Wasserkräfte sollen vorzugsweise den Interessen der süddeutschen Wirtschaftsgebiete dienen, dabei aber in Verbindung mit den mitteldeutschen Braunkohlenlagern durch gegenseitige Stromzuleitung eine zweckmässige Elektrizitätsverteilung im grössten Teile des ganzen Reiches ermöglichen.“

Die neuerdings errungene Fernleitungsmöglichkeit muss einen Umschwung in der ganzen

<sup>1)</sup> Bulletin, Heft 11, 1920, S. 311.

<sup>2)</sup> Bulletin 1920, Heft No. 10, Seite 260.