

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 16 (1925)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Beitrag zur Theorie der Dämpfung von Messgeräten  
**Autor:** Imhof, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059239>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 03.04.2025

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

nischen Analyse des Oszillogrammes aussichtslos erscheint. Der Störungsmesser zeigte bei 570 Umdrehungen und 600 A Motorstrom einen Ausschlag von 4,8 Milliampere, wenn keine Kondensatoren der Feldwicklung parallel geschaltet waren. Daraus folgt:

$$F = 1,565 \cdot 10^6 \frac{4,8 \cdot 10^{-3}}{600} = 12,5 .$$

Das ist nun freilich ein sehr günstiger Wert. Untersucht man aber den Störungsfaktor als Funktion der Tourenzahl, so ergibt sich Fig. 8. Bei 290 Umdrehungen wird die rechnermässige Kommutierungsperiodenzahl gleich 1100. Daher besitzt die Kurve hier ein deutlich ausgeprägtes Maximum. Da aber im allgemeinen die Grösse der Kommutierungsüberschwingung mit der Tourenzahl steigt und ihre Kurvenform gemäss Fig. 7 sehr unrein ist, wächst alsbald auch der Störungsfaktor wieder mit der Tourenzahl. Derartige Motoren stören also am meisten bei den höchsten Tourenzahlen, während bei Motoren mit einer Stromkurve gemäss Fig. 2 die Schwachstromstörungen oberhalb einer ziemlich niedrigen kritischen Tourenzahl nicht mehr anwachsen, sondern eher abnehmen. Schon allein mit Rücksicht auf diesen charakteristischen Unterschied ist es von grösster Bedeutung, den Störungsfaktor für Bahnmotoren mit verschiedenen Wicklungen experimentell zu untersuchen.

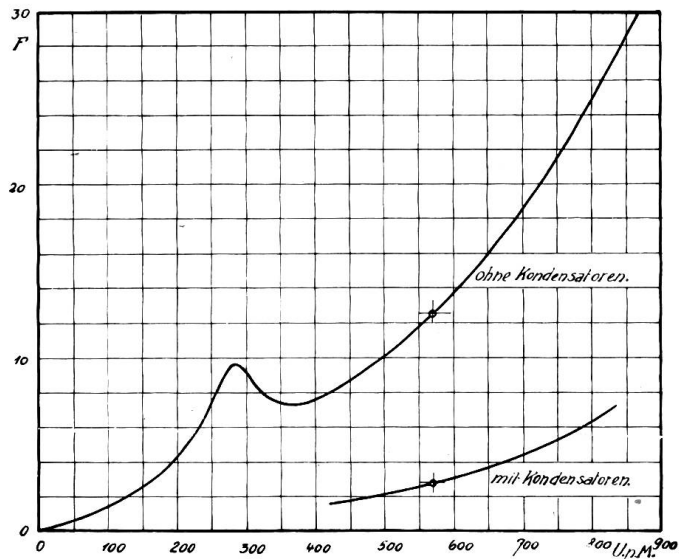


Fig. 8.

## Beitrag zur Theorie der Dämpfung von Messgeräten.

Von Prof. A. Imhof, dipl. Ing., Winterthur.

*Der Verfasser bespricht an Hand von charakteristischen Kurven die bisher wenig beachtete Erscheinung der ungleichen Dämpfung in verschiedenen Zeigerlagen bei Messinstrumenten.*

*Dans cette courte note, l'auteur signale à l'aide de courbes caractéristiques le phénomène peu observé jusqu'ici de l'amortissement variable suivant la position de l'aiguille, dans les instruments de mesure.*

Beobachtungen an elektrischen Messgeräten veranlassten die folgende kurze Untersuchung, die auf eine bisher anscheinend nicht beachtete Einwirkung der Skalengform auf die Einstelldauer hinweist.

In der Differentialgleichung der gedämpften Schwingung:

$$A \frac{d^2\varphi}{dt^2} - B \frac{d\varphi}{dt} + C \varphi = 0$$

bedeutet  $A$  das Massenträgheitsmoment des schwingenden Systems,  $B$  die dämpfende Kraft (resp. das dämpfende Drehmoment), unter Annahme, es sei der Geschwindigkeit proportional,  $C$  die Einstellkraft, resp. das einstellende Drehmoment.

Die Einstellkraft wurde bisher ohne nähere Untersuchung über den ganzen Skalengwinkel als konstant angenommen. Dies ist bei Drehspulinstrumenten und nahezu auch bei elektrodynamischen Instrumenten der Fall, nicht aber z. B. bei Dreheisen- und elektrostatischen Instrumenten. Daraus ergibt sich eine je nach Zeigerlage

unter Umständen sehr verschiedene Dämpfung. Tatsächlich habe ich an einem elektrostatischen Voltmeter den Fall beobachtet, wo die Einstellung etwa über den ersten Drittel der Skala fast aperiodisch war, im zweiten Drittel aber periodisch mit praktisch

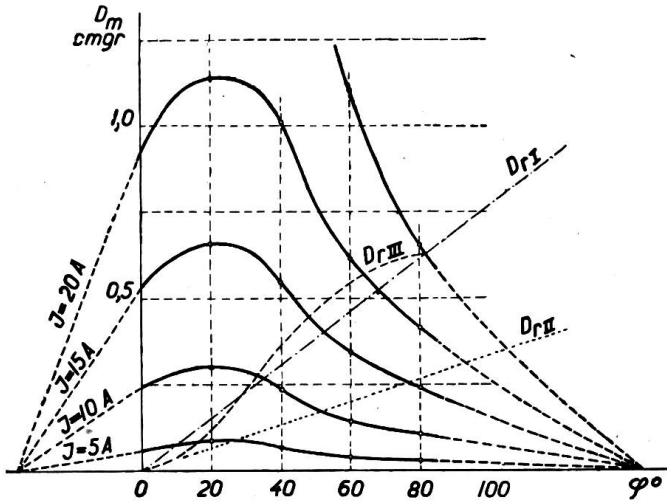


Fig. 1.  
Elektrisches und mechanisches Drehmoment in Funktion des Skalenwinkels.

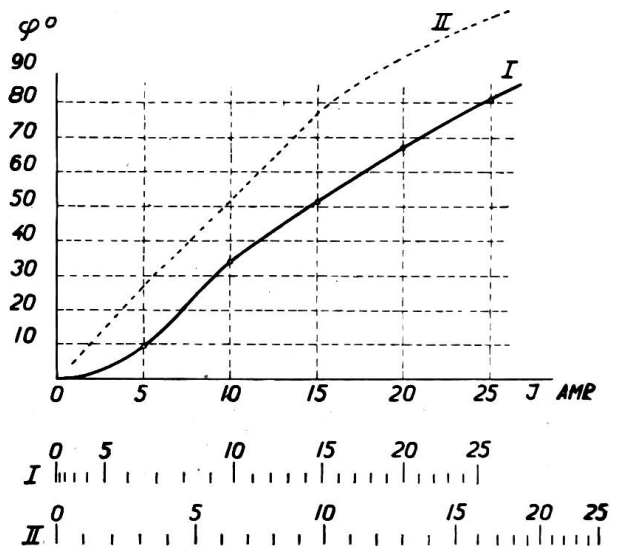


Fig. 2.  
Skalen zu den Richtmomenten  $D_{rI}$  und  $D_{rII}$  in Fig. 1.

völligem Ausklingen nach 2 bis 3 Perioden. Die Einstellkraft ist die Differenz von elektrischem und mechanischem Drehmoment, allgemeiner aus dem durch die Messgröße erzeugten Moment und dem in der jeweiligen Systemlage vorhandenen Richtmoment. Fig. 1 veranschaulicht ein Beispiel einer Drehmomentcharakteristik<sup>1)</sup>, Fig. 3 die Einstellkraft  $C$  in Funktion des Skalenwinkels  $\varphi$ .  $D_{rI}$  ist das Spiralfederdrehmoment in Funktion des Ausschlagwinkels  $\varphi$ ,  $D_{rII}$  dasselbe bei schwächerer Feder;

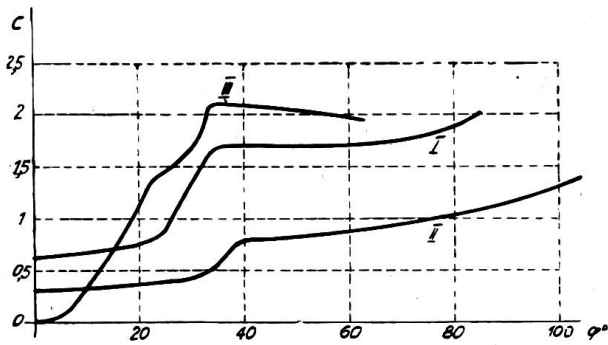


Fig. 3.  
Einstellmoment in Funktion des Skalenwinkels.

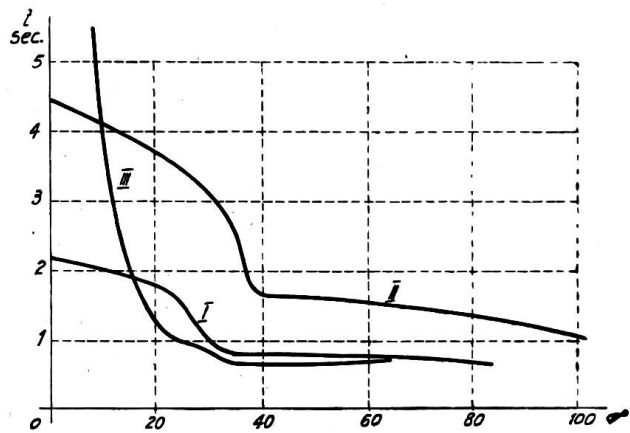


Fig. 4.  
Einstellzeit in Funktion des Skalenwinkels.

$D_{rIII}$  gibt denjenigen Verlauf des Richtmomentes, bei welchem eine gleichmäßig geteilte Skala zustande kommt. Die zu  $D_{rI}$  und  $D_{rII}$  gehörigen Skalen sind in Fig. 2 wiedergegeben. Fig. 4 zeigt, wie sich die Einstellzeit  $t$  in Funktion des Skalenwinkels verändert, wenn der Zeiger, nachdem er aus der jeweiligen Gleichgewichts-

<sup>1)</sup> Siehe A. Imhof „Ueber die Mittel zur Beeinflussung des Skalencharakters von Messinstrumenten“, Bulletin des S.E.V. 1921, No. 5, Seite 117; ferner H. Kafka „Untersuchungen über die Gleichgewichtslagen von elektrischen Messinstrumenten“, Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern, III. Band, 1. Heft 1923.

lage heraus bewegt wurde, wieder in diese einschwingt. Die Zeiten  $t$  sind rechnerisch ermittelt, derart, dass nach  $t$  Sekunden noch  $1/n$  der Anfangsamplitude vorhanden ist. Dabei ist angenommen, dass der Dämpfungsfaktor  $B$  konstant sei. In Wirklichkeit ist dieser im allgemeinen auch variabel, was aber nicht durch das Prinzip, sondern durch die Konstruktion verursacht ist. Die Indices I, II und III beziehen sich auf die Richtmomente  $D_{rI}$ ,  $D_{rII}$  und  $D_{rIII}$  in Fig. 1.

Aus Fig. 3 ist ferner ersichtlich, dass die Einstellkraft  $C$  oft, wenigstens solange die Amplituden der Schwingung gross sind, unsymmetrisch zur Einstelllage ist, z. B. bei der Schwingung nach rechts grösser als bei der Schwingung nach links.

Die besprochene Erscheinung der ungleichen Dämpfung in verschiedenen Zeigerlagen fällt vielfach nicht stark auf, weil eine Veränderung der Einstellkraft  $C$  nur eine ihrer Wurzel proportionale Aenderung der dämpfenden Kraft erfordert, um den Charakter der Einstellung zu bewahren. Für aperiodische Einschwingung gilt z. B. die Beziehung  $B = 2\sqrt{AC}$ . Für die Praxis der Messinstrumente wirkt aber die Tatsache ungünstig, dass gerade in jenen Zeigerlagen die Dämpfung besonders stark wird, wo die Reibungsfehler schon ohne Berücksichtigung der Dämpfung am grössten werden. Bei aperiodischer Einstellung genügt dann die dem Drehsystem innewohnende kinetische Energie unter Umständen nicht, das System in die richtige Einstelllage zu bewegen.



## Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

### Stromausfuhrgesuch.

**Bekanntmachung vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft<sup>1)</sup>.** Die *Schweiz. Kraftübertragung A.-G.* in Bern (SK) stellt das Gesuch um Bewilligung zur Ausfuhr von *Sommerenergie* an die Badische Landeselektrizitätsversorgung A.-G. in Karlsruhe (Badenwerk).

Die auszuführende Energie stammt aus den Kraftwerken Amsteg und Laufenburg, aus den Netzen der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G., (NOK) und der A.-G. Motor-Columbus und vom Jahre 1931 an auch aus dem Netz der Bernischen Kraftwerke A.-G.

In der Zeit vom *1. April bis 30. September* jeden Jahres soll, in einer beim Kraftwerk Laufenburg zu erstellenden Transformatorstation der SK gemessen, an vollen Werktagen während der Tagesstunden (6–18 Uhr) eine Leistung von max. 17 600 Kilowatt und in der übrigen Zeit eine Leistung von *max. 22 000 Kilowatt* ausgeführt werden.

Die täglich auszuführende Energiemenge soll an vollen Werktagen max. 440 000 und an Sonntagen max. 504 000 Kilowattstunden erreichen. Die an Werktagen während der Tagesstunden ausgeführte Energiemenge soll dabei max. 200 000 Kilowattstunden nicht überschreiten. Diese Werte entsprechen den im Lieferungsvertrage vorgesehenen Höchstbeträgen der zum Teil garantiert, zum Teil fakultativ zur Verfügung zu haltenden Leistungen. Sie sollen gemäss dem zu erwartenden Verlauf der Energiedisponibilitäten der Werke frühestens auf 1931 erreicht werden.

In der Zeit vom *1. bis 31. Oktober* jeden Jahres soll bei Energieüberschuss ohne Lieferungsverpflichtung seitens der SK an vollen Werktagen

während der Tagesstunden (6–18 Uhr) eine Leistung von max. 12 320 Kilowatt und in der übrigen Zeit eine Leistung von max. 15 400 Kilowatt ausgeführt werden dürfen. Die täglich auszuführende Energiemenge soll an vollen Werktagen max. 308 000 und an Sonntagen max. 352 000 Kilowattstunden erreichen. Die an Werktagen während der Tagesstunden ausgeführte Energiemenge soll dabei max. 140 000 Kilowattstunden nicht überschreiten.

Die zur Ausfuhr bestimmte Energie soll von den Orten ihrer Erzeugung zunächst über bestehende Leitungen nach der Abgabestation beim Kraftwerk Laufenburg geliefert werden. Zum Zwecke des Anschlusses des Kraftwerkes Laufenburg und der Leitungsanlagen der NOK an diese Station ist die Erstellung kurzer Verbindungsleitungen notwendig. Vorbehalten bleibt später die Erstellung einer direkten Verbindungsleitung Gösigen-Laufenburg.

Die Energieausfuhr soll am 1. April 1926 beginnen. Die Bewilligung soll mit Gültigkeit bis *31. Oktober 1935* erteilt werden.

Die auszuführende Energie soll als Ergänzungskraft für die ans Netz des Badenwerkes angeschlossenen Dampfkraftwerke verwendet werden.

Als *Gegenleistung* für die Ausfuhr von Sommerenergie verpflichtet sich das Badenwerk, je in der Zeit vom 1. Oktober bis 31. März jeden Jahres zur Lieferung von *Winterenergie* mit einer Leistung von 6000 bis 12 000 Kilowatt, je nach den Bedürfnissen der SK bzw. des schweizerischen Inlandkonsums.

Die SK hat sich zur Abnahme von 6000 Kilowatt hiervon je über fünf Wintermonate vorläufig für drei Jahre fest verpflichtet, mit dem einseitigen Recht der Steigerung bis zur obgenannten Höchstleistung und der Verlängerung der Vertragsdauer

<sup>1)</sup> Bundesblatt No. 30, pag. 740.