

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 42 (1951)  
**Heft:** 25

**Artikel:** Diskussionsbeitrag  
**Autor:** Kronmauer, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061043>

### **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:** 05.02.2026

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

ou moins 1 db, on mesure l'amplitude d'un écho, ce qui révèle un écart d'impédance à  $2/100 \Omega$  près. Cet ensemble de qualités fait de cet appareil un auxiliaire très apprécié dans la technique de mesure des câbles à hautes fréquences.

On envisage d'étendre son activité au domaine des câbles à basse fréquence et même des câbles ou lignes aériennes à haute tension où il pourrait rendre service pour la localisation des défauts.

## Diskussionsbeitrag

Vortrag, gehalten an der 15. Hochfrequenztagung des SEV vom 5. Oktober 1951 in Bern,  
von E. Kronauer, Maschinenfabrik Oerlikon

Immer grössere Anforderungen werden an den Grossmaschinenbau und andere Zweige der Fabrikation hinsichtlich Präzision, Radiostörfreiheit, Erschütterungs- und Geräuschverminderung usw. gestellt. Dementsprechend musste die Messtechnik verfeinert werden; dank den Fortschritten der Hochfrequenz ist dies möglich geworden, wie die Herren Referenten bereits gezeigt haben.

Es wurde bereits darüber berichtet, dass geringste Querschnittänderungen von Textilmaterial, das zwischen Kondensatorplatten fortbewegt wird, ein Anzeigegerät stark beeinflussen können. Anstelle dieser Änderungen des Dielektrizums kann eine Kondensatorplatte relativ zur andern bewegt werden. Auf diese Weise werden die Schwingungen

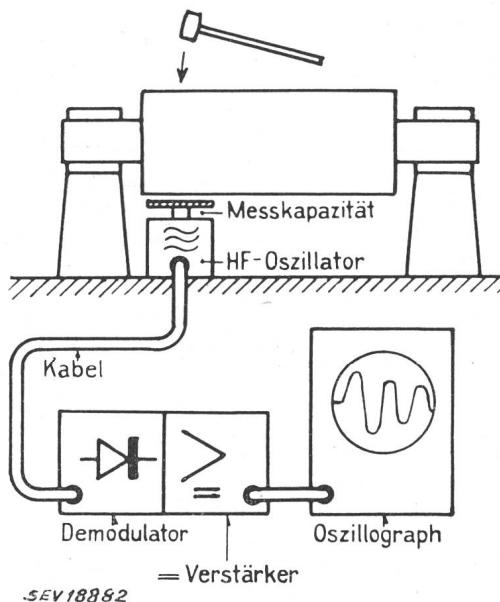


Fig. 1  
Kapazitiver Erschütterungsmesser  
Messung der durch Hammerschlag angestossenen  
Eigen schwingungen eines Rotors

eines Maschinenteils abgetastet, wobei dieser, z. B. ein Rotor (Fig. 1), selber den geerdeten Belag des Messkondensators bildet. So werden die kritischen Drehzahlen bei drehendem Rotor gemessen. Durch Hammerschlag können die Eigenschwingungen sogar bei Stillstand angestossen werden, welche pro Minute ausgedrückt, praktisch mit den kritischen Drehzahlen übereinstimmen.

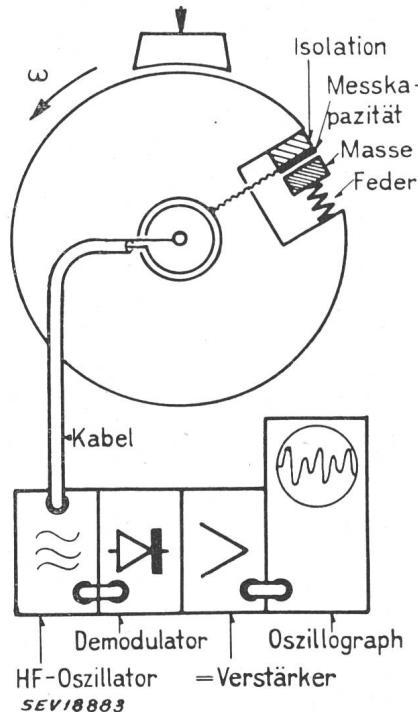
Die durch die Luftspaltänderungen des Messkondensators modulierten Wellen eines Hochfrequenzoszillators werden durch ein langes Kabel dem Demodulator zugeführt und nach der Demodulation verstärkt und oszillographiert.

Durch eine Weiterentwicklung dieses Messprinzips ist der Winkelbeschleunigungsmesser der Maschinenfabrik Oerlikon entstanden. Er dient zur Messung von langen oder pulsierenden Drehzahl schwankungen, die z. B. bei Explosionsmotoren besonders deutlich auftreten. Aber auch an Grossgeneratoren treten bei Kurzschlüssen enorme Drehmomentschwankungen auf, die mit diesem Gerät ermittelt werden können.

Fig. 2 zeigt das Prinzip des Winkelbeschleunigungsmessers. Die isolierte Platte ist starr mit dem Rotor verbunden und wird über einen Schleifring (entweder mit Bürsten oder kapazitiv-kontaktlos) mit Hochfrequenz gespiesen. Der geerdete Belag hat ein verhältnismässig geringes Gewicht und wird mit Hilfe einer harten Feder vom Rotor mitgenom-

men. Der Luftspalt des Kondensators ist proportional zur Winkelbeschleunigung.

Die elektrische Anordnung besteht (wie in Fig. 1) aus Oszillator, Demodulator, Verstärker und Oszillograph.



Prinzip des Winkelbeschleunigungsmessers  
Meßsystem hoher Eigenfrequenz, bestehend aus kleiner  
Masse und Hartfeder

Fig. 3 zeigt Einzelteile einer als Beispiel gewählten Ausführungsform. Jede der 4 Federn ist als elastische Speiche und die Masse als Schwungrad ausgebildet, dessen 4 Zapfen als geerdete Messkondensatorplatten dienen. Die isolierten Kondensatorbeläge sind mit Hilfe einer Leichtmetallscheibe starr mit der Welle verbunden.

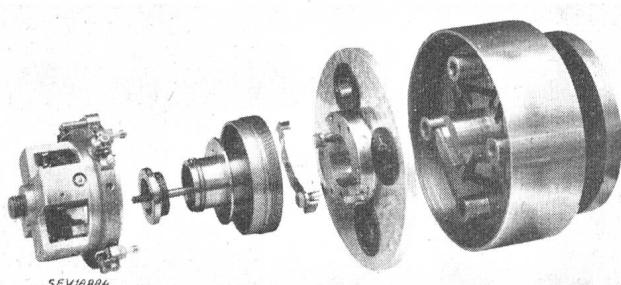


Fig. 3  
Einzelteile des Winkelbeschleunigungsmessers  
Bürstenbrücke, Schleifring, Messkondensatorplatten  
auf starrer Platte und abgefederterem Schwungrad

Fig. 4 zeigt eines von vielen Oszillogrammen, welche mit dem genannten Gerät an einem 1-MVA-Kurzschlussgenerator der MFO aufgenommen wurden. Phasenstrom und Drehmo-

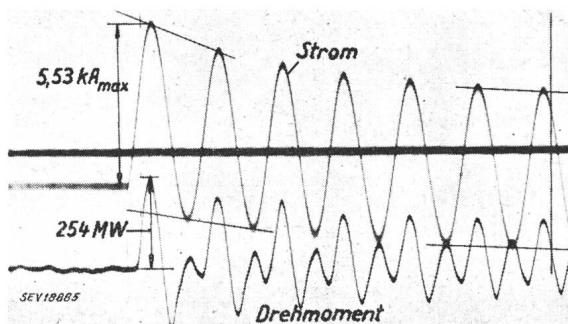


Fig. 4

Oszillogramm des Strom- und Drehmomentverlaufes bei plötzlichem Kurzschluss eines Grossgenerators

ment setzen, bei sattem Kurzschluss an den Klemmen, plötzlich ein.

Da während des Kurzschlusses die Welle von aussen weder einen Antrieb noch eine Belastung erfährt, kann der Winkelbeschleunigungsverlauf, mit einer andern Eichkonstanten, zugleich als Drehmoment (bzw. dessen Leistung) betrachtet werden. Dieses oszilliert wegen des Kurzschlusses merkwürdigerweise mit den Frequenzen 50 und 100 Hz. Die Bewegungsenergie wandelt sich nämlich in diesem Takte periodisch in magnetische um (Verzögerung), dann umgekehrt (Beschleunigung), usw. Das beschriebene Verfahren hat es ermöglicht, die Grösse dieser Wechselbeanspruchungen zu ermitteln (auch im Fundament); die Kenntnis dieser Kräfte ergibt neue Konstruktionsunterlagen, womit der Winkelbeschleunigungsmesser seinen Zweck sehr gut erfüllt hat.

Dieses Messgerät soll in einem späteren Aufsatz ausführlicher beschrieben werden.

## Über winddruckbedingte Schwingungen von Freileitungsseilen aus Leichtmetall

Von K. Kohler, Karlsruhe

621.315.1.056.4

Durch energetische Betrachtungen werden drei bisher nicht angewandte Massnahmen zur Beherrschung schädlicher Seilschwingungen begründet.

Trois dispositions susceptibles d'éviter des oscillations dangereuses des conducteurs câblés, qui n'avaient pas été appliquées jusqu'ici, sont exposées en partant de considérations d'ordre énergétique.

Die Untersuchungen von Karman und Rubach über den Mechanismus des Winddruckes [1]<sup>1)</sup> haben für die Querschwingungen der als Freileitungen gespannten Seile eine natürliche Erklärung gegeben. Die in harmonischer Folge auftretenden Stöße der ablösenden Luftwirbel brauchen lediglich mit irgendeiner Eigenfrequenz des als Saite zu betrachtenden Leiters übereinzustimmen, um Schwingungen zu erzeugen. Dieser Vorgang blieb solange ohne technische Bedeutung, als Schwermetalle für die Leiter Verwendung fanden und erfahrungsgemäss Nachteile nicht auftraten. Mit der Einführung des Aluminiums, insbesondere in der mechanisch stark beanspruchbaren Legierung des Aldrey, zeigten sich aber zerstörende Wirkungen, die eine Beherrschung dieser Erscheinung erforderten, wenn eine weitere Verwendung dieser Baustoffe im Freileitungsbau zugelassen werden sollte. Neben dämpfenden Seilkonstruktionen wurden Geräte empfohlen, deren gemeinsames Merkmal die Ableitung der Schwingungsenergie über mechanische Säße ist. Damit schien die Frage technisch gelöst. Trotz dieser Zuversicht blieb eine Unwissheit, die sich darin äusserte, dass man eine mechanische Beanspruchung der Leiter bis an die sonst zulässigen Grenzen vermied. Damit verzichtete man aber auf die volle wirtschaftliche Ausnützung des Baustoffs, denn die Unterschreitung der höchstzulässigen Zugspannungen zeitigte grössere Durchhänge und damit Mehraufwand für die Tragkonstruktionen. Eine weitere Vorsichtsmassnahme ist die Beschränkung der Spannweiten, da die Erfahrung zeigte, dass die Neigung zum Schwingen mit der Feldlänge zunahm; auch dadurch wird eine kostensparende Ausnützung des Baustoffs über die wirtschaftliche Spannweite verhindert. Sofern man aber allein im Hinblick auf die Kosten den Leitungsmetallen geringsten Gewichts und grösster

Zugfestigkeit — z. B. Elektron [2] — besondere Beachtung schenkt, gewinnt eine endgültige Lösung der Schwingungsfrage entscheidende Bedeutung.

Man wird bei der Darstellung des Gesamtverganges davon ausgehen müssen, dass die Anregung zum Schwingen wegen des ursächlichen Zusammenhangs zwischen Winddruck und Wirbelablösung stets vorhanden, also nicht zu vermeiden ist. Besondere Aufmerksamkeit verdient daher die Untersuchung der Ursachen der Schwingneigung der Seile und des Austausches der Energien.

Die grössere Anfälligkeit längerer Spannfelder findet ihre Begründung durch eine Überlegung. Jeder ganzzahlige Teil der Feldlänge des Leiters, welchen man als schwingungsfähige Saite anzusehen hat, verkörpert eine Eigenfrequenz, also eine mögliche Schwingung. Je grösser die Spannweite ist, um so näher rücken sich diese Frequenzen, so dass für den theoretischen Grenzfall einer unendlich grossen Spannweite schliesslich ein kontinuierliches Spektrum entsteht. In dem verhältnismässig engen Bereich der möglichen Wirbelfrequenzen besteht demnach eine um so grössere Wahrscheinlichkeit einer Schwingungserregung, d. h. Übereinstimmung von Wirbelfrequenz und irgendeiner Eigenfrequenz der Saite, je länger das Feld ist. Lässt man noch die Möglichkeit zu, dass in verschiedenen Entfernungen längs des Leiters verschiedene Windgeschwindigkeiten herrschen, dann bieten ebenfalls grössere Feldlängen grössere Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten einer bestimmten Windgeschwindigkeit und der mit ihr verknüpften Wirbelfrequenz. Es ist daher anzunehmen, dass die Schwingungsanfälligkeit der Leiter mit einer höheren Potenz von der Spannweite abhängt.

Die Anwendung kurzer Mastabstände ist daher ein geeignetes Mittel, die Schwingungsneigung der Seile wesentlich einzuschränken. Zum selben Erfolg, aber viel einfacher, führt jedoch die Einfügung

<sup>1)</sup> siehe Literatur am Schluss der Arbeit.