

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 25 (1934)
Heft: 5

Artikel: Ueber Gleichstrom-Quotientenmesser
Autor: Langen, Felix
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1056541>

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: 14.01.2026

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

Ueber Gleichstrom-Quotientenmesser.

Von Felix Langen, Zürich.

(Mitteilung aus dem Laboratorium der Firma Trüb, Täuber & Co., Zürich.)

621.317.79 : 621.317.6

Nach einer Uebersicht über verschiedene bekannt gewordene Ausführungen von Gleichstrom-Quotientenmessern werden einige Konstruktionen der Firma Trüb, Täuber & Cie. unter anderm das neue Parallelspulinstrument beschrieben.

Après avoir passé en revue les différents types connus d'indicateurs de quotient pour courant continu, l'auteur décrit quelques types de la maison Trüb, Täuber & Cie., entre autre le nouvel instrument à bobines parallèles.

Das von Bruger vorgeschlagene sogenannte Kreuzinstrument¹⁾ dient zur Messung des Verhältnisses zweier Ströme. Seine Angaben sind von der Spannung der Stromquelle praktisch unabhängig. Früher wurde es in Verbindung mit einer Batterie vielfach für Temperatormessanlagen verwendet. Seit dem Aufkommen der eisengeschlossenen wechselstromerregten Instrumente, welche unmittelbaren Anschluss ans Netz gestatteten, sind die Kreuzspulinstrumente etwas in den Hintergrund getreten. Das ist in letzter Zeit durch die allgemeine Einführung des Gleichrichters anders geworden; das Interesse hat sich jetzt diesem Instrument wieder zugewendet.

Bekanntlich besteht das bewegliche System eines Kreuzspulinstrumentes aus zwei miteinander einen Winkel bildenden Spulen mit richtkraftlosen Zuführungen. Die Spulen sind in einem inhomogenen Feld drehbar gelagert. Die Einstellung erfolgt in der Weise, dass die Drehmomente der Spulen gleich und entgegengesetzt gerichtet sind, was eintritt, wenn das Produkt aus Strom mal Windungszahl und Feldstärke für beide Spulen den gleichen Wert hat.

Mit der Feldstärke $H = f(\alpha)$, wo α der Winkel ist, den die betreffende Spule mit der Verbindungsleitung der Polmitten einnimmt, den Stromstärken i_1 und i_2 in beiden Spulen und den Windungszahlen w_1 und w_2 gilt daher für das Drehmoment

$$M_d = C [f(\alpha_1) \cdot i_1 \cdot w_1 - f(\alpha_2) \cdot i_2 \cdot w_2]$$

Der frühere Nachteil des Kreuzspulinstruments, dass sein Skalenwinkel nur etwa 60° umfasste, ist inzwischen durch Konstruktionen beseitigt worden, bei welchen der Winkel zwischen beiden Spulen auf ca. 15° vermindert wurde. Die Spulenbreite in peripherer Richtung ist dann nicht grösser als bei Drehspulinstrumenten, und es ist ohne weiteres möglich, den Skalenwinkel auf ca. 90° zu erhöhen.

Bei der ursprünglichen Ausführung des Brugerschen Kreuzspulinstruments¹⁾ wurde die nötige Ungleichmässigkeit des Feldes durch einen Kern mit elliptischem Querschnitt erzielt. Diese Ungleichmässigkeit kann jedoch auch dadurch erreicht werden, dass bei kreisrundem Kern die Polschuhe exzentrisch, und zwar nach einem grösseren Krümmungsradius ausgebohrt sind, als der eines zum Kern konzentrischen Kreises²⁾ (Fig. 1). Das Feld ist dabei in der Mitte der Pole stärker als an den Rändern. Es nimmt von der Mitte nach den Rändern zuerst langsam, dann immer schneller nach einer Exponentialfunktion ab.

Den umgekehrten Weg beschreitet eine andere Konstruktion²⁾ (Fig. 2). Bei diesem System sind die Polschuhe ebenfalls exzentrisch, jedoch nach einem kleineren Radius ausgebohrt, als der eines zum Kern konzentrischen Kreises. Hierdurch wird eine Verteilung der Feldstärke erzielt, derart, dass das Feld unter der Polmitte am schwächsten ist und nach den Rändern zuerst langsam, dann immer schneller zunimmt.

Da bei der Gleichgewichtslage des Systems die Ströme sich umgekehrt wie die Feldstärken verhalten müssen, befindet sich bei der erstgenannten

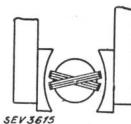


Fig. 1.

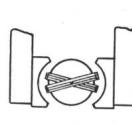


Fig. 2.

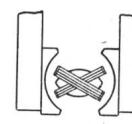


Fig. 3.

Ausführung diejenige Spule, welche den stärkeren Strom führt, den Polkanten am nächsten, während bei der zweitgenannten das Umgekehrte der Fall ist.

Die Firma Trüb, Täuber & Co. hat ebenfalls ein Kreuzspulinstrument mit grossem Ausschlagwinkel entwickelt. Bei der bisher allgemein üblichen Ausführung mit zentrisch ausgebohrten Polen und ovalen Kern war es nicht ohne weiteres möglich, den Ausschlagwinkel wesentlich zu vergrössern; denn der Kern hatte keine wirkliche Ellipsenform, sondern er wurde aus zwei Zylindersegmenten derart zusammengesetzt, dass der Durchmesser parallel zur Teilstufe der grössere war. Der Kern wurde so eingebaut, dass dieser grössere Durchmesser mit der Verbindungsleitung der Polmitten zusammenfiel (Fig. 3, grösste Feldstärke unter Polmitte). Infolgedessen war im Verlauf des Feldes unter der Polmitte eine Unstetigkeit vorhanden und der Spulenausschlag durfte mit Rücksicht auf den Skalencharakter nicht über diese kritische Stelle hinausgehen, d. h. ca. 50 bis 55 % nicht überschreiten.

Durch Verdrehen des Kernes um 90° (Fig. 4) wurde dieser Uebelstand ausgeschaltet. Die grösste Feldstärke liegt bei dieser Form des Instrumentes an den Polrändern. Mit entsprechend schmalen Spulen und Winkeln von ca. 15° zwischen beiden Spulen ist es jetzt ohne weiteres möglich, Ausschlagwinkel von 90° zu erreichen.

Die grösste Verhältnisempfindlichkeit, die sich praktisch erzielen lässt, ist etwa 1,05, d. h. falls sich der Strom nur in einer Spule ändert, verhalten sich die Stromstärken für Anfangs- und Endausschlag wie 1,0 zu 1,05.

¹⁾ ETZ 1894, S. 333.

²⁾ Arch. Techn. Messen, Nr. 14. S. 117 ff.

In manchen Fällen genügt dieses Verhältnis noch nicht, z. B. wenn es sich darum handelt, bei Temperaturmessungen einen Messbereich von nur 10 bis 15° C zu erzielen. Hier ist es zweckmässig, ein Instrument zu verwenden, welches auch bei vollständiger Unterbrechung des Stromes in einer Spule noch eine Gleichgewichtslage innerhalb der Skala hat. Man verwendet hier und in ähnlichen Fällen ein Instrument (Kreuzspul-Brückeneinstrument), welches unseres Wissens zuerst von der Firma Evershed & Vignoles angegeben wurde. Es handelt sich um ein Drehspulinstrument, bei welchem der Kern

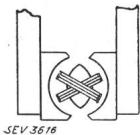


Fig. 4.

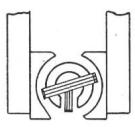


Fig. 5.

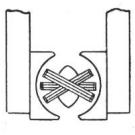


Fig. 6.

als Hohlzylinder ausgeführt und geschlitzt ist (Fig. 5). Er wird von einer besondern, an der Systemachse befestigten Richtspule umfasst, welche von einem Hilfsstrom durchflossen wird und das Bestreben hat, die Mittellage zwischen beiden Polen einzunehmen. Wird der Stromkreis dieser Richtspule geschlossen, so geht das Instrument in die Nullage. Sie übt auf das System ein Drehmoment aus, welches dem Ausschlagwinkel proportional ist und wirkt daher wie eine Spiralfeder. Wird diese Spule von der gleichen Stromquelle gespeist wie die Drehspule, so sind die Angaben des Instruments von der Spannung der Stromquelle unabhängig. Man kann also durch Verwendung des Instrumentes in Verbindung mit einer Brückenschaltung die hohe Empfindlichkeit dieser Schaltung mit der sonst nur mit Kreuzspulinstrumenten erzielbaren Spannungs-unabhängigkeit verbinden.

Die Firma Trüb, Täuber & Co. erzielt eine ähnliche Wirkung auf etwas andere Weise. Das vom Verfasser angegebene Kreuzdrehspulinstrument dieser Firma besteht aus der Kombination eines Kreuzspul- und eines Drehspulinstrumentes, es hat also drei Spulen (Fig. 6). Die mittlere Spule ist die Drehspule, die beiden äusseren Spulen sind als Kreuzspulen geschaltet und dienen dazu, die Richtkraft zu erzeugen und dem Instrument einen bestimmten Nullpunkt zu geben. Der Kern ist oval, wie bei einem normalen Kreuzspulinstrument. Das Verhältnis beider Ströme in den Kreuzspulen wird durch in das Instrument eingebaute unveränderliche Vorwidertände so eingestellt, dass der Nullpunkt die gewünschte Lage hat. Das Instrument erhält daher normal 4 Klemmen. Eine besondere Eigenschaft dieses Instrumentes ist, dass man durch Veränderung des Verhältnisses der Ströme in den Kreuzspulen auch die Lage des Nullpunktes rein elektrisch ändern kann. Hierzu ist dann eine fünfte Klemme nötig.

Da die Drehspule sich beim Kreuzspulinstrument in einem Feld veränderlicher Stärke bewegt, wird die Skala nicht proportional. Aus dem Bestreben,

eine proportionale Skala zu erzielen, entstand das ebenfalls vom Verfasser angegebene Parallel-drehspulinstrument der genannten Firma.

Man kann sich ein Kreuzspulinstrument vorstellen, bei welchem der eine Pol nach Fig. 1 so ausgebildet ist, dass die Feldstärke in der Mitte am grössten ist, während der andere eine Form nach Fig. 2 hat, mit der geringsten Feldstärke in der Mitte (Fig. 7). Dann muss unter dem ersten Pol die bei Ausschlag aus der Mittellage der Polkante am nächsten befindliche Spule den stärkeren Strom führen, während unter dem andern Pol das Umgekehrte der Fall ist, mit andern Worten: die Spulenseiten unter einem der beiden Pole müssen gegeneinander vertauscht werden, so dass die Spulen nicht mehr gekreuzt sind, sondern parallel zueinander liegen (Parallelspulinstrument), was eine konstruktive Vereinfachung bedeutet. Die Krümmungsradien beider Pole können nun so gewählt werden, dass die Krümmungsmittelpunkte zusammenfallen (Fig. 8). Dann handelt es sich um ein zylindrisch ausgebohrtes Polgehäuse, in welches der zylindrische Kern exzentrisch eingesetzt ist. Das bewegliche System kann hierbei zentrisch zur Polbohrung oder zentrisch zum Kern gelagert sein. Der Unterschied gegenüber einem Drehspulinstrument besteht nur noch in der dritten Zuleitung zum beweglichen System, in der Anwendung richtkraftloser Zuführungen und in der exzentrischen Lage des Kerns zwischen den Polen. Auch diese Ausführung bedeutet eine konstruktive Vereinfachung.

Das Parallelspulinstrument eignet sich besonders für kleine Typen, bei denen die Kreuzspulen und der nicht zylindrische Kern, bzw. die nicht konzentrisch ausgebohrten Pole die Ausführung in besonderem Masse verteuern. Eine in manchen Fällen wertvolle Eigenschaft des neuen Instruments liegt in der Möglichkeit, durch Veränderung der Exzentrizität des Kernes die Verhältnisempfindlichkeit innerhalb gewisser Grenzen stetig ändern zu

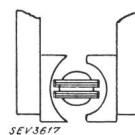


Fig. 7.

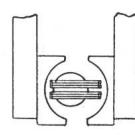


Fig. 8.

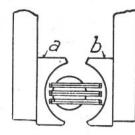


Fig. 9.

können, wodurch es z. B. sehr einfach wird, mehrere parallelgeschaltete Instrumente aufeinander abzustimmen.

Bringt man zwischen den Parallelspulen eine dritte Spule, die Drehspule an, so entsteht das Parallel-drehspulinstrument, welches grundsätzlich die gleichen Eigenschaften hat, wie das Kreuzdrehspulinstrument (Fig. 9). Es hat jedoch den Vorteil einer gleichmässigen Skala; denn die Drehspule bewegt sich bei Ausschlag aus der Nullage im Uhrzeigersinn unter Pol *a* in einem von der Polmitte nach den Polkanten in seiner Stärke abzunehmenden Feld, die andere Spulenseite unter Pol *b* dagegen in einem Feld zunehmender Stärke. Die Summe der Stärken zweier auf einem Durchmesser liegen-

der Felder bleibt nahezu konstant, was ja auch die Praxis insofern ergeben hat, als bekanntlich Drehspulinstrumente durch exzentrische Verlagerung des Kerns in ihrem Skalencharakter nur wenig beeinflusst werden.

Fig. 10 zeigt ein System für einen Quotientenmesser, welches von A. Lindecker vorgeschlagen und bei der Firma Trüb, Täuber & Co. entwickelt wurde. Hier sind, ähnlich wie bei dem Ohmmeter von Carpentier, Paris³⁾, zwei Spulen vorhanden, von denen jeweils nur die eine Seite wirksam ist, während sich die andere im Inneren des ringförmigen Kern befindet, welcher zur Ermöglichung des Einbringens der Spulen einseitig geschlitzt ist. Der zylindrische Kern ist zwischen die, abweichend von dem erwähnten Ohmmeter,

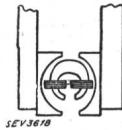


Fig. 10.

³⁾ Keinath, Die Technik elektrischer Messgeräte, München und Berlin 1928, Bd. 1, S. 353.

zylindrisch und zentrisch zur Systemachse ausgeborenen Pole exzentrisch eingesetzt, wobei die Exzentrizität im Gegensatz zum Parallelspulinstrument senkrecht zur Verbindungslinie der Polmitten gerichtet ist. Das Feld ist daher unter zwei benachbarten Polspitzen am stärksten und nimmt unter den Polen bis zu den andern beiden Polspitzen allmählich ab.

Bei einem Ausschlag von 45° aus der Mittellage befindet sich eine Spulenseite im stärksten, die andere im schwächsten Feld, bei einem Ausschlag um 45° in der andern Richtung ist es umgekehrt. Die relativ starke Feldänderung ergibt eine geringe Verhältnisempfindlichkeit und ein hohes Drehmoment, so dass das System sich gut für Linienbeschreiber in Verbindung mit Widerstandsergebnissen eignet. Mit dem Parallelspulsystem hat es die Eigenschaft gemeinsam, dass sich die Verhältnisempfindlichkeit durch Veränderung der Exzentrizität des Kernes erhöhen oder vermindern lässt. Ein Ausschlag von 90° ist ohne weiteres erzielbar.

Anschlussfehler und Störungen bei elektrischen Messeinrichtungen.

Nach einem Referat, gehalten an der Herbstversammlung 1933 des Betriebsleiterverbandes der Gemeinde-Elektrizitätswerke in Ennenda, von P. Müller, Zürich.

621.317.785 : 621.317.385

Der Autor, Ingenieur in der Eichstätte des SEV, hat im nachstehenden Artikel die wichtigsten Ursachen von Fehlern bei Energiemessungen zusammengestellt, um den Praktikern, die als Betriebsleiter von Elektrizitätsversorgungen infolge ihrer vielfachen Beanspruchungen selten dazu kommen, Spezialstudien auf diesem Gebiete zu machen, von den Beobachtungen, die andernorts gemacht wurden, Kenntnis zu geben und ihnen die in der ganzen Schweiz gesammelten Erfahrungen unserer Prüfstelle zu vermitteln, natürlich ohne damit den Spezialisten der Messtechnik etwas wesentlich Neues bieten zu wollen.

L'auteur, ingénieur à la Station d'étalonnage de l'ASE, a groupé dans l'article ci-dessous les principales causes des erreurs qui peuvent se glisser dans les mesures d'énergie. Cet aperçu est destiné à transmettre aux praticiens qui, en tant que chefs d'exploitation d'entreprises de distribution, sont souvent empêchés par leurs occupations multiples de faire des études spéciales dans ce domaine, les observations faites autre part et à leur communiquer les expériences rassemblées dans toute la Suisse par notre Station d'étalonnage. Pour le spécialiste en mesures, cet article ne prétend pas apporter quelque chose de nouveau.

Wohl alle Betriebsleute sind sich darin einig, dass unrichtige Messungen mit allen verfügbaren Mitteln zu verhindern sind. Ist es schon für den Fachmann oft recht schwierig, mit Sicherheit nachzuweisen, wie gross die tatsächlichen Messfehler werden, so erscheint es völlig aussichtslos, den Laien, in diesem Falle meist den Energiebezüger, von der Richtigkeit der technischen Ueberlegungen zu überzeugen.

Die Ursachen von Fehlmessungen zerfallen in drei Hauptgruppen:

1. Fehler, begründet durch die Natur der verwendeten Instrumente und Apparate.
2. Fehler als Folge von Defekten der Messapparatur.
3. Fehler als Folge unrichtiger Schaltung.

I.

Die Messgenauigkeit, die man mit guten und sorgfältig geeichten Zählern und Registrierinstrumenten erreicht, liegt nur ein Geringes innerhalb der Fehlergrenzen, die in der neuen eidgenössischen Vollziehungsverordnung über die amtliche Prüfung von Elektrizitätsverbrauchsmessern vom 23. Juni 1933 festgelegt sind¹⁾. Dabei wird in der

Regel die für Messwandlerzähler geforderte Genauigkeit auch für die gesamten aus Zählern und Wandlern bestehenden Aggregate erreicht.

Eine erste wichtige Einflussgröße auf Betriebsapparate ist die *Umgebungstemperatur*. Die Ergebnisse diesbezüglicher von der Eichstätte des SEV durchgeführter Untersuchungen sind in Fig. 1 bis 6 zusammengestellt.

Bei den sogenannten Präzisionszählern sind besondere Hilfsmittel zur Kompensation der Temperatureinflüsse angewendet. Die normalen, handelsüblichen Zähler ohne Temperaturkompensation werden entsprechend ihrem inneren Aufbau in verschiedener Weise durch Änderungen der Umgebungstemperatur beeinflusst (Fig. 1 und 2). Bei kleinen Leistungsfaktoren (Fig. 3) wächst der Temperatureinfluss ganz bedeutend. In einem bestimmten Falle wiesen z. B. die Verluste eines rotierenden Phasenschiebers scheinbar ganz launenhafte Sprünge auf, die einzige auf Schwankungen der Umgebungstemperatur des zur Messung benützten Zählers zurückzuführen waren.

Dynamometrische Registrierinstrumente, die heute fast ausschliesslich zur Verwendung gelan-

¹⁾ Siehe Bull. SEV 1933, Nr. 20, S. 485.