

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 26 (1935)
Heft: 13

Artikel: Zur Entwicklung der Doppelwendellampe
Autor: Geiss, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060318>

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>

Der Alfol-Wärmeschutz in der Elektrotechnik.

Von A. v. Zeerleder, Neuhausen.

622.998

Überall, wo hochwertige Energie in Wärme umgesetzt wird, ganz besonders bei der Elektrowärme, spielt die Wärmeisolation eine wichtige Rolle, weil die elektrische Energie nur bei geringsten Wärmeverlusten mit den billigen Brennstoff-Wärmequellen konkurrieren kann. Aus diesem Grunde hat die Elektrotechnik besonderes Interesse an einer hochwertigen Wärmeisolierung.

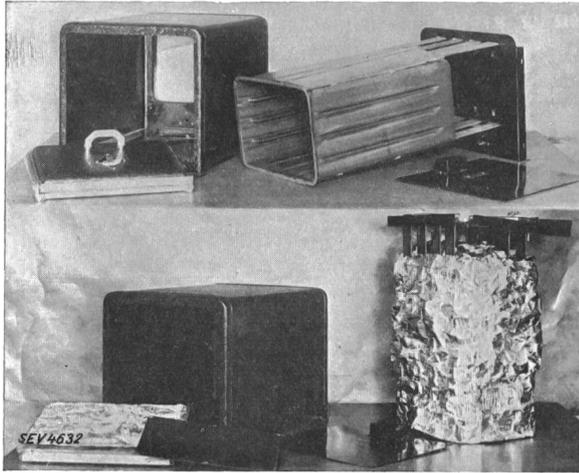


Fig. 1.

Es muss auf den ersten Blick überraschen, dass das durch seine ausgezeichnete Wärmeleitfähigkeit bekannte Aluminium als Wärmeschutz verwendbar sein soll. Da aber im vorliegenden Falle nur sehr dünne Aluminiumbleche, sogenannte Aluminiumfolien, von unter 0,1 bis 0,007 mm Stärke, die senkrecht zum Wärmefluss angeordnet sind, zur Anwendung gelangen, kommt ihrer guten Wärmeleitfähigkeit keine Bedeutung zu. Dagegen kommt die 1850 vom Franzosen Pecllet erstmals beobachtete wärmeisolierende Wirkung polierter Metallflächen hier besonders günstig zur Geltung. Pecllet fand, dass poliertes Kupfer 96% der Wärmestrahlung reflektiert. Die technische Verwertung scheiterte aber daran, dass die blanke Kupferoberfläche bald oxydiert wurde und ihre rückstrahlende Fähigkeit dadurch einbüßte. Abgesehen davon ist es verhältnismässig kostspielig, hochglanzpolierte Kupferflächen herzustellen. Dagegen können Aluminiumfolien ohne besondere Kosten mit einer Oberfläche, die 95% der Wärmestrahlung reflektiert, erzeugt werden und durch die unvermeidliche, hauchdünne Oxydhaut von etwa 0,0002 mm, die das Aluminium gegen weitere Oxydation schützt, geht die Rückstrahlung nur auf 93% zurück, während sie beim Kupfer auf unter 30% absinkt. Es ist das Verdienst von E. Schmidt, der früher im Forschungsheim für Wärmeschutz in München tätig war, diese günstige Eigenschaft des Aluminiums erkannt zu haben. Er entwickelte die von ihm als Alfol-Wärmeschutz bezeichnete¹⁾ Technik, zuerst unter Benutzung ebener, auf leichten Holzrahmen montierter Aluminiumfolien, bis Dyckerhoff entdeckte, dass bei Aufeinanderichten leicht geknit-

¹⁾ Schweizer Patente Nrn. 122 135 und 137 292.

terter Folien, die keine besonderen Distanzierungsstücke benötigen, eine nur um ein Geringes schlechtere Wärmeisolation erzielt wird.

In der Elektrotechnik bietet Alfol als Wärmeschutz verschiedene wichtige Vorteile gegenüber den sonst verwendeten Isoliermitteln, wie Glaswolle, Kieselgur und, für tiefere Temperaturen, z. B. bei Kühlschränken, Kork. Es hat — wie die folgenden Zahlen zeigen — ein wesentlich geringeres Gewicht, ist nicht hygroskopisch, geruchlos, bakterienfrei und behält seine hohe Isolierfähigkeit selbst wenn es einmal feucht geworden ist, wogegen die anderen Isoliermaterialien einen beträchtlichen Rückgang aufweisen. Infolge seines geringen Gewichtes, das pro m³ nur 3 kg beträgt gegenüber

200 bis 400 kg für Schlackenwolle,

500 kg für Infusorien,

200 bis 300 kg für Kork,

benötigt es auch zum Aufheizen, bzw. Herunterkühlen wesentlich weniger Kalorien als die schwereren Isoliermittel. So wurden z. B. bei einem grossen Kühlschrank zum Herunterkühlen um 10° bei Verwendung von Alfol 14 Kalorien, bei Korkschrött 440 Kalorien und bei Korkplatten sogar 1000 Kalorien benötigt. Fig. 1 zeigt die Bratröhre eines elektrischen Kochherdes, die bis auf den Deckel mit Knitterfolie isoliert war und versuchsweise mit gleichen Bratröhren ohne Isolierung bzw. mit Glaswolle- und Kieselgur-Isolierung geprüft wurde. Die Anheizkurven sind in Fig. 2²⁾ wieder gegeben.

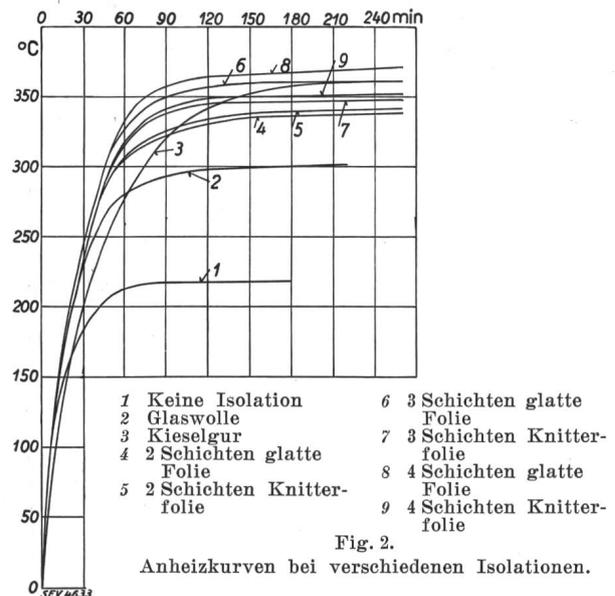


Fig. 2.

Anheizkurven bei verschiedenen Isolationen.

Besonders bei solchen Objekten, die täglich von neuem aufgeheizt werden müssen, spielt die geringe Wärmekapazität des Alfols eine besonders wichtige Rolle, so dass die Alfol-Isolierung in zunehmendem Masse auf dem Gebiete der Elektrowärme und Elektrokälte zur Anwendung gelangt.

²⁾ Elektrowärme 1931, Seite 143.

Zur Entwicklung der Doppelwendellampe.

Von W. Geiss, Eindhoven.

621.326.723

Es wird vom Standpunkt der Glühlampenfabrikanten aus zu zeigen versucht, dass mit einer Vergrößerung der Lichtausbeute der Lichtquellen keine Verringerung der Energieabgabe der Elektrizitätswerke für Beleuchtungszwecke verbunden zu sein braucht. Ferner wird ein Ueberblick über die Entwicklung der Glühlampen gegeben; besonders wird auf die Entwicklung der Doppelwendellampe eingegangen.

Partant du point de vue du fabricant de lampes, l'auteur essaye de démontrer que l'augmentation du coefficient d'efficacité des sources lumineuses n'entraîne pas nécessairement une réduction de la vente d'énergie des centrales pour l'éclairage. L'auteur donne ensuite un aperçu du développement de la lampe à incandescence, en particulier de la lampe à filament bi-spiralé.

Die Erfindung der elektrischen Glühlampe, vor ungefähr 50 Jahren, war von entscheidendem Einfluss auf die Entwicklung der Elektrowirtschaft. Die elektrische Beleuchtung wurde der Schrittmacher für die Elektrifizierung der Welt; sie ist es heute noch weitgehend. Das gemeinsame Interesse der Elektrizitätswerke und der Glühlampenindustrie schien zum ersten Male empfindlich gestört, als es der Glühlampenindustrie gelang, die Wirtschaftlichkeit der Glühlampe durch Erfindung der Metallfaden- und der gasgefüllten Lampe bedeutend zu erhöhen, und zwar von 3 Lumen/Watt (Kohlenfadenlampe) auf etwa 10 Lumen/Watt. Bei den Elektrizitätswerken wurden — wenn auch nur vereinzelt, aber desto eindringlicher — Stimmen laut, die fürchteten, dass damit der Energieabsatz auf ein Drittel sinken würde. Die Entwicklung gab ihnen Unrecht; mit der enormen Verbilligung der elektrischen Beleuchtung wurde diese weiten Kreisen überhaupt erst reizvoll, es wurde damals in vielen Häusern das elektrische Licht eingerichtet, und damit nahm der Energieverbrauch bei dem um das Vielfache gestiegenen Abnehmerkreis stark zu.

Während weitere Verbesserungen eine graduell höhere Lichtausbeute der gasgefüllten Lampe mit sich brachten, wurde mit der Erfindung der Gasentladungslampe ein weiterer prinzipieller Schritt in der künstlichen Beleuchtung gemacht. Wieder äusserten — dieses Mal noch vereinzelter — Elektrizitätswerke Bedenken um den Energieabsatz. Die grosse Mehrheit erkannte aber sofort, dass diese neue Lampe in erster Linie geeignet ist, ein ganz neues Gebiet für die Elektrifizierung zu erschliessen, nämlich die Beleuchtung der Fernverkehrsstrassen, und, in zweiter Linie, ökonomisch den Kampf gegen die Strassenbeleuchtung mit Leuchtgas aufzunehmen; und wenn diese neue Lampe auch einmal für den Hausgebrauch geeignet sein wird, so kann bei einer verständnisvollen Zusammenarbeit zwischen den beiden für die elektrische Beleuchtung verantwortlichen Industrien erwartet werden, dass die Verbraucher gerne dem Ruf nach sachgemässer Beleuchtung folgen werden und nach und nach zu Beleuchtungsstärken übergehen, die mehr dem Tageslicht angepasst und viele Male höher sind als die heutigen. Die Billigkeit der Beleuchtung wird dann auch das «Sparen an Energie» zeitlich und räumlich überflüssig machen.

Wenn die führende Glühlampenindustrie im letzten Jahrzehnt in besonderem Masse an der Erfindung und Entwicklung prinzipiell neuer Lichtquellen arbeitete, so unterliess sie andererseits nicht, die gangbaren Glühlampen zu verbessern und ihre Wirtschaftlichkeit zu erhöhen. In den letzten 10 Jahren und vor der Einführung der Doppelwendellampe gelang es, durch Verbesserung des Drahtes und der Fabrikationsmethoden, die Lichtausbeute nach und nach um etwa 15 %, bei gleicher Lebensdauer, zu erhöhen.

Die jüngste Entwicklung brachte die Doppelwendellampe, die eine erneute erhebliche Verbesserung der Lichtausbeute — bis zu 20 % für die meist gangbaren Typen — ergibt¹⁾. Sie bedeutet die folgerichtige Fortsetzung der von Irving Langmuir für die Gasfüllungslampe festgelegten Prinzipien.

Vor etwa 25 Jahren hat Langmuir festgestellt, dass

1. die Verdampfungsgeschwindigkeit des Wolframs in einem indifferenten Gase ausserordentlich klein ist, so dass die Temperatur des Fadens stark erhöht, seine Wirtschaftlichkeit erheblich gesteigert werden kann;
2. die Verdampfungsgeschwindigkeit und die Wattverluste in den Edelgasen am kleinsten sind und mit steigendem Atomgewicht abnehmen;
3. die an das Gas durch Leitung und Konvektion abgegebene Leistung (die sogenannten Wattverluste) abhängig sind von der Länge des Drahtes, dagegen beinahe unabhängig von der Dicke;
4. eine Wendel in bezug auf die unter 2 genannten Wattverluste sich verhält wie ein massiver Draht von der Länge und Dicke der Wendel.

Diese Prinzipien wurden in den mit Argongas gefüllten Wendeldrahtlampen verwirklicht. Diese Lampen blieben in den letzten Jahren im wesentlichen unverändert. Die bis

heute um etwa 15 % (bei gleicher Lebensdauer) erzielte Verbesserung ihrer Lichtausbeute ist hauptsächlich der Verfeinerung und Vervollkommnung der Fabrikationsmethoden zuzuschreiben. Es gelingt z. B. heute, den Draht viel gleichmässiger zu ziehen; auch machte die Technik der Gasreinigung Fortschritte. Gleichzeitig gelang es, die Gleichförmigkeit der Lampen in bezug auf die Lebensdauer stark zu erhöhen, so dass die neueren Normen nicht nur eine mittlere Lebensdauer von 1000 Stunden vorschreiben können, sondern gleichzeitig auch verlangen, dass vor 700 Stunden nur ein kleiner Prozentsatz ausgebrannt ist. Schliesslich führten eingehende Studien über die Kristallisation des Wolframs zu Drahtverbesserungen, welche die Lichtabnahme während des Brennens stark verminderten.

Ausserdem versuchte man, in Richtung der Langmuirschen Prinzipien weiter grundsätzliche Fortschritte zu machen. Versuche, an Stelle des zur Zeit gebräuchlichen Wolframs einen anderen Stoff mit noch wesentlich kleinerer Verdampfungsgeschwindigkeit zu benutzen, hatten noch keinen praktischen Erfolg; sie werden natürlich fortgesetzt. Als Gasfüllung behauptet immer noch das Argon das Feld; es ist zwar ein sehr geringer und darum teurer Bestandteil der Luft, aber wirtschaftlich herstellbar. Der Ersatz des Argons durch ein anderes Gas, das höhere Lichtausbeute der Lampe gewährleistet, ist wirtschaftlich noch nicht gelöst.

So blieben nur die beiden letzten der Langmuirschen Prinzipien für eine grundsätzliche Verbesserung der Glühlampe übrig. Mit anderen Worten, eine grössere Wirtschaftlichkeit der Glühlampe kann zur Zeit nicht durch Temperatursteigerung des Drahtes erreicht und muss deshalb in Richtung der Verminderung der Leitungs- und Konvektionsverluste gesucht werden. Da eine Wendel pro cm Wendelänge einige Watt an das Gas abgibt und der Durchmesser der Wendel nur von untergeordnetem Einfluss ist, war die Problemstellung gegeben: nämlich die Konvektionsverluste durch Wendelverkürzung zu vermindern.

Der nächstliegende Weg, die Verkürzung der Wendel durch Vergrösserung des Durchmessers zu erreichen, ergab sich sofort als nicht gangbar. Es ist jedem Ingenieur bekannt, dass der Widerstand einer Spirale gegen Formänderung in sehr hohem Masse abnimmt, wenn der Durchmesser vergrössert wird; eine derartige Wendel mit grösserem Durchmesser würde daher Erschütterungen nicht standhalten. So blieb nur die zweite Möglichkeit, die Doppelwendel. Eingehende Studien zeigten, dass kleine Durchmesser sowohl für die Primär- als auch für die Sekundärwendel von entscheidendem Einfluss auf die Stossfestigkeit sind. Es gelang, vor allem für die Primärwendel, zu bedeutend kleineren Durchmessern als bei der Einfachwendellampe zu gelangen und damit den Widerstand gegen Formänderung ganz bedeutend zu erhöhen. Ebenso wesentlich für die Stossfestigkeit ist das Spiralisieren von Primär- und Sekundärwendel in gleichgerichtetem Sinne, was Formänderungen einen erheblichen Widerstand entgegengesetzt.

Mit der Lösung des mechanischen Problems, die Doppelwendellampe nicht empfindlicher als die Einfachwendellampe, sie im Gegenteil eher noch stossfester zu machen, ein Streben, das immer massgebend blieb und welches bereits weitere Verbesserungen verspricht, war aber nur ein Teil des Grundproblems, nämlich die Längendimensionen des Leuchtkörpers zur Erhöhung der Lichtausbeute zu reduzieren, gelöst. Mindestens ebenso wichtig war, die Doppelwendel in den geeigneten Zustand zu bringen. Um die Lichtabnahme der Einfachwendellampe während des Brennens zu vermindern, wurde der nicht durchhängende Draht ausgebildet. Es ergab sich aber bald, dass auch der beste nicht durchhängende Draht noch keine feste Formgebung der Doppelwendel verbürgte. Es war vielmehr nötig, die Doppelwendel schon vor dem Einbau in die Lampe in einen dauerhaften Zustand zu bringen, und zwar durch Formgebung bei hoher Glühtemperatur, auf dem Kern. Dazu musste als Kernmaterial an Stelle des frühschmelzenden Stahls das erst bei hoher Temperatur schmelzende Molybdän verwendet werden. Die beiden Molybdänkerne müssen später aus der Doppelwendel herausgelöst werden. Die Ausarbeitung einer Säure, die nur das Molybdän auflöst, war

¹⁾ Vergl. Bull. SEV 1934, Nr. 23, S. 623.

eine besonders schwierige Aufgabe. Diese Säure muss von den beiden nahe verwandten Metallen Wolfram und Molybdän das letztgenannte restlos auflösen, ohne den spinnwebfeinen Draht aus Wolfram auch nur im geringsten anzugreifen. Ein weiteres Problem, das gelöst werden musste, war, die — wenn auch kleine — Gefahr der Ionisation des Gases und damit der Bogenbildung zu vermeiden.

Es ist nicht möglich, in einem kurzen Referat alle technischen Einzelheiten zu nennen, die schliesslich zum Erfolg führten. Die Untersuchungen sind auch noch nicht abge-

schlossen, und es liegt durchaus im Bereich der Möglichkeit, dass in absehbarer Zeit über weitere Verbesserungen der Glühlampen berichtet werden kann.

Geräuschlose Motoren.

Von H. Moser.

Aus technischen Gründen erscheint die Fortsetzung dieses Artikels später.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Eine tragbare Messwandler-Prüfeinrichtung hoher Genauigkeit.

621.317.089.6 : 621.314.222.08

Im Bull. SEV 1934, Nr. 11, S. 282, wurde die tragbare Stromwandler-Prüfeinrichtung nach Hohle bereits beschrieben. In der Physikalischen Zeitschrift 1934, Heft 21, hat Hohle die Erweiterung der gleichen Messmethode auf Spannungswandler entwickelt. Man kann das gleiche Prinzip des Differenzstromes auch auf Spannungswandler anwenden. Fig. 1 zeigt die prinzipielle Schaltung für Spannungswandler. Der Prüfling X wird mit dem Normalwandler N derart verglichen, dass die Primärwicklungen parallel, die Sekundärwicklungen über die Bürden in Serie geschaltet werden.

Die Fehler des Prüflings (Uebersetzungsfehler und Fehlwinkel) gegen den Normalwandler, dessen Fehler vernachlässigbar klein angenommen werden, verursachen im Querschnitt r einen Differenzstrom, der der Differenz der sekundären Spannungen beider Wandler sowohl ihrer Grösse als auch ihrer Phase nach entspricht.

Die Spannung an den Klemmen des Widerstandes r kann in Komponenten zerlegt werden, die die Fehlerbestimmung ermöglichen. Die Ohmsche Komponente entspricht dem Uebersetzungsfehler, die induktive dem Fehlwinkel. Eine Kompensationsschaltung mit Vibrationsgalvanometer nach

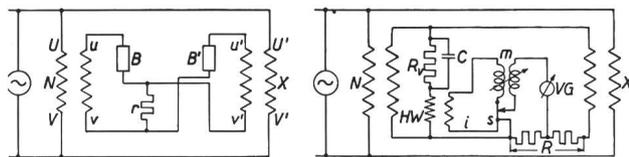


Fig. 1. Differentialschaltung mit Querwiderstand (Fig. 1), mit Kompensationskreis (Fig. 2).

Fig. 2, die sich einer ähnlichen Apparatur bedient wie bei der Stromwandlermesseinrichtung ermöglicht beide Grössen — Uebersetzungsfehler und Fehlwinkel — getrennt zu bestimmen.

In dieser Schaltung wird die Differenz der Spannungen beider Wandler direkt für die Fehlermessung verwendet. Die Sekundärwicklungen werden über einen Ohmschen Widerstand R parallel geschaltet, dessen Spannungsabfall in Spannungsteilerschaltung dem Kompensationskreis zugeführt wird. Der Kompensationskreis wird auf eine besondere Art hergestellt, nämlich indem der Normalwandler über einen Widerstand R_v mit parallel geschaltetem Kondensator C einen Hilfswandler HW speist, dessen Sekundärstrom den Kompensationselementen — einem Schleifdraht S und der Primärwicklung einer Gegeninduktivität m — zugeführt wird. Die Kombination Widerstand-Kondensator muss so gewählt sein, dass der Strom i mit der Sekundärspannung des Normalwandlers phasengleich ist. Der tatsächliche Kompensationskreis wird, wie aus der Fig. 2 ersichtlich, aus den Elementen Schleifdraht, Sekundärspule der Gegeninduktivität (stromlos) und Spannungsteilerwiderstand gebildet. Als Nullinstrument dient ein Vibrationsgalvanometer.

Wie in der Stromwandlermesseinrichtung dienen auch hier der Schleifdraht für die Bestimmung des Uebersetzungsfehlers, die Gegeninduktivitätsnormale, die eine um 90° phasenverschobene Komponente bildet, für die Bestimmung des Fehlwinkels.

Um die Spannungsabfälle auf ein gemeinsames Mass zu bringen, muss der Spannungsabfall am Spannungsteiler zum Strom i in einem bestimmten Verhältnis stehen.

Man erhält, wenn das Verhältnis der Sekundärspannung zum Hilfsstrom i mit Z bezeichnet wird, für den Uebersetzungsfehler und Fehlwinkel bei einer Vernachlässigung der kleinen Grössen zweiter Ordnung folgende Ausdrücke:

$$f = \frac{S}{\eta Z} 100 \%$$

$$\delta = \frac{\omega m}{\eta Z} \frac{1}{0,000291} \text{ in Minuten.}$$

wobei mit η der Teilquotient der abgegriffenen Spannung am Spannungsteiler bezeichnet wird.

Die Belastung des Normalwandlers durch die Hilfsstromkreise kann errechnet werden und soll in der Grössenordnung von 5 VA sein. Die Bürde des Prüflings, die in Fig. 2 nicht eingezeichnet ist, erfährt durch den Spannungsteilerwiderstand nur eine ganz geringe Korrektur, die vernachlässigt werden kann. So ist der Strom im Spannungsteiler bei einem Widerstand $R = 1000 \Omega$ und bei einer Nennspannung von 100 V nur 1 mA, was einer Korrektur der Bürde von 0,1 VA entspricht. Durch die passende Wahl von η und des Hilfsstromes i kann eine bequeme Abgleichmöglichkeit gewährleistet werden. Für die ausgeführte Messeinrichtung wurden ein Hilfsstrom i von 2 A und eine Anzapfung von 20Ω ($\eta = 50$) gewählt. Man erreicht mit dieser Meßschaltung wegen des Differentialprinzips eine sehr hohe Empfindlichkeit, eine noch höhere als in der Scheringbrücke, und zwar 0,01 % Uebersetzungsfehler und 0,1 min Fehlwinkel.

Von Hohle werden noch einige Möglichkeiten angegeben, die gegenseitige Induktivität m , die infolge der magnetischen Felder Störungen verursachen kann, durch andere Elemente zu ersetzen. So kann man ähnlich wie in der Stromwandler-schaltung die 90° Phasenverschiebung mit einem kleinen Eisentransformator mit Luftspalt erzielen.

Die beschriebene Messeinrichtung wird von Siemens & Halske und Hartmann & Braun in einem Messkoffer von der Grösse $520 \times 340 \times 160$ mm und einem Gewicht von 18 kg geliefert. Der Messkoffer enthält zugleich beide Prüfeinrichtungen für Strom- und Spannungswandler. Das interessante an der neuen Einrichtung ist, dass auch das Vibrationsgalvanometer mit Beleuchtungseinrichtung und Ablese skala im Koffer eingebaut sind. Die Fehler und Fehlwinkel sind direkt in % und Minuten ablesbar.

Dass die Messeinrichtung das Vorhandensein von Normalstrom- und Spannungsnormalwandlern, die selbst vernachlässigbare Fehler besitzen, voraussetzt, ist bereits bekannt. Trotzdem stellt die neue kombinierte Strom- und Spannungswandler-Messeinrichtung einen wesentlichen Fortschritt auf diesem Gebiet dar.

Go.