

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 45 (1954)
Heft: 12

Artikel: Bauformen moderner Schalttafelinstrumente und Gesichtspunkte zu ihrer Beurteilung
Autor: Weiss, A. von
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061178>

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>

Bauformen moderner Schalttafelinstrumente und Gesichtspunkte zu ihrer Beurteilung

Von A. von Weiss, Richterswil

621.316.342 : 621.317.7.085.4

Nach einem kurzen Überblick über moderne Bauformen elektrischer Schalttafelinstrumente wird auf die praktische Bedeutung der Keinath-Ziffer zur Beurteilung ihres Betriebsverhaltens hingewiesen. Anschliessend werden die wesentlichen Gesichtspunkte zur Wahl einer den heutigen Forderungen entsprechenden Skalenform diskutiert, wobei insbesondere die Quadrantskala mit 90° Skalenwinkel und die zentrale Kreisskala mit 250° Skalenwinkel kritisch miteinander verglichen werden.

Un bref rappel des formes actuelles d'instruments électriques pour panneau conduit à l'examen du coefficient de Keinath et de son rapport avec le comportement des appareils. La discussion porte ensuite sur les points de vue à considérer pour choisir un type d'échelle répondant aux exigences actuelles, ce qui permet une comparaison critique entre les instruments à quadrant (déviaton 90°) et ceux à échelle concentrique (déviaton 250°).

I. Bauformen von Schalttafelinstrumenten

Während vor etwa 30 Jahren vorwiegend runde Schalttafelinstrumente zwischen etwa 80 und 300 mm Durchmesser zum Aufbau auf das Tableau oder auch für versenkten Einbau hergestellt wurden, beherrscht heute das quadratische oder rechteckige Instrument fast ausschliesslich das Feld. Auch sind Aufbaugeräte nahezu vollständig verschwunden, da Einbaugeräte für Schalttafeln ein flächenhafteres und ruhigeres Bild ergeben, was bereits aus Fig. 1 zu erkennen ist. Beide abgebilde-

mente. Bei den erstern ist eine Zeigergeradführung erforderlich, während bei den zweiten das Skalenblech entsprechend dem von der Zeigerspitze beschriebenen Bogen gekrümmt ist. Bei genügend grosser Zeigerlänge ist diese Krümmung nicht erheblich. Gegenüber runden Instrumenten, die mindestens die Fläche des umschriebenen Quadrates auf dem Tableau beanspruchen, ergeben Profilinstrumente bei gleicher Skalenlänge eine Platzersparnis von etwa 50 %.

Für kleine Schalttafeln, die keine Ablesungen aus grösserer Entfernung erfordern, werden mit Vorliebe auch Einbauminstrumente nach Fig. 3 ver-

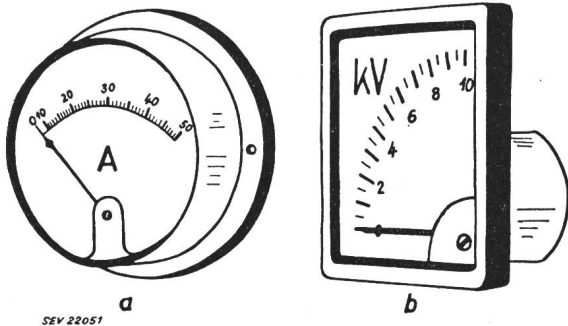


Fig 1

Rundes Aufbauinstrument älterer Art (a) und modernes Quadrantinstrument (b)

ten Instrumente kennzeichnen gleichzeitig den ganzen Unterschied in Formgebung und Geschmack zwischen einst und jetzt. Hierbei sind hinreichende Genauigkeit, raumsparende Bauweise, übersichtliche Skalenanordnung und Skalenform, die ein bequemes Ablesen auch aus grösserer Entfernung mühelos gestattet, neben einer ästhetisch ansprechenden Einfügung im Gesamtbild der Schalttafel die wesentlichen Forderungen, die an moderne Schalttafelgeräte gestellt werden.

Einen guten Vergleich der Angaben benachbarter Instrumente gestatten rechteckige Profilinstrumente nach Fig. 2, die unmittelbar neben- oder

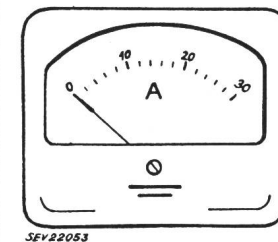


Fig. 3

Rechteckiges Einbauminstrument für kleine Schalttafeln

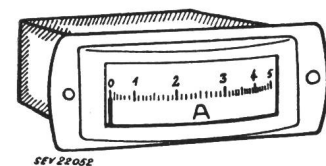


Fig. 2

Profilinstrument mit waagrechter Skala und senkrechter Messwerkachse

übereinander mit vertikaler oder horizontaler Skala angeordnet werden können, was in vielen Fällen die Übersicht erleichtert. Je nachdem, ob das Skalenblech eben oder leicht gekrümmt ist, unterscheidet man hierbei Flachprofil- und Tiefprofilinstru-

wendet, die in Rechteckform etwa mit den Abmessungen 100 × 130 mm oder auch als quadratische Geräte z. B. mit den Abmessungen 83 × 83 mm anzutreffen sind.

Für moderne Kommandoräume hat das quadratische Instrument in den letzten Jahren besondere Verbreitung gefunden, auch als Grossanzeige-Instrument. Gestattet es doch in der Mehrzahl die normalen, erprobten und billigen Messwerke des runden Typs beizubehalten, ebenso den kreisförmigen Schalttafelabschnitt (siehe Fig. 1, rechts), was namentlich bei dickeren Blechstärken Bedeutung ha-

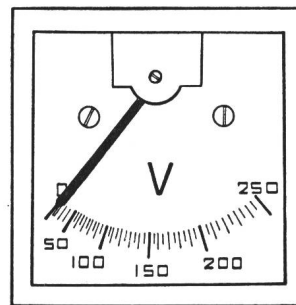


Fig. 4

Quadratisches Schalttafelinstrument mit horizontaler Bogenskala

ben kann, weil quadratische oder rechteckige Ausschnitte dann Schwierigkeiten bereiten können. Die üblichen (genormten) Abmessungen betragen 96 × 96 mm, 120 × 120 mm, 144 × 144 mm und auch 170 × 170 mm, wobei die Ausführung der

Skala sehr verschieden sein kann. So zeigt Fig. 4 eine Skalenausführung mit einer für den heutigen Geschmack bezeichnenden Betonung rechteckiger Konturen selbst in der Skalenbezeichnung. Allerdings ist bei dieser Ausführung die Platzausnutzung mangelhaft. Möglichst grosse Skalenlänge, die selbst noch ein Erkennen der Zeigerstellung in 5 oder gar 10 m Entfernung zulässt, führte daher zwangsläufig zur Quadrantskala, wie sie bereits in Fig. 1 rechts gezeigt ist. In letzter Zeit wurde ferner aus Amerika das quadratische Instrument mit der sog. «longscale» oder zentralen Ringskala nach Fig. 5

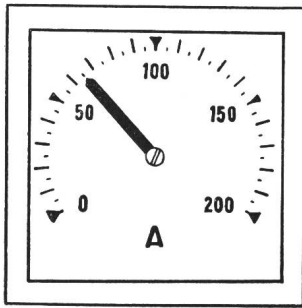


Fig. 5
Quadratisches
Schalttafelinstrument
mit zentraler Ringskala
von 250°

übernommen. Während der Zeiger des Quadrantinstrumentes einen Quadranten von 90° bestreicht und der Zeigerdrehpunkt in der rechten unteren Ecke liegt, hat die zentrale Ringskala einen Skalenwinkel von 250°. Der Zeigerdrehpunkt liegt in der Mitte der Skala. Beide Ausführungsformen bilden zweifellos einen gewissen Abschluss in der Entwicklung der letzten 30 Jahre. In schlichtem Frontrahmen wird eine klare Aufteilung der quadratischen Fläche erhalten, wobei ein lückenloses Aneinanderreihen ein Optimum an Skalenlänge auf kleinstem Raum zulässt.

2. Die Gütezahl als Gesamturteil für die mechanische Güte

Ein allgemein anerkanntes Mass für die mechanische Güte eines Messwerks ist bekanntlich die von *Keinath* eingeführte Gütezahl oder Gütezahl [1]¹⁾, fälschlich auch als «Gütefaktor» bezeichnet. Diese Gütezahl, auch «Keinath-Ziffer» genannt, ist definiert als

$$\Gamma = \frac{10 M_g}{G^{1,5}}$$

Hierin ist M_g die Federrichtgrösse (Drehmoment) in g^*cm , bezogen auf einen Ausschlagwinkel von 90°, und G das Gewicht des beweglichen Systems in g^* , das mit der Potenz 1,5 eingeht. Der Faktor 10 wurde von *Keinath* lediglich gewählt, um bei guten Messwerken eine normale Güte nahe bei 1 zu erhalten. Vereinbart man nun, dass unter Güte eines Instrumentes allgemein die Zusammenfassung der wichtigsten mechanischen Betriebseigenschaften zu einem Gesamturteil verstanden werden soll, so hat *Merz* [2] gezeigt, dass die Gütezahl nach *Keinath* tatsächlich ein Gesamturteil über Lagerreibung und Lagerpressung liefert. Hat demnach von zwei Messwerken das eine eine höhere Gütezahl, so ist es auch

¹⁾ siehe Literaturverzeichnis am Schluss der Arbeit.

das mechanisch bessere, gleichwertige Fabrikation vorausgesetzt. Das gilt ebenso als Gesamturteil, wie etwa die Leistungsangabe auf dem Leistungsschild eines Motors als Gesamturteil aus Kraft, Weg und Zeit. Es ist auch ohne weiteres einleuchtend, dass grosses Drehmoment (Federrichtkraft) und kleines Systemgewicht ein «gutes» Instrument kennzeichnen müssen. Infolge der geringeren Massenwirkung des beweglichen Organs wird ein Gerät mit kleinem Systemgewicht eher eine rauhe Behandlung überstehen, als ein Gerät mit einem grösseren Gewicht des beweglichen Organs.

Die Forderung nach relativ kleinem Systemgewicht ist unter anderem auch eine der Hauptgründe dafür, dass das quadratische Schalttafelinstrument gegenüber dem Profilinstrument in zunehmendem Masse die Oberhand gewinnen konnte. Der beim Profilinstrument notwendige lange Zeiger, um eine starke Krümmung des Skalenbleches zu vermeiden, lässt eine hohe Gütezahl kaum erreichen, schon gar nicht bei Geräten mit ebenem Skalenblech, die eine Zeigergeradföhrung erfordern, die ausserdem durch ihre mechanische Kompliziertheit eine weitere Störungsquelle bildet. Nur für sehr empfindliche Geräte, z. B. für Temperaturmessungen mittels Thermoelementen, werden Profilinstrumente mit vertikaler Messwerkachse nach Fig. 2 gern eingebaut, da das im Hinblick auf einen verringerten Reibungsfehler wichtig ist. Bei solchen Instrumenten kann eine geringere Gütezahl zugelassen werden. Bei Instrumenten mit waagrechter Messwerkachse, bei denen die Reibungsverhältnisse stets ungünstiger sind, als bei senkrechter Achsanordnung, sollte die *Keinath*-Ziffer den Wert 1 bis mindestens 0,5 haben. Bei Präzisionsinstrumenten, die ohnehin erhöhte Sorgfalt in der Behandlung erfordern, kann bei senkrechter Achsanordnung noch eine *Keinath*-Ziffer von 0,5 bis 0,3 ausreichend sein.

3. Quadrantinstrument und Instrument mit zentraler Ringskala

Ein Skalenwinkel von 250° und mehr wird bei Drehspulinstrumenten durch Verwendung hakenförmiger Polschuhe und exzentrischer Spulenanordnung nach Fig. 6 erreicht. Beim ferrodynamischen

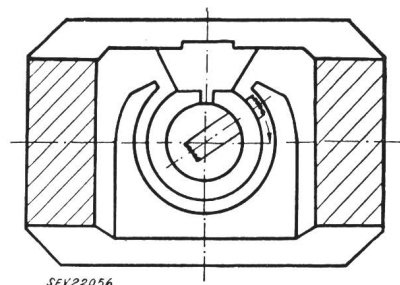


Fig. 6
Drehspulmagnet mit Hakenpol zur Erzielung eines
Skalenwinkels von 250°

schen Messwerk z. B. für Wattmeter ist ein entsprechender Blechschnitt erforderlich. Dreheiseninstrumente mit 250°-Skalenwinkel kann man z. B. mit einem Doppelmesswerk erhalten, bei dem zwei

koaxial angeordnete bewegliche Teile in einer Feldspule untergebracht sind. Es werden gewissermassen zwei Messwerke mechanisch zusammengeschaltest. Um nun übersichtliche Verhältnisse zu erhalten, soll sich die Betrachtung im folgenden auf ein Drehspulmesswerk beschränken, da bei diesem ebenso wie beim ferrodynamischen Wattmeter das Messmoment längs der gesamten linearen Skala konstant und der Messgrösse proportional ist. Ferner sollen das Quadrantinstrument wie auch das Instrument mit zentraler Ringskala einen gleichen Messbereich haben, also etwa der Endausschlag von 90° bzw. 250° bei 5 A erreicht werden, wobei vorerst als weitere Vereinfachung das durch die Messgrösse hervorgerufene Messmoment M bei Endausschlag für beide Instrumente ebenfalls den gleichen Wert haben soll. Bei einem Messwert von 5 A sind demnach bei beiden Instrumenten Messmoment und das durch die Richtkraft hervorgerufene Gegenmoment M_g gleich gross. Die Verhältnisse zeigt Fig. 7. Man erkennt daraus, dass die Spirale des Quadrantin-

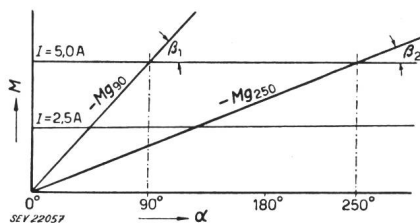


Fig. 7

Verlauf von Messmoment und Gegenmoment bei linearer Skala mit einem Skalenwinkel von 90° und 250°

M Drehmoment; α Skalenwinkel; I Messgrösse (Strom); $-Mg^{(90)}$ Gegenmoment beim 90°-Instrument; $-Mg^{(250)}$ Gegenmoment beim 250°-Instrument

Weitere Bezeichnungen siehe im Text

menten ein etwa 2,8fach grösseres Drehmoment haben muss als beim Instrument mit 250°-Skalenwinkel, bei dem der gleiche Wert bei einer 2,8fach grösseren Federauslenkung erreicht wird. Dementsprechend ist auch das Einstellmoment (Einstellsicherheit) beim Quadrantinstrument höher. Definiert man nämlich nach *Kafka* das spezifische Einstellmoment als Drehmoment je Winkleinheit beim Auslenken des Instrumentenzeigers (bei festgehaltener Messgrösse), so wird dieses mit den Bezeichnungen der Fig. 7

$$\frac{\Delta M_g}{\Delta \alpha} = \text{tg } \beta$$

also der Grösse der Tangente des Winkels β_1 bzw. β_2 proportional. Je grösser also das Drehmoment, um so besser ist auch die Einstellsicherheit, was sich bereits in einer grösseren Güteziffer ausdrücken muss. Beachtet man ferner, dass bei einem Skalenwinkel von 250° nur eine Spulenseite an der Drehmomenterzeugung teilnimmt, so müssen die tatsächlichen Verhältnisse bei diesen Instrumenten noch etwas ungünstiger liegen als im betrachteten Beispiel, selbst unter Berücksichtigung des längeren Kraftarmes gegenüber zentral gelagerter Drehspule. Drehmomenterhöhung durch Vergrössern der Windungszahl bedeutet aber wiederum Gewichtserhöhung, was in der Güteziffer mit der Potenz von 1,5 eingeht und durch den kürzeren Zeiger gegen-

über dem Quadrantinstrument gleicher Abmessung kaum vollständig kompensiert werden kann. Wenn auch mit der zentralen Ringskala eine weite, gut ablesbare Teilung erzielt werden kann, so erkennt man jedoch eindeutig, dass ein solches Instrument unter sonst gleichen Bedingungen in Bezug auf seine Güte stets ungünstiger sein muss als das Quadrantinstrument. Dem Verfasser sind auch empfindliche Instrumente mit einem Skalenwinkel von 250°, z. B. für die Temperaturanzeige, nicht bekannt, während Quadrantinstrumente auch für Temperaturmessungen mit Thermoelementen von mehreren Firmen hergestellt werden. In Firmenprospekten findet man allerdings gelegentlich Werte zwischen 1 und 2 für die Keimath-Ziffer von Instrumenten mit zentraler Ringskala. Geht man aber diesen Werten nach, so ist hierbei das Drehmoment nicht auf 90°, sondern auf Endausschlag bezogen, was einem Winkel von 250° entspricht. Solche Angaben sind falsch und irreführend, was ausdrücklich betont werden muss.

Legt man ungefähr gleiche Skalenlänge zugrunde, so beansprucht allerdings das Instrument mit zentraler Ringskala eindeutig die geringste Fläche auf dem Tableau, wie aus Fig. 8 zu ersehen ist. Bei

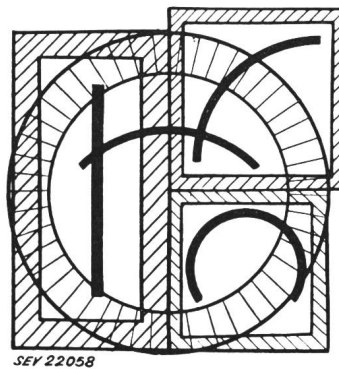


Fig. 8

Platzbeanspruchung verschiedener Schalttafelinstrumente mit angenähert gleicher Skalenlänge

gleicher Einbaufläche ist eine zentrale Ringskala von 250° etwa 1,4mal länger als die Quadrantskala. Zweifellos ermöglicht hierbei eine lange Skala ein genaues Ablesen. Genaue Ablesemöglichkeit allein gewährleistet aber noch keinesfalls genaues Messen, was leider nur zu oft übersehen wird. Normalerweise haben Schalttafelinstrumente eine Klassengenauigkeit von 1,5, d. h. eine Anzeigengenauigkeit von $\pm 1,5\%$ vom Endwert, unabhängig von der Skalenform. Ein quadratisches Instrument von 192×192 mm hat nun eine zentrale Ringskala von etwa 310 mm Länge, was bei einer Genauigkeit von $\pm 1,5\%$ vom Endwert etwa $\pm 4,6$ mm ausmacht. Es erhebt sich daher die Frage, ob es überhaupt noch sinnvoll erscheint, ohne gleichzeitige Erhöhung der Genauigkeit Skalenlängen von mehr als 120 bis 170 mm vorzusehen, insbesondere wenn das mit einer geringeren Güte, grösserem Eigenverbrauch und infolge des unvermeidlich komplizierteren Aufbaus auch im allgemeinen mit etwas höherem Preis verbunden ist, wie bei Instrumenten mit einem Skalenwinkel von 250°.

Bei Grossanzeige-Instrumenten, die bereits aus grösserer Entfernung den jeweiligen Belastungszustand erkennen lassen sollen, wird auf Grund der

obigen Überlegungen eine allzu fein unterteilte Skala vermieden. Aber gerade hierfür erscheint das Quadrantinstrument besonders geeignet. Eine horizontale Zeigerstellung entspricht der Ausschaltstellung, eine vertikale Zeigerstellung dem vollen Betrieb, während dazwischen der Grad der Steilheit der Zeigerstellung ein sinnfälliges Kennzeichen für den Belastungsgrad ist, wie in Fig. 9 angedeutet. Ein lückenloses Aneinanderreihen von Quadrantinstrumenten wird daher auch eine bessere Über-

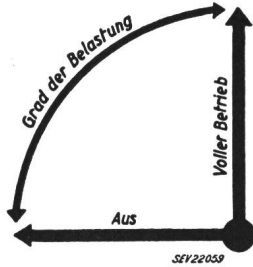


Fig. 9
Anzeige von
Quadrantinstrumenten

sicht vermitteln, als es bei Geräten mit zentraler Ringskala infolge Fehlens so ausgesprochener charakteristischer Zeigerstellungen erreicht werden kann. Das Bild der Schalttafel wirkt bei Verwendung von Quadrantinstrumenten ausgerichtet, ruhiger und geschlossener.

Zusammengefasst zeigt die durchgeführte Betrachtung, dass das Quadrantinstrument bezüglich seiner mechanischen Güte einem Instrument mit 250° -Skalenwinkel immer überlegen sein wird. Dieses gilt auch für den Eigenverbrauch. Dagegen wird die Tableafläche bei Instrumenten mit 250° -Skalenwinkel besser ausgenützt, doch ist dieser Unterschied gegenüber dem Quadrantinstrument nicht sehr wesentlich, wenn eine sinnvolle Begrenzung der Skalenlänge vorgenommen wird. Wenn heute trotzdem Instrumente mit 250° -Skalenwinkel Verwendung finden, so ist das technisch unbegründet und wohl vorwiegend eine Angelegenheit des Geschmacks.

Literatur

- [1] Keinath, G.: Die Technik elektrischer Messgeräte. 3. Aufl. München und Berlin: Oldenbourg 1928.
- [2] Merz, L.: Physikalische Grundlagen des mechanischen Gütefaktors in Spitzen gelagerter Messgeräte. ATM Liefg. 168 (Januar 1950), Bl. J 011—2.
- [3] Bubert, J.: Elektrische Messgeräte. Füssen: Winter 1949.
- [4] Heinzelmann, W.: Über die Verwendung von Messinstrumenten im Schalttafelbau. Elektroindustrie Bd. 41 (1949), Nr. 13, 29. März, S. 341...342.

Adresse des Autors:

Dipl. Ing. A. von Weiss, «Elmes» Staub & Co., Richterswil (ZH).

Warum besteht in der Schweiz ein Bedürfnis nach Regeln oder Leitsätzen für Messwandler und nach einer Ergänzung der Vollziehungs-Verordnung?

Von E. Schneebeli, Zürich

621.314.22.08(083.7)

Seit der Herausgabe der Vollziehungs-Verordnung über die amtliche Prüfung von Elektrizitätsverbrauchsmessern vom 23. Juni 1933 hat der Bau von Messwandlern, speziell für hohe Spannungen und grössere Messgenauigkeiten, einen enormen Aufschwung genommen.

Schon seit vielen Jahren wird allgemein die Genauigkeitsklasse 0,5 bei Netzspannungen von 50 kV und darüber als ungenügend erachtet. Fast durchwegs werden für diese hohen Spannungen Wandler der Klasse 0,2 bestellt.

In allen diesen Fällen, bei denen sowohl mit der Messgenauigkeit, als auch mit der Isolation weit über die in der Vollziehungs-Verordnung festgelegten amtlichen Vorschriften hinausgegangen wird, mussten sich bisher die schweizerischen Firmen mangels eigener Regeln oder Leitsätze meistens an die Regeln des VDE halten. Aber auch diese Regeln sind bei dem heutigen Stand der Fabrikation und der Messtechnik und mit Rücksicht auf die in messtechnischer Hinsicht verlangten sehr hohen Anforderungen bereits als unvollständig zu bezeichnen, enthalten doch auch sie keine Angaben über den Bau und die Eichung von Messgruppen.

Der Bau von Messgruppen, d. h. von Strom- und Spannungswandlern in einer Einheit hat aber in der Schweiz derart zugenommen, dass ihnen und ihren charakteristischen Eigenschaften in Regeln oder Leitsätzen Rechnung getragen werden sollte. Ausserdem sind durch den Bau von Messgruppen neue Fehlerquellen entstanden (z. B. der Einfluss des Spannungswandlers auf die Messgenauigkeit des Stromwandlers), die unbedingt durch Regeln oder Leitsätze in erträglichen Grenzen zu halten sind.

Im weitem ist bisher noch in keinen Regeln der Einfluss des dielektrischen Verschiebungsstromes auf die Messgenauigkeit von Hochspannungstromwandlern erwähnt und auf ein zulässiges Mass begrenzt worden. Wenn auch bei den meisten Konstruktionen von Stromwandlern für hohe Spannungen schon aus isolationstechnischen Gründen ein geerdeter Belag die Sekundärwicklung gegen diesen Verschiebungsstrom abschirmt, so ist es doch möglich, dass bei verschiedenen Konstruktionen keine Abschirmung vorhanden ist. Dann muss

unbedingt mit einem Einfluss auf die Messgenauigkeit des Stromwandlers gerechnet werden, der je nach Konstruktion und sekundärer Nennstromstärke nichts weniger als vernachlässigbar ist. Bekanntlich werden alle Stromwandler-Eichungen bei geerdeter Messbrücke mit Niederspannung ausgeführt. Dabei werden Wandlerfehler gemessen, die bei unter Spannung stehenden Hochspannungswandlern nur dann ihre Gültigkeit haben, wenn deren Sekundärwicklungen gegen den dielektrischen Verschiebungsstrom abgeschirmt sind, oder dieser Verschiebungsstrom gegenüber dem sekundären Nennstrom genügend klein gehalten werden kann. Diesem Einfluss sollte durch Regeln dermassen Grenzen gesetzt werden, dass er als vernachlässigbar bezeichnet werden kann.

Im weiteren sind in der Vollziehungs-Verordnung für die amtlich zulässige Klasse 0,5 Toleranzen sowohl für Strom- oder Spannungsfehler, als auch für Fehlwinkel vorgesehen, wobei ein Wandler als nicht aus der Klasse fallend betrachtet wird, wenn diese Toleranzen durch die Brückenablesungen der Eichwerte nicht überschritten sind. Obschon in keinen ausländischen Regeln ähnliche Toleranzen zugelassen werden, besteht in der Schweiz die stark vertretene Auffassung, es seien schweizerische Regeln für Messwandler ein grosses Bedürfnis, und es sollten in diese Regeln sogenannte Messtoleranzen für die Klassen 0,1, 0,2, 0,5 und 1 aufgenommen werden.

Ein weiterer wichtiger Vorteil schweizerischer Regeln für Wandler bestände darin, dass in diesen Regeln eine vollständige Klassifizierung, nicht nur der Mess-, sondern auch der Relaiswandler aufgenommen werden könnte. Wohl von allen schweizerischen Konstruktionsfirmen für Hochspannungswandler werden seit Jahren beispielsweise Relaisstromwandler der Klassen S 10 und S 20 sowohl für das Inland, als auch nach dem Ausland geliefert. Diese Relaisklassen sind heute nicht nur in der Schweiz, sondern auch international derart verbreitet und anerkannt, dass es sicher sehr vorteilhaft wäre, die für diese Wandler abgegebenen Garantien endlich in Regeln oder Leitsätzen aufgeführt zu finden. Im weiteren könnten ähnlich wie in den VDE-Regeln Methoden angegeben werden zur messtechnischen Kontrolle der hiebei garantierten Überstromziffern.