

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 39 (1948)
Heft: 25

Artikel: Schalttafel-Messinstrumente für Kommandoräume
Autor: Grezet, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059304>

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: 21.01.2026

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

der sofort sichtbaren blauen Farbspur lässt auch bei den hier interessierenden Zeilenzahlen relativ kleine Schirme (etwa 80×60 mm) zu. Man kann das gespeicherte Bild dann durch eine Lupe vergrössern oder, bei einigem optischen Aufwand, episkopisch auf etwa 1 m^2 projizieren (mit mindestens 50 Apostilb).

Ein Raster von 1200 Zeilen zu je 80 mm Länge bedeutet rund 100 m Gesamtstrecke der Registrierung und könnte im Grenzfall in 1 s übertragen werden. Zur Erhöhung des Kontrastes der Blauschrift empfiehlt sich jedoch beim derzeitigen Stand der Technik eine mehrfach langsamere Abtastung, etwa 300 Zeilen/s, entsprechend einer Schreibgeschwindigkeit von 24 m/s, die bei 20 kV und $10 \mu\text{A}$ Strahlleistung bequem erhältlich ist. Das genormte Bildfeld von 1200 Zeilen würde dann 4 s erfordern. Weitere Forschung wird diesen Zeitaufwand wahrscheinlich auf weniger als 1 s reduzieren.

Bei beiden vorstehend besprochenen Speicher- methoden — Nachleuchten und Blauschrift — treten, wie ersichtlich, im Vergleich zur Fernsehnormung stark verminderte Zeilen- und Bildablenkfrequenzen auf. Erzeugung langer Bildperioden über elektrische Zeitkonstanten ist, da es sich um 1 Hz und Bruchteile davon handelt, wegen des grossen Aufwandes für die nötigen $R \cdot C$ bzw. L/R -Werte misslich. Mechanische und thermische Zeitkonstanten passender Dimensionierung sind leicht herstellbar, die darauf gegründeten Schaltungen aber bezüglich der Fernsynchronisierung problematisch. Sofern daher nicht die weiter unten angegebene Lösung bevorzugt wird (die allerdings entsprechende Frequenzbandbreite des Übertragungskanals voraussetzt), empfehlen sich *Tröpfelmethode*, d. h. die Akkumulierung periodisch aufgedrückter konstanter Elektrizitätsquanten in einem die Bildablenkung steuernden Speicher. Als Tröpfelfrequenz dient die Zeilenfrequenz. Im Bereich $R_i \cong \infty$ einer Pentode arbeitend, lassen wir einen im Anodenkreise liegenden Kondensator bei jedem Zeilenimpuls sich um ein gleiches ΔU_c aufladen, indem dieser Impuls das Steuergitter während einer definierten Zeit auf ein bestimmtes Potential bringt. Dadurch ergibt sich eine weitgehend lineare Bildablenkung, weil $U_c = \text{konst.} \cdot t$ wird.

Das Problem der Ablenkschaltungen niedrigster Periodenzahl wird beseitigt durch sukzessive Übertragung mehrerer (N) Raster mit proportional vergrösserter Abtastgeschwindigkeit, so dass t_{ii} unver-

ändert bleibt. Die genaue Deckung der im Empfänger aufeinanderfallenden N Zeilenfelder gewährleistet, dass die Endintensität des gespeicherten Bildpunktes eine Funktion seiner *integralen* Anregungsdauer wird, denn die Entstehung der Nachleucht- wie der Blauschriftzentren ist ein in weiten Grenzen kumulativer Effekt. Leuchtkraft (bzw. Kontrast) und Schärfe des Fernbildes erreichen daher die gleichen Werte wie bei einmaliger, entsprechend langsamerer Übermittlung. Die Frequenzbandbreite ist freilich N mal grösser geworden, und damit wächst im einzelnen Raster der Rauschpegel. Bei der optischen Integration über N Raster hebt sich dieser Einfluss aber zum Teil auf. Der grosse Vorteil der Methode besteht darin, dass die Bildablenkfrequenz nunmehr in einem technisch vollkommen beherrschten Bereiche liegt. Ein Idealfall wäre, wie erwähnt, die Verwendung von für Fernsehsendungen vorhandenen Steuergeräten, lediglich mit dem Zusatz einer Stufe zur Verkleinerung der genormten Rasterfrequenz (n) im Verhältnis der Zeilenzahlen des Fernseh- und des Faksimilebildes (im betrachteten Falle wie $600 : 1200$, also auf die Hälfte). Die Zeilenfrequenz der Fernseherleger sollte zum Zwecke voller Auswertung der von ihr abhängigen Frequenzbandbreite des Kanals unverändert benutzt werden. Würde z. B. für t_{ii} rund $1/2$ s zugestanden, so hiesse dies, dass bei $n = 25$ das 1200zeilige Bildfeld $N = 6$ mal nacheinander abgetastet und im Empfänger deckend geschrieben werden könnte. Bei Nachleuchtspeicherung mit rund 1 s Übertragungsdauer würde jeder registrierte Bildpunkt $N = 12$ mal angeregt werden, bei Blauschrift gemäss den gemachten Angaben häufiger.

Ausser den behandelten Speicherverfahren für Feinstrukturen sind weitere Gegenstand der Bildfängerröhren-Forschung in den Fernsehlaboratorien. Einige dieser Verfahren erscheinen grundsätzlich für die hier in Rede stehende Anwendung geeignet, vor allem ihrer Trägheitslosigkeit halber, die sehr hohe Registriergeschwindigkeiten, also kleine t_{ii} -Werte, bei sofortiger Lesbarkeit des Bildtelegrammes in Aussicht stellt. Die Versuche sind jedoch noch nicht genügend fortgeschritten, als dass hier bereits auf solche Möglichkeiten eingegangen werden könnte.

Adresse des Autors:

Prof. Dr. Fritz Schröter, Château de Corbeville sur Orsay, Seine et Oise (France).

Schalttafel-Messinstrumente für Kommandoräume

Von R. Grezet, Zürich

621.317.7 : 621.311.176

Es wird über die Entwicklung von elektrischen Schalttafel-Messinstrumenten berichtet und auf einige moderne Ausführungen hingewiesen.

L'article traite de l'évolution des appareils de mesure électriques pour salles de commande et décrit quelques exécutions modernes.

Der Kommandoraum eines Kraft- oder Unterwerkes wird nicht nach einheitlichen Normen gebaut; von der in der Raumeinteilung, der Beleuchtung, der Wahl der Farben bestehenden Freiheit wird gerne Gebrauch gemacht, um diesem repräsen-

tativsten Teil der Anlage ein individuelles Aussehen zu verleihen. Besonders in der Gestaltung der Mess- tafeln und Pulte pflegt der Erbauer eigene Anschauungen zu vertreten. Der Messinstrumenten- fabrikant, bestrebt, allen Wünschen gerecht zu wer-

den, sieht sich somit veranlasst, sein Fabrikationsprogramm fortwährend mit neuen Ausführungen zu ergänzen.

Die zur Messung der elektrischen Grössen (Spannungen und Ströme, Wirk- und Blindleistungen, Leistungsfaktoren, Frequenzen) angewendeten Methoden sind seit dem Anfang der Elektrotechnik im wesentlichen die gleichen geblieben. Immerhin kann man das Verschwinden der Hitzdrahtinstrumente, welche früher oft zu Strom- und Spannungsmessungen verwendet wurden, feststellen; an ihre Stelle traten die elektromagnetischen (Weicheisen-) Instrumente, welche einfach sind, grosse Überlastungen vertragen und ausserdem den Vorteil besitzen, dass der Skalencharakter sich weitgehend an die Bedürfnisse anpassen lässt.

Für Leistungsmessungen wurden in früheren Jahren dynamometrische Messwerke verwendet; heute werden zu diesem Zweck ferrodynamische Messwerke (also Systeme mit eisengeschlossenem Kraftlinienweg) sowie Ferraris-Messwerke verwendet. Nachdem bei diesen der Temperaturfehler sich durch eine einfache Vorrichtung praktisch ausschalten lässt, können sie bezüglich Genauigkeit den ferrodynamischen Messwerken gleichgestellt werden. Die Wahl wird nach dem Verwendungszweck getroffen; die gedrängte Bauart der ferrodynamischen Systeme macht sie zur Herstellung von Mehrphasen- und Summierungsinstrumenten besonders geeignet, während die Ferraris-Messwerke dort verwendet werden, wo besondere Ansprüche an die Robustheit und allenfalls die Dämpfung gestellt werden.

Ausserlich dagegen haben die Messinstrumente eine bedeutende Entwicklung durchgemacht, welche bei einem Vergleich zwischen alten und neuen Anlagen sofort erkennbar ist. In den ersten Kraftwerken wurden die Vorgänge nur in beschränktem Umfange messtechnisch erfasst, und für die Unterbringung der Messinstrumente war stets genügend Platz vorhanden. Durch Verzerrungen versuchte man sowohl den Schalttafeln, die im Maschinenraum aufgestellt wurden, als auch den Instrumenten selbst ein gefälliges Aussehen zu verleihen. Die unter der Glasscheibe sichtbaren Messwerke, mit tadellosem Finish, waren in runden, hervorstehenden Gehäusen aus zaponiertem Messing eingebaut, später in versenkten Gehäusen mit breiten und schweren Frontringen, welche vernickelte Konturen erhielten.

Mit den allmählich grösser und komplizierter werdenden Anlagen wächst aber rasch die Zahl der für die Überwachung des Betriebes erforderlichen Messinstrumente, welche bald mit den Steuer- und Signalanlagen in einem besonderen Raum untergebracht werden müssen. Der Grösse dieses Kommandoraumes sind aber Grenzen gesetzt, soll die unerlässliche Übersicht nicht verloren gehen, und so sieht sich der Konstrukteur gezwungen, mit dem Platz sparsam umzugehen. Bei den runden Instrumenten lässt sich dank neuer Befestigungsmethoden die Breite des Frontringes erheblich reduzieren. Die

Frontrahmen der in früheren Jahren bereits verwendeten Flachprofilinstrumente mit gebogener und mit flacher Skala werden ebenfalls schmaler

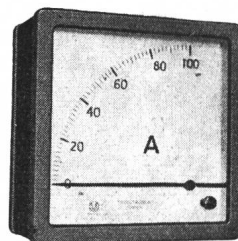


Fig. 1

Quadratisches Instrument mit Systemachse in der Ecke

ausgeführt, und es werden die ersten quadratischen Instrumente hergestellt. Unter diesen verdient die Ausführung mit der in die Ecke versetzten Zeigerachse (Fig. 1) besondere Erwähnung, denn sie erlaubt, bei gleichen Aussenabmessungen die Skalenlänge um zirka 30 % zu verlängern; dadurch, dass der Zeiger in den Endlagen parallel zu den Frontrahmenseiten steht, ist der Belastungszustand einer Gruppe von Instrumenten unmittelbarer zu erkennen.

Die Wandlungen des Geschmacks machen sich auch in der Technik spürbar in der Bevorzugung der klaren, einfachen Linien, im Verzicht auf jedes Beiwerk sowie möglichst auf alle hervorstehenden, das Gesamtbild störenden Teile oder Gegenstände. Als typisches Beispiel dieser Tendenz können die Synchronisier-Säulen und Wandarme erwähnt werden, welche immer mehr durch Einbaugeräte (Fig. 2) verdrängt werden.

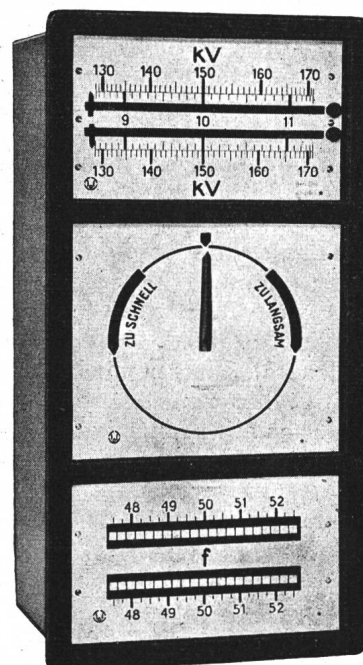


Fig. 2

Synchronisiergerät

T.T.C.

3002

Die Skalen der Schalttafelinstrumente wurden bis vor wenigen Jahren stets schwarz auf Weiss Grund hergestellt. In Fällen, wo gewisse Instrumente dauernd abgelesen werden sollen, kann aber mit Vorteil, nach einem kürzlich gemachten Vor-

schlag¹⁾, ein chamoisfarbiger Grundton gewählt werden, der für das Auge weniger ermüdend ist. Diese Lösung hat bereits Eingang in die Praxis

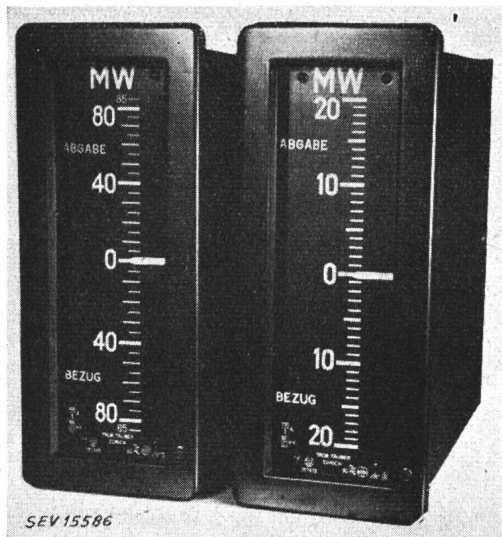


Fig. 3

Profil-Anzeigeeinstrumente mit schwarzem Skalengrund

gefunden. Andere Unternehmungen, offenbar ange-regt durch die übliche Ausführung der Bordinstru-mente, haben sich für die weissen Skalen auf schwarzem Grund entschlossen (Fig. 3), welche einen ma-ximalen Kontrast gewähren, ohne zu blenden. Der

welcher die Grösse, ähnlich einem Thermometer, durch eine Schattensäule auf beleuchtetem Grund gemessen wird, am besten eingeführt. Auf einer ver-

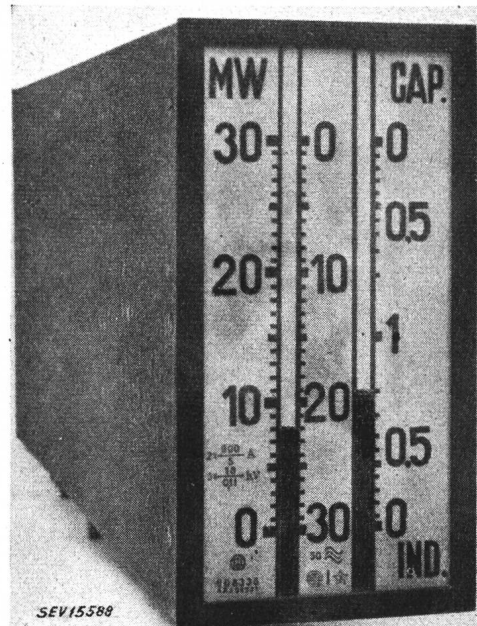


Fig. 5

Zweifach-Schattenpfeil-Instrument

hältnismässig kleinen Fläche von rund 10×20 cm ist es möglich, zwei, und bei Strom- und Spannungs-messungen sogar drei ver-schiedene Messwerte anzuzei-gen. Fig. 5 zeigt ein zwei-faches Instrument, bestehend aus einem Wattmeter und einem Phasenmeter; beim Phasenmeter ist bemerkens-wert, dass der Leistungsfak-tor in den vier Quadranten gemessen wird, wobei die Schattensäule, je nach Ener-gierichtung, einmal von un-ten nach oben, das andere Mal von oben nach unten

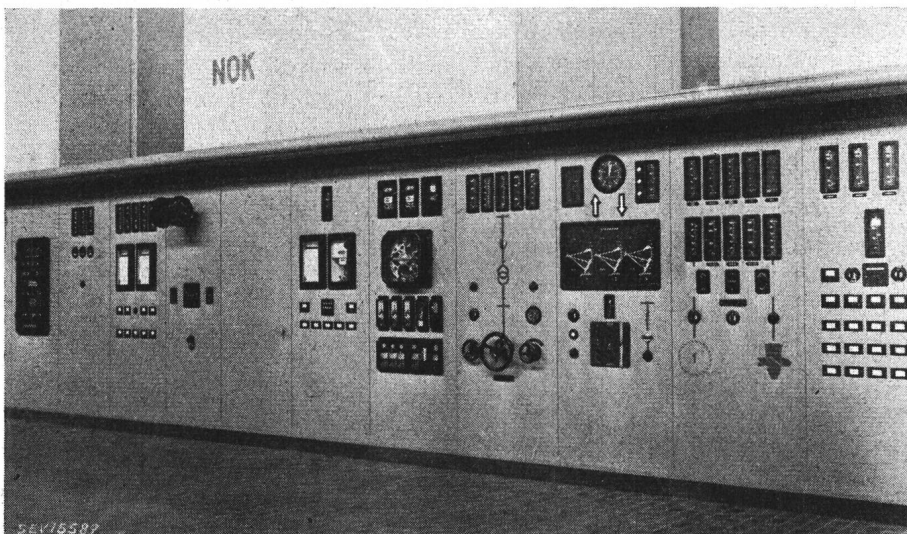


Fig. 4

Schalttafel mit Instrumenten
mit schwarzem Skalengrund

(Aufnahme: Alpha A.-G., Nidau)

schwarze Grund hat ausserdem den Vorteil, gewisse Unvollkommenheiten unsichtbar zu machen; bei Profilinstrumenten z. B. den Zeigerschlitz und die an den Skalenden auftretenden Schatten, welche sonst besonders bei gebogenen Skalen stören. Fig. 4 zeigt ein schönes Beispiel einer modernen, mit sol-chen Instrumenten ausgerüsteten Schalttafel.

Die Kommandoräume erhalten oft Leuchtschalt-bilder, für welche neue Instrumente entwickelt wurden; unter diesen hat sich die Ausführung, bei

läuft. Das eigentliche Messwerk, vorgesehen zur Messung in zwei Quadranten, musste in einem ge-trennten Gehäuse nach Fig. 6 untergebracht und mit einem Geberapparat gekuppelt werden; ein wattmetrisches Relais besorgt die bei Wechsel der Energierichtung nötigen Umschaltungen und das Schattenpfeilinstrument enthält lediglich den mit dem Geber des Zusatzgerätes elektrisch verbun-denen Empfängerapparat.

In Fig. 7 ist ein Leuchtschaltbild, versehen mit Schattenpfeilinstrumenten, zu sehen. Zwischen den einzelnen Feldern des Leuchtschaltbildes sind eine

¹⁾ siehe Sieber, F.: Rationelle Farben bei Messinstru-menten. Bull. SEV Bd. 38(1947), Nr. 24, S. 772...773.

Anzahl Hauptinstrumente mit Lichtzeiger und Skalenbeleuchtung zu sehen. Fig. 8 zeigt ein solches Instrument, mit Frontrahmen von 50×17 cm, und

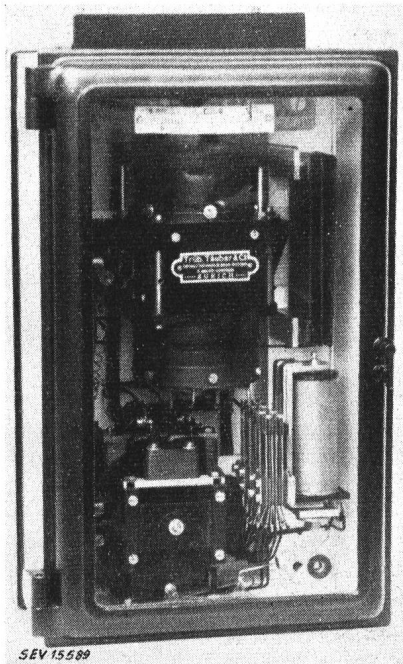


Fig. 6
Steuergerät zum
Phasenmeter Fig. 5

Fig. 9 ein Dreifachinstrument der gleichen Ausführung, mit Frontrahmen 120×70 cm. Diese Instrumente, welche auf grössere Entfernungen abgelesen werden können, eignen sich besonders zur Anzeige von wichtigen Grössen, z. B. der Summenleistung eines Kraftwerkes, und ersetzen mit Vorteil die früheren, platzraubenden runden Instrumente, deren schwere Zeiger die Verwendung von Spezialmess-

werken erforderten. Selbst in den Fällen, wo nur kleine Drehmomente zur Verfügung stehen, ist es dank dem Lichtzeiger möglich, grosse und präzise Instrumente herzustellen.

In Fig. 10 ist ein Millivoltmeter als Temperaturanzeigeelement ersichtlich mit nur 25 mV bei Endausschlag, welches in dieser Form mit materiellem Zeiger nicht herstellbar wäre.

Es gibt neben den elektrischen Grössen noch andere Werte, über welche der Betriebsleiter unterrichtet sein muss: Stellungen von Schützen und Schiebern, von Stufentransformatoren, Wasserstände usw.; oft werden die entsprechen-

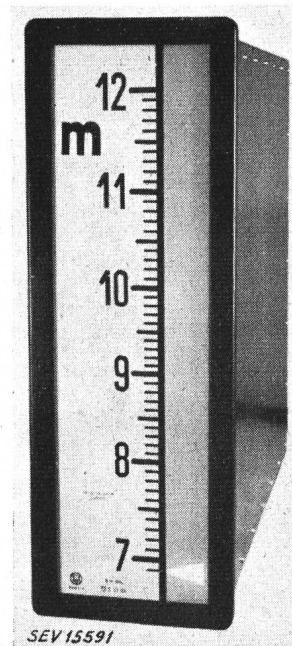


Fig. 8
Lichtzeiger-Instrument
mit Skalenbeleuchtung

den, durch elektrische Fernmessmethoden betätigten Anzeigeelemente in symbolischer Darstellung ausgebildet, um gegebenenfalls im Zuge von schematischen Nachbildungen eingefügt zu werden. Fig. 11 zeigt die Kontrolltafel einer Pelton-Turbine mit der Anzeige von Geschwindigkeit, Düsen- und Schieberstellungen, Ablenkerhub sowie Ungleichförmigkeitsgrad.



Fig. 7
Kommandoraum mit Schattenpfeil- und Lichtzeiger-Instrumenten
(Aufnahme: Service de l'électricité de Genève)

Unter den Registrierinstrumenten, welche in einem Kommandoraum in grösserer Zahl benötigt werden, sei der Störungsschreiber erwähnt, der als Hilfsmit-

kungen der Messgrösse während der Störungsperioden genau festzuhalten. Im allgemeinen wird der Apparat als Dreifach-Voltmeter (Fig. 12) zur Re-

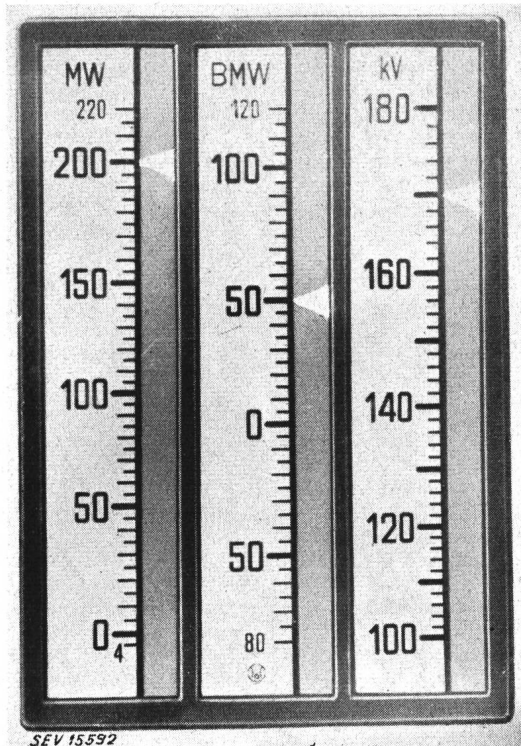


Fig. 9

Dreifach-Lichtzeiger-Instrument mit Skalenbeleuchtung

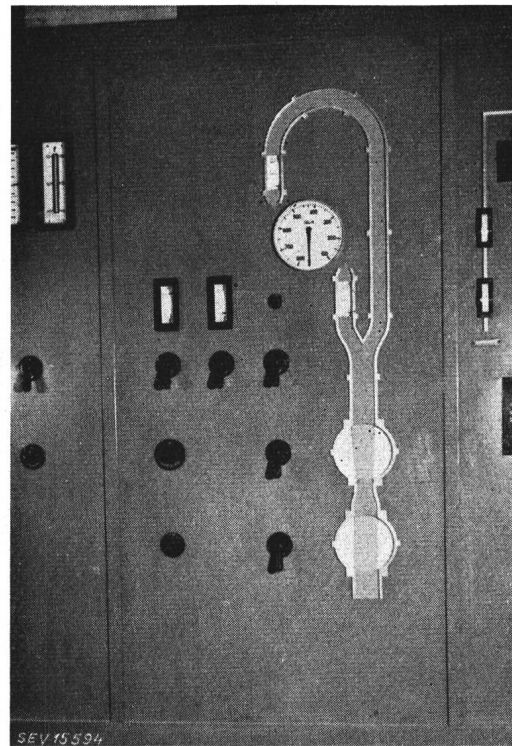


Fig. 11

Kontrolltafel einer Turbine

(Aufnahme: Kraftwerke Oberhasli A.-G., Innertkirchen)

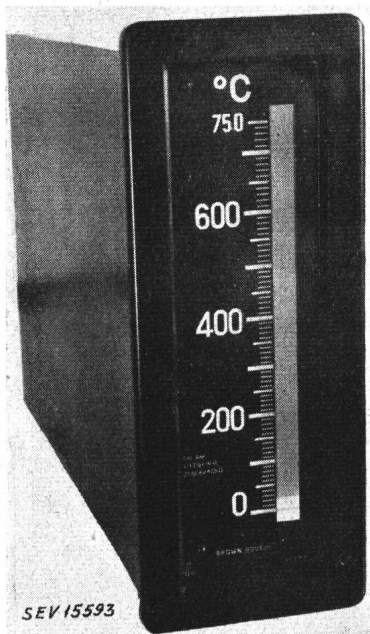


Fig. 10

Lichtzeiger-Millivoltmeter

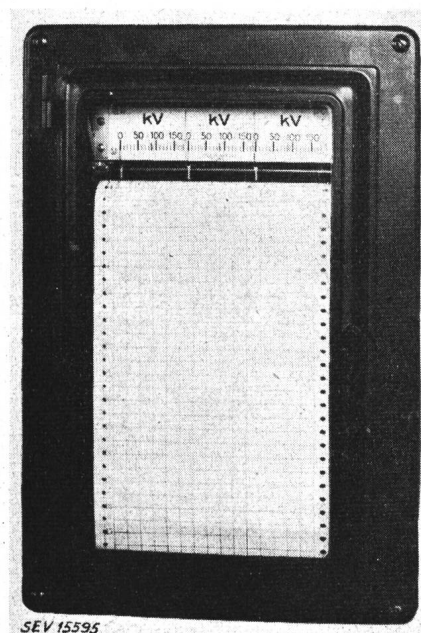


Fig. 12

Dreifach-Störungsvoltmeter

tel zur Überwachung von Hochspannungsnetzen immer mehr Eingang in die Praxis gefunden hat. Dieser Apparat ist dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Störung, z. B. Spannungsrückgang, Erd- oder Kurzschluss, der sonst normale Papiervorschub plötzlich auf ein Vielfaches gesteigert wird. Da die Messwerke selbst eine sehr kurze Einstellzeit haben (rund 0,1 s), ist es möglich, die raschen Schwan-

gistrierung der drei Stern- oder verketteten Spannungen eines Netzes ausgebildet.

Adresse des Autors:

R. Grezet, dipl. Ingenieur, Prokurist der Trüb, Täuber & Co. A.-G., Zürich.