Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 19 (1928)
Heft: 21

Artikel: Überwachungseinrichtungen moderner Kraft- und Unterwerke
Autor: Puppikofer, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057049

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: 12.12.2025

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

Die drei beschriebenen Einrichtungen: Entladerohr, Strahlsperrung und Filmkassette dürften geeignet sein, aus dem bisherigen Kathodenstrahl-Oscillographen ein Messinstrument zu machen, das vielerlei Störungserscheinungen in elektrischen Anlagen wird aufklären können.

Nur durch Versuche in praktischen Anlagen sind raschverlaufende Vorgänge, speziell Störungen, einwandfrei und vollständig zu erfassen; gerade hier dürfte dem Kathodenstrahl-Oscillographen das praktisch wichtigste Anwendungsgebiet erschlossen werden. Aus dem Laboratoriumsapparat dürfte damit ein Instrument für Praxis und Prüffeld geworden sein. Die Fig. 5, 6 und 7 zeigen Beispiele aus der grossen Zahl von mit dem beschriebenen Oscillographen aufgenommenen Oscillogrammen, deren systematische Verarbeitung in einem späteren Aufsatz erscheinen wird.

Ueberwachungseinrichtungen moderner Kraft- und Unterwerke.

Von *H. Puppikofer,* Dipl. Ing., Oerlikon.

621.317.5

Der Autor beschreibt die heute zur Verwendung gelangenden Einrichtungen zur Ueberwachung des Schaltzustandes elektrischer Anlagen, sowie die Einrichtungen zur Ueberwachung bestimmter Betriebsgrössen. Er macht auf die Vorteile der Anwendung des Ruhestromprinzipes aufmerksam und erläutert einige neuere darauf fussende Schaltungen und Kontrollapparate.

L'auteur décrit les dispositifs utilisés aujourd'hui pour contrôler l'état d'enclenchement des installations électriques, ainsi que ceux destinés à surveiller certaines grandeurs caractéristiques. Il attire l'attention sur les avantages de l'application du courant auxiliaire de repos et explique quelques schémas et appareils reposant sur ce principe.

Für den geregelten Betrieb des elektrischen Teiles eines Kraftwerkes oder eines wichtigen Unterwerkes sind ausser den eigentlichen Schaltapparaten und den Apparaten für den Selektivschutz der Anlageteile noch eine Reihe von Ueberwachungseinrichtungen notwendig. Man kann diese Einrichtungen in zwei Hauptklassen einteilen:

A. Die Einrichtungen zur Kontrolle des jeweiligen Betriebszustandes der Anlage;
B. Die Einrichtungen zur Ueberwachung gewisser Betriebsgrössen.

A. Einrichtungen zur Kontrolle des Betriebszustandes.

a) Das Rückmeldeschema.

Schon bei Anlagen mittlerer Grösse ist es nicht mehr angängig, dass der Betriebsleiter oder der verantwortliche Schichtenführer bei den Fragen, die den momentanen Schaltzustand seines ihm unterstellten Werkes betreffen, allein auf sein Gedächtnis abstellt. Auch schriftliche Aufzeichnungen können, da sie den Veränderungen der Schaltzustände nicht automatisch nachfolgen, vor verhängnisvollen Fehlschaltungen nicht schützen. Man hat daher schon vor über einem Jahrzehnt angefangen, die Stellung der Schaltapparate (Oelschalter und Trenner) nach dem Kommando-Raume, d. h. demjenigen Raume zu melden, wo sich der Betriebsführer aufhält. Diese Meldung erfolgte durch ein optisches Signal, und zwar wählte man vorerst Lampen, wie man sie für ähnliche Zwecke verwendet. In eine Tafel, auf welcher das Schaltungsschema der Anlage dargestellt war, wurden diese Signallampen derart eingebaut, dass sie irgendwie mit den Symbolen in Beziehung gebracht wurden, die die Oelschalter und Trenner zu bedeuten hatten. Wegen der beschränkten Lebensdauer der Lampen kam man sehr bald dazu, sie durch elektromagnetische Apparate, „Stellungsmelder", zu ersetzen. Diese bestehen aus zwei Elektromagneten, die je nach der Stellung des gemeldeten Apparates abwechslungsweise unter Spannung gesetzt werden und dann einen drehbaren Weicheisenanker anziehen. Die Ankerwelle geht durch die Tafel hindurch und trägt einen Zeiger. Der gesamte Drehwinkel dieser Welle beträgt 90°. In der eingeschalteten Stellung ergänzt der Zeiger den Linienzug des

Schemas, in der andern steht er um 90° ab und gibt eine dadurch deutliche Unterbrechung. Durch eine Feder ist eine Mittel- oder Fehlerlage geschaffen, die der Zeiger bei Unterbruch im Meldestromkreis sofort annimmt. Der Stellungsmelder arbeitet also in Ruhestromschaltung. Er überwacht seinen eigenen Stromkreis und meldet jeden Fehler in unzweideutiger Weise. Die Steuerung der Rückmelder erfolgt durch kleine Signalschalter, die von der Welle der zu meldenden Schaltapparate betätigt werden. Man hat hier zuerst die „eindrähtige" Schaltung verwendet (Fig. 1). Bei dieser sind beide Magnetspulen in Serie an die Hilfsstromquelle angeschlossen. Der einzige Rückmeldedraht geht vom Signalumschalter zum Verbindungspunkt der beiden Magnetspulen. Je nach der Stellung des zu meldenden Apparates gibt der Signalumschalter auf den Rückmeldedraht den positiven oder negativen Pol der Hilfsstromquelle. Dann erhält der eine Magnet die volle Spannung, während der andere praktisch spannungslos werden sollte. Während bei Stromlosigkeit des Rückmeldedrahtes die resultierende magnetische Kraft auf den Anker Null sein sollte, so dass ihn die Federn in der Fehlerlage halten, wird er jetzt vom erregten Magneten kräftig angezogen und in die entsprechende Endlage gebracht. Diese Schaltung ergibt bei grosser Anzahl der zu meldenden Apparate eine erhebliche Ersparnis an Signalleitungen. Sie hat aber einen unangenehmen Nachteil. Es ist schwer, dabei prägnante Zeigerstellungen zu erhalten. Es ist kaum zu erreichen, dass beide magnetischen Felder sich bei stromlosem Rückmeldedraht in ihrem Einfluss auf den Anker genau aufheben. Die Fehlerstellungen der einzelnen Stellungsmelder werden daher kaum miteinander übereinstimmen. Wenn die Entfernung zwischen Schaltanlage und Kommando-Raum gross ist, so macht sich ferner der Spannungsabfall im Rückmeldedraht dadurch bemerkbar, dass derjenige Magnet, der stromlos sein sollte, doch eine gewisse Erregung erhält. Er kann dadurch die Richtung der resultierenden Kraft auf den Anker verändern, so dass dieser nicht genau in die Endlage zurückgeht. Alles das ergibt eine unscharfe und unsichere Rückmeldung, so dass man es heute durchwegs vorzieht, trotz der Verdoppelung der Rückmeldedrähte, die Schaltung nach Fig. 2 zu verwenden. Bei dieser wird, wie ersichtlich, jeweils nur das eine entsprechende Magnetsystem unter Spannung gesetzt und das andere einseitig abgeschaltet. Dadurch ist ein präzises Arbeiten der Stellungsmelder gewährleistet.

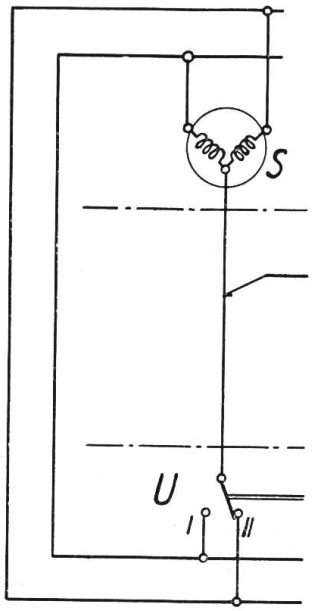

Fig. 1.
1 Rückmeldedraht pro Stellungsmelder. Eindrähtige Schaltung.

Fig. 2.
2 Rückmeldedrähte pro Stellungsmelder. Zweidrähtige Schaltung.

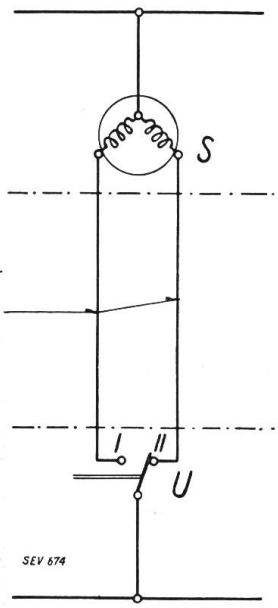

Fig. 1 und 2.
Rückmeldeschema. Ruhestromschaltung.

Gerade in Störungsfällen leistet das Rückmeldeschema den grössten Dienst: es gibt genauen und zuverlässigen Aufschluss über den momentanen Schaltzustand der Anlage. Die Oelschalterauslösungen werden zwar auch durch die Signallampen auf den Pulten und eventuell noch durch ein akustisches Signal gemeldet. Im Schema hingegen kann man den Einfluss dieser verschiedenen Abschaltungen auf den gesamten Betrieb, d. h. den Umfang der Störung erkennen. An Hand des Schemas kann der Betriebsleiter überlegen, welche Massnahmen getroffen und welche Schaltmanöver angeordnet werden müssen, um die Störung raschmöglichst einzugrenzen und zu beheben. Damit das Rückmeldeschema diesen Zweck erfüllen kann, muss es das volle Vertrauen des Betriebspersonals besitzen, d. h. es muss

unbedingt zuverlässig sein. Die Auswahl der Stellungsmelder muss daher mit ganz besonderer Sorgfalt geschehen. Ein sicheres Mass für die Betriebszuverlässigkeit der Stellungsmelder gibt die Messung ihres überschüssigen Drehmomentes. Je grösser dieses ist, um so sicherer wird der Apparat auch bei schlechter Wartung, bei Verstaubung oder Verharzung richtig anzeigen. Es muss ferner auch die Grösse des Drehmomentes nicht nur in den Endlagen des Apparates, sondern auch an jedem Punkte seines Winkelweges bekannt sein, damit man die Sicherheit hat, dass das geforderte minimale Drehmoment überall vorhanden ist. Die bisher käuflichen Rückmelder wiesen Drehmomente von der Grössenordnung von 2 – 5 cmg auf. Dies wurde mit Recht als zu klein für das sichere Funktionieren dieses wichtigen Hilfsapparates angesehen. Es sahen sich daher die Bauleiter einiger neueren schweiz. Kraftwerke gezwungen, selbst zweckentsprechende Rückmelder zu konstruieren. Nun haben aber die grossen Fabrikationsfirmen sich der Frage ebenfalls angenommen, und es sind heute Konstruktionen auf dem Markte erhältlich, die bei einem Leistungsverbrauch von 2,5 Watt minimale Drehmomente von 65 – 85 cmg aufweisen. Genauen Aufschluss über den Wert eines Rückmelders gibt die Betrachtung des Verlaufes seines Drehmomentes in Funktion des Drehwinkels. Möglichst gleich grosses Drehmoment auf dem ganzen Winkelwege und das Maximum in den Endstellungen, statt irgendwo in einer Zwischenstellung, gibt die beste Gewähr für gutes und sicheres Arbeiten. Damit die Fehlerlage recht scharf ist, darf das Drehmoment der Federn in dieser Stellung nicht Null sein. Fig. 3 zeigt die Kurven des Stellungsmelders der Maschinenfabrik Oerlikon (MFO). Das grosse mittlere Drehmoment macht den Rückmelder staubunempfindlich, so dass man ihn nicht hinter Glas setzen muss. Dadurch fallen die so lästigen Spiegelungserscheinungen, die das Betrachten des Schemas erheblich erschweren, weg, und man kann die Zeiger einseitig ausführen, was eine deutlichere Markierung der Stellungen ergibt. (Fig. 4).

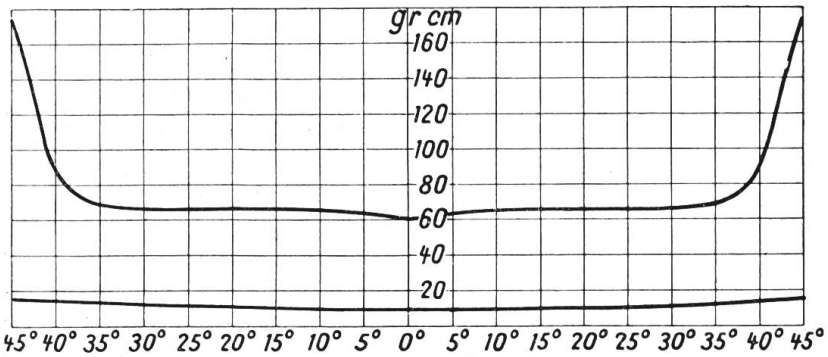

Fig. 3.
Ueberschussdrehmoment = elektr. Drehmoment —(Federdrehmoment + Reibung) eines MFO Stellungsmelders.

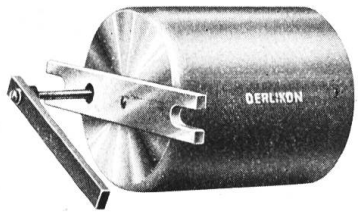

Fig. 4.
Ansicht eines Stellungsmelders.

Zur Speisung des Rückmeldeschemas hat sich Gleichstrom am besten bewährt, schon damit es bei einer Gesamtstörung, wo es am dringendsten benötigt wird, arbeiten kann.

b) Das Kommandoschema.

Neben der oben erwähnten reinen Rückmeldung kam speziell in grossen und weitläufigen Schaltanlagen bald der Wunsch auf, vom Kommando-Raum aus diejenigen Schalter und Trennmesser, die von Hand betätigt werden müssen, an ihrem Standort selbst eindeutig bezeichnen zu können, damit Fehlschaltungen vermieden werden. Es entstand daraus das Kommandoschema. Wie aus dem Schema Fig. 5 hervorgeht, sind hier 2 Signallampen in Serie geschaltet, wovon eine sich im Kommandoraum auf dem Steuerschalter selbst, während sich die andere in der Schaltanlage beim betreffenden Apparat befindet. Wie bei der zweidrähtigen Rückmeldeschaltung, gibt der Signalumschalter *b* abwechselnd Spannung auf einen der beiden zum Kommando-

raum führenden Signaldrähte. Diese enden dort an einem zweiten Umschalter, dessen Drehpunkt über die zweite Lampezum andern Pol der Stromquelle führt. Die Welle dieses Umschalters, der wohl als Kommandoschalter bezeichnet werden kann, geht durch die Schematafel hindurch und trägt einen Griff, der im Schema das Symbol oder Zeichen für den gemeldeten Apparat (Oelschalter oder Trennmesser) ergibt. Entspricht die Stellung des Symbols der Stellung des überwachten Apparates, so geben die beiden Umschalter Spannung auf verschiedene Rückmeldedrähte; der Lampenstromkreis ist unterbrochen und die Lampen bleiben dunkel. Will nun der Schichtenführer durch einen in der Schaltanlage befindlichen Hilfswärter ein bestimmtes Trennmesser z. B. ausschalten lassen, so stellt er den entsprechenden Kommandoschalter so, dass im Schema das Messer als offen dargestellt ist. Sobald aber die Stellung des Symbols der Stellung des Apparates nicht mehr entspricht, sind die Umschalter auf den gleichen Draht geschaltet, und die Signallampen leuchten auf. Der Hilfswärter sieht nun an der in der Schaltanlage brennenden Lampe genau, welches Trennmesser er bedienen muss. Sobald er die Schaltmanipulation erledigt hat, hat der Signalumschalter *b* die andere Stellung eingenommen und den Lampenkreis unterbrochen. Der Schichtenführer sieht am Verlöschen der Lampe im Schema, dass die von ihm befohlene Schaltung richtig ausgeführt wurde.

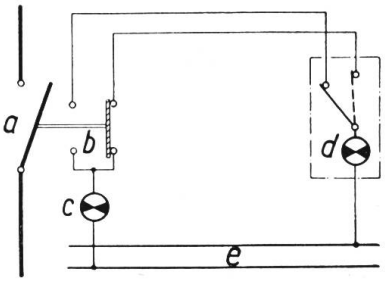

Fig. 5.
Arbeitsstromschaltung für Kommandoschema.
a Gemeldeter Apparat.
b Signalumschalter.
c Signallampe.
d Kommandoschalter mit Lampe.

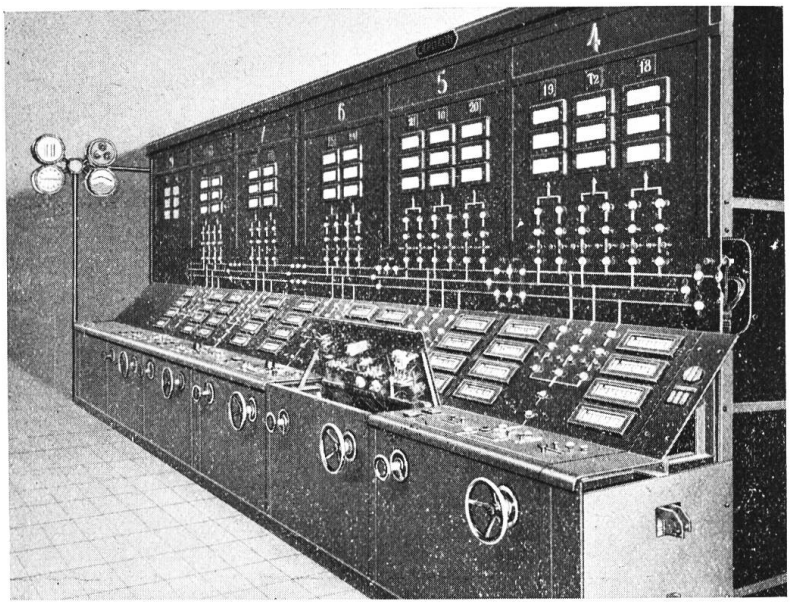

Fig. 6.
Kommandoraum im Kraftwerk Gennevilliers, Union d'Electricité de Paris.

Der Schichtenführer kann auch am Kommandoschema, bevor er eine Schaltung ausführen lässt, diese probieren und auf ihre Zweckmässigkeit prüfen. Diese Möglichkeit wird speziell bei der Inbetriebnahme neuer Anlagen und bei Störungen von hohem Werte sein. Da die Lampen sofort aufleuchten, sobald die Stellung des Symbols am Schema nicht mehr übereinstimmt mit der Stellung des überwachten Apparates in der Schaltanlage, dient das Kommandoschema auch zur reinen Rückmeldung. Bei jeder automatischen Schalterauslösung wird also die entsprechende Lampe am Schema aufleuchten, bis der Schalter wieder eingeschaltet oder sein Symbol in die Ausschaltstellung gebracht wird. Bei Oelschaltern mit Fernsteuerung wird die Kommandolampe zweckmässigerweise statt in der Schaltanlage beim Steuerschalter des betr. Schalters angebracht.

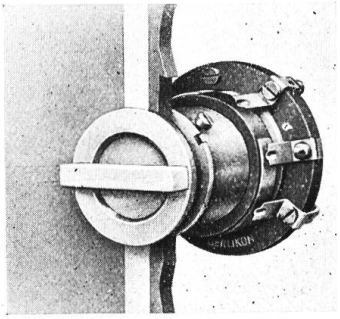

Fig. 7.
Kommandoschalter mit Signallampe und Symbol kombiniert.

Wohl eines der ersten derartigen Kommandoschemata wurde von der Maschinenfabrik Oerlikon (MFO) im Jahre 1925 für das Grosskraftwerk Gennevilliers der Stadt Paris ausgeführt (Fig. 6).

Fig. 7 zeigt die Ausführung des neuen Kommandoschalters der MFO, wo die Signallampe mit dem Symbol zu einer sehr kompendiösen und doch übersichtlichen Einheit kombiniert ist.

Diese Schaltung des Kommandoschemas hat den Vorteil der grossen Einfachheit und des geringen Leistungsverbrauches, da im Normalzustand alle Signalkreise unterbrochen sind. Es handelt sich also um eine reine Arbeitsstromschaltung. Die Signalanlage selbst wird demnach durch die Einrichtung nicht mitüberwacht, so dass der Fall denkbar wäre, dass eine durchbrennende Lampe dem Schichtenführer die Beendigung eines kommandierten Schaltmanövers vortäuschen könnte, wodurch die Möglichkeit einer auf dieser Auskunft fussenden Fehlschaltung offen steht. Um nun auch den höchsten Anforderungen zu genügen, wurde ein auf dem Ruhestromprinzip fussendes Kommando-System entwickelt, dessen Schaltung in Fig. 8 dargestellt ist. Es sind hier auch nur zwei Rückmeldedrähte pro überwachten Apparat notwendig. An Stelle der Lampen befinden sich sowohl im Kommandoraum wie in der Schaltanlage elektromagnetische Stellungsmelder. Der Signalumschalter *b* ist hier aber zweipolig und dient zur Zu- oder Abschaltung eines Widerstandes *W*. Wenn die Stellung des Symbols mit der Stellung des Apparates übereinstimmt, stehen Umschalter *b* und Kommandoschalter *d* auf der gleichen Seite. Der Stromkreis ist über den einen Rückmeldedraht und den Widerstand *W* geschlossen. Beide Melder führen denselben Strom und machen denselben Winkelausschlag, z. B. 45°. Soll eine Schaltung kommandiert werden, so wird das entsprechende Symbol in die gewollte Stellung gebracht, der Kommandoschalter schaltet den andern Rückmeldedraht in den Stromkreis ein, wodurch der Widerstand überbrückt wird. Die beiden Melder führen einen entsprechend höheren Strom und gehen in ihre maximale Ausschlagstellung über, die z. B. bei 90° sein kann. In dieser Stellung ist durch farbige Scheiben sowohl im Kommandoraum als auch in der Schaltanlage der zu betätigende Apparat bezeichnet. Durch das Schalten des betreffenden Apparates wird der Umschalter *b* umgelegt und der Widerstand *W* wieder in den Stromkreis gebracht. Beide Melder gehen in die 45°-Stellung über: der Schichtenführer weiss, dass die kommandierte Schaltungsänderung ausgeführt wurde.

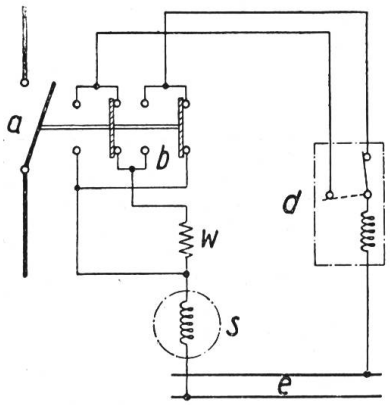

Fig. 8.
Ruhestromschaltung für Kommandoschema.
a gemeldeter Apparat
b Signalumschalter
W Widerstand
S Signalapparat
d Kommandoschalter mit Rückmelder

In dieser Schaltung kann das Schema auch zur versuchsweisen Ausführung von Schaltungen dienen. Es erfüllt auch die Anforderungen, die an ein reines Rückmeldeschema gestellt werden.

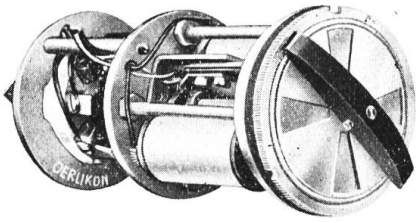

Fig. 9.
Kommandoschalter mit Rückmelder und Symbol kombiniert.

Dabei ist in allen möglichen Stellungen von Kommandoschalter und Apparat der Signalstromkreis stets stromdurchflossen. Wird durch einen Fehler in der Signalanlage oder durch unvollständiges Ausführen der Schaltmanipulation der Signalstromkreis unterbrochen, so werden beide Melder durch Federkraft in ihre Null- oder Fehlerstellung zurückgeführt, wodurch der Schichtenführer auf den unzulässigen Zustand aufmerksam gemacht wird.

Es ist in neuerer Zeit in grösseren Kraftwerken üblich geworden, die automatische Auslösung der Oelschalter ausser durch die Lampen beim betr. Steuerschalter noch durch ein akustisches Signal zu melden. Hiefür muss nun von jedem Oelschalter zum Kommandoraum hin ein weiterer spezieller Signaldraht gezogen werden. Nun

kann aber der Stellungsmelder im Kommandoraum noch mit einem Signalkontakt versehen werden, der in der 90°-Stellung geschlossen ist und einen weiteren Signalkreis schliesst. Dadurch können die erwähnten Signal-Drähte zum Kommandoraum weggelassen werden, was unter Umständen eine beachtenswerte Ersparnis ermöglicht.

Der Kontakt kann aber auch so ausgeführt werden, dass er ebenfalls den Uebergang des Melders zur Fehlerlage anzeigt, wodurch zu dem optischen Signal an der Schematafel noch das akustische Signal treten würde. Fig. 9 zeigt die konstruktive Lösung eines solchen Rückmelders mit Kommandoschalter kombiniert.

c) Das Steuerschema.

Sowohl beim Rückmeldeschema als auch beim Kommandoschema muss neben der Schematafel noch eine Schalttafel oder ein Schaltpult vorhanden sein, wo sich die Steuerorgane der betreffenden Einheiten u. a. auch die Steuerschalter für die Oelschalter befinden. Der Gedanke, beide Tafeln zu vereinigen, lag nun nahe. So

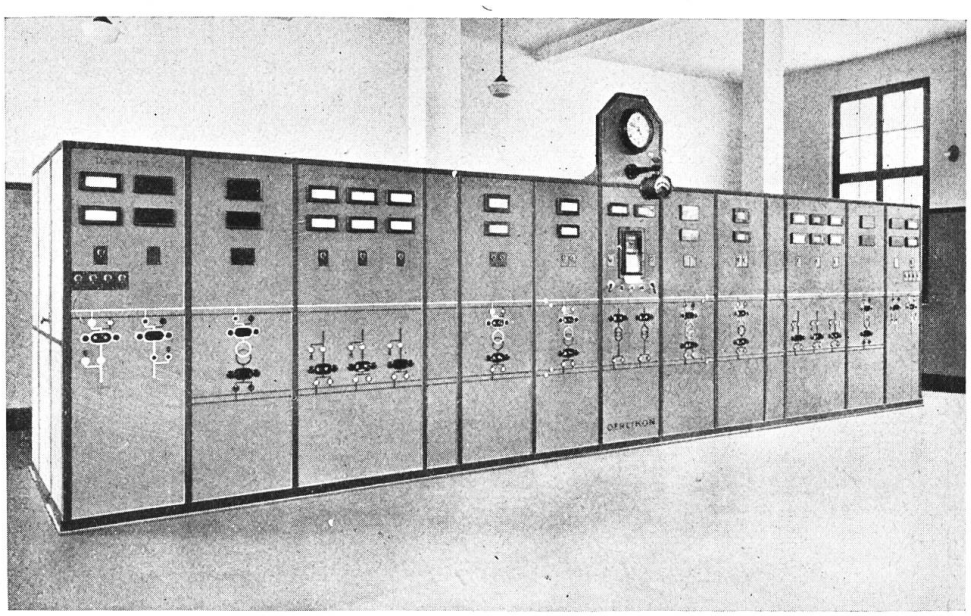

Fig. 10.
Kommandoraum des Unterwerkes Rupperswil der SBB.

ist das obenerwähnte Kommandoschema der Zentrale Gennevilliers schon mit den Steuerorganen ergänzt, die als Druckknöpfe neben den Kommandoschaltern sichtbar sind. Als Beispiel der noch häufiger angewandten Kombination des Rückmeldeschemas mit den Steuerorganen ist in Fig. 10 der Kommandoraum des Unterwerkes Rupperswil der SBB zu sehen.

Man kann natürlich noch weitergehen und den Kommandoschalter gleich als Steuerschalter ausbilden. Dann aber müsste man, um den Gedanken konsequent durchzuführen, die Trennmesser ebenfalls mit Fernantrieben versehen, was sich jedenfalls wirtschaftlich in den wenigsten Fällen rechtfertigen liesse und nicht einmal zur Erhöhung der Betriebssicherheit der Schaltanlagen dienen würde. Sieht man nicht besondere Verriegelungen vor, so kann das reine Steuerschema nicht zur versuchsweisen Ausführung von Schaltungen dienen wie das Kommando-Schema. Die Steuerorgane eines Feldes hätte man anderseits gerne bei den Instrumenten, wo man anschliessend an eine Schaltung den Verlauf der zugehörigen elektrischen Grössen verfolgen kann. Um eine übersichtliche, klare Anordnung einerseits des Schemas und anderseits der Messinstrumente und Schaltapparate zu behalten, empfiehlt es sich, bei der Trennung beider zu bleiben und das Steuerschema nur in bestimmten Fällen anzuwenden, wo ein überblickbares Schema nicht unbedingt notwendig ist.

Sowohl der Kommandoschalter mit Signallampe als auch derjenige mit Rückmelder können mit zwei Druck- oder Zugknöpfen zusammen kombiniert werden zu einem Steuer- und Kommando-Schalter für die Fernsteuerung von Oelschaltern usw. Während die üblichen Steuerschalter zwei Signallampen besitzen, ist dieser kombinierte Steuerschalter nur mit einer Lampe resp. mit einem Rückmelder versehen. Zwischen Kommandoschalter und Druckknöpfen wird eine Verriegelung angebracht, so dass vor jeder Steuerung zuerst der Symbolgriff des Kommandoschalters in die der gewünschten Schaltung entsprecheude Lage gebracht werden muss, bevor der eine oder andere Druckknopf betätigt werden kann. Wenn auch dadurch zwei Bewegungen für eine bestimmte Steuerung notwendig werden, so hat man dafür die Sicherheit erhöht, da durch die Betätigung des Symbolgriffes der bediente Wärter in sinnfälligster Art auf den zu erwartenden neuen Schaltzustand aufmerksam gemacht wird. Hat er sich einmal geirrt, so ist immer noch keine Fehlschaltung entstanden, solange er den Druckknopf nicht betätigt hat.

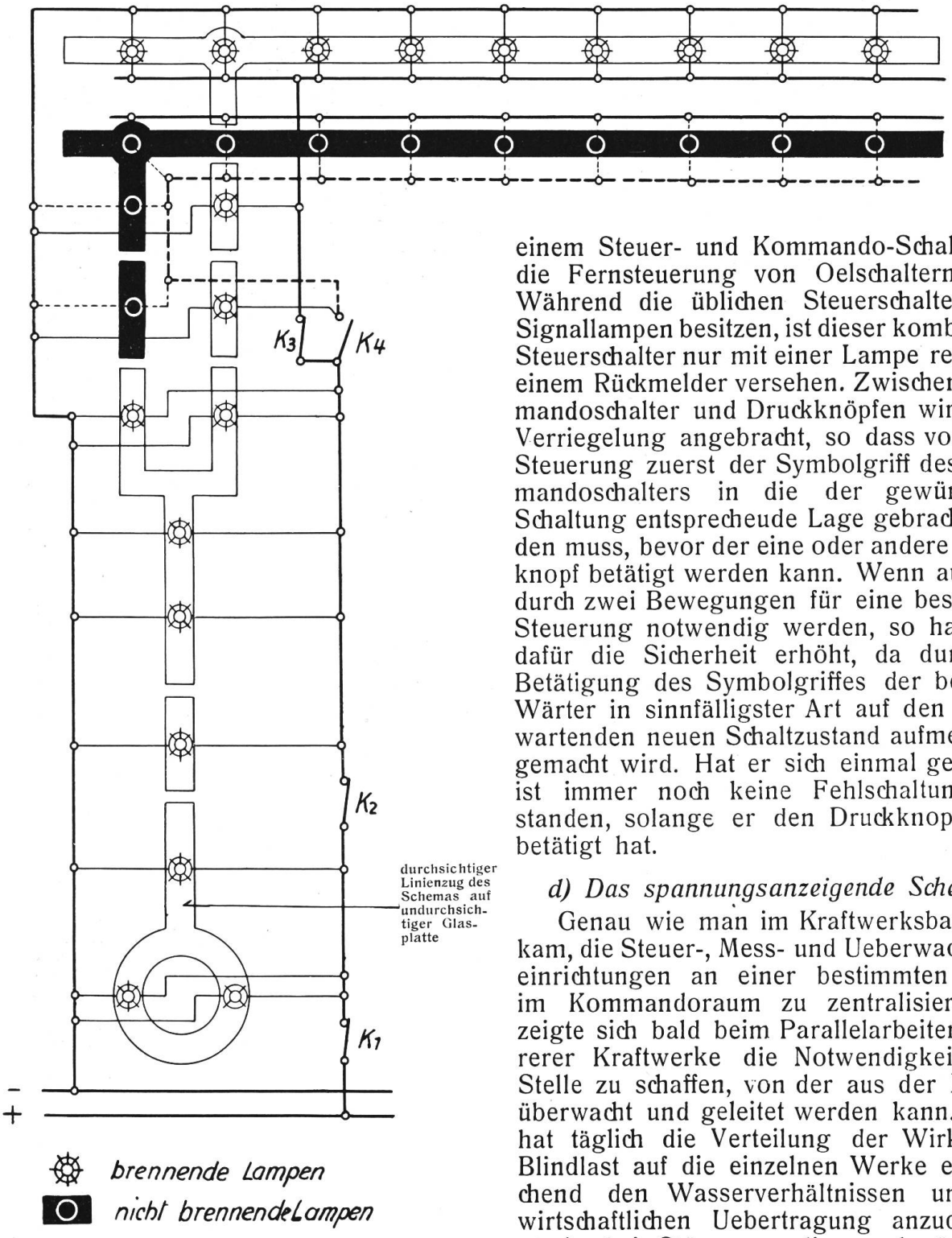

Fig. 11.
Schaltung des spannungsanzeigenden Schemas.

d) Das spannungsanzeigende Schema.

Genau wie man im Kraftwerksbau dazu kam, die Steuer-, Mess- und Ueberwachungseinrichtungen an einer bestimmten Stelle im Kommandoraum zu zentralisieren, so zeigte sich bald beim Parallelarbeiten mehrerer Kraftwerke die Notwendigkeit, eine Stelle zu schaffen, von der aus der Betrieb überwacht und geleitet werden kann. Diese hat täglich die Verteilung der Wirk- und Blindlast auf die einzelnen Werke entsprechend den Wasserverhältnissen und der wirtschaftlichen Uebertragung anzuordnen, sowie bei Störungen die raschmöglichste Wiederaufnahme der Energielieferung an die gesunden Netzteile zu leiten. In Amerika, bei den dort in Frage kommenden grossen Energiemengen und Netzen, wurde die Stellung des „Load dispatcher" oder Lastverteilers zuerst geschaffen. Man findet sie nun auch in Europa in allen grösseren Werksgruppen. Damit der Lastverteiler seine Aufgabe richtig erfüllen

kann, muss er das Schema des überwachten Netzes stets vor sich haben. An den meisten Orten begnügt man sich mit einem auf einer Tafel gemalten Schema, worin die Schalter durch Stecker mit farbigen Köpfen oder durch anhängbare Scheibchen dargestellt sind. Auf die automatische Nachführung des Schemas muss wohl in den allerhäufigsten Fällen verzichtet werden. Die Schalterzeichen werden daher meist durch einen Angestellten entsprechend den telephonisch einlaufenden Meldungen in ihrer Lage verändert. Dadurch ist ein brauchbares Bild des Schaltzustandes des Netzes geschaffen. Um hingegen zu untersuchen, ob ein bestimmter Netzteil unter Spannung steht, ist eine mühsame Kontrolle der Schalter aller Speiseleitungen notwendig. Das Bedürfnis nach einem spannungsanzeigenden Schema ist also vorhanden. Die Aufgabe wird am besten mit einem Leuchtschema gelöst. Es wäre nun denkbar, die transformierte Spannung der einzelnen Netzteile durch Signalkabel zum Lastverteilerraum zu führen, wo sie das Aufleuchten der entsprechenden Schemateile verursachen würden. Diese vielleicht einfachste Lösung scheitert offenbar stets an den Kosten der Signalleitungen.

Die Bayernwerke haben in Karlsfeld eine von Dr. Lommel, München, angegebene Schaltung zum Bau der ersten spannungsanzeigenden Schemas angewendet. Die prinzipielle Schaltung ist in Fig. 11 dargestellt. Entsprechend den telephonischen Meldungen der ausgeführten Befehle werden die beim Betriebsführer befindlichen Hilfsschalter K_1, K_2 usw. ein- oder ausgeschaltet. Dadurch schreitet auf dem Lichtschema die Beleuchtung in gleicher Weise weiter wie die Spannung an den dargestellten Netzteilen. Mit einem Blick übersieht man daher, welche Netzteile spannungslos, d. h. auf der Schematafel unbeleuchtet sind, was bei Störungen usw. rasch erkennen lässt, in welcher Reihenfolge die Schalter eingeschaltet werden müssen, um neue Fehler zu vermeiden. Auch hier kann der Betriebsführer rasch eine Schaltung erproben, bevor er die Befehle zu ihrer Ausführung erteilt.

B. Einrichtungen zur Ueberwachung gewisser Betriebsgrössen.

Die früher üblichen Signaleinrichtungen zur Kontrolle gewisser Betriebsgrössen wie Temperatur usw. von Generatoren und Transformatoren bestanden aus Glocken, die durchwegs in Arbeitsstromschaltung arbeiteten und hatten ausserdem den Nachteil, dass sie solange dauernd ansprachen, bis der Fehler behoben war. Es lag daher die Gefahr nahe, dass die Bedienung dieses ständigen Läutens überdrüssig wurde und sich durch Einbau eines Schalters oder Hineinstopfen von Papier in die Glocke behalf. Da nun der Eingriff meistens nicht rückgängig gemacht wurde, war die ganze Signalanlage nachher nicht mehr alarmbereit und daher zwecklos geworden. Um diesem Nachteil abzuhelfen, hat man vor einigen Jahren Signaltafeln konstruiert, bei welchen ein akustisches und ein optisches Signal kombiniert waren. Das akustische Signal konnte vom Wärter abgestellt werden, während das optische als Mahnung dauernd blieb, bis der gemeldete Fehler wirklich behoben war. Wollte man nun dieser Arbeitsschaltung eine grössere Sicherheit geben wie sie die Ruhestromschaltung ohne weiteres in sich schliesst, so waren pro Meldestelle zwei weitere Drähte notwendig, was eine nennenswerte Verteuerung der Signalkabelanlage mit sich bringt.

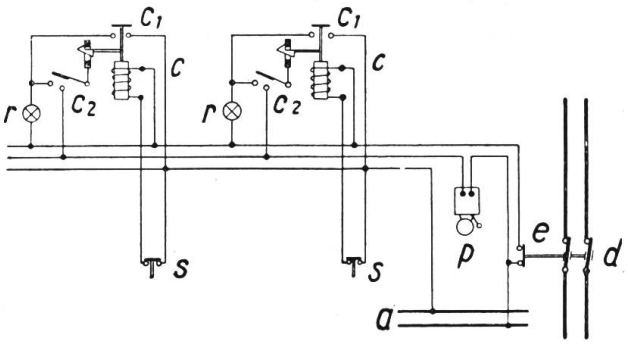

Fig. 12.
Signaleinrichtung in Ruhestromschaltung.

Auch hier wie bei allen Ueberwachungseinrichtungen bringt also die Ruhestromschaltung, bei welcher die Signalanlage selbsttätig mit überwacht wird, grosse Vorteile. Die neueste Schaltung für derartige Einrichtungen ist in Fig. 12 dargestellt. Es kommen dabei Fallklappenrelais mit zwei Kontakten zur Verwendung, wovon der eine direkt vom Anker betätigt wird,

während der andere von der Fallklappe abhängig ist. Sobald die Betriebseinheit, deren Betriebsgrössen überwacht werden sollen, mit dem Oelschalter *d* zugeschaltet ist, sind die Signalstromkreise aller zugehörigen Signalapparate durch Schliessen des mit *d* verbundenen Kontaktes *e* alarmbereit geworden. Da die Kontakte *s* im normalen Betriebe, wo die kontrollierten Grössen den normalen Wert weder unter- noch überschritten haben, eingeschaltet sind, sind alle Ruhestromkreise geschlossen. Die Spulen der Fallklappenrelais haben ihren Kern angezogen: die Kontakte c_1 sind daher offen; die Fallklappen bleiben oben, daher bleiben alle Kontakte c_2 auch geöffnet. Bei einer unzulässigen Aenderung der betr. Betriebsgrösse wird der Kontakt *s* geöffnet; die Spule lässt den Anker fallen: der Kontakt c_1 schliesst den Signallampenkreis. Gleichzeitig fällt die Signalklappe und schliesst den Kontakt c_2, wodurch das akustische Signal ertönt. Dieses akustische Signal kann nun nach Belieben abgestellt werden durch Heraufstellen der Klappe. Die Signallampe *r*, die jedem Klappenrelais zugeordnet ist, brennt dann weiter als Mahnung, und die Alarmbereitschaft der Einrichtung ist keineswegs gestört. Muss die betr. Einheit wegen einer länger dauernden Störung abgestellt werden, dann werden durch Oeffnen des Oelschalters *d* auch alle zugehörigen Signalkreise, also auch die Lampenkreise, unterbrochen.

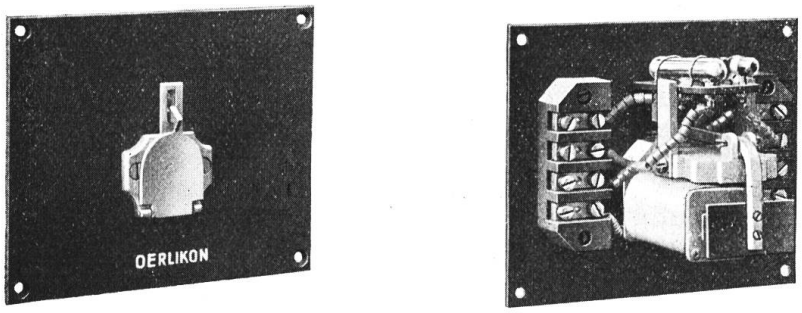

Fig. 13.
Klappenrelais.

Die konstruktive Ausbildung des Klappenrelais ist in Fig. 13 ersichtlich. Sie muss so durchgeführt sein, dass die Klappe sowohl bei angezogenem wie bei abgefallenem Anker nach dem Heraufstellen oben bleibt. Zur Kontaktgebung werden nur Quecksilberröhren verwendet, die bei unverwüstlichen Kontakten hohe Schaltleistungen aufweisen.

Der Betrieb mit einem mit derartigen Klappenrelais ausgerüsteten Signaltableau gestaltet sich also überaus einfach. Es sind bei der Inbetriebnahme keinerlei Druckknöpfe oder Hilfsapparate zu bedienen. Diejenigen Klappen, die sich oben befanden, bleiben oben; die andern werden heraufgestellt, wo sie, wenn alles in Ordnung ist, auch verbleiben.

In weniger wichtigen Anlagen, wo die Aufstellung einer Batterie wirtschaftlich nicht gerechtfertigt erscheint, wird man bei der Arbeitsstromschaltung verbleiben und ihre Nachteile in Kauf nehmen. Auch für die Arbeitsstromschaltung lässt sich die beschriebene Einrichtung mit geringen Aenderungen verwenden. Der Anschluss erfolgt nach Schema Fig. 14, auf welches näher einzutreten kaum nötig sein wird. Die an der Messstelle eingesetzten Messapparate müssen so konstruiert sein, dass man sie nach Bedarf mit Oeffnungskontakten bei Ruhestrom und mit Schliesskontakten bei Arbeitsstrom versehen kann.

Als Betriebsgrössen, die zu überwachen sind, können genannt werden: Lagertemperatur umlaufender Maschinen, Oeltemperaturen von Transformatoren, Wicklungstemperaturen, Temperatur von Kühlluft und Kühlwasser, Wasser- und Oeldruck, Oelumlaufmenge und Kühlwasserdurchfluss. Als Instrumente zur Messung der kontrollierten Grössen werden die üblichen, mit Kontakteinrichtung versehenen Thermometer und Manometer verwendet, sowie Durchflussmengenmesser, die auf eine Druck- oder Gewichtsmessung zurückzuführen sind.

Wird bei der Temperatur-Kontrolle die Möglichkeit der Ablesung der jeweiligen Temperatur nicht benötigt, so kann man, statt Zeigerthermometer mit Kontaktvorrichtung die billigeren Temperaturmelder oder Thermo-Kontakte verwenden, die auf

der ungleichen Ausdehnung zweier verschiedener Metalle beruhen und von der Anwendung bei den Heisswasserspeichern her allgemein bekannt sind. Sofern man die Temperaturmelder selbst mit einer sich verriegelnden Klappe versieht, ist es nicht notwendig, für jeden Melder ein Klappenrelais zu haben, und man erhält trotzdem bei der Revision die bessere Bezeichnung derjenigen Stelle, wo die unzulässige Temperaturerhöhung stattgefunden hatte.

Die Maximaltemperaturmeldung kann auch mit einer Fernthermometereinrichtung kombiniert werden. Während man üblicherweise nur ein zentrales Ableseinstrument für verschiedene Messinstrumente hat, muss man die Messbrückenschaltung in so viel Teile auflösen, als zu überwachende Stellen vorhanden sind und jeder dieser Messtellen ein Relais oder Maximalthermometer zuordnen. Soll die Temperatur von Wicklungsteilen überwacht werden, so muss zur Messung Wechselstrom verwendet werden, so dass man zwischen dem unter Hochspannung eingebauten Widerstandselement und der Messbrücke Isolier- oder Schutztransformatoren einbauen kann.

Es sei noch ausdrücklich erwähnt, dass die hier besprochenen Einrichtungen nicht dieselben Funktionen auszuführen haben wie Relais, die kranke Anlageteile möglichst beim Beginn eines Fehlers abzuschalten haben. Die Ueberwachungseinrichtungen müssen lediglich den Verlauf bestimmter Betriebsgrössen verfolgen und die Bedienungsmannschaften darauf aufmerksam machen, wenn diese Grössen unzulässige Werte über oder unter die normalen annehmen. Eine Abschaltung soll dadurch gerade vermieden werden; daher wird die Ansprechgrenze der Instrumente so eingestellt, dass das Personal stets noch Zeit zum Eingreifen hat.

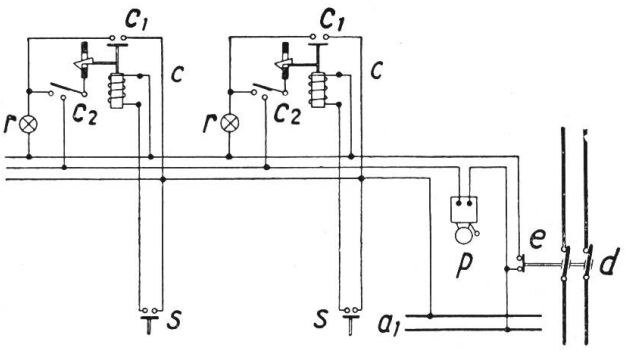

Fig. 14.
Signaleinrichtung in Arbeitsstromschaltung.

Bei den automatisch betriebenen, bedienungslosen Anlagen verwischt sich allerdings die Grenze zwischen beiden Apparatengattungen. Alle Ueberwachungseinrichtungen müssen hier auch die Auslösung der Schalter verursachen, sobald die an den Messinstrumenten eingestellten Werte über- oder unterschritten werden. Man wird lediglich mit der Einstellung des Ansprechwertes etwas weiter gehen, als bei bedienten Anlagen, damit die Auslösungen nur auf die dringlichsten Fälle begrenzt sind. Es ist auch da empfehlenswert, die Ruhestromschaltung anzuwenden. Als Stromquelle kann eine kleine, mit der Hauptmaschine gekuppelte Hilfsdynamo, die event. noch mit einer Batterie parallel arbeitet, dienen.

Die heutige Elektrotechnik kann nun auch in diesem lange vernachlässigten und doch für den Betrieb so wichtigen Gebiete der Ueberwachungseinrichtungen für jeden Fall eine einwandfreie Lösung vorschlagen.

Technische Mitteilungen. – Communications de nature technique.

Wie hoch muss eine Spannung sein, um dem Menschen gefährlich zu werden? 614.8

Am letzten Kongress der Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, Juli 1928, in Paris, wurde beschlossen, eine Kommission zu bilden, mit dem Auftrag, die dem Menschen gefährliche Spannung zu bestimmen.

Kürzlich ist uns ein in diesem Zusammenhang interessantes Gutachten in die Hände gefallen, dass Prof. Dr. *H. F. Weber*, weiland Direktor des Physikalischen Institutes der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, für die Herren Brown, Boveri & Cie., Baden, im Jahre *1897* über folgende Frage erstattet hat: «Ist für die Kontaktleitung einer elektrischen Bahn die Verwendung einer Wechselstromspan-