

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 32 (1941)
Heft: 6

Artikel: Schaltapparate für den Betrieb und den Schutz von Motoren
Autor: Siegfried, Th.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059997>

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>

Schaltapparate für den Betrieb und den Schutz von Motoren.

Referat, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 10. Juni 1939 in Zürich,
von Th. Siegfried, Zürich-Oerlikon.

611.316.573

Eingangs wird ein allgemeiner Ueberblick über den Schutz der elektrischen Motoren gegeben unter Berücksichtigung einiger Sonderfälle. Ein zweiter Abschnitt behandelt die wesentlichen neuzeitlichen Grundsätze für die Herstellung und Installation solcher Apparate. Hierauf werden eine Reihe von Schaltapparaten, die auf Grund der beschriebenen Richtlinien entwickelt wurden, im Bilde vorgeführt.

Ce rapport débute par un aperçu de la protection des moteurs, en considérant certains cas particuliers. Le second chapitre traite des principes les plus récents, qui sont à la base de la fabrication et de l'installation de ces appareils. Le rapport se termine par une série de vues d'appareils de couplage, mis au point conformément aux principes énoncés.

1. Allgemeines über Motorschutz.

Der Motorschutz mittels thermischer Auslöser hat sich heute allgemein durchgesetzt. Er gestattet, den Motor bis an die Gefahrgrenze auszunützen. In Fig. 1 sind die entsprechenden Kurven für einen

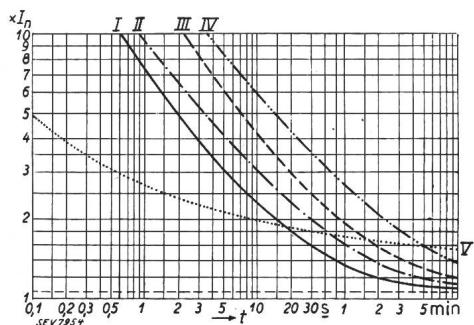


Fig. 1.

Auslösekurven für normale Bimetalle (10-kW-Motor).

- I Mittlere Auslösekurve der thermischen Auslöser (vom betriebswarmen Zustand aus).
- II Gefahrkurve, d. h. Motor erreicht die höchstzulässige Temperatur (vom betriebswarmen Zustand aus).
- III Mittlere Auslösekurve der thermischen Auslöser (vom kalten Zustand aus).
- IV Gefahrkurve, d. h. Motor erreicht die höchstzulässige Temperatur (vom kalten Zustand aus).
- V Mittlere Abschaltkurve normaler D-Sicherungen.

10-kW-Motor offener Bauart dargestellt. Theoretisch würde sich allerdings für die Herstellerfirmen die Lagerhaltung einer grossen Zahl von Auslösern ergeben, da die Gefahrenkurven der Motoren je nach ihrer Leistung und Ausführung, z. B. offene oder geschlossene Bauart, verschieden liegen. In der Praxis begnügt man sich deshalb mit einer Auslösercharakteristik, bei welcher die Mehrzahl der Motoren noch sicher geschützt sind.

Die gebräuchlichste Ausführung der Auslöser ist diejenige mit Bimetallstreifen, welche direkt, indirekt oder transformatorisch beheizt werden. Direkt beheizte Auslöser sind in hohem Masse kurzschnittsfest. Sie führen aber bei kleinen Strömen zu verhältnismässig grossen aktiven Körpern und damit etwas tragen Auslösern. Die indirekt beheizten erfordern einen besonderen Schutz gegen hohe Ueberströme, sei es durch magnetische Schnellauslöser oder durch Sicherungen. Hiebei können oft die bereits vorhandenen Leiterquerschnitts-Sicherungen als Schutz für die Auslöser dienen. Transformatorisch beheizte Auslöser sind hauptsächlich bei höheren Stromstärken zweckmässig. Die Wahl der Vorsicherungen erfordert einige Ueberlegungen. Die Vorsicherung hat den Zweck, sowohl die Leistung als auch den Schalter zu schützen. Eine Vorsicherung von hoher Nennstromstärke bedingt einen

entsprechend grossen Leiterquerschnitt. Mit Rücksicht auf die Erstellungskosten ist daher eine möglichst nennstromschwache Sicherung anzustreben. Bei Schaltern mit magnetischer Schnellauslösung kann es nun vorkommen, dass bei Einstellung auf einen verhältnismässig hohen Auslösestrom die Vorsicherung vor dem Schalter anspricht. Dadurch wird die Schnellauslösung am Schalter illusorisch. Um die Selektivität zwischen Schalter und Vorsicherung zu gewährleisten, müssen die Abschaltzeit und die Stromeinstellung des Schalters bekannt sein.

Untersuchen wir z. B. die Verhältnisse bei einem Schalter von 15 A. Die Abschaltzeit sei 0,05 s, die Einstellung der Schnellauslöser $4 \cdot I_n = 60$ A. Eine Vorsicherung von 15 A schaltet diesen Strom nach den Abschaltkurven des SEV in frühestens 0,08 s ab. Der Schalter ist flinker und die gewünschte Selektivität ist vorhanden. Der Leiterquerschnitt beträgt $2,5 \text{ mm}^2$. Wird nun derselbe Schalter auf $8 \cdot I_n$ eingestellt, ergibt sich anhand der gleichen Untersuchungen die Notwendigkeit, eine 25-A-Sicherung anzuwenden und damit wird der Leiterquerschnitt 6 mm^2 .

Die Einstellung der Schnellauslöser ist also für die Bemessung der Zuleitung absolut nicht belanglos.

Betrachten wir nun einen Sonderfall für den Motorschutz, z. B. für einen Motor mit Schweranlauf. Der auftretende Anlaufstrom ist meistens ein Mehrfaches des Vollaststromes und die Anlaufzeit beträgt oft einige Minuten. Für den Schutz solcher Motoren

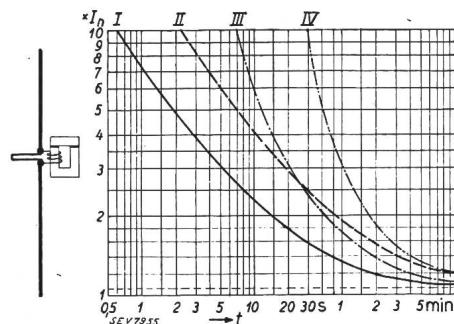


Fig. 2.

Auslösekurven von normalen Bimetallen und Bimetallen mit induktivem Nebenschluss.

Links: Bimetall mit induktivem Nebenschluss, rechts: Auslösekurven.

- I Normales Bimetall (vom betriebswarmen Zustand aus).
- II Normales Bimetall (vom kalten Zustand aus).
- III Bimetall mit induktivem Nebenschluss (vom betriebswarmen Zustand aus).
- IV Bimetall mit induktivem Nebenschluss (vom kalten Zustand aus).

gibt es verschiedene Wege. Bei kleineren Leistungen, z. B. für Zentrifugenantriebe, begnügt man sich mit der Anwendung sog. trager Auslösér. Diese halten den Anlaufstrom während der Anlaufzeit aus, schützen jedoch nachher den Motor nur gegen einen höheren Ueberstrom. Es kann aber bei solchen An-

trieben oft eine Ueberlast überhaupt nicht auftreten, so dass ein Schutz gegen unzulässige Erwärmung während des Anlaufes und gegen Windungs- oder Eisenschluss genügt. Mit transformatorisch beheizten Auslösern kann man durch geeignete Sättigung der Wandler eine für Schweranlauf günstige Auslösecharakteristik erreichen.

Ein weiteres Mittel zur Verzögerung der Auslösung hat man in der Anwendung eines induktiven Nebenschlusses. Zum thermischen Auslöser ist ein induktiver Widerstand parallel geschaltet (Fig. 2). Die Sättigung seines Eisenkörpers ist so gewählt, dass z. B. bei Anlauf mit 5fachem Vollaststrom ca. $\frac{4}{5}$ des Stromes über den induktiven Widerstand und ca. $\frac{1}{5}$ durch den thermischen Auslöser fliesst, während sich bei Vollast die Ströme ungefähr im Verhältnis 1 : 1 verteilen. Bei einer Netzstromänderung von 1 : 5 ändert sich der Strom im thermischen Auslöser 1 : 2.

In Fällen mit sehr langer Anlaufzeit führt die Staffelung der Auslöser zu einem durchgreifenden, aber allerdings kostspieligen Schutz. Man unterteilt die Schutzaufschaltung in zwei Auslöser, einen tragen für den Anlauf und einen flinken, welcher erst nach erreichter Motordrehzahl eingeschaltet wird.

Ein weiterer Sonderfall zeigt sich auch beim Schutz der polumschaltbaren Motoren. Hier sind die vom Motor zu erfüllenden Bedingungen bei den verschiedenen Drehzahlen zu berücksichtigen. Wird mit konstanter Leistung bei allen Polzahlen gefahren, schützt ein vorgeschalteter Schutzschalter den Motor bei allen Drehzahlen. Bei konstantem Drehmoment, also mit der Drehzahl veränderlicher Leistung, müssen für die verschiedenen Betriebszustände, z. B. ob 8-, 6- oder 4poliger Lauf, gesonderte thermische Auslöser entsprechend den auf den jeweiligen Stufen auftretenden Vollastströmen zur Anwendung kommen. Man kann dabei in jede Stufe zwischen Polumschalter und Motor entweder einen

wendung von Schützen. Fig. 3 zeigt prinzipiell die Anordnung für einen Drehstrom-3-Stufenmotor. Jede Stufe hat ihr Schütz mit Motorschutz, ein vierter ohne thermische Auslöser schliesst den hier auf der dritten Stufe noch nötigen Zusatz-Stern-Punkt. Ein Mehrfach-Druckknopfschalter dient zur Steuerung. Er ist elektrisch derart verriegelt, dass nicht gleichzeitig auf 2 verschiedene Polzahlen gesteuert werden kann. Wird ein einer nicht im Betrieb befindlichen Stufe zugehöriger Druckknopf betätigt, fällt das bereits eingeschaltete Schütz aus, bevor das zweite anspringen kann.

Weitere Sonderfälle, wie z. B. aussetzender Betrieb und Schutz von Käfigankermotoren bei hoher Schalthäufigkeit, können in der zur Verfügung stehenden Zeit nicht behandelt werden.

Dagegen sei die Frage der Anwendung eines Wärmekompensationsgliedes kurz gestreift. Da die thermischen Auslöser auch von der Raumtemperatur beeinflusst werden, lösen sie bei hohen Umgebungstemperaturen früher aus als bei niedrigen. Befindet sich das zu schützende Objekt im selben Raum wie der Schalter, was ja meistens zutreffen wird, ist eine Kompensation nicht nötig oder unter Umständen, z. B. bei besonders hohen Raumtemperaturen, sogar schädlich. Bei Temperaturunterschieden zwischen den Aufstellungsorten von Schalter und Motor wird aber das Kompensationsglied einen, wenn auch nicht immer vollkommenen, Ausgleich ergeben. Als Eigenkompensation leistet die Einrichtung in jenen Fällen gute Dienste, wo die Eigenwärme des Apparates die Bimetallauslöser zu stark beeinflusst, d. h. die Abkühlungsmöglichkeit der Auslöser wesentlich ungünstiger als diejenige des Motors ist.

Weitere Schutzarten, z. B. Schutz gegen Spannungsrückgang unverzögert oder verzögert, sowie Schalter mit Berührungsschutz (Fehlersp.) seien hier lediglich erwähnt.

2. Allgemeine konstruktive Grundsätze.

Diese Grundsätze ergeben sich aus den Anforderungen, welche an solche Apparate bezüglich rationaler Fabrikation, leichter Montage und hoher Betriebssicherheit gestellt werden.

Für die Fabrikation wirkt sich die Unterteilung in möglichst vollständige Halbfabrikate besonders günstig aus. Es wird dadurch nicht nur die Arbeitsaufteilung vorteilhaft beeinflusst, sondern durch die zwangsläufig eintretenden Zwischenkontrollen auch das Fabrikat verbessert. In der Fertigung werden die auf ihre Richtigkeit bereits geprüften Teile zum Endfabrikat zusammengestellt. Dabei sucht man mit einer möglichst geringen Zahl Verschraubungen auszukommen. Insbesondere betrifft dies diejenigen Teile, die im Betriebe dem Verschleiss unterworfen sind, z. B. Kontakte, oder Elemente, die erst vor Versand des Apparates eingesetzt werden wie Nullspannungs- oder Haltespulen.

Die leichte Auswechselung der Kontakte ist ein Kennzeichen moderner Konstruktion. Der bewegliche Kontakt kann ohne Werkzeug aus seinem Hal-

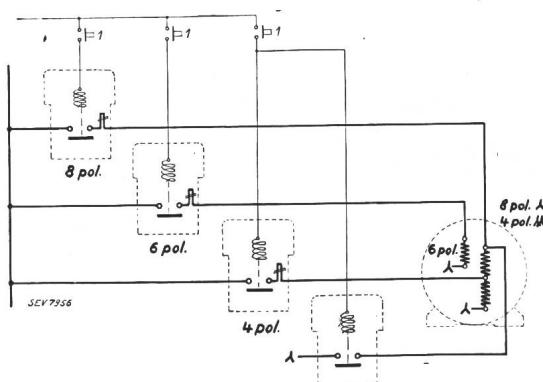
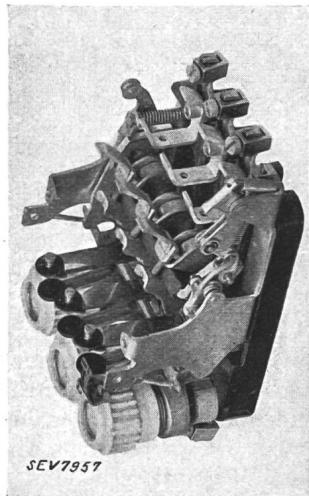


Fig. 3.
Dreistufenmotor mit Schützensteuerung.
Prinzipschema, einphasig.
1 Steuerdruckknöpfe, gegenseitig verriegelt.

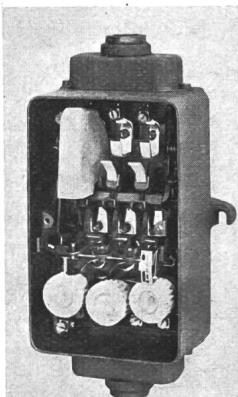
speziellen Schutzschalter einbauen, oder auch nur jeweils entsprechende thermische Auslöser zuordnen, die den Stromkreis einer Ruhe- oder Arbeitsstromspule eines gemeinsamen Hauptschalters betätigen. Günstige Lösungen ergeben sich bei nicht allzu komplizierten Schaltungen auch durch die An-

ter herausgezogen und, weil er symmetrisch gebaut ist, am anderen Ende nochmals benutzt werden. Die festen Gegenkontakte sind ebenfalls zweimal verwendbar. Die Kontakte sind als sog. Wälzkontakte ausgebildet. Sie haben gegenüber den älteren Schleifkontakten, die bei Kontaktwälzen vorkommen, den Vorteil, dass der Dauerkontakt nicht an derselben Stelle erfolgt wie das Ansetzen des Abschaltlichtbogens. Um kleine Schalterabmessungen zu erhalten, ist eine gute Phasentrennung bei den Abschaltstellen unerlässlich, was sich durch zweckmäßig ausgebildetes Funkenkamin erreichen lässt. Werden die Dauerkontakte mit einem Silberbelag versehen, können die Kontakte auf ein Kleinstmass reduziert werden,

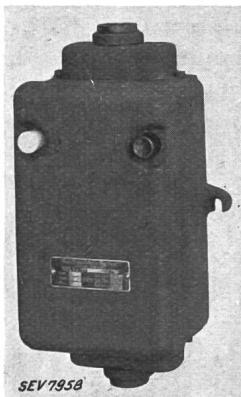
da das Silber nicht oxydiert und der Uebergangswiderstand des schwarzen Silbersulfides annähernd den gleichen Wert aufweist wie reines Silber.



a



b



c

Nach diesen Hinweisen auf die Fabrikation sind noch einige Montageerleichterungen zu erwähnen, welche dem Monteur das rasche und sichere Montieren des Apparates erleichtern. Für den Anschluss der Leitungen hat die MFO bei allen neueren Apparaten die sog. Bügelklemme eingeführt. Fig. 5 zeigt die für Apparate entwickelte Serie von Bügelklemmen. Der anzuschliessende Leiter wird zwischen den festen Kontaktteilen des Apparates und den Klemmbügeln eingeschoben und wie zwischen Backen eines Parallelschraubstockes festgeklemmt, ohne dass die Klemmschraube den Draht berührt. Ein Abscheren des Leiters ist deshalb ausgeschlossen.

Während bei kleinen Leiterquerschnitten das Einschieben des Drahtes keine Schwierigkeit bietet, wäre dies bei Kabeln von grösseren Querschnitten wesentlich umständlicher. Fig. 6 zeigt nun eine Ausführung für leichte Montage selbst kräftiger Kabel. Die feste Kontaktschiene der Klemme, hier z. B.

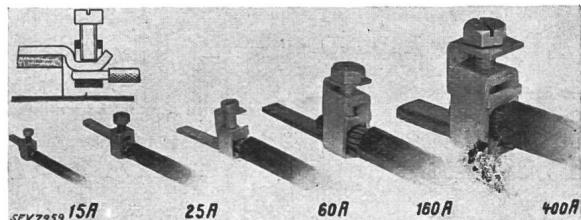


Fig. 5.
Bügelklemmen 15 bis 400 A.
Links oben: Schnitt durch eine Klemme.

eine solche für 400 A, ist so verlängert, dass der Klemmbügel nach oben verschoben werden kann. Das abgesetzte Kabelende wird einfach auf die freie Schiene gelegt und der Klemmbügel darüber geschoben.

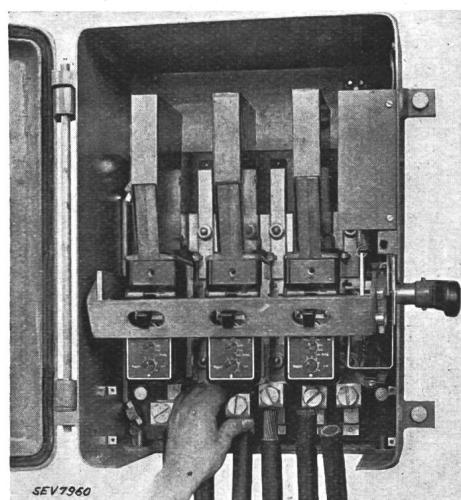


Fig. 6.
Anschluss eines Motorschutzschalters.

3. Anwendungen.

Die vorgängig skizzierten Grundsätze haben selbstverständlich nicht nur Gültigkeit für einen bestimmten Apparat oder eine Schaltergruppe, sondern lassen sich ganz allgemein anwenden.

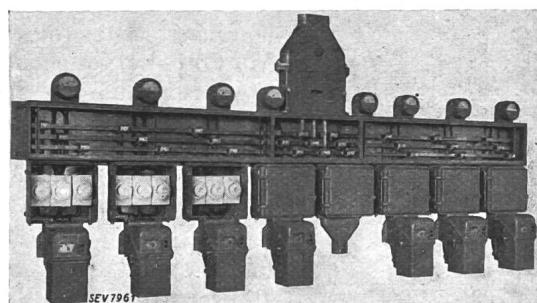


Fig. 7.
Gekapselte Verteilanlage.

Bei gekapselten Verteilanlagen (Fig. 7) führen entsprechend durchgebildete Bügelklemmen zu einer leichten und übersichtlichen Montage der An-

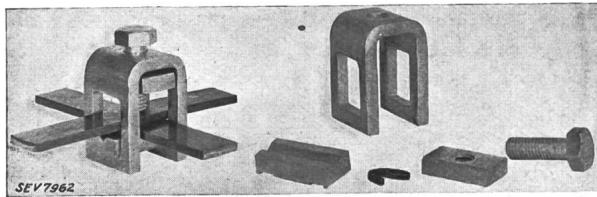


Fig. 8.
Bügelklemme 400 A für Sammelschienen.
Verschalung zum Teil weggenommen.

schlüsse an die Sammelschienen. Der Bügel ist unten offen und seitlich mit Fensteröffnungen versehen (Fig. 8). Er wird über die zu verbindenden Schienen gesteckt, unten die Quertraverse einge-

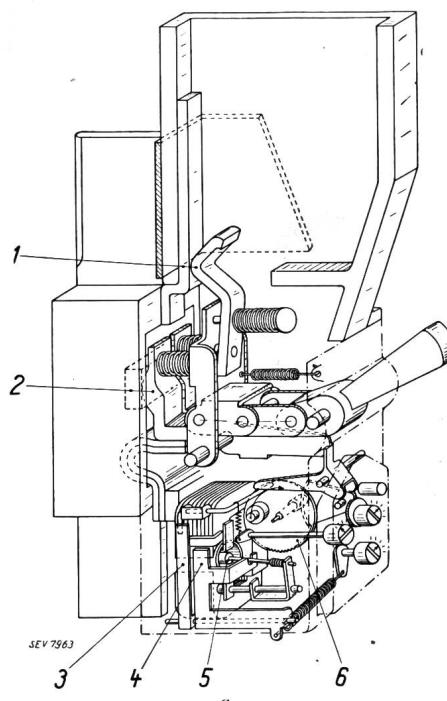
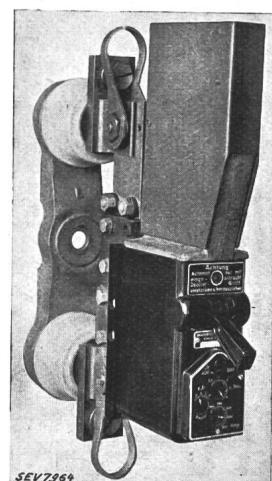


Fig. 9.
1 Abbrennkontakt.
2 Hauptkontakt.
3 Magnetanker für Schnell- auslösung.
4 Magnetanker für Zeitaus- lösung.
5 Zeitmotor mit Schnecke.
6 Zeitscheibe.



schenen und die Klemmschraube kann angezogen werden. Bei den neu ge normten Industriesteckern 15 A, 500 V, sind die Bü gelklemmen ebenfalls ver wendet.

Aus hauptsächlich betriebstechnischen Ueberlegungen ist folgender Apparat hervorgegangen. Fig. 9 zeigt den sog. Steckautomat für 250 oder 400 A Nennstrom und 500 V Betriebsspannung. Dieser Apparat ist ein Schutzapparat, der an Stelle von Griff- oder Röhrensicherungen in de-

ren Untersätzen eingesteckt werden kann. Er ist ein polig und wird in zwei Ausführungen hergestellt:

mit stromunabhängigem Ueberstromrelais,
mit stromabhängigem thermischen Auslöseorgan.

Beide Arten haben zudem eine magnetische Kurzschluss-Schnellauslösung. Bei dem eingestellten Ueberstrom kuppelt der Magnetanker 4 Schnecke und Zeitscheibe 6 und die Auslösung erfolgt in der eingestellten Zeit. Diese kann von 0,2 bis 4 s reguliert werden. Das Halteverhältnis = $\frac{\text{Rückfallstrom}}{\text{Ansprechstrom}}$ beträgt ca. 85 %. Beim stromabhängigen Automaten tritt an Stelle des Zeitmotors ein über einen Stromwandler gespeister Bimetallstreifen. Der Abschaltstrom der Automaten beträgt 10 000 A (Effektivwert) bei 500 V Wechselstrom und induktiver

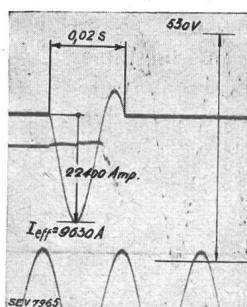


Fig. 10.
Oszillogramm einer Abschaltung
mit Steckautomaten.

Belastung. Die Abschaltzeit bei Kurzschluss liegt je nach Stromstärke zwischen 0,02 und 0,04 s, worin Eigenzeit des Schalters und max. Lichtbogenzeit inbegriiffen sind. Der Apparat ist nach jeder Abschaltung sofort wieder betriebsbereit. Er eignet sich deshalb ganz besonders für stark verzweigte Netze. Mit dem stromunabhängigen Typ kann eine weitgehende Staffelung gegenüber dem Stations schalter des Niederspannungsnetzes oder der Hochspannungsseite erreicht werden.

Die stromabhängige Auslösung eignet sich speziell für Motorenkreise und für jene Fälle, wo mög-

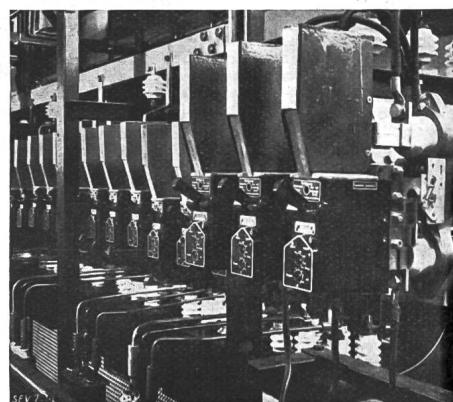


Fig. 11.
Steckautomaten als Ersatz für Griffssicherungen
in einer älteren Anlage.

lichst maximale Ausnützung der Objekte in ther mischer Hinsicht im Vordergrund steht.

Ist gleichzeitige Abschaltung von 2 und 3 Polen verlangt, wird eine Kupplung auf den Untersatz montiert. Die Verbindung zwischen Kupplungs stange und den Automaten erfolgt durch perma-

nente Magnete. Das Ansprechen eines Apparates zieht unbedingt auch das Abschalten der mitgekupplten Automaten nach sich.

Fig. 11 zeigt eine Gruppe von Steckautomaten, die in einer älteren Anlage an Stelle von Griff sicherungen eingebaut wurden, Fig. 12 ist ein moderner Verteilkasten.

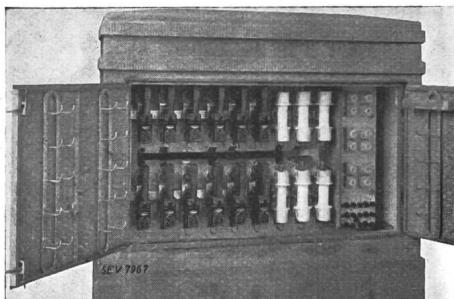


Fig. 12.
Verteilkasten mit Steckautomaten.

Zum Schluss sei noch auf eine weitere, höchst interessante Kontaktvorrichtung verwiesen, nämlich die Kugelkontakte bei den Zentrifugalanlassern. Die hohen Schaltzahlen, denen ein Zentrifugalanlasser standhalten muss, stellen hohe Anforderungen an die Kontakte. Um diesen zu genügen, wird als bewegliches Kontaktstück eine frei in einem Korb liegende Kugel benutzt. Dieser Kontakt hat zwei bedeutende Vorteile. Erstens zentriert er sich stets selbst auf die Gegenkontakte und zweitens nimmt die gesamte Oberfläche der Kugel an der Kontaktbildung teil. Eine ausführliche Beschreibung ist im Bull. SEV 1938, Nr. 5, enthalten. Versuche zeigten die geringe Abnutzung einer Kupferkugel nach 120 000 Schaltungen. Der zu schliessende Kreis führte 80 A bei 220 V. Die Springdrehzahl des Elementes war 2800/min. Bei dieser Drehzahl treten

schon ganz beträchtliche Zentrifugalkräfte auf, weshalb eine Hohlkugel angewendet werden musste. Die Zentrifugalkraft der Kugel allein beträgt trotzdem noch 16 kg. Die Kugel ist aber auch diesen mechanischen Beanspruchungen gewachsen.

Der Vollständigkeit halber sei noch bemerkt, dass sich Zentrifugalanlasser nicht für alle Anlaufs-

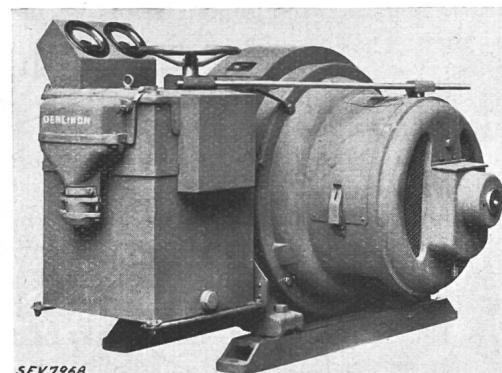


Fig. 13.
Drehstrommotor mit angebautem Anlassapparat
mit Statorschalter und verriegelt mit der Kurzschluss- und
Bürstenabhebevorrichtung.

verhältnisse anwenden lassen. Bei Sanftanlauf, hohen Motorleistungen oder schlechten Netzverhältnissen usw. benutzt man daher immer noch die bekannte Anlassmethode mit separatem Rotoranlasswiderstand. Vorteilhaft vereinigt man dabei Statorschutzschalter und Anlassapparatur in einen einzigen Apparat. Baut man denselben ferner noch an den Motor an und kuppelt den Antrieb mit der Kurzschluss- und Bürstenabhebevorrichtung, ergibt sich eine gefällige Einheit (Fig. 13). Die Betätigung erfolgt in ganz einfacher Weise durch Drehen des Handrades oder durch Fernsteuerung mittels Servomotorantrieb.

(Fortsetzung des Berichtes folgt.)

Die wirtschaftliche Entwicklung von Elektrizitätswerken.

Von Drago Matanović, Ljubljana.

621.311.003

In allgemein-theoretischen Ueberlegungen wird untersucht, welche Bedingungen eine möglichst grosse Wirtschaftlichkeit eines Kraftwerkes gewährleisten, so beispielsweise, in welcher Weise sich der Gewinn ändert, wenn durch eine Tarifsenkung eine Vergrösserung des Absatzes erzielt wird. Es wird ein Diagramm gezeigt, das die zeitliche wirtschaftliche Entwicklung eines Kraftwerkes darstellt, aus welchem auch ersichtlich ist, in welchem Masse eine Erhöhung des Ausnützungsfaktors, bzw. der erzeugten Arbeit die spezifischen Erzeugungskosten senkt. Weiters wird untersucht, welche neuen Abnehmer wünschenswert erscheinen und welche Kosten sie verursachen, Ueberlegungen, aus welchen die Berechtigung der Spitzenanteilmethode für die Aufteilung der festen Erzeugungskosten folgt.

Die Studie bezieht sich hauptsächlich auf thermische Werke; sie gibt trotzdem manche Anregungen für die in wesentlichen Punkten anders geartete hydroelektrische Erzeugung.

Wie bei allen übrigen, dem Menschen erforderlichen und ihm dienenden Gütern, trachten wir auch bei der Erzeugung der elektrischen Energie eine möglichst grosse Wirtschaftlichkeit zu errei-

Partant de considérations théoriques de portée générale, l'auteur examine quelles sont les conditions qui contribuent à l'obtention d'un rendement économique maximum d'une usine électrique, et, en particulier, de quelle façon le bénéfice se modifie lorsqu'une baisse de tarifs augmente la vente d'énergie. Un diagramme, représentant le développement économique d'une usine, montre dans quelle proportion une augmentation du facteur d'utilisation, ou du travail produit, abaisse les frais spécifiques de production. L'auteur indique ensuite quels sont les consommateurs qui sont désirables, ainsi que les frais qu'ils occasionnent. Il en conclut que la méthode de participation aux pointes se justifie pour répartir les frais fixes de production.

Cette étude concerne avant tout les usines thermiques. Elle fournit cependant maintes suggestions pour les usines hydroélectriques, dont la production d'énergie diffère sur certains points essentiels.

chen. Bekannt sind die Wege, die zu einer wirtschaftlichen Erzeugung führen, doch werden sie in der Praxis nur zu oft nicht genügend berücksichtigt. Allgemein bekannt ist es z. B., dass jede