Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 20 (1929)

Heft: 5

Artikel: Die automatische Gleichrichteranlage des Elektrizitätswerkes Basel im Dreispitz

Autor: Oetiker, Otto

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1056809

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: 22.08.2025

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

ihrer Verwendungsfähigkeit durchzuprüfen. Sie erlaubt auch die Prüfung der Mehrzahl der sog. Hochleistungsschalter. Sie ist natürlich mehr als genügend zur Durchführung systematischer Studien über die Leistungsunterbrechung, welche, wie eingangs erwähnt, die besondere Aufgabe solcher von den Fabriken errichteten Versuchsanlagen zu sein hat. Ausserdem ist vorgesehen, die ganze Installation zu verdoppeln, sobald sich dazu das Bedürfnis fühlbar macht.

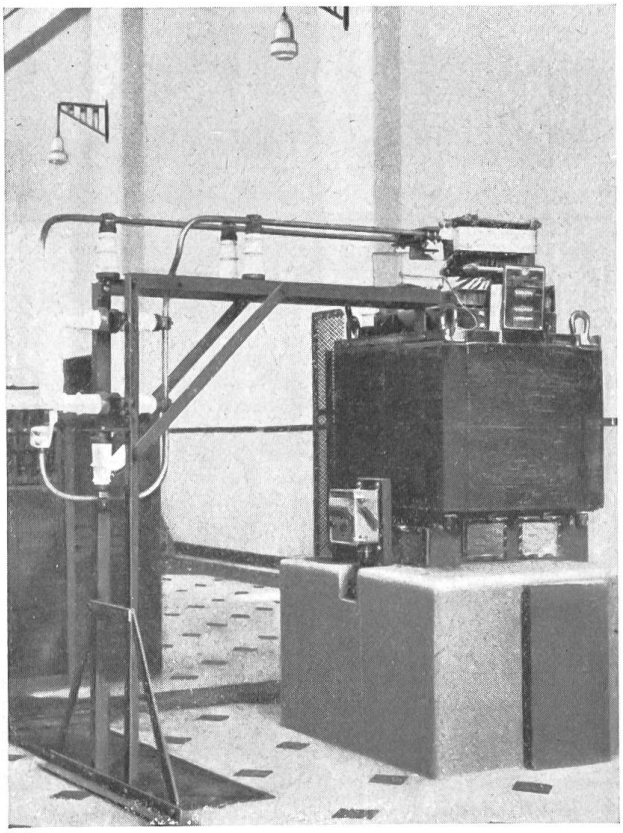


Fig. 9.
Kurzschlussversuch an einem Trenner.

Elektrodynamische Versuche.

Wie bereits erwähnt, enthält die Station auch einen Transformator, durch welchen die Generatorspannung auf 100 V herabtransformiert wird. Auf der Sekundärseite dieses Transformators können während 20 Sekunden 100000 A und während 3 Sekunden 250000 A bei 90 V abgenommen werden. Es berechnen sich daraus asymmetrische Spitzenwerte von 260000 bzw. 640000 A. Dieser Transformator erlaubt deshalb namentlich Erscheinungen elektrodynamischer Natur zu studieren, insbesondere das Verhalten von verschiedenen Arten von Kontakten bei hohen Strömen, die Widerstandsfähigkeit von Stützisolatoren usf., welche Elemente bekanntlich auch für das Gesamtverhalten von Hochleistungsschaltern von grosser Bedeutung sind. Erwähnen möchten wir auch das Studium der Einwirkungen von Kurzschlussströmen auf das Verhalten von Trennern, die Abstützung von Sammelschienen und dergl. Der Anlage wird ferner in absehbarer Zeit eine Gleichstromgruppe für Spannungen von 750, 1500 und 3000 V beigefügt werden zur Prüfung von Apparaten für elektrische Traktion.

Die automatische Gleichrichteranlage des Elektrizitätswerkes Basel im Dreispitz.

Von *Otto Oetiker*, dipl. Ingenieur, Basel.

621.312.64

Die Energieversorgung der Basler Strassenbahnen obliegt dem Elektrizitätswerk Basel. Im Jahre 1918 erstellte das E. W. Basel, da die zentral gelegene Umformerstation am Dolderweg nicht mehr genügte, eine der ersten vollautomatischen Umformerstationen des Kontinentes in Riehen; 1927 wurde diese durch einen mit dem ursprünglich installierten Einankerumformer parallel laufenden Quecksilberdampfgleichrichter erweitert. Die mit dieser Station gemachten guten Erfahrungen bewogen das E. W. Basel, auch seine neueste Umformerstation im Dreispitz mit vollautomatisch arbeitenden Quecksilberdampfgleichrichtern auszurüsten. Der Autor beschreibt die Installation und ihre Wirkungsweise.

Les tramways du canton de Bâle-Ville sont alimentés par le service électrique de Bâle. En 1919, comme la station centrale de convertisseurs du Dolderweg ne suffisait plus, le service électrique construisit à Riehen l'une des premières stations complètement automatiques du continent. En 1927, cette station fut complétée par l'adjonction d'un redresseur à vapeur de mercure marchant en parallèle avec la commutatrice installée primitivement. Les expériences encourageantes faites avec cette station ont engagé le service électrique de Bâle à équiper sa sous-station la plus récente, au «Dreispitz», uniquement avec des redresseurs à vapeur de mercure à fonctionnement automatique. L'auteur décrit cette installation et en explique le fonctionnement.

Die Versorgung der Basler Strassenbahnen mit elektrischer Energie ist Sache des Elektrizitätswerks und erfolgt gemäss nachstehendem Uebersichtsplan (Fig. 1). Ursprünglich war nur eine zentrale (im Innern der Stadt gelegene) Umformerstation am Dolderweg vorhanden. Mit der Verlängerung der städtischen Strassenbahn von Riehen nach Lörrach wurde im Jahre 1918 die an genannter Linie gelegene Umformerstation in Riehen erstellt [1]). Die anfänglich mit Bedienung gedachte Umformerstation, ausgerüstet mit einem 250 kW Einankerumformer, wurde aus wirtschaftlichen Gründen nachträglich vollautomatisch ausgebildet und war eine der ersten automatischen Umformerstationen auf dem Kontinent. Im Jahre 1927 wurde ein Quecksilberdampfgleichrichter Fabrikat BBC von 400 kW Leistung und 600 V Gleichstromspannung eingebaut, welcher ebenfalls vollautomatisch und einwandfrei mit dem Einankerumformer parallel arbeitet. Im normalen Betrieb arbeitet der Gleichrichter allein auf das Netz und der Einankerumformer dient als Reserve. Bei irgend einem Defekt im Gleichrichter, durch Kühlwasserunterbruch verursachte Uebertemperatur oder durch schlechtes Vacuum, wird der Gleichrichter aus- und der Einankerumformer automatisch eingeschaltet. Bei Ueberlast (Spitzenlast) des Gleichrichters schaltet ein thermisches Relais den Einankerumformer zu und bei Rückgang der Belastung wieder ab. Dieses Relais besteht im wesentlichen aus einem in Oel getauchten Heizwiderstand, welcher an die Sekundärwicklung eines Stromwandlers angeschlossen ist. Thermoregulatoren dienen zum Zu- und Abschalten der Einheit. Diese Regulatoren werden vom Strom so beeinflusst, dass sie den Erwärmungsverhältnissen der zu schützenden Gruppe Rechnung tragen. Dank der natürlichen Zeitverzögerung des thermischen Relais wird ein allzufrühes, unerwünschtes Zu- und Abschalten der Gruppe verhindert.

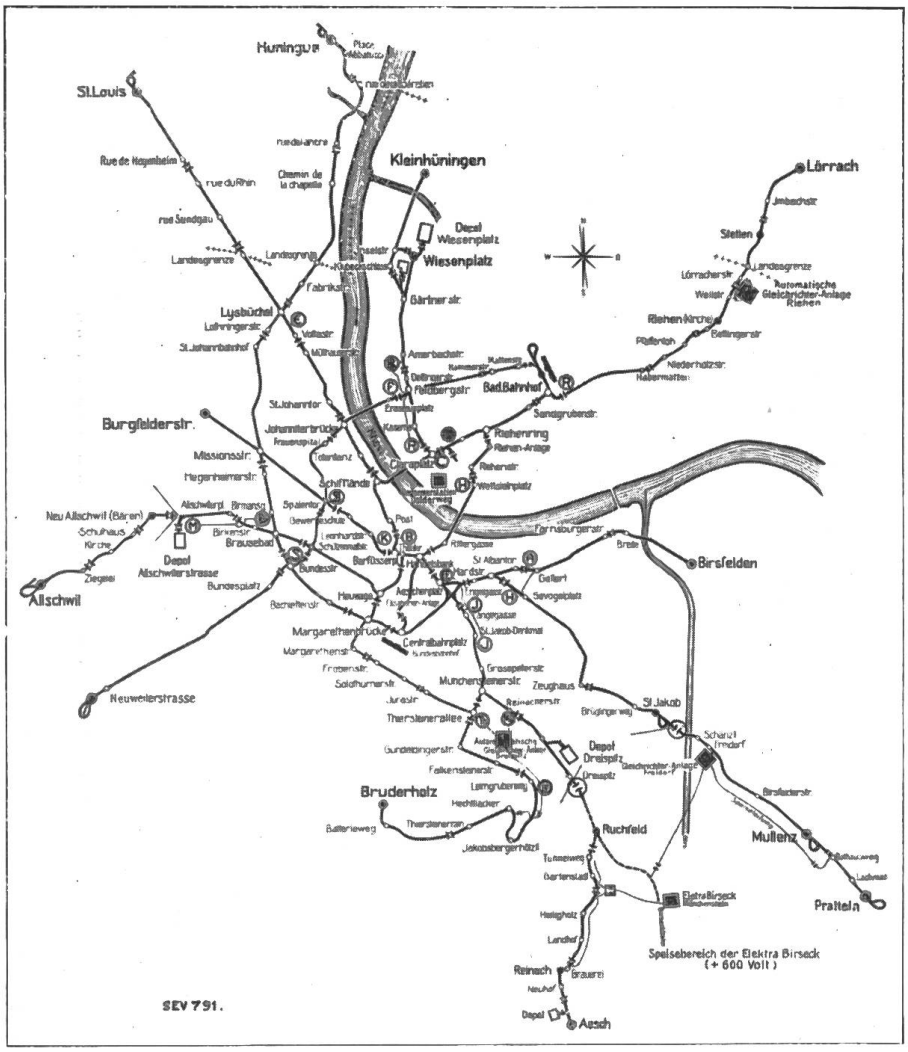


Fig. 1.
Uebersichtsplan der Stromverteilung.

Nachdem einerseits seit mehr als einem Jahre der Gleichrichter in Riehen gute Betriebserfahrungen ergab und anderseits auch eingehende Studien über die Spei-

[1]) Siehe BBC-Mitteilungen 1920, Heft 8.

sung des Basler Tramnetzes von einer zentralen Stelle (Umformerstation am Dolderweg) aus mittels Dreileitersystem gemacht worden sind, hat sich das Elektrizitätswerk entschlossen, der dezentralisierten Speisung in Gebieten mit grossem Stromverbrauch den Vorzug zu geben. Aus diesem Grunde wurde eine automatische Gleichrichterstation im Dreispitz erbaut, um vor allem die Spannungsverhältnisse der stark ansteigenden Bruderholzlinie zu verbessern.

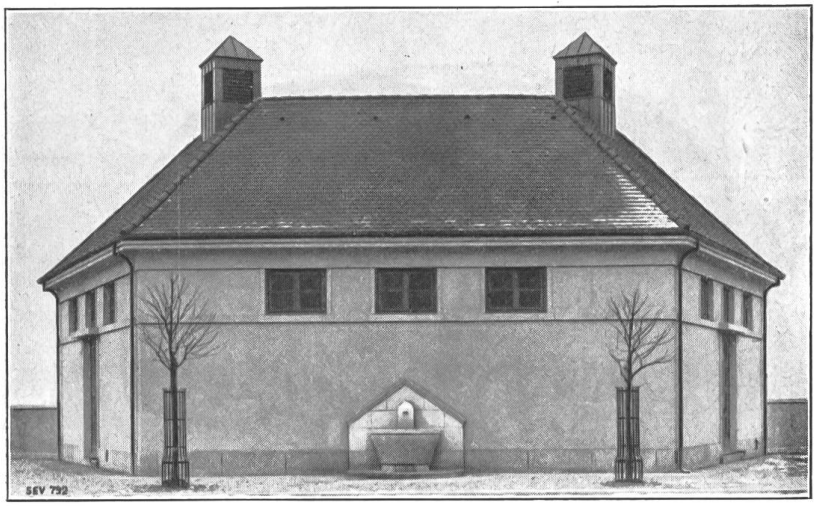


Fig. 2.
Ansicht der Transformatoren- und Gleichrichterstation im Dreispitz.

Die automatische Gleichrichteranlage liess sich mit einer Transformatoren- u. automatischen Induktionsregleranlage für die Konstanthaltung der Lichtspannung in zweckmässiger Weise kombinieren. Ueber die Details dieser Anlage soll im Rahmen dieser

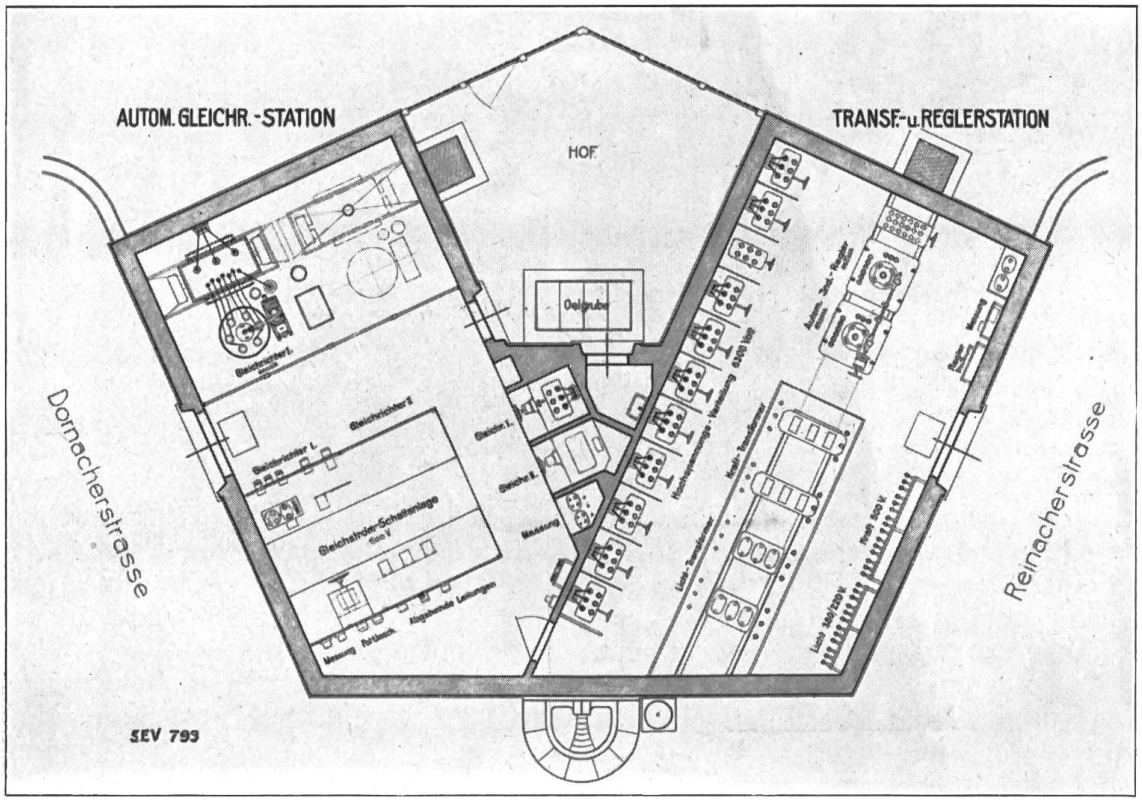


Fig. 3.
Grundriss der Transformatoren- und Gleichricherstation im Dreispitz.

kurzen Beschreibung nicht näher eingetreten werden. Die Gesamtansicht ist aus Fig. 2, die Grundrissdisposition der kombinierten Anlage aus Fig. 3 ersichtlich.

Wie aus dem Grundriss zu ersehen ist, enthält die Gleichrichteranlage im Vollausbau 2 Sechsphasen-Quecksilberdampf-Gleichrichter von je 400 kW Leistung und

für eine Gleichstromspannung von 600 V, sowie 5 abgehende Speiseleitungen, wovon vorläufig drei ausgebaut sind. Die dazugehörige Hochspannungsschaltanlage liess sich in einem dreieckförmigen Nebenraume zweckmässig unterbringen. Die Oelschalter sind einzeln in rauchsichern Kabinen montiert. Die Speisung erfolgt von den 6300 V Sammelschienen der unmittelbar angegliederten Regler- und Transformatorenstation aus. In einer anschliessenden Zelle sind die Messwandler und der Hilfstransformator untergebracht. Dieser Letztere liefert die Spannung von 380/220 V für die Speisung der Vacuumpumpe, der Motorantriebe, der Heizplatte, der Zünd- und Erregergruppe und 60 V für die Steuerung der Schaltapparate, sowie für die akustischen und optischen Signale.

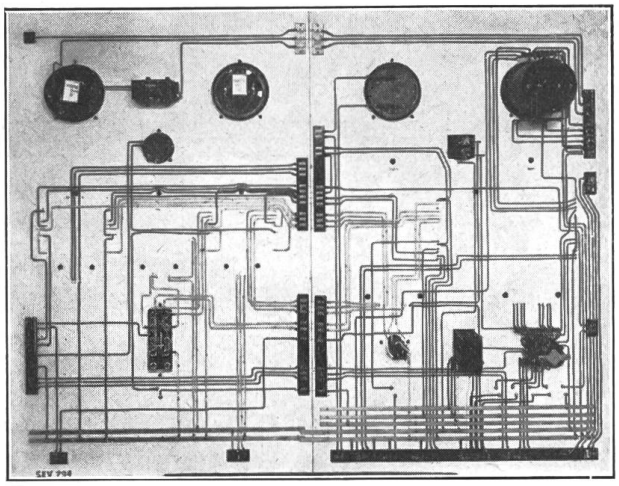


Fig. 4.
Leitungsführung auf der Rückseite der Gleichrichterschalttafeln.

Die Gleichstromschaltanlage ist zweireihig angeordnet. Die eine Reihe enthält sämtliche Apparate der Gleichrichtergruppen, die andere Reihe diejenigen für die Messung und Polumschaltung und der abgehenden Linien. Im dazwischenliegenden Bedienungsgang kann die ganze Anlage im Notfalle bequem von Hand bedient werden. Die für die automatische Steuerung erforderlichen Schaltapparate, sowie sämtliche Sicherungen der Hilfsstromkreise sind entgegen bestehender Praxis, zwecks besserer Zugänglichkeit und Uebersichtlichkeit, auf der Frontseite der Marmortafeln montiert. Durch diese Anordnung, sowie durch die Wahl verschiedenfarbiger Drähte für die einzelnen Stromkreise, konnte auch auf der Rückseite der Marmortafeln eine klare übersichtliche Leitungsführung erzielt werden. Diese Verlegungsart hat noch den weitern Vorteil, dass jede Schalttafel für sich in der Werkstätte anschlussfertig erstellt werden konnte. Die Rückansicht der beiden Gleichrichtertafeln zeigt Fig. 4, die Vorderansicht der nämlichen Tafeln veranschaulicht Fig. 5.

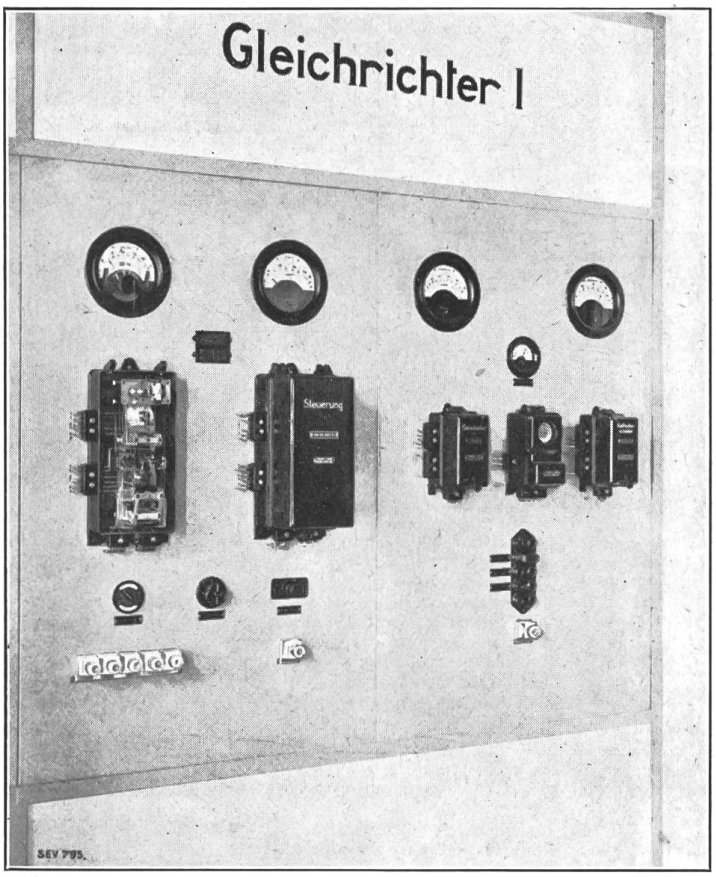


Fig. 5.
Vorderansicht der Schalttafeln für die Gleichrichtergruppe.

Die Dispositions- und Ausführungspläne sowie die gesamte Montage der Anlage sind vom Elektrizitätswerk der Stadt Basel ausgeführt worden. Der Gleichrichter sowie sämtliche für die Automatik notwendigen Apparate und Instrumente lieferte die Firma A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.

Im folgenden sei die Anlage (Fig. 6) in ihrer Wirkungsweise in aller Kürze beschrieben, in der Annahme, dass es sich erübrigt, die Schalt- und Steuerapparate näher zu beschreiben.

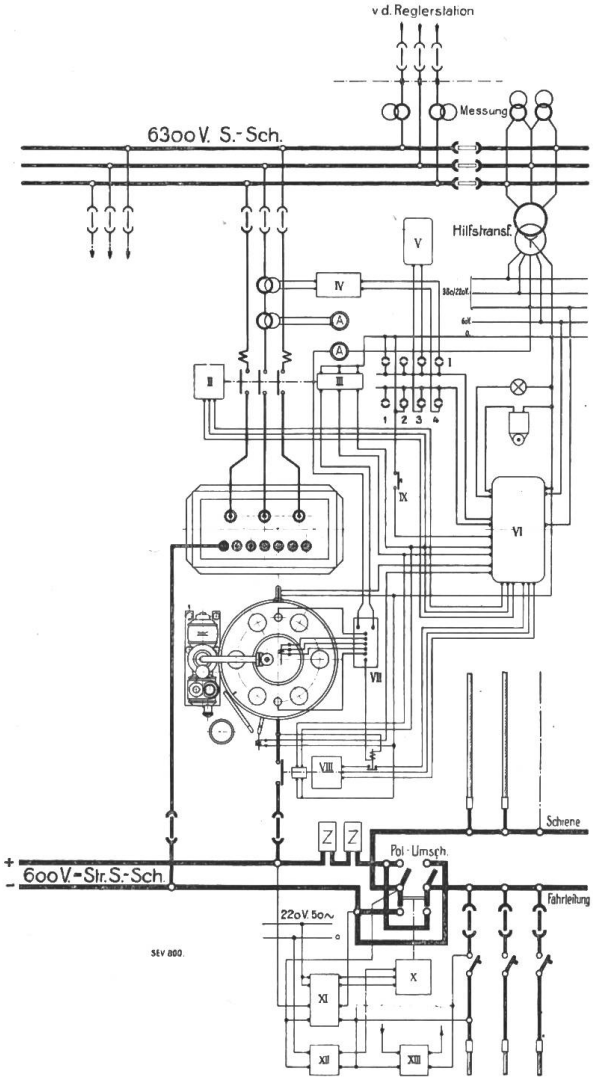


Fig. 6.
Generelles Schema der Gleichrichteranlage.
I = Wähler.
II = Oelschalterantrieb.
III = Hilfskontakte.
IV = Thermisches Relais.
V = Schaltuhr.
VI = Schaltapparat für die Steuerung.
VII = Zünd- und Erregervorrichtung.
VIII = Antrieb für Selbstschalter.
IX = Entriegelungs-Druckknopf.
X = Motorantrieb für Polumschalter.
XI = Polarisator.
XII = Nullspannnungsrelais.
XIII = Verriegelungsrelais.
Betriebsbedingungen:
1. Gruppe dauernd in Betrieb.
2. Gruppe ausser Betrieb.
3. Steuerung durch Schaltuhr.
4. Steuerung durch thermisches Relais.

Der hochgespannte Drehstrom von 6300 V wird in der bereits beschriebenen Schaltanlage durch ein Kabel dem Transformator zugeführt, welcher den Dreiphasenwechselstrom in Sechsphasenwechselstrom umwandelt und die sechs Anoden des Quecksilberdampf-Gleichrichters speist. Der positive Pol (die Kathode) befindet sich im untern Teil des Rezipienten, währenddem der negative Pol den Sternpunkt des in Gabel geschalteten Transformators bildet. Die Verbindung zur Gleichstromverteilschalttafel erfolgt mittels Einleiterbleikabel. Die Gleichstromschaltanlage enthält sodann alles, was für die Gleichstromseite in Betracht kommt, nämlich die Selbstschalter, die Zünd- und Erregergruppe, die Apparatur der automatischen Polumschaltung und die diversen Relais und Instrumente. Einen wichtigen Bestandteil der Gleichrichtergruppe bilden die Apparate für die Herstellung der Luftleere im Gleichrichterzylinder von ca. $\frac{3}{1000}$ mm Quecksilbersäule. Diese besteht im wesentlichen aus einer Vorvacuumpumpe, ausgebildet als raschlaufende Kapselölluftpumpe mit zugehörigem Antriebsmotor und einer Hochvacuumpumpe in Form einer ruhenden Quecksilberdampfpumpe, in welcher mit Hilfe einer Heizplatte Quecksilber verdampft und durch Kühlwasser wieder kondensiert wird. Die Anordnung der Gleichrichtergruppe ist aus Fig. 7 ersichtlich.

Zur Messung des Vacuums ist ein direkt zeigendes Hitzdrahtvacuummeter eingebaut, das auf der Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit der Gase vom Druck beruht. Das Anlassen des Gleichrichters erfolgt durch Zündung eines Hilfslichtbogens zwischen der Zündanode und der Kathode (positiver Pol) mittels Wechselstrom. Da bei Bahnbetrieb die Belastungen nicht selten auf Null sinken, so wäre ein Auslöschen des Hauptlichtbogens unvermeidlich. Um den Gleichrichter trotzdem dauernd in Betrieb zu halten, sind 2 Hilfsanoden eingebaut, welche die dauernde Aufrechterhaltung eines vom Hauptstrom unabhängigen Lichtbogens gewährleisten. Die ganze Anlass- und Erregervorrichtung ist auf einem gemeinschaftlichen Eisengestell angeordnet. Für die Kühlung des Gleichrichterzylinders und der Vorvacuumpumpe wird Frischwasser direkt aus dem städtischen Wasserleitungsnetz verwendet. Bei

ausgeschaltetem Gleichrichter wird der Wasserzufluss durch ein automatisch wirkendes Ventil geschlossen. Die Gleichrichtergruppe besitzt Selektiv-Auslösung, so wirkend, dass bei Rückzündung, d. h. bei Versagen der Ventilwirkung im Gleichrichterzylinder, welcher einem Transformatorenkurzschluss gleichkommt, nur die in Mitleidenschaft gezogene Gruppe ausschaltet.

Zur Verminderung der Korrosionsgefahr an den im Boden verlegten Gas-, Wasser- und Kabelleitungen durch vagabundierende Rückströme wurde eine automatische Polumschaltung eingebaut. Sobald in der bedienten Umformerstation am Dolderweg mittels Trennumschalter die Polarität von Schiene und Fahrleitung geändert wird, wird die Umpolung in den Umformerstationen Riehen und Dreispitz automatisch vor sich gehen. Voraussetzung ist dabei, dass diese Stationen mit der Umformerstation am Dolderweg parallel arbeiten. Ein Polarisator, bestehend aus 2 Spannungsspulen, wovon die eine von der Spannung der Umformerstation Dolderweg und die andere von der Sammelschienenspannung der automatischen Anlage abhängig ist, steuert den Motorantrieb eines zweipoligen Trennumschalters so, dass die Polarität der Sammelschiene der abgehenden Speiseleitungen mit der Polarität der Fahrleitungssammelschiene in der Umformerstation Dolderweg übereinstimmt. Ein zweites Relais, dessen Spannungsspule an die Fahrleitung einesteils und an die Sammelschiene der Speiseleitungen in der automatischen Station andernteils angeschlossen ist, verhindert bei falscher Polarität die Einschaltung der Speiseleitungsschalter. Ein Nullpunktspannungsrelais verhindert bei ausbleibender Primärspannung das Funktionieren des Motorantriebes des Polumschalters. Die Anordnung des Polumschaltfeldes im Zusammenhang mit den Speiseleitungsfeldern ist in der Rückansicht aus Fig. 8 ersichtlich.

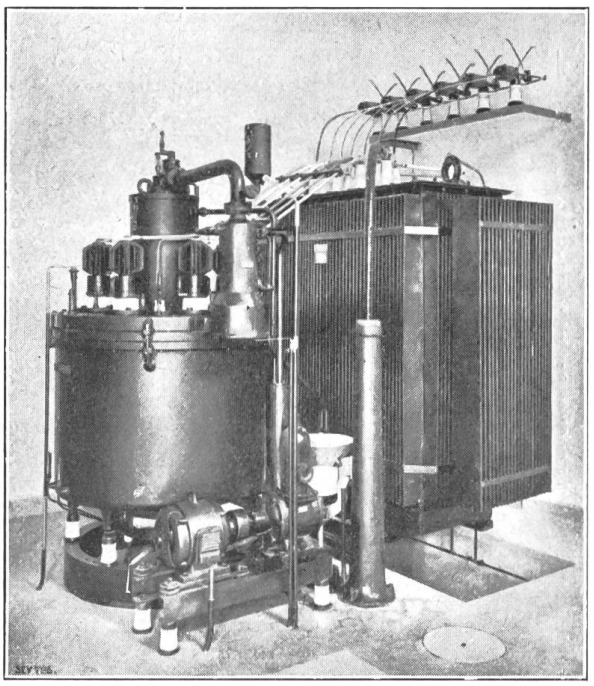


Fig. 7.
Gleichricher mit Vor- und Hochvakuumpumpe un Transformator.

Die Anlage kann durch entsprechendes Stecken am Wählerschalter den folgenden Bedingungen genügen:

Inbetrieb- bzw. Ausserbetriebsetzung der Anlage willkürlich „von Hand".

Ein- und Ausschalten der Anlage durch Einstellen eines bestimmten Zeitabschnittes einer Schaltuhr.

Einschalten der andern Gruppe (voller Ausbau) bei Ueberlast mittels thermischem Relais, oder bei einer Störung der bereits sich im Betrieb befindlichen Gruppe.

Zum eigentlichen automatischen Betrieb der Gleichrichtergruppe sind im wesentlichen nur 2 Schaltapparate erforderlich, nämlich für die Steuerung des Oelschalters und des Kathodenschalters einerseits und für die automatische Steuerung des Luftpumpenaggregates anderseits.

Die Aufgabe des Schaltapparates für die Steuerung besteht in folgendem:

Die Gleichrichtergruppe entsprechend der gewählten Schaltbedingung zu steuern.

Bei misslungenem Einschaltbefehl (Störung) ein akustisches Signal zu betätigen, sowie bei einer Störung am Gleichrichter (Ueberschreiten einer gewissen Temperatur oder Unterbruch der Heizplatte) denselben zu blockieren und bei Vor-

handensein einer zweiten Gruppe dieselbe einzuschalten. Das akustische Signal benachrichtigt Personal im nahegelegenen Tramdepot Dreispitz, von wo aus die Meldung telephonisch der Pikettstelle des Elektrizitätswerkes übermittelt wird. Ein optisches Signal in der Station macht sofort auf den Grund der Alarmierung aufmerksam. Eine Wiedereinschaltvorrichtung hat die Aufgabe, den Hochspannungsölschalter nach dem Auslösen durch Maximalstrom zu bestimmten Zeiten wieder zu schliessen und nach der fünften erfolglosen Einschaltung den Gleichrichter abzuschalten.

Dem Schaltapparat für das Luftpumpenaggregat fallen die folgenden Aufgaben zu:

Die Vorvacuumpumpe in Abhängigkeit vom Zustand des Vacuums ein- und auszuschalten.

Bei Ausbleiben des Kühlwassers, bei Unterbruch der Stromzufuhr zur Hochvacuumpumpe (Heizplatte) einer Kontrollstelle Meldung zu erstatten.

Nach Nullspannung oder nach einer vorgenannten Störung die Vorvacuumpumpe vorerst 15 Minuten und erst nachher die Hochvacuumpumpe gegebenenfalls wieder einzuschalten.

Die Blockiermöglichkeit der Gleichrichtergruppe durch das Vacuummessinstrument unmittelbar nach Nullspannung im Hilfsnetz zu verhindern.

Der Schaltapparat ist somit allen Anforderungen gewachsen, welche der nicht gerade einfache Betrieb eines Luftpumpenaggregates an ihn stellt. Er führt alle an das Aggregat gerichteten Befehle richtig aus und steuert es bei Störungen sicher und einwandfrei, unter gleichzeitiger Meldung der Vorgänge an die Kontrollstelle.

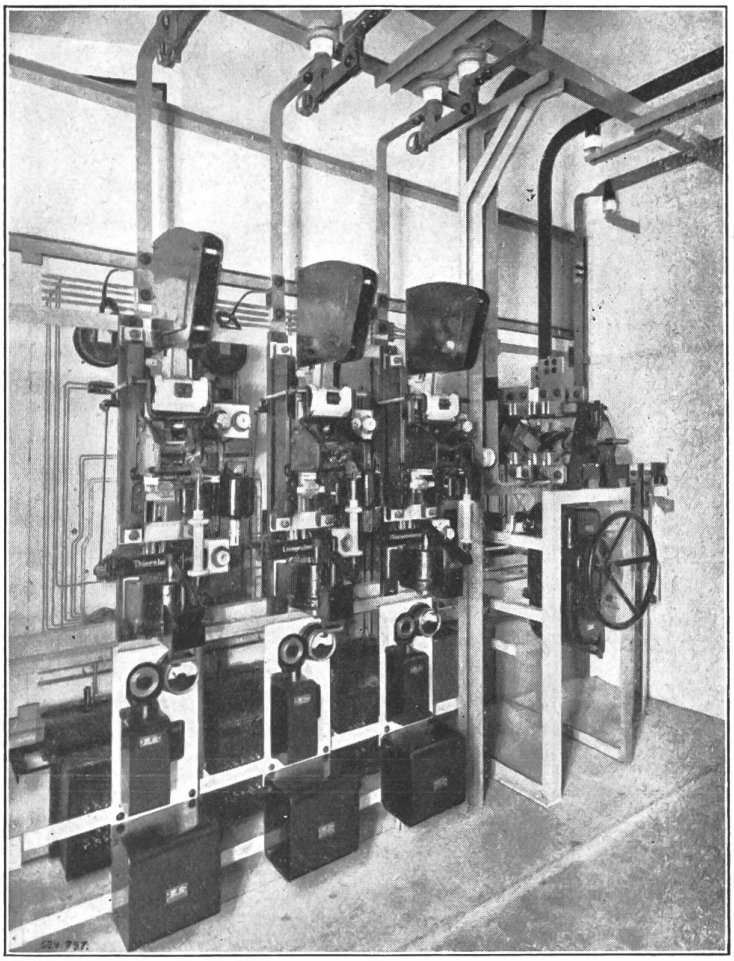


Fig. 8.
Rückansicht des Polumschaltfeldes und der abgehenden Linien.

Fig. 8 zeigt sodann auch die Anordnung der Apparate der Speiseleitungen auf der Rückseite der Schalttafel. Der Schaltapparat (Fig. 9 und 10) hat den Zweck, den Selbstschalter in Abhängigkeit vom Netzwiderstand zu steuern. Bei Kurzschluss oder unzulässig hoher Ueberlast wird der Selbstschalter trotz erhaltenem Einschaltbefehl nicht einschalten.

Der Apparat besteht aus: Einem Zeitrelais mit beliebiger Zeiteinstellung von 1 bis 15 Minuten mit zugehöriger Spannungsspule; einem Erdschlussprüfrelais, einstellbar von 50 bis 100 V Gleichstrom; einer Antriebsvorrichtung für den Antrieb der Erdschlussschützen und einer Antriebsvorrichtung zur Betätigung des Magnetantriebes des Speiseleitungsschalters über das Einschaltrelais mit Verzögerung, einstellbar von ca. 1 bis 10 Sekunden.

In dem Augenblick, in welchem dem Speiseleitungsschalter ein Einschaltbefehl gegeben wird, beginnt das Zeitrelais zu laufen, der Prüfschütz wird er-

regt, dieser letztere schaltet den Prüfwiderstand ein, das Prüfrelais kommt unter Spannung. Ergibt der Prüfwiderstand zulässige Werte, so setzt das Erdschlussprüfrelais die Antriebsvorrichtung zur Einschaltung des Selbstschalters in Gang.

Wenn die Netzkonstellation so ist, dass der Speiseschalter nicht eingeschaltet werden darf (Kurzschluss auf der Fahrleitung oder allzuhohe Ueberlast), so wird ebenfalls das Zeitrelais wie die Antriebsvorrichtung des Schaltschützen unter Spannung kommen; in Zeitabständen von je einer Minute wird der Erdschlussprüfwiderstand eingeschaltet. Das Prüfrelais zieht jedoch nicht an. Das Spiel wiederholt sich so lange, bis die am Zeitrelais eingestellte Zeit abgelaufen ist, worauf die Speiseleitung blockiert und die Alarmstelle im Tramdepot aufmerksam gemacht wird. Ein optisches Signal in der Anlage lässt auf den ersten Blick den Ort der Störung erkennen.

Die beschriebenen Schaltapparate sind durchwegs in kräftigen, staubdicht abgeschlossenen Gussgehäusen untergebracht und so angeordnet, dass sie sehr bequem zugänglich sind. Jeder Schaltapparat weist eine eigene Antriebsvorrichtung auf, welche in der Hauptsache aus einem zweipoligen bewickelten Anker, der in einem, von einem kräftigen Stahlmagneten erzeugten konstanten Magnetfeld unter Einwirkung einer auf der Ankerachse montierten Spiralfeder schwingt. Diese Schwingungen sind synchron mit der Frequenz des Wechselstromnetzes, an das die Ankerwicklung angeschlossen ist. Die schwingende Bewegung des Ankers wird durch eine Klinkenvorrichtung in eine rotierende umgewandelt. Der Energieverbrauch beträgt für einen Schaltvorgang nur wenige Wattsekunden.

Wie bereits erwähnt, lässt sich die ganze Anlage bei Störungen bequem von Hand bedienen. Die Speiseleitungen lassen sich ebenfalls von Hand prüfen, durch Betätigung der Schaltschützen mittels Druckknopf und Beobachtung des Ausschlages an einem Ampèremeter im Stromkreis des Prüfwiderstandes. Bei zulässigen Werten des Prüfstromes wird alsdann der direkt darüber liegende Automat von Hand eingeschaltet. Bei Kurzschluss auf einer Leitung wird der zugehörige Automat ausschalten, unter gleichzeitiger Signalisierung der Störung an die Kontrollstelle im Tramdepot.

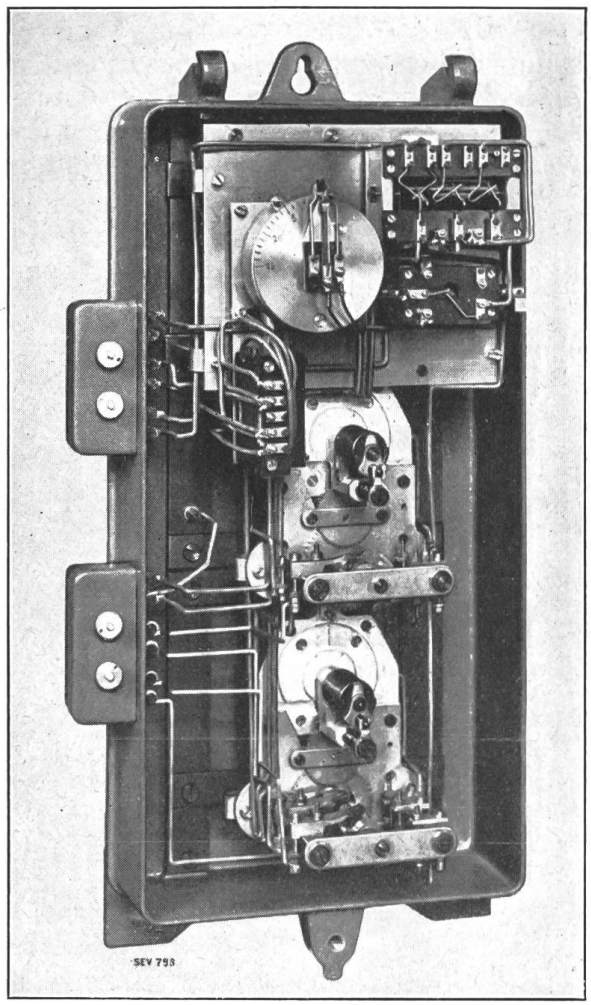


Fig. 9.
Ansicht des Schaltapparates (geöffnet) für die Steuerung der Speiseleitung mit automatischer Wiedereinschaltvorrichtung.

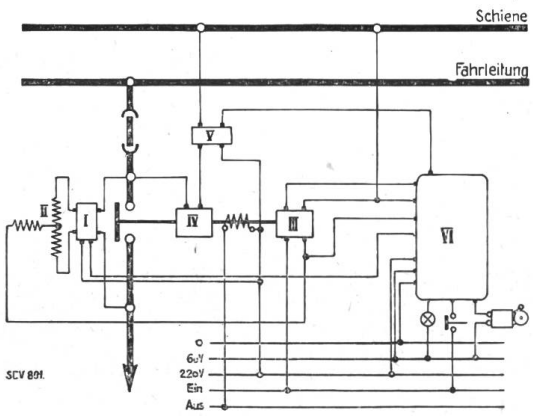


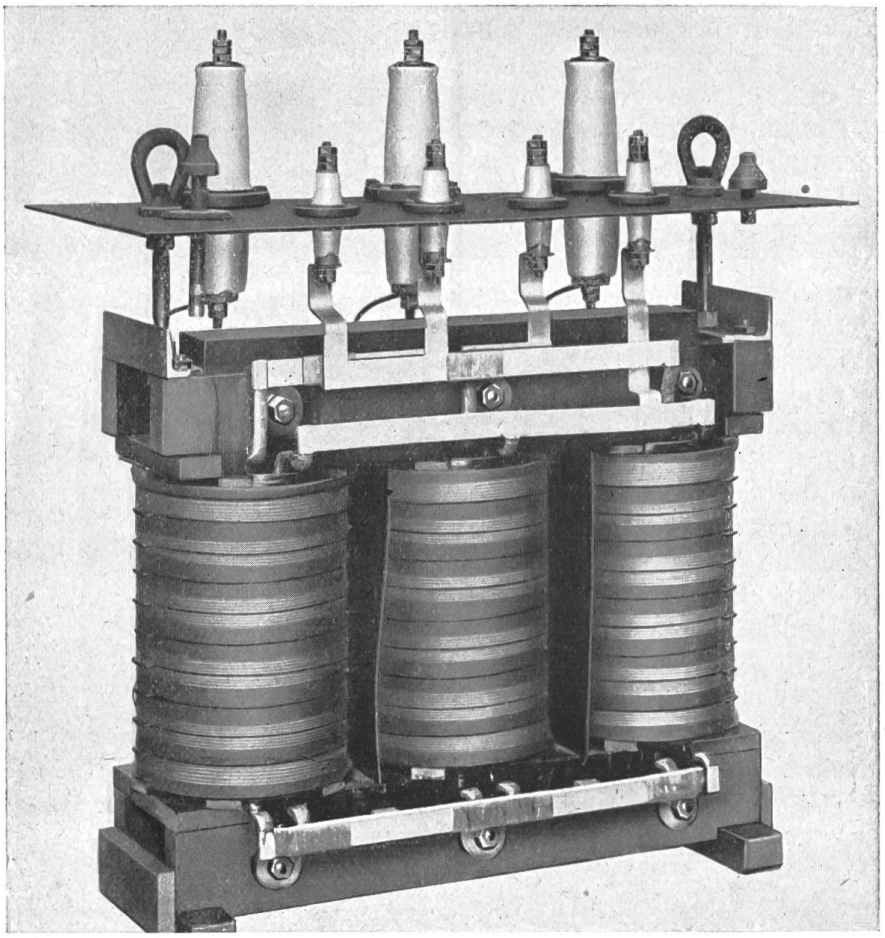
Fig. 10.
Generelles Schema der abgehenden Speiseleitung.
I = Schaltschütz.
II = Prüfwiderstand.
III = Hilfskontakte.
IV = Einschaltmagnet für den Selbstschalter.
V = Einschaltrelais.
VI = Schaltapparat mit Wiedereinschaltung.

Zum Schlusse der Beschreibung seien die Vorzüge, die ein Gleichrichter aufweist und die bei der Projektierung der Anlage im Dreispitz ausschlaggebend waren, in Kürze erwähnt: Hoher, bei allen Belastungen nahezu gleichbleibender Wirkungsgrad, einfache Inbetriebsetzung und Wartung, Unempfindlichkeit gegen hohe Belastungsstösse und Kurzschlüsse (zulässige Ueberlast während 10 Minuten 60 % seiner normalen Leistung und stossweise 100%). Fortfall jeglicher Abnützung (da rotierende Teile fehlen), geringes Gewicht, kleiner Platzbedarf, Geräuschlosigkeit (was bei Anlagen in bewohnter Nachbarschaft nicht zu unterschätzen ist).

Die automatische Anlage ist unabhängig von der Geistesgegenwart und Zuverlässigkeit des Bedienungspersonals; die Apparate schalten zwangsläufig in der richtigen Reihenfolge, Irrtum oder verspätetes Eingreifen ist ausgeschlossen.

Es darf mit Zuversicht gesagt werden, dass eine mit den neuesten Steuerapparaten ausgerüstete bedienungslose Gleichrichteranlage allen Anforderungen in bezug auf Betriebssicherheit und Zweckmässigkeit Rechnung trägt.

Technische Mitteilungen. – Communications de nature technique.

Billige kleine Leistungstransformatoren. 621.314

Bei kleinen Anlagen verursacht der Transformator gewöhnlich den grössten Teil der Kosten, teils durch seinen Anschaffungspreis, teils durch die erforderlichen Baukosten. Für den Betrieb müssen die Energieverluste im Transformator bei wechselnder Belastung möglichst gering, die Kosten des Unterhalts praktisch gleich Null sein. Ferner ist die Sicherheit in mechanischer und elektrischer Hinsicht eine Hauptbedingung. Die Firma A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, bringt seit mehreren Jahren