Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 12 (1921)

Heft: 10

Artikel: Die elektrische Pumpen-Warmwasserheizung in der Reparaturwerkstätte für elektrische Lokomotiven der Schweiz. Bundesbahnen, in Bellinzona

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057121

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: 08.08.2025

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

brennungsprodukte möglichst vermieden werden sollte, wenn es seinen Ruf als Kurort behalten soll. Man hat dort im praktischen Betriebe an Warmwasserbereitungsanlagen die Erfahrung gemacht, dass während der sechs Sommermonate ein Strom-

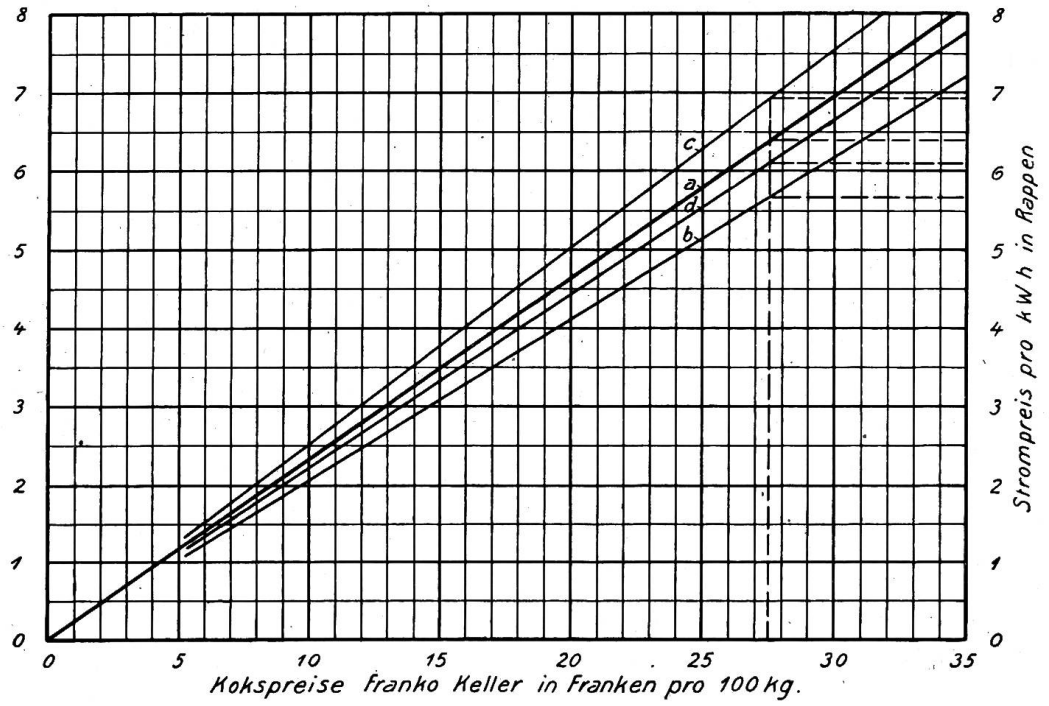

Fig. 10

Aequivalenzpreise zwischen elektrischer Energie und Koks.

a Mittelwert sämtlicher Versuche. Koksheizwert 6500 WE.
b Aequivalenzpreis bei einem Koksheizwert von 6500 WE.
c Unwirtschaftlichster Versuch No. Koksheizwert 6500 WE.
d Mittelwert sämtlicher Versuche. Koksheizwert 6800 WE.

preis von 5 Rappen pro kWh, im Winter ein solcher von $6^1/_2$ bis 7 Rappen bei den 1920 geltenden Kokspreisen (zirka 30 Fr. franko Behälter), die Einführung der elektrischen Warmwasserbereitung noch wirtschaftlich erscheinen liess. Bei entsprechend tiefern Kokspreisen müsste auch die elektrische Energie billiger abgegeben werden, um konkurrenzfähig zu bleiben. (Fortsetzung folgt.)

Die elektrische Pumpen-Warmwasserheizung in der Reparaturwerkstätte für elektrische Lokomotiven der Schweiz. Bundesbahnen, in Bellinzona.

Mitgeteilt von *Gebrüder Sulzer,* Aktiengesellschaft.

Die Elektrifikation der Gotthardstrecke der Schweiz. Bundesbahnen hat Gelegenheit geboten zur Erstellung einer elektrischen Heizanlage, die wohl eine der grössten ihrer Art sein dürfte. Zur Instandstellung ihrer elektrischen Lokomotiven erstellten die Bundesbahnen in ihrer Werkstätte in Bellinzona einen Neubau, der in der Hauptsache aus einer grossen Halle von zirka 100 m Länge, 24 m Breite und 17 m Höhe, sowie einigen kleinen Anbauten mit Toiletteräumen, Werkzeug- und Meisterzimmer besteht. Zur Heizung dieses Gebäudes sollte der für die elektrische Traktion verwendete Einphasenwechselstrom von $16^2/_3$ Perioden pro Sekunde verwendet werden. Die Wärmeverluste wurden bei einer Aussentemperatur von -5^0 Celsius zu 380 000 WE/Std. ermittelt, zu deren Deckung, inklusive Leitungs- und Trans-

formationsverluste, eine elektrische Leistung von 480 kW nötig ist. Durch eine spätere Erweiterung wird sich die erforderliche Leistung auf zirka 570 kW erhöhen.

Es wurde zunächst eine direkte elektrische Heizung mit passend verteilten Widerstandsheizkörpern in Erwägung gezogen, wobei der Bahnstrom von 15 000 Volt auf etwa 500 Volt heruntertransformiert worden wäre. Vergleichende Projekte zeigten jedoch, dass eine solche Anlage mit den vielen kostspieligen Heizkörpern und dem weitverzweigten Stromverteilungsnetz wesentlich teurer wird, als eine zentrale Umformung der elektrischen Energie in Wärme und Heizung mit Niederdruckdampf oder Warmwasser. Es ist nicht daran zu zweifeln, dass die vielen Einzelheizkörper mehr Unterhalt erfordert hätten, als ein Elektrokessel und die robusten Dampf- oder Warmwasserheizleitungen. Ausschlaggebend war schliesslich der Wunsch der Bundesbahnen, einen Ausgleich der Belastung des Bahnkraftwerkes dadurch zu erzielen, dass zur Zeit starker Streckenbelastung die Stromlieferung an die Heizung eingestellt wird. Das machte die Verwendung eines leistungsfähigen Wärmespeichers notwendig. Damit war die Systemwahl zugunsten einer Warmwasserheizung mit Wärmespeicher entschieden, und zwar konnte wegen der grossen horizontalen und geringen vertikalen Ausdehnung der Heizanlage nur eine Pumpenwarmwasserheizung in Betracht kommen.

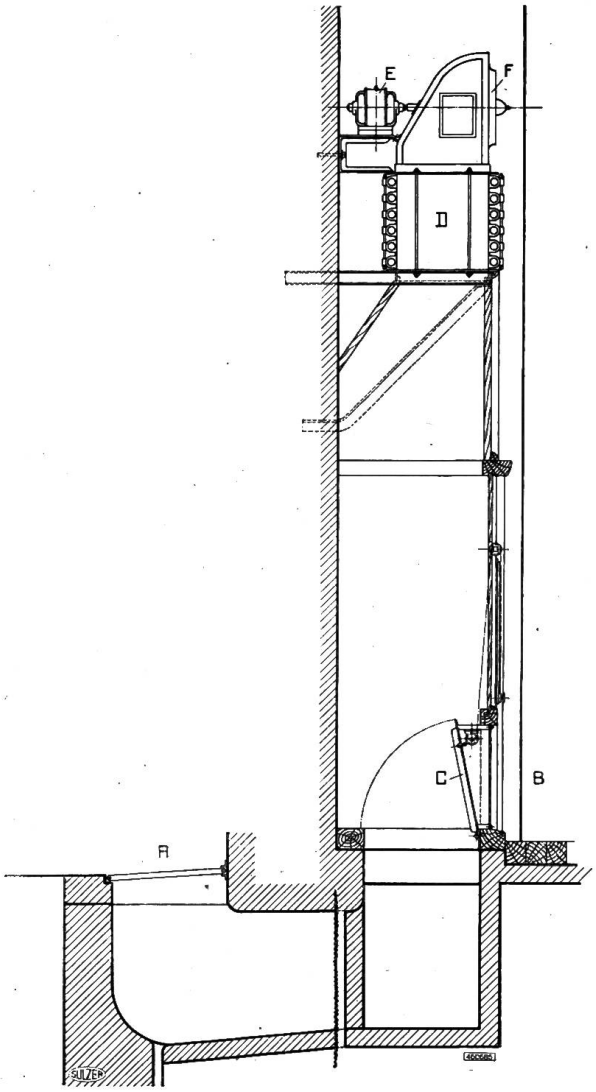

Fig. 1
Sendric-Heizapparat.

A Frischlufteintritt.
B Zirkulationslufteintritt.
C Mischklappe.
D Sendric-Heizkörper.
E Elektromotor.
F Ventilator.

Die Montagehalle enthält drei Geleise mit je drei Putzgruben, über denen die Lokomotiven instandgestellt werden. Ungefähr 30 % der gesamten für die grosse Montagehalle erforderlichen Heizfläche wurde in Form von Rohrschlangen an die Wände der Putzgruben verlegt. Diese Anordnung gestattet nicht nur eine gute Verteilung der Heizkörper auf die grosse Grundfläche des Gebäudes, sondern es ist damit auch die Möglichkeit geschaffen, im Winter die ankommenden Lokomotiven in kurzer Zeit von anhaftendem Schnee und Eis zu befreien. Durch die aufsteigende warme Luft wird der Raum in unmittelbarer Nähe der Lokomotiven, wo die meisten Arbeiter tätig sind, am besten erwärmt. Die Heizrohre jeder der Putzgruben haben eine eigene Abschliessung erhalten, damit im Bedarfsfalle nur diejenigen geheitzt werden müssen, über welchen sich Lokomotiven zum Abtauen befinden.

Der übrige Teil der Heizfläche ist, soweit er nicht aus den Verteilungsleitungen besteht, in fünf Fabrikheizapparaten untergebracht (Fig. 1). Dieselben bestehen aus einer aus Sendric-Elementen[1]) zusammengesetzten Heizfläche, an welcher die Luft

[1]) Beschreibung siehe S. B. Z., 1916, Band 67, Seite 270 und 279.

erwärmt und von einem elektrisch angetriebenen Ventilator in die Halle ausgeblasen wird. Die Apparate sind auf Konsolen an der Wand montiert, und zwar so hoch, dass eine gleichmässige Erwärmung der Halle nicht durch Anprallen des Luftstromes an eventuell vor ihnen stehende Fahrzeuge verhindert wird. Durch eine Regulierklappe mit Stellvorrichtung kann je nach Bedarf ganz oder teilweise mit Frischluft oder Umluft gearbeitet werden. Im Sommer werden die Apparate zur Kühlung der Montagehalle durch Ventilation benutzt.

Zur Heizung der Toilettenräume, Meister- und Werkzeugzimmer dienen Radiatoren und Röhrenheizkörper.

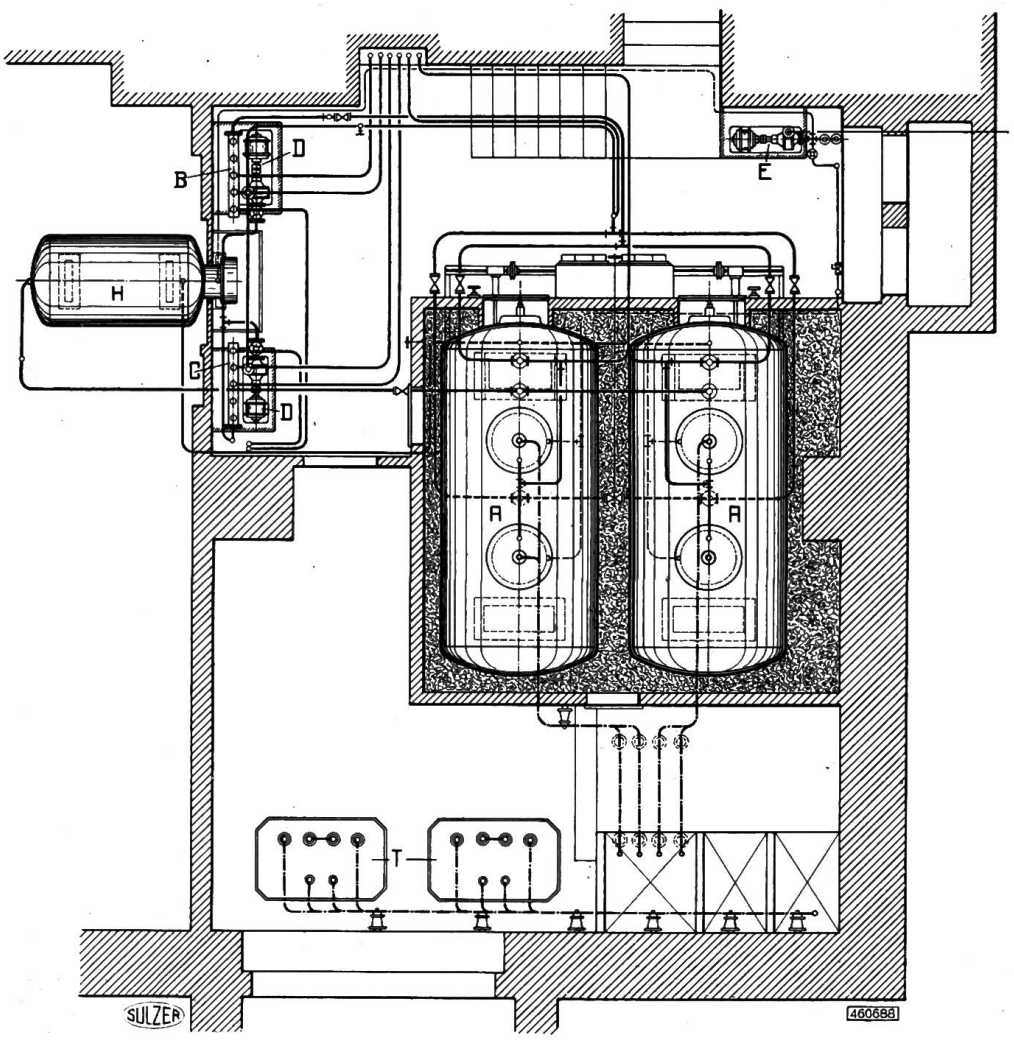

Fig. 2
Disposition des Heizraumes.

Im Interesse möglichst grosser Betriebssicherheit wurde auf eine genügende Reserve in den wesentlichen Bestandteilen der elektrischen Anlage Wert gelegt. Die Umsetzung der elektrischen Energie in Wärme erfolgt in zwei Kesseln mit je zwei Elektroden, Bauart Brown Boveri, von 300 kW Leistung, total 1 200 kW. Als die Ausführungseinzelheiten dieser Anlage festgesetzt werden mussten, war die direkte Verwendung von 15 000 Volt an den Elektroden noch nicht genügend abgeklärt. Es wurde daher eine Elektrodenspannung von 1 000 Volt festgesetzt, auf welche der Bahnstrom heruntertransformiert wird. Heute ist allerdings die Entwicklung des *Elektrokessels* mit Elektroden soweit gediehen, dass die direkte Verwendung von 15 000 Volt ohne Transformierung möglich wäre, was sich im praktischen Betrieb bereits bewährt hat.

Fig. 2 zeigt die Disposition des Heizraumes und Fig. 3 das Schema der Anlage. Die Hochspannungsapparate sind in einem vom Regulierraum abgeschlos-

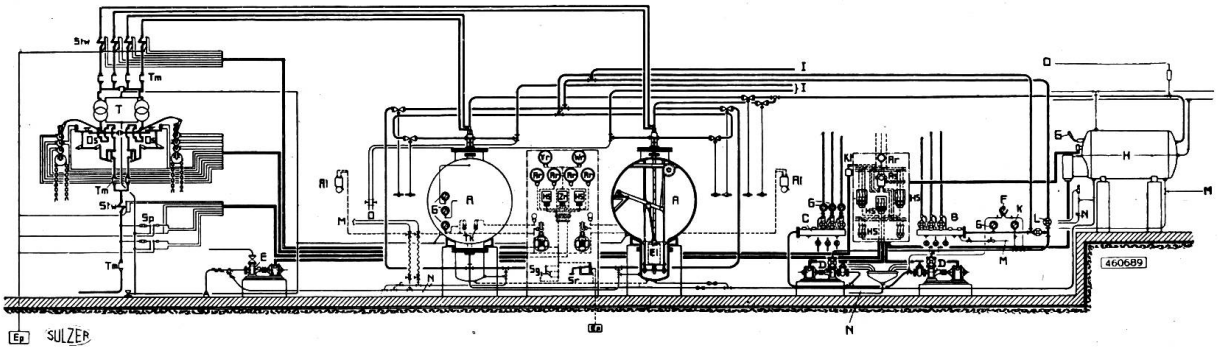

Fig. 3

Schema der elektrischen Pumpen-Warmwasserheizung.

Legende: (Zu den Fig. 2 und 3.)

A Speicher	G Thermometer	Os Oelschalter
Ar Amperemeter	H Warmwasserapparat	Sg Signalrelais
As Autom. Temperaturschalter	Hs Hilfsschalter	Sp Spannungswandler
Al Alarmglocke	Hs Handschalter	Sr Sicherheitsrelais
B Vorlaufverteiler	I Expansionsleitungen	Stw Stromwandler
C Rücklaufverteiler	K Hydrometer	T Transformator
D Umwälzpumpe und Motor	Kt Klingeltransformator	Tk Temperaturkontakt
E Entleerungspumpe	L Mischventil	Tm Trennmesser
El Elektroden	M Fülleitung	Vr Voltmeter
Ep Erdplatte	N Entleerungsleitung	Wr Wattmeter
F Manometer	O Entlüftung	Zr Zähler

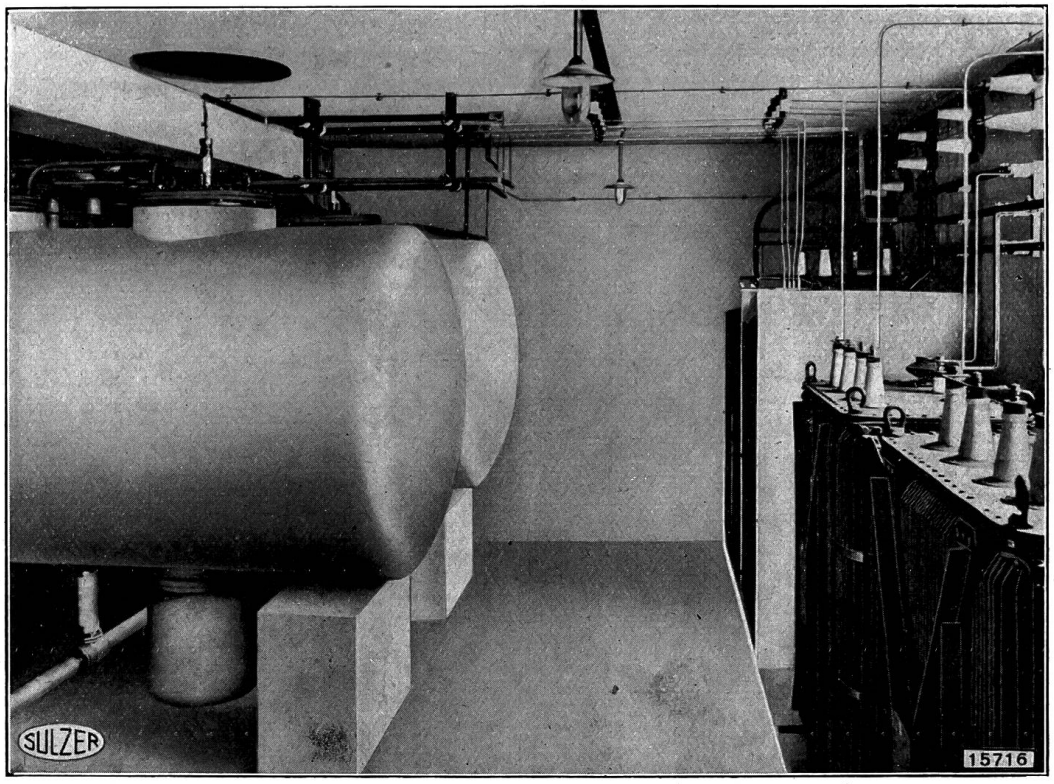

Fig. 4

Der Hochspannungsschaltraum.

senen Schaltraum untergebracht (Fig. 4). Der Einphasenstrom von 15 000 Volt, $16^2/_3$ Perioden/sec. wird durch eine Freileitung zum Gebäude und durch ein Kabel zu den Hochspannungsschaltern geführt; mit einem in der Montagehalle angebrachten

Kommandoschalter, welcher den betreffenden Leitungsschalter im Schaltposten des Bahnhofes betätigt, kann die Hochspannungsleitung ausgeschaltet werden. Zu jedem der beiden Wärmespeicher gehört je ein Transformator von 240 kW-Leistung, denen der Strom durch je einen einpoligen Oelschalter zugeführt wird. Durch künstliche Ventillation kann die Leistung jedes Transformators bis 520 kVA gesteigert werden. Die einzelnen Elektroden sind mittelst Trennmesser abschaltbar. Durch ein Trennmesser können die Transformatoren auch sekundär parallel geschaltet werden, so dass wenn nötig, jeder Transformator auf beide Warmwasserspeicher arbeiten kann. Die Rückleitung vom Speicher nach den Transformatoren ist mit den geerdeten Schienen verbunden, welche ihrerseits als Rückleitung des Bahnstromes dienen.

Die Oelschalter besitzen Maximal- und Nullspannungsauslösung. In den Stromkreisen der letzteren sind automatische Hilfsschalter, Bauart Ghielmetti, angeordnet, die von je einem in die Wärmespeicher eingebauten Temperaturkontakt betätigt werden. Dadurch werden die Oelschalter geöffnet, sobald die Temperatur in dem zugehörigen Speicher 110° C übersteigt. Das Wiedereinschalten muss von Hand erfolgen, ist jedoch erst dann möglich, wenn die Temperatur im Speicher soweit gesunken ist, dass der Hilfsschalter den Nullspannungsstromkreis wieder geschlossen hat. Durch einen Stöpselumschalter können die beiden Temperaturkontakte beliebig auf den einen oder andern Ghielmettiapparat geschaltet werden. Sollte infolge Versagens der Temperaturschalteinrichtung die Speichertemperatur bis auf 120° C steigen, so wird durch einen weitern Temperaturkontakt eine Alarmglocke in Tätigkeit gesetzt. Ein in den Nullspannungsstromkreis eingeschaltetes Sicherheitsrelais öffnet die beiden Schalter, sobald infolge eines Defektes der Erdleitung zwischen Speicher und Erde eine Spannungsdifferenz von mehr als zirka 60 Volt auftritt. Jedes unbetriebsmässige Auslösen der Oelschalter durch Ueberstromnullspannung oder Uebertemperatur wird durch Ertönen einer Alarmglocke und Aufleuchten einer Signallampe angezeigt, bis der Handbetrieb des Oelschalters mit der Schalterstellung in Uebereinstimmung gebracht ist. Ebenso ertönt die Glocke wenn nach einem Unterbruch in der Stromlieferung die Spannung wieder erscheint. Bei betriebsmässigem Ausschalten treten diese Signale nicht in Funktion. Auf einer Schalttafel im Regulierraum (Fig. 5) sind ein Voltmeter, ein Wattmeter, ein Zähler und je ein Amperemeter für jede Elektrode sowie die beiden Ghielmettischalter und die beiden Handräder zur Betätigung der Oelschalter angebracht.

Die beiden Wärmespeicher von je 10 m³ Inhalt bei 1,8 m Durchmesser und 4,2 m Länge haben auf der untern Seite je zwei Dome zur Aufnahme der Elektroden. Durch diese Anordnung wird eine gleichmässige Erwärmung des ganzen Speicherinhaltes und damit eine vollständige Ausnützung des Speicherraumes erzielt. Die Elektroden, Bauart Brown Boveri, bestehen aus je einem festen und einem beweglichen konzentrischen Blechzylinder. Die Leitungsaufnahme kann bei allen Wassertemperaturen zwischen 40 und 110° Celsius pro Elektrode von 200 bis 300 kW dadurch reguliert werden, dass der äussere bewegliche Zylinder in axialer Richtung verschoben wird. Diese Bewegung wird für beide Elektroden eines Speichers gemeinsam durch Verdrehen einer horizontalen Regulierwelle bewirkt, welche mit der in Fig. 5 sichtbaren Handkette und Schneckenrad angetrieben wird.

Bei der Entladung des Wärmespeichers, ohne gleichzeitige Stromzufuhr, sammelt sich das kalte Rücklaufwasser im untern Teil des Speichers an, ohne sich mit dem warmen Inhalt zu mischen. Die Temperatur beim Austritt des Wassers aus dem Speicher bleibt daher bis zum Ende der Entladung nahezu konstant, gleich der höchsten Speichertemperatur. Zur Kontrolle des Wärmeinhaltes sind in jedem Speicher je drei Thermometer in verschiedener Höhe angebracht. Die Speicher sind durch 40 mm starke Korkplatten gegen Wärmeverluste geschützt und durch eine dünne Backsteinmauer verschalt. Der Zwischenraum zwischen Verschalung und Speicher ist mit Schlacke ausgefüllt. Fig. 4 ist aufgenommen worden, bevor die Verschalung ausgeführt war, so dass die Speicher und einer der Elektrodendome noch sichtbar sind.

Um die Vorlauftemperatur der Heizung von derjenigen des Speichers unabhängig zu machen, wird dem aus dem Speicher kommenden Wasser, bevor es in die Vorlaufleitung gelangt, ein Teil des Rücklaufwassers beigemischt. Die Heizung der Putzgruben, der Sendricapparate und der Anbauten bildet je eine in Vor- und Rücklauf für sich abschliessbare Heizgruppe. Zwischen dem Rücklaufsammler und dem Speicher sind zwei elektrisch angetriebene Umwälzpumpen eingeschaltet, von denen eine allemal genügt, um die Zirkulation bei der vollen Leistung aufrecht zu erhalten, während die andere als Reserve dient. Ein Differentialmanometer, ein Thermometer und ein Hydrometer orientieren jederzeit über den Pumpendruck, die Vorlauftemperatur und den statischen Druck der Heizung. Drei weitere Thermometer dienen zur Kontrolle der Rücklauftemperaturen der drei Heizgruppen.

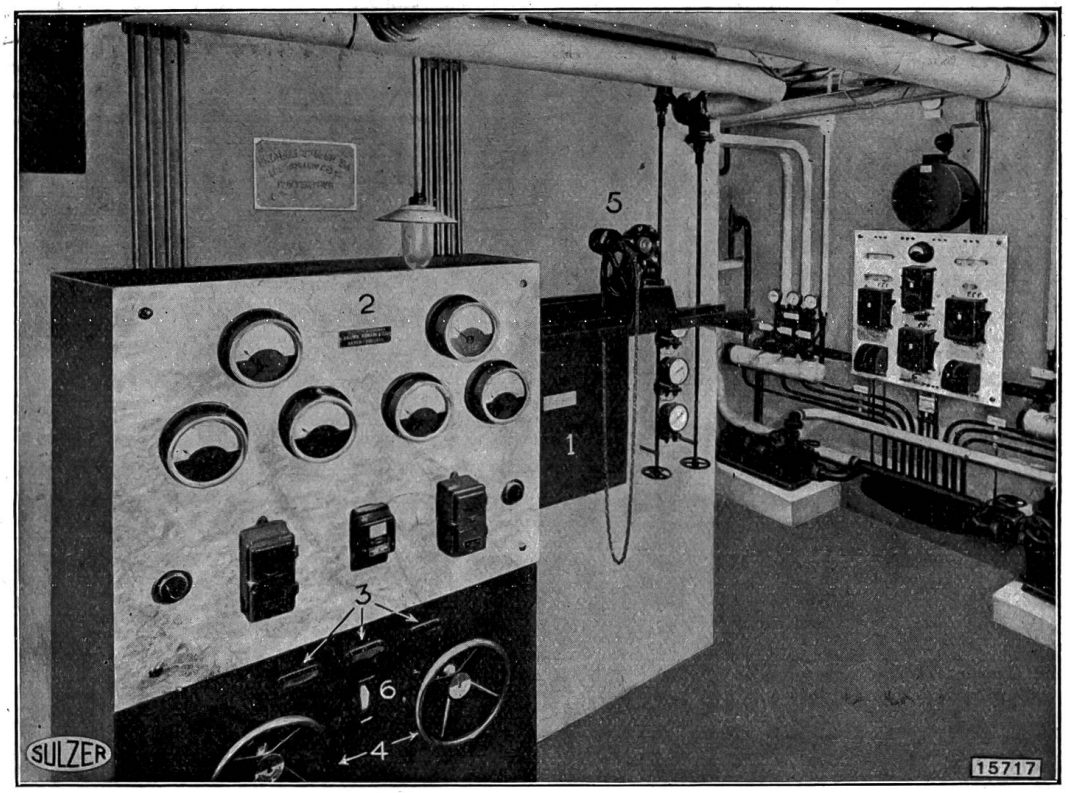

Fig. 5
Der Regulierraum.

Zur Vornahme von Untersuchungen und Reparaturen können die Elektroden durch Oeffnungen in der Decke des Speicherraumes nach dem darüber liegenden Toilettenraum aus dem Speicher herausgezogen werden. Um dabei die Heizung nicht entleeren zu müssen, sind in Vor- und Rücklaufleitung der Speicher Abschliessungen eingebaut. Jeder Speicher besitzt eine Sicherheitsleitung, welche in das Expansionsgefäss mündet. Letzteres ist über dem Stauboberlicht der Montagehalle angebracht, so dass im Speicherraum normalerweise ein statischer Druck von zirka 20 m Wassersäule herrscht, der gestattet, den Inhalt des Wärmespeichers auf über 110° C zu erwärmen, ohne dass Dampfbildung zu befürchten ist. Die Sicherheitsleitungen sind an der höchsten Stelle der Elektrodenstutzen angeschlossen, so dass Zersetzungsprodukte des Wassers, deren Bildung bei der niedrigen Periodenzahl von $16^2/_3$ pro Sekunde, nicht absolut ausgeschlossen ist, sicher abgeführt werden.

Der Heizraum, dessen Boden unterhalb des Grundwasserspiegels liegt, ist zirka 1,5 m hoch wasserdicht verputzt. Zur Entleerung der Speicher und der Heizung dient eine elektrisch angetriebene Niederdruckzentrifugalpumpe, an welche

die Speicher direkt angeschlossen sind, während die Heizung in einen Schacht entleert wird, aus welchem die Entleerungspumpe das Wasser ansaugt.

Zur Versorgung der Toiletten mit warmem Wasser dient ein Warmwasserapparat von 1 500 Liter Inhalt, der im Winter mit einer Heizschlange von dem Wärmespeicher aus und im Sommer durch einen an das städtische Drehstromnetz von 380 Volt angeschlossenen elektrischen Heizeinsatz von 16 kW geheitzt wird. Die elektrische Sommerheizung geschieht automatisch. Durch einen Temperaturschalter, Bauart Ghielmetti, wird die Stromzufuhr zum Warmwasserapparat aus- und eingeschaltet, wenn die Temperatur zirka 80° Celsius über- oder unterschreitet. Um die elektrische Heizung dem Warmwasserbedarf anpassen zu können, ist der Heizeinsatz in zwei Gruppen von 6,4 und 9,6 kW unterteilt. Auch die Motoren sind an das städtische Drehstromnetz angeschlossen. Auf einer Niederspannungsschalttafel, welche von der Firma Baumann & Kölliker in Zürich geliefert wurde, sind alle Sicherungen und Schalter samt dem Amperemeter für den Warmwasserapparat und die Motoren vereinigt.

Zur Heizung der Werkstätte genügt ein Wärmespeicher mit seinen beiden Elektroden, die zusammen 600 kW elektrische Leistung in Wärme umsetzen können und der zweite Kessel bildet eine Reserve. Ist der Inhalt beider Wärmespeicher auf 110° Celsius hochgeheizt, so stehen total 1,4 Millionen WE zur Verfügung, die ausreichen, um die Werkstätte bei −5° Aussentemperatur während zirka drei Stunden ohne Stromzufuhr zu heizen. Bei einer mittleren Wintertemperatur von +5° reicht die Wärmereserve für Heizung ohne Wärmezufuhr während zirka sechs Stunden aus. Anderseits genügt die Leistungsfähigkeit der vier Elektroden mit zusammen 1200 kW, um die Speicher in $1\,^1/_4$ Stunden hochzuheizen, wenn gleichzeitig keine Wärme an die Heizung abgegeben werden muss, bezw. in $2\,^1/_2$ Stunden, wenn gleichzeitig der volle Wärmeverlust der Werkstätte bei −5° Celsius gedeckt werden muss. Die verhältnismässig grosse Leistungsfähigkeit der Elektroden in Verbindung mit dem Wärmespeichervermögen, gestattet den Betrieb der Heizung an Hand des Fahrplanes so einzurichten, dass die Stromzufuhr nur während der Stunden schwacher Streckenbelastung nötig ist. Die Gesamtbelastung des elektrischen Teiles der Anlage für Bahnbetrieb und Heizung wird damit nicht grösser als für Bahnbetrieb allein, das heisst, die Heizung belastet weder die Hochspannungsleitungen, noch die Generatoren und Unterstationen. Diese Anlage wurde im Jahre 1920/21 von der Firma Gebrüder Sulzer A.-G., Abteilung Zentralheizungen, in Winterthur, als Generalunternehmer ausgeführt. Den elektrischen Teil dazu (Elektroden, Transformatoren und Schaltanlage) lieferte die Firma Brown, Boveri & Cie. in Baden.

Ueber den räumlichen Verlauf von Erdschlussströmen.

Von *Reinhold Rüdenberg,* Charlottenburg.

Wenn in einer grösseren Wechselstrom-Hochspannungsanlage ein Isolator eines eisernen Mastes durchschlägt, so fliesst an der Durchschlagsstelle ein Strom vom Transformator her über die Leitung durch den Mast zur Erde, der sich in ihr längs der Leitungsstrecke ausbreitet und von der Erdoberfläche als Verschiebungsstrom zu den ungestörten Leitungen übergeht, um von dort in den Transformator zurückzufliessen.

Fig. 1 stellt den Verlauf eines derartigen Fehlerstromes dar. Der speisende Drehstromtransformator wird durch diesen Strom in V-Schaltung unsymmetrisch belastet. Die Stärke des entstehenden *Erdschlusstromes* lässt sich aus der Erdkapazität der ungestörten Leitungen, dem Widerstande und der Induktanz des Erdschlusskreises berechnen. Im allgemeinen sind Widerstand und Induktanz so klein, dass sie neben der Wirkung der Kapazität keine erhebliche Rolle spielen, so dass diese allein ausschlaggebend für die Grösse des Erdschlusstromes ist. Die Bestimmung