Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 35 (1944)

Heft: 23

Rubrik: Mitteilungen SEV

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: 30.11.2025

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

zeitige Unterbrechungen in der Uebertragung der Messwerte des Wattmeters eingeleitet. Dadurch geht

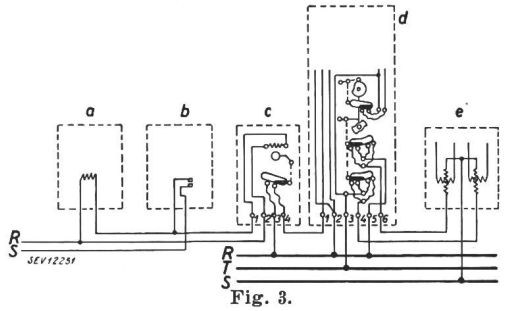


Fig. 3.
Gebereinrichtung für die Fernübertragung von Messwerten und Maximumzeigerauslösungen

a Hochpräzisionszähler FFP3 hdm mit Maximumzeiger. 10 000/100 V, 40/5 A.
b Schaltuhr.
c Fernschalter.
d Impulsgeber.
e Wattmeter (Geber).

Nullinie verzeichnet wird. Belastungsschwankungen werden durch normal starke Aufzeichnungen registriert, während der «Auslösestrich» durch die zweimalige Schaltfunktion dicker gekennzeichnet wird.

Das Bedienungspersonal im Kraftwerk ist damit in der Lage, nicht nur die momentane Leistung im Fremdenergiebezug zu überwachen, sondern auch die als Mittelwert über einer Stunde registrierte Leistung zu beurteilen. Somit kann die Spitzendekkung durch die hydraulische Anlage nach bestimmtem Plan durchgeführt werden. Da die Wasserreserve im Seealpsee verhältnismässig klein ist und dessen Zuflüsse speziell während den Wintermonaten sehr stark schwanken, ist die Grundlastübernahme mit Fremdenergie nicht gleichmässig, was fortwährend Dispositionsänderungen im Fremdenergiebezug in Abhängigkeit des Stauseeinhaltes bedingt. Durch die vorerwähnte Einrichtung, welche

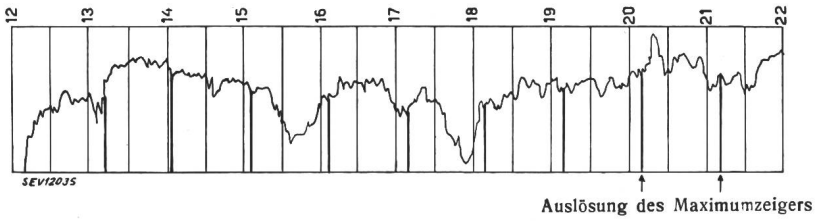


Fig. 4.
Registrierstreifen des Empfänger-Wattmeters im Kraftwerk
Zeitlicher Verlauf der Leistung des Fremdenergiebezuges.

der Wattmeterausschlag im Kraftwerk (Empfänger) auf Null zurück, so dass auf dem Registrierstreifen (Fig. 4) allstündlich (mit der obvermerkten Zeitverschiebung) ein starker Strich bis zur

sehr bescheidene Anschaffungskosten bedingte, kann mit Sicherheit eine ungewollte Maximum-Ueberschreitung im Fremdenergiebezug vermieden werden.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Bau eines Kraftwerkes an der Julia

621.311.21(494.26)

Wir geben hier die Weisung des Stadtrates Zürich vom 27. Oktober 1944 an den Gemeinderat wieder:

A. Energiebedarf und Vorgeschichte

Der Bedarf an elektrischer Energie steigt in der Stadt Zürich stark und unausgesetzt. Der Gesamtumsatz des Elektrizitätswerkes, das heisst die Summe aus in eigenen Kraftwerken erzeugter und von fremden Werken zugekaufter Energie hat sich wie folgt entwickelt:

	Gesamtumsatz Millionen kWh
1910	33 205
1920	121 892
1930	277 683
1940	437 577
1941	460 111
1942	449 596
1943	507 832
1944	550 500

Der Gesamtumsatz gibt indessen kein genaues Bild vom Energieverbrauch in der Stadt. Er enthält grosse Energiemengen, die an andere Elektrizitätswerke und Gemeinden und einzelne Fabriken ausserhalb Zürichs abgegeben werden, sowie die Uebertragungsverluste und die Energie zum Betrieb der Speicherpumpen im Kraftwerk Wäggital und anderes. Ein klares Bild über die Entwicklung des städtischen Energiebedarfes ergibt sich aus der Abgabe in das städtische Primärverteilnetz. Diese hat sich wie folgt entwickelt:

Nettoabgabe an das Verteilnetz Zürich	Millionen kWh
1910	21 467
1920	91 898
1930	189 763
1940	370 817
1941	384 664
1942	375 683
1943	427 511
1944	454 800

Ohne die wegen des Energiemangels in der Kriegszeit vom Eidgenössischen Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amt angeordneten Einschränkungen im Energieverbrauch wäre dieser in Zürich noch wesentlich stärker gestiegen, im Jahre 1944 zum Beispiel um rund 18 Millionen kWh.

Die eigenen Werke haben den Energiebedarf nicht zu decken vermocht. Stets musste von fremden Werken Elektrizität zugekauft werden. Darüber gibt folgende Tabelle Aufschluss:

	Eigenerzeugung Millionen kWh	Fremdenergie Millionen kWh
1910	28 936	4 269
1920	83 772	38 120
1930	201 351	76 332
1940	403 254	34 323
1941	371 603	90 102
1942	351 095	98 501
1943	404 024	103 808
1944	456 600	93 900

Seit dem 4. Januar 1943 ist das Kraftwerk Innertkirchen in Betrieb und Zürich erhält von den Grimselwerken jährlich etwa 100 Millionen kWh. Trotzdem ist der Bedarf so gross, dass zudem noch weitere rund 100 Millionen kWh von fremden Werken gekauft werden müssen. Dabei ist natürlich der Bedarf an Winterenergie besonders dringend.

Der Stadtrat hat sich seit Jahren bemüht, neue Energiequellen zu erschliessen. Es haben jedoch lediglich die Bemühungen um Beteiligung an der A.-G. *Kraftwerke Oberhasli* zum Erfolg geführt, während Bestrebungen für den Bau eines Kraftwerkes am Rhein zwischen *Rekingen* und *Koblenz* und vor allem jene für den Bau des *Kraftwerkes Hinterrhein* zwischen Rheinwald und Sils im Domleschg bis jetzt und, wie es scheint, noch auf längere Zeit hinaus nicht verwirklicht werden können. Ebenso unsicher ist die Möglichkeit des rechtzeitigen Baues der Kraftwerke *Greina-Blenio* oder die Verwirklichung der Projekte *Greina-Zervreila-Hinterrhein* oder *Greina-Zervreila-Glenner*, ganz abge-

sehen davon, dass die zwei letztgenannten offenbar wegen zu hoher Kosten nicht in Betracht kommen. Der Energiebedarf der zürcherischen Industrie und des Gewerbes zwingt nun aber zu raschem Handeln. Der Bevölkerung sind die unangenehmen Einschränkungen im Verbrauch der letzten Winter genügend bekannt. Es besteht für die Zukunft die Gefahr, dass im Winter sogar verstärkte Einschränkungen in der Belieferung industrieller Unternehmungen vorgenommen werden müssen, womit Arbeitslosigkeit, die ihren Grund lediglich im Mangel an elektrischer Energie hätte, droht. Deshalb hat der Stadtrat die Möglichkeit zum Bau eines stadteigenen Werkes, etwa von der Grösse des Albulawerkes oder des Limmatwerkes in Wettingen, ergriffen.

Ingenieur Oskar Höhn in Lenzerheide und Bauunternehmer Alfred Spaltenstein in Zürich hatten die Konzession für ein Kraftwerk an der Julia zwischen den Gemeinden Conters und Tiefenkastel erworben und boten sie der Stadt Zürich zum Kaufe an. Nach der Verweigerung der Konzession für den Stausee Rheinwald durch den Kleinen Rat des Kantons Graubünden wurden die Verhandlungen mit O. Höhn und A. Spaltenstein energisch gefördert, und am 30. Juni 1944 hat der Stadtrat den Vertrag über den Erwerb der erwähnten Konzession genehmigt, nachdem die Gemeinden und am 20. Juni 1944 der Kleine Rat des Kantons Graubünden der Uebertragung zugestimmt hatten.

Die Stadt Zürich hat schon während des Baues des Albulawerkes, also um das Jahr 1910 herum, zusammen mit anderen Interessenten die Frage des Baues von Kraftwerken an der Julia geprüft. Die Talstufen bei Marmels, Roffna und Savognin-Conters scheinen die Anlage von Stauseen zu ermöglichen. Leider aber sind die geologischen Verhältnisse ungünstig, indem der Boden, meist aus Bergsturzmaterial bestehend, den Bau hoher Staumauern verunmöglicht. Die Studien wurden daher seinerzeit nicht weiter verfolgt, weil nur der Bau von Laufwerken ohne Winterakkumulierung möglich ist. Die heutige Notlage rechtfertigt es aber, das günstigste dieser drei Laufwerke zu verwirklichen, weil damit zu verhältnismässig billigem Preise die für Zürich unbedingt nötige Energie in einem Werk gewonnen werden kann, das mit dem Albulawerk und dem Heidseewerk zu einer organischen Betriebseinheit verbunden werden kann.

B. Die Konzession

Die Konzession enthält folgende, für die Stadt Zürich wesentliche Bestimmungen: Die Gemeinden Tiefenkastel, Mons, Salux, Reams und Conters erteilen der Konzessionsinhaberin das Recht für den Bau und Betrieb einer Wasserkraftanlage zum Zwecke der Erzeugung elektrischer Energie aus der Julia mit ihren Zu- und Nebenflüssen ungefähr von der Einmündung des Adontbaches bis hinunter zum Höhepunkt 830 m, das heisst der oberen Konzessionsgrenze des Albulawerkes. Die Wahl der Einmündungsstelle des Wassers in die Albula wird dem Ermessen der Konzessionsinhaber freigestellt, doch darf die Gemeindegrenze Tiefenkastel nicht überschritten werden.

Die Konzession wird erteilt für die Dauer von 80 Jahren, beginnend mit dem Tage der Genehmigung durch den Kleinen Rat des Kantons Graubünden. Diese erfolgte am 2. Juli 1942. Die Konzession dauert also bis zum 2. Juli 2022. Nach Artikel 58, Absatz 2, des Bundesgesetzes über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte vom 22. Dezember 1916 kann die Stadt Zürich als «Gemeinwesen» verlangen, dass die Verleihung nach ihrem Ablauf erneuert werde, sofern nicht Gründe des öffentlichen Wohles entgegenstehen.

Die Gemeinden treten das zum Bau des Werkes benötigte Wald- und Weideland, soweit es in ihrem Besitze ist, unentgeltlich, bebautes Land zum ortsüblichen Preis ab, und gestatten unter sichernden Bedingungen die unentgeltliche Gewinnung von Sand, Kies und Steinen zum Werkbau auf Gemeindeboden. Beim Bau und Betrieb sind einheimische Arbeitskräfte und vorhandene Baumaterialien angemessen zu berücksichtigen.

Vom Tage der ersten Inbetriebsetzung des Werkes an räumen die Gemeinden der Konzessionärin während zehn Jahren Steuerfreiheit ein.

Der jährliche Wasserzins ist vom fünften Betriebsjahr an auf 25 000 Fr. festgesetzt. Während der ersten vier Betriebsjahre wird ein ermässigter Wasserzins erhoben. Die einmalige Konzessionsgebühr beträgt 20 000 Fr. Den Konzessionsgemeinden ist Gratisenergie bis zur Maximalleistung von 110 kW und ein höherer Bedarf zum laufenden Tagespreis zu liefern. Die gewonnene Energie darf auch ausserhalb des Kantons verwendet werden.

Die Konzession erlischt, wenn mit dem Bau innert zweier Jahre nach ihrer Genehmigung nicht begonnen wird. Diese Frist ist von den Konzessionsgemeinden und dem Kleinen Rat auf Begehren der Stadt Zürich auf fünf Jahre verlängert worden. Sollten die Inangriffnahme und die Ausführung der gesamten Wasserkraftanlagen durch kriegswirtschaftliche Massnahmen der zuständigen Behörden verzögert oder hinausgeschoben werden, so gilt die gleiche Fristverschiebung für alle im Konzessionsvertrag enthaltenen Rechte und Pflichten.

C. Das Projekt

Das Projekt für den baulichen Teil (Wasserfassung, Stollen, Druckleitung, Maschinenhausunterbau und Wasserableitung) ist von Oberingenieur H. Bertschi vom städtischen Bureau für Wasserkraftanlagen aufgestellt worden. Die Planung des elektromechanischen Teiles besorgte das Elektrizitätswerk. Die architektonischen Aufgaben für das Maschinenhaus und die Wohnkolonie wurden den Architekten Gebrüder Pfister in Zürich übertragen.

Das Projekt wurde Prof. Dr. E. Meyer-Peter, Direktor der Versuchsanstalt für Wasserbau der Eidgenössischen Technischen Hochschule, zur Prüfung und Begutachtung der baulichen und hydraulischen Verhältnisse zugestellt. Die geologischen Verhältnisse haben Geologe Dr. Jakob Hug in Zürich und Dr. A. von Moos, Geologe der Versuchsanstalt für Wasserbau der Eidgenössischen Technischen Hochschule, untersucht. Durch etwa 100 Schürfungen, 6 Tiefbohrungen und verschiedene Wasser- und Gesteinsuntersuchungen sind die bautechnischen Fragen abgeklärt worden. Die Untersuchungen haben ergeben, dass die geologischen Verhältnisse im allgemeinen günstig und nur vereinzelte geringe Arbeitserschwernisse zu erwarten sind.

a) Wasserführung und Gefälle

Die Abflussmengen der Julia werden in Tiefenkastel etwa 300 m oberhalb ihrer Einmündung in die Albula vermittels einer Limnigraphenstation des Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft in Bern dauernd gemessen. Bei der Meßstation Tiefenkastel beträgt das Einzugsgebiet der Julia 325 km² und bei der Staustelle in Burvagn 309 km². Durch die Einleitung der Seitenbäche in den Druckstollen können die Abflussmengen von rund 315 km² im Juliawerk ausgenützt werden. Nach der 20jährigen Messperiode 1921 bis 1940 beträgt die mittlere Niederwassermenge 2,5 m³/s und das grösste Hochwasser 182 m³/s.

Beim Stauwehr Burvagn ist der Aufstau der Julia auf Kote 1117 vorgesehen. Die Wasserrückgabe erfolgt in die Albula am Anfang des Staubeckens des Albulawerkes auf Kote 822.40 (alter Horizont 825 56). Es steht demnach ein Bruttogefälle von 294,6 m zur Verfügung. Nach Abzug der Druckverluste beträgt das Nettogefälle bei Vollbetrieb mit 10 m³/s 274,75 m.

b) Leistungen und Energieproduktion

Der Ausbau des Juliawerkes ist für 10 m³/s vorgesehen, welche Wassermenge im Mittel während 147 Tagen im Jahr vorhanden ist oder überschritten wird. Die Höchstleistung des Werkes beträgt 22 765 kW. Die mittlere Jahresleistung beläuft sich auf 15 740 kW.

Die mittlere theoretische jährliche Energieproduktion verteilt sich folgendermassen:

	kWh	%
Winterhalbjahr, 1. Okt. bis 31. März .	46 924 200	33,5
Sommerhalbjahr, 1. April bis 30. Sept.	93 148 200	66,5
Jahresproduktion	140 072 400	100

c) Die Bauobjekte

Staubecken und Wehranlage Burvagn

Das Staubecken liegt in dem flachen Talboden zwischen dem Adontbach und dem Burvagnbach. Es hat eine Länge von etwa 800 m und eine grösste Breite von 160 m. Zwischen dem tiefsten Betriebswasserspiegel auf Kote 1112.50 und dem höchsten Stauspiegel auf Kote 1117 ist ein nutzbarer Stau-

raum von 200 000 m³ vorhanden, der bei Abflussmengen unter 10 m³/s für den Tagesausgleich benützt werden kann.

Das Stauwehr ist bei Burvagn projektiert beim Uebergang des flachen Talbodens in die Flußstrecke mit stärkerem Gefälle. Die obere Wehrflucht befindet sich etwa 50 m oberhalb der Einmündung des Burvagnbaches in die Julia. Der Untergrund im Gebiet des Stauwehres besteht zunächst aus Alluvionen der Julia, Gerölle, Kies und Sand, die zum Teil etwas Lehm in den Zwischenräumen führen. Gegen die Tiefe mehren sich die locker liegenden Dolomitblöcke, die aus dem darunter liegenden Bergsturzmaterial stammen. Die Mächtigkeit dieser Deckschicht beträgt am rechten Ufer 7,36 m und am linken Ufer 7 m. Darunter folgt das Dolomit-Bergsturzmaterial in kompakter Lagerung. Das Stauwehr kann somit in verhältnismässig geringer Tiefe auf zuverlässigen Fels fundiert werden. Im rechtsseitigen Talhang wird das Wehrwiderlager in eine praktisch dichte Moräne eingebaut.

Der Aufstau der Julia erfolgt etwa 9 m über die heutige Flußsohle. Die Ableitung der Hochwasser und Geschiebe wird durch zwei Grundablässe von je 6 m lichter Breite und 3,5 m lichter Höhe, deren Schwelle auf Kote 1107 liegt, bewerkstelligt. Die Grundablässe werden vermittels eiserner Gleitschützen abgeschlossen. Ueber den Grundablässen sind von Kote 1115...1117 Ueberläufe angeordnet. Der Abschluss dieser Ueberlauföffnungen erfolgt vermittels Senkschützen, damit das auf dem Wasserspiegel schwimmende Geschwemmsel leicht abgeschwemmt werden kann. Für das Stauwehr ist keine ständige Wartung durch einen Wehrwärter vorgesehen. Damit bei plötzlich eintretenden Hochwassern keine Ueberschwemmungen der Anlagen entstehen können, werden die Ueberlaufschützen mit Fernsteuerung versehen, die vom Maschinenhaus aus betätigt werden kann. Zudem sind zwei Saugüberfälle im Stauwehr eingebaut, die das Wasser automatisch abführen, sobald der Stauspiegel die Kote 1117 überschreitet.

In den 20 Jahren von 1921...1940 erreichte das grösste Hochwasser der Julia in Burvagn eine Abflussmenge von 182 m³/s. Bei dem tiefsten Betriebswasserspiegel auf Kote 1112.5 vermag ein Grundabfluss eine Wassermenge von 108 m³/s abzuführen. Die beiden Grundablässe vermögen somit beim tiefsten Stauspiegel die grössten zu erwartenden Hochwasser zu bewältigen. Bei höchstem Stau auf Kote 1117 können folgende Wassermengen durch die Abflussöffnungen abgeleitet werden:

1. 2 Grundablässe	2·160 =	320 m³
2. 2 Ueberläufe	2· 30 =	60 m³
3. 2 Saugüberfälle	2· 20 =	40 m³
Zusammen		420 m³

Die Abflussorgane sind somit reichlich dimensioniert auch für den Fall, dass eine Wehröffnung für Revisionen oder Reparaturen durch die Dammbalken vollständig abgeschlossen ist.

Am linken Ufer ist der Einlauf mit dem Geschiebesammler an das Stauwehr angeschlossen. Die Schwelle des Einlaufes liegt auf Kote 1109 2 m über der Schwelle der Grundablässe. In der 10 m breiten und 6 m hohen Einlauföffnung ist ein Rechen von 50 mm Spaltweite angebracht, der vermittels einer einfachen maschinellen Einrichtung gereinigt werden kann. Die Durchflussgeschwindigkeit durch den Rechen beträgt bei Vollbetrieb und Stau auf Kote 1117 nur 17 cm/s, beim tiefsten Stauspiegel auf Kote 1112.5 erhöht sich die Einlaufgeschwindigkeit auf 46 cm/s. Der Einlauf kann gegen den Geschiebesammler durch eine eiserne Schütze von 7 m Breite und 3 m Höhe abgeschlossen werden. Aus dem Einlauf gelangt das Betriebswasser in den 40 m langen und 7 m breiten Geschiebesammler, in dem sich allfälliges durch den Rechen eingeschwemmtes Geschiebe und Sand auf dem als Rinne ausgebildeten Boden ablagern und am Ende des Geschiebesammlers durch den Spülauslauf in die Julia abgeführt werden kann. Der Geschiebesammler kann bei abgestelltem Werkbetrieb entleert und gereinigt werden, was jeweilen etwa eine bis zwei Stunden erfordert. Bei Hochwasser der Julia und abgesenktem Stauspiegel kann der zufliessende Sand und Schlamm durch Oeffnen des Spülauslaufes auch während des Betriebes des Werkes ausgespült werden.

Die Wehranlage ist etwa 300 m von der Kantonsstrasse entfernt. Für die Bauausführung und als dauernde Zufahrt ist eine 3 m breite und etwa 600 m lange Zufahrtstrasse mit 10...12 % Gefälle zu erstellen.

Druckstollen mit Wasserschloss

Vom Stauwehr Burvagn verläuft der Druckstollen linksseitig der Julia in möglichst gestreckter Richtung unter dem Motta da Vallac und dem Dorfe Mons nach dem etwa 800 m westlich Mons gelegenen Wasserschloss.

Der kreisrunde Stollen von 2,26 m Durchmesser erhält auf die ganze Länge eine 25 cm starke Betonauskleidung mit einem glatten inneren Verputz. In der an das Stauwehr anschliessenden, etwa 220 m langen Bergsturzstrecke ist innerhalb der Stollenmauerung noch eine 7 cm starke Auskleidung mit armiertem Gunit vorgesehen. Für die Bauausführung werden zwei Fensterstollen erstellt, das Fenster Balandegn bei km 0,930 und das Fenster Mülegn bei km 2,810. Durch diese Fensterstollen wird der Druckstollen in drei Abschnitte unterteilt, damit die Bauausführung von sechs Angriffsstellen aus erfolgen kann, was zur Erleichterung der Bauausführung und zur Verkürzung der Bauzeit notwendig ist. Durch die Fensterstollen kann das Wasser des Saluxbaches, des Balandegnbaches und der Ava da Mülegn in den Druckstollen eingeleitet werden.

Für den Antransport der Bauinstallationen sind bereits Zugangswege zu den Baustellen vorhanden. Der grösste Teil der Betonmaterialien kann in der Nähe der Fensterstollen aus dem dort vorhandenen Dolomitkalkstein gewonnen werden. Vermittels Seilbahnen können die fehlenden Materialien in einfacher Weise von der Julierstrasse den Baustellen zugeführt werden.

Bei Stollenkilometer 4,290 ist das Wasserschloss angeschlossen. Es besteht aus einem 120 m langen unteren Reservoirstollen von 3 m Durchmesser mit 850 m³ Inhalt, einem vertikalen Schacht bis Kote 1127 von 3,5 m Durchmesser mit 275 m³ Inhalt und einer oberen Reservoirkammer mit 440 m³ Inhalt. Die Dimensionierung des Wasserschlosses erfolgte auf Grund der hydraulischen Berechnungen von Dr. Ch. Jaeger, Versuchsanstalt für Wasserbau an der Eidgenössischen Technischen Hochschule. Die baulichen Verhältnisse für das Wasserschloss sind günstig. Die obere Reservoirkammer kann in guten Kalksandsteinfelsen ausgesprengt werden, in dem voraussichtlich keine oder nur eine teilweise Ausmauerung erforderlich sein wird.

Druckleitung

Von der Abzweigung des Wasserschlosses bei Stollenkilometer 4,290 verläuft der Druckstollen auf 40 m Länge in der Richtung der Druckleitungsachse mit 2 % Gefälle. Bei m 40 beginnt die schmiedeiserne Druckleitung von 1700 mm Lichtweite. Diese ist zunächst auf 40 m Länge in einem Rohrzapfen im Felsen einbetoniert. Anschliessend folgt ein etwa 40 m langer Rohrstollen durch die Grundmoräne, in dem die Druckleitung bis zur Apparatenkammer offen verlegt ist. Die Apparatenkammer bildet den Abschluss des Rohrstollens; sie enthält als Rohrabschluss eine Drosselspule mit den zugehörigen Apparaten.

Von der Apparatenkammer verläuft das Druckleitungstrasse senkrecht zum Talhang in nahezu gerader Richtung zu dem an der Albula gelegenen Maschinenhaus. Aus wirtschaftlichen Gründen ist der Durchmesser der Druckleitung in drei Zonen von 1700, 1600 und 1500 mm abgestuft worden. Die Druckleitung wird zum Schutze gegen die atmosphärischen Einflüsse und das Rosten in den Boden verlegt und einbetoniert. Das unterste Stück von m 657,5 bis m 769,5 wird in einem Stollen durch einen Felskopf geführt und satt im Felsen einbetoniert. Die Leitung hat eine Länge von 820 m. Für ihre Montage muss eine Seilbahn erstellt werden, die auch für den Transport und ihre Verteilung des Aushubmaterials längs der Druckleitung und für die Zufuhr der Baumaterialien dient.

Maschinenhaus

Das Maschinenhaus ist an der oberen Staugrenze des Albulawerkes am linken Albulaufer auf einer ebenen Fläche Wiesland im Ausmasse von etwa 6000 m² vorgesehen.

Der Maschinensaal liegt auf der Westseite des Gebäudes. Seine Dimensionen sind rund: Länge 22 m, Breite 11 m und Höhe 13 m. Er enthält die Generatoren sowie einen Montageplatz.

Die zwei vertikalachsigen Francisspiralturbinen sind für die folgenden Konstruktionsdaten gebaut:

Nettogefälle	275...293 m
Wassermenge je	5 m³/s
Leistung je	11 700...12 900 kW
Drehzahl	1000/min

Mit diesen Turbinen sind direkt gekuppelt zwei Drehstrom-Synchron-Generatoren in geschlossener Bauart mit direkt aufgebautem Erreger und Hilfserreger für

Nennleistung pro Generator	14 000 kVA
Spannung	6600 V
Frequenz	50/s

Der Maschinensaal wird von einem elektrischen Laufkran mit einer Tragkraft von 45 t überspannt, der der Montage und Demontage der Maschinengruppen dient und mit dem auch die Transformatoren ausgezogen werden können.

Das Dienstgebäude schliesst unmittelbar an den Maschinensaal an. Es enthält als wichtigste Räume, direkt an den Montageplatz anstossend, die Kommandostelle und die Werkstätte. Ferner sind alle für eine derartige Kraftwerkanlage nötigen Nebenräume für Personal, Eigenbedarf usw. vorgesehen. Im Dienstgebäude ist auch die 7-kV-Schaltanlage für die Versorgung der umliegenden Gemeinden untergebracht.

Die Schaltanlage ist östlich vom Betriebsgebäude als 150-kV-Freiluftanlage projektiert. Die bestehenden 50-kV-Transportleitungen vom Albulawerk nach Zürich sind bereits an der oberen Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt, weswegen sie so rasch als möglich für eine Spannung von 150 kV umgebaut werden müssen. Es ist daher gegeben, die Schaltanlage heute schon für 150 kV derart zu erstellen, dass sie ohne Mehrkosten mit 50 kV betrieben werden kann, bis die Transportleitungen nach Zürich für 150 kV umgebaut sind.

Die 150-kV-Freiluftanlage beansprucht eine Grundfläche von $56 \cdot 31 = 1736$ m². Sie enthält zwei Felder für die beiden mit den Generatoren direkt gekuppelten 14 000-kVA-Transformatoren, ferner drei Leitungsfelder für zwei Leitungen Richtung Albulawerk und eine Leitung Richtung Engadin, sowie eine Sammelschiene.

Zufahrtstrasse zum Maschinenhaus

Für die Zufuhr der Baumaterialien und Maschinen und als dauernde Zufahrt muss eine Strasse vom Bahnhof Tiefenkastel zum Maschinenhaus erstellt werden.

Längs der Rhätischen Bahn ist von der Station Tiefenkastel bis Prada auf etwa 650 m Länge bereits ein 2...2,5 m breiter Fahrweg mit geringem Gefälle vorhanden. Diese Strecke muss auf 3,5 m verbreitert, im Gefälle ausgeglichen und mit genügend starker Fahrbahn versehen werden. Von Prada bis zur Albula ist nur ein schmaler Weg vorhanden; es kann aber auch in dieser etwa 550 m langen Strecke leicht eine 3,5 m breite Strasse mit höchstens etwa 11 % Gefälle erstellt werden, die allen Anforderungen genügen wird. Die Albula wird mittels einer Eisenbetonbalkenbrücke von 26 m Spannweite und 3,5 m Fahrbahnbreite überbrückt.

Wohnhäuser für das Betriebspersonal

Der normale Betrieb des Kraftwerkes erfordert Schichtenführer und Maschinisten, im ganzen acht Mann. Für dieses Personal müssen möglichst in der Nähe des Maschinenhauses Wohnungen erstellt werden. Geeignetes Bauland ist an der Zufahrtstrasse zum Maschinenhaus auf der Terrasse Prada vorhanden. Es sind dort acht Einfamilienhäuser projektiert, von denen je vier Häuser zu einem Reihenhaus vereinigt sind. Jedem Wohnhaus sind etwa 300 m² Garten- und Pflanzland und ein genügend grosser Holz- und Geräteschuppen zugeteilt. Die Wohnhäuser sind architektonisch derart gestaltet, dass sie sich gut in das Landschaftsbild einfügen und den klimatischen Verhältnissen entsprechen.

50-kV- bzw. 150-kV- Uebertragungsleitung Tiefenkastel—Sils

Die Uebertragung der elektrischen Energie über das zur Verfügung stehende Leitungstrasse durch die Schynschlucht mit grossen Gefällsbrüchen und bewaldeten Steilhängen ist nur über eine Leitung mit Gittermasten im Weitspannsystem möglich. Der Umfang der Energieproduktion, die Rücksicht auf die Betriebssicherheit und die Möglichkeit der Ausführung von Betriebsarbeiten ohne Unterbrechung in der Energieabgabe erfordert eine Leitung mit zwei Drehstromsträngen. Als Betriebsspannung sind 50 kV, später 150 kV vorgesehen. Das Trasse führt ab Kraftwerk Julia-Tiefenkastel parallel zur Albula bis Sils. Die Uebertragungsleitung erhält eine Länge von etwa 9 km.

Infolge des stark kupierten Geländes ergeben sich grosse Ungleichheiten in den Spannweiten, welche Leitungsabspannungen und schwere Abspannmasten bedingen. In Erscheinung tritt die Leitung nur bei Alvaschein, ohne jedoch das Landschaftsbild zu stören.

Signal- und Registrieranlagen

Im Maschinenhaus Tiefenkastel ist eine Hochfrequenztelephonanlage vorgesehen, an welche die sämtlichen Kraftwerke des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich und die Werkanlagen angeschlossen sind. Ferner werden registriert der Stauspiegel beim Stauwehr Burvagn, der Limnigraph in der Julia in Tiefenkastel, der Limnigraph in der Albula in Tiefenkastel und der Stauspiegel des Albulawerkes.

D. Kostenvoranschlag

Der folgende Baukostenvoranschlag entspricht den im September 1944 geltenden Materialpreisen und Arbeitslöhnen sowie den Angeboten der Maschinenfabriken.

	Fr.
A. Vorarbeiten und Konzessionserwerbung	220 000
B. Expropriation und Entschädigungen	85 000
C. Kraftversorgung der Baustellen	174 900
D. Bauliche Arbeiten im Staubecken	20 000
E. Wehranlage Burvagn und Zufahrtstrasse	1 865 000
F. Druckstollen mit Wasserschloss	3 500 000
G. Druckleitung:	
Erd- und Maurerarbeiten	406 800
Rohrleitung und Apparate	776 000
H. Maschinenhaus:	
Baulicher Teil	673 000
Mechanischer und elektrischer Teil	3 498 000
I. Zufahrtstrasse zum Maschinenhaus	112 200
K. Verbindungsweg vom Maschinenhaus zum Stauwehr Nisellas	36 000
L. Wohnhäuser für das Betriebspersonal	380 000
M. 50-kV- bzw. 150-kV-Uebertragungsleitung nach Sils	855 000
N. Signal- und Registrieranlagen mit den erforderlichen Kabelleitungen	50 000
O. Allgemeine Baukosten:	
Bauleitung	586 000
Bauzinsen	662 000
Warenumsatzsteuern	320 000
P. Unvorhergesehenes	780 100
Baukosten zusammen	15 000 000

E. Gestehungskosten der elektrischen Energie

Das Juliawerk bildet mit dem Albulawerk und dem Heidseewerk eine Betriebsgemeinschaft, wodurch erhebliche Einsparungen an den Betriebskosten ermöglicht werden. Unter den vorliegenden günstigen Verhältnissen dürften die Jahreskosten des Juliawerkes etwa 8 % der Baukosten betragen, entsprechend Fr. 1 200 000.

Die mittlere mögliche Energieproduktion des Juliawerkes beträgt:

Sommerenergie, 1. April bis 30. September	93 100 000 kWh
Winterenergie, 1. Oktober bis 31. März	46 900 000 kWh
Mittlere Jahresproduktion	140 000 000 kWh

Bei Vollausnützung ergeben sich die mittleren Kosten der Energie ab Kraftwerk Tiefenkastel zu

$$\frac{120}{140} = 0{,}86 \text{ Rp./kWh.}$$

Die praktisch mögliche Energieproduktion des Juliawerkes kann im Mittel mit 130 Millionen kWh im Jahr angenommen werden. Nach Abzug der Transformatoren- und

Leitungsverluste wird sich der Preis der Energie auf 0,9 bis 1 Rp. ab Sils stellen.

F. Durchführung des Projektes

Das Bauprojekt ist bereits weitgehend für die Bauausführung vorbereitet. Die geologischen und bautechnischen Fragen sind eingehend und vollständig abgeklärt. Die erforderlichen Terrainaufnahmen und die Triangulation für die Absteckung des Stollens sind durchgeführt; auch die Verhandlungen mit den Grundeigentümern über den Landerwerb sind eingeleitet. Die Detailprojektierungsarbeiten können derart gefördert werden, dass unverzüglich nach der Kreditterteilung durch die Gemeinde mit den Bauarbeiten begonnen werden kann.

Die Bauzeit wird zwei Jahre betragen. Sofern anfangs des Jahres 1945 mit den Bauarbeiten begonnen werden kann, wird es möglich sein, das Juliawerk für die Energielieferung auf anfangs Januar 1947 bereitzustellen.

Das Eidgenössische Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amt, Sektion für Elektrizität, hat dem Vorstande der Industriellen Betriebe für den Fall des Baubeschlusses die Materialzuteilung für den Kraftwerkbau bereits in Aussicht gestellt.

G. Schluss

Mit der Erstellung des Juliawerkes ist die Energieversorgung der Stadt Zürich vorläufig wieder sichergestellt. Die Produktion des neuen Kraftwerkes wird aber sofort voll verwendet werden können, so dass keine Reserve verbleibt. Alles spricht dafür, dass der Elektrizitätsbedarf weiter wächst, insebsondere ist neue — mit Rücksicht auf unsere Industrie billige — Winterenergie nötig. Zürich muss daher seine Bestrebungen, sich an einem grossen Winterstauwerk zu beteiligen, weiter fortsetzen. Die Erstellung solcher Werke ist in der Schweiz nur noch an wenigen Stellen möglich. Die Bedürfnisse unserer Volkswirtschaft werden sie in wenigen Jahren zur unabwendbaren Notwendigkeit machen und dazu zwingen, alle Widerstände, die ihnen entgegengesetzt werden, zu überwinden.

Dem Gemeinderate wird beantragt:

a) Zuhanden der Gemeinde:

Für den Bau des Juliawerkes Tiefenkastel wird ein Kredit von Fr. 15 000 000.— auf Rechnung des Elektrizitätswerkes erteilt. Die Kreditsumme erhöht sich allenfalls um die Mehrkosten, die durch die Bauverteuerung in der Zeit zwischen der Beschlussfassung und der Bauvollendung entstehen sollten.

b) Zur Beschlussfassung in eigener Befugnis:

Für den Fall der Kreditbewilligung durch die Gemeinde wird das Bauprojekt vom 30. September 1944 genehmigt.

Die Berichterstattung im Gemeinderat ist dem Vorstande der Industriellen Betriebe übertragen.

Sulzer-Druckleitungsanlagen für Wasserkraftwerke

(Nach Rev. Sulzer 1944, Nr. 2)

627.844

Eine Druckleitung kann offen, eingegraben, in einen begehbaren Stollen verlegt oder als Druckschacht-Panzerung ausgeführt werden. Sie wird je nach der Höhe des Gefälles und der Grösse der Wassermenge ein- oder mehrsträngig gebaut. In den Werkstätten werden die Einzelrohre aus Qualitätsblechen nach Mass angefertigt; sie bestehen aus mehreren Rohrschüssen. Die fertiggestellten Rohre gelangen durch Eisenbahn-, Schiffs-, Strassen- und Seilbahntransporte (Fig. 1) zur Baustelle. Die Abmessungen und die Gewichte der Rohre sind somit nicht nur von den Werkstatt-Einrichtungen und den Herstellungsverfahren abhängig, sondern auch durch die Transport- und Montagemöglichkeiten bestimmt.

Bereits im Jahre 1907 haben Gebrüder Sulzer die Schweissung angewendet und im Jahre 1925 die Nietung im Druckleitungsbau endgültig verlassen. Eine kleinere Druckleitung mit vollständig geschweissten Rohren hat die Firma bereits in den Jahren 1920/21 erstellt.

Ein wesentlicher Wandel ist auf dem Gebiete der *Rohrverbindung* zu verzeichnen. Die mit Hanf und Blei gedichteten Muffen, die verschiedenen Formen der Vernietung durch Ueberlappung oder Rundlaschen und die Verwendung konischer Nietmuffen gehören seit nahezu zwanzig Jahren der Vergangenheit an. Die verschiedenen Schrauben-Flanschverbindungen sind mit der Zeit auf die Spezialrohre wie Fixpunktkrümmer, Expansionsrohre usw. beschränkt worden. Seit mehreren Jahren verwenden Gebrüder Sulzer Flanschverbindungen nur noch für die Anschlüsse an Drosselklappen, Schieber und Maschinengruppen. Die Verschraubung erfordert weder besondere Installationen noch ausgesprochene Spezialarbeiter; hingegen wirken sich die Herstellungs- und Unterhaltskosten dieser Verbindungsart nachteilig aus.

Gestützt auf reiche Erfahrungen in der Autogenschweissung bedeutete die Einführung der elektrischen Schweissung für Gebrüder Sulzer lediglich eine systematische Weiterentwicklung der Verfahren zur Metallverbindung auf bereits bekannter Grundlage. Die Verbesserung der Elektroden ermöglichte einen raschen Fortschritt der elektrischen Schweissung. Im Druckleitungsbau herrscht seit Jahren die elektrische Schweissung vor, während die autogene Schweissung dort Anwendung findet, wo ihre spezifischen Eigenschaften besondere Vorteile bieten. In der Werkstatt und auf dem Bauplatz werden je nach Bedarf sowohl Gleichstrom- als auch Wechselstrom-Schweissmaschinen verwendet.

Fig. 1.
Montage einer offen verlegten Druckleitung
Abladen eines Rohres von der Standseilbahn.

Erst die Weiterentwicklung der Schweisstechnik gestattet, die materialtechnischen Eigenschaften der Kesselbleche voll auszunützen und auch Ausgangswerkstoffe höherer Festigkeit sowie legierte Stahlbleche zu verwenden, während früher die Verarbeitung normaler Kesselbleche Sorte MI mit 35...44 kg/mm² Festigkeit bei 25 % mittlerer Dehnung gebräuchlich war. Bei der Ausführung der Druckleitung «Etzel» wurde von Gebrüder Sulzer zum erstenmal die Verarbeitung von Kesselblech Sorte MII mit 41...50 kg/mm² Festigkeit vorgeschlagen und angewandt. Zur Abklärung des Verhaltens solcher Bleche höherer Festigkeit wurden eingehende Materialuntersuchungen und Sprengversuche bis zur Zerstörung durchgeführt.

Für den im Jahre 1941 ausgeführten zweiten Strang der Druckleitung Niederenbach, der bei dem hohen Gefälle von 1000 m und nur 500 mm ∅ eine Grenzleistung geschweisster Rohrleitungskonstruktion darstellt, ist ebenfalls mit Erfolg MII-Blech bis zu 32 mm Stärke verarbeitet worden.

Bei den durch Innendruck beanspruchten Rohren verlaufen die grössten Spannungen in Umfangsrichtung. Infolgedessen ist die Längsnaht gerade dieser Hauptspannung ausgesetzt. Die Schrägnaht hingegen schneidet die Ringspannung unter einem Winkel und ist somit nur einer entsprechenden Komponente der Spannung unterworfen. Bei einem Steigungswinkel der Schraubennaht von 45° beträgt diese Komponente rund 70 % der Ringspannung.

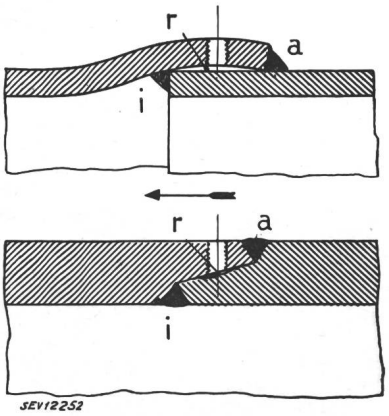


Fig. 2.
Montage-Schweissverbindung, System Sulzer
Oben: für Wandstärken unter 23 mm.
Unten: für Wandstärken über 23 mm.
Die prüfbare Schweissverbindung wird in- und auswendig elektrisch geschweisst. Der zwischen den Schweissnähten *i* und *a* verbleibende ringsum verlaufende Hohlraum *r* wird mit Druckwasser abgepresst.

Gebrüder Sulzer haben zur Erleichterung der Montage die prüfbare Montage-Schweissverbindung nach Fig. 2 eingeführt und seit vielen Jahren mit bestem Erfolg angewandt. Mit diesem patentierten Verfahren wird, im Gegensatz zu den Stumpfnähten, bei denen eine Zentrierung schwierig war, das Zusammenpassen und Schweissen der Rohre einfach und zuverlässig.

Durch Ausschnitte bei Abzweigungen entsteht eine Schwächung des Rohres, die auf irgendeine Weise ausgeglichen werden muss, um die Lochrandspannung auf das zulässige Mass zu reduzieren. Bei Stahlguss-Ausführung sind unerwünschte Materialanhäufungen durch beträchtliche Wandstärken und Verstärkungskonstruktion unvermeidlich. Eine genauere Betrachtung der infolge des Innendruckes entstehenden Kräfte und das Zerlegen derselben in Längs- und Ringkomponenten führten zu einer anschaulichen Erfassung der Belastung des Ausschnittes und damit zur Grundlage für die von Gebrüder Sulzer entwickelte *Kragenverstärkung*.

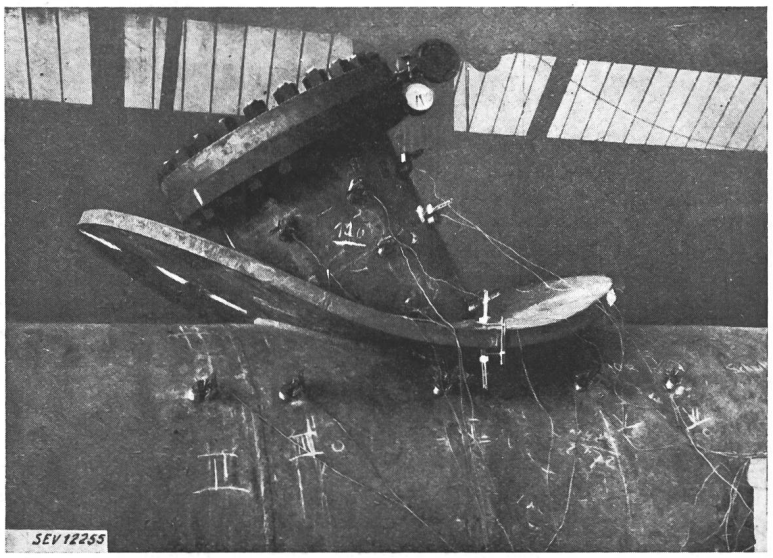


Fig. 4.
Elektrisch geschweisstes Abzweigrohr mit Kragenversteifung bei der Druckprobe
Prüfdruck 80 kg/cm².

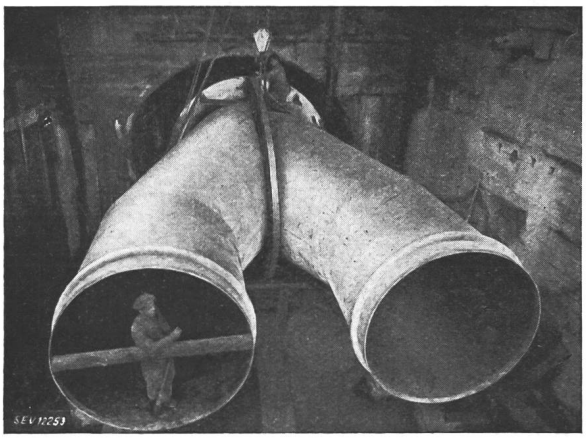


Fig. 3.
Etzelwerk
Geschweisstes Hosenrohr mit Kragenverstärkung.

Durch Spannungs- und Deformationsmessungen an ausgeführten Verteilstücken und Zersprengungsversuche mit Modellkörpern ist die Zweckmässigkeit und Wirksamkeit dieser patentierten Verstärkungskragen nachgewiesen worden (Fig. 3 und 4).

Die *offen verlegte Druckleitung* (Fig. 1), auf Sockeln, unter Anwendung von Rohrsätteln, Stützringen oder eventuell Walzenlagern ist überall dort angezeigt, wo keine Rücksicht auf Bewirtschaftung der Grundstücke, auf Steinschlag, Lawinengefahr, Landesverteidigung oder Heimatschutz zu nehmen ist. Bei solchen Anlagen werden Fixpunkte und Expansionsrohre vorgesehen. Allfällige nachträgliche Terrainbewegungen lassen sich rechtzeitig erkennen und ausgleichen. Die baulichen Teile und der Rostschutz können laufend unterhalten werden.

Die *eingegraben verlegte Druckleitung* kommt dort in Frage, wo die Voraussetzungen für die offene Bauweise nicht erfüllt sind. Bei der im Erdboden verlegten Druckleitung fallen die Expansionsrohre weg. Die Fixpunkte müssen dagegen zur Verankerung der Leitung im Gelände bestehen bleiben. Die letzten Rohrverbindungen zwischen benachbarten Fixpunkten sollen nicht in der wärmeren Jahreszeit, oder dann nur unter Anwendung einer wirksamen künstlichen Kühlung des Rohrstranges, erfolgen. Durch bauliche Massnahmen sind Erdmassen, die zu Rutschungen neigen, von der Druckleitung fernzuhalten. Sonst ist für ihre einwandfreie Unterstützung zu sorgen. Bei der Eindeckung der Druckleitung ist auf die Beschaffenheit der Erdmasse zu achten, um korrodierenden Einflüssen vorzubeugen. Die eingegrabene Leitung muss wegen der Beanspruchung durch die Erdüberdeckung ausreichend bemessen werden und namentlich auch im entleerten Zustand sowie bei Vakuumbildung genügende Stabilität gegen Verformung aufweisen.

Die Anordnung *im begehbaren Stollen* findet vor allem dort Anwendung, wo offen verlegte Druckleitungen in einzelnen Teilstrecken durch Lawinen oder Steinschlag gefährdet wären. Diese Lösung ist ferner am Platze, wenn zur Wahrung der Zugänglichkeit im Winter zu wichtigen Kraftwerkstellen, z. B. Schieberkammern oder Pumpenhäusern, ohnehin ein Stollen erstellt werden muss. In feuchten Stollen, insbesondere dort, wo Tropfwasserbildung auftritt, erfordert die Ausführung der Rostschutzarbeiten besondere Vorkehrungen.

Die *Druckschacht-Panzerung*, die einen gesunden und kompakten Fels mit genügend mächtiger Ueberlagerung zur Voraussetzung hat, ist wirtschaftlich nur für Anlagen mit Wassermengen von annähernd 10 m³/s oder mehr, in Verbindung mit hohen Betriebsdrücken, gerechtfertigt. Bei dieser Bauweise erfolgt die Zuleitung des Betriebswassers zu den Turbinen nicht in offen oder eingegraben verlegten Rohrleitungen, sondern durch die direkt im Berginnern in den Fels gesprengten und mit Stahlrohren gepanzerten Stollen und Schächte. Die Panzerung bezweckt vor allem die

Schaffung einer druckwasserdichten Wandung. Die Schachtpanzerung kommt hauptsächlich zur Anwendung, wenn die Maschinenhalle unterirdisch angelegt wird. Sie entzieht die Rohrleitung jeder Steinschlag- und Lawinengefahr und entspricht auch den Anforderungen der Landesverteidigung und des Heimatschutzes. Sie stellt ferner eine Sonderlösung zur Erzielung von Materialeinsparungen dar, indem das Gebirge zur Aufnahme des Innendruckes herangezogen wird. Die Grösse der möglichen Blecheinsparung hängt vom ausnutzbaren Gefälle, den Schachtabmessungen sowie von der Widerstandsfähigkeit der Felspartien ab. Bei grossen Anlagen und unter günstigen geologischen Verhältnissen kann die Einsparung von Blechmaterial, verglichen mit einer herkömmlichen Bauweise von Druckleitungen, mehr als die Hälfte des Gesamtgewichtes betragen.

Der Artikel enthält weitere Angaben über die Druckleitungen der Kraftwerke Dixence, Etzel, Innertkirchen und Lucendro (Fig. 5).

Das Ersetzen älterer Druckleitungen ist dann angezeigt, wenn Undichtigkeiten, spezifische Alterungserscheinungen, z. B. Rissbildung, Versprödung, Rostanfressungen, abgescheuerte Nietköpfe, Erosionen, auftreten. Eine neue Rohrleitung in elektrisch geschweisster Ausführung ergibt bei gleicher Lichtweite kleineres Gewicht und geringeren Druckverlust. Die Auswechslung kann gegebenfalls mit einer Vergrösserung des lichten Durchmessers kombiniert werden. Beim Umbau mehrsträngiger Anlagen kann die Zahl der Rohrstränge reduziert werden. In beiden Fällen lässt sich dadurch eine Verringerung der Druckverluste und eine Erhöhung der Energieproduktion erzielen. *Gz.*

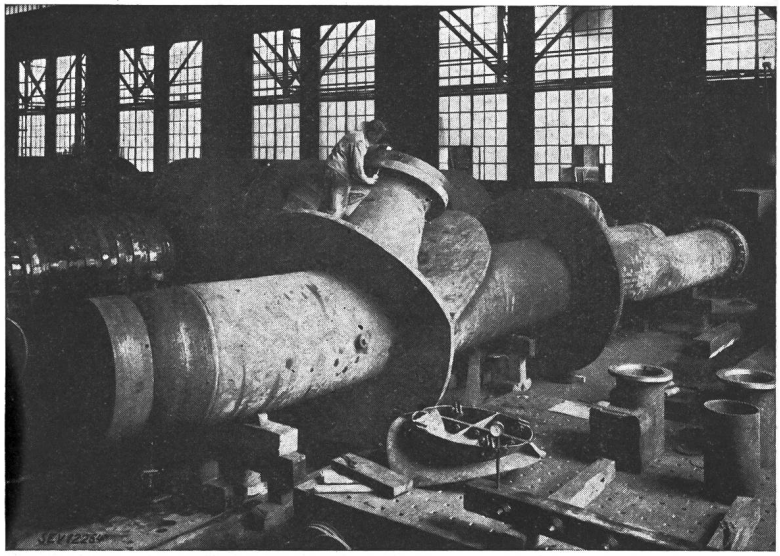


Fig. 5.
Druckleitung Lucendro
Abzweigstück der Verteilleitung und Hosenrohr für die Werkdruckprobe zusammengeschweisst. Max. Lichtweite 1200 mm, max. Blechdicke 60 mm, Prüfdruck 150 kg/cm².

Superbeton-Rohrleitungen

621.643.255.627.844

Das Bulletin SEV 1943, Nr. 24, enthält einen Bericht über den Ausbau des Kraftwerkes Orsières zur Vermehrung der Winterleistung. Bei den dort erstellten Anlagen (Pumpstationen und Druckleitungen) wurden unter anderem auch Superbeton-Schleuderröhren, System Hunziker, verlegt. Ueber Superbeton-Rohrleitungen wird ausführlich berichtet in Nr. 1/2 der neuen Hunziker-Mitteilungen [1]).

Die Herstellung der Superbetonrohre stützt sich auf bekannte Mittel der Betontechnik. Für die Betonherstellung wird Sandkies, bestehend aus Quarzit, Granit und Gneis sowie Kalk- und Sandsteinen verwendet. Die Rohre werden nach einem kombinierten Schleuder- und Rüttelverfahren hergestellt, wobei der Beton durch Zentrifugalkräfte intensiv verdichtet wird. Das überschüssige Wasser wird hierbei ausgepresst und durch die siebartig ausgebildete, mit porösem Stoff verkleidete Schalung weggeschleudert.

Das Schleudern verursacht eine Materialabstufung im Beton: Die gröberen und schwereren Zuschlagteile streben nach aussen, während die Innenwandung durch eine dichte, glatte Zementmörtelschicht gebildet wird, welche eine geringe hydraulische Rauhigkeit aufweist.

Entsprechend der vorgesehenen Beanspruchung werden Superbetonrohre mit oder ohne Armierung geliefert (Fig. 1); diese besteht aus Rundeisen von 3...10 mm Durchmesser, die maschinell zu Spiralen von beliebigem Innendurchmesser gewickelt werden. Dünne, verhältnismässig eng angeordnete Armierungen sind mit Rücksicht auf die Rissgefahr vorzuziehen. Der gegenseitige Abstand der Armierungen wird dadurch gesichert, dass die gleichmässig über den Umfang verteilten Längsstäbe mit der Spiralarmierung durch Punktschweissung verbunden werden. In der Regel werden Rohre bis und mit 50 cm Innendurchmesser nur mit einer Armierungslage versehen, während grössere Rohre eine innere und eine äussere Armierung aufweisen.

Die Dimensionen der normalen Superbetonrohre gehen bis zu Baulängen von 3,5 m und Durchmessern bis 2,2 m.

Die Superbetonrohre werden mit patentierten Muffen (Fig. 1) hergestellt, die sich durch Spezialausbildung der Endringe der eisernen Schalungen mit sehr genauer Einhaltung der vorgesehenen Form schleudern lassen. Diese Muffen zeichnen sich durch keilförmige Aussparungen zur Aufnahme der Dichtungspackung aus. Die Dichtungspackung besteht aus Jutestricken, die mit Asphalt getränkt sind und vor dem Zusammenfügen der Rohre im Falz der Muffen angebracht werden. Die Rohre werden mit Spannringen zusammengezogen (Fig. 2). Bei Innendruck werden Doppelglockenmuffen angewendet. Normalmuffen kommen nur zur Anwendung, wenn praktisch kein Innendruck aufzunehmen ist.

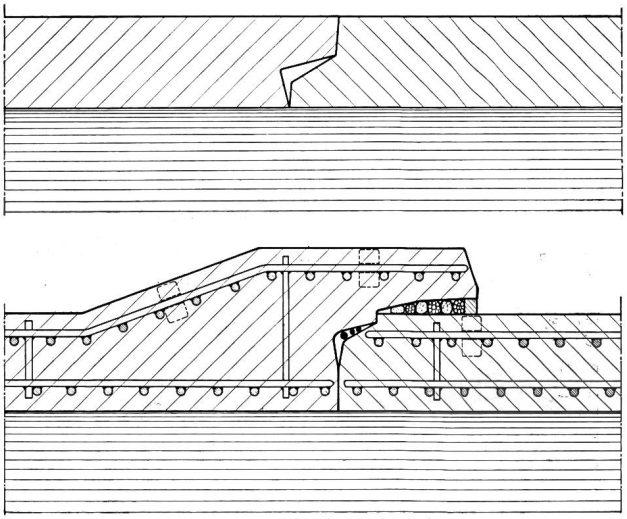


Fig. 1.
Superbeton-Schleuderröhren
Oben: Normalmuffe.
Unten: Doppelglockenmuffe. Anordnung der Armierung in der Rohrwandung.

Rohrleitungen sollen im allgemeinen in gewachsenen, tragfähigen und ruhigen Boden verlegt werden. Bei Hangleitungen muss der Rutschgefahr vorgebeugt werden. Die Rohre sollen erst kurz vor ihrem Einbau vom Lagerplatz

[1]) Siehe Seite 694 dieser Nummer.

zur Baustelle gebracht werden. Müssen die Rohre bei Frost im Freien gelagert werden, so ist dafür zu sorgen, dass sich in ihnen kein Wasser ansammelt. Das Verlegen der Rohre erfolgt zweckmässig von unten nach oben, mit der Glocke bzw. Nut gegen die Fliessrichtung.

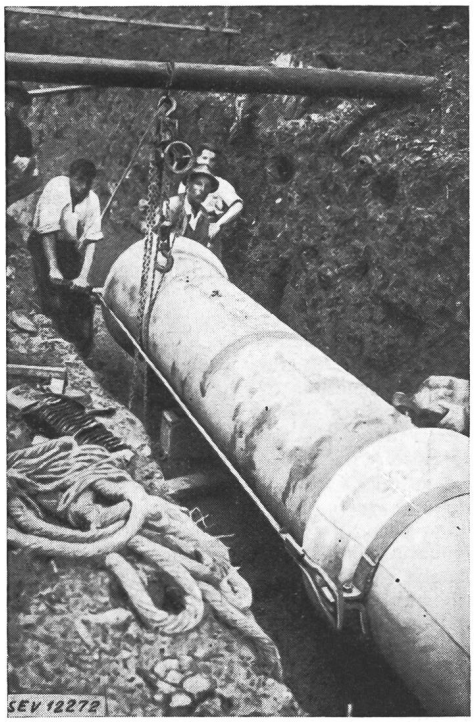


Fig. 2.
Anbringen des Einzugapparates und Einführen der Rohre

Fig. 3.
Druckleitung Bex
Anschluss der Superbetonrohre an die geschweisste Stahldruckleitung.

Zur Sicherung ihrer Lage werden die Rohre bei geringen Ueberschüttungshöhen auf Betonsockel, bei grösseren Ueberschüttungshöhen auf eine durchgehende Betonsohle verlegt. Besondere Beachtung verdienen Uebergänge von Fels zu Erde oder von gewachsenem Boden zu Aufschüttung. In den meisten Fällen empfiehlt sich eine genügend lange Ueberbrückung durch eine durchgehende Betonsohle. Die Stärke der Betonsohle soll ¼ des Rohrdurchmessers, mindestens aber 10 cm überschreiten. Die Tiefe der Wölbung soll das gleiche Mass erreichen.

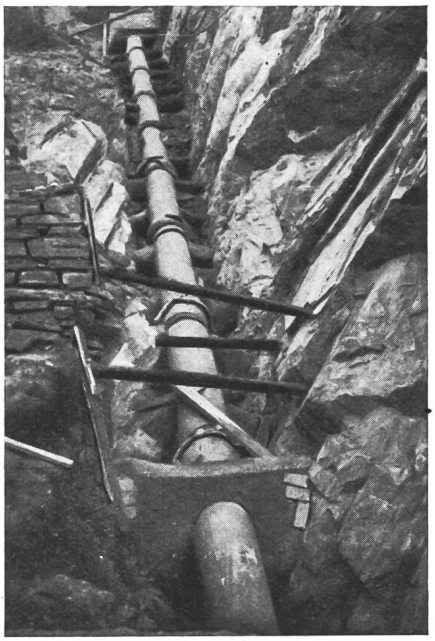


Fig. 4.
Steile Strecke der 500-mm-Druckleitung der Pumpanlage Tsi

Bei einer gegebenen Ueberschüttung wächst das Biegemoment in der Rohrwandung angenähert mit dem Quadrat des Rohrdurchmessers, während das Widerstandsmoment der Rohrwandung in geringerem Mass zunimmt. Die stärkere Beanspruchung der weiten Rohre erklärt, dass bei diesen Rohrbrüche am häufigsten vorkommen. Es ist im allgemeinen ratsam, bei Rohrweiten über 80 cm armierte Rohre anzuwenden und diese auf Betonsohlen zu verlegen.

Fig. 5.
600-mm-Saleinaz-Zuleitung vor dem Eindecken

Erfahrungsgemäss gilt für den Geschwindigkeitsbereich folgendes: Die Mindestgeschwindigkeit soll 0,5...1,0 m/s betragen, damit in flachen Strecken ein Verschlammen und Versanden der Rohrleitungen vermieden wird. Die Maximalgeschwindigkeit soll 5...6 m/s nicht überschreiten, damit starke Erosion und Abnützung durch sandhaltiges Wasser vermieden wird. Für vollkommen reines Wasser dagegen, das keinen Hindernissen oder plötzlichen Richtungswechseln begegnet, ist die zulässige Geschwindigkeit höher.

Fig. 3 zeigt den besondern Fall des Anschlusses einer Leitung aus Superbetonrohren an eine geschweisste Stahl-Druckleitung. Die Fig. 4 und 5 geben einen Einblick in die verschiedenen Verlegungsarten von Superbeton-Schleuderröhren, die beim Ausbau des Kraftwerkes Orsières zur Ausführung gelangten. *Gz.*

Ein neuer Quecksilber-Regulierwiderstand

[Nach K. A. Oplinger, Electr. Engng., Bd. 60(1941), Nr. 8, S. 846]

621.316.771

Für die Verstärkung der einfachen Ein- und Ausschaltfunktion werden meist Kontaktrelais benützt. Für die kontinuierliche Regulierung von Stromkreisen dienen Elektronenröhren und rotierende Generator-Verstärker. Es sind auch schon Apparate mit vibrierenden Kontakten vorgeschlagen worden, wobei durch geringe Aenderungen des Kontaktdruckes grosse Aenderungen des Uebergangswiderstandes entstehen und damit eine wesentliche Stromregulierung erzielt werden kann. Die Leistungsabgabe dieser Regler ist natürlich durch die Schaltleistung der Kontakte begrenzt.

Die Steuerung relativ grosser Leistungen kann auch in einfacher Weise mit dem bekannten Regulierwiderstand erfolgen. Durch eine genügende Zahl von Stufen kann dabei eine praktisch kontinuierliche Regulierung erreicht werden. Diese Widerstandsregler haben meist folgende Bedingungen zu erfüllen:

1. Die erforderliche Antriebsleistung soll klein sein, da gewöhnlich nur eine sehr kleine Steuerleistung zur Verfügung steht.
2. Nachwirkungserscheinungen (Hysterese), herrührend von Reibungs- und magnetischen Kräften, dürfen nur gering sein.
3. Die mechanische Trägheit der bewegten Teile und deren Bewegungen selbst müssen klein sein, zwecks Erzielung eines hohen Folgevermögens des Reglers.
4. Die Kontakte sollen keiner Wartung bedürfen.

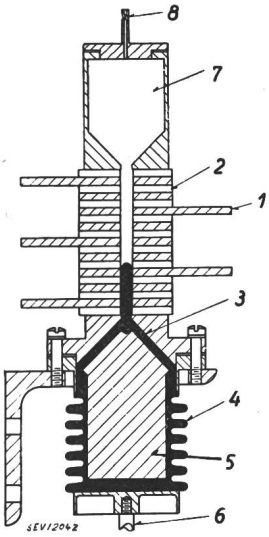


Fig. 1.
Widerstandsregler «Mercurystat»
Erklärungen siehe im Text.

Je grösser die Ausgangsleistung des Reglers ist, desto schwieriger ist die Einhaltung dieser Bedingungen. Durch die Verwendung des Quecksilbers, das bekanntlich bereits in Schaltern erfolgreich angewandt worden ist, konnte auch ein leistungsfähiger und empfindlicher Widerstandsregler, welcher die genannten Bedingungen restlos erfüllt, gebaut werden.

Das Kontaktelement des mit dem Namen *«Mercurystat»* bezeichneten Widerstandsreglers ist in der Fig. 1 in schematischer Schnittzeichnung dargestellt. Eine grosse Zahl (z. B. 40 oder 100, je nach der gewünschten Stufenzahl des Reglers) von durchbohrten Kontaktscheiben mit Anschlussfahnen (*1*) werden abwechslungsweise mit isolierenden Zwischenscheiben (*2*) zu einem Zylinder aufgeschichtet, in dessen Innerem ein Kanal für das Kontakt-Quecksilber (*3*) entsteht. Das Quecksilber befindet sich in einem unten an den Zylinder anschliessenden Faltenbalg (*4*) aus rostfreiem Stahl; ein Pfropfen (*5*) im Balg dient zur Verkleinerung des Volumens. Infolge von Volumen-Aenderungen des Faltenbalges, hervorgerufen durch Bewegungen des Antriebsbolzens (*6*), steigt oder fällt die Quecksilbersäule im Zylinder der Kontaktscheiben, wodurch einzelne Abschnitte des separaten (nicht dargestellten) Regulierwiderstandes kurzgeschlossen oder eingeschaltet werden. Zur Verhütung des Kontaktabbrandes wird der Hohlraum über dem Quecksilber evakuiert und hernach mit einem inerten Gas gefüllt. Zu diesem Zwecke müssen alle Teile, die den Kanal für Quecksilber und Gas bilden, hermetisch abgedichtet werden. Um zu grosse Druckänderungen und damit unerwünschte Rückwirkungen auf die Volumenänderungen des Faltenbalges zu verhindern, steht der Kontaktscheiben-Zylinder oben mit einer Gaskammer (*7*), die auch den Pumpstutzen (*8*) trägt, in Verbindung.

Infolge des grossen Verhältnisses zwischen dem Querschnitt des Faltenbalges und denjenigen der Quecksilbersäule im Innern des Scheibenzylinders muss der Faltenbalg nur sehr wenig bewegt werden, damit alle Kontaktscheiben durch das Quecksilber kurzgeschlossen werden. Beispielsweise beträgt die Höhe des Kontaktscheibenzylinders bei einem 40stufigen Mercurystat etwa 50 mm; am Faltenbalg ist jedoch nur eine Verschiebung von einigen Hunderstelsmillimeter nötig, um alle Widerstands-Stufen auszuschalten. Da der Spannungsabfall des Regulierwiderstandes sich auf zahlreiche Kontaktscheiben verteilt, kann ein derartiger Regler relativ grosse Leistungen bewältigen; die steuerbare Leistung beträgt beispielsweise bei der genannten Reglergrösse etwa 6 kW. Versuche an einem Regler in einem Gleichstromkreis von 220 V und bei einer Regulierung der Stromstärke von 12...30 A ergaben nach 5 000 000 Regulierperioden praktisch noch keinen Kontaktabbrand.

Der Antrieb des Reglers wird bei einigen Anwendungen direkt auf mechanischem Wege erfolgen können. In den meisten Fällen dürfte jedoch ein elektromagnetischer Antrieb vorzusehen sein. Mit Hilfe einer geeichten Gegenspannfeder kann die Regleremfindlichkeit in weiten Grenzen verändert werden. Eine allfällige Nichtlinearität der Regelcharakteristik kann durch geeignete Dimensionierung der Widerstandsstufen korrigiert werden. Meist können auch die Einflüsse der Temperaturänderung und der Schwankungen des Barometerstandes vernachlässigt werden. Zur Verminderung des Temperatureinflusses dient übrigens der erwähnte Pfropfen im Faltenbalg, durch welchen das Quecksilbervolumen weitgehend reduziert wird. Der Einfluss des Luftdruckes kann dadurch kompensiert werden, dass ein zweiter Faltenbalg so mit dem Antriebsystem des ersten Balges verbunden wird, dass sich die Bewegungen beider Bälge aufheben. Wenn dabei gleichzeitig das Volumen des zweiten Balges gleich dem Volumen der Gaskammer über dem Kontaktscheibenzylinder gewählt wird, dann heben sich auch die Volumenänderungen des Gases infolge von Temperaturschwankungen auf.

Ein Experiment mit der Kleinspannungsbeleuchtung

621.32.027.2

Im Bulletin SEV 1943, Nr. 25, S. 782, und Nr. 26, S. 811, haben wir über Verhandlungen des Schweizerischen Beleuchtungs-Komitees zum Thema Kleinspannungsbeleuchtung berichtet. Wir haben dort bekanntgegeben, wie das schweizerische Beleuchtungs-Komitee sich zur Kleinspannungslampe für Beleuchtungszwecke stellt. Nun hat ein städtisches Elektrizitätswerk ein interessantes Experiment gemacht, weil die Vertreter der Kleinspannungslampe in der Regel behaupten, das Kleinspannungslicht sei nicht nur wirtschaftlicher, sondern auch qualitativ besser.

Im Bureau einer städtischen Amtsstelle war eine normale Beleuchtungsanlage, bestehend aus 2 Kugelpendeln mit total 300 W Lampenleistung, durch eine Kleinspannungsbeleuchtung mit 2 indirekten Leuchten mit total 1000 W Lampenleistung ersetzt worden. Diese neue Beleuchtungsanlage gefiel dem Bureauinhaber ausserordentlich gut. Er äusserte sich: «Endlich habe ich einmal anständiges Licht.» Nach etwa zwei Wochen überbrückte das Elektrizitätswerk *ohne Wissen* des Bureauinhabers die Transformatoren der Kleinspannungsleuchten und ersetzte die Kleinspannungslampen durch Normallampen von 220 V und *genau gleicher* Leistung wie die Kleinspannungslampen. Nach drei Wochen fragte das Werk den Bureauinhaber, ob ihm die neue Beleuchtung immer noch gefalle, oder ob er irgendwelche Veränderung festgestellt habe. Antwort: «Die neue Beleuchtung ist immer noch glänzend!»

Aus diesem Experiment scheint hervorzugehen, dass praktisch von einer besseren Qualität des Lichtes der Kleinspannungsbeleuchtung nichts zu spüren ist. Jedenfalls dürfte der Benützer davon nichts merken; die vom Benützer festgestellte Verbesserung ist nur auf die vergrösserte Lampenleistung und die indirekte Beleuchtungsart zurückzuführen.

Auch im Schweizerischen Beleuchtungs-Komitee wurde diese Frage behandelt. Wir berichteten hierüber im Bulletin SEV 1943, Nr. 25, S. 782, folgendes: «Die Frage, ob das etwas weissere Licht verbesserte Sehbedingungen zu schaffen vermöge, wird verneint; denn die Farbtemperatur hat in dem in Frage kommenden Bereich auf die Sehschärfe keinen, auf die Fähigkeit des Auges zum Unterscheiden der Farben wenigstens praktisch keinen Einfluss.»

Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

Fernsteuern und Fernmelden über Telephonleitungen

Von *Fr. Trachsel*, Bern-Bümpliz

Siehe Seite 655

Installation d'avertisseurs d'incendie et d'alarme du corps des sapeurs-pompiers de la ville de Genève

[D'après Ch. Milhan, Bull. techn. adm. télégr. et téléph. suisse, t. 21 (1943), No. 4, p. 121]

Système Chr. Gfeller S. A., Berne-Bümpliz

654.147

Dès la création des corps de sapeurs-pompiers, le problème de leur mobilisation rapide a toujours été difficile à résoudre. On a utilisé à cet effet les cloches, les cornets, les klaxons, etc.

Depuis une dizaine d'année, le bataillon genevois était alarmé au moyen de sirènes, les cadres par téléphone. Avec la guerre, le problème se posa à nouveau lors de la réquisition des sirènes pour le service de défense aérienne passive. Il fallut trouver autre chose, et la solution idéale adoptée fut l'alarme générale par téléphone.

La nouvelle installation devait répondre aux exigences suivantes:

a) Alarme de la garde permanente depuis l'endroit du sinistre, soit par appel téléphonique au No. 18, soit par avertisseurs d'incendie placés dans les grands établissements publics.

b) Alarme partielle ou totale à domicile du bataillon depuis le poste de commandement, et possibilité de transmettre des ordres.

c) Signalisation immédiate des pompiers ayant répondu à l'appel.

d) Enregistrement automatique de toutes les opérations ci-dessus.

L'installation est prévue pour 120 avertisseurs d'incendie et 800 sapeurs, répartis entre les deux centraux téléphoniques Mont-Blanc et Stand, situés de part et d'autre du Rhône. Les sapeurs n'ayant pas le téléphone, sont alertés par des appareils d'écoute, branchés en simplex [1]) sur le lacet téléphonique le plus proche, ce qui diminue considérablement les taxes de location.

Au P. C. du bataillon, la commande et la signalisation s'effectuent depuis le pupitre représenté par la fig. 11, p. 661. La partie gauche comprend principalement 2 plaques (1 pour chaque rive) pour signalement lumineux du numéro de l'avertisseur-incendie appelant, et l'enregistreur monté sous rideau métallique. Sur le panneau central sont montés les boutons avec lampes-témoins permettant l'alarme du bataillon par groupe, compagnie ou par rive; la partie droite contient les instruments de contrôle, de même que l'équipement des lignes téléphoniques (No. 18) et lignes de service. Le contrôle des répondants à un appel se fait sur le panneau supérieur. Les lampes sont groupées par compagnies de 100. En outre, à chaque groupe de 10 lampes est adjointe une lampe de groupe.

Fonctionnement de l'installation

Les sélecteurs des centraux et du P. C. marchent en synchronisme. Dès qu'ils reçoivent une impulsion de démarrage, ils attirent leurs armatures: celles-ci arment et libèrent un pendule formé d'une lame-ressort et d'un contrepoids réglable (fig. 1). En oscillant vers le bas, ce pendule interrompt le circuit; l'armature relâche et par l'intermédiaire d'un levier, arme la lamelle-ressort en sens inverse. Le pendule bat alors vers le haut et rétablit le circuit. Sur ce, l'électro-aimant attire, arme à nouveau le pendule et le jeu recommence.

Chaque sélecteur avance donc de façon indépendante à la cadence correspondante à la période d'oscillation propre de son pendule. Des variations normales de tension sont sans influence appréciable. Lorsque l'alimentation est coupée, les sélecteurs s'arrêtent; chaque pendule est ramené et maintenu à sa position initiale. Tous les 10 pas a lieu un contrôle réciproque de la marche selon le système décrit par M. Eggimann en 1941 dans le Bull. ASE, No. 26.

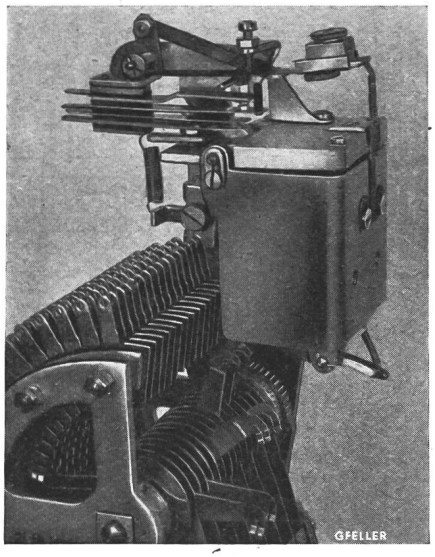


Fig. 1.
Sélecteur de ligne à pendule

Avertisseur d'incendie

Les avertisseurs montés en simplex sur des lignes existantes, contiennent une self d'accord (fig. 2). A chaque avertisseur correspond une broche du sélecteur de numérotation *SA*. Les balais *C* et *D* marquent respectivement les unités et les dizaines des numéros d'avertisseurs.

Lorsque le No. 24 appelle, il enclenche le relais *M 24*, se maintient sur un 2e enroulement, excite le relais *F* qui met le sélecteur *SA* en marche. Le relais *M 24* a d'autre part donné un pôle positif sur la broche correspondante du segment *A*. Lorsque le balais arrive sur cette position, le relais P_1 attire et arrête le sélecteur, prépare les circuits des segments *C* et *D* et excite le relais *AN* qui met les sélecteurs S_C et S_D en mouvement. Ces derniers effectuent une rotation complète; au passage du balais *B* sur les positions correspondantes au 2 des dizaines et au 4 des unités, des impulsions seront transmises sur la ligne. Au P. C., le relais *EP* provoquera l'attraction et le maintien des relais correspondants *20* et *4* branchés sur le segment *A*. Ces derniers font apparaître sur la plaque indicatrice le No. de l'avertisseur appelant. Chaque plaque est équipée pour 3 chiffres, celui des centaines, celui des dizaines et celui des unités, décomposés chacun en 8 bandes lumineuses.

La réception de l'alarme étant chose faite, l'agent de service peut interrompre l'alarme acoustique, puis effacer l'annonce en pressant successivement sur les boutons «Arrêt de

[1]) Voir page 655 de ce numéro.

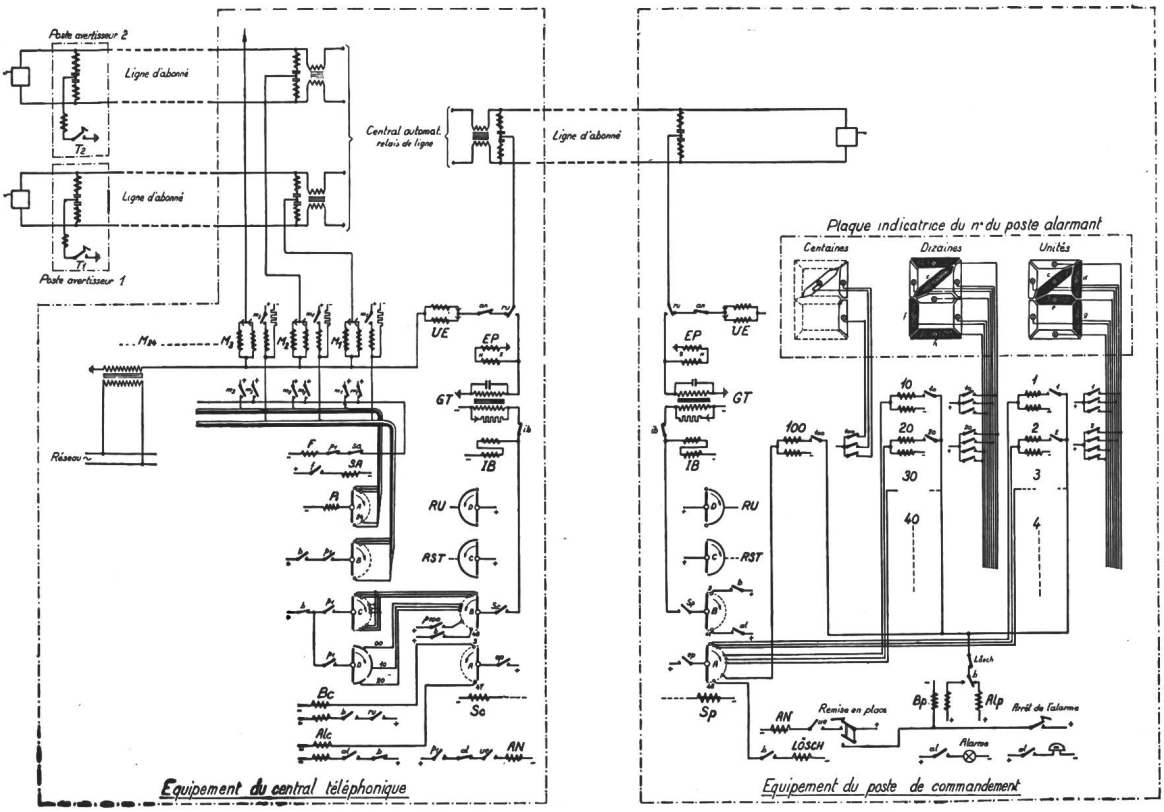


Schéma simplifié du fonctionnement des avertisseurs d'incendie

Fig. 2.
Dispositif des avertisseurs d'incendie

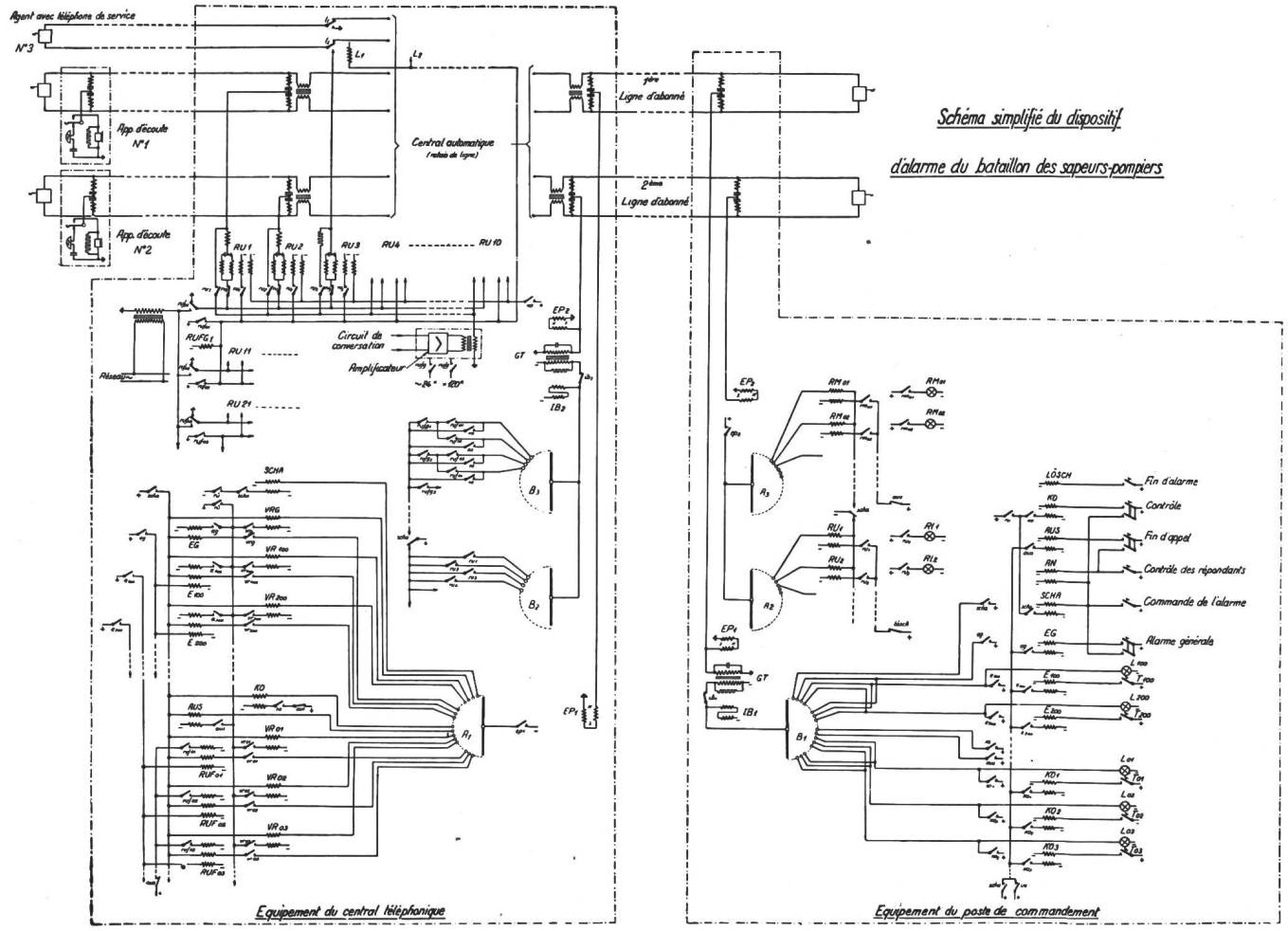


Fig. 3.
Dispositif d'alarme du bataillon

l'alarme» et «Remise en place». L'installation est prête pour une nouvelle transmission.

Mentionnons que pour éviter de fausses annonces, les circuits d'avertisseurs fonctionnent en résonance. La capacité de la ligne et des condensateurs des garnitures d'accouplement est compensée par l'inductivité du relais *M* et de la self d'accord; la réactance équivaut donc à peu de chose près à la résistance ohmique. Si par accident ou lors de travaux, un ou deux fils de la ligne sont mis à la terre, la réactance augmentera dans de grandes proportions, le courant restera faible, et le relais *M* ne pourra pas attirer.

Dispositif d'alarme du bataillon (fig. 3)

Pour alarmer les sapeurs par dizaines ou par centaines, l'agent de service presse sur les boutons d'alarme correspondants *T 01, T 200*, etc. Les relais *K 01, E 200*, etc. sont attirés, se maintiennent, allument les lampes de groupes placées en face des boutons d'alarme, et mettent le pôle positif sur deux broches du segment B_1. En pressant sur le bouton «Commande de l'alarme», on enclenche les relais *AN* et *SCHA*. *AN* provoque la rotation des sélecteurs qui produisent des impulsions. Ces impulsions produites au P. C. provoqueront au central l'attraction des relais des groupes à alarmer. Pour plus de sécurité, l'attraction de chacun de ces relais doit être précédée de celle d'un relais de préparation *VR*. Les relais *K 01* et *E 200* du P. C. feront attirer les relais *VR 01, RUF 01*, respectivement *VR 200* et *E 200* au central. Le relais *E 200* excite à son tour les relais *RUF 11* à *RUF 20*. Chaque relais *RUF* commande l'appel de 10 appareils en les branchant sur le transformateur d'appel, en même temps, l'amplificateur est chauffé.

Au P. C. les lampes de groupes *RM*, placées devant chaque série de 10 lampes de signalisation des répondants, s'allument par le jeu des contacts et des relais branchés sur les segments *A3* et *B3*, et confirment que l'alarme a bien été donnée aux groupes correspondants. Sur ce, l'agent donne et répète au téléphone les ordres nécessaires. Les sapeurs appelés présents décrochent leurs écouteurs, provoquent l'attraction des relais *RU*, ce qui les coupe du courant d'appel pour les brancher sur le circuit d'écoute.

En pressant sur le bouton «Contrôle des répondants» on met les sélecteurs en marche; par le jeu des contacts et des relais branchés sur les segments *B2* et *A2*, les lampes *RL* des répondants s'allumeront sur le panneau supérieur.

On arrête l'alerte en pressant sur le bouton «Fin d'appel». Tous les organes reviennent à leur position initiale. Seule subsiste la signalisation des répondants que l'on efface en pressant sur le bouton «Fin d'alarme».

Enregistrement automatique

Une machine à écrire rapide à moteur électrique, dont les touches sont commandées par des électro-aimants à noyau plongeur, permet l'enregistrement automatique en caractères courants de toutes les opérations et signalisations, telle que alerte par avertisseur ou appel téléphonique, alarme partielle ou totale du bataillon, avec inscription des groupes appelés et des hommes répondant à l'appel. De plus, à chaque notification est jointe l'indication de l'heure exacte, du jour, du mois et de l'an, par l'intermédiaire d'une horloge et d'un calendrier électriques dont la description nous mènerait trop loin. *Mz.*

Wirtschaftliche Mitteilungen

Reklame- und sonstige Aussenbeleuchtungen

(Mitteilung des Oberbefehlshabers der Armee)

Mit Verfügung vom 3. Oktober 1940 habe ich für die Zeit vor und nach der allgemeinen Verdunkelung angeordnet, dass ausserhalb von Ortschaften verboten sind: Lichtreklamen, Bogenlampen und andere Aussenbeleuchtungen, die weder zur normalen öffentlichen Beleuchtung gehören, noch für den Betrieb öffentlicher oder konzessionierter Transportanstalten erforderlich sind. In dem erwähnten Verbot waren

Zahlen aus der schweizerischen Wirtschaft

(aus «Die Volkswirtschaft», Beilage zum Schweiz. Handelsamtsblatt)

No.		September 1943	September 1944
1.	Import . . . . . (Januar-September) . Export . . . . . (Januar-September) . (10^6 Fr.)	117,4	—
		(1357,6)	—
		94,6	—
		(1152,6)	—
2.	Arbeitsmarkt: Zahl der Stellensuchenden	5244	4566
3.	Lebenskostenindex (Juli 1914 = 100)	204	208
	Grosshandelsindex (Juli 1914 = 100)	219	223
	Detailpreise (Durchschnitt von 34 Städten)		
	Elektrische Beleuchtungsenergie Rp./kWh (Juni 1914 = 100)	34,4 (69)	34,4 (69)
	Gas Rp./m³ (Juni 1914 = 100)	30 (143)	30 (143)
	Gaskoks Fr./100 kg (Juni 1914 = 100)	16,08 (326)	16,64 (332)
4.	Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 30 Städten	899	554
	(Januar-September)	(4696)	(6334)
5.	Offizieller Diskontsatz . . %	1,50	1,50
6.	Nationalbank (Ultimo)		
	Notenumlauf . . . 10^6 Fr.	2804	3194
	Täglich fällige Verbindlichkeiten . . . . . 10^6 Fr.	1455	1325
	Goldbestand u. Golddevisen[1]) 10^6 Fr.	3922	4549
	Deckung des Notenumlaufes und der täglich fälligen Verbindlichkeiten durch Gold %	90,09	98,87
7.	Börsenindex (am 25. d. Mts.)		
	Obligationen	—	—
	Aktien	183	189
	Industrieaktien	300	300
8.	Zahl der Konkurse	11	17
	(Januar-September)	(114)	(164)
	Zahl der Nachlassverträge . .	5	4
	(Januar-September)	(36)	(28)
9.	Fremdenverkehr	August 1943	August 1944
	Bettenbesetzung in % nach den *vorhandenen* Betten . .	45,6	30,0
10.	Betriebseinnahmen der SBB *allein*	August 1943	August 1944
	aus Güterverkehr . (in 1000 Fr.)	20 112	19 845
	(Januar-August) . . (in 1000 Fr.)	(182 770)	(180 697)
	aus Personenverkehr (in 1000 Fr.)	19 085	21 743
	(Januar-August) . . (in 1000 Fr.)	(127 423)	(146 582)

[1]) Ab 23. September 1936 in Dollar-Devisen.

Heizwert und Aschengehalt der Schweizer Kohlen

Die nachstehenden Angaben sind den Merkblättern des Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amtes entnommen:

1. *Anthrazit*
   Aschengehalt in der Regel 20...40 %.
   Walliser Anthrazit mit 20 % Aschengehalt besitzt einen Heizwert von rund 5600 kcal/kg. Jeder Zunahme des Aschengehaltes um 5 % entspricht eine Verminderung des Heizwertes um rund 400 kcal/kg.
2. *Braunkohle*
   Aschengehalt ca. 10...30 %.
   Heizwert zwischen 7000 und 3500 kcal/kg.
3. *Schieferkohle*
   Der Heizwert schwankt je nach Wasser- und Aschengehalt zwischen 900 und 2700 kcal/kg.

insbesondere auch die Lichtreklamen und anderen Aussenbeleuchtungen der bezeichneten Art an weithin sichtbaren Orten (Kranz von Glühbirnen an Hotels, Drahtseilbahnen usw.) und auf den Höhen inbegriffen.

Nachdem nunmehr die Gründe weggefallen sind, welche zu der eingangs erwähnten Massnahme führten, wird hiermit meine Verfügung vom 3. Oktober 1940 betr. Reklame- und sonstige Aussenbeleuchtungen aufgehoben.

Miscellanea

Persönliches und Firmen

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

Elektrizitätswerk der Stadt Bern. Direktor *E. Baumann*, Bern, Ehrenmitglied des SEV, Mitglied des Vorstandes von 1916...1940 und Mitglied verschiedener Kommissionen des SEV und VSE, tritt auf 31. Dezember 1944 als Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern zurück; er hat dieses Werk seit 1908 mit grossem Erfolg geleitet und sich um dessen bedeutende Entwicklung hochverdient gemacht. Direktor Baumann bleibt weiter Mitglied der Verwaltungsbehörden der Kraftwerke Oberhasli A.-G. und geschäftsführendes Mitglied des Vorstandes des Konsortiums Kraftwerk Sanetsch.

Bernische Kraftwerke A.-G. Die Mitteilung im Bulletin SEV 1944, Nr. 22, S. 654, ist dahingehend richtigzustellen, dass *E. Vogel* als *Betriebsassistent*, nicht als Betriebsleiter zur Betriebsleitung Biel der BKW übertritt. Betriebsleiter in Biel ist nach wie vor *L. Schneider*.

Società elettrica Sopracenerina. J. Bizzini wurde zum Prokuristen ernannt.

Kleine Mitteilungen

Schweizer Mustermesse 1945. Die 29. Schweizer Mustermesse, die vom 14. bis 24. April 1945 stattfinden wird, ist in voller Vorbereitung. Auf Grund der bereits vorliegenden ungewöhnlich zahlreichen Anmeldungen darf ihr heute schon eine sehr gute Prognose gestellt werden. Das neue Messezeichen — ein Band in den Landesfarben, das sich in Spiralen nach oben in den unendlichen Aether verliert — will den Gedanken des ununterbrochenen Auftriebs zum Ausdruck bringen.

Landesplanung. Der Tagespresse entnehmen wir:

Der Bundesrat hat einen Bericht über die Standesinitiative des Kantons Solothurn über die Landesplanungsmassnahmen genehmigt. Darin werden «einheitliche und verbindliche Grundlagen für ein gesamtschweizerisches Verkehrsnetz, welches die interkantonalen Eisenbahn-, Schifffahrts-, Flug- und Strassenverkehrsanlagen und die elektrischen Kraftübertragungsanlagen umfasst», verlangt. Der Bundesrat beantragt den Räten, es sei in zustimmendem Sinne von dem vorliegenden Bericht Kenntnis zu nehmen.

Der Bericht kommt zum Schluss, dass die von dem Kanton Solothurn vorgeschlagene Aufstellung eines verbindlichen Programms der Verkehrsumgestaltung durch den Bund nur in bestimmten, durch die rechtlichen und tatsächlichen Verhältnisse gezogenen Grenzen möglich ist. Innert diesen Grenzen haben die Grundsätze der Landesplanung in der Tätigkeit der dem Bundesrat unterstellten Amtstellen bisher schon Beachtung gefunden und werden in Zukunft vermehrte Bedeutung erhalten.

Literatur — Bibliographie

620.22 : 669.14 *Nr. 2374*

Stahl als Werkstoff. Eigenschaften, Behandlung, Verwendung. Anhang: Magnetische Werkstoffe. Von *H. Christen*. 2. erweiterte A. Frauenfeld, Verlag: Huber & Co., 1944; A5, 215 S., 113 Fig., 4 Taf. Preis geb. Fr. 8.20, Schulpreis Fr. 6.60.

In dem vorliegenden Werk gibt der Verfasser eine gedrängte und reichhaltige Zusammenfassung der Werkstoffeigenschaften des Stahls. Er beschränkt sich im wesentlichen auf eine beschreibende Darstellung der als «Stahl» bezeichneten Werkstoffgruppe, die für den Praktiker leicht verständlich ist. Die lückenlose Zitierung der Originalliteratur ermöglicht es dem Leser, sich jederzeit in die wissenschaftliche Originalliteratur zu vertiefen. Aeusserst reichhaltige Zahlenangaben, Tabellen und Diagramme geben dem Werk den Charakter eines typisch technischen Buches, welches den Kontakt mit der Praxis vermitteln will. In einem allgemeinen Teil werden die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen erläutert. Es folgt dann eine Beschreibung der Konstruktions- oder Baustähle sowohl in bezug auf ihre Normung, als auch in bezug auf ihre Verarbeitung; unlegierte und legierte Sonderstähle werden dabei ausführlich behandelt. In derselben Weise werden die Werkzeugstähle sowie die legierten Sonderstähle beschrieben. Von besonderem Interesse für den Elektrotechniker dürfte der Abschnitt über die magnetischen Werkstoffe sein. An Hand von vielen Zahlen und Literaturhinweisen werden die magnetisch harten und magnetisch weichen Werkstoffe, welche heute verwendet werden, auf gedrängtem Raum zusammenfassend dargestellt. Bei der grossen Menge von Material, welche in diesem Buche zusammengestellt ist, vermisst man ein Schlagwortverzeichnis, welches die Benutzung des Werkes als Nachschlagewerk wesentlich erleichtern würde. *Zü.*

Hunziker-Mitteilungen. Die A.-G. Hunziker & Cie., Baustoff-Fabriken, Brugg, gab eine erste Nummer ihrer Hauszeitschrift «Hunziker-Mitteilungen» heraus. Die Verwendung von Betonfabrikaten im Kraftwerkbau, sei es als Superbetonrohre, Kalksandsteine, Tunnelsteine oder als Silisolit-Leichtsteine, spielt, während der letzten Jahre weitgehend als Ersatz für metallische Erzeugnisse, eine wichtige Rolle, so dass unsere Mitglieder diese neue Zeitschrift sicher begrüssen.

In der ersten Nummer (Nr. 1/2, Juli 1944) werden von bekannten Fachleuten die Superbeton-Rohrleitungen behandelt. Herstellung, Verlegung, physikalisch-chemische Eigenschaften, Festigkeit und zulässige Spannungen, Beanspruchung und hydraulische Verhältnisse sind Gegenstand eingehender wissenschaftlicher Untersuchungen. Abschliessend wird von den Erfahrungen mit Superbetonschleuderröhren [1]) beim Bau von Druckleitungen für das Kraftwerk Orsières berichtet.

Die «Hunziker-Mitteilungen» in gut präsentierender Aufmachung versprechen, als Spiegel der besonders regen Tätigkeit der A.-G. Hunziker & Cie., die auf 70 Jahre erfolgreichen Schaffens zurückblickt, viel Interessantes aus dem Gebiete der Betontechnik und regen im Interesse aller zu neuem Fortschritte an. *H. R. M.*

BAG Turgi, Nachtrag zum Katalog Nr. 993 über technische Beleuchtung. In diesem Nachtrag wird man wertvolle Ergänzungen finden, die die BAG zu der bereits reichhaltigen Auswahl ihres 1940 erschienenen Kataloges zuzufügen hat.

Wenn auch die lichttechnischen Grundlagen geblieben sind, so ist doch die Entwicklung im Bau der Lichtquellen nicht stehengeblieben: im Gegenteil, in ungewohnt rascher Folge, zum Teil sogar in umwälzender Form, sind sie und mit ihnen auch die Leuchten weiterentwickelt worden. Die anerkannt glückliche Nebeneinanderstellung der lichttechnischen Daten einerseits und der einzelnen Produkte anderseits hat dieses Werk zu einem Nachschlagewerk der Kundschaft erhoben und damit eine Lücke ausgefüllt.

---

[1]) Siehe Seite 688 dieser Nummer.

Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV

Verzicht auf das Recht zur Führung des Qualitätszeichens des SEV

Die Firma

Ernst J. Naegeli, Ing., Bern,

verzichtet wegen Einstellung der Fabrikation auf das Recht zur Führung des Qualitätszeichens des SEV für die Mehrfachsteckdosen «BRENNO».

IV. Prüfberichte

(Siehe Bull. SEV 1938, Nr. 16, S. 449.)

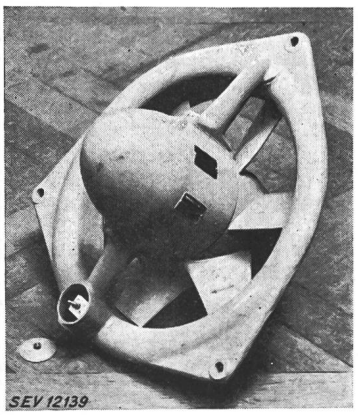
P. Nr. 362.

Gegenstand: **Ventilator**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 18730 vom 18. September 1944.
Auftraggeber: *Excelsior-Gas-Generatoren A.-G., Zürich.*

Aufschriften:

A.-G. Svenska Fläktfabriken
Stockholm Sweden
PMAB 30 Nr. 35709/68
ASEA Mot. 1 ~ 50 Ser. 4219
220 V 1,2 A 140 W ineffekt 1400 r/m



Beschreibung: Ventilator gemäss Abbildung, angetrieben durch offenen, selbstanlaufenden Einphasen-Kurzschlussankermotor.

Flügeldurchm. 30 cm.

Feste Klemmen für den Anschluss der Zuleitung.

Der Ventilator hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in trockenen Räumen.

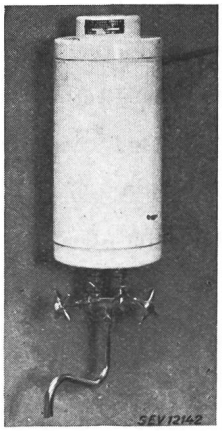
P. Nr. 363.

Gegenstand: **Durchlauferhitzer**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 18806 vom 25. September 1944.
Auftraggeber: *H. W. Schelb, Zürich.*

Aufschriften:

H. W. Schelb Zürich 4
Fabr. für Heisswasser-Apparate
Birmensdorferstr. 54
Volt 220 ~ Watt 1200
Fabrik No. 1 A Prüfd. kg/cm² 15



Beschreibung: Durchlauferhitzer mit Speichergefäss gemäss Abbildung. Spiralförmiger Heizstab und Temperaturregler mit Sicherheitsvorrichtung, von oben her eingeführt. Speichergefäss gegen Wärmeabgabe isoliert.

Netzanschluss mit 3adriger, mit 2 P + E-Stecker versehener Gummiaderschnur.

Der Apparat entspricht den «Anforderungen an Durchlauferhitzer» (Publ. Nr. 133).

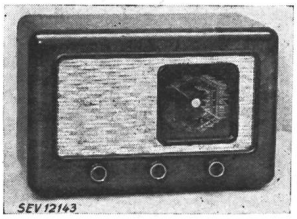
P. Nr. 364.

Gegenstand: **Radioapparat**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 18834 vom 27. September 1944.
Auftraggeber: *Autophon A.-G., Solothurn.*

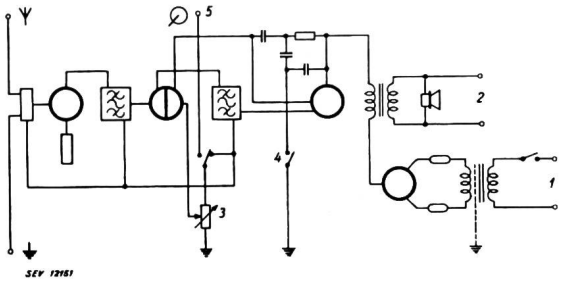
Aufschriften:

Autophon
Autophon A.-G., Solothurn
Type: Autophon 712
Anschlusswert 50 VA Wechselstrom
110—250 V 50 ~ App. No. 68458



Beschreibung: Radioapparat für die Wellenbereiche 15,8...53 m, 195...600 m und 783...2000 m und Grammophonverstärkung, gemäss Abbildung und Schaltschema.

1 Netz.
2 separater Lautsprecher.
3 Lautstärkeregler.
4 Tonblende.
5 Tonabnehmer.



Der Apparat entspricht den «Vorschriften für Apparate der Fernmeldetechnik» (Publ. Nr. 172).

P. Nr. 365.

Gegenstand: **Zwei Fußsäcke**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 18722/I vom 27. September 1944.
Auftraggeber: *Calora A.-G., Küsnacht.*

Aufschriften:

Calora
Volt 220 Watt 12

Prüf-Nr. 1: Fab.No. 500731 Best.No. 865
Prüf-Nr. 2: Fab.No. 503671 Best.No. 866
Radiostörfrei Pat. Schweizer-Fabrikat
Vor Nässe schützen!
Nicht zudecken!
(Nicht als Bettwärmer verwenden)
Nicht klopfen!

Beschreibung: Fußsäcke aus Stoff, mit Heizeinsatz. Prüf-Nr. 1 gemäss Abb., Prüf-Nr. 2 ohne Reissverschluss, hinten offen. Der Heizeinsatz besteht aus einer Heizschnur, welche zwischen zwei Tücher eingenäht ist. Der emaillierte Widerstandsdraht ist auf Asbestschnur gewickelt und mit Asbest umsponnen. Netzanschluss mit 2-adriger, mit Stecker versehener Rundschnur.

Die Fußsäcke haben die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Sie entsprechen dem «Radioschutzzeichen-Reglement des SEV» (Publ. Nr. 117). Verwendung: in trockenen Räumen.

Vereinsnachrichten

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, offizielle Mitteilungen der Organe des SEV und VSE

Vorstand SEV

Der Vorstand des SEV hielt am 26. Oktober in Zürich unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Prof. Dr. P. Joye, seine 96. Sitzung ab.

Es wird beschlossen, die von der Verwaltungskommission SEV/VSE genehmigte Neufassung von § 200 der Hausinstallationsvorschriften (Steckdosen in Badezimmern) im Bulletin des SEV zu veröffentlichen, um die Stellungnahme der Mitglieder kennenzulernen.

Der Entwurf der Regeln für Spannungsprüfungen wird mit sofortiger Wirkung in Kraft gesetzt, nachdem festgestellt wurde, dass die Mitglieder des SEV mit dem Entwurf auf Grund der Veröffentlichung im Bulletin SEV 1944, Nr. 16, einverstanden sind.

Die Eingaben der Mitglieder zum Entwurf des eidg. Post- und Eisenbahndepartementes für eine Ergänzung der Starkstromverordnung (Definition der Fachkundigkeit und Stipulierung der Prüfpflicht für Installationsmaterial und elektrische Apparate) werden zur Kenntnis genommen (s. Bull. SEV 1944, Nr. 19, S. 548). Das weitere Vorgehen wird besprochen.

Vom Bericht des Herrn Dr. Blattner, Präsident der Gebäudeblitzschutzkommission, über die Tätigkeit 1934/43 dieser Kommission wird unter Verdankung an den Autor Kenntnis genommen.

Zum Reglement der Eidg. Technischen Hochschule für die obligatorische praktische Ausbildung der Studierenden der Abteilung für Maschineningenieurwesen und für Elektrotechnik wird Stellung genommen.

Ein bedeutendes Beitragsgesuch wird zur Diskussion in der nächsten Sitzung zurückgestellt.

Ein Antrag auf Erhöhung der Zahl der Mitglieder des Vorstandes von 10 auf 11 wird zurückgestellt; der freie Platz wird als Reserve behalten für den Fall, dass der Vorstand in die Lage kommt, besonderen Wünschen oder Bedürfnissen Rechnung zu tragen.

10 Einzelmitglieder, 1 Jungmitglied und 4 Kollektivmitglieder werden aufgenommen.

Verschiedene kleinere Geschäfte werden erledigt.

Fachkollegium 4 des CES

Wasserturbinen

Das FK 4 des CES hielt am 8. November 1944 in Bern unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Prof. R. Dubs, seine 11. Sitzung ab. Eine theoretische Abhandlung des Vorsitzenden über die Wassermessung bei schräggestelltem Messquerschnitt wurde eingehend diskutiert. Die Firmen Charmilles und Escher Wyss führten über diesen Gegenstand Versuche aus, die noch ausgewertet werden müssen. Die Beratung der Zusammenstellung der verschiedenen Länderregeln wurde zu Ende geführt. Die Beratung des Wortlautes des Entwurfes zu Regeln für Wasserturbinen wurde begonnen. Von einem Nachtrag des Vorsitzenden zu seiner Veröffentlichung im Bulletin SEV 1944, Nr. 18, S. 499, die Bestimmung der geodätischen Höhendifferenz H durch Messung der Pressung p mit Gewichtsmanometer und Beobachtung des atmosphärischen Druckes p_a wurde Kenntnis genommen; der Nachtrag beeinflusst das Resultat des Berichtes nicht.

Leitsätze für die Verwendung von Aluminium und Aluminiumlegierungen im Regelleitungsbau

(Leitsätze für Al-Regelleitungen)

Der Vorstand des SEV veröffentlicht hiermit den vom CES aufgestellten Entwurf der Leitsätze für Al-Regelleitungen.

Der Vorstand ladet die Mitglieder des SEV ein, diesen Entwurf zu prüfen und allfällige Bemerkungen schriftlich im Doppel bis zum *11. Dezember 1944* dem Sekretariat des SEV, Seefeldstr. 301, Zürich 8, einzureichen. Wenn bis zum genannten Datum keine Bemerkungen eingehen, wird der Vorstand annehmen, die Mitglieder des SEV seien mit dem Entwurf einverstanden. Er wird dann auf Grund der ihm von der Generalversammlung 1943 erteilten Vollmacht diese Leitsätze in Kraft setzen.

Entwurf

Leitsätze
für die
Verwendung von Aluminium und Aluminiumlegierungen im Regelleitungsbau
(Leitsätze für Al-Regelleitungen)

1. Werkstoffe

Im Leitungsbau dürfen für die Leiter nur Werkstoffe von besonderer Eignung verwendet werden. Es gelten folgende Vorschriften, Normen und Regeln:

a) Bundesrätliche Verordnung über Starkstromanlagen (vom 7. Juli 1933) [1]);

b) Bundesratsbeschluss über die Abweichung von der Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen (vom 9. April 1942) [1]);

c) VSM-Norm 10 840 (1934): Hütten-Aluminium [2]);

d) VSM-Norm 10 845 E und 10 851 E (1943): Reinaluminium 99,5 und Aluminium-Magnesium-Silizium-Knetlegierung für elektrische Leitungen [2]);

e) VSM-Norm 24 010 E (7. Entwurf vom Juli 1943): Seile für elektrische Leiter, steif [2]);

f) VSM-Norm 23 950 E (1943): Aluminium-Anschlüsse, lösbare Verbindungen [2]);

g) SEV-Publikation Nr. 157 (1940): Regeln für Aluminium [1]).

Als Werkstoff kommt folglich Hütten-Aluminium von 99,5 % Reinheit, allein oder mit verzinktem Stahldraht verseilt, sowie Al-Mg-Si-Knetlegierung (z. B. Aldrey, Aludur; im folgenden werden diese Werkstoffe der Einfachheit halber

[1]) Zu beziehen beim SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8.

[2]) Zu beziehen beim VSM-Normalienbureau, General Wille-Strasse 4, Zürich 2.

Physikalische Eigenschaften und Daten von Aluminium und Legierung Ad

Tabelle I

	Al 99,5 %	Legierung Ad	Stahl-Alumin. Stahl	Stahl-Alumin. Al
Zugfestigkeit				
Draht bis 3,2 mm ∅ . . kg/mm²	19	30...36 [1])	120	19
Draht 4 mm ∅ kg/mm²		30...36 [1])		
Draht 5...8 mm ∅ [3]) . kg/mm²		28...25		
Seil [3]) . . . kg/mm²		30		
Festigkeitsabnahme infolge Verseilung in % der Anfangsfestigkeit				
bei Seilen bis 19 Drähte	6	4	2	
bei Seilen über 19 Drähte	8	5		
Höchstzulässige Beanspruchung				
Seil . . . . kg/mm²	12	18	80	13
Draht 4...8 mm ∅		s. Tabelle IV.		
Bruchdehnung				
der Drähte . . . . %	2,5	5	5	
Messlänge = 200 mm, Mindestwert [3]) . . . %	2,0	5		
Brinellhärte				
der Drähte . . kg/mm²	35...45 [2])	90...110 [1])		
Elastizitätsmodul				
Draht . . . . kg/mm²	6300	6800 [4])		
Seil b. 19 Drähte kg/mm²	5500	6000	18 500	5500
Seil ü. 19 Drähte kg/mm²	5200	5700		
Längenausdehnungskoeffizient 1/° C	$24 \cdot 10^{-6}$ [2])	$23 \cdot 10^{-6}$	$11{,}5 \cdot 10^{-6}$	
Elektr. Leitfähigkeit bei 20° C, Draht m/Ωmm²	35,2 [5])	30...33 [1]) 31,5 [4])		
Spez. Widerstand bei				
20° C Draht . . Ωmm²/m	0,0284 [5])	0,0318 [4])		
80° C Draht . . Ωmm²/m	0,0352 [5])	0,0386 [4])		
Widerstandskoeffiz. 1/° C	0,004 [5])	0,0036 [1])		
Spez. Gewicht	2,7 [2])	2,7 [1])	7,8	

Sofern kein besonderer Hinweis, nach Verordnung über Starkstromanlagen (1933).
[1]) Nach VSM 10851 E.
[2]) Nach VSM 10845 E.
[3]) Garantiewert der Herstellerfirmen.
[4]) Empfohlener Rechnungswert (Mittelwert).
[5]) Nach SEV-Publ. 157 (vgl. auch VSM 10845 E).

Genormte Querschnitte für Seile aus Aluminium oder Legierung Ad (vgl. VSM 24 010 E, 7. Entwurf)

Tabelle II

Querschnitt Nennwert mm²	Querschnitt effekt. Wert mm²	Aufbau (Anzahl Drähte x Durchm.)	Seil ∅ mm	Gewicht [3]) kg/km	Mittl. Ohmscher Widerst. bei 20° C Seiltemperatur Al 99,5 % Ω/km	Leg. Ad Ω/km
16	15,89	7·1,70	5,10	44		2,03
25	25,18	7·2,14	6,42	69	1,15	1,28
35	34,91	7·2,52	7,56	97	0,83	0,925
50	50,14	7·3,02	9,06	139	0,578	0,644
	49,97 [1])	{7·1,67 / 10·2,10}	9,21	139		0,646
70	70,27	19·2,17	10,9	195	0,416	0,46
95	94,76	19·2,52	12,6	263	0,309	0,343
120	120,4	19·2,84	14,2	335	0,243	0,268
150	150,0 [2])	19·3,17	15,9	417	0,195	
	149,7	37·2,27	15,9	416	0,196	0,216
185	184,5	37·2,52	17,6	513	0,159	0,176
240	239,4	37·2,87	20,1	665	0,123	0,136

[1]) Nur für Legierung Ad vorgesehen, falls ein biegsameres Seil erwünscht ist.
[2]) Nur für Al 99,5 %.
[3]) Gewicht gerechnet nach spez. Gewicht 2,7 + ca. 3 % Verseilungszuschlag.
Spezifisches Gewicht siehe Tabelle I.

mit «Legierung Ad» bezeichnet) mit den in den genannten Vorschriften, Normen und Regeln enthaltenen Festigkeits- und Dehnungseigenschaften in Betracht (Tabelle I).

Bemerkung: Das oft gebrauchte Aluminium 99,3 % hat etwas grössere Festigkeit, aber etwas geringere Leitfähigkeit als Aluminium 99,5 %. Aluminium von höherer Reinheit als 99,5 % ist zu vermeiden, weil die Festigkeit mit zunehmender Reinheit sinkt.

2. Anlieferung und Lagerung

Seile sollen mit Rücksicht auf Transport und scheuerfreies Abwickeln grundsätzlich auf Trommeln angefordert werden. Die Trommel muss für Seile einen Kerndurchmesser von mindestens 50mal Seildurchmesser aufweisen. Draht soll auf Holzkreuzen geliefert werden; für kleine Drahtmengen genügt auch die Lieferung in gleichmässig gewickelten, satt gebundenen und mit Papier oder Packleinwand gut geschützten Ringen. Der Innendurchmesser des Ringes darf nicht zu klein sein; er soll z. B. für 6-mm-Draht aus Legierung Ad mindestens 50 cm betragen.

Das Leitermaterial darf nicht auf frisches, nacktes Holz gewickelt werden; Kreuze müssen mit einem neutralen, säurefreien Mittel gestrichen sein; bei Trommeln verlange man das Ausschlagen mit Oelpapier. Muss ein Leiter längere Zeit gelagert werden, so hat dies an einem trockenen Ort zu erfolgen. Nähe von Kunstdünger vermeiden! Ist die Lagerung von Trommeln nur im Freien möglich, so sind diese jedenfalls gegen Bodenfeuchtigkeit und Regen durch Holz, Pappe, Weissblech, Zinkblech (kein Kupfer) usw. zu schützen. Für Reserve-Seile oder -Drähte empfiehlt sich ein leichtes Einfetten der oberen Lagen mit einem neutralen (säurefreien) Fett oder neutralem Vaselin.

3. Wahl des Leitermaterials

Legierung Ad hat bedeutend bessere mechanische Eigenschaften, aber etwas geringere elektrische Leitfähigkeit als Aluminium 99,5 %. Da bei kleinen Leiterquerschnitten eine verhältnismässig hohe Gesamtbruchlast des Leiters erwünscht ist, eignet sich für Leitungen kleineren Querschnittes Legierung Ad besser als Aluminium 99,5 %; denn Legierung Ad kann mit kleinerem Durchhang verlegt werden und verursacht deshalb bei Schneefall oder starkem Wind weniger Störungen. Ferner kann Legierung Ad, im Gegensatz zu Aluminium 99,5 %, das nicht als Massivdraht gebraucht werden darf, in Form von Massivdraht von 4...8 mm Durchmesser verwendet werden [3]). Wo mit starkem Rauhreif oder Naßschnee zu rechnen ist, eignet sich Legierung Ad besonders, sowohl wegen ihren Festigkeits-, als auch wegen ihren Dehnungseigenschaften; auch Stahl-Aluminium-Seile können infolge ihrer hohen Festigkeit für solche Regelleitungen in Frage kommen.

Für grössere Leiterquerschnitte als etwa 90 oder 120 mm² ist abzuklären, ob die höhere Festigkeit der Legierung Ad oder des Stahl-Aluminiums mit Rücksicht auf Isolatorstützen und Tragwerke noch ausgenützt werden kann. Oft wird dies nicht mehr der Fall sein; es empfiehlt sich dann die Anwendung von Aluminium 99,5 % mit dem Vorteil der grösseren Leitfähigkeit.

Allgemein wird man sich daher bei Regelleitungen, deren Leiterquerschnitt 90 oder 120 mm² nicht überschreitet, für Legierung Ad oder Stahl-Aluminium, bei grösseren Querschnitten eher für Aluminium entschliessen.

Bei der Wahl des Leitermaterials ist auch auf die Möglichkeit der *Leiterschwingungen* Rücksicht zu nehmen. Seile schwingen weniger als Drähte. Die Schwingungen erzeugen Töne, die besonders bei Hausanschlüssen lästig sein können. Zur Abhilfe werden folgende Massnahmen empfohlen:

a) Die letzte Spannweite vor dem Haus wird in Seil ausgeführt.

b) Es werden geeignete Dämpfer angewendet.

c) Da dicke Drähte mehr schwingen als dünne, ist an Orten, wo Schwingungsgefahr besteht, Draht aus Legierung Ad von 8 mm Durchmesser möglichst zu vermeiden.

4. Dauerstrombelastung

In den meisten Fällen, besonders bei längeren Leitungen, ist bei der Wahl des Querschnittes neben der nötigen Fe-

[3]) Bundesratsbeschluss vom 9. April 1942 über die Abweichung von der Verordnung über Starkstromanlagen.

stigkeit der zulässige Spannungsabfall oder die Beschränkung der Uebertragungsverluste ausschlaggebend. In jedem Fall muss die Kontrolle auf Erwärmung der Leiter gemacht werden. Mit Rücksicht auf die Klemmverbindungen und die Festigkeitsabnahme des Leitermaterials durch hohe Temperaturen soll die Leitertemperatur nicht dauernd über 80° C steigen. Bei einer Umgebungstemperatur von 40° C und einer Erwärmung von 40° C ergeben sich ungefähr die in Tabelle III angegebenen Belastungen.

Zur Bestimmung der zulässigen Dauerstromstärke von Stahl-Aluminium-Seilen bis 50 mm² (1 Stahldraht, 6 Aluminiumdrähte) wird nur der Aluminiumquerschnitt berücksichtigt.

Dauerbelastung in A von Leitern für eine Umgebungstemperatur von 40° C und eine Erwärmung von 40° C bei Windstille

Tabelle III

Seilquerschnitt mm²	Drahtdurchmesser mm	Dauerstromstärke Aluminium A	Dauerstromstärke Leg. Ad A
	4		68
16			88
	5		88
25		121	115
	6		108
35		153	146
	7		129
	8		150
50		191	182
70		240	228
95		283	269
120		337	321
150		390	370
185		440	420
240		520	496

Bemerkung: Die mit der Dauerstrombelastung eines Leiters zusammenhängenden Probleme werden weiter geprüft.

Diese Dauerstromstärken gelten für die Leiter allein; sie dürfen nur dann angewendet werden, wenn die Verbinder mindestens die gleiche Belastbarkeit aufweisen.

Die Tabelle wurde teilweise nach «Aluminium-Freileitungen», 5. Aufl. (1940), Verlag: Aluminium-Zentrale, Berlin, aufgestellt.

5. Leiterdistanzen

Nach der Erläuterung zu Art. 85 der bundesrätlichen Verordnung über Starkstromanlagen vom 7. Juli 1933 soll der Abstand senkrecht übereinander angeordneter Leiter von Niederspannungsleitungen mindestens 60 cm betragen, möglichst mehr. Dieses Mindestmass ist bei Verwendung von Leitern aus Aluminium oder Legierung Ad auf 80...90 cm zu erhöhen. Wo Rauhreif- oder Schneeansätze zu befürchten sind, empfiehlt sich bei besonders wichtigen Leitungen zusätzlich eine Verkürzung der Spannweiten auf 30...40 m. Analoges gilt für die in der genannten Erläuterung angegebenen Leiterabstände von Hochspannungs-Regelleitungen.

Werden auf ein und demselben Gestänge Leiter aus Kupfer und Aluminium (oder Legierung Ad) verlegt, so sind die Aluminium-Leiter stets *oberhalb* der Kupfer-Leiter zu montieren. Ist dies nicht möglich, so soll durch die Wahl der Stützenausladungen danach getrachtet werden, dass vom Kupfer-Leiter heruntertropfendes Wasser den Aluminium-Leiter möglichst nicht trifft. Muss ausnahmsweise ein Aluminium-Leiter senkrecht unter einem Kupfer-Leiter geführt werden, so muss der Abstand der beiden Drähte den für Aluminium-Leitungen geforderten Abständen entsprechen.

6. Isolatoren

Isolatoren, welche schon für Kupfer- oder Bronzeleitungen benützt wurden, sind vor dem Verlegen von Leitern aus Aluminium oder Legierung Ad gründlich zu reinigen, und zwar mindestens mit Stahlbürste und trockenem Lappen, sofern die Isolatoren schon an der Stange montiert sind. Stahlwolle darf an Orten, wo Vieh weiden kann, nicht verwendet werden. Es ist jedoch empfehlenswert, die Isolatoren zu demontieren und sie mit 10 % Salpetersäure (Vorsicht, Stützen nicht benetzen!) abzuwaschen und nachher gründlich mit sauberem Wasser abzuspülen.

7. Werkzeuge

Alle Werkzeuge, die mit den Leitern aus Aluminium- oder Legierung Ad in Berührung kommen, sind vorher gründlich zu reinigen, besonders von anhaftenden Schwermetallflittern. Wenn möglich sollten für die Verlegung von Leitern aus Leichtmetall besondere Werkzeuge reserviert werden. Diese Vorsichtsmassnahme ist in erster Linie bei den Rollen und Haspeln zu beachten. Für die Haspel wird eine verstellbare Konstruktion empfohlen (Fig. 1), da auf dem konischen Haspel die einzelnen Seillagen sich leicht gegeneinander verschieben und verklemmen, wodurch das Seil beim Abwickeln beschädigt wird. Die für die Regulierung bisher üblichen Froschklemmen und Feilkloben eignen sich nicht für Aluminium-Seile, die Feilkloben höchstens für Draht aus Legierung Ad, jedoch nur bei Auskleiden der Klemmbacken mit weichem

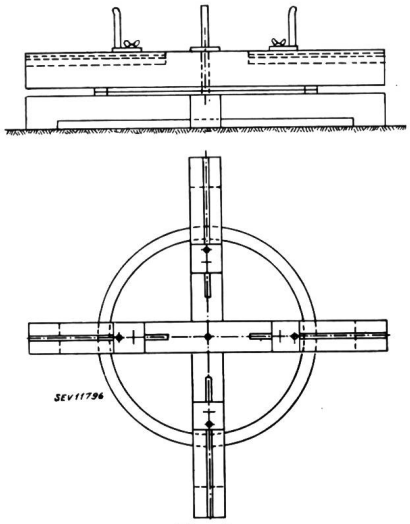


Fig. 1.
Verstellbarer Haspel

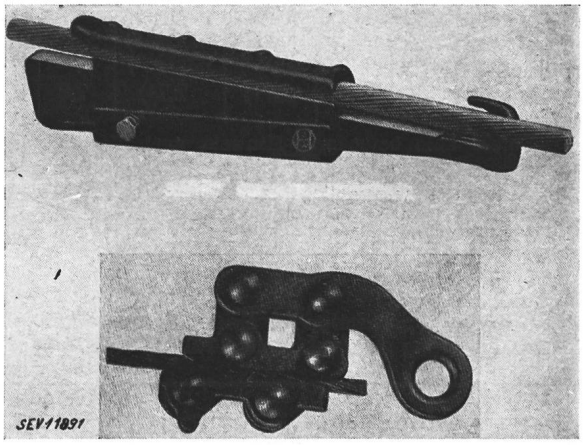


Fig. 2.
Hilfsklemmen aus Metall mit glatten Grifflächen
Man beachte die langen Backen.
(Aus «Aluminium-Freileitungen».)

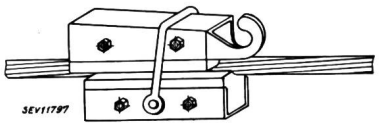


Fig. 3.
Hilfsklemme aus Holz für dicke Seile

Aluminiumblech. Die Hilfsklemmen dürfen weder die Leiteroberfläche verletzen, noch scharfe Krümmungen bewirken. Es sind deshalb Klemmen aus Metall mit langen Backen und gut abgerundeten Kanten zu verwenden; Klemmen aus Hartholz bedürfen eines etwas grösseren Klemmendruckes, damit der fette Leiter in der Klemme nicht gleiten kann. Die Länge der Backen muss ungefähr den 10...15fachen Leiterdurchmesser betragen, damit der spezifische Klemmdruck nicht zu hoch wird (Fig. 2, 3).

8. Auslegen

Es muss unbedingt vermieden werden, dass beim Auslegen das Seil oder der Draht über Strassen, steiniges Gelände, frisch gedüngte Wiesen, Hausdächer, Gartenzäune usw. geschleift wird. Das Auslegen über die Isolatorenstützen ist ebenfalls schädlich, sofern diese vorerst nicht mit einem Holzstück oder dergleichen überdeckt wurden. Grundsätzlich soll das Auslegen auf Holz- oder Aluminium-Rollen angestrebt werden. Diese Rollen müssen leicht laufen und eine glatte Rille aufweisen, welche den Leiter nicht klemmt; daher muss die Rundung der Rille mindestens das 1,5fache

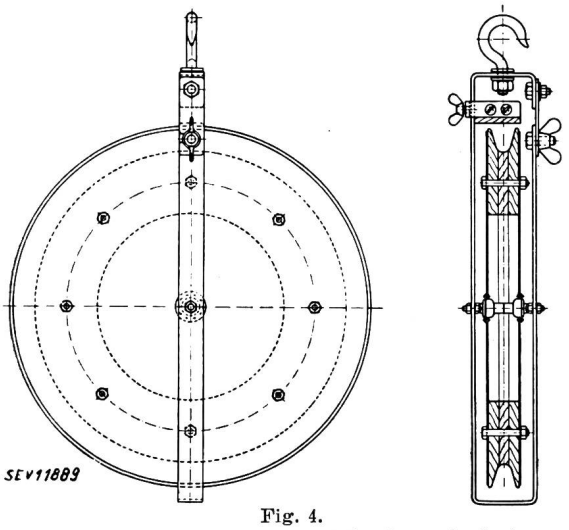


Fig. 4.
Auslegerolle aus Holz, richtig dimensioniert
(Aus «Aluminium-Freileitungen».)

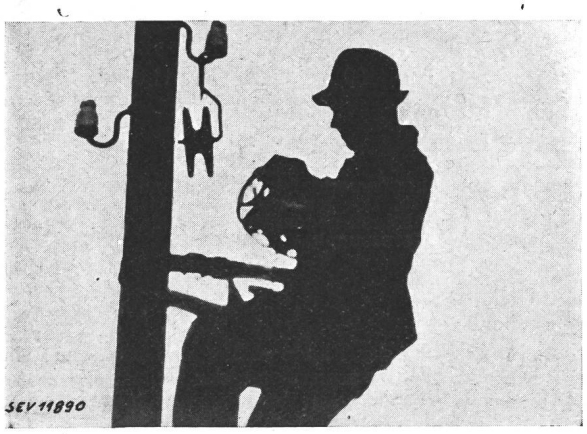


Fig. 5.
Unzweckmässige Auslegerolle
Rollendurchmesser zu klein

des Leiterdurchmessers betragen. Der innere Rollendurchmesser ist mindestens gleich dem 20fachen Leiterdurchmesser, jedoch nicht unter 20 cm, zu wählen; dies gilt vor allem für die Rollen an den Winkeltragwerken. Um das Auslegen bodenfrei durchzuführen, müssen je nach Gelände zwischen den Tragwerken Holzhürden aufgestellt, oder es muss bei Verwendung eines Vorseiles die Trommel abgebremst werden. Fremdmetallteile, z. B. Nägel, Eisendrähte usw., an Gerüsten und Hürden dürfen mit dem auszulegenden Leiter nicht in Berührung kommen (Fig. 4 und 5).

9. Regulieren

Das Regulieren hat nach der bundesrätlichen Verordnung über Starkstromanlagen vom 7. Juli 1933 zu erfolgen, auf keinen Fall «nach Gefühl», weil dieses infolge des kleinen Leitergewichtes täuscht. Die Folge ist ein bei Montagetemperatur unzulässig hoher Zug im Leiter; bei tiefer Temperatur oder bei Zusatzlast wird dann die zulässige Zugbeanspruchung überschritten. Die Messung der Temperatur erfolgt zweckmässig mit einem einige Meter über Boden am Tragwerk aufgehängten Thermometer; sie darf nicht an einem am Boden liegenden Gegenstand vorgenommen werden, weil dessen Temperatur mit der eines frei gespannten Leiters nicht übereinstimmt. Bei starker Sonnenbestrahlung ist der untere Teil des Thermometers mit Aluminium-Folie zu umhüllen.

Um neue Aluminiumseile in den endgültigen Zustand überzuführen, wird empfohlen, entweder auf einen um ca. 5 % kleineren als den endgültigen Durchhang einzuregulieren, oder vor dem endgültigen Regulieren das Seil während mindestens 6 Stunden so zu spannen, dass sein Durchhang 20...25 % des bei 10° vorgeschriebenen beträgt.

In Tabelle IV sind die z. Zt. (1944) gültigen Mindestdurchhänge aus der Verordnung über Starkstromanlagen wiedergegeben. Die Durchhänge der Leiter von darin nicht enthaltenen Querschnitten sind zu berechnen.

10. Befestigungsbünde

Folgende Bünde sind gebräuchlich:

1. Seitenbund, auch Halsbund genannt:
   a) Einfacher Kreuzbund (Fig. 6, 7);
   b) Verstärkter Kreuzbund (Fig. 8...10);
   c) Kreuzbund mit 2 Bindedrähten (Fig. 11...13);
   d) Bügelbund (Fig. 14...18).
2. Kopfbund (Fig. 19, 20).
3. Endbund (Fig 21...23).

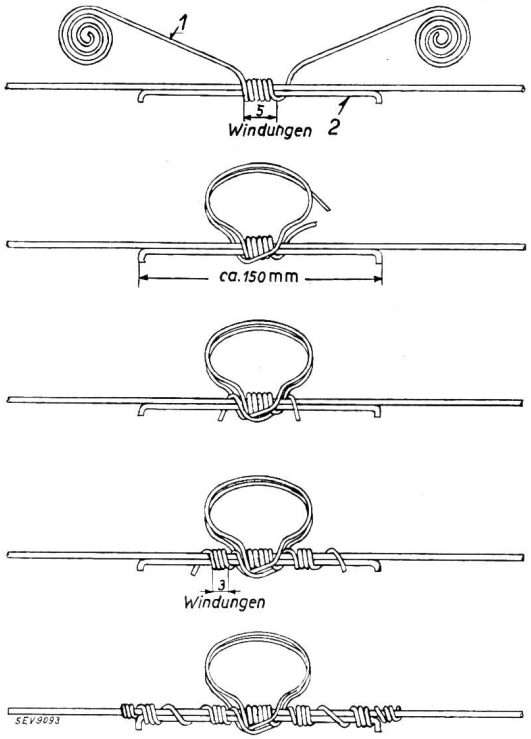


Fig. 6.
Einfacher Kreuzbund
1 Bindedraht aus weichem Reinaluminium 2,5...4 mm ∅.
2 Beidraht aus hartem Reinaluminium oder Legierung Ad 4 mm ∅.

Nach der Verordnung über Starkstromanlagen 1933, Art. 83, müssen die Befestigungsbünde so beschaffen sein, dass sie

Mindestdurchhänge der Leiter von Regelleitungen
nach Art. 88, Ziff. 3, der bundesrätlichen Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen vom 7. Juli 1933

Tabelle IV

Leiter-durchmesser mm	Leiter-querschnitt mm²	Leiterdurchhang in cm für Spannweiten von m: 20	25	30	35	40	45	50	Temperatur °C (Zustand)	Leiterzug bei 10° kg	Leiterzug bei 10° kg/mm²	Beanspruchung in Spannweiten von 50 m bei 0° mit Zusatzlast kg/mm²	Beanspruchung in Spannweiten von 20 m bei −25° kg/mm²
Reinaluminiumseil nach Starkstromverordnung vom 7. Juli 1933													
6,4	25	6	10	14	20	28	37	48	0°	35	1,4	13,6 für 40 m	5,5
		10	16	22	30	39	50	62	+10°				
		17	24	32	41	51	62	74	+20°				
		45	62	81	101	122	144	167	0°S				
8,1	40	6	10	14	20	28	37	48	0°	56	1,4	11,5 höchst zulässig	5,5
		10	16	22	30	39	50	62	+10°				
		17	24	32	41	51	62	74	+20°				
		37	52	68	85	103	123	144	0°S				
10,8	70	5	9	13	18	24	31	40	0°	112	1,6	8,4	5,8
		9	14	20	26	34	44	54	+10°				
		15	21	28	37	46	56	67	+20°				
		29	41	54	68	83	99	116	0°S				
13	100	5	9	13	18	24	31	40	0°	160	1,6	6,9	5,8
		9	14	20	26	34	44	54	+10°				
		15	21	28	37	46	56	67	+20°				
		24	34	46	59	73	88	103	0°S				
Massivdrähte aus Legierung Ad nach dem Bundesratsbeschluss vom 9. April 1942 über die Abweichung von der Starkstromverordnung vom 7. Juli 1933													
4	12,6	8	13	20	30	42	55	72	0°	13	1,0	25,0[1])	5,3
		13	21	30	41	54	68	84	+10°				
		21	29	39	51	64	80	96	+20°				
		55	75	98	122	146	173	201	0°S				
5	19,6	7	11	18	27	37	49	64	0°	22	1,1	18,9[2])	5,6
		12	19	28	38	49	62	77	+10°				
		20	27	37	48	59	73	88	+20°				
		47	65	84	104	125	149	173	0°S				
6	28,3	6	10	16	23	33	44	56	0°	34	1,2	15,0	5,8
		11	18	25	34	45	57	70	+10°				
		19	26	35	45	55	69	82	+20°				
		40	57	75	92	110	131	153	0°S				
7	38,5	5	9	13	20	27	35	46	0°	54	1,4	12,6	6,1
		10	15	22	30	39	49	60	+10°				
		17	24	32	41	50	62	74	+20°				
		35	49	64	80	97	116	135	0°S				
8	50	5	8	12	17	23	31	40	0°	80	1,6	11,0	6,4
		8	13	19	26	34	43	53	+10°				
		16	22	30	38	46	57	68	+20°				
		31	44	57	72	87	103	121	0°S				

[1]) 22,0 für 40 m Spannweite und 18,6 für 30 m Spannweite.
[2]) 16,6 für 40 m Spannweite.

Bemerkungen: Die Angaben in der Temperaturkolonne bedeuten, wo nichts bemerkt ist, den Zustand ohne Zusatzlast und bei «0° S» den Zustand bei 0° mit der Zusatzlast nach Art. 88, Ziffer 1b. Der letztere Zustand ist massgebend für die minimale Höhe der Leiter über Boden und den minimalen lotrechten Abstand gegenüber den andern gekreuzten Leitern gemäss Art. 13 und 30 der Verordnung über Parallelführungen und Kreuzungen.

die richtige Lage des Leiters am Isolator dauernd sicher und ohne nennenswerte Beeinträchtigung seiner Festigkeit unter folgenden Annahmen gewährleisten:

a) *Regelbünde* bei betriebsmässigem Zustand der Leiter, mit Zusatzlast;

b) *Arretierbünde* bei einem einseitigen Leiterzug, welcher der nach Art. 89 zulässigen Höchstbeanspruchung des Leiters entspricht;

c) *Endbünde* bei einem einseitigen Leiterzug, welcher der Zerreissfestigkeit des Leiters entspricht.

Als *Regelbünde* gelten:
von den Seitenbünden der einfache Kreuzbund und der verstärkte Kreuzbund,
der Kopfbund.

Oft wird auch der Bügelbund als Regelbund gebraucht, besonders bei Querschnitten über 50 mm².

Als *Arretierbünde* gelten:
der Kreuzbund mit 2 Bindedrähten (für Leiterquerschnitte bis etwa 35 mm²),
der Bügelbund,
der Endbund.

Die Anwendung der Bünde richtet sich nach Querschnitt und mechanischer Beanspruchung der Leiter. Bei grossem Gefälle, Gefällsbrüchen, stark verschiedenen Spannweiten bzw. Zugbeanspruchungen, wird der Bügelbund, für kleine Querschnitte (bis etwa 35 mm²) auch der Kreuzbund mit 2 Bindedrähten empfohlen (Arretierbünde).

Der einfache und der verstärkte Kreuzbund eignen sich für mechanisch weniger belastete Bindestellen. Für Seilquerschnitte von 70 mm² an aufwärts ist der Bügelbund vorzuziehen.

In geraden Strecken der Regelleitungen dürfen Regelbünde verwendet werden, soweit nicht andere Bünde ausdrücklich vorgeschrieben sind. Seitenbünde ermöglichen im allgemeinen eine zuverlässigere Befestigung als Kopfbünde. Bei beidseitig starkem Gefälle ist jedoch der Kopfbund zu wählen.

Bei der Herstellung der Bünde ist besonders auf Schonung sowohl des Leiters, als auch des Bindedrahtes zu achten, und es soll deshalb grundsätzlich ausser zum Abschneiden des Drahtes kein Werkzeug gebraucht werden. Zum Binden darf nur unverletzter, weicher Aluminiumdraht von 99,3...99,5 % Reinheit mit einem Mindestdurchmesser von 2,5 mm verwendet werden. Ausgeglühte Drähte aus Legierung Ad eignen

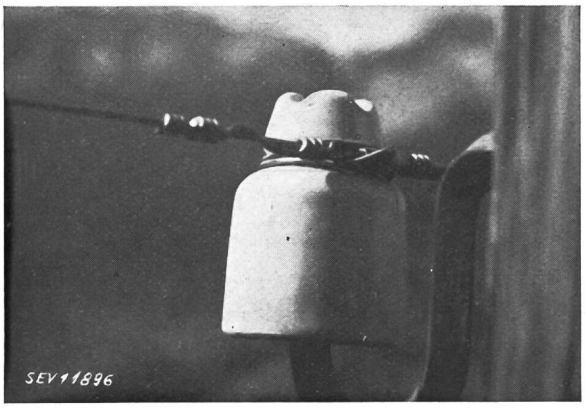


Fig. 7.
Einfacher Kreuzbund (für dünne Drähte), ohne Wickelband

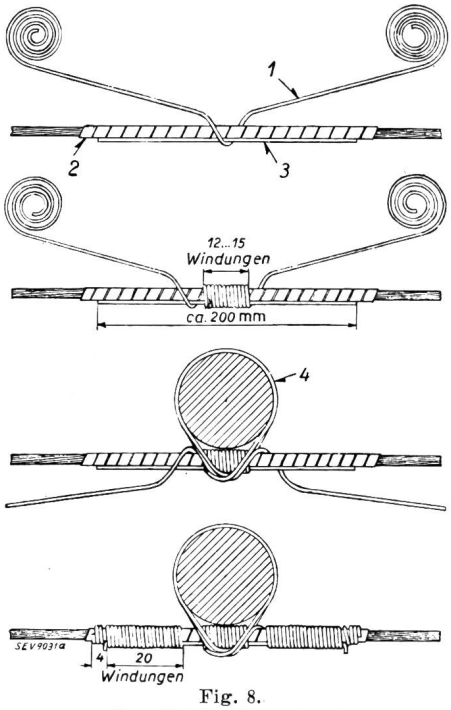


Fig. 8.
Verstärkter Kreuzbund
1 Bindedraht aus weichem Reinaluminium 2,5...4 mm ∅.
2 Wickelband aus weichem Reinaluminium 10 · 1 mm.
3 Beidraht aus hartem Reinaluminium oder Legierung Ad 4 mm ∅.
4 Mit jedem Drahtende zweimal den Isolatorhals umwickeln.

sich nicht, weil sie in diesem Zustande zu wenig korrosionsbeständig sind. Aus dem gleichen Grunde sind Bügel, sofern sie aus einem Vollprofil aus Anticorodal geformt werden, nur im vergüteten Zustande zu verwenden.

Ein guter Bund ist durch 3 Hauptmerkmale gekennzeichnet:

1. Der Leiter darf den Isolator nicht direkt berühren (Gefahr des Durchscheuerns).
2. Der Bindedraht soll den Leiter satt (ohne Spiel) und derart am Isolator festhalten, dass die Berührungsfläche zwischen Leiterumhüllung und Isolator möglichst klein ist (Ausnahme: Endbund). Der Leiter soll also am Isolator möglichst tangential vorbeiführen; er darf durch den Kreuzbund kaum, durch den Bügelbund nur leicht gebogen werden.

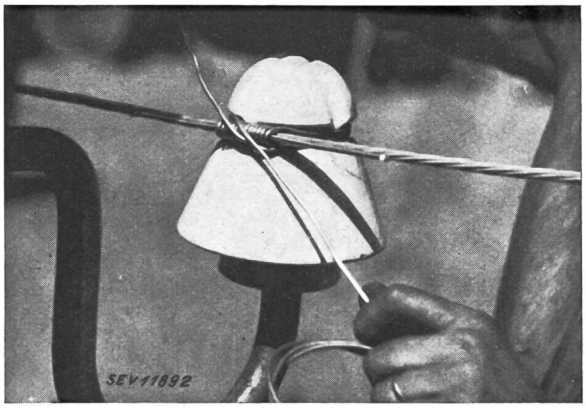


Fig. 9.
Anfertigung des verstärkten Kreuzbundes
Bindedrahtenden bereits je einmal um den Isolatorhals geschlungen. Parallele Führung der Bindedrahtenden an der Kreuzungsstelle!

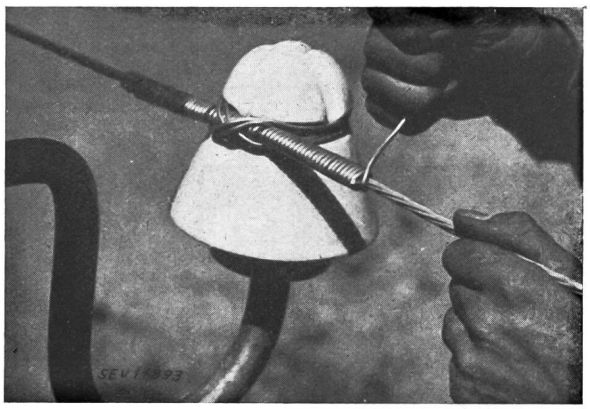


Fig. 10.
Verstärkter Kreuzbund
Beendigung der Drahtspirale. Bundanfertigung ohne Werkzeug!

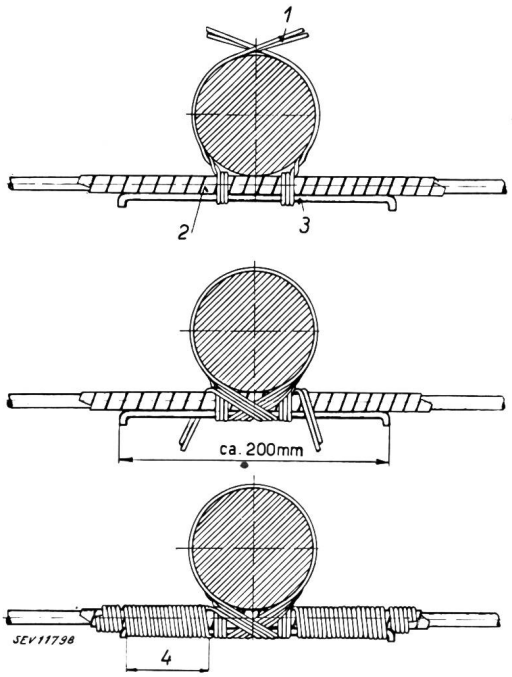


Fig. 11.
Kreuzbund mit 2 Bindedrähten
1 Bindedraht aus weichem Reinaluminium 2,5...4 mm ∅.
2 Wickelband aus weichem Reinaluminium 10 · 1 mm.
3 Beidraht aus hartem Reinaluminium oder Legierung Ad ∅ 4 mm.
4 ca. 10 Windungen mit doppeltem Bindedraht.

3. Der Uebergang der teils unvermeidlichen, teils gewollten Versteifung des Leiters vom Isolator auf die freie Spannweite ist möglichst stetig auszuführen, d. h. der Bund soll in Richtung Isolator-Spannweite möglichst flexibler werden. Diese Massnahme verhütet weitgehend Leiterschwingungsbrüche.

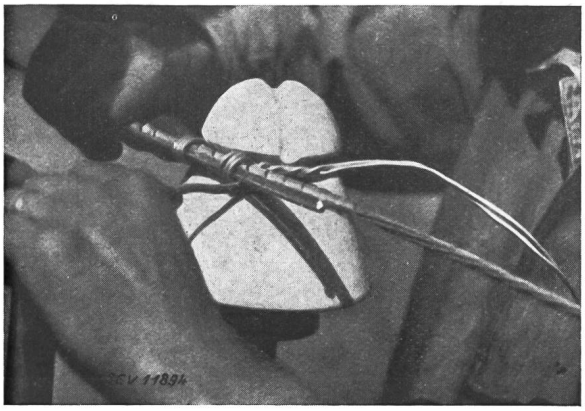


Fig. 12.
Anfertigung des Kreuzbundes mit zwei Bindedrähten
Man beachte den möglichst am Isolatorhals anliegenden Abgang der Bindedrähte.

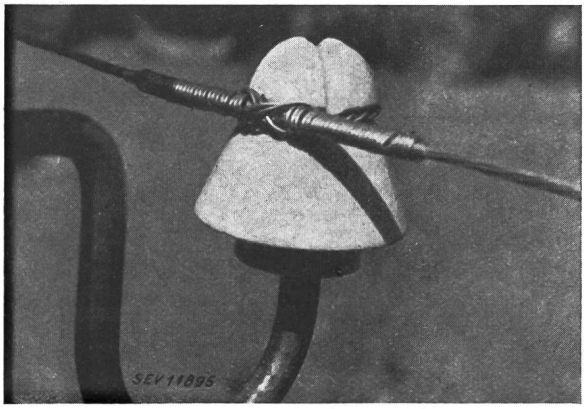


Fig. 13.
Kreuzbund mit 2 Bindedrähten

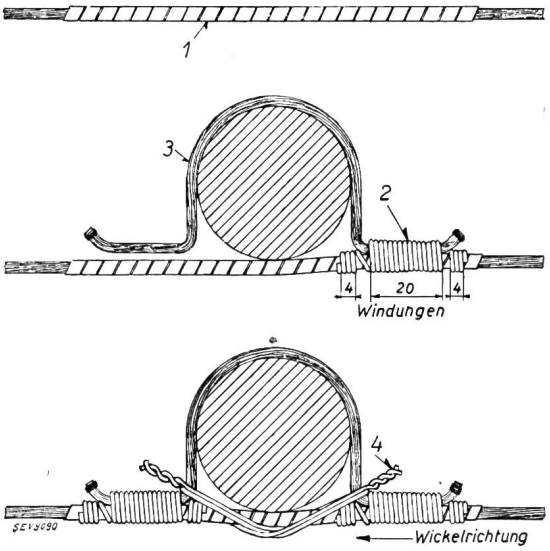


Fig. 14.
Bügelbund
1 Wickelband aus weichem Reinaluminium 10 · 1 mm.
2 Bindedraht aus weichem Reinaluminium 2,5...4 mm ∅.
3 Bügel aus einem Leiterabschnitt oder einem entsprechenden Vollprofil hergestellt.
4 Querbund zur Festhaltung des Bügels; kann anstatt mit separatem Draht auch mit den beiden Bindedrahtenden ausgeführt werden.

Zur Erfüllung der ersten Forderung wird der Leiter an der Befestigungsstelle mit einem weichen Rein-Al-Band von ca. 10 · 1 mm ohne Ueberlappung straff umwickelt. Bei dünnen Drähten oder Seilen genügt für den einfachen Kreuzbund auch das Anbringen einiger Windungen mit dem Bindedraht (Fig. 6). Die zweite und dritte Forderung werden durch die

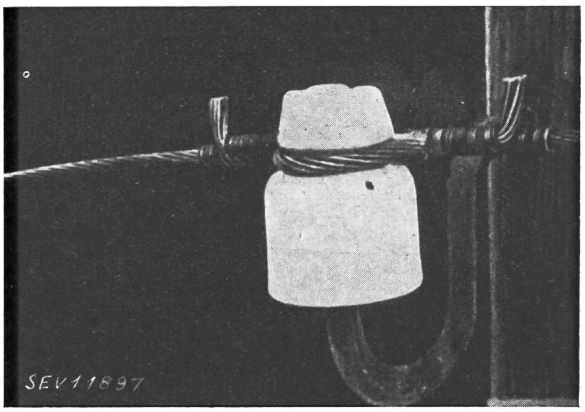


Fig. 15.
Bügelbund mit Bügel aus einem Seilabschnitt
Ansicht von vorn.

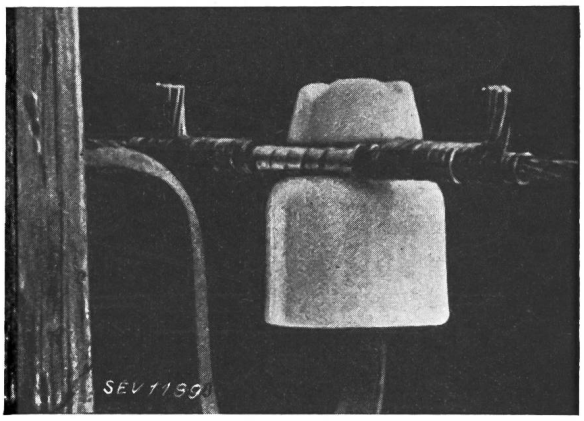


Fig. 16.
Bügelbund mit Bügel aus einem Seilabschnitt
Ansicht von hinten.

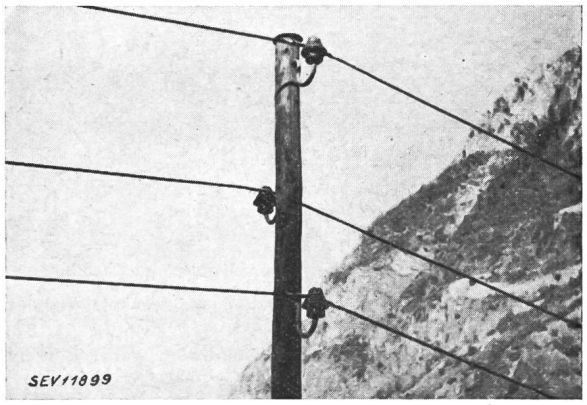


Fig. 17.
Gebirgsleitung aus Legierung Ad mit Bügelbünden
Bügel aus Profil-Aluminium. Man beachte die relativ grosse Distanz der Leiter, bedingt durch grössere Spannweiten (über 50 m) infolge Geländeschwierigkeiten.

im folgenden näher umschriebene Art der Bindedrahtführung erfüllt.

Einfacher Kreuzbund (Fig. 6). Ein Wickelband erübrigt sich, indem durch einige Windungen des Bindedrahtes eine direkte Berührung von Leiter und Isolator vermieden wird. Die Anwendung des Beidrahtes wird als Mittel zur Verhinderung von Schwingungsbrüchen empfohlen; er wirkt sich fer-

ner günstig auf die Drahtspiralen aus, indem diese straffer gewunden werden können und weniger zurückfedern, als wenn sie um einen kreisrunden Leiter gewickelt würden. Der Beidraht soll aus hartem Material bestehen, z. B. aus Legierung Ad, und einen Durchmesser von mindestens 4 mm haben.

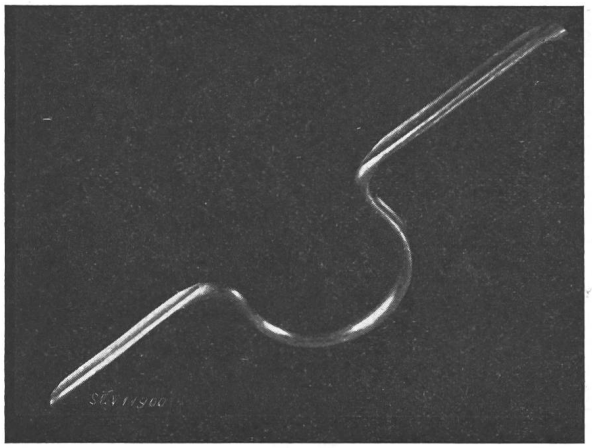


Fig. 18.
Bügel aus profiliertem Al oder profilierten Al-Legierungen

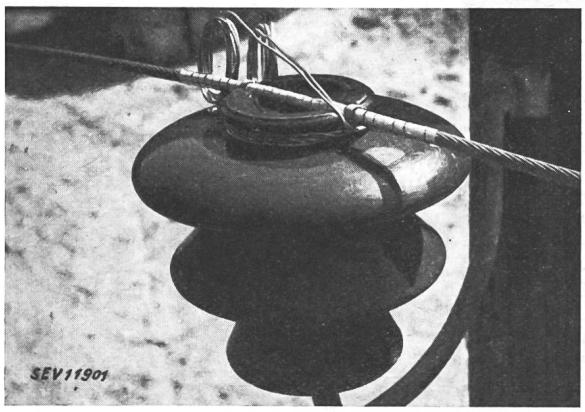


Fig. 19.
Kopfbundanfertigung an einem für diese Bundart zweckmässig ausgebildeten Isolator

Fig. 20.
Fertiger Kopfbund

Man achte besonders darauf, dass der Bindedraht einen möglichst grossen Teil der Isolatorrille umfasst. Bindedrähte, die vom Isolator aus senkrecht auf den Leiter auftreffen oder sogar gegen die freie Spannweite hin laufen, sind grundsätzlich zu vermeiden. Dies gilt allgemein für alle Kreuzbünde.

Die Bindedrahtwindungen dürfen sich in der Isolatorrille nicht kreuzen, sondern sie müssen nebeneinanderliegen.

Verstärkter Kreuzbund (Fig. 8). Das Wickelband wird empfohlen, kann aber bei sachgemässer Bundanfertigung, bei welcher die mittleren Spiralen eng und straff aneinanderliegen, auch weggelassen werden, wenn damit eine bessere Anpassung des Bundes in der Isolatorrille zu erreichen ist.

Kreuzbund mit 2 Bindedrähten (Fig. 11). Das Wickelband ist unerlässlich. Die beiden Drähte sind möglichst nahe an

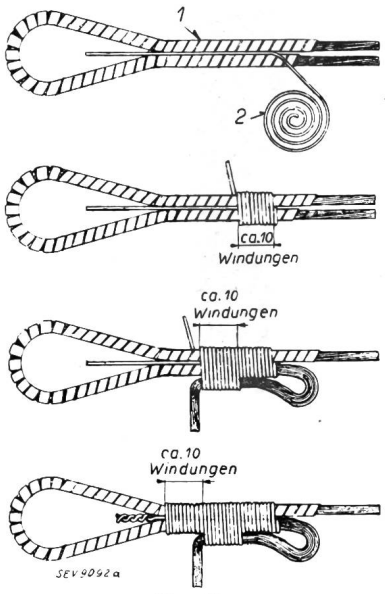


Fig. 21.
Endbund
1 Wickelband aus weichem Aluminium 10 . 1 mm; für dünne Leiter kann auch ein schmäleres Band zweckmässig sein.
2 Bindedraht aus weichem Aluminium 2,5...4 mm Ø.
Bei Massivdraht ist das Zurückschlagen und Abbinden des Leiterendes nicht nötig; ein rechtwinkliges Abbiegen genügt.

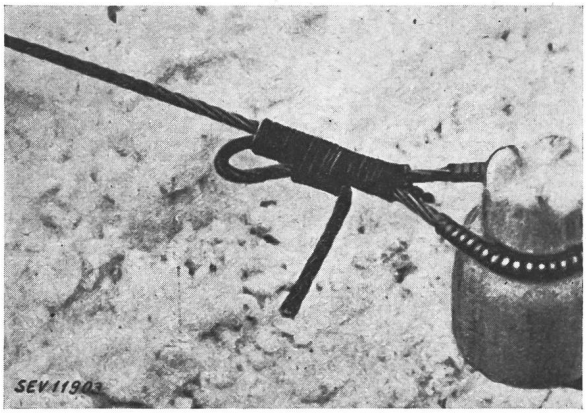


Fig. 22.
End- oder Abspannbund,
für Leitungsabzweigung vorgesehen. Man beachte die lange Schlaufe des Leiterseiles.

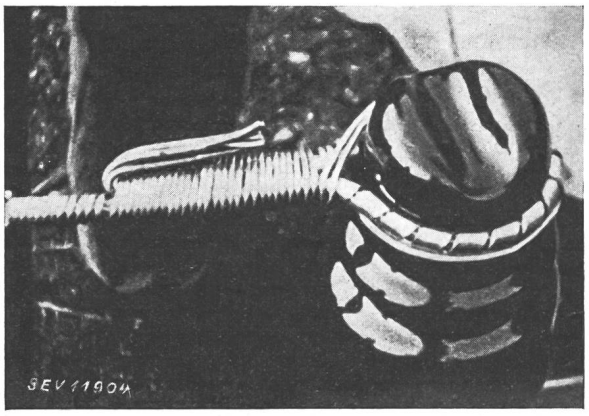


Fig. 23.
Endbund fehlerhaft ausgeführt,
der abgespannte Leiter ist am Isolatorhals zu stark abgebogen.

der Berührungsstelle des Isolators mit dem umwickelten Leiter anzubringen.

Bügelbund (Fig. 14). Der Beidraht ist entbehrlich, hingegen nicht das Wickelband. Man achte auf die Windungen ausserhalb des Bügels, welche den sprunghaften Uebergang vom relativ starken Bund auf das flexiblere Seil ausgleichen. Die Bügel können aus Seilabschnitten oder einem passenden Vollprofil geformt werden.

Endbund (Fig. 21). Der Endbund muss eine lange Schlaufe haben; er lässt sich mit Bindedraht oder Klemme ausführen. In beiden Fällen ist ein scharfes Abbiegen des gespannten Leiters vor dem Isolator zu vermeiden (Fig. 23).

11. Verbinder, Klemmen

Der Uebergangswiderstand eines Kontaktes ist hauptsächlich von der Kraft, mit der die Kontaktflächen aufeinandergepresst werden, weniger von der Grösse der Kontaktfläche abhängig. Klemmen und Verbinder müssen daher stets einen genügenden, im folgenden näher umschriebenen Druck auf die Kontaktstelle ausüben. Diese darf ihrerseits jedoch nicht punktförmig sein, um Quetschungen des Materials zu vermeiden.

Als Werkstoffe kommen nur Aluminium, vergütetes Anticorodal, einwandfrei feuerverzinktes und, eventuell, kadmiertes Eisen in Frage. Verbinder in freier Spannweite sollen ausschliesslich aus Aluminium 99,5 % oder vergütetem Anticorodal bestehen; ausgenommen sind die Verbinder für Stahl-Aluminium-Seile. Verbinder und Klemmen sollen möglichst leicht gebaut sein und keine scharfen Kanten haben, die den

Fig. 24.
Würgverbinder, vorbereitet für die Verdrehung

Leiter verletzten können. Die Kontaktstellen sollen so konstruiert sein, dass sie rasch trocknen oder mit Fett gegen den Zutritt von Wasser geschützt werden können.

Grundbedingung für gute elektrische Verbindung ist das vorherige Reinigen der Kontaktstellen mit Hilfe einer Stahlbürste und das sofort folgende leichte Einfetten mit einem chemisch neutralen (säurefreien) Fett oder neutralem Vaselin zur Verhinderung einer neuen Oxydhautbildung. Es sollen stets zuerst die komplizierten Teile der Verbindung, nachher die einfachen und das Seilende gereinigt werden.

a) *Zugbeanspruchte Verbinder:* Für dünne Drähte oder Seile wird der Würgverbinder (Arldsche Röhren) empfohlen. Die Röhren müssen aus *weichem* Aluminium 99,5 % bestehen und eine Länge gleich dem 60...80fachen Leiterdurchmesser, bei einer Wandstärke von 1,5...2 mm haben. Zum Erzielen einer guten Würgverbindung sind etwa drei volle Verdrehungen nötig. Bei Querschnitten über 70 mm² ist es zweckmässig, statt einer Röhre der angegebenen Länge zwei Röhren von je einer Länge gleich dem 30...40fachen Leiterdurchmesser hintereinander anzuwenden. Als zusätzliche Sicherung können die Leiterenden um 180° umgebogen und mit Bindedraht am Rohr festgebunden werden. Bei grösseren Querschnitten sind besonders Kerbverbinder, aber auch Press- und Ziehverbinder und, hauptsächlich für Legierung Ad aller Dimensionen, Konusverbinder empfehlenswert; die Prospekte und Anleitungen der Hersteller- oder Verkaufsfirmen enthalten alle für den zweckmässigen Einbau nötigen Angaben.

Bemerkung: Das Problem der zugbeanspruchten Verbinder ist noch nicht endgültig gelöst.

b) *Zugfreie Verbinder* (Verbindungsklemmen): Die Verbinder müssen grundsätzlich so gebaut sein, dass bei kleinen, mit der Zeit eintretenden Formänderungen der Leiter immer noch ein genügender Kontaktdruck gewährleistet ist, da dessen selbsttätige Aufrechterhaltung infolge des Leiter-

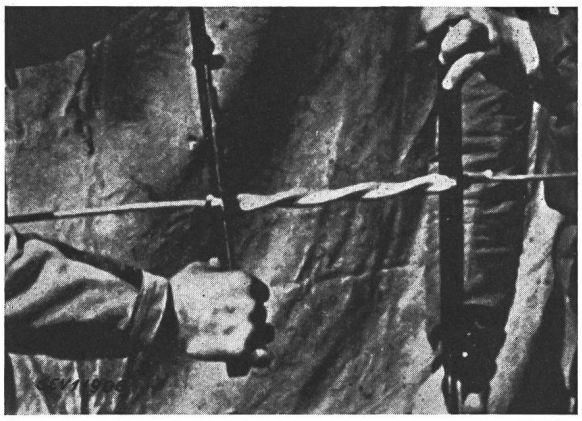


Fig. 25.
Würgverbinderanfertigung
Phase der Verdrehung.

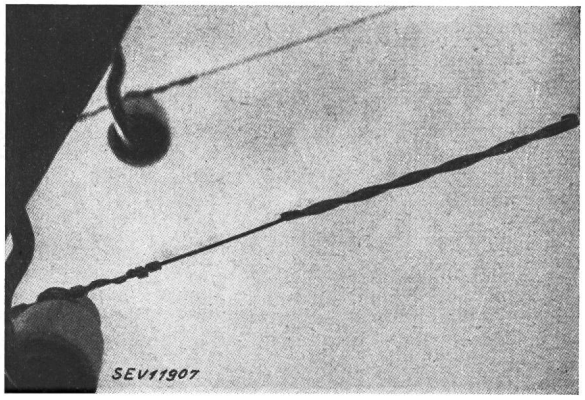


Fig. 26.
Würgverbinder an einer Leitung mit Draht aus Leg. Ad
Man beachte auch den Kreuzbund für dünne Leiter!

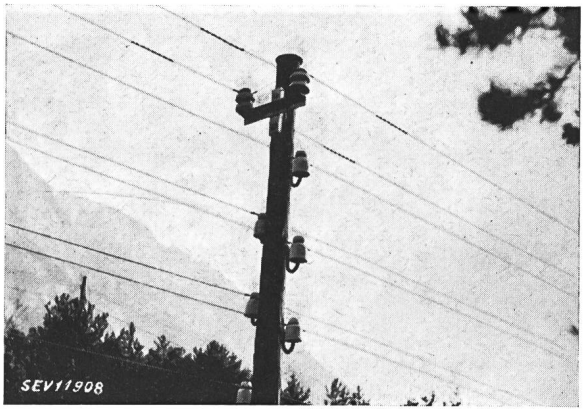


Fig. 27.
Würgverbinder an einer Fernmeldeleitung mit nachträglich eingebauter Drahtkreuzung

zuges nicht vorhanden ist, im Gegensatz zu den zugbeanspruchten Verbindern. Für Draht oder dünne Seile aus Legierung Ad genügen Klemmen federnder Bauart. Besser und für alle übrigen Leiter unumgänglich sind jedoch Konstruktionen mit besonderen Federkörpern, die dem erforderlichen Druck entsprechend bemessen sein müssen. Der nötige Kontaktdruck ist durch die zu übertragende Stromstärke gegeben; er soll 1 kg/A nicht unterschreiten.

Verbinder, welche diesen Anforderungen genügen, sind z. B. Bügel- und Deckelklemmen (Fig. 29). Bügelklemmen

haben den Vorteil, dass die Leiter direkt miteinander in Berührung kommen; da die Berührung jedoch nur an einzelnen Punkten erfolgt, eignen sie sich eher für kleine Querschnitte. Für grosse Querschnitte müssen mehrere Klemmen hintereinander gesetzt werden, damit möglichst viele Drähte der Seile miteinander verbunden werden. Bei den Deckelklemmen

Kleinste Schraubenabmessungen für Deckelklemmen

Tabelle V.

Kleinerer Leiterquerschnitt mm²	Schrauben aus Anticorodal oder Stahl verzinkt	Spannscheibe VSM 12745 E verzinkt oder kadmiert
16	1× 3/8″ oder M 10	11/22
25...35	2× 3/8″ oder M 10	11/22
	(1× 1/2″)	14/28
50	3× 3/8″ oder M 10	11/22
	(2× 1/2″)	14/28
70...95	3× 1/2″	14/28
	(2× 5/8″)	17/34
120	3× 1/2″	14/28
150	3× 5/8″	17/34

Diese Werte sind als Richtlinien zu betrachten für die Konstruktion oder zur Beurteilung handelsüblicher Klemmen. Zahl und Grösse der Schrauben können unter Beibehaltung des Mindestdruckes verändert werden.

fliesst der Strom über den Klemmenkörper; es ist deshalb nötig, vor der Montage nicht nur die Leiter, sondern auch die Kontaktflächen der Klemme gründlich von Oxyd und Verunreinigungen zu befreien und sofort einzufetten. Damit alle Drähte mit dem Klemmenkörper guten Kontakt haben, sollte die Länge der Klemme ca. den 6fachen Leiterdurchmesser betragen. Mehrere kleinere Schrauben (d. h. mehrteilige Deckel) eignen sich besser als nur eine einzige, grössere Schraube. Die anzuwendenden Schrauben-Dimensionen gehen aus Tabelle V hervor.

Die Klemmenform soll besonders für grössere Seil-Querschnitte so gewählt werden, dass sich das Seil leicht flach pressen lässt. Dadurch wird ein besserer Stromübergang zwischen den verschiedenen Drahtlagen erreicht.

Jede unnötige in Serie geschaltete Kontaktstelle ist zu vermeiden; besonders kann das Zwischenschalten eines Wickelbandes zu Störungen führen. Die Klemmen sind stets direkt auf den frisch von Oxyd befreiten und eingefetteten Leiter zu setzen.

Den besten Kontakt gibt die geschweisste Verbindung. Als Beispiel sei die Thermit-Stumpf-Schweissung [4]) erwähnt; sie eignet sich für den Leitungsbau besonders gut, da sie keiner besonderer Energiequellen (Gas, flüssiger Brennstoffe oder elektrischer Energie) bedarf und vollständig korrosionssicher ist. Die Schweissung wird sowohl zum Verbinden von Seilen,

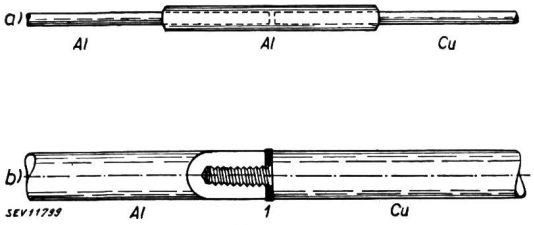


Fig. 28.
Korrosionsschutz bei Verbindung von Kupfer mit Leichtmetall-Leitern
a Prinzip der Materialreserve. *b* Prinzip der Isolation.
Al Aluminium. *Cu* Kupfer. *1* Isolation.

als auch von Massiv-Drähten und Anschlußstücken für Schalter, Sicherungen usw. verwendet. Durch den Schweissvorgang wird ein kurzes Stück des Leiters erhitzt, wodurch dessen Zerreissfestigkeit auf den Wert des ausgeglühten Materials zurückgeht. Die Schweissung ist deshalb in erster Linie für zugfreie Verbindungen geeignet. Unter Zug stehende Verbindungen sind nachträglich mechanisch zu verstärken. Für die näheren Arbeitsvorschriften wird auf die Publikationen der Herstellerfirmen verwiesen.

Zugfreie Verbinder und Abzweigklemmen werden vom VSM genormt.

[4]) S. Bulletin SEV 1944, Nr. 2, S. 41.

c) *Abzweigklemmen:* Abzweige von Leichtmetalleitern unter sich sind nach den Grundsätzen der zugfreien Verbinder auszuführen. Wo immer möglich, sind die Klemmen auf einen mechanisch nicht beanspruchten Teil der Hauptleitung zu setzen. Bei Verbindungen von Aluminium oder Legierung Ad mit Kupfer ist auf mögliche Korrosionserscheinungen Rücksicht zu nehmen. Es bestehen zur Erstellung einer korrosionsgeschützten Verbindung grundsätzlich zwei Möglichkeiten (Fig. 28):

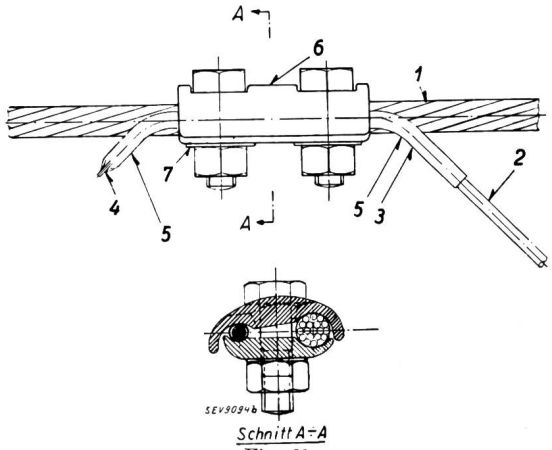


Fig. 29.
Kupferabzweigung von bestehender Aluminiumleitung
1 Aluminiumleiter.
2 Kupferleiter.
3 Aufgeschobenes Röhrchen aus weichgeglühtem Reinaluminium mit säurefreiem Fett (Vaseline) gefüllt.
4 Zusammengedrücktes Ende des Röhrchens *3*.
5 Beide Enden nach unten biegen, damit kein Wasser eintreten kann.
6 Normale Abzweigklemme aus Anticorodal oder verzinktem Eisen.
7 Spannscheibe.

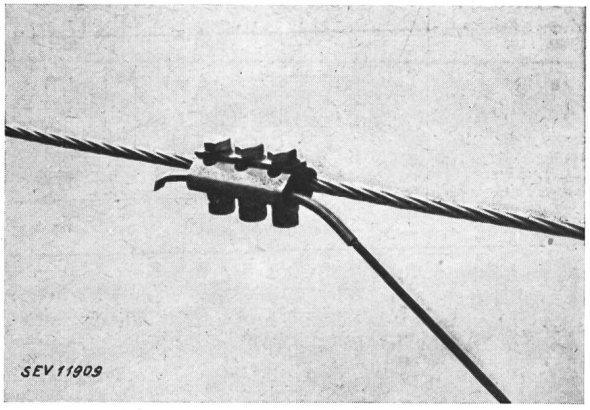


Fig. 30.
Korrosionsgeschützte Cu-Al-Abzweigung
mit über den Kupferdraht geschobenem Al-Röhrchen, dessen freies Ende gegen Wassereindringen zusammengedrückt und umgebogen ist. Klemme aus Al-Legierung mit Spannscheiben aus verzinktem Stahl. Wasser kann nur in Richtung Al-Cu fliessen. Spannscheiben unter den Schraubenköpfen!

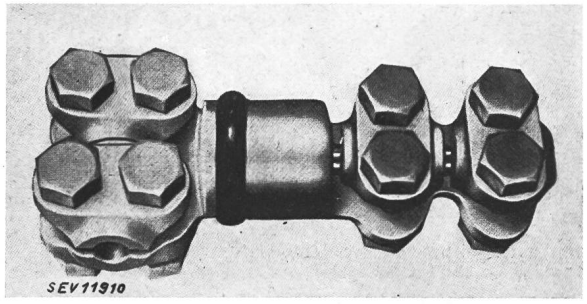


Fig. 31.
Beispiel einer korrosionsgeschützten Al-Cu-Abzweigklemme mit Isolierscheibe
(Wird in der Schweiz nicht gebaut.)

1. Verbindung mit Materialüberschuss derart, dass allfällige Korrosionen nur ausserhalb der Kontaktstelle auftreten können (Fig. 28a). Nach diesem Prinzip wird über den Kupfer-Leiter ein weiches Aluminiumrohr geschoben, das gegen Wassereindringen durch Umbiegen und Fett zu schützen

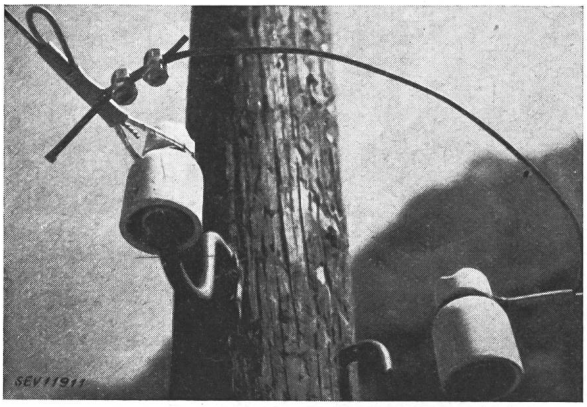


Fig. 32.
Korrosionsgeschützte Draht-Verbindung zwischen Cu und Leg. Ad mit Al-Röhrchen
Links Endbund des Ad.-Drahtes (lange Schlaufe!). Wasser fliesst von Al-Röhrchen auf Cu-Leiter.

ist; dann werden die beiden Leiter mit einer normalen Klemme für Aluminium verbunden (Fig. 29). Der Durchmesser des Aluminium-Rohres ist dem Kupfer-Leiter anzupassen; die Wandstärke soll ca. 0,5...0,75 mm, die Länge 200...300 mm betragen. Diese Röhrchen werden in den Dimensionen nach Tabelle VI geliefert.

Masse der Abzweigröhrchen

Tabelle VI

Durchmesser des Kupfer-Leiters mm	Al-Röhrchen (Rein-Al 99,5 % weich) Aussen-Ø mm	Wandstärke mm	Länge mm
3	5	0,5	200
4...4,5	6	0,5	200
5...5,1	7	0,5	250
6	8	0,5	250
6,5...7	9	0,5	300
7,5...8	10	0,75	300
9	12	0,75	300

2. Verbindung unter Isolation der der Korrosion ausgesetzten Oberfläche (Fig. 28b). Die Kontaktstelle ist gegen Zutritt von Feuchtigkeit geschützt, und an der Oberfläche sind die beiden Metalle durch die Isolation getrennt.

Bemerkung: Klemmen mit Einlage aus kupferplattiertem Aluminium werden ebenfalls verwendet; die Erfahrungen sind jedoch noch nicht eindeutig und die Bewährungsfrist ist zu kurz, um diese Verbinderart allgemein empfehlen zu können.

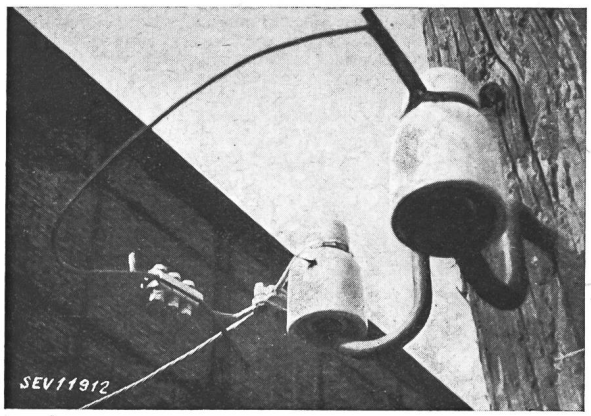


Fig. 33.
Korrosionsgeschützte Al-Cu-Verbindung mit Al-Röhrchen
Endbund des Al-Seiles mit Endbundklemme. Verbindungsklemme aus Al-Leg. Bauart mit Spannscheiben speziell für Seile geeignet.

Wo Leiter aus Aluminium oder Legierung Ad mit solchen aus Kupfer zusammentreffen, ist stets darauf zu achten, dass kein Regenwasser vom Kupfer- auf den Aluminium-Leiter fliessen oder tropfen kann, d. h. der Aluminium-Leiter ist womöglich über den Kupfer-Leiter zu legen. Dasselbe

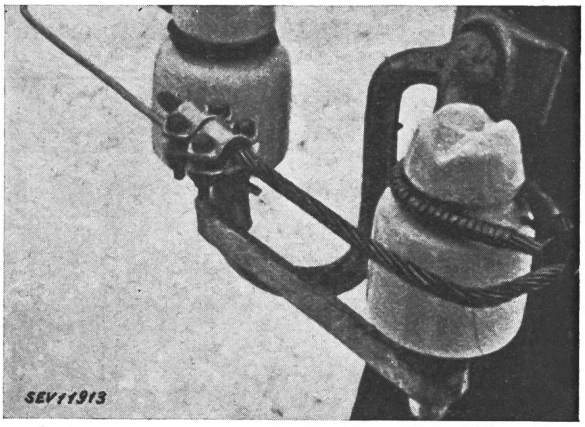


Fig. 34.
Cu-Al-Verbindung an einer Doppelstütze
Schellen-Klemme mit Einlage aus kupferplattiertem Aluminium. Al oben, Cu unten.

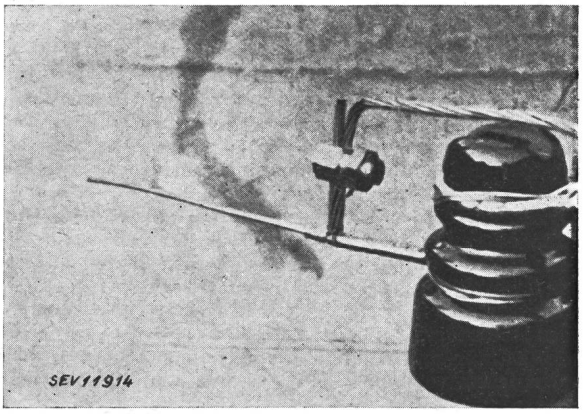


Fig. 35.
Cu-Al-Verbindung an einem Mehrrillenisolator mit Al-Röhrchen
Man beachte das oben flachgedrückte Al-Röhrchen!

gilt vor allem auch für die Aluminium-Kupfer-Klemmen; das Wasser darf nicht vom Kupfer auf das Aluminium fliessen.

In Industriegegenden mit viel Rauch, ätzenden Dünsten und Gasen ist das gründliche Einfetten der Verbinder und Klemmen mit einem chemisch neutralen (säurefreien) Fett oder neutralem Vaselin unbedingt nötig. Es wird aber auch sonst empfohlen.

12. Anschlüsse

Die meisten Transformatoren, Trenner, Sicherungen usw., an welche Aluminium-Leiter anzuschliessen sind, haben Klemmen aus irgendeiner Kupfer-Legierung. Um die Betriebssicherheit solcher Anschlüsse zu gewährleisten, sind die in Kapitel 11 genannten Konstruktionsprinzipien anzuwenden.

Alle Schraubverbindungen müssen federnd ausgebildet sein (Federring oder Spannscheiben). Im übrigen sei auf die VSM-Norm 23 950 E für Aluminium-Anschlüsse verwiesen.

Jeder gute Kontakt verlangt vor allem sorgfältiges Reinigen der Leichtmetalloberfläche mittels eingefetteter Stahlbürste oder mit einer Feile und anschliessend leichtem Einfetten mit einem chemisch neutralen (säurefreien) Fett oder neutralem Vaselin. Die Kontaktflächen sollen dabei nicht poliert, sondern leicht aufgerauht werden. Diese Massnahmen sind zur Entfernung der isolierenden Oxydhaut, also zur Verminderung des Uebergangswiderstandes nötig.