

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 34 (1943)
Heft: 24

Artikel: Vermehrung der Winterleistung des Kraftwerkes Orsières
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061779>

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: 03.04.2026

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

REDAKTION:
Sekretariat des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Zürich 8, Seefeldstrasse 301

ADMINISTRATION:
Zürich, Stauffacherquai 36 ♦ Telephon 5 17 42
Postcheck-Konto VIII 8481

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet

XXXIV. Jahrgang

N^o 24

Mittwoch, 1. Dezember 1943

Vermehrung der Winterleistung des Kraftwerkes Orsières

Von der Schweizerischen Elektrizitäts- und Verkehrsgesellschaft, Basel

621.311.21 (494.442.5)

Die Winterenergieerzeugung von Hochdruckanlagen, die über keine Akkumulierung verfügen, kann in gewissen Fällen durch wohl durchdachte Wasserzuleitungen und Winterpumpenanlagen, innerhalb verhältnismässig kurzer Zeit und ohne grosse Kapitalinvestitionen ganz wesentlich gesteigert werden. Im vorliegenden Aufsatz wird über das Kraftwerk Orsières berichtet, welches durch solche Anlagen erweitert wurde. Die Bauarbeiten wurden Ende April 1942 in Angriff genommen und die neuen Anlagen vor Ende desselben Jahres in Betrieb gesetzt. Die Energieerzeugung des Kraftwerkes Orsières konnte dadurch um ca. 8 Millionen kWh gesteigert werden, wovon $\frac{2}{3}$ Winterenergie. Der Gesteigungspreis dieser neuen Energie ist sehr günstig und zeigt, dass es unter den jetzigen Verhältnissen zweckmässig ist, zu versuchen, die Produktion der bestehenden Kraftwerke zu verbessern, bevor man zum Bau von neuen teuren Kraftwerken schreitet, was übrigens von den offiziellen kriegswirtschaftlichen Organen empfohlen wird.

Les usines hydro-électriques à haute chute ne disposant pas d'accumulation suffisante peuvent, dans certains cas, améliorer sensiblement leur production d'énergie électrique d'étiage en hiver, par des installations nouvelles bien conçues d'adduction d'eau ou de pompage d'hiver, sans engager de trop grands capitaux et dans un délai relativement court. L'auteur cite le cas de la Compagnie des Forces Motrices d'Orsières qui a fait exécuter des travaux de ce genre. Ceux-ci, commencés fin avril 1942, ont permis de mettre les nouvelles installations en service avant la fin de la même année. L'augmentation obtenue de la production d'énergie électrique a été de 8 millions de kWh, dont $\frac{2}{3}$ d'énergie constante d'hiver. Le prix de revient de cette énergie est très favorable et montre que, dans les circonstances actuelles, il est intéressant de chercher à améliorer la production des usines existantes avant de passer à la construction de nouvelles centrales trop coûteuses, comme le recommandent d'ailleurs les organes officiels de l'économie de guerre.

(Uebersetzung)

1. Allgemeines

Die Wasserkraftanlage Orsières verfügt nicht über eine Akkumulierung, so dass, wie bei ähnlichen Kraftwerken des Alpengebietes, die verfügbare Leistung im Winter stark zurückgeht, bis sie etwa Mitte März ihren Minimalwert erreicht. Während des Sommers kann das zur Verfügung stehende Wasser bei weitem nicht vollständig ausgenützt werden.

Die Schweizerische Elektrizitäts- und Verkehrsgesellschaft in Basel, welche das Kraftwerk Orsières in den Jahren 1930/31 gebaut hatte, schlug der Compagnie des Forces Motrices d'Orsières vor, eine Verbesserung der Winterenergieerzeugung dieser Anlage zu studieren und gegebenenfalls die dazu nötigen Bauten in möglichst kurzer Zeit auszuführen, denn unter den jetzigen Verhältnissen macht sich die geringe Winterenergieerzeugung besonders ungünstig bemerkbar.

Aus vorliegendem Aufsatz geht hervor, dass es gelungen ist, mit Hilfe einfacher und verhältnismässig billiger Bauarbeiten ohne Verwendung von Materialien und Maschinen, die lange Lieferfristen erfordern, in der vorgeschriebenen Zeit eine wesentliche, ca. 20 % betragende Erhöhung der Minimalleistung des Kraftwerkes Orsières zu erzielen.

Es dürfte auch in andern Fällen möglich sein, ohne umfangreiche und kostspielige Materialliefer-

ungen ähnliche Verbesserungen zu erreichen und dadurch die Winterenergieproduktion kleiner und mittlerer Wasserkraftanlagen zu erhöhen, was bei der jetzigen Materialverknappung besonders vorteilhaft ist. Im übrigen verlangt eine wohlverstandene Volkswirtschaft die beste Ausnützung der vorhandenen Wasserkraftanlagen, besonders unter den jetzigen Verhältnissen, bevor man zum Bau von neuen, teuren Anlagen schreitet, die lange Baufristen verlangen.

2. Neu erstellte Anlagen

Das Kraftwerk Orsières wurde im Jahre 1931 mit 2 Maschinengruppen von je 6000 kW in Betrieb genommen ¹⁾. Eine dritte gleich grosse Gruppe wird gegenwärtig installiert. Es liegt am Zusammenfluss der Dranse d'Entremont und der Dranse de Ferret. Das Wasser dieser beiden Wildbäche wird durch zwei Freilaufstollen dem gemeinsamen Wasserschloss zugeleitet (Fig. 1). Eine der Wasserfassungen befindet sich im Val d'Entremont bei Liddes, die andere im Val Ferret bei Branche. Das Kraftwerk Orsières nützt ein Nettogefälle von 386 m aus.

Zur Erhöhung der Energieerzeugung im Winter wurden folgende Anlagen erstellt:

¹⁾ Wass.- u. Energ.-Wirtsch. 1936, Nr. 7/8, S. 79...87.

a) Zuleitung der Reuse de Saleinaz

Dieser Wildbach hat ein Einzugsgebiet von 25 km² und mündet etwa 2,8 km unterhalb der Wasserfassung Branche in die Dranse de Ferret. Mit Hilfe einer dükerförmigen Druckleitung gelangt das Wasser dieses Baches in den Ferretstollen,

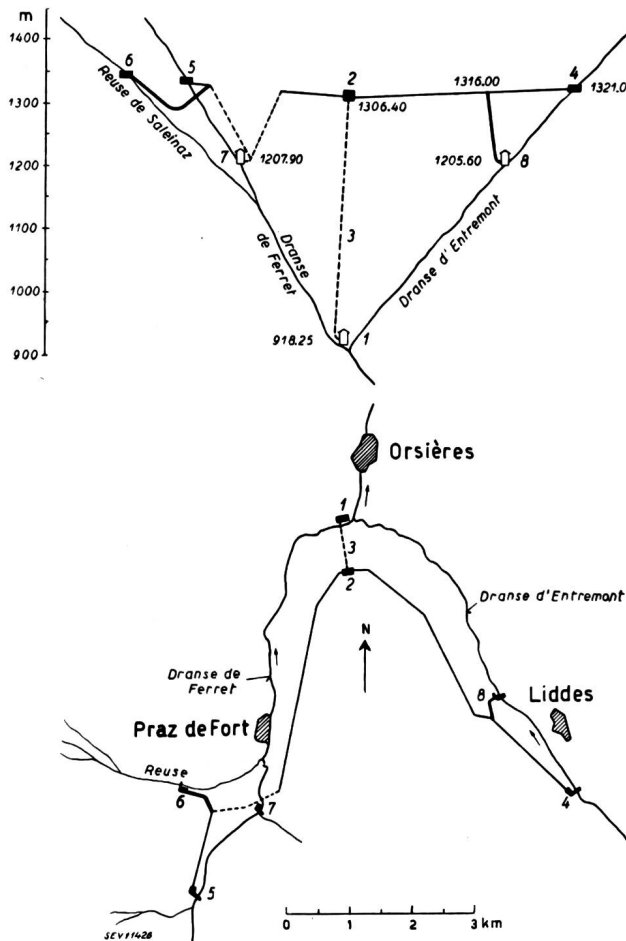


Fig. 1.

Kraftwerk Orsières

Situationsplan und Längenprofil der hydraulischen Anlagen

- | | |
|--------------------------|--|
| 1 Kraftwerk Orsières. | 6 Wasserfassung Reuse de Saleinaz (neu). |
| 2 Wasserschloss. | 7 Pumpstation Branche (neu). |
| 3 Druckleitung. | 8 Pumpstation Tsi (neu). |
| 4 Wasserfassung Liddes. | |
| 5 Wasserfassung Branche. | |

so dass es im Kraftwerk Orsières unter 386 m Nettofälle ausgenützt wird.

b) Pumpenanlage Branche

Der Zuleitungstollen des Kraftwerkes Orsières geht, etwa 1,9 km flussabwärts der Wasserfassung Branche, vom linken Talufer auf das rechte über. Beide Stollenenden werden durch einen Düker verbunden, der aus einer Blechleitung besteht und Syphon de Saleinaz genannt wird.

Das im Bachbett der Dranse zwischen der Wasserfassung und der Kreuzung mit dem Düker sich ansammelnde Wasser zuzüglich demjenigen aus ergiebigen rechtsufrigen Quellen wird gefasst und am tiefsten Punkt des Dükers in diesen gepumpt. Diese Anordnung machte den Bau einer gesonderten Druckleitung überflüssig. Das hauptsächlich im

Winter so gewonnene Wasser wird 110 m hinaufgepumpt und arbeitet im Kraftwerk Orsières unter 386 m Nettofälle.

c) Pumpenanlage der Tsi

Etwa 2,1 km unterhalb der Wasserfassung Liddes fliesst die Dranse d'Entremont durch eine enge Felsschlucht, genannt La Tsi, deren rechtsufrige, überhängende Felswand sehr ergiebige Quellen aufweist, die im Winter einen nahezu konstanten Abfluss besitzen. Eine neu erstellte Pumpstation fördert das Sammelwasser aus der Dranse und dasjenige der Quellen in den Zuleitungstollen des Kraftwerkes Orsières.

Dieses Wasser wird ca. 112 m hochgepumpt und arbeitet im Kraftwerk Orsières unter dem Nettofälle von 386 m.

Die beiden erwähnten Pumpenanlagen verfolgen also nicht etwa den Zweck, mittels billiger Sommerabfallenergie Wasser in einen Speicher zu pumpen, damit es im Winter ausgenützt werden kann, sondern sie pumpen das Wasser nur während des Winters direkt in die Stollen des Kraftwerkes, wenn das an den Hauptwasserfassungen des Kraftwerkes zur Verfügung stehende Wasser nicht mehr ausreicht, um die installierten Turbinen voll zu beaufschlagen. Da für den Betrieb der Pumpstationen wertvolle Winterenergie verwendet wird, musste dem Wirkungsgrad der verschiedenen Maschinen und Installationen ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden (vergl. Abschnitt 5).

3. Beschreibung der baulichen Anlagen

Die Aufstellung des Projektes und die Ausführung der erforderlichen Bauten wurden durch die Schwierigkeiten in der Beschaffung der meisten Baustoffe stark beeinflusst. Wo irgend möglich wurden, um Zement zu sparen, Bruchstein- und Trockenmauerwerk verwendet. Rundenisen kam nur für die Erstellung von Eisenbetonröhren und Decken zur Anwendung, wo es nicht möglich war, einen andern Baustoff zu wählen. Es muss jedoch hervorgehoben werden, dass die betreffenden Bauten von nationalem Interesse erklärt wurden, und dass die massgebenden Behörden im Rahmen des Möglichen die Materialbeschaffung erleichterten.

a) Zuleitung der Reuse de Saleinaz (Fig. 2 und 3).

Das Wasser der Reuse de Saleinaz wird auf Kote 1 341,50 gefasst und in natürlichem Gefälle auf Kote 1 322,50 in den Ferretstollen geleitet.

Die Wasserfassung besteht aus einer einfachen Sperre mit Kiesabzug und aus einem Einlassrechen mit Absperrschieber. Während des Winters wird durch Errichtung von 0,70 m hohen Holzwänden, die in kleine Granitpfeiler geschoben werden, ein genügender Stau erzielt. Im Sommer werden die Wände beseitigt. Das Wasser fliesst dann einfach über die Schwelle und hat keine Möglichkeit, wesentliche Kolke zu bilden. Von der Wasserfassung aus fliesst das Wasser durch eine 600-mm-Superbetonleitung (Fig. 2 und 3) in einen im Felsen ausge-

sprengten Entsander, System Dufour, der für eine Wassermenge von $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ vorgesehen ist.

Von dort aus führt eine 700 m lange Druckleitung aus armierten Superbeton-Schleuderröhren, System Hunziker, deren Durchmesser 400 mm be-

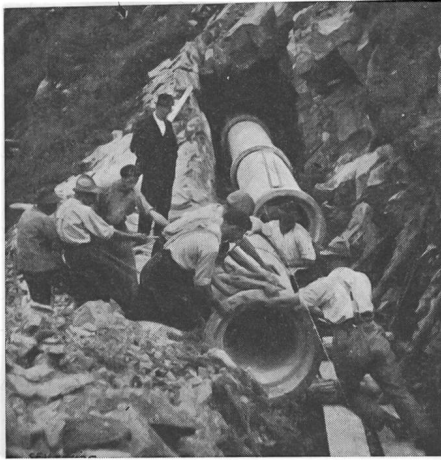


Fig. 2.
Zuleitung der Reuse de Saleinaz
Wasserleitung aus Superbetonschleuderröhren
zur Entsandungsanlage nach System Dufour

trägt, und die für eine Wassermenge von $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ berechnet wurde, das entsandete Wasser in den Zuleitungsstollen des Val Ferret. Zufolge der örtlichen Verhältnisse war es nicht möglich, diese Leitung mit einseitigem Gefälle auszuführen, sondern sie musste dükerförmig mit einem tiefsten Punkt auf Kote 1 285,30 erstellt werden, was einem maximalen Betriebsdruck von nahezu 50 m entspricht.

Die Erstellungskosten dieser Zuleitung waren wesentlich geringer als diejenigen einer entsprechenden gusseisernen Leitung. Ausserdem ist der Abflusskoeffizient der Schleuderröhren bedeutend günstiger als derjenige der gusseisernen, so dass bei gleichem Rohrquerschnitt die Abfluss-

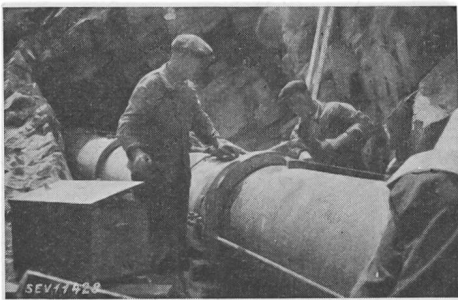


Fig. 3.
Zuleitung der Reuse de Saleinaz
Ausführung einer Verbindung der Superbeton-Schleuderröhren

mengen bedeutend höher sind als bei Gusseisen, was durch die im Abschnitt 6 erwähnten Durchflussversuche erwiesen wurde.

b) Pumpenanlage Branche (Fig. 4).

Das Wasser der Dranse wird auf Kote 1 207,90 gefasst und an seinem tiefsten Punkt in den

Saleinaz-Düker gepumpt. Diese Anlage umfasst folgende Objekte:

Eine Wasserfassung, ähnlich derjenigen der Reuse de Saleinaz, jedoch die Sperre ohne Kiesabzuschützen und ohne Entsander.

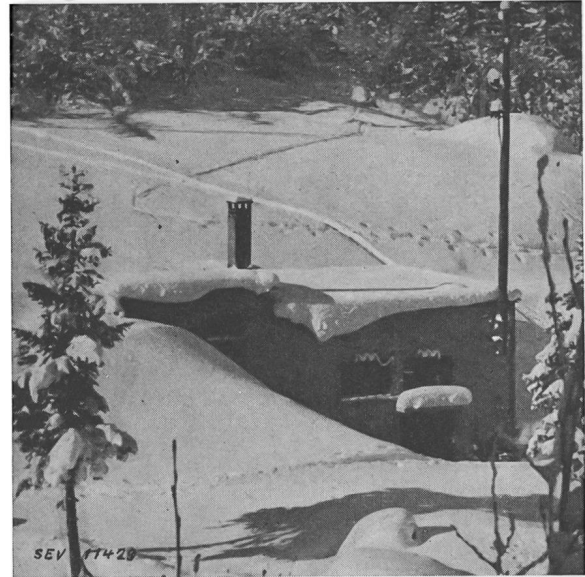


Fig. 4.
Pumpstation Branche im Winter

Eine 120 m lange Wasserzuleitung aus Superbeton-Schleuderröhren mit 400 mm Durchmesser von der Wasserfassung bis zum Reservoir.

Ein Reservoir mit einem Inhalt von 200 m^3 , die Seitenwände aus Granitbruchsteinmauerwerk und die Decke aus Eisenbeton, über die zur Isola-

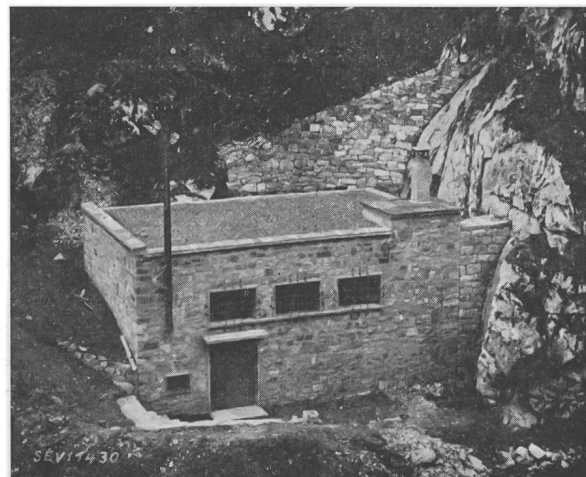


Fig. 5.
Pumpstation der Tsi

tion gegen die Kälte eine 1 m starke Erdschicht geschüttet wurde.

Eine aus Bruchsteinmauerwerk erstellte Pumpstation (Fig. 4), die durch eine doppelte Schwitzwand an das Reservoir angrenzt.

Eine 26 m lange Druckleitung aus Gusseisen mit 300 mm Durchmesser.

Eine Schieberkammer, die sich dort befindet, wo die Druckleitung in den Saleinaz-Düker einmündet.

c) Pumpenanlage der Tsi (Fig. 5...8)

Das Wasser der Dranse d'Entremont wird auf Kote 1 205,60 gefasst und auf Kote 1 316,00 in den Liddesstollen des Werkes Orsières befördert. Diese

Einer 83 m langen Zuleitung aus armierten Superbeton-Schleuderröhren mit 400 mm Durchmesser, welche das gefasste Wasser zu dem im Felsen ausgeprägten Reservoir leitet.

Einem im rechtsufrigen Felsen ausgeprägten Quellenwasserfassungsstollen. Dieser rechtsufrige

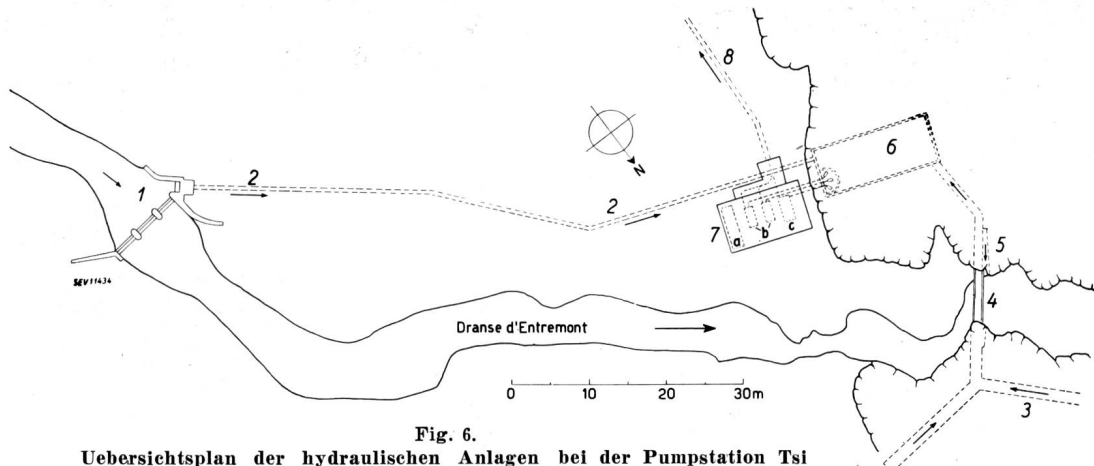


Fig. 6.

Uebersichtsplan der hydraulischen Anlagen bei der Pumpstation Tsi

- | | |
|---|--|
| 1 Wasserfassung mit beweglichem Wehr. | 6 Reservoir im Felsen mit 220 m ³ Nutzinhalt. |
| 2 Zuleitung aus Schleuderbetonröhren. | 7 Pumpstation. |
| 3 Quellenwasserfassungsstollen. | a Hochspannungs-Schaltanlage und Transformator. |
| 4 Eisenbetonkanalbrücke über die Tsischlucht. | b Pumpen 0,080 m ³ /s. |
| 5 Ueberlauf. | c Pumpe 0,200 m ³ /s. |
| | 8 Druckleitung aus Guss und aus Schleuderbetonröhren. |

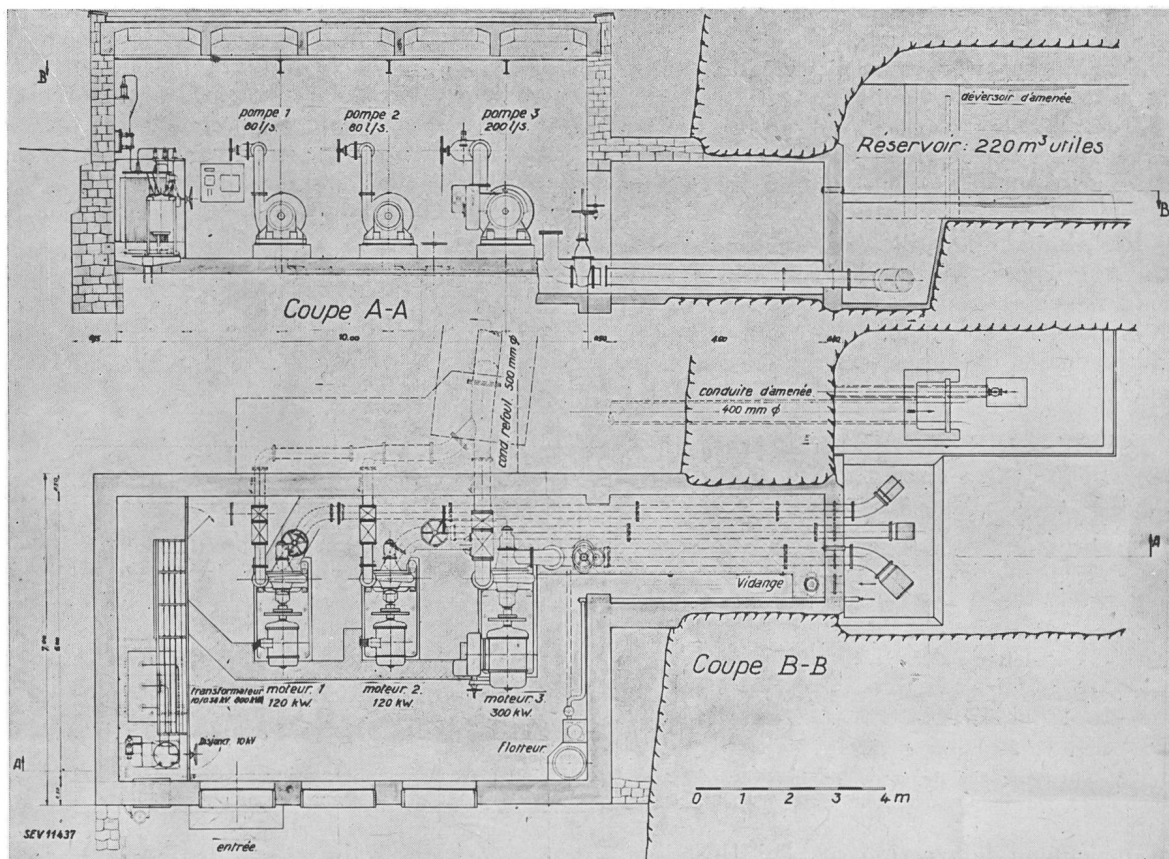


Fig. 7.

Pumpstation Tsi (Masskizze)

Anlage besteht aus folgenden Objekten:

Einer Wasserfassung mit beweglichem Wehr, ähnlich derjenigen von Branche.

Fels erwies sich als sehr zerklüftet, so dass Zementinjektionen durchgeführt werden mussten.

Einer Eisenbetonkanalbrücke über die Tsi-

schlucht, welche dazu dient, das Quellenwasser in das Reservoir überzuleiten (Fig. 8).

Einem im linksufrigen Fels ausgesprengten Reservoir mit 220 m³ Nutzinhalt, dessen Wände ohne Betonverkleidung gelassen werden konnten und einen einfachen Putzanwurf erhielten.

Einer aus Bruchsteinmauerwerk erstellten Pumpstation (Fig. 5), welche an die Felswand angebaut wurde und durch einen 5 m langen Stollen mit dem Reservoir verbunden ist.

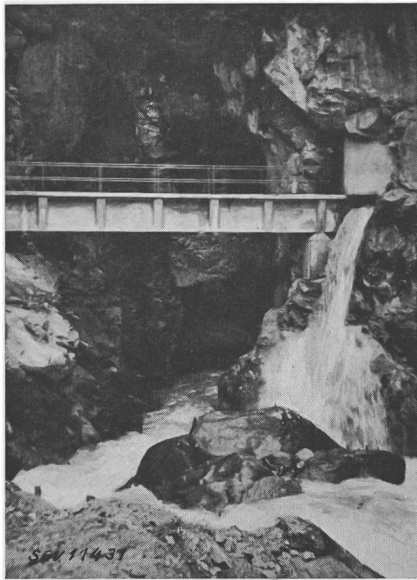


Fig. 8.

Pumpanlage Tsi

Eisenbetonkanalbrücke über die Tsi Schlucht für die Zuleitung des Quellwassers vom Fassungsstollen zum Reservoir am linken Ufer
Rechts: Leerlauf

Einer 345 m langen Druckleitung mit 500 mm innerem Durchmesser, deren unter 50 m statischem Druck stehender 238 m langer oberer Teil aus armierten Superbetonröhren mit patentierten Doppelglockenmuffen, System Hunziker, besteht. Die untere, 107 m lange Strecke, deren Tracé möglichst kurz gewählt wurde, besteht aus gusseisernen Muffenröhren mit Sicherheitsringen und Hakenschrauben, System von Roll.

4. Mechanische und elektrische Ausrüstung

Die Pumpstationen wurden entsprechend den vorhandenen Winterwasser-Abflussmengen dimensioniert, über welche zweijährige genaue Messungen vorlagen. Mit Hilfe dieser Messungen und der seit 1931 an den oberhalb liegenden Wasserfassungen Branche und Liddes gemachten täglichen Beobachtungen war es möglich, die 10jährigen mittleren Abflussmengen zu berechnen.

In Branche wurden zwei Mitteldruck-Sulzerpumpen aufgestellt von je 0,080 m³/s Fördermenge und 110 m manometrischer Förderhöhe, welche von zwei 120-kW-Kurzschlussanker-Drehstrommotoren (380 V) der Firma *Brown Boveri* mit Stern-dreieck-Motorschutzanlasser angetrieben werden.

Die Pumpstation Tsi erhielt ebenfalls zwei Pumpen von 0,080 m³/s und mit Rücksicht auf die

durch die Tsiquellen bedingte höhere Wasserführung eine dritte Mitteldruck-Sulzerpumpe von 0,200 m³/s und 112 m manometrischer Förderhöhe. Diese Pumpe ist mit einem Asynchron-Drehstrommotor mit Schleifringrotor und Widerstandsanlasser gekuppelt.

Jede Pumpstation erhielt die nötigen Transformatoren 10 000/380 V und von der *Sprecher & Schuh A.-G.* gelieferte Schaltanlagen. Diese umfassen u. a. die zum Anlassen der Asynchronmotoren nötigen Stern-dreieck-Motorschützen. Die von *Brown Boveri* gelieferten Transformatoren sind mit den vom Maschinenhaus Orsières zur Pumpanlage führenden 10-kV-Leitungen verbunden, welche teilweise neu erstellt werden mussten. Die automatisch betriebenen Pumpen erhielten eine Schutz- und Signalisierungsanlage, System *Rittmeyer*. Jeder unerwünschte Stillstand der Pumpen, jede Erhitzung, Einfriergefahr oder sonstige Störung der automatischen Anlage wird im Kraftwerk Orsières durch Fernzeiger gemeldet. Bei Gefahr bewirken die Schutzeinrichtungen eine sofortige Ausserbetriebsetzung der Anlagen. Der Reservoirinhalt wurde so bemessen, dass ein zweckmässiges, sukzessives Ein- und Ausschalten der Pumpenaggregate möglich ist. Die Zahl der Ein- und Ausschaltungen jeder Pumpe innert 24 Stunden beträgt weniger als 10, was für die Stern-dreieck-Motorschutzanlasser durchaus zulässig ist.

In der Tsi überschreitet normalerweise die Wasserabflussmenge 0,2 m³/s, so dass die dortige Pumpe von 0,200 m³/s während des ganzen Winters im Betrieb bleibt. Sie wird daher von Hand angelassen. Bei Störungen wird die Pumpe automatisch ausgeschaltet, was von der Alarmeinrichtung im Werke Orsières angezeigt wird. Damit im Kraftwerk Orsières starke Belastungsschüsse durch eine gleichzeitige Inbetriebsetzung sämtlicher Pumpen vermieden werden, ist dafür gesorgt, dass die Pumpen nach einer Betriebsstörung infolge Unterbrechung der Energiezufuhr nur sukzessive wieder in Betrieb gesetzt werden. Die Pumpen-Saug- und -Druckleitungen weisen die üblichen Schieber und Rückschlagklappen auf. Zum Schutze der grösstenteils aus Betonröhren bestehenden Tsi-druckleitung gegen Ueberdrücke, die beim plötzlichen Ausschalten sämtlicher Pumpenmotoren auftreten könnten, haben *Gebr. Sulzer* eine Schutzeinrichtung vorgesehen, dank der, entsprechend den Vertragsbedingungen, der Ueberdruck in der Druckleitung den noch zulässigen Wert von 40 % des statischen Druckes nicht übersteigt.

5. Bestimmung des allgemeinen Wirkungsgrades der Anlagen

Mit Rücksicht darauf, dass die Pumpstationen nur während des Winters im Betrieb stehen, und daher Winterenergie benützen, wurde dem Wirkungsgrad der Maschinen und Transformatoren besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Es wurden von den Lieferanten möglichst günstige Wirkungsgrade gefordert, und diese durch ausführliche Werkstattversuche und nach viermonatigem Be-

trieb durch umfangreiche Versuche in den Anlagen kontrolliert.

Das Ergebnis dieser Versuche war sehr zufriedenstellend. Es hat bewiesen, dass sämtliche gegebenen Garantien eingehalten wurden, so dass der bei der Projektierung der Anlagen vorausgesetzte Gesamtwirkungsgrad erreicht und sogar teilweise überschritten wurde. In Tabelle I sind die bei den Bestellungen garantierten und die bei den Betriebsversuchen erzielten Wirkungsgrade einander gegenübergestellt.

Wirkungsgrad der Maschinen und Transformatoren
Tabelle I.

Objekt	Von den Lieferanten garantiert %	Nach viermonatigem Betrieb gemessen %
Pumpstation Branche		
Transformator Brown Boveri 320 kVA, 380 V	97,2	97,8
Drehstrommotor Brown Boveri 120 kW, 380 V	89,5	89,8
Sulzer-Pumpe 0,080 m ³ /s, 111 m	81,0	81,0
Pumpstation Tsi		
Transformator Brown Boveri 800 kVA, 380 V	98,1	98,1
Drehstrommotor Brown Boveri 120 kW, 380 V	89,5	89,7
Drehstrommotor Brown Boveri 300 kW, 380 V	92,0	91,9
Sulzer-Pumpe 0,080 m ³ /s, 112 m	81,0	81,3
Sulzer-Pumpe 0,200 m ³ /s, 112 m	84,0	86,0

Fig. 9 zeigt eine graphische Darstellung des Pumpvorganges an einem Tage mittlerer Winterleistung der Pumpstationen. Der gesamte Wirkungsgrad als Mittelwert beider Stationen ab Generator des Kraftwerkes Orsières bis zum oberen Ende der Druckleitungen beträgt 68 %. Der Pumpbetrieb erfordert bei der vorausgesetzten Wassermenge 690 kW, wovon die Verluste 220 kW betragen. Im Kraftwerk Orsières erzeugt das gepumpte Wasser 1280 kW. An einem Tag mittlerer Leistung werden also durch die Pumpanlagen 1280 — 690 = 590 kW gewonnen, zu denen 500 kW aus der Reuse de Saleinaz hinzukommen. Die Gesamtleistung erreicht also 1090 kW oder 24 % der entsprechenden Leistung des Kraftwerkes Orsières, welche an dem betreffenden Tage 4600 kW betrug.

6. Druckversuche der Leitungen

Der Umstand, dass für die Leitungen fast ausschliesslich armierte Eisenbeton-Schleuderröhren unter verhältnismässig hohen Betriebsdrücken verwendet wurden, rechtfertigte die Vornahme einer Anzahl Versuche vor Inbetriebsetzung der Leitungen. Diese Versuche haben folgende Ergebnisse gezeigt:

Die Zuleitung der Reuse de Saleinaz aus geschleuderten Eisenbetonröhren von 400 mm Durchmesser, welche in ihrem tiefsten Punkt einem Maximaldruck von 50 m Wassersäule ausgesetzt wird, wurde vor der Zudeckung mit Erde während zwei

Stunden ohne Beschädigung einem Drucke von 60 m Wassersäule unterworfen. Sämtliche Röhren der unter höchstem Druck stehenden Zone waren zuvor in der Fabrik während etwa 2 Minuten auf 85 m geprüft worden. Die weniger stark beanspruchten Röhren wurden einem entsprechend geringeren Druck ausgesetzt.

Die durchfliessende Wassermenge wurde mit Hilfe eines am Ausfluss aus dem Entsander angebrachten Messüberfalles zu 0,550 m³/s gemessen, was bei Anwendung der Stricklerschen Formel einem Abflusskoeffizienten von 110 bis 120 entspricht.

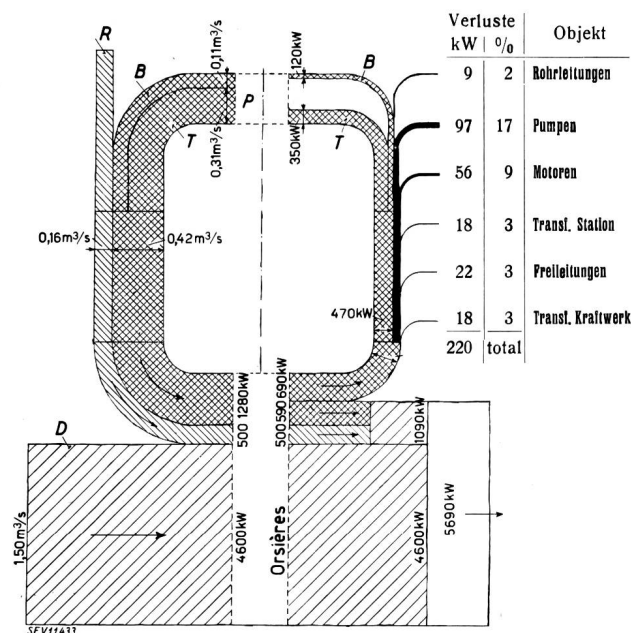


Fig. 9.

Leistungsdiagramm (an einem Dezembertag) des Kraftwerkes Orsières mit den neuen Anlagen

P Pumpstationen:

B Branche.

T La Tsi.

R Wasserfassung Reuse de Saleinaz.

D Wassermenge in der Druckleitung aus den bisherigen Wasserfassungen.

Die Tsi-Druckleitung wurde folgenden Versuchen unterzogen:

Die untere gusseiserne Strecke, die bei normalem Betrieb einem statischen Druck von 112 m ausgesetzt ist, der durch den höchstmöglichen Stossdruck um 40 % gesteigert werden kann, wurde während anderthalb Stunden einem Probedruck von 240 m ausgesetzt.

Die obere, aus armierten Superbeton-Schleuderröhren bestehende Strecke wurde an ihrem unteren Ende während zwei Stunden dem um 50 % erhöhten höchsten statischen Druck ausgesetzt. Vor dem Versand war jedes Rohr im Fabrikhof unter dem garantierten Prüfdruck von 85 m abgepresst worden.

Ausserdem wurde bei den Maschinen-Abnahmeversuchen festgestellt, ob die Schutzvorrichtung, welche den Druckstoss bei gleichzeitigem plötzlichem Abstellen aller Pumpen auf 40 % der manometrischen Förderhöhe abgrenzt, richtig funktioniert.

7. Erhöhung der Energieerzeugung

Aus der Abflussdauerkurve ist ersichtlich, dass es dank der vorgenommenen Installationen in einem Jahr mit mittlerem Niederschlag möglich ist, während der sechsmonatigen Winterperiode (15. Nov.

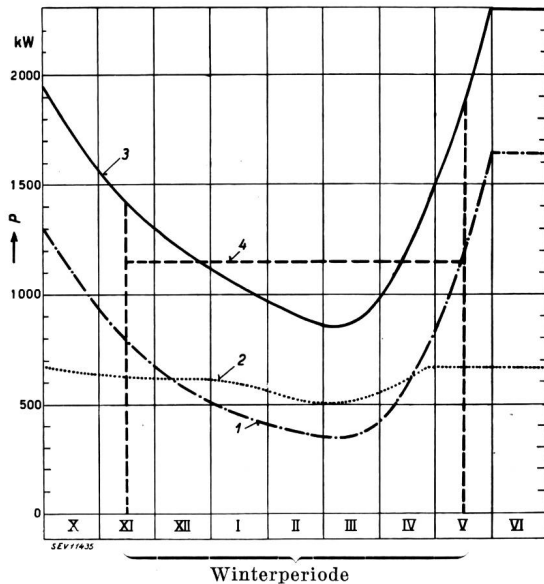


Fig. 10.

Verfügbare Nutzleistungen *P* aus den neuen Wasserfassungen (Mittelwert aus 10 Jahren)

- 1 Reuse de Saleinaz.
- 2 Pumpstationen Tsi und Branche.
- 3 Summe von 1 und 2.
- 4 Mittlere Leistung in der Winterperiode (15. November bis 15. Mai).

bis 15. Mai) ²⁾ nahezu sämtliche vorhandenen Abflussmengen auszunützen.

Die durch Zuleitung der Reuse de Saleinaz und durch den Betrieb beider Pumpanlagen in einem mittleren Jahr erzielte Leistung ist aus Fig. 10 ersichtlich. Es geht daraus hervor, dass die drei erstellten Anlagen sich vorteilhaft ergänzen. Während die dem Wasser der Reuse de Saleinaz entsprechende Leistung von Anfang Oktober bis 10. Dezember und ab 15. April diejenige der Pumpstationen übertrifft, stellt sich in der Zeit der geringsten Wasserabflussmengen vom 10. Dezember bis 15. April das Gegenteil heraus. Während dieser Zeit nimmt das Quellwasser weniger ab als das Wasser aus den Bächen, so dass die durch die Pumpanlagen rückgewonnene Leistung die aus dem Wasser der Reuse de Saleinaz übersteigt.

Aus Fig. 10 geht ferner hervor, dass es mit Hilfe der neuen Anlagen möglich ist, die Leistung des Kraftwerkes Orsières während der Winterperiode (15. November bis 15. Mai) im Mittel um 1150 kW zu steigern und die erzeugte Winterenergie um ca. 5 Millionen kWh zu erhöhen. Zu dieser Energie kommen noch 3 Millionen kWh hinzu, welche auf den Anfang und auf das Ende der Sommerjahreszeit entfallen, so dass die gesamte Steigerung der Energieerzeugung 8 Millionen kWh erreicht.

²⁾ Im offiziellen hydrologischen Jahr wird als Winterperiode die Zeit vom 1. Oktober bis 31. März betrachtet.

Wie sich die Leistung der neuen Anlage in bezug auf diejenige des Kraftwerkes Orsières auswirkt, geht aus Fig. 11 und 12 hervor. Es ist daraus ersichtlich, dass bei tiefstem Niederschlag die Leistung um etwa 20 % erhöht wird.

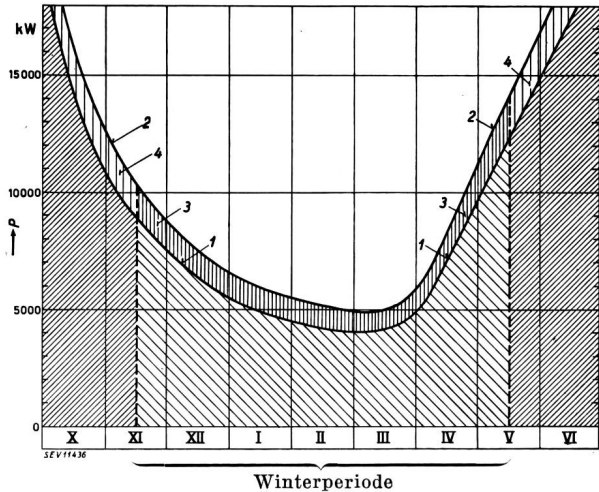


Fig. 11.

Verfügbare Nutzleistung *P* des Kraftwerkes Orsières (Mittelwert aus 10 Jahren)

- 1 Leistung des Kraftwerkes Orsières ohne die neuen Wasserfassungen.
- 2 Leistung des Kraftwerkes Orsières mit den neuen Wasserfassungen.
- 3 Zunahme der Energieabgabe im Winter: 5 Millionen kWh (mittlere Leistung 1150 kW während 4320 h).
- 4 Zunahme der Energieabgabe in den Uebergangsmonaten: 3 Millionen kWh (mittlere Leistung 1750 kW während 1700 h.)

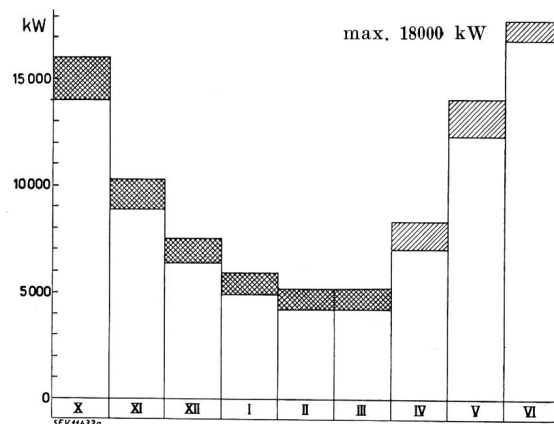


Fig. 12.

Monatliche Mittelwerte der Leistung des Kraftwerkes Orsières
Die schraffierten Flächen zeigen die Zunahme der Energieproduktion durch die neuen Wasserfassungen

8. Gestehungspreis der erzeugten Energie

Der Gestehungspreis der durch die neuen Anlagen erzeugten Energie ist niedrig. Er ist selbstverständlich von dem einzusetzenden Zinsfuß des aufgewendeten Kapitals, vom angenommenen Tilgungs- und Erneuerungssatz und von dem Anteil an den bisherigen Betriebskosten, der miteingerechnet werden soll, abhängig. Die effektiven neu entstehenden Betriebskosten sind äusserst gering, denn die Pumpstationen arbeiten vollautomatisch und ihr Betrieb kann von den Wärtern der bisherigen Wasserfassungen des Kraftwerkes Orsières über-

wacht werden, da dieses Personal während des Winters an und für sich wenig zu tun hat. Es war somit nicht nötig, neues Personal einzustellen, und es genügt, wenn täglich einmal in den Pumpstationen nachgesehen wird, um Gewissheit zu erlangen, dass der Betrieb normal vor sich geht, um die Maschinen zu schmieren, die Ventilation der Stationen zu regeln, die nötigen Ablesungen zu machen und die erforderlichen Reinigungen vorzunehmen. Bei normalen Zins- und Amortisationsätzen stellt sich ein sehr günstiger Preis der neu erzeugten Energie ein, besonders wenn berücksich-

tigt wird, dass von den gewonnenen 8 Millionen kWh 65 % Winterenergie darstellen.

Man sieht, dass durch die erstellten Anlagen die Winterenergieerzeugung des Kraftwerkes Orsières vorteilhaft erhöht wurde. Es kommt dazu, dass die Inbetriebnahme sehr kurze Zeit nach Baubeschluss vorgenommen werden konnte. Die Bauarbeiten wurden im Frühjahr 1942 begonnen, und es war möglich, vom Wasser der Reuse de Saleinaz schon anfangs November Gebrauch zu machen und die Pumpstationen auf Weihnachten 1942 in Betrieb zu setzen.

Anwendungsgebiete und Maschinenarten der elektrischen Widerstandsschweissung und -Erhitzung

Referat, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 5. Mai 1943 in Basel¹⁾,
von H. A. Schlatter, Zollikon

621.791.76

An Hand von Lichtbildern werden die vielfältigen Möglichkeiten des Baues und der Anwendung des Stumpf-, Punkt- und Nahtschweissens erläutert, und es wird die Bedeutung dieser Technik als Fabrikationsmittel hervorgehoben.

Les nombreuses possibilités de la construction et de l'application de la soudure par rapprochement, par points et par cordons sont illustrées par des projections lumineuses. Importance de cette technique dans le domaine de la fabrication.

Die elektrische Widerstandsschweissung ist schon sehr alt, viel älter als zum Beispiel die autogene Gasschweissung oder das elektrische Lichtbogenschweissen, welches in der Schweiz erst zur Zeit des ersten Weltkrieges eingeführt wurde. Die elektrische Widerstandsschweissung dagegen kennt man schon seit der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts. Sie wurde von dem Amerikaner E. Thomson erfunden und zuerst praktisch ausgewertet.

Seither hat die Widerstandsschweissung eine lange, erfolgreiche Entwicklung durchlaufen, und viele Hunderte von Schutzrechten sind von den Patentämtern aller Industriestaaten schon registriert und eine noch viel grössere Zahl verschiedenster Maschinenarten gebaut worden.

Als ich vor mehr als dreissig Jahren als junger Konstrukteur in den Vereinigten Staaten arbeitete, hat es mich stark beeindruckt, zu sehen, in welchem Umfange die elektrische Widerstandsschweissung in der amerikanischen Industrie bereits Eingang gefunden hatte, ganz im Gegensatz zu der erst spärlichen Anwendung in Europa. In USA sammelte ich auch meine ersten Erfahrungen in der Anwendung und im Konstruieren solcher Maschinen und widmete seither den grössten Teil meines Berufslebens dieser Branche. In einer kleinen Broschüre habe ich zum 25jährigen Bestehen meiner Firma über das Wesen, über Anwendungsformen und die Entwicklung der elektrischen Widerstandsschweissung in der Schweiz einige Aufzeichnungen gemacht. Heute möchte ich die praktische Anwendung dieser Maschinen in der Industrie zeigen; ferner Gegenstände, zu deren Herstellung die Punkt-, Stumpf- oder Nahtschweissung erforderlich ist sowie eine Anzahl Spezialkonstruktionen von Schweiss- und Wärmemaschinen vorführen.

Stumpfschweissmaschinen

Die kleinen Stumpfschweissmaschinen, die in der Drahterzeugungsindustrie eine sehr wichtige Rolle spielen, sind auch für uns interessant, da wir sie

serienmässig herstellen und sie unter dem Namen «Microweld» schon zu vielen Tausenden nach allen Industriestaaten der Welt geliefert haben.

Fig. 1 zeigt eine kleine «Microweld»-Feindrahtschweissmaschine, auf welcher dünne Drähte von 0,3 bis ca. 2 mm geschweisst werden kön-

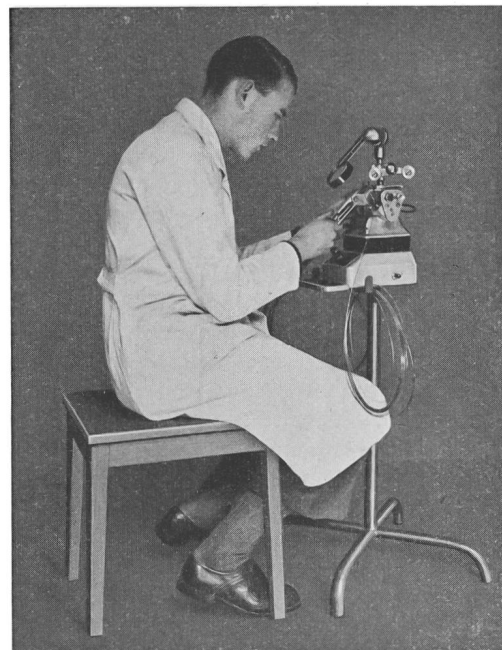


Fig. 1.
Feindrahtschweissmaschine
für Drahtdicken von 0,3...2 mm Ø

nen. Das Maschinchen ist den Bedürfnissen genau angepasst; zahlenmässig lassen sich Elektrodenabstand, Elektrodenruck und Schweißstrom einstellen. Eine Vorrichtung für das Abschneiden der Drahtenden, eine Lupe, um die feinen Dräht-

¹⁾ Uebrigere Vorträge der Tagung des SEV für elektrisches Schweissen siehe Bull. SEV 1943, Nrn. 19, 21 und 23.