

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	119/120 (1942)
<b>Heft:</b>	4
<b>Artikel:</b>	Das Kraftwerk Innertkirchen, die zweite Stufe der Oberhasliwerke
<b>Autor:</b>	Kaech, A. / Juillard, H. / Aemmer, F.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-52399">https://doi.org/10.5169/seals-52399</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

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

$$\mathcal{A} \zeta_0 = \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial y^2} = \frac{1}{\sin^2 \alpha} \left( \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial u^2} - 2 \cos \alpha \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial u \partial v} + \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial v^2} \right). \quad (12)$$

Compte tenu de (9), (10) et (11), les équations (1) s'écrivent, après quelques transformations:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= -\frac{v E z}{(1-v^2) \sin^2 \alpha} \left[ \left( \cos^2 \alpha + \frac{1}{v} \sin^2 \alpha \right) \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial u^2} - \right. \\ &\quad \left. - 2 \cos \alpha \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial u \partial v} + \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial v^2} \right], \\ \sigma_y &= -\frac{v E z}{(1-v^2) \sin^2 \alpha} \left[ \left( \frac{1}{v} \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha \right) \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial u^2} - \right. \\ &\quad \left. - \frac{2}{v} \cos \alpha \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial u \partial v} + \frac{1}{v} \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial v^2} \right], \\ \tau_{xy} &= \frac{E z}{(1+v) \sin \alpha} \left( \cos \alpha \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial u^2} - \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial u \partial v} \right), \\ \sigma_z &= \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0. \end{aligned} \right\} \quad (1')$$

L'équation (2) devient, en appliquant deux fois (12):

$$\begin{aligned} \frac{1}{\sin^4 \alpha} \left( \frac{\partial^2}{\partial u^2} - 2 \cos \alpha \frac{\partial^2}{\partial u \partial v} + \frac{\partial^2}{\partial v^2} \right) \cdot \\ \cdot \left( \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial u^2} - 2 \cos \alpha \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial u \partial v} + \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial v^2} \right) = \frac{12(1-v^2)p}{E h^3} \\ \frac{\partial^4 \zeta_0}{\partial u^4} + \frac{\partial^4 \zeta_0}{\partial v^4} - 4 \cos \alpha \left( \frac{\partial^4 \zeta_0}{\partial u^3 \partial v} + \frac{\partial^4 \zeta_0}{\partial u \partial v^3} \right) + \\ + 2(1+2 \cos^2 \alpha) \frac{\partial^4 \zeta_0}{\partial u^2 \partial v^2} = \frac{12(1-v^2) \sin^4 \alpha p}{E h^3} \end{aligned} \quad (2')$$

Telle est l'équation différentielle de la surface élastique, en coordonnées obliques.

## Das Kraftwerk Innertkirchen, die zweite Stufe der Oberhasliwerke

Nach Angaben der Bauleitung der Kraftwerke Oberhasli, insbesondere von Direktor Dr. h. c. A. KAECH und der Oberingenieure H. JUILLARD und F. AEMMER zusammengefasst von Ing. W. Jegher

(Fortsetzung von Seite 30)

### III. Beschreibung der einzelnen Teile des Werkes, nebst Angaben über die Bauausführung

#### 1. WASSERFASSUNG HANDECK

Die Wasserfassung besteht aus einem festen Wehr im Aarebett, Kies- und Sandfang und einem Verbindungskanal zum Zulaufstollen. Der Ausgleichweiher ist vorgesehen für ein Fassungsvermögen von 125 000 m<sup>3</sup>. Er wird unmittelbar talseits der Zentrale Handeck (Abb. 10, S. 29) angelegt; seine Ausführung bedingt eine geringfügige Verlegung der Grimselstrasse.

#### 2. DER ZULAUFSTOLLEN

Hinsichtlich der Kosten stellt der Zulaufstollen den wichtigsten baulichen Teil des Werkes dar, nimmt er doch rd. 15 Mio Fr., d. h. mehr als die Hälfte der Kosten des baulichen Teils in Anspruch. Da auch für die Betriebsicherheit die Güte seiner Ausführung von ausschlaggebender Bedeutung ist, erscheint es selbstverständlich, dass sein Projekt nach allen Seiten gründlich geprüft und die Bauverfahren zuvor durch Versuche herausgeschält worden sind.

**Geologie.** Verfolgen wir das geolog. Profil (Abb. 3, S. 27), von Süd nach Nord, also in Richtung des Wasserlaufs, so treffen wir zunächst auf 2,2 km Länge Aaregranit vom Typus Handeck, oft vom bankigen Habitus der Randzone. Anschliessend folgt Mittagfluh-Granit mit einer Mächtigkeit von 1,4 km, in dem Gänge von Quarzporphyrr eingeschlossen sind. Alsdann durchfährt der Stollen auf 2,7 km die Schiefer- und Gneiszone von Guttannen, die deutlich geschieden ist in ein südliches Schichtpaket von dichten Hornfelsgesteinen und in eine nördliche Schicht-

L'expression (3) du travail de déformation s'écrit, en remarquant que  $dF = \sin \alpha dudv$ :

$$\begin{aligned} A = & \frac{E h^3}{24(1-v^2) \sin^3 \alpha} \iint_F \left\{ \left( \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial u^2} \right)^2 + \left( \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial v^2} \right)^2 + \right. \\ & + 2(\cos^2 \alpha + v \sin^2 \alpha) \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial u^2} \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial v^2} + \\ & + 2[2 \cos^2 \alpha + (1-v) \sin^2 \alpha] \left( \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial u \partial v} \right)^2 - \\ & \left. - 4 \cos \alpha \left( \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial u^2} + \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial v^2} \right) \frac{\partial^2 \zeta_0}{\partial u \partial v} \right\} du dv, \end{aligned} \quad (3')$$

et le principe des travaux virtuels (4):

$$\sin \alpha \iint_F p \delta \zeta_0 du dv - \delta A = 0. \quad \dots \quad (4')$$

Revenons au système (1'). Dans les seconds membres des trois premières équations ne figurent que les variables  $u, v, z$ . Par contre, dans tous les premiers membres, les indices des tensions sont encore  $x, y, z$ . Pour introduire les indices  $u, v, z$  définissons les composantes des tensions en coordonnées obliques.

A cet effet, soient deux éléments de surface respectivement parallèles aux axes  $u, z$  et  $v, z$  (fig. 4). En décomposant la tension totale, relative au premier élément, suivant les directions  $u$  et  $v$ , on obtient deux composantes que nous désignerons par  $\tau_{uv}$  et  $\sigma_v$ . De même, en décomposant la tension totale relative au second élément, on définit  $\sigma_u$  et  $\tau_{uv}$ .

(à suivre)

#### Folge. Schiefer- und Hornfelsgesteine treten in stark wechselnder Lagerung auf, kleine Kamme, aber wenig wasserführende Stellen; das Gebirge ist standfest. Mit 1,3 km Mächtigkeit folgt die Zone der Erstfelder-Gneise mit einem Kern aus massivem Eruptiv-Gneis. Südlich und nördlich des Kerns stehen vorwiegend geschieferierte Bändergneise, von verschiedener Struktur und Habitus mit Einschlüssen von Quarzit und Hornfelsen an. Als Überraschung stellte sich beim Vortreiben des Stollens am Nordrand des Kerns Wasser von max. 300 l/s ein. Nun tritt der Stollen in die letzte geologische Zone ein, die bis über Innertkirchen hinaus herrscht: der 5,4 km mächtige Innertkirchner-Granit-Gneis. Trotz intensiver Schieferung ist er im allgemeinen gut standfest. Die Zone des Fensters Benzlaui ist ziemlich stark mylonitiert und reich an Wassereintritten. Der schon erwähnte Sedimentkeil des Pfaffenkopfs wird an zwei Stellen durchfahren. Auch der Unterwasserstollen liegt am unteren Ende noch auf einer kurze Strecke im Rötidoomit (Trias der helvetischen Decke am Rande des nördlichen Aaremassivs).

**Stollen-Vortrieb und -Ausbruch.** Vorgetrieben wird ein Stollen von 7 m<sup>2</sup> Querschnitt (Abb. 11). Sogleich nach dessen Ausbruch wird die Stollensohle, die später zum integrierenden Bestandteil der Stollenauskleidung wird, mit einem bleibenden Geleise betoniert. Auf diesem Geleise gehen alle Transporte vor sich. Zum Schutz der Arbeiter wird ausschliesslich die Nassbohrung angewandt. Bei zweischichtigem Betrieb erreichte man im Vortrieb 2,5 bis 3 m Tagesfortschritt in dichtem Quarzporphyrr, gegenüber 4,5 bis 4,8 m in den kristallinen Mantelschichten des Aaremassivs. Als letzter wurde am 28. November 1941 der Stollen zwischen den Fenstern Stäubenden und Mittagfluh —

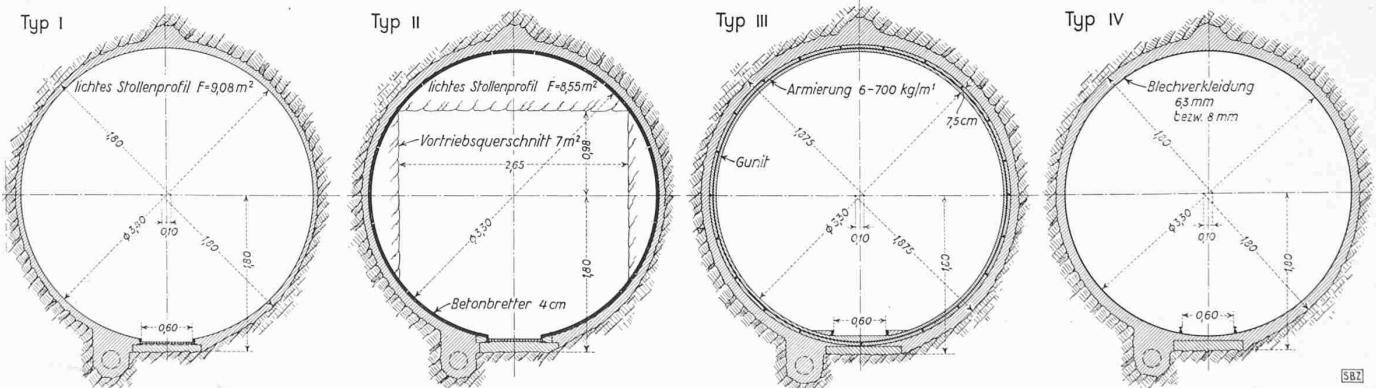


Abb. 11. Die vier Ausbau-Typen des Zulaufstollens. Masstab 1:80. — Baulängen siehe Abb. 3, Seite 27



S.B.Z.

Abb. 13. Betonpumpe, links der Betonaufzugkübel, der in den Einfülltrichter der Pumpe (Hintergrund) kippt. Unter dem Aufzugseilese der 30 PS-Antriebmotor der Pumpe, die bis 7 m<sup>3</sup>/h in die abgehende Leitung fördert

mit 2,7 km auch der längste — durchschlagen; alle Stollen waren im Frühling 1940 in Angriff genommen worden.

Der Ausbruch auf das volle Profil wird von Bohrgerüsten aus bewerkstelligt und kann fast ausnahmslos, wie der Vortrieb, ohne Einbau bleiben, ohne dass das Betonieren auf dem Fusse folgen muss. Vereinzelte kleinere Bergschläge sind nur auf der Stollenstrecke Handdeck-Stäubenden aufgetreten.

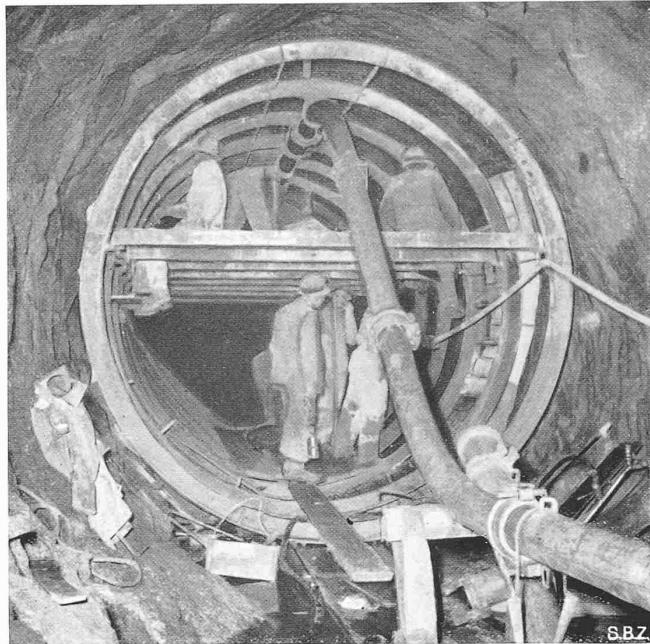
Die Ausbildung der Stollenfenster und ihren definitiven Abschluss zeigt Abb. 12.

**Die Auskleidung des Stollens** wird in vier Typen ausgeführt, die sich nach den örtlichen geologischen Verhältnissen und nach dem vorhandenen Wasserdruk richten. Die einzelnen Auskleidungstypen (Abb. 11) weisen folgende Totallängen und charakteristischen Merkmale auf:

Typ I: Reiner Betonauskleidungstyp von min. 10 cm Stärke in gutem dichtem Fels, der hauptsächlich eine glatte Wasserführung gewährleisten soll. Dieser Typ kommt bei den ersten 3600 m unterhalb der Handdeck zur Anwendung. Das Profil ist kreisrund mit einer l. W. von 3,4 m. Ein besonderer Anstrich schützt den Beton vor dem kalkarmen aggressiven Wasser.

Typ II: Hier ist der Stollen mit imprägnierten Betonplatten ausgekleidet, die bei der Betonierung als Schalung dienen. Die Platten messen im allgemeinen 90 × 100 cm, sind 4 cm dick, leicht armiert, und werden im Herstellerwerk (Hunziker & Co., Brugg) nach gehörigem Trocknen im Spezialverfahren unter hohem Druck bei 120° C mit Pech imprägniert. Die Platten stützen sich beim Einbau auf eiserne Schalungsringe, die mit 3,30 m Durchmesser in Abständen von 1 m angeordnet sind. Hinter die Platten wird der Beton mit der Pumpe eingebracht und durch Tauchvibratoren verdichtet; zum Schluss werden die Fugen zwischen den Platten (sie haben überfältzte Ränder) mit warm eingebrachtem Bitumen geschlossen. Auskleidungstyp II kommt auf eine Länge von 5400 m in gutem, aber etwas weniger dichtem Fels zur Ausführung. Auf eine Länge von 1300 m wird Typ II durch eine Ringarmierung von 21 cm<sup>2</sup> pro m' verstärkt.

Typ III besitzt einen innern, stark armierten Gunitmantel



S.B.Z.

Abb. 14. Das 125 bzw. 150 mm weite Beton-Förderrohr steigt an der Einbaustelle auf Scheitelhöhe, sodass der Beton bis zu oberst gut verteilt werden kann. Stollengeleise und eisernes Schalgerüst (s. Text) sind deutlich sichtbar

und wird in Felsspartien in einer Länge von 430 m, die den Wasserdruk nicht aufnehmen könnten, ausgeführt.

Typ IV mit Panzerrohrauskleidung kommt in einer zerklüfteten Stollenstrecke, und unmittelbar oberhalb des Wasserschlusses, wo eine vollständige Dichtigkeit des Stollens von grösster Bedeutung ist, in einer Gesamtlänge von 520 m zum Einbau.

Diese Stollenauskleidungen sind auf Grund eingehender Versuche im Baufenster Rieseten ausgebildet worden, bei denen man nach einem geeigneten Anstrich der Betonhaut suchte, der den Beton gegen den Angriff des sehr weichen Grimselwassers schützen soll. Um die Betonbretter richtig dimensionieren zu können, wurde auch der Schalungsdruck von frisch eingebrachtem vibriertem Beton ermittelt: er entspricht dem mit dem spezifischen Gewicht frischen Betons berechneten, vollen Druck.

Ebenso wurden im Stollenfenster Rieseten Versuche mit der Betonpumpe (Abb. 13) durchgeführt, die deren weitgehende Anwendung auf den Baustellen des Werkes zur Folge hatten. So wird sowohl der Beton der Stollenauskleidung im Zulaufstollen und im unteren Teil des Druckschachtes, wie auch der Beton und Eisenbeton in der Zentrale mit der Betonpumpe System Almacoa gefördert.

Der eingebrachte Beton wird auf allen Baustellen des KW Innertkirchen noch mit Vibratoren verdichtet; in der gepanzerten Stollenstrecke sind es Schalungsvibratoren, beim übrigen Beton die üblichen Pervibratoren.

Gang der Arbeiten. Dem Betonieren voraus geht die Abdichtung von Wassereintritten. In den üblichen Sika-Mörtelpfropfen wird, wenn es sich um einen stärkeren Wassereintritt handelt, ein Gummischlauch eingelegt, durch den das Wasser abfließen kann. Dann wird der Schlauch mit Sika-Mörtel dem Fels anmodelliert und mit dem Fortschreiten dieser Arbeit allmählig nachgezogen, sodass er wie ein Regenwurm eine Hohlrinne hinterlässt, die dem Wasserabfluss dient und durch welche auch die spätere Zementeinpressung ihren Weg findet. Es ist eine schöne Technik dieser Wasserfassung ausgebildet worden, die gut trockene Arbeitstellen für das Schalen und Betonieren gewährleistet. Ing. Juillard behält sich vor, hierüber später Näheres zu berichten.

Geschalt wird beim Typ II, der hier wegen seiner Neuartigkeit am meisten interessiert, jeweils ein Stollenabschnitt von 14 bis 18 m Länge, mittels eines speziell entworfenen eisernen Schalgerüstes, dessen Basis das genau verlegte Geleise und dessen Rippen die erwähnten Ringe in 1 m Distanz als Träger der Betonbretter bilden (Abb. 14). Über den ebenfalls genau ausgedachten Betonierzug mit der Betonpumpe, den Behältern für die Zuschlagsstoffe usw., die auf dem Geleise fahrbar angeordnet sind, und über die Arbeitsweise beim Betonieren darf leider noch nicht berichtet werden. Auf das Betonieren folgen Mörtleinpressionsen in die Scheitelzone mit rd. 6 at Druck und hierauf Einpressionsen von Zementmilch bis auf rd. 15 at. Auch die Drainageleitung wird zubetoniert.

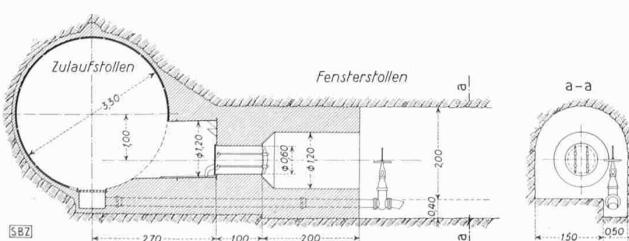


Abb. 12. Abschluss des Zulaufstollens gegen ein Baufenster, 1:10

Zu erwähnen ist noch, dass das Geleise auch im fertigen Stollen verbleibt und einem Revisionsfahrzeug dient. Im Typ III wird das Geleise vor dem Gunitieren entfernt und nachher frisch verlegt, ebenso im Typ IV.

### 3. DAS WASSERSCHLOSS

**Hydraulisches.** Grundsätzlich besteht die Wasserschloss-Anlage (Abb. 15 und 16) aus einem schräg liegenden Zylinder in der direkten Verlängerung des Druckschachtes, aus einem vertikalen Schacht von  $8,50\text{ m } \varnothing$ , der das eigentliche Wasserschloss darstellt, und schliesslich aus einer oberen Wasserkammer. Eine untere Wasserkammer ist nicht vorhanden.

Die Eigenartigkeit der Wasserschlossdisposition besteht in der Anordnung der vertikalen Schachtkammer von  $8,50\text{ m } \varnothing$ , deren Verbindungsöffnung mit dem Zulaufstollen mit einer Drosselung versehen ist. Dadurch sind die Wasserspiegel im Schrägschacht und im vertikalen Schacht nicht frei kommunizierend, sondern der Wasserspiegel des vertikalen Schachtes folgt den Schwankungen im Schrägschacht nur mit einer wesentlichen Verzögerung, wobei der Druckunterschied zwischen beiden Schächten bis zu  $25\text{ m}$  bei den maximalen Ausschlägen betragen kann. Dank dieser Anordnung kann der vertikale Schacht ebenso für das «Schliessen» wie für das «oeffnen» als Wasserkammer dienen. Er ersetzt somit die öfters angewendete Konstruktion von oben und unten Wasserkammern und ergibt dadurch, dass das Schachtvolumen doppelt ausgenutzt wird, eine besonders wirtschaftliche Lösung. Die Anordnung des vertikalen Schachtes mit einem relativ grossen Querschnitt bietet ferner den Vorteil, dass auch bei allen Zwischen-Wasserspiegellagen, z. B. bei der Absenkung des Ausgleichweihrs in der Handeck, immer eine grosse Wasserfläche für die Dämpfung der Wasserpendelungen vorhanden ist, währenddem die Wirkung von «oben», bzw. «untern» Wasserkammern nur bei den extremen Wasserspiegellagen auftritt. Schliesslich bietet die Verbindung des Wasserschlosses mit dem Stollen über ein Drosselorgan den weiteren Vorteil, dass



S.B.Z.

Abb. 17. Obere Wasserkammer. Montagebeginn der Panzerung im Vertikalschacht, links Mündung des oberen Baufensters

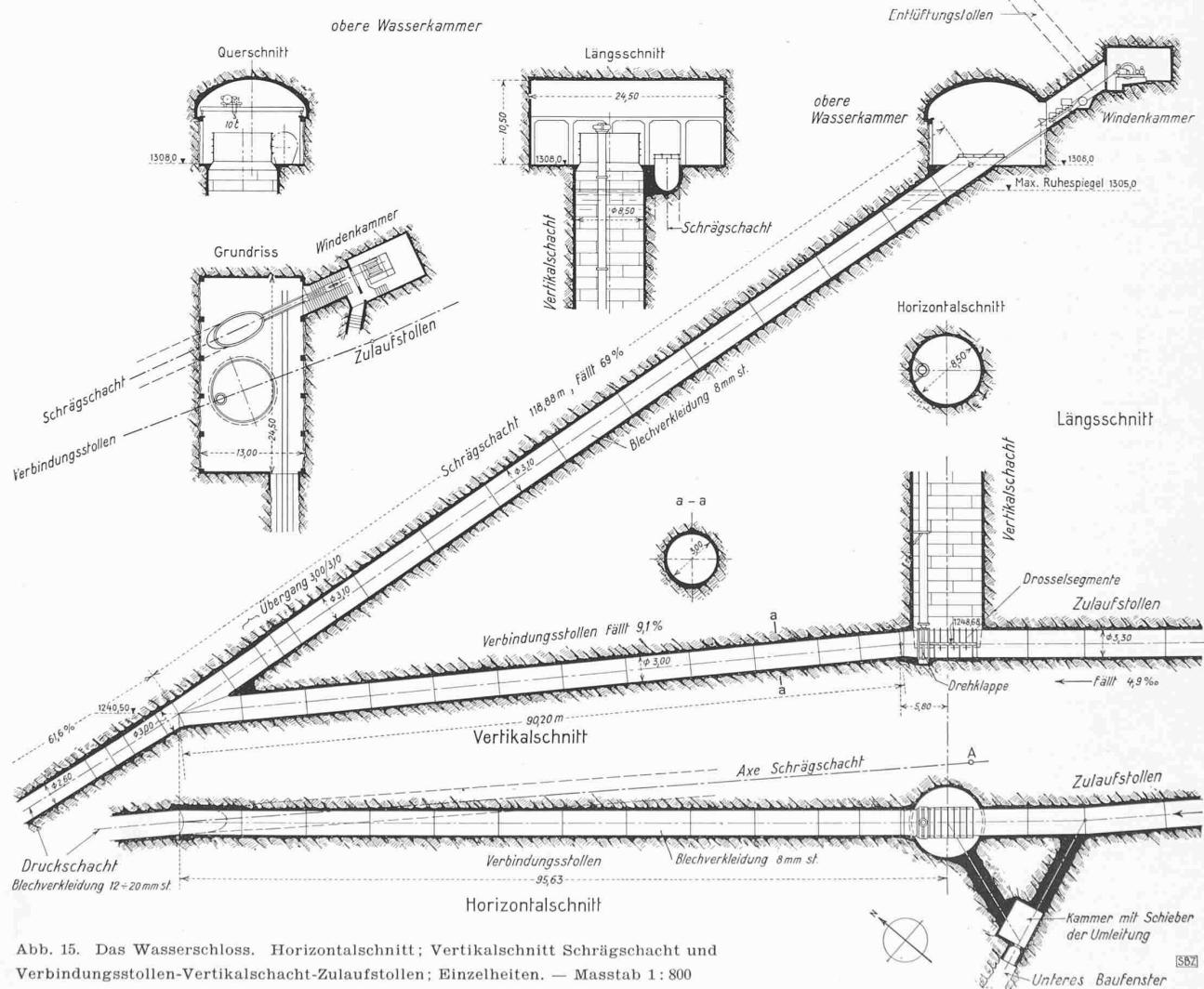
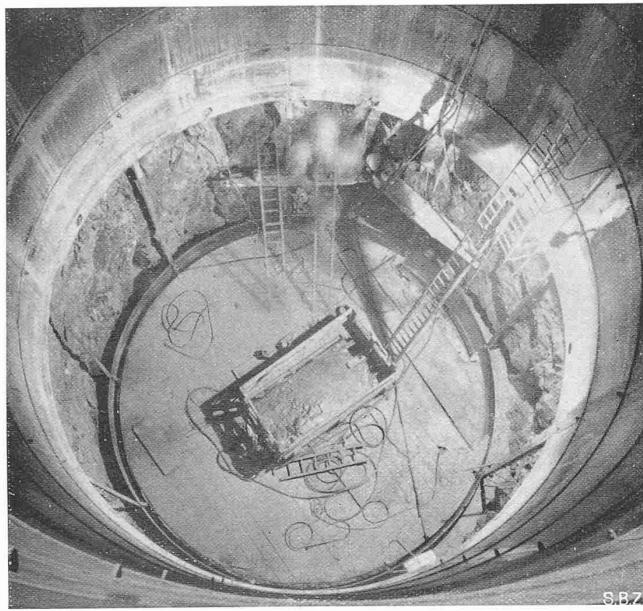


Abb. 15. Das Wasserschloss. Horizontalschnitt; Vertikalschnitt Schrägschacht und Verbindungsstollen-Zulaufstollen; Einzelheiten. — Masstab 1:800



SBZ

SBZ

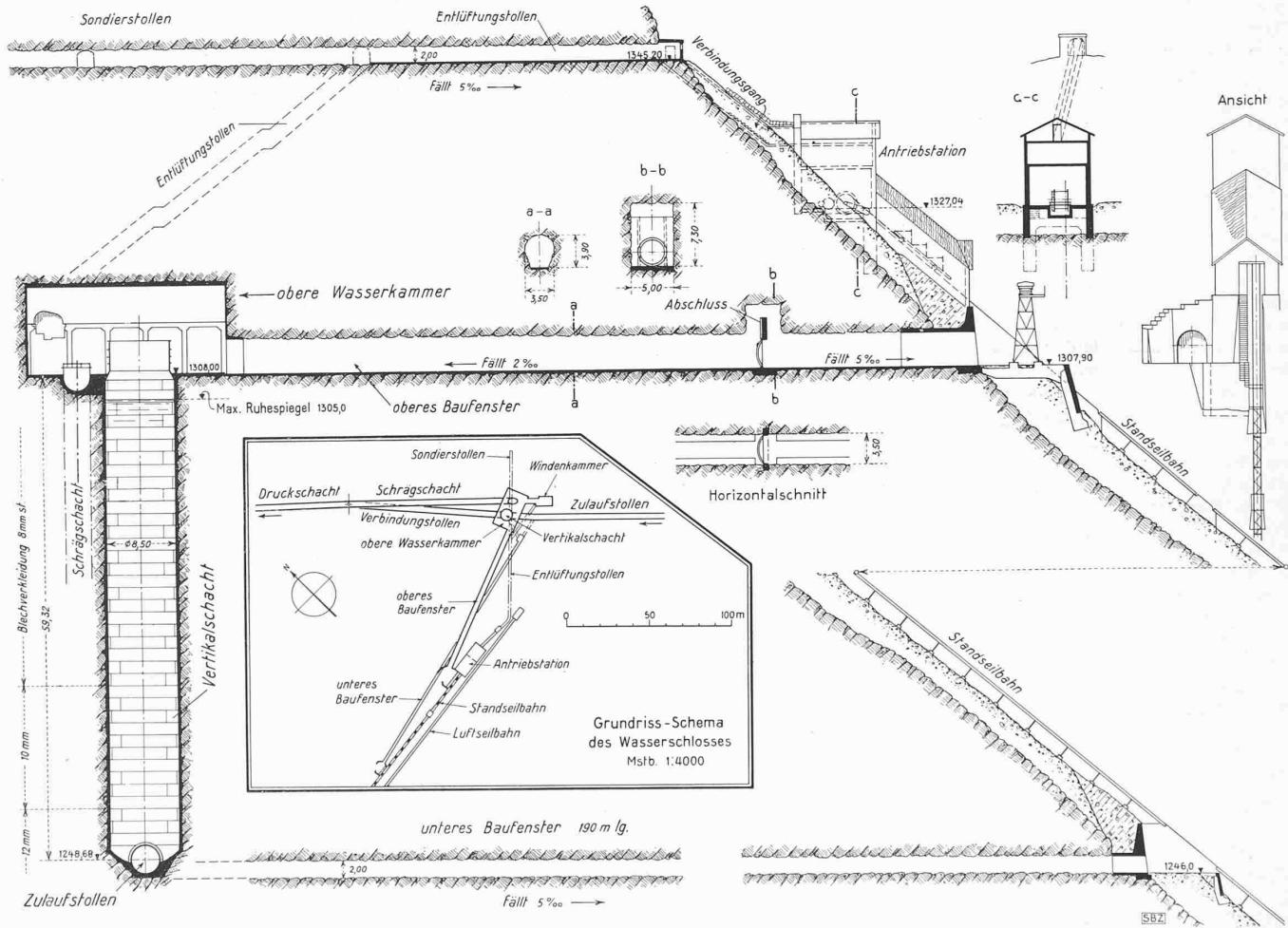


Abb. 16. Das Wasserschloss. Grundriss-Schema 1:4000 (eingehämt) und Vertikalschnitt 1:800 durch Vertikalschacht und Baufenster, Einzelheiten. Abb. 18 u. 19 (oben). Einbau der Panzerung im Vertikalschacht, rechts bleibende Bedienungsleiter. Von dem hängenden Arbeitsboden aus wurden jeweils vier Ringe zu je 1,8 m Höhe montiert, verschweisst und hinterbetoniert, hierauf wurde der Arbeitsboden um 7,2 m tiefer gehängt, usw.

die Wasserspiegelschwankungen sowohl in ihrer Amplitude als ihrer Dauer wesentlich kürzer werden, als bei andern Anordnungen. Der ungedrosselte Schrägschacht als Verlängerung des Druckschachtes bildet ein gutes Mittel zur Verhinderung der Fortpflanzung von Druckstößen in den Druckstollen. Die bei andern Anlagen festgestellte Gefährdung des obersten Knickpunktes der Druckleitung durch Druckstöße fällt hier weg, weil infolge unmittelbarer Nähe des freien Wasserspiegels keine bedeutenden negativen Druckstöße auftreten können.

Das von der Bauleitung der KWO aufgestellte Projekt des Wasserschlosses ist durch *Modellversuche* der Versuchsanstalt für Wasserbau an der E.T.H. unter Leitung von Prof. Dr. E. Meyer-Peter auf seine Wirkungsweise hin überprüft worden. Diese Versuche haben die Richtigkeit der Berechnungen bestätigt: Das Wasserschloss kann allen denkbaren Betriebsfällen Genüge leisten. Bei Schwankungen der Belastung der Zentrale verläuft die Schwingung im Wasserschloss aperiodisch.

**Ausrüstung des Wasserschlosses.** Die obere Wasserkammer (Abb. 17) dient während der Bauzeit für das Umladen der Panzerrohre, die durch das obere Baufenster eingeführt werden. Daher ist sie mit einem Laufkran von 10 t Tragkraft ausgestattet; dessen Kranbahnenträger liegt gerade oberhalb des höchsten möglichen Wasserstandes in der Kammer. Außerdem dient dieser Kran für die Montage der Panzerung des Vertikalschachtes, für Transport von Beton, usw. Weiter birgt die Kammer das Antriebsorgan für die *Drehklappe*, die am Eintritt des 9% fallenden Verbindungsstollens liegt, und die durch eine 60 m lange Welle betätigt wird. Ihr Antrieb ist mit Fernbetätigung und automatischer Steuerung versehen. Die Drehklappe selbst ist in ihrer Wirkungsweise Gegenstand gründlicher Modellversuche der Versuchsanstalt für Wasserbau an der E.T.H. gewesen. Damit nämlich beim Schliessen keine unnötig hohen Druckstöße im Zulaufstollen entstehen, darf die Klappe nur nach einem ganz bestimmten Schliessgesetz betätigt werden. Dieses Schliessgesetz wurde anhand theoretischer Ueberlegungen aufgestellt, und durch Modellversuche nachkontrolliert.

Hinter der oberen Wasserkammer und höher als diese, in Verlängerung des Schrägschachtes, ist die *Windenkammer* angeordnet. Sie enthält eine 5,5 t-Winde für die Montage der Panzerrohre des Druckschachtes; im späteren Betriebszustand wird sie benutzt zum Betrieb des Revisionswagen im Druckschacht. Die Windenkammer besitzt einen oberen Ausgang, der über eine Treppe nach dem im Kapitel II erwähnten ersten Sondierstollen führt, der jetzt als Entlüftungsstollen dient. Er hat auch Verbindung mit dem Windenhaus der Standseilbahn Urweid-Kapf und bildet so im Betrieb den eigentlichen Zugang zum Wasserschloss.

**Die Bauausführung.** Sie begann mit dem Ausbruch des oberen Baufensters, das mit Rücksicht auf das Einführen der Panzerrohre 11,2 m<sup>2</sup> Querschnitt erhielt, sowie des unteren Baufensters von 3,7 m<sup>2</sup> (Abb. 15 und 16). Das obere Fenster, 103 m lang, wird von der oben Endstation der Standseilbahn bedient und mündet in die obere Wasserkammer. Das untere Fenster, dem ebenfalls eine Halte- und Umladestelle der Standseilbahn entspricht, gabelt sich am hinteren Ende in eine Abzweigung zum Zulaufstollen und eine Abzweigung, die unter den Vertikalschacht mündet; Gesamtlänge 220 m. Die erstgenannte Abzweigung dient dem Verkehr (Ausbruch und Beton) nach dem Zulaufstollen, durch die andere wurde der Ausbruch des Vertikalschachtes ausgefahren und mit der Luft- und der Standseilbahn nach der Deponie in der Urweid abgeführt.

Die aussergewöhnliche Arbeit von Ausbruch, Panzern und Betonieren des 8,5 m im Durchmesser und 60 m in der Höhe messenden Vertikalschachtes (Abb. 18 und 19) ging folgendermassen vor sich. Man begann von unten einen senkrechten Schacht von 6 m<sup>2</sup> vorzutreiben. Nachdem dieser nach der oberen Wasserkammer durchgeschlagen war, begann die Ausweitung, von oben nach unten, indem der Vortriebstollen als Silo für das Ausbruchmaterial diente. Die Panzerung und Betonierung wurde ebenfalls von oben angefangen und sukzessive und etappenweise der Ausweitung nachfolgend ausgeführt, sodass keine hohen freien Felswände vorhanden waren, die eine Gefährdung der Arbeiter durch Loslösen von Steinen hervorgerufen hätten. Auch über diese Arbeiten stellt Ing. Juillard nähere Mitteilungen in Aussicht. Die Stärke der Panzerbleche nimmt zu von 8 mm zu oberst auf 12 mm zu unterst.

(Forts. folgt)

## Neuere Akkumulatoren-Lokomotiven

Von Ing. G. L. GLAUSER, Zürich-Oerlikon

Mit Akkumulatoren betriebene Fahrzeuge sind seit Jahrzehnten bekannt. Bereits an der Ausstellung von 1891 in Frankfurt a. M. war ein Akkumulatoren-Strassenbahnwagen der Maschinenfabrik Oerlikon in Betrieb. Seither wurden allein in der Schweiz Dutzende von Batterie-Schienenfahrzeugen gebaut, von denen weitaus die meisten heute noch ihren regelmässigen Dienst versehen, zum Teil, dem gesteigerten Verkehr entsprechend, mit stärkeren Batterien.

Die solchen Triebfahrzeugen gelegentlich vorgeworfenen hohen Unterhaltskosten betreffen stets die Batterie, und zwar nur solche Fälle, wo diese überlastet, unsachgemäß behandelt, oder schon von Anfang an zu knapp bemessen wurde. Bei richtig bemessenen und gepflegten Batterien wurde in der Tat bei vielen dieser Fahrzeuge eine Lebensdauer von durchschnittlich etwa 8 Jahren für die positiven und etwa 15 Jahren für die negativen Platten beobachtet; diese Lebensdauer wird aber heute, auf Grund der inzwischen gemachten Fortschritte der Technik, für normale Verhältnisse noch höher ausfallen.



Abb. 1. Oerlikon-Akkumulatoren-Lokomotive von 100 PS

Diese Fortschritte beziehen sich auf die eigentliche Konstruktion der Batterie, die Bemessung der Kapazität, die automatische Ladestation, eine hohe Stufenzahl des Fahrschalters zwecks Reduktion der Schaltstrom-Spitzen, eine weiche (doppelte) Abfederung der Batterie, auf Bedienung, Wartung und die bezüglichen Einrichtungen.

In der Schweiz wurden in letzter Zeit einige neue Akkumulatoren-Schienenfahrzeuge nach modernen Gesichtspunkten gebaut, so die kürzlich in Betrieb gegebene Rangierlokomotive der Cement- und Kalkfabriken R. Vigier A.G. in Reuchenette bei Biel (siehe Abb. 1). Wie in diesem Fall, wird ein ernsthafter Vergleich zwischen Werktraktoren mit Dampfbetrieb, mit Verbrennungsmotor, mit Fahrdrift oder mit Akkumulatoren-batterie speziell für schweizerische Verhältnisse meistens zu Gunsten des letztgenannten Systems ausfallen. Den Ausschlag geben immer wieder die folgenden Eigenschaften des Batterietraktors: Sofortige Betriebsbereitschaft; einheimischer, billiger Betriebstoff (Nacht- und Abfallstrom) und bescheidenster Schmiermittelverbrauch; allereinfachste Bedienung; ruhiger, sauberer, übersichtlicher Betrieb; lange Lebensdauer, minimale Kosten für Unterhalt und Reinigung; ohne Rauch und Russ; keine Brand- oder Gefriergefahr; kein Energieverbrauch und keine Aufsicht im Stillstand; Vermeidung von Fahrleitungen, Brennstoffbehältern und ähnlichen Anlagen; kein Brennstofftransport; gute und regelmässige Beschleunigung, grosse Überlastbarkeit; Messinstrumente machen jede Unregelmässigkeit sofort bemerkbar.

Die Nennleistung der in Abb. 1 gezeigten Lokomotive beträgt 100 PS, und ihre Batterie reicht für 6500 tkm. Bei einem Eigen Gewicht von 26 t ist sie imstande, auf der Horizontalen Anhängelasten bis zu 500 t mit rd. 8 km/h zu schleppen. Ihre maximale Fahrgeschwindigkeit beträgt 25 km/h. Der Nocken-Fahrschalter modernster Bauart weist zwölf Fahr- und acht elektrische Bremsstufen auf. Diese bilden die normale Betriebsbremse und wirken

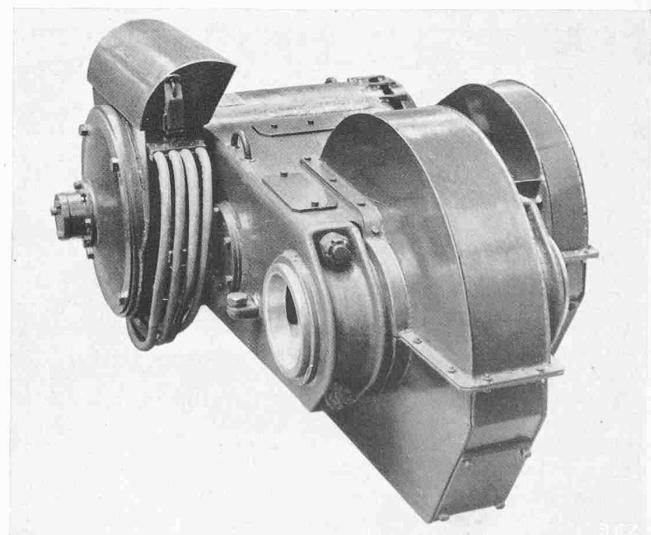


Abb. 2. Ein 50 PS-Oerlikon-Traktionsmotor für die Rangierlokomotive nach Abb. 1