

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 91/92 (1928)  
**Heft:** 13

**Artikel:** Vom Bau des Grimselwerkes der Kraftwerke Oberhasli A.-G.  
**Autor:** Jegher, Carl  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-42580>

### **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:** 22.01.2026

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

INHALT: Vom Bau des Grimselwerkes der Kraftwerke Oberhasli A.-G. — Die Maag-Zahnformen und ihre Herstellung mit einem normalen 15°-flankigen Werkzeug. — Die Aero-Photogrammetrie an der Internationalen Luftschiffahrt-Ausstellung Berlin. — Eidgenössische Technische Hochschule. — Mitteilungen: Ausfuhr elektrischer Energie. Stadtbild-Ausstellung Alt- und Neu-Graz. Die 55. Jahresversammlung des Schweizer. Vereins für Gas- und Wasserfachmänner. Anlasskupplungen für

Käfigankermotoren. Normalien des Vereins schweizer. Maschinen-Industrieller. Umbau des Gewerbe-Museums Winterthur. — Korrespondenz: Ueber das Leitrad der Vollstrahl-Wasserturbinen. — Wettbewerbe: Altersheim Waid, Zürich. Ueberbauung des Hübeli-Areals in Olten. Gemeindehaus Binningen. Pavillons für Nervenranke im neuenburgischen Kantonsspital Perreux. Hospice Sandoz-David, Lausanne. — Literatur. — S. T. S.

Band 92.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 13

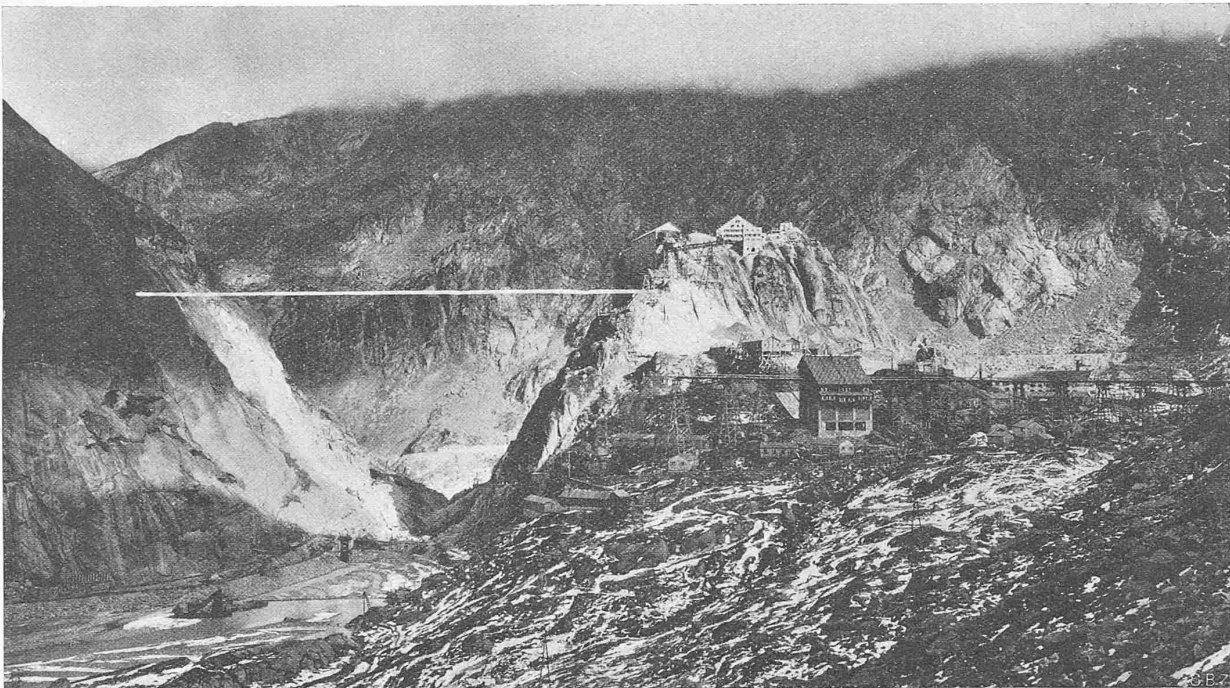


Abb. 1. Blick aus SW auf Spitalamm und Nollen mit dem neuen Grimsel-Hospiz. Bauzustand am 6. November 1927.

### Vom Bau des Grimselwerkes der Kraftwerke Oberhasli A.-G.

Nachdem die in vollem Gange sich befindenden Bauarbeiten für die obere Stufe (Grimsel-Gelmer-Handeck) in der letzten Zeit zahlreichen fachmännischen Besuch erhalten, und nachdem die letzte Berichterstattung (im Protokoll der S.I.A.-Sektion Bern über einen bezüglichen Vortrag von Obering. A. Kaech, Direktor der Bauleitung der Oberhasli A.-G.) in der „S. B. Z.“ vor Jahresfrist (22. Oktober 1927) erschienen ist, dürfte es an der Zeit sein, anhand einiger Bilder und ohne jeden Anspruch auf Vollständigkeit, die ferner stehenden Fachkreise über diese interessanten Arbeiten wieder einmal zu orientieren. Es sei dabei auch verwiesen auf unsere generelle Beschreibung des Kraftwerkes in Bd. 85 (10. und 17. Januar 1925), woselbst auf Seite 30/31 ein umfangreicher Lageplan der Bauten an der Grimsel zu finden ist). Obenstehendes Bild (Abb. 1) sowie die Abb. 4 und 5 zeigen die Baustelle nach Aufnahmen vom 6. November letzten Jahres, unmittelbar vor dem Einschneien und im buchstäblich letzten Sonnenstrahl vor den

talaufwärts ziehenden Nebelschwaden. Wir zeigen diese und einige weitere Bilder vom gleichen Tage als auch heute noch gute Orientierung über die Oertlichkeiten und die Gesamtanordnung der Bauinstallationen für die beiden Grimsel-Staumauern, und ergänzen sie durch eigene Aufnahmen vom 7. und 8. September d. J. (die Aufnahmedaten sind jeweils beigefügt).

Hinsichtlich der allgemeinen Anordnung und der Transportverhältnisse verweisen wir auf die oben erwähnten Mitteilungen von Oberingenieur A. Kaech; es sei hier nur daran erinnert, dass für den Materialtransport vom Bahnhof Meiringen der Brünigbahn zunächst eine 5 km lange Verbindungsbahn an den Umschlagplatz bei Innertkirchen, neben der dortigen Transformatoren- und Schaltstation, gebaut werden musste, und dass von dieser Umschlagstelle Innertkirchen aus eine 17 km lange Luftkabelbahn nach der Grimsel, mit einer Abzweigung nach dem Gelmersee, sowie eine Standseilbahn von der Handeck (etwas oberhalb

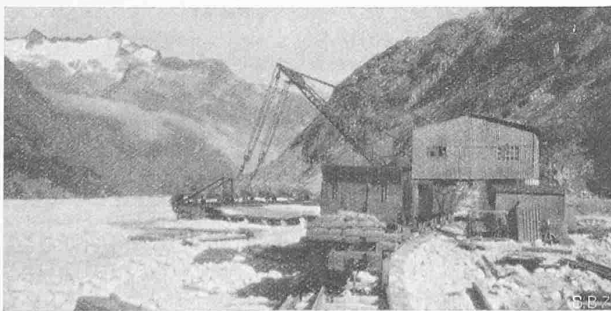


Abb. 2. Kiesbaggerung auf dem Aareboden, Blick gegen NO.



Abb. 3. Baggerelcise-Rückmaschine Arbenz-Kammerer.

des Maschinenhauses) ebenfalls nach dem Gelmersee erstellt werden mussten. Dabei ist von Meiringen bis auf die Grimselbaustellen ein Höhenunterschied von etwa 1350 m, ab Innertkirchen ein solcher von rund 1300 m zu überwinden. Auch die Transportleistung von Meiringen nach den verschiedenen Baustellen, insgesamt ungefähr 4 Mill. tkm, ist eine recht stattliche; dazu kommt, dass infolge der verhältnismässig kurzen Bauzeit der auf 1900 m Meereshöhe liegenden gewaltigen Bauobjekte für die Transportanlagen sehr hohe Tagesleistungen nötig werden. So ist die von der „Giesserei Bern“ der Gesellschaft der L. v. Rollischen Eisenwerke in Zusammenarbeit mit Ad. Bleichert & Cie., Leipzig-Gotha, erstellte Luftkabelbahn für eine mittlere Stundenleistung von 30 t bemessen. Doch seien genauere Zahlenangaben der spätern ausführlichen Veröffentlichung vorbehalten, die in dieser Zeitschrift erscheinen wird. Für heute möchten wir uns mehr auf eine kurze Erläuterung der Bilder beschränken.

Zum Bau der Hauptstaumauer in der Spitallamm, die als kombinierte Bogen- und Gewicht-Staumauer bei 115 m Maximal-Höhe noch 4 m Kronenstärke erhält und eine Kubatur von rund 340000 m<sup>3</sup> umfasst, sowie für die rund 70000 m<sup>3</sup> der östlich des Grimsel-Nollens liegenden Seeuferegg-Mauer (die Kronenhöhen bezeichnen die weissen Striche in Abb. 1 u. 9), mussten am Fusse und auf dem Gipfel des zentralen Grimsel-Nollens umfangreiche Kiesaufbereitungs- und Betonieranlagen erstellt werden. Die Vorsortier- und Steinbrecheranlage (in Abb. 4 u. 5 links unten) ist bemessen für eine stündliche Gesamtleistung von 300 m<sup>3</sup>

Sand und Schotter, die vier grossen Betonmischer auf dem Gipfel des Nollens liefern im Dauerbetrieb stündlich 200 m<sup>3</sup> fertigen Beton und sind mit zwei grossen Beton-Sammelbunkern versehen; im Monat September ds. J. wurden beispielsweise als Tagesleistung von in die Mauer eingebrachtem Beton 1900 m<sup>3</sup> überschritten. Diese paar Zahlen mögen genügen, um einen Begriff von der Grösse dieser in jeder Hinsicht mustergültigen und sehenswerten Bauinstallation zu geben, deren Gesamtordnung und Projektierung von den betreffenden Bauunternehmungen stammen, an der Grimsel speziell von Obering. J. Hausammann und seinem Mitarbeiter Masch.-Ing. J. Hörnlimann.

Sand und Schotter werden im hintern Teil des flachen Aarebodens, etwa 3,5 km westlich der Baustelle gebaggert (Abb. 2) und mit einer eigenen Transportbahn

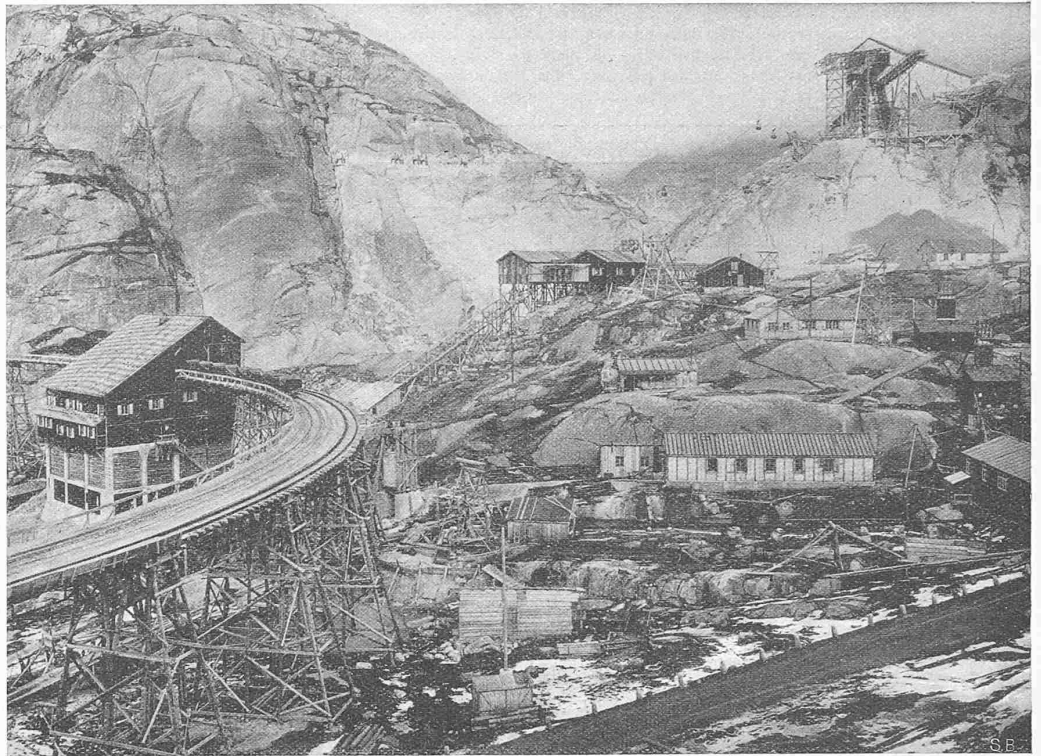


Abb. 4. Blick aus Süden auf die Kiesaufbereitungsanlage Grimsel, links Vorsortierungs- und Steinbruchgebäude mit Anfahrgeleise der Kiestransportbahn vom Aareboden her. (Aufnahme 6. XI. 1927.)



Abb. 6. Spitallamm, talauswärts (8. IX. 1928).



Abb. 7. Natürlicher Grimselsee gegen die Seeuferegg-Sperre. (Aufnahme 6. XI. 1927.)

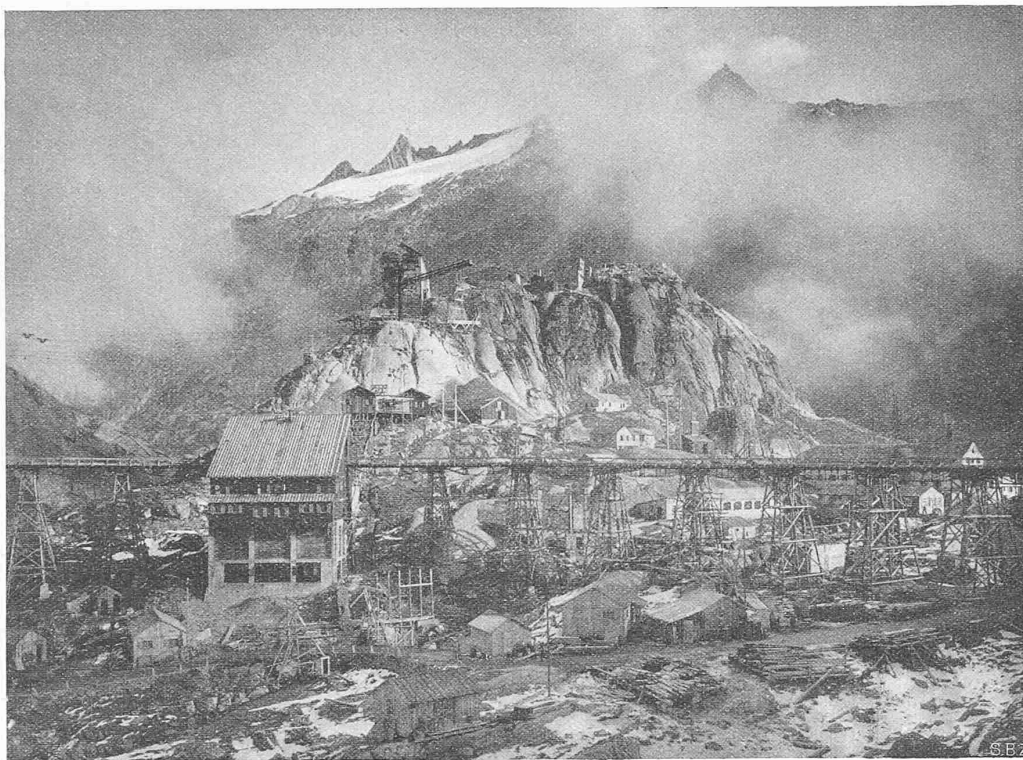


Abb. 5. Gesamtbild aus SW auf die Bauinstallationen am Nollen. Im Vordergrund der Viadukt der Kiestransportbahn, dahinter am Bildrand rechts das alte Grimsel-Hospiz. (Aufnahme 6. XI. 1927.)

nach der Steinbrechanlage befördert; zur Einfahrt in diese dient die in der Kurve liegende Gerüstbrücke (Abb. 4 u. 5). Bemerkenswert war der Transport der Arbenz-Kammerer-Geleiserückmaschine<sup>1)</sup>, mit der das Baggergeleise auf dem Aareboden verschoben wird (Abbildung 3): die 15 m lange eiserne Fachwerkbrücke der Rückmaschine wurde durch einen Lastkraftwagen mit Anhänger von abends 8 Uhr bis morgens 4 Uhr über die verhältnismässig schmale und sehr kurvenreiche Poststrasse von Innertkirchen auf die Baustelle geschafft. Einen solchen Transport schwerer Stücke, beispielsweise einer Baulokomotive, auf besonders konstruierten Kraftwagen-Anhängern zeigt Abb. 7 im Vordergrund. In der Steinbrecheranlage wird das Baggergut einschliesslich der härtesten Granitgerölle bis  $\frac{1}{2}$  m Durch-

<sup>1)</sup> Beschreibung siehe Band 78, Seite 202 (22. Oktober 1921).

in der gegenwärtig über 70 000 m<sup>3</sup> Kiessand lagern, als Reserve bei allfälligen Betriebsstörungen im Bagger- oder Transportbetrieb vom Aareboden her. Abb. 6 zeigt einen Blick in die Tiefe der Spitalamm-Baugrube, in die der Fundamentkern der Sperrmauer mittels Giessrinnen, teils direkt, teils mit Kabel-Kranen<sup>1)</sup> eingebracht wird. Die Sortieranlage, sowie die Silo für Sand, Kies und Zement, wie auch die Betonieranlage ist in einem grossen Gebäude aus Eisenfachwerk zu oberst am NW-Abhang des Grimsel. Nollens untergebracht; das ebenfalls in Abbildung 1 rechts davon sichtbare grössere Gebäude mit dem granitenen Zinnengiebel ist das neue Grimselhospiz, rechts herwärts

<sup>1)</sup> Vergl. den Aufsatz von Ing. H. Nipkow „Giessrinnen oder Kabelkrane für Staumauern aus Gussbeton?“ in Band 88, Seiten 143 und 165 (4./18. September 1926). Red.

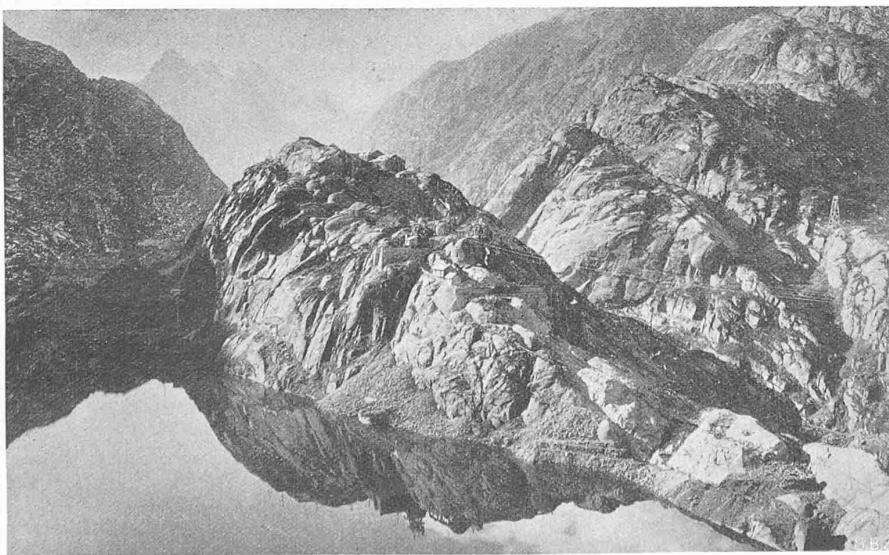


Abb. 8. Grimsel-Nollen aus NO, rechts Seeuferegg-Fundamentaushub-Schlitz (6. XI. 1927).

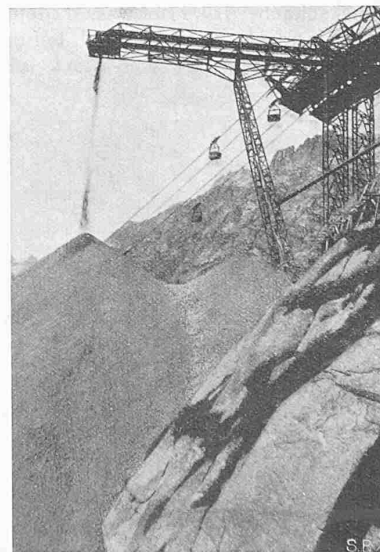


Abb. 9. Kies-Deponie am Nollen (8. IX. 1928).

messer zerdrückt; nachher geht das auf max. 120 mm gebrochene Kiessand-Gemenge mittels 2 Luftseilbahnen auf die Höhe des Nollens, wo sich zu oberst über den Silos eine doppelte Sortieranlage befindet, die das Material nach drei Grössen (bis 6, von 6 bis 40, und 40 bis 120 mm) sichtet und in entsprechende Silos fördert, unter deren Schnauzen die mechanischen Dosierungs- und Beschickungsanlagen der Betonmischer angebaut sind. Charakteristisch für die ganze Installation ist ihre, infolge der durch die Witterungseinflüsse bedingten Unregelmässigkeiten im Baubetrieb nötige Elastizität. So fördert z. B. die Steinbrech-Anlage den Ueberschuss über den jeweiligen Bedarf der Sortieranlage mittels eines horizontal auskragenden Förderbandes auf eine grosse Deponie (Abb. 9),

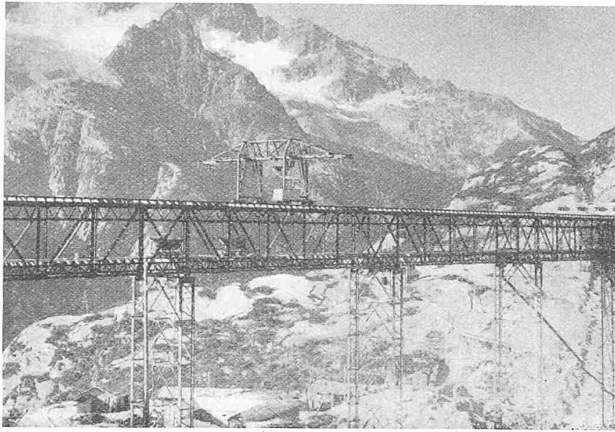


Abb. 10. Materialtransportbrücke Gelmer, talauswärts gesehen.

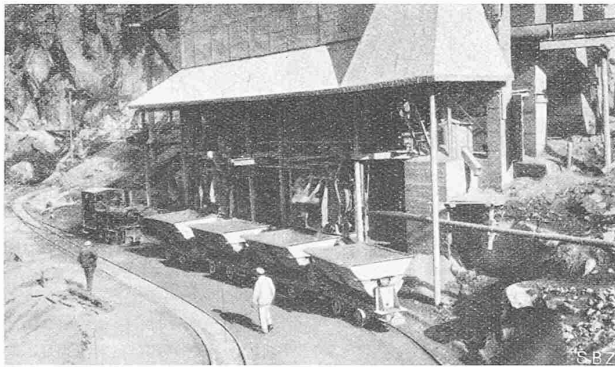


Abb. 11. Betonieranlage Gelmer mit 3,5 m³ Förderwagen. (7. IX. 1928.)

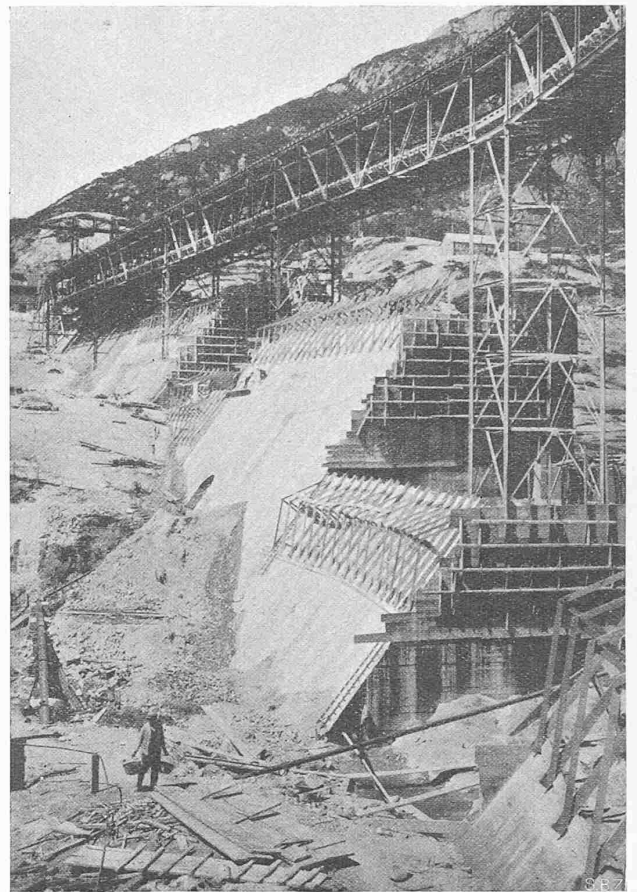


Abb. 12. Staumauer Gelmer, Luftseite gegen Norden gesehen.

davon steht der turmartige Vorbau über dem vertikalen Zugangschacht zur unterirdischen Schieber- und Regulierkammer für die Ueberleitung des Wassers aus dem Grimsel-Stausee nach dem Gelmersee.

Auch bei der Staumauer an der Seeuferegg hat die Betonierung begonnen; der Fundamentalschlitz mit den darüber hinlaufenden Kabelkranen ist schon in Abb. 8 zu erkennen. Auch diese Baustelle bezieht den Beton aus der zentralen Betonieranlage auf dem Nollen, und zwar durch einen eigens dafür angelegten horizontalen Verbindungsstollen für ein Transportgeleise.

Am Gelmersee, von dem aus ein gepanzertes schräger Druckschacht das Triebwasser den Peltonrädern der Zentrale Handeck zuführen wird, befindet sich eine Staumauer in Gussbeton mit grossen Blockeinlagen im Bau; ihre max.

Höhe erreicht 30 m, die Krone wird 384 m lang. Von der Gesamtkubatur von 78 000 m<sup>3</sup> ist zurzeit mehr als die Hälfte eingebracht. Grundsätzlich ist hier die Bauinstallation ähnlich wie an der Grimsel: am hintern Ende des Sees werden Kies und Sand gewonnen und aufbereitet und mittels Luftkabelbahn nach den Silos am Südende der Mauer verbracht (Abb. 15, links). Die danebenstehenden Zementsilos werden durch eine Zweigstrecke der Luftkabelbahn von Innertkirchen her gespeist, während das übrige Baumaterial durch die Standseilbahn (Abb. 16) von der Handeck heraufbefördert wird. Die auf den Abb. 10 bis 15 sichtbare eiserne Transportbrücke, die über die Mauer hinläuft, wird getragen von eisernen Türmen, die in die Mauer mit einbetoniert werden; sie hat zwei Fahrbahnen: auf der untern wird der Beton in 3,5 m<sup>3</sup>-Muldenkippern

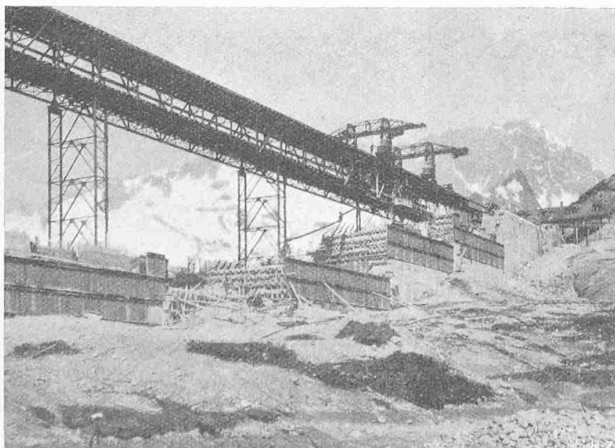


Abb. 14. Gelmermauer gegen W, früheres Stadium der Betonierung.



Abb. 15. Gelmermauer gegen S, Gesamtbild vom 7. IX. 1928.

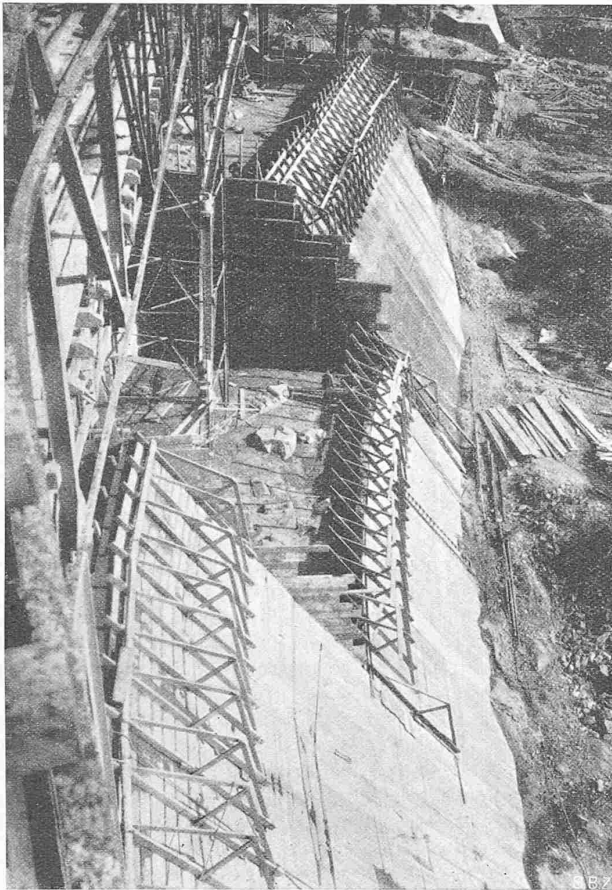


Abb. 13. Betonierung mit grossen Blockeinlagen. (7. IX. 1928.)

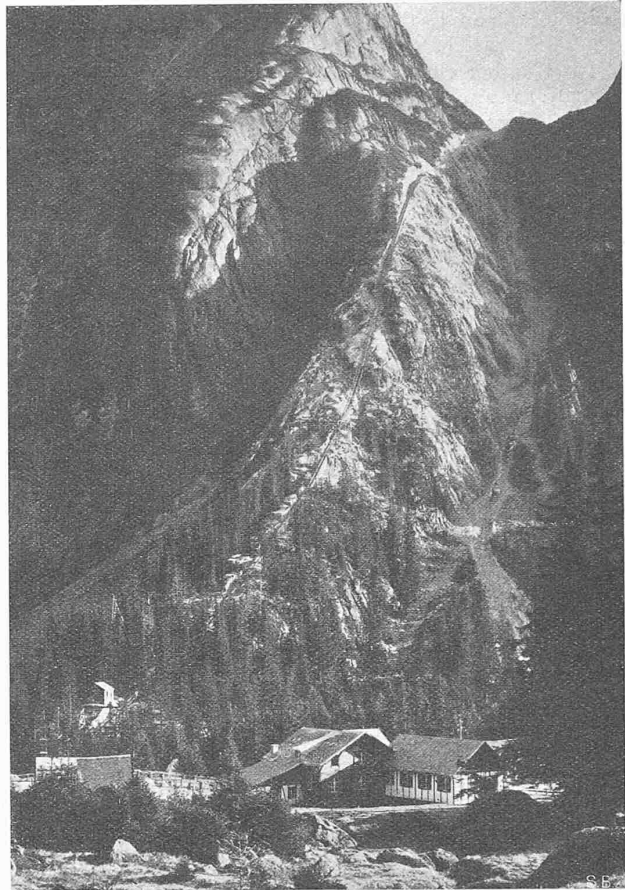


Abb. 16. Standseilbahn Handeck-Gelmer. Max. Steigung 106‰.

von den Betonmischern weg (Abb. 18) mit Lokomotiven über die Mauer verfahren und dort mittels kurzer Rinnen zwischen die Schalung gegossen, während auf der obren Fahrbahn zwei Portalkrane laufen, mit denen die auf Rollbahn angefahrenen Einlageblöcke von recht stattlichen Dimensionen (vergl. Abb. 13) in den Beton hinabgesenkt werden. Die Tagesleistung der von Ing. J. Seeberger disponierten Gelmer-Installation hat schon 1000 m<sup>3</sup> erreicht.

Die Standseilbahn ist bemerkenswert durch ihre Leistungsfähigkeit, indem sie bei 106‰ Maximal-Steigung Lasten bis zu 10 t befördern kann. Ihre horizontale Länge beträgt 885 m, der Höhenunterschied 445 m; sie besitzt einen einzigen Wagen, der durch eine Winde am obren Ende bewegt wird und mit automatischer Zangenbremse versehen ist. Bei den periodisch vorgenommenen Brems-

proben ergeben sich mit 10 t Belastung auf 106‰ Neigung Bremswege von etwa 30 cm. Oberbau und mechanische Ausrüstung dieser Seilbahn stammen, wie auch die mechanischen Einrichtungen der Aufbereitungs- und Betonieranlagen, von den v. Rollschens Eisenwerken.

Nur noch wenige Worte über die samt dem zugehörigen Wärterhaus in Abb. 17 gezeigte Zentrale Handeck, in deren hintere (auf dem Bild nicht sichtbare) Ecke der vorhin erwähnte Druckschacht im Untergeschoss einmündet. Der Schacht liegt auf 839 m Länge in 72‰ (2,3 m lichte Weite) und auf 276 m noch in 8‰ Neigung. Die Anordnung der Verteilleitung ist so getroffen, dass bei einem allfälligen Rohrbruch und bei gleichzeitigem Versagen der automatischen Rohrabschlussorgane der Rohrinhalt sich durch weite Oeffnungen unter der Zentrale hindurch ins

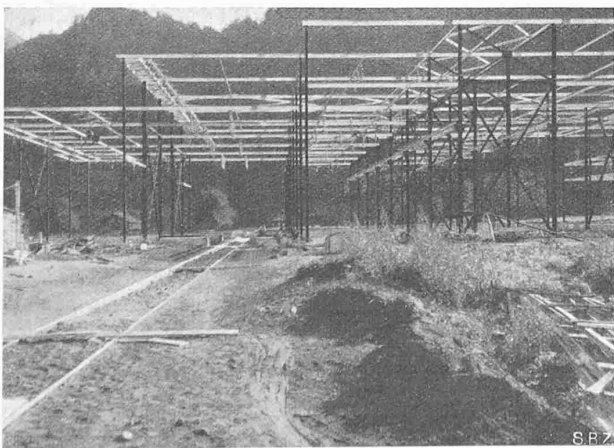


Abb. 18. Eisentragwerk der Freiluftanlage Innertkirchen. (8. IX. 1928.)

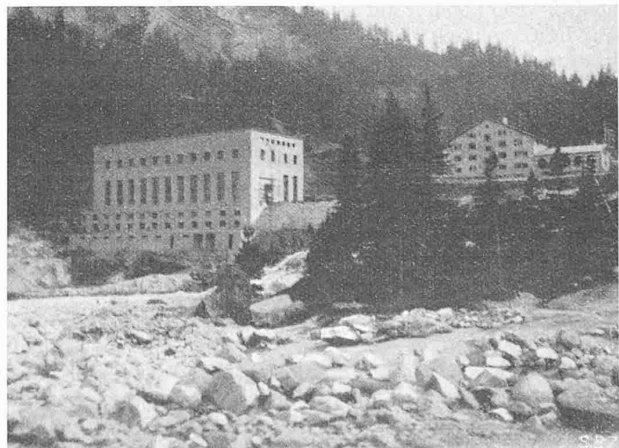


Abb. 17. Zentrale Handeck mit Wärterhaus. (7. IX. 1928.)

Unterwasser entleeren kann. Die vier vertikalachsigen Pelton-turbinen von Escher Wyss & Cie. sind bemessen für je 30 000 PS; sie haben je zwei Düsen von 175 mm Mündungsweite, bei einem Wasserdruck von rund 550 m, Rad-durchmesser 2225 mm und rd. 500 Uml./min. Die Generatoren liefert die Maschinenfabrik Oerlikon, die zugehörigen Transformatoren Brown, Boveri & Cie., Baden. Der auf 50 kV auftransformierte Strom gelangt zunächst durch einen rund 5 km langen Kabelstollen nach Guttannen und von hier über eine 7 km lange Freileitung nach der Schalt- und Transit-Transformatorstation Innertkirchen. Diese wird als Freiluftstation ausgebildet (Abb. 18), wobei aber in neuartiger Weise alle Steuerorgane und übrigen Apparate in einem daneben stehenden Gebäude vereinigt sind, das durch begehbare unterirdische Kanäle mit dem Freiluftstandort der Transformatoren verbunden ist. Die Hochbauten in Handeck wie in Innertkirchen sind nahezu vollendet, das erste Maschinenaggregat ist ebenfalls demnächst fertig montiert.

Für alle Hochbauten befeiligte sich die Bauleitung grosser Sachlichkeit bei dauerhaftester Ausführung in Granitmauerwerk der Sichtflächen und Eisenbeton für die innern Konstruktionen. Ueberhaupt erfreut der ganze, weitläufige und vielgestaltige Bau den Besucher durch seine gediegene Ausführung nicht weniger, als er dem Fachmann eine Fülle des Interessanten und Neuen bietet.

Aber auch von Seiten der Unternehmerschaft wird augenscheinlich sehr Tüchtiges geleistet, weshalb hier die wichtigsten Unternehmer noch kurz genannt seien, soweit es nicht schon geschehen ist. Für die Ausführung der Grimselperren hat sich aus den Firmen Bürgi, Grosjean & Cie., O. & E. Kästli und A. Marbach in Bern, und J. Frutiger Söhne in Oberhofen ein Konsortium unter dem Namen „Bauunternehmung Grimsel-Staumauern A.-G.“ gebildet, deren Oberingenieur Ing. J. Hausammann ist. Der 5,2 km lange Verbindungsstollen Grimsel-Gelmersee, wie auch der schräge Druckschacht Gelmersee-Handeck wurden gebaut von der Unternehmung Losinger & Prader, während die Bauten für die Gelmersperre Unternehmer J. Seeberger in Frutigen ausführt. Der Kabelstollen wurde erstellt durch Hoch- und Tiefbau-A.-G. (Bern), J. J. Rüegg (Zürich) und

B. Zuccotti (Interlaken), die meterspurige Anschlussbahn Meiringen-Innertkirchen mit 1,5 km langem Tunnel wieder durch Losinger & Prader.

#### EIN FEST DER ARBEIT.

An diesem Orte verdient eine ungewöhnliche aber durch die nähern Umstände durchaus gerechtfertigt erscheinende Veranstaltung besonderer Erwähnung. Die L. v. Röllschen Eisenwerke Gerlafingen, als Konstrukteure und Ausführende des weitaus grössten Teils der Baumaschinen und mechanischen Installations-Einrichtungen, der Standseilbahn Handeck-Gelmer, der grossen automatischen Rohrabschlüsse, Drosselklappen und Schieber für die Apparetkammer, die verschiedenen Grundablässe und die Verteilung der Zentrale Handeck, sodann verschiedener Winden und Krane (bis zu 120 t Tragkraft, in Innertkirchen) u. a. m. hatten auf den 7./8. September d. J. eine Anzahl Ingenieure, Vertreter schweizerischer Grossbauunternehmen, Professoren der E. T. H. und Auslandvertreter der Firma zu einer eingehenden Besichtigung der Baustellen eingeladen. Die statliche Gesellschaft wurde begrüsst von Generaldirektor Dr. Ing. E. Dübi, der darauf hinwies, dass dank der verständnisvollen Zusammenwirkung von Bauleitung (Oberingenieur A. Kaech) und der Bau-Unternehmung (Obering. J. Hausammann und Masch.-Ing. J. Hörnlmann) mit den Maschinen-Konstrukteuren es hier an der Grimsel zum ersten Mal gelungen sei, sozusagen für alle wichtigen Teile der Installationen anstelle der früher verwendeten ausländischen Fabrikate *Erzeugnisse schweizerischer Industrie* zu verwenden. Obering. A. Kaech erläuterte sodann den ganzen Bau und seine Ausführung und anerkannte seinerseits den vollen Erfolg der eben erwähnten schweizerischen Industrie-Erzeugnisse. Der Freude hierüber galt der sehr gelungene gesellige Teil der aufschlussreichen Veranstaltung, und dieser Freude gab zum Schluss auch Schulratspräsident Prof. Dr. A. Rohn beredeten Ausdruck: die *Qualitätsarbeit*, von jeher die Stärke der schweizerischen Industrie und insbesondere unserer Maschinen-Industrie, hat auch auf diesem Gebiet der Baumaschinen zum Erfolg geführt, der sich nicht nur im Inland, sondern auch im Export noch weiterhin entwickeln möge! C. J.

### Die Maag-Zahnformen und ihre Herstellung mit einem normalen 15°-flankigen Werkzeug.

Von Dr. Ing. HEINRICH BRANDENBERGER, Privatdozent a. d. Eidg. Techn. Hochschule, Zürich.

Wenn man von Maag-Zähnen spricht, so stellt man sich Zähne mit grösserem Eingriffswinkel, gedrungener Zahnform und gekürzter Zahnhöhe vor. Ihre Vorteile sind in verschiedenen Veröffentlichungen ausgeführt worden. Sie besitzen eine geringe Abnützung und sind wegen der gedrungeneren Zahnform besonders widerstandsfähig gegen Bruch. Ueber ihre Berechnung wurde jedoch nichts veröffentlicht, die Berechnung wird als Fabrikgeheimnis betrachtet. Der bisherige Erfolg hat Maag recht gegeben; man hält vielfach die von Maag propagierte Zahnform als nur auf Maag'schen Hobel- und Schleifmaschinen herstellbar. Auf diese Weise sicherte er sich nicht nur für seine Maschinen, sondern auch für seine Zahnformen eine Monopolstellung. Seine Zahnformen lassen sich jedoch auch auf andern Abwälz-Hobel- oder Fräsmaschinen erzeugen, sofern sie ein zahnstangenförmiges Werkzeug besitzen. Dies trifft z. B. bei der Stirnradfräsmaschine zu, die mittels eines Abwälzschneckenfräasers arbeitet.

Wesentlich für die Herstellung der Maag-Zahnformen ist, dass die Zähne mit den verschiedenen Eingriffswinkeln alle mit einem normalen 15°-flankigen Werkzeug geschnitten werden. Es kann nicht nur jeder gewünschte Eingriffswinkel erreicht werden, sondern statt dessen bei abnormalem Eingriffswinkel und spielfreiem Gang, in gewissen Grenzen, auch jeder beliebige Achsenabstand. Dieses letzte wird sogar in der Mehrzahl der Fälle von den Abnehmern der Zahnäder verlangt.

Je grösser man bei gegebenen Zähnezahlen eines Radpaares den Eingriffswinkel wählt, umso besser werden die Reibungsverhältnisse, umso kleiner wird aber auch die Eingriffsdauer. Die für die Reibung ungünstigsten Punkte sind die Grundkreispunkte, dort, wo die Eingriffslinie die Grundkreise der Zahn-Evolventen trifft. Zeichnet man im Teilrisspunkt C auf die Eingriffslinie einen senkrechten Vektor  $CC'$ , der die Geschwindigkeit des Eingriffspunktes auf der einen Zahnflanke vorstellen soll (Abbildung 1), so ist dieser Vektor auch gleich der Geschwindigkeit des Eingriffspunktes auf der andern Zahnflanke, da die Zahnflanken im Teilrisspunkt keine Gleitgeschwindigkeit aufweisen. Die Geschwindigkeit des Berührungspunktes der beiden Zahnflanken auf einer Zahnflanke, bei gleichförmiger Drehung der beiden Räder, ist proportional dem Abstände des Berührungspunktes vom Grundkreispunkte des betreffenden Rades. Verbindet man daher den Endpunkt  $C'$  des Vektors  $CC'$  mit den Grundkreispunkten  $G_1$  bzw.  $G_2$ , so erhält man die Endpunkte der Vektoren jener Geschwindigkeiten, mit denen sich die Berührungspunkte in den betreffenden Punkten der Eingriffslinie auf den Zahnflanken bewegen. So z. B. ist  $u$  die Geschwindigkeit des mit P zusammenfallenden Berührungspunktes längs der Zahnflanke des Rades 1,  $v$  die Geschwindigkeit des Berührungspunktes längs der Zahnflanke des Rades 2. Der Vektor  $u$  ist ein Mass der sogenannten Rollung, der Vektor  $v - u$  der Gleitung der Zahnflanken aufeinander.