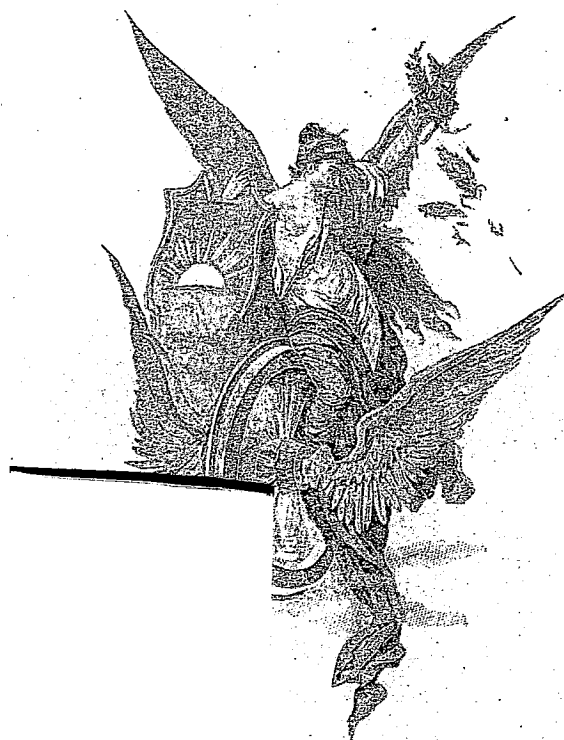


✓

GESCHICHTE DER EISENBAHNEN

DER
OESTERREICHISCH-UNGARISCHEN
MONARCHIE.

II. BAND.



WIEN * TESCHEN * LEIPZIG.

KARL PROCHASKA

K. U. K. HOFBUCHHANDLUNG & K. U. K. HOFBUCHDRUCKEREI.

MDCCCXCVIII.

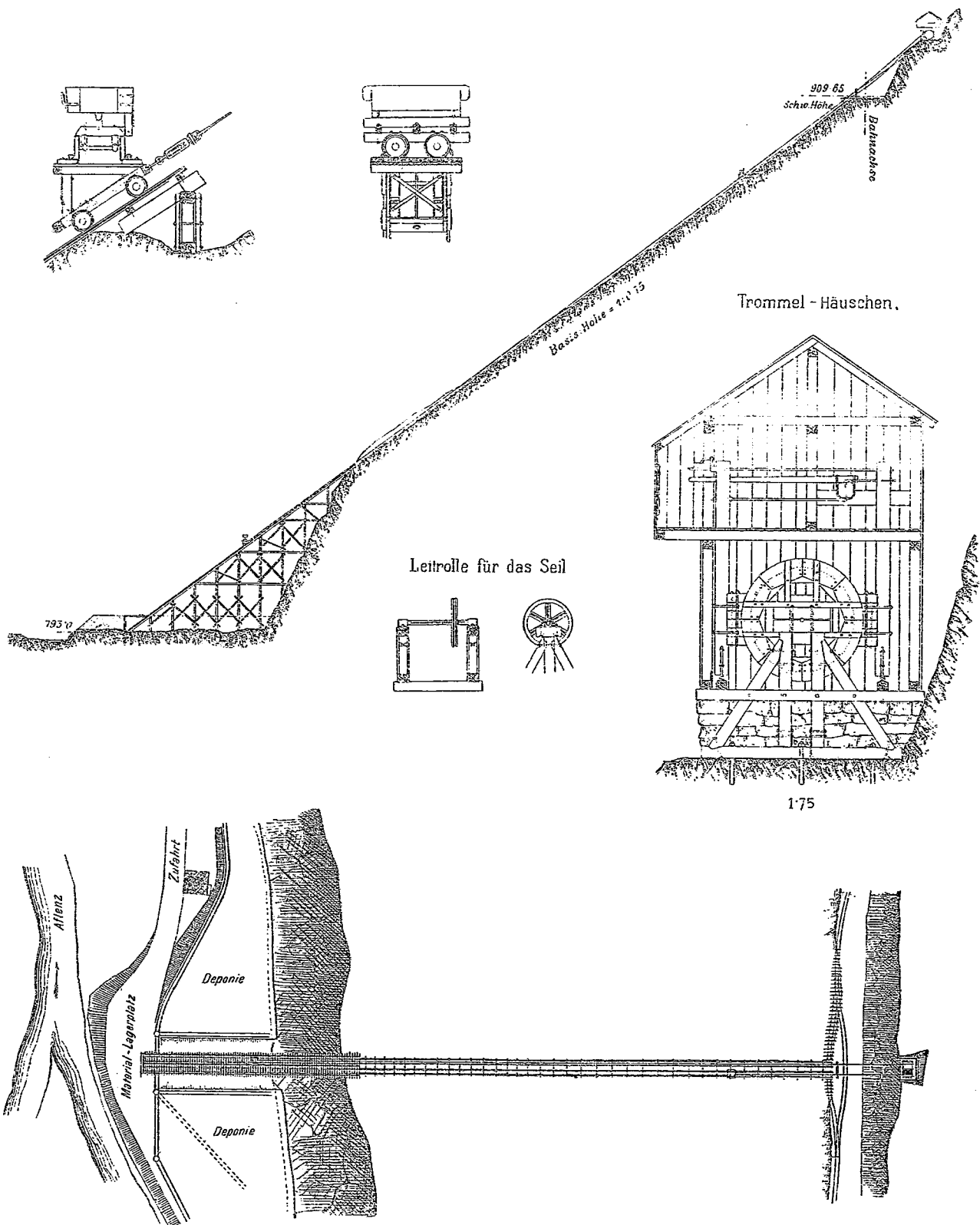


Abb. 80. Seilaufzug beim Schmiedtobel. [Arlbergbahn, 122,6 km.] [Nach einer Planbeilage der »Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins« 1848.]

eventuell auch Steinwürfe die äussere widerstandsfähige Hülle der Bühne bildeten.

Solche Flechtwerke [Abb. 79] wie auch Pflanzungen werden von der einheimischen Bevölkerung Galiziens mit besonderer Sachkenntnis und billig ausgeführt;

sie kommen daher beim Bau dortiger Bahnen namentlich für den Uferschutzbau neben den Stein- und Faschinenbauten vielfach in Verwendung.

Die Galizische Transversalbahn, die mit ihren Zweiglinien ein Netz von 555 km umfasst, war im Gegen-

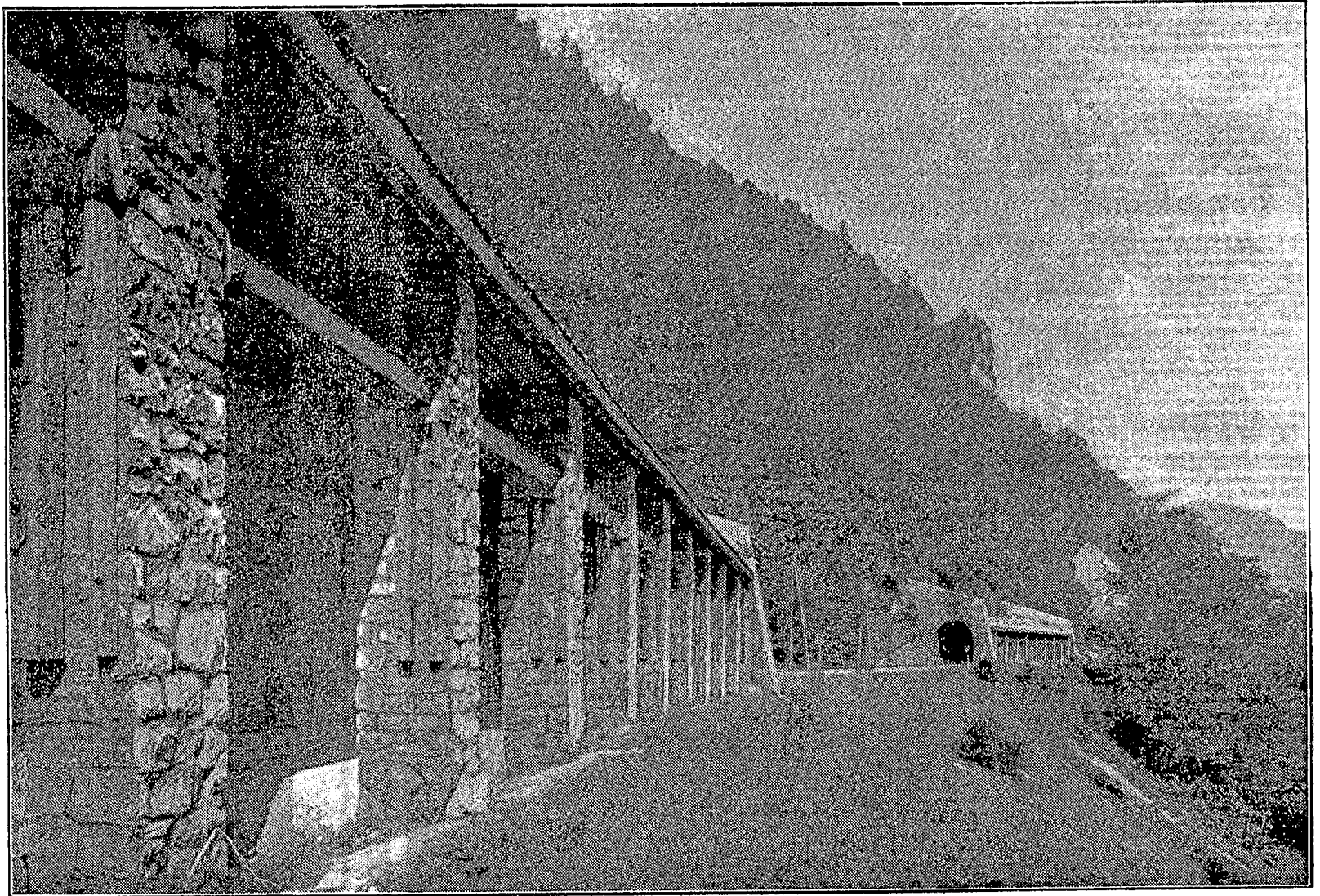


Abb. 83. Lawinenschutzbau. [Arlbergbahn.] [Nach einer photographischen Aufnahme von Hans Pabst.]

durch dessen kräftig lösende Wirkung der Tunnelausbruch beschleunigt wird, von Hand aus, mittels Fäustel und Bohrer in die Gesteinsmasse getrieben. Nur bei dem Baue der Tunnels im Zuge der Karstbahn [1853—1857] hatte der Baumeister *Kraner* versuchsweise zur Herstellung von Sprenglöchern in Kalkgestein Drehbohrer angewandt, die man füglich den Maschinenbohrern zuzählen kann. Er bewirkte nämlich die Rotation durch einen Mechanismus, der, ungefähr wie bei einem Spinnrade, mit dem Fusse des Arbeiters bewegt wurde, wobei ebenfalls der vorgebeugte Körper des letzteren die nöthige Andrücklast bot. Für die Länge der Zeit war ein solches Bohren ungemein ermüdend; auch gestattete es nur gewisse Lagen der Löcher und setzte ein sehr weiches Bohrgestein voraus. Als man anlässlich des Baues der Salzkammergut-Bahn sich anschickte, den am Traunsee zwischen Ebensee und Traunkirchen steil emporsteigenden Sonnstein zu durchfahren, da zwangen unerwartet eintretende Verhältnisse, das anfangs angewandte System des Handbohrens zu verlassen und den Maschinenbetrieb einzuführen. Angesichts der nicht unbedeutenden Länge des Sonnstein-Tunnels — er misst 1428·36 m — sowie der harten Gesteine, welche zu durchsetzen waren, kam die rechtzeitige Fertigstellung des Tunnels ernstlich in Frage. Zu jener Zeit nun hatte *Alfred Brandt* bei dem Pfaffensprung-Tunnel auf der Gotthardbahn sein Bohrmaschinen-System mit rotirendem Kernbohrer und hydraulischer Kraftübertragung wohl nur vorübergehend, nämlich bis zur Einstellung aller Arbeiten auf der Gotthardbahn, aber mit grossem Erfolge in Anwendung gebracht. [Vgl. Abb. 97.] Die Bauunternehmung des Sonnstein-Tunnels, *Karl Freiherr von Schwarz*, entschied sich, rasch entschlossen, zur Fortsetzung der Arbeiten mit *Brandt's* Maschine. Gebrüder *Sulzer* in Winterthur lieferten die Maschinen und *Brandt* nahm die Durchführung der Einrichtung selbst in die Hand. Am 11. April 1877 war die Maschinenbohrung auf dem Sonnstein in vollem Gange.

Die Wirkung des *Brandt's*chen Bohrers

nähert sich jener eines Stossbohrers wobei aber die intermittirende Stosskraft durch ruhige, stetig wirksame Druckkräfte ersetzt ist; der *Brandt's*che Bohrer zermalmt das Gestein, zerbröckelt, zersägt es. Das Andrücken und das Drehen des Bohrers, wie überhaupt das Feststellen der ganzen Bohrvorrichtung wird ausschliesslich durch Wasserdruck bewirkt. Der Bohrer ist nämlich an dem Kopfe einer hydraulischen Presse befestigt, die an einer »Spannsäule« durch Stellingringe und Spannschrauben festgestellt werden kann. Das Druckwasser wird durch eine enge Rohrleitung zugeführt. Bei einem Betriebs-Wasserdruck von 75 Atmosphären kann bei geeigneter Dimensionierung aller Theile eine Schneidekraft bis zu 6000 kg pro Zahn des Bohrers erreicht werden, eine Kraft, die auch dem härtesten Granit gewachsen ist.

Bei dem Baue des Sonnstein-Tunnels hat die Maschinenbohrung in den gleichen Gesteinen gegen die Handbohrung einen circa zweimal so grossen Stollenfortschritt ergeben. Die Maschinenanlage für den Betrieb der Bohrmaschinen und die Lüftung des Tunnels war auf einer Plattform am Ufer des Sees errichtet. Eine Circularpumpe hob das Betriebswasser aus dem See; ein Paar direct wirkender Dampfpumpen diente zur Pressung des Wassers. Im Betriebe standen vier Bohrmaschinen. Die gesammte Einrichtung für den Bohrbetrieb hatte einen Kostenaufwand von 38.700 fl. verursacht.

Ein hervorragendes Bauwerk, das in der Geschichte des Tunnelbaues eine markante Stelle einnimmt, und Oesterreichs Ingenieuren, ihrem Wissen und Können einen bleibenden Ruhm sichert, wurde schon wenige Jahre darnach in Angriff genommen und glänzend vollendet: die Durchbohrung des *Arlberges*.

Die Literatur über den *Arlberg-Tunnel* ist überaus reichhaltig und gibt über alle Detailfragen dieses grossartigen Baues Aufschluss. Unsere Aufgabe kann wohl nur darin bestehen, aus der Baugeschichte des [über 10 km langen] *Arlberg-Tunnels* jene besonderen Momente hervorzuheben, welche sich als nennenswerthe Errungenschaften im Tunnelbaue

Stollenbrüst dienten anfangs sechs, später acht Maschinen, die jedesmal ein bis sechs Stunden in Arbeit standen.

Auf der Westseite des Arlberg-Tunnels, wo der Schienenweg aus dem Felsen heraus in das Thal der Alfenz tritt, hatte Brandt seine Maschinen [vgl. Abb. 99] installiert; die erforderliche Wasserkraft, einschliesslich jener für Erzeugung der Ventilation, wurde dem Niederschlagsgebiete der Alfenz entnommen; die Wasser des Zürs- und Alfenzbaches, des Hopenland- und Sackobels, wie auch jene des Moosbaches wurden gemeinsam herangezogen und boten gegen 800 Pferdekräfte. Zwölf Hochdruckpumpen, von drei Girard-

zehn einfahrende und ebenso viele ausfahrende Züge zu je 75 Wagen von 129, beziehungsweise 230 t. Eine solche Verkehrsmenge zu bewältigen, war auf dem Arlberge nur durch eine mit pünktlicher Genauigkeit geregelte Förderung möglich. Der vor dem Tunnel rangirte Zug wurde von zwei feuerlosen Locomotiven nach Francq's System bis zum Ende der fertigen Tunnelstrecke, wo sich eine verlegbare Station befand, befördert; von hier aus schoben besondere Schlepper, welche die vollen Bergwagen aus dem Stollen brachten, die einzelnen Wagen auf einer Rampe von 2‰ Steigung zu den verschiedenen Arbeitsstellen.

Fig. 1.

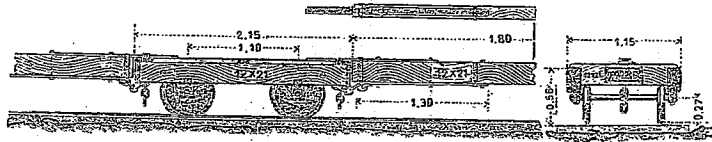


Fig. 2.

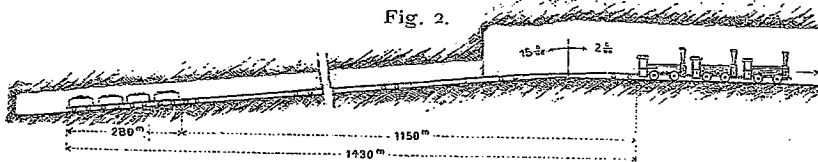


Fig. 3.

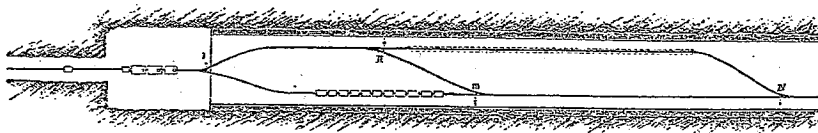


Abb. 98. Stangenförderung im Arlberg-Tunnel. Fig. 1. Einzelheiten des Gestänges. Fig. 2. Längenprofil. Fig. 3. Tunnelstation.

turbinen bewegt, deckten den Kraftbedarf der vier Brandt'schen Maschinen, die auf einer gegen die Stollenwände mit 100 Atmosphären Wasserdruck verspreizten Spannsäule befestigt waren.

Im Allgemeinen glich die Installation an dieser Seite des Tunnels der Anlage auf dem Sonnstein-Tunnel; sie unterschied sich von ihr im Wesentlichen durch die Lagerung des ganzen Apparates auf Achsen und Rädern, durch die kräftigere Bauart der Maschine und Spannsäule und durch die bewegliche Montirung zweier Bohrmaschinen auf einer Säule.

Von grosser Wichtigkeit war die Disposition der Förderung. Ein täglicher Tunnelfortschritt von 5.5 m, wie er beim Arlberg-Tunnel erzielt wurde, beanspruchte

Mit dieser einfachen, aber gut funktionierenden Anordnung war jedoch die Frage der Förderung auf der Ostseite des Arlberg-Tunnels noch nicht gelöst. Hier war nämlich bei dem Umstande, dass der Culminationspunkt des Tunnels circa 1000 m östlich der Tunnelmitte liegt, eine gewisse Strecke, deren Länge mit dem Baufortschritte zunahm, im Gefälle von 15‰ vorzutreiben. Der Gedanke, diesen Rampenbetrieb mit Menschen oder Pferden zu bewerkstelligen, wurde sehr bald aufgegeben; auch von der Seil- oder Kettenförderung musste abgesehen werden, da ihre Anwendung eine tiefgehende Aenderung des ganzen Bausystems bedingt hätte. In einfacher und gelungener Weise löste schliesslich

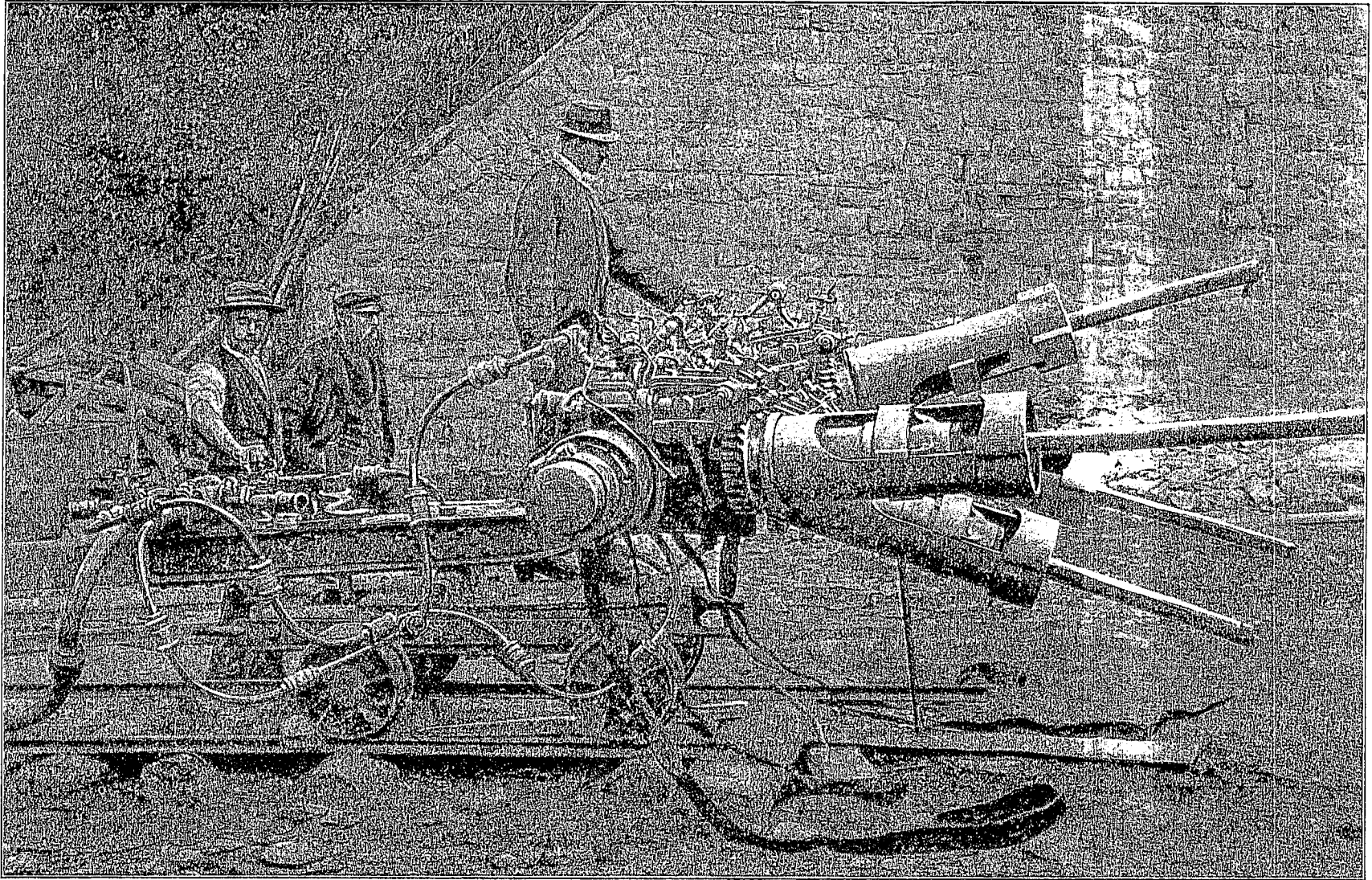


Abb. 99. Gesteins-Bohrmaschine. [System Brandt.]

Bauunternehmer Ceconi die dringend gewordene schwierige Frage. Die von ihm vorgeschlagene Anordnung besteht in Wesenheit aus einem Gestänge, das, auf Rädern laufend, durch die im fertigen Tunneltheile verkehrenden rauch- und feuerlosen Locomotiven in den Stollen

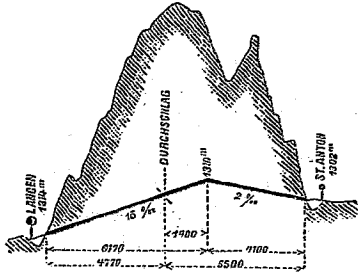


Abb. 100. Längenprofil des Arlberg-Tunnels.

geschoben und dann mit den hier angehängten Wagen wieder heraufgeholt wird. Das Gestänge wurde aus einzelnen hölzernen Stangen von 7,6 m Länge, 21 cm Höhe und 12 cm Breite gebildet. Jede Stange hatte an ihren Enden zwei über die Stangenköpfe vortretende Flachschienen angeschraubt, mittels welcher sie auf kleine vierrädrige Wagen gelagert und derart befestigt wurde, dass eine grössere Beweglichkeit im horizontalen und verticalen Sinne gewahrt erschien. [Vgl. Abb. 98.]

ab, die zwischen den Bedürfnissen des Tunnelbetriebs und den Bedingungen eines geordneten Zugsverkehrs die vollste Uebereinstimmung zeigte.

Der Arlberg-Tunnel ist mit einer Länge von 10.247,5 m der drittlängste der Alpen. Das Tunnelportal in St. Anton hat die Seehöhe von 1302,4, der Tunnelausgang in Langen jene von 1216,84 m. [Vgl. Abb. 100 und 101.] Das Geleise steigt gegen Langen zu auf 4100 m mit 2 ‰ und fällt sodann mit 15 ‰. Der Tunnel ist seiner ganzen Länge nach ausgemauert. Sein Ausbruch erfolgte nach dem englischen Systeme, jedoch mit einigen, durch die Verhältnisse bedingten Aenderungen, die namentlich auf der Westseite wiederholt modificirt werden mussten, weil hier gewaltige Druckerscheinungen auftraten.

Ueber die Leistungen beim Bau des Arlberg-Tunnels seien hier noch einige Daten angeführt, welche die grossen Fortschritte kennzeichnen mögen, welche die Tunnelbau-Wissenschaft in der Zeit vom Bau des Mont Cenis-Tunnels bis zu jenem des Arlberg-Tunnels, also in rund 25 Jahren gemacht hat. Im Sohlstollen wurde die grösste tägliche Leistung auf der Westseite mit 8,4 m, auf der Ostseite mit 8,2 m erreicht. Der Durch-

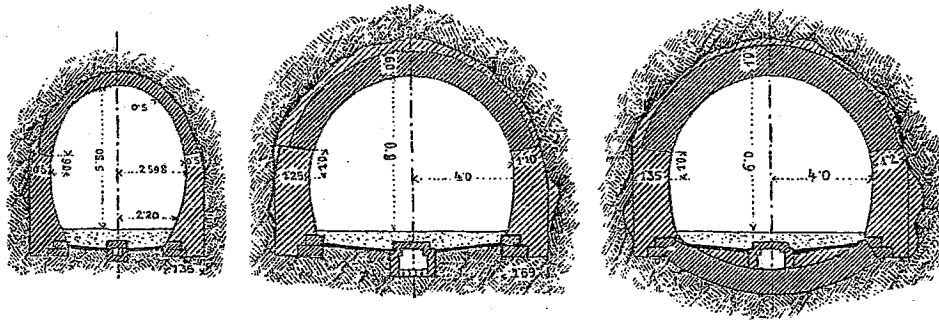


Abb. 101. Tunnelprofile der Arlbergbahn.

Zur Beförderung eines Zuges mit Hilfe dieser starren, viele hundert Meter langen »Kupplung« auf der Steigung von 15 ‰ mussten drei feuerlose Locomotiven mit einer gesammten Zugkraft von 5900 kg in Action treten. Der Zugverkehr wickelte sich sodann, unterstützt durch eine sehr zweckmässige Anlage der in der Nähe des Culminationspunktes liegenden Tunnelstation, in einer Weise

schlag dieses Stollens, der in einer Länge von 10.260 m aufgefahren wurde, erforderte einen Arbeitsaufwand von drei Jahren, fünf Monaten und vier Tagen. Nach den Bestimmungen des Vertrages sollte der Tunnel 180 Tage nach erfolgtem Durchschlage des Stollens vollendet und betriebsfähig sein. »Von der Grösse der hier verlangten Leistung erhält man eine Vorstellung« — sagt Rziha in einer

Studie über die Stangenförderung auf dem Arlberg-Tunnel — »wenn man berücksichtigt, dass die Vollendungsarbeiten beim Mont Cenis-Tunnel [12.233 *m* lang] beiläufig e in Jahr, beim St. Gotthard-Tunnel [14.900 *m* lang] gegen zwei Jahre beanspruchten, dass sonach gegenüber dem letzteren Alpentunnel eine Abkürzung dieser Schlussphase des Baues auf ein Viertel der Zeit gefordert wird. Diese Anforderung erscheint noch durch den Umstand verschärft, dass ein ungeahnt rascher Stollenfortschritt stattgefunden hat, der den bei Festsetzung des obigen Termines in Aussicht genommenen weit hinter sich lässt und der demgemäss ein ebenso rasches Nacheilen der Ausbruch- und Vollendungsarbeiten zur Bedingung machte.«

Es zeugt von der trefflichen Einrichtung aller Anlagen, von der fachmännisch richtigen Durchführung der Arbeiten, von der glücklichen Verwerthung aller Errungenschaften der vorhergegangenen technischen Schöpfungen auf dem Gebiete des Tunnelbaues, dass dieser kurze Termin von 180 Tagen nicht überschritten wurde.

Die monatliche Baugeschwindigkeit hatte im Arlberg-Tunnel 219 *m* betragen;

bei dem Gotthard-Tunnel stellte sich diese Geschwindigkeit auf 149, bei dem Tunnel durch den Mont Cenis auf rund 70·3 *m*. Welcher gewaltige Fortschritt kommt in diesen Zahlen zum Ausdrucke und welche namhafte Förderung der Tunnelbau-Wissenschaft bedeutet also der Durchbruch des Arlberg-Tunnels!

Was seit der Vollendung der Arlberg-Bahn auf österreichischen Eisenbahnen an Tunnelbauten bisher geschaffen wurde, tritt weit zurück hinter den Thaten der Ingenieure, der Tunnelbaumeister in jenen Tagen. Es hat bei den Tunnelbauten der jüngeren Bahnen auch an Schwierigkeiten nicht gefehlt, es ist auch hier manch guter Griff geschehen, manch geistreicher Gedanke verwirklicht, manch prächtige Arbeit vollendet worden; doch tritt kein Moment so bedeutsam hervor, dass es in dieser Abhandlung, die ja doch nur einen flüchtigen Ueberblick über die allgemeine Entwicklung des Eisenbahn-Tunnelbaues bieten soll, besonders hervorgehoben zu werden verdient. Das jüngste Bauwerk aber, das der Wissenschaft des Tunnelbaues neue Förderung bietet — die Wiener Stadtbahn — wird an anderer Stelle seine gerechte Würdigung finden.

