Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber: A. Waldner
Band: 4/5 (1876)
Heft: 3

Artikel: Seiler's hydro-pneumatische Sectionen für Alpenbahnen (Schluss)
Autor: A.B.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-4859

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: 16.12.2025

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

INHALT: — Seiler's hydropneumatische Sectionen für Alpenbahnen, von A. Brunner, Maschineningenieur. — Die Schweizerische Ausstellung in Philadelphia. Architectur. IV. Die Heil- und Pflegeanstalt Königsfelden, unter Leitung von Director Schaufelbüel, durch Cantonsbaumeister Rothpletz ausgeführt. Mit 2 Clichés; Situationsplan im Masstab 1:2000 und Grundriss des Erdgeschosses im Masstab 1:800. — Die Wirkung des Zinks gegen Kesselsteinbildung. Aus dem Gewerbeblatt für das Grossherzogthum Hessen. — Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen. Prämirungen. — Literatur. — Die Anwendung des Zahnschienen-Systems auf die Gotthardbahn, von Olivier Zschokke. — Kleinere Mittheilungen. — Eisenpreise in England. — Stellenvermittelung.
BEILAGE: — Seilers hydropneumatische Sectionen für Alpenbahnen.

Seiler's hydro-pneumatische Sectionen für Alpenbahnen.

(Mit einer Tafel als Beilage.)

(Schluss.)

2. Seilers verbesserte Motoren. Bei der vorhin beschriebenen einfach wirkenden Glocke muss der Cubicinhalt derselben so gross sein, dass das ganze erforderliche Luftvolumen während einem Abwärts-Hube der Glocke geliefert werden kann; bei einem Tunnel von etwelcher Länge müsste somit eine grössere Anzahl solcher Glocken verwendet werden, deren Gesammtvolumen demjenigen des Tunnels annähernd entsprechen würde. Dieser Uebelstand wird nun durch das System der doppelt-wirkenden Glocke, wobei eine continuirliche Compression der Luft von Statten geht, beseitigt.

In der beigelegten Tafel, welche die principielle Anordnung des verbesserten Systems erläutert, ist die Motorglocke sammt dem dazu gehörigen Accumulator in Fig. I im Maasstabe von 1:200 dargestellt. Dieses verticale Cylindergebläse, oder, wie Seiler es nennt, die Blaseglocke, besteht aus zwei Haupttheilen, nämlich aus einem auf- und absteigenden glockenartigen Kolben mit Wasserverschluss und aus einer cylindrischen Umhüllung, welche die Luft einsaugt und mit einer gewissen Pression wieder austreibt. Der Kolben wird von einer Turbine vermittelst entsprechender Transmission in Bewegung gesetzt; die Kolbenstangen von je zwei Blaseglocken sind durch einen Balancier mit einander verbunden. Wird nun der Kolben in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung nach abwärts bewegt, so strömt durch die obere Ventilöffnung atmosphärische Luft in den Cylinder, während zu gleicher Zeit die unter dem Kolben comprimirte Luft durch die Druckröhre in den Accumulator getrieben wird; beim Aufwärtsgange des Kolbens findet dasselbe Spiel in umgekehrter Richtung statt und die oberhalb des Kolbens zusammengepresste Luft findet alsdann durch das, in den Cylinderdeckel mündende Rohr ihren Ausgang nach dem Accumulator. Dieser, welcher die Luft unter constantem Druck und Volumen in den Tunnel abliefert, hat die Form eines gewöhnlichen Gasometers mit hydraulischem Verschluss, dessen Plateau mit einer, der erforderlichen Luftpressung proportionalen Wassermenge belastet ist.

Dieses System von Blaseglocken und Accumulator nennt Seiler eine hydro-pneumatische Batterie und die Communication einer solchen mit dem pneumatischen Steigtunnel ist ebenfalls aus der Zeichnung ersichtlich. Es ist dabei selbstverständlich, dass die Stellung der Batterie zum Tunnel den localen Verhältnissen anzupassen ist.

Der Tunnel aus Mauerwerk, mit einem inneren Radius von 2,650 m gebaut, ist in Fig. 2 und 3 im Längen- und Querschnitt angegeben. Der Tunnel ist beispielsweise auf 3800 m Länge, mit einer Steigung von 100 ‰ angelegt; am unteren Ende auf eine Länge von 200 m anfangs horizontal und dann allmälig bis zu 100 ‰ ansteigend, und am oberen Ende vollzieht sich die Gefällsabnahme von 100 ‰ auf 0 in einer Länge von 400 m. Auf die Tunnelsohle sind in dieselbe Bahnaxe zwei Geleise gelegt, von denen das eine die normale Spurweite hat, während das andere von 3 m Spurweite für die Aufnahme des Kolbenwagens dient.

Der Kolbenwagen besteht aus einem vierrädrigen Fahrzeuge, auf welchem die Kolbenachse gelagert ist. Der Kolben selbst ist aus drei Blechgehäusen von je 90 cm Tiefe construirt und hat somit eine Totaltiefe von 2,7 m. Der Kolben hat einen Querschnitt von 20 □ m und 15,75 m Umfang. Zwischen den verticalen Wandungen des Kolbens sind die elastischen Packungen eingelegt. Diese bestehen aus Kautschuk-Schläuchen, welche durch Zusammenschrauben der Wandungen an das Tunnelgewölbe gedrückt werden können. Die Dichtungsringe treten aber erst in Function, wenn der Kolben als Nothbremse verwendet werden soll, in welchem Falle alsdann eine effective Reibungsfläche von circa 40 □ m entsteht. Im normalen Zustande muss aus naheliegenden Gründen zwischen der Kolben- und Tunnelperipherie ein Spielraum von mindestens 3 cm bestehen.

Das Spiel der Section kann nun mit Hülfe der beigelegten Tafel leicht verfolgt werden. Der Zug ist in den Tunnel eingefahren und steht mit dem Kolbenwagen in Contact. Nachdem die untere Tunnelmündung abgeschlossen worden ist, beginnt die Einströmung der comprimirten Luft, wodurch der Zug aufwärts getrieben wird. Die Regulirung der Thalfahrt findet mittelst einem, ebenfalls am unteren Tunnelende angebrachten Ausströmungsventil statt.

Wenn der Kolben einen Widerstand von 20 Tonnen zu bewältigen hat, so ist der Druck pro Quadratmeter Kolbenfläche eine Tonne = 1/10 Atmosphäre, und wenn die Bewegungsgeschwindigkeit 9 m in der Secunde betragen soll, so muss in diesem Zeitraum ein Luftvolumen von 20 × 9 = 180 Cubicmeter unter 1/10 Atmosphären-Druck geliefert werden.

Den Verlust am Kolbenumfang findet man, wenn man den Querschnitt der Ausflussöffnung mit der Geschwindigkeit der durchströmenden Luft multiplicirt. Der Flächeninhalt des Kreisringes, welcher von den Peripherien des Tunnels und des Kolbens eingeschlossen ist, beträgt bei 3 cm Spielraum 0,5 □ m. Die Geschwindigkeit, mit welcher gepresste Luft aus einem Behälter in den freien Raum überströmt, findet man nach Formel

$$v = \sqrt{\frac{2\,g\,.\,h}{m}}$$

worin bezeichnen: h die Druckhöhe, m das specifische Gewicht der Luft im Behälter und $g = 9{,}81$ m die Beschleunigung beim freien Fall.

Bei einer Spannung von 1/10 Atmosphäre ist

$$h = 0{,}1 \times 10{,}33 = 1{,}033 \text{ und}$$

$$m = 1{,}1 \times 0{,}001293 = 0{,}0014$$

somit Geschwindigkeit

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 9{,}81 \times 1{,}033}{0{,}0014}} = 120 \text{ m}$$

Bei einem Querschnitt der Ausflussöffnung von 0,5 □ m, ergiebt sich demnach pro Secunde ein theoretischer Verlust von 0,5 × 120 = 60 Cubicmeter, oder bei einem Ausflusscoefficient von 0,80 ein wirklicher Verlust von circa 50 Cubicmeter.

Das erforderliche Luftvolumen beträgt somit 180 + 50 = 230 Cubicmeter pro Secunde. Addirt man hiezu den früher gefundenen Druckverlust *), welchen der Reibungswiderstand der Luft verursacht und welcher bei 4 Kilometer circa 11 % beträgt, so sind im Ganzen 230 + 25 = 255 Cubicmeter Luft pro Secunde erforderlich.

Die theoretische Windmenge, welche ein doppelt-wirkender Gebläsecylinder liefern kann, erhält man, wenn man die Fläche des Kolbens mit der Kolbengeschwindigkeit multiplicirt. Da die wirkliche Windmenge aber nur 70 % von der theoretischen ist, so müssen die Blaseglocken pro Secunde

$$\frac{255}{0{,}70} = 364 \text{ Cubicmeter}$$

Luft comprimiren können. Nimmt man als Maximalverhältnisse für die Blaseglocken 10 m Durchmesser, 5 m Hub- und 1 m

*) In der früheren Rechnung entspricht das specifische Gewicht S der atmosphärischen Luft unter einem Drucke von 76 cm Quecksilbersäule einer Temperatur von 0° C. Die Relation zwischen dem Gewicht g eines Cubicmeters Luft der Temperatur t in Graden Celsius und dem Drucke p in Kilogramm pro Quadratmeter ist aber

$$g = \frac{p}{29{,}272\,(273 + t)}$$

Bei einer Temperatur von — 20° Cels. findet man $S = 0{,}0014$, welcher Werth in die frühere Gleichung einzusetzen wäre.

Kolbengeschwindigkeit pro Secunde an, so liefert ein solches Gebläse 78,54 Cubicmeter pro Secunde und für die Production des gesammten Luftvolumens wären somit 5 Blaseglocken erforderlich.

Die Arbeit, welche während der Compression von 364 Cubicmetern auf 1/10 Atmosphäre oder auf 1,033 m/ Wassermanometerstand verrichtet wird, ist

$$\frac{1000 \,.\, 364 \,.\, 1{,}033}{75} = 5000 \text{ Pferdekräfte.}$$

Rechnet man für die Turbinen und die Transmission zu den Blaseglocken einen Gesammtverlust von 40 %, so ist eine absolute Wasserkraft nöthig von

$$\frac{5000}{0.60} = 8\,333 \text{ Pferdekräfte.}$$

Anderseits beträgt derjenige Theil dieser Arbeit, welche am Kolbenwagen abgegeben wird

$$\frac{20\,000 \times 9}{75} = 2\,400 \text{ Pferdekräfte.}$$

Der Wirkungsgrad ist demnach bei diesem System

$$\frac{2400}{8333} = 28\,\%.$$

Agudio dagegen berechnet bei seinem verbesserten System einen Nutzeffect von 41 % der absoluten Arbeit des Wassers.

Wir kommen nun zur Anwendung des System Seiler an der Gotthardbahn, wollen aber zunächst die bezüglichen Varianten Agudio's, deren Grundlage ebenfalls die Benutzung der Wasserkräfte bildet, in Kürze erwähnen.

Nach dem Projecte Agudio würden bekanntlich die sieben Kreiskehren der Zufahrtslinien zum grossen Tunnel durch drei Seilebenen ersetzt. Die erste dieser schiefen Ebenen ist am Nordabhange zwischen Wyler und Göschenen in zwei Theilen von zusammen 7 552 m/ Länge mit einer Steigung von 50 ‰ gelegt. Die anderen zwei schiefen Ebenen sind am Südabhange ansteigend zwischen Giornico und Lavorgo und zwischen Polmengo und Dazio Grande, von denen die erstere 3 595 m/ Länge mit 52 ‰ Steigung und die letztere 2 700 m/ Länge mit 60 ‰ Steigung hat. Auf dieser Rampe von 60 ‰ erfordert nun nach Agudio die Bewältigung eines Zuges von 175 Tonnen, nebst 2 Locomotoren von je 25 Tonnen, bei 12 Kilometer pro Stunde, 735 Pferdekräfte. Da seinen Motoren ein Nutzeffect von 60 % zu Grunde gelegt ist, so muss der absolute Effect der Wasserkraft

$$\frac{735}{0{,}60} = 1225 \text{ Pferdekräfte}$$

betragen, was bei einer Wassermenge von 1,6 Cubicmeter pro Secunde einem Gefäll von

$$\frac{1225 \times 75}{1600} = 57{,}4 \text{ m/}$$

gleichkommt. Wenn, wie bei Polmengo, der Thalweg eine mittlere Steigung von 80 ‰ hat, so entspricht diesem Gefälle eine Länge der Röhrenleitung von

$$\frac{57{,}4}{0{,}08} = 717{,}5 \text{ m/}$$

In ähnlicher Weise würde Seiler, anstatt der erwähnten Kreiskehren, schiefe Ebenen nach dem oben beschriebenen Princip seiner hydro-pneumatischen Sectionen anwenden, wobei aber ungleich grössere Kräftewirkungen, als für den Kabelbetrieb vorgeschlagen sind. Wenn man bedenkt, dass nach Seiler die Kraft-Transmission durch ein elastisches Medium, die comprimirte Luft, stattfindet, während nach Agudio die zulässige Spannung und Steifigkeit der Drahtseile in Berücksichtigung kommt, so erscheint vom rein principiellen Standpunkte aus die Behauptung Seilers, dass der Effect seines Systems nur durch die Grösse der vorhandenen Wasserkräfte limitirt werde, gerechtfertigt.

Es scheint uns in der That, als lasse sich die Abneigung Agudio's, welche derselbe in seiner neuesten Schrift: „Aux intéressés au chemin de fer du Saint-Gothard" gegen die einmalige Führung der Doppelzüge von 350 Tonnen manifestirt, im Wesentlichen auf allfällige constructive Schwierigkeiten der Transmissions-Organe zurückführen und weniger auf die Unzulänglichkeit der disponiblen Wassermengen.

Früher wurde der Locomotor von Agudio durch zwei Drahtseile bewegt, wie bei den provisorischen Installationen von Dusino und Lanslebourg; überdiess war dem Apparat ein besonderer Stützpunkt — im ersteren Falle durch ein Adhäsionskabel und im letzteren Falle durch eine Zahnstange — gegeben. Der Einfachheit wegen und den climatischen Verhältnissen Rechnung tragend, hat der Erfinder diesen Mechanismus der Art modificirt, dass nunmehr für den Gotthard ein einzelnes, centrales Triebseil und die Verwerthung der gewöhnlichen statischen Adhäsion vorgeschlagen wird. Für die Förderung der Züge von 175 Tonnen (exclusive Locomotoren) auf der Seilebene mit 60 ‰ Steigung erhält dieses Triebseil, welches höchstens mit 1/6 seiner Bruchfestigkeit arbeiten darf, ein Gewicht von 2,5 kilogr. pro laufenden Meter, entsprechend einem Seildurchmesser von 28 Millimeter. Es ist einleuchtend, dass für die Hebung eines doppelt so schweren Zuges das Drahtseil Dimensionen erhalten müsste, welche in Praxis nicht zulässig wären.

Seiler dagegen kann mit seinem Princip der elastischen Transmission einen Doppelzug von 350 Tonnen auf einmal bewältigen. Der Widerstand, welchen dabei der Kolbenwagen auf der Maximalsteigung von 60 ‰ zu überwinden hat, beträgt, wenn das Gewicht der vorgespannten Locomotive 50 Tonnen, dasjenige des Motorwagens 25 Tonnen und die Reibung 5 kilogr. pro Tonne Gewicht ist

$$(350 + 50 + 25)\ (60 + 5) = 27\,625 \text{ kilogr.}$$

Bei 12 Kilometer Geschwindigkeit pro Stunde oder 3,33 m/ pro Secunde ergeben sich somit

$$\frac{27\,625 \times 3{,}33}{75} = 1226 \text{ Pferdekräfte.}$$

Wenn bei diesem System, wie oben nachgewiesen wurde, ein Wirkungsgrad von 28 % erzielt wird, so ist eine absolute Arbeit des Wassers erforderlich von

$$\frac{1\,226}{0{,}28} = 4\,378 \text{ Pferdekräften.}$$

Es wird angeführt, dass diese Arbeit in den Thälern der Reuss und des Tessins erhältlich sei. Die Wassermenge, welche diese Flüsse in ihrem oberen Laufe führen, beträgt laut angestellten Messungen im Minimum 2,5 Cubicmeter pro Secunde. Beim Stillstande der Motoren, d. h. in den Intervallen der Züge, kann diese Wasserkraft in hydraulischen Kraftsammlern aufgespeichert, respective bedeutend gesteigert werden.

Es ist unzweifelhaft, dass das System der hydro-pneumatischen Sectionen auf sicheren physischen und mechanischen Grundsätzen beruht; nicht minder klar aber ist, dass dessen Ausführbarkeit zuerst unter kleineren Verhältnissen practisch nachgewiesen werden muss, bevor man daran denken darf, seriöse Vorschläge betreffend die Anwendung dieses Systems auf grosse Alpenbahnen anzubringen. Im Interesse des Fortschrittes wäre daher die baldige Ausführung einer pneumatischen Versuchsbahn lebhaft zu wünschen.

Die Poesie einer Alpenreise wird in langen Tunnelfahrten allerdings begraben. Wenn es sich jedoch um materielle Interessen handelt, so will die Welt im Allgemeinen von Poesie nichts wissen und in Geldsachen hört bekanntlich die Gemüthlichkeit auf. Als der berühmte Savoyarde Germano Sommeiller, Erbauer des Mont-Cenis-Tunnels, vorschlug, die durch Wasserdruck comprimirte Luft für den Betrieb der Bohrmaschinen zu benützen, rief er im italienischen Parlament aus: „Mit diesem System sind wir reicher als England. Dessen Kohlenlager werden sich einst erschöpfen, unsere Wasser aber werden fallen, so lange die Alpen stehen!" Und gelingt es, diese Naturkräfte für den Dienst der Bergbahnen nutzbar zu machen, dann werden in Wahrheit die Gebirge besiegt sein, wie die weitesten Meere es schon lange durch die von Menschenhand gezogenen Wasserstrassen sind.

Bern, im Juni 1876. A. B.

* * *

F. SEILER, Nationalrath.

SEILER'S HYDRO-PNEUMATISCHE SECTIONEN
für Alpenbahnen

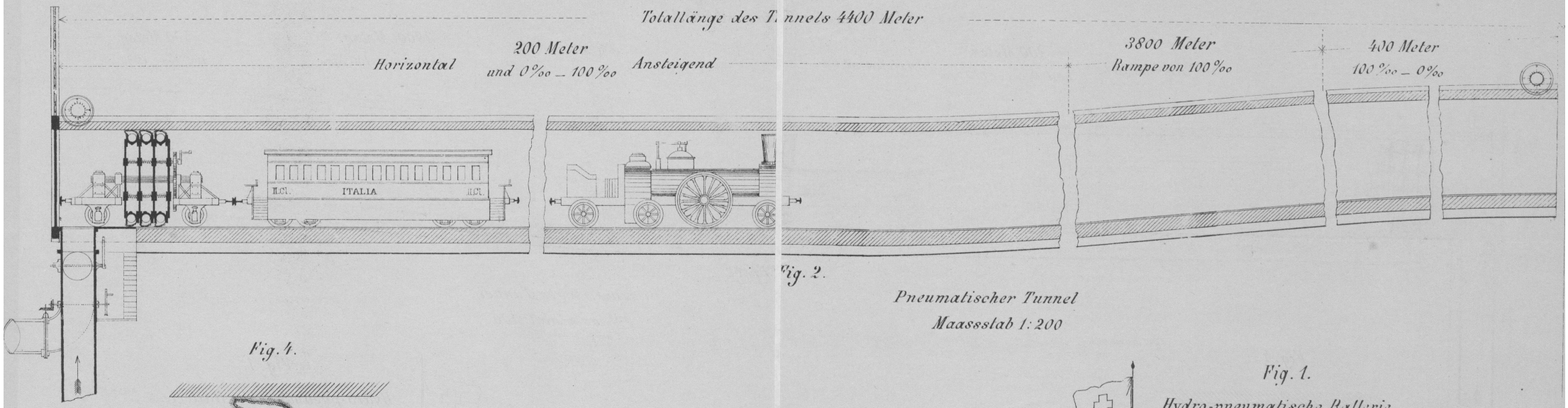
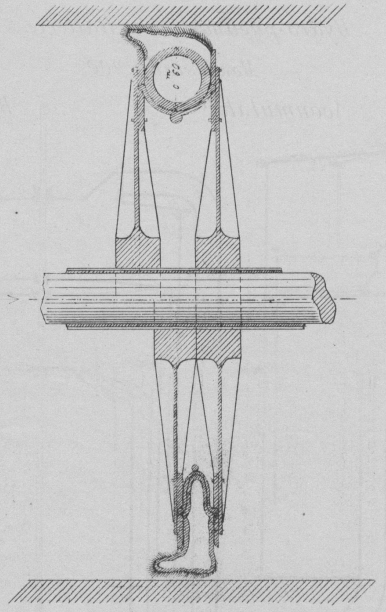


Fig. 2.

Pneumatischer Tunnel

Maassstab 1:200

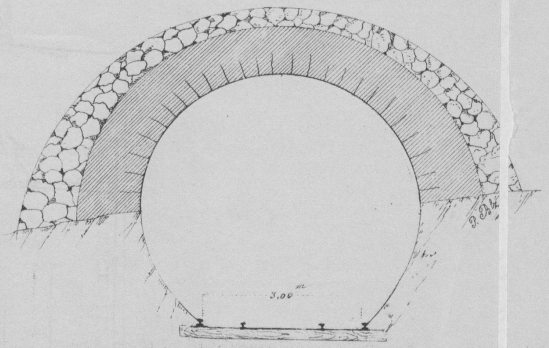
Fig. 4.



Kolben mit elastischem Verschluss

Maassstab 1:50

Fig. 3.



Querschnitt des Tunnels.

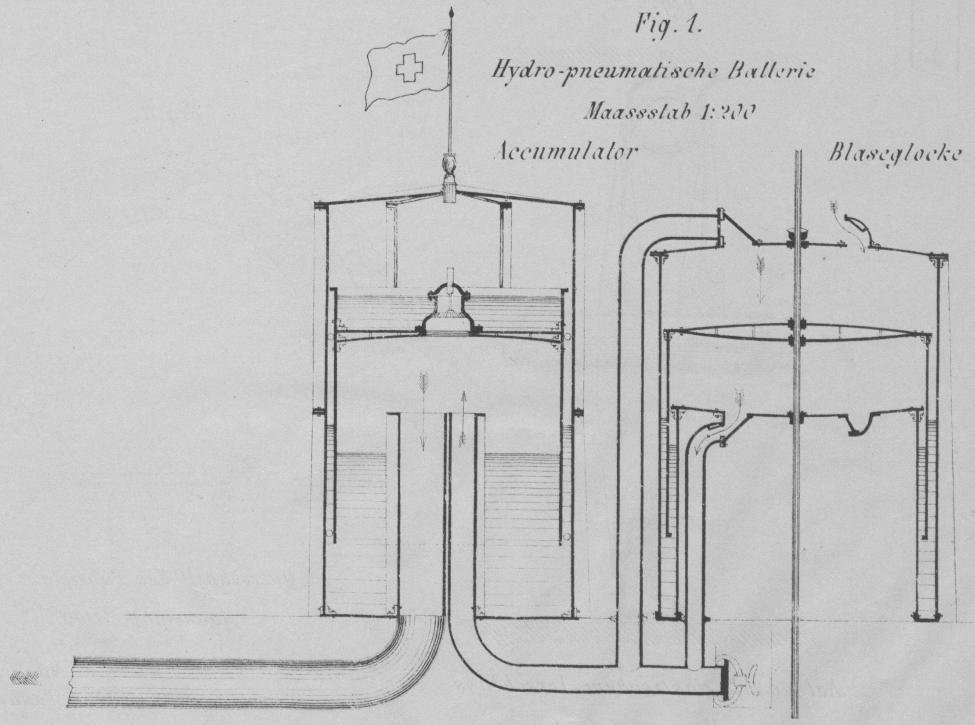
Maassstab 1:100

Nach dem Tunnel

Fig. 1.

Hydro-pneumatische Batterie

Maassstab 1:200



Verlag v. Orell Füssli & Co.

Druck v. Orell Füssli & Co.