

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 95/96 (1930)
Heft: 13

Artikel: Projekte für die Untertunnelung der Strasse von Gibraltar
Autor: St.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-43975>

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: 11.02.2026

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

ce qui est la formule de Gibson pour ce cas particulier. Le raisonnement s'étend facilement aux conduites de plus de deux sections de diamètre différent.

M. Pavlov a bien remarqué qu'on ne pouvait sans autre appliquer aux conduites de section variable les formules valables pour un diamètre constant. Sa formule

$$B + Af_1 = \gamma/g Q L \quad \dots \quad (2)$$

est à ce point de vue correcte, mais elle n'est pas en contradiction avec la formule de Gibson. Le raisonnement par lequel M. Pavlov veut établir cette contradiction n'est pas exact, car si l'on se donne la loi de variation de la section le long de la conduite, la surpression p_n en chaque point est par là même déterminée, et on ne peut la choisir arbitrairement. Si l'on introduit dans (2) la valeur correcte de B , on trouve pour A la valeur donnée par Gibson.

Zurich, le 18 décembre 1929.

P. de Haller, ing.
au Laboratoire hydraulique
Escher Wyss & Cie.

*

In der Abhandlung von Dipl. Ing. B. Pavlov wird auf Grund einer Verallgemeinerung der für Leitungen mit gleichbleibendem Querschnitt aufgestellten Gleichungen behauptet, dass die von Gibson für die Berechnung der Wassermenge bei Druckleitungen veränderlichen Querschnittes angegebene Formel falsch sei.

Der Verfasser bezeichnet mit \dot{p} die Druckerhöhung im Messpunkt infolge des hydraulischen Stosses (also $\dot{p} = \text{wirkliche Druckerhöhung} + \gamma \frac{v^2}{2g} + \text{für Reibung verbrauchter Druck}$) und mit f_1 den Rohrquerschnitt beim Messpunkt. Unter Beibehaltung dieser und der anderen vom Verfasser gewählten Bezeichnungen ist dann bei Leitungen mit gleichbleibendem Querschnitt $\dot{p} f_1$ die auf die Masse M wirkende verzögernde Kraft und die Gl. (2) des Verfassers

$$f_1 \int_0^T \dot{p} dt = M v_0 \quad \dots \quad (2)$$

trifft zu. Wenn aber das Rohr mit Durchmesserabstufungen ausgeführt ist, werden außer im Messquerschnitt auch an den Ringflächen bei den Durchmesserabstufungen Kräfte auf den Rohrinhalt übertragen, die den dort entstehenden Druckerhöhungen entsprechen und ebenso verzögernd wirken. Die Gleichung (2) und die daraus abgeleitete Gleichung (6) sind für diesen Fall nicht mehr richtig, und damit verlieren auch die daran angeknüpften, die Unrichtigkeit der Gibson'schen Formel ergebenden Ueberlegungen ihre Beweiskraft.

Vorsicht wäre hier um so mehr angebracht gewesen, als der Verfasser später (Gleichungen 8 und folgende) selbst die durch die Veränderlichkeit des Durchmessers entstehenden Abweichungen zu berücksichtigen versucht. Er macht dabei aber die willkürliche und bei nicht gleichbleibendem Durchmesser sogar notwendigerweise unzutreffende Annahme, dass die Druckerhöhung längs der Leitung linear verteilt sei.

Tatsächlich lässt sich die Formel für die Wassermenge für Druckleitungen mit veränderlichem Querschnitt ganz ähnlich wie für Leitungen mit gleichbleibendem Querschnitt ohne willkürliche Annahmen über den Druckverlauf ableiten. Der Einfachheit wegen ist im folgenden die Formel für den Fall abgeleitet, dass drei Durchmesserstufen vorhanden sind.

Im Anschluss an die Pavlov'schen Bezeichnungen sollen die Längen der Teilstrecken mit l_3 , l_2 , l_1 , ihre Querschnittsflächen mit f_3 , f_2 , f_1 , die Massen der Wasserinhalte mit M_3 , M_2 , M_1 , und die vor dem Schliessen vorhandenen Geschwindigkeiten von v_{30} , v_{20} und v_{10} bezeichnet werden. Ferner seinen \dot{p}'' bzw. \dot{p}' bzw. \dot{p} die während des Versuchs veränderlichen Druckerhöhungen (mit der Eingangs angegebenen Korrektur) an den Stellen, wo sich die Durchmesser ändern bzw. im Messquerschnitt. Die vom Verfasser mit (2) bezeichnete Gleichung darf auf die einzelnen Teilstrecken angewendet werden, da in diesen der Querschnitt unveränderlich ist. Man erhält so, wenn man die

Faktoren f auf die rechte Seite der Gleichungen bringt und beachtet, dass die Verzögerung in den Strecken 2 und 1 durch die Druckunterschiede $\dot{p} - \dot{p}''$ bzw. $\dot{p} - \dot{p}'$ bewirkt wird

$$\int_0^T \dot{p}'' dt = \frac{M_3 v_{30}}{f_3}$$

$$\int_0^T (\dot{p}' - \dot{p}'') dt = \frac{M_2 v_{20}}{f_2}$$

$$\int_0^T (\dot{p} - \dot{p}') dt = \frac{M_1 v_{10}}{f_1}$$

Wenn man diese drei Gleichungen addiert, so erhält man als Summe der linken Seiten einfach $\int_0^T \dot{p} dt$; somit ist

$$\int_0^T \dot{p} dt = \frac{M_3 v_{30}}{f_3} + \frac{M_2 v_{20}}{f_2} + \frac{M_1 v_{10}}{f_1}$$

Nun ist $\frac{M_3 v_{30}}{f_3} = \frac{\gamma l_3 f_3 v_{30}}{f_3} = \frac{\gamma l_3 Q}{g f_3}$, und für die beiden anderen Glieder auf der rechten Seite gilt das Entsprechende. Es ergibt sich so

$$\int_0^T \dot{p} dt = Q \frac{\gamma}{g} \left(\frac{l_3}{f_3} + \frac{l_2}{f_2} + \frac{l_1}{f_1} \right)$$

oder, mit Verallgemeinerung für eine beliebige Zahl von Stufen

$$Q = \frac{g}{\gamma} \sum \left(\frac{l_i}{f_i} \right) \int_0^T \dot{p} dt$$

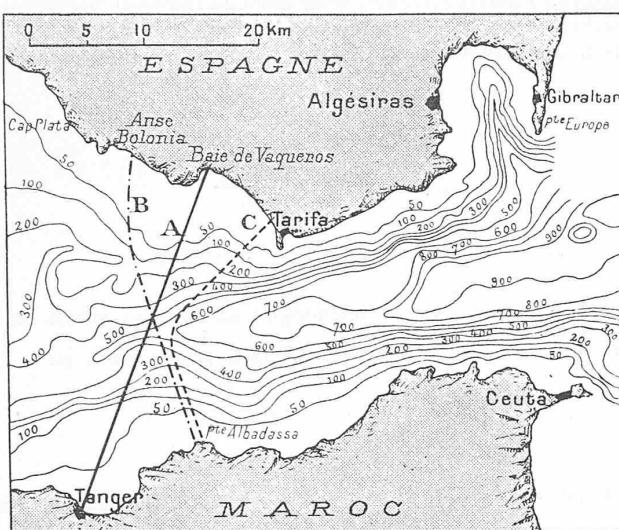
Man erhält also — ohne willkürliche Annahme und unabhängig von der Art und Zeit des Schliessens, dem Material der Rohre usw. — genau die von Gibson angegebene Formel.

München, den 7. Februar 1930.

D. Thoma.

Projekte für die Untertunnelung der Strasse von Gibraltar.

Neuerdings beginnt sich wieder eine breitere Oeffentlichkeit mehr mit diesen Ideen zu beschäftigen, nachdem schon in früheren Zeiten mehrmals Versuche in dieser Richtung unternommen worden waren, und nachdem die spanische Regierung im Jahre 1927 eine Ingenieur-Kommission zur weiteren Abklärung der damit zusammenhängenden Fragen bestellt hatte. Die Vorarbeiten, namentlich in geologischer Hinsicht, sind noch recht wenig weit gediehen (mit der Abteufung von Sondierschächten begann man 1928); das erklärt auch die grosse Anzahl von Entwürfen, die bisher für die Linienführung vorgeschlagen wurden. Nach einem geologischen Gutachten fällt die Entstehung der durch den Tunnel zu durchstossenden Formationen in die Kreide- und Tertiärzeit; es handelt sich, namentlich im westlichen Teil der Meerenge, um wasserundurchlässigen Ton und Mergel und um tonige Lehmb- und Kalkschichten, die an dieser Stelle voraussichtlich weniger zerklüftet sein werden, als die Kalkschichten im mittleren und östlichen Teil gegen das Mittelländische Meer. Dort muss mit dieser Zerklüftung gerechnet werden, da man sich die Strasse von Gibraltar als grabenförmigen Einbruch in einem in geologischer Hinsicht einheitlichen und ursprünglich zusammenhängenden Gebiet erklärt. An der engsten Stelle zwischen Punta Guadalmesi (Spanien) und Cires (Marokko) sind die Küsten nur 13,8 km von einander entfernt; aber gerade an dieser Stelle beträgt die Wassertiefe 750 bis 1000 m. Hier scheint eine Untertunnelung als praktisch undurchführbar. Gegen Westen, auf Seite des Atlantischen Ozeans, steigt der Meeresgrund an; doch beträgt auch hier die Wassertiefe immer noch rund 400 m, so dass nur im Viereck Kap Trafalgar-Tarifa auf spanischer Seite und Tanger-Punta Al-Boassa (auf der Karte Albadassa) auf marokkanischer Seite, heute eine Lösung gesucht wird. Schon im Jahre 1869 wurde das erste Projekt durch Ingenieur Laurent de Villedemil veröffentlicht. Später griffen spanische, englische und französische Ingenieure die Idee wieder auf und heute interessieren namentlich die Arbeiten dreier Projektverfasser: des Franzosen Berlier und der Spanier Ibañez de Ibero und Pedro Jenevois.



Übersichtskarte der Strasse von Gibraltar. — 1 : 600000.

Berlier (1897) schlägt eine Verbindung vor zwischen der Bai von Valdevaqueros und Tanger (A in der Abbildung). Der Tunnel erhielt eine Länge von total 41 km, wovon 32 km unter den Meeresboden zu liegen kämen. Beidseitige Rampen mit 2,0 bis 2,5% führen zum tiefsten Punkt, 430 m unter der Meeressoberfläche.

Ibañez de Ibero untersuchte drei verschiedene Routen: 1. Von der Bai von Valdevaqueros (westl. Tarifa) nach Tanger, wie Berlier. Von der totalen Tunnellänge von 48,2 km entfallen 6,6 km auf die Zufahrtstrecke auf spanischem Boden, 9,6 km auf jene auf marokkanischem Boden und der Rest, 32 km, liegt unter dem Meere. 4 km lange Strecken mit 2,5% Gefälle wechseln ab mit 1 km langen horizontalen Strecken. Die grösste Tiefe beträgt 396 m unter Meeresspiegel. Kosten: 330 Mill. Pesetas. 2. Von der Bai von Bolonia nach einem Punkt westlich Punta Al-Boassa (B in der Abbildung). Totale Tunnellänge: 49,8 km, davon 8,9 km auf spanischem, 13,6 km auf marokkanischem Boden und 27,3 km unter See. Die Gefällstrecken mit 2% Neigung sind je 3 km lang, die horizontalen Zwischenstrecken 500 m, abwechselungsweise bis zum tiefsten Punkt, 360 m unter Meeresspiegel. 3. Von Kap Trafalgar (auf obiger Übersichtskarte im Westen nicht mehr sichtbar) nach Punta Malabata, östlich der Bai von Tanger, mit einem 75 km langen Tunnel, wovon 52 km unter See. Diese drei Projekte sehen zwei kreisrunde parallele Tunnelröhren von 6 m innerem Durchmesser vor, im Mittenabstande von nur 16 m, in regelmässigen Abständen durch Querstollen miteinander verbunden. Der Vortrieb würde mit dem seitlich angeordneten Entwässerungstollen beginnen, von dem aus dann die eigentlichen Tunnelröhren von Querverbindungen aus in Angriff genommen würden.

Das Projekt von Pedro Jenevois verbindet Tarifa mit Punta Al-Boassa (C in der Abb.). Totale Tunnellänge 33 km; 16 km besitzen ein Gefälle von 3,21%, hierauf folgt, an der tiefsten Stelle, 550 m unter Meeresspiegel, ein horizontales Stück von 1500 m, der Rest steigt mit 3,35% gegen die marokkanische Küste an. Ueberdeckung im tiefsten Punkt 60 bis 80 m. Der Entwässerungstollen fällt vom tiefsten Punkte des Tunnels nach beiden Seiten mit 2% und endigt bei vertikalen Steigschächten an beiden Küsten. Wieder sind zwei Tunnelröhren mit 6 m Durchmesser, diesmal aber in 60 m Abstand, vorgesehen; sie sind alle 200 m miteinander verbunden. Veranschlagte Kosten 300 Mill. Pesetas. Der Projektverfasser rechnet damit, dass das Gleichgewicht zwischen Einnahmen und Kosten in dem Zeitpunkte hergestellt sein wird, in dem die Zahl der Passagiere und die Anzahl Tonnen geförderter Güter je eine Million erreichen.

Auf ganz anderem Wege schliesslich sucht der spanische Ingenieur F. Gallego Herrera eine Lösung, die hier noch der Kuriosität wegen erwähnt werden soll. Er schlägt ein Tunnelrohr aus Eisenbeton vor mit elliptischem Querschnitt von 18,5 und 25,0 m äusseren Durchmessern. Dieses Rohr enthält zwei Bahnspuren, zwei Strassen für Fahrzeuge, und Räume für Zufuhr von Frischluft, Ableitung der verbrauchten Luft, für Entwässerung und Ballast.

Das Ganze wird in regelmässigen Abständen mittels Stahlkabel (die den Ueberschuss an Auftrieb aufnehmen) auf dem Meeresgrund so verankert, dass der Abstand der Konstruktion von der Meeresoberfläche 15 m beträgt. Dazu gehören noch beidseitige Zufahrt rampen von 4 km Länge mit 3,35% Gefälle. Zwischen Punta Acebuche südlich Algeciras und Punta Blanca bei Ceuta erhält das Rohr „nur“ noch eine Länge von 15 km. Veranschlagte Kosten 300 Mill. Pesetas; sie sollen bis 1950 amortisierbar sein.

Neben den Ueberlegungen rein wirtschaftlicher Natur, die für eine Verbindung der beiden Küsten in günstigem Sinne zu sprechen scheinen, ist es wohl der grosse strategische Wert, dem vor allem das Interesse Spaniens und Frankreichs für ein solches Projekt zuzuschreiben ist. Bezüglich weiterer Einzelheiten verweisen wir auf „Génie Civil“ vom 4. Januar 1930 und „Zentralblatt der Bauverwaltung“ vom 15. Januar 1930.
St.

MITTEILUNGEN.

Ueber die Herstellung der Schallplatten für Grammophone geben die „VDI-Nachrichten“ die folgenden Einzelheiten: Sprache und Ton werden heute meist mittels des elektrischen Aufnahmeverfahrens über Mikrophon, Verstärker und Schreibstift auf der ebenen Oberfläche einer runden Wachsplatte aufgezeichnet. Der Schreibstift wird während der Aufnahme gleichzeitig seitlich verschoben, so dass er die Schallwellen in Form einer Spirale in die Wachsplatte eingräbt. Nach dieser Wachsplatte müssen nun die in den Handel kommenden Schallplatten hergestellt werden. Zu diesem Zwecke wird die bespielte Wachsplatte, nachdem die Oberfläche vorher leitend gemacht worden ist, in einen Hartgummiring eingelegt und senkrecht in ein galvanisches Kupferbad eingehängt. Die Kathode wird durch das Mittelloch der Wachsplatte zugeführt; gegenüber der Wachsplatte hängt im Bad als Anode eine Kupferplatte. Nach etwa 24 h, während denen die Wachsplatte langsam gedreht wird, hat sich auf der Platte ein Kupferniederschlag gebildet, der nunmehr abgenommen werden kann und alle Schallauflzeichnungen in erhabener Form trägt. Die Wachsplatte selbst wird abgedreht, geschliffen und wieder zur Neuaufnahme verwendet. Von dem von der Wachsplatte abgenommenen dünnen Kupfernegativ wird wiederum auf galvanischem Wege ein Kupferniederschlag angefertigt, der die Tonaufzeichnungen wie die Wachsplatte in vertiefter Form trägt und als Original für die Herstellung der Matrizen dient. Da bei diesem Arbeitsvorgang Kupfer auf Kupfer niedergeschlagen wird, wird von der Galvanisierung auf die einzuhängende Platte eine hauchdünne Trennschicht aufgetragen, damit die beiden Platten voneinander gelöst werden können. Von dem so erhaltenen Kupferniederschlag, der „Mutter“, wird ein dritter Kupferniederschlag angefertigt, der die Tonaufzeichnungen wieder erhaben trägt und als Matrize verwendet wird. Da diese Matrize sehr dünn und gegen mechanische Beanspruchungen empfindlich ist, wird sie zur Verstärkung auf eine runde Walzkupferscheibe aufgelötet. Die rohe Matrize wird zentriert, der Rand abgedreht und das Mittelloch gebohrt. Zum Schluss wird sie galvanisch vernickelt und poliert; die Vernicklung soll sie gegen die mechanischen Beanspruchungen in der Presse und gegen Oxydation widerstandsfähiger machen.

Zur Herstellung der Platten selbst dienen hauptsächlich Schellack, Harz, Schiefermehl oder Schwerspat, denen noch Faserstoffe und Farbe beigegeben werden. Die Rohstoffe werden gesondert in verschiedenen Mühlen zerkleinert, fein gemahlen und in bestimmtem Mischungsverhältnis einem Trommelmischer zugeführt. In einem Vakuumtrockner wird dann dem vollkommen durchgemischten Pulver die Feuchtigkeit entzogen. Eine mit zwei dampfbeheizten Walzen versehene Maschine knetet das hierbei weichwerdende Pulver durch, sodass eine homogene Plattenmasse entsteht. Die noch weiche plastische Masse wird nun zwischen zwei Walzen zu einer langen Tafel ausgewalzt, wobei gleichzeitige Längs- und Querrillen eingeprägt werden; es entstehen kleine quadratische Täfelchen, die von Hand abgetrennt und der hydraulischen Presse zugeführt werden. Diese Presse besteht aus einem hochklappbaren Oberteil und einem auf dem Presskolben sitzenden Unterteil. Zur Herstellung von doppelseitigen Schallplatten wird in Oberteil und Unterteil je eine Matrize eingelegt. Der Arbeiter nimmt eine der Grösse der herzustellenden Platte entsprechende Anzahl Rohstofftäfelchen, die vorher auf einem dampfbeheizten Tisch vorgewärmt und damit plastisch gemacht worden sind, und knetet sie mit der