

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 69/70 (1917)
Heft: 26

Artikel: Der Plan der Tunnelverbindung unter dem Aermelkanal
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-33903>

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: 23.02.2026

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

Die Elektrolyse als Schutz gegen die Korrosion von Metallen.

Die bei mit Wasser in Berührung stehenden Metallen auftretende Korrosion, wie sie namentlich bei Kondensator- und Dampfkessel-Rohren beobachtet wird, ist auf elektrochemische Einflüsse zurückzuführen. Die galvanische Einwirkung entsteht infolge der Verschiedenheit des elektrischen Potentials der einzelnen Metallkörperchen und tritt dementsprechend in erster Linie bei Metallkonstruktionen auf, die aus verschiedenen, in gut leitender Verbindung stehenden Metallen erstellt sind. Es liegt dann der gleiche Fall vor, wie bei einem galvanischen Element, indem vom positiv elektrischen Metall nach dem negativen durch die als Elektrolyt wirkende Flüssigkeit ein elektrischer Strom fliesst, der das dabei die Anode darstellende positive Metall zersetzt. Auf diese Ursache ist namentlich auch die Zerstörung der aus einer Legierung von Kupfer und Zink hergestellten Kondensator-Rohre zurückzuführen. Die feine Durchlöcherung der Rohrwände ist nichts anderes als eine Zerfressung der in der Legierung enthaltenen Zinkbestandteile, die gewöhnlich als „Entzinkung“ bezeichnet wird. Eine ähnliche Einwirkung wurde auch beobachtet als Folge des Eindringens von kohlenstoffhaltigen Unreinigkeiten, wie nur teilweise verbrannte Kohlentheilchen und Asche in die Kondensatorrohre, wobei dann die Kohlentheilchen gegenüber beiden Metallen negativ sind und somit die letzteren zerstört werden.

Aber auch zwischen den härteren und weicheren Teilen des gleichen Metalls, z. B. wenn dieses genietet, verstemmt, gehämmert oder sonst beansprucht worden ist, kann eine galvanische Tätigkeit auftreten. Die bearbeiteten Teile (Kniee, Flanschen u. dergl. bei kupfernen Rohren) sind dann gegenüber den weicheren positiv elektrisch und werden zerfressen. Schliesslich können auch thermoelektrische Ströme die Ursache von Zerfressungen sein, so bei Kesselblechen über der Feuerung und bei Heisswasser-Rohren.

Die Korrosion sowohl der eisernen als der andern Metalle kann nun dadurch verringert werden, dass man sie mit einem mehr positiven Metall in guten elektrischen Kontakt bringt, auf das dann die Zerfressung übertragen wird. Als solches Schutzmittel eignet sich am besten reines, gewalztes Zink. Da dieses aber sehr bald oxydiert, ist es nur vorübergehend wirksam. Wenn nicht rechtzeitig erneuert, werden die Platten infolge der sich bildenden Zinksalze sogar zur Kathode und wirken dann im Gegenteil zerstörend auf die zu schützenden Teile. Im übrigen schützt 1 m^2 Zink in neuem Zustande nur ungefähr 50 m^2 wasserberührte Fläche, sodass für mehrere hundert Quadratmeter betragende Heizflächen, wie sie z. B. bei Ozeandampfern vorkommen, sehr grosse Mengen Zink nötig sind, die dazu noch in guten Kontakt mit den zu schützenden Teilen gebracht werden müssen.

Vor einigen Jahren ist nun *Elliot Cumberland* auf den Gedanken gekommen, statt wie im Vorgehenden durch Umkehrung des elektrolytischen Prozesses die Zerfressung auf ein anderes Metall zu übertragen, die zerstörenden Ströme durch Einwirkung einer äussern, entgegengesetzt arbeitenden elektromotorischen Kraft auszugleichen. Nach „Engineering“ verwendet er zu diesem Zwecke der Konstruktion des zu schützenden Apparats angepasste, von den übrigen Metallteilen isoliert angeordnete eiserne Anoden, die an der positiven Klemme einer Gleichstromquelle von 6 bis 8 Volt Spannung angeschlossen sind, während der Apparat selbst mit deren negativen Klemme verbunden ist. Für einen Oberflächen-Kondensator von rd. 550 m^2 Kühlfläche sind z. B. an jedem Ende drei scheibenförmige Anoden von 180 mm Durchmesser, 50 mm Stärke und je 9 kg Gewicht erforderlich, wobei eine Stromstärke von etwa 2 A pro Elektrode, d. h. von insgesamt 12 A , entsprechend 1 A auf 46 m^2 zu schützender Oberfläche, aufzuwenden ist. Bei Kesseln ist im allgemeinen wegen der Kesselsteinablagerung mit einer höhern Stromdichte, bis 1 A auf 30 m^2 zu rechnen. Doch waren z. B. für einen Yarrow-Wasserrohrkessel von 250 m^2 Heizfläche nur 5 A , entsprechend 1 A auf 74 m^2 erforderlich, um alle Zerfressungen zu vermeiden. In jenem Fall waren die Anoden zwei Stabeisen von $2,1\text{ m}$ Länge und $19 \times 76\text{ mm}$ Stärke, die in den Oberkesseln dicht unter dem Wasserspiegel angeordnet waren.

Mit diesem Verfahren ist es *Cumberland* gelungen, die hartnäckigsten Fälle von Korrosion zu überwinden, nachdem viele andere Mittel versagt hatten. Dabei hat er bei Dampfkesseln die für den Wirkungsgrad der Feuerung sehr wichtige Beobachtung ge-

macht, dass die regelmässige Anwendung des Verfahrens infolge der Zerlegung der kesselsteinbildenden Substanzen durch die Elektrolyse die Kessel vor Kesselsteinablagerung schützt. Schon gebildeter Kesselstein wird zersetzt und löst sich von der Wandung ab.

Das Cumberland-Verfahren ist bereits in grossem Masstab in der Praxis angewandt worden. Es wurde insbesondere von einer Anzahl Dampfschiff-Gesellschaften mit Erfolg eingeführt. Als einfaches und billiges Mittel zum Schutz aller mit Wasser oder andern korrodierenden Flüssigkeiten in Berührung stehenden Metalle dürfte es bald eine weitere Anwendung finden.

Es sei noch darauf hingewiesen, dass eine Uebersetzung des vorerwähnten Artikels des „Engineering“ in der „Z. d. V. D. I.“ vom 17. Februar 1917 erschienen ist.

Der Plan einer Tunnelverbindung unter dem Aermelkanal.¹⁾

Die Frage der Erstellung einer festen Eisenbahnverbindung zwischen Frankreich und England an der schmalsten Stelle des Aermelkanals, dem sog. „Pas de Calais“, der in letzter Zeit wieder erhöhtes Interesse entgegengebracht wird, geht schon auf den Anfang des letzten Jahrhunderts zurück. Bereits im Jahre 1802 legte Ingenieur *Mathieu-Favier* dem damaligen ersten Konsul der französischen Republik, General Bonaparte, ein Projekt vor für den Bau einer „ständig beleuchteten Poststrasse“ unter dem Aermelkanal. 32 Jahre später machte dann *Thomé de Gamond*, ebenfalls ein französischer Ingenieur, den Vorschlag, die gesuchte Verbindung durch eine auf dem Meeresboden liegende, $39,4\text{ km}$ lange stählerne Tunnelröhre zu bewerkstelligen. Im Laufe der folgenden Jahre studierte er darauf noch verschiedene andere Lösungen, insbesondere eine Ueberquerung mittels einer Brücke, sowie die Erstellung, an beiden Küsten, eines je 8 km langen, aufgeschütteten Dammes mit anschliessender Fährverbindung. Nachdem er jedoch durch mehrmalige, ohne jeglichen Tauchapparat, bis 30 m Tiefe vorgenommene Tauchungen die ihm bis dahin noch unbekannte Beschaffenheit des Meeresbodens festgestellt hatte — ein Experiment, das dem kühnen Forscher infolge Ueberfalls durch Raubfische beinahe das Leben gekostet hätte —, kehrte *Thomé de Gamond* zum Gedanken einer Untertunnelung zurück. Nach fünfjähriger Arbeit konnte er im Jahre 1856 ein technisch durchgearbeitetes fünftes Projekt für einen geradlinigen, 34 km langen unterseeischen Tunnel vorlegen, bei dem die nur in geringer Tiefe liegende Bank von Varne als Zwischenstation mit Lüftungsanlage, sowie als dritter Angriffspunkt für den Tunnelbau gedacht war. Das Projekt geriet jedoch in Vergessenheit, bis die Weltausstellung in Paris im Jahre 1867 dem unermüdlichen Ingenieur Gelegenheit gab, mit einem verbesserten, sechsten Tunnelprojekt vor die Öffentlichkeit zu treten. Zwei Jahre später bildete sich zur Vorbereitung der Tunnel-Ausführung ein englisch-französischer Ausschuss, und schliesslich erhielten im Jahre 1875, wenige Monate nach dem Tode des schon 68jährigen Projektverfassers, je eine französische und eine englische Gesellschaft die staatliche Konzession zur Vornahme von Vorarbeiten. Als bereits mehrere Millionen Franken zur Absenkung von Schächten, zum Vortreiben je eines etwa 1800 m langen Probestollens von jeder Küste aus und zur Vornahme von über 7000 Bohrungen im Zuge der Tunnelaxe ausgegeben waren, setzte jedoch englischerseits im Laufe der achtziger Jahre eine starke Opposition gegen die Erstellung des Tunnels ein, worauf die Arbeiten eingestellt wurden und sich die beiden Gesellschaften damit begnügten, sich ihre Rechte für die Wiederaufnahme der Arbeiten zu sichern.

Die zahlreichen vorgenommenen Bohrungen hatten wertvolle Aufschlüsse über die geologischen Verhältnisse der Meerenge gegeben und insbesondere die Anwesenheit einer etwa 60 m starken, fast undurchlässigen Schicht von tonhaltiger grauer Kreide festgestellt, die sich als sehr geeignet für die Führung des Tunnels erwies. Durch Ingenieur *A. Sartiaux*, Betriebsleiter der französischen Nordbahn, wurde nun, unter Benutzung der früheren, ein neues Projekt ausgearbeitet, bei dem das Tracé des Tunnels, ohne Rücksicht auf Gefäll- und Richtungswechsel, der Lage der betreffenden Schicht angepasst wurde. Von diesem im Jahre 1906 veröffentlichten Projekt, durch das die unterseeische Tunnelstrecke auf 38 km (bei

¹⁾ Wir entnehmen die folgenden Angaben einem von Ingenieur *A. Moutier*, am 23. Juni 1916 vor der Société des Ingénieurs Civils de France gehaltenen Vortrag, der im Bulletin jener Gesellschaft im Wortlaut wiedergegeben ist.

53 km Gesamtlänge des Tunnels) verlängert wird, sind in den Abbildungen 1 und 2 Lageplan und Längenprofil wiedergegeben. Der Tunnel ist als Doppeltunnel gedacht, bestehend aus zwei in mindestens 20 m Axenabstand von einander liegenden, eingelegten Röhren von 5,6 oder 6,0 m Durchmesser mit Querverbindungen in je etwa 100 m Abstand. In der Mitte des Kanals wird die Schienenoberkante 95 m unter den Meeresspiegel zu liegen kommen. Da der Fahrbetrieb elektrisch erfolgen soll, werden die öfteren Gefällswechsel keine Schwierigkeiten bieten. Ein gegen beide Küsten zu

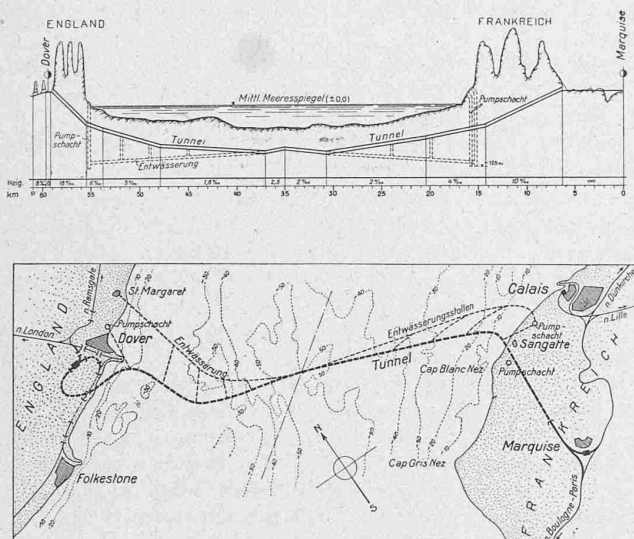


Abb. 1 und 2. Lageplan und Längenprofil des Kanaltunnels.

fallender Entwässerungskanal von etwa 3 m Durchmesser mit anschliessenden, bis 125 m tiefen Pumpschächten wird eine rasche Entfernung des Sickerwassers gestatten. Es wird angenommen, dass der Tunnel in achtjähriger Bauzeit vollendet werden könnte. Die Baukosten hat Ingenieur Sartiaux auf rund 400 Mill. Franken geschätzt.

Miscellanea.

Verarbeitung und Verwertung von Zirkondioxyd. Das Zirkondioxyd (Zirkonerde Zr_2O_3) ist wegen seiner Widerstandsfähigkeit gegen Säuren und Alkalien, seiner hohen Feuerfestigkeit, seiner geringen Wärmeleitfähigkeit und seines geringen Ausdehnungskoeffizienten bei hohen Temperaturen ein geeigneter Baustoff für technische Geräte und Vorrichtungen, die hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Das Schmelzen des Oxydes bereitete anfangs erhebliche Schwierigkeiten, dessen höchste im sauberen Schmelzen grösserer Mengen sowie im Bau eines Schmelzofens lag, der in grösseren Räumen die erforderliche Temperatur von 2700° in reiner Atmosphäre erreichen lässt. Schliesslich gelang es jedoch, wie wir der „Z. d. V. D. I.“ entnehmen, ein bequemes elektrisches Verfahren zum Schmelzen der feuerfesten Stoffe zu finden, durch das mehrere Kilogramm schwere Blöcke aus Zirkondioxyd gewonnen werden können. Das reine Oxyd ist fast vollkommen weiss, wird aber, wenn es Spuren von Eisen enthält, gelblich.

Das Giessen von Körpern aus der flüssigen Masse ist wegen der hohen Schmelztemperatur ausserordentlich schwierig. Daher wird der Stoff zur Weiterverarbeitung entweder in Platten zerschnitten, oder zerkleinert und gemahlen und mit organischen Bindemitteln gepresst und geformt. Wenn die Masse fein gemahlen war, so erhält man nach dem Garbrand fast vollständig dichte Geräte. Die durch Formen gewonnenen Stücke werden bei Temperaturen bis zu 2400° gebrannt; sie werden dadurch ohne Rissbildung fest und klingend hart. Zirkondioxyd-Geräte dürften daher in der chemischen Technik eine grosse Zukunft haben.

Fabrikschornstein auf einer Eisenbetonplatte. Ein Fabrikschornstein von bedeutenden Abmessungen und bemerkenswerter Durchbildung der Gründung wurde kürzlich in Gleiwitz ausgeführt. Der 98 m hohe Schornstein hat, wie wir der „Z. d. V. D. I.“ entnehmen, einen Schlot von 6 m lichter Weite und besteht aus Ziegelmauerwerk. Das eigentliche, 87 m hohe Schornsteinrohr ist

in zehn Abschnitte von gleichbleibender Wandstärke unterteilt. Ringförmige eiserne Schliessen sind als Bewehrung auf die ganze Rohrlänge verteilt. Der Sockel hat 11 m Höhe bei 9,84 m äusseren Durchmesser und ruht auf einer runden, 3 m hohen, mit netzförmig zusammengefügt Eisenstäben von 18 und 22 mm Durchmesser bewehrten Betonplatte, die, treppenförmig ausgeführt, unten 15,8 m und oben 11 m Durchmesser aufweist. An den Kreuzungspunkten sind die radialen Stäbe mit den Ringstäben durch Eisendraht-Umwicklung verbunden. Der Druck auf die Grundplatte beträgt 3903 t, das grösste Winddruckmoment 3777 mt, die Kernweite 197,5 cm, die Exzentrizität 97 cm, die Grundfläche 196 m². Daraus folgt als Bodendruck im Schwerpunkt 2 kg/cm², auf der Windseite 1 kg/cm² und auf der Gegenseite 3 kg/cm². Es treten also nirgends primäre Zugspannungen auf und die netzförmige Bewehrung der Grundplatte hat daher lediglich die Aufgabe, den Druck zu verteilen und das Auftreten von sekundären Radialrissen zu verhindern. Die Gründungssohle bestand aus ziemlich festem Lehm.

Eidgenössische Technische Hochschule. Diplomerteilung. Der Schweizerische Schulrat hat nachfolgenden Studierenden der Eidgenössischen Technischen Hochschule auf Grund der abgelegten Prüfungen das Diplom erteilt:

Als **Kulturingenieur**: Philipp Hausammann von Romanshorn (Thurgau), Ernst Wyssmann von Herzogenbuchsee (Bern).

Als **Vermessungsingenieur**: Erwin Schnitter von Zürich.

Einen 307 m hohen Turm für drahtlose Telegraphie will nach dem „Journal Télégraphique“ eine amerikanische Gesellschaft für die drahtlose Nachrichtenvermittlung nach Buenos-Ayres errichten. Die nach dem verbesserten Poulsen-System vorgesehene elektrische Ausrüstung des Turmes soll doppelt so stark werden, als die der bisher grössten Station für drahtlose Telegraphie.

Bebauungsplan Biel. Der Stadtrat von Biel hat am 20. Juni einen Kredit von 13000 Fr. ausgeworfen zur Veranstaltung eines Wettbewerbs für einen allgemeinen Bebauungsplan von Biel und Umgebung.

Literatur.

Wie baue ich mein Haus? Von Hermann Muthesius. Mit 205 Textbildern (Grundrisse, Schnitte, Einzelheiten, Perspektiven usw. in Federzeichnung), 354 Seiten Text. München 1917, Verlag von F. Bruckmann A. G., München. Preis geb. M. 4,50.

Die Antwort auf die Frage „wie baue ich mein Haus?“, die den Titel eines neuen Buches von Muthesius bildet, konnte wohl kein Berufener geben, als dieser Vorkämpfer der Wohnkultur. Unablässig bemüht, dem heutigen vielbeschäftigten Menschen ein behagliches, angemessenes Heim auszudenken und aufs neue immer wieder prüfend nach dem Stand der Technik und der wirtschaftlichen Entwicklung, wo Verbesserungen und Vervollkommnungen möglich wären, hat Muthesius selbst durch seine vielen ausgeführten Wohnbauten reiche Erfahrung sammeln können. Da seine Erörterungen in so schlichter, unaufdringlicher Form vorgebracht werden, schöpft man die Belehrung in der denkbar angenehmsten Weise. Wer den grossen Schritt in seinem Leben zu tun im Begriffe steht, für sich und seine Familie einen festen Wohnsitz nach seinem Wunsch und Wesen bauen zu lassen, dem könnte man keinen bessern Ratgeber empfehlen als dieses Buch. Der Architekt aber, der das Glück hat, einen durch diesen Führer so vortrefflich orientierten Bauherrn vor sich zu haben, er wird mit Dank an den Verfasser denken, der ihm so viel mühselige, oft so zeitraubende und mit Missverständnissen und Verstimmungen gesegnete Aufklärungsarbeit abgenommen hat. Mit Genugtuung wird er besonders die zwei Kapitel lesen „Architekt und Unternehmer“ und „Ueber das gute Einvernehmen zwischen dem Architekten und dem Bauherrn“, denen weiteste Verbreitung zu wünschen wäre.

Auch Muthesius huldigt dem Grundsatz, den Ostendorf in seinen „Büchern vom Bauen“ aufgestellt hat, dass Bauen heisse: für ein gegebenes Bauprogramm die einfachste Erscheinungsform finden. Muthesius stellt hierbei die rein praktische Seite in erste Linie, während Ostendorf die gebundene Form über alles geht. Die zwei Auffassungen verhalten sich zu einander etwa wie der bequeme, mit gutem Geschmack geschneiderte Sportanzug mit grossen Taschen und allen Bewegungsfreiheiten, zum korrekten, eleganten, aber manchmal etwas hemmenden Gesellschaftsanzug. Es wird dem Instinkt und Takt des Architekten anheimzustellen sein, wo er sein Bauprogramm in diesem, wo in jenem Sinn am zutreffendsten verwirklicht.

Rittmeyer.

Redaktion: A. JEGHER, CARL JEGHER.
Dianastrasse 5, Zürich 2.