

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	27/28 (1896)
Heft:	23
Artikel:	Die innere Architektur der Knochen im Lichte der Graphostatik und des Transformationsgesetzes von Prof. Dr. Julius Wolff
Autor:	[s.n.]
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-82420

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: 16.01.2026

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

Das Verwendungsgebiet für dieselben liegt innerhalb der Gefällsgrenzen von 10—500 m; die letztere Zahl bezeichnet jedenfalls das Maximum, das noch praktisch ausnutzbar ist; in der Regel geht man nicht über 300 m Druckhöhe.

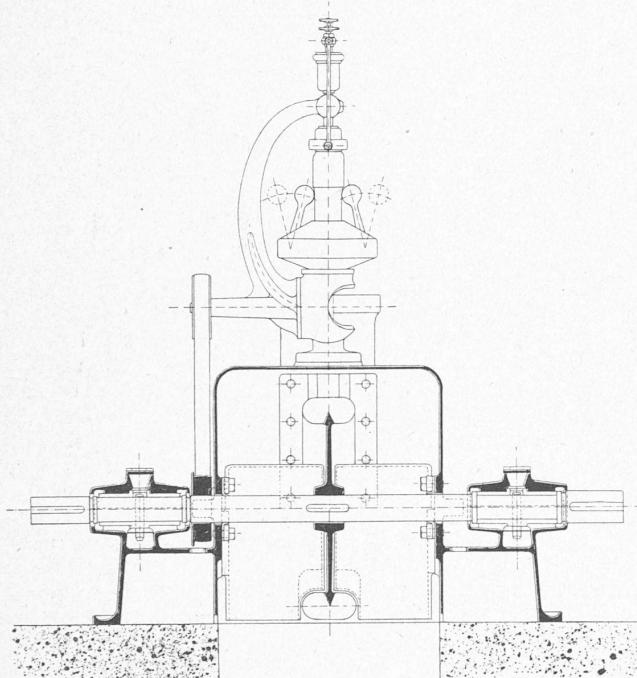
Von hervorragender Bedeutung waren die von der Firma Escher Wyss & Co. im Verein mit der Stadt Genf

scher Ingenieure, Jahrgang 1892, Seite 1001 u. f. bekannt.

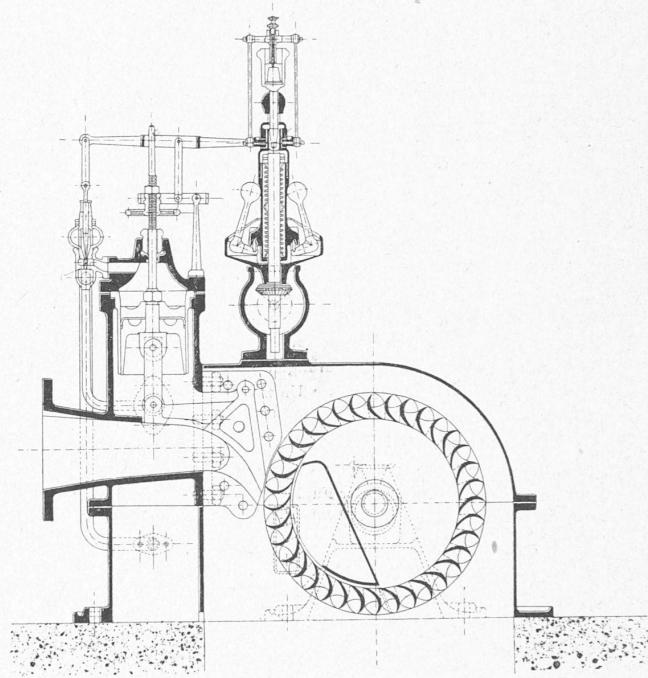
Es sei nur bemerkt, dass jede dieser Turbinen in der Coulouvrenière für eine Leistung von 210 Pferdekräften bei Gefällen von 1,68 bis 3,70 m und 26 minütlichen Umdrehungen der Turbinenwelle konstruiert ist und dass die von denselben betriebenen Pumpen je nach der Zone folgende Lieferungsfähigkeit besitzen:

Aktiengesellschaft der Maschinenfabriken von Escher Wyss & Co. in Zürich.

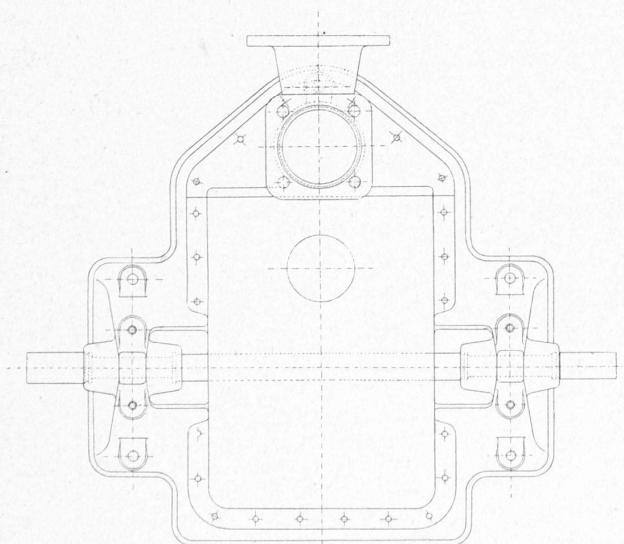
Hochdruckturbine, Modell Nr. 5.



1 : 15.



1 : 15.



1 : 15.

ausgestellten Turbinen für das Wasserwerk an der Coulouvrenière und für die Installation in Chèvres.

Die erstgenannte, für den Betrieb einer ebenfalls ausgestellten Zwillingspumpe bestimmte, dreikränzige Reaktions-turbine wird mit dieser Pumpe die 18. der für die Wasserversorgung von Genf in Dienst stehenden Gruppen bilden; ihre Anordnung und konstruktive Durchführung sind den Lesern aus den bezüglichen Berichten in der Schweizerischen Bauzeitung und in der Zeitschrift des Vereins deut-

die Hochdruckpumpen fördern 5335 Minutenliter auf 150 m.
" Mitteldruckpumpen " 8100 " " 100 "
" Niederdruckpumpen " 15600 " " 50 "

In der Ausstellung war diese Gruppe in äusserst instruktiver Weise derart angeordnet, dass ausser den maschinellen Teilen auch der Betonbau und zwar im Schnitt veranschaulicht wurde.

Die zweite, in ähnlicher Weise ausgestattete und für Chèvres bestimmte Turbine war in eminenter Weise geeignet, die heute an den Turbinenbau unter dem Einfluss der Elektrotechnik herantretenden neuen Aufgaben und dabei auch die Energie zu illustrieren, mit welcher die schweizerische Maschinenindustrie sich mit der Lösung derselben beschäftigt.

(Fortsetzung folgt.)

Die innere Architektur der Knochen im
Lichte der Graphostatik
und des Transformationsgesetzes
von Prof. Dr. Julius Wolff.

Im «Verein Deutscher Maschineningenieure» hielt am 22. Septbr. Herr Reg.-Rat Geitel über obiges Thema einen äusserst interessanten Vortrag, den wir in folgendem auszugsweise wiedergeben.

Während die älteren Anatomen der die innere Architektur der Knochen bildenden Spongiosa, einem scheinbar planlosen Gewirre von Knochenbildungen, ein besonderes Augenmerk nicht zuwendeten, haben sich die bezüglichen Anschaufungen auf Grund der Arbeiten Bougery's, Ward's, Wyman's, Humphry's, Engel's, Freund's, von Meyer's, besonders aber infolge der auf Grund der spezifischen statischen Inanspruchnahme der Knochen angestellten Untersuchungen von Prof. Dr. Julius Wolff, Mitglied der Berliner medizinischen Fakultät, dahin geändert, dass

der Spongiosa eine sehr grosse Bedeutung beizumessen, und dass sie genauer statischen Inanspruchnahme der Knochen entsprechend angeordnet ist.

Als der Zürcher Professor *von Meyer* im Jahre 1866 in der naturforschenden Gesellschaft einen Vortrag über die Architektur der Spongiosa hielt, war zufällig Professor *Culmann*, der Begründer der Graphostatik zugegen. Bekanntlich ist die Graphostatik diejenige mathematische Disziplin, welche durch graphische Behandlung der Kräfte nach Grösse und Richtung die moderne Ingenieurkunst befähigt, auch dann noch den Verlauf und die Wirkung der Belastung, des Winddrucks u. s. w. zu verfolgen und festzustellen, wenn die rein mechanische Methode, die analytische, nach dieser Richtung den Dienst versagt. Professor *Culmann* fiel der regelmässige Verlauf der Spongiosa-Bildung auf, und er konstatierte, dass diese genau diejenige Anordnung haben, welche sie nach den Regeln der Statik, speciell der Graphostatik haben müssen. *Culmann* wies nach, dass beispielsweise in dem menschlichen Oberschenkelknochen die Spongiosa-Bildungen genau in der gleichen Weise angeordnet sind, wie die sogenannten Trajektorien oder Zug- und Drucklinien im Innern der freistehenden Tragsäule eines Krahnes, des sogenannten Fairbein-Krahnes. Professor *Wolff* erwarb sich nun das grosse Verdienst, hieraus die praktischen Konsequenzen zu ziehen und sein Transformationsgesetz der Knochen aufzustellen. Dasselbe ist zum ersten Male zusammengefasst in einem von der kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften herausgegebenen, mit zahlreichen mustergültigen Abbildungen ausgestatteten Sonderwerke. Zunächst führte Professor *Wolff* in den Jahren 1870 und 1872 den Nachweis, dass im Gefolge sämtlicher, aus irgend welchem äusseren oder inneren Anlasse entstehenden, pathologischen Veränderungen der äusseren Form und der Inanspruchnahme der Knochen gewisse Umwandlungen der inneren Architektur dieser Knochen vor sich gehen und zwar derart, dass in gleichartigen Fällen jedesmal dieselbe Form der Umwandlungen wiederkehrt. *Wolff* wies schon damals nach, dass diese Umwandlungen in direkter Beziehung zur Wiederherstellung der Funktion des pathologisch veränderten Knochens stehen. Er zeigte alsdann in den Jahren 1884 und 1885, dass auch absichtlich herbeigeführte, also nicht durch pathologische Verhältnisse verursachte Abänderungen der statischen Inanspruchnahme der Knochen-Umwandlungen der Form und der Architektur zur Folge haben, und dass es mithin möglich ist, nicht nur durch willkürliche bewirkte Störungen der normalen statischen Inanspruchnahme der Knochen abnorme Knochenformen zu erzeugen, sondern auch die Gestalt deformierter Knochen durch Herstellung einer normalen statischen Inanspruchnahme zur Norm zurückzuführen. Es ist ohne weiteres einleuchtend, eine wie hohe Bedeutung dieses *Wolff'sche* Transformationsgesetzes für die Behandlung irgendwie deformierter Knochen haben muss, z. B. bei Rachitis, Skoliose, Klumpfuss u. s. w. Indem wir bezüglich des weiteren Inhaltes des Vortrages auf dessen in «*Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen*» erfolgte Veröffentlichung verweisen, wollen wir nur noch kurz bemerken, dass das *Wolff'sche* Transformationsgesetz neben seinem anatomisch-chirurgischen Interesse auch vom naturphilosophischen und technisch-mathematischen Standpunkte besondere Bedeutung hat.

Kapp hat in seiner «*Philosophie der Technik*» den Grundsatz aufgestellt, dass das Werkzeug gleich der Sprache die absolute Selbstproduktion des Menschen sei. Im Anschluss hieran sind die Urwerkzeuge als die Organprojektionen, d. h. die unbewusst ausgeführten Nachahmungen der angeborenen Werkzeuge anzusehen, in erster Linie der Hand, des «*Werkzeuges der Werkzeuge*» (Aristoteles). So ist der Hammer die Organprojektion der geballten Faust, die Zange die Organprojektion der greifenden Finger, die Pfeife die Organproduktion des Kehlkopfes u. s. w.

Durch die *Culmann'sche* Entdeckung der Uebereinstimmung der Architektur des menschlichen Oberschenkelknochens und des in gleicher Weise beanspruchten Krahns ist ein neues Beispiel für die *Kapp'sche* Theorie der Organprojektion gegeben, welches, mag man letztere anerkennen oder nicht, jedenfalls von hohem allgemeinem Interesse ist. Für den Begründer der Graphostatik, Professor *Culmann*, war, wie er selbst in einem Schreiben an Professor *Wolff* im Jahre 1869 angibt, die Uebereinstimmung der Spongiosa-Bildungen mit den Trajektorien, ein Beweis für die Richtigkeit seiner Theorie des Fachwerkes, des Gewölbes u. s. w. Schliesslich wurde vom Vortragenden auf ein weiteres natürliches Vorkommen der Trajektorien oder Zug- und Drucklinien in den Gletschern hingewiesen.

Miscellanea.

Die Einweihung der neuen Kirche in Wiedikon, über deren bauliche Verhältnisse wir an anderer Stelle dieser Nummer berichteten, ging am letzten Sonntag programmässig von statthen. Bald nach 9 Uhr begaben

sich die offiziellen Abordnungen und Ehrengäste vom alten Bethause in geordnetem Zuge durch die festlich geschmückten Strassen des Quartiers Wiedikon unter Glockengeläute in die neue Kirche, wo Orgelspiel und Männergesang den Weiheakt in stimmungsvoller Weise einleiteten. Nach der an den Vizepräsidenten der Baukommission, Herrn Stadtrat *Fritschi* erfolgten Schlüsselübergabe, welche Architekt *Reber* mit einer kurzen, auf die reale und symbolische Bedeutung der Schlüssel hinweisenden Ansprache begleitete, nahm Pfarrer *Meili*, als Präsident der Kirchenpflege, dieselben entgegen, indem er aller bei dem Werk beteiligten mit Worten des Dankes gedachte. Tiefgehenden Eindruck hinterliess die inhaltlich bedeutsame und formschöne Ansprache des Kirchenratsabgeordneten Herrn Pfarrer *Wissmann*. Einem sich anschliessenden Orgelvortrag folgte Pfarrer *Meili's* Weihepredigt. Lieder des Kirchengesangvereins und ein kurzes Gebet des Geistlichen bildeten den Schluss der erhabenden Feier, welche den Raum des Gotteshauses bis auf den letzten Platz gefüllt hatte.

Der profane Teil des Festes spielte sich im Gasthof z. Falken ab, wo sich zum Bankett etwa 100 Teilnehmer, darunter Vertreter der Regierungs-, Kirchen- und Schulbehörden, des Stadtrats, der Lehrerschaft und andre Ehrengäste eingefunden hatten, welche Pfarrer *Meili*, der Präsident der Kirchenbaukommission, in deren Namen begrüsste und zu reger Benutzung der gewährten Redefreiheit anspornte. An diese Aufforderung knüpfte der erste Tischredner, Herr Regierungsrat *Grob*, eine launige Kritik der Wiedikonner Redefreiheit, die durch das an ihn ergangene Ersuchen zum Toast auf's Vaterland, eine eigenartige Illustration erfahre. Der, übrigens nicht in offizieller Mission erschienene, Redner erörterte sodann mit gewohnter schwungvoller Rhetorik die idealen Beziehungen zwischen Kirche und Vaterland, dem er sein begeistert erwideretes Hoch brachte. Ernst und scherzende Reden folgten nun in anregendem Wechsel, abgelöst von Vorträgen des Lehrergesangvereins Wiedikon, und die im Sinne der Aufforderung des Herrn Präsidenten entfaltete Beredtsamkeit liess erkennen, dass die Blüten des Humors auch «im Schatten der Kirche» prächtig gedeihen und nicht zum mindesten von geistlicher Seite verständnisvolle Pflege finden. Dafür zeugte u. a. der dem Geiste Zwinglis gewidmete Toast des Herrn Pfarrer *Denzler*, welcher mit den Glückwünschen der «weltherühmten» Tochtergemeinde Aussersihl eine ebenso herzliche als frühzeitige Einladung zur Einweihung der dort projektierten neuen Kirchen verband und durch seine drastische Charakteristik des ehemaligen Wiedikon offenbar jenen berüchtigten französischen Staatsmann Lügen strafte, welcher behauptet hatte, die Sprache sei dem Menschen von Gott gegeben, um die Gedanken zu verbergen. Dieser Ton fand ein lebhaftes Echo in der Rede des Herrn Oberst *Wirs*, der als Vertreter der Kirchenpflege St. Peter die Grüsse dieser Gemeinde übermittelnd, von einer zärtlichen Mutter sprach, welche ihren Kindern, den Töchtergemeinden Enge und Aussersihl, als Aussteuer ihr ganzes Vermögen gegeben und für sich nur die Steine behalten habe, und er kam nicht minder wirksam zur Geltung in der erheiternden Rede und Gegenrede der Herren Pfarrer *Ganz* und *Meili*, welche allerlei interessante statistische Mitteilungen aus den Beziehungen ihrer Amtstätigkeit austauschten. Den im «*Menu zur Kircheneinweihung Wiedikon*» gebotenen, kulinarischen Genüssen fehlte neben pointenreicher Prosa auch nicht die poetische Würze. Und zwar erwiderete Herr Architekt *Reber* in gebundener, dramatisch belebter Rede, Utos-Geist citierend und mit einem Hoch auf Zürich schliessend, dem gleichfalls humoristisch gefärbten Toast des Herrn Stadtrat *Fritschi*, welcher den Baumeister gefeiert hatte unter Zugrundelegung des Textes: «Der Mensch ist frei und wär' er auch in Ketten geboren.» Des Weiteren ergriffen das Wort die Herren Dr. *Escher* als Vertreter des Kirchenrates, Stadtpräsident *Pestalozzi*, Pfarrer *Hirszel* und Architekt *Usteri*, letzterer das bisherige gute Einvernehmen zwischen Bauleitung und Baukommission auch mit Bezug auf den Abschluss der Bau-rechnung erhoffend, worauf Stadtrat *Fritschi* mit scherhaft Zweideutigkeit erwiderete, die Kirchenbaukommission werde nach den Grundsätzen der Gerechtigkeit und Billigkeit verfahren. Während des Banketts war die hübsch ausgestattete Festschrift verteilt worden, worin Herr Pfarrer *Meili* die Geschichte der Kirchgemeinde Wiedikon und die Entstehungsgeschichte der Kirche schilderte. — Hohen musikalischen Genuss bot das Nachmittagskonzert in der Kirche, bei dem außer den vier Gesangvereinen von Wiedikon, Fr. *Buchler* als Solistin (Gesang) und Herr Musikdirektor *Häusermann* (Orgel) mitwirkten. Einer besonderen Feier für die Schuljugend war der Montag vorbehalten.

Ueber die Ursachen der Acetylenexplosion in der Fabrik von Pictet in Paris liegt nunmehr eine Aufklärung vor, welche die von uns erwähnte, ursprüngliche Vermutung für den Anlass der Katastrophe nicht bestätigt (s. Bd. XXVIII. S. 148). Herr *Vieille*, Chefschmiede der Salpeter- und Pulverwerke, welcher als Sachverständiger in der Untersuchungskommission fungierte, hat gegenüber der Darstellung des Fabrikdirektors entschieden