Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 37/38 (1901)
Heft: 9

Artikel: Die Tiber-Regulierung in Rom
Autor: Zschokke, Conrad
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-22675

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

INHALT: Die Tiber-Regulierung in Rom. — Rückblick auf die deutsche Bauausstellung in Dresden. — Miscellanea: Die neue Osmiumglühlampe. Kontrollanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung. Ein Kabel durch den stillen Ocean. Ausstellung von Gipsdielen und Mackolith, sowie von Entwürfen von Einfamilien-Häusern. Zweite Eisenbahnbrücke Linz-Urfahr. Reichhaltige Marmorlager. Hochbahn für Radfahrer. Internationaler Verband für die Materialprüfungen der Technik. — Konkurrenzen: Primarschulhaus in Moutier. Wiederherstellung des Domes St. Peter und Paul in Brünn. Evangelisch-reformierte Kirche in Bern. Rathaus in Dresden. — Nekrologie: † Kaspar Diethelm. — Litteratur: Technische Thermodynamik. Eingegangene litterarische Neuigkeiten. — Vereinsnachrichten: G. e. P.: Stellenvermittelung.

Die Tiber-Regulierung in Rom.[1])

Von Prof. *Conrad Zschokke*, Ingenieur.

Zu allen Zeiten wurden die niederen Stadtteile von Rom durch Ueberschwemmungen heimgesucht und schon die römischen Kaiser, so namentlich Trajan, suchten nach Mitteln, die Plage von ihrer Hauptstadt abzuwenden.

Ernstlich ist indessen nie etwas geschehen. Wohl erzählt man sich, es sei seinerzeit zur Erleichterung des Abflusses des Tibers und zur Abschneidung von Serpentinen desselben ein Kanal vom Ponte Milvio (Molle) aus bis unterhalb Ponte Trionfale erstellt worden, welcher somit die Engelsburg links liegen liess; aber bestimmte Anhaltspunkte für diese Behauptung finden sich nicht vor.

Im Jahre 1870, bald nach Einnahme der Stadt Rom durch die italienischen Truppen, trat anfangs Dezember ein Hochwasser ein, das zu den grössten zählt, welche die Geschichte kennt. Es erreichte am Pegel in Ripetta die Höhe von 17,22 *m* über dem Meeresspiegel, während das Niederwasser daselbst bloss auf der Höhe von 5,90 liegt, und überstieg dieses letztere somit um 11,32 *m*. — Weitaus der grösste Teil der unteren Stadt wurde unter Wasser gesetzt; durch die „Via Flaminia“ wälzte sich der Strom über die „Piazza del Popolo“ in alle einmündenden Strassen und erreichte durch die Via Babuino nahezu die „Piazza di Spagna“, durch den „Corso“ die „Piazza Venezia“; durch die „Via Ripetta“ setzte er die „Piazza Navona“ unter Wasser. Auf dem rechter Ufer bedeckte die Flut den ganzen Stadtteil bis zum St. Petersplatz.

Der Schaden war ungeheuer, und es entstand für Italien die Aufgabe, seine neue Hauptstadt in Zukunft gegen solche Misstände zu schützen. Viele Projekte wurden aufgestellt; das bekannteste ist wohl dasjenige von Garibaldi, der den alten Gedanken wieder aufnahm, oberhalb Rom einen Kanal vom Tiber abzuzweigen, welcher den Grossteil des Wassers südlich der Hügel, auf denen die Stadt liegt, um dieselbe herum und erst wenig oberhalb der Basilika S. Paolo wieder in das Tiberbett zurückführen sollte, sodass nur eine ganz bescheidene Wassermenge durch das städtische Tiberbett abzuleiten gewesen wäre.

Alle diese Projekte wurden einer von der Regierung am 1. Januar 1871 ernannten Kommission zugewiesen, welche dieselben abzuwägen und eine definitive Vorlage auszuarbeiten hatte. Die Schwierigkeiten, welche zu berücksichtigen waren, bestanden zunächst in dem grossen Unterschiede der bei Nieder- und Hochwasser abzuführenden Wassermengen, dann aber in der Thatsache, dass der Fluss in seinem Laufe durch die Stadt ein sehr unregelmässiges Bett besass und zwar sowohl hinsichtlich seiner Breite und Tiefe als auch seiner Richtungsverhältnisse. Zwischen oft steilen, oft ganz flachen Ufern, bald durch Brücken und einzelne am Ufer vorspringende Bauten eingeengt, hier Inseln bildend, dort durch eingebaute Mühlen gestaut, zog er sich in zahlreichen Windungen durch die Stadt. Dabei nahm er aus allen Stadtteilen von links und rechts eine Unzahl von aus allen Zeitabschnitten der römischen Geschichte stammenden Abzugskanälen auf und bot deshalb bei niedrigen Wasserständen das Bild eines schlammigen, übelriechenden und seichten Wasserlaufes, aus dessen blosgelegten Böschungen sich zahlreiche Miasmen entwickelten. Bei höheren Wasserständen zeigten sich mit Rücksicht auf das ungleiche Profil Strecken mit geringem Gefälle infolge von Stauungen, anderseits Stromschnellen unterhalb derselben; bei Hochwassern endlich wurden die Abzugskanäle zunächst gestaut und ergossen bei fortgesetztem Steigen ihren Inhalt samt dem Tiberwasser in die Häuser, Strassen und Plätze, so namentlich schon bei bescheidenen Hochwassern, zunächst in das Pantheon, welches gegenüber den umliegenden Strassen und dem vorliegenden Platze tief liegt.

Aus einer Publikation der obgenannten Kommission ergiebt sich, dass in den 50 Jahren, von 1822 bis 1871, der Tiber 193 mal die Quote 10,00 *m* über Meeresspiegel, und somit die Höhe von etwa 4 *m* über N. W. überschritten hat. Er erreichte dabei:

1	mal die Höhe von	17,22 *m*	über Meer		(1870)
2	„ „ „ „	15,00 „	„	„	(1843 u. 1863)
11	„ Höhen von	14—15 „	„	„	
28	„ „ „	13—14 „	„	„	
28	„ „ „	12—13 „	„	„	
60	„ „ „	11—12 „	„	„	
63	„ „ „	10—11 „	„	„	

Tot. 193 mal, im Mittel Höhen von 11,7 *m* oder 5,8 *m* über N. W.

Nach dem Obengesagten bestand somit die Hauptaufgabe einer Korrektion darin, die Richtung des städtischen Stromlaufes so gut als möglich zu gestalten, ein thunlichst gleichmässiges Gefälle herzustellen und dann ein Querprofil desselben zu bestimmen, welches geeignet wäre, die Wassermengen bei den verschiedensten in Betracht kommenden Wasserständen abzuführen, ohne bei N. W. Ablagerungen und bei Hochwasser Ueberflutungen zu ermöglichen.

Ohne ungeheure Kosten war indessen an eine einschneidende Korrektion des Flusslaufes nicht zu denken; man beschränkte sich deshalb bloss auf eine einzige grössere Rektifikation der Ufer u. z. am rechten Ufer oberhalb Ponte Sisto, indem man einen Teil der Gärten der Farnesina abschnitt, und blieb im grossen und ganzen bei der bisherigen Flussrichtung. Bezüglich des Gefälles entschloss man sich, dasselbe für die ganze Korrektion im Staugebiet gleichmässig mit 0,4 ‰ bei N. W. anzulegen, indem man dieses N. W. durch die Quote 5,9 *m* des Pegels von Ripetta legte, der alle Höhenverhältnisse in Rom regelt und dessen Null-Punkt 0,971 *m* über dem mittleren Meeresspiegel liegt. Dieses Gefälle ergab sich als Mittel aus den bei N. W. im städt. Tiberlaufe während der Jahre 1822—1871 beobachteten Längenprofilen des Wasserspiegels.

Nun blieb die Frage des Querprofils zu lösen übrig und in dieser Beziehung gingen die Meinungen stark auseinander. Vorerst musste ein Profil gewählt werden, welches für die Wassermengen der höchsten bekannten Hochwasser den Abfluss sicherte, ohne den Wasserspiegel allzuhoch über die Strassen der Stadt zu heben und ohne allzuhohe Ufermauern zu deren Schutz erstellen zu müssen.

Ueber die Grösse dieser Wassermenge gingen damals die Ansichten stark auseinander und es dürften wohl erst die Beobachtungen, welche beim letzten Hochwasser gemacht werden konnten, darüber genaueren Aufschluss geben, weil sich dieselben auf ein geordneteres Flussbett beziehen.

Für eine Schätzung war der Umstand erschwerend, dass bei Hochwasser der Tiber sein Flussbett vertieft und leicht vertiefen kann, indem dasselbe im ganzen Stadtgebiet, wie in seinem unteren Laufe überhaupt, aus lehmhaltigem Sand besteht, der auf Sand und Kies, aber erst in grösserer Tiefe, lagert, und der fernere Umstand, dass die Erosion bei fallendem Wasser sich wieder auffüllt. Dieses letztere Verhältnis sprach für die Erstellung eines engeren Niederwasser-Profils, mit dem man erreicht hätte, dass auch bei Niederwasser das Flussbett die gewünschte Tiefe beibehalten hätte.

Die ersten Vorschläge der obgenannten Kommission für das Flussprofil durch die Stadt sahen denn auch thatsächlich ein Niederwasser-Bett von 70 *m* Breite mit zwei

[1]) Bd. X Nr. 17 und ff., Bd. XXXVII Nr. 1.

seitlichen Terrassen von je 15 *m* Breite vor, die rund 1,70 *m* über Niederwasser lagen, sodass die Weite des Hochwasserprofils 100 *m* betragen hätte und durch beinahe vertikale Mauern begrenzt gewesen wäre. (Siehe Textfigur Nr. 1.)

Gegen diesen Vorschlag erhob sich jedoch das Bedenken, es erscheine die Weite von 100 *m* schon ohnehin zu gering, wenn man das Bett wegen Platzmangel mit beinahe vertikalen Mauern begrenzen müsse, und man liess infolgedessen das Niederwasser-Bett fallen. Zu diesem Entschluss hatten noch Befürchtungen wegen der Schwierigkeit der Ausführung beigetragen. Die Kommission hatte nämlich vorgeschlagen, die Stützmauer der unteren Terrasse des Profils auf eine Steinschüttung zu setzen, die offenbar das Profil noch weiter verengert hätte, eventuell auf ein Betonfundament zwischen Spundwänden, dem man wieder nicht genügendes Zutrauen schenkte. Ueberdies blieb dann die Frage offen, wie man die Ufermauer zu fundiren habe, und es schien zweifelhaft, ob die Abpflasterung der unteren Terrassen einen genügenden Schutz für eine einfach fundierte Ufermauer bieten würde.

Man entschloss sich, am Fuss der Ufermauer bloss eine Berme von 1,50 *m* Breite beizubehalten, welche gleichzeitig mit der Ufermauer zu fundieren sei, und dieselbe bloss 1 *m* über Niederwasser zu legen (Fig. 3 S. 89). Gegenüber der Vorlage der Kommission wurde zwar das Durchflussprofil dadurch um rund 50 m^2 erweitert, ohne die Ufermauern auseinander rücken zu müssen; dabei verzichtete man aber auf den Vorteil, bei Niederwasser ein engeres Rinnsal zu schaffen, in welchem das Profil stets offen geblieben und die Bildung von Serpentinen bei Niederwasser im Flusslauf vermieden worden wäre, die bei einem leicht zu erodierenden Flussboden oft in ganz geraden Flusstrecken verhängnisvoll werden können.

Auch die bautechnische Lösung wäre dadurch nicht kostspieliger erschienen, wenn man von Anbeginn vorgesehen hätte, was sich später durch die Erfahrung ergab, dass nämlich die Fundierung der Ufermauern nur auf pneumatischem Wege möglich sei. Man hätte, gemäss den Vorschlägen der Unternehmung (Fig. 2), den Fuss der Terrassen pneumatisch fundiert, und dazu weit schmälere Caissons nötig gehabt, als für die Ufermauern selbst. Die Caissons hätten somit ohne die Kosten zu vermehren etwas tiefer versenkt werden können, und es wäre dadurch die teurere, breitere Fundation unter den Ufermauern erspart worden, sofern man auf die Abpflasterung der unteren Terrassen einige Sorgfalt verwendet hätte.

Im übrigen schlug die Kommission vor, das gewählte Flussprofil zwar nicht in seiner ganzen Breite und Tiefe auszuheben, aber doch alle festen Gegenstände innerhalb desselben zu entfernen, bis herab zu denjenigen, welche einen Würfel von einem Centimeter Seite bilden; überdies sollten alle Bodenarten und Lehmablagerungen, von denen befürchtet werden musste, dass sie vom Hochwasser nicht erodiert und weggetragen werden würden, abgegraben bezw. ausgebaggert werden.

Man ist in Beziehung auf die Entfernung der kleinen festen Körper unbedingt zu weit gegangen und hätte sich darauf beschränken können, innerhalb des festgesetzten Profils nur diejenigen Mauermassen, Pilotierungen u. dgl. wegzuräumen, deren Abmessungen sich für die Bildung des Normalprofils bei Hochwasser als ein wirkliches Hindernis ergeben hätten.

Endlich schlug die Kommission vor, auf beiden Ufern und in Verbindung mit den Ufermauern Sammelkanäle zu erstellen, welche alle Seitenkanäle aufnehmen und deren Inhalt weit unterhalb der Stadt in den Tiber führen sollten. Unter Beibehaltung dieses Grundsatzes wurde im endgültigen Projekt die Abänderung vorgenommen, diese Sammelkanäle unabhängig von den Ufermauern, in einer gewissen Entfernung von denselben auszuführen; dadurch war das Schicksal dieser Kanäle nicht notwendig mit demjenigen der Ufermauern verknüpft. (S. Fig. 3.)

Um endlich die Stadt künftig gegen alle Gefahr der Ueberschwemmung sicher zu stellen, sollten oberhalb derselben die Ufermauern mittels gepflasterter Erddämme bis zu den dem Tiber zunächst liegenden Hügeln fortgeführt werden. Auf beiden Ufern war dies leicht einige hundert Meter oberhalb Ponte Molle zu bewerkstelligen.

Mit Durchführung dieser Arbeiten wurde im Jahre 1879 unterhalb Ponte Sisto begonnen. Es ergab sich aber sofort die Unmöglichkeit, die Ufermauern, wie vorgesehen war, in offenen Baugruben, zwischen Spundwänden auf die festgesetzte Tiefe von 6 *m* unter Niederwasser zu fundieren. Nach Massgabe des Aushubes dieser Baugruben und der dazu nötigen Pumpenarbeit stellten sich ausgedehnte Bodensenkungen ein, die nächsten Häuser drohten einzustürzen und die Baugruben selbst füllten sich, oft plötzlich, wieder bis auf Wasserhöhe mit Schlamm.

Man musste sich deshalb entschliessen, zur Fundation mittels Pressluft überzugehen und setzte demgemäss für die Ufermauern das Normalprofil nach Fig. 3 (S. 89) fest.

Die Bauten nach diesem Verfahren begannen im Jahre 1883 am rechten Ufer oberhalb Ponte Sisto in den Gärten des Palastes der Farnesina, wo die wichtigste Korrektionsarbeit des Flusslaufes durch Abgrabung einer Serpentine stattfand. — Gleichzeitig begann man, von unten nach oben

Fig. 1. Ursprünglich von der Kommission vorgeschlagenes Normalprofil. 1 : 600.

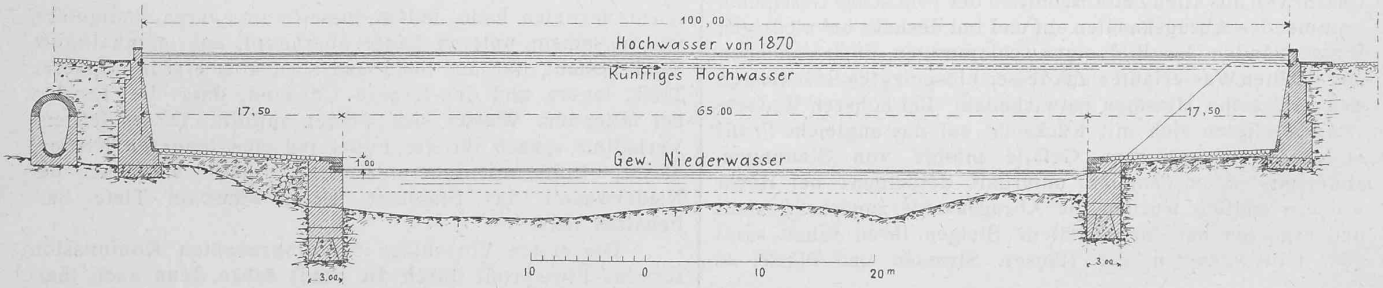
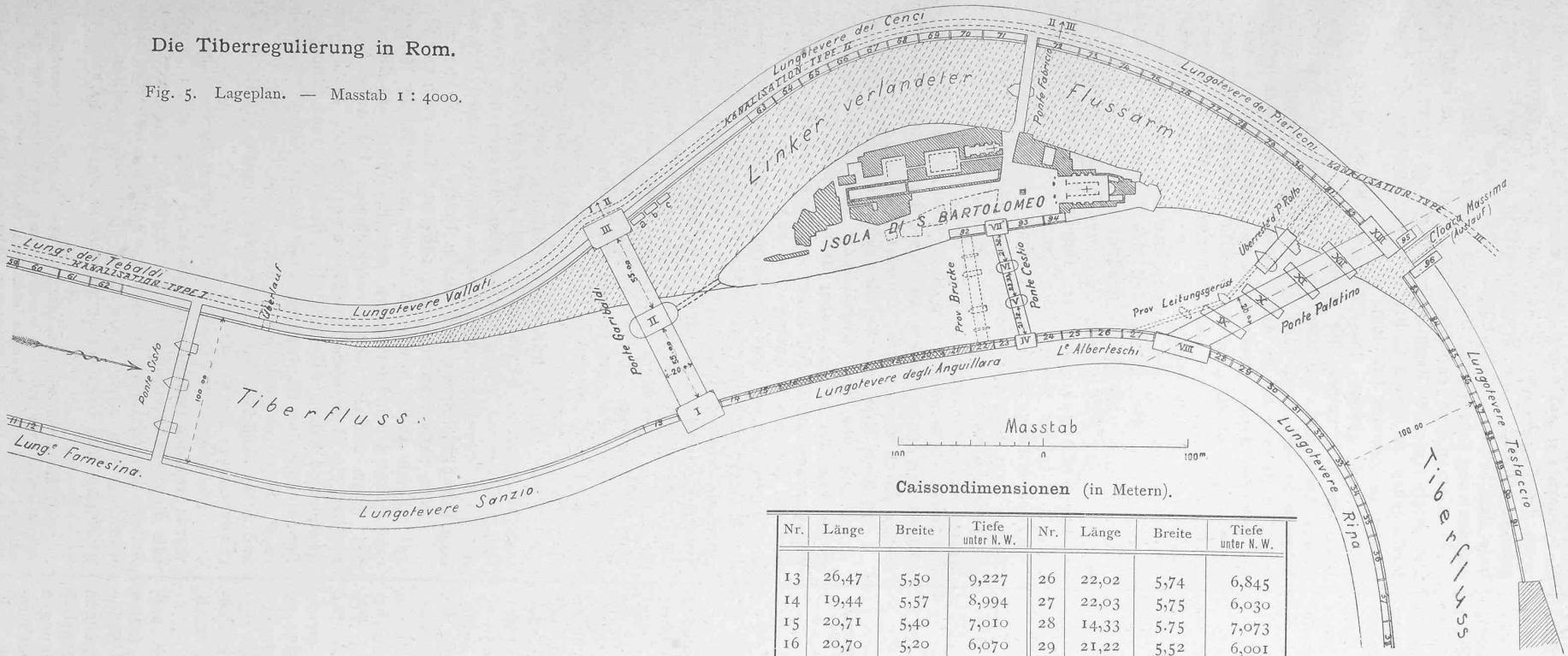


Fig. 2. Von der Unternehmung vorgeschlagenes Normalprofil. 1 : 600.

Die Tiberregulierung in Rom.

Fig. 5. Lageplan. — Masstab 1 : 4000.



Caissondimensionen (in Metern).

Nr.	Länge	Breite	Tiefe unter N. W.	Nr.	Länge	Breite	Tiefe unter N. W.
13	26,47	5,50	9,227	26	22,02	5,74	6,845
14	19,44	5,57	8,994	27	22,03	5,75	6,030
15	20,71	5,40	7,010	28	14,33	5.75	7,073
16	20,70	5,20	6,070	29	21,22	5,52	6,001
17	24,77	5,11	6,010	30	21,22	5,28	6,118
18	24,79	4,92	6,190	31	21.25	5,27	6,550
19	24,58	5,00	6,190	32	21,21	5,18	6,108
20	24,76	4,90	6,000	33	21,22	5,17	6.550
21	20 04	5,75	7,080	34	20,53	5,50	6,917
22	20,00	5,73	7,840	35	20,54	5,53	6,559
23	15.01	5,74	9,185	I	31,80	15,30	13,860
24	20,02	5.75	9,750	IV	13,03	8,52	10,405
25	20,00	5,75	7,949	VIII	40,74	8,02	10,210

Disposition der Caissons.

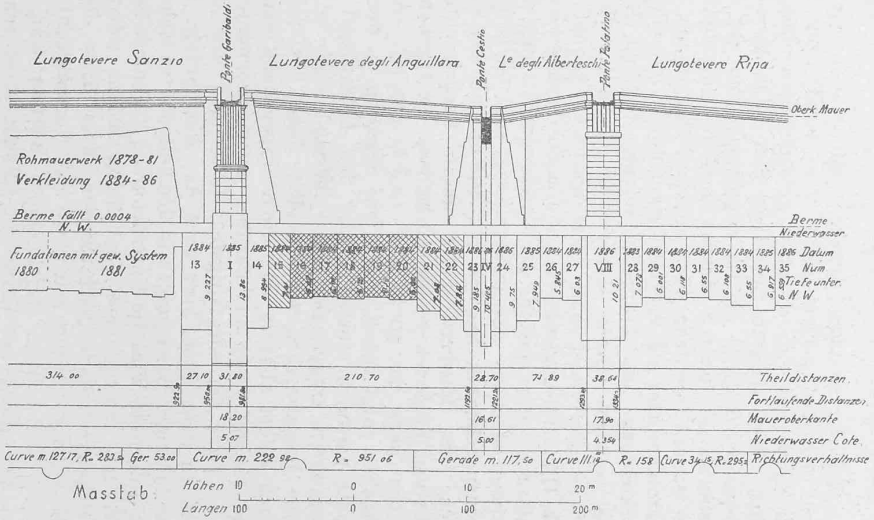


Fig. 6. Längenprofil der rechtseitigen Quaimauern. Längen 1 : 6000, Höhen 1 : 600.

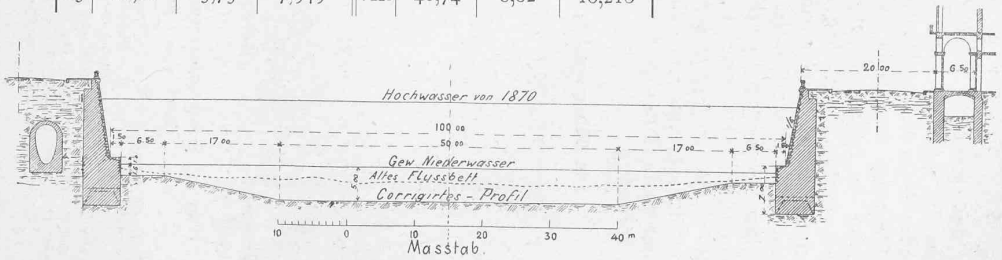


Fig. 3. Normalprofil des korrigierten Tiberbettes 1 : 1000.

fortschreitend, die Arbeiten für Erstellung des normalen Flussbettes.

Von der strengen Durchführung des einheitlichen Querprofiles ist nur an einer Stelle u. z. bei der Isola Tiberina oder Isola di St. Bartolomeo abgegangen worden, welche auf Wunsch der Archäologen und gegen die bessere Ueberzeugung der Ingenieure erhalten bleiben sollte (Fig. 5 S. 89). Die Letzteren hatten vorgeschlagen, den Tiber auf der rechten Seite der Insel mit normalem Profil durchzuführen und die Insel zum linken Stadtteil zu schlagen. Sie mussten sich aber dazu bequemen, die Stromspaltung beizubehalten und dem rechten Arm eine Breite von rund 65 *m*, dem linken eine solche von 55 *m*, somit dem Flusse an jener Stelle eine Totalbreite von rund 120 *m* zu geben, wobei die Ufer der Isola Tiberina nur in der Nähe der Brücken gesichert wurden.

Die Tiberregulierung in Rom.

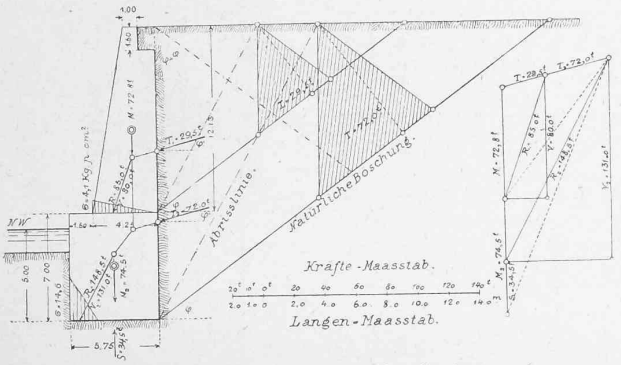


Fig. 4. Stabilitätsberechnung der Quaimauer. Stück von 1 *m* Länge.

Elemente der Berechnung: T = Erddruck, S = Auftrieb, R = Kraftresultante, V = Vertikalkomponente von R, M = Mauerlast, spezifisches Gewicht der Erde = 1,75, des Mauerwerks = 1,85. Natürlicher Böschungswinkel der Hinterfüllung φ = 37°. Reibungswinkel zwischen Hinterfüllung und Mauerwerk φ^1 = 15°.
Druckbeanspruchung = σ in *kg* pro cm^2
Maximaler Druck auf Bermenhöhe $\sigma = 4{,}1$ kg/cm^2,
" " an der Fundamentbasis $\sigma = 14{,}6$ kg/cm^2.
" " " " " mit Rücksicht auf den passiven Erddruck auf der Vorderseite der Mauer $\sigma = 10{,}6$ kg/cm^2.

Bei der grossen Länge der mit Mauern zu schützenden Ufer und der Schwierigkeit ihrer Fundierung entschloss man sich, mit der denkbar grössten Sparsamkeit vorzugehen. Den Masstab derselben giebt das *Normalprofil der Ufermauern* (Fig. 3), die im allgemeinen nur auf 6 *m* unter Niederwasser fundiert werden durften. Ausgeführt wurden die Mauern in vulkan. Tuff von den Hügeln um Rom und Puzzolanmörtel als Bruchsteinmauerwerk mit einer dünnen Verkleidung aus Travertin (einem porösen Kalksinter). Das Gewicht dieses Mauerwerks beträgt etwa 1850 *kg* pro m^3. Berechnet man, unter normalen Annahmen bezüglich Hinterfüllungsmaterial und unter Berücksichtigung der Thatsache, dass sowohl der Untergrund als auch die Hinterfüllung durchaus wasserdurchlässig sind (siehe Fig. 4), die Beanspruchungen bei der Bankette und auf der Fundamentfläche (im letzteren Falle unter Berücksichtigung des passiven Erddruckes des Vorlandes), so ergeben sich dieselben bezw. zu 4,1 *kg* und 10,6 *kg* pro m^2. Aus diesen Angaben folgt sofort, dass eine Senkung an der vorderen Kante eintreten musste, sobald der Untergrund nicht aus kompaktem tragfähigem Sand bestand oder sobald derselbe ausgewaschen wurde, indem dann der passive Erddruck sofort abnahm und die Beanspruchung ebenso rasch, und bis auf 15 *kg* und darüber ansteigen musste.

Trotz der sorgfältigsten Herstellung der Arbeit entstanden denn auch, kurz nach der Ausführung der ersten Fundamente, Bewegungen in den vollendeten Mauern. Schon im Juli 1886 wies die Unternehmung auf solche Bewegungen hin und machte ihre Vorbehalte, indem sie namentlich Gelegenheit hatte nachzuweisen, dass diese Bewegungen überall dort erfolgt seien, wo das Normalprofil des Flussbettes thatsächlich durchgeführt worden war, wie z. B. bei Abgrabung der Farnesina. Somit stand schon damals fest, dass im allgemeinen der Untergrund den Druck ohne einiges Nachgeben nicht werde aufnehmen können, wenn die Mauern nur auf 6 *m* fundiert waren und das Normalprofil des Flussbettes bis auf die Tiefe von 5,00 *m* ausgehoben wurde. Diese Sparsamkeit in der Fundierungstiefe der Mauern sollte nun in den letzten Wochen des abgelaufenen Jahres ganz besondere Folgen haben.

Als man sich entschloss, die Tiberinsel zu erhalten und somit trotz der Regulierung die dortige Stromspaltung fortbestehen zu lassen (s. Fig. 5 S. 89), entstand ein sehr schwer zu lösendes Problem.

Es ist bekannt, dass bei einer Stromspaltung der Fluss im allgemeinen die Neigung hat, denjenigen der beiden Arme zum Hauptstrome auszubilden, welcher der kürzeste ist und somit das grösste Gefälle bietet. Will man den Bestand beider Arme sichern, so wird es nötig, im kürzeren Arme Massnahmen zu treffen, um zu verhindern, dass er ein grösseres Gefälle erhält, als das Wasser im längeren Arm, oder doch wenigstens dafür zu sorgen, dass durch den kürzeren Arm bei jedem Wasserstande nur ein bestimmter Teil der Gesamtwassermenge abfliessen kann, sodass der andere Teil des Wassers durch den längeren Arm abzufliessen genötigt ist. Dieses Resultat erlangt man z. B. dadurch, dass man nicht nur die Ufer des kürzeren Armes gegen den Angriff des Wassers sichert, oder mit andern Worten, die Breite des Armes unveränderlich festlegt, sondern dass man auch die Sohle bezüglich ihrer Höhenlage fixiert. Es kann dies etwa dadurch geschehen, dass man nahe am unteren Teile des kürzeren Armes eine Grundschwelle quer durch denselben erstellt und deren Höhe genau so festlegt, dass unter allen Umständen nur der gewünschte Bruchteil der gesamten Wassermenge durch diesen Arm abfliessen kann.

In Rom lagen die Verhältnisse nun folgendermassen: Schon vor der Regulierung war thatsächlich der rechte Arm der kürzere, aber dennoch floss die grössere Wassermenge durch den linken Arm und befand sich auch dort die grössere Strömung und zwar zum Teil deshalb, weil durch die, vor der Regulierung bestehende Serpentine das Wasser oberhalb der Insel gegen den linken Arm gewiesen wurde; dazu kam aber namentlich, dass die Brücke im linken Arm (der Ponte Fabricio oder Quattro Capi) eine doppelt so grosse Durchflussöffnung bot, als die Brücke im rechten Arm (Ponte Cestio) und dass unter dem Bogen dieser letztern seit Römerzeiten ein Steinwurf angelegt war, der ohne Zweifel eine grosse Tiefe erreichte und in seinem oberen Teile so fest gelagert war, dass man ihn im Mittelalter für ein Gegengewölbe gehalten hat. Diese Brücke mit einer Oeffnung von nur 23,7 *m* und ihr Steinwurf hatten bisher bewirkt, dass durch den rechten Arm nur wenig Wasser floss, dagegen der Grossteil durch den linken Arm fliessen musste, dessen Brücke eine Durchflussöffnung von 54,4 *m* besass.

Nun hatte man im Jahre 1884 auf dem rechten Ufer des rechten Armes oberhalb dieser alten Brücke (Ponte Cestio) die neuen Ufermauern erstellt, ohne über die Art des zwar damals schon vorgesehenen Umbaues dieser Brücke ein definitives Projekt ausgearbeitet zu haben. Ahnungslos hatten die Behörden deshalb auch dort die Fundamente der Ufermauern bloss auf die Normaltiefe von rund 6 *m* ausführen lassen (s. Fig. 6 S. 89, Caissons 16—20) und bloss zunächst den Brückenwiderlagern etwas tiefer. (Caissons 14, 15, 21, 22, 23 u. s. w.)

Das endgültige Projekt für den Umbau der Cestiobrücke wurde von den Behörden erst im Jahre 1887 festgestellt und sah die Verbreiterung derselben durch Beifügung von zwei Seitenbögen zum alten Bogen vor, welche die bisherige lichte Oeffnung von 23,73 *m* auf 66,50 *m* erweitern sollten, *ohne gleichzeitig auch eine Sohlenversicherung in Aussicht zu nehmen*[1]).

[1]) Mit ihrem Brief vom 28. März 1886 hatte die Unternehmung den Behörden anempfohlen, diese Erweiterung so anzulegen, dass gleichzeitig in den neuen Oeffnungen eine feste Grundschwelle entstand und diejenige unter dem alten Mittelbogen beibehalten wurde. Ihr Vorschlag fand keine Berücksichtigung.

So musste denn auch das bisher bestandene Gleichgewicht im Abfluss der Wasser durch die zwei Stromarme zerstört werden.

Die Unternehmung hat die Behörden schon in ihrem Brief vom 30. Oktober 1887, bevor die Arbeiten begonnen wurden, auf diese Thatsache aufmerksam gemacht, indem sie ihr schrieb:

„Wir können schon jetzt versichern, dass im Momente, wo die Verbreiterung der Cestio-Brücke vollzogen sein wird, das gesamte Wasser des Tibers, sogar bei mittleren Hochwassern, ausschliesslich durch den rechten Arm abfliessen wird und zwar weil sich schon etwas unterhalb der Sisto-Brücke auf dem linken Ufer Ablagerungen bilden werden, welche den linken Arm vollständig ausfüllen und bis über die Cloaca Massima hinabreichen werden."

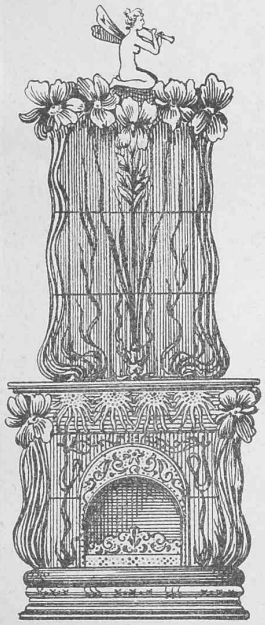


Fig. 4. Ofen der Meissner Ofen- u. Porzellanfabrik.

Dieses Verhältnis trat denn auch im Jahre 1890 nach Vollendung des Umbaues der Cestio-Brücke — genau wie vorausgesagt worden war — ein, und nun machten sich bezüglich Oeffnung des verlandeten linken Armes die widersprechendsten Ansichten geltend.

Fruchtlos blieben aber alle mit unzureichenden Mitteln vorgenommenen Arbeiten, so z. B. die Verbauung des Raumes zwischen dem Pfeiler der Garibaldi-Brücke und der oberen Spitze der Tiber-Insel (deren Ausführung die Unternehmung als unzweckmässig abgelehnt hatte). Nun ward allen, welche die Verhältnisse kannten, klar, dass bei einem grösseren Hochwasser die gesamte Wassermenge nur durch den rechten Arm abfliessen konnte, und weil sie dort zu sehr in der Breite eingeengt war, den nötigen Raum in der Tiefe durch Erosion werde suchen müssen. In diesem Falle war für die auf nur 6 *m* fundierten Ufermauern Gefahr vorhanden.

Dieser Fall trat nun am Ende des vorigen Jahres (4. und 5. Dezember 1900) ein. Der Wasserstand des Tibers erreichte eine Höhe von 16,17 *m* über Meer, somit von 10,27 über Niederwasser und die ungeheure Wassermasse wälzte sich nun beinahe ausschliesslich durch den rechten Arm, was zur Folge hatte, dass die Ufermauern auf den Fundamentblöcken 16, 17, 18, 19 und 20 (Fig. 6 S. 89) *mit den Fundamenten* in den Fluten verschwanden, und die nächstliegenden Blöcke 21 und 22 eine starke Neigung annahmen, sodass sie beseitigt werden müssen. Die Blöcke 25, 26 und 27 unterhalb der Brücke, nahmen eine Neigung gegen den Fluss, sodass sich der bisherige Anzug der Mauer, der $^1/_6$ betrug, auf $^1/_{12}$ reduzierte. Messungen über die Tiefe der Erosion konnten von den Staatsingenieuren nur gemacht werden, nachdem das Wasser wieder bis auf die Tiefe von 3,50 über Niederwasser zurückgegangen war. Sie ergaben vor den umgestürzten Blöcken oberhalb der Cestio-Brücke Tiefen von 8—10 *m* unter Niederwasser, so dass die Mauern in den Fluten wirklich versunken sind und bei ihrer geringen Fundamenttiefe versinken mussten. Vor dem rechten Widerlager der Brücke fand sich eine Tiefe bis zu 9 *m* unter Niederwasser während das Widerlager, das keine Bewegung gemacht hat, auf 10,40 *m* fundiert ist;

20 *m* unterhalb der Brücke, wo die Mauer auf 9,75 *m* Tiefe fundiert ist, ergab sich eine Tiefe von 9,30 *m*;

40 *m* unterhalb der Brücke wurde eine Tiefe von 7,50 *m* unter Niederwasser gemessen; die Mauer ist dort auf 7,95 *m* fundiert;

50 *m* unterhalb der Brücke endlich war die Tiefe des Wassers 6 *m* unter Niederwasser und das Mauerfundament reicht auf 5,85 *m* unter Niederwasser hinunter.

Rückblick auf die deutsche Bauausstellung in Dresden. — Kunsthandwerk.

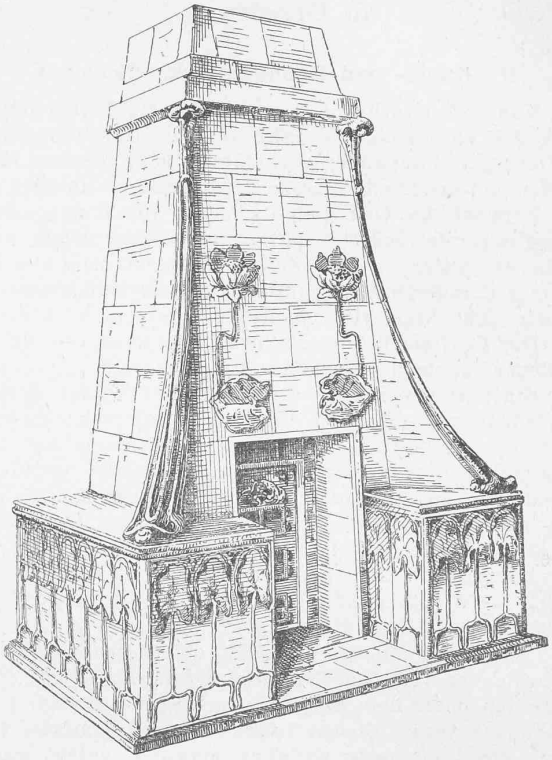


Fig. 5. Grüner Kachelofen der Ofenfabrik «Saxonia» in Cölln-Meissen.

Wenn man schon staunen muss, dass trotz dieser Erosion die Mauern unterhalb der Brücke noch stehen, und zwar trotz der knappen Abmessungen ihres Querschnittes, so fällt dies noch mehr auf, wenn man überlegt, dass zur Zeit der Sondierung das Wasser schon um etwa 7,00 *m* zurückgegangen war und mithin auch die Erosion, die in diesem Boden der Strömung, somit der Wasserhöhe, proportional ist. Es lässt sich dies nur durch die Thatsache erklären, dass die einzelnen Blöcke unter sich gut verspannt waren und aus ausgezeichnetem Mauerwerk bestanden, was namentlich von den Ingenieuren festgestellt wird, welche die Räumungsarbeiten besorgen.

Während des Hochwassers wurde beobachtet, dass lange Zeit bevor die ungenügend tief fundierten Mauern sich bewegten, die Anschüttung hinter denselben eingesunken war, was darauf hinwies, dass sie unter den Fundamenten hinausgezogen wurde, weil eine tiefere Erosion vor denselben eingetreten war.

Es wird sich nun fragen, was zu geschehen hat, um die Wiederholung solcher Kalamitäten in Zukunft zu hindern.

Unserer Ansicht nach giebt es bloss zwei Lösungen:

Die radikale Lösung läge in dem nachträglichen Ausbau des rechten Armes zum Hauptstrom: doch muss zugegeben werden, dass zu dem Ende die Verhältnisse heute ungünstiger liegen als zur Zeit der Korrektion dieser Stromstrecke, indem das rechte Ufer zu weit vorgeschoben ist, sodass die Erweiterung nun die Abtragung der wichtigsten Bauten auf der Isola di St. Bartolomeo notwendig machen würde.

Zudem sieht die Stellung der Pfeiler des neuen Ponte Palatino und der Rest des Ponte Sublicio die Benützung des linken Armes voraus.

Dann bleibt bloss noch die Regulierung der Sohle des rechten Armes durch eine Querschwelle übrig und nach Vollendung derselben die Oeffnung des linken Armes durch Baggerung.

Die blosse Baggerung ohne die vorherige Sohlensicherung im rechten Arme ist aussichtslos.