

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 39/40 (1902)  
**Heft:** 17

**Artikel:** Der Durchbruch des Hafendamms von Genua am 27. November 1898  
**Autor:** Bavier, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-23441>

### **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:** 12.12.2025

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



Abb. 14. Chinese.

Die Baukosten betragen mit dem Turm und nach Abzug von verschiedenen Mobiliararbeiten und anderen auf Rechnung der Post- und Telegraphen-Verwaltung ausgeführten und eigentlich nicht zum Bau gehörenden Arbeiten rund 2 000 000 Fr., wovon auf die Pfahlfundation allein 53 600 Fr. und auf den eisernen Einbau und die Dachkonstruktion 247 400 Fr. entfallen.

Wie sehr es angezeigt war durch die angewandte Bauweise eine grösstmögliche Ausnutzung des ver-

ein nach dem Verkehr bemessenes Hülfspersonal beigegeben ist. Den Verdienstbesorgen 20 Ausläufer, die im Erdgeschoss hinter der Telegraphenaufgabe-Stelle ihr eigenes Wartezimmer haben. — Mit der Telegraphenaufgabe ist bekanntlich auch eine öffentliche Telefonsprechstelle verbunden.

Zum Schlusse sei uns noch gestattet, darauf hinzuweisen, dass bei Vergabe der Bauarbeiten für das neue Post- und Telegraphengebäude aus-

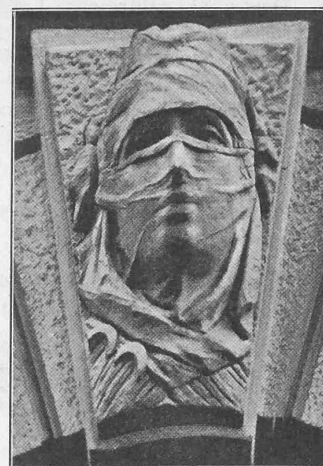


Abb. 15. Odaliske.

hältnismässig beschränkten Arealen zu erzielen mögen folgende Angaben begründen. Der grosse Aufschwung im Post- und Telegraphen-Verkehr von Zürich zeigt sich am deutlichsten in nachfolgenden Angaben, für deren Mitteilung wir der hiesigen Kreispost-Direktion und der Telegraphen-Inspektion zu Dank verpflichtet sind. Dabei ist zu bemerken, dass die betreffenden Ziffern nur den Verkehr auf der Hauptpost beschlagen und derjenige auf den Filialen hier nicht eingeschlossen ist.

A. Postamt. Das Hauptpostbureau Zürich beförderte im Laufe des Jahres 1901:

a) An eingeschriebenen und uneingeschriebenen Korrespondenzen	21 330 666 Stück
b) An abonnierten Zeitungen	21 406 690 »
c) » aufgegebenen Packeten, Geldern etc.	521 314 »
d) » aufgegeb. Nachnahmen etc.	530 852 »
e) » Geldanweisungen	506 545 »
f) » Einzugsmandaten	48 351 »

An Wertzeichen wurden im letzten Jahr auf der Hauptpost verkauft für 1150 660 Fr.

Zur Bewältigung dieses beträchtlichen Verkehrs sind auf der Hauptpost zur Zeit 339 Mann, nämlich 133 Beamte und 206 Angestellte, beschäftigt. In letzterer Zahl sind 140 Briefträger und 11 Mandatsträger inbegriffen.

B. Telegraphenamt. Das Gebiet der Telegraphen-Inspektion Zürich umfasst die Kantone Zürich, Schaffhausen, Zug, Schwyz, Uri und einen Teil von Luzern.

Das Hauptbureau ist durch 12 direkte und 28 indirekte Drähte mit den meisten grösseren Städten der Schweiz, sowie mit einer grösseren Anzahl von Ortschaften der nördlichen und östlichen Schweiz verbunden. Ebenso verfügt dasselbe über vier internationale direkte Leitungen nach London, Wien, Frankfurt a. Main und Mailand, zu denen sich in nächster Zeit noch ein Draht nach Paris gesellen wird. Der Depeschenverkehr wird durch etwa 60 Morse- und Hughes-Apparate vermittelt, die im grossen Saale des ersten Stockes gegen den Stadthausquai aufgestellt sind, und es belief sich der Gesamtdespeschenverkehr daselbst einschliesslich der unspedierte Telegramme im Jahr 1901 auf 970 256, also im Tag auf durchschnittlich 2658 Stück.

Das Personal auf dem Hauptbureau besteht aus rund 100 Beamten und Angestellten. In den zwei Telegraphen-Apparat-Sälen arbeiten 58 Telegraphisten, denen noch



Abb. 17. Schild mit Löwenkopf.

schliesslich schweizerische Unternehmer berücksichtigt wurden. — Ausser den bereits genannten Künstlern und Unternehmern haben sich für die grösseren Arbeiten noch nachstehende Firmen an der Ausführung des Baues betätigt und zum Gelingen desselben beigetragen:

Für Erd-, Ramm- und Maurerarbeiten: die

- Unternehmer Lauffer & Franceschetti, jetzt Franceschetti & Cie. in Zürich III.
- „ Granitarbeiten: Antonini in Wassen.
- „ Eisenkonstruktion: Bosshard & Cie. in Näfels und Schröder & Cie. in Brugg.
- „ Dachdeckerarbeiten: Casimir von Arx in Olten.
- „ Spengler- und Holzzementarbeiten: A. Schulthess in Zürich V.
- „ Gipsarbeiten: W. Martin & Cie., Gebr. Berger und Pietro Ritter, alle in Zürich.
- „ Glaserarbeiten: Seeger Rietmann in St. Gallen, Schmidt & Weisheit in Zürich und Blind & Staub in Oberrieden.
- „ Schreinerarbeiten: Blind in Oberrieden, Altmanns Söhne in Glarus, sowie Jakob Walder und J. Hess in Zürich.
- „ Kunstschlosserarbeiten: Zwinggi in Zürich III und Theiler in Zürich V.
- „ Baubeschläge: Stucki, Eisenhandlung in Zürich V und Stierli in Schaffhausen.
- „ hydraulische Aufzüge: A. Schindler in Luzern.
- „ Handaufzüge: Beat Iten in Zürich II.

## Der Durchbruch des Hafendammes von Genua am 27. November 1898.

Von Ingenieur E. Bavier.

Das „Giornale del Genio Civile“ in Rom hat vor kurzem einen sehr ausführlichen und lehrreichen Bericht über den am 27. Nov. 1898 durch eine Sturmflut erfolgten Durchbruch der Brustmauer des Hafendammes von Genua und über die dadurch bedingten Wiederherstellungsarbeiten veröffentlicht.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> *Danni alle Opere di difesa del Porto di Genova, prodotti dal Maremoto del 27 Novembre 1898 e lavori di Riparazione e rinforzo, Memoria di Oddone Bernardini, Ingegnere del Genio Civile, Roma 1902; welchem Bericht mit gütiger Erlaubnis des Verfassers auch die Mehrzahl der nachfolgenden Zeichnungen entnommen ist.*

Da wohl zahlreiche Leser der Schweiz. Bauzeitung die grossartigen Bauten des Genueser Hafens aus eigener Anschauung kennen und derselbe zudem als Hauptstapelplatz unserer beiden grossen Alpenbahnen durch den Gott-hard und den Simplon für unser Land von weitgehender Bedeutung ist, so möge es dem Verfasser dieser Zeilen, der selbst Augenzeuge des erwähnten gewaltigen Naturereignisses, sowie des Wiederaufbaues der beschädigten Dammstrecke war, gestattet sein, an Hand des obgenannten Berichtes und auf Grund eigener Erhebungen und Studien einige Mittel-

Der Durchbruch des Hafendamms von Genua am 27. November 1898.

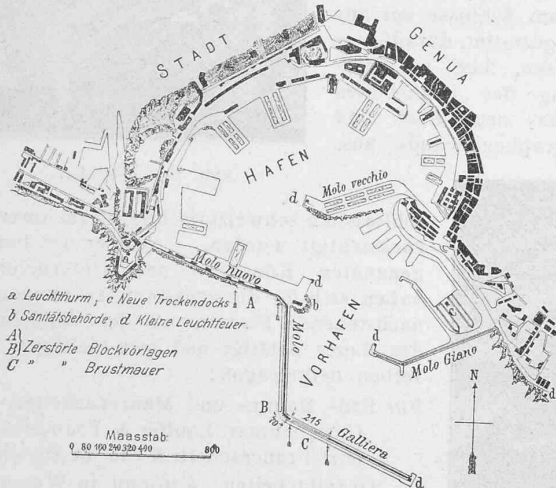


Abb. 1. Uebersichtsplan des Hafens von Genua. — 1:40 000.

lungen zu machen über den Verlauf und die Wirkungen der Katastrophe, sowie über die Art und Weise der Durchführung der Arbeiten zur Hebung des entstandenen Schadens.

In der Nacht vom 26. auf den 27. Nov. 1898 wüthete an den Küsten des ligurischen Meeres ein Süd Sturm von einer Heftigkeit, wie sie nur von wenigen der bekannten „ältesten Leute“ je erlebt worden war; denn nach der in Schifferkreisen lebenden Ueberlieferung und gemäss den Aufzeichnungen der Hafenbehörde von Genua wurde das genannte

Der wolkenlose Morgen des 27. November bot den erstaunten Blicken der nach banger Nacht in Scharen nach dem Hafen strömenden Bewohner Genuas ein unvergessliches Schauspiel: Ueber die trotzigen Hafenvälle im Westen und Süden — den Molo Nuovo und den Molo Galliera — wälzten sich mit donnerähnlichem Getöse die vom Sturmwind gepeitschten Fluten wie ein Katarakt ohn' Unterlass dem Beschauer entgegen, und hart an der Ecke, welche die beiden Arme des letztgenannten Molo bilden, klappte eine grosse Lücke, durch die sich das wilde Meer die Vereinigung mit den sonst so ruhigen Wassern des geschützten Hafens ertrotzt hatte, diese in weitem Umkreis aufwühlend und mit weissem Gischt krönend.

Am Abend des 26. Nov. war der herrschende mässige Nordwind beinahe plötzlich in einen heftigen Südwind umgesprungen, der um Mitternacht schon eine Geschwindigkeit von 35 km und um 2 Uhr früh eine solche von 39 km in der Stunde erreichte. Zwischen 1 und 2 Uhr fand der Durchbruch der Brustmauer statt; um 3 Uhr entfesselte der Sturm seine grösste Gewalt mit einer Windstärke von 48 km und liess dann, um 7 Uhr nach Südwest umschlagend, langsam nach; um 9 Uhr betrug die Windstärke noch 35 km und gegen Mittag war die See nur noch mässig bewegt.

Abbildung 2 (S. 182) entspricht einer um diese Zeit vom Lande aus gemachten Aufnahme des durchbrochenen Hafendamms Molo Galliera. In dem allgemeinen Lageplan (Abb. 1) sind die sämtlichen durch die Sturmflut erfolgten Beschädigungen der Hafenuauern bezeichnet, nämlich die Zerstörung der Blockvorlagen am Molo Nuovo (A) und an der durch die beiden Arme des Molo Galliera gebildeten Ecke (B), sowie die schon angeführte Zerstörung der Brustmauer in unmittelbarer Nähe dieser Ecke (C).

Es spricht sehr zum Vorteil des Genueser Hafens, dass trotz des im Vorstehenden beschriebenen ausnahmsweise heftigen Sturmes, der seinesgleichen seit beinahe 80 Jahren nicht hatte, und trotz des erfolgten Dammbrochs im ganzen Hafen kein einziges der dort in grosser Anzahl liegenden Schiffe nennenswert beschädigt wurde.

Auch der Hafeneingang erwies sich als durchaus zweckentsprechend, indem während des etwa 12 Stunden dauernden Wüthens von Wind und Wellen eine grössere Anzahl Dampfer, darunter ein grosser transatlantischer Passagierdampfer, ohne Gefahr und Schaden in den Hafen einlaufen konnte.

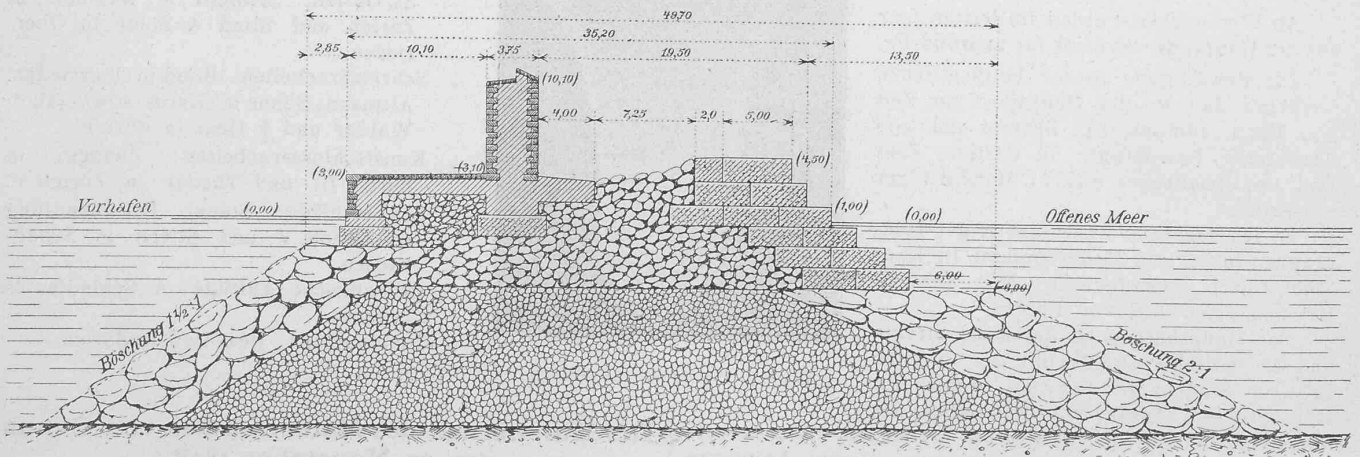


Abb. 3. Normalquerschnitt des in den Jahren 1877 bis 1888 erbauten Molo Galliera. — Masstab 1:500.

Naturereignis nur von der gewaltigen Sturmflut des Jahres 1821 übertroffen, die das ganze Hafenquartier unter Wasser setzte, die empörten Wogen bis auf den Börsenplatz trieb, und 40 im Hafen verankerten Schiffen den Untergang brachte. Freilich war damals das Hafengebiet dem Einbruch der Meeresfluten viel mehr ausgesetzt, weil sich die Schutzdämme des Hafens auf den Molo Vecchio (und zwar ohne den letzten, nach Nordwesten gerichteten Arm desselben) und auf ungefähr die halbe jetzige Länge des Molo Nuovo beschränkten (siehe Abb. 1).

**Die eingetretenen Beschädigungen der Hafendämme.**

*Beschädigung des Molo Nuovo.*

Der Molo Nuovo wurde zunächst der Ecke bei seinem Anschluss an den Molo Galliera auf eine Länge von etwa 250 m dadurch beschädigt, dass die ganze sehr reichliche, aus grossen Steinen und einer obersten Reihe von Blöcken aus Mauerwerk bestehende und bis auf 4 m über den Wasserspiegel reichende Vorlage ins Meer geschleudert wurde.

Dieser Vorgang erklärt sich in der Weise, dass die längs des von Süd nach Nord streichenden Teils des Molo



Galliera sich heranwälzenden Wogen über die Böschung der Vorlage des Molo Nuovo schräg hinaufliefen, aber von der an dieser Stelle durch angebaute Festungswerke und Magazine bedeutend verstärkten Brustmauer in ihrem weitem Laufe aufgehalten und zurückgeschlagen wurden.

Der Absturz und die Rücklaufbewegung der zurückgeschleuderten Wassermassen füllten die Abstände zwischen den heranbrausenden Wogen in verhängnisvoller Weise aus, und die Doppelwirkung der zwei eigentlich entgegengesetzten Kräfte — des Auflaufens und Rücklaufens der Wellen — lockerte zuerst den Zusammenhang zwischen den Mauerblöcken und dem Steinwurf, brachte dann Schicht um Schicht in Bewegung und riss allmählich die ganze Vorlage in die Tiefe.

*Beschädigung des Molo Galliera.*

Der Molo Galliera besteht aus zwei Armen, wovon der eine in einer Länge von 657 m und in einer von 15 auf 24 m anwachsenden Wassertiefe von Norden nach Süden streichend sich an den Molo Nuovo anschliesst, während der zweite Arm sich in einer Länge von 843 m und in einer von 24 bis 29 m zunehmenden Wassertiefe nach Ostsidost erstreckt, annähernd rechtwinklig auf die Richtung des an den Küsten des ligurischen Meeres am meisten gefürchteten und in der Regel mit der grössten Heftigkeit auftretenden Windes, des „Libeccio“ oder Südwestwindes.

Der Molo Galliera wurde in den Jahren 1877 bis 1888 erbaut und besteht, wie aus dem mittleren Profil desselben (Abb. 3) hervorgeht, aus drei Hauptteilen: einer innern Steinschüttung aus kleineren Steinen, der beidseitigen sanft geböschten Vorlage, der Verkleidung des Kerns, aus gewaltigen Steinblöcken und künstlichen Blöcken aus Beton und endlich aus der in Bruchsteinmauerwerk mit Pozzolanamörtel hergestellten Brustmauer, deren Oberkante bei der Erstellung des Dammes 10,10 m über dem mittleren

ein Gewicht von 5 bis 50 t, die bis auf 6 m unter Wasser hinabreichenden Betonblöcke ein solches von 37 bis 46 t.

Durch die Sturmflut vom 27. November 1898 wurde nun der äusserste, südöstliche Teil des Wellenbrechers erheblich beschädigt, wie dies aus der Ansicht vom Meere aus in Abbildung 4 (S. 183), sowie aus dem auf genauen Messungen beruhenden Lageplan (Abb. 5) und den drei Querschnitten (Abb. 6, 7 und 8) ersichtlich ist.

Vorerst wurde an der vorspringenden Ecke zwischen den beiden Armen des Hafendamms längs der in Abb. 5 mit A B bezeichneten Strecke die Vorlage aus gewaltigen Betonblöcken auf eine Länge von ungefähr 70 m bis auf eine zwischen 2 und 6 m unter Nullwasser wechselnde Wassertiefe ausgewaschen und längs der Böschung des Gründungssteinwurfes zerstreut.

Ferner wurde die gemauerte, meerseitige Berme der Brustmauer auf einen bedeutenden Teil ihrer Länge ganz oder teilweise zerstört (Abb. 6).

In dem der Ecke zunächst liegenden Teile des beschädigten Damms — in Abbildung 5 ist diese Strecke mit B C bezeichnet — hat die Blockvorlage nur geringen Schaden erlitten, hingegen wurde die Brustmauer auf eine Länge von ungefähr 110 m eingedrückt und in fünf grosse Bruchstücke auseinandergerissen, welche durch die Gewalt der Wogen weit aus ihrer ursprünglichen Lage verschoben wurden; eines dieser

Bruchstücke wurde sogar umgestürzt und dann erst weitergestossen.

In der dritten, in Abbildung 5 mit C D bezeichneten Strecke wurde die Vorlage ebenfalls nicht erheblich beschädigt, die Brustmauer aber auf eine Länge von ungefähr 105 m nicht nur in Bruchstücke gespalten, sondern es wurden diese Bruchstücke auch durch die vereinigten Gewalten des wütenden Sturmwindes und des Anpralls der Wogen zuerst

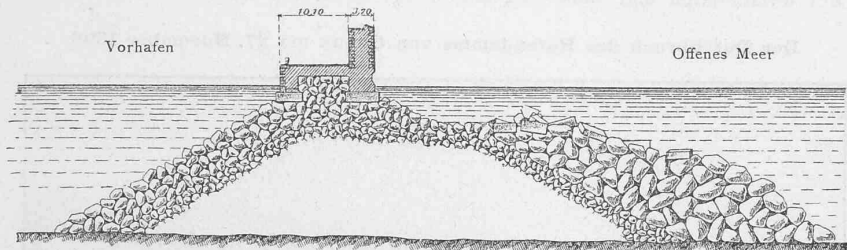


Abb. 6. Querschnitt des Dammes auf der Strecke A-B. — Masstab 1 : 1000.

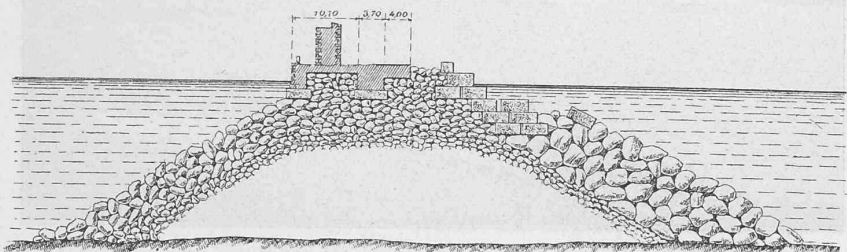


Abb. 7. Querschnitt des Dammes auf der Strecke B-C. — Masstab 1 : 1000.

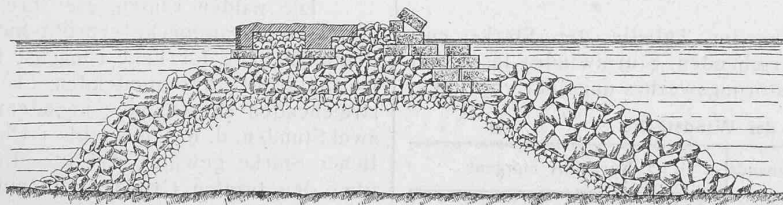


Abb. 8. Querschnitt des Dammes auf der Strecke C-D. — Masstab 1 : 1000.

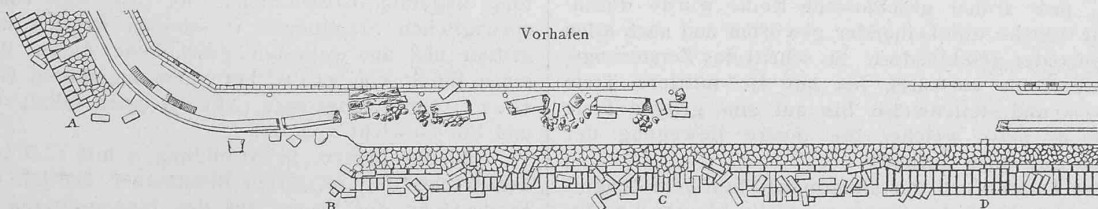


Abb. 5. Lageplan des Molo Galliera an der Durchbruchstelle. — Masstab 1 : 2000.

Meeresspiegel lag, im Jahr 1898 aber, vor Eintritt der nachstehend geschilderten Katastrophe infolge der beträchtlichen Setzung des Untergrundes und besonders der Steinschüttung auf die Kote 8,80 herabgegangen war. Aus demselben Grunde war auch die ursprünglich auf der Höhenkote 4,50 angelegte Oberkante der obersten Blockschicht auf 3,90 gesunken. Die grossen Steinblöcke der Vorlage haben

etwa 14 m weit auf der landseitigen Berme fortgeschoben und dann in den Vorhafen gestürzt.

Auf Grund von durch die Hafenbaubehörde gemachten Aufnahmen und Erhebungen lassen sich die eben geschilderten Vorgänge und der Zusammenhang der einzelnen Phasen des Zerstörungswerkes mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit in folgender Weise erklären:

An der Ecke zwischen den beiden Armen des Molo Galliera begann die Zerstörung der bis auf die Kote + 3.80 reichenden Blockvorlage dadurch, dass vorerst die Steinblöcke mittlerer Grösse (im Gewicht von 500 bis 2500 kg), welche die Hinterfüllung zwischen der Vorlage und der Berme der Brustmauer bildeten, durch die heranstürmenden Wogen aus ihrem lockeren Verband gerissen und längs des Fusses der Mauer in der Richtung gegen den innern, nach Norden streichenden Teil des Molo Galliera hin aufgehäuft wurden. Nachdem in dieser Weise die obersten Schichten der die Vorlage krönenden Betonblöcke jeden Rückhalt verloren hatten und nach beiden Seiten hin freistehend, meerseitig der Gewalt der anlaufenden und landseitig dem Angriff der von der Brustmauer zurückgeworfenen und rücklaufenden Wogen schutzlos preisgegeben waren, hatte der unausgesetzte hereinbrechende, an Geschwindigkeit und Stosskraft stets zunehmende Wasserschwall ein leichtes Spiel, nach und nach zuerst die oberste und dann die zunächst folgenden Schichten der Vorlage teils in der Wind- und Wellenrichtung nordwärts zu schleudern, teils über die äussere Böschung hinunter zu stossen, oder in die durch Auswaschen der Hinterfüllung gebildete Rinne zu werfen.

Auf Grund nachfolgender Tabelle der Stärke und Richtung des damals herrschenden Sturmwindes lässt sich das Fortschreiten des Zerstörungswerkes ungefähr verfolgen.

Tabelle der Windstärke.

Tage	26. November abends					27. November morgens							
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Windrichtung	SW	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	SW	SW
Windstärke in km pro Std.	15	6	7	27	35	32	39	48	46	44	44	40	33
Windstärke in m pro Sek.	4,1	1,7	2,0	7,5	9,7	8,9	10,8	13,3	12,8	12,2	12,2	11,1	9,2

Nachdem in vorbezeichneter Weise die untern Schichten der Vorlage ihre Belastung und ihren Rückhalt verloren, wurden die sie bildenden Blöcke einer nach dem andern verschoben, ihre früher geschlossene Reihe wurde durchbrochen, die Blöcke durcheinander geworfen und nach allen Seiten auseinander geschleudert. So schritt das Zerstörungswerk unaufhaltsam vorwärts, bis auf die mittlere Tiefe von — 4,50 m und stellenweise bis auf eine grösste Tiefe von — 6,00 m, unter welcher die innere Bewegung der Wellen nach und nach aufhörte.

Da der Durchbruch der Brustmauer laut dem Zeugnis der Wächter des durch den Sturm zerstörten kleinen Leuchtturms an der Südspitze des Molo Galliera — ich komme auf deren abenteuerliche Lebensrettung zurück — zwischen 1 und 2 Uhr nachts stattfand, also zu einer Zeit, wo die grösste Windstärke nur etwa 36 bis 39 km per Stunde erreicht hatte, darf man wohl annehmen, dass damals vielleicht die Hälfte der sechs Schichten der Vorlage an der vorspringenden Dammecke zerstört und weggeschoben war. Der Sturm erreichte aber seine grösste Stärke erst zwischen 3 und 6 Uhr morgens mit 48 bis 44 km Geschwindigkeit; es

ist also wahrscheinlich, dass erst in dieser Periode der grössten Sturmeseigenschaft die in der Blockvorlage entstandenen Lücken sich nach und nach derart erweitern und vertiefen konnten, dass sie schliesslich die jeder Voraussicht spottende äusserste Kolkungstiefe von 6 m unter Null erreichten.

Während die Vorlage Block für Block der Gewalt der entfesselten Elemente weichen musste, hielt die vorspringende Dammecke dem Ansturm sieghaft stand, wohl indem sie ihrer Form nach gewissermassen als Gewölbe wirkte und weil sie binnenseitig durch Treppenanbauten bedeutend verstärkt ist (siehe Abb. 5 und 6). Nach Zerstörung der Vorlage, also wahrscheinlich gerade während des heftigsten Rasens des Sturmes, wurde zudem die Stoss-

Der Durchbruch des Hafendamms von Genua am 27. November 1898.

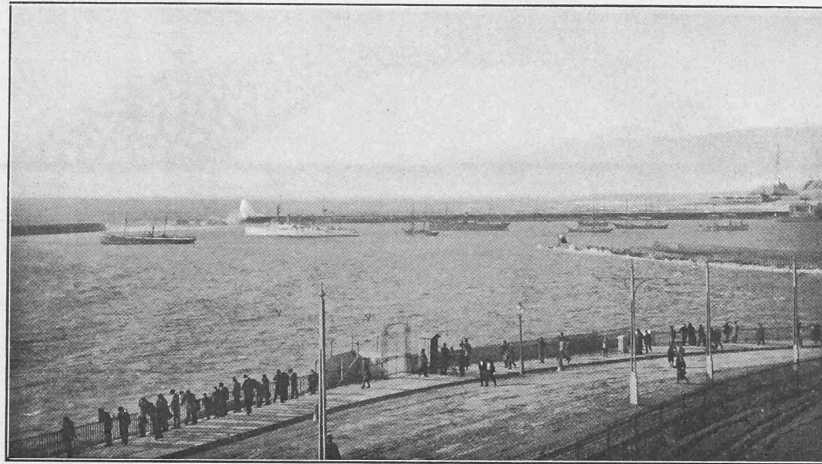


Abb. 3. Blick auf die Durchbruchstelle vom Quai aus, am Mittag des 27. Nov. 1898.

kraft der Wellen durch die stehen gebliebene senkrechte Wand aufgehoben oder wenigstens in ihrer Wirkung sehr geschwächt; denn erfahrungsgemäss (L. Franzius, Der Wasserbau) *erleidet eine steile Wand durch die heranstürmenden Wellen keinen Stoss in wagrechter Richtung, wenn dieselbe wenigstens bis zur Tiefe der normalen Welle hinabreicht, und wird die Stosskraft der Wellen ausschliesslich durch deren schräges Anlaufen entwickelt.* Ich komme auf diesen Punkt in meinen

weiteren Ausführungen am Schlusse dieses Abschnittes zurück.

Die wilden Fluten, die ihre Kraft vergebens an der verstärkten Dammecke erprobt hatten, fanden eine leichtere Beute an dem der Ecke zunächst liegenden, im schwächeren Normalprofil durchlaufenden Teil der nach Ost-südost streichenden Brustmauer; nachdem der Sturm nur ungefähr zwei Stunden, d. h. von 11 bis 1 Uhr in immerhin ungewöhnlicher Stärke gewütet, drückte die Gewalt der Wogen die über den breiten Grundbau in einer Höhe von 5,70 m und einer Breite von 3,70 m aufragende Brustmauer an ihrer schwächsten Stelle ein, und infolge der langen Dauer und der stetig zunehmenden Heftigkeit des Sturmwindes erweiterte sich die so entstandene Lücke nach und nach bis auf ungefähr 215 m (siehe Abb. 5). Die Brustmauer wurde nicht umgekippt sondern nach dem Entstehen der ersten Lücke und nach in grossen Stücken von ihrem jeweiligen stehen gebliebenen Teile abgebrochen. Auf der Strecke, die der vorspringenden Dammecke zunächst liegt (BC in Abb. 5) blieben die Bruchstücke der Mauer auf der inneren Berme liegen, nachdem sie, immer ihre ursprüngliche Richtung ungefähr beibehaltend, bis 10 m weit von ihrem ursprünglichen Standpunkt verschoben worden waren. Der grösste und am weitesten geschobene dieser Blöcke hatte einen Inhalt von 440 m<sup>3</sup> bei einem ungefähren Gewicht von 1012 t; der zweitgrösste (Abb. 9) einen Inhalt von 398 m<sup>3</sup> und ein Gewicht von 915 t.

In der letzten, in Abbildung 5 mit CD bezeichneten Teilstrecke der zerstörten Brustmauer endlich wurden die Bruchstücke der Mauer auf der binnenseitigen Berme des Dammes bis an den Rand geschoben und dann in das Becken des Vorhafens hinabgestürzt.

In den beiden Teilstrecken BC und CD waren in der Regel nur die obersten zwei oder drei Schichten der Blockvorlage beschädigt und durcheinander geworfen; die Blöcke der obersten Schicht wurden an vielen Stellen aus ihrer wagrechten in eine geneigte Stellung gehoben (Abb. 4), und zwar offenbar, weil sie lange Zeit der Doppelwirkung der meerseitig anlaufenden und der rücklaufenden Wellen aus-



gesetzt waren, indem letztere bei ihrem Anprall an die noch stehende Wand der Brustmauer in die Höhe geschleudert wurden und in ihrem Rückfall den hintern Teil der Blöcke zuerst unterwuschen, und dann mit Hilfe des Nachschubs der anlaufenden Wogen in die Höhe hoben.

Auf der innern Berme, auf der die Mauerstücke durch den Stoss der Wellen vorwärts geschoben worden waren, zeigten sich keine erheblichen Vertiefungen und keine Verschiebung des äussersten Mauerklotzes aus der senkrechten Lage; doch wurde ein Teil der Pflasterung und der Gesims-Quaderverkleidung der Berme beim Sturz der grossen Bruchstücke mitgerissen und in das Becken des Vorhafens geworfen; ferner wurde der an der Spitze des Molo befindliche kleine Leuchtturm (siehe Abb. 1) samt Wächterhaus zerstört.

Die auf ihrem Unterbau liegenden gebrochenen Bruchstücke der zerstörten Brustmauer und besonders das zunächst der vorspringenden Damm-ecke liegende, an welchem laut der Aussage der einzigen Zeugen der Katastrophe der erste Durchbruch stattfand, zeigten überall durchaus gesunde und widerstandsfähige Bruchflächen, und gaben hierdurch Zeugnis von der Verwendung vorzüglichen Baumaterials und von einer sorgfältigen Ausführung der Maurerarbeiten seitens der venetianischen Bauunternehmung L. Foffani, welche die neuen Hafendämme in den Jahren 1877—1888 erstellt hatte. Ich stelle dies hier auf Grund eigener sorgfältiger Prüfung fest, um gegenteilige, gewissenlose Zeitungsberichte zu entkräften, welche die teilweise Zerstörung des Hafendammes der



Abb. 4. Blick auf die Durchbruchstelle vom Meere aus.

Durchbruchs dürfte in folgender Weise stattgefunden haben: Nachdem der erste Bruch nächst der vorspringenden Damm-ecke entstanden und so der Zusammenhang der Mauer aufgehoben war, erfolgte bald der zweite Bruch, der den ersten Block von der stehen gebliebenen Mauer trennte; ein dritter, vierter und weitere Brüche folgten und bildeten die grossen Bruchstücke, die aus Abbildung 5 ersichtlich sind. Da der erste Durchbruch ungefähr um 1 $\frac{1}{2}$  Uhr bei einer Windstärke von etwa 36 km stattfand und die um 2 Uhr beobachtete Windstärke nur 39 km betrug, so lässt sich annehmen, dass die Lostrennung und die nicht sehr bedeutende Verschiebung der auf der Berme liegenden Blöcke vor oder bald nach 2 Uhr stattgefunden haben muss, und dass die zwischen den einzelnen Blöcken entstandenen Zwischenräume den heranstürmenden Wassermassen genügende Durchflussweite boten, um nicht die vollständige Wegräumung der vorliegenden Hindernisse aus der Wellenbahn zu veranlassen. Erst zwischen 3 und 4 Uhr, als der Sturm seine grösste Geschwindigkeit mit 48—46 km per Stunde erreicht hatte, dürfte die grosse Lücke entstanden sein, in welcher auf eine Länge von ungefähr 105 m die ganze Mauer von ihrer Unterlage weggefegt wurde; auch ist wahrscheinlich, dass der Bruch dieser Mauerstrecke so schnell und in so grossen Bruchstücken erfolgte, dass die zwischen den einzelnen Blöcken entstehenden Lücken den anlaufenden Wogen nur kleine Durchflussöffnungen boten und diese dadurch zwangen, sich durch stossweises Fortschieben der ganzen Mauerstrecke freie Bahn zu schaffen.

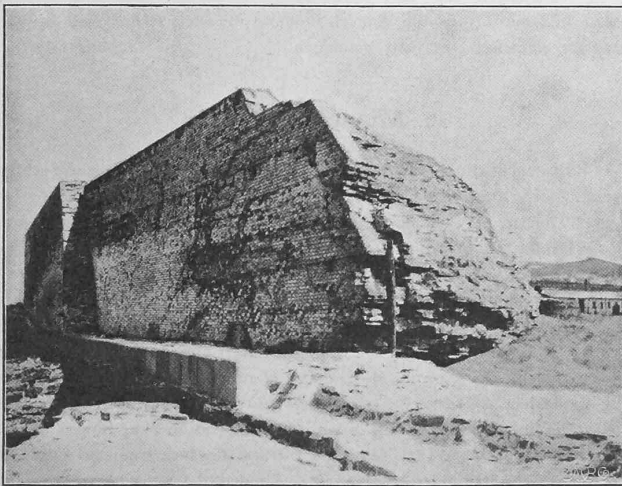


Abb. 9. Von der Sturmflut zertrümmerte Brustmauer.

Hederlichen Ausführung des Bauwerkes zuschrieben und dadurch zu einer Interpellation im italienischen Senat Anlass gaben. Sonderbarerweise wurden diese Angriffe seitens des Bauten-Ministeriums nicht zurückgewiesen, obgleich es in diesem Falle leicht gewesen wäre, die durch grundlose Verläumdungen irreführte öffentliche Meinung zu beruhigen.

Einen weiteren Beweis von der guten Ausführung, besonders auch der Betonblöcke der zerstörten Vorlage, bildet

die Tatsache, dass keiner der auf Entfernungen bis zu 50 m geschleuderten oder geschobenen Blöcke, abgesehen vom Abstossen einiger Ecken, erheblich beschädigt wurde. Dagegen konnte ich mich bei genauer Besichtigung der zerstörten Brustmauer der Erkenntnis nicht verschliessen, dass die Ausführung derselben in horizontalen Schichten unbedingt das Zerstörungswerk der Meeresswogen erleichtert hat. Die Mauer ist genau an der Grundfläche ihrer ersten Verkleidungsquaderschicht, die auf der wagrecht abgeglichenen obersten Schicht des Grundmauerwerkes ruhte, glatt abgesichert worden. Wenn die Brustmauer mit ihrer Unterlage

einen monolithischen Block ohne Schichtabgleichung gebildet hätte, wäre vielleicht ihre Zerstörung nicht eingetreten.

Ferner wurde diese Zerstörung offenbar auch durch den Umstand erleichtert, dass die schräg über die an der Bruchstelle beinahe unbeschädigte Vorlage anlaufenden Wogen ihre Stosskraft mit einem grossen Hebelarm auf einen im Verhältnis zu seiner Höhe ziemlich schmalen Mauerkörper ausüben konnten, dessen Fuss gar nicht verstärkt war (siehe Abb. 3).

Das Fortschreiten des

Durchbruchs dürfte in folgender Weise stattgefunden haben: Nachdem der erste Bruch nächst der vorspringenden Damm-ecke entstanden und so der Zusammenhang der Mauer aufgehoben war, erfolgte bald der zweite Bruch, der den ersten Block von der stehen gebliebenen Mauer trennte; ein dritter, vierter und weitere Brüche folgten und bildeten die grossen Bruchstücke, die aus Abbildung 5 ersichtlich sind. Da der erste Durchbruch ungefähr um 1 $\frac{1}{2}$  Uhr bei einer Windstärke von etwa 36 km stattfand und die um 2 Uhr beobachtete Windstärke nur 39 km betrug, so lässt sich annehmen, dass die Lostrennung und die nicht sehr bedeutende Verschiebung der auf der Berme liegenden Blöcke vor oder bald nach 2 Uhr stattgefunden haben muss, und dass die zwischen den einzelnen Blöcken entstandenen Zwischenräume den heranstürmenden Wassermassen genügende Durchflussweite boten, um nicht die vollständige Wegräumung der vorliegenden Hindernisse aus der Wellenbahn zu veranlassen. Erst zwischen 3 und 4 Uhr, als der Sturm seine grösste Geschwindigkeit mit 48—46 km per Stunde erreicht hatte, dürfte die grosse Lücke entstanden sein, in welcher auf eine Länge von ungefähr 105 m die ganze Mauer von ihrer Unterlage weggefegt wurde; auch ist wahrscheinlich, dass der Bruch dieser Mauerstrecke so schnell und in so grossen Bruchstücken erfolgte, dass die zwischen den einzelnen Blöcken entstehenden Lücken den anlaufenden Wogen nur kleine Durchflussöffnungen boten und diese dadurch zwangen, sich durch stossweises Fortschieben der ganzen Mauerstrecke freie Bahn zu schaffen. (Schluss folgt.)

#### Aus den Verhandlungen der Generalversammlung des Schweiz. Elektrotechn. Vereins

vom 12. Oktober 1902 in St. Gallen.

V. Nachdem wir in Nr. 16 u. Z. einen summarischen Bericht über die durch die Generalversammlung gefassten Beschlüsse, sowie über den Verlauf des Festes gegeben haben<sup>1)</sup>, lassen wir im Folgenden das

<sup>1)</sup> Bd. XL, S. 174.