

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 39/40 (1902)  
**Heft:** 18

**Artikel:** Der Durchbruch des Hafendamms von Genua am 27. November 1898  
**Autor:** Bavier, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-23443>

### **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:** 09.02.2026

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

INHALT: Der Durchbruch des Hafendamms von Genua. II. (Schluss.) — Die Architektur der Industrie- u. Gewerbe-Ausstellung zu Düsseldorf 1902. VI. (Schluss.) — Aus den Verhandlungen der Generalversammlung d. schweiz. elektrotechn. Vereins. (Schluss.) — Elektr. Schienenbremse, System Westinghouse-Newell. — Miscellanea: Die transandinische Bahn, Die Entwicklung der amerikan. Eisenindustrie, Die neuen österr. Alpenbahnen, Der Neptunbrunnen in Nürnberg, Wasserkraft an der Albula, Eidg. Polytechnikum, Archi-

tektenhonorar in Paris, Eisenbahnbauten in China, Ein neuer Monumentalbrunnen in Wien, Die Bahn Erlenbach-Zweismimmen, — Preisausschreiben: Drahtlose Kraftübertragung, — Konkurrenzen: Archivbau in Neuchâtel, Wettbewerb für Entwürfe zu zwei festen Strassenbrücken über die grosse Nawa, Städtisches Hallenschwimmbad in Pforzheim, — Nekrologie: † E. Frei, † G. von Süsskind, — Litteratur: Eingegangene literarische Neuigkeiten, — Vereinsnachrichten: G. e. P.; Stellenvermittlung.

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

Von Ingenieur E. Bavier.

### II. (Schluss.)

Es ist zu bedauern, dass keine Augenzeugen vom Beginn und vom Fortschreiten des Dammbbruchs sichere Kunde geben können. Die Dunkelheit der Nacht und das Rasen des Sturmes machten die in der Nähe des Durchbruches liegenden Strecken des Hafendamms unzugänglich und vom Innern des Hafens aus war durch die über die Schutzmauer herein-schlagenden Wogen jede Beobachtung der Wirkungen von Wind und Wellen verunmöglicht.

Wie schon bemerkt, hatte aber dieser gewaltige Kampf der entfesselten Elemente und ihr endlicher Sieg über das Gebild der Menschenhand einige — wenn auch nicht ganz zuverlässige — Ohrenzeugen an der sich flüchtenden

Wachmannschaft des kleinen Leuchtturmes an der Südspitze des Molo Galliera. Bis 1 Uhr nach Mitternacht hatten die pflichtgetreuen Wächter auf ihrem gefährlichen, der ganzen Wut des Sturmes ausgesetzten Posten ausgeharrt; als sie aber den ihrer Obhut anvertrauten Leuchtturm und ihre Wächterhütte des stets wachsenden Orkans halber für verloren erachten mussten und ihr eigenes Leben in höchster Gefahr sahen, entschlossen sie sich, den Heimweg nach ihren auf dem Molo Nuovo befindlichen Wohnungen einzuschlagen. Durch ein starkes Seil lang Bergsteigerbrauch unter sich verbunden, legten sie den ungefähr 1500 m langen Weg auf der innern Berme in steter Lebensgefahr zurück, immer den Sturzseen ausgesetzt, die über die Brustmauer schlugen und gewissermassen in einem Tunnel fortschreitend, dessen Decke und eine Wand die hereinstürzenden Wogen, dessen andere Wand die Brustmauer selbst bildete, welche ihnen Schutz gegen den Sturmwind und den Wasserschwall der offenen See bot. Mit grossen Mühen erreichten sie endlich die vorspringende Ecke des Molo Galliera; sie hatten dieselbe nur wenig überschritten, als ihnen ein das Sturmgeheul und das Wogengebrause überdröhnendes dumpfes Krachen Kunde gab vom Durchbruch der gewaltigen Mauer, die ihnen soeben noch Schutz geboten und die sie nun beinahe unter ihren Trümmern begraben hätte.

Ich habe schon angeführt, dass der erste Durchbruch der Brustmauer bei einer Windstärke von etwa 36 km in der Stunde stattfand, und dass die grösste Stärke während des ganzen Sturmes 48 km betrug. Das Observatorium der Universität Genua, dem ich diese Mitteilungen verdanke, konnte mir leider auf meine Nachfrage nach den grössten überhaupt dort beobachteten Windstärken und namentlich nach der Heftigkeit des beim ausnahmsweisen Sturm des Jahres 1821 herrschenden Windes keine Auskunft geben; ebensowenig konnte ich in Erfahrung bringen, welche Windstärken und welcher Wellendruck seinerzeit der Berechnung der Ab-

messungen für die zerstörte Brustmauer zu Grunde gelegt worden waren. Jedenfalls ist es schwer erklärlich, dass dieses Bauwerk, das seit 12 Jahren allen Stürmen getrotzt hatte, schon bei einer Windstärke zerstört wurde, welche in derselben Nacht noch um ein volles Drittel zunahm, und die beispielsweise im Golf von Marseille von dem berühmten Mistral (Nordwestwind) um mehr als das Doppelte übertroffen wird, da dieser ausnahmsweise bis auf 79 km Geschwindigkeit in der Stunde aufweist. Die für die englischen und deutschen Seewarten gebräuchliche Beaufortsche Skala nimmt als grösste Windstärke sogar 144 km in der Stunde an, also genau viermal so viel, als die ungefähr im Zeitpunkt des Dammbbruchs in Genua beobachtete Geschwindigkeit, die — nebenbei bemerkt — schon von derjenigen eines Personenzuges übertroffen wird.

Was den Druck der Wellen anlässlich des oben beschriebenen Sturmes anbetrifft, so wurden überhaupt diesbezüglich in Genua — und wahrscheinlich auch in allen andern Häfen des Mittelmeers — noch keine Messungen angestellt; hin-

gegen stellte Stephenson (siehe: Franzius, Der Wasserbau) mit Hilfe eines besonders für solche Druckmessungen konstruierten Apparates fest, dass die grössten Wellendrucke an der schottischen Ostküste, am Hafendamm von Dunbar, 33—38 t per m<sup>2</sup> betragen.

An den deutschen Nordseeküsten beträgt der Wellendruck bei den dort herrschenden heftigen Stürmen in der Regel nicht über 15 t, an den Ostseeküsten nicht über 10 t per m<sup>2</sup>.

Beim Dammbbruch in Genua war das Gewicht des grössten vom Sturm vor sich hin gestossenen und auf der innern Berme liegen gebliebenen Mauerblockes ungefähr 1012 t, wobei zwar möglich, ja sogar wahrscheinlich ist, dass noch schwerere Blöcke in den Vorhafen geschleudert wurden. Vergleichsweise sei hier mitgeteilt, dass bei Wick an der schottischen Ostküste im Jahre 1877 der Sturm einen gemauerten Wellenbrecher im Gewicht von 2600 t in das Hafenbecken geschleudert hat; im Oktober 1898 wurde im Hafen von Peterhead an derselben Küste ein Mauerblock von 3300 t Gewicht durch eine aussergewöhnliche Sturmflut auf seiner Unterlage um 5 cm verschoben.

Der Verfasser der von mir erwähnten Abhandlung über den Dammbbruch in Genua, Ingenieur Bernardini, hat über den zur örtlichen Zerstörung der Brustmauer erforderlichen Wellendruck ausführliche und interessante Berechnungen angestellt, deren Wiederholung an dieser Stelle aber zu weit führen würde. Aus denselben ergibt sich, dass für das Abscheren und Verschieben der Hafenmauer auf ihrer Unterlage ein Druck von ungefähr 25 t für jeden m<sup>2</sup> der Angriffsfläche erforderlich war und zwar unter der Annahme, dass dieser Druck gleichmässig über die Angriffsfläche verteilt sei. Es ist dies aber erfahrungsgemäss in der Wirklichkeit nicht der Fall, denn der grösste Wellendruck herrscht im Gegenteil in der dem mittleren Wasserstand



Abb. 13. Brandung an dem bei der Durchbruchstelle verstärkten Molo Galliera.

des Meeres entsprechenden Wellenschicht und nimmt oberhalb derselben und in erhöhtem Grade unterhalb derselben rasch ab, woraus hervorgeht, dass der grösste örtliche Wellendruck den berechneten mittleren bei weitem übersteigen muss.

Ueber die Beziehung des Wellendruckes zur Schleuderhöhe der gegen eine feste Wand anprallenden Wellen stellen weitere Berechnungen fest, dass unter der Annahme eines Anlaufwinkels der Wellen von  $45^\circ$  dem berechneten mittleren Wellendruck von 25 t für jeden  $m^2$  Mauerfläche eine Schleuderhöhe von ungefähr 20 m über dem mittleren Wasserstand des Meeres entspricht. Aus dieser Schleuderhöhe berechnen sich umgekehrt für jeden  $m^2$  Mauerfläche die Wellendrucke von 30,9 t in der Höhe des mittleren Wasserstandes, von 27,5 t am Fuss der Brustmauer und von 20,7 t am obern Rande derselben.

erlag dadurch dem Stoss der Wellen, dass diese auf der beinahe unbeschädigten Vorlage schräg anlaufen und so ihre ganze Stosskraft entwickeln und für das Zerstörungswerk ausnutzen konnten.

Mit Rücksicht auf die relativ geringe Windstärke und den dadurch bedingten, nicht sehr bedeutenden Wellendruck, dem ein Teil des Molo Galliera zum Opfer fiel, darf man wohl die Ansicht aussprechen, die Abmessungen der Brustmauer seien nicht stark genug gewählt worden, und es sei durch die unverstärkt schon von der Kote + 2,20 bis auf + 8,80 aufsteigende Wand den anstürmenden Wogen eine zu grosse Angriffsfläche im Gegensatz zur geringen Widerstandsfähigkeit der Mauer geboten worden. Zur Vergleichung lasse ich nebenstehend den Querschnitt des Wellenbrechers von Marseille folgen (Abb. 10), der noch nie erheblich be-

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

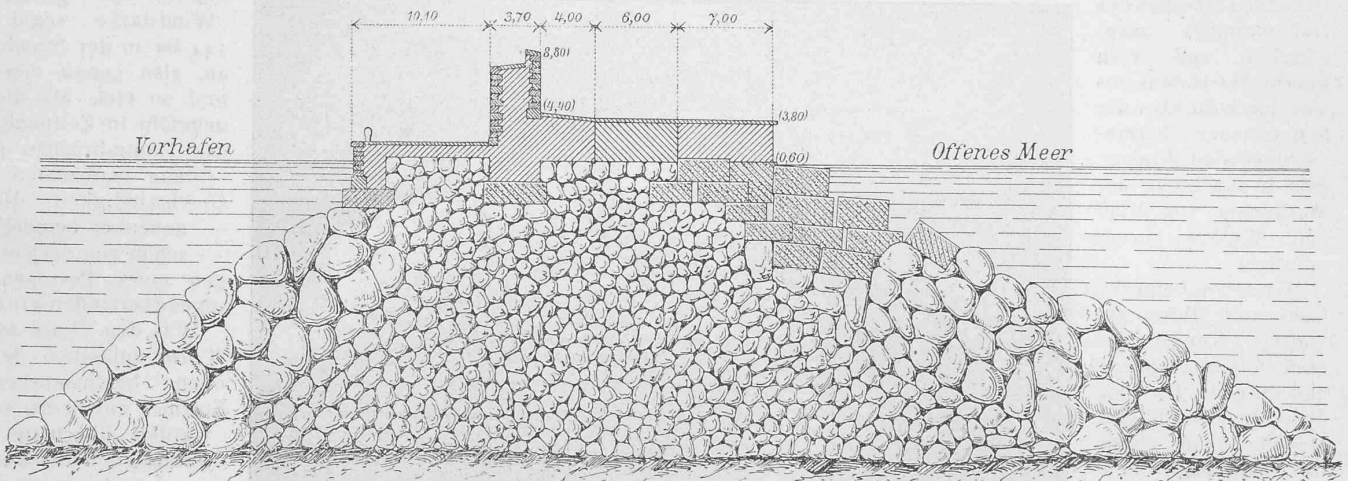


Abb. 11. Normalprofil des wiederhergestellten Molo Galliera. — Masstab 1 : 500.

Die oben angeführten Schleuderhöhen wurden übrigens an dem verhängnisvollen Tage noch bedeutend übertroffen, indem in der ersten Morgenfrühe einzelne Wellenteile bis auf 30 m über den Meeresspiegel geschleudert wurden. Doch auch diese gewaltige Sturmwirkung hält noch keinen Vergleich aus mit ähnlichen Vorkommnissen im atlantischen Ozean; denn nach zuverlässigen Beobachtungen sollen am Riff von Eddystone zusammenhängende Wassermassen, nicht nur Gischt, schon bis auf 50 m, und bei Wasbergen an der norwegischen Westküste sogar bis auf 120 m Höhe geschleudert worden sein. (Franzius, Der Wasserbau.)

Ich muss hier auch noch auf die im Verlaufe dieses Berichtes aufgestellte, etwas unwahrscheinlich klingende Behauptung zurückkommen, dass eine steile, dem Wellenschlag ausgesetzte Wand unter gewissen Voraussetzungen keinen Stoss in wagrechter Richtung erleide. Nach den von Franzius gemachten oder in seinem genannten Werke angeführten Erfahrungen scheint nämlich jede gegen eine steile, tief hinabreichende Wand anlaufende Welle eine ganz ähnliche Gegenwirkung zu erfahren, als ob ihr eine Welle von gleicher Form und Geschwindigkeit entgegenliefe und sie von dieser durchdrungen würde; denn es wird der Gipfel der Welle um nahezu das Doppelte erhöht und ebenso das Tal auf das Doppelte vertieft, sobald der höchste bzw. der tiefste Punkt die steile Wand treffen. Dabei gehen aber auch diese Rückwirkungen auf eine Reihe weiter rückwärts von der Wand liegender Wellen über und verschwinden erst in grösserer Entfernung.

Beim Durchbruch des Molo Galliera scheint sich die vorstehend entwickelte Vermutung bzw. Erfahrung auch zu bestätigen: An der vorspringenden Ecke des Wellenbrechers widerstand die steile, an ihrem Fuss ganz blossgelegte Mauerwand den anstürmenden Wogen (wobei freilich, wie schon früher bemerkt, die Ecke durch Anbauten verstärkt war und wahrscheinlich als Gewölbe wirkte); die gerade, durch den Sturm eingedrückte Mauerstrecke aber

schädigt wurde, obgleich die im dortigen Hafen auftretenden Windstärken die in der beschriebenen Sturmnacht in Genua beobachteten bedeutend übersteigen.

Die Brustmauer dieses Wellenbrechers bietet gegenüber derjenigen des Molo Galliera den Vorteil, dass ihr Fuss noch auf der Kote + 4,90 eine Dicke von 5 m hat, während die Stärke der Brustwehr beim letztgenannten Damm in seiner nicht verstärkten Strecke auf der Kote + 3,20 nur 3,70 m beträgt; andererseits bietet freilich die Neigung der Blockvorlage beim Marseiller Damm den Wellen den günstigsten Anlass zum schrägen Anlaufen und zu möglicher Entwicklung ihrer Stosskraft. Dieser Damm geniesst übrigens auch noch den grossen Vorteil, dass der heftigste der im Golfe du Lion herrschenden Winde, der berühmte Mistral, im Hafen von Marseille als Landwind und beinahe gleichlaufend mit der Richtung der Hafendämme auftritt.

#### Wiederherstellung des Schadens.

Aus der eingetretenen teilweisen Zerstörung des Molo Nuovo und des Molo Galliera ergab sich naturgemäss die Notwendigkeit, deren beschädigte Strecken bei ihrem Wiederaufbau in einer Weise umzugestalten und zu verstärken, dass dadurch für die Zukunft eine sichere Gewähr für unbedingte Widerstandsfähigkeit der Dämme geboten werde.

Beim Entwurf der Pläne für die Wiederherstellungsarbeiten handelte es sich also darum, nicht nur die bei dem an Ort und Stelle eingetretenen Naturereignis gewonnenen, sondern auch alle jene Erfahrungen zu verwerten, welche anlässlich der zahlreichen Beschädigungen anderer Wellenbrecher durch Sturmfluten in den letzten Jahren gemacht worden waren, so in den Häfen von Civitavecchia, Cherbourg, Oran, Bilbao, Wick, Madras und andern.

Die genannten Erfahrungen haben vorerst dazu geführt, den Unterbau der Hafendämme, wo die Umstände und die verfügbaren Geldmittel dies erlauben, nicht mehr mit gemischtem Profil aus Steinschüttung und künstlichen Blöcken



auszuführen, sondern ausschliesslich aus grossen monolithischen Blöcken, von denen jeder einzelne im Stande sein soll, der Gewalt der Sturmfluten zu widerstehen. Diesem Grundsatz zufolge werden bei den gegenwärtig im Bau befindlichen Hafendämmen von Bilbao, Zeebrugge und Bizerta Blöcke von beziehungsweise 1500, 4500 und 5000 t Gewicht verwendet, bestehend aus einer am Lande hergestellten, schwimmfähigen Umhüllung aus Eisenblech mit den nötigen Vertärkungen oder aus armiertem Beton und einer Ausfüllung von Betonblöcken oder Betonguss, welche nach Versenkung der Umhüllung an Ort und Stelle eingebracht wird.

In zweiter Linie liessen es die in den letzten Jahren in Italien selbst, und zwar anlässlich der Beschädigung der Hafendämme von Civitavecchia und Genua gemachten Erfahrungen, sowie theoretische Erwägungen (siehe auch Franzius, der Wasserbau) ratsam erscheinen, die Blockvorlagen, wenigstens über und zunächst unter dem mittleren Wasserstande des Meeres, nicht mehr in starker Neigung, sondern annähernd senkrecht herzustellen.

Ferner deutete die Tatsache, dass bei der vorspringenden Ecke des Molo Galliera die Auswaschung der Blockvorlage bis auf 6 m unter Mittelwasser gereicht hatte, auf die Notwendigkeit hin, mit der Vorlage aus grossen und regelmässigen, also künstlichen Blöcken, auf eine grössere Tiefe herunterzugehen.

Wie aus der vorstehend beschriebenen Wirkung der Sturmflut auf die Steinschüttung zwischen Brustmauer und Blockvorlage nächst der Dammecke des Molo Galliera hervorgeht, war dieselbe stark beschädigt und zum Teil ganz weggewaschen worden; es empfahl sich daher, dieselbe durch eine Reihe von schweren künstlichen Blöcken zu ersetzen, zum Zwecke der Verbindung von Brustmauer und Blockvorlage und ihrer möglichst engen Vereinigung zu einem einzigen, der Gewalt der heranstürmenden Fluten nachhaltig widerstehenden Mauerklotz.

Endlich erschien es auch geboten, die Angriffsfläche der Brustmauer gegenüber den anlaufenden Wogen zu verringern, indem die Berme bedeutend erhöht wurde, nach der bei den französischen Hafendämmen herrschenden Gepflogenheit.

#### Wiederherstellung des Molo Nuovo.

Die seither am Molo Nuovo ausgeführten Arbeiten beschränkten sich im allgemeinen auf die Wiederherstellung des früheren Zustandes, nämlich auf die Ausbesserung und Vervollständigung der beschädigten Berme und auf die Ersetzung der ausgewaschenen und zerstreuten Vorlage.

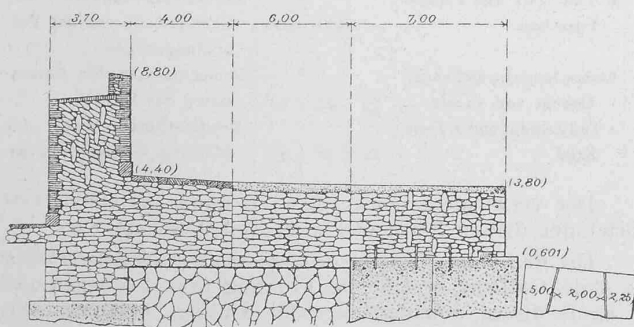


Abb. 12. Profil des neuen Mauerkörpers auf dem Molo Galliera.  
Masstab 1:300.

Bei diesem Anlass wurde die frühere Vorlage aus Blöcken von Pozzolana-Beton sowie ein grosser Teil der früheren Steinschüttung durch grössere und tiefer hinreichende Blöcke aus Zement-Beton ersetzt.

#### Wiederherstellung und Verstärkung der zerstörten Blockvorlage und Brustmauer am Molo Galliera.

Die diesbezüglichen Arbeiten wurden unter Berücksichtigung der vorstehend angeführten Grundsätze und nach dem aus den Abb. 11 und 12 ersichtlichen Profil in Ausführung gebracht.

Die beschädigte Vorlage aus Betonblöcken und Steinwurf wurde in der Weise vervollständigt, dass der ganze weggewaschene Teil derselben ausschliesslich durch Betonblöcke ersetzt wurde, die — entgegen den bei der Erstellung des Molo Galliera in Anwendung gekommenen Abmessungen von  $4 \times 2 \times 2 = 16 \text{ m}^3$  — nun einen Körperinhalt von  $5 \times 2 \times 2,25 = 22,5 \text{ m}^3$  und sonach ein ungefähres Gewicht von 50 t erhielten. Alle Blöcke wurden auf Werkplätzen am Lande erstellt und mittelst Schwimmkränen mit grösster Sorgfalt versetzt und zwar mit ihrer Längsrichtung senkrecht zu derjenigen des Wellenbrechers.

Die bis auf die Höhe von ungefähr 0,60 m über Mittelwasser reichende Blockvorlage wurde durch eine Krönungs-

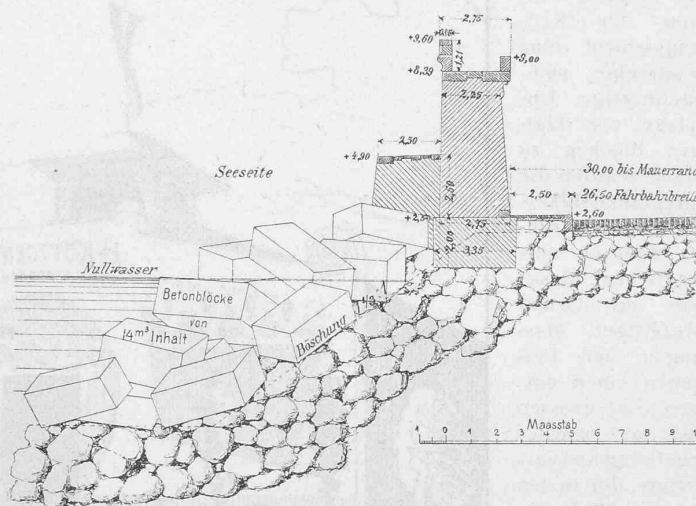


Abb. 10. Normalprofil des Wellenbrechers am Hafen von Marseille.  
Masstab 1:275.

schicht von gewaltigen Blöcken aus Bruchsteinmauerwerk mit Zementmörtel abgedeckt.

Diese Blöcke wurden an Ort und Stelle angefertigt und haben einen Kubikinhalte von  $7 \times 4 \times 3,20 = 90 \text{ m}^3$  und demnach ein Gewicht von ungefähr 200 t. Zwischen den einzelnen Blöcken wurden zur Vermeidung der gegenseitigen Reibung und Beschädigung derselben im Falle von Setzungen des Untergrundes und der Blockvorlage Zwischenräume von 0,10 m Breite ausgespart. Diese Zwischenräume wurden bis auf die halbe Höhe der Blöcke mit Beton ausgefüllt, um die letztern in der Längsrichtung der Vorlage einigermassen miteinander zu verbinden, während in einem einheitlichen, in der ganzen Länge durchlaufenden Mauerkörper sich unzweifelhaft aus dem oben angedeuteten Grunde zahlreiche und tiefe Risse gebildet hätten. Die ursprünglich in Erwägung gezogene Frage, ob die Blöcke aus Beton (wie bei allen bisherigen Hafenbauarbeiten in Genua und anderen italienischen Häfen) oder aus Bruchsteinmauerwerk anzufertigen seien, wurde in der Folge zu Gunsten des Bruchsteinmauerwerkes entschieden, und dies mit Rücksichtnahme auf die günstigen Ergebnisse der Verwendung von Mauerwerk bei den Blockvorlagen der Hafendämme von Marseille, Ymuiden und Libau, sowie auf die bedeutenden Minderkosten, die ungefähr ein Drittel des Gesamtbetrages für die Herstellung der Blockvorlage ausmachten.

In dem Bestreben, die einzelnen Blöcke als einheitliche, und nicht als geschichtete Masse herzustellen, die durch den Wellenschlag leicht abgeblättert und in einzelne Stücke getrennt werden könnte, wurde die Verwendung zahlreicher, länger, aufrechtstehender Werksteine im Mauerkörper angeordnet, wie dies aus Abb. 12 hervorgeht.

Die oberste Bruchsteinmauerschicht der sämtlichen Blöcke wurde rau gelassen, mit möglichst vielen hervorstehenden Spitzen und Unebenheiten, und dann wurden die Blöcke durch eine 0,20 bis 0,25 m hohe Betonschicht aus feinem Kies mit Zementmörtel und einem 0,05 m dicken

Zementmörtelguss auf ihre volle Höhe gebracht. Diese sorgfältige Abdeckung der einzelnen Blöcke bezweckt besonders deren Widerstandsfähigkeit gegen die durch den Anprall an die Krönungsschicht in die Höhe geschleuderten und mit grosser Gewalt wieder herabstürzenden Wellen, sowie gegen die Abblätterung und das Rissigwerden der Oberfläche infolge des Wechsels von Hitze und Kälte und von Nässe und Trockenheit.

Aus demselben Grunde erhielten auch die Stirnfläche und die Seitenflächen der Blöcke eine Deckschicht aus Zementmörtel.

Da es nicht immer möglich war, unter der Krönungsschicht eine wagrechte und regelmässige Unterlage von kleinen Blöcken zu bilden, wurden die Unregelmässigkeiten des Untergrundes dadurch ausgeglichen, dass man auf Grund sorgfältiger Messungen und Peilungen einen entsprechend grossen Sack aus starker Segelleinwand verfertigte, der in den leer gebliebenen Raum zwischen den Grundblöcken möglichst genau hineinpasste. Diese Hülle wurde in ihren zahlreichen Ecken mit Steinen

beschwert, an Ort und Stelle versenkt und dann langsam und sorgfältig mit Zementbeton ausgefüllt. Die weiche plastische Masse füllte nach und nach alle die Zwischenräume aus und bildete in dieser Weise schliesslich eine wagerecht abgeglichene Unterlage für die Blöcke der Krönungsschicht.

In den noch frischen Betonkörper wurden starke eiserne Pfähle eingeschlagen und ihr herausragender Teil bei Herstellung der Krönungsblöcke in dieselben eingemauert, um durch diese Verdübelung aus Krönungsblock und Unterlage gewissermassen ein einziges Stück zu bilden (siehe Abb. 12).

Die Verbindungsblöcke zwischen der Krönungsschicht und der vorspringenden Berme der Brustmauer erhielten eine Länge von 6 m, eine Breite von 3,50 m und eine Höhe von 3,60 m.

Infolge ihrer geringern Breite gegenüber derjenigen der vorliegenden Blöcke der Krönungsschicht entstanden zwischen je zwei Blöcken Zwischenräume von 0,60 m, welche neben einer namhaften Ersparnis an Mauerwerk den weitern Vorteil bieten, die Wassermasse der bei heftigen Stürmen in die Höhe geworfenen Fluten bei ihrem Heruntersturz zu verteilen und ihre Wirkung auf die Blöcke selbst hierdurch bedeutend abzuschwächen.

Die Verbindungsblöcke wurden aus Bruchsteinmauerwerk mit Pozzolanamörtel hergestellt.

Den bei der Zerstörung der Brustmauer gemachten Erfahrungen gemäss wurde ihre dem unmittelbaren Anprall der Meereswogen ausgesetzte Stirnfläche um ein volles Drittel verringert, indem die vorspringende Berme um 1,20 m verstärkt und ihre Oberkante auf die Kote + 4,40 erhöht wurde.

Ferner wurde die früher angewandte wagrechte Schichtung der Mauer dadurch vermieden, dass man, wie aus Abb. 12 ersichtlich, deren einzelnen Schichten eine meerseitig abfallende Neigung gab und durch Einmauerung langer senkrecht gestellter Steinblöcke die gesamten Schichten gewissermassen zu einem einzigen Mauerblock verband.

Die fast ganz zerstörte Pflasterung der binnenseitigen Berme wurde durch einen Belag von starken Steinplatten verschiedener Dicke ersetzt, deren Zwischen-

fugen sorgfältig mit Zementmörtel ausgegossen wurden, um den über die Brustwehr schlagenden Wassermassen keine Angriffspunkte zur Zerstörung des Plattenbelages zu bieten. Zum Wiederaufbau der Brustmauer wurde ausschliesslich Pozzolanamörtel verwendet.

Die zu verwendenden Mörtelmischungen wurden hinsichtlich ihrer Widerstandsfähigkeit während der Ausführung der Wiederherstellungsarbeiten einer grossen Anzahl von Zugproben mittelst des Apparats von Frühling & Michaelis unterzogen. Dieselben lieferten folgende Ergebnisse:

Industrie- und Gewerbeausstellung zu Düsseldorf 1902.

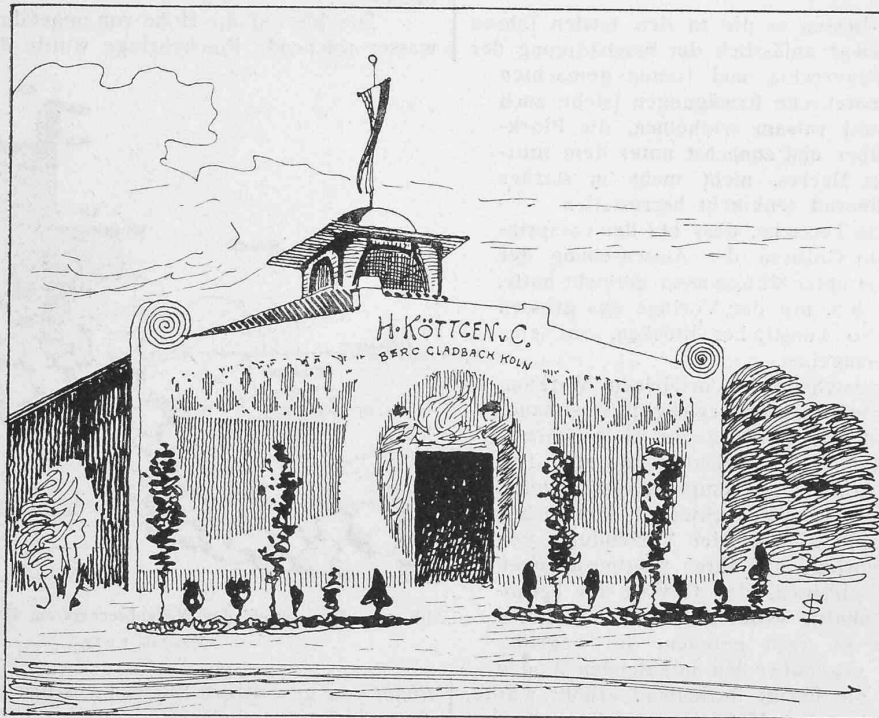


Abb. 30. Ausstellungshalle von H. Köttgen & Cie., Transportgerätefabrik in Gladbach.

Sorte	Zusammensetzung des Mörtels	Zugfestigkeit in kg per cm <sup>2</sup> nach			Verwendung des Mörtels
		8 Tagen	3 Monaten	12 Monaten	
1	1 Teil Kalk und 2 Teile Pozzolana . . . . .	—	3,10	6,00	Bruchsteinmauerwerk der Grundblöcke und der Verbindungsblöcke.
2	Reiner langsam ziehender Zement von Casale . .	35	45	52	Zementguss an den Aussen-seiten der Blöcke.
3	1 Teil Zement und 2 Teile Sand . . . . .	22	28	45	Bruchsteinmauerwerk der Blöcke d. Krönungsschicht.

Der verwendete Zementbeton bestand aus einem Teil Mörtel der dritten Sorte und zwei Teilen feinem Kies.

Die Kosten der Wiederherstellungs- und Verstärkungsarbeiten am Molo Galliera, welche im Frühling 1899 begonnen und im Laufe dieses Sommers beendet wurden, belaufen sich auf ungefähr 790 000 L., die sich wie folgt verteilen:

	Ausmass	Betrag	Einheitspreis
	m <sup>3</sup>	L.	L.
Blockvorlage bis zur Kote + 0,60 . . . . .	7420	164 000	22,10
Beton in Säcken, Eisenpfähle u. s. w. als Unterlage der Krönungsschicht . . . . .	—	89 000	—
Krönungsschicht aus Zementmauerwerk . . . . .	7560	150 000	19,80
Verbindungsschicht aus Pozzolanamauerwerk . . . . .	4130	64 000	15,50
Brustmauer aus Pozzolanamauerwerk . . . . .	8400	123 000	14,60
Elementarschäden während der Ausführung der Arbeit und Verschiedenes . . . . .	—	200 000	—
Gesamtkosten . . . . .		790 000	



*Wirkung der Verstärkungsarbeiten.*

Die im Vorstehenden begründete und geschilderte zweckmässige Anordnung und Verstärkung der Blockvorlage und der Brustmauer auf der beschädigten Strecke des Molo Galliera hat laut den seit teilweiser Vollendung der Arbeiten und besonders anlässlich des heftigen Sturmes vom 30. Januar 1901 gemachten Erfahrungen einen in hohem Grade günstigen Einfluss auf das Verhalten und die Wirkung der heranstürmenden Wellen ausgeübt.

Eine bei Anlass des genannten Sturmes gemachte, in Abbildung 13 (S. 187) wiedergegebene Momentaufnahme zeigt den Unterschied der Wellenwirkung auf die verstärkte, sowie auf die im ursprünglichen Zustand sich befindende unbeschädigte Dammstrecke.

Im Bereich der letzteren schlugen die Wellen, längs der stark geböschten Blockvorlage schief anlaufend, mit grosser Gewalt gegen die Brustmauer und über dieselbe hinüber, sodass sie einen bedeutenden Vorrat von Kohle, der auf der binnenseitigen Berme aufgestapelt war, in den Vorhafen hineinspülten und dadurch einen namhaften Schaden verursachten. In der verstärkten Strecke des Wellenbrechers hingegen wurden — offenbar infolge der steilen Anordnung der Blockvorlage und des senkrechten Aufragens der 3,20 m hohen Bekrönungsschicht — die heranstürmenden Wellen bei ihrem Anprall an die gewaltige Wand in die Höhe geschleudert und fielen auf die Krönungsschicht zurück, ohne die Verbindungsschicht und noch viel weniger die Brustwehr auch nur zu berühren.

Infolge des durchaus günstigen Ergebnisses der bis jetzt ausgeführten Verstärkungsarbeiten wird seitens der Baubehörde beabsichtigt, nach Massgabe der verfügbar werdenden Mittel auch die äusserste, bei der letzten Sturmflut nicht beschädigte Teilstrecke des Molo Galliera in der beschriebenen Weise zu verstärken, sowie eine in Aussicht genommene Verlängerung desselben um 200 m im verstärkten Querschnitt auszuführen.

Infolge des durchaus günstigen Ergebnisses der bis jetzt ausgeführten Verstärkungsarbeiten wird seitens der Baubehörde beabsichtigt, nach Massgabe der verfügbar werdenden Mittel auch die äusserste, bei der letzten Sturmflut nicht beschädigte Teilstrecke des Molo Galliera in der beschriebenen Weise zu verstärken, sowie eine in Aussicht genommene Verlängerung desselben um 200 m im verstärkten Querschnitt auszuführen.

Mit Rücksicht auf das im Hafen von Genua seltene Auftreten von so heftigen Sturmfluten wie jene vom 27. November 1898, wie auch auf die schon durchgeführte und noch zu vervollständigende Verstärkung der dortigen Wellenbrecher darf man sich wohl der Hoffnung hingeben, dass weitere schwere Beschädigungen derselben in Zukunft nicht mehr eintreten werden.

## Die Architektur der Industrie- und Gewerbe-Ausstellung zu Düsseldorf 1902.

### VI. (Schluss.)

7. Auch andere zahlreiche Ausstellungsgebäude von Privatfirmen, die auf dem ganzen Ausstellungsgelände zerstreut liegen, bieten durch ihre grosse Mannigfaltigkeit ein weites Feld des Studiums. Sie sind in einige Gruppen zu teilen, aus denen wir einzelne charakteristische Beispiele anführen möchten:

Am zahlreichsten vertreten ist der Typ des ländlichen Fachwerkbaues, meistens in Form von Bauernhäusern mit malerischen Dachbildungen. In dieser Art, aber in Gestalt

eines Turmes, ist der Pavillon der Internationalen Bohrgesellschaft Erkelenz i. Rhld. durchgeführt (Abb. 25 S. 174).

Ein auch sehr häufig wiederkehrender Typ ist derjenige des Kuppelbaues. Zu dieser Gattung gehört der achteckige Zentralbau der Buderusschen Eisenwerke in Wetzlar (Abb. 26 S. 175), dem Grundgedanken nach eine byzantinische Anlage mit modernen Zutaten.

Einfacher im Grundriss und Aufbau, aber doch als Ausstellungsgebäude sehr gelungen, ist der Pavillon der Firma „Roisdorfer Mineralquelle“ (Abb. 27 S. 192), eine leichte Kuppel mit Laterne, von vier Eckpfeilern getragen. Ähnlich in der Gesamtdisposition, aber reicher im Aufbau und im rheinischen Charakter gehalten, ist der Pavillon der Hochheimer Schaumwein-Gesellschaft (Abb. 28 S. 192).

Eine dritte Gattung bildet die einfache Halle mit architektonischer Ausstattung der Seiten. Zu den besten dieser Art gehören die Pavillons von Schäfer & Langen, Maschinenfabrik in Crefeld (Abb. 29) und H. Köttgen & Co., Transportgerätfabrik in Gladbach (Abb. 30). Der erstere Bau im modernen Stil ausgeführt, weist neben reichem und geschmackvollem Schmuck eine eigenartige koloristische Behandlung der Flächen auf; die Pfeiler sind gelb, die Felder, welche die Fenster



Abb. 29. Pavillon von Schäfer & Langen, Maschinenfabrik in Crefeld.

umgeben, rot und die aufgesetzten Dekorationen in grüner Bronzefarbe. Der zweite Bau hat nur eine Hauptfront, glatte Mauern mit volutenartigen Endungen und gemalten Flächen. Das Ganze ist eigenartig, modern und geschmackvoll.

Ausser diesen drei Haupttypen gibt es noch manche hübsche Komposition, wie der Pavillon des Friseurs Franz Busch (Abb. 31 S. 193), ein kleiner quadratischer Bau, der wie ein arabischer Marabut aussieht, oder derjenige der allgemeinen Thermit-Gesellschaft in Essen a. d. Ruhr (A. Goldschmidt) nach Art der Propyläen in antikem Stil (Abb. 32 S. 193).

Um schliesslich nach diesen verschiedenen Beispielen unseren allgemeinen Eindruck zusammen zu fassen, können wir sagen, dass die Düsseldorfer Ausstellung architektonisch viel Interessantes bietet, und dass man für den plumpen und stillosen Charakter einiger Haupt- und besonders offizieller Gebäude durch Grossartigkeit ihrer Komposition und namentlich durch die feinen und originellen Lösungen kleinerer Bauten entschädigt wird.

Wenn die grösste Bedeutung der Düsseldorfer Ausstellung entschieden auf dem Gebiet der Industrie, und besonders der Metallindustrie zu suchen ist, so darf doch auch ihr künstlerischer Wert nicht unterschätzt werden. Die Architekten-Welt der Rheinlande hat hier grosse Phantasie und bedeutendes Können an den Tag gelegt.

### Aus den Verhandlungen der Generalversammlung des Schweiz. Elektrotechn. Vereins vom 12. Oktober 1902 in St. Gallen.

#### (Schluss.)

Zu den Anträgen der *Normalien-Kommission* betreffend *Normalien für Schmelzsicherungen und für Leitungsmaterial*, die ebenfalls gedruckt vorlagen, führte der Präsident der Kommission, Hr. Prof. Dr. Wyssling, folgendes an: