

28

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND  
DER  
SCHIFFFAHRTS-CONGRESSE

X. CONGRESS-MAILAND-1905

II. Abteilung : Seeschiffahrt  
4. Frage

Bauart der äusseren Molen der Häfen

MIT

Rücksicht auf die Gewalt der Wellen,

DENEN SIE WIDERSTEHEN MÜSSEN

SCHÄTZUNG DIESER KRAFT

BERICHT

VON

C. COEN-CAGLI

Civilingenieur



NAVIGARE

NECESSE

BRÜSSEL

BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (GES. M. B. H.)  
18, Rue des Trois-Têtes, 18

1905



I-354260

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316868

BPK-B-15/2019



# SCHUTZBAUTEN IM HAFEN VON NEAPEL.

---

**Betrachtungen über den Bau und die Form  
der äusseren Hafemolen.**

---

## BERICHT

VON

**E. COEN CAGLI.**

Civilingenieur.

---

### Einleitung.

Gelegentlich des Internationalen Seeschiffahrts-Congresses im Jahre 1893 hatte Herr Civilingenieur L. Luiggi eine Denkschrift über die Geschichte der Molenbauten in Italien bis in die neuere Zeit verfasst, worin eine grosse Anzahl von Normalprofilen, sowie von Angaben über die Wahl und die Anwendung der verschiedenen Bausysteme und über den Preis und die Unterhaltungskosten der ausgeführten Arbeiten enthalten waren.

Von 1893 bis zur gegenwärtigen Zeit sind in Italien bedeutende Fortschritte im Molenbaue erzielt worden, indem man die Beobachtungen, welche die mit der Bauleitung im Lande selbst betrauten Ingenieure gemacht haben, ebenso wie die in den Häfen des Auslandes gewonnenen Erfahrungen nutzbar gemacht hat.

Mehrere unserer Häfen weisen schon mehr oder weniger bemerkenswerte Beispiele dieser Fortschritte auf, und deren Zahl wird in wenigen Jahren beträchtlich vermehrt werden durch die Ausführung zahlreicher Schutzbauten, welche die durch die Volksvertretung kürzlich angenommenen Gesetze zur Durchführung neuer ausserordentlicher Ausbau- und Vergrösserungsarbeiten für die Häfen des Königreiches festgesetzt haben.

Augenblicklich ist der Hafen, welcher die beachtenswertesten in Italien gemachten Fortschritte dieser Art aufzuweisen hat, und wo man Beispiele fast sämtlicher bei uns in den letzten 50 Jahren im Molenbaue angewandten hauptsächlichlichen Systeme antrifft, derjenige von Neapel.



### Historischer Rückblick.

Der im Hintergrunde eines prächtigen, sich auf das Mittelmeer öffnenden Golfes zwischen den Inseln Ischia und Capri gelegene Hafen von Neapel ist hauptsächlich den Winden des dritten Quadranten ausgesetzt, welche während des Winters herrschen, und die, von den Küsten Afrikas, d. h. aus einer Maximalentfernung von ungefähr 300 Seemeilen, her wehend, sehr heftige Stürme verursachen können, wengleich diese schwächer sind, als diejenigen, denen die mehr nördlich gelegenen Häfen von Civitavecchia und Genua ausgesetzt sind. In geringerem Grade ist er auch dem Anpralle der Wogen aus dem zweiten Quadranten unterworfen, welche, obwohl sie durch die Halbinsel Sorrent aufgefangen werden, doch in den Golf eintreten und sich bei Neapel mit noch sehr gefährlicher Heftigkeit gegen die Küste werfen können.

Deshalb hat man von Anfang an die Schutzbauten des Hafens hauptsächlich gegen die aus Südwesten andringenden Wogen gerichtet und sie dann durch Hilfsbauten vervollständigt, welche dazu bestimmt sind, dem aus der weniger in Betracht kommenden Richtung von Ost-Süd-Ost bis Süden herandrängenden Anpralle Einhalt zu tun.

Die Schaffung des ersten Hafenbeckens, also des jetzigen alten Hafens, begann in der Tat im Jahre 1302 mit dem Baue der nach Ost-Süd-Ost gerichteten Mole Angioino, worauf vier Jahrhunderte später (im Jahre 1763) die Herstellung der Mole S. Gennaro folgte, welche den Schutz des Beckens vervollständigen sollte, indem sie hauptsächlich den aus dem zweiten Quadranten kommenden Wellengang, der auch das Hafenwasser sehr lebhaft beunruhigte, unterbrach.

Ein Jahrhundert später (um 1840) wollte man ein neues Becken für die Kriegsflotte, den jetzigen Kriegshafen, bauen und wählte hierzu die Bucht im Südwesten der Mole Angioino. Diese Bucht war teilweise, und zwar in der Richtung gegen den ärgsten Wellenschlag, schon durch die Küste selbst geschützt. Man vervollständigte den Schutz, indem man in der Richtung Ost-Süd-Ost den ersten Arm der Mole S. Vincenzo, ungefähr 500 m lang, errichtete und ihn durch einen anderen 50 m langen und hammerförmigen Arm verlängerte.

Diese Bauten genügten indessen nicht, um einen vollständigen Schutz der beiden Becken zu erreichen. Ausserdem hatten die modernen Anforderungen der Schifffahrt und des Handels



schon angefangen, sich fühlbar zu machen. So wurde man gegen 1860 denn veranlasst, neue Beratungen zur Verbesserung der Hafenvhältnisse anzustellen, und nach zahlreichen Entwürfen entschloss man sich zu einer Verlängerung der Mole S. Vincenzo in deren ursprünglicher Richtung. Diese Verlängerung erreichte im Jahre 1867 eine Abmessung von 320 m, und infolge der sich daraus ergebenden Vorteile fügte man in den folgenden Jahren noch weitere 290 m hinzu.

Im Jahre 1880 schliesslich nahm man einen Plan zur Vergrösserung des Hafens an, und zwar zur Schaffung eines neuen Beckens, neuer Handelshafen genannt, welches im Osten durch die Mole Oriental mit deren beiden Ansätzen den Molen a Martello und Curvilineo, begrenzt und beschützt wird, und ferner zu einer neuen Verlängerung der Mole S. Vincenzo um 340 m zu dem Zwecke, das neue Becken gegen den Wogengang aus Südwesten zu schützen. Diese Arbeiten wurden im Jahre 1896 vollendet. Man vervollständigte sie noch durch eine Flügelmauer in Gestalt eines 26 m langen Ansatzes, an welchen sich noch ein Arm im Winkel anschloss. Mit dieser letztgenannten Verlängerung erreichte die Gesamtlänge der Mole nunmehr ungefähr 1550 m.

Von den beiden Ansätzen in der Mole Oriental war der eine, d. h. die Mole a Martello, dazu bestimmt, in Gemeinschaft mit der Mole S. Vincenzo den Schutz des inneren Hafens gegen den südöstlichen Wellengang auszuüben, während der andere, d. h. die Mole Curvilineo, die Beunruhigung unterbinden und gewissermaassen von dem Hafen abdrängen sollte, welche nach der Ansicht einiger Fachleute die von Süd-Süd-West kommenden Wellen durch Rückprall verursachen sollten, indem sie unter einem spitzen Winkel von Osten her gegen die östliche Küste Neapels andrängen. Die Mole Oriental ist heute zu einem Innenwerke geworden, und zwar infolge der Erbauung eines Trockendockes und der dazu gehörigen Hafendocke, welche im Osten und im Süden durch einen an der Mole Curvilineo endenden Deich begrenzt wird und mit dem Vorhafen durch einen in dieser letztgenannten Mole befindlichen offenen Durchlass in Verbindung steht.

Das neue Schutzbauten-System erschien bald ungenügend, um dem Hafen der Notwendigkeit entsprechend ruhiges Wasser zu gewähren. Man ging daher im Jahre 1895 an neue Studien. Einige Sachverständige schlugen vor, die Mole S. Vincenzo in einer mehr oder weniger gegen die Küste geneigten Richtung zu verlängern, andere dagegen, hauptsächlich von der Hypo-



these der Rückprallbewegungen ausgehend, welche einst den Bau der Mole Curvilineo veranlasst hatten, betonten die Notwendigkeit, einen Damm im Osten des Hafens anzulegen, um auf diese Weise den Eingang mehr oder weniger gegen Südosten, d. h. nach Ansicht dieser Fachleute gegen die Sturmwellen, zu richten.

Um sich bei der Lösung der Frage auf Experimentalergebnisse stützen zu können, begann man eine Reihe von Beobachtungen über die Bewegungen des Meeres, sowohl in der Nähe als auch im Innern des Hafens. Dies führte in Gemeinschaft mit anderen, während zahlreicher Stürme gemachten Erfahrungen zu dem Vorschlage, im Osten des Hafens einen vermischtlinigen Damm aufzuwerfen, und zwar so, dass zwischen dem der offenen See zugewendeten Ende und der Flügelmauer der Mole S. Vincenzo ein ungefähr 300 m breiter und sich nach Süden öffnender Durchlass blieb (1).

Dieser neue Damm befindet sich heute in Bau, nachdem die Arbeiten dazu im Frühjahr 1901 begonnen worden sind. Er wird eine Gesamtlänge von ungefähr 500 m erhalten und zunächst einen geradlinigen ersten Arm von 185 m Länge in der Richtung Süd 23° 10' Süd-West umfassen, woran sich ein Kreisbogen von ungefähr 673 m Radius und von ungefähr 290 m Länge schliesst, während am äussersten Ende eine viereckige Flügelmauer von 22,50 m Seitenlänge anstösst. Diese Flügelmauer soll nach dem angenommenen Entwurfe derartig angelegt werden, dass die Hafeneinfahrt eine Breite von 350 m behält; man hat aber bei der nach und nach erfolgenden Verschiebung der Leuchtboje, welche dazu bestimmt ist, die Fahrt der Schiffe an der Arbeitsstelle zu sichern, schon feststellen können, dass die Schiffe bei jeglichem Wetter durch eine Öffnung von ungefähr 250 m im Osten der Flügelmauer der Mole S. Vincenzo in den Hafen ein- und aus diesem auszufahren vermögen.

In den letzten Jahren hat man mit Rücksicht auf eine spätere Vergrösserung des Hafens neue Entwürfe ausgearbeitet. Eine derartige Vergrösserung wird als notwendig erachtet, nicht nur um dem bereits eingetretenen stärkeren Verkehr entsprechen zu können, sondern auch mit Rücksicht auf diejenige Vermehrung der Schifffahrt, welche sich durch die in der letzten Zeit zu Gunsten der Entwicklung der Industrie Neapels ge-

---

(1) « Memoria sui movimenti del mare e sul completamento delle difese foranee del porto di Napoli », *Giornale del Genio Civile*, 1898.



fassten Beschlüsse ergeben wird. Man hat auch schon einen Vorentwurf zur Schaffung eines neuen Handelsbeckens im Osten des Hafens angenommen, wie aus dem diesem Berichte angefügten Uebersichtsplane zu ersehen ist. Dieses Becken soll durch einen Damm geschützt werden, der von dem Nordende des jetzt in Bau befindlichen ausgeht und in ungefähr 1000 m Länge parallel zur Küste läuft.

### Mole S. Vincenzo.

Der bedeutendste der Schutzbauten des Hafens von Neapel ist noch heute die Mole S. Vincenzo, sowohl was deren Wirksamkeit anbetrifft, da sie den gefährlichsten Wellenschlag abhält, als auch hinsichtlich ihrer Länge, welche ungefähr 1500 m erreicht, und der Tiefe, aus der sie emporsteigt, und die an der Flügelmauer 35 m erreicht, sowie schliesslich auch hinsichtlich ihrer kolossalen Masse. Ausserdem veranschaulicht diese Mole, die in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts in Italien im Molenbaue verwirklichten Fortschritte.

In ihrem ersten und ältesten Teile, 550 m lang, setzte sich ihr Aufbau anfänglich aus einem Damme von Felssteinen mit sehr sanfter äusserer Böschung und einer teilweisen Krönung zusammen, welche letztere aus einer Plattform von Mauerwerk bestand, die nach der Hafenseite zu einen Kai bildete und nach der Seeseite hin durch eine leichte Schutzmauer gesichert wurde. Die gleiche Bauart wurde, im Grunde genommen, bei der ersten Verlängerung um 320 m befolgt, abgesehen von einigen Verstärkungen, die man ausserdem infolge der im Jahre 1866 durch einen Sturm angerichteten Schäden beschloss. Ebenso verfuhr man auch bei der zweiten Verlängerung von 290 m. Als aber durch zwei im Dezember 1872 und im Februar 1879 auftretende ausnahmeweise heftige Stürme weitere äusserst schwere Beschädigungen verursacht wurden, verstärkte und veränderte man nach und nach den Bau, indem man die Dicke der Schutzmauer vermehrte, den inneren Kai verbreiterte, die äussere Abdachung durch eine dreifache Reihe von gemauerten Steinblöcken schützte und die nach der offenen See gerichtete Böschung mittels ungeordnet hingeworfener künstlicher Betonblöcke verkleidete. Schliesslich gab man dem Baue das in Figur 3 der beiliegenden Tafel gekennzeichnete Profil. Dieses Profil ist dann ohne irgendwelche Veränderung beibehalten worden, ohne dass es nötig gewesen wäre, andere Unterhal-



tungsarbeiten vorzunehmen, als die von Zeit zu Zeit erfolgenden Wiederausfüllungen der äusseren Verkleidung.

Die Molenart, welche aus einem grossen Damme von Felssteinen besteht und oberhalb des Meeresspiegels durch einen massiven Aufbau aus Mauerwerk gekrönt wird, hatte, sowohl was den Kostenpunkt, als auch was die Widerstandsfähigkeit anbetrifft, allenthalben schwere Enttäuschungen ergeben. Da die Böschung der Mole nach und nach die Kraft der Wogen absorbieren soll, so musste man ihr in der That eine sehr sanfte Neigung geben. Andererseits war es, um zu verhindern, dass die heftige See sich einen Weg durch die Zwischenräume zwischen den Steinen und bis unterhalb der massiven Krönung bahnte oder gar bis in die zu schützenden Hafengewässer eindrang, notwendig, dem Bauwerke einen ungeheuerlich starken Querschnitt zu geben. Hieraus entstanden sehr hohe Baukosten, und es ergaben sich ferner eine sehr lange Bauzeit, sowie eine sehr kostspielige Unterhaltung, da die nach der offenen See gerichtete Böschung keine Beständigkeit aufwies und folglich fortwährend von neuem ausgefüllt werden musste.

Um diese Unzuträglichkeiten herabzumindern, schritt man zu der Benutzung künstlicher Blöcke, sei es als Schutzblöcke der oberen Abdachung aus Felsgesteinen, sei es als ungeordnete Verkleidung der nach der See gerichteten Böschung, sei es endlich, in gewissen Fällen, wo grössere Steinmengen nicht zur Verfügung standen, zum vollständigen Aufbaue der Dämme. Der Querschnitt der Molen musste aber immer noch sehr stark gewählt werden, um die Wassermassen genügend von der Schutzmauer abzuhalten und um ein gefährliches Eindringen der Wellen durch die starken Zwischenräume zwischen den Blöcken zu verhindern, welche Zwischenräume infolge ihrer trichterartigen Form in gewissem Maasse eine Konzentrierung des Anpralles bewirkten. Ausserdem blieben die Unterhaltungskosten immer noch sehr hohe, hauptsächlich wegen der Unbeständigkeit der auf die nach aussen gerichteten Böschungen geschütteten Blöcke und der hierdurch bedingten häufigen Ausfüllungen.

Um diesem Uebelstande abzuhelpen, schlug der Ingenieur-Inspektor Parodi zum ersten Male im Jahre 1879 für den Bau der Mole Galliera in Genua vor, die zur Verkleidung der Böschungen dienenden künstlichen Blöcke nicht ungeordnet einzuschütten, sondern sie in regelmässigen wagerechten Schichten mit Verjüngung nach oben übereinander anzuordnen, so dass sich eine Böschung von ungefähr 45° ergebe. Er hoffte, durch



dieses Mittel eine Maximalwiderstandsfähigkeit bei einem Minimalvolumen zu erreichen, weil nämlich die Blöcke durch ihre gegenseitige Stützung, durch die auf jede Schicht drückende Last der darüberliegenden Schicht und auch durch das grössere Gewicht der einzelnen Blöcke selbst eine grössere Beständigkeit des Baues verursachten. Das Beispiel von Genua wurde bald in vielen anderen italienischen und fremden Häfen nachgeahmt, so auch in Neapel, wo die neue



Mole St-Vincenzo. — Letzte Verlängerung.

Bauart bei der letzten Verlängerung der Mole S. Vincenzo um 340 m in den Jahren 1883-1895 und bei dem Baue der Molen Curvelineo und a Martello eine wichtige Anwendung fand.

Das für die Verlängerung der Mole S. Vincenzo angenommene Profil entspricht (abgesehen von den durch dickere Linien dargestellten Teilen) dem in der Figur 4 der Tafel gekennzeichneten, welches einen mittleren Querschnitt des Baues vorstellt.

Schon von den ersten Anwendungen dieses neuen Profiles an stellten sich indessen bei den Ingenieuren starke Zweifel



über die Widerstandsfähigkeit ein. Man befürchtete, dass jede durch eine Unterwaschung oder durch eine Senkung der Abdachung des Fundamentes herbeigeführte Unterbrechung des Zusammenhanges in der Masse der zur Verkleidung dienenden Blöcke oder jede andere Ursache sehr folgenschwere Ereignisse herbeiführen könnte. Diese Befürchtungen lieferten zunächst in Genua und dann auch in den anderen Häfen, wo man das neue System angenommen hatte, die Idee, die Verkleidung aus aufeinandergeschichteten künstlichen Blöcken durch Felssteinschüttungen zu schützen.

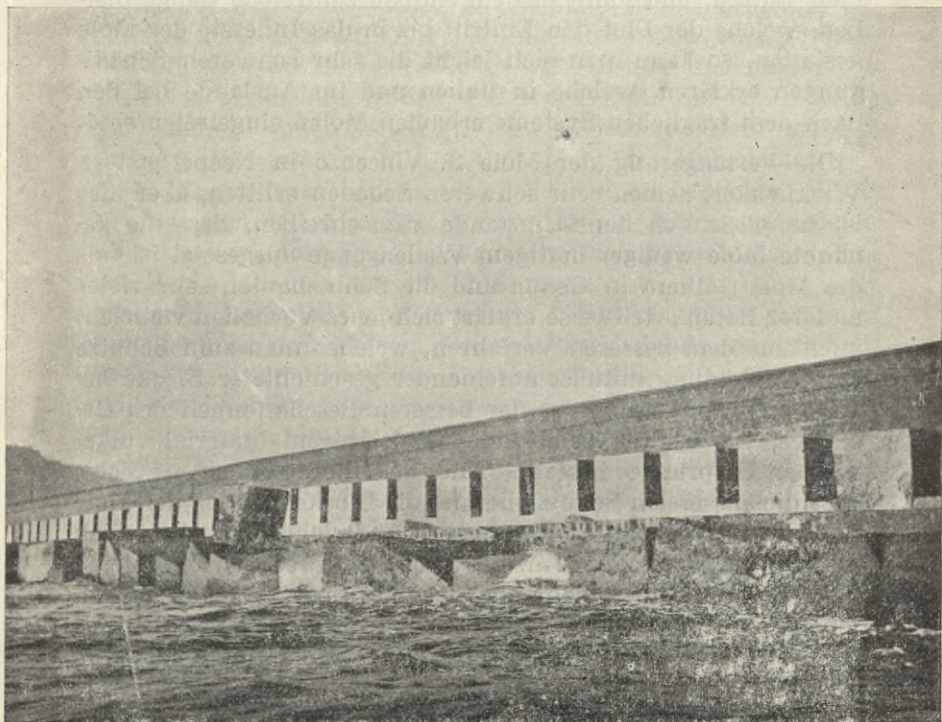


In der gleichen Weise verfuhr man bei der Mole S. Vincenzo in Neapel, mit dem Unterschiede jedoch, dass der obere Teil der neuen Verkleidung durch eine Schicht fast regelmässig angeordneter künstlicher Blöcke hergestellt wurde, so wie es in Figur 4. der Tafel dargestellt ist. (Siehe auch nachfolgende Illustration.)

Ganz abgesehen von jeder anderen Erwägung, ist es klar, dass eine solche Maassnahme, wenn sie in grösserem Umfange getroffen würde, nur eine Rückführung der neuen Bauart auf



die ursprüngliche bedeutete und somit die beabsichtigten Vorteile vollständig vernichtete. Wendete man sie dagegen nur in begrenztem Umfange an, so könnte sie überhaupt keinen Nutzen bieten und sogar zur Ursache neuer Gefahren werden, indem sie, da die Böschung sanfter und glatter, den Anprall der Sturzwellen gegen die Schutzblöcke und die Schutzmauer begünstigte.



Die betreffende Maassnahme hat übrigens nicht verhindert, dass die gefürchteten Ereignisse bei der Mole von Genua eintreten, und das gleiche geschah bei mehreren anderen nach demselben Systeme unternommenen Molenbauten.

In der Tat ist es zweifelhaft, ob die in einer Böschung von 1/1 in regelmässigen Schichten angeordneten künstlichen Blöcke wirklich eine bedeutende Stabilität dadurch erhalten, dass auf jeder Schicht die immerhin nur geringe Last der darauf lagernden Schicht ruht. Ferner hatte man sehr ernstlich Anlass die Wirkungen der natürlichen Senkungen der Felssteine



zu befürchten, und zwar nicht nur am Fusse der Verkleidung, sondern auch, und zwar noch mehr, in dem Körper des massiven Aufbaues selbst. Wenn man ferner die Gefahren in Betracht zieht, welche aus der häufig mangelhaften Einbringung der Blöcke entstehen und theils durch die Nachlässigkeit der Taucher verursacht werden, theils durch Schwierigkeiten, die sich aus der Gegenwart von Kieselsteinen ergeben, indem letztere verhindern, dass die Blöcke einander gegenseitig vollkommen stützen, und somit in dem Aufbau zahlreiche Gänge bleiben, welche der Flut den Eintritt bis in das Innerste der Mole gestatten, so kann man sich leicht die sehr schweren Schädigungen erklären, welche in Italien und im Auslande bei den nach dem fraglichen Systeme erbauten Molen eingetreten sind.

Die Verlängerung der Mole S. Vincenzo in Neapel hat in Wirklichkeit keinen sehr schweren Schaden erlitten, aber dies ist hauptsächlich dem Umstande zuzuschreiben, dass die genannte Mole weniger heftigem Wellengange ausgesetzt ist, als die Mole Galliera in Genua und die Schutzbauten sehr vieler anderer Häfen; teilweise erklärt sich jenes Verhalten vielleicht auch aus dem besseren Verfahren, welches man zum Schutze der Verkleidung mittelst aufeinander geschichteter Blöcke befolgt hat, und ferner aus der besseren Beschaffenheit des Gesteines, welches aus sehr widerstandsfähigem Material vulkanischen Ursprunges besteht. Alles dies hindert übrigens nicht, dass die äussersten Schutzteile und die Blockschichten der Mole S. Vincenzo fortwährend nachgeben und sich daher alljährlich auf der Aussenfläche, d. h. der nach dem Meere zugerichteten Seite des Oberbaues mehr oder weniger grosse Lücken einstellen, deren Ausbesserung beträchtliche Kosten verursacht. Tatsache ist, dass die Unterhaltung dieser Mole seit dem Jahre 1895 allein für den nach dem besagten Systeme ausgeführten Teil von 340 m Länge jährlich ungefähr 50.000 Fr. gekostet hat, also durchschnittlich 150 Fr. pro laufenden Meter und pro Jahr.

Die in anderen Häfen gesammelten Erfahrungen hatten indessen bewiesen, dass die aus aufeinander geschichteten künstlichen Blöcken bestehende Verkleidung um so sicherer gewesen wäre, je grösser sich die Wirkung der Belastung und der gegenseitigen Stützung gestaltet hätte; man wäre im Stande gewesen, zu einem entsprechenden Ergebnisse zu gelangen, wenn man die Blöcke so dicht wie möglich aneinandergereiht und die Verjüngung jeder Schicht im Vergleiche zu der darunter befindlichen so vermindert hätte, dass der von jeder Schicht auf die Unterschicht ausgeübte Druck sein Maximum



erreichte. Gleichzeitig hätte man dadurch einen anderen sehr wichtigen Vorteil erzielt, nämlich denjenigen, dass die Wellen konzentrisch gegen die äussere Seite der Mole angeprallt wären, also in möglichst weitem Abstände von den Schutzblöcken und von der Schutzmauer. Alles das hat man wenigstens bis auf den heutigen Tag bestätigt gefunden bei dem letzten Teile der Mole S. Vincenzo, welcher eine Flügelmauer bildet und, wie es in Figur 5 der Tafel dargestellt wird, in demjenigen Teile, der durch aufeinandergeschichtete Blöcke bekleidet ist, ein viel steileres Profil aufweist (ungefähr 1 Basis zu 1,6 Höhe). Die Blöcke sind dort ausserdem viel dichter aneinander geschichtet, als an den früher erbauten Teilen, und haben keine Verkleidung aus Felssteinen, mit Ausnahme allerdings der Grundsicht, welche in die Abdachung des Molenbaues versenkt ist, um der Wirkung der Widersee zu begegnen. Wirklich hat sich seit dem Bau der vor etwa 6 Jahren vollendeten Flügelmauer keine Beschädigung ergeben, obgleich dieser Teil des Baues der bei weitem gefährdetste ist und schon sehr schweren Angriffen ausgesetzt war. Allerdings muss man dieses Ergebnis zum grossen Teile dem Umstande zuschreiben, dass der untere Kern der Felssteinschüttungen schon einige Jahre vor der Ausführung des übrigen Baues eingebracht worden ist und folglich einen sehr hohen Grad der Konsolidation erreicht hatte. Was die Felssteinschüttungen indessen anbetrifft, so muss man den Erfolg teilweise auch dem bei der Ausführung befolgten Verfahren zuschreiben, bei welchem nämlich die Arbeiten mehrere Male unterbrochen wurden, um dem Fundament Zeit zur Senkung und Konsolidierung zu geben, bevor man den Oberbau in Angriff nahm, und wobei man ferner die verschiedenen Arten von Steinen durcheinander einschüttete, um die Grösse der Zwischenräume auf ein Minimum zu bringen und ebenso die Wirkung der Senkungen und die Möglichkeit des Eintrittes des Wassers in das Bauwerk, während man sonst die Steine in unterschiedlichen Schichten eingebracht hatte, um in dem Volumen der Materialien Ersparnisse zu erzielen. Feststeht, dass die Flügelmauer der Mole S. Vincenzo dem Anscheine nach schon fast am Ende ihrer Sackung angelangt ist, während der vorhergehende Teil, obwohl lange Zeit früher erbaut, sich immer noch in beträchtlichem Maasse senkt. Die Sackung hat in den 10 Jahren vor der Vollendung des Baues in der Tat ungefähr 1,20 m betragen.

Man hat somit fürwahr befriedigende Ergebnisse erzielt, und



es scheint, dass der in besagter Weise erbaute Teil der Mole auch in Zukunft der Gewalt des Meeres gut Widerstand leisten wird; nichtsdestoweniger haben wir es mit einem Bauwerke zu tun, welches ungefähr 20000 Fr. per laufenden Meter kostet, dessen Vollendung übermässig lange Zeit in Anspruch genommen, sowie beträchtliche Schwierigkeiten, besonders bei der Anordnung der künstlichen Blöcke, dargeboten hat, und welches der Stabilität entgegenwirkende Elemente in sich birgt, wie z. B. die durch die künstlichen Blöcke verkleidete Gesteinschüttung, so dass man nicht mit Sicherheit behaupten kann, dass die Widerstandsfähigkeit ohne sehr kostspielige Ausbesserungen dauernd gewahrt bleiben wird.

### **Bauart des neuen in Ausführung begriffenen Dammes.**

Bei dem Entwurfe des im Hafen von Neapel in Ausführung befindlichen neuen Dammes ist in Gemässheit aller der obenstehend angeführten Erwägungen und der durch die Erfahrung gelieferten Ergebnisse die in Figur 6 der Tafel dargestellte Bauart gewählt worden, welche im Grunde genommen diejenige ist, bei welcher Steinschüttungen verwendet werden, über die sich ein massiver Oberbau mit fast senkrechten Wänden erhebt, also die Bauart, die schon seit langer Zeit in vielen fremden Häfen und besonders in England befolgt wird.

Die bei den bisher in Italien angewandten Bauarten entstandenen Unzuträglichkeiten und Gefahren hat man zu vermeiden geglaubt, indem man dieses System anwandte, bei welchem der Steinschüttungskörper hinter den künstlichen Blöcken vermieden wird, während die letzteren derartig aufeinander lagern, dass die Wandungen steiler gestaltet werden, und an Stelle der früheren gemischten Ausführung eine homogene und dichte Struktur aus grossen künstlichen Blöcken tritt, welche nicht mehr durch ein enormes, hohe Bau- und Unterhaltungskosten verursachendes Volumen, sondern durch die tatsächliche Widerstandskraft ihrer einzelnen Elemente dem Angriffe Trotz bietet und daher einen dreifachen Vorteil gewährt, nämlich Billigkeit, Schnelligkeit der Ausführung und Widerstandskraft.

Der neue Damm besteht aus einem Schüttdamme aus Gestein, welcher in seiner ganzen Ausdehnung in der Höhe von 9,50 m abgeglichen ist, mit Ausnahme der südlichen Flügelmauer, welche bei 11,50 m abgleicht. Darüber erhebt sich ein massiver Bau aus übereinander geschichteten künstlichen Blöcken,



welcher den Meeresspiegel um 0,50 m überragt. Dieser massive Oberbau trägt seinerseits eine Plattform aus Mauerwerk, welche nach der Hafenseite zu einen Kai und nach der Seeseite zu das Fundament einer sich 6 m über das Meer erhebenden Schutzmauer bildet.

Der krummlinige Umriss des Dammes wird dadurch erhalten, dass man den massiven Bau aus künstlichen Blöcken in einer polygonalen Linie führt, deren Elemente eine durchschnittliche Länge von ungefähr 40 m haben. Die Abweichung in den Winkeln wird durch die Verwendung einiger Blöcke von besonderer Form erzielt. Die anderen Blöcke haben sämtlich die Form eines Parallelepipeton von 2 m Höhe, 2,50 m normaler Breite und zwischen 4 und 5 m Länge. Das Volumen liegt also zwischen 20 und 25 cbm.

Die Dicke des massiven Baues aus künstlichen Blöcken beträgt am Meeresspiegel in dem ersten vom nördlichen Ende ablaufenden, 300 m langen Teile des Dammes 10 m, bei dem folgenden, 165 m langen Teile 13 m und bei dem letzten Teile, welcher eine Flügelmauer bildet und bestimmt ist, ein Gebäude für Leuchtfeuerzwecke zu tragen, 22,50 m. Die Böschungen des Schüttdammes haben eine Neigung von 1:1,50 an der Seeseite und von 1:1 an der Hafenseite.

Die den massiven Bau aus künstlichen Blöcken überragende Plattform aus Mauerwerk erreicht an der Hafenseite eine Höhe von 2,50 m und an der Seeseite von 3,50 m über dem Meeresspiegel. Die Schutzmauer hat an ihrer Basis eine Dicke von 4 m; ihr Hauptzweck ist, durch ihre schwere Masse eine für die Beständigkeit des massiven Baues aus künstlichen Blöcken sehr nützliche Belastung zu schaffen.

### **Theorie der Wasserbewegung am Meeresboden. — Anwendung derselben bei dem neuen in Bau befindlichen Damme.**

Nach den in England sowie in anderen Ländern bei den Vorschlägen zur Anwendung der neuen Art von Molen mit massivem und beinahe senkrechtwandigem Oberbaue befolgten Grundsätzen glaubte man, einen von der alten Bauart mit sehr sanften Böschungen nicht erreichten Vorteil erzielen zu können nämlich, dem Andringen der Wellen eine Schutzwand entgegen zustellen, welche die schwingende Bewegung des Wassers in keiner Weise durch eine Umwandlung in fortschreitende Bewegung verändert, und auf diese Weise folglich die Widerstandsanstrengung der Mole auf ein Minimum zurückzuführen, wäh-



rend die alte Bauart die Aufgabe hatte, die Energie der Wellen und die durch die Böschung des Dammes selbst hervorgerufene fortschreitende Bewegung nach und nach zu absorbieren.

Dies leitete man hauptsächlich aus der Erwägung ab, dass die Kraft der Wellen vor einem Hindernisse hauptsächlich in der Oberfläche der Wellen lag, und dass die Bewegung des Wassers unterhalb des Meeresspiegels sehr schnell abnahm, um in einigen Metern Tiefe fast unmerklich oder meistens unschädlich zu werden. Zur Unterstützung dieser Theorie hat man häufig die Profile der aus Steinschüttungen aufgeführten Dämme angeführt, deren Böschungen beim Abstiege von der Oberfläche zum Grunde des Meeres steiler werden, und man führt diese auch noch heute an, ebenso wie die Tatsache, dass die durch Stürme herbeigeführten schwersten Beschädigungen an Schutzbauten sich gewöhnlich auf die oberen Teile der letzteren beschränken.

Eine grosse Anzahl von Tatsachen indessen, welche den Marine-Ingenieuren übrigens wohl bekannt sind, lässt erkennen, dass die Bewegung des Meeres sich, wenigstens in gewissen Fällen, bis zu sehr bedeutenden Tiefen fortpflanzen, Materialien aus dem Grunde loslösen und zuweilen innere Schleuderwirkungen hervorrufen kann, welche letztere im stande sind, die ganze flüssige Masse bis zur Oberfläche zu durchdringen, wie das in dem wohlbekanntem Falle der Bank von Neufundland zutrifft.

Der Oberst Emy, der von geometrischen Betrachtungen über die Unveränderlichkeit des Volumens der flüssigen Masse im wellenförmigen Zustande ausging, hatte eine Erklärung des Mechanismus der Wellen aufgestellt, welche die schon durch Newton's Genie vermutete Wahrheit über die Bewegung der flüssigen Moleküle per circulum bestätigte. Von diesem Mechanismus leitete er, wengleich in irriger Weise, seine Auffassung von der Wasserbewegung am Meeresgrunde ab. Diese Bewegung betrachtete er als das Ergebnis des Widerstandes, welcher durch einen heftigen Rückprall vom Boden des Meeres gegen die Entwicklung der kreisförmigen Richtung der Bewegung der flüssigen Masse ausgeübt werde.

Zahlreiche Beobachtungen und Betrachtungen über die Theorie von der Grundbewegung des Meerwassers wurden dann in Italien von dem Kommandanten A. Cialdi (1), und später von dem Ingenieur P. Cornaglia (2), einem hervorragenden Mathe-

---

(1) A. CIALDI, *Sul moto ondoso del mare e sulle correnti di esso*, Rom, 1866.

(2) P. CORNAGLIA, *Sul regime delle spiagge e sulla regolazione dei porti*, Turin, 1891.



matiker, angestellt, welcher auf Grund einer neuen Untersuchung des Problemes die von Oberst Emy aufgestellte Theorie noch erweiterte und auf strengeren Grundsätzen aufbaute, indem er darlegte, dass zur Schaffung jener Bewegung die einfache Neigung des Meeresbodens ohne Zutun irgend eines heftigen Rückpralles genüge, und dass diese Bewegung, welche, wenigstens bei starkem Sturme, vom Anfang der Abschüssigkeit des Bodens ab beginnt, ihre Energie am Grundstriche fortwährend vermehren und anhäufen müsse, indem sie der Bewegung der Oberflächenwellen nach der Küste hin folge, bis sie sich mit aller Kraft auf den äussersten Rand des Wassers werfe. Auf Grund dieser Theorie kam er durch eine sehr sinnreiche und kühne mathematische Analyse dazu, Formeln aufzustellen, welche dazu dienen sollten, unter Zugrundelegung sich aus der Wellenbewegung und dem Profil des Meeresbodens ergebender Elemente, die Geschwindigkeit jener Bewegung an irgend einem Punkte zu berechnen, also auch an den durch die Mole dargestellten Hindernissen. Er lieferte somit dem Marine-Ingenieur diejenige wesentliche Angabe, welche dessen Nachforschung bis dahin immer entgangen war, deren man aber bedurfte, um den Widerstand der Hafenschutzbauten zu berechnen.

Unglücklicher Weise hat keine direkte Beobachtung bis jetzt die Möglichkeit ergeben, die Richtigkeit der von Cornaglia aufgestellten Theorie zu prüfen und ebensowenig den Zusammenhang zwischen den durch diese Formeln gebotenen Ergebnissen und der Wirklichkeit der Erscheinungen, abgesehen jedoch von der im allgemeinen bestehenden Bestätigung durch die Gesetze, welche tatsächlich die Bewegung der Materialien die Küste entlang bestimmen, und welche vollkommen mit den logischen Schlussfolgerungen der durch jene Gelehrten über die Bildung der Strömungen am Grunde des Meeres aufgestellten Grundsätze übereinstimmen, und abgesehen auch von der in einigen Fällen beobachteten Uebereinstimmung zwischen der nach diesen Formeln berechneten Geschwindigkeit der Fluten und der Geschwindigkeit, welche sich aus den durch die Sturmwellen auf die Schutzbauten wirklich ausgeübten Wirkungen ergibt.

Bei der Ausarbeitung des Entwurfes für den neuen Damm im Hafen von Neapel hat man indessen versucht, aus jenen Formeln und aus den durch die direkte Beobachtung erzielten Ergebnissen die Kraftwirkung zu berechnen, welche das Meer bei den stärksten Stürmen gegen den Damm ausüben könnte. Man muss indessen gestehen, dass die erhaltenen Resultate nur insofern verwendet worden sind, als sie mit den Ergebnissen



der Erfahrung übereinstimmten, und unter Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse der Oertlichkeit. Diese Uebereinstimmung bildet übrigens wiederum eine Bestätigung der durch Cornaglia aufgestellten Theorie.

Die Berechnungen weisen genau daraufhin, dass bei den im Verhältnisse zu der Anordnung des Dammes in der ungünstigsten Richtung wehenden Stürmen die Fluten den oberen Kamm des Unterbaues in einer zu dem Bauwerke senkrechten Ebene an dem äussersten südlichen Teile und in  $\frac{2}{5}$  der Ausdehnung des Dammes von Norden nach Süden mit einer maximalen Geschwindigkeit von ungefähr 13-16 m treffen könnten. Bei dieser Geschwindigkeit müsste das Wasser sich von dem Damme des Unterbaues in der Richtung der Böschung des Schüttdammes gegen den Körper aus künstlichen Blöcken werfen und somit die ganze dazwischenliegende Wasserschicht durchqueren.

Bei der Durchquerung dieser Schicht muss die Flut natürlich einen Verlust an ihrer Kraft erleiden, sei es durch den Widerstand, welcher dem Fortschreiten des Anpralles durch die Flüssigkeit entgegengesetzt wird, sei es durch die Verteilung des Strahles in jener Schicht selbst; diese unzweifelhaft sehr grosse, obwohl nicht messbare Abnahme der Kraft wurde zwecks Vermehrung der Sicherheit ausser Acht gelassen. Aus demselben Grunde nahm man ausserdem an, dass die Fluten mit ihrer vollen anfänglichen Kraft die in Ausführung befindliche obere Schicht der Blöcke treffen könnten, d. h. bevor die Blöcke miteinander irgendwie verbunden waren, und vor der Herstellung der gemauerten Plattformen, so dass also jede Querreihe von Blöcken aus sich selbst Widerstand leisten musste. Noch mehr war man gezwungen, den Widerstand dieser Blöcke nach Herichtung der Plattform zu sichern, und ebenso diejenige der unteren Schichten, bei denen man den durch die oberen Schichten des Oberbaues ausgeübten Druck zu berücksichtigen hatte.

Nach Feststellung aller dieser Dinge ergaben sich für die horizontale Komponente der gegen die oberste Schicht gerichteten Geschwindigkeit des Meeres Werte von ungefähr 13,50 m und 9 m in den beiden erwähnten Teilen des Dammes. Wenn man für die Berechnung der Kraft des Anpralles gegen das Hindernis nun die Formel

$$F = K \Omega d \frac{v^2}{2g}$$

anwandte, wobei  $d$  das spezifische Gewicht des Wassers,  $v$  die Geschwindigkeit der Strömung,  $\Omega$  die getroffene Oberfläche,



$g$  die Schwerkraft und  $K$  der Koeffizient für die Reaktion der Würfel (nach Dubuat 1,46 im vorliegenden Falle), so fand man für die besagten Teile eine Kraftäusserung von  $F_1$  = ungefähr 13000 kg und  $F_2$  = ungefähr 9000 kg.

Da diese Ziffern innerhalb eines gewissen Spielraumes mit den Ergebnissen der Erfahrung übereinstimmten, so gab man dem Körper aus künstlichen Blöcken in den beiden erwähnten Teilen oben eine Dicke von 13 m und 10 m, welche, wenn man den Reibungskoeffizienten zwischen den Blöcken auf 0,80 bemass, und wenn man annahm, dass im Augenblicke des Anpralles die Blöcke beinahe gänzlich unter Wasser sein würden, hinreichte, um während des Baues Minimalwiderstände von ungefähr 15000 kg und 10000 kg pro Quadratmeter zu liefern.

### **Betrachtungen über die Natur und die Kraft der gegen die Hindernisse anprallenden Strömungen.**

Wenn die inneren Vorgänge bei der Fortpflanzung der Meeresbewegungen auch noch in ein tiefes Geheimnis gehüllt sind, welches bis jetzt in keiner Weise hat gelüftet werden können, und welches dem Marine-Ingenieur überall im Wege ist, so scheint es uns indessen doch, dass die durch die direkte Beobachtung erreichten Ergebnisse genügen, um einen Grundsatz von grosser Wichtigkeit festzustellen, nämlich, dass die Stärke des Anpralles des Meeres gegen ein Hindernis nicht nur der angreifenden und verzehrenden Kraft der Wellen an der Oberfläche entspricht, sondern auch der Energie der inneren Wellen, welche sich in den unteren Schichten der flüssigen Masse entwickeln.

Zu dieser Schlussfolgerung kommt man hauptsächlich durch die Erwägung des zuweilen enormen Missverhältnisses zwischen der durch die Wellen tatsächlich ausgeübten Kraftleistung (welche man an der Höhe der Projektionen über den Meeresspiegel hinaus oder an der Einwirkung auf das Hindernis ermessen kann) und der Energie der Oberfläche, selbst wenn man die aus den verschiedenen passiven Widerständen sich ergebenden Verluste unberücksichtigt lässt. Man gelangt zu jener Ansicht auch durch die Feststellung der Einwirkung, welche in sehr zahlreichen Fällen durch die Meeresbewegung bis in sehr grosse Tiefen hinein ausgeübt wird.

Die infolgedessen anzunehmende wesentliche Tatsache ist, dass an der Küste und vor künstlichen Hindernissen die Kraft



der Wellen an der Oberfläche sich verbindet mit den inneren sich aus den unteren Schichten der flüssigen Masse entwickelnden Kräften, welches auch immer deren wirkliche Beschaffenheit sein mag, und dass diese Kräfte sich immer mehr konzentrieren, je weiter sie in Wasserschichten von immer geringerer Tiefe fortschreiten, um schliesslich die Summe ihrer ganzen Gewalt am äussersten Rande der flüssigen Masse zu entwickeln. Den Wirkungen nach wäre dies die einfachste Erklärung der grossen Gewalt, welche die Meeresbewegung gegen Hindernisse nicht nur an der Oberfläche, sondern auch in bedeutenden Tiefen ausübt.

Es ist zweckmässig, hier zu bemerken, dass die hinsichtlich des äusseren Profiles der Steinschüttungen und der den Beschädigungen am meisten ausgesetzten Zone der Schutzbauten erwähnten Tatsachen in keiner Weise in Widerspruch stehen mit einer Abnahme in der Bewegung des Meeres, welche schnell genug ist, dass, wenn man der Wirkung unterhalb des Wasserspiegels folgt, diese schon in der Tiefe einer geringen Anzahl von Metern unbemerkbar wird.

Wenn die Erscheinung der nach dem Meeresboden zu anwachsenden Neigung der Küste wirklich teilweise von einer abnehmenden Wirkung der Meeresbewegung herrühren kann, weil letztere in den von dem oberen Rande der flüssigen Masse weiter entfernten Schichten geringere Kraft äussert, so muss man doch in der Tat beachten, dass diese Abnahme der Neigung in noch weit höherem Maasse auch von der kombinierten Wirkung der rückwärtsgehenden Meeresbewegung herrührt, von der durch die Sturzwellen verursachten Bewegung, welche in die flüssige Masse zurückstürzen, und von dem Anpralle am Fusse der über Wasser befindlichen Uferteile, welche sämtlichen Bewegungen zu der Componente des Gewichtes der Materialien hinzutreten und sich daher bestreben, letztere blosszulegen und von dem oberen Kamme der Böschung hinunterzureissen, was mit einer mehr und mehr abnehmenden Kraft geschieht, je grösser die Entfernung von dem Kamme wird. Hinsichtlich der anderen der beiden erwähnten Erscheinungen ist zu bemerken, dass der obere Teil eines Schutzbaues in Wirklichkeit mehr der Gefahr des Angriffes ausgesetzt ist, als die unteren Teile, da er in gewissem Sinne den Scheitel des Konzentrationswinkels der Meeresbewegung bildet, und dass deshalb seine Zerstörung schon eine Ursache des grösseren Widerstandes der tiefer gelegenen Teile sein kann, weil durch die besagte Tatsache allein schon die gegen den Schutzbau gerichtete



Konzentration der Meeresbewegung stark vermindert wird, und das Wasser einen bequemen Abflussweg erhält, welchem es ganz natürlicher Weise folgen wird, indem es über die anderen Teile des Schutzbaues fast hinweggleitet, während ferner der Angriff auf diese letzteren Teile sich auf alle Fälle in sehr weitem Maasse vermindern muss durch die ins Mittel getretene sehr starke Reduktion in dem Verhältnisse zwischen der dem Anpralle ausgesetzten Oberfläche und dem betreffenden Abschnitte des Schutzbaues.

Immerhin kann indessen das Wasser selbst in beträchtlichen Tiefen mit sehr grosser Heftigkeit auf die Hindernisse treffen. In dieser Hinsicht lässt sich ein während des Baues des neuen Dammes in Neapel vorgekommenes Ereignis anführen.

Um die Anordnung der künstlichen Blöcke besser regeln zu können, hatte man auf dem Unterbaue des Deiches nach Abgleichung in der Höhe von 9 m in der Nähe des Punktes, wo sich der geradlinige Teil mit dem krummlinigen trifft, einen provisorischen aus 6 Schichten künstlicher Blöcke von 1,60 m Höhe zusammengesetzten Pfeiler errichtet, welcher sich bis zu einigen Dezimetern über dem Meeresspiegel erhob. In den ersten Tagen des Dezember 1903 waren die beiden ersten Schichten künstlicher Blöcke des Dammes von dem Nordende bis zu dem fraglichen Pfeiler bereits vollendet. Da trat ein heftiger Sturm aus Süd-Süd-West auf und der Pfeiler wurde vom Meere in der ganzen Höhe der vier oberen Schichten, d. h. bis zu einer Tiefe von ungefähr 6 m unter dem Meeresspiegel, zerstört.

Ein Teil der Blöcke lagerte sich zwischen der Basis des Pfeilers und dem Rande des Dammes; ein anderer Teil wurde über die Böschung des Unterbaues zerstreut. Die ganze Masse, welche die obere Schicht des Pfeilers bildete und aus drei miteinander verbundenen Blöcken bestand, wurde durch die Wellen auf den in Ausführung befindlichen Oberbau in ungefähr 5 m Tiefe unter den Meeresspiegel geworfen und dann etwa 80 m weit fortgeführt, und zwar, indem sie deutliche Spuren ihrer Wanderung hinterliess, bis zu dem äusseren Rande des Oberbaues, wo sie zum Stillstande kam und in zwei Teile zerfiel, von denen der eine auf die Abdachung der Steinschüttung stürzte. Da man nicht genau wissen kann, auf welche Weise der Sturz des Pfeilers stattfinden konnte, so ist es natürlich nicht möglich, die Kraft abzuschätzen, welche das Meer bei seiner Zerstörung ausgeübt hat. Wenn man aber bedenkt, dass zur Fortbewegung eines Blockes von  $4 \times 6 \times 1,60$  m ein Kraftauf-



wand von mindestens 5 Tonnen pro qm der betroffenen Oberfläche notwendig war (angenommen, dass der Block, wie das gewöhnlich der Fall ist, schliesslich seine kleinste Fläche dem Meere zugewandt hat), und wenn man einerseits die Sprünge in Erwägung zieht, welche der Block machen musste, um in kurzer Zeit den Abstand von 80 m zurückzulegen, sowie andererseits die enorme Unverhältnismässigkeit zwischen der dem Meere ausgesetzten Oberfläche und der in Bewegung befindlichen Wassermasse, so kann man sich leicht vorstellen, um wie viel die wirksame Energie der Fluten in der angegebenen Tiefe das Beharrungsvermögen des Blockes übertreffen musste.

### **Bauart und Ausführungsweise des neuen Dammes von Neapel.**

Gibt man zu, dass der Anprall der Fluten gegen die Hindernisse aus der Konzentrierung der Bewegungen entsteht, welche sich aus den verschiedenen Schichten der bewegten flüssigen Masse ergeben und sich durch Wasserschichten immer geringerer Tiefe fortpflanzen, so stellt sich das moderne Profil der Molen mit senkrechten oder beinahe senkrechten Wandungen als das zweckmässigste dar.

Die vollkommene Molenart würde sich folglich aus einer Konstruktion ergeben, bei welcher die nach der See zu gerichtete Wand steil bis zum Boden des Meeres abfiele, denn einerseits würde hier die Konzentration der Fluten auf ein Minimum zurückgeführt und andererseits die spezifische Widerstandskraft des dem Anpralle ausgesetzten Baues auf ein Maximum gesteigert. Gleichzeitig würde man auch den Anschlag der See am Fusse des Schutzbaues auf ein Minimum zurückführen und dadurch entsprechende Vorteile für die Sicherheit des Fundamentes erzielen.

Abgesehen jedoch von der Notwendigkeit, den Wandungen des Bauwerkes eine gewisse Lehnung zu geben, um der Basis die notwendige Stabilität zu sichern, muss man berücksichtigen, dass einerseits von einer gewissen Tiefe ab die Schwierigkeiten für eine ganz regelmässige und sorgfältige Anordnung der Blöcke maasslos grosse werden, und andererseits, dass im allgemeinen eine Tiefengrenze besteht, unterhalb deren der Ersatz der Steinschüttungen durch künstliche Blöcke aufhört, wirtschaftliche Vorteile zu bieten, es sei denn, dass die betreffende Gegend über keine Vorräte von Steinen verfügt.

Für den neuen im Hafen von Neapel zu errichtenden Damm, wo man grosse Mengen Steine von vorzüglicher Beschaffenheit



zu sehr mässigen Preisen zur Verfügung hat, ist die Höhe, von welcher ab sich der Bau aus künstlichen Steinen erhebt, wie wir gesehen haben, auf 9.50 m. unter dem Meeresspiegel festgesetzt worden. In dieser Tiefe findet man in der Tat die Vorteilsgrenze, wenn man die Dicke des Oberbaues erwägt und ferner den Umstand, dass die zur Aufnahme des Anpralles bestimmte Oberfläche schon hinreichend hoch war, sowie ferner die Notwendigkeit, eine regelmässige Anordnung der künstlichen Blöcke durchführen zu können. In der Praxis hat man allerdings gefunden, dass die Anordnung der künstlichen Blöcke auch noch einige Meter tiefer tunlich gewesen wäre, ein Umstand, welchen man in anderen Fällen berücksichtigen sollte, da der Vorteil einer Verminderung der Höhe der Steinschüttung die entsprechende höhere Ausgabe in weitem Maasstabe aufwiegen kann.

Um die volle Widerstandsfähigkeit zu erzielen, welche die neue Molenart zu bieten vermag, ist die Erfüllung einer gewissen Bedingung unerlässlich: der Oberbau muss sehr dicht und sozusagen fast aus einem einzigen Steine bestehend (monolithisch) sein. Diese Bedingung bezieht sich natürlich nicht nur auf die Gestaltung des Oberbaues, sondern auch auf diejenige der Steinschüttung (da, wo die Tiefe oder die Beschaffenheit des Meeresgrundes es notwendig macht), weil die Sackungen des Fundaments mehr oder minder gefährliche Zerstörungen des Zusammenhanges des Oberbaues veranlassen können.

Die Bedingungen, unter welchen der neue Damm von Neapel zu erbauen war, boten hinsichtlich der regelmässigen Anordnung der Materialien besonders wegen der zur Ausführung der Arbeiten verfügbaren langen sturmfreien Perioden zwar keine besonderen Hindernisse, wohl aber ergaben sich solche wesentlichen Schwierigkeiten infolge der Tiefe des Meeres, da der Damm an seinem dem offenen Meere zugewendeten Ende eine Höhe von 34 m. erhalten musste, welcher eine Höhe der Gesteinschüttungen von ungefähr 25 m. entsprach.

Um die Dichtigkeit des Oberbaues auf einem Gestein-Unterbaue von solcher Höhe zu sichern, sind verschiedene Maassnahmen getroffen worden. Zunächst hat man den Unterbau nach und nach in Abschnitten hergestellt und zwei Jahre vor Errichtung des Oberbaues. Ferner ist die Arbeit nach dem Verfahren, welches man schon an der Flügelmauer der Mole S. Vincenzo befolgt hatte, ausgeführt worden, d. h. man hat die Steine der verschiedenen Grössenarten in der ganzen Breite des Dammes bunt durcheinander eingeschüttet, um so das Volumen



der Zwischenräume auf ein Minimum zurückzuführen. Auch sind die Schüttungen schichtweise vorgenommen worden und nicht, indem man, wie das früher geschehen, eine Strecke nach der anderen vollständig fertigstellte. Schliesslich wird die Einbringung der künstlichen Blöcke auf die entsprechenden Abschnitte des Unterbaues ebenfalls nicht, wie man es in Italien wenigstens früher immer getan, abschnittweise und vollständig auf einmal vorgenommen, sondern in Schichten in der Höhe von jeweils höchstens zwei Blöcken, wobei man zwischen der Herstellung zweier übereinander liegender Schichten einen Zwischenraum von mindestens einem Winter vorübergehen lässt, um die Gesteinsschüttung nur nach und nach zu belasten und dadurch die Möglichkeit plötzlicher und unregelmässiger Sackungen zu vermeiden, ferner aber auch zu dem Zwecke, die Nivellierung jeder der Blöckschichten, wenn dies nötig, angemessen ausführen zu können, bevor die folgende Schicht hergestellt wird.

Dieses neue Verfahren zur Einbringung der künstlichen Blöcke bringt natürlich den Verlust des hauptsächlichsten Vorteiles des alten Verfahrens mit sich, d. h. den Vorteil, sich auf eine dauernde, sichere, gerade Richtung für die regelmässig fortschreitende Unterbringung der Blöcke stützen zu können. In der Praxis aber ist es selbst ohne eine derartige Operationsbasis möglich gewesen, eine absolut genaue Abrichtung zu erhalten, indem man an den Ecken des Vieleckes einige provisorische Pfeiler errichtete und die Linien für die Blöcke direkt auf der nivellierten Ebene des Unterbaues tracierte, wozu an die Oberfläche tretende belastete Rohrstäbe und jeweils zwischen zwei Steinblöcken ausgespannte Stahldrähte dienten.

Dieses Verfahren zur Einbringung der künstlichen Blöcke bietet übrigens noch andere Vorteile, indem es die Gefahr der Beschädigung während der Ausführung der Arbeiten auf ein Minimum herabmindert und ebenso den Umfang derjenigen Arbeiten verkleinert, welche nötig sind, um am Ende jeder Bau-saison die nach und nach der Vollendung entgegengehende Vorderseite des Dammes zu beschützen. Derartige Schutzvorrichtungen müssen bei der Wiederaufnahme der Arbeiten erst gänzlich wieder beseitigt werden.

Die Bildung des Oberbaues ist der Gegenstand noch anderer Vorschriften und besonderer Maassnahmen gewesen, welche ebenfalls den Zweck hatten, diese Teile des Baues die volle für seine Widerstandskraft nötige Dichtigkeit zu geben.

Besonders strenge Regeln sind für die Herstellung und die Ein-



bringung der Blöcke aufgestellt worden, um zwischen den benachbarten Blöcken einen vollkommenen Anschluss zu erreichen. Zu der Zeit, da man in Italien zuerst die künstlichen Blöcke verwendete und der Dichtigkeit des Oberbaues noch keine grosse Bedeutung beimass, ja im allgemeinen Fugen von übermässiger Grösse zulies und in manchen Fällen sogar einen gewissen Abstand zwischen den Blöcken verlangte, hätte man nicht an die Möglichkeit derartiger Baubedingungen gedacht. Die bei dem Baue der Flügelmauer der Mole S. Vincenzo und dann bei demjenigen des jetzt in Ausführung begriffenen Dammes gemachten Erfahrungen haben jedoch gezeigt, dass die peinlichste Genauigkeit auf leichte Weise erzielt werden kann, wenn man nur die Blöcke genau in der vorgeschriebenen Form anfertigt und die grösste Sorgfalt auf ihre Einbringung verwendet, welche letztere auf jede mögliche Weise kontrolliert werden muss und den Gegenstand einer scharfen Ueberwachung von seiten vertrauenswürdiger Taucher der Bauverwaltung sein sollte, wie das hinsichtlich des neuen Dammes von Neapel bei allen unter Wasser ausgeführten Arbeiten geschieht. Uebrigens ist die Möglichkeit so genauer Bauausführung nicht etwa dem Umstande beizumessen, dass die Bewegung des Meeres im Hafen von Neapel eine wenig heftige ist und somit besonders günstige Bedingungen vorliegen, welche man an anderen mehr ausgesetzten Plätzen nicht antrifft, denn die Arbeitsbedingungen bei der Einbringung künstlicher Blöcke unter Wasser sind natürlich stets und überall die gleichen.

Aus dem Volumen ergeben sich keine besonderen Schwierigkeiten für die Einbringung der Blöcke mittels schwimmender Böcke, selbst wenn dieses Volumen bedeutend grösser ist, als dasjenige der in Italien verwendeten. Sodann kann man, um die Dichtigkeit und die Festigkeit des Oberbaues zu sichern, immer raten, künstliche Blöcke von sogar noch viel grösseren Abmessungen zu benutzen.

Zwei andere Maassregeln, welche die Herstellung der künstlichen Blöcke betreffen, sind : 1. der Wegfall der äusseren Rillen, welche zur Aufnahme der Hebeketten dienen und welche bei der früheren Bauart ebenso viel Wege für das Fortschreiten des Druckes der Wassermasse darstellten (bei der Einhebung wendet man einen Hebeapparat nach dem Krückensystem an) ; 2. die Vereinigung aller äusseren Blöcke jeder Schicht durch kräftige eiserne Klammern, welche in die inneren zur Aufnahme der Hebekrücken bestimmten Rillen eingesetzt und dann sorg-



fältig mit Beton befestigt werden. Der Zweck dieser Maassregel ist, die einander benachbarten Blöcke zu einem einheitlichen Ganzen zusammenzufassen und so ihre Widerstandskraft bedeutend zu vermehren, dabei jedoch dem Baue die Nachgiebigkeit zu belassen, welche nötig ist, damit er späteren Sackungen und Steinschüttungen folgen kann.

Der Einfluss dieser eisernen Klammern auf die wirkliche Widerstandskraft des Bauwerkes darf gewiss nicht zu hoch angeschlagen werden, da die Klammern natürlich wegen ihrer direkten Berührung mit dem in den Fugen der Blöcke befindlichen Wasser mit der Zeit zerstört werden. Ihr Wert erscheint nichtsdestoweniger sehr gross, da sie den Widerstand der Blöcke dem Anpralle der Wellen gegenüber während der Ausführung des Baues, also während der gefährlichsten Zeit, sozusagen solidarisch machen, und da sie die Blöcke zwingen, den ersten Sackungen des Fundamentes, welche die merklichsten sind, gemeinschaftlich zu folgen, wodurch ungleiche Verrückungen des Oberbaues verhindert werden, welche schliesslich eine Trennung der Blöcke herbeiführen und diese letzteren zusammenhanglos den Fluten aussetzen könnten.

Wie dem allen nun auch sei, so ist es sicher, dass infolge dieser Maassregeln und dieser Vorsicht der Bau des neuen Dammes bis jetzt mit vollkommener Regelmässigkeit und ohne den geringsten Zwischenfall vor sich gehen konnte, und dass die bislang sehr mässigen Sackungen sich mit grosser Gleichmässigkeit vollzogen haben, so dass bei der nach und nach erfolgenden Herstellung der Blöckschichten keine Schwierigkeiten eingetreten sind, und die Anordnung erfolgen konnte, ohne dass nebenbei Nivellierungsarbeiten notwendig geworden wären.

In letzterer Beziehung hat man hier und da die Anordnung der Blöcke getadelt, da diese sowohl in der Längsrichtung wie in der Querrichtung ineinander gefügt sind, und hat behauptet, dass es vorteilhafter sein würde, die Blöcke in voneinander unabhängigen Säulen anzuordnen, damit sie im Falle einer Senkung des Fundamentes sich miteinander senken könnten, ohne ihren Kontakt zu verlieren, wodurch die nötig werdenden Ausbesserungen von dem Fundamente nach der Oberfläche verlegt würden (1).

---

(1) Von Herrn Gaukler, Oberingenieur für Brücken- und Wegebau, ist diese Frage in einer kürzlich veröffentlichten Denkschrift über den Damm des Hafens l'Agha in Algier ausführlich behandelt worden. *Annales des ponts et chaussées*, 1904, zweites Quartal.



In der That besteht die grösste Gefahr für einen homogenen Aufbau aus künstlichen Blöcken wirklich in der Möglichkeit einer Abweichung zwischen zwei aufeinander gesetzten Blöcken, woraus sich der Grund und der geheime Ursprung der schwersten Beschädigungen ergeben kann.

Blöcke von dem gewöhnlichen Volumen von 20 bis 30 cbm und selbst noch von grösserem Umfange, können indessen keinen genügenden Widerstand gegen den Angriff der Fluten leisten, und es will uns scheinen, dass bei einem Baue aus solchen künstlichen Blöcken, wenn er nicht, wie z. B. der Damm von l'Agha in Algier, mit einem äusseren Schüttdamme zu seinem Schutze ausgestattet ist, der Vorteil, die Blöcke in voneinander unabhängigen Säulen anzuordnen, hinfällig wird, zum mindesten gegenüber der Einwirkung des Meeres während der Stürme, und zwar besonders, wenn man berücksichtigt, dass die teilweisen Sackungen des Fundamentes, welche ganz besonders am äusseren Fusse des Oberbaues eintreten können, weit eher als ein senkrecht Nachgeben vielmehr ein Abweichen nach der Seeseite zu oder gar einen Zusammensturz der einzelnen Säulen hervorrufen würden, ein Ereignis, auf welches natürlich durch den Sturz der Säulen entstandene Bresche anstossenden Teile folgen würde.

Es scheint uns daher, dass man bei einem Baue fraglicher Art nicht ganz und gar auf die Solidarität der einander benachbarten Blöcke verzichten darf, da diese allein die für den Widerstand notwendige Volldichtigkeit gewährleistet. Lieber soll man durch alle möglichen Mittel die Sackungen des Fundamentes auf ein Minimum herabsetzen, wie das bei dem Baue des neuen Dammes von Neapel geschehen ist. Eine andere zu ergreifende und erwähnenswerte Vorsichtsmaassregel besteht darin, dass man den Fuss des Oberbaues gegen die Wirkung des Wogenanpralles durch eine Verkleidung aus Blöcken schützt, welche auf der Abdachung der Steinschüttung angeordnet werden, oder aber durch eine Verkleidung aus grossen Steinen. In beiden Fällen hat man bei der Ausführung dieser Arbeit die grösste Sorgfalt anzuwenden, und die Unterhaltung muss dann mit nicht weniger Aufmerksamkeit erfolgen. Bei dem Damme von Neapel benutzt man zu besagtem Zwecke natürliche Steine, welche mittels eines Bockes durch einen Taucher an Ort und Stelle gebracht werden.

Man hat sich ferner noch entschlossen, die gemauerte Plattform gleichzeitig mit der letzten Schicht künstlicher Blöcke



herzustellen, und zwar in Abschnitten von einer Länge, welche derjenigen eines Blockpaares entspricht. Die Fugen zwischen den Abschnitten bleiben ohne Mörtel, damit auch die Plattform dem Unterbaue in dessen kleinen Sackungen folgen kann. Die Schutzmauer wird man ganz zuletzt, und zwar in der ganzen Ausdehnung des Dammes auf einmal, errichten. Der bei dem neuen Damme, und zwar sowohl für die Betonherstellung wie auch für die Mauerung unter Wasser benutzte Mörtel ist ausschliesslich Puzzuolanmörtel, welcher auf einen Volumenteil Kalk, zwei Volumenteile Puzzuolan enthält. Der Beton besteht aus einem Volumenteile Mörtel auf zwei Volumenteile vulkanischen Materials, welches an Ort und Stelle unter dem Namen Ferruggine bekannt ist, ein ziemlich hohes spezifisches Gewicht hat und den Vorteil grosser Porosität sowie einer sehr rauhen Oberflächenbeschaffenheit bietet, so dass der Mörtel sehr fest daran haftet.

In der Umgegend von Neapel findet man tausende von Jahren alte Proben von Mörtel und von Beton der gleichen Zusammensetzung, und diese sind heute noch vollkommen widerstandskräftig.

### **Betrachtungen über den Bau von Molen aus monolithischen Blöcken.**

Die Molen aus Steinschüttungen mit homogenem und fast senkrechtwandigem Oberbaue aus künstlichen Blöcken entsprechen durchaus vernünftigen Grundsätzen und bedeuten in ihrer Zusammensetzung einen sehr beachtenswerten Fortschritt gegenüber der alten Bauart aus Steinschüttungen mit Verkleidung aus übereinander geschichteten Blöcken; man muss jedoch zugeben, dass, welche Vorsicht und welche Sorgfalt man zwecks tadelloser Ausführung auch walten lassen möge, diese Molenart doch der wesentlichsten Grundbedingung der Widerstandskraft des Neubaues nur unvollkommen entspricht, nämlich der Bedingung, dass der Oberbau von vollkommener, dauernder Dichtigkeit ist.

In dieser Hinsicht ist der letzte und bedeutendste Fortschritt bei dem Baue der Molen von Bizerta, Bilbao, Scheveningen und Zeebrugge erzielt worden, wo man den Oberbau aus grossen monolithischen Blöcken hergestellt hat, deren Querschnitt demjenigen des Bauwerkes gleich ist, also aus Teilen, welche, jeder für sich, im stande sind, dem Anpralle des Meeres Widerstand zu leisten.



Auch diese Bauart (welche in Italien noch nicht zur Anwendung gekommen ist) gibt indessen, wenigstens in der Art, in welcher sie bis jetzt ausgeführt wurde, Anlass zu einigen ernstlichen kritischen Bemerkungen, und zwar sowohl in absoluter Hinsicht, als auch, wenn man sie in gewissen Punkten mit der Bauart vergleicht, bei welcher ein homogener Oberbau aus künstlichen Blöcken vorgesehen ist.

Offenbar und in erster Linie beschränkt der sehr hohe Preis der für die Herstellung und die Einbringung der monolithischen Blöcke notwendigen Einrichtungen und Ausrüstungen die Anwendung ausschliesslich auf Molen von grosser Bedeutung, so dass diese Bauart in einer grossen Anzahl von Fällen nicht angewendet werden kann, wo die Ausführung mit künstlichen Blöcken sich dagegen als sehr praktisch erweisen mag.

Zweitens flösst die nicht homogene Beschaffenheit der bis jetzt zur Verwendung gekommenen Monolithe keinerlei Zutrauen zu der Dauer ihres Widerstandes der Wirkung des Wassers und dem Anpralle der Wogen gegenüber ein, gleichviel, ob man bei der Herstellung eiserne Caissons verwendet, oder ob man sie aus Materialien verschiedener Beschaffenheit und mit recht fragwürdiger Bindung zusammenmauert.

Schliesslich muss man berücksichtigen, dass die neue Bauart bislang nur unter Umständen angewandt worden ist, welche sowohl hinsichtlich der Herstellung der Monolithe, als auch der Exponiertheit der betreffenden Oertlichkeiten, sowie hinsichtlich der Tiefe des Meeres sehr günstige waren. Uebrigens dürften im allgemeinen bei der Herstellung und dem Transport der Monolithe mehr oder weniger grosse Schwierigkeiten eintreten, und ferner könnten sich bei einem Unterbaue aus sehr hohen Steinschüttungen oder auf schlammigem Untergrunde schwere Gefahren ergeben, denn wenn man die Steinschüttung mit einem Male mit einer zusammenhängenden und starren Masse von enormem Gewicht belastet, so können sehr leicht unregelmässige Sackungen eintreten, welche die Stabilität der Monolithe sehr unsicher machen. Bei der Bauart mit künstlichen Blöcken können die betreffenden Sackungen schon grösstenteils dadurch vermieden werden, dass man das Fundament nur nach und nach mit Blockschichten besetzt, wie das bei dem Baue des neuen Dammes von Neapel geschehen ist.

In beregter Hinsicht will es uns besonders gefährlich erscheinen, den Monolithen eine übermässige Länge zu geben, denn hierdurch würde man noch mehr verhindern, dass der Oberbau den Sackungen der Gesteinschüttungen folgt, ohne dabei an



irgend einer Stelle seinen Zusammenhang zu verlieren, in welchem Falle man also um so mehr zu fürchten hätte, dass das Meerwasser infolge des Anpralles der Wogen an einigen Stellen unter dem Oberbaue eindringt, die Gesteinschüttung in grösserer oder geringerer Ausdehnung auswäscht, und so die Verwitterung der Monolithe herbeiführt.

Wir wollen indessen die zweifelsohne sehr grosse Ueberlegenheit der neuen Bauart gegenüber derjenigen aus künstlichen Blöcken von den üblichen Abmessungen nicht herabsetzen ; nur scheint es uns, dass diese Bauart noch weiterhin studiert und vervollkommenet werden sollte, damit, so weit wie möglich, die Schwierigkeiten der Herstellung und des Transportes der Monolithe und dadurch die Kosten vermindert werden, damit ferner die Monolithe eine homogene und dichte Beschaffenheit erhalten, bei welcher leicht zerstörbare Materialien ausgeschlossen sind, und damit ein Mittel gefunden werde, um, so weit irgend möglich, die Gefahren zu beseitigen, welche aus der plötzlichen Belastung einer sehr hohen oder auf einem schlammigen Grunde befindlichen Steinschüttung durch Monolithe von enormem Gewicht gar leicht entstehen.

### **Schlussfolgerungen über die verschiedenen Formen und Bauarten der Molen.**

Auf den früheren Congressen hat man schon anerkannt, dass es nicht möglich ist, eine Molenart zu bestimmen, welche stets und überall passen würde, da die Auswahl des Systemes und die Art der Bauausführung von einer Menge sehr veränderlicher örtlicher Bedingungen abhängt, wie z. B. von der mehr oder minder ausgesetzten Lage und der Wichtigkeit des Schutzbaues, dem Profil und der Beschaffenheit des Meeresgrundes, den in der betreffenden Gegend zur Verfügung stehenden Baumaterialien u. s. w.

Was indessen die Schutzbauten grösserer Bedeutung anbelangt, so lassen sich die bislang befolgten verschiedenen Bausysteme auf einige Hauptarten zurückführen, für welche man Schlüsse und Folgerungen allgemeiner Natur aufstellen kann.

1. Die Mole aus Steinschüttung darf unter allen Umständen als übermässig teuer bezeichnet werden, sowohl was den Bau als was den Unterhalt anbelangt, selbst wenn die betreffende Gegend reich an Steinen ist. Diese Bauart erfordert ausserdem zur Ausführung eine übermässig lange Zeit. Im allgemeinen



wird eine derartige Mole zweckmässig durch den gemischten Damm aus Steinschüttungen mit Oberbau ersetzt.

2. Das alte Verfahren, welches darin bestand, dass man die verschiedenen Steinsorten in der in Bau befindlichen Dammstrecke in unterschiedlichen Zonen anordnete, bietet den Vorteil einer gewissen Ersparung im Volumen der Materialien, bringt jedoch für die Stabilität des Bauwerkes schwere Unzuträglichkeiten mit sich, da die Zwischenräume sehr gross sind. Besser ist das Verfahren, welches darin besteht, dass man die Steine der verschiedenen Kategorien in der ganzen Dammstrecke vermengt einbringt, um die leeren Zwischenräume auf ein Minimum zurückzuführen. Um die Stabilität des Schutzbaues noch vollständiger zu sichern, ist es besser, die Steinschüttung nach und nach in Schichten aufzuführen, als dass man sie streckenweise auf einmal herstellt.

3. Die Bauart mit ganz oder teilweise durch aufeinander geschichtete künstliche Blöcke bekleideten Steinschüttungen hat im allgemeinen keine guten Ergebnisse geliefert, hauptsächlich wegen des Steinkernes hinter den Blöcken, wegen der Ungleichheit der Sackungen in diesem Kerne und in der Verkleidung und wegen der dieser Verkleidung häufig gegebenen zu geringen Neigung.

4. Das auch im Hinblick auf die Art und Weise, wie das Meer gegen Hindernisse wirkt, beste und zweckmässigste Verfahren besteht darin, auf einem Damme aus Steinschüttungen einen massiven Oberbau mit senkrechten Wänden zu errichten. Diese Bauart gestattet in der Tat, mittelst eines geringen Aufwandes an Materialien die höchste Widerstandskraft und die grösste Geschwindigkeit der Ausführung zu erreichen, und erfordert nur minimale Unterhaltungskosten. Eine solche Mole erfordert jedoch einen äusserst dichten Oberbau von sozusagen monolithischer Beschaffenheit und eine Steinschüttung, welche derartig hergestellt ist, dass die unter dem Drucke des Oberbaues erfolgenden Sackungen auf ein Minimum herabgesetzt werden. Zwecks Erfüllung der letztgenannten Bedingung muss man die in der zweiten Schlussfolgerung angegebenen Regeln befolgen. Der Oberbau wird gewöhnlich aus in regelmässigen horizontalen Schichten übereinander gelagerten künstlichen Blöcken hergestellt. Um diesen Aufbau sehr dicht zu gestalten, müssen die Blöcke von sehr regelmässiger Form sein und der-



artig eingebracht werden, dass sie sowohl untereinander wie auch von Schicht zu Schicht einen vollständigen Contact haben. Es ist ferner ratsam, auf den Seiten der Blöcke keine Rillen anzubringen, und es kann sich als sehr nützlich erweisen, die äusseren Blöcke jeder Schicht miteinander durch starke, eiserne, in Beton befestigte Klammern zu verbinden. Die Blöcke müssen von möglichst grossen Abmessungen sein.

5. Die noch ganz neue Art, nämlich Steinschüttungen mit Oberbau aus grossen, den ganzen Querschnitt des Bauwerkes ausfüllenden Monolithen, welche jeder für sich selbst dem Anpralle der Wogen zu widerstehen vermag, bildet, bis jetzt wenigstens, die vollkommenste Molengattung. Die Art und Weise, in welcher diese Gattung bislang ausgeführt worden ist, bietet jedoch schwere Unzuträglichkeiten dar und erfordert noch sorgfältige Forschungen, welche hauptsächlich darauf gerichtet sein müssen, die Schwierigkeit der Herstellung und des Transportes der Monolithe und folglich die Kosten der letzteren zu vermindern. Ferner muss man derartigen Molen eine homogene Beschaffenheit und einen einheitlichen Widerstand verleihen und schliesslich auch die Gefahren beseitigen, welche sich aus der plötzlichen Belastung des Gesteinunterbaues durch solche Monolithe ergeben können, besonders wenn der Unterbau sehr hoch ist oder auf einem schlammigen Untergrunde lagert.

E. COEN CAGLI.



INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND  
DER  
SCHIFFFAHRTS-CONGRESSE

X. CONGRESS - MAILAND - 1903

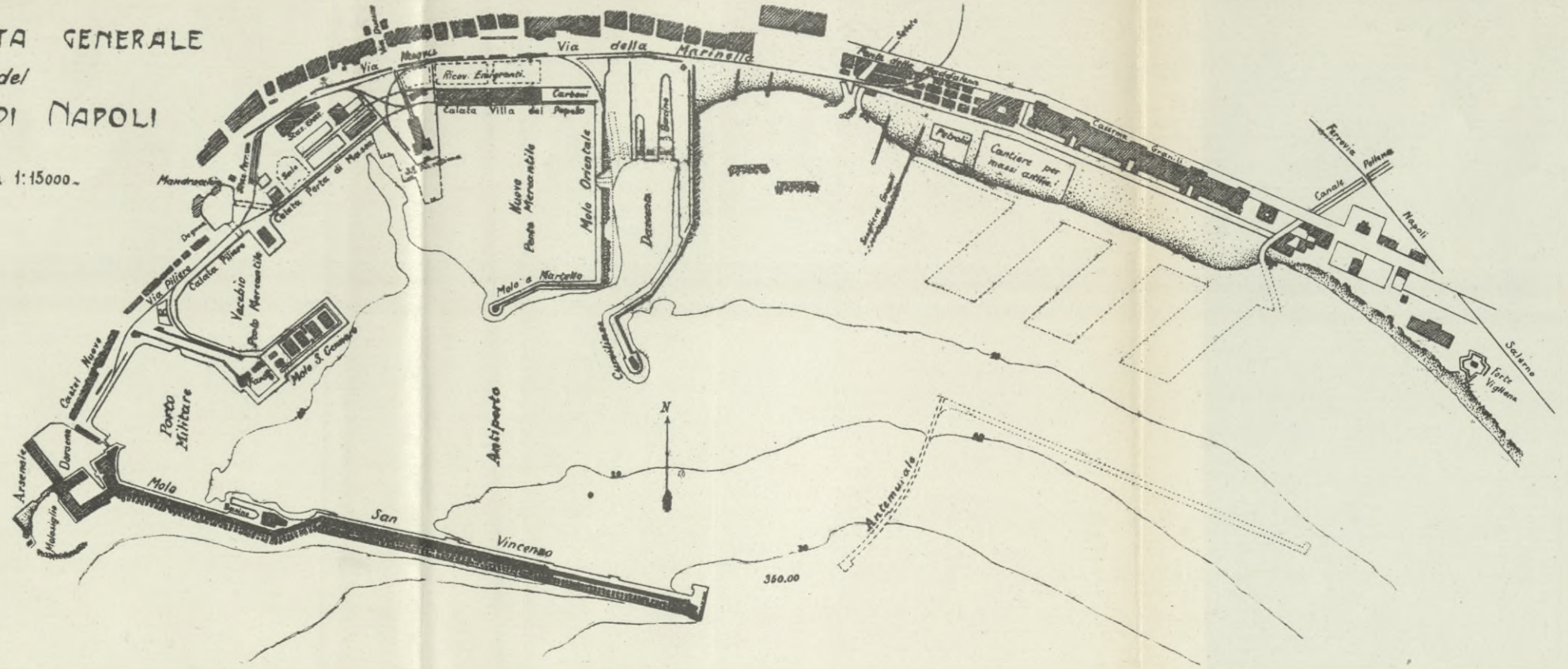
II. Abteilung : Seeschifffahrt  
4. Frage

BERICHT  
VON  
E. COEN CAGLI

BLATT I.

FIG. 1. PIANTA GENERALE  
del  
PORTO DI NAPOLI

~ Scala 1:15000 ~



MOLO S. VINCENZO  
Fig. 2. Pianta. Scala 1:1000

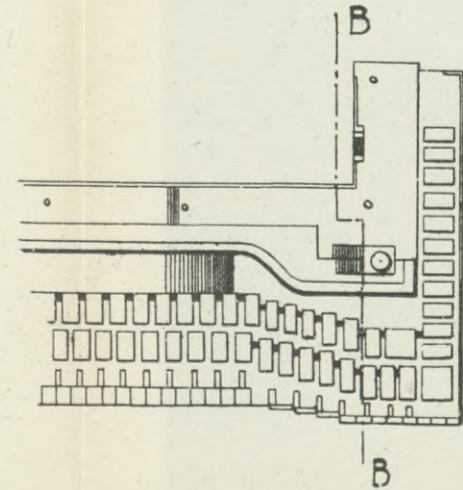
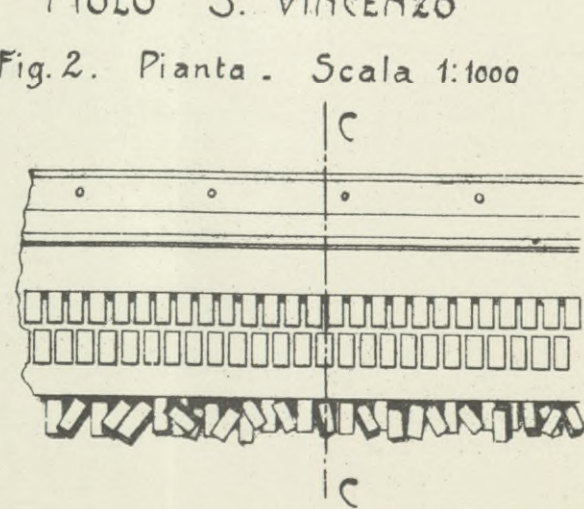
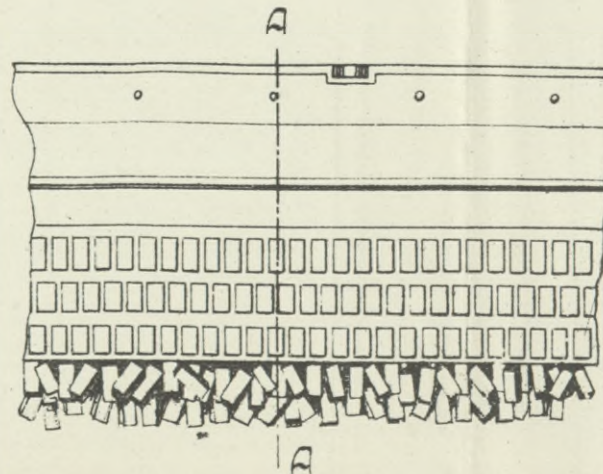








Fig.3. Sezione AA.

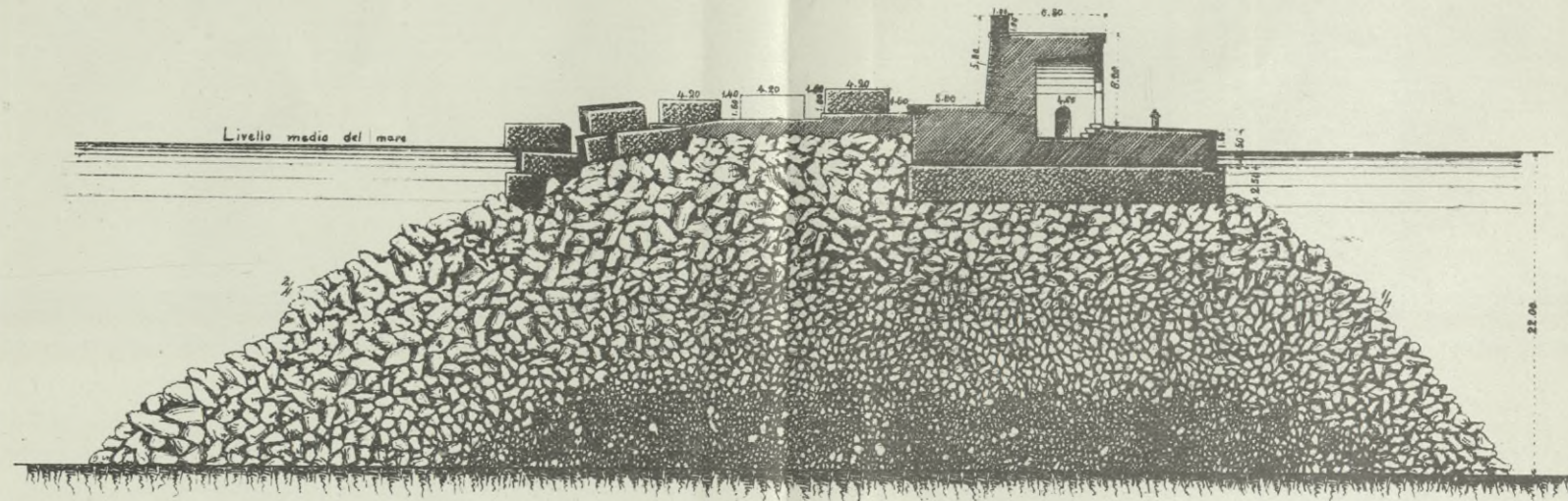
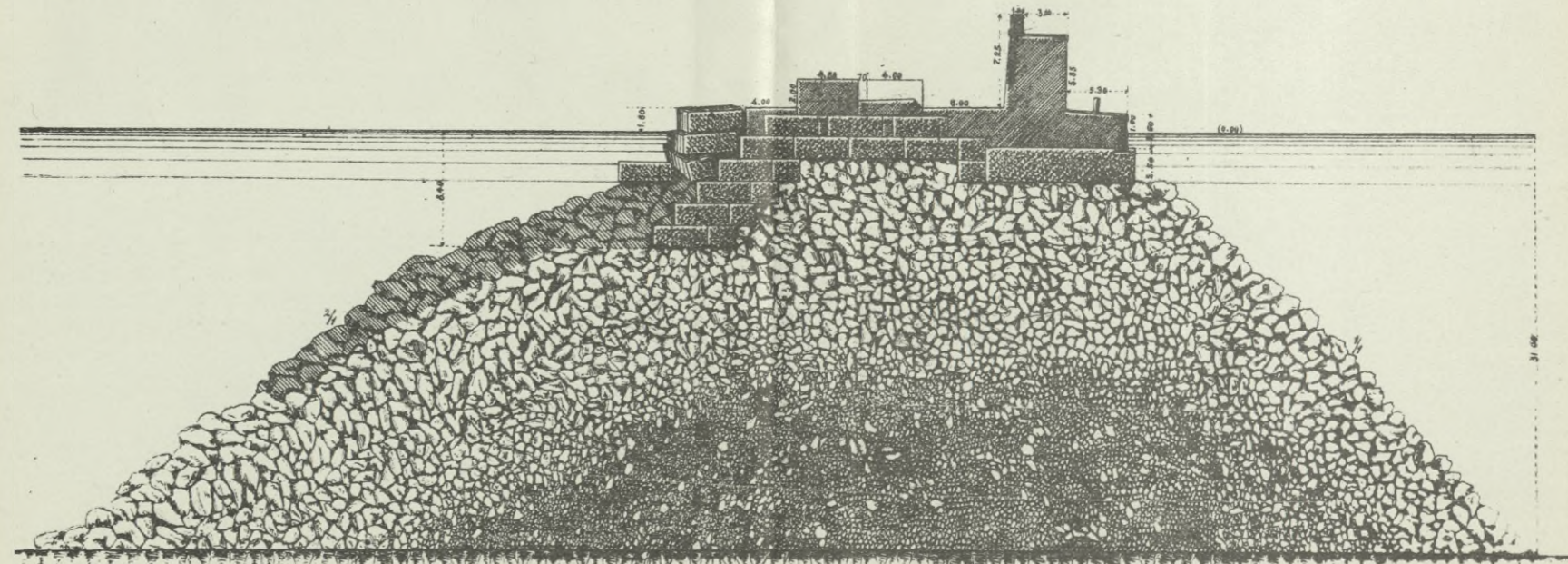
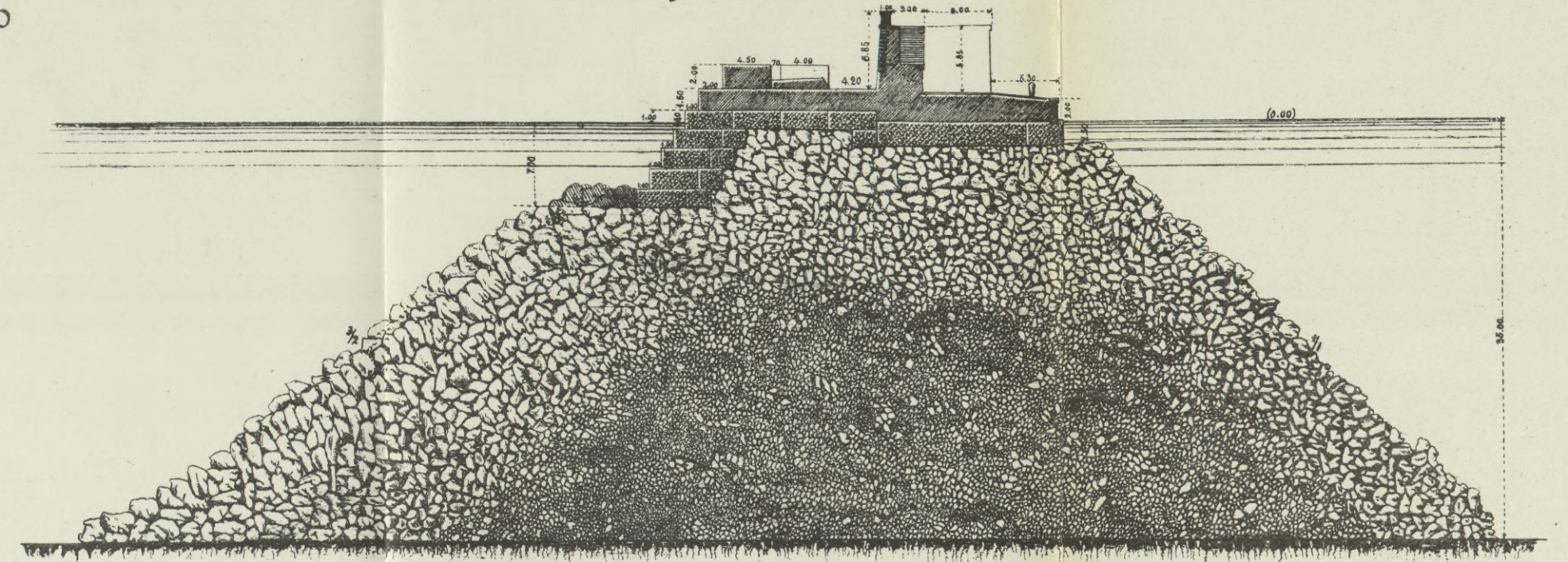


Fig.4. Sezione CC.



MOLO S. VINCENZO  
Scala 1:500.

Fig.5. Sezione BB.



ANTEMURALE

Fig.6. Sezione media. Scala 1:500

