

23
INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER
SCHIFFAHRTS-CONGRESSE

X. CONGRESS-MAILAND-1905

II. Abteilung : Seeschifffahrt
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. BECH

Ingenieur bei der königlichen dänischen Wasserbaudirection

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL

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

1905



11-354225

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316813

3PK-3-14/2008

LEEMOLEN BEI VORUPÖR UND HANSTHOLM

an der Westküste Jütlands, Dänemark

MITTHEILUNG

VON

C. BECH

Ingenieur bei der königlichen dänischen Wasserbaudirection

Im Jahre 1900 wurde von einer auf Veranlassung des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten gebildeten Kommission zur Untersuchung der Frage von Hafen- und Molenanlagen und dergleichen mehr an der Westküste Jütlands ein Bericht verfasst, der unter anderen Anlagen auch die Ausführung von 2 Molen an der Westküste Jütlands empfahl, und daraufhin wurde bei der Vorlage des Finanzgesetzes für das Jahr 1903-04 ein Bewilligung von 2 Millionen Kronen (gleich 2,778,000 francs) zur Anlage zweier Molen bei Hanstholm und Vorupör in Vorschlag gebracht und genehmigt.

Mit spezieller Rücksicht auf die damit verbundenen Kosten konnte die genannte Kommission die Anlage eines wirklichen Hafens an der Westküste Jütlands nicht empfohlen, schlug jedoch die Ausführung eines jetzt schon bei Skagen, dem nördlichsten Punkte Dänemarks, im Bau begriffenen Fischereihafens vor und ferner als Schutz für die nicht unbedeutende Küstenfischerei, welche längs der Westküste ausgeübt wird, den Bau der beiden erwähnten Molen. Diese sollen grössere Sicherheit gegen Unglücksfälle während des Landens der Fischerböte bei unerwartet entstehendem Unwetter gewähren und gleichzeitig eine Verlängerung der zur Fischerei zu verwendenden Zeit bewirken, weil die Fischer nachher auch bei etwas ungünstigerem Wetter noch aufs Meer fahren können. Ausserdem soll dadurch eine Verminderung der Verluste an Hab und Gut erreicht werden, da die Fischer sich bei eintretendem Unwetter so lange auf dem Meere aufhalten können um ihre Geräthe und ihren Fang retten und nachher doch noch ohne Gefahr im Schutze der Mole landen zu können. In welchem Masse sich die obengenannten Vortheile bei Anlage von Leemolen erreichen lassen, kann im voraus nicht angegeben werden; es ist daher die Verwendung von Leemolen in dieser Beziehung nur als ein Versuch zu betrachten.

Dass die Kommission speziell die betreffende Strecke der Westküste Jütlands zur Anlage der Leemolen empfahl, war durch mehrere

Faktoren begründet. Etwas nördlicher bei Hirtshals ist nämlich schon früher eine ähnliche Mole gebaut, und ein wenig südlicher bei Thyborön Kanal liegt ein Hilfs- und Rettungsdampfer stationiert — kürzlich ist noch ein zweiter angeschafft worden — der bei ungünstigen Landungsverhältnissen den umwohnende Fischern zu Hülfe kommt. Ferner ist grade die Küste in der Nähe von Hanstholm und Vorupör von einer zahlreichen Bevölcherung, die sich durch Küstenfischerei ernährt, bewohnt, und während der Boden sonst südlicher als Vorupör so gut wie ausschliesslich aus Sand besteht, der einen unsicheren Baugrund abgiebt und überdies eine bedeutende Versandung veranlasst, wird der Untergrund bei den angegebenen Stellen nur aus Stein — oder Kalkschichten gebildet.

Auf Blatt I, Fig. 1, ist die Lage der Molen bei Vorupör und Hanstholm angegeben und in Fig. 2. und 3 der Grundriss der Molen und die Tiefen des Meeres ringsum gezeigt.

Die beiden Molen sind senkrecht zur Küste. Die eine bei Haastholm zeigt gegen Nord, die andere bei Vorupör gegen Nordwest zu Nord, wobei die erste gegen westliche und nordwestliche, die andere gegen nördliche Winde besseren Schutz gewährt. Die Länge der Bauwerke ist in beiden Fällen 311. 34 Meter (gleich ca. 1000 dän. Fusz); sie werden nicht mit dem Lande fest verbunden. Ihr landseitiges Endende bleibt 47 bzw. 64 Meter von Ufer entfernt.

Am 2 Februar 1904 wurde die Ausführung der beiden Molen nach einem von der kgl. dänischen Wasserbaudirection ausgearbeiteten Plan öffentlich ausgeschrieben und nachher mit sämtlichen Materiallieferungen und Arbeitsleistungen der Unternehmerfirma F. V. Blom, J. Saabye und O. Lerche aus Kopenhagen, für die Summe von ca. 2,458,000 francs übertragen.

Das Project der Wasserbaudirection, welches auf dem Blatt I Fig. 4 und 5 und ferner auf Blatt II, Fig. 1-4 dargestellt ist, ist folgendes :

Blatt I Fig. 4 und 5 zeigen die Längenprofile der Molen bei Vorupör und Hanstholm. Beiden werden auf Kalkboden fundiert, welcher abwechselnd aus ca. 0.2 bis 0.6 Meter starken Schichten Kalk und 0.15 Meter starken Schichten Kiesel besteht. Bei Hanstholm ist der Kalk nur mit Sand, bei Vorupör aber auch mit einer ca. 0.6 Meter starken Schicht aus grösseren und kleineren Steinen bedeckt.

Der Unterbau der Molen besteht aus 62 mit Beton gefüllten eisernen Kästen von denen die 21 bez. 25 äussersten oben in der Höhe des gewöhnlichen Wasserstandes eine Breite von 6.9 Meter, die übrigen eine Breite von 6.28 Meter besitzen. Die Kästenbreite wächst nach unten und zwar $\frac{1}{3}$ Meter auf jeden Meter; dadurch wird die Breite unten 9.1 Meter am äussersten Ende der Molen, wo

die Tiefe, in der sich der Kalkboden befindet, ca. 6.28 Meter beträgt. In Richtung der Molen haben sämtliche Kästen eine Länge von 5.02 Meter.

Die Wände der eisernen Kästen werden aus 5 ^m/m starken Blechen gebildet, die durch aufgenietete Versteifungen von Zores-Eisen n° 11 und **U** Eisen N. Pr. n° 22, wie auf Blatt II, Fig. 3 und 4 gezeigt ist, verstärkt werden. Die **U** Eisen sind über die Oberkante des Kästens um 3.8 Meter hinaus verlängert, um als Unterstützung für das bei Ausführung der Mole notwendige Gerüst zu dienen.

Die horizontalen Ränder der Kästenseiten werden oben und unten mit aufgenieteten **U** Eisen N. Pr. n° 16 gesäumt und versteift. Die Ecken werden ausserdem durch Winkeleisen 80 × 80 × 10 verstärkt. Unten werden die zwei langen Seiten der Kästen durch 2 horizontalen **I** Eisen N. Pr. n° 20 gegen einander abgesteift.

Während des Versetzens der Kästen werden die beiden kurzen und die eine lange, gegen das Meer gekehrte Seite, durch horizontale **U** Eisen N. Pr. n° 22 versteift, welche in einem gegenseitigen Abstände von höchstens 1.25 Meter durch Schraubenbolzen mit sämtlichen festen aufstehenden Versteifungen der Kastenwände so verbunden sind, dass sie sich, nachdem der Kasten mit Betonblöcken gefüllt worden ist, wieder abnehmen lassen.

Wenn nötig werden auch inwendig in den Kästen provisorische Absteifungen aus Holz angebracht.

Das Gewicht der eisernen Kästen, einschliesslich der provisorischen Absteifungen wird zwischen 8.5 und 19.5 Tons schwanken.

Nachdem die für das Anbringen eines Kastens nötige Ausbaggerung und Einplanierung des Bodens vollendet ist, wird der Kasten versenkt und mittelst Taucher an seinen genauen Platz gestellt. Vor dem Versenken wird der Kasten mit einem Boden aus starker Sackleinwand versehen.

Unten in dem Kasten wird nachher eine Betonschicht dadurch gebildet, dass in den eingebrachten groben Kies reine Zement durch ein Rohr gepresst wird. Die Stärke der Betonschicht, die sich nach der Oberfläche des Bodens richtet, wechselt zwischen 0.3 und 0.6 Metern.

Im übrigen werden die Kästen mit Betonblöcken in regelmässigen horizontalen Schichten ausgefüllt, die mit Zement vergossen werden. Das Vergiessen der oberen Schichten wird erst ausgeführt nachdem der Kasten in einer Tiefe von ungefähr \div 1.7 Meter trocken verlegt ist.

Während der Trockenlegung werden die zwei auf Blatt II Fig. 1 gezeigten Aussparungen, die entstehen, wenn die mittleren Blöcke der nächstoberen Schicht von 0.3 Meter geringerer Höhe als die

übrigen Blöcke dieser Schicht hergestellt werden, mit Steinbrocken ausgemauert.

Die äusseren Blöcke der obersten Schicht, welche bis zur Höhe von + 0.3 Meter reicht, werden mittelst Dübeln verbunden, die dadurch gebildet werden, dass ausgesparte Rillen mit grobem Kies gefüllt und später gleichzeitig mit den Fugen den Blockschichten mit Zement ausgegossen werden. Die äussersten Blöcke werden ausserdem durch eingegossene, gebogene Eisenbahnschienen (Blatt. II, Fig. 1 und 2) zusammen gehalten.

Der Beton der äussersten Blöcke wird in der Mischung 1 Zement : 2 Sand : 4 grober Kies ausgeführt, während bei sämtlichen inneren Blöcken die Mischung 1 : 3 : 6 verwendet wird. Das Gewicht der äussersten Blöcke muss wenigstens 8.5 Tons betragen, während das der inneren Blöcke nicht kleiner als 7 Tons sein darf. Die grössten Blöcke haben ein Gewicht von ca. 18 Tons.

Ausserhalb des Kastens, auf beiden Seiten der Mole, wird ein Bankett von 4.08 Meter Breite aus Betonblöcken gebildet (Mischung 1 : 2 : 4), deren Gewichte wenigstens 7.5 Tons betragen. Diese Blöcke werden bei Hanstholm direkt auf den Kalkboden gestellt, während sie bei Vorupör auf die Steinschicht, welche den Kalkboden hier bedeckt, gesetzt werden. Am äussersten Ende der Mole muss das Bankett eine Breite von 6.3 Meter haben. Es wird erst später bestimmt werden, wie die Mole hier abzuschliessen ist.

Die Oeffnungen zwischen den Kästen werden, nachdem sie erst seitlich gedichtet sind, mit grobem Kies gefüllt und mit Zementmörtel vergossen.

Von + 0.3 Meter bis zu + 2.2 Meter wird der Oberbau aus Beton 1:2:4 hergestellt. In der Längsrichtung der Mole werden im Oberbau 25 alte Eisenbahnschienen verlegt und vergossen ; im Oberbau der inneren Strecke, von der die Form des Querschnittes auf Blatt II, Fig. 1 mittelst einer punktierten Linie angedenkt ist, benügt man sich mit 18 Schienen. Der Oberbau wird in Längen von 15 Meter (die gesamte Länge von 3 Kästen) ausgeführt, und in die vertikalen Trennungsfugen wird Holzpappe von 7.8 ^m/m Stärke eingelegt. Sämtliche äusseren Flächen der Betonblöcke in den Kasten und der des Banketts, sowie auch der des Oberbaues werden mit einer Granitverblendung bekleidet.

Der von der Wasserbaudirection ausgebildete Plan für die Leemolen ist der in obenstehender Beschreibung angegebene. Auf dieser Grundlage wurde die Arbeit von den Unternehmern übernommen. Dieselben wünschten jedoch grössere und dementsprechend weniger Betonblöcke in den Molen zu verwenden und ausserdem die vorläufigen, eisernen Einfassungen zu vermeiden,

weshalb das auf Blatt II, Fig. 5-7 gezeigte Project auf Grundlage eines seitens der Unternehmer gestellten Vorschlages ausgearbeitet wurde.

Die Erlaubniss ohne Aenderungen der Kontraktsumme diesen Plan entweder ganz oder teilweise in Ausführung zu bringen, wurde von der Wasserbaudirection nur mit dem Vorbehalte gegeben, dass der Unterbau der Mole als zusammenhängender Körper ausgeführt werden muss, der das ganze Querprofil der Mole umfasst und der sich über 5 Meter der Molenlänge erstreckt.

Die Aenderung der Konstruktion besteht in der Hauptsache darin, dass die ursprünglich verlangten mit Betonblöcken gefüllten eisernen Kästen im Unterbau der Mole durch Kästen ersetzt werden, die aus Beton mit Moniereinlagen gebildet und auch mit, mittelst Zementmörtel vergossener Betonblöcke gefüllt werden.

Die Betonkästen werden je nach der Wassertiefe zwei- oder dreiteilig gemacht; sie werden — so wie auch einzelne von den Blöcken — bis zu 80 Tons wiegen, während die Blöcke und eisernen Kästen des ursprünglichen Projectes keine 20 Tons wogen, was eine einschneidende Aenderung der Arbeitsmethode veranlasst.

Die Betonkästen bilden das eigentliche Molenprofil, welches sonst — so wie auch der Oberbau und das Bankett — ganz unverändert bleibt.

Auf Blatt II, Fig. 5, ist für die Mole bei Vorupör ein Längenprofil gezeigt, worin die Teilung der Kästen erscheint. Fig. 6 und 7 zeigen bei einer Tiefe des Kalkbodens von \div 6.3 Meter, welche die grösste auf dem Platze der Mole ist, den Querschnitt und Grundriss der Mole mit der geänderten Konstruktion.

Der Betonkasten ist hier dreiteilig und die Dichtigkeit wird dadurch erreicht, dass die einzelnen Teile des Kastens am Ufer mit einander vergossen werden, und ausserdem Dichtungsmaterial aus Hanf dazwischen gelegt wird.

Während die Stärke der Endwände nur 0,47 Meter beträgt, sind die Aussenwände 0,78 meter stark und mit Granitverblendung versehen. In allen Wänden werden Drahtgeflechte von 11 m/m starken, horizontalen und 7 m/m starken, vertikalen Stäben eingelegt.

Die in dem Kasten vergossenen Hebestange fasst unten um einen in den Wänden des Kastens eingelegten Rahmen aus Eisenbahnschienen. Die Kästen werden aus Beton 1 : 2 : 4 gegossen. Wenn ein Kasten an Ort und Stelle versetzt ist, wird er sorgfältig von aussen durch Taucher mit betongefüllten Säcken unterstopft. Das Vergiessen der Bodenschicht in dem Kasten und die Füllung mit Betonblöcken, sowie auch das Vergiessen mit Zementmörtel, wird in deszelben

Weise wie es oben für die eisernen Kästen beschrieben ist, auszuführen sein.

Die soeben erklärte, geänderte Konstruktion wird für den Bau der Mole bei Vorupör in Ausführung gebracht werden, und mit dem Versetzen der Betonkästen wird voraussichtlich schon im nächsten Frühling begonnen.

Die Unternehmer sind unterdessen mit dem Bau einer interimistischen Verbindungsbrücke zwischen dem Ufer und dem landseitigen Ende der Mole beschäftigt. Ein elektrischer Dreh- und Fahrkran von 100 Tons Tragfähigkeit ist in Kopenhagen gebaut worden und wird zur Zeit bei Vorupör montirt. Bei Hanstholm wird der eigentliche Molenbau auch im Frühling anfangen; hier wird aber die zuerst beschriebene Konstruktion zur Ausführung kommen. Hier werden nämlich bei den 9 inneren Molenabschnitten eiserne Kästen im Unterbau verwendet, und zum Versetzen derselben sowie auch zum Füllen derselben mit Betonblöcken ist von den Unternehmern noch ein 25 Tons Dreh- und Fahrdampfkran angeschafft worden, der auch beim Bau der Verbindungsbrücke verwendet werde.

Der übrige Teil der Mole wird vielleicht mit Betonkästen nach der geänderten Konstruktion ausgeführt, weil es die Absicht der Unternehmer ist nach Vollendung des Unterbaues der Vorupörmole den 100 Tons Kran nach Hanstholm zu schaffen.

Von den zum Bau nötigen Materialien lassen sich bei Hanstholm sowohl grober Kies als auch Sand für die Betonbereitung direkt auf dem Bauplatze entnehmen; bei Vorupör giebt es auch Sand, wohingegen der Kies am Ufer allmählich, wie er vom Meere abgelagert wird, zu gewinnen ist. Es wird erwartet, dass die genügende Menge auf diese Weise zu erhalten ist.

Die Granitsteine der Verblendung werden fertig zum Gebrauch vom Schweden geliefert; sie werden im Hafen der Stadt Thisted entladen, von wo auch Zement, Eisen und die übrigen Materialien mittelst Wagen nach Vorupör und Hanstholm, eine Strecke von 22 Klm, zu befördern sind.

Die Ausführung der beiden Molen soll kontraktlich im Jahre 1909 vollendet sein; es wird aber in hohem Masse von den Witterungsverhältnissen abhängen; denn nur bei ruhiger See wird es möglich sein, die Kästen des Unterbaues zu versetzen, mit Betonblöcken auszufüllen und nachher mit Zementmörtel zu vergiessen, welche Arbeiten — wenn angänglich — ohne Unterbrechung für jedes Molenstück auszuführen sind.

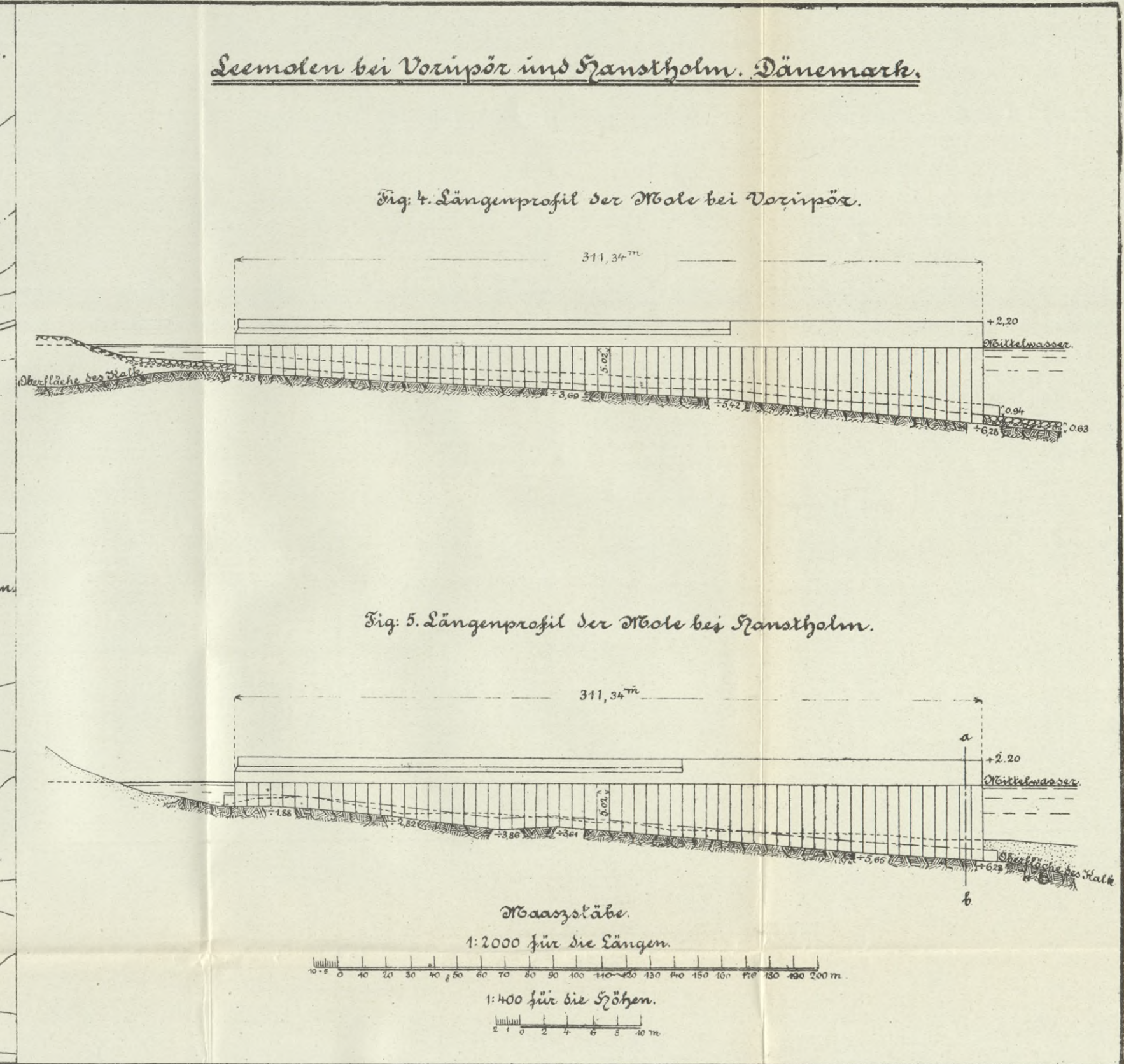
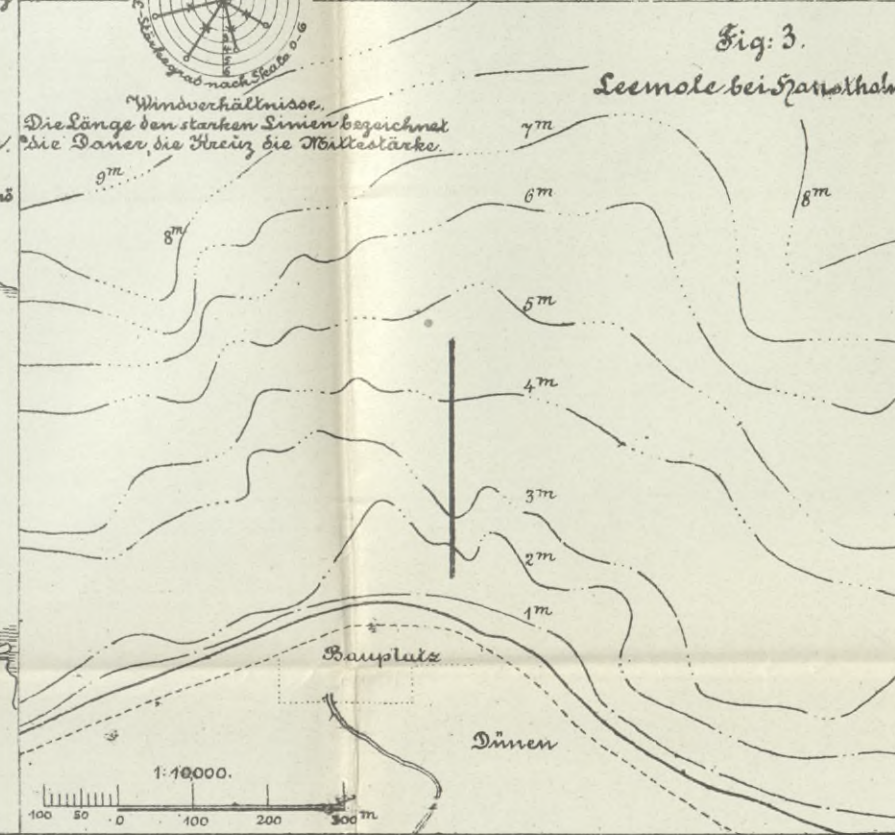
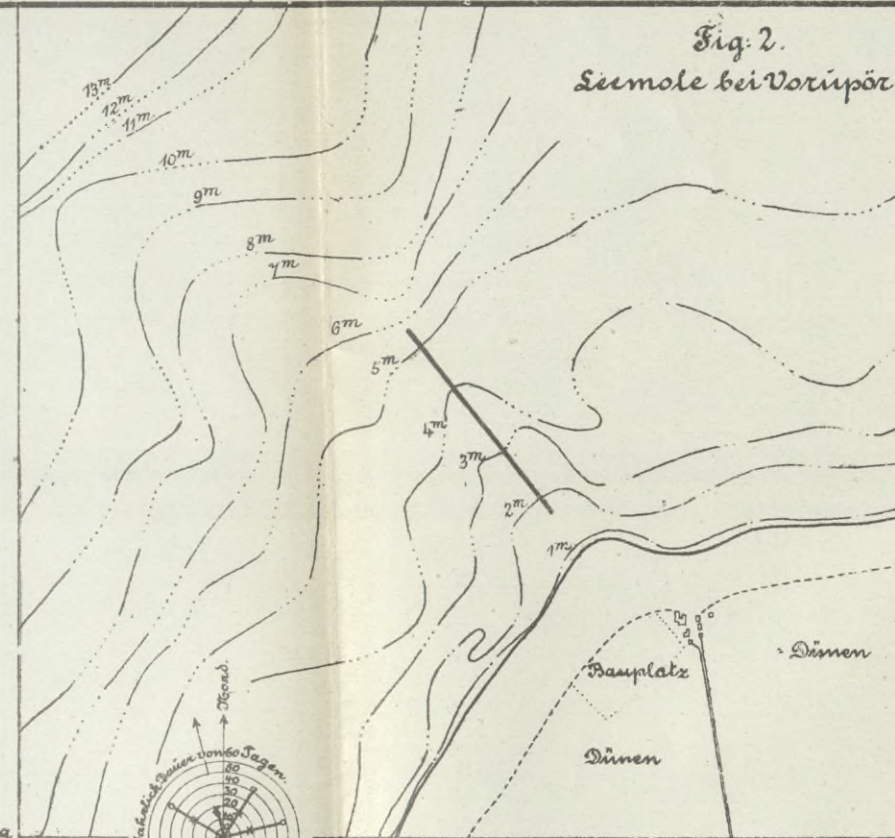
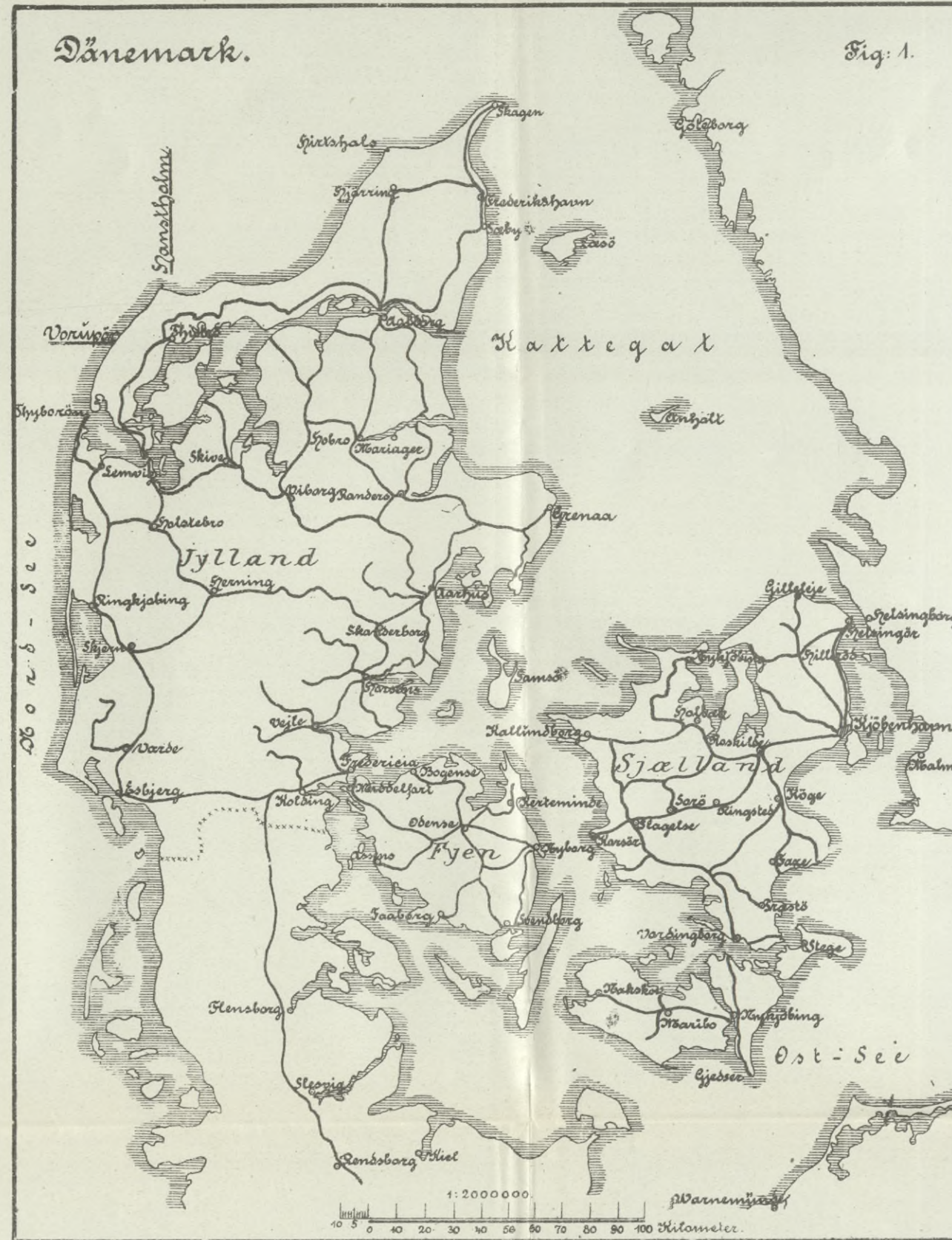
Die Nordsee ist aber ein sehr unruhiges Wasser, und speziell herrscht an den Küststrecken bei Vorupör und Hanstholm ein sehr kräftiger Wellenschlag, der besonders während nordwestlicher

Stürme direkt von Atlantischen Ozean zwischen Schotland und Norwegen hindurch herkommend an der Küste tobt.

Der Flutwechsel ist nur gering — 0,4 Meter —; während eines Sturms steigt das Wasser aber oft plötzlich bis zu 1,5 Meter und auch nicht selten bis zu 2,0 Meter über den gewöhnlichen Wasserstand.

Helsingör, Januar 1905.

C. BECH.



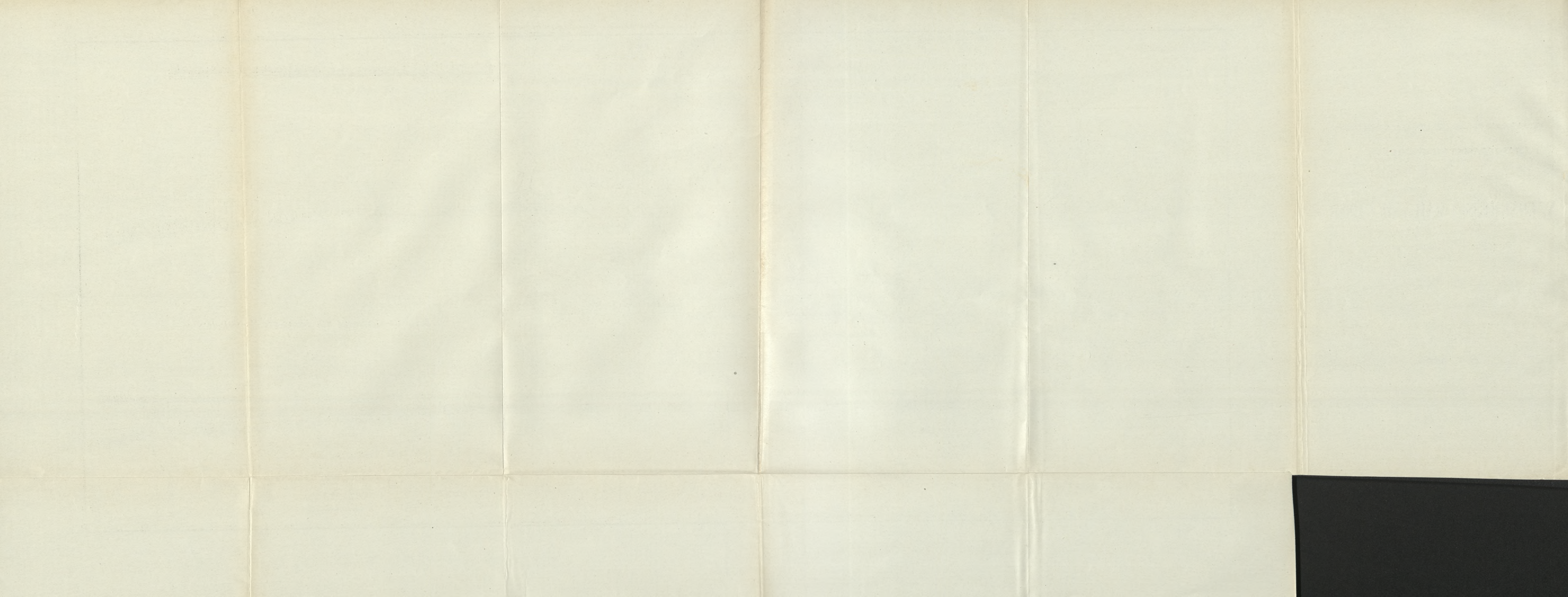


Fig. 1. Aüßerenitt a-b der Mole bei Havnsholm.

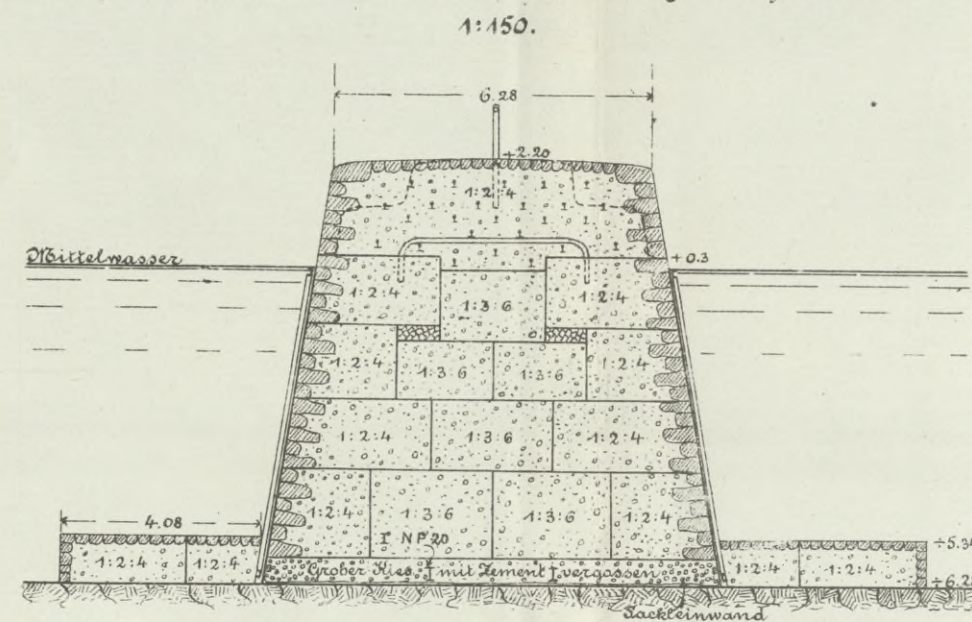


Fig. 3. Eiserner Kasten mit
provisorischen Absteifungen.

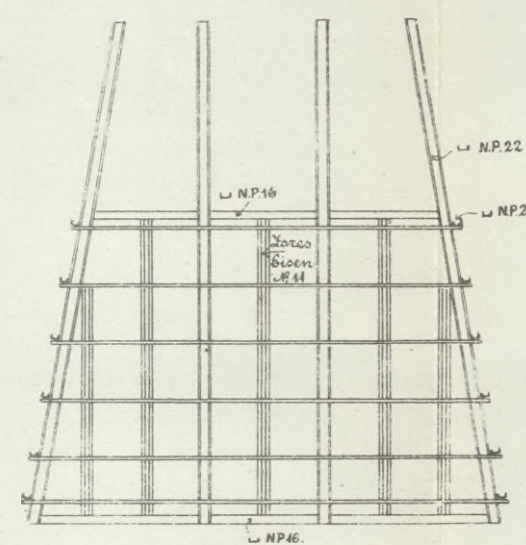


Fig. 2. Grundriss eines mit Blöcke gefüllten,
eisernen Kastens (ohne Oberbau).

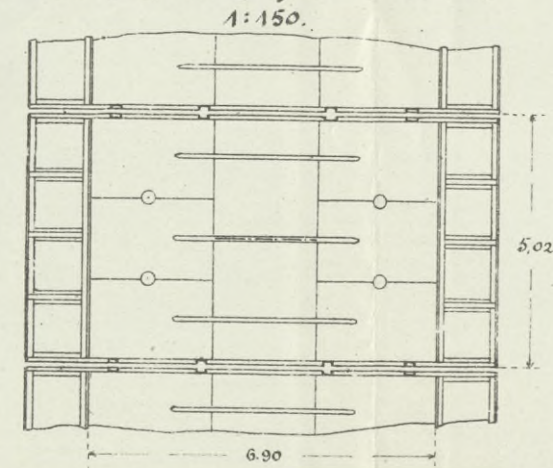
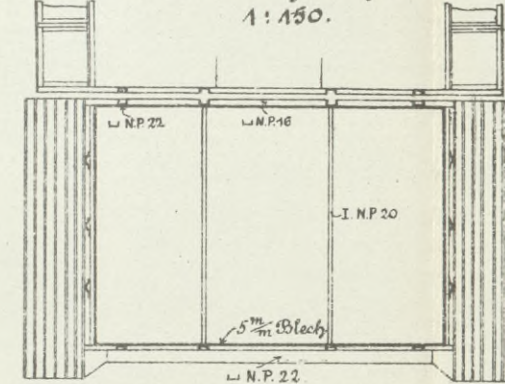


Fig. 4. Grundriss eines eisernen Kastens
mit Absteifungen.



Seemolen bei Vorupør und Havnsholm. Dänemark.

Die geänderte Konstruktion.

Fig. 5. Längenprofil der Mole bei Vorupør.

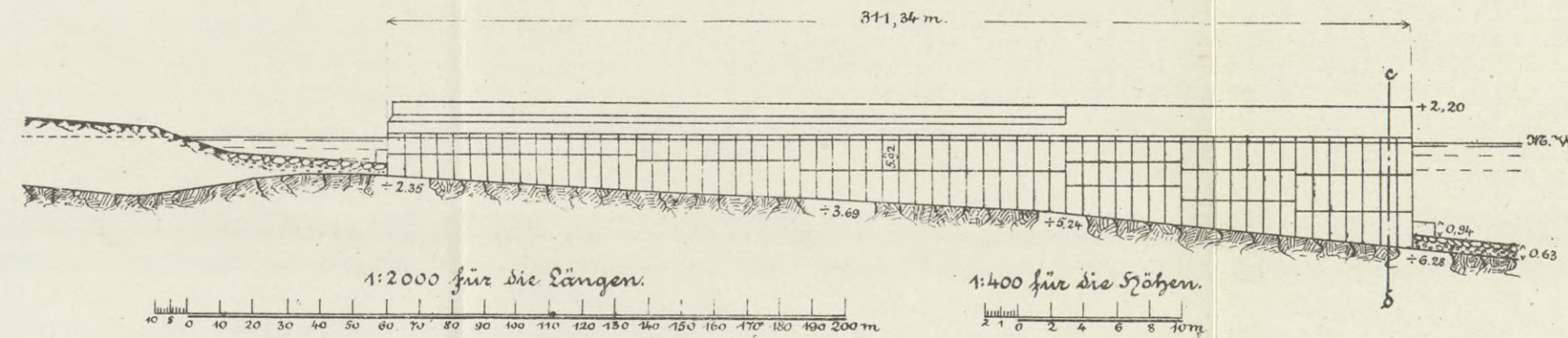


Fig. 6. Aüßerenitt c-d.

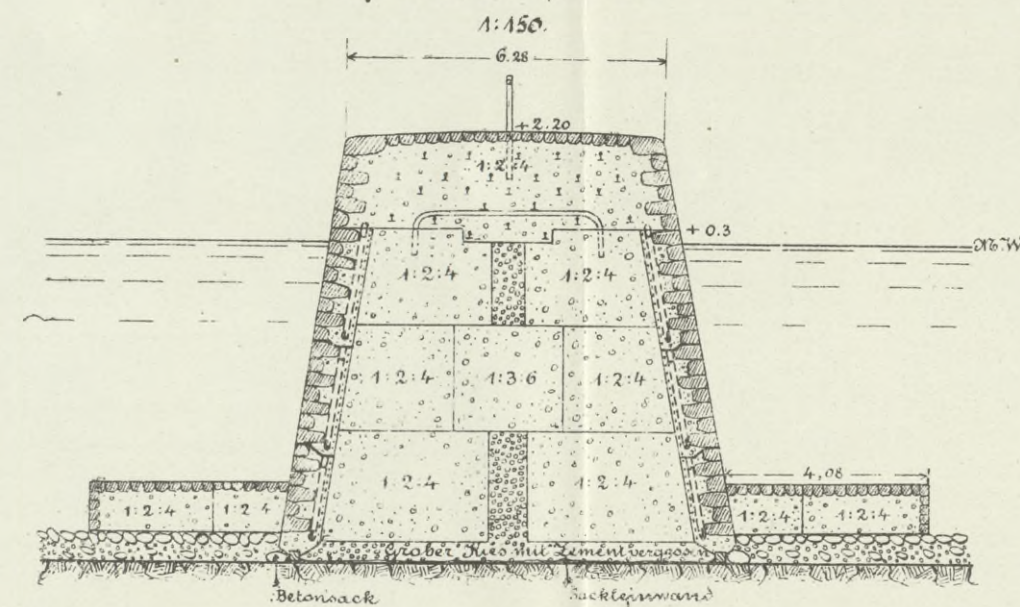


Fig. 7. Grundriss.

