2.

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER
SCHIFFAHRTS-CONGRESSE

X. CONGRESS-MAILAND-1905

II. Abteilung : Seeschiffahrt
1. Frage

Verbesserung der Mündung der Flüsse, welche sich in Meere OHNE EBBE UND FLUT ERGIESSEN

BERICHT

VON

A. GERMELMANN
Geheimer Ober-Baurat und vortragender Rat
im Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Berlin

NAVIGARE  NECESSE

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

1905

VERBESSERUNG

DER

MÜNDUNG DER FLÜSSE

WELCHE SICH IM MEERE OHNE EBBE UND FLUT ERGIESSEN

BERICHT

VON

GERMELMANN

Geheimer Ober-Baurat und vortragender Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Berlin

---

Bei Erörterung der vorliegenden Frage kommen für Deutschland nur diejenigen Flüsse in Betracht, die sich in die Ostsee ergiessen. Es sind dies, abgesehen von den im Mundungsgebiet nicht schiffbaren Flüssen der preussisch-pommerschen Küste: die Memel, der Pregel, die Weichsel mit ihrem zweiten Mündungsarm, der Nogat, die Leba, die Stolpe, die Wipper, die Persante, die Oder mit den drei Mündungsarmen Dievenow, Swine, Peene, die Warnow und die Trave. Abb. 1.

Ihr Verhalten an der Mündung ist wesentlich abhängig davon, ob sie, bevor sie in die Ostsee gelangen, grössere Binnenseen, auch Haffe genannt, durchfliessen, oder ob sie sich unmittelbar ins Meer ergiessen.

Das Erstere ist das Häufigere. Bei Flüssen dieser Art kommen die aus dem Oberlauf mitgeführten Sinkstoffe und Sandmassen schon vor und in den Binnenseen zur Ablagerung. Mit ihnen ist also an der Mündung nicht mehr zu rechnen. Ausserdem tritt für solche Mündungen noch als günstiger Umstand hinzu, dass durch den meistens nur kurzen Stromschlauch zwischen Binnensee und Ostsee bei auflandigen Winden grosse Massen Seewassers in den Binnensee getrieben (Einstrom) und hier aufgespeichert werden. Dieses Wasser strömt, vereint mit dem aufgestauten Oberwasser beim Umschlagen des Windes wieder in die Ostsee zurück (Ausstrom) und bewirkt, wenn die ihm innewohnende Energie in zweckmässiger Weise geleitet und zusammengehalten wird, ähnlich wie dieses im Ebbe-Flutgebiet der Fall ist, eine kräftige Spülung des Verbindungsschlauches und der vorliegenden Barre.

Beim Einstrom werden von dem durch Wellenschlag am Strande aufgewühlten Sande zwar grosse Massen nach binnen geführt. Da aber erfahrungsmässig die Zahl der Tage, an denen Einstrom stattfindet, nur etwa 1/3-1/4 der Gesamtzeit beträgt, dem Einstrom also sehr bald der Ausstrom folgt, so haben die Sandmassen nicht Zeit, sich niederzuschlagen und festzulagern. Sie werden zum grössten Teil in der Schwebe gehalten und wieder nach See zurückgeführt. Immerhin lagert sich ein Teil vor dem binnenseitigen Ende des Verbindungsschlauchs ab und gibt hier zu den sogenannten Herdbildungen Veranlassung. Vor der Mündung nach See entstehen durch die verzögernde wirkung des Küstenstromes auf den Ausstrom ebenfalls Ablagerungen (Barren), die um so weiter nach See hinaus sich ausdehnen, je kräftiger der Ausstrom ist.

Alle oben angeführten Flüsse haben Mündungen dieser Art mit Ausnahme der Weichsel, der Stolpe, der Wipper und der Persante.

Die Flüsse der Ostseeküste haben fast alle starke Sandführung. An erster Stelle steht in dieser Beziehung die Weichsel. Sie ist in dem russischen Teil ihres langen Laufes noch vollständig unreguliert. Ihr Bett besteht in der Hauptsache aus Sand. Es ist deshalb nicht zu verwundern, dass dieses Material lawinenartig von oben zugeführt wird und an der Mündung ablagert. Hier entstehen dann bei dem Kampfe des Küstenstroms und der Meereswellen mit dem ausströmenden Oberwasser die grossen Sandfelder, wie sie Abb. 10 zeigen.

Da bei den Flüssen ohne vorgelagerte Binnenseen ein Einstrom so gut wie garnicht stattfindet, so bleibt für die Spülung auf der Barre nur die Energie des von oben kommenden wassers. Von diesem ist nur bei Hochwasser eine stärkere Ausräumungsarbeit auf der Barre in dem Seegat zu erwarten.

Die Erhaltung der nötigen Tiefe bei solchen Flussmündungen ist deshalb ungleich schwieriger als bei denjenigen mit hinterliegenden Binnenseen und Haffen.

Es mögen nun im nachfolgenden die Massnahmen, die an der deutschen Küste zur Erhaltung und Verbesserung der Flussmündungen in den letzten Jahrzehnten in Anwendung gekommen sind und die mit ihnen erzielten Erfolge einer Besprechung unterzogen werden.

Um nicht zu wiederholen, sollen nur die Mündungen der Hauptflüsse zur Behandlung kommen.

1. Die Mündung des Kurischen Haffes, in welches sich der Memelstrom ergiesst und an der Hafen der Memel liegt;

2. die Mündung des Frischen Haffes, dessen Hauptzuflüsse die Nogat und der Pregel bilden, mit den Häfen : Pillau, Königsberg, Elbing ;

3. die Mündung der Weichsel mit dem Hafen Danzig ;

4. die Mündung des Stettiner Haffes, in welches als Hauptstrom die Oder fliesst, mit den Mündungsarmen Dievenow, Swine, Peene und den Häfen Swinemünde und Stettin.

1. Die Mündung des Kurischen Haffs (Memeler Tief).

Bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts sind Massnahmen zur Verbesserung der Memelmündung in grösserem Umfange nicht getroffen. Der Lageplan von 1834, Abb. 2, zeigt ausgedehnte Sandfelder, die von einer gewundenen Wasserrinne mit geringer Tiefe durchzogen werden. Grösste Tiefen von mehr als 13-14 Fuss (4-4,4 m) kommen nur selten vor. Die Durchschnittstiefe der Jahre 1845-1850 ist 4,19 m.

Nach Errichtung eines Teils der Nordermole im Jahre 1848 wurde das Gebiet, in dem sich die Wasserrinne hin- und herwindet, schon erheblich schmaler. Mit dem Fortgang der Molenbauten bis zum Jahre 1861 ist eine stetige Verbesserung des Fahrwassers bezüglich Lage und Tiefe zu beobachten. Nach der jetzt zum Abschluss gekommenen Verlängerung der Südermole und nach Beschaffung eines leistungsfähigen und seetüchtigen Saugebaggers mit 500 cbm Laderaum kann auf eine feste Lage der Einfahrtslinie und 7 m Wassertiefe mit ziemlicher Sicherheit gerechnet werden, s. Abb. 3.

Es ist aber hervorzuheben, dass infolge der örtlichen Eigentümlichkeiten — plötzliches Umspringen von Eein- und Ausstrom, infolge der beständig wechselnden Winde, starke Sandführung wegen der häufigen Küstenströmung aus Norden, sehr bewegte See wegen der herrschenden Westwinde, die die Ostsee in ihrer Längsrichtung bestreichen und fast senkrecht auf die Küste vor der Memelmündung treffen — auch in Zukunft zeitweilig Verflachungen sich bilden können, die zu beseitigen Hauptaufgabe des Seebaggers sein muss.

Aber auch dieser wird nicht immer imstande sein, jederzeit das Fahrwasser offen zu halten, denn seine Tätigkeit hängt von der Witterung ab. Tage- und wochenlang kann bei ungünstigem Wetter nicht gebaggert werden und so konnte es kommen, dass vom 31. Oktober-13. November 1904 an der normalen Wassertiefe 1,30 m fehlten, deren völlige Wiederherstellung erst nach einem Zeitraum von 6 Wochen gelang.

Immerhin ist die Einstellung eines seetüchtigen Saugebaggers, der auch bei Winterzeit und bei Frost arbeiten kann, ein ganz bedeutender Fortschritt. Neben den Molenbauten jedenfalls das beste Mittel zur Unterstützung des Spülstromes und zur Erlangung einer regelmässigen und tiefen Wasserstrasse.

Bei der Memelmündung ist ausser den Molenbauten und den Baggerungen noch fördernd für die Erhaltung des Fahrwassers die jetzt abgeschlossene Festlegung der Ufer der Nehrung und die Festlegung der Wanderdünen hinzugekommen.

Durch die Abbrüche an der Nehrung und durch die Wanderdünen wurden früher grosse Sandmassen in die Mündungsstrecke hineingedrängt. Die Durchflussprofile verlegten und verengten sich, es traten Unregelmässigkeiten im Gefälle des abfliessenden Wassers ein und diese hatten widerum stossweise Sandbewegungen und Verwilderung im Gefolge.

Die Mittel, die zur Verbesserung der Memelmündung angewendet wurden, sind:

a) Bau der beiden Molen,
b) Baggerungen auf der Barre und im Seetief,
c) Befestigung der Ufer der Nehrung,
d) Festlegung der Wanderdünen.

Die hierfür aufgewendeten einmaligen Kosten betragen;
zu *a*. 6,75 Millionen Mark,
zu *b*. 1 Million Mark,
zu *c*. 0,5 Million Mark,
zu *d*. 2,3 Millionen Mark.
zusammen 10,55 Millionen Mark.

Für die Unterhaltung ist jährlich zu rechnen:

zu *a*	40.000 Mark,
zu *b*	50.000 Mark,
zu *c*	10.000 Mark,
zu *d*	50,000 Mark.
zusammen	150,000 Mark.

Gebaggert wurden seit Beschaffung des Seebaggers:

im Jahre	1900	rund	65.000	cbm
» »	1901	»	60.000	»
» »	1902	»	110.000	»
» »	1903	»	98.000	»
» »	1904	»	100.000	»

2. Die Mündung des Frischen Haffs (Pillauer Tief).

Sandablagerungen aus dem oberen Stromgebiet kommen im Pillauer Tief nicht vor, denn die Sinkstoffe von oben sind wie bei dem Memeler Tief bereits an den binnenseitigen Haffrändern liegen geblieben. Die Sandmassen, die die Barre vor dem Seetief bilden, sind durch den Wind auf dem Strande aufgewühlt, unter dem Eincuss des Küstenstromes und des Einstromes gelangen sie nach dem Haff und werden durch den Ausstrom wieder nach See geführt, wo sie zu einem Teil wieder von dem Küstenstrom erfasst werden, zum andern Teil aber auf der Barre liegen bleiben.

In der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts war die Fahrwassertiefe auf der Barre im Seegat nur 10-12 Fuss=3,5 m, s. Abb. 4. Durch den allmählichen Ausbau der Molen ist sie immer mehr gewachsen ; sie betrug 1878 im Seegat etwa 6,5 m und schwankt seit der Fertigstellung der Molen bis zur Inbetriebnahme eines seetüchtigen Saugebaggers mit 400 cbm Laderaum, der im Jahre 1892 beschafft wurde, zwischen 6,5 und 7 m. Dann ist sie, dank der Tätigkeit dieses Baggers, im Jahre 1898,auf 8 m gestiegen und beträgt jetzt dauernd nahezu 9 m, s. Abb. 6. Gleichzeitig ist im Seetief, d. i. der Stromschlauch zwischen Haff- und Ostsee, 8 m Wassertiefe und eine schlankgestreckte Fahrrinne ausgebildet.

Ueber die Sandmassen, die vor der Mündung in Bewegung kommen, sind Untersuchungen bislang nicht gemacht worden. Einen gewissen Anhalt für die Mengen geben die seit 1892 regelmässig ausgeführten Baggerungen. Doch ist zweifellos die Sandbewegung eine erheblich grössere als die hierdurch festgestellte Menge, denn die Baggermassen enthalten nur die schädlichen Sandablagerungen.

Die Barre hat seit dem Bestehen der Molen eine Breite von etwa 400 m und eine grösste Höhe von 1,5 m gehalbt. In den letzten Jahren ist diese Höhe auf etwa 1,0 m gesunken.

Zur Verbesserung der Mündung wurden schon zu Ende des 18. Jahrhunderts die ersten Schritte getan. Zunächst wurden die beiderseitigen Ufer festgelegt. In der Mitte des 19. Jahrhunderts begann dann der Bau der jetzt bestehenden 1.100 m langen Molen, der bis zum Jahre 1885 dauerte.

Die Breite des Seetiefes ist leider nicht gleichmässig, sodass an Spülkraft verloren geht. An den Molenköpfen beträgt sie 360 m.

Trotz der Molenbauten und Baggerungen im Seetief und Seegat war die tiefe Fahrrinne nicht immer schlank gestreckt. Es wurden deshalb an der Nordseite der Tiefmündung in das Haff, zugleich auch zur Schaffung einer bequemen Einfahrt in den Königsberger Seekanal, in den letzten Jahren umfangreiche Baggerungen vorgenommen, und wurde damit auf Schaffung eines schlanken Stromschlauches im Tief hingewirkt.

Die Mittel zur Verbesserung der Mündung sind hier:

a. Befestigung des Ufers des Seetiefs,

b. Molenbauten,

c. Baggerungen auf der Barre und im Seetief,

d. Schaffung eines möglichst schlanken Stromlauchs.

Die hierauf verwendeten einmaligen Kosten betragen:

zu *a.* Die Kosten können, weil die Herstellung sehr weit zurückliegt, nicht angegeben werden.

zu *b.* Südermole	3,83	Millionen M
Nordermole	1,72	Millionen M
zusammen . . .	5,55	Millionen M
zu *c.* Beschaffung eines Baggers	250.000	M
zusammen, soweit bekannt	5,8	Millionen M

Die jährliche Unterhaltung erfordert:

zu *a.* und *b.*	etwa 24.000 Mark,
zu *c.*	30,000 Mark,
zusammen.	54.000 Mark.

Gebaggert wurden seit Beschaffung des Seebaggers jährlich durchschnittlich 200.000 cbm, in den Jahren 1902-1904 nicht über 150.000 cbm.

Auf die Barre entfällt hiervon im Durschnitt der 4te Teil.

3. Die Mündung der Weichsel.

Die Weichsel teilte sich bis zum Jahre 1895 in ihrem Unterlauf in drei Arme: die Nogat, die Elbinger Weichsel und die Danziger Weichsel.

Die Nogat mündet, wie schon oben angedeutet, in das Frische Haff. Dasselbe war bei der Elbinger Weichsel der Fall, bis sie im Jahre 1895 an ihrer Abzweigestelle geschlossen wurde. Die Danziger Weichsel ergoss sich dagegen seit vielen Jahrhunderten unmittelbar in die Ostsee.

Ursprünglich lag ihre Mündung bei Neufahrwasser und war gleichzeitig die Einfahrt in den Hafen von Danzig. Im Jahre 1840 durchbrach der Strom jedoch die Dünenkette bei Neufähr und bildete hier eine neue Mündung aus, die bis 1895 bestanden hat. Die Hafeneinfahrt von Danzig hat dadurch die Spülung mittels Oberwasser fast vollständig verloren. Da Küstenströmung wegen des Schutzes von Hela fast nicht vorhanden ist, so lässt sich eine genügende Fahrrinne für die grössten Schiffe durch Baggerung leicht halten.

Im Jahre 1895 wurde der neue Weichseldurchstich bei Schiewenhorst eröffnet.

Sehr lehrreich sind die Peilpläne von der Mündung bei Neufähr aus den Jahren 1840-1895.

In den ersten Jahren, sich selbst überlassen, verwilderte die neue Mündung bei der starken Sandzuführung von oben sehr bald, s. Abb. 9 und 10. Es entstanden eine Anzahl Inseln, durch welche sich die Wasser- und Eismassen nach der Ostsee in 3, zeitweise sogar in 4 Armen mit geringer Wassertiefe hindurchzwängen mussten. Hierin lag für die eingedeichten Weichselniederungen eine grosse Gefahr, denn beim Eisaufgang entstanden in den schmalen flachen Mündungsrinnen leicht Eisversetzungen, die zum Aufstau des Wassers und weiter zu verheerenden Ueberschwemmungen führten. Anfang der 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts wurden deshalb die ersten Parallelwerksbauten zum Zusammenhalten des Stromes an der Westseite der Mündung in Angriff genommen. Ihnen folgten dann in den Jahren 1881-89 die Parallelwerks- und Molenbauten an der Ostseite, die sich wie aus dem Peilplan von 1890 zu ersehen ist, bis 3 km weit in See erstrecken, s. Abb. 11.

Durch die aussergewöhnlich grossen Wassermassen, welche beim Frühjahrshochwasser 1888 und 1889 zum Abfluss kamen, veränderte sich die Mündung sehr stark. Die bis dahin quer vorliegende Barre erhielt eine langgestreckte Form und verschob sich weit hinaus nach See hin, s. Abb. 11. Diese Gestaltung hat sie bis zum Jahre 1895, der Eröffnung des neuen Weichseldurchstichs, annähernd beibehalten, nur hat die Sandablagerung östlich der Mole zugenommen. Um einen Anhalt dafür zu geben, welch enorme Sandmassen der Mündung früher, vor der Regulierung der Weichsel auf preussischem Gebiet zugeführt worden sind, sei hervorgehoben, dass nach den aufgenommenen Peilplänen und überschlägiger Berechnung in der Zeit von 1840-1890 hier rund 109.000.000 cbm Sand aufgehäuft wurden.

Die starken Eisversetzungen im Jahre 1888 in den Krümmungen der Danziger Weichsel und vor der Mündung führten im Verein mit anderen ungünstigen Umständen bezüglich der Wasserabführungsfähigkeit der Danziger Weichsel dahin, dem Weichselstrom in gerader Richtung zur Ostsee ein neues Bett zu graben. 1895 war der Weichseldurchstich bei Schiewenhorst fertiggestellt. Die Danziger Weichsel wurde an der Stelle, wo sie nach Westen abbog, abgeschlossen und ebenso die Elbinger Weichsel. Von diesem Zeitpunkt ab ergiesst sich die gesamte Wassermasse der Weichsel, in nördlicher Richtung fliessend, unmittelbar in die Ostsee, an einer Stelle, die von der Küstenströmung wegen des Schutzes der Halbinsel Hela nicht stark beeinflusst wird.

Die Wassertiefen am Strande waren dieselben, wie an der übrigen Ostseeküste. Der Strand fiel etwa 1 : 100 nach See ab.

Bei Eröffnung des Durchstichs lagerten sich erhebliche Sandmassen auf dem Strande ab, s. Abb. 13. Nachdem das planmässige Durchbruchsprofil erreicht war, wurden die beiderseitigen Ufer bis zum Strande durch Deckwerke festgelegt und es wurde an der Ostseite eine kurze Mole von 320 m Länge, die später nach dem Fortschreiten der Versandung noch um 150 m verlängert ist, ausgeführt. Die vor der Mündung entstandene Barre hat seitdem an Ausdehnung und Höhe zugenommen.

Eine Strandfläche von 5,8 km Länge und 3 km Breite ist ständig beobachtet worden. Auf dieser haben sich gleich nach der Eröffnung 8,5 Millionen cbm Boden abgelagert. Bis zum Sommer 1903 ist diese Ablagerung durch die vom Strom mitgeführten Sinkstoffe und die von dem Strande herrührenden Sandmassen um weitere 5,8 Millionen vermehrt. Durchschnittlich sind im Jahre also 720.000 cbm hinzugekommen. Ein Vergleich dieser Zahl mit der für die Sandablagerung an der Mündung bei Neufähr gefundenen, zeigt, welch ausserordentlichen Einfluss die jetzt planmässig durchgeführte Regulierung der Weichsel von der russischen Grenze bis zur Mündung auf die Versandung bei ihrem Eintritt in die Ostsee ausübt.

Die Breite der Barre — etwa 1300 m — hat seit der Eröffnung des Durchstichs nur wenig zugenommen, dagegen haben sich die Sandmassen in gewollter Weise nach Osten und hauptsächlich nach Westen längs des Strandes hingeschoben.

Eigentliche Schiffahrt wird in der neuen Weichselmündung nicht getrieben, weil diese nach dem Hafen Danzig gerichtet ist. Es verkehren hier nur Fischerboote, einige Küstenfahrzeuge, die fiskalischen Dampfer und zur Winterzeit die Eis-

brechdampfer. Die Schiffahrt war bisher sehr beschwerlich, weil die Lage der tiefen Rinne sich beständig veränderte. Sie lag nach dem Frühjahrshochwasser 1897 an der Westseite der Ausmündung (s. Abb. 14), hat sich allmählich nach Osten gedreht und derart verflacht, dass ihre Wassertiefe 1903 auf der Barre nur noch 2,1 m betrug.

Dieser für die Eisabführung gefährliche Zustand führte zu dem Entschluss, mittels Baggerns eine etwa 5 m tiefe und 120 m breite Rinne unmittelbar entlang der Ostmole bis zum tiefen Wasser herzustellen. Die gewählten Breiten- und Tiefenmasse für die Rinne entsprechen der Mittelwasserabführung des Stromes.

Unterstützt durch das erhebliche Hochwasser im Sommer 1903 ist dieser Plan nahezu vollständig gelungen. Nur ein schmaler Streifen konnte von den zum Teil von See aus, zum Teil von Binnen arbeitenden Baggern nicht auf volle Tiefe gebracht werden.

Die Baggerrinne hat sich, wie der Peilplan vom November 1904 zeigt, s. Abb. 15, bislang gut gehalten. Vom Früjahr 1905 an wird ein seetüchtiger Eimerbagger mit einer stündlichen Leistung von 200 cbm, der mit Spüleinrichtung und einer Druckrohrleitung versehen ist, und dem ausserdem 2 Dampfprähme zum Bodentransport beigegeben werden sollen, ständig an der Mündung beschäftigt werden und für die Erhaltung der tiefen Rinne sorgen. Nach den gesammelten Erfahrungen lässt sich erwarten, dass der Bagger seiner Aufgabe gewachsen sein wird. Trifft die Erwartung zu, so wird es nicht nötig sein, mit der Verlängerung der Mole noch weiter vorzugehen, jedenfalls wird sie, wenn überhaupt, so doch im Gegensatze zu den Molenbauten an der alten Mündung bei Neufähr nur ganz allmählich vorgetrieben werden brauchen.

Die Mittel, die zur Verbesserung des Abflusses der Weichsel bislang angewendet wurden, sind:

a. Geradlegung des Stromschlauchs in der Mündungsstrecke,

b. Festlegung des Ufers des Stromschlauches innerhalb der Dünen.

c. Bau einer Mole von 320 und 150 = 470 m Länge,

d. Baggerungen.

Die Kosten der ersten Anlage haben betragen:

zu *a.* Herstellung des Durchstichs einschliesslich Abschlies-

sung der Elbinger und Danziger Weichsel = rund	20.000.000 M
(diese Kosten sind aber nicht allein auf die Mündungstrecke zu verrechnen, denn mit der Herstellung des Durchstichs sollten vor allem auch die Gefahren der Eisversetzung in der Danziger Weichsel beseitigt werden.)	
zu *b*. Festlegung der Ufer innerhalb der Düne	333.000 M
zu *c*. Bau der Mole 125.000+30.000	155.000 M
zu *d*. Beschaffung eines Baggers mit voller Ausrüstung	665.000 M
Ausführung der Baggerrinne	250.000 M
zusammen . . .	21.403.000 M

Für die jährliche Unterhaltung der Mündung in Zukunft kommen nur die Massnahmen zu *b-d* in Betracht.

Sie erfordern für *b* und *c* zusammen etwa . . .	6.000 M
für *d*	76.000 M
zusammen . . .	82.000 M

Wie gross die Baggermassen sein werden, die jährlich beseitigt werden müssen, lässt sich mit Sicherheit noch nicht übersehen. Da der für diese Arbeit bestimmte Bagger aber eine Leistungsfähigkeit von stündlich 200 cbm hat, so kann umsomehr darauf gerechnet werden, dass er seiner Aufgabe gewachsen sein wird, als von den aus dem Oberlauf zugeführten, im Jahresdurchschnitt 720.000 cbm betragenden, Sandmassen nur der schädliche Teil beseitigt werden braucht.

4. Die Mündung des Stettiner Haffs.

Unterhalb Schwedt, etwa 40 km oberhalb Stettin nimmt das Gefälle der Oder derart ab, dass schon hier die gröberen Sinkstoffe, niederschlagen. Bei grösserer Wasserführung und bei auflandigen Winden wird das niedrige Wiesental der Oder oberhalb und unterhalb Stettin überschwemmt. Auf diesem und im Stettiner Haff kommen dann auch die feineren Sinkstoffe zur Ablagerung.

Das Stettiner Haff umfasst mit allen Nebenbuchten eine Wasserfläche von rund 1.000 qkm. Sein Wasserspiegel steht ganz unter dem Einflusse des herrschenden Windes und der

Ostsee. Die Entwässerung des Haffs findet durch 3 Mündungsarme statt, deren kräftigster die Swine mit dem Hafen Swinemünde ist. Der östliche Arm, die Dievenow, und der westliche, die Peene, spielen bei der Entwässerung des Haffs der Swine gegenüber nur eine untergeordnete Rolle. Der Swinemündung war vor Beginn der Ufer- und Molenbauten eine ausgedehnt Sandbarre vorgelagert. Abb. 17. gibt ein Bild des Zustandes im Jahre 1739.

Die Barre an der Swinemündung verdankt ihre Entstehung lediglich den Sinkstoffen, die die Ostsee liefert, die durch Wellenschlag von den Meeresufern abgewaschen und bei auflandigen Winden entlang der Küste und in die Mündung getrieben werden. Nach den Peilungen des Jahres 1739 hatte die Barre eine Länge von rund 2.000 m und eine Breite von 750 m. Auf der Untiefe waren von dem ausgehenden Strome zwei Rinnen gebildet, eine westliche und eine östliche, die bald mehr, bald minder tief ausliefen, in der Regel aber nur eine Wassertiefe von 2,0-2,2 m hatten.

Der Schiffsverkehr benutzte wegen dieser sehr ungünstigen Fahrwassertiefe die Mündung der Swine in jener Zeit nicht, sondern bediente sich hauptsächlich des Peenestromes.

Die Belästigung der auf Stettin gerichteten Schiffahrt durch die Schweden, welche im Besitz des linken Peeneufers waren, wurde Veranlassung zum Ausbau der Swinemündung. Zunächst beschränkte sich die Verbesserung darauf, die Ufer der Swine festzulegen, und schliesslich wurden diese Uferwerke nach See soweit vorgetrieben, dass die oben erwähnte östliche Rinne auf der Barre durchbaut wurde. Erst im Jahre 1818 ist mit dem Bau der jetzt noch bestehenden Molen begonnen. Sie sollten das Wasser am rechten Ufer entlang bis in die tiefe See führen, es bis zum Molenkopf zusammenhalten, um mit ihm dann im Seegat einen möglichst kräftigen Spülstrom zu erzeugen. Ausserdem sollten sie die Hafeneinfahrt gegen die heftigen aus Nord- und Nordost wehenden Winde schützen. 1823 war der Bau der 1.372 m langen Ostmole und der 1.022 m langen Westmole vollendet. Sie sind in der Hauptsache aus Faschinen mit Steinbelastung herrgestellt, Abb. 18. und 19. In den Jahren 1867-1874 ist dann die Ostmole noch um 80 m verlängert, wobei die alte Bauweise verlassen und ein auf Faschinenunterlage ruhender Steinkörper, der beiderseits mit steilstehenden Pfählen eingefasst ist, ausgeführt wurde. (Abb. 20.)

Der Erfolg des Molenbaus war ein recht guter. Schon in den

Jahren 1825-1830 betrug die geringste Wassertiefe im Seegat 5,34-5,90 m. Die Tiefe hat allmählich, ohne dass umfangreiche Baggerungen vor den Molenköpfen ausgeführt worden sind, nur durch Verbesserung des hinterliegenden Stromschlauches immer mehr zugenommen. Sie betrug in der Zeit von 1890-1900 auf der Barre mindestens 7,40-8,0 m.

Nachdem die Schiffahrtsstrasse von Swinemünde bis Stettin im Jahre 1900 für Schiffe bis zu 7 m Tiefgang zugängig gemacht war, trat das Bedürfnis auf, im Hafen von Swinemünde mindestens 8 m, vor der Einfahrt mindestens 9 m Wassertiefe zu haben. In den Jahren 1901 und 1902 ist deshalb durch eine 384.000 cbm umfassende Baggerung in der Einfahrtslinie eine 9 m unter M. W. tiefe und 180 m breite Einfahrtsrinne hergestellt. Diese Rinne hat sich bisher ohne erhebliche Nachbaggerungen gut gehalten.

Wie nicht anders zu erwarten, ist infolge des Molenbaus eine starke Ansandung besonders hinter der Westmole entstanden, die beständig nach See zu wächst. Die 5 m-Linie lag 1840 ungefähr 650 m nordwestlich des Westmolenkopfes, im Jahre 1904 war sie bereits 1.200 m von diesem Punkte entfernt. In den letzten 22 Jahren ist sowohl die 5 m- als auch die 9 m-Linie um 150 m nach See hin vorgeschritten.

Bei diesem Tatbestande kann es keinem Zweifel unterliegen, dass vom Westen vorrükkend der Sand sich in die 9 m tiefe Fahrrinne werfen wird. Baggerungen werden dafür zu sorgen haben, dass hieraus der Schiffahrt keine Unbequemlichkeiten erwachsen. Mit Sicherheit kann darauf gerechnet werden, dass dieses Mittel auch genügt und dass in absehbarer Zeit an eine abermalige Verlängerung der Mole nicht herangetreten werden braucht. Die aufgewendeten Mittel zur Verbesserung sind auch hier wieder:

a. Befestigung der Ufer und Begradigung des Stromschlauches in der Mündungsstrecke,

b. Bau von Molen,

c. Baggerungen.

An Kosten haben diese Massnahmen verursacht:

zu *a*.	4.700,000 M
zu *b*. Molenbauten	4.100.000 M
zu *c*. Baggerungen der Hafeneinfahrt auf 9 m Tiefe	72.000 M
zusammen . . .	8.872.000 M

Die Unterhaltung der Mündung erfordert jährlich nach dem Durchschnitt der letzten 10 Jahre:

zu *a* und *b*	7.300 M
zu *c*	6.000 M
zusammen . . .	13.300 M

Diese geringen Unterhaltungskosten verdankt die Swinemündung ihrer geschützten Lage, im erheblichen Masse aber auch dem Umstande, dass durchschnittlich im Jahre 288 Tage ausstrom und nur 77 Tage Einstrom stattfindet und dass wegen der Nähe des Stettiner Haffs ein sehr kräftiger Spülstrom vorhanden ist.

An der Peenemündung sind besondere Verbesserungen bislang nicht ausgeführt, denn der dort betriebenen Schiffahrt genügen die vorhandenen Wassertiefen vollkommen. Für die Auswässerung des Haffs kommt dieser Stromarm ebenso wie die Dievenow nicht in Betracht, denn diese wird, wie schon oben bemerkt, hauptsächlich von der Swine übernommen. Damit die Spülkraft in der Swinemüundung nicht geschwächt werde, ist geflissentlich der Ausbau der beiden Seitenarme zurückgehalten.

Erst im Jahre 1898 ist an der Dievenowmündung, die fast vollständig versandet war und nicht einmal Fischerbooten den Zugang gestattete, eine Verbesserung vorgenommen. An der starken Versandung hatte hauptsächlich die ungünstige Linienführung des hinterliegenden Stromschlauches schuld. Es wurde deshalb. in 1.200 m Abstand von der alten eine neue Mündung dadurch geschaffen, dass die 300 m breite Landzunge zwischen Strom und Ostsee durchstochen und der Strom in schlanker Kurve der Ostsee zugeführt wurde. An den Durchstich schliessen sich östlich und westlich Molen an aus Findlingsteinen zwischen Pfahlwänden mit Faschinenunterlage. Der Erfolg ist ein guter gewesen. Ohne dass nennenswerte Baggerungen bis jetzt ausgeführt wurden, ist, in für Fischerfahrzeuge genügender Breite, mindestens 2,5 m Wassertiefe vorhanden. (Abb. 21.)

Die Kosten der erstmaligen Herstellung haben betragen.	500.000 M
Die Unterhaltung erfordert jährlich	6.000 M

Das günstige Ergebnis ist auch hier zum Teil auf das vorteilhafte Verhältnis zwischen Ein- und Ausstrom und darauf zurückzuführen, dass der in geringerer Entfernung von der Mün-

dung liegenden Fritzower und Kamminer Bodden, die an der Auswässerung des eigentlichen Haffs fast garnicht beteiligt sind, für das verhältnismässig geringe Durchflussprofil der Mündungsstrecke ein sehr ausgiebiges Spülbassin bilden.

Schlussergebnis.

Dieselben Verhältnisse, wie bei den besprochenen Flussmündungen, finden sich auch bei den übrigen in die Ostsee sich ergiessenden Flüsesn. Ihr verschiedenartiges Gebahren ist fast ausschliesslich von örtlichen Zufälligkeiten abhängig. Im Grossen und Ganzen unterliegen sie derselben Gesetzmässigkeit, die bei den Beschriebenen deutlich hervortritt.

Wenn das Ergebnis der angestellten Untersuchung zusammengefasst wird, so tritt auffällig hervor, dass bei allen Mündungen fast dieselben Mittel zu ihrer Verbesserung in Anwendung gekommen sind. Zunächst wurde damit begonnen, die Ufer im Mündungsgebiet festzulegen, daran haben sich dann die Molen gesetzt, die je nach der Oertlichkeit sich bald mehr bald weniger weit in See vorschieben.

Bei den Mündungen, die gleichzeitig Einfahrten zu Häfen bilden, musste naturgemäss bei der Linienführung der Molen ausser auf das Zusammenhalten der Energie des ausströmenden Wassers auf möglichsten Schutz der einfahrenden Schiffe vor den gefährlichen Winden Bedacht genommen werden. Allgemein ist aber die Erscheinung, dass mit den Molen allein der angestrebte Zweck, eine möglichst grosse Wassertiefe auf der Barre zu haben, nicht in vollem Masse erreicht werden konnte. Ueberall musste das Baggern zu Hilfe genommen werden. Besonders stark ist dieses Bedürfnis in den letzten Jahrzehnten aufgetreten, in denen die Ansprüche an die Einfahrtstiefen zu den Häfen in ungeahnter Weise gestiegen sind.

Aber auch bei einer Flussmündung, wie die der Weichsel, bei der die Schiffahrt keine wesentliche Rolle spielt, ist der Bagger herangezogen worden, um dem Wasser und vor allen Dingen dem Eisgange einen sicheren Abfluss über die Barre zu gewährleisten. Die alte Weichselmündung bei Neufähr bietet ein lehrreiches Beispiel dafür, dass das rasche Vortreiben von Molen für die Ausbildung der Barre nicht vorteilhaft ist. In einem Zeitraum von kaum 20 Jahren ist dort die Sandablagerung und damit der Stromschlauch um mehr als 2 km verlängert, das Gefälle in der Flussmündung und mit ihm die Energie des ausströmenden Wassers um ein beachtenswertes Mass verringert. Bei Flüssen mit so bedeutender Sandfüh-

rung wie die Weichsel muss aus den angedeuteten Gründen grosses Gewicht darauf gelegt werden, die Sandmassen nicht rasch nach See vorzuschieben, sondern sie durch den Küstenstrom auf lange Strecken am Strande entlang verziehen zu lassen. Soll das aber erreicht werden, so darf, wenn überhaupt, das Vortreiben der Molen nur sehr allmählich geschehen. *Die Molen dürfen nicht der Sandablagerung vorauseilen, sondern sie müssen ihr folgen.*

Wird durch Baggern der Spülstrom an der Mündung derart unterstützt, dass eine angemessene breite und tiefe Rinne für den Abfluss des Eises und Wassers, und da, wo Schiffahrt vorhanden ist, auch für diese, dauernd offengehalten wird (und dies zu erreichen, ist nach den gesammelten Erfahrungen mit eigens für den Zweck gebauten, leistungsfähigen Baggern nicht schwer) so wird sich der Bau von weit in See reichenden Molen überall da erübrigen, wo die Schiffahrt nicht eines besonderen Schutzes der Einfahrt durch Molen bedarf.

Die tiefe Baggerrinne wirkt ähnlich wie eine Mole,ohne deren schädliche Eigenschaften zu haben, die sich hauptsächlich aus dem schroffen Uebergange in Form und Material ableiten.

Der hydraulische Radius in der tiefen Rinne ist günstiger als an irgend einer anderen Stelle desselben Profils. Sie wirkt deshalb geradezu anziehend für den Wasserabfluss und in ihr muss sich die Energie des Stromes, auch weil erhebliche geringere Reibungswiderstände auftreten, als an den Molenwänden, besser erhalten als dort.

Wenn in früheren Zeiten von dem Baggern nicht in dem Umfange Gebrauch gemacht worden ist, wie das nach den vorstehenden Ausführungen zweckmässig erscheint, so hat das seinen Grund darin, dass die Leistungsfähigkeit der Seebagger noch vor 20 Jahren eine geringe war und infolgedessen die Baggerungen sehr grosse Kosten verursachten. Hierin ist aber, dank der Vervollkommnung der Geräte, ein vollständiger Wandel eingetreten. Kräftige, in seetüchtigen Schiffsgefässen aufgestellte Baggermaschinen arbeiten jetzt an See so vorteilhaft, dass die Baggerrinne auch bezüglich der Unterhaltungskosten sehr wohl in Wettbewerb mit den Molen treten kann, umsomehr als es sich dabei nicht um sehr bedeutende Massen handelt, wenn Obacht darauf gegeben wird, Ablagerungen und Unregelmässigkeiten im Profil gleich bei ihrem Entstehen wieder zu beseitigen.

Das Gesamtergebnis der vortehenden Betrachtung lässt sich in nachstehende Leitsätze kurz zusammenfassen.

Zur Erlangung und Erhaltung einer für Vorflut und Schiffahrt gleich brauchbaren Flussmündung an Küsten ohne Ebbe und Flut ist erforderlich :

1. Ausgestaltung eines möglichst schlanken, mit festen Ufern versehenen Stromschlauches in der Mündungsstrecke.

2. Allmählicher Ausbau von Molen im Anschluss an die festen Ufer unter 1. in ebenfalls schlanker Linienführung. Hierbei ist grundsätzlich daran festzuhalten, dass die Molen der Sandablagerung nicht vorauseilen, sondern ihr nur folgen dürfen. Ausnahmen von dieser Regel sind nur dann zulässig, wenn der Schiffsverkehr an der Einfahrt eines weitergehenden Schutzes gegen gefährliche Winde durch Molen bedarf.

3. Um angemessene Tiefen auf der Barre zu schaffen und zu erhalten wird zweckmässig mit leistungsfähigen Seebaggern eine Baggerrinne hergestellt. In ihr entstehende Unregelmässigkeiten im Profil müssen mit möglichster Beschleunigung wieder beseitigt werden, damit die Energie des Ausstromes in voller Wirkung erhalten bleibt.

GERMELMANN.

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER
SCHIFFAHRTS-CONGRESSE

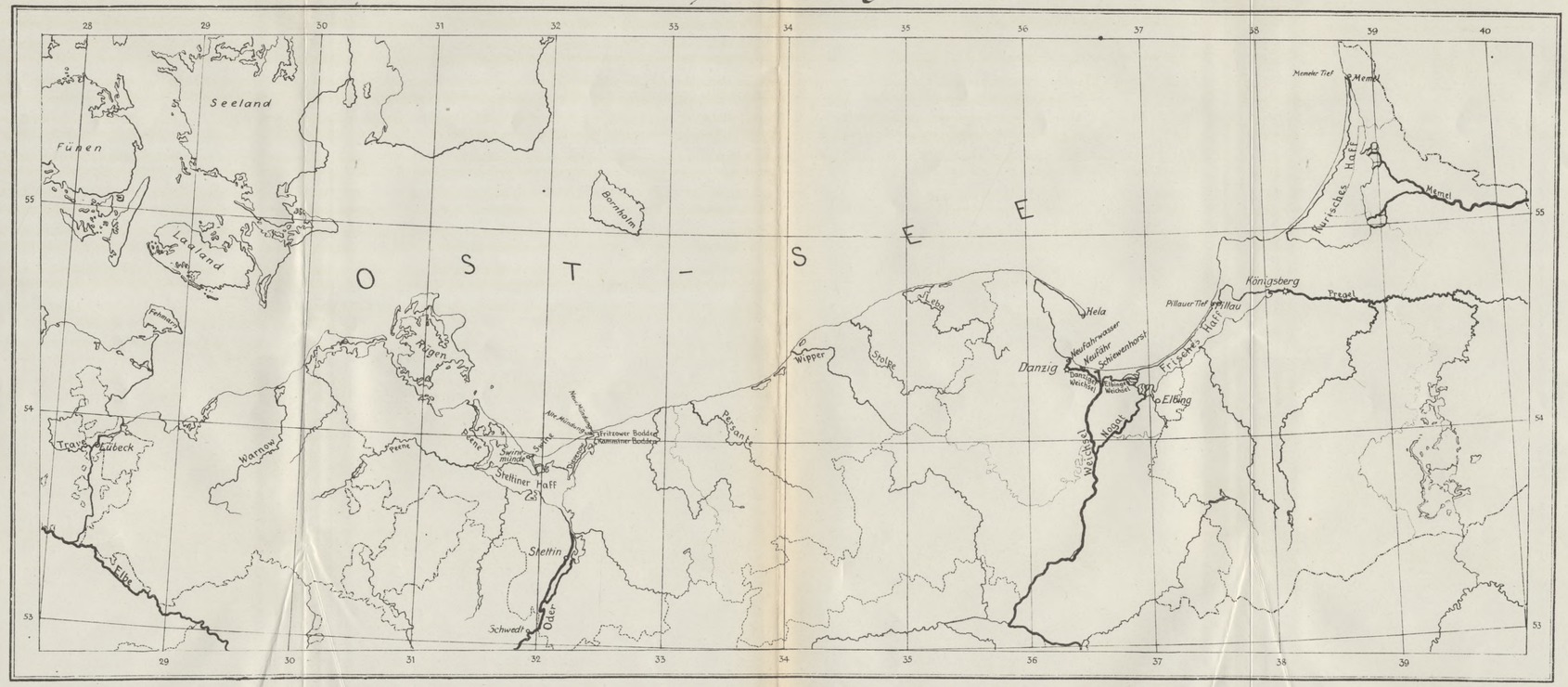
X. CONGRESS - MAILAND - 1905

II. Abteilung : Seeschiffahrt
I. Frage

BERICHT
VON
GERMELMANN

BLATT I.

1. Deutsches Ostseegebiet.



INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER
SCHIFFAHRTS-CONGRESSE

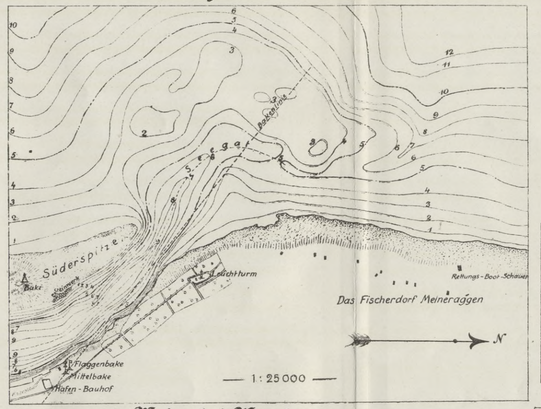
X. CONGRESS - MAILAND - 1905

II. Abteilung : Seeschiffahrt
I. Frage

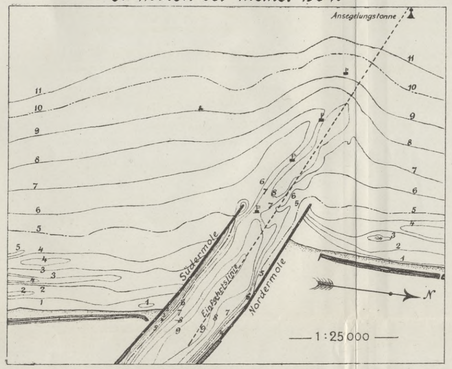
BERICHT
VON
GERMELMANN

BLATT 11.

2. Seegat bei Memel 1834.

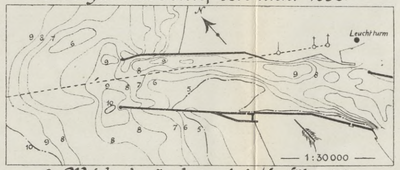


3. Molen bei Memel 1904.

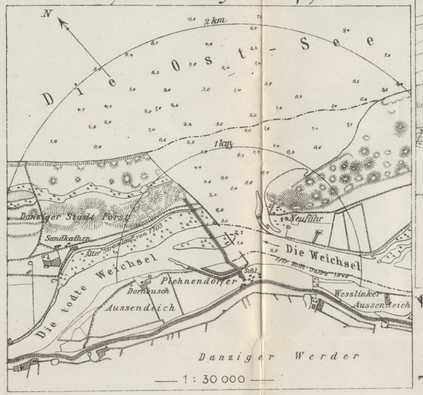


4. Seegat bei Pillau 1828.

5. Seegat und Seetief bei Pillau 1890.

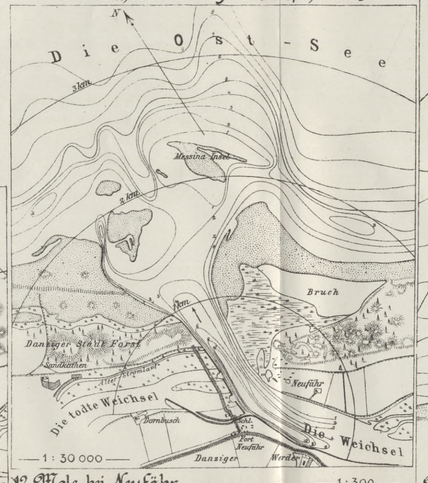


9. Weichselmündung bei Neufähr 1841.

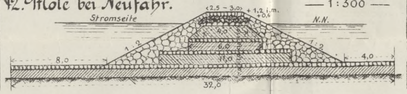


6. Seegat und Seetief bei Pillau 1904.

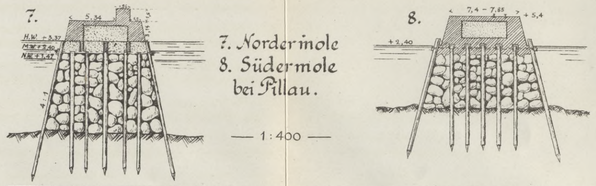
10. Weichselmundung bei Neufähr 1859.



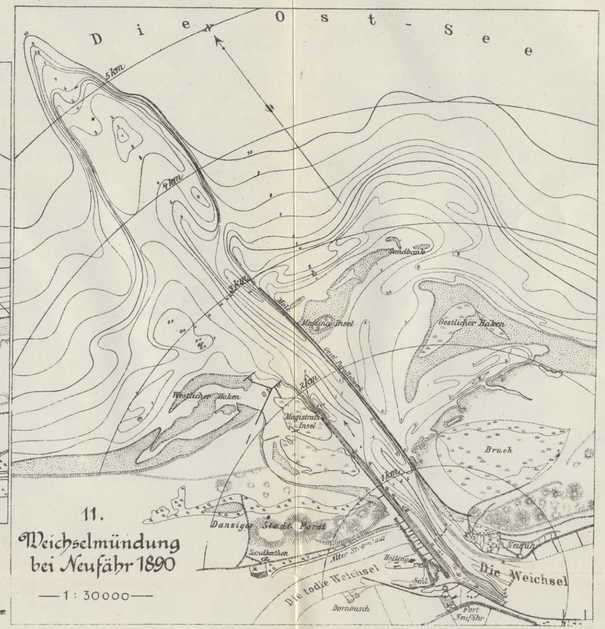
12. Mole bei Neufähr.



7. 8.



11. Weichselmündung bei Neufähr 1890



INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER
SCHIFFAHRTS-CONGRESSE

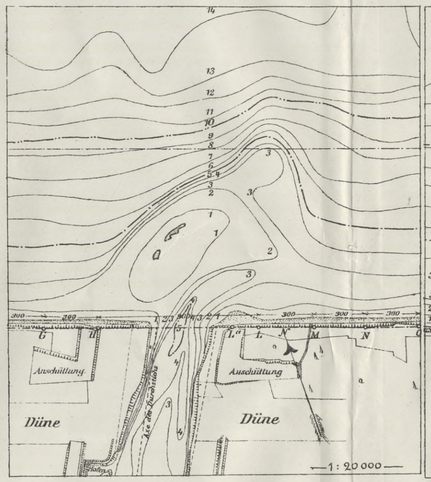
X. CONGRESS - MAILAND - 1905

II. Abteilung : Seeschiffahrt
I. Frage

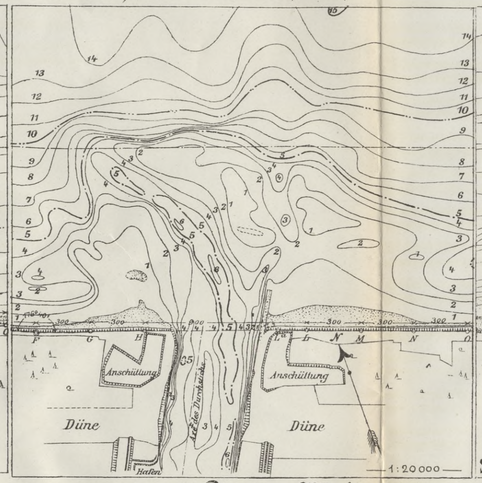
BERICHT
VON
GERMELMANN

BLATT III.

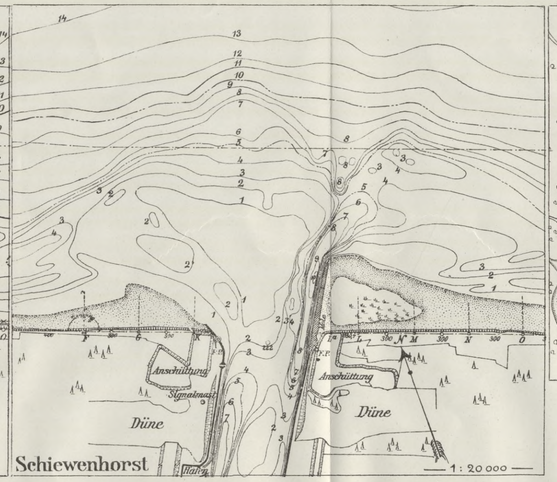
13. Weichselmündung bei Schiewenhorst 1895.



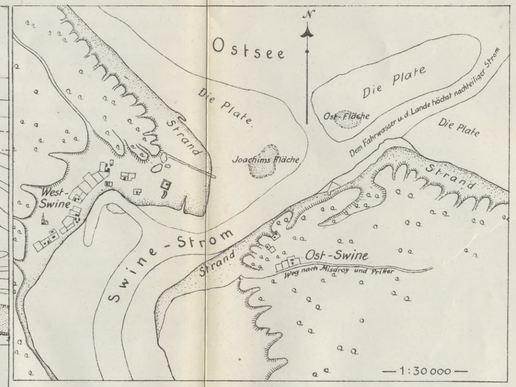
14. Weichselmündung bei Schiewenhorst 1897.



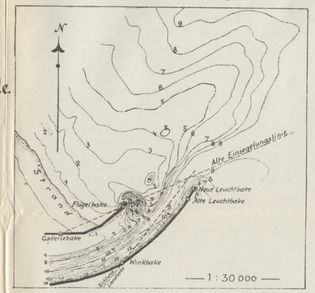
15. Weichselmündung bei Schiewenhorst 1904.



17. Swine - Mündung 1739.

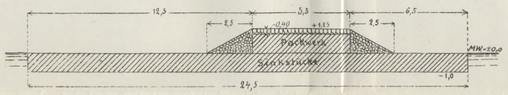


18. Swine - Mündung 1904.

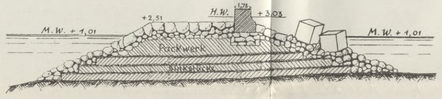


21. Dievenow-Mündung 1904.

16. Ostmole bei Schiewenhorst.



19. Ostmole bei Swinemünde.



20.
Verlängerung
der Ostmole bei Swinemünde.