

# DIE STURMFLUT AM 16./17. FEBRUAR 1962 UND ANDERE NORDSEESTURMFLUTEN

Institut für Meereskunde der Universität Hamburg

SUMMARY: Storm surges in the North-sea are investigated, especially the surge 16/17th February, 1962. Hydrodynamic-numerical methods have been applied to these surges ;and the theoretical results have been compared with the records of sea level.

Wasserstandserhöhungen durch Stürme hervorgerufen und als Sturmfluten bezeichnet, treten vornehmlich dort auf, wo geringe Wassertiefen vorhanden sind. Fällt der Meeresboden der Küste steil ab, dann ist kaum ein Anstau zu erwarten. Eine Erklärung hierfür ergibt sich aus den einfachen Windstaugleichungen. Diese zeigen, daß wachsende Tiefe abnehmendem Stau entspricht und umgekehrt.

In Rand- und Nebenmeeren, aber auch in den Schelfbereichen der Ozeane, kommen Flachwassergebiete vor, die günstige Voraussetzungen für die Entwicklung des Windstaus bieten. Vor allem Watten- und Lagunengebiete sind hier zu nennen. Nach den vorliegenden Erfahrungen sind die Festlandsküsten der Nordsee besonders sturmflutgefährdet. Aber auch an der Ostsee, in der Adria vornehmlich in deren nördlichen Flachwassergebieten um Venedig, und an vielen anderen Orten kann bei entsprechenden meteorologischen Bedingungen eine gefährliche Erhöhung des Wasserstandes eintreten. Bekannt sind die Überschwemmungen, die an der Ostküste der Vereinigten Staaten als Folge von Wirbelstürmen auftreten.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß die Sturmflutgefahren sehr stark eingeschränkt, wenn nicht gar abgewendet werden können durch geeignete Vorkehrungen und Schutzmaßnahmen. Grundlage für alle Überlegungen, die in diese Richtung zielen, ist aber eine genaue Kenntnis der Entstehung und des Ablaufs solcher Sturmfluten. Unentbehrlich ist die Sammlung und die Bearbeitung der Wasserstände und der meteorologischen Daten, die während der bisherigen Sturmfluten gemessen worden sind. Darüber hinaus ist aber ein eingehendes Studium der physikalisch-hydrodynamischen Vorgänge, die zur Sturmflut führen, erforderlich.

Das von Wasserbauingenieuren häufig benutzte hydraulische Modell scheidet für Sturmflutuntersuchungen in der offenen See aus zweierlei Gründen aus. Einmal ist es äußerst schwierig, wenn nicht überhaupt unmöglich, ein künstliches Windfeld im Modell zu erzeugen, das die gleichen Wirkungen wie das natürliche Windfeld besitzt. Zum anderen spielt die Coriolisbeschleunigung eine wichtige Rolle und alle Versuche, diese im Modell nachzuahmen, scheinen bisher nicht befriedigend verlaufen zu sein.

Es bleibt die Möglichkeit, die hydrodynamischen Differentialgleichungen auf das zu untersuchende Meeresgebiet anzuwenden und für die jeweils in Frage stehende Sturmflut eine Lösung aufzustellen. In jüngerer Zeit sind Verfahren entwickelt worden, die es gestatten, für natürliche Meere oder deren Teilgebiete den Windstau quantitativ anzugeben, wenn Wind- und Luftdruckfeld sowie die Randwerte vorgegeben sind. Diese hydrodynamischnumerischen Verfahren werden aus den hydrodynamischen Differentialgleichungen abgeleitet, dabei werden die Differentialquotienten durch Differenzenquotienten ersetzt und das entstehende Gleichungssystem mit Hilfe moderner Elektronenrechenmaschinen gelöst. Eine Ableitung dieses Verfahrens ist gegeben in dem Beitrag von Hansen «THE SEA - Ideas and Observations», S. 764.

Dieses Verfahren wurde erstmalig angewandt auf die Ermittlung der Sturmflut aus dem Jahre 1953, die in den Niederlanden, aber auch in Südengland, hohe Verluste an Menschenleben und schwere Schäden verursachte.

Figur 1 zeigt für eine Reihe von Orten die durch den Wind hervorgerufenen, gemessenen Wasserstandserhöhungen, dargestellt durch

# Windstau Hollandorkan

31.1.1953

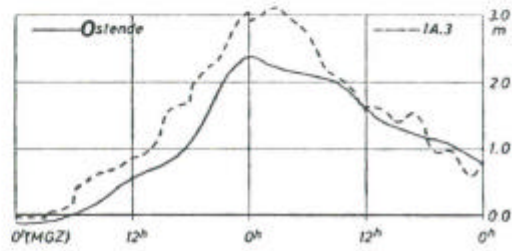
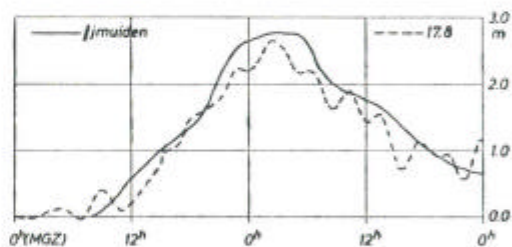
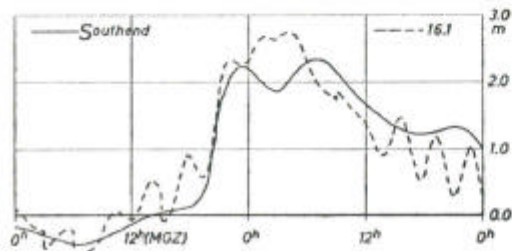
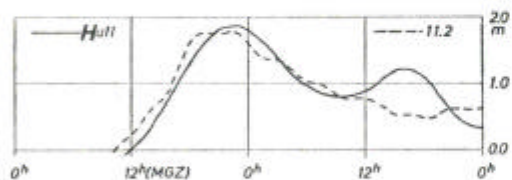
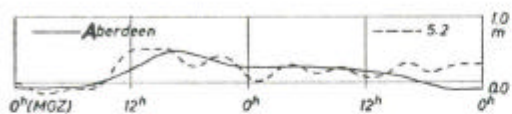


Fig. 1

ausgezogene Kurven. Gleichzeitig sind die mit Hilfe des hydrodynamisch-numerischen Verfahrens in seiner ursprünglichen primitiven Form errechneten Wasserstände als gestrichelte Linien eingetragen. Die Darstellung läßt eine gewisse Übereinstimmung zwischen Theorie und Messungen erkennen und hat Anlaß gegeben, die Studien auf diesem Gebiet fortzusetzen.

Nach der Weiterentwicklung des Verfahrens hat eine andere Untersuchung die Dezembersturmflut aus dem Jahre 1954 zum Gegenstand gehabt. Hier sind nur die Windstauwerte ermittelt worden, ebenso wie für die Sturmflut 1953. Die Gezeiten wurden in beiden Fällen nicht in die Untersuchung einbezogen. Die Ergebnisse sind dargestellt in Figur 2.

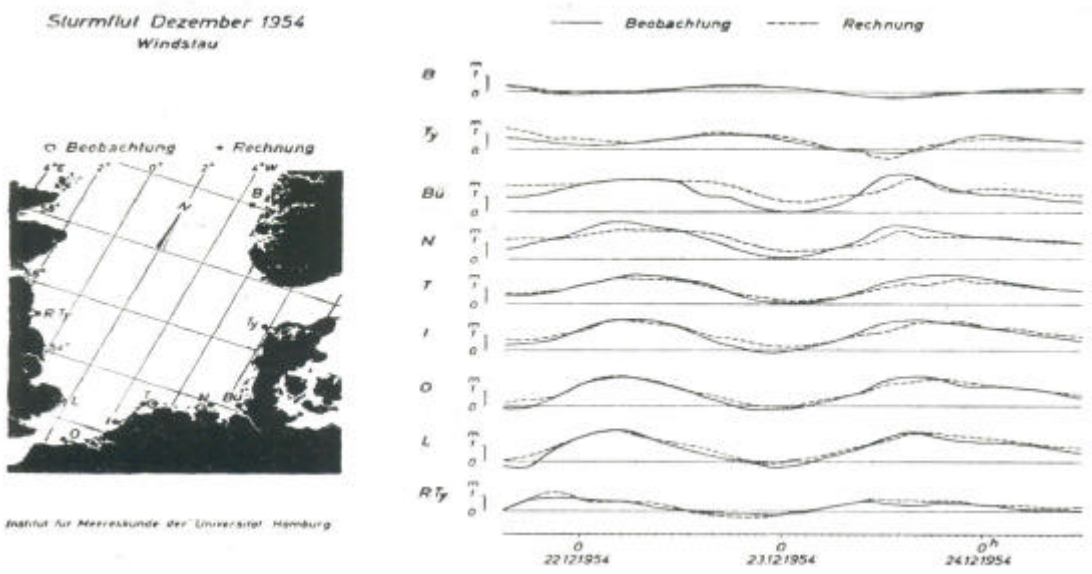
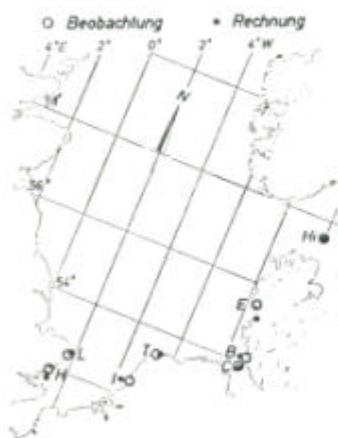


Fig. 2

Auch im Januar 1954 trat eine bemerkenswerte Sturmflut auf. Für diese wurden Windstau und Gezeiten gleichzeitig in einem Rechengang ermittelt. Die Ergebnisse sind in Figur 3 wiedergegeben und zeigen ähnlich wie die vorhergenannten Sturmfluten eine ausgeprägte Korrelation zwischen gemessenen und errechneten Werten.

**Sturmflut Januar 1954**  
Gezeit + Windstau



Institut für Meereskunde der Universität Hamburg

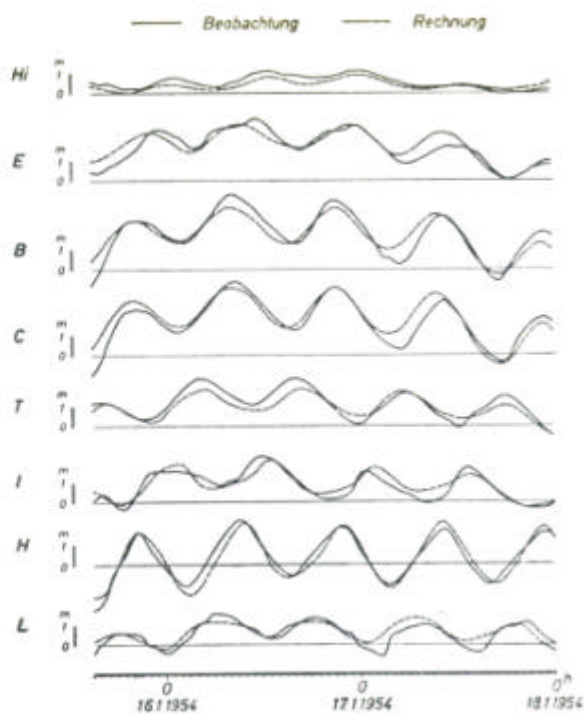


Fig. 3

Am 16./17. Februar 1962 herrschte über der Nordsee ein schwerer Sturm, der in der Deutschen Bucht, vor allem aber im Elbeästuar, bemerkenswerte Wasserstandserhöhungen hervorbrachte. Am Abend des 16. Februar erreichte der Sturm seine größte Intensität. Die Figur 4 zeigt die meteorologische Situation am 16.2. um 21<sup>h</sup> MGZ. Hohe Windgeschwindigkeiten herrschen vor allem vor der jütischen Küste. Der Wind weht mit voller Stärke in die Deutsche Bucht hinein. Schon aus der Wetterkarte ist zu erkennen, daß dieser Teil der Nordseeküste besonders gefährdet ist.

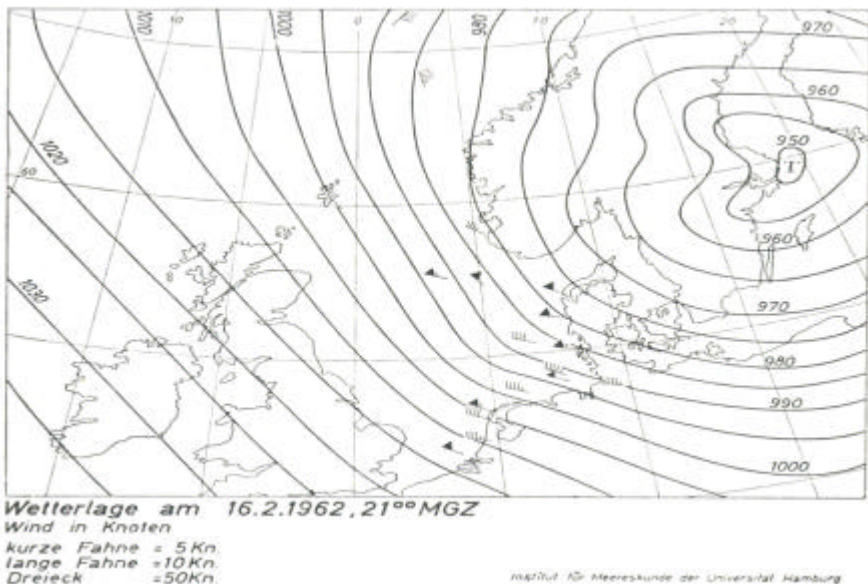


Fig. 4

Zur Veranschaulichung der eingetretenen Wasserstände und zum Vergleich mit den bis dahin gemessenen Erhöhungen stehen die Figuren 5 und 6 zur Verfügung. In Figur 5 ist die maximale Erhöhung des Wasserstandes seit 1825 aufgetragen, aber ohne die Werte der Sturmflut im Februar 1962. Die höchsten Werte gehen etwas über 5m hinaus.

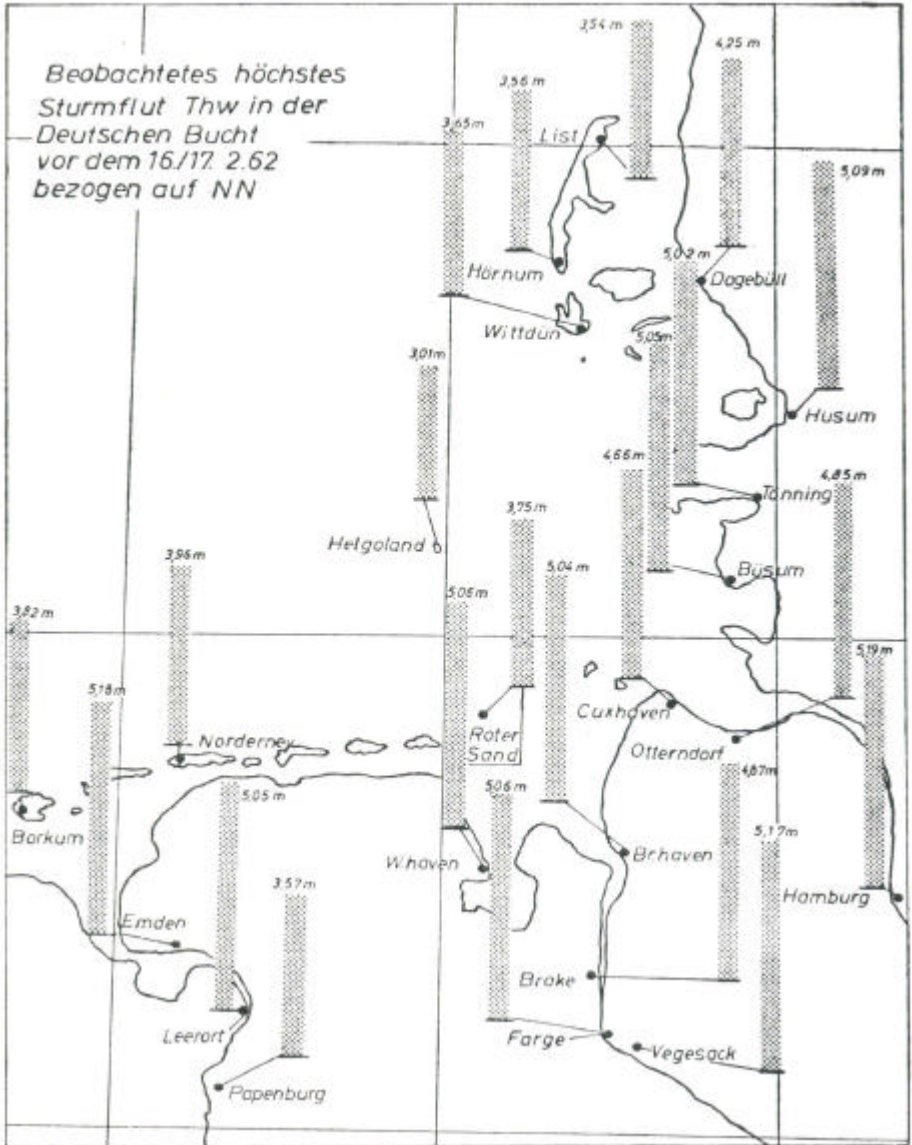


Fig. 5

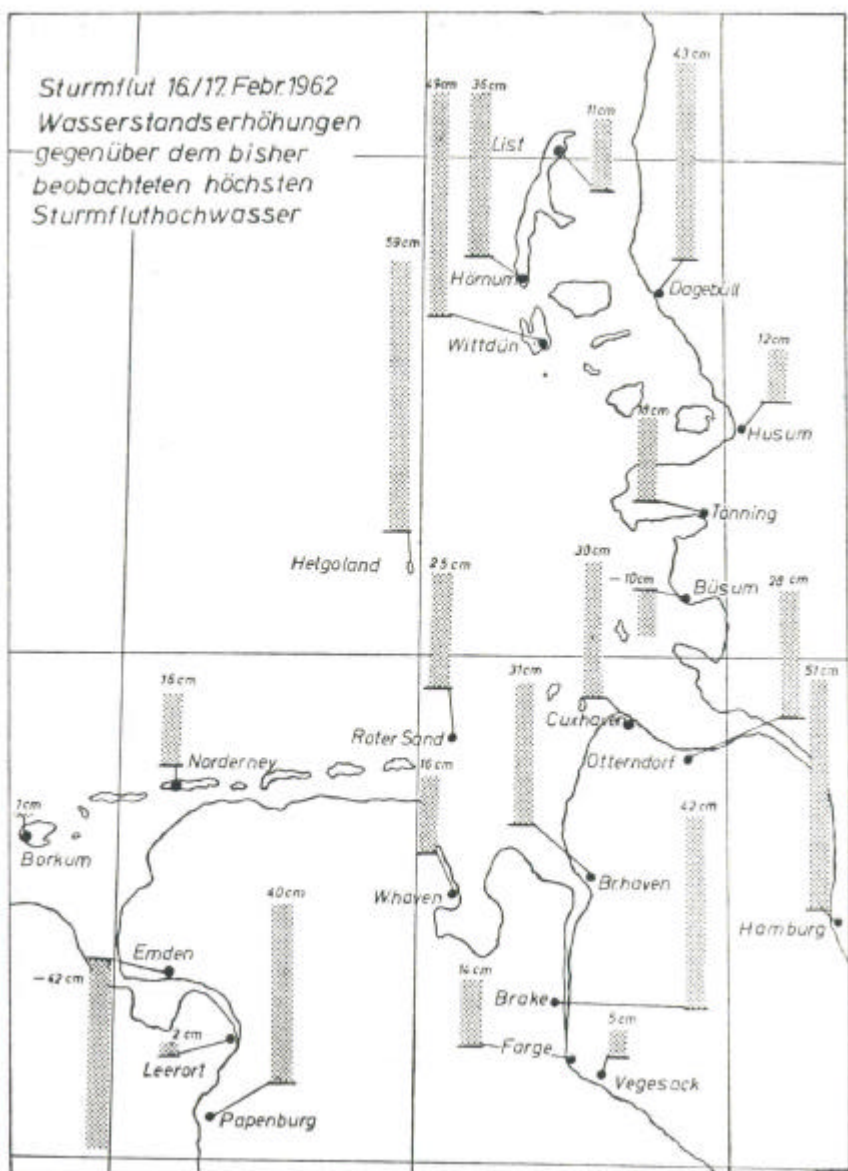


Fig. 6



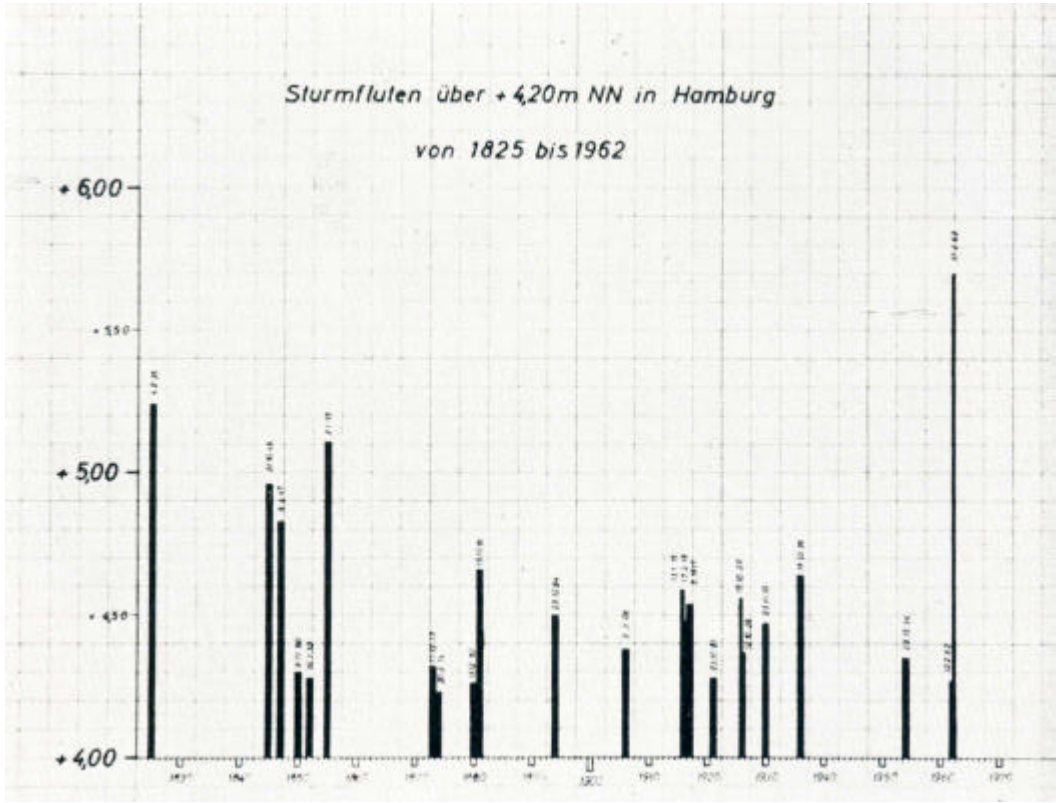


Fig. 7



Fig. 8



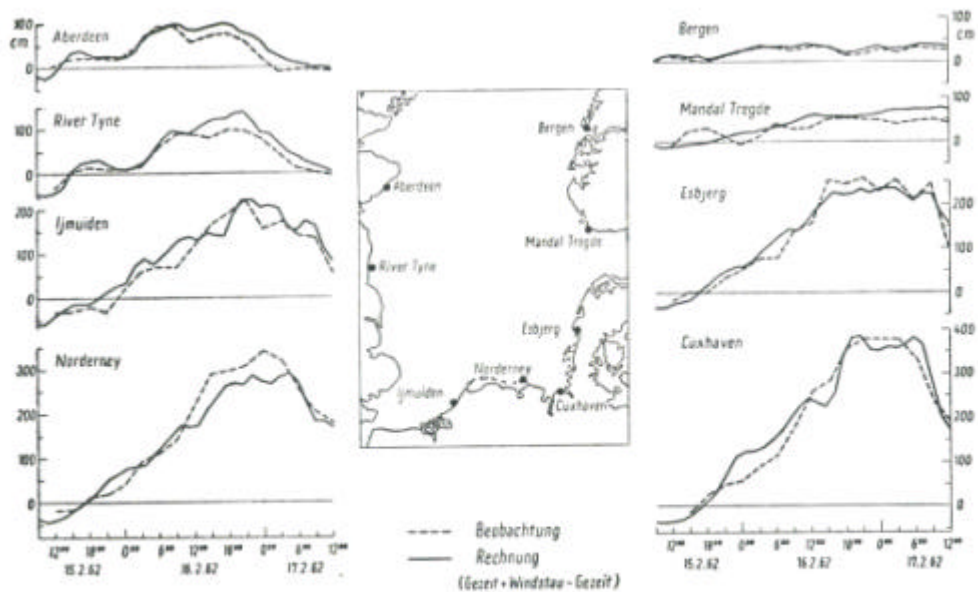
Fig. 9

In Figur 6 sind - in einem anderen Maßstab - die Größen angegeben, um die die Wasserstände im Februar 1962 höher lagen als in dein vorhergehenden Zeitraum seit 1825. Danach wurde mit Ausnahme von Büsum und Emden an allen Pegelstationen ein höherer Wasserstand als bisher gemessen. Die Zunahme übertrifft in einigen Orten, wie etwa in Hamburg, 50 Zentimeter. Es kann also schon von einer ungewöhnlichen Sturmflut geredet werden. Das gilt aber nicht nur für die Höhe, sondern auch für die Dauer, während der der Wasserstand so ungewöhnlich hoch angehoben war. Eine detaillierte Darstellung der seit 1825 in Hamburg aufgetretenen Sturmfluten mit mehr als 4.20 Meter Erhöhung ist in Figur 7 enthalten. Während Sturmfluthöhen von mehr als 4 Meter gar nicht so selten sind, werden 5 Meter nur dreimal in diesem Zeitraum überschritten, und hier erweist sich die Februarsturinflut 1962 wieder als die weitaus höchste.

Die folgenden Figuren vermitteln eine Vorstellung von dein Ausmaß und der Wirkung der Überschwemmungen. Schäden an den Deichen und das Überströmen in einem landwirtschaftlich genutzten Gebiet zeigt Figur B. Ein überschwemmtes Industriegebiet ist in Figur 9 dargestellt. Wenn auch im Bereich Hamburg die höchsten Verluste an Menschenleben und die schwersten Schäden eingetreten sind, so blieben auch andere Gebiete der deutschen Nordseeküste nicht verschont. An den freien Seeküsten wurden an vielen Stellen die Deiche stark beschädigt.

Im Zusammenhang mit dieser ungewöhnlich schweren Sturmflut ergeben sich vom rein hydrodynamischen Standpunkt aus eine Reihe von Fragen, von denen hier zwei kurz besprochen werden sollen.

Die erste Frage lautet: Ist es möglich, die während der Februarsturmflut 1962 gemessenen Wasserstände mit Hilfe des hydrodynamisch-numerischen Verfahrens allein aus den meteorologischen Daten zu ermitteln, und wie groß sind die Unterschiede zwischen Messung und Rechnung? Eine erste Versuchsrechnung wurde durchgeführt und lieferte Werte, die durchaus mit den Messungen im Einklang stehen, wie die Darstellungen für einige Orte an der Küste der Nordsee zeigen (Figur 10). Eine Korrelation der gemessenen und errechneten Wasserstände ist in Figur 11 gegeben, sie zeigt, daß bis auf ganz wenige Ausnahmen die Abweichungen der errechneten von den gemessenen Werten kleiner als  $\pm 0.50$  m sind.



## Sturmflut 16./17. Februar 1962

Institut für Meereskunde d. Universität Hamburg

Fig. 10

Tatsächlich kann die Genauigkeit noch erhöht werden, wie ein eingehenderes Studium der Zusammenhänge zeigt. Darauf soll hier aber nicht eingegangen werden. Das in dieser ersten Rechnung erzielte Ergebnis

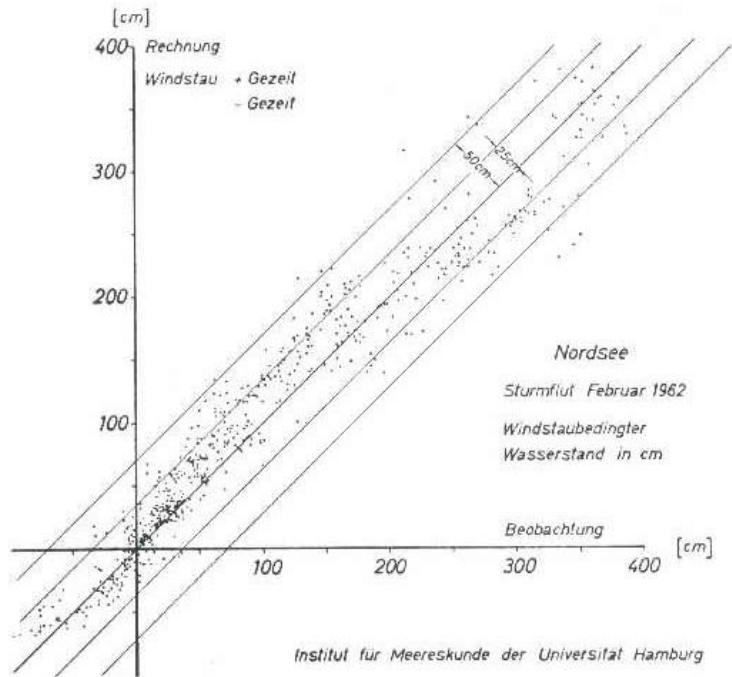


Fig. 11

zeigt jedenfalls, daß das hydro dynamisch-numerische Verfahren sehr wohl geeignet ist, um auch zur Ermittlung von ungewöhnlich schweren Sturmfluten verwendet zu werden.

Die zweite Frage, häufig von der Praxis gestellt, lautet: Gibt es Höhen, die bei Sturmfluten zwar von den Wasserständen erreicht, aber nicht überschritten werden, und wenn ja, ist es möglich, diese Extremwerte für irgendeinen Küstenort anzugeben ?

Auch bei der Behandlung dieser Frage können hydrodynamisch-numerische Verfahren von großem Nutzen sein. Es ist möglich, mit deren

Hilfe etwa die Wirkung eines Supersturmes zu ermitteln. Es können aber auch Wasserstandsänderungen bestimmt werden, die von Wellen erzeugt werden, die aus dem angrenzenden Ozean in das Nebenmeer eindringen. Für die Praxis des Wasserbaues ist es von besonderer Bedeutung, daß auch die Wirkung baulicher Maßnahmen mit Hilfe dieser Methoden ermittelt werden kann.

Aus den vorstehenden Betrachtungen ist zu ersehen, daß die hydrodynamisch-numerischen Verfahren ein wertvolles Hilfsmittel zur Erforschung der Sturmfluten darstellen. Da die Ergebnisse nicht nur qualitativer, sondern quantitativer Art sind, kommt ihnen eine besondere praktische Bedeutung zu. Es wird um so eher möglich sein, Leben und Gut der Bewohner sturmflutgefährdeter Gebiete zu schützen, je eingehender die zu erwartenden Naturereignisse vor ihrem Eintritt nach Ausmaß und Wirkung abgeschätzt werden können. Die hydrodynamisch-numerischen Verfahren scheinen geeignet zu sein, um Beiträge zur Lösung dieser Probleme zu liefern.

LE MAREGGIATE NEL MARE DEL NORD  
CON PARTICOLARE RIGUARDO A QUELLA DEI. 16-17

FEBBRAIO 1962

(Traduzione)

WALTER HANSEN

Direttore dell' Institut für Meereskunde dell' Università di Amburgo

SOMMARIO: Sono prese in considerazione le mareggiate nel Mare del Nord, specialmente quella del 16-17 febbraio 1962. È stata studiata, con metodi numerici, la dinamica di questi fenomeni; i risultati così ottenuti vengono confrontati coi dati sperimentali.

Soltanto in acque basse e con coste poco scoscese sono da attendersi notevoli innalzamenti del livello marino dovuti a tempeste e detti « mareggiate »; di ciò possono rendere conto semplici equazioni sul moto delle acque dovuto al vento: esse mostrano come l'innalzamento sia inversamente proporzionale alla profondità.

Nei mari interni o marginali, come pure nell'ambito dell'oceano, ci sono fondali piatti che offrono condizioni favorevoli alla formazione di mareggiate dovute al vento; si tratta particolarmente di lagune e di bassi fondali.

L'esperienza fa vedere come le coste continentali del Mare del Nord siano particolarmente esposte a tali fenomeni; però anche nel Baltico, nelle zone piatte dell'Alto Adriatico vicino a Venezia ed in molti altri luoghi si possono avere pericolosi aumenti del livello marino dovuti ad analoghe cause meteorologiche; sono pure noti gli allagamenti che seguono ai cicloni sulle coste orientali degli Stati Uniti.

L'esperienza ci insegna che i pericoli delle alluvioni possono essere notevolmente ridotti, se non del tutto eliminati, con dispositivi coordinati di difesa.

La cosa più importante è una precisa conoscenza del come sorgano e come si propagano questi flussi tempestosi; è perciò necessario raccogliere ed elaborare i dati fisici e meteorologici riguardanti le precedenti mareggiate.

È pure necessario lo studio degli aspetti fisico-idrodinamici del fenomeno che causa tali alluvioni.

Per due diversi motivi si devono escludere per queste ricerche dei modelli, sul tipo di quelli spesso adoperati dagli ingegneri idraulici, quando si voglia riprodurre il fenomeno dei sollevamenti in mare aperto.

Innanzitutto è estremamente difficile, se non impossibile, creare un campo ventoso artificiale che possieda le stesse caratteristiche di quello naturale.

D'altronde l'accelerazione di Coriolis gioca un ruolo importante e tutte le ricerche fatte fin'ora per riprodurre questo fattore non sembra abbiano dato risultati soddisfacenti.

Rimane ancora la possibilità di applicare le equazioni differenziali dell'idrodinamica alla regione marina in esame e di trovare così una soluzione al fenomeno delle mareggiate.

È stato sviluppato da poco un metodo che permette di calcolare il valore del riflusso delle acque dovuto al vento in bacini e mari naturali, se sono noti i campi ventosi e di pressione atmosferica ed i valori al contorno.

Questi metodi quantitativi sono dedotti dalle equazioni differenziali dell'idrodinamica; ai quozienti differenziali vengono sostituiti quozienti di differenze finite ed il sistema di equazioni algebriche che ne risulta viene risolto per mezzo di calcolatori.

Si veda a tale proposito il contributo di Hansen in « The Sea - Ideas and Observations » p. 764.

Questi metodi vennero usati per la prima volta nello studio dell'alluvione del 1953. che provocò alte perdite in uomini e materiali in Olanda e nell'Inghilterra meridionale.

Le curve in fig. 1 danno l'innalzamento del livello prodotto dal vento in varie località; le linee tratteggiate riportano invece l'innalzamento calcolato, in modo molto grossolano, con metodi idrodinamici.

È facilmente apprezzabile una certa concordanza fra valori teorici ed osservati; il risultato ha spinto a continuare gli studi in questo campo.

Dopo i successivi sviluppi del metodo, un altro esperimento ha avuto come oggetto l'alluvione del 1954; come per l'alluvione del 1953, sono stati considerati solo i valori del sollevamento dell'acqua dovuto al vento, trascurando le maree; i risultati sono riportati in fig. 2.



Anche nel gennaio del 1954 si ebbe una notevole alluvione ed in questo caso furono presi in considerazione sia le maree che i sollevamenti dovuti al vento; i dati sono riportati in fig. 3 e mostrano, come per le precedenti alluvioni, una spiccata correlazione fra valori osservati e calcolati.

Il 16-17 febbraio 1962 si ebbe una forte tempesta sulle coste del Mare del Nord, che provocò notevoli innalzamenti specialmente alla foce dell' Elba e nelle baie tedesche; essa raggiunse la massima intensità la notte del 16 febbraio; in fig. 4 è riportata la situazione meteorologica alle ore 21 del 16-2-1962.

Il vento raggiunse elevate velocità soprattutto sulle coste dello Jutland e si ebbero venti a tutta forza anche sulle baie tedesche.

Già dalle carte si può riconoscere come questa parte di costa del Mare del Nord sia particolarmente in pericolo; per rendersi conto degli innalzamenti di livello, rispetto a quelli precedentemente osservati, si vedano le figg. 5 e 6.

In fig. 5 sono riportate le altezze massime raggiunte a partire dal 1825, esclusa l'alluvione del febbraio 1962 ; i valori relativi a questa ultima sono riportati, in scala differente da quelli del precedente periodo, in fig. 6 ed i più elevati superano i 5 m.

Inoltre, ad eccezione delle stazioni di Busum ed Emden e di tutte le « Pegelstationen » , l'altezza del livello marino superò tutte quelle precedentemente osservate; in alcune località, come ad es. Amburgo, di 50 cm.

Si può quindi affermare che l'alluvione del 1962 è stata assolutamente eccezionale, non soltanto per le ampiezze ma anche per la durata.

In fig. 7 si ha una dettagliata illustrazione degli innalzamenti di livello che, in Amburgo, hanno superato i m 4,20.

Mentre innalzamenti che superino i 4 m non sono eccezionali, soltanto tre volte sono stati superati i 5 m; ciò mostra come l'alluvione del febbraio 1962 sia stata di gran lunga la più notevole.

Le seguenti figure mostrano gli effetti dell'inondazione: fig. 8 mostra i danni alle dighe e l'allagamento di un territorio destinato a culture agricole, fig. 9 mostra un territorio industriale allagato.

Benchè la più alta percentuale di perdite, sia in vite che in materiali, si sia avuta nella zona di Amburgo, anche altri territori tedeschi sul Mare del Nord non furono risparmiati; dove la costa è aperta le dighe furono danneggiate in più punti.

Accanto all'aspetto tragico di queste alluvioni, si pongono numerose domande puramente teoriche che riguardano l'aspetto idrodinamico del fenomeno, su due delle quali ora diremo qualcosa.

Prima domanda: è possibile giustificare le altezze raggiunte durante l'alluvione del 1962 con il solo ausilio di metodi idrodinamici quantitativi, basati sui dati meteorologici ed a quanto ammonta la differenza fra dati calcolati ed osservati? I primi tentativi di calcolo sono già stati fatti e danno, nell'insieme, valori in accordo colle osservazioni come mostra la fig. 10 per alcune zone costiere del Mare del Nord; in fig. 11 vengono confrontati i valori calcolati per l'innalzamento del livello con quelli osservati; si vede come, salvo pochissime eccezioni, le deviazioni sono inferiori a  $\pm .50$  m.

In effetti la precisione può essere ancora migliorata, come mostra uno studio più dettagliato del fenomeno che però non è il caso di esaminare in questa sede; già da questi primi esempi però si può concludere che il calcolo idrodinamico può essere usato anche nei casi di alluvioni di insolita gravità.

La seconda domanda, è : ci sono limiti massimi che possono venir raggiunti ma non superati durante le alluvioni e, se ciò è vero, è possibile calcolarli per qualche tipo di costa? I metodi numerici di calcolo dell'idrodinamica, che permettono di prevedere gli effetti di tempeste eccezionali, possono essere di valido aiuto anche a questo riguardo.

Ricordo che possono essere precisate anche le variazioni del livello del mare dovute a fenomeni ondosi provenienti dal vicino oceano.

Questi metodi sono di estrema importanza anche nella pratica della ingegneria idraulica in quanto possono suggerire delle precauzioni costruttive nelle opere di difesa.

Da queste osservazioni si constata come la tecnica numerico-idrodinamica. rappresenti un valido strumento nello studio delle mareggiate, dato che i risultati non solo quantitativi ma anche qualitativi hanno una notevole importanza pratica.

Si potrà così tanto meglio proteggere la vita ed i beni degli abitanti delle regioni esposte ai pericoli delle mareggiate, quanto più tempestivamente si potranno prevedere i fenomeni naturali prima del loro verificarsi.

La tecnica qui esaminata sembra adatta a fornire un valido contributo alla soluzione di tali problemi.

## DISCUSSIONE

PRESIDENTE: Ringrazio il Prof. Hansen per questa bella e interessante relazione e apro la discussione sulla stessa.

TORRES: Io vorrei dire soltanto che ritengo molto difficile la comparazione fra quanto è stato fatto altrove e quanto avviene da noi.

PRESIDENTE: Io credo che non si possa risolvere un problema così complesso in quattro parole, dicendo che non si può fare. Certamente si può fare molto di più di quanto si è fatto finora e la ragione di questo Convegno è proprio quella di vedere cosa si può fare e di stimolare ciò che si può fare.

MOSETTI: Solo un'informazione in merito all'ultima figura presentata dal relatore. Se ho ben capito sia la curva osservata che quella calcolata si riferiscono all'andamento del livello marino; si potrebbe conoscere come era distribuito il vento, per intensità e direzione, durante le giornate interessate ?

HANSEN: Yes, in this case we started with a geostrophic wind field over the North Sea. Every three hours the air pressure differences are determined and fed into the madrine and then the geostrophic wind is computed. The next step will be to operate with a more real wind field, developed from wind observations. The dotted lines are the observations and the full lines are the residuals which are the differences of two computations: the

computation of tide plus wind effect minus astronomical tide. Within the computations also the nonlinear terms are taken into account, but on the Northern boundary the sea-level is prescribed.

MOSETTI : In quanto tempo facevano la carta del tempo ?

HANSEN : Every three hours.

BOSSOLASCO: Io ho notato che il Prof. Hansen ha ancora parlato di una sola carta del tempo (carta sinottica) e ha rilevato che il vento non era eccessivamente forte, ora questo mi richiama ad una considerazione: è più importante la pressione o il vento ? Ci sono i due fattori : pressione e vento. Ora io credo che sarebbe utile avere la carta isobarica di quella situazione, dalla quale noi abbiamo visto che probabilmente debbono essersi verificate delle variazioni fortissime della pressione atmosferica. Quindi pregherei se possibile il Prof. Hansen di dar qualche ragguaglio in merito : cioè le variazioni della pressione che ci sono state e anche, se possibile, accennare a questo fatto, cioè se, come io ritengo è più importante la pressione o più importante il vento. Il campo del vento forte è subordinato sempre ad un campo di pressioni, ad un'area ciclonica particolarmente intensa.

HANSEN : Yes, I have only shown one slide. We have maps containing the pressure distribution every three hours and these are the basic values for these computations. I didn't want to show you all these slides because it would have taken too much time. On the other hand in the system we use, the wind stress is taken into account as well as the air pressure gradient.

And your second question: we did some computations and the results of these computations are that the effects caused by the air pressure difference are normally smaller than the wind effect.

GROEN : Mr. Chairman, I should like to ask Prof. Hansen what boundary condition he has used in the opening between Dover and Calais, because, of course, for practical forecasts, one could not use observed values of the sea level there: they have even to be predicted in that place. Therefore I wonder what was the boundary condition used for these calculations.

And my second question is : were the constants of the equations (I mean the coefficients which determine wind stress and bottom stress) the same in all the calculations which he showed us - I mean for 1953, 1954 and 1962?

HANSEN : Concerning your first question, I would like to mention the following. (At the blackboard) This is roughly the North Sea area, the Dover Straits here and the English Channel. In this computation, as I pointed out, we introduced as boundary conditions the observed values in Dover and in the northern entrance of the North Sea. Measurements of Sea-level in Lerwick, Aberdeen, Bergen and Stavanger have been used to obtain the distribution of sea-level in this area by interpolation. Another possibility is to assume that the elevation is zero, but in this case it is impossible to take into account external surges. In cases of prediction for practical purposes normally these boundary values are not available. To overcome these difficulties, relations between sea-level and current velocity may be helpful. These problems have been investigated by van Veen, Corkan and Bowden in the Dover Straits. The coefficient of the friction term is  $3 \times 10^{-3}$ , and the coefficient of the stress term is  $3.2 \cdot 10^{-6}$  both dimensionless.

PRESIDENTE: Ringrazio ancora il Prof. Hansen.

Poichè ci sono ancora le relazioni dell' Ing. Padoan, dell' Ing. Pavanello, del Prof. Polli e del Prof. Caloi, propongo di continuare la seduta nel pomeriggio e di concludere questa mattina i nostri lavori con la relazione dell' Ing. Padoan e dell' Ing. Dorigo.

L' Ing. Padoan è troppo ben conosciuto perchè sia necessario presentarlo; io dirò solamente che oltre ai suoi titoli di ex-presidente del Magistrato alle Acque e di Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, egli è anche Presidente della Commissione per gli Studi per la Difesa della Laguna dell' Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. L' Ing. Dorigo è direttore dell' Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque e quindi particolarmente esperto nei problemi idraulici lagunari. La parola all' Ing. Padoan che riferisce anche a nome dell' Ing. Dorigo.

In assenza dell' Ing. Pavanello, presidente del Magistrato alle Acque, la sua relazione sarà riassunta dall' Ing. Padoan. La discussione a questo gruppo di relazioni sarà svolta in comune alla fine.