Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Die Küste

ARCHIV
FÜR FORSCHUNG UND TECHNIK
AN DER NORD- UND OSTSEE

3950-A-2012-00000109

JAHRGANG 10 1962 HEFT 1

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Die Küste

ARCHIV
FÜR FORSCHUNG UND TECHNIK
AN DER NORD- UND OSTSEE

HERAUSGEBER:
DER KÜSTENAUSSCHUSS NORD- UND OSTSEE

Jahrgang 10 - 1962
Heft 1

DRUCK UND KOMMISSIONSVERLAG:
WESTHOLSTEINISCHE VERLAGSANSTALT BOYENS & CO. HEIDE I. HOLST.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Anschriften der Verfasser dieses Heftes:

AGATZ, Arnold, Professor Dr.-Ing. E. h. Dr.-Ing., Bremen, Kirchenstraße 4; FREISTADT, Heinrich, Baudirektor, Freie- und Hansestadt Hamburg, Baubehörde — Tiefbauamt, Hamburg 36, Neuer Wall 72; LÜDERS, Karl, Regierungsdirektor a. D. Dr.-Ing., Hannover, Menschingstr. 7; ROEDIGER, Geert, Dr., Seewetteramt, Hamburg 4, Bernhard-Nocht-Str. 76; SCHULZ, Heinz, Oberregierungsbaurat, Bundesanstalt für Wasserbau, Hamburg 13, Moorweidenstr. 14; TRAEGER, Günther, Oberbaurat, Bremen, Thomas-Mann-Str. 19; Arbeitsgruppe „Küstenschutzwerke" im Küstenausschuß Nord- und Ostsee, Kiel-Wik, Hindenburgufer 247; Ingenieur-Kommission des Niedersächsischen Ministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hannover, Calenbergerstr. 2; Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten — Landesamt für Wasserwirtschaft — Schleswig-Holstein, Kiel, Düsternbrooker Weg 104/108.

Die Verfasser sind für den Inhalt ihrer Aufsätze allein verantwortlich.

Nachdruck aus dem Inhalt nur mit Genehmigung des Herausgebers: Küstenausschuß Nord- und Ostsee, Regierungsbaudirektor i. R. C. HENSEN, Kiel-Wik, Hindenburgufer 247, gestattet.

Schriftleiter: Dr. habil. E. WOHLENBERG, Husum, Nissenhaus.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Inhaltsverzeichnis

AGATZ, Arnold, Professor Dr.-Ing. E. h. Dr.-Ing.
Vorwort

ROEDIGER, Geert, Dr.
Entwicklung und Verlauf der Wetterlage vom 16./17. Februar 1962 1

SCHULZ, Heinz, Oberregierungsbaurat
Verlauf der Sturmfluten vom Februar 1962 im deutschen Küsten- und Tidegebiet der Nordsee 5

Die vom Niedersächsischen Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten eingesetzte Ingenieur-Kommission
Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 im niedersächsischen Küstengebiet 17

Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten — Landesamt für Wasserwirtschaft — Schleswig-Holstein
Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 an der Schleswig-Holsteinischen Westküste . . 55

FREISTADT, Heinrich, Baudirektor
Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 in Hamburg 81

TRAEGER, Günther, Oberbaurat
Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 im Lande Bremen 93

KÜSTENAUSSCHUSS NORD- UND OSTSEE, Arbeitsgruppe Küstenschutzwerke
Empfehlungen für den Deichschutz nach der Februar-Sturmflut 1962 113

LÜDERS, Karl, Regierungsdirektor a. D.
Veröffentlichungen über die Februar-Sturmflut 1962 (Stand: Dezember 1962) 131

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Vorwort

Am 16./17. Februar 1962 hat eine schwere Sturmflut die deutsche Nordseeküste heimgesucht und weit bis in die Wasserläufe der Elbe, der Weser, der Jade und der Ems hinein unheilvoll gewirkt. Mit der Beseitigung der teilweise sehr erheblichen materiellen Schäden ist in den betroffenen Küstenländern sofort nach der Sturmflut begonnen worden. Die schweren Menschenverluste, welche die ungebändigten Wassermassen gefordert haben, lassen sich nicht wieder gutmachen; sie müssen uns eine Verpflichtung sein, alle Gedanken und alle Anstrengungen darauf zu richten, eine Wiederholung solcher Katastrophe zu verhindern.

Über den Ablauf des Geschehens in den kritischen Tagen und Nächten und über den Umfang der eingetretenen Schäden geben die Beiträge von Vertretern des Bundes und der Länder in diesem Heft einen zusammengefaßten Überblick. Sie weisen auch schon auf Mittel und Wege hin, die geeignet sind, eine Wiederholung so schwerer Verluste und Schäden zu verhüten.

Der Küstenausschuß Nord- und Ostsee läßt es sich angelegen sein, eine möglichst umfassende Dokumentation der Sturmflut zu erbringen, Grundlagen für eine genauere Kenntnis über das Entstehen und den Ablauf von Sturmfluten zu gewinnen und die technisch besten Mittel zum Kampf gegen die Naturkräfte zu ermitteln. Für die Bewältigung dieser Aufgaben hat der Küstenausschuß besondere Arbeitsgruppen eingesetzt. Die von der Arbeitsgruppe Küstenschutzwerke erarbeiteten „Empfehlungen für den Deichschutz nach der Februarsturmflut 1962" werden am Schluß dieses Heftes gebracht; weitere Ergebnisberichte sollen in späteren Heften der „Küste" veröffentlicht werden. Alle diese Arbeiten werden zum Schutz der Heimat für die heutige und für spätere Generationen beitragen.

Der Vorsitzende
des Küstenausschusses Nord- und Ostsee
(Professor Dr.-Ing. E. h. Dr.-Ing. AGATZ)

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Entwicklung und Verlauf der Wetterlage vom 16./17. Februar 1962

Von Geert Roediger

Die Entwicklung zu der Orkanwetterlage vom 16./17. Februar 1962 begann bereits am 12. Februar mit einem kräftigen Sturmtief, dessen Kern (945 Millibar [mb]) nach Skandinavien vordrang (Abb. 1 und 2). Es hatte dem deutschen Küstengebiet bereits West- bis Nordweststurm mit Orkanböen gebracht. Daß es hierbei nicht schon zu einer kritischen Sturmflutsituation kam, war einem auf der Rückseite des Sturmtiefs entstandenen Teiltief zu verdanken, das westlich der Deutschen Bucht südostwärts vorbeischwenkte und daher hier den Wind bereits in der Nacht zum 13. Februar abflauen ließ. Erst im Laufe des 13. setzte wieder stürmischer Nordwest- bis Nordwind auf der Rückseite dieses Teiltiefs ein, der bis zum 14. abends anhielt.

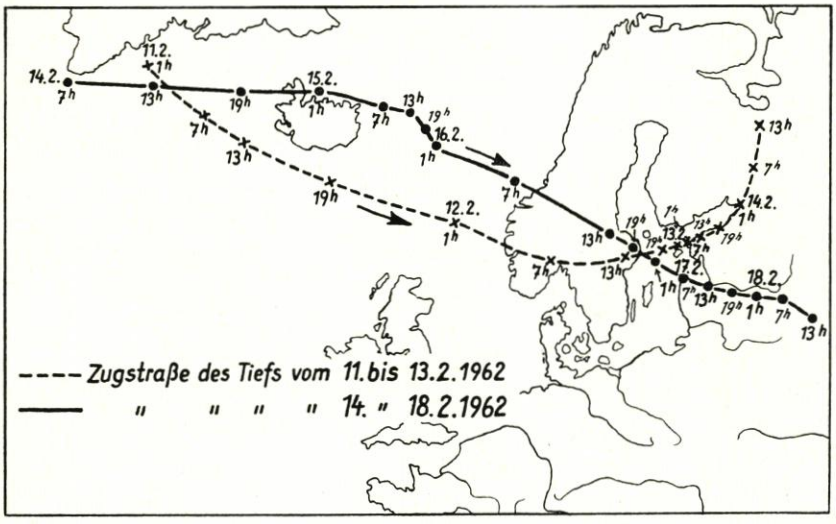


Abb. 1. Zugbahnen der Tiefdruckgebiete

Zwischen diesem Sturm und dem folgenden, auf der Vorderseite der rasch heranziehenden neuen Zyklone aufkommenden Südweststurm gab es nur eine halbtägige Pause. Die Entwicklung dieser Zyklone begann am 13. Februar bei Neufundland wie bei den Vorgängerinnen mit Zufuhr von Subtropikluft um das sehr kräftige Azorenhoch und mit einem Polarluftvorstoß aus Kanada. Diesmal ging der Hauptteil der Zyklone in die Davisstraße unter Vertiefung von 1000 mb auf 975 mb. Es löste sich aber, wie oft bei solchen Vorgängen, ein Teiltief bei Kap Farewell ab und zog rasch zum Nordmeer, wo es am 15. Februar als selbständiges großes Sturmtief von 970 mb ausgebildet erschien. Sein Vorderseitensturmfeld begann am 15. vormittags zunächst auf die nördliche Nordsee überzugreifen.

Die Höhenströmung und die Drucktendenzen bewirkten eine Ausweitung des Sturmfeldes auf die Deutsche Bucht. Um 20.00 Uhr gingen bereits die ersten Sturmmeldungen der deutschen Nordsee-Feuerschiffe „Borkumriff“ und „P 8“ mit Südwest-Stärke 8 Beaufort (Bft) ein.

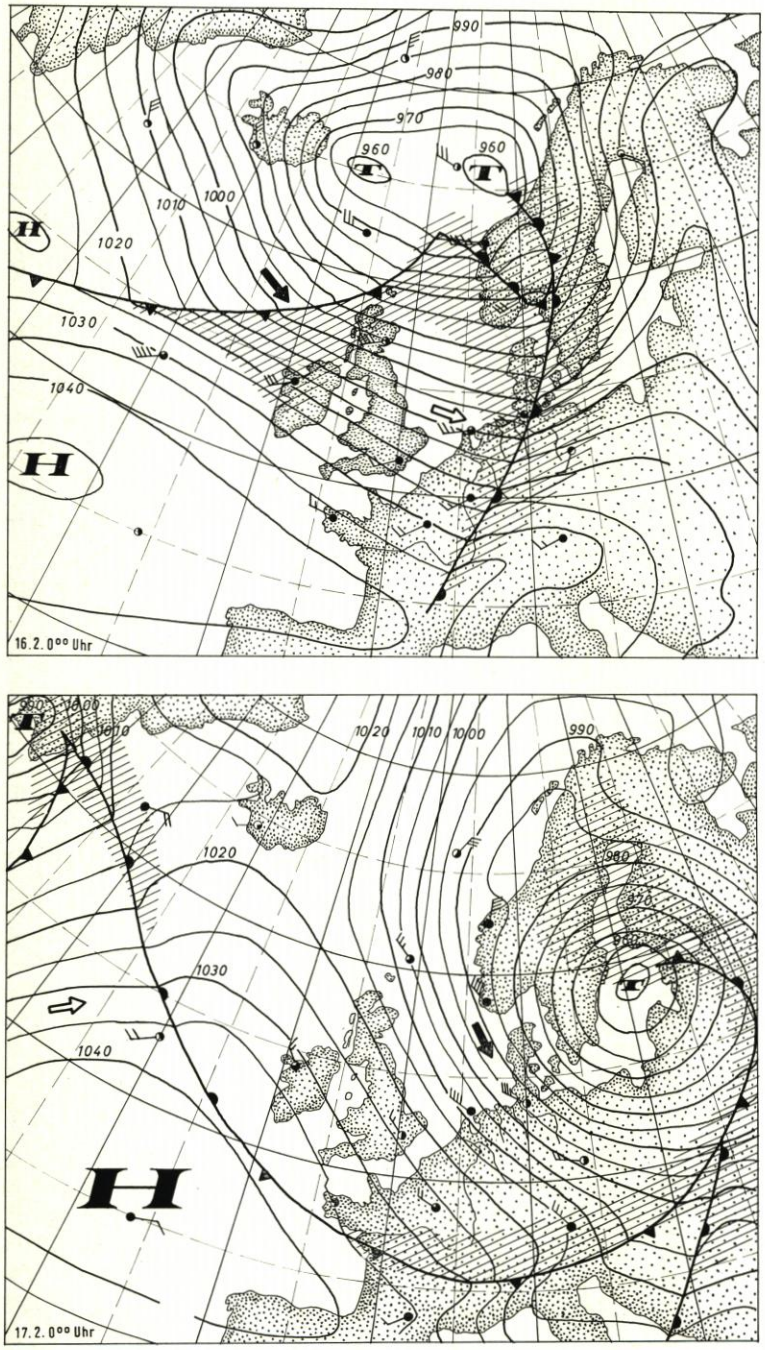


Abb. 3. Wetterkarten vom 16. Februar und 17. Februar 1962 0⁰⁰ Uhr MEZ

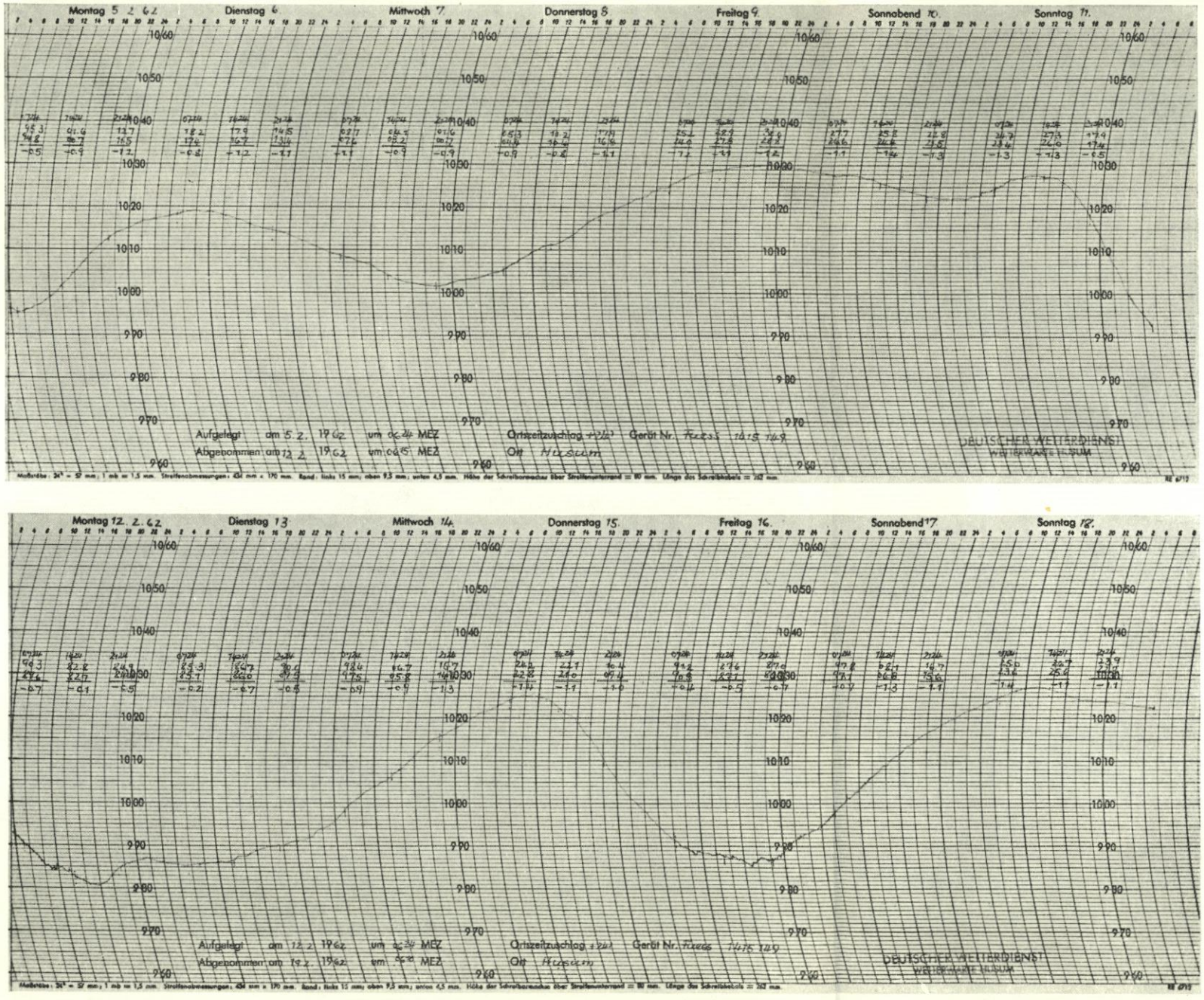


Abb. 2. Barogramme der Wetterwarte Husum vom 5. Februar bis 19. Februar 1962

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Um diese Zeit wurde eine weitere Verschärfung der Druckgradienten über der Nordsee erkennbar, hervorgerufen durch eine Wellenstörung, die an der über den Nordatlantik schleifenden Kaltfront im Gebiet östlich Neufundland entstanden war und sich mit großer Geschwindigkeit der nördlichen Nordsee näherte. Eine Winddrehung auf West erfolgte in der Nacht zum 16. nach Durchzug der Warmfront. Windstärke 9 Bft wurde vormittags gegen 10.00 Uhr beim Herannahen der Kaltfront erreicht.

Am Morgen des 16. überholte die Wellenstörung das vor der mittelnorwegischen Küste angelangte Haupttief und vertiefte sich nun auf seine Kosten weiter (Abb. 3).

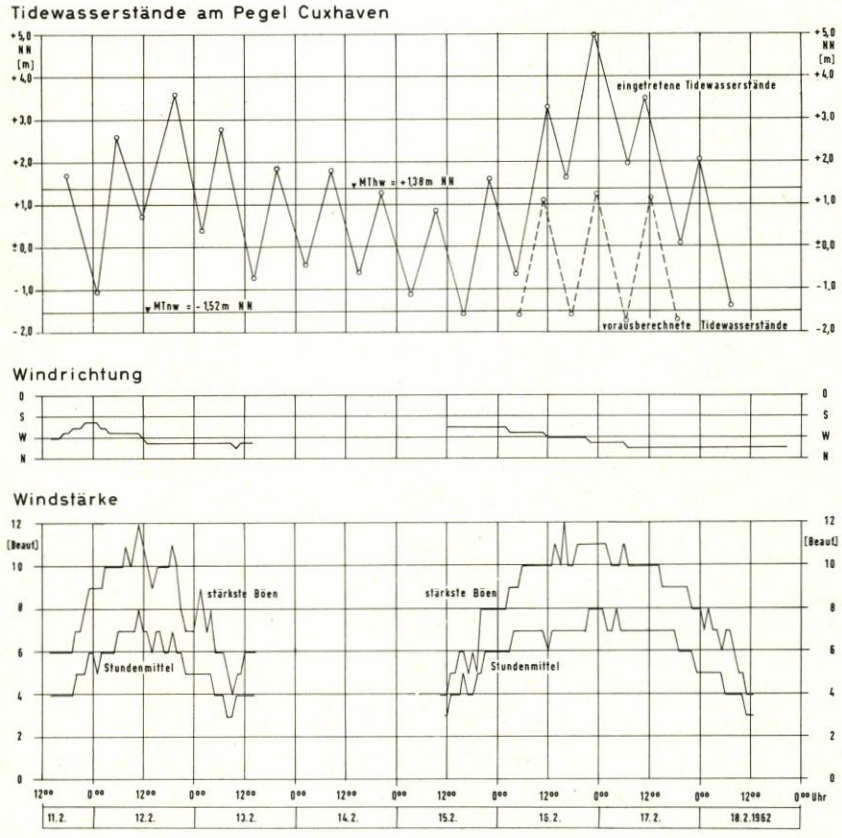


Abb. 4. Tidewasserstände und Windwerte in Cuxhaven vom 11.—18. Februar 1962

Auf der Rückseite des Zyklonensystems entwickelte sich ein Trog, der mit neuerlichem Druckfall und nachstoßender Nordmeerkaltluft südostwärts schwenkte.

Der Höhepunkt des Sturmes wurde beim Durchzug des Troges abends um 22.00 Uhr in der Deutschen Bucht mit mittlerer Windstärke 9 bis 10 Bft (Böen 12) und in Hamburg kurz nach Mitternacht mit einer Spitzenbö von 78 Knoten (kn) erreicht. Auch am 17. Februar dauerte der Sturm aus Nordwest mit Böen von Stärke 10 bis 11 Bft an, erst am Abend meldeten die Nordsee-Feuerschiffe nur noch Stärke 7 Bft.

Bemerkenswert an diesem Sturm waren die außerordentlich heftigen Böen, während die mittlere Windstärke verhältnismäßig gering blieb. Die Meldungen aus der Deutschen Bucht ergaben im Mittel Windstärke 9 Bft. In Cuxhaven lag das gemessene Stundenmittel vom 16.

4.00 Uhr bis 17. 18.00 Uhr überwiegend bei Windstärke 7 Bft. Die Böen erreichten aber häufig Stärke 10 bis 12 Bft (Abb. 4). Der Grund hierfür war offensichtlich die starke Labilität der Polarluft und die hohe Geschwindigkeit der Höhenströmung von 120 bis 150 Knoten aus Westnordwest in etwa 5000 m Höhe, deren kinetische Energie sich durch die Umlagerung auch auf die unteren Schichten übertragen konnte.

Am schwersten tobte der orkanartige Sturm in der nördlichen und mittleren Nordsee, sowie in den Gewässern nördlich und westlich von Schottland. Dort herrschte mehrere Stunden lang volle Stärke 10 bis 11 Bft, zeitweise 12 Bft. Das Fischereischutzboot „Meerkatze" in der nördlichen Nordsee meldete diese (mittleren) Windstärken am 16. zu sämtlichen Beobachtungsterminen (dreistündig) zwischen 7.00 und 22.00 Uhr. Die Böen überschritten dort die obere Grenze des Meßbereiches des Anemometers (80 kn). Das auf Position 56,5° Nord und 3° Ost stationierte norwegische Wetterschiff „Eger" geriet in Seenot und mußte schwer havariert in einen norwegischen Hafen eingeschleppt werden, so daß für längere Zeit auf die wichtigen Wettermeldungen einer festen Station in der mittleren Nordsee verzichtet werden mußte.

Für das Zustandekommen der abnorm hohen Flutwelle in der Nacht zum 17. Februar wird nicht nur die lange Dauer des Sturmes, sondern auch die Lage und große Ausdehnung des Nordweststurmfeldes maßgebend gewesen sein. Es erstreckte sich am 16. mittags, als die Kaltfront Norddeutschland erreicht hatte, in seiner Länge von Norddeutschland bis nach Island und zum Nordmeer, in seiner Breite von Südskandinavien bis Irland. Seine Stoßrichtung zielte auf die Deutsche Bucht.

Bedenkt man, daß die Zone höchster Windgeschwindigkeiten nicht über der Deutschen Bucht, sondern weiter im Norden lag, so ist festzustellen, daß die meteorologischen Bedingungen in diesem Falle noch nicht die ungünstigsten Werte erreicht hatten, die an der deutschen Nordseeküste auftreten können.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Verlauf der Sturmflut vom Februar 1962 im deutschen Küsten- und Tidegebiet der Nordsee

Von Heinz Schulz

Inhalt

I. Sturmfluten als Naturkatastrophen 5
II. Vergleich der Sturmfluten vom Februar 1962 mit früher eingetretenen Stumfluten . . 6
III. Wasserstandsverlauf an den Hauptpegeln
1. Küste 11
2. Eider 11
3. Elbe 11
4. Weser 12
5. Ems 12
IV. Windstauverhältnisse 13
V. Zusammenstellung der Hauptwerte der Meldepegel 14
VI. Zur Frage des maßgebenden höchsten Wasserstandes 14

I. Sturmfluten als Naturkatastrophen

Schwere Sturmfluten gehören, ebenso wie Erdbeben, Vulkanausbrüche und Wirbelstürme zu den katastrophalen Naturereignissen, die mehr oder weniger ausgedehnte Gebiete der Erde in kurzer Zeit verwüsten können. Wenige Monate nach der Sturmflut vom Februar 1962 hallte die Erde wider von der Erdbebenkatastrophe in Persien, wo über 20 000 Menschen in kurzer Zeit ihr Leben lassen mußten. Wenn auch diese verschiedenen Naturkatastrophen sich in ihrer Zerstörungswirkung weitgehend gleichen, so unterscheiden sie sich doch einmal in der Art und Weise, wie sie die Schäden verursachen und dann — was besonders wichtig ist— in der dem Menschen gegebenen Möglichkeit, sie vorherzusehen und Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Stellt man in diesem Sinne eine Reihenfolge nach dem wachsenden Grad der Möglichkeit einer vorsorglichen Katastrophenabwehr auf, so dürfte die Rangordnung Erdbeben, Vulkanausbruch, Wirbelsturm, schwere Sturmflut sein. Es ist daher nicht verwunderlich, daß der Mensch sich zuallererst gegen Sturmfluten zur Wehr gesetzt hat, schon zu einer Zeit, in der er den anderen katastrophenbringenden Naturereignissen ohnmächtig preisgegeben war.

So wurden Sturmflutuntersuchungen besonders in neuerer Zeit mit dem Ziele ausgeführt, aus der Analyse des Beobachtungsmaterials vergangener Fluten die größtmögliche Gefahr zu erkennen, d. h. den Wasserstand vorauszubestimmen, der für die Deichhöhen und damit für die Sicherheit des Landes maßgebend ist. In den Jahren nach der Hollandsturmflut sind von verschiedenen Fachleuten maßgebliche Höchstwasserstände erarbeitet worden.

Tabelle 1 bringt einige Beispiele und zum Vergleich dazu die im Februar 1962 beobachteten Höchststände. Man sieht, daß diese Höchstwerte, damals vielfach als übertrieben hoch angezweifelt, durchaus nicht soviel unter den damals gewählten Werten bleiben, ja, daß sie sogar an fünf Pegelstellen erreicht und an vier überschritten worden sind. Hierzu ist die Feststellung von Bedeutung, daß nach Ansicht der Sachverständigen der Eintritt noch höherer Wasserstände bei der Februar-Sturmflut durchaus möglich gewesen wäre: die meteorologischen Bedingungen hätten noch ungünstiger sein können, ebenso wie das Sturmflutereignis, das am

Ende einer Nippzeit eintrat, mit der Springzeit hätte zusammentreffen können, was vermutlich noch höhere Wasserstände zur Folge gehabt hätte.

Tabelle 1

Vergleich der vorausberechneten maßgeblichen Sturmflutwasserstände mit den am 16/17. Februar 1962 eingetretenen

Pegel	Sturmflutwasserstand vorausberechneter	Sturmflutwasserstand eingetretener	Differenz Sp. 3—Sp. 2
1	2	3	4
Wilhelmshaven	1050	1022	— 28
Norderney	940	912	— 28
Borkum/S	880	882	+ 2
Emden	1060	976	— 84
Leerort	1090	1006	— 84
Papenburg	970	897	— 73
Roter Sand	920	918	— 2
Bremerhaven	1065	1035	— 30
Brake	1065	1029	— 36
Vegesack	1080	1022	— 58
Bremen	1170	1041	— 129
Cuxhaven	1020	996	— 24
Brunsbüttelkoog	1040	1027	— 13
Stadersand	1060	*1074*	+ 14
Schulau	1070	*1087*	+ 17
Hamburg-St. Pauli	1070	*1070*	± 0
List	900	865	— 35
Husum	1090	1021	— 69
Tönning	1060	1021	— 39
Büsum	1030	994	— 36
Helgoland	850	*860*	+ 10

Wasserstände in cm bezogen auf NN — 5,00 m

In diesem Aufsatz soll ein Bild von der Stellung der Februar-Sturmflut im System der voraufgegangenen Fluten, von ihrer „Schwere", gegeben und dargestellt werden, wie der Wasserstandsverlauf an den wichtigsten Pegeln des deutschen Küsten- und Tidegebietes der Nordsee gewesen ist. Eine ausführliche Dokumentation, die umfangreicher Arbeit und längerer Zeit bedarf, wird zu einem späteren Zeitpunkt von den zuständigen Stellen des Bundes und der Länder veröffentlicht werden.

II. Vergleich der Sturmfluten vom Februar 1962 mit früher eingetretenen Sturmfluten

Bei den Februar-Sturmfluten des Jahres 1962 handelt es sich um zwei Hochfluten, von denen die erste am 12./13. Februar und die zweite am 16./17. Februar eintrat. Während die erste Flut keine außergewöhnliche Höhe erreichte, führte die am 16./17. Februar zur Katastrophe. Wie die Wasserstands- und Windstauganglinien erkennen lassen, besteht keine Beziehung zwischen den beiden Sturmfluten, da in der Zwischenzeit ein Abfall auf normale Werte eingetreten ist. Analysiert man die in der Vergangenheit aufgetretenen Sturmfluten genauer, so lassen sich nicht nur erhebliche Unterschiede in den erreichten Sturmfluthöhen fest-

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

stellen, sondern auch hinsichtlich der regionalen Verteilung der höchsten Wasserstände. Für den Vergleich von Sturmfluten in der Deutschen Bucht hat der Verfasser ein Verfahren der Darstellung entwickelt, das schnell einen Überblick über die Höhe, die „Schwere" und die Lage des Schwerpunktes eines Sturmflutereignisses gibt (SCHULZ 1956). Es zeigt sich unter anderem, daß jeder Sturmflut ein bestimmtes Gebiet mit mehr oder weniger erkennbarer Schwerpunktbildung zugehört.

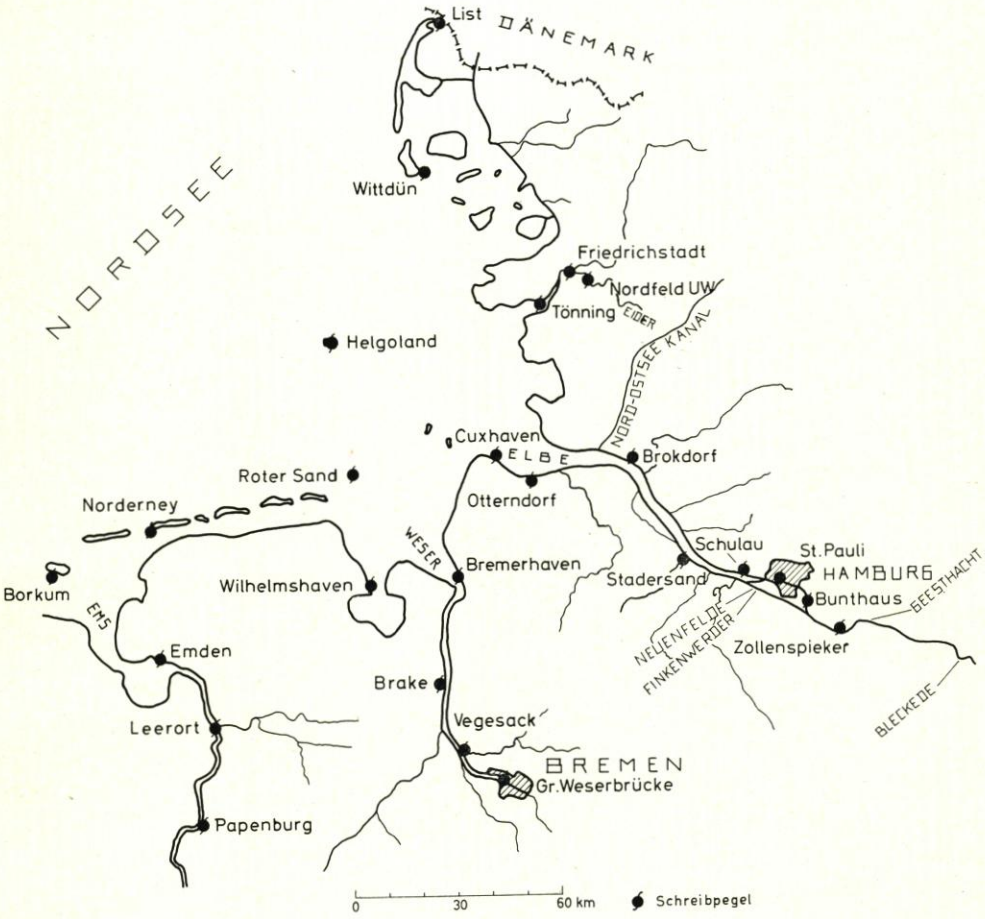


Abb. 1. Übersichtskarte vom deutschen Küsten- und Tidegebiet

Es ist üblich, für die Charakterisierung einer Sturmflut die Wasserstandshöhen zu benutzen; Verfrühung oder Verspätung der eingetretenen Höchstwasserstände gegenüber den auf astronomischer Grundlage berechneten Zeitpunkten sind von geringerer Bedeutung; diese Werte werden hier nur erwähnt.

Die Wasserstände werden an einer Reihe von Pegelstationen beobachtet, die im Küsten- und Tidegebiet der Nordsee verteilt sind und deren Lage aus Abbildung 1 hervorgeht. Es sind dies die sogenannten Meldepegel, deren Wasserstandsbeobachtungen — sobald ein Grenzwert überschritten wird (MHThw)*) — nach einem festgelegten Meldeverfahren unverzüglich

*) Eine Erläuterung der Bezeichnungen befindet sich am Schluß des Aufsatzes.

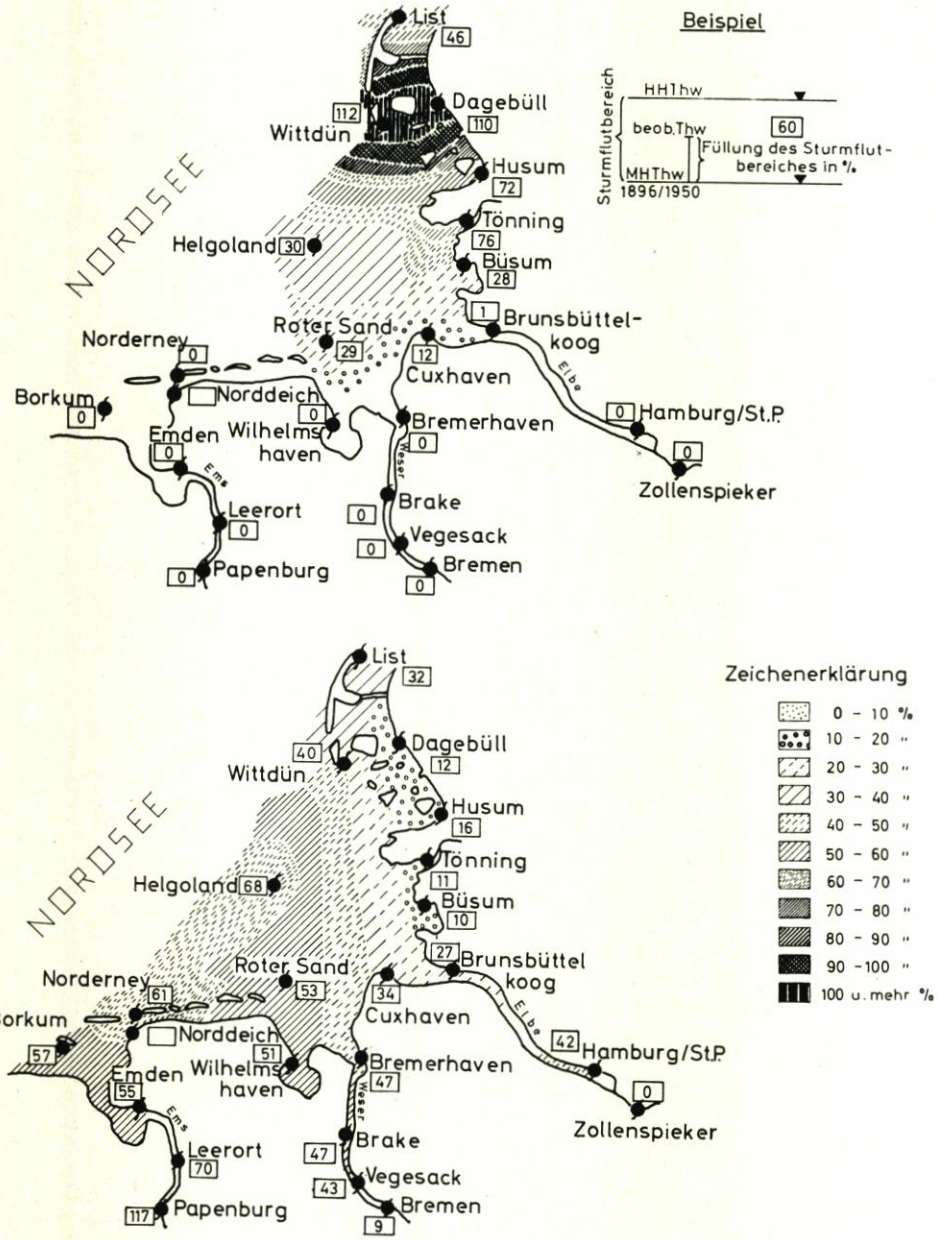


Abb. 2a. Beispiele für zwei Sturmfluttypen am 24. November 1938 (oben) und 22. Dezember 1954 (unten)

an bestimmte Stellen des Bundes und der Küstenländer gemeldet werden. Das zur Charakterisierung der Sturmfluten entwickelte Verfahren beruht auf den Angaben dieser Meldepegel. Es sei hier kurz beschrieben:

An jeder Pegelstation ist ein Sturmflutbereich festgelegt, der nach unten durch das MHThw und nach oben durch das HHThw begrenzt ist. In diesen Bereich dringt jede neue

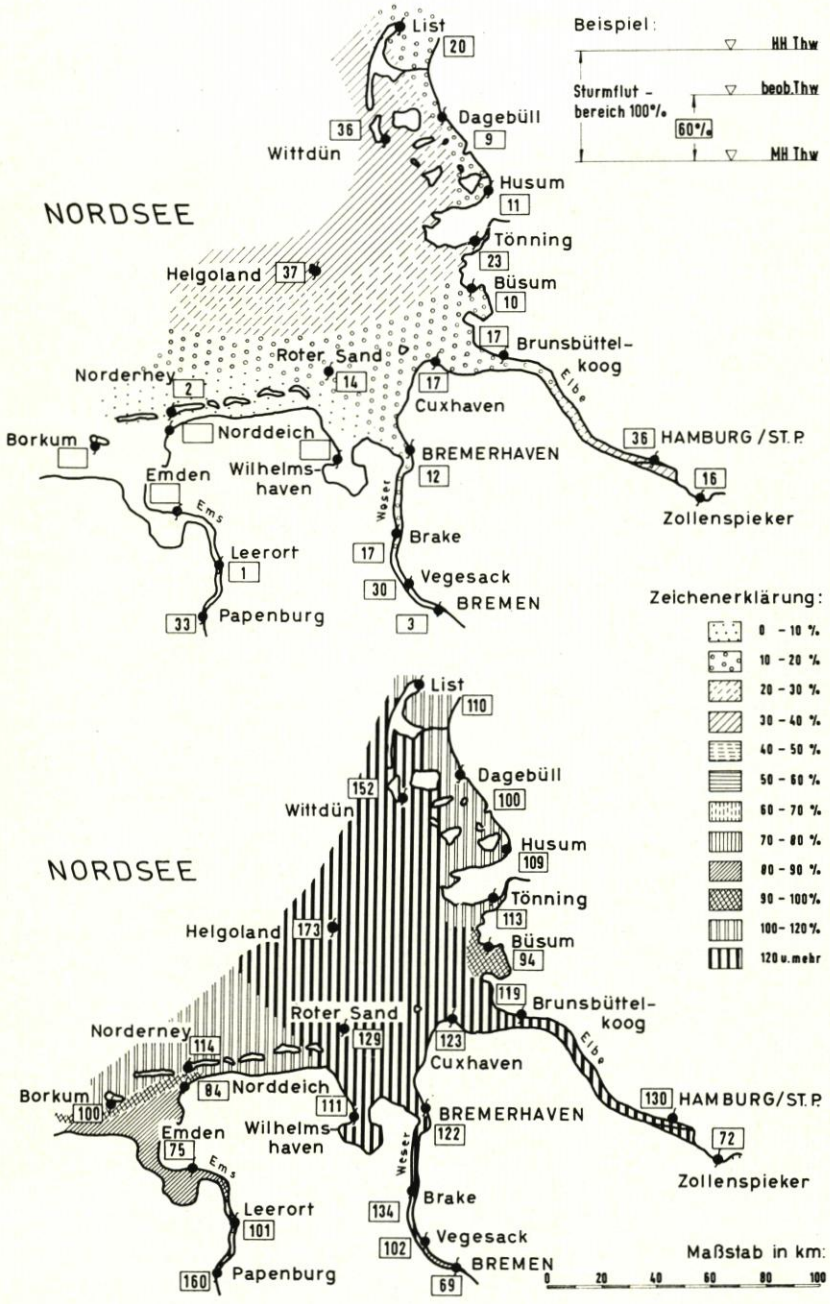


Abb. 2b. Füllungsgrade in der Deutschen Bucht am 12./13. (oben) und 16./17. Februar 1962 (unten)

Sturmflut in einem gewissen Umfang ein. In seltenen Fällen überschreitet sie das bis dahin bekannte HHThw. Bei der Februarflut 1962 trat die außergewöhnliche Erscheinung ein, daß das bekannte HHThw an 16 von 22 Meldepegeln überschritten wurde (Tabelle 2). Wird der Sturmflutbereich, der an jedem Pegel eine andere absolute Größe hat, = 100 % gesetzt, so füllt die betrachtete Flut diesen Wert zu einem gewissen Prozentsatz aus. Beträgt der Sturm-

flutbereich z. B. 2 m und dringt die Flut um 1 m in diesen Bereich ein, so ist der Füllungsgrad 50 %. Werden diese Werte für alle Meldepegel in einen Lageplan eingetragen und durch Schraffuren verschiedener Schwärzungsgrade regional dargestellt, so ergibt sich ein anschauliches Bild von den wesentlichen Merkmalen der Flut. In Abbildung 2a sind Beispiele für zwei Sturmfluttypen angegeben; bei der vom November 1938 liegt der Schwerpunkt ziemlich konzentriert ganz im Norden der Deutschen Bucht, die andere zeigt das Schwergewicht über einen ausgedehnten Raum verteilt mehr im Westen des Beobachtungsgebietes. Als weiteres Beispiel sei die Hollandsturmflut aus dem Jahre 1953 angeführt, deren Schwerpunkt an der holländischen Küste lag und deren Einfluß im deutschen Bereich an der Emsmündung endete. Abbildung 2b gibt nach der gleichen Darstellungsmethode gezeichnet ein Bild der beiden Februar-Sturmfluten 1962. Man sieht, daß es sich bei der ersten Flut um ein verhältnismäßig harmloses Ereignis gehandelt hat, bei dem Füllungsgrade zwischen 0 und maximal 37 % aufgetreten sind und bei dem der westliche Teil der Deutschen Bucht nur verhältnismäßig gering betroffen war. Ein ganz anderes Bild ergibt sich für die Katastrophenflut. Es sind nur fünf Pegel, bei denen der Füllungsgrad unter 100 % liegt. Bei allen übrigen ist ein Füllungsgrad von über 100 % vorhanden, mit einem Maximum von 173 % in Helgoland. Man sieht, daß die gesamte Deutsche Bucht mit über 100 % Füllung betroffen ist und daß im wesentlichen nur in der unteren Ems, bei Bremen, oberhalb Hamburgs und bei Büsum geringere Werte vorhanden waren. Oberhalb Hamburgs hat sich die Entlastung durch die Überflutung der längs der Elbe im Hamburger Raum vorhandenen Tiefgebiete, insbesondere auch des Stadtteils Wilhelmsburg, wasserstandssenkend bemerkbar gemacht.

Besonders hervorgehoben sei, daß den Kartendarstellungen keine Synchronwerte zugrunde liegen, sondern daß die Maximalwerte unabhängig von ihrer Eintrittszeit während des Sturmflutereignisses verwendet werden. Ebenso entstammen die HHThw-Werte verschiedenen Zeitpunkten.

Von großem Interesse ist auch die Beantwortung der Frage, ob es sich bei der zweiten Februar-Flut tatsächlich um ein „säkulares" Ereignis gehandelt hat. Zu diesem Zweck wurden alle Sturmfluten seit 1900 untersucht und für jede ein mittlerer Füllungsgrad errechnet (Abb. 3). Da bei dieser Untersuchung — anders als bei Abbildung 2b — bereits die HHThw-Stände der Katastrophenflut 1962 als obere Begrenzung des Sturmflutbereichs benutzt worden sind, treten keine über 100 % liegenden Werte auf. Ganz deutlich zeichnet sich aber die überragende Stellung der Katastrophenflut mit einem mittleren Füllungsgrad von 95 % ab. Die erste Februarflut hat demgegenüber nur einen mittleren Füllungsgrad von 15 % erreicht.

III. Wasserstandsverlauf an den Hauptpegeln

Für die Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Wasserstände sind in den Anlagen 1 bis 5 die Tidekurven von 24 Pegeln für den Zeitraum vom 16. Februar 0.00 Uhr bis zum 18. Februar 1962 24.00 Uhr aufgetragen. Die Pegelstationen sind zu fünf Gruppen zusammengefaßt, und zwar

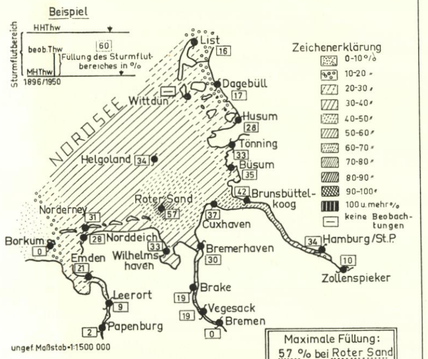
die Küstenpegel Borkum, Norderney, Wilhelmshaven, Bremerhaven, Cuxhaven, Tönning, Wittdün, List (Anlage 1),
die Eiderpegel Tönning, Friedrichstadt, Nordfeld (Anlage 2),

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

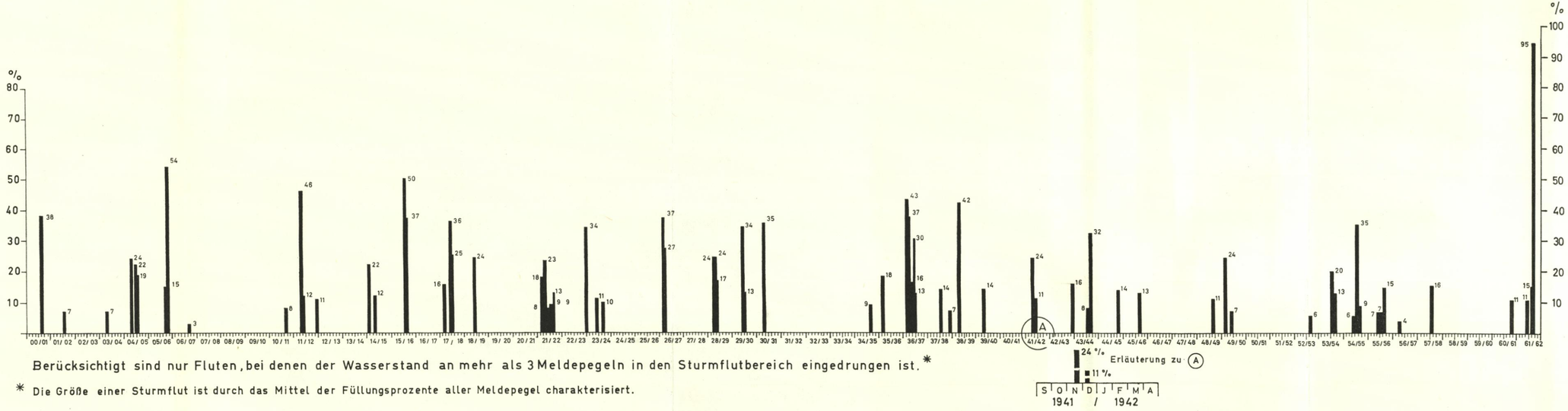
Muster einer Sturmflutdarstellung

Sturmflut an der deutschen Nordseeküste am: 12.10.1926

Dargestellt durch den Füllungsgrad des Sturmflutbereiches an den Meldepegeln



Pegel	HHThw	MHThw 1896/1950	MThw 1941/1950	Sturmflut Thw	Eintrittszeit	Wind Richtung	Stärke
List	865	740	569	760	7.10	NW	8
Tönning	1021	913	653	913	6.58	NW	7
Helgoland	860	720	-	797	5.06	NW	9
Cuxhaven	996	840	638	897	4.52	W	7
Hamburg, St.P.	1070	870	666	927	7.02	W	6
Bremerhaven	1035	860	661	912	4.12	NW	7
Bremen	1281	900	722	895	6.05	N	6
Borkum /S	882	780	592	-			
Emden	1018	850	621	885	2.10	W	7
Leerort	1005	840	641	855	1.52	W	6



Berücksichtigt sind nur Fluten, bei denen der Wasserstand an mehr als 3 Meldepegeln in den Sturmflutbereich eingedrungen ist. *

* Die Größe einer Sturmflut ist durch das Mittel der Füllungsprozente aller Meldepegel charakterisiert.

Abb. 3. Sturmfluten an der deutschen Nordseeküste
Zeitliche Verteilung und Größe der Sturmfluten von 1900 bis 1962

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

die Elbepegel Cuxhaven, Otterndorf, Brokdorf, Stadersand, Schulau, Hamburg-St. Pauli, Bunthaus, Zollenspieker (Anlage 3),
die Weserpegel Roter Sand, Bremerhaven, Brake, Vegesack, Bremen (Anlage 4),
die Emspegel Borkum, Emden, Leerort, Papenburg (Anlage 5).

Hiermit ist der Verlauf der Wasserstände in den durch die Pegelreihen gekennzeichneten Längsschnitten wiedergegeben. Bei Elbe, Weser und Ems sind die Oberwasserzuflüsse als Tagesmittelwerte angegeben. Im einzelnen ist folgendes zu bemerken:

1. Küste

Der höchste Stand mit + 1035 cm NN — 5,00 m wurde am Pegel Bremerhaven erreicht. Die Wasserstände an den Pegeln Wilhelmshaven und Tönning lagen etwa 1½ Dezimeter unter diesem Stand. Der niedrigste Wasserstand trat am Pegel List mit + 865 cm NN — 5,00 m auf.

An den meisten Pegeln wurde die Dauer der der Sturmfluttide unmittelbar vorausgehenden Ebbe erheblich gegenüber dem Normalwert verkürzt. Bei List ergab sich eine Verkürzung um rund drei Stunden, in Cuxhaven, Bremerhaven und Norderney um rund 2½ Stunden und am Pegel Borkum um knapp 3½ Stunden. Diese durch den erheblichen Windstau bedingte Verkürzung der Ebbdauer verhinderte weitgehend eine Entleerung der Fluträume. Auf Abbildung 4 ist für die beiden Sturmfluttage der Verlauf des Windstaus an den Pegeln Borkum, Wilhelmshaven und List im Maßstab der Tidekurven eingetragen.

2. Eider

In der Eider wurde der Höchststand von + 1050 cm NN — 5,00 m im Unterwasser des Sperrwerks Nordfeld erreicht. Der höchste Wasserstand am Pegel Tönning lag rund 30 cm, in Friedrichstadt 15 cm niedriger. Die Verkürzung der Ebbdauer in Tönning betrug 36 Minuten. Der Windstauverlauf an den beiden Sturmfluttagen ist auf Abbildung 5 im Maßstab der Tidekurven eingetragen.

3. Elbe

Der höchste Sturmflutwasserstand auf der Elbe wurde am Pegel Schulau mit + 1087 cm NN — 5,00 m registriert. Anhand von Sturmflutmarken ist festgestellt worden, daß dieser hohe Wasserstand sich bis in das Gebiet von Finkenwerder erstreckte; bei Neuenfelde ist der höchste Wasserstand im Hamburger Bereich mit 1098 cm NN — 5,00 m ermittelt worden. Am Pegel Hamburg-St. Pauli wurde der Höchststand mit + 1070 cm NN — 5,00 m gemessen. Die Ebbdauer vor der Sturmfluttide wurde in Hamburg um rund 2¼ Stunden und in Cuxhaven um rund 2½ Stunden verkürzt. Der Verlauf des Windstaues ist für den Pegel Cuxhaven für die Zeit vom 16. Februar bis 18. Februar, für den Pegel Hamburg-St. Pauli für die Sturmfluttide dargestellt.

Der Oberwasserzufluß betrug zur Zeit der Sturmfluttide rund 1040 m^3/s, das sind rund 150 % des MQ. Ein Einfluß dieses Zuflusses auf die Höhe der Sturmflutspitzen im Elbeästuar ist nicht feststellbar.

4. Weser

Der höchste Wasserstand mit + 1041 NN — 5,00 m wurde in Bremen beobachtet. Am Pegel Bremerhaven betrug der Höchststand + 1035 cm NN — 5,00 m, während der Pegel Roter Sand in der Wesermündung den höchsten Stand um 117 cm niedriger mit + 918 cm NN — 5,00 m anzeigte. Die Verkürzung der Ebbdauer betrug in Bremen rund 2¼ Stunden, in Bremerhaven knapp 2½ Stunden. Der Windstauverlauf ist für den Pegel Bremerhaven für die Zeit vom 16. Februar bis 18. Februar, für den Pegel Bremen im Bereich der Sturmfluttide auf Anlage 4 angegeben.

Zur Zeit der Sturmflut führte die Weser an der Tidegrenze das Vierfache des mittleren Jahresabflusses (rund 1200 m³/s), wodurch die Wasserstände am Pegel Bremen und etwas weiter unterhalb mit beeinflußt sein dürften.

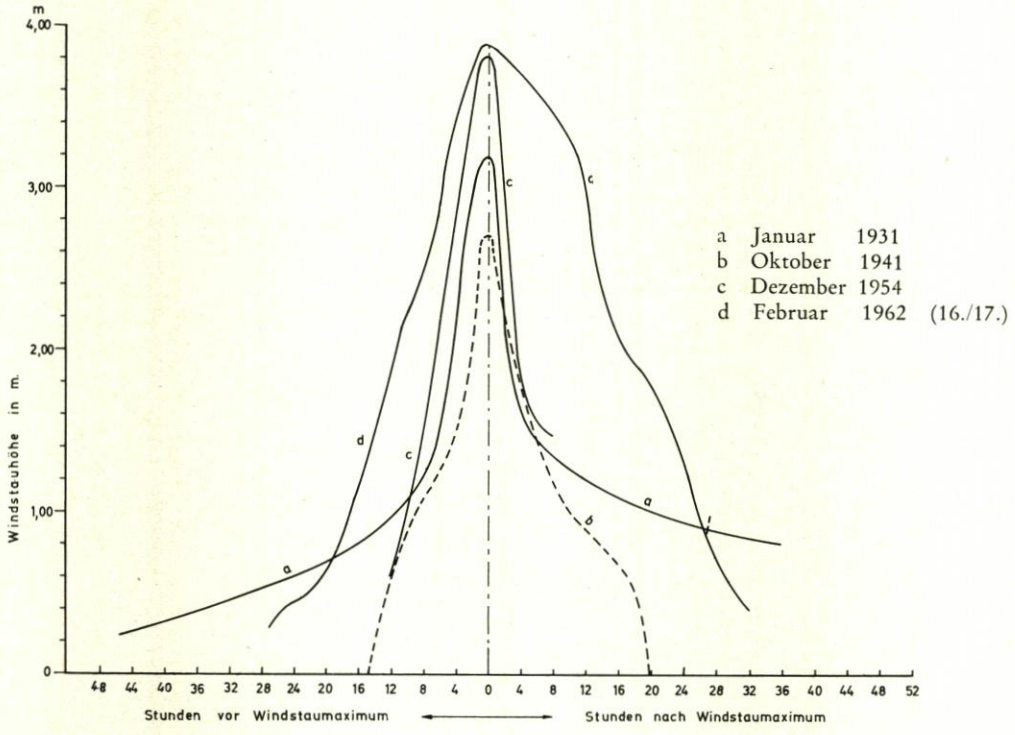


Abb. 4. Windstauverlauf am Pegel Cuxhaven
a—b entnommen aus Leppik (1950)

5. Ems

Der höchste Wasserstand auf der Ems war am Pegel Leerort mit + 1006 NN — 5,00 m zu verzeichnen. Unterhalb und oberhalb von Leerort traten wesentlich niedrigere Spitzenwerte auf, so in Papenburg 897 cm, in Emden 976 cm NN — 5,00 m. Der Windstauverlauf ist für Emden an den beiden Sturmfluttagen auf Anlage 5 angegeben.

Der Oberwasserabfluß betrug etwa das 6½fache des mittleren Jahresabflusses (rd. 480 m³/s).

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

IV. Windstauverhältnisse

Mit Windstau wird hier, wie allgemein üblich, der Unterschied zwischen dem vorausberechneten astronomisch bedingten Wasserstand und dem zur gleichen Zeit eingetretenen bezeichnet. Auffallend ist die große Höhe des Windstaus bei der Sturmflut am 16./17. Februar,

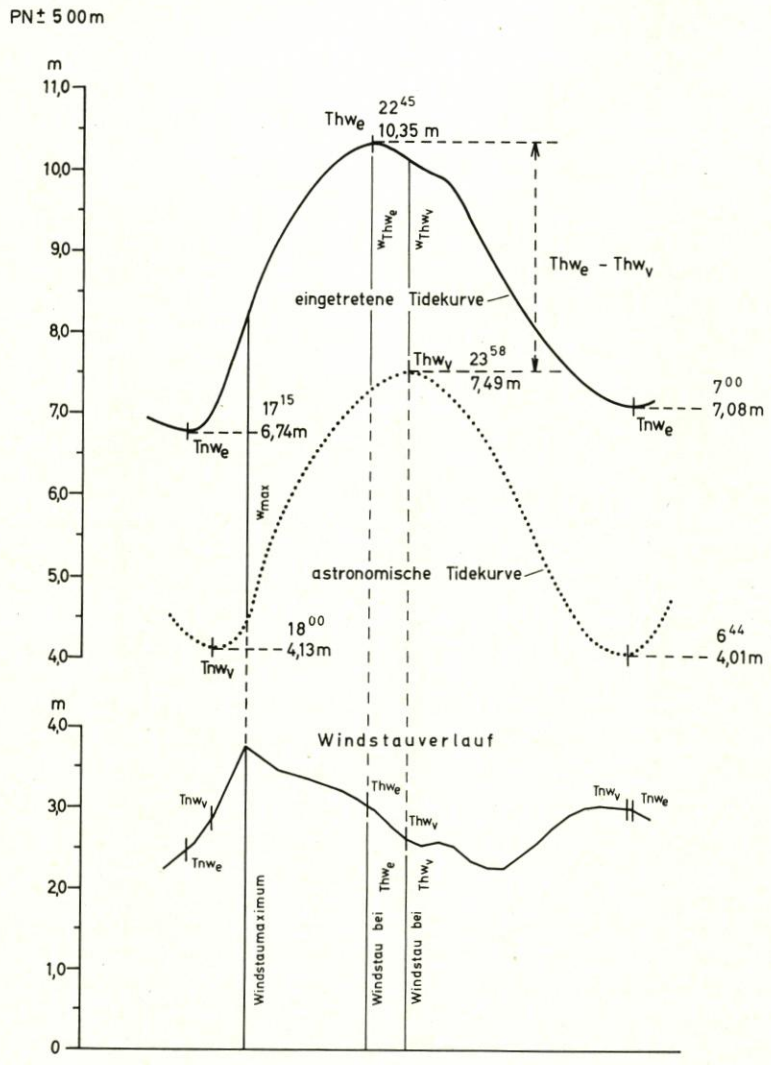


Abb. 5. Erläuterung des Windstaubegriffes

der in der Größenordnung von 3 bis 4 m längere Zeit vorhanden war. Die Windstaukurve der Katastrophenflut ist sehr füllig und unterscheidet sich erheblich von dem oft vorhandenen Typ mit ausgesprochen schlanker und hoher Spitze. Abbildung 4 zeigt den Windstauverlauf für den Pegel Cuxhaven während der Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 und als Vertreter des Spitzentyps den Windstauverlauf bei den Sturmfluten vom Januar 1931, Oktober 1941

und Dezember 1954 (LEPPIK 1950). Zur Charakterisierung der Entwicklung des Windstauverlaufs wurden für die Pegel Cuxhaven und Bremerhaven die Windstauwerte für den Zeitraum vom 16. bis 18. Februar aufgezeichnet (Anlagen 3 u. 4).

Die Erhöhung des Sturmfluthochwassers über den astronomisch bedingten Stand geht aus Tabelle 2 (Zeile 7) hervor. Es handelt sich hierbei um einen rein rechnerischen Wert, der nicht als Windstau zu bezeichnen ist, da zwei nicht gleichzeitig eingetretene Werte miteinander verglichen werden. Wie aus Abbildung 5 ersichtlich, gehört zu jedem Wasserstand der Tidekurve ein bestimmter Windstauwert. Das Maximum dieses Wertes pflegt im allgemeinen weder bei Thw_e noch bei Thw_v aufzutreten, sondern liegt entweder vor oder nach diesen Zeitpunkten.

V. Zusammenstellung der Hauptwerte der Meldepegel

Die Hauptwerte der Beobachtungen an den Meldepegeln sind in Tabelle 2 für die Sturmflut vom 16./17. Februar zusammengestellt. Nur an fünf Pegeln wurde das bisher bekannte HHThw nicht überschritten. Ordnet man die Pegel nach dem Maß der Erhöhung des Sturmflut-Thw über den astronomisch bedingten Wert (Thw_e—Thw_v), so hat der Pegel Zollenspieker an der Elbe mit 251 cm den niedrigsten und der knapp 25 km unterhalb gelegene Pegel Hamburg-St. Pauli mit 400 cm den höchsten Wert. Auch hierin dürfte die durch die umfangreichen Überflutungen im Hamburger Raum eingetretene Entlastung zum Ausdruck kommen. Zweifellos wäre die Flut an der Elbe bei Hamburg und oberhalb der Stadt höher aufgelaufen, wenn die Deiche standgehalten hätten.

Aus der Tabelle 2 geht deutlich hervor, daß das Schwergewicht der Sturmflut im Hamburger Elbabschnitt lag, womit die eingetretene Katastrophe ihre Begründung findet. Die Stauanlage Geesthacht wurde vom Unterwasser her überstaut, so daß die Tidegrenze bis in die Gegend von Bleckede hinaufrückte.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß durch die Sturmflut eine Reihe von Pegelanlagen beschädigt oder außer Betrieb gesetzt worden ist, so daß an einigen Punkten die höchsten Wasserstände und der Verlauf der Tidekurven ergänzt werden mußten.

Hierzu konnten Hochwassermarken und Aufzeichnungen benachbarter Pegel verwendet werden, so daß die Wasserstände als zuverlässig angesehen werden können.

VI. Zur Frage des maßgebenden höchsten Wasserstandes

Die Frage, welche maßgebenden höchsten Wasserstände den Schutzmaßnahmen zugrunde gelegt werden sollen, steht nach dieser Sturmflut wieder im Vordergrund der Überlegungen. Den aus der Häufigkeitsstatistik abgeleiteten Wahrscheinlichkeitswerten, von denen oft der Wert 0,01, d. h. „einmal in 100 Jahren" gewählt wird, ist nicht anzusehen, wann sie erreicht werden. Vielleicht steht der Eintritt eines Wertes mit noch geringerer Wahrscheinlichkeit aber um so größerer Höhe kurz bevor. Man sollte den aus der Wahrscheinlichkeitsbetrachtung gewonnenen Werten keine so maßgebliche Bedeutung zumessen, um so weniger als eine solche Betrachtung voraussetzt, daß das verursachende System über den ganzen Wahrscheinlichkeitsbereich von gleichartiger Wirkung ist.

Geht man von den volkswirtschaftlich vertretbaren Kosten aus, die für Schutzmaßnahmen aufgewendet werden können, so gelangt man zu gewissen Grenzwerten. Diese wirtschaftliche Betrachtungsweise hat aber wohl nur dann Berechtigung, wenn man den Verlust von Menschenleben ausschließen kann.

Tabelle 2

Sturmflut am 16./17. Februar 1962
an der deutschen Nordseeküste
(alle Wasserstände in cm über NN — 5,00 m)

		Nordfriesisches Küstengebiet					Helgo-land	Elbe				Weser					Jade	Ostfriesisches Küstengebiet		Ems			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
		List	Wittdün	Husum	Tönning	Büsum	Helgoland	Cuxhaven	Brunsbüttelkoog	Hamburg St. Pauli	Zollenspieker	Roter Sand	Bremerhaven	Brake	Vegesack	Bremen Gr. Weserbrücke	Wilhelmshaven	Norderney	Norddeich	Borkum Südstrand	Emden	Leerort	Papenburg
1. Wasserstandsaufzeichnungen vorhanden seit:	Jahr	1898	1914	1867	1867	1870	1909	1841	—	1841	1875	1854	1926	1879	1855	1866	1854	1890	1892	1929	1855	1896	1895
2. Thw_e am 16./17. 2. (eingetretene Wasserstände), neue HHThw-Werte sind *kursiv* gedruckt		*865*	*914*	*1021*	*1021*	994	*860*	*996*	*1027*	*1070*	1057	*918*	*1035*	*1029*	*1022*	1041	*1022*	*912*	940	882	976	*1006*	*897*
3. HHThw vor dem 16./17. 2. 1962	a) Jahr des Eintritts	1916	1938	1916	1825	1825	1936	1825	1825	1825	1875	1906	1825	1855	1855	1855	1906	1906	1906	1906	1906	1906	1954
	b) Wasserstand	854	865	1009	1002	1005	801	966	1015	1024	1117	893	1004	987	1017	1105[2]	1006	896	969	882	1018	1005	857
4. Thw_v (auf astronomischer Grundlage vorausberechnete Wasserstände)	(1)	572	599	633	642	637	569	630	630	670	806	614	645	670	695	715	652	606	608	576	624	641	642
5. MHThw 1896/1950		740	770	870	860	850	720	840	840	870	900	790	860	860	850	900	860	780	790	760	850	840	790
6. MThw 1941/1950		569	602	648	653	647	—	638	638	666	707	611	661	679	698	722	662	611	615	592	631	644	649
7. $Thw_e - Thw_v$		293	315	388	379	357	291	366	397	400	251	304	390	359	327	326	370	304	332	307	352	365	255
8. Verfrühung (–) oder Verspätung (+) des Sturmflut-Thw in Minuten		—45	+13	—55	—47	—26	+44	—53	—12	—38	—71	—18	—73	+8	+23	+39	—62	—75	—11	+12	—21	—42	—78

Erläuterungen:

1. Sofern für die Pegel keine ausführlichen Vorausberechnungen in der Gezeitentafel 1962 vorhanden sind, wurden die vorausberechneten Wasserstände mit Hilfe der Bezugsorte nach Teil II der Gezeitentafel ermittelt. Hierbei wurden die für die Nippzeit geltenden Differenzhöhen zu den Anschlußorten benutzt.
2. Das HHThw des Pegels Bremen aus dem Jahre 1881 ist kein Sturmflut-Thw. Es wurde daher das nächsthöhere Thw aus dem Jahre 1855 gewählt, das im Verlauf einer Sturmflut entstanden ist.
3. Die Sturmflut-Thw_e und -zeiten sind von den Wasser- und Schiffahrtsdirektionen amtlich festgestellte Werte.
4. Für die Thw_v sind die neuesten SKN-Werte zugrunde gelegt.

Bei Modellversuchen, die ebenfalls für Sturmflutuntersuchungen in Betracht zu ziehen sind, besteht die Schwierigkeit, die Fortpflanzung der Wasserstände längs der untersuchten Strecke richtig abzubilden. Es ist bekannt, daß bei Sturmfluten anders als bei normaler Tidebewegung Erscheinungen maßgeblichen Einfluß gewinnen, die den Schwingungs- und Strömungsablauf erheblich ändern können, die bisher aber nicht ausreichend erkannt sind und im Modell daher nicht dargestellt werden können.

Es ist ferner der Vorschlag gemacht worden, von der meteorologischen Seite an die Dinge heranzugehen, ein „Pessimum" der Wetterlage zu konstruieren, das maximale Sturmflutlagen erzeugt. Aber gerade die Februarsturmflut hat gezeigt, daß außer den meteorologischen Verhältnissen auch Schwallerscheinungen (external surges), die vom Atlantik einlaufen und sich dem Windstau überlagern können, werden in Betracht gezogen werden müssen. Insoweit hat diese Flut neue Fragen aufgeworfen und damit der Forschung starke Impulse verschafft.

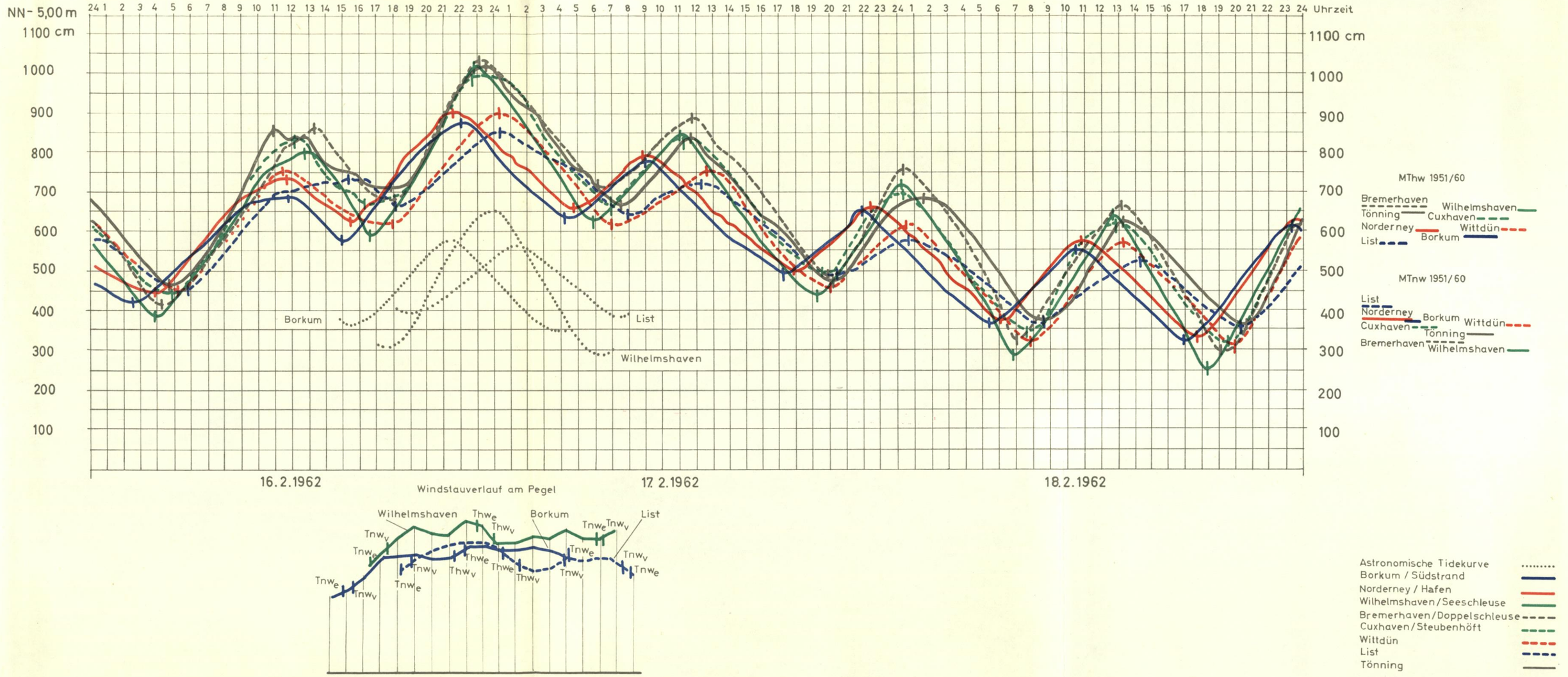
Erläuterung der verwendeten Bezeichnungen

MThw	Mittlerer Tidehochwasserstand in einem betrachteten Zeitraum
MTnw	mittlerer Tideniedrigwasserstand in einem betrachteten Zeitraum
MHThw	mittlerer höchster Wasserstand des Tidehochwassers in einem betrachteten mehrjährigen Zeitraum
HHThw	der überhaupt bekannte tatsächlich eingetretene Höchststand des Tidehochwassers
Thw_v	vorausgesagtes Tidehochwasser
Tnw_v	(Tideniedrigwasser)
Thw_e	eingetretenes Tidehochwasser
Tnw_e	(Tideniedrigwasser)
MQ	mittlerer Abfluß in einem betrachteten Zeitraum

Literaturangaben

1. Schulz, Heinz: Die Charakterisierung von Sturmfluten an den Küsten von Tidemeeren. Wasser und Boden 8. Jahrg., Heft 10, 1956.
2. Leppik, Egon: Die Sturmfluten in der Elbemündung in der 1. Hälfte des 20. Jahrhunderts. Besondere Mitteilungen zum Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch, Nr. 1, Hamburg 1950.

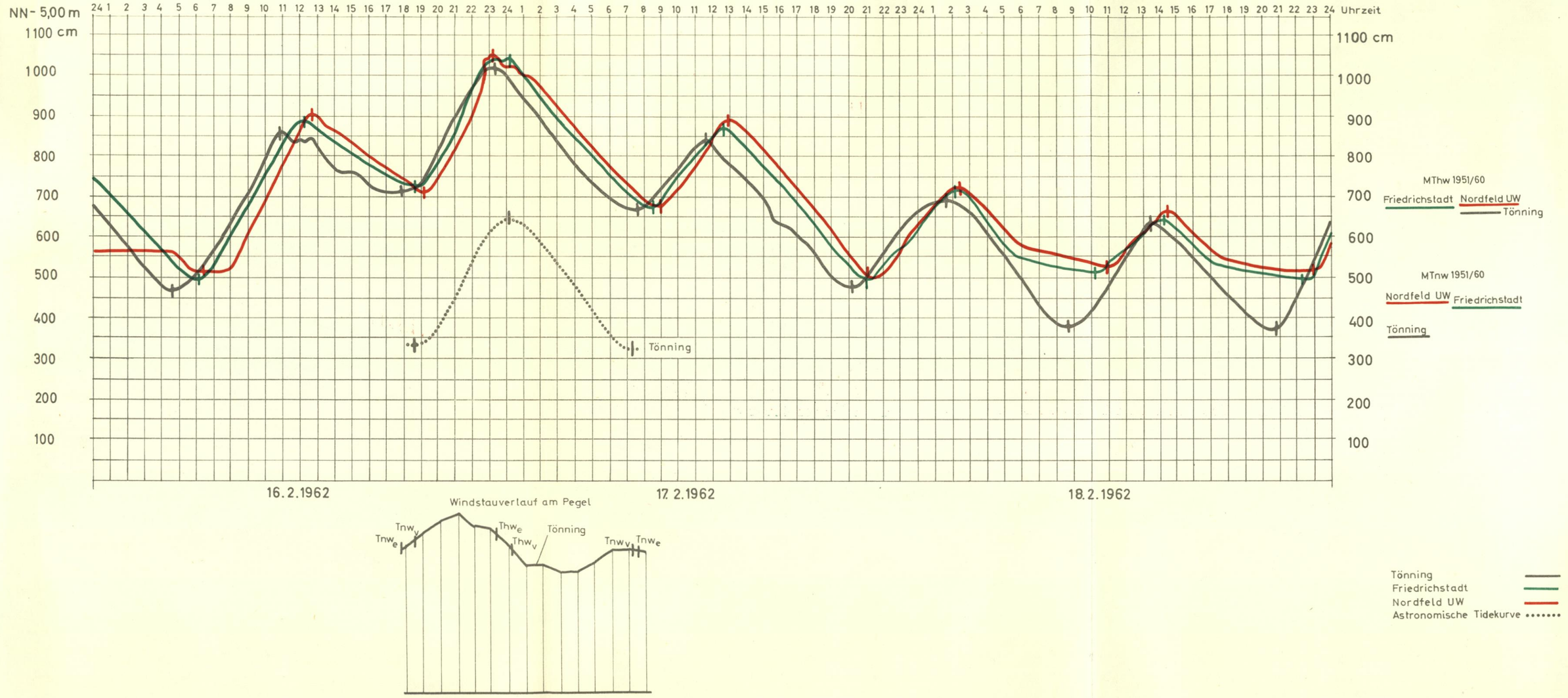
Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132



Anlage 1. Die Küstenpegel

Anlage 1. Die Küstenpegel

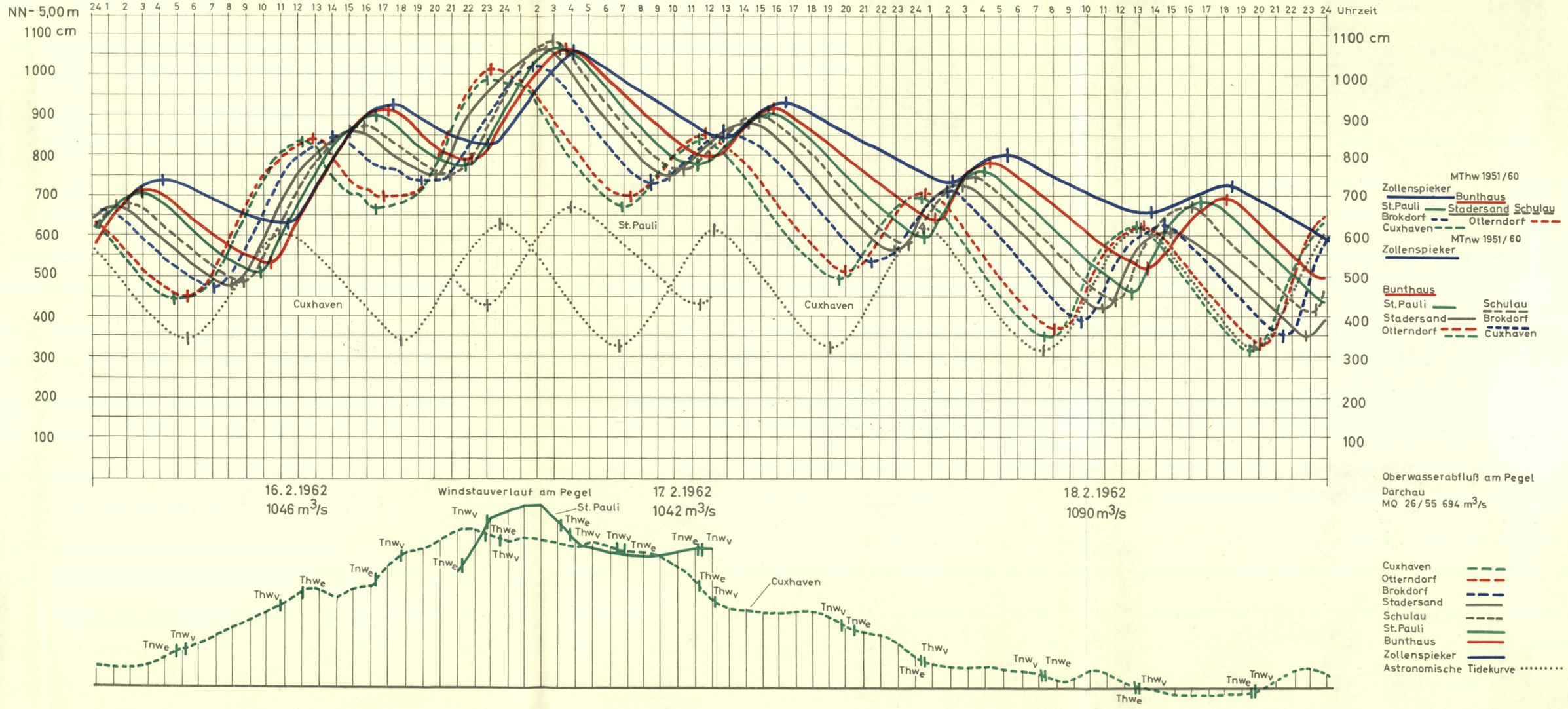
Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132



Anlage 2. Die Eiderpegel

Anlage 2. Die Eiderpegel

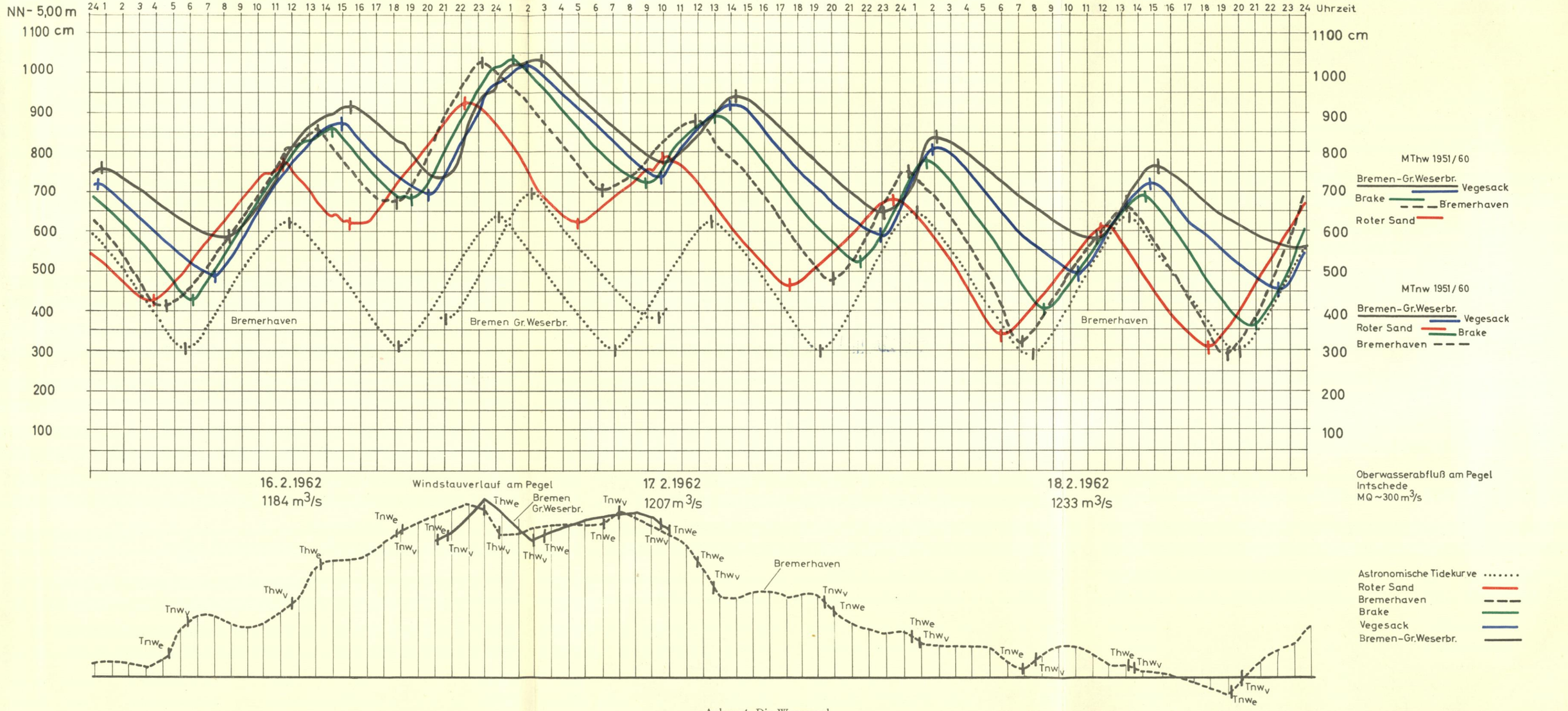
Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132



Anlage 3. Die Elbepegel

Anlage 3. Die Elbepegel

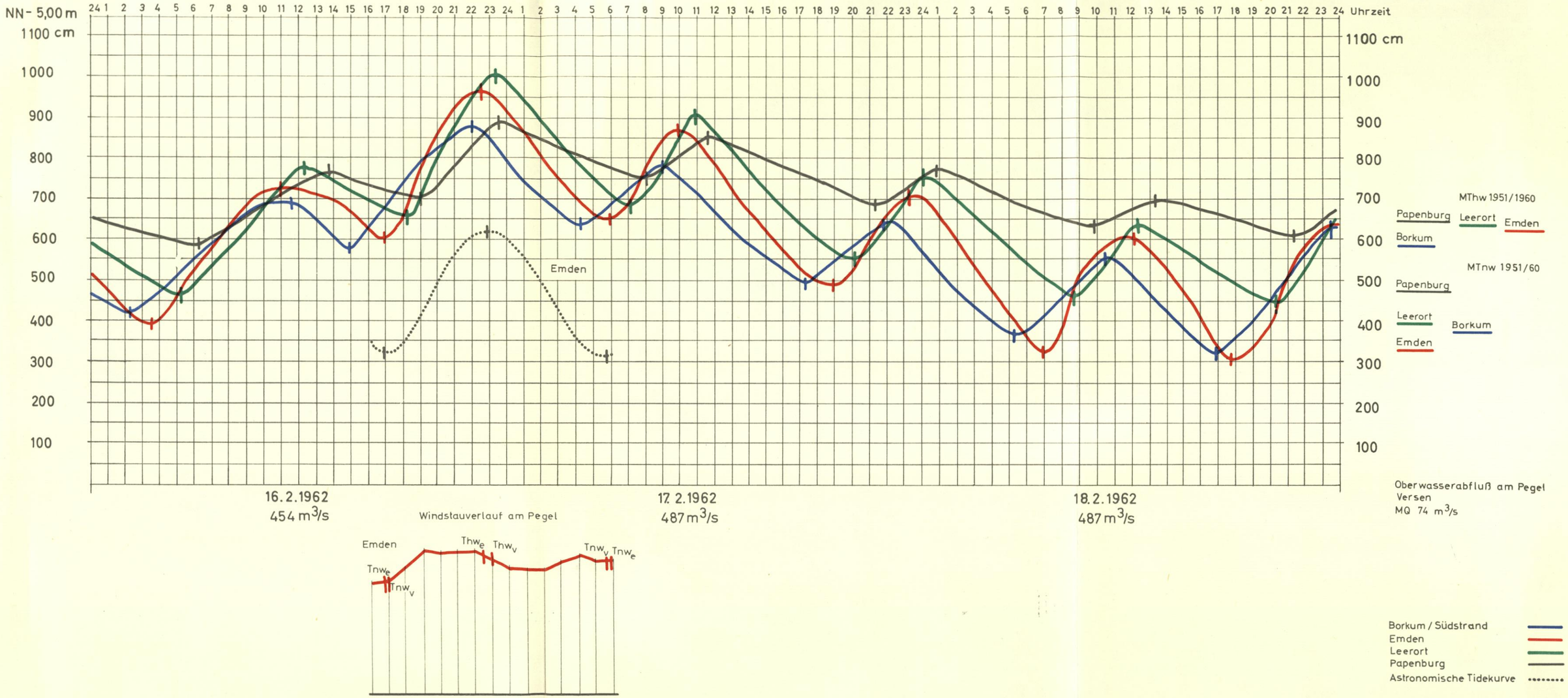
Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132



Anlage 4. Die Weserpegel

Anlage 4. Die Weserpegel

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132



Anlage 5. Die Emspegel

Anlage 5. Die Emspegel

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 im niedersächsischen Küstengebiet

Bericht der vom Niedersächsischen Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten eingesetzten Ingenieur-Kommission

Inhalt

I. Einleitung 17
II. Tidewasserstände 18
III. Sturmflutschäden, Ursachen und Folgerungen 22
1. Art und örtliche Verteilung der Schäden 23
2. Deichkörper 23
3. Grasnarbe, Deichboden, Deichuntergrund 27
4. Anlagen im und am Deich 31
5. Vorland, Vordeiche 33
6. Wege für die Deichverteidigung 35
7. Überschwemmungen, zweite Deichlinie 37
8. Einzeldarstellung großer Schadensstellen 38
9. Inselschutzwerke 44
10. Kosten 45
11. Deichverteidigung 47
12. Träger der Deicherhaltung 49
IV. Beurteilung der seit 1948 hergestellten Küstenschutzwerke 50
V. Schlußwort 53

I. Einleitung

Die sehr schwere Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 hat im ganzen deutschen Nordseeküstengebiet verheerende Schäden an den Schutzwerken des Festlandes und der Inseln verursacht. Infolge zahlreicher Deichbrüche sind, vor allem an der Elbe, weite ländliche und städtische Gebiete überflutet worden. Mehr als 300 Menschen kamen hierbei ums Leben, und viel Vieh ist ertrunken. Allein in Niedersachsen gingen etwa 1500 Stück Großvieh und 1000 Schweine verloren. Viele Häuser, Straßen und Wege wurden stark beschädigt oder zerstört und große Schäden sind in der Landwirtschaft, in der gewerblichen und in der industriellen Wirtschaft entstanden.

Auch auf den der niedersächsischen Küste vorgelagerten Inseln verursachte diese Sturmflut schwere Zerstörungen. Besonders betroffen wurden die Inselschutzwerke auf Norderney, Baltrum, Spiekeroog und Wangerooge. Die Randdünen auf allen Inseln brachen stark ab.

Die niedersächsische Wasserwirtschaftsverwaltung ist beauftragt worden, die von der Sturmflut an den Küstenschutzwerken verursachten Schäden durch eine Ingenieur-Kommission örtlich feststellen zu lassen und einen Bericht über die Schadensursachen und die daraus abzuleitenden technischen Folgerungen für den künftigen Ausbau des Küstenschutzes vorzulegen. Die Kommission hat ihre Erhebungen an Ort und Stelle in der Zeit vom 26. Februar bis 23. März 1962 angestellt. Erfaßt und kostenmäßig geschätzt wurden die Schadensstellen an den Schutzwerken der niedersächsischen Festlandküste sowie auf den Ostfriesischen Inseln. Dabei ist nach einheitlichen Richtlinien verfahren worden, um eine gleichwertige Schätzung der Schadensgrößen in den verschiedenen Küstenabschnitten zu erreichen.

II. Tidewasserstände

Die Sturmwetterlage vom 12. bis 17. Februar 1962 hat außergewöhnlich große Wassermassen in die Deutsche Bucht getrieben. Eine gute Vorstellung des Ausmaßes der Sturmflut vermittelt der Füllungsgrad in der Deutschen Bucht und in den Strommündungen, der das Verhältnis des Höchststandes einer Sturmflut zum Mittel der höchsten Tidehochwasserstände (MHThw) angibt[1]). Die Sturmflut vom 12. Februar hat die höchsten Füllungsgrade bei Helgoland und in den Unterläufen der Flüsse erzeugt, und zwar bei Hamburg, Vegesack und Papenburg (Abb. 2b auf Seite 9 oben). Diejenige vom 16./17. Februar erreichte Füllungsgrade von über 120 v. H. etwa von der Insel Wangerooge an ostwärts, weseraufwärts bis Brake und elbaufwärts bis Hamburg (Abb. 26 auf Seite 9 unten). Zu dem auffallend hohen Füllungsgrad der Ems bei Papenburg ist zu bemerken, daß dieser auf den derzeit höheren Oberwasserabfluß und auf die Einschränkung des Flutspeicherraumes durch Bedeichungen zurückzuführen ist.

Als Beispiel für die von den Stürmen hervorgerufenen hohen Wasserstände vom 11. bis 17. Februar 1962 sei auf die in Abbildung 4 auf Seite 3 wiedergegebenen Tidewasserstände am Pegel Cuxhaven hingewiesen. Ähnliche Wasserstände lieferten auch die anderen Pegel im niedersächsischen Küstengebiet. Wenngleich einige Schreibpegel ausfielen, so reichen die Pegelaufzeichnungen doch aus, den Ablauf der Sturmflut für die einzelnen Küstenabschnitte beurteilen zu können.

Alle höchsten Tidehochwasserstände sind in der Nacht vom 16. zum 17. Februar eingetreten, ausgenommen in der Hunte bei Oldenburg. In diesem Sonderfall handelte es sich um die Auswirkung von Entlastungspoldern, welche die während der Haupttide einströmende Flutwassermenge aufgenommen hatten, wodurch sie zu 90 v. H. gefüllt waren. Von den Flutwassermengen der Nachtide konnten daher die Polder nur noch wenig speichern, so daß der Höchstwasserstand bei Oldenburg am 17. Februar erst nachmittags eintrat und das Stadtgebiet teilweise überschwemmt wurde.

Wie sich die höchsten Tidehochwasserstände an den Pegeln Leerort, Wilhelmshaven und Cuxhaven nach der Anzahl der Überschreitungen verteilen, ist in Abbildung 1 wiedergegeben. Die aufgetragenen Werte entstammen für Leerort sechzigjährigen ununterbrochenen Beobachtungen, für

[1]) Vgl. H. Schulz: Die Charakterisierung von Sturmfluten an Küsten von Tidemeeren. Wasser und Boden, Heft 10, Okt. 1956 und den Aufsatz von H. Schulz in diesem Heft.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

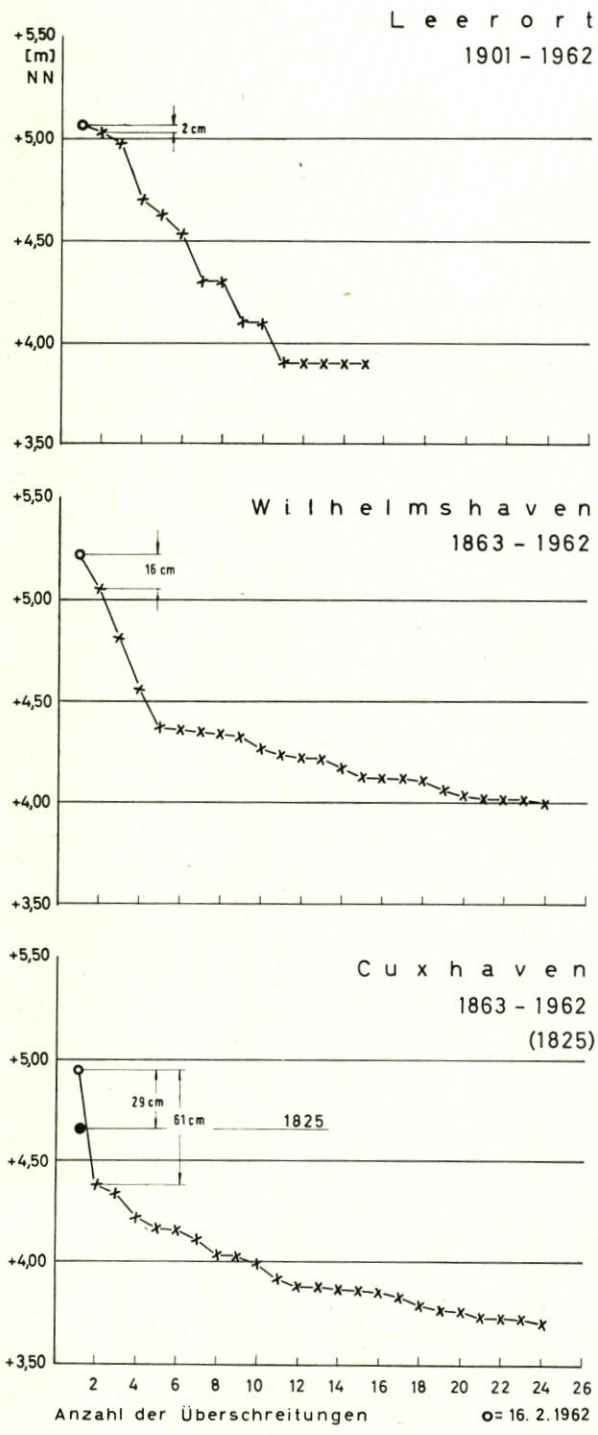


Abb. 1. Häufigkeit der höchsten Tidehochwasserstände an verschiedenen Pegeln

Wilhelmshaven und Cuxhaven einer hundertjährigen Reihe. Das bisher höchste Tidehochwasser (HHThw) vom 13. März 1906 ist bei Leerort — trotz geschlossenen Ledasperrwerkes — von der Februarflut nur um 2 cm und das am Pegel Wilhelmshaven um 16 cm überschritten worden. Auffallend ist jedoch die Erhöhung von 61 cm am Pegel Cuxhaven. Es ist hierbei aber zu berücksichtigen, daß außerhalb der hundertjährigen Reihe ein um 32 cm höherer Wert, und zwar + 4,66 m NN im Jahre 1825, beobachtet worden ist, so daß die tatsächliche maximale Erhöhung nur 29 cm beträgt.

Die Frage, ob die Sturmflutwasserstände künftig noch ansteigen werden, kann aus Wasserstandsbeobachtungen allein nicht beantwortet werden. Das Deutsche Hydrographische Institut (DHI) hat auf entsprechende Anfrage mitgeteilt, daß die Wasserstände einer Orkanflut unter ungünstigeren astronomischen Bedingungen und bei ungünstigerer Lage des Sturmfeldes noch hätten übertroffen werden können. Diese entscheidende, aber schwierige Frage wird vom Küstenausschuß Nord- und Ostsee und vom DHI zur Zeit untersucht.

Vergleicht man die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 mit früheren schweren Sturmfluten, so ist festzustellen, daß ihr tages- und jahreszeitliches Eintreten nicht ungewöhnlich ist. Alle Orkanfluten sind bisher in den Wintermonaten von Mitte Dezember bis Mitte März beobachtet worden, während in den Monaten April bis August nur leichte Sturmfluten (Windfluten) vorkommen (Abb. 2). Diese Abbildung zeigt auch, daß Tidehochwasserstände über + 4,0 m NN (d. h. etwa 2,5 m über MThw) bisher in den Monaten April bis September nicht aufgetreten sind.

Besonders kennzeichnend für Orkanfluten sind die durch sehr starke Böen hervorgerufenen kurzzeitigen Wasserstandsschwankungen und ferner das schnelle Steigen des Wassers, das bei der Februarflut 1962 wegen der langen Dauer des Anstieges und der Höhe über MThw bemerkenswert ist. So stieg der Wasserstand am Pegel Bensersiel von + 1,90 m NN, das ist 0,6 m über MThw, bis + 4,40 m NN um 2,5 m in drei Stunden an (Abb. 3).

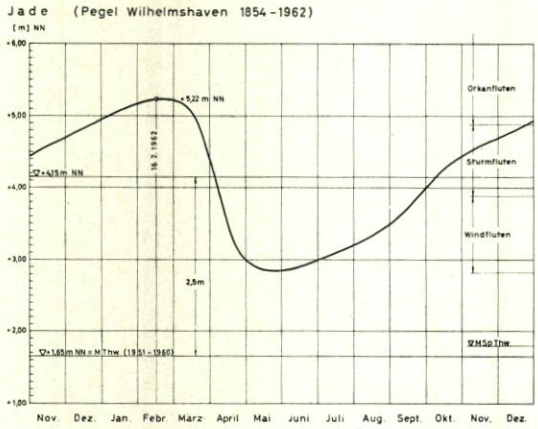


Abb. 2. Monatliche Höchstwerte der Tidehochwasserstände in Wilhelmshaven

Ebenso ist die bei den Sturmtiden vom 16./17. Februar 1962 beobachtete Tidenfolge (hohe Vortide — sehr hohe Haupttide — hohe Nachtide) keineswegs außergewöhnlich. Dasselbe gilt für die sehr lange Dauer der Haupttide, z. B. am Pegel Bensersiel 15 Stunden statt 12,4 Stunden (Abb. 3), und für den vorzeitigen Eintritt der Tide gegenüber der Vorausberechnung (Tab. 1).

Die Tideniedrigwasserstände zwischen Vor- und Nachtide (Abb. 4 auf Seite 3) lagen auch bei dieser Sturmflut so hoch, daß die Küstenniederungen durch Siele nicht entwässert werden konnten. Während rund 33 Stunden mußte daher das anfallende Binnenwasser gespeichert werden und trug somit zu den erhöhten Wasserständen im oberen Teil der Tideflüsse bei.

Im Vergleich zu früheren schweren Sturmfluten brachte die Februarflut 1962 teilweise

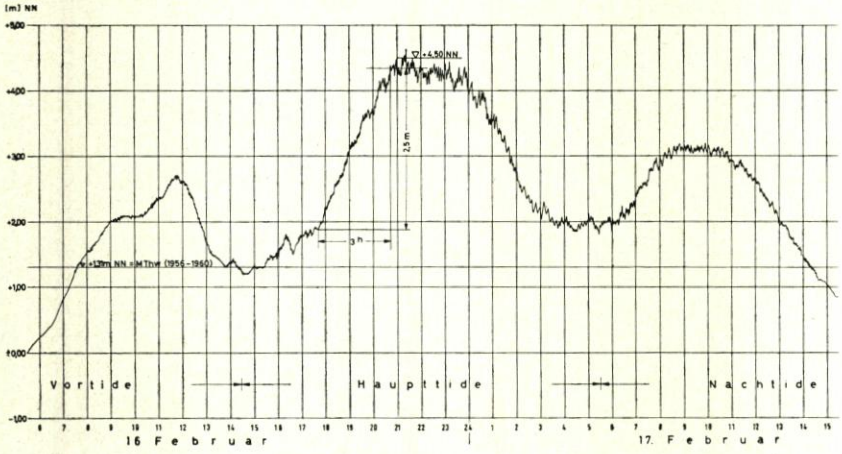


Abb. 3. Tidekurve des Pegels Bensersiel (Ostfriesland) vom 16./17. Februar 1962

höhere Windstauwerte, von deren Größe der Unterschied zwischen den eingetretenen und vorausberechneten Tidehochwasserständen eine Vorstellung vermittelt (Tab. 1, Sp. 7).

Auch der breite und füllige Scheitelbereich der Tidekurve ist bei dieser Sturmflut bemerkenswert. Das Wasser stand in beträchtlicher Höhe sehr lange am Deich, und zwar gerade während der Zeit des stärksten Sturmes, so daß die Deichböschungen von langanhaltender, schwerer Brandung getroffen wurden.

Abschließend soll noch kurz die Frage behandelt werden, ob der für die Bemessung der

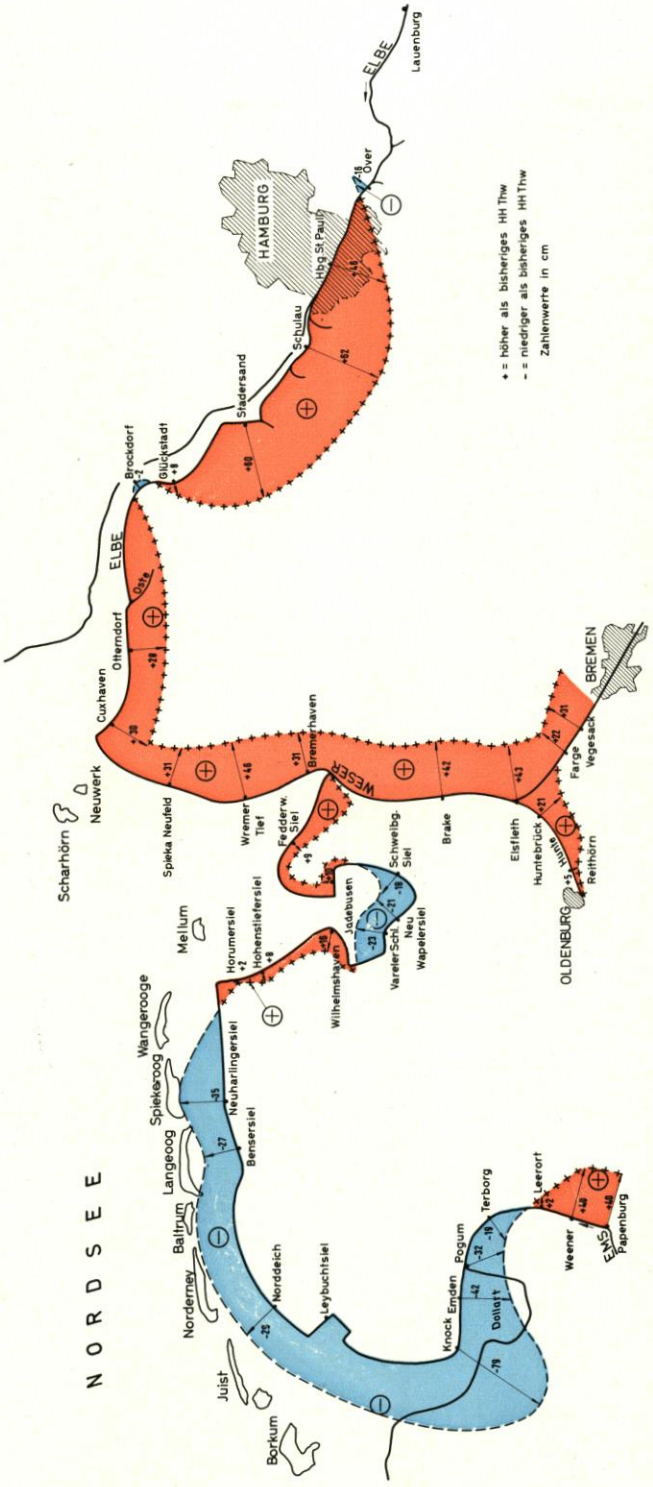


Abb. 4. Vergleich der Tidehochwasserstände vom 16./17. Februar 1962 mit den bisher beobachteten höchsten Tidehochwasserständen (HHThw) an der niedersächsischen Nordseeküste

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Tabelle 1

Pegelort	Eingetretenes Thw am 16./17. 2. 1962 Zeit Std. Min.	Höhe m NN	Vorausberechnetes Thw am 16./17. 2. 1962 Zeit Std. Min.	Höhe m NN	Unterschied zwischen eingetretener und vorausberechneter Zeit Min.	Höhe m
1	2	3	4	5	6: Sp. 2–4	7: Sp. 3–5
Borkum	21.30	+ 3,83	21.15	+ 0,78	+ 15	3,05
Norderney	21.30	+ 4,10	21.57	+ 1,02	— 27	3,08
Emden	22.34	+ 4,76	22.55	+ 1,24	— 21	3,52
Wilhelmshaven	22.40	+ 5,22	23.42	+ 1,56	— 62	3,66
Bremerhaven	22.30	+ 5,35	23.58	+ 1,49	— 88	3,86
Cuxhaven	23.00	+ 4,95	23.33	+ 1,26	— 33	3,69
Hamburg	03.07	+ 5,70	03.46	+ 1,70	— 39	4,00

Deichhöhen bisher maßgebende Sturmflutwasserstand auf Grund der Wasserstandshöhen der Sturmflut vom Februar 1962 geändert werden muß.

Erfahrungsgemäß hängt der Bestand eines Deiches, der einer schweren Sturmflut ausgesetzt ist, von der Querschnittsform, dem Bodenmaterial und besonders von der Höhe der Deichkrone ab. Diese Erfahrung wurde auch durch die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 bestätigt. Bereits nach der Sturmflutkatastrophe vom 1. Februar 1953 in den Niederlanden hatte der Küstenausschuß Nord- und Ostsee eingehende Überlegungen angestellt, wie hoch die Deiche an der deutschen Nordseeküste beim künftigen Ausbau sein müssen, um ein Überströmen und möglichst auch ein länger andauerndes Überschlagen der Wellen zu verhindern. Der Küstenausschuß empfahl seinerzeit, als Ausgangswert für die Höhen der Seedeiche einen Wasserstand zu bestimmen, der sich aus verschiedenen Einzelwerten — einschließlich eines Sicherheitszuschlages — zusammensetzt (maßgebender Sturmflutwasserstand).

Für die Strom- und Flußdeiche an Ems und Weser wurden die zukünftigen Deichhöhen auf andere Weise ermittelt, weil hier mit einer Änderung der zu erwartenden höchsten Wasserstände als Folge bereits geplanter Ausbaumaßnahmen (Bau von Sperrwerken, Fahrwasservertiefungen, Eindeichungen u. a.) zu rechnen war. In diesen Fällen dienten Modellversuche des Franzius-Instituts der Technischen Hochschule Hannover dazu, den für die Deichhöhe maßgebenden Wasserstand festzulegen. Die verheerenden Schäden an den Elbdeichen, besonders im Hamburger Gebiet, durch die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 haben das Land Hamburg veranlaßt, auch für die Elbe Modellversuche über die zukünftig zu erwartenden höchsten Wasserstände auszuführen.

Ein Vergleich der Höchstwasserstände der Sturmflut 1962 mit den höchsten bisher beobachteten Tidehochwasserständen (HHThw) im niedersächsischen Küstengebiet (Abb. 4) ergibt, daß die bisherigen HHThw-Werte westlich von Wangerooge nicht erreicht, nach Osten hin aber in zunehmendem Maße überschritten worden sind, ohne aber die für die Deichhöhen maßgebenden Sturmflutwasserstände zu erreichen. Lediglich in der Elbe oberhalb Wischhafen muß der maßgebende Sturmflutwasserstand neu festgelegt werden.

Der am 16./17. Februar 1962 beobachtete Wellenauflauf hat die bisher bekannten Höchstwerte vielfach überschritten. An ungeschützten Deichabschnitten betrug der aus der Treibselkante abgeleitete Wellenauflauf mehr als 2,0 m, so z. B. am Seedeich nordwestlich von Campen (Ostfriesland) 2,3 m, bei Schillighörn 2,7 m, beim Schweiburger Siel (südöstlicher Jadebusen) 2,5 m, an der Butjadinger Küste bei Waddens 2,5 m, an der Wurster Küste (nördlich Dorumersiel) 2,4 m und bei Cuxhaven 2,5 m.

Die nach dem maßgebenden Sturmflutwasserstand und der Wellenauflaufhöhe bisher erhöhten Deiche haben ausgereicht, um bei dieser schweren Sturmflut ein Überströmen sicher zu verhindern und ein Überschlagen der Wellen soweit zu verringern, daß keine Gefahr für den Bestand der Deiche gegeben war.

Wenn auch dieses Ergebnis günstig ist, soll doch geprüft werden, ob zukünftig mit höheren Sturmflutwasserständen und größerem Wellenauflauf als bei der Februarflut 1962 gerechnet werden muß.

III. Sturmflutschäden, Ursachen und Folgerungen

Das niedersächsische Küstengebiet wird von insgesamt 872 km Hauptdeichen (See-, Strom- und Flußdeichen) geschützt (Abb. 5 und Anl. 1); dazu kommen rund 120 km Vordeiche (Polderdeiche und Sommerdeiche). Als Polderdeiche werden solche Vordeiche bezeichnet, die besiedelte Gebiete umschließen. Sie unterscheiden sich in ihrer Höhe wenig von den Hauptdeichen, d. h. sie kehren ebenfalls sehr hohe Sturmfluten. Die Sommerdeiche dagegen werden wegen ihrer niedrigen Kronenhöhe häufig überflutet. Das von ihnen geschützte Gebiet kann daher nur als Grünland genutzt und nicht besiedelt werden.

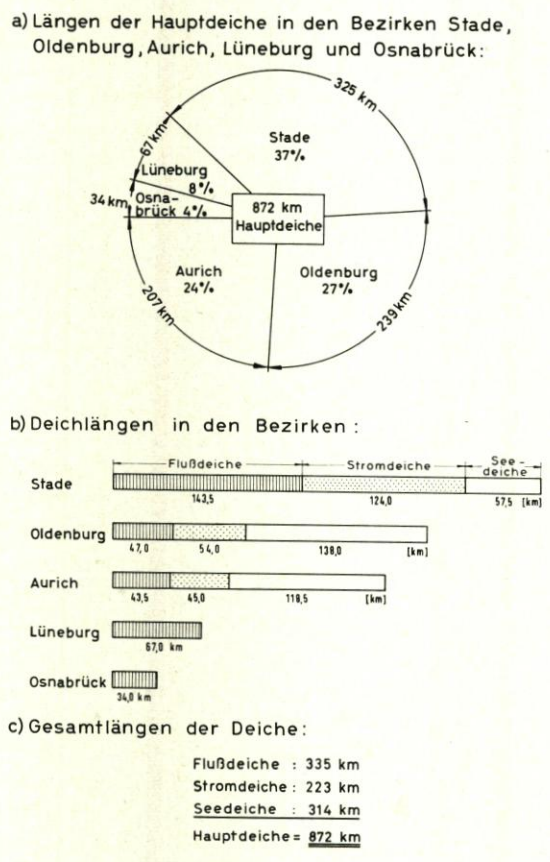


Abb. 5. Hauptdeiche in Niedersachsen

Der Deichschutz im Küstengebiet ist in den vergangenen tausend Jahren allmählich entstanden. Anfangs waren die Deiche noch niedrig und schwach, so daß sie immer wieder schwere Schäden durch Sturmfluten erlitten. Im Laufe der Jahrhunderte mußten sie daher — bis in die heutige Zeit hinein — verstärkt und erhöht werden. Die in den letzten Jahrzehnten gewonnenen Erkenntnisse über die säkulare Höhenverschiebung zwischen Festland und Meeresspiegel führten zu einer Überprüfung der Deichhöhen. Das Ergebnis war, daß die nach früheren Sturmfluten verstärkten Deiche nicht mehr als ausreichend für einen sicheren Deichschutz angesehen werden konnten. In den dreißiger Jahren wurde daraufhin mit der Verstärkung zu schwacher Deichstrecken begonnen. Diese Arbeiten mußten aber während der Kriegs- und Nachkriegsjahre unterbrochen werden. Erst nach der Sturmflutkatastrophe 1953, die das „Niedersächsische Küstenprogramm 1955—1964" mit veranlaßte, wurden die Deicharbeiten verstärkt fortgesetzt. Sie waren noch in voller Ausführung, als die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 hereinbrach und schwere Schäden, besonders an den noch nicht erhöhten und verstärkten Deichen, verursachte.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

1. Art und örtliche Verteilung der Schäden

Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 war, wie im Abschnitt II. dargelegt wurde, besonders dadurch gekennzeichnet, daß der höchste Wasserstand, verbunden mit starker Brandung, hohem Wellenauflauf mit Wellenüberschlag sowie Überströmung, während verhältnismäßig langer Zeit anhielt. Hierdurch entstanden

a) Brandungsausschläge an den Außenböschungen,
b) Rutschungen an den Binnenböschungen durch Wellenüberschlag, Sickerwasser oder Überströmung und
c) Deichbrüche.

Um eine vergleichbare Übersicht über die Schadensgrößen an der gesamten niedersächsischen Hauptdeichlinie zu erhalten, wurden die Schäden unter a) und b) wie folgt unterteilt:
leichte Schäden: Löcher bis etwa 1/4 m³/m Deich (Abb. 6),
mittlere Schäden: Löcher bis etwa 1 m³/m Deich (Abb. 7),
schwere Schäden: Ausschläge oder Rutschungen mit mehr als 1 m³/m Deich (Abb 8).

Von den insgesamt 872 km Hauptdeichen sind rund 66 v.H. unbeschädigt geblieben. Leichte und mittlere Schäden weisen je 13 v.H. und schwere Schäden 8 v.H. der Deichlängen auf. Außerdem sind 61 Deichbrüche entstanden, wodurch etwa 37 000 ha Land überflutet worden sind.

Die Zahl der Schadensstellen wird von der Ems zur Elbe hin größer. In Tabelle 2 ist eingetragen, wie sich die Schäden auf die einzelnen Küstenbezirke verteilen. Die in Kilometer angegebenen Schadensstrecken sind zusammengefaßte Werte.

Tabelle 2

Regierungs-Verwaltungs-Bezirk	Deichlängen	Keine Schäden	Schadensstrecken an Hauptdeichen			Deichbrüche	Überflutete Gebiete
			leichte	mittlere	schwere		
	km	km	km	km	km	Anz.	ha
1	2	3	4	5	6	7	8
Osnabrück	34	24	5	5	—	1	—
Aurich	207	135	30	32	10	—	3 000
Oldenburg	239	162	28	27	22	6	1 000
Stade	325	219	40	39	27	51	26 000
Lüneburg	67	35	11	11	10	3	7 000
Insgesamt	872	575	114	114	69	61	37 000
	100 v.H.	66 v.H.	13 v.H.	13 v.H.	8 v.H.		

2. Deichkörper

Entscheidend für die Entstehung der Schäden waren im allgemeinen unzureichende Deichabmessungen, ungünstige Querschnitte, bauliche Anlagen im und am Deich und der Unterhaltungszustand der Deiche. Erster Ansatzpunkt für Beschädigungen war in der Regel eine ungenügend gepflegte Grasnarbe, während die Ausweitung der Schadensstellen von der Art des Deichbodens abhing. Nachstehend werden die durch die beiden Sturmfluten vom 12. und 16./17. Februar 1962 entstandenen Schäden behandelt sowie die Ursachen und notwendigen Folgerungen untersucht.

Außenböschung: Die leichten Schäden waren häufig über die gesamte Außenböschung verteilt, während die mittleren und schweren Schäden hauptsächlich in Höhe des höchsten Tidehochwasserstandes lagen.

Abb. 6.
Leichter Schaden in der Außenböschung

Aufn. Wasserwirtschaftsamt Aurich, Außenstelle Leer

Abb. 7.
Mittlerer Schaden in der Außenböschung

Aufn. Wasserwirtschaftsamt Aurich

Abb. 8.
Schwerer Schaden in der Außenböschung

Aufn. Wasserwirtschaftsamt Aurich

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Als Angriffspunkt für die Brandung haben sich neben einer schlechten Grasnarbe ausgeprägte Wechsel der Böschungsneigungen erwiesen. Vor allem traten Schäden bei scharfen Neigungswechseln an Deichrampen auf (Abb. 9), besonders wenn diese in den Deichkörper eingeschnitten sind.

Starke Beschädigungen der Außenböschung sind nicht selten durch Treibgut aller Art, wie Baumstämme, Rammpfähle, Kabelrollen, Kisten sowie Klappen von Trockenschuppen der Ziegeleien hervorgerufen worden. Auch gegen den Deich getriebene Schiffe, z. B. aus den außendeichs liegenden Sielhäfen, haben verschiedentlich große Ausschläge im Deich verursacht. Endlich haben die mannigfaltigen Anlagen auf der Außenböschung (Schuppen, Strandhallen, Treppen u. a.) und die Einbauten (Weidezäune, Überwegungen u. a.) häufig Deichschäden bewirkt.

Deichkrone: Die Hauptursachen der Schäden auf den Deichkronen waren Fahrspuren und Trampelpfade. Solche Schadensstellen werden bei Wellenangriff und Strömung schnell ausgeweitet und können den Bestand des Deiches gefährden. Weitere Gefahrenquellen waren die durch Überfahrten erzeugten Dellen in der Deichkrone, besonders wenn sie unbefestigt und zudem ohne Grasnarbe sind. Eine ähnliche Wirkung hatten die mancherorts aufgestellten Sitzbänke und die vielen Weidezäune, die quer über den Deich laufen.

Binnenböschung: Die niedersächsischen Deiche haben allgemein Binnenböschungen mit Neigungen 1 : 2 und steiler, in Einzelfällen bis 1 : 0,5. Das über derartig steile Böschungen strömende Wasser reißt die Grasnarbe auf und wäscht dann den Deichboden aus. Unterstützt wird dieser Vorgang durch bei nasser Witterung entstandene Trittschäden des Weideviehes, durch Trockenrißbildung und durch Wühlgänge von Maulwürfen, Feldmäusen, Bisamratten, Kaninchen und Füchsen. In einen so beschädigten Deichkörper kann das Wasser leicht eindringen und den Deichboden durchweichen, so daß die Böschung ihre Standfestigkeit verliert und abrutscht. Zahlreiche Deichbrüche sind bei der Februarflut hierdurch vorbereitet worden.

Eine weitere Gefährdung der Binnenböschung bedeutet die in einigen Gebieten übliche Bepflanzung mit Obstbäumen (Abb. 10). Bei Sturm werden die Bäume stark gerüttelt, dadurch wird der Deichboden gelockert. Wenn die Bäume durch den Sturm umgeweht werden, reißen die Wurzeln große Erdklumpen aus dem Deichkörper heraus. Ähnlich wirken auch Masten im Deich.

Dränrohre im Fuß der Binnenböschung hatten ebenfalls Deichschäden verursacht. Wenn sich die Rohre im Laufe der Zeit verstopfen, entsteht eine Durchfeuchtung des Deichfußes, die, wie der Deichbruch bei St. Jürgensfeld zeigt, zu einer Zerstörung des Deiches führen kann.

Außenberme und Steinbank: Außenbermen und Steinbänke sind bei der Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 größtenteils unbeschädigt geblieben, weil sie zur Zeit der stärksten Brandung bei Tidehochwasser unter einem schützenden Wasserpolster lagen. Soweit Schäden aufgetreten waren, sind sie schon bei der vorhergehenden niedrigeren Sturmflut am 12. Februar 1962 entstanden, bei welcher der Brandungsschlag auf die Außenbermen und Steinbänke erheblich stärker war. Da die Schadensstellen bis zum 16. Februar nicht abgesichert werden konnten, wurden sie durch die nachfolgende sehr schwere Sturmflut an einigen Stellen noch erheblich ausgeweitet.

An mehreren Deichstrecken konnte festgestellt werden, daß die Höhe der Außenberme (wie auch Breite und Höhe des Vorlandes, vgl. III. 5 und Abb. 22) einen wesentlichen Einfluß auf die Größe des Wellenauflaufes am Deich hat. So ist an zwei benachbarten Uferstrecken bei Mundahn ein erheblicher Unterschied im Wellenauflauf beobachtet worden, bedingt durch die verschiedene Höhenlage der Berme. Bei der auf 1,85 m über dem mittleren Tidehochwasser liegenden Berme war der Wellenauflauf um 1 m geringer als bei der rund 1 m über MThw liegenden benachbarten Berme (Abb. 11).

Die schweren Steinbänke aus Naturstein mit Beton- oder Asphaltverguß hatten nur in ihrem oberen Teil vereinzelt Schäden, die sich erst entwickeln konnten, als die rückwärtige

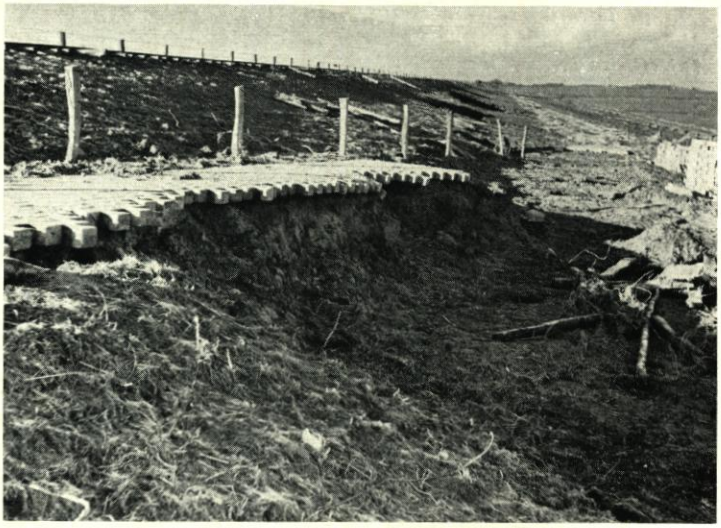


Abb. 9.
Zerstörte Deichrampe an der Außenböschung eines Seedeiches ostwärts Neuharlingersiel in Ostfriesland

Aufn. Wasserwirtschaftsamt Aurich

Abb. 10.
Obstbäume auf der Binnenböschung eines Elbdeiches im Alten Land

Aufn. Forschungsstelle Norderney

Abb. 11.
Verschieden hohe Treibselgrenze am Deich infolge unterschiedlicher Höhe der Außenberme am Deich an der Jade nördlich Eckwarderhörne

Aufn. Forschungsstelle Norderney

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Berme ausgespült war. Dagegen waren an den leichten Ziegelsteinbänken erhebliche Schäden entstanden, vor allem am Seedeich der Niederemsischen Deichacht an der Außenems (Abb. 12) und bei Mundahn nördlich Eckwarderhörne an der Außenjade.

Steinbänke mit oberer Abschlußwand haben den Brandungsschlag ohne nennenswerte Beschädigungen überstanden, sofern die anschließende Berme unbeschädigt blieb. War sie jedoch wegen schlechter Grasnarbe oder mangelnder Entwässerung stark durchfeuchtet und aufgeweicht, konnte der Boden ausgespült werden. Damit verlor die Abschlußwand ihr Widerlager (Abb. 13) und war der weiteren Zerstörung ausgesetzt. Steinbänke ohne oberen Abschluß waren stärker gefährdet und wurden vielfach erheblich beschädigt.

Folgerungen: Um Brandungsschäden an den Außenböschungen der Deiche weitgehend zu verhindern, sollten diese möglichst flach geneigt sein und keine scharfen Knicklinien aufweisen. Diese Forderung kann in der Regel aber nur bei Neubauten erfüllt werden. An bestehenden Deichen sind scharfe Neigungsübergänge auszurunden. Das gilt besonders für die Seitenböschungen der Überfahrten.

Materialien und Gegenstände, die aufschwimmen können, dürfen im Vorland nur gelagert werden, wenn sie gegen Vertreiben gesichert sind. In Sielhäfen sind die Schiffsliegeplätze so auszurüsten (Reibepfähle), daß die Schiffe auch bei höchstem Wasserstand sicher vertäut werden können. Wenn notwendig, sind die Deichböschungen im Bereich der Sielhäfen zusätzlich zu befestigen.

Unbefestigte Deichkronen sind zwecks guter Entwässerung gewölbt auszubilden. Um Fahrspuren zu vermeiden, dürfen sie nicht mit Fahrzeugen befahren werden. Dellen in der Deichkrone und Trampelpfade an den Böschungen sollten wegen ihrer großen Gefahr für den Bestand der Deiche unverzüglich beseitigt werden.

Die Binnenböschung eines Hauptdeiches sollte grundsätzlich nicht steiler als 1 : 3 angelegt werden. Läßt sich diese Neigung wegen der örtlichen Verhältnisse nicht herstellen, dann ist die Deichkrone so hoch zu legen, daß Wellen nicht überschlagen können.

Wühltiere im Deich sollten künftig wirksamer bekämpft werden. Die Voraussetzung hierfür ist durch Erlaubnis zur Verwendung von Giftstoffen an Deichen gegeben.

Grundsätzlich gehören Bäume und Masten nicht an den Deich. Abgängige Bäume sollten nicht ersetzt werden, damit die Deiche im Laufe der Zeit frei von Bäumen werden.

Wird der binnenseitige Deichfuß durch Dränrohre entwässert, muß sorfältig beobachtet werden, ob die Rohre stets offen sind. Bei Verstopfungen besteht die Gefahr der Durchweichung des Böschungsfußes.

Die Außenberme scharliegender Deiche sollte etwa 2 m über mittlerem Tidehochwasser angelegt werden und zur guten Entwässerung, besonders am Deckwerk, ein ausreichendes Gefälle (mindestens 1 : 15) erhalten. Außerdem muß das Deckwerk so ausgebildet werden, daß das Sickerwasser ausreichend abfließen kann.

Es hat sich wiederum bestätigt, daß Ziegelsteinbänke an stark beanspruchten Deichstrecken zu leicht sind, um dem Wellenangriff standzuhalten. Schwere Steinbänke müssen rauh und schluckfähig angelegt werden, damit sie den Wellenauflauf auf die oberhalb liegende Deichberme bremsen.

3. Grasnarbe, Deichboden, Deichuntergrund

Grasnarbe: Ausgangspunkt für Ausschläge und Rutschungen an den Deichen war sehr oft eine beschädigte oder schlecht unterhaltene Grasnarbe.

Die Grasnarbe seitlich von Treppen war vielfach dadurch beschädigt, daß sie zertreten oder zur Sauberhaltung sogar herausgestochen wurde. Das über den Deich kommende Wasser

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Abb. 12.
Stark beschädigte Ziegelsteinbank vor dem Hauptdeich an der Außenems

Aufn. Wasserwirtschaftsamt Aurich

Abb. 13.
Zerstörte Außenberme am Deckwerk des Hauptdeiches an der Jade nördlich Eckwarderhörne

Aufn. Forschungsstelle Norderney

Abb. 14.
Ausschlag in der Deichböschung mit freigelegten Wühlgängen

Aufn. Forschungsstelle Norderney

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

findet hier, wie auch unter den Holztreppen auf der Binnenböschung, kaum Widerstand und spült den Boden aus. Dort, wo Häuser am Deich stehen, sind außer den Treppen noch Trampelpfade vorhanden, auf denen die Grasnarbe zerstört ist.

Auffallend an vielen Deichstrecken waren die Beschädigungen der Grasnarbe durch einen starken Befall von Wühlmäusen, Maulwürfen (Abb. 14) und anderen tierischen sowie pflanzlichen Schädlingen. In den Löchern und Wühlgängen konnte der Wasserangriff wirksam werden und diese zu größeren Schadensstellen ausweiten.

Der Nachteil der Obstbäume auf den Böschungen liegt nicht nur in der Durchwurzelung des Deichkörpers (Abb. 15), sondern auch in den Auswirkungen auf die Grasnarbe. Die Obstbäume werden jährlich mehrmals gegen Schädlinge gespritzt. Dadurch wird das unter den Bäumen ohnehin spärlich wachsende Gras im Geschmack verdorben und von den Tieren ungern gefressen. Hinzu kommt, daß der Graswuchs durch Trittschäden um die Stämme herum stark beschädigt wird.

Schwere Schäden können nachträglich auch noch Treibselwälle verursachen, die diese Sturmflut in ungewöhnlich großen Mengen gebracht hat, z. B. an einigen Weserdeichen mit 5 bis 10 m^3/m Deichlänge (Abb. 16). Wenn das Treibsel nicht schnell genug entfernt wird, besteht die Gefahr, daß die darunter liegende Grasnarbe erstickt und sich Ungeziefer (Mäuse u. a.) ansiedelt.

An den erst im Vorjahre verstärkten Deichstrecken sind die noch nicht fest angewachsenen Soden herausgeschlagen, die vorjährige Ansaat ist zerstört und der Boden ausgewaschen worden.

Deichboden: Der bei den Deichverstärkungen der letzten Jahre neu eingebaute Boden war noch nicht widerstandsfähig genug gegen Auswaschung durch Wellen (Abb. 17). Der Deichboden erhält erst im Laufe der Jahre die notwendige Festigkeit. Dagegen sind sehr alte, aus schwerem Kleiboden bestehende Deiche bei der Februarflut nicht beschädigt worden, obwohl sie ohne Vorlandschutz der stärksten Brandung ausgesetzt waren (Deichstrecke von Norddeich bis Utlandshörn in Ostfriesland).

An Bruchstellen alter Deiche war zu erkennen, daß der Kleiboden im Laufe der Zeit eine krümelige Struktur angenommen hat; er ist von einer Unzahl feiner Risse und Spalten durchzogen, die in der Hauptsache durch Austrocknung, vielleicht auch durch Pflanzen oder Tiere verursacht worden sind (Abb. 18).

Ein fetter Deichboden besitzt die Eigenschaft, daß er beim Austrocknen schwindet. Dabei

Abb. 15.
Bruch eines Deiches im Alten Land. Der mit Bäumen bestandene Deich ist stark durchwurzelt

Aufn. Jebramek, Stade

können sich im Deichkörper mehr als 2 m tiefe Trockenrisse bilden, die bei Wellenüberlauf die Ausbildung von Rutschflächen an den Binnenböschungen begünstigen.

Je sandiger der Deichboden ist, um so schneller kann er vom Wasser durchweicht werden. Zahlreiche Deichbrüche während der Februarflut sind an Strecken mit stark sandigem Material entstanden. Solche Deiche sind bei hohen Außenwasserständen auch durch Drängewasser gefährdet; z. B. trat Drängewasser an einem Elbdeich so stark auf, daß in dem hinter dem Deich liegenden Brack der Wasserspiegel sichtbar anstieg.

Deichuntergrund: Eine weitere Ursache der Deichbrüche war ein weicher, nicht genügend tragfähiger Untergrund, wie er an allen Tidenebenflüssen (z. B. Este, Oste, Geeste, Hunte, Lesum, Leda) durchweg vorkommt. Entweder hat ein derartiger Untergrund die Herstellung einer ausreichenden Deichhöhe nicht zugelassen, oder er konnte den seitlichen Druck auf den Deichkörper nicht aufnehmen.

Folgerungen: Auf die Pflege der Grasnarbe sollte zukünftig noch mehr Wert als bisher gelegt werden. Alle Schäden sind unverzüglich zu beseitigen. Die Grasnarbe ist kurz zu halten und sollte möglichst durch Schafe und Jungvieh beweidet werden. Hierdurch wird eine dichte und feste Grasnarbe erreicht, der Boden verfestigt und die Mäuseplage wirksam bekämpft.

Abb. 16.
Räumen der ungewöhnlich großen Treibselmenge mit Hilfe einer Planierraupe am östlichen Weserdeich bei Aschwarden

Aufn. Niedersächsische Landesstelle für die Gewässerkunde Hannover

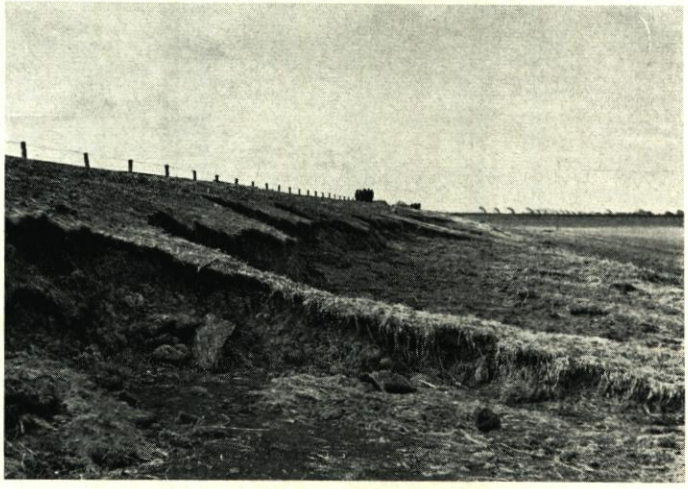


Abb. 17.
Auswaschung noch nicht verfestigten Deichbodens an der Außenböschung des im Jahre 1961 verstärkten Seedeiches ostwärts Neuharlingersiel in Ostfriesland

Aufn. Wasserwirtschaftsamt Aurich

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Dagegen darf der Deich in der nassen Jahreszeit und nach starken Niederschlägen auch von Schafen nicht beweidet werden, weil der Boden dann zu weich ist und durch Viehtritt beschädigt würde. Pferde, Schweine, Gänse und Hühner sind grundsätzlich vom Deich fernzuhalten.

Diese Forderungen, die auch in früheren Deichordnungen enthalten sind, beruhen auf alten Erfahrungen. Die Notwendigkeit, sie mehr zu beachten als bisher, hat die Februarsturmflut bewiesen. Es wären viele schwerwiegende Schäden verhindert worden, wenn die Grasnarbe mancher Deiche besser gepflegt gewesen wäre. Auch zukünftig muß durch scharfe Bestimmungen die ordnungsgemäße Pflege der Grasnarbe sichergestellt werden. Dabei müssen alle Gewohnheits- oder sonstigen Rechte, die dieser Pflege entgegenstehen, aufgehoben oder beseitigt werden.

Auf der Binnenböschung der Deiche kann eine gute und feste Grasnarbe erreicht werden, wenn die Neigung nicht steiler als 1 : 3 ist. Steilere Böschungen lassen erfahrungsgemäß eine ausreichende Pflege der Grasnarbe nicht zu.

Die Februarflut 1962 hat verursacht, daß an der gesamten niedersächsischen Küste Deiche verstärkt, erhöht oder neugelegt werden müssen. Der hierfür vorgesehene Boden muß auf seine Eignung geprüft werden. Ist ein guter Deichboden mit wirtschaftlich vertretbaren Mitteln nicht zu beschaffen, dann müssen Abmessungen und Bauweise des Deiches entsprechend gewählt werden.

Ferner ist bei allen Deicharbeiten der Untergrund auf seine Tragfähigkeit zu untersuchen, damit starken Setzungen oder gar Grundbrüchen durch entsprechende Maßnahmen vorgebeugt werden kann.

An den nicht abgesperrten Nebenflüssen der Tideströme ist der Untergrund erfahrungsgemäß allgemein so schlecht, daß er eine Erhöhung der Deiche nach dem maßgebenden Sturmflutwasserstand zuzüglich Wellenauflauf nicht mehr zuläßt. Es ist daher zu untersuchen, ob diese Nebenflüsse gegen Sturmfluten gesperrt werden können.

4. Anlagen im und am Deich

Die Anlagen im und am Deich (Häuser, Rampen, Treppen, Weidezäune, Masten u. a.), deren Zahl im Laufe der Zeit ständig zugenommen hat, sind in vielen Fällen Ursache von schweren Deichschäden gewesen. Besonders gefahrbringend waren Häuser unmittelbar im oder am Deich. Sie verursachen, wenn sie im Deichquerschnitt stehen, eine Schwächung des Deichkörpers verbunden mit einer sehr steilen Neigung der Binnenböschung (häufig 1 : 1 oder noch steiler), die bei der Februarsturmflut an mehreren Stellen zu Rutschungen und zu Deichbrüchen geführt hat. Auch bringt die Nähe der Häuser unmittelbar am Deich zwangsläufig eine zusätzliche Beanspruchung des Deichkörpers durch die Hausbewohner mit sich, indem Überwegungen, Trampelpfade, Treppen, Zäune, Bänke u. a. angelegt oder aufgestellt werden, die zu mehr oder weniger starken Schäden beim Überschwappen der Wellen führen können. Hervorzuheben ist ferner die Schattenwirkung der Häuser, welche die Entwicklung einer guten und dichten Grasnarbe verhindert, so daß für die steile Böschung kein ausreichender Schutz mehr besteht. Hieraus erklären sich die Böschungsschäden, die bei fast allen hinter dem Deich stehenden Häusern aufgetreten sind (Abb. 19). Besonders die Weidezäune haben die Entstehung von Trampelpfaden gefördert, aus denen sich häufig schwere Deichschäden entwickelten (Abb. 20).

Vereinzelt sind auch Schäden durch Deichscharten entstanden, wenn sie nicht dicht genug verschlossen waren. Die Abbildung 21 zeigt die Auswaschung eines Weges an einer solchen Durchfahrt.

Folgerungen: Jede bauliche Anlage im und am Deich ist grundsätzlich als ein Fremdkörper anzusehen, der den Deich schwächt oder gefährdet. Um die Deichsicherheit nicht weiterhin durch solche Fremdkörper herabzusetzen, muß die Voraussetzung für eine fühlbare Beschränkung

Abb. 18.
Rissige und krümelige Struktur des Bodens im Kern eines alten Deiches an einer Bruchstelle

Aufn. Forschungsstelle Norderney

Abb. 19.
Starke Schäden an der steilen Binnenböschung bei einem im Deichprofil stehenden Haus

Aufn. Niedersächsische Landesstelle für Gewässerkunde Hannover

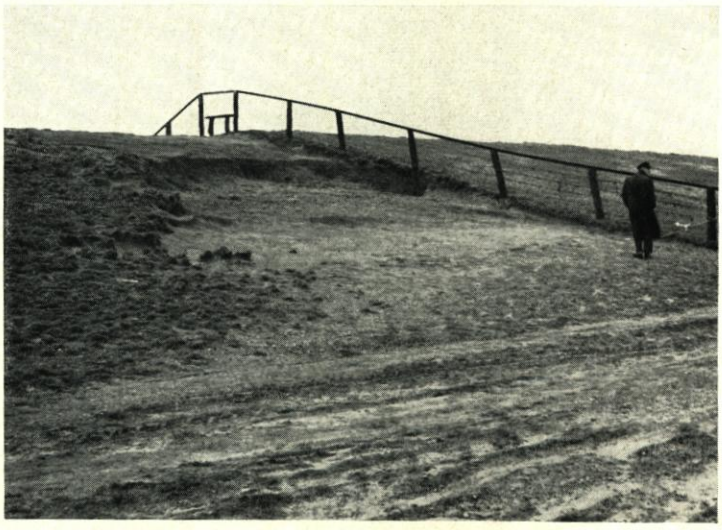


Abb. 20.
Durch Weidezaun und Viehtritt verursachter Schaden an der Außenböschung eines Polderdeiches in Ostfriesland

Aufn. Forschungsstelle Norderney

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

ihrer Zahl durch deichgesetzliche Bestimmungen geregelt werden. Es ist zu prüfen, welche Anlagen im Interesse der Deichsicherheit sofort zu beseitigen oder welche Auflagen zu machen sind, wenn die Anlagen aus stichhaltigen Gründen beibehalten werden müssen. In diesen Fällen ist durch eine zweckmäßige Bauweise die Gefahr, welche die Anlagen für den Deich darstellen, zu vermindern.

Abb. 21. Ausspülung des Weges an der Binnenseite einer Durchfahrt (Deichgat) infolge undichten Dammbalkenverschlusses

Aufn. Wasserwirtschaftsamt Aurich, Außenstelle Leer

5. Vorland, Vordeiche

Vorland: Das vor den Hauptdeichen liegende Vorland hat bei den Februarsturmfluten seinen großen Wert für die Deichsicherheit bestätigt. Dies gilt sowohl für die Landgewinnungsfelder wie auch für das unbedeichte und bedeichte Vorland. Bei der Sturmflut vom 12. Februar sind Schäden an Deichbermen und Deckwerken verhindert worden, so daß diese unbeschädigten Sicherungswerke der Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 mit ihren schnell ansteigenden Wasserständen widerstehen konnten. Dagegen haben die Sicherungswerke vor Deichstrecken ohne Vorland bei der Sturmflut vom 12. Februar 1962 stellenweise Schäden erlitten, die von derjenigen am 16./17. Februar 1962 ausgeweitet wurden.

Die Wirkung des Vorlandes auf den Wellenauflauf hat sich an der unterschiedlichen Höhenlage der Treibselgrenze an zahlreichen Deichstrecken deutlich gezeigt. Als Beispiel hierfür soll der Störtebekerdeich in der Leybucht (Ostfriesland) angeführt werden. Dieser Deich verläuft auf rund 4 km Länge von Nordost nach Südwest, so daß zur Tidehochwasserzeit der Wind senkrecht zum Deich stand. Die eingemessene Treibselgrenze lag an Deichstrecken ohne Vorland rund 1 m höher auf der Deichböschung als an Strecken mit Vorland, wobei auch die Höhe des Vorlandes einen beachtlichen Einfluß auf den Wellenauflauf erkennen läßt. Dieser Zusammenhang zwischen Vorlandbreite, Wellenauflauf und Vorlandhöhe ist in Abbildung 22 besonders dargestellt.

Daß die Höhe des Vorlandes ausschlaggebend für den Schutz des Hauptdeiches ist, hat z. B. die hohe Aufspülung an der Knock (Außenems) gezeigt. Hier sind am Deich keine Schäden aufgetreten. Nachteilig kann sich aber eine hohe Aufspülung dahin auswirken, daß die Grundwasserstände im Vorland und damit die Sickerlinien im Deich angehoben werden, so daß die Standfestigkeit des Deiches beeinträchtigt wird.

Ähnlich wie eine hohe Vorlandaufspülung wirkt auf den Wellenauflauf ein sommerbedeichtes Vorland, wie die hinter Vordeichen liegenden ostfriesischen Deichstrecken und der Hauptdeich in Nordkehdingen bezeugen (Anl. 2 und 4).

Andererseits waren bei einem künstlich vertieften Vorland (Bodenentnahmestellen in Deichnähe) schwere Schäden an der Deichböschung entstanden, die auf den durch Abgrabung verursachten verstärkten Wellenangriff zurückzuführen sind.

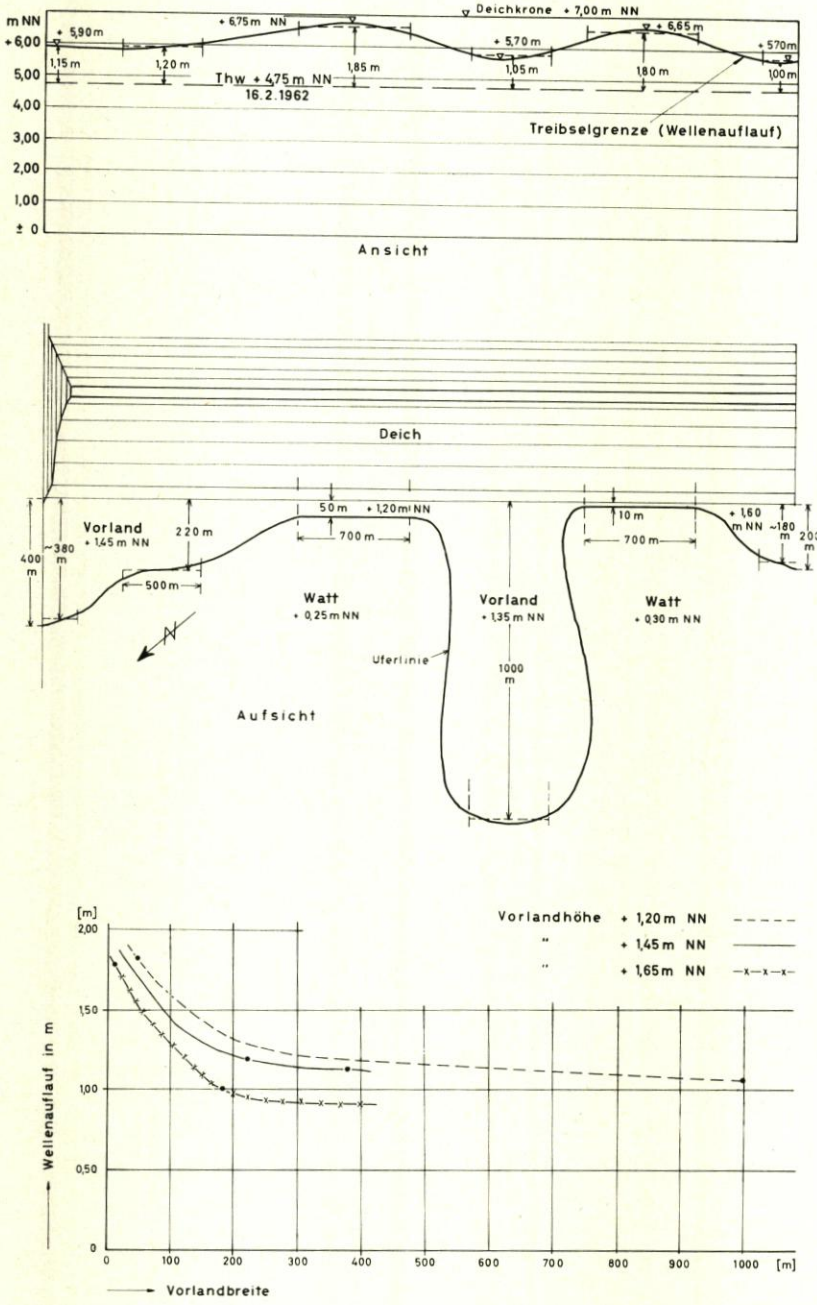


Abb. 22. Zusammenhang zwischen Wellenauflauf und Vorlandbreite und -höhe am Störtebekerdeich an der Leybucht in Ostfriesland

An den Wattbuhnen und Lahnungen der Landgewinnungswerke sind keine Schäden festgestellt worden, die über das regelmäßig während des Winters wiederkehrende Maß hinausgehen. Ebenfalls haben Uferdeckwerke am Vorland keine stärkeren Schäden erlitten.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Vordeiche: Die schweren Schäden an den Sommerdeichen sind hauptsächlich auf deren schlechte Unterhaltung zurückzuführen (Abb. 23), während die Polderdeiche mit ihren steilen Binnenböschungen durch das überlaufende Wasser zerstört worden sind. Die Schäden an den Polderdeichen entsprechen somit in ihrer Art denen an den Hauptdeichen.

Folgerungen: Nach allen bisherigen Erkenntnissen bietet ein begrüntes, etwa 150 m breites Vorland einen dauerhaften und guten Schutz für den Hauptdeich.

Der große Wert eines guten Deichvorlandes ist an den Auswirkungen der Februarfluten auch dadurch sichtbar geworden, daß die für die Beseitigung der umfangreichen Deichschäden notwendigen Mengen an Kleiboden und Grassoden sofort verfügbar waren.

Aus diesen Gründen sollten die Landgewinnungsarbeiten vor Schardeichen künftig verstärkt werden.

Sommerdeiche sind mit flachen Böschungsneigungen überströmungssicher herzustellen. Die Entwässerungssiele in den Vordeichen sollten einen so großen Durchflußquerschnitt erhalten, daß die Polder nach einer Überflutung möglichst schnell wieder entwässert werden können.

6. Wege für die Deichverteidigung

Das Wegenetz für die Deichverteidigung ist gegenwärtig unvollständig und zudem baulich unzureichend. Daher konnten bei der Februarflut die Einsatzkräfte und das Deichsicherungsmaterial nur unter großen Schwierigkeiten an die Gefahrenstellen gebracht werden. Dasselbe traf auch für die sofortige Absicherung der Schäden nach der Sturmflut zu, um deren Ausweitung bei den nachfolgenden, in der Regel noch hohen Tidewasserständen zu verhindern.

Die nahe an der Binnenseite der Deiche liegenden Deichlängswege sind an zahlreichen Stellen beim Abrutschen der Binnenböschung oder durch umgestürzte Bäume blockiert worden, so daß sie geräumt werden mußten, bevor die Verteidigungs- und Sicherungsarbeiten beginnen konnten (Abb. 24). An Bruchstellen wurden die Deichlängswege unterbrochen und oft tief ausgekolkt.

Deichlängswege und -zuwege hatten vielfach eine für den schweren Transport unzureichende Befestigung und wurden sehr schnell unbefahrbar. In vielen Fällen waren die Wege auch zu schmal, so daß die Fahrzeuge, besonders wenn die Wege verschlammten, von der Fahrbahn abrutschten und sie versperrten.

An einigen gefährdeten Deichstrecken mußten während der Sturmflut Hunderte von Arbeitskräften die Sandsäcke über aufgeweichte Äcker oder auf der Deichkrone kilometerweit tragen. Später wurden hierfür Hubschrauber eingesetzt, die den Transport außerordentlich verteuerten. An anderen Deichstrecken wurden die unbefestigten und aufgeweichten Deichbermen und auch Deichkronen mit Lastwagen befahren, wodurch zusätzlich schwere Schäden entstanden sind.

Folgerungen: Die Erfahrungen aus der Februarsturmflut fordern dringend die Fertigstellung eines ausreichenden Wegenetzes für die Deichverteidigung, und zwar sowohl Deichzuwege als auch Deichlängswege.

Die Deichzuwege und -längswege müssen so angeordnet und befestigt werden, daß ein Ringverkehr mit schweren Lastwagen möglich ist.

Die Deichzuwege sollten in Abständen von 2 bis 4 km angelegt werden.

Deichlängswege an einer Binnenböschung steiler als 1:3 müssen mindestens 5 m vom Deichfuß entfernt liegen, damit sie bei Böschungsrutschungen nicht zugeschüttet werden. Außerdem muß verhindert werden, daß das bei Sturmfluten auftretende Drängewasser den Weg durchweicht.

Die Breite der befestigten Fahrbahn sollte wegen der außerordentlich schwierigen Wetter-

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

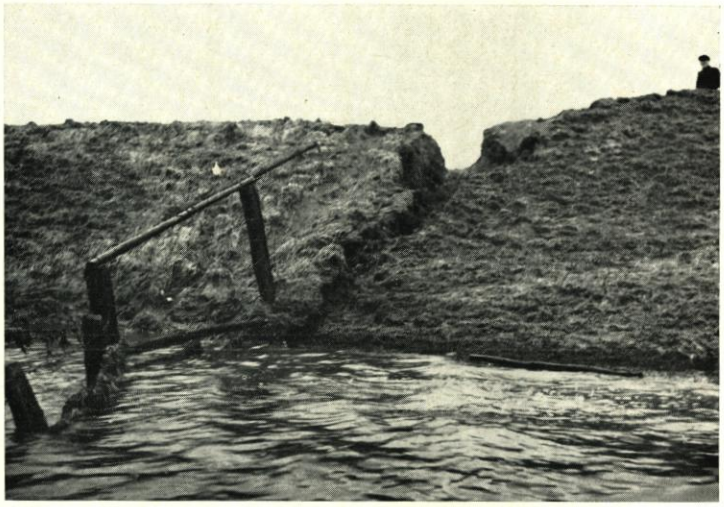


Abb. 23.
Trampelpfad an einem Weidezaun als Ursache eines schweren Schadens im Sommerdeich. Der Sommerpolder ist noch überschwemmt

Aufn. Bauamt für Küstenschutz und Landgewinnung Norden

Abb. 24.
Deichlängsweg durch Abrutschung der Binnenböschung verschüttet, z. Z. der Aufnahme bereits wieder geräumt

Aufn. Niedersächsische Landesstelle für Gewässerkunde Hannover

Abb. 25.
Durch Treibsel in Höhe des Sturmflutwasserstandes verfilzte Bäume auf dem Krautsand/Elbe

Aufn. Niedersächsische Landesstelle für Gewässerkunde Hannover

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

und Bodenverhältnisse (Kleiboden) nicht geringer als 3 m sein. Ausweichstellen und Entladeplätze müssen in ausreichender Zahl vorgesehen werden. Wenn irgendwie erreichbar, sollte die Fahrbahn zweispurig ausgebaut werden.

Die Deichwege müssen geschlossene Decken erhalten, die Wasserangriffen (Überschlagwasser, Drängewasser) widerstehen können. Diese Decken sind geeigneter als Pflaster.

7. Überschwemmungen, zweite Deichlinie

Die Deichbrüche bei der Februarflut haben zu ausgedehnten Überschwemmungen geführt. Insgesamt wurden rund 37 000 ha bewohnte Gebiete hinter Hauptdeichen überflutet (Tab. 2 und Anl. 2). Außerdem sind vor den Hauptdeichen rund 1000 ha bewohnte Polderflächen unter Wasser gekommen. In den kleinflächigen Poldern stieg das Wasser beim Bruch des Deiches so schnell an, daß die Evakuierung oder Rettung der Bewohner und der Tiere erschwert oder sogar unmöglich wurde.

Die Überschwemmungen haben teilweise erhebliche Schäden verursacht. So sind außer Beschädigungen von Häusern und Straßen die überschwemmten Flächen zum Teil durch Seewasser versalzt worden, und teilweise wurde die Wintersaat vernichtet. Außerdem fiel die Wasser- und Stromversorgung aus, so daß einige Schöpfwerke nicht arbeiten konnten. Ferner sind die Entwässerungsgräben verschlammt und weite Flächen mit Sand überdeckt worden. In den Obstbaugebieten des Alten Landes waren die Baumkronen mit Treibsel verfilzt (Abb. 25). Bei einigen Deichbrüchen entstanden etwa 15 m tiefe Kolke, aus denen Sand und große Moorschollen über die angrenzenden Felder gespült wurden.

Die Überschwemmungsdauer ist nach dieser Sturmflut verhältnismäßig kurz gewesen. In einigen Gebieten fingen die Binnengewässer das Überflutungswasser auf und verteilten es binnenwärts. Andererseits brachten die bald nach der Sturmflut einsetzenden Ostwinde besonders tiefe Tideniedrigwasserstände und damit lange Sielzugzeiten, so daß große Wassermengen schnell abgeführt werden konnten. Allerdings haben die hierbei aufgetretenen großen Strömungsgeschwindigkeiten weitere Schäden an den Marschgräben und Sielaußentiefs verursacht.

An der niedersächsischen Küste ist eine zweite Deichlinie, die das Überschwemmungsgebiet bei einem Bruch des Hauptdeiches einschränken soll, bisher nicht vorhanden. In einigen Fällen haben jedoch die Achterdeiche wie eine zweite Deichlinie gewirkt und die Überschwemmungen eingedämmt, obwohl diese Deiche eine andere Aufgabe haben und zwar, das von den benachbarten hochliegenden Gebieten (Moor, Geest) kommende Wasser von den bedeichten Flächen fernzuhalten.

Folgerungen: In besonders tiefliegenden Gebieten hinter stark beanspruchten Hauptdeichen sollte eine zweite Deichlinie eingerichtet werden, um die Überschwemmung bei einem Bruch des Deiches möglichst einzuschränken. Der Abstand zwischen Hauptdeichlinie und zweiter Deichlinie darf nicht geringer als 3 bis 5 km sein. Anderenfalls würde bei einem Deichbruch das Wasser im Polder so schnell steigen, daß die Bewohner keine Zeit mehr hätten, sich und ihr Vieh in Sicherheit zu bringen.

Achterdeiche sollten, wenn sie die Aufgabe einer zweiten Deichlinie erfüllen können, für diesen Zweck hergerichtet und erhalten werden.

Um den bei einer Überschwemmung besonders notwendigen Betrieb der Schöpfwerke am Deich sicherzustellen, sollte geprüft werden, ob die Stromzuführung jederzeit, auch bei zweiseitiger Einspeisung, gewährleistet ist, oder ob im Schöpfwerk zusätzlich ein Notstromaggregat aufgestellt werden muß.

8. Einzeldarstellung großer Schadensstellen

Nachstehend werden Art, Ursache und Umfang einiger größerer Schadensstellen beschrieben.

Flußdeich bei Papenburg an der Ems (Anl. 2)

Der aus sandigem Boden bestehende Hauptdeich an der Zufahrt zur Papenburger Seeschleuse, dessen Erhöhung und Verstärkung zusammen mit anderen wasserwirtschaftlichen Arbeiten bevorstand, war in einer Länge von 60 m gebrochen. Der Deichkörper wurde zerstört, nachdem das Vorland überflutet war und damit die Streichlänge des Windes zunahm, so daß die Wellen höher wurden und über den Deich schlugen. Das Deckwerk am Deichfuß blieb jedoch unbeschädigt, so daß ein tiefer Kolk nicht entstehen konnte. Die Deichlücke konnte bereits nach drei Tiden wieder geschlossen werden. Die Überschwemmung dehnte sich über das Dorf Völlen nach Norden aus. Hierdurch wurden etwa 3000 ha, darunter Gärtnerei-Siedlungen (Abb. 26), überflutet.

Seedeich bei Pogum (Anl. 2)

Am Übergang vom Dollart zur Ems lag der Seedeich bei Pogum im schwersten Wellenangriff. Die Brandung riß den Bewuchs von der durch Klinkerpflasterung gesicherten Böschung ab und zerstörte das Pflaster weitgehend. Der Wellenüberlauf verursachte an der steilen, 1 : 1,5 bis 1 : 1 geneigten Binnenböschung Rutschungen, durch die an einigen Stellen die Deichkrone weggebrochen wurde. Daß der Deich nicht brach, was gerade hier größtes Unheil und unübersehbaren Schaden verursacht hätte, war nur dem günstigen Umstande zuzuschreiben, daß der Tidewasserstand bereits abnahm, als die Deichkrone an einigen Stellen wegbrach.

Die Verteidigung des Pogumer Deiches war besonders schwierig, weil ein Deichlängsweg fehlte und die Schadensstellen nur über den Weg auf der Deichkrone erreicht werden konnten, solange dieser noch benutzbar war. Die Absicherung der Schadensstellen wurde zudem durch die unmittelbar am Deichfuß stehenden Häuser außerordentlich erschwert (Abb. 27).

Seedeich an der Außenems (Anl. 2)

Der Seedeich an der Außenems war in der Greetmer Deichacht wegen seiner ungeschützten Lage einer starken Brandungswirkung mit hohem Wellenauflauf ausgesetzt. An seiner Außenböschung sind auf langer Strecke schwere Ausschläge etwa in Höhe des Tidehochwasserstandes der Sturmflut entstanden, die auf den noch nicht genügend festgelagerten, erst im Jahre 1961 eingebauten Boden zurückzuführen sind. Der nach dem maßgebenden Sturmflutwasserstand erhöhte Deich hat ein Überschlagen der Wellen verhindert.

Seedeich vor dem Augustgroden am Jadebusen (Anl. 2 u. 3)

Der Seedeich vor dem Augustgroden am östlichen Jadebusen ist 1853/55 gebaut worden. Er hat zwar alle bisherigen Sturmfluten ohne Durchbrüche überstanden, seine Außenseite ist aber immer wieder beschädigt worden, was wahrscheinlich durch den sandigen Deichboden bedingt ist.

Bei der Sturmflut im Februar 1962 war der Deich starker Brandung ausgesetzt. Die Wellen schlugen pausenlos über die Deichkrone und setzten den Groden für kurze Zeit unter Wasser. Hierbei sind sehr schwere Ausschläge auf der Außenseite und fast durchgehende Rutschungen auf rund 7 km Länge an der Binnenseite entstanden (Abb. 28). An vielen Stellen ist die Deichkrone nur in geringer Breite erhalten geblieben und an einigen vollständig zerstört worden.

Die Absicherung der Schadensstellen war sehr schwierig, weil befestigte Wege zum und am Deich fehlten. Anfangs mußten daher die Sandsäcke über mehrere Kilometer getragen werden; später wurden sie von Hubschraubern herangeflogen.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Abb. 26.
Durch Deichbruch bei Papenburg an der Ems überschwemmte Gärtnereien

Aufn. Wasserwirtschaftsamt Aurich, Außenstelle Leer

Abb. 27.
Durch Rutschung der Binnenböschung verschüttetes Haus bei Pogum an der Ems

Aufn. Smidt, Ditzum

Abb. 28.
Rutschungen an der Binnenböschung des Hauptdeiches vor dem Augustgroden an der Ostseite des Jadebusen

Aufn. Forschungsstelle Norderney

Abb. 29.
Deichbruch bei Piependamm an der Unterweser, durch Sandsackwall abgesichert; der gute Deichboden an den steilen Wänden der Durchbruchstelle erkennbar

Aufn. Forschungsstelle Norderney

Abb. 30.
Schwere Ausschläge auf langer Strecke in der Außenböschung eines Seedeiches an der Wurster Küste; Schäden bereits durch Buschpackung und Sandsäcke abgesichert

Aufn. Niedersächsische Landesstelle für Gewässerkunde Hannover

Abb. 32.
Zerstörte baufällige Stützmauer aus Ziegelsteinen in Oberndorf an der Oste

Aufn. Niedersächsische Landesstelle für Gewässerkunde Hannover

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Stromdeich an der Unterweser bei Käseburg (Anl. 2)

Der Weserdeich bei Käseburg wurde an einer niedrigen Stelle in der Deichkrone von Wellen überschlagen, so daß die Binnenböschung durchweichte und abgespült wurde. Mit der fortschreitenden Durchweichung brach der Deich dann in kurzer Zeit, wobei einzelne Brocken des Deichbodens bis zu 100 m in das Binnenland gespült wurden. Da der Deichbruch jedoch erst bei fallendem Wasser eintrat, blieb die Überschwemmung auf ein kleines Gebiet begrenzt. Die Ursachen des Bruches waren die ungenügende Deichhöhe und die zu steile Binnenböschung, rund 1 : 1,25. Die durch den Deichbruch eingeströmten Wassermengen wurden sehr bald von den in der Nähe der Bruchstelle verlaufenden großen Sieltiefs aufgefangen.

Freigabe durch Nied. Min. f. W. u. V., Nr. St. 636; Aufn. Photo Storch, Stade

Abb. 31. Überschwemmungen an der Oste unterhalb Hechthausen

Stromdeich in der Stadt Elsfleth (Anl. 2)

Im Stadtgebiet von Elsfleth wurde eine Deichstrecke überströmt, die noch nicht, wie vorgesehen, durch eine Deichmauer erhöht worden war. Das Wasser drückte die alte, unzureichende Mauer ein und schoß zwischen den Häusern hindurch. Zu einem Deichbruch ist es aber nicht gekommen, weil die Straßen auf der Deichkrone und am Deichfuß sowie die Hofflächen der Häuser gepflastert waren und Auskolkungen durch das überströmende Wasser verhinderten.

Stromdeich bei Piependamm an der Unterweser (Anl. 2)

Der Weserdeich bei Piependamm ist wegen zu geringer Deichhöhe überströmt worden. Es entstanden starke Rutschungen an der sehr steilen Binnenböschung, die sich zu Kappenstürzen und sogar zu einem Deichbruch erweiterten (Abb. 29). Die Schadensstellen haben sich hier nicht

noch mehr ausgeweitet, weil der Deichkörper aus gutem, tonigem Boden besteht und die Schäden erst eintraten, als die Ebbe schon eingesetzt hatte. Durch die Rutschungen an der Binnenböschung wurde der unmittelbar am Deichfuß liegende Deichlängsweg verschüttet. Er mußte vor Beginn der Sicherungsarbeiten geräumt werden.

Seedeich vor Land Wursten zwischen Bremerhaven und Cuxhaven (Anl. 2)

Der Deich von Weddewarden bis Dorum liegt auf langen Strecken schar oder hat nur ein schmales Vorland. An diesem Deichabschnitt entstanden durch die starke Brandungswirkung große Löcher in der Außenböschung, die teilweise in einem auffallend regelmäßigen Abstand voneinander verteilt waren. Besonders starke Auswaschungen hatte eine im Vorjahr aufgehöhte Deichstrecke (Abb. 30); hier ist der aufgebrachte, verhältnismäßig sandige Deichboden bis auf den alten Deichkern weggespült worden. An zahlreichen Stellen schlugen die Wellen über die Deichkrone und verursachten Rutschungen, die sich meistens auf die Binnenböschung beschränkten und nur einige Male die Deichkrone mit erfaßten. Die Schäden sind durch die starke Brandung, den großen Wellenauflauf und die steilen Binnenböschungen verursacht worden.

Flußdeiche an der Oste (Anl. 2 u. 5)

Mehr als zwanzig schwere Deichbrüche, viele weitere Deichschäden und weite Überschwemmungen (Abb. 31) sind an der Oste auch bei dieser Sturmflut wieder entstanden. Die Untergrundverhältnisse sind hier so ungünstig, daß die Deiche nicht ausreichend erhöht werden konnten und bisher bei fast jeder Sturmflut schwere Schäden erlitten. Es ist daher beabsichtigt, die Oste durch ein Sperrwerk bei Neuhaus gegen Sturmfluten zu schützen.

Deichmauer in Oberndorf/Oste (Anl. 2 u. 4)

Die Deichlinie in Oberndorf verläuft durch den engbebauten Ort. Teilweise stellen die auf der Außenkante der Deichkrone stehenden Häuser den Deichschutz dar; zwischen den Häusern ist die binnenseitige Deichkrone durch eine alte, baufällige Ziegelsteinmauer abgestützt. Die Mauer und der Deichkörper wurden an vielen Stellen überströmt und zerstört (Abb. 32). Den befestigten Straßen ist es zuzuschreiben, daß die Schäden innerhalb des Ortes begrenzt blieben und die Bevölkerung vor einer Katastrophe bewahrt wurde.

Freiburg an der Elbe (Anl. 2 u. 4)

Die Stadt Freiburg liegt auf einer Wurt, an welche die Hauptdeiche beiderseits anschließen. Die Höhe der Wurt ist geringer als die der Deiche, so daß das Wasser bei der Sturmflut durch die Stadt in das Binnenland einströmte. Die Ausspülungsschäden im Stadtgebiet blieben verhältnismäßig gering, weil das Wasser nur mit mäßiger Geschwindigkeit über die Wurt floß. Es wurden aber rund 700 ha Niederungsgebiet unter Wasser gesetzt. Dadurch entstanden erhebliche landwirtschaftliche Schäden.

Flußdeiche an der Schwinge bei Stade (Anl. 2 u. 6)

Die Deiche beiderseits der Schwinge wurden an fünf Stellen durchbrochen. Der größte Deichbruch war rund 150 m breit. Ausgedehnte Überschwemmungen im Obstanbau- und Stadtrandgebiet um Stade waren die Folge (Abb. 33). Die Ursache der Schäden ist die zu geringe Höhe der Deiche gewesen, die überströmt wurden, wobei die steilen Binnenböschungen abrutschten. Die Rutschungen weiteten sich zum Teil zu Durchbrüchen mit tiefen Auskolkungen aus.

Die Deichverteidigung war auch hier wegen der fehlenden Deichlängswege sehr erschwert.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Freigabe durch Nied. Min. f. W. u. V., Nr. St. 589; Aufn. Photo Storch, Stade

Abb. 33. Deichbruch und Überschwemmungen an der Schwinge bei Stade

Stromdeich der II. Meile Alten Landes (Anl. 2 u. 6)

Der Elbdeich zwischen Schwinge und Lühe wurde wegen seiner nicht ausreichenden Höhe auf langen Strecken überströmt. Da die steilen Binnenböschungen der Überströmung nicht standhielten, rutschten sie ab. An drei Stellen weiteten sich die Rutschungen zu Durchbrüchen mit tiefen Kolken aus, die an der Lühemündung besonders schwerwiegend waren. Auch hier

traten weitflächige Überschwemmungen ein. Das tiefgelegene Land stand sehr lange unter Wasser, weil die Abflußleistung der Vorfluter zu gering war.

Flußdeich bei Bullenhausen an der Elbe (Anl. 2 u. 7)

Bei Bullenhausen war ein rund 150 m langer Deichbruch mit tiefem Kolk als Folge zu geringer Deichhöhe und vor allem einer sehr steilen Binnenböschung (1 : 1) entstanden. Die Befestigung der auf dem Deich liegenden Straße konnte die Ausspülung der Binnenböschung und die Rutschungen nicht aufhalten. Der Bruch konnte sich stark erweitern, weil der Deichboden sehr sandig ist. Überflutet wurde das ganze Gebiet des Harburger Deichverbandes in einer Größe von rund 2000 ha.

Achterdeich des Deichverbandes Vogtei Neuland/Elbe (Anl. 2 u. 7)

Durch zwei Deichbrüche bei Stelle wurde die Vogtei Neuland überschwemmt. In der großen Durchbruchstelle am Achterdeich wurde der Mooruntergrund bis auf rund 10 m Tiefe ausgebrochen und in großen Schollen bis zu 200 m nach binnen gespült. Der Bruch des Steller Querdeiches, der den Achterdeich mit der Geest verbindet, führte dazu, daß die oberhalb anschließende Strecke des Achterdeiches ebenfalls der Sturmflut ausgesetzt wurde. Da diese Deichstrecke sonst nur das von der Geest kommende Oberwasser kehren soll und deshalb eine geringe Deichhöhe hat, wurde der Deich überströmt. Dabei entstanden wegen des sandigen Deichbodens starke Schäden an der Binnenböschung und Zerstörungen auf rund 1 km. Der Bruch des Steller Querdeiches war offenbar die Folge der starken Durchweichung des Deichkörpers, der somit seine Standfestigkeit verloren hatte und weggeschwemmt wurde. Nach Aussage des Deichvogtes war der Deichbruch das Werk weniger Minuten.

9. Inselschutzwerke

Dem Schutz der Inseln Norderney, Baltrum und Spiekeroog dienen insgesamt 9 km Dünendeckwerke und Strandmauern sowie 59 schwere Seebuhnen. Diese Inselschutzwerke sind im Verlaufe von rund hundert Jahren in verschiedenartiger Bauweise entstanden. Alle Bauwerke waren vor der Sturmflut gut erhalten. Der Wellenangriff auf die Schutzwerke war sehr stark; er wirkte sich durch den bei Tidehochwasser langanhaltenden hohen Wasserstand besonders in der Höhe von etwa + 4,0 m NN zerstörend aus. Der untere Teil der Schutzwerke (Buhnen, Ufermauern) war durch Wasserpolster geschützt, dagegen wurden die höher liegenden Bauwerksteile (Wandelbahnen und rückwärtige Herdmauern) stark angegriffen. Die Wellen schlugen gegen die steilen Herdmauern, so daß das Wasser hochgeworfen und vom Sturm landeinwärts geschleudert wurde. Das zurückströmende Wasser spülte den Sand unmittelbar hinter den Herdmauern aus und führte zu Zerstörungen der Schutzwerke von der Rückseite her.

Auf Norderney blieben die Schäden im wesentlichen auf die Wandelbahn und die Herdmauer mit der angrenzenden Düne beschränkt (Abb. 34). Auf Baltrum dagegen wurde die Strandmauer selbst zerstört, die in zwei Stellen von oben her bis zum Fuß zerbrach (Abb. 35). Auf Spiekeroog brach das Deckwerk an mehreren Stellen ein, von denen eine rund 175 m breit war.

Es soll hier noch kurz auf die Wirkung der im Herbst 1961 ausgeführten Kiesaufschüttung eines Buhnenfeldes am Nordweststrand von Norderney bei der Februarsturmflut 1962 hingewiesen werden. Das hinter diesem Buhnenfeld liegende Inselschutzwerk ist in seinem oberen Teil unbeschädigt geblieben, während seitlich davon die vorgenannten Schäden aufgetreten sind. Offenbar hat die Kiesaufschüttung eine höhere Lage des Strandes bewirkt, so daß die

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Wellen bereits weiter seewärts brandeten. Die Untersuchungen über die Wirkung solcher Kiesaufschüttungen sollen noch fortgesetzt werden.

10. Kosten

Bereits während der Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 setzten die ersten Arbeiten zur Absicherung der umfangreichen Schadensstellen an den Deichen ein, um bei den nachfolgenden

Abb. 34.
Zerstörungen am Deckwerk oberhalb der Wandelbahn auf Norderney
Aufn. Forschungsstelle Norderney

Abb. 35.
Zerstörte Strandmauer am Westende von Baltrum
Aufn. Forschungsstelle Norderney

hohen Fluten eine Ausweitung der Schäden möglichst zu verhindern. Für diese Arbeiten wurden viele tausend Helfer herangezogen. Neben Einheiten der Bundeswehr, des Grenzschutzes und der Polizei waren das Technische Hilfswerk, das Deutsche Rote Kreuz, die Feuerwehren und zahlreiche sonstige Hilfskräfte beteiligt. Die Kosten für diesen ersten Einsatz zur Katastrophenabwehr sind bei der nachstehenden Kostenermittlung für die Wiederherstellung und den Ausbau des Deichschutzes im Jahre 1962 (Tab. 3) nicht berücksichtigt worden.

Tabelle 3

Regierungs-Verwaltungs-Bezirk	Absicherung der Schadensstellen Mill. DM	Wiederherstellung u. Fortführung des Deichausbaues Mill. DM	Ausbau der Wege für die Deichverteidigung Mill. DM	Summe Mill. DM
1	2	3	4	5
Osnabrück	0,10	3,00	0,88	3,98
Aurich	2,30	20,42	2,50	25,22
Oldenburg	2,20	16,59	7,00	25,79
Stade	3,85	44,80	14,75	63,40
Lüneburg	0,35	8,35	3,40	12,10
Zusammen	8,80	93,16	28,53	130,49

Absicherung der Schadensstellen (Tab. 3, Sp. 2).

Hier sind die Kosten für diejenigen Arbeiten erfaßt, die im Anschluß an die ersten Verteidigungsmaßnahmen ausgeführt wurden, um den angeschlagenen Deich möglichst schnell wieder in einen behelfsmäßig wehrfähigen Zustand zu versetzen. Die Höhe dieser Kosten wurde während der Bereisung der Kommission von den örtlichen Stellen erfragt, die damals noch keine genauen Unterlagen hierfür hatten. Daher müssen die Zahlen als geschätzte Werte angesehen werden. Für die fünf Regierungs-(Verwaltungs-)Bezirke zusammen werden diese Arbeiten rund 8,8 Mill. DM Kosten verursacht haben.

Wiederherstellung und Fortführung des Deichausbaues im Jahre 1962 (Tab. 3, Sp. 3)

Bei der Ermittlung der Kosten für das Deichbauprogramm 1962 ist davon ausgegangen worden, daß

a) die angeschlagenen Deiche bis zum Herbst 1962 mindestens in den Zustand versetzt werden, den sie vor der Sturmflut vom Februar 1962 gehabt haben,
b) besondere Gefahrenstellen, die sich bei der Februarsturmflut an den Deichen gezeigt haben, beseitigt oder abgesichert werden und
c) der weitere Ausbau der Deiche, soweit er an Stelle der Wiederherstellung des alten Deichprofils treten muß, innerhalb von vier Jahren abgeschlossen wird. Er ist hier mit einem Viertel der gesamten Ausbaukosten berücksichtigt.

Insgesamt werden für diese Arbeiten 93,16 Mill. DM benötigt.

Im einzelnen ist noch zu bemerken, daß in dem für den Verwaltungsbezirk Oldenburg genannten Betrag von 16,59 Mill. DM die Wiederherstellung der Deiche auf der Insel Wangerooge enthalten ist. Ebenso ist die Wiederherstellung der Strandschutzwerke auf den Inseln Norderney, Baltrum und Spiekeroog mit 14,06 Mill. DM in der für den Regierungsbezirk Aurich genannten Kostensumme von 20,42 Mill. DM enthalten. Die Kosten für die Wiederherstellung der Strandschutzwerke auf Wangerooge und Borkum werden dagegen vom Bund, Wasser- und Schiffahrtsverwaltung, getragen.

Die endgültige Höhe der ab 1963 für die Fertigstellung des Deichausbaues noch notwendigen Kosten kann erst übersehen werden, wenn die vom Küstenausschuß Nord- und Ostsee eingeleiteten Untersuchungen über die zu erwartenden größten Sturmflut- und Wellenauflaufhöhen abgeschlossen sind. Nach vorläufiger überschlägiger Schätzung werden diese Kosten etwa 550 Mill. DM betragen.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Wege für die Deichverteidigung (Tab. 3, Sp. 4)

Der Ausbau des Wegenetzes für die Deichverteidigung (Zu- und Längswege) ist für 1962 auf 28,53 Mill. DM veranschlagt worden. Der gleiche Betrag wird im Jahre 1963 nochmals benötigt, wenn das Wegenetz innerhalb von zwei Jahren fertiggestellt werden soll.

Gesamtkosten

Die Gesamtkosten für die Absicherung der Schadensstellen, für die Wiederherstellung des Deichzustandes vor der Sturmflut vom 16./17. Februar 1962, für die Fortführung des Ausbaues der Deiche und der Wege für die Deichverteidigung werden im Jahre 1962 rund 130 Mill. DM betragen.

11. Deichverteidigung

Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 hat gezeigt, welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, um bei Gefahr den Deich wirksam verteidigen zu können. Sie hat aber auch die Grenze dargelegt, bis zu welcher die unmittelbar betroffenen Küstenbewohner und die Träger der Deicherhaltung die Deichverteidigung allein ausführen können. Bei einer Sturmflut, die zu einer Katastrophe zu werden droht, reichen die einem Deichverband zur Verfügung stehenden Einsatzkräfte sowie Verteidigungsgeräte und -materialien bei weitem nicht aus, um die zahlreichen gefährdeten Deichstrecken erfolgversprechend abzusichern. In einem solchen Falle ist es die selbstverständliche Pflicht des ganzen Volkes, Freiwillige und vor allem die verfügbaren organisierten Einsatzkräfte (Bundeswehr, Polizei, Feuerwehr, Technisches Hilfswerk, Deutsches Rotes Kreuz u. a.) zur Abwehr einer Katastrophe bereitzustellen. Das ist bei der Februarsturmflut ohne Einschränkung schlagartig auch geschehen, wodurch an zahlreichen Deichstrecken vielfach größeres Unheil vermieden werden konnte. Inwieweit der Einsatz staatlicher Einrichtungen bei Katastrophenfällen in einer entsprechenden Organisation geregelt und festgelegt werden kann, muß weiteren Überlegungen vorbehalten bleiben. Im Rahmen dieses Berichtes sollen daher nur die Voraussetzungen betrachtet werden, die notwendig sind, damit die Träger der Deicherhaltung ihre Deiche bei normalen Sturmfluten mit Erfolg verteidigen können.

Sturmflutgerätelager

Grundsätzlich sind Sturmflutgerätelager anzulegen und mit den notwendigen Geräten und Materialien in ausreichender Menge auszustatten. Örtliche Gegebenheiten, z. B. keine Bevorratung größerer Mengen von Sandsäcken, wenn eine Sackfabrik im Bezirk ist, können berücksichtigt werden. Dagegen sollten Geräte, die einer besonderen Wartung nicht bedürfen, wie Schaufeln, Draht, Holz, Tragen, Karren u. a., in ausreichender Menge ständig bereitgehalten werden. Wichtig ist, daß die Gerätelager an solchen Orten eingerichtet werden, die jederzeit auf fester Straße — möglichst von verschiedenen Richtungen her — zugänglich sind. Für jedes Sturmflutgerätelager ist ein Bestandsverzeichnis aufzustellen. Die Lager sind der Deichschau zu unterstellen.

Sand- und Kleilager

Sand- und Kleilager sind überall dort anzulegen, wo die schnelle Beschaffung von Sand für das Füllen der Sandsäcke und Kleiboden zum Dichten von Deichscharten oder Absichern von Ausschlagstellen am Deichkörper nicht möglich ist. Die Sandlager dürfen nicht zu nahe am Deich oder an überflutungsgefährdeten Orten angelegt werden, damit sie stets erreichbar bleiben.

Deichverteidigungsordnung

Jeder Deichverband hat für seinen Deichbereich eine übersichtlich gehaltene Alarmordnung aufzustellen, die in der Hauptsache enthalten soll: die Verteilung der Deichwachen (Name, Wohnung, Fernsprecher), das in den Gerätelagern vorhandene Inventar, Baufirmen (Name, Ort, Fernsprecher), mit denen der Einsatz von Wagen oder Baugerät vereinbart worden ist. Außerdem ist der für den Bezirk zuständige Pegel anzugeben (s. Sturmflutwarnsystem). Je einfacher die Alarmordnung ist, desto besser kann sie im Bedarfsfall angewandt werden. Der Verbandsvorsteher, der ständig durch Fernsprecher oder Boten erreichbar sein muß, nimmt von seinen Deichwachen alle Meldungen, Materialanforderungen usw. entgegen und gibt sie, besonders die Anforderungen an Einsatzkräften, Baugerät und Material, an die von der oberen Deichbehörde gemäß Deichverteidigungsordnung eingerichtete Befehlsstelle weiter. Diese Stelle muß über ausreichende Räumlichkeiten und Parkplätze verfügen, welche die angeforderten Mannschaften, Fahrzeuge und Baumaterialien bis zu ihrem Einsatz aufnehmen können. Den Einsatz der Arbeitskräfte, Transportfahrzeuge und Baugeräte haben die im Deichbau erfahrenen und mit sachkundigen Ingenieuren besetzten Wasserwirtschaftsämter zu übernehmen.

Die Februarsturmflut hat auch gelehrt, daß die Deichwachen und zivilen Einsatzkräfte z. B. durch Armbinden und die Fahrzeuge durch Flaggen oder Schilder gekennzeichnet werden müssen. Auf diese Weise kann auch verhindert werden, daß Schaulustige und unbeteiligte Fahrzeuge in die Gefahrengebiete eindringen und die Deichverteidigung behindern.

Sturmflutwarnsystem und Nachrichtenübermittlung

Das Deutsche Hydrographische Institut in Hamburg, dem der Sturmflutwarndienst obliegt, verbreitet über den Rundfunk Sturmflutvorhersagen. Außerdem wird telegraphisch (WOBS, d. h. Water Observation Broadcasting Service) und telefonisch ein fester Empfängerkreis über die voraussichtliche Höhe des zu erwartenden Sturmfluthochwassers benachrichtigt.

Bei der Sturmflut am 16. Februar 1962 ist im Regierungsbezirk Stade das letzte WOBS-Telegramm um 20.39 Uhr angekommen. Vorhergesagt wurde eine Wasserstandserhöhung von 3 m über mittlerem Tidehochwasser. Weitere Sturmflutvorhersagen gingen bis 22.30 Uhr von Cuxhaven ein, so daß die Bezirke ostwärts der Weser ausreichend gewarnt worden sind. Dagegen sind westlich der Weser, im Verwaltungsbezirk Oldenburg und Regierungsbezirk Aurich, nach dem um 12.40 Uhr abgesandten WOBS-Telegramm mit der Vorhersage + 2,50 m MThw keine weiteren Sturmflutwarnungen durch WOBS-Telegramm durchgekommen. Daraufhin wurde die Entwicklung der Sturmtide an den örtlichen Meßgeräten (Pegel, Windschreiber, Barographen) verfolgt, und als feststand, daß sich eine sehr schwere Sturmflut anbahnte, liefen die Vorbereitungen für den Katastropheneinsatz an.

Die mit der Deichverteidigung befaßten Stellen müssen deshalb in ihrem Bezirk einen zuverlässigen Pegel zur Verfügung haben, damit sie sich, auch beim Ausbleiben der WOBS-Telegramme, fortlaufend über die Entwicklung der Sturmflutlage selbst unterrichten können. Die betreffende Pegelstelle ist in der Deichverteidigungsordnung mit den notwendigen näheren Angaben (betreuende Dienststelle, Standort des Pegels, Fernspr.-Nr.) zu nennen.

Die Nachrichtenübermittlung durch Fernsprecher ist während der Februarsturmflut in einigen Bezirken sehr bald zum Erliegen gekommen. Durch den Selbstwählbetrieb waren die Fernsprechleitungen überlastet; teilweise sind die Kabelverbindungen ausgefallen, weil sie unter Wasser kamen. Daraufhin konnte eine Verbindung zwischen Einsatzleitung und Orts- und Zentralstellen nur durch Kuriere oder in günstigen Fällen durch Funksprechverkehr aufrechterhalten werden.

Auf Grund dieser Erfahrungen sollten daher in einem Alarmfall bestimmte Kabelleitungen für den allgemeinen Verkehr gesperrt werden, um die Nachrichtenübermittlung der Einsatz-

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

leitung sicherzustellen. Darüber hinaus wäre zu erwägen, z. B. die Feuerwehren, das Technische Hilfswerk und andere Organisationen mit Funksprechgeräten auszurüsten. Ob es möglich und zweckmäßig ist, auch Deichwachen mit Funksprechgeräten zu versehen, muß noch untersucht werden.

Ausrüstung und Betreuung der Einsatzkräfte

Die Einsatzleitungen müssen einheitlich mit Landkarten gleichen Maßstabes in ausreichender Zahl versehen sein. Empfohlen wird die topographische Karte 1 : 50 000; soweit diese noch nicht vorliegt, kommt als Ersatz die Karte 1 : 100 000 in Betracht.

Die Erfahrungen beim Einsatz einiger Tausende von Hilfskräften haben gezeigt, wie ausschlaggebend die Arbeitsleistung des einzelnen von einer zweckentsprechenden Bekleidung abhängt. Das Arbeiten am Deich unter schwersten Bedingungen (Sturm, Regen, überkommendes Wellenspritzwasser, Kälte, schlammiger und glitschiger Boden, schwere Lasten und schweres Arbeitsgerät) fordert unbedingt winddichte Kleidung und Gummistiefel. Jemand, der schon nach kurzer Zeit durchnäßt und durchgefroren ist, verliert schnell seine Einsatzfreude.

Die Stellen, die Einsatzkräfte anfordern, müssen darauf hinweisen, daß die Hilfskräfte mit geeigneter Schutzkleidung und zweckentsprechendem Arbeitsgerät ausgerüstet werden, was besonders beim Einsatz uniformierter Einheiten (Bundeswehr, Polizei usw.) gilt. Sehr wichtig ist auch die Vorsorge für die Verpflegung der eingesetzten Leute. Heizbare Möbelwagen, die auch mit Decken und Matratzen ausgestattet sind, sollten von der Einsatzleitung am Deich bereitgestellt werden, um den Männern warmes Essen und warme Getränke sowie auch eine kurze Ruhepause im windgeschützten Raum bieten zu können.

12. Träger der Deicherhaltung

Nach den gültigen deichgesetzlichen Bestimmungen obliegt die Erhaltung der Hauptdeiche Deichverbänden, die als Wasser- und Bodenverbände öffentlich-rechtliche Körperschaften sind. Auch der Entwurf des Niedersächsischen Deichgesetzes sieht Deichverbände nach dem Wasserverbandsrecht als Träger für die Deicherhaltung vor. Die Frage, ob diese von altersher übernommene Regelung auch bei der heutigen ausgeweiteten Bedeutung des Deichschutzes noch beibehalten oder ob die Deicherhaltung vom Land Niedersachsen allein übernommen werden sollte, wird gegenwärtig eingehend erörtert. Die Sturmflut vom Februar dieses Jahres wird nunmehr auch in diese Erörterung einbezogen und in Eingaben sowie in der Presse als Beispiel dafür hingestellt, daß der Staat die Deicherhaltung übernehmen müsse. Es habe sich erwiesen, daß diese Sturmflut nicht nur die im Schutze des Hauptdeiches lebende Bevölkerung betroffen habe, vielmehr hätten sich ihre Folgen auf die Küstenländer und auch auf den Bund ausgewirkt, und somit sei die Deicherhaltung eine staatliche Angelegenheit.

Daß diese Argumentation bezüglich der Deichverteidigung nicht stimmt, hat die Februarflut selbst bewiesen. Als sich am Nachmittag des 16. Februar die Sturmflut anbahnte und die vom Deutschen Hydrographischen Institut verbreiteten Warnungen eine sehr schwere Sturmflut erwarten ließen, waren es die Deichverbände, die als erste die Deichverteidigung einleiteten. Sie sicherten so schnell wie möglich die immer zahlreicher werdenden Schäden an den Deichen ab, sorgten für Heranschaffung der Verteidigungsgeräte und von Baumaterial, und, als die Flut ständig bedrohlicher wurde, waren sie es, die den Einsatz von weiteren Hilfskräften anforderten. Nur die schlagartig einsetzende Deichverteidigung durch die unmittelbar am Deich wohnenden Verbandsmitglieder hat vielfach verhindert, daß sich die ersten, noch kleinen Schäden schnell ausweiteten und in kurzer Zeit zu einer bedrohlichen Gefahr für den Bestand der Deiche wurden.

Dieser Erfolg ist allein dem Umstand zuzuschreiben, daß sich jedes einzelne Mitglied eines Deichverbandes aus Tradition für den Deich verantwortlich fühlt und es als eine selbstverständliche Pflicht ansieht, seinen Deich zu verteidigen. Das Gefühl der persönlichen Verantwortung für den Deich würde aber in der Bevölkerung sehr schnell verlorengehen, wenn die Deiche vom Staat übernommen werden. In einem solchen Falle hätte sich kaum jemand freiwillig bereitgefunden, auf den Deich zu gehen, um ihn zu verteidigen. Wenn es auch bei dieser Sturmflut vorgekommen ist, daß jemand trotz Aufforderung glaubte, nicht mithelfen zu müssen, so ist das ein Ausnahmefall, der nicht hervorgehoben zu werden braucht, der aber Veranlassung geben sollte, künftig Möglichkeiten für die Ahndung solchen Verhaltens zu schaffen.

Als in der Nacht zum 17. Februar die Sturmflut eine Katastrophe für die gesamte Küste zu werden drohte, überstieg die Deichverteidigung selbstverständlich die Kraft der Deichverbände. Sie überstieg aber auch die Abwehrmöglichkeiten eines Kreises, eines Bezirkes, ja sogar die der betroffenen Küstenländer. Hier bewährte sich die Hilfsbereitschaft des Bundes und der anderen Länder, die unverzüglich die ihnen zur Verfügung stehenden Einrichtungen voll einsetzten, so daß großes Unheil von den Küstenländern und ihrer Bevölkerung abgewehrt werden konnte.

Die große Bedeutung der Deichverbände für die Deichverteidignug, selbst bei schwersten Sturmfluten, hat sich somit eindeutig erwiesen. Entscheidend bei solchen Naturereignissen ist der sofortige Beginn der Deichverteidigung durch die Küstenbevölkerung. Dieser ist aber nur gesichert, wenn sie Deichverbänden obliegt, die sich auf erfahrene und auch einsatzbereite Deichanwohner stützen können. Genauso wichtig ist aber auch die Deichverteidigung bei den in kürzeren Zeitabständen auftretenden gewöhnlichen Sturmfluten und den häufigen Windfluten. In diesen Fällen können die Verbände die Deichverteidigung allein übernehmen und entstehende Schäden aus eigener Kraft so absichern, daß Deichbrüche und Überflutungen verhindert werden. Es ist daher sinnvoll, gemäß altem Herkommen, auch zukünftig Deichverbände zu haben, denen die Deicherhaltung und die Deichverteidigung obliegen.

Die Deichverteidigungspflicht der Deichverbände bei den in großen Zeitabständen auftretenden Orkanfluten widerspricht dieser Auffassung nicht. Solche Fluten sind sehr seltene Ereignisse, die wie verheerende Überschwemmungen im Binnenland oder Seuchen ein ganzes Volk betreffen können und auch von ihm gemeinsam getragen werden müssen. Selbstverständlich sind die Erfahrungen aus derartigen schweren Sturmfluten bei den künftigen deichgesetzlichen Bestimmungen gebührend zu berücksichtigen; es wäre aber abwegig, säkulare Ereignisse dieser Art hierbei überzubewerten.

IV. Beurteilung der seit 1948 hergestellten Küstenschutzwerke

Nach Beseitigung der Schäden an den Deichen, die im zweiten Weltkrieg entstanden sind, wurde etwa 1948 mit dem Ausbau der zu niedrigen und zu schwachen Deiche an der Festlandsküste und der Schutzwerke auf den Inseln begonnen und dieser seit 1955 im Rahmen des niedersächsischen Küstenprogramms verstärkt fortgesetzt. Bei diesen sich über Jahre erstreckenden Arbeiten sind die schwächsten Deichstrecken zuerst erhöht und verstärkt worden; hierfür hat unter anderem auch die Weihnachtsflut 1954 einen Maßstab gegeben, bei der es sich gezeigt hatte, welche Deichstrecken besonders gefährdet sind. Bis zum Jahre 1961 waren diese Hauptgefahrenstellen durch Aufhöhungen der Deiche, durch Aufsetzen von Deichmauern oder an Tideflüssen durch Sperrwerksbauten gesichert. Allein diesem Umstande ist es zuzuschreiben, daß das niedersächsische Küstengebiet bei der Februarflut 1962 nicht von einer mehrfach größeren Katastrophe betroffen wurde. Das soll durch folgende Beispiele belegt werden:

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

a) Deichaufhöhungen

Deichstrecke Burhave—Blexen in Nordbutjadingen (Anl. 2)

Die rund 11 km lange Deichstrecke von Burhave bis nahe Blexen hatte eine Höhe von + 6,10 m NN. Wegen dieser viel zu geringen Höhe ist sie in den Jahren 1955 bis 1961 auf + 7,64 m NN erhöht worden (Abb. 36). Bei der Sturmflut 1962 betrug der Tidehochwasserstand + 5,30 m NN. Die Treibselgrenze lag oben an der Deichkrone des noch mit einem Sackmaß von

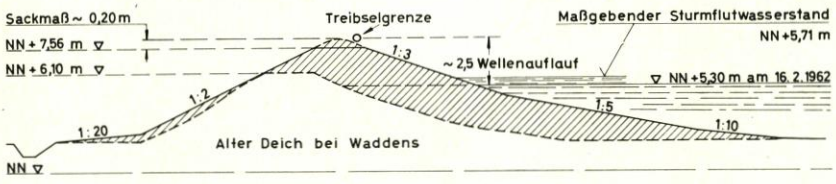


Abb. 36. Erhöhung und Verstärkung der Deichstrecke von Burhave bis Blexen an der Außenweser

etwa 20 cm überhöhten Deiches. Hieraus ergibt sich ein Wellenauflauf von rund 2,5 m. Wäre diese gefährdete Deichstrecke nicht rechtzeitig erhöht worden, dann hätten die Wellen den Deich sehr stark überschlagen und die steile, bisher noch nicht abgeflachte Binnenböschung und nachfolgend den Deich selbst auf breiter Front zerstört. Die hinter dieser Deichstrecke gelegene niedrige Marsch wäre weitflächig und hoch überflutet worden. Eine gleiche Gefahrenstelle von 2,5 km Länge, die ebenfalls rechtzeitig beseitigt worden ist, bestand an der Nordost-Ecke des Jadebusens bei Beckmannsfeld.

Deichstrecke bei Sehestedt am nördlichen Jadebusen (Anl. 2)

Eine noch schwerwiegendere Gefahrenstelle hat bei Sehestedt bestanden, bevor hier Deiche auf 6 km Länge in den Jahren 1955 bis 1959 erhöht und verstärkt wurden (Abb. 37). Die Auf-

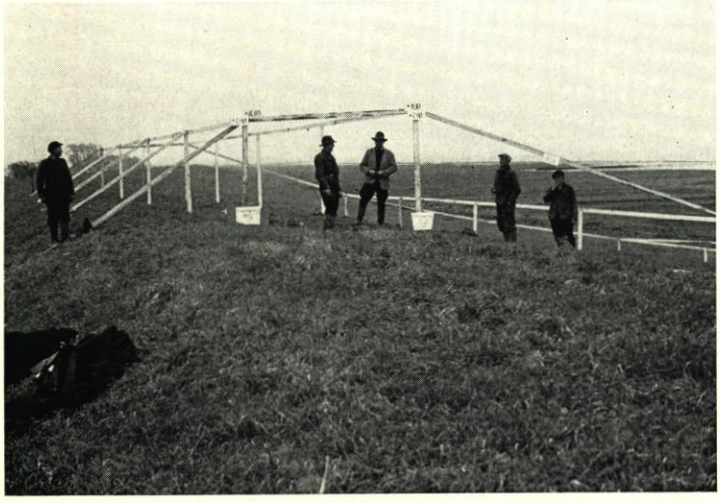


Abb. 37.
Geplante Erhöhung und Verstärkung des Hauptdeiches bei Sehestedt am Jadebusen

Aufn. Wasserwirtschaftsamt Wilhelmshaven

höhung betrug 2,40 m. Bei der Sturmflut 1962 wären nicht nur die Wellen in großer Höhe über den Deich geschlagen, sondern die Deichkrone wäre außerdem noch überströmt worden. Ein Deichbruch auf dieser Strecke hätte wegen des äußerst schlechten Untergrundes (Moor, Darg) unübersehbare schwerste Folgen für die Wesermarsch gebracht.

b) Deichmauer

Innerhalb verschiedener Ortschaften bereitet die Herstellung der notwendigen Deichhöhe wegen der auf oder in dem Deich stehenden Wohnhäuser stets große Schwierigkeiten. Mitunter ist es nicht zu umgehen, den Deich in solchen Fällen durch eine Mauer zu erhöhen. Diese beeinträchtigt zwangsläufig die Anlieger, die sich gegen den Bau einer solchen Mauer wehren. So

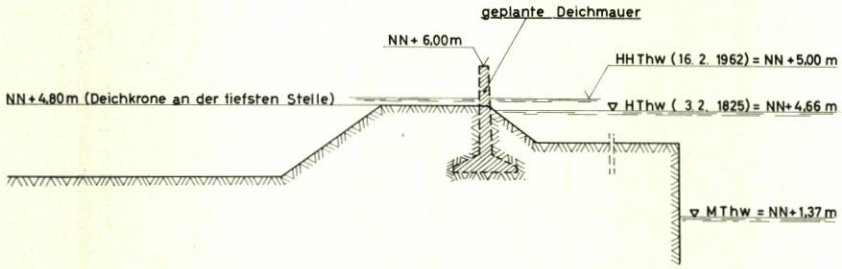


Abb. 38. Geplante Erhöhung des Deiches im Stadtgebiet von Cuxhaven durch eine Stahlbetonmauer

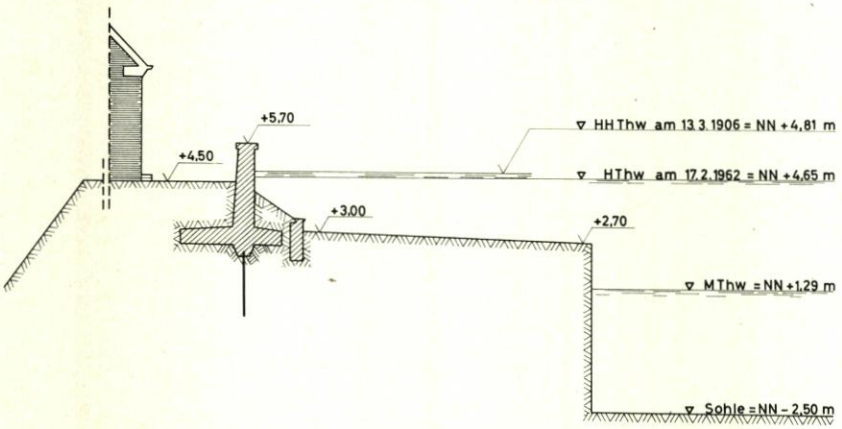


Abb. 39. Deichmauer in Neuharlingersiel (Ostfriesland)

konnte z. B. mit dem Bau der Deichmauer in Cuxhaven (Abb. 38) bisher noch nicht begonnen werden. Beispiele für fertiggestellte Deichmauern sind die in Neuharlingersiel (Abb. 39) und in Elsfleth, die beide ihre Bewährungsprobe bei der Februarflut voll bestanden haben. Ohne sie wären zweifellos in beiden Ortschaften und deren Umgebung nicht abzusehende Schäden entstanden.

c) Sperrwerke

Die im letzten Jahrzehnt errichteten Sperrwerke in den Tideflüssen Leda, Geeste und Este haben bei der Sturmflut im Februar 1962 ihre Aufgabe voll erfüllt, indem sie ausgedehnte Niederungen mit ihren Ortschaften gegen Überflutung schützten. Diese günstige Erfahrung gibt Anlaß, die weiterhin geplanten Abschleusungen der Weser- und Elbe-Nebenflüsse beschleunigt auszuführen.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

V. Schlußwort

Wie hoch die Kosten für einen verhinderten Schaden zu schätzen sind, ist schwer festzustellen. Hierüber hat sich schon vor zweihundert Jahren der Deichbaufachmann A. Brahms Gedanken gemacht, die auch heute noch zeitgemäß sind. Er schreibt: „Vergleichet man den erlidtenen Verlust und Schaden mit denen anzuwendenden Kosten, wodurch selbiger aller Vermuthung nach verhütet werden können, so zeiget sichs, daß jener diese wohl 6 und mehrmalen übertroffen habe. Und hiebey ist nicht einmal in Anschlag gebracht worden, was an Capitalien, ausstehende Schuldforderungen, Intraden, Gefällen und Praestationen verloren gegangen." (Brahms, A.: Anfangsgründe der Deich- und Wasser-Baukunst. Aurich 1754, § 49 S. 36).

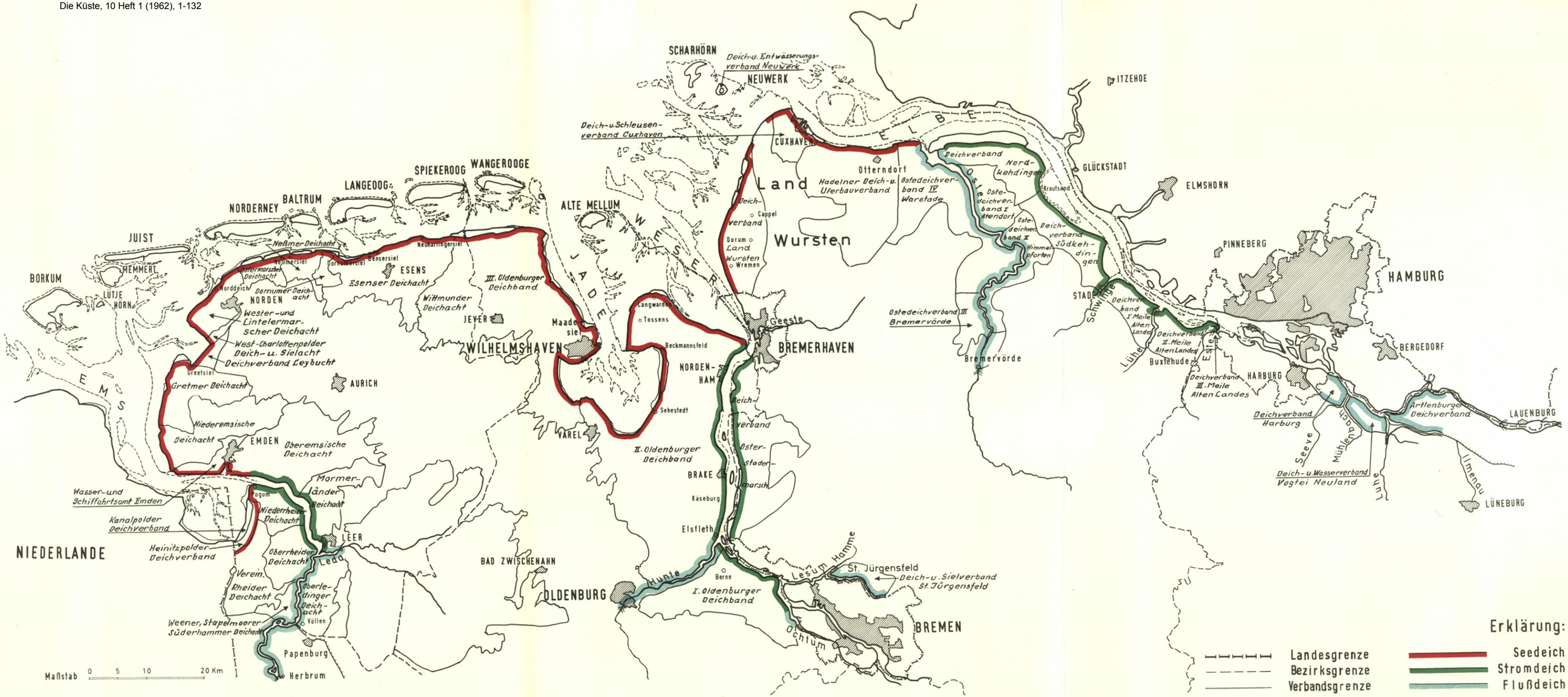
Wenngleich die Sturmflut vom Februar 1962 vielfach als „die Flut des Jahrhunderts" bezeichnet wird, so ist es doch möglich, daß ein ähnliches Ereignis schon bald wieder eintreten kann. Deshalb besteht nach wie vor die Forderung, alle verfügbaren Mittel für die schnelle Herstellung eines ausreichenden Küstenschutzes einzusetzen.

J. Kramer
Regierungsbaurat

R. Liese
Oberregierungs- u. -baurat

Dr.-Ing. K. Lüders
Regierungsdirektor

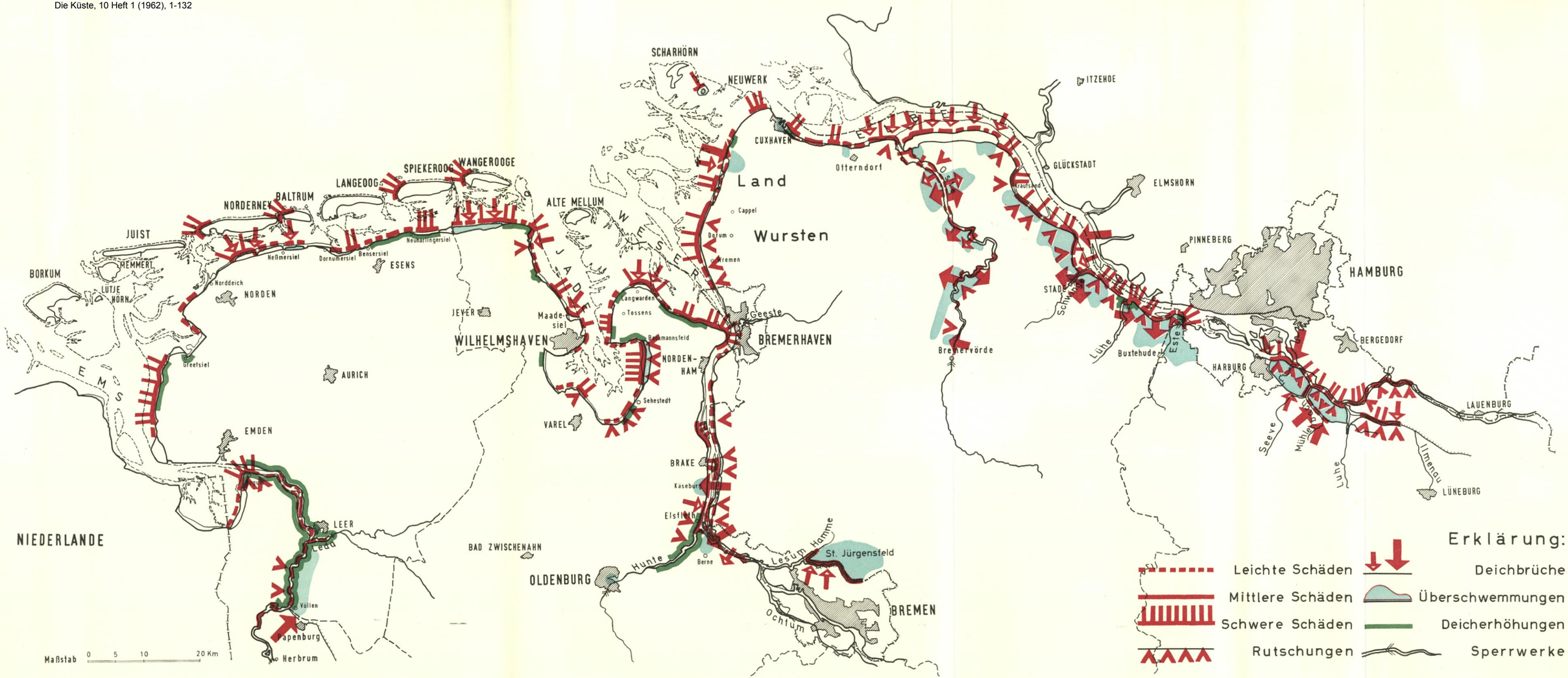
Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132



Anlage 1. Verbände und Einteilung der Hauptdeiche im niedersächsischen Küstengebiet

Anlage 1. Verbände und Einteilung der Hauptdeiche im niedersächsischen Küstengebiet

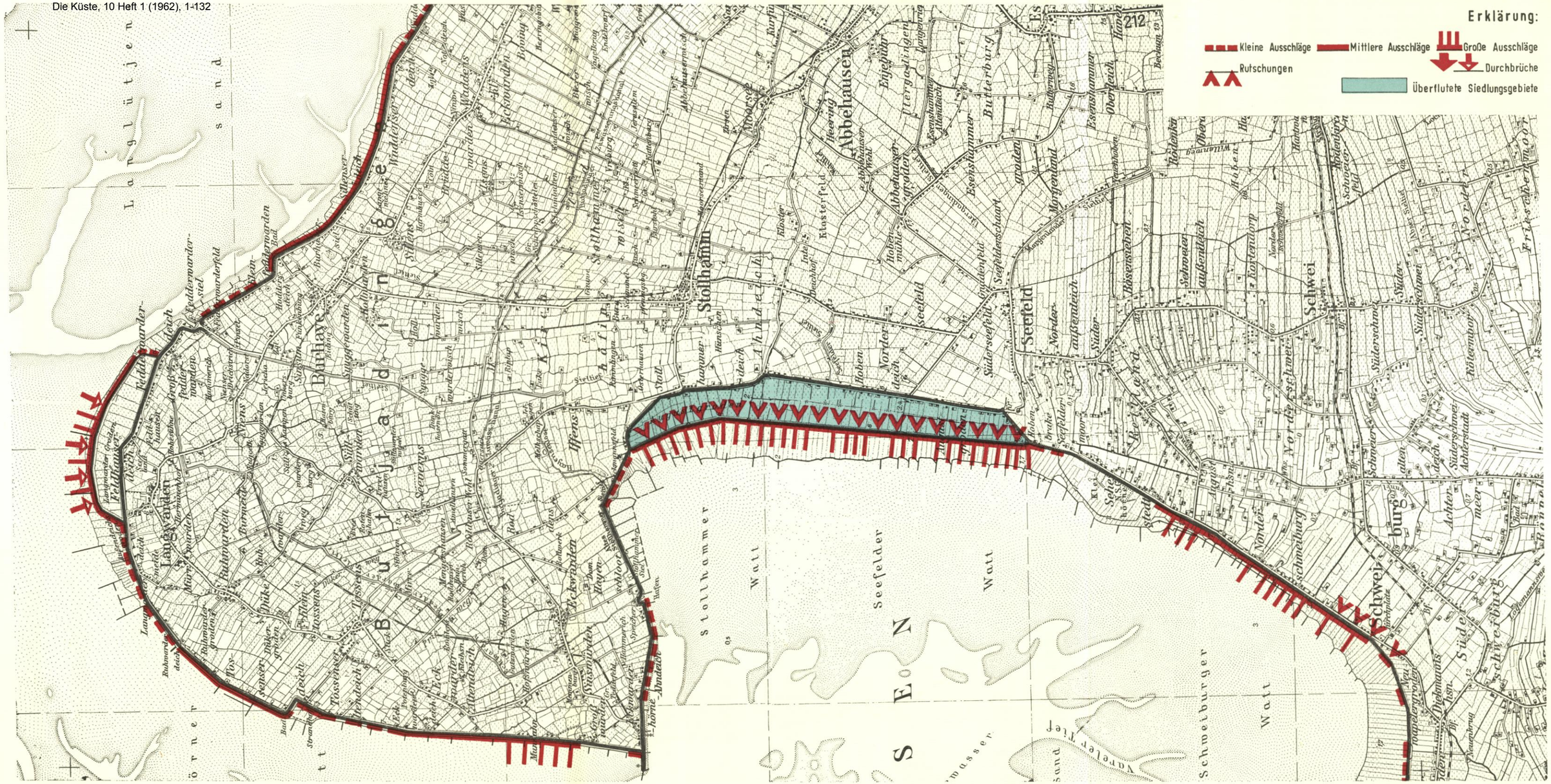
Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132



Anlage 2. Übersichtskarte von den Deichschäden und Überschwemmungen im niedersächsischen Küstengebiet

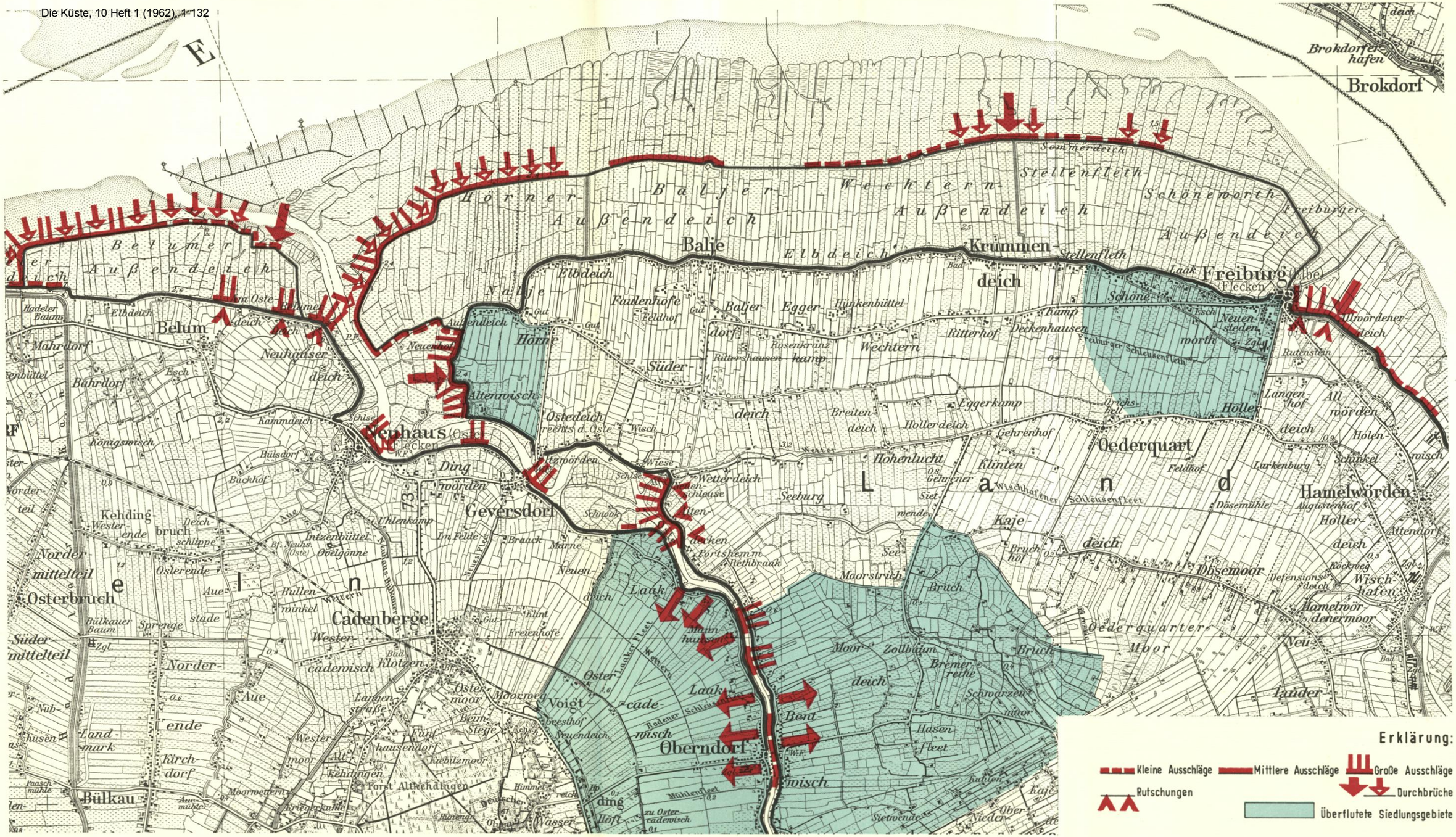
Anlage 2. Übersichtskarte von den Deichschäden und Überschwemmungen im niedersächsischen Küstengebiet

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132



Anlage 3. Deichschäden und Überschwemmungen in Butjadingen
(Ausschnitt der Vergrößerung 1 : 50 000 aus der Karte des Deutschen Reiches 1 : 100 000.
Herausgegeben vom Niedersächsischen Landesverwaltungsamt — Landesvermessung 1958)

Anlage 3. Deichschäden und Überschwemmungen in Butjadingen



Anlage 4. Deichschäden und Überschwemmungen an der Ostemündung und in Nordkehdingen
(Ausschnitt der Vergrößerung 1 : 50 000 aus der Karte des Deutschen Reiches 1 : 100 000.
Herausgegeben vom Niedersächsischen Landesverwaltungsamt — Landesvermessung 1958)

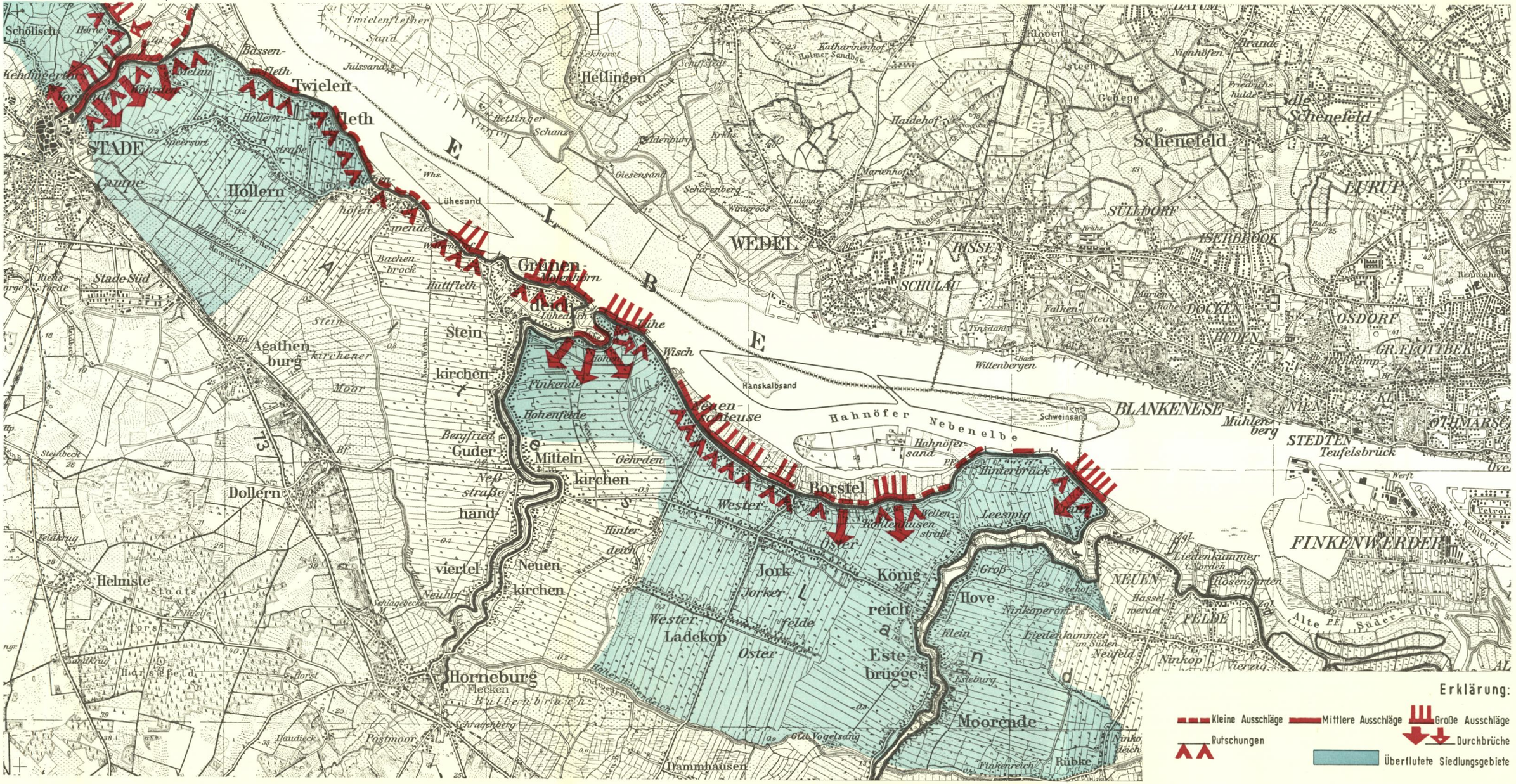
Anlage 4. Deichschäden und Überschwemmungen an der Ostemündung und in Nordkehdingen

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Anlage 5. Deichschäden und Überschwemmungen am Unterlauf der Oste
(Ausschnitt der Vergrößerung 1 : 50 000 aus der Karte des Deutschen Reiches 1 : 100 000.
Herausgegeben vom Niedersächsischen Landesverwaltungsamt — Landesvermessung 1958)

Anlage 5. Deichschäden und Überschwemmungen am Unterlauf der Oste

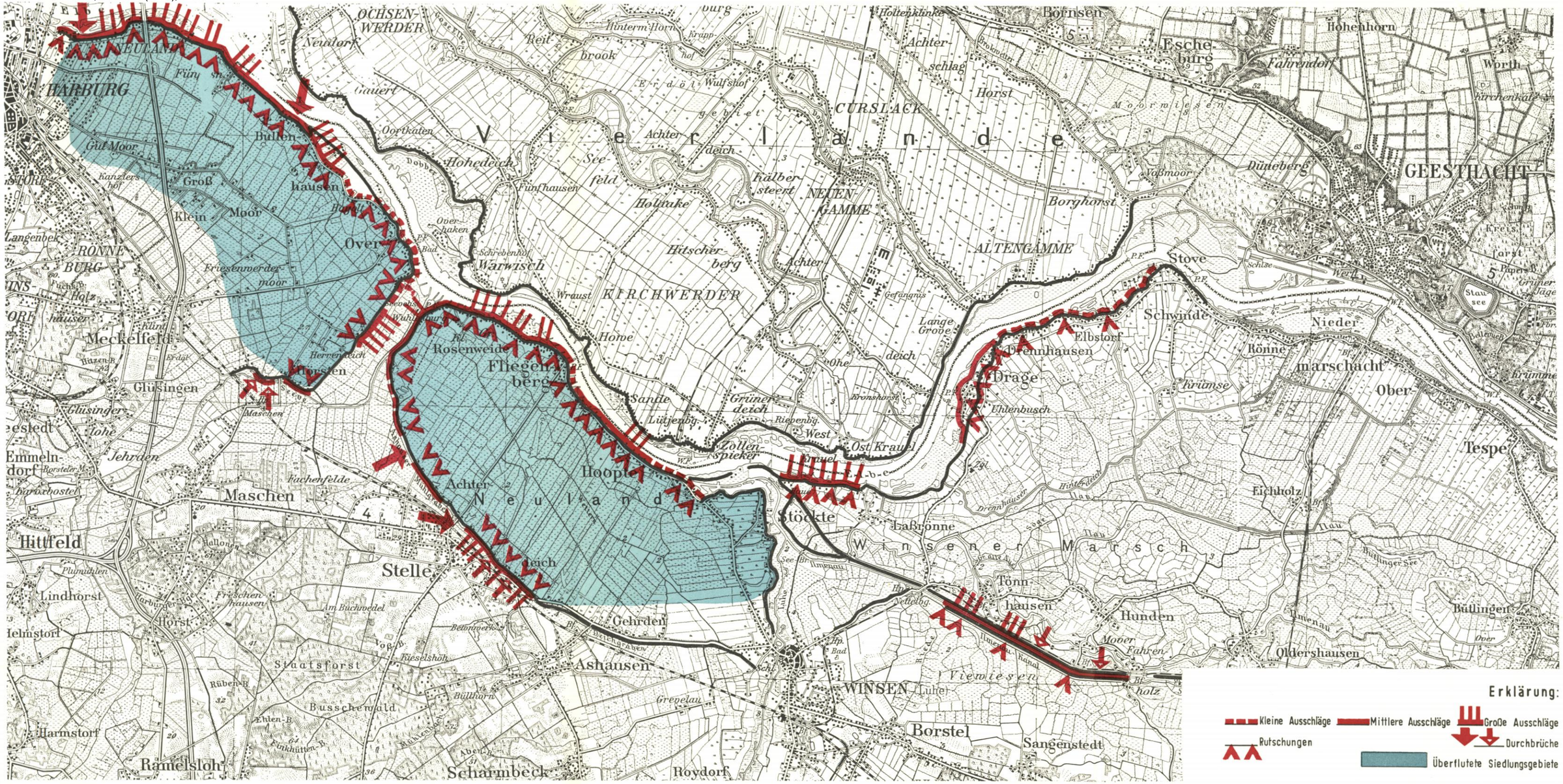
Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132



Anlage 6. Deichschäden und Überschwemmungen im Alten Land an der Elbe
(Ausschnitt der Vergrößerung 1 : 50 000 aus der Karte des Deutschen Reiches 1 : 100 000.
Herausgegeben vom Niedersächsischen Landesverwaltungsamt — Landesvermessung 1958)

Anlage 6. Deichschäden und Überschwemmungen im Alten Land an der Elbe

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132



Anlage 7. Deichschäden und Überschwemmungen oberhalb Hamburg-Harburg an der Elbe
(Ausschnitt der Vergrößerung 1 : 50 000 aus der Karte des Deutschen Reiches 1 : 100 000.
Herausgegeben vom Niedersächsischen Landesverwaltungsamt — Landesvermessung 1958)

Anlage 7. Deichschäden und Überschwemmungen oberhalb Hamburg-Harburg an der Elbe

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 an der Schleswig-Holsteinischen Westküste

Bericht
des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
– Landesamt für Wasserwirtschaft –
Schleswig-Holstein

Inhalt

I. Ablauf und Beurteilung der Sturmflut vom 16./17. Februar 1962
1. Wasserstände 55
2. Wellenauflauf 59
II. Sturmflutschäden und Ursachen
1. Allgemeines 59
2. Art und örtliche Verteilung der Schäden 60
a. Festland 60
b. Nordfriesische Inseln 65
c. Nordfriesische Halligen 65
3. Art der Schäden am Deichkörper 65
a. Deichböschungen und Deichkrone 67
Deichaußenböschung 67
Deichkrone 68
Innenböschung 69
Binnenberme 70
b. Böschungsbefestigungen 70
c. Deichboden und Deichuntergrund 72
d. Deichanlagen 72
4. Vorland 72
5. Deichverteidigungswege 76
6. Küstenstrecken mit einer Deichlinie 76
III. Organisation der Deichverteidigung
1. Sturmflutwarnsystem 77
2. Sicherungsarbeiten 78
3. Deichverteidigungsorgane 78
IV. Folgerung

I. Ablauf und Beurteilung der Sturmflut vom 16./17. Februar 1962

1. Wasserstände

Bereits am 16. Februar vormittags war bekannt, daß sich der Westküste des Landes Schleswig-Holstein ein Sturmtief mit sehr starken Orkanböen näherte. Dieses Sturmtief ist als Islandtief von Grönland nach Mittelnorwegen gezogen. Es hat ein sehr beständiges und umfangreiches Sturmfeld über der ganzen Nordsee mit Dauerwindstärken auf See um 12 und mittleren Windstärken an der Küste um 9 bis 9½ aus West zu Nord bis Nordwest entwickelt. Dieser Sturm trieb die Wassermassen fast 20 Stunden lang gegen die Küsten und in die Flußmündungen hinein. Die Nachtflut zum 17. Februar erreichte an der schleswig-holsteinischen Westküste bisher nicht gemessene Höchstwerte.

Am 16. Februar morgens fiel das Wasser am Pegel Husum nur bis auf NN — 0,74 m. Das Mittagshochwasser dieses Tages stieg an diesem Pegel um 11.48 Uhr auf NN + 3,65 m

(= 2,17 m über Mitteltidehochwasser). Das darauffolgende Nachmittags-Niedrigwasser hatte um 17.45 Uhr einen Stand von NN + 2,04 m, das sind 56 cm über dem gewöhnlichen Hochwasser (MThw). Bei zunehmendem mittlerem Wind von Stärke 9, mit Böen von 11 bis 12, stieg das Wasser ab 17.45 Uhr sehr stark bis zu einem Stand von NN + 4,80 m, stieg abflachend weiter bis 23.38 Uhr auf den Höchstwasserstand von NN + 5,21 m (= 3,73 m über MThw). Dabei hatte der Wind inzwischen auf Nordwest gedreht. Das Wasser fiel dann langsam bis zum 17. Februar um 1.00 Uhr auf NN + 4,90 m, dann schneller, und erreichte

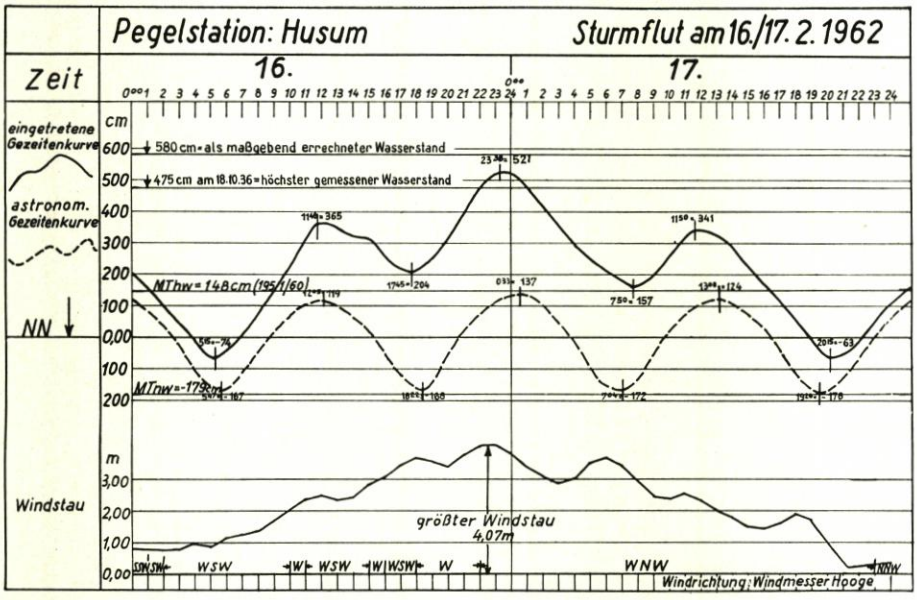


Abb. 1. Eingetretene und astronomische Gezeitenkurve sowie der Windstau am Pegel Husum während der Sturmflut am 16./17. 2. 1962

um 7.50 Uhr einen Niedrigwasserstand von NN + 1,57 m. Obwohl der Wind bis zum Mittag nur unwesentlich abflaute, erreichte das Mittaghochwasser nur den Stand von NN + 3,41 m (= 1,93 m über MThw). Der Wind ließ bis Mitternacht langsam nach. Das Niedrigwasser erreichte um 20.15 Uhr einen Stand von NN — 0,63 m und das folgende Hochwasser am 18. Februar um 1.24 Uhr einen Stand von NN + 1,86 m. Bei weiter abflauendem Wind folgte ein Niedrigwasser um 8.30 Uhr von NN — 1,76 m, das fast mit dem vorausberechneten Niedrigwasser von NN — 1,95 m zusammenfiel.

Der höchste Windstau wurde am 16. Februar um 22.30 Uhr mit 4,07 m gemessen. Sämtliche Werte sind auf den Pegel Husum bezogen (Abb. 1).

Auf den Anlagen 1 und 2 ist der Ablauf der Sturmflut an den Pegeln List, Südwesthörn, Wyk auf Föhr, Schlüttsiel, Pellworm, Husum, Büsum, Cuxhaven, Helgoland, Tönning, Friedrichstadt, Nordfeld UW, Wöhrden-Hafen, Meldorf-Hafen, Barlter-Neuendeich und Friedrichskoog-Hafen dargestellt. Anlage 2 enthält zum Vergleich die Diagramme der Pegel Büsum, Cuxhaven und Helgoland, die bereits in Anlage 1 dargestellt sind.

In der Elbe lag am Pegel Otterndorf der höchste Sturmflutwasserstand auf NN + 5,13 m und stieg am Pegel Schulau auf NN + 5,86 m. Hier muß der Pegel Otterndorf als Ersatz für

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

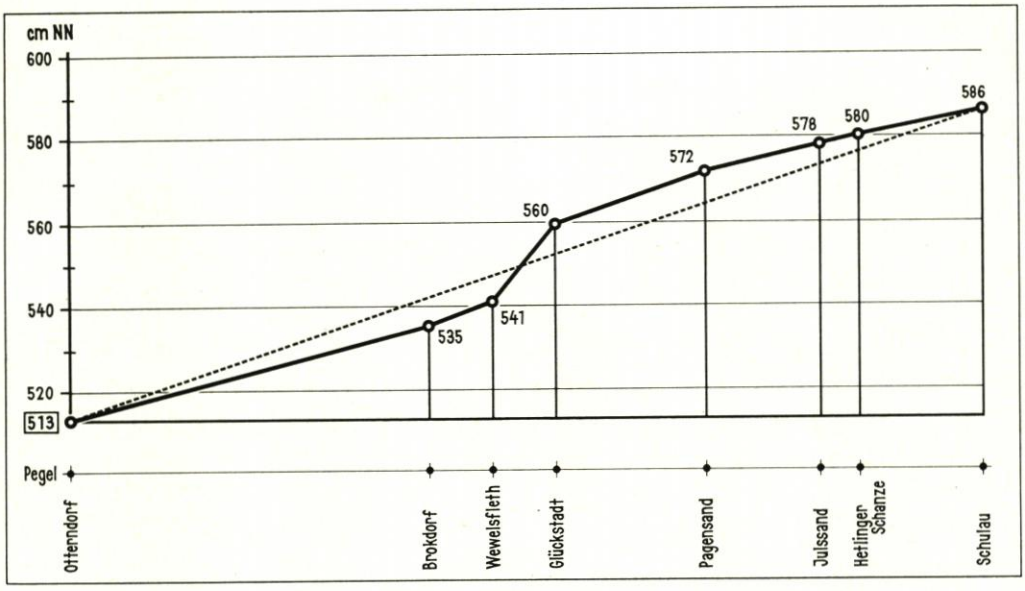


Abb. 2. Verlauf der linear-verbundenen Scheitelwasserstände in der Elbe zwischen Otterndorf und Schulau

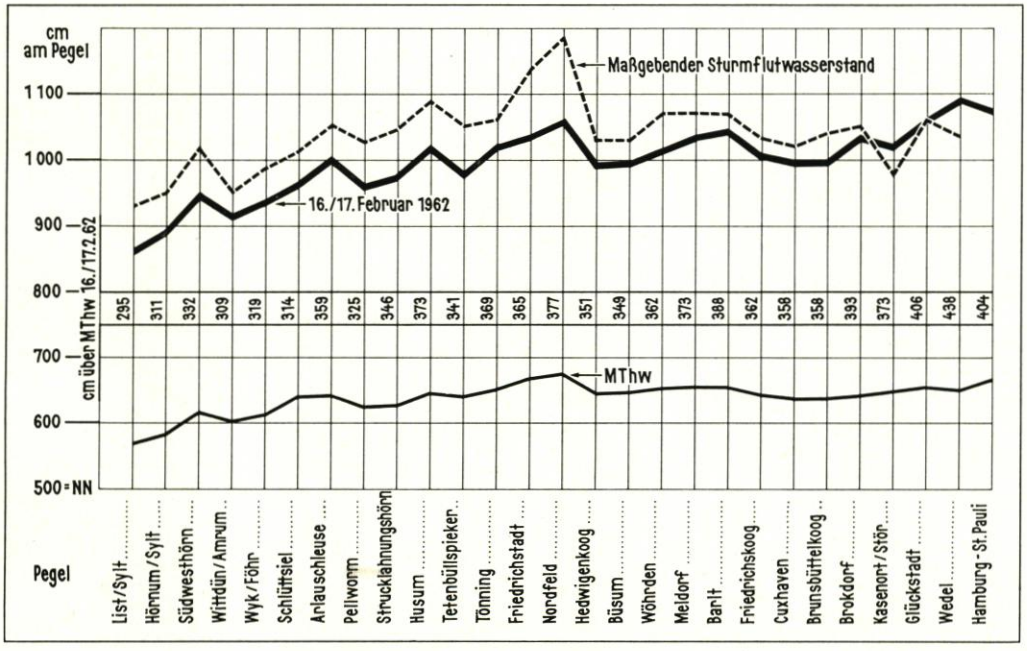


Abb. 3. Bisher gültige maßgebende Sturmflutwasserstände und die eingetretenen Scheitelwasserstände während der Sturmflut am 16./17. 2. 1962 für die Westküste Schleswig-Holsteins

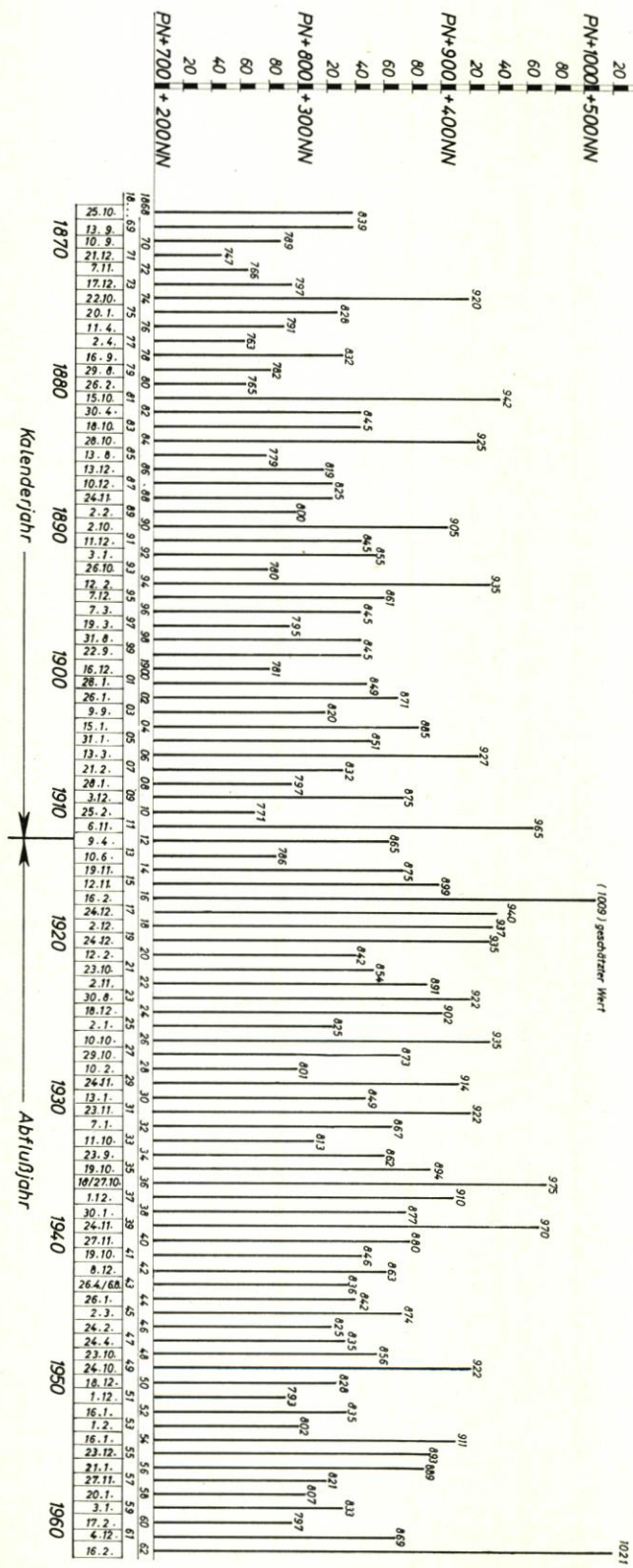


Abb. 4. Die höchsten Sturmfluten von 1868 bis 1962 am Pegel Husum

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

den Pegel Cuxhaven, der während der Sturmflut ausfiel, betrachtet werden. Aus Abbildung 2 ist der Verlauf der linear-verbundenen Scheitelwasserstände zu ersehen. Der starke Anstieg der Verbindung der Scheitelwasserstände zwischen Brokdorf und Glückstadt kann wie folgt erklärt werden: in Brokdorf wechselte die Stromrichtung von West-Ost auf die Richtung des Nord-West-Sturmes. Die Wassermassen wurden vor dem Sturm hergetragen bis zur Störmündung, wo eine Entlastung in die Stör eintrat. Dann erfolgte ein weiterer Wasseraufstau in dem engen Elbbett zwischen der Blomeschen Wildnis und Hamelwörden zum Glückstädter Vorsprung, der hier wahrscheinlich den hohen Wasserstand von NN + 5,60 m verursacht hat. Die unmittelbar darauffolgende Entlastung in das linkselbische Krautsandvorland hatte dann den verminderten und regelmäßigen Anstieg stromaufwärts zur Folge.

In den Nebenflüssen der Stör, Krückau und Pinnau konnte allgemein festgestellt werden, daß in den Flußwindungen, die in Richtung des Windes lagen, das Wasserspiegelgefälle größer war als auf den Strecken, die senkrecht zur Windrichtung verliefen. Diese Feststellungen wurden anhand der Treibselkante gemacht. Aus der Abbildung 3 ist zu ersehen, daß der bisher gültige maßgebende Sturmflutwasserstand durch die Sturmflut nördlich von Brunsbüttelkoog nirgends erreicht wurde. Südlich davon ist er überschritten worden. Demnach wird es erforderlich sein, etwa südlich Brunsbüttelkoog die bisherigen Werte zu korrigieren.

In Abbildung 4 sind die höchsten Sturmflutwasserstände der einzelnen Jahre am Pegel Husum seit dessen Bestehen von 1868 bis 1962 aufgetragen. Daraus ist zu ersehen, daß der Sturmflutwasserstand vom 16./17. Februar 1962 der höchste dort gemessene ist. Er überragt um eine beachtliche Höhe den Durchschnitt der höchsten Wasserstände.

2. Wellenauflauf

Aus Anlage 3 sind die Wellenauflaufhöhen an den Seedeichen zu ersehen. Als sichtbare Zeichen des Wellenauflaufs wurden von der Flut auf den Deichen die Treibselränder hinterlassen. Allerdings kann aus diesen Werten allein nicht die Größe des Wellenangriffs an den einzelnen Deichstrecken beurteilt werden. Hierzu muß auch das Deichprofil selbst betrachtet werden. Je flacher die Deichböschungen und je höher die Außenbermen sind, um so geringer ist der Auflauf der Wellen an den Deichen.

Die größten Wellenauflaufhöhen sind vor den scharliegenden Seedeichen zu verzeichnen. Dabei ist die Lage der Deichstrecke zur Windrichtung von Bedeutung. Auf den Strecken, die etwa winkelrecht zur Hauptwindrichtung lagen, konnte der höchste Wellenauflauf festgestellt werden. Die leeseitigen Deichstrecken haben bei dem vorherrschenden Nord-West-Sturm unter dem Wellenschlag verhältnismäßig weniger zu leiden gehabt als die übrigen Strecken.

Beim Vergleich der Treibselränder an den sich gegenüberliegenden Deichen der Wasserläufe Stör, Pinnau und Krückau wurde festgestellt, daß in den schmalen Flußschläuchen die Treibselränder an beiden Ufern gleich hoch waren. An den Flußmündungen und überall dort, wo der Sturm auf eine breitere Wasserfläche ungehindert einwirken konnte, lagen die Treibselränder auf der Luvseite wesentlich höher als am gegenüberliegenden Ufer.

II. Sturmflutschäden und Ursachen

1. Allgemeines

Etwa 560 km See- und Flußdeiche (Landesschutzdeiche) schützen die Westküste Schleswig-Holsteins, seine Inseln und die Marschen an der Eider, Elbe, Stör, Krückau und Pinnau. Davon

sind bei der Sturmflut am 16./17. Februar 1962 fast 70 km so stark zerstört worden, daß ihre Wiederherstellung einem Neubau nahezu gleichkommt. Weitere 80 km weisen erhebliche Schäden auf. Hinzu kommen 120 km Deiche, welche Mängel durch viele kleinere Löcher und Beschädigungen der Grasdecke zeigen. Mehrere Seedeiche wurden durchbrochen und ihre Köge überflutet.

Die Inseln Pellworm, Nordstrand und Föhr zeigen dank des hier und dort sehr bindigen Bodens und der inzwischen nahezu vollendeten Seedeichverstärkung keine bedrohlichen Schäden auf.

Die Halligen Nordfrieslands wurden verwüstet, viele Häuser zerstört, das persönliche Gut der Bewohner größtenteils vernichtet.

(Aufn.: Archiv des Marschenbauamtes Husum)

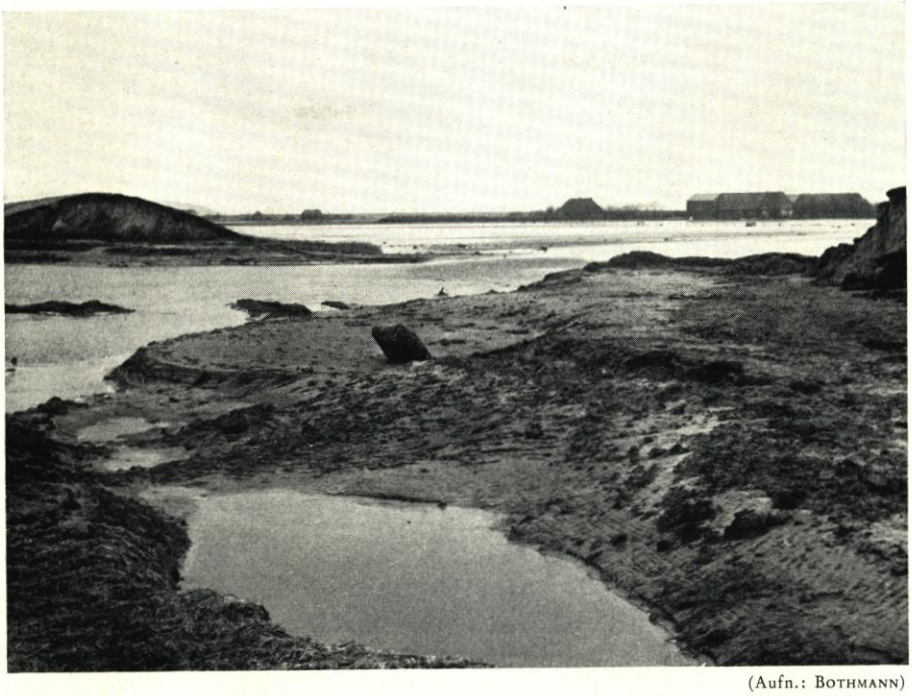
Abb. 5. Deichbruchstelle Dockkoog bei Husum (Aufn.: Archiv des Marschenbauamtes Husum)

2. Art und örtliche Verteilung der Schäden

a. Festland

Besonders hart wurden durch die Sturmflut die Seedeiche zwischen Husum und Brunsbüttelkoog betroffen (Anlage 4). Außer in dem unbewohnten Dockkoog vor Husum (Abb. 5) brach der Deich des besiedelten Ülvesbüller Kooges (Abb. 6 u. 7). Sehr schwer beschädigt wurden die Deiche der Köge auf der Nordseite der Halbinsel Eiderstedt. Die Deiche vor dem Finkhaushalligkoog (Abb. 8) und dem Adolfskoog (Abb. 9) erlitten erhebliche Schäden an den Außen- und Innenböschungen. Hier konnte das Wasser über die Deiche in die Köge eindringen, so daß Evakuierungsmaßnahmen durchgeführt werden mußten. Auch die Deiche des Norderheverkooges (Abb. 10), des Westerheverkooges und des Tümmlauer Kooges (Abb. 11) wiesen

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132



(Aufn.: Bothmann)

Abb. 6. Deichbruchstelle Ülvesbüller Koog

(Aufn.: Foto Hoffmann)

Abb. 7. Der überschwemmte Ülvesbüller Koog

Abb. 8.
Schäden am Deich vor dem Finkhaushallig-Koog
(Aufn.: Foto KNITTEL)

Abb. 9.
Schäden am Deich vor dem Adolfskoog
(Aufn.: Foto KNITTEL)

Abb. 10.
Schwer beschädigter Deich des Norderhever Kooges
(Aufn.: Foto KNITTEL)

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

gleichfalls schwerste Schäden auf. Beim Sieversflether und Ehstenkoog schwappte das Wasser über die Deichkrone und verursachte besorgniserregende Rutschungen auf der Binnenböschung und teilweise Kammstürze. Die Dünen vor St. Peter-Ording wurden stellenweise stark abgetragen (Abb. 12).

Die Außeneiderdeiche Norderdithmarschens bis zum Wesselburener Koog sind ebenfalls sehr stark in Mitleidenschaft gezogen. Das gleiche trifft für den Deich bei Büsum zu (Abb. 13).

(Aufn.: Bothmann)

Abb. 11. Durch die Februar-Sturmflut losgerissene und auf die Außenböschung des Deiches vor dem Tümmlauer Koog geworfene Fischkutter

Der im Nordteil der Meldorfer Bucht gelegene Deich des Christianskooges drohte durchzubrechen, so daß der Koog geräumt werden mußte (Abb. 20). Auch die Deiche Süderdithmarschens, insbesondere die des Friedrichs-, des Dieksander- und des Kaiser-Wilhelm-Kooges sind auf das schwerste beschädigt worden. Die Schäden an der Außenböschung erstrecken sich fast auf die gesamte Länge der vorgenannten Seedeiche. Die Löcher erreichten Größen bis zu mehreren hundert m^3, die Einbrüche reichen häufig weit in die Deichkrone.

Die Elbdeiche der Wilstermarsch, der Krempermarsch, der Seestermüher- und der Haseldorfer Marsch haben keine sehr beträchtlichen Schäden erlitten. Durch den Hochwasserrückstau in die Stör, die Krückau und die Pinnau hinein sind jedoch die Deiche entlang dieser Flüsse besonders an den Strecken, die frontal dem Nordweststurm ausgesetzt waren, zum Teil sehr stark angegriffen worden. Der größte Deichbruch erfolgte im Deich der Münsterdorfermarsch bei Itzehoe, wo das in diesen Koog eingedrungene Wasser die Bahnlinie Hamburg—Itzehoe unterbrach. Die Städte Itzehoe, Elmshorn und Uetersen wurden teilweise überschwemmt. Die dort eingetretenen Schwierigkeiten durch Ausfall des Stromnetzes, Betriebsausfall der Klär-

anlagen usw. waren besonders groß. Die Überschwemmungen wurden hier hauptsächlich durch mangelnde Deichhöhe verursacht.

Die Deichschäden wurden anhand von Luftbildern, die von der gesamten Westküste angefertigt worden sind, ausgewertet und in die Anlage 4 übersichtlich eingetragen. Dieser Plan

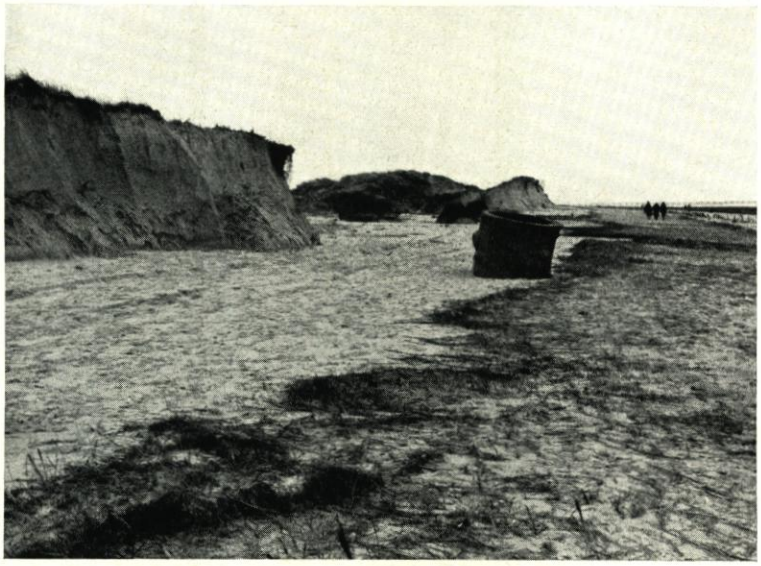


Abb. 12.
Starker Dünenabbruch vor St. Peter-Ording
(Aufn.: Bothmann)

Abb. 13.
Durch Sandsäcke und Faschinen abgesicherte Schäden am Deich vor Büsum
(Aufn.: Bothmann)

gibt einen Überblick über die Dichte der Schadenstellen. Die Schäden wurden in sehr schwere, schwere und leichte gegliedert. Bei Deichen werden unter leichten Schäden Sodenschäden und einzelne kleinere Löcher in der Böschung verstanden. Bei schweren Schäden ist eine zusammenhängende Kette von kleineren Löchern vorhanden, die sich teilweise bis zur Deichkrone erstreckt. Als sehr schwere Schäden wurden durchlaufende Schadenstellen mit bis an die Krone reichen-

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

den Ausschlägen bzw. einzelne Löcher angesehen, die weit in die Krone hineinragen. Die Durchbrüche von Landesschutzdeichen wurden mit roten Pfeilen und die Durchbruchgefahrstellen mit grünen Pfeilen gekennzeichnet. Die Überschwemmungsflächen sind rot gestrichelt.

b. Nordfriesische Inseln

Die Nordfriesischen Inseln Sylt, Föhr, Amrum sowie die Marschinseln Nordstrand und Pellworm sind Wellenbrecher für das in ihrem Schutz liegende deichgeschützte Festland. Sie schützen die Küste unmittelbar. Hierzu sind schon seit langem umfangreiche Maßnahmen ausgeführt worden.

Auf der Insel Sylt ist die Mauer vor der Westerländer Promenade von der Südseite her hinterspült worden (Abb. 14). Die Dünen wurden fast auf der gesamten Westseite von Sylt weiter abgetragen, stellenweise bis zu 10 m (Abb. 15). In Westerland bestand die unmittelbare Gefahr des Durchbruches in die Wohngebiete der Stadt. Schwere Brecher ergossen ihr Wasser über die Küstenschutzanlagen in die tiefer liegende Stadt. An einigen Stellen der Insel Sylt wurde die Dünenkette durchgebrochen wie z. B. bei der Kersigsiedlung (Abb. 16) und nördlich von Hörnum.

Auf der Insel Amrum wurde die Schutzmauer von Wittdün erheblich beschädigt. Bei Norddorf und Wittdün sind die Deiche durchgebrochen.

Auf der Insel Föhr weist der Seedeich an der Nordweststrecke, der noch nicht verstärkt werden konnte, schwere Schäden auf. Ebenso drang das Wasser in die ungenügend geschützten Teile der Stadt Wyk ein.

Die Inseln Pellworm und Nordstrand haben die Sturmflut verhältnismäßig gut überstanden. Auf der Insel Nordstrand wurde lediglich der seit je besonders exponierte Trendermarschkoog in Mitleidenschaft gezogen. Der Damm nach Nordstrand zeigt an der Nordseite mehrere starke Einbrüche bis in die Straßendecke.

c. Nordfriesische Halligen

Die Halligen haben ebenfalls schwere Schäden davongetragen (Abb. 17). Das Wasser ist in sämtliche Häuser auf den Warfen eingedrungen. Dung und Jauche aus den Ställen wurden in die Wohnungen getrieben. Die Möbelstücke trieben unter der Decke. Bei einigen Hallighäusern sind Wände und Anbauten zusammengestürzt. Die Halligbewohner haben in Dachgeschossen, teilweise sogar auf den Dächern und Heudiemen Zuflucht nehmen müssen. Zahlreiches Groß- und Kleinvieh erlitt in den Ställen und Wohnungen den Wassertod. Wie durch ein Wunder sind alle Halligbewohner mit dem Leben davongekommen.

Die Trink- und Tränkwasservorräte in den Söden und Fethingen der Halligen sind durch die Flut versalzt und unbrauchbar geworden. Die Versorgung mit Wasser mußte während der ersten Zeit nach der Sturmflut durch Schuten und große Spezialwasserschiffe vorgenommen werden.

3. Art der Schäden am Deichkörper

Im nachfolgenden sollen die durch die Sturmflut am 16./17. Februar verursachten Schäden an den See- und Flußdeichen der Schleswig-Holsteinischen Westküste behandelt werden.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

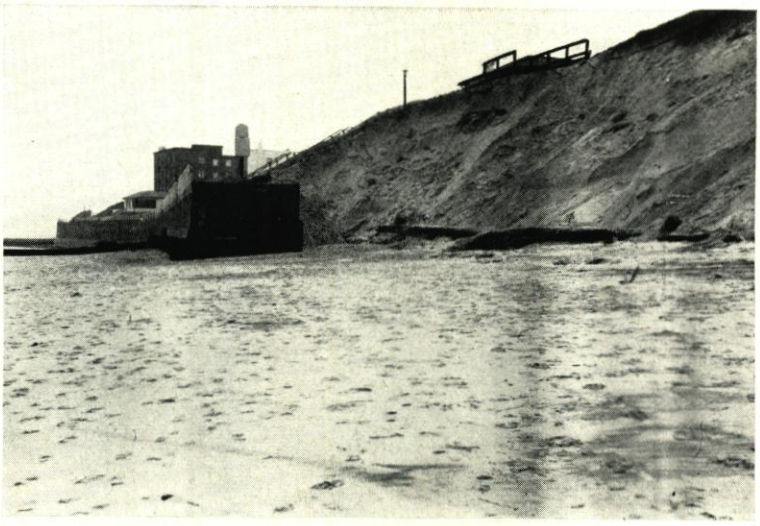


Abb. 14.
Die hinterspülte Mauer vor der Westerländer Promenade — Südseite

(Aufn.: Archiv des Marschenbauamtes Husum)

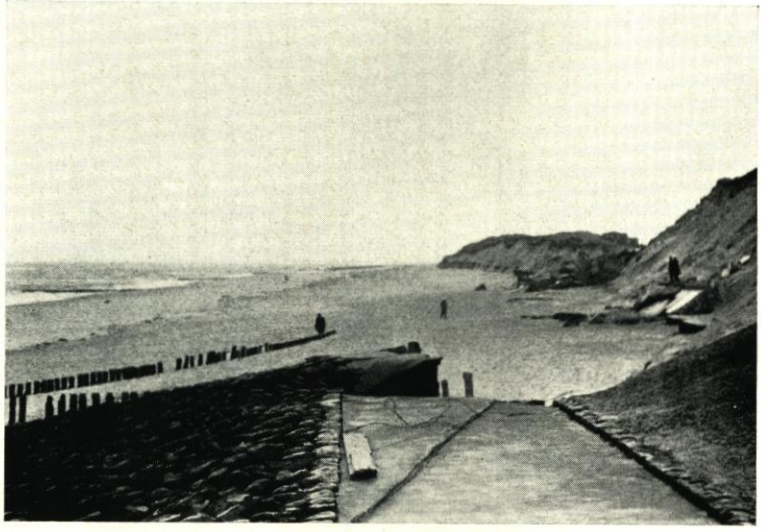


Abb. 15.
Dünenabtrag nördlich der Westerländer Promenade

(Aufn.: Archiv des Marschenbauamtes Husum)

Abb. 16.
Durchbruch in der Dünenkette auf Sylt vor der Kersigsiedlung

(Aufn.: Archiv des Marschenbauamtes Husum)

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

a. Deichböschungen und Deichkrone

Deichaußenböschung

Die Schäden an den Deichaußenböschungen befinden sich allgemein im Bereich des höchsten Hochwasserstandes. Diese Schäden sind hauptsächlich durch das lange Einwirken der großen dynamischen Kräfte in diesem Bereich zu erklären. Während das Wasser der Sturmflut verhältnismäßig schnell über die Deichböschungen bis etwa 1,00 m unter den Höchstwasserstand anstieg (theoretische Anstiegsgeschwindigkeit des Wasserspiegels etwa 11 cm/10 Min.), hielt es sich in dem oberen Bereich der Tidekurve bis 1,00 m unter dem Sturmfluthöchstwasserstand 1,5 bis 2 Stunden. Außerdem lag bei den meisten Seedeichen in diesem kritischen Bereich der Übergang von der flacheren Deichböschung zur steileren Kronenböschung, die im allgemeinen ein Neigungs-

Abb. 17.
Schwer beschädigtes Haus der Hanswarf auf Hallig Hooge
(Aufn.: Foto Hoffmann)

verhältnis von 1:2 bis 1:3 hatte (Abb. 18). Besonders anfällig gegen die Wellenschläge waren naturgemäß steile Böschungen. Je flacher, höher und länger die Deichaußenbermen und -böschungen waren, um so besser haben sie die Flut überstanden. Als Beispiel kann der in den Jahren 1958/59 neu hergestellte Deich vor dem Hauke-Haien-Koog bei Bongsiel dienen. Dieser Deich mußte hauptsächlich wegen der sehr schlechten Untergrundverhältnisse, d. h. der Grundbruchgefahr, mit sehr flachen Bermen und Böschungen gebaut werden. Das Regelprofil hat eine Außenberme im Neigungsverhältnis 1:20, die auf NN + 3,00 m beginnt und auf NN + 4,00 m endet. Wegen des scharliegenden Deiches wurde unterhalb NN + 3,00 m eine Betonsteinpflasterung (1:5) auf Kleiboden verlegt (MThw = NN + 1,40 m). Von der Berme 1:20 bis NN + 4,50 m hat die Böschung achtfache und anschließend bis zur Krone (NN + 7,50 m) fünffache Neigung. Sämtliche Böschungen oberhalb NN + 3,00 m haben eine Grasdecke. An diesem Deich hat die Sturmflut überhaupt keine Böschungsschäden verursacht.

Genauso hat der Deich vor dem Friedrich-Wilhelm-Lübke-Koog südlich des Hindenburgdammes, welcher im Jahre 1954 mit verhältnismäßig flachen Böschungen gebaut wurde, die Flut gut überstanden. Allerdings lag er bei dem vorherrschenden Nordweststurm im Schutze des Hindenburgdammes. Auch dieser Deich liegt schar und hat unterhalb NN + 1,50 m eine Fußsicherung aus Busch erhalten (MThw = NN + 1,10 m). Die Außenberme erstreckt sich von

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

NN + 1,50 m bis NN + 3,50 m in einem Neigungsverhältnis von 1:10. Weiter schließen die Böschungen 1:8 bis NN + 4,50 m, 1:5 bis NN + 5,50 m und 1:3 bis NN + 7,20 m an. Sämtliche Böschungen oberhalb NN + 2,50 m besitzen eine Grasdecke. Bei diesem Deich wurde die Böschung von der Fußsicherung aus Busch bis NN + 2,50 m nachträglich mit Betonsteinen abgesichert, da die Soden in diesem Bereich den häufigen hydrodynamischen Beanspruchungen durch Sturmfluten mittlerer Höhe nicht standhielten. Der alte Seedeich 2 km hinter dem vorerwähnten mit einem 1 km breiten, grünen Vorland hatte vorher im begrünten Böschungs-

(Aufn.: Foto Knittel)

Abb. 18. Die beschädigte Außenböschung und Krone (1:3) des Deiches vor dem Norderheyer Koog. Der Boden besteht aus sehr sandigem Klei

bereich unterhalb NN + 2,50 m niemals Sodenschaden, ein Beweis dafür, daß bei der Wahl eines Seedeichprofils die Breite und Höhe des Vorlandes zu berücksichtigen sind.

Im allgemeinen kann gesagt werden, daß sich hohe und breite Außenbermen sehr vorteilhaft ausgewirkt haben.

Deichkrone

Bei der Wahl der Deichkronenhöhe spielt der maßgebende Sturmflutwasserstand eine wichtige Rolle. Die Werte dieses Wasserstandes wurden unter Berücksichtigung der bisher bekannten höchsten Sturmflutwasserstände ermittelt. Die Sturmflut vom 16./17. Februar hat bestätigt, daß die schleswig-holsteinischen Richtwerte nicht die Grenze des möglichen Höchstwasserstandes darstellen, was auch bei der Ermittlung des maßgebenden Sturmflutwasserstandes berücksichtigt wurde. Bei noch länger anhaltenden Stürmen, größeren Windstärken, ungünstigeren astronomischen Verhältnissen und gleichzeitiger Überlagerung dieser Faktoren können die Richtwerte überschritten werden. In Abbildung 19 sind die bisher höchsten Wasserstände und die

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

mittleren jährlichen Überschreitungshäufigkeiten der Stauwerte für Husum, Tönning und Büsum dargestellt (nach HUNDT). Allerdings kann die dort gestrichelte Wahrscheinlichkeitslinie der Stauwerte nur für einen beschränkten Zeitraum, der zur Zeit noch unbestimmt ist, angenommen werden.

Bei der Wahl der Deichhöhe ist außer dem maßgebenden Wasserstand der Wellenauflauf zu berücksichtigen. Die letzte Sturmflut hat gezeigt, daß sich steile Böschungen über dem maßgebenden Sturmflutwasserstand, d. h. gerade unterhalb der Deichkrone sehr nachteilig

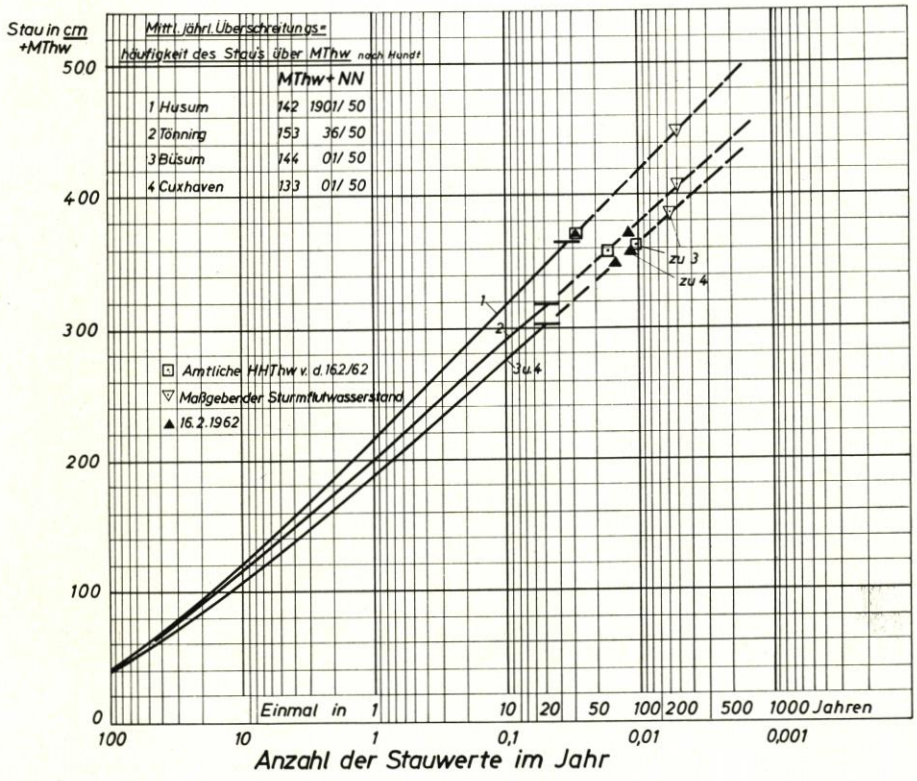


Abb. 19. Mittlere jährliche Überschreitungshäufigkeit des Staues über MThw nach HUNDT

auswirken. Hierbei ist der Begriff „steil" in bezug auf den Deichboden relativ (Abb. 18 u. 20). Die Wellenauflaufhöhe und die Angriffskraft der Wellen ist um so geringer, je flacher und länger die Wellenauflaufstrecke ist. Demnach wird die Wehrfähigkeit eines Deiches nicht nur von seiner Höhe, sondern auch von der Neigung seiner Böschungen bestimmt.

Innenböschung

Die eingetretenen Deichbrüche an den Haupt- und Sommerdeichen sind zum größten Teil auf zu steile Innenböschungen zurückzuführen (Abb. 21). Entweder hat das über die Krone schwappende Wasser die Innnenböschung stark ausgewaschen (am häufigsten aufgetretene Schäden), oder es erfolgte auf der Innenböschung ein Böschungs- bzw. Grundbruch infolge des von der Seeseite durch den Deichkörper gesickerten Wassers, so daß der Deich an diesen Stellen

dem Wasserdruck nicht standhalten konnte. Bei flacheren Innenböschungen treten Schäden in geringerem Maße auf. Hier kann nämlich das überschwappende Wasser weniger schadlos abgeleitet werden, und außerdem ist der Sickerweg von der Außen- zur Innenböschung länger.

Sehr nachteilig haben sich Bäume und deren Wurzeln (Abb. 22) an den Binnenbermen und Böschungen ausgewirkt. Nicht nur, daß die Bäume bei Sturm stark gerüttelt werden und so den Deichboden lockern, sondern die Durchsickerung des Wassers von der Außenseite wird entlang der Wurzel gefördert und dadurch das Aufweichen der Binnenböschung begünstigt.

Die Schäden an den Binnenböschungen sind dem Umfang nach gering und treten hinter den Schäden an den Außenböschungen in den Hintergrund.

Binnenberme

Der Binnenberme als dem Träger der Deichverteidigungswege wird zukünftig unter Berücksichtigung der bei der Sturmflut gesammelten Erfahrungen besondere Aufmerksamkeit zu schenken sein. Eine hohe und breite Berme war insbesondere hinsichtlich der Standsicherheit der Deiche vorteilhaft.

b. Böschungsbefestigungen

Die Böschungsbefestigungen in den unteren Bereichen der Deiche wurden durch die Sturmflut am 16./17. Februar weniger beansprucht als während der vorhergehenden Sturmfluten mittlerer Höhen. Wie bereits im Abschnitt a. erwähnt, wirkte sich die Brandung der Sturmflut hauptsächlich in der oberen Deichhälfte aus, wogegen die untere Hälfte durch ein Wasserpolster mehr oder weniger geschützt war.

Eine schlecht erhaltene Grasnarbe hatte an den meisten Stellen sehr nachteilige Folgen. Am besten haben sich die Sodendecken an Deichen bewährt, die regelmäßig durch Schafe beweidet werden. Maulwurfs- und Kaninchengänge in den Deichen haben auch größere Beschädigungen der Rasendecke und des Deichkörpers verursacht. An diesen Stellen haben die Wellen ihre Zerstörungsarbeit begonnen. Außerdem wurde durch das Wasser, welches in die Kanäle eingedrungen ist, der Deichkörper selbst schnell aufgeweicht. Kahlstellen in der Sodendecke (z. B. Fußpfade) sind besonders gefährdet. An diesen Stellen ist die Bodenverdunstung besonders groß, wodurch sich dann Dauerrisse bilden, in welche das Wasser leicht eindringen und den Boden durchnässen kann (Abb. 23).

Besonders schwer wurden diejenigen Deiche betroffen, welche im letzten Jahr eine Verstärkung erhalten haben und wo die Grasnarbe noch nicht richtig angewachsen war (Abb. 24). Der Wellenschlag hat diese Sodendecke sehr schnell abgetragen und den Boden ausgewaschen.

Hauptsächlich durch Sturmfluten, welche der vom 16./17. Februar 1962 vorausgegangen waren, wurde an einer Deichstrecke bei Südwesthörn die mit Betonsteinen im Neigungsverhältnis 1:3 abgedeckte Böschung schwer beschädigt. Andererseits wurde die mit denselben Betonsteinen befestigte Böschung des Deiches vor dem Hauke-Haien-Koog, allerdings in einem Neigungsverhältnis 1:5, nicht beschädigt. Die Voraussetzungen für die Wellenentwicklung sind vor beiden Deichstrecken ähnlich.

Eine Außenböschungsbefestigung am Elbdeich bei Brokdorf aus Betonplatten ist während der Sturmflut schwer beschädigt worden. Die $2{,}50 \times 2{,}50 \times 0{,}10$ m großen Platten wurden durch die Wellen einige Meter forttransportiert. Wahrscheinlich hat bereits vorher das abfließende Wasser den Boden unter den Platten ausgewaschen. Während der Sturmflut müssen dann die unterspülten Platten verkantet und durch die Wellenkraft herausgehoben worden sein (Abb. 25).

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Abb. 20.
Die beschädigte Außenböschung und Krone (1:3) des Deiches vor dem Christianskoog
(Aufn.: Bothmann)

Abb. 21.
Durch überschwappende Wellen beschädigte Innenböschung (1:2) des Deiches vor dem Norderheverkoog
(Aufn.: Archiv des Marschenbauamtes Husum)

Abb. 22.
Deichschäden durch Eschenwurzeln im Stördeich bei Bellerkrug
(Aufn.: Lüthje)

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Die Böschungen aus Natursteinen zeigen nur vereinzelt Schäden auf, und zwar hauptsächlich an den Übergangsstellen zur Sodendecke.

Die Asphaltdecken haben sich auf den Böschungen im großen und ganzen gut bewährt. Nur an einigen Stellen, wo diese Decke zu dünn war, d. h. ein zu geringes Gewicht hatte, ist sie zerstört worden.

c. Deichboden und Deichuntergrund

Die Wehrhaftigkeit eines Deiches hängt auch von der Eigenschaft des Deichbodens, hauptsächlich in seiner obersten Lage ab. Je sandiger der Boden war, um so leichter wurden die Deiche zerstört. Zur Beurteilung müssen hierbei immer Deiche mit etwa denselben Böschungsneigungen verglichen werden. Die Widerstandsfähigkeit und Güte der Grasnarbe selbst ist auch von der Beschaffenheit der oberen Lage des Deichbodens abhängig.

Außerdem verläuft die Sickerlinie bei sandigen Deichen viel flacher als bei Deichen mit einem tonigen oder lehmigen Boden. Somit wird ein Deich, wenn er hauptsächlich aus sandigem Boden besteht und keine Kleischürze besitzt, besonders auf der Binnenseite sehr schnell aufgeweicht und kommt zum Fließen. Die Gefahr der binnenseitigen Böschungsrutschung und somit des Deichbruches ist hier viel größer als bei Deichen mit tonigem oder lehmigem Boden, wenn auch nur in der Abdeckschicht.

Bei neu verstärkten Deichen zeigte es sich, daß hier wegen der noch nicht genügenden Bodenverfestigung die Zerstörung viel schneller vor sich ging als bei den Deichen, wo sich der Boden bereits seit mehreren Jahren bzw. Jahrzehnten verfestigen konnte.

An einigen Stellen kam es, hauptsächlich auf den Deichinnenseiten, zu Grundbrüchen und zum Abrutschen der Böschungen. Diese Bodenrutschungen traten besonders dort auf, wo die Deichinnenböschungen zu steil waren und hinter diesen ein Entwässerungsgraben verlief (vgl. Abb. 26). Die Ursache der Grundbrüche*) liegt bei den schlechten Untergrundverhältnissen (Schlick, Darg, Torf) in Verbindung mit der zusätzlichen Wasserauflast bei Sturmflutwasserständen; das Abrutschen der Böschungen tritt auf, wenn der zum Teil ungeeignete Deichboden durchweicht wird.

d. Deichanlagen

Sehr nachteilige Folgen hatten sämtliche Fremdkörper in und auf den Deichen. Um Weidezaunpfähle, Treppen, Geländer, Masten für Seezeichen, Bauwerke, MG-Stände aus dem letzten Krieg usw. traten jeweils Auskolkungen auf, verursacht durch die Wirbelbildung um diese Fremdkörper (Abb. 27, 28 u. 29).

4. Vorland

Es kann allgemein gesagt werden, daß sich das Vorland für die Deichsicherheit sehr vorteilhaft ausgewirkt hat. An den Deichen, die ein hohes Vorland haben, lag die Treibselkante relativ niedriger als bei scharliegenden Deichen, ein Beweis dafür, daß das Vorland den Wellenauflauf an den Deichen vermindert. Das sommerbedeichte Vorland gibt dem Hauptdeich einen noch

*) Unter Grundbruch ist in diesem Zusammenhang eine Bodenrutschung zu verstehen, die nach Störung des Gleichgewichtszustandes im Sinne der Bodenmechanik auftritt (DIN 1054, Zulässige Belastung des Baugrundes). Demgegenüber ist nach den seit altersher überlieferten Begriffen ein Grundbuch gegeben, wenn unter der Einwirkung des Wassers (vollkommener oder unvollkommener Überfall) unter der Oberfläche des Geländes ein Kolk entstanden ist, der sich auf die ganze Sohlenbreite des Deichquerschnitts erstreckt.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Abb. 23.
Schäden in der Krone des Hedwiger Sommerkoogdeiches entlang des Trampelpfades

(Aufn.: Bothmann)

Abb. 24.
Die zerstörte Außenböschung des im Jahre 1961 verstärkten Seedeiches bei Erlengrund nördlich von Büsum

Aufn.: Archiv des Marschenbauamtes Heide)

Abb. 25.
Außenböschungsbefestigung mit Betonplatten am Elbdeich bei Brokdorf

(Aufn.: Foto Josupelt)

Abb. 26.
Abrutschen der Böschung auf der Innenböschung des Ehstenkoogdeiches
(Aufn.: Bothmann)

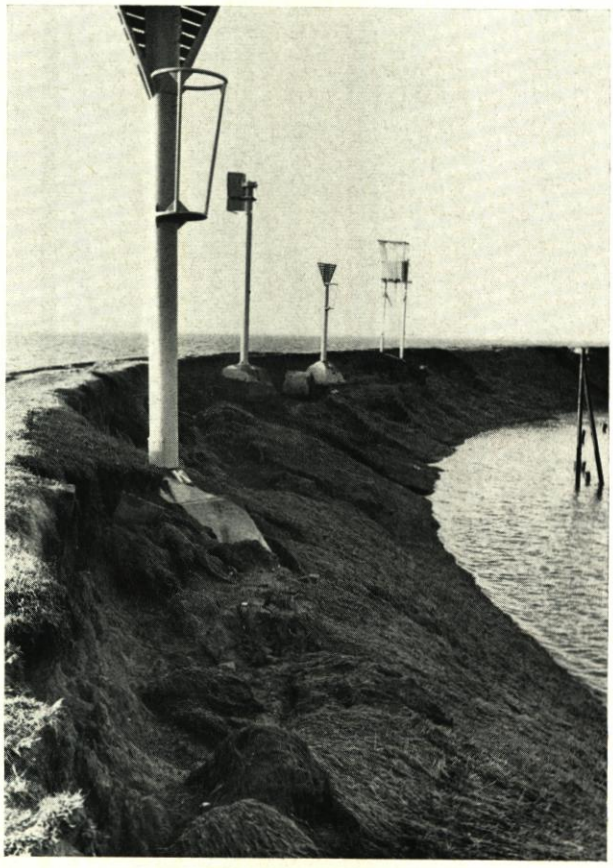


Abb. 27.
Schäden an der Innenböschung und der Krone des Deiches vor dem Dockkoog, besonders um die Fundamente der Masten für Seezeichen
(Aufn.: Foto Bauer)

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

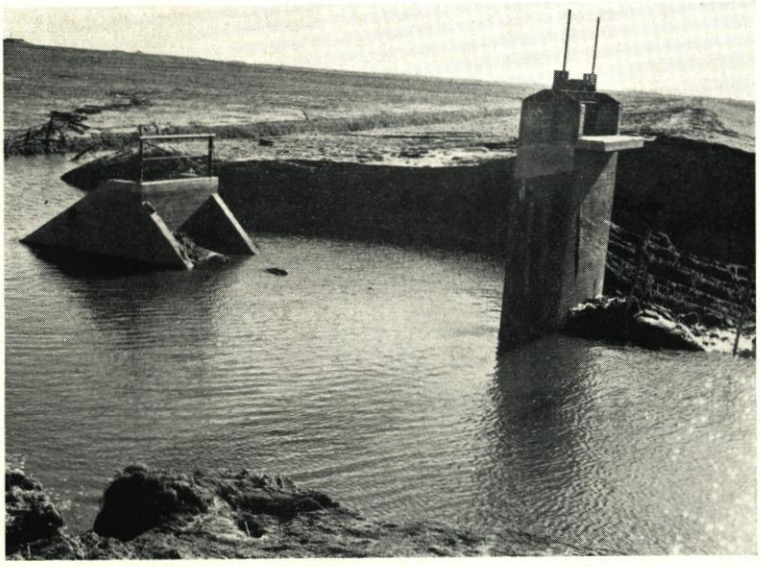


Abb. 28.
Bruchstelle im
Wöhrdener Sommerdeich
beim Deichsiel
(Aufn.: BOTHMANN)

Abb. 29.
Schaden in der Außenböschung
des Finkhaushalligdeiches
verursacht durch einen Zaunpfad
(Aufn.: BOTHMANN)

wirksameren Schutz. Hier werden bei hohen Sturmfluten die Wellen an den Sommerdeichen, welche in diesem Falle die Wirkung einer Grundschwelle haben, sehr gebremst. Allerdings zeigte es sich, daß die Sommerdeiche diesen großen Beanspruchungen nur dann gewachsen waren, wenn sie nicht zu hoch waren (bis etwa 2,50 m über MThw) und beidseits flache Böschungen hatten (etwa 1:5 bis 1:6). Andernfalls wurden sie streckenweise völlig zerstört (Abb. 30).

An den Lahnungen vor den Seedeichen wurden keine über das übliche Maß hinausgehende Schäden festgestellt.

5. Deichverteidigungswege

Nach Ablauf des Hochwassers mußten Sicherungsarbeiten durchgeführt werden. Diese wurden erschwert, weil vielfach hinter den Deichen auf den Binnenbermen Sicherungswege fehlten oder nicht ausreichend befestigt waren. Um das Ausbesserungsmaterial (Busch, Pfähle,

Abb. 30.
Der zerstörte Deich des Wesselburener Sommerkooges
(Aufn.: Bothmann)

Sandsäcke usw.) heranzubringen, wurde infolgedessen die Deichkrone oder die Außenberme befahren (Abb. 31). Da die Grasnarbe aufgeweicht war, sind Krone bzw. Außenberme völlig zerfahren worden. An vielen Stellen waren wohl einspurig befestigte Wege vorhanden. Es fehlte jedoch daneben Platz für die Lagerung von Material und für das Ausweichen und Überholen von Fahrzeugen, die entladen wurden.

6. Küstenstrecken mit *einer* Deichlinie

Die Sturmflut des 16./17. Februar 1962 hat eindeutig bewiesen, daß eine Reihe deichgeschützter Küstenlandschaften auch nach Verstärkung ihrer Deiche in besonderem Maße dem Sturmflutrisiko ausgesetzt bleiben. Dieses gilt in erster Linie für solche Seedeiche, deren Bruch bei einer erneuten Katastrophenflut zu einer Überflutung dicht besiedelter Landstriche bis an den Geest-Rand führen würde. Auf die möglichen verheerenden Folgen eines solchen Durchbruches soll hier nicht eingegangen werden. Aus Anlage 3 sind die Küstenstrecken zu ersehen, die nur durch eine Deichlinie geschützt sind. Diese Karte zeigt auch die durch den Bruch dieser einen Deichlinie gefährdeten Wohnballungsgebiete.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

III. Organisation der Deichverteidigung

1. Sturmflutwarnsystem

Bereits am 16. Februar gegen 9.30 Uhr wurde vom Wetteramt Schleswig das Herannahen eines Sturmtiefs mit Orkanböen gemeldet. Zugleich wurde vom Deutschen Hydrographischen Institut eine Sturmflutwarnung für die deutsche Nordseeküste von etwa 2,00 bis 2,50 m über Normal über den Rundfunk und durch sogenannte WOBS-Telegramme gegeben.

Als die Warnungen beim Innenministerium eintrafen, setzten sofort Maßnahmen der Katastrophenabwehr ein, die ihre allgemeine Grundlage in den Richtlinien für die Abwehr

(Aufn.: Vermessungsbüro Rüpke)

Abb. 31. Durch Materialtransport zerfahrene Außenböschung des Friedrichskoogdeiches nördlich Edendorf

von Katastrophen im Lande Schleswig-Holstein vom 17. Oktober 1956 und — soweit es sich um den Deichschutz handelt — ihre Grundlage in dem Erlaß des Ministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten betreffend den Schutz der Deiche und Dämme bei Sturmflut für die Westküste Schleswig-Holsteins vom 16. November 1951 hatten.

So wurde vom Innenministerium die Vorwarnung am 16. Februar früh an die beteiligten Ressorts, an das zuständige Wehrbereichskommando, das Technische Hilfswerk und die Feuerwehr mit der Bitte um Weitergabe an die nachgeordneten Behörden und Kommunaldienststellen durchgegeben. Die Telegramme des Hydrographischen Instituts wurden wie üblich gleichzeitig an die Marschenbauämter, Deichgrafen, Landräte und an die dem Warndienst angeschlossenen Stellen geleitet. Auf diese Weise wurde die rechtzeitige und laufende Unterrichtung aller an der Katastrophenabwehr beteiligten Stellen sichergestellt, so daß diese in die Lage gesetzt wurden, die von ihnen selbst zu treffenden Maßnahmen frühzeitig vorzubereiten.

Sorge machte die Aufrechterhaltung der Nachrichtenverbindungen. Durch den Selbstwählbetrieb waren die Fernsprechleitungen überlastet. Bald wurden jedoch Fernmeldeämter mit zusätzlichem Personal besetzt, so daß alle Fernleitungen für den Katastrophendienst voll verfügbar waren.

2. Sicherungsarbeiten

Bereits in der Nacht vom 16. zum 17. Februar wurde entlang der ganzen Westküste damit begonnen, Sicherungsarbeiten an den Deichen auszuführen. Die hierfür benötigten Materialien wie Faschinen, Pfähle und Sandsäcke wurden pausenlos an die Schadenstellen gefahren. Die verhältnismäßig großen Vorräte der Marschenbauämter wurden schnell aufgebraucht. Daraufhin wurden insbesondere von den östlichen Teilen des Landes Pfähle und Faschinen bereitgestellt. Allein aus den Landesforsten wurden in der Zeit vom 17. bis 23. Februar 260 000 Pfähle und 25 000 m³ Faschinen geliefert. In kurzer Zeit konnten über 1 Mill. Sandsäcke aus Schleswig-Holstein, Nordrhein-Westfalen und Dänemark geliefert werden. Auf Anregung des Ministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten am 22. Februar wurden bei einer Sonderaktion, an der die Bundeswehr und freiwillige Helfer aus den Reihen der Feuerwehr, der Sportverbände, der Schulen usw. beteiligt waren, aus den Forsten des Landes aller Besitzorte über das Wochenende des 24./25. Februar rund 53 000 m³ gebundene und etwa 25 000 m³ ungebundene Faschinen sowie etwa 370 000 Stck. Pfähle bereitgestellt. Die durch den Sturm verursachten Windbrüche haben diese Aktion begünstigt.

So gelang es bereits eine Woche nach der Sturmflut, die Seedeiche behelfsmäßig gegen erneute Sturmfluten bis etwa 2,00 m über MThw wieder wehrhaft zu machen.

3. Deichverteidigungsorgane

Die gesamte Deichverteidigung und der allgemeine Katastrophenschutz sind in Schleswig-Holstein dezentralisiert aufgebaut. Grundlage dafür ist die Überlegung, daß die an Ort und Stelle zu treffenden Maßnahmen nur ortsnah und nicht zentral angeordnet werden können. Sie müssen nach den örtlichen Situationen ausgerichtet sein. Daher sind die verantwortlichen Zuständigkeiten auf die Landräte und Oberbürgermeister übertragen worden, die ihrerseits im Einvernehmen mit den Marschenbauämtern und Deichgrafen handeln. Dieses System des Aufbaues des Deich- und Katastrophenschutzes von unten her hat sich bei der letzten Sturmflut gut bewährt.

Darüber hinaus müssen aber bei Katastrophen von überörtlichem Ausmaß koordinierende Funktionen wahrgenommen werden, die in Schleswig-Holstein vornehmlich dem Einsatzstab der Landesregierung obliegen.

IV. Folgerung

Diese Darlegungen geben zunächst einen ersten zusammenfassenden Bericht über die Ursachen und Schäden der Sturmflut vom 16./17. Februar an der schleswig-holsteinischen Westküste. Die anschließende Folgerung soll nur einen kurzen Hinweis für den Küstenausschuß Nord- und Ostsee darstellen, welcher konkrete Vorschläge für die Sicherung der Küste bringen soll.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Bei der Wahl des Deichquerschnitts müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden: der Deichboden, der Untergrund, der höchste Sturmflutwasserstand, der Wellenangriff sowie das Fehlen einer zweiten Deichlinie. Je schlechter der Deichboden ist und je mehr der Deich dem Wellenangriff ausgesetzt ist, um so flacher, höher und länger sind die Böschungen des Deiches auszubilden. Bei ungünstigen Untergrundverhältnissen muß ein besonders breites Profil gewählt werden, um Grundbrüche zu vermeiden. Wenn nur eine Deichlinie vorhanden ist, ist bei der Wahl des Profils größte Sorgfalt geboten. Diese Faktoren, die von weiteren Nebenfaktoren abhängen, lassen es nicht zu, einen für alle Küstenstrecken gültigen Einheitsquerschnitt zu entwickeln. Die Wahl des Querschnitts wird demnach jeweils von Fall zu Fall vorzunehmen sein unter Berücksichtigung der an der jeweiligen Stelle bei höheren Sturmfluten gemachten Erfahrungen. Dabei sollte heute schon mit Rücksicht auf die Deicherhöhungen der späteren Jahrzehnte zweckmäßigerweise ein so flaches Profil gewählt werden, daß eine zusätzliche Deichkrone aufgebracht werden kann, ohne dabei die gesamte Deichaußen- oder Binnenböschung dafür zu beanspruchen und die festgewachsene Sodendecke zu beschädigen. Deicherhöhungen werden voraussichtlich auch zukünftig erforderlich sein, wenn die säkularen Wasserstandserhöhungen gegenüber dem Landeshorizont Normal Null, die gegenwärtig mit 2,7 mm als Jahresmittel angenommen werden können, fortdauern und aufgefangen werden sollen.

Es wurde bereits erwähnt, daß bei der Wahl des Deichquerschnitts der Deichboden eine große Rolle spielt. Deshalb wäre es zweckmäßig, die Deichböden nach deren Untersuchung in verschiedene Klassen einzuteilen und diese Klassifizierung bei der Wahl der Böschungsneigungen entsprechend zu berücksichtigen. Im allgemeinen wird bei schlechten Deichböden die flachere Herstellung und Begrünung der Außenböschungen wirtschaftlicher und den weniger flachen Böschungen mit einer ausreichend schweren künstlichen Decke vorzuziehen sein.

Bei scharliegenden Seedeichen sollte die Deichaußenböschung ausreichend hoch durch Natursteine, Betonsteine oder einen Asphaltbelag befestigt werden, zweckmäßig bis etwa 2,00 m über MThw. Auch hierbei dürfen die Böschungen nicht zu steil gewählt werden, z. B. bei Betonsteinen mit einem Gewicht von etwa 350 kg/m² flacher als 1 : 5. Bei Asphaltbefestigungen sind die Böschungen nicht steiler als im Neigungsverhältnis 1 : 3 anzulegen. Die Asphaltdecken müssen je nach Örtlichkeit ein ausreichendes Gewicht haben.

Die Deichbinnenböschungen sollten schon mit Rücksicht auf die überschwappenden Wellen und die Böschungspflege nicht zu steil gewählt werden. Außerdem wird bei einer flachen Deichböschung die Deichmächtigkeit auch in Höhe der Sturmflutwasserstände vergrößert, und somit besteht bei Beschädigung der Deichaußenböschung durch die Wellenkraft bei kritischen Wasserständen eine geringere Durchbruchgefahr.

Bei der Verstärkung von Seedeichen sollte eine so breite Binnenberme gewählt werden, daß diese bequem den Deichverteidigungsweg mit Ausweichen aufnehmen und daß hier außerdem Material gelagert werden kann. Die Bermen müßten über dem MThw angeordnet werden, um dadurch die Sickerlinie zu verlängern und die Innenböschungen sowie Bermen trocken zu halten.

Der Pflege der Deichgrasnarbe müßte zukünftig mehr Beachtung geschenkt werden. Die Gräsung der Deiche durch Schafe müßte die Regel sein und als Mindestforderung bei der Deichunterhaltung angesehen werden. Außerdem wäre besonders bei mageren Deichböden noch zu prüfen, ob im Interesse einer guten Grasnarbe die Deichböschungen künftig gedüngt werden sollen.

Fremdkörper wie Zäune, Treppen und sonstige feste Anlagen sind auf das Mindestmaß einzuschränken. Bäume dürften nicht in Nähe des Deichkörpers gepflanzt werden.

Auf der Binnenberme müssen befestigte Wege mit Ausweichen vorhanden sein, die jederzeit mit schwersten Fahrzeugen befahren werden können. Bei der Wahl der Befestigungsart

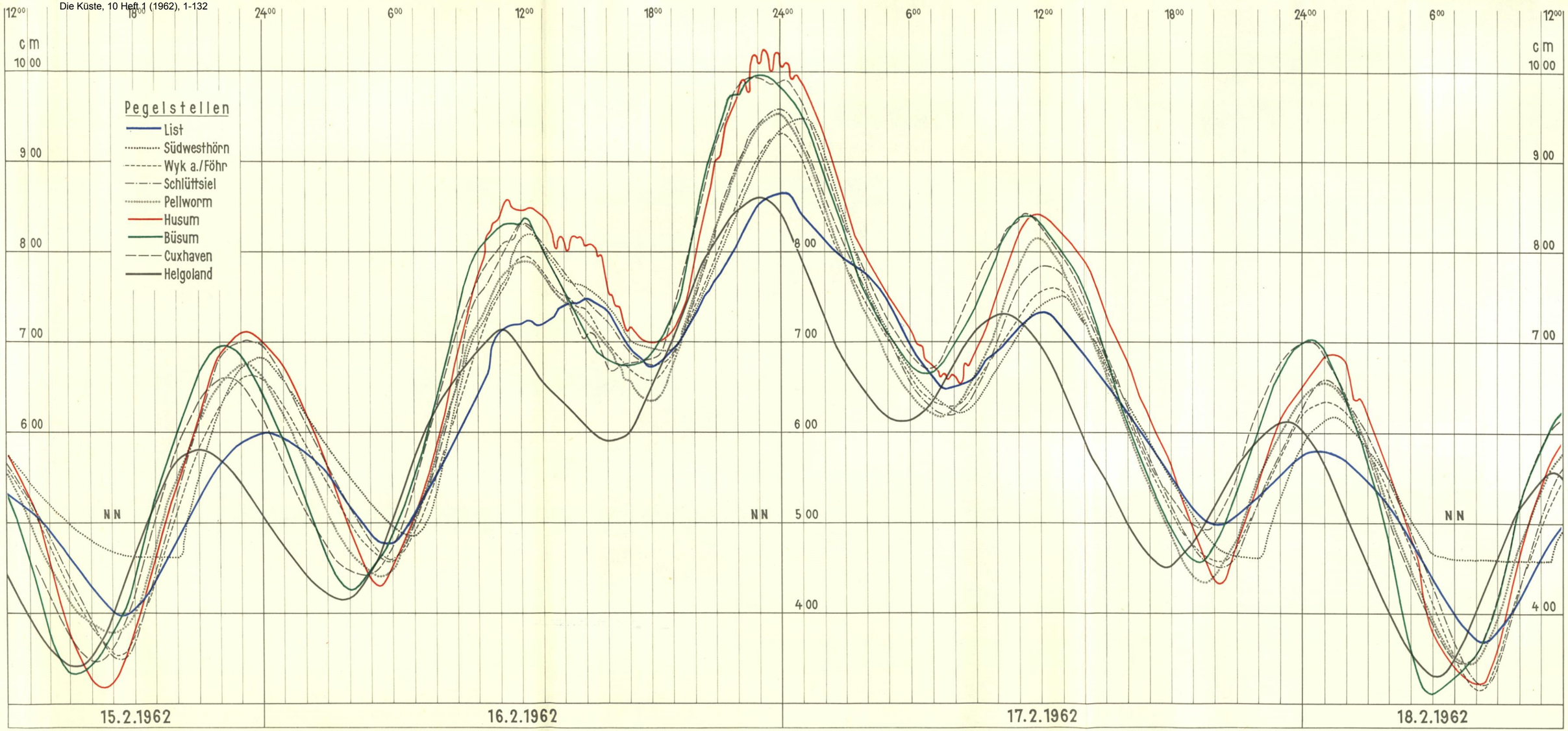
sollten auch die späteren Unterhaltungskosten berücksichtigt werden. Außerdem wäre zwischen den Deichverteidigungswegen und dem vorhandenen klassifizierten Wegenetz eine zweispurige Verbindung herzustellen, damit ein reibungsloser Ringverkehr auf den Deichsicherungswegen eingerichtet werden kann.

Die Aufgabe der kommenden Jahre kann jedoch nicht allein darin gesehen werden, die bestehenden Werke den heutigen Anforderungen gemäß auszubauen. Diese Werke sind in Jahrhunderten gewachsen. Sie sind erstellt worden, als die Technik noch dem Menschen den überwiegenden Teil der Arbeit aufbürdete. Sie sind nach Sturmfluten instand gesetzt worden, ohne großzügigen Gedankengängen verbesserter Linienführung Raum zu geben. Neueindeichungen haben dazu beigetragen, das geographische Bild der Seedeichlinie immer mehr zu verzerren. Die Länge der Seedeiche auf dem Festland der Westküste beträgt 450 km, während die idealisierte Verbindungslinie der Küste von der dänischen Grenze bis Hamburg nur wenig über 200 km lang ist. Aus diesem Unterschied wird das ungeregelte Wachstum unseres Deichsystems als Folge technischer Unvollkommenheit, finanzieller Schwäche und organisatorischer Zersplitterung früherer Zeiten besonders deutlich. Nach der Februar-Sturmflut dieses Jahres müssen wir deshalb unausweichlich die Frage stellen:

„Ist unsere Aufgabe des Schutzes von Leben und Arbeit an der Westküste unseres Landes damit erfüllt, daß wir das Vorhandene nach besten Kräften wiederherstellen und verstärken? Sind wir darüber hinaus verpflichtet, unsere Gedanken den Aufgaben zuzuwenden, welche sich dann ergeben, wenn das Ziel heißt, dem Abwehrsystem als Ganzem den höchstmöglichen Grad der Sicherheit zu geben?“

Die Antwort muß sein, daß es heute nicht genügt, restauratorisch zu arbeiten; es ist vielmehr angesichts unserer heutigen technischen Möglichkeiten und unserer Verantwortung gegenüber der Zukunft zwingend notwendig, das Aufbauwerk den Gedankengängen bestmöglicher Gestaltung des gesamten Deichsystems unterzuordnen. Aus dieser Auffassung erwächst die Pflicht, Neues dort zu schaffen, wo das Alte und Bestehende nicht mehr zeitgemäß ist. Die kommenden Jahre werden das geographische Bild unserer Deichlinie an der Westküste so verändern müssen, daß im Einklang mit sinnvoller Wirtschaftlichkeit der bestmögliche Schutz für Leben und Wirken der Menschen in den Marschen unseres Landes geschaffen wird.

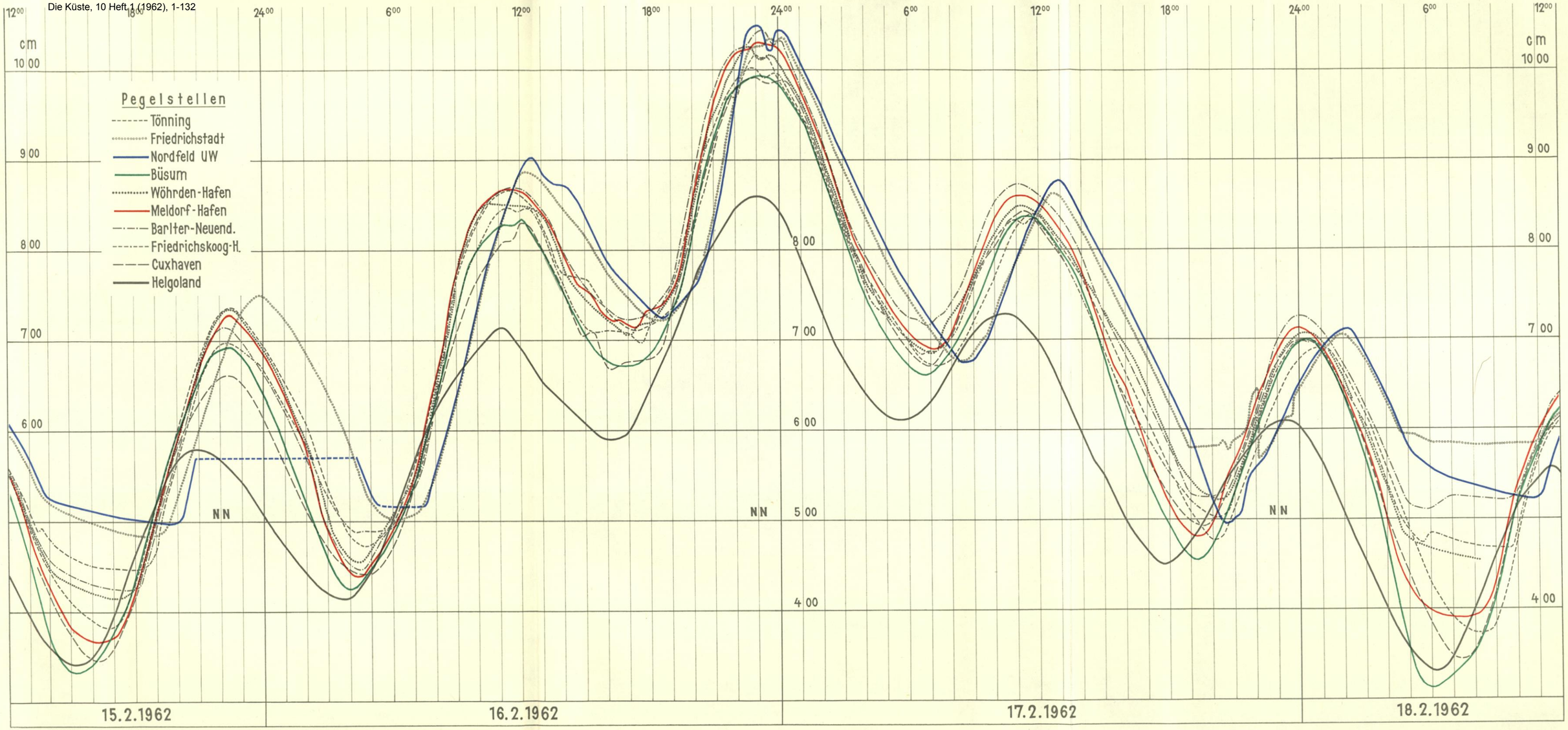
Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132



Anlage 1. Ablauf der Sturmflut an den Pegeln List, Südwesthörn, Wyk auf Föhr, Schlüttsiel, Pellworm, Husum, Büsum, Cuxhaven und Helgoland

Anlage 1. Ablauf der Sturmflut

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132



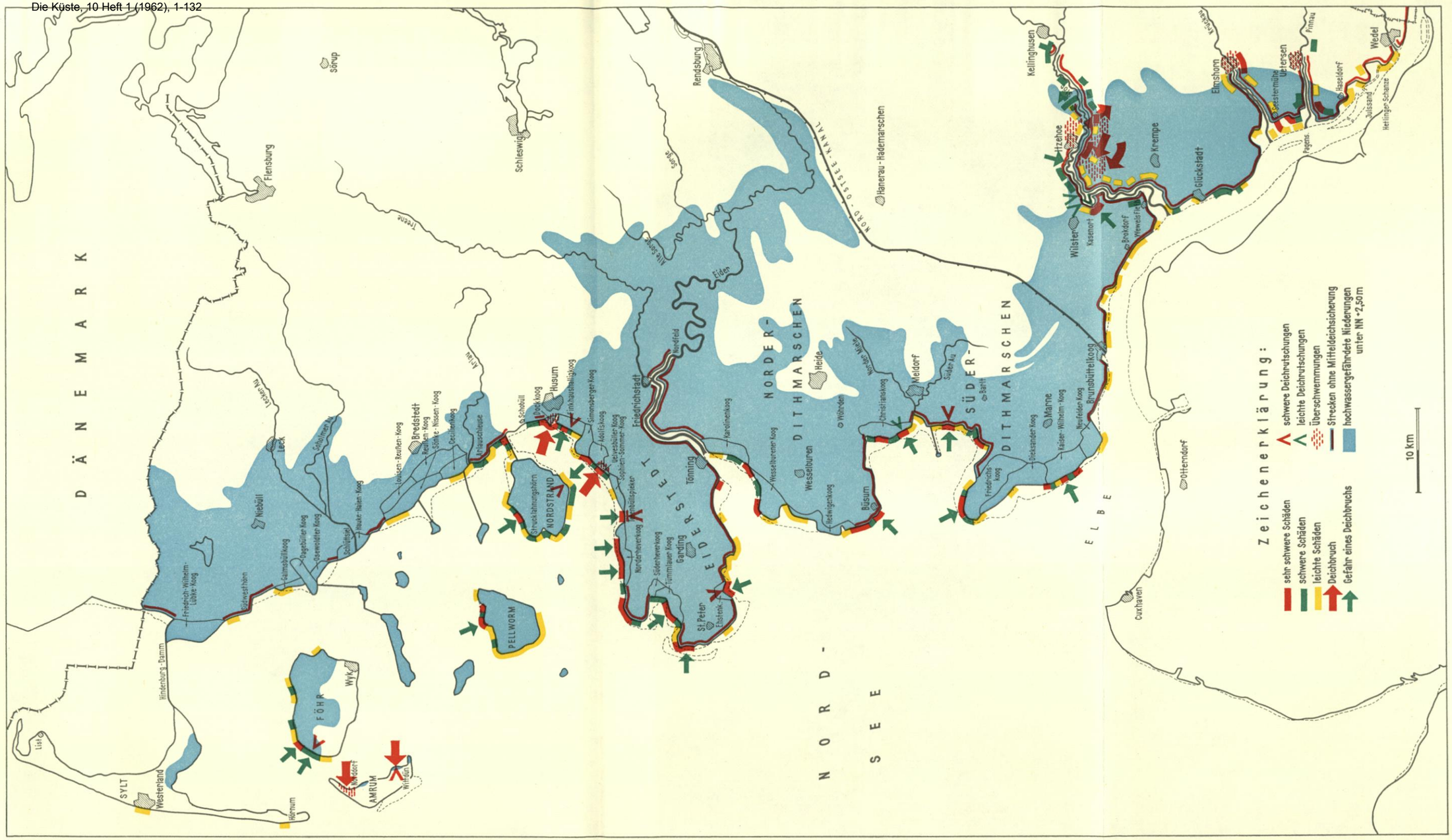
Anlage 2. Ablauf der Sturmflut an den Pegeln Tönning, Friedrichstadt, Nordfeld UW, Büsum, Wöhrden-Hafen, Meldorf-Hafen, Barlter-Neuendeich, Friedrichskoog-Hafen, Cuxhaven und Helgoland

Anlage 2. Ablauf der Sturmflut

Anlage 3. Wellenauflaufhöhen und Wasserstände während der Februar-Sturmflut 1962

Anlage 3. Wellenauflaufhöhen und Wasserstände während der Februar-Sturmflut 1962

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132



Anlage 4. Deichschäden und Deichbrüche, verursacht durch die Februar-Sturmflut 1962.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 in Hamburg

Von Heinrich Freistadt

Inhalt

1. Vorgeschichte und Verlauf der Sturmflut 81
2. Sturmflutschäden 84
3. Grundsätzliche Folgerungen für den Hochwasserschutz 85
4. Neugestaltung des Hochwasserschutzes in Hamburg 88

1. Vorgeschichte und Verlauf der Sturmflut

Die bis zum 16. Februar dieses Jahres in Hamburg aus früheren Jahrzehnten bekannte höchste Sturmflut war die Sturmflut des Jahres 1825, bei der ein höchster Wasserstand von 5,24 m über NN erreicht worden war. Dieses Maß war seitdem maßgebend für die Sicherheit im hamburgischen Raum und danach die Kronenhöhe der Hamburger Deiche auf + 5,70 m über NN festgelegt worden (Anlage 1). Obwohl sich die schwere und verheerende Holland-Sturmflut vom 1. Februar 1953 in Hamburg nicht besonders bemerkbar gemacht hat, so gab

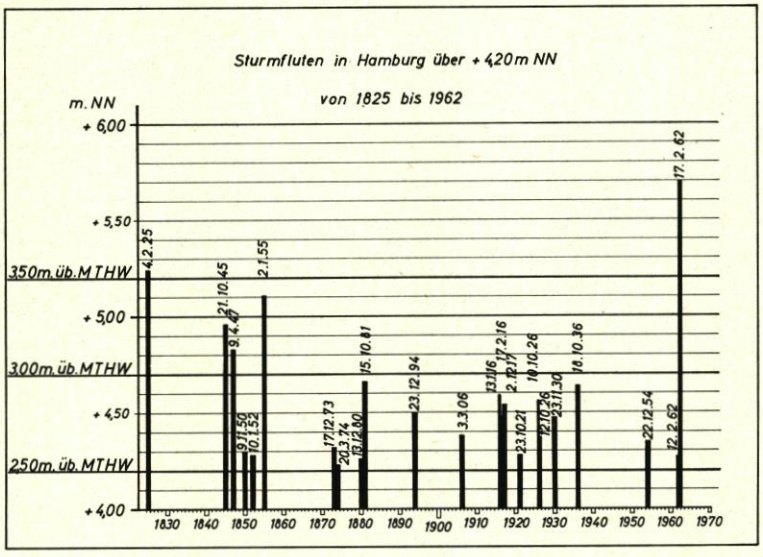


Abb. 1. Sturmfluten über 4,20 m über NN in Hamburg in der Zeit von 1825 bis 1962

sie doch Veranlassung, die Wehrdeiche im Hamburger Gebiet gründlich zu überprüfen. Als Ergebnis dieser Untersuchungen wurden in den Jahren ab 1955 alle schwächeren Stellen der Deiche in einer Länge von rund 30 km verstärkt und erhöht. Hierfür sind rund 4,7 Mill. DM, davon rund 2,4 Mill. DM Bundesmittel, ausgegeben worden. Für 1962 waren weitere 2,7 Mill. DM vorgesehen. Darüber hinaus war, beginnend mit dem Jahr 1963, ein zweites Mehr-Jahres-Programm für eine Erhöhung der Deichsicherheit mit einem Gesamtkostenaufwand von 15 Mill.

DM vorgesehen. Danach sollte eine Deichhöhe von im Durchschnitt 6,50 m über NN hergestellt werden. Die Sturmflut in der Nacht vom 16. zum 17. Februar 1962 erreichte in Hamburg eine bisher noch nie dagewesene Höhe; am Pegel St. Pauli ist ein Wasserstand von 5,70 m über NN gemessen worden. Vergleicht man diesen Wert mit den höchsten Sturmflut-Wasserständen, die am Pegel St. Pauli seit dem bekannten höchsten Wasserstand der Sturmflut im Jahre 1825 gemessen worden sind, so ergibt sich, daß er nicht nur rund 0,50 m über dem bisher bekannten höchsten Wasserstand liegt, sondern mehr als 1,0 m über allen in den letzten Jahrzehnten aufgetretenen Hochwasserständen (Abb. 1).

An vielen Stellen der Hamburger Deiche sind aber noch höhere Wasserstände als am Pegel St. Pauli aufgetreten. Die tatsächlichen maximalen Wasserstände sind an etwa dreißig

Abb. 2. Deichbrüche in Francop (der Deich zwischen Neuenfelde und Moorburg wies insgesamt 48 Brüche auf)

Stellen entlang der Norder- und Süderelbe zwischen Neuenfelde und Geesthacht festgestellt und eingemessen worden und zwar an Stellen, an denen der Wasserstand nicht von der Wellenhöhe beeinflußt worden ist, z. B. an Merkmalen im Innern von Häusern. Die so festgestellten tatsächlichen Höchstwasserstände fallen von 5,98 m über NN in Neuenfelde auf 5,70 m über NN im Gebiet St. Pauli — Tatenberger Schleuse — Harburg nahezu gradlinig ab, erreichen den niedrigsten Wert mit 5,58 m über NN unterhalb Zollenspieker und steigen nach Geesthacht wieder auf 5,70 m über NN an. Dabei ist der höchste Wasserstand mit 5,98 m über NN in einem Gebäude vor dem Deich in Neuenfelde festgestellt worden.

Die Flutwelle hat aber in Hamburg nicht nur eine außergewöhnliche Höhe erreicht, sondern sie ist auch wesentlich früher als erwartet eingetreten. Der Höchststand mit 5,70 m über NN am Pegel St. Pauli ist nicht, wie vorhergesagt, um 3.46 Uhr, sondern um 3.05 Uhr eingetreten. Bereits etwa um 1.10 Uhr hatte die Flut den Wert von 5,20 m über NN, also den

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

vor dem 17. Februar überhaupt bekannten höchsten Wasserstand der Sturmflut von 1825, der als Maß für die Deichsicherheit galt, erreicht und hat diesen Wasserstand über 3,5 Stunden lang überschritten. Einer derartigen Beanspruchung war ein großer Teil der Deiche nicht gewachsen, und es kam zu folgenschweren Zerstörungen.

An den hamburgischen Deichen sind in diesen Stunden sechzig Brüche, davon drei Grundbrüche, eingetreten. Bei etwa der Hälfte der Deichbrüche (Abb. 2 und 3) konnte der Zeitpunkt des Bruches einigermaßen genau ermittelt werden. Dabei zeigte sich, daß alle Deichbrüche erst

Abb. 3.
Deichbrüche in Francop

eingetreten sind, nachdem der Wasserstand von 5,20 m über NN, der für die Deichsicherheit auch maßgebend war, schon längere Zeit überschritten gewesen ist. Nach der Untersuchung der Beziehungen zwischen der Lage und Höhe der Deiche, dem Ort und Zeitpunkt der Deichbrüche einerseits und den tatsächlich erreichten Wasserständen und dem Verlauf der Flutwellen an bestimmten Punkten andererseits, kann der Schluß gezogen werden, daß die Deiche erst nach Erreichen eines Wasserstandes, der erheblich über dem für die Deichsicherheit maßgeblichen lag und erst durch Überströmen auf großer Breite mit teilweise nennenswerten Überströmungshöhen (Abb. 4) gebrochen sind, wodurch insgesamt 12 500 ha Land überflutet wurden.

Der 32,5 km lange Wehrdeich des Deichgebietes der Vier- und Marschlande von der Tatenberger Schleuse bis zur Landesgrenze, an dem die tatsächlichen Wasserstände nur etwa 1 bis 3 Dezimeter niedriger gewesen sind als die maximalen Wasserstände an den Deichen von Neuenfelde bis Moorburg, konnte mit Erfolg verteidigt und die Überflutung von 12 000 ha Hinterland verhindert werden. Dieser Wehrdeich wurde zwar auch an einigen Stellen von der Flut überströmt, aber nur in geringer Höhe, so daß wohl eine ganze Reihe Schäden, auch auf der Innenseite, entstanden sind, der Deich aber dank der Verteidigungsmaßnahmen nirgends gebrochen ist.

2. Sturmflutschäden

Die eingetretenen Grundbrüche sind auf nicht tragfähigen Untergrund zurückzuführen. Während es bei zwei kleineren Brüchen gelang, die Bruchstellen kurzfristig wieder zu schließen, mußte beim dritten Bruch, der eine Länge von über 100 m erreichte und hinter dem sich ein Kolk von fast 20 m Tiefe gebildet hat, die Schließung der Schadensstelle durch Bau eines neuen Deiches im Außengelände vorgenommen werden.

Bei der großen Zahl der anderen Brüche ließ sich unschwer feststellen, daß sie eine Folge des Überströmens mit Zerstörung der Innenböschung waren. Dabei setzte sich die Zerstörung der Deichböschung zur wasserseitigen Böschung hin bis zur völligen Zerstörung des Querschnittes fort. Je nach Festigkeit des Deichkörpers setzte das Wasser sein Zerstörungswerk auch von

Abb. 4.
Deichbruch bei Cranz

oben nach unten fort. An vielen Stellen blieb es bei der Beschädigung oder Zerstörung der Innenböschung, teilweise bis an die Außenkante der Deichkrone, so daß bei einem noch längeren Anhalten des höchsten Wasserstandes die Zahl der Brüche ein weit höheres Maß angenommen haben würde.

Die im Laufe von Jahrhunderten entstandenen Deiche waren in den letzten Jahren und Jahrzehnten instand gehalten und auch verstärkt worden. Die Verstärkungen und teilweise die Herstellung bzw. Wiederherstellung der vorgeschriebenen Deichhöhe von + 5,70 m in den letzten Jahren hatten jedoch, insbesondere wegen der Grunderwerbsschwierigkeiten, dazu geführt, daß an vielen Stellen die Böschungsneigungen erheblich steiler geworden waren, als sie hätten sein dürfen. Wenn trotzdem der größte Teil der Deichstrecken der Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 standgehalten hat, so ist das auf die Güte des Deichkörpers, darüber hinaus auch auf die gute dauernde Unterhaltung der Deiche zurückzuführen. Die vielfachen Zerstörungen der Innenböschung konnten insbesondere deshalb entstehen, weil ihre Neigungen 1 : 1,5, zum Teil noch steiler, waren. Die Schadenstellen an den ebenfalls viel zu steilen Außenböschungen konnten in vielen Fällen mit Sandsäcken gesichert und Zerstörungen verhindert werden.

Die Deichkronen sind im Laufe der Jahrzehnte in vielen Fällen als Straßen genutzt und befestigt worden. Hier zeigte sich, daß mit Asphaltdecken befestigte Deichkronen ein gleichförmiges Überströmen der Deiche bewirkten und kaum Schaden brachten. Soweit an den Deichen in den Vier- und Marschlanden diese Befestigung vorhanden war, sind keine Zerstörungen eingetreten. Bei mit Reihensteinpflaster befestigten Deichkronen hingegen konnte das über-

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

strömende Wasser in den Fugen angreifen, nach und nach Steine herauslösen und so den Zerstörungsbeginn einleiten.

Daß Anlagen im und am Deich (Deichscharten, Treppen, Bäume usw.) wichtige Angriffspunkte für das Wasser bildeten, konnte immer wieder festgestellt werden. Welche gefährlichen Auswirkungen insbesondere Baumbestand im oder am Deich haben kann, zeigt Abbildung 5. Hier befand sich eine Reihe von Bäumen etwa 7 bis 8 m vom äußeren Deichfuß entfernt. Ihre Wurzeln sind bis weit in den Deich eingedrungen und haben an verschiedenen Stellen förmliche Gleitebenen gebildet, auf denen der Deichkörper ins Binnenland geschoben wurde. Bei Bäumen, die in den Deichböschungen gestanden hatten, aber früher bereits gefällt worden waren, wurde festgestellt, daß die im Deichkörper verbliebenen Wurzeln im Laufe der Zeit ver-

Abb. 5.
Einer der Brüche in Francop, bei denen in den Deichkörper eingedrungene Baumwurzeln Gleitflächen bildeten

rotteten und auf diese Weise Hohlräume entstanden, die dem Wasser das Eindringen tief in den Deich hinein ermöglichten. Es genügte also nicht das Fällen von Bäumen, sondern außer Baumstubben hätten sämtliche Wurzeln aus dem Deichkörper entfernt werden müssen, eine Maßnahme, die praktisch eine vollständige Erneuerung des Deichkörpers bedeutet hätte.

3. Grundsätzliche Folgerungen für den Hochwasserschutz

Die nach der holländischen Sturmflut 1953 ermittelten wie auch die dem hamburgischen Deichverstärkungsprogramm zugrunde gelegten maßgeblichen Sturmfluthöhen müssen nach der Februarflut 1962 überprüft werden. Hamburg hat daher sofort einen Ausschuß wissenschaftlicher Gutachter unter der Leitung von Professor Dr.-Ing. Hensen, Hannover, beauftragt, die wichtigen Grundzahlen für den Hochwasserschutz zu überprüfen und dazu die Mitarbeit der Küstenländer Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Bremen sowie des Küstenausschusses Nord- und Ostsee gewonnen. Darüber hinaus werden die künftig für die Deichsicherheit maßgebenden Werte an einem Elbe-Modell nachgeprüft und Versuche über die Auswirkungen der verschiedenen Deich- und Strombauvorhaben, insbesondere der geplanten Sperrmaßnahmen an den Nebenflüssen der Elbe und der Absperrung der Alten Süderelbe, auf den Verlauf der Sturmfluten und die zu erwartenden Hochwasserstände, angestellt.

Für die inzwischen laufenden Planungen wurde der künftig maßgebende Sturmflutwasserstand von dieser Arbeitsgemeinschaft vorbehaltlich der endgültigen Ergebnisse ihrer Untersuchungen mit 6,70 m über NN, also um 1,0 m höher als der höchste Wasserstand bei der Sturmflut vom Februar 1962, festgelegt.

Die Sturmflut hat deutlich gezeigt, daß die alten in Jahrhunderten entstandenen Deiche sowohl bezüglich ihres Querschnittes als auch in ihrer Linienführung den bei einer solchen Sturmflut auftretenden Beanspruchungen nicht entsprechen. Das gilt vor allem für die Strecken, die auf der Innenseite oder auf beiden Seiten Bebauung aufweisen. Die hier vielfach unvermeidlichen Überfahrten, Deichscharten, Treppen, Lichtmasten sowie die vielfachen Versorgungsleitungen für die am Deich wohnende Bevölkerung bilden viele schwache Stellen, die einer ständigen sorgfältigen Überwachung und Unterhaltung bedürfen, um möglichst keine Angriffspunkte für Wellen und strömendes Wasser darzustellen. Außer der Anpassung der Deichhöhen an die nach den letzten Erfahrungen möglichen höchsten Wasserstände wird daher gleichzeitig fast an sämtlichen hamburgischen Deichen ihre wesentliche Verstärkung und Verbesserung erforderlich.

Die Beratungen über den für die Zukunft zu wählenden maßgeblichen Sturmflutwasserstand haben gezeigt, daß es praktisch nicht möglich ist, mit ausreichender Sicherheit einen Wasserstand festzulegen, der in den nächsten Jahrhunderten unter gar keinen Umständen überschritten werden kann. Wenn man die Einflüsse aller denkbar ungünstigen Komponenten addieren wollte, so käme man zu einem Wert, der mit größter Wahrscheinlichkeit wohl niemals auftreten wird. Es wäre volkswirtschaftlich nicht zu vertreten, die Deichhöhe nach einem solchen theoretischen Wert festzulegen, zumal jede weitere Erhöhung der Deichkrone außerordentliche bauliche Maßnahmen und daher auch unverhältnismäßig hohe zusätzliche Kosten erfordern würde. Insofern ist auch das obengenannte Maß für den künftig maßgeblichen Sturmflutwasserstand von 6,70 m über NN als Kompromiß zwischen den praktischen Erfahrungen und der reinen Theorie anzusehen.

Die Erfahrungen der Sturmflutkatastrophe haben aber gezeigt, daß gerade das Überströmen des Wassers über die Deichkrone besonders gefährlich war. Da nun, wenn man mit der Deichhöhe in einem wirtschaftlich noch zu vertretenden Rahmen bleiben will, ein Überschwappen von Wellen und bei irgendwann einmal möglichen besonders ungünstigen Umständen auch ein Überströmen nicht mit Sicherheit auszuschließen sind, sollen die neuen Deiche so gestaltet werden, daß sie nicht nur dem Wasserdruck und dem Wellenangriff an der Außenseite Widerstand leisten, sondern daß auch überschwappende Wellen oder gar ein Überströmen keine schweren Schäden an der Binnenböschung verursachen.

Der Regelquerschnitt der neuen Deiche wird auf der Wasserseite eine Böschung von 1 : 3 erhalten, die auf Strecken, wo mit Wellenangriff zu rechnen ist, bis zu 1 : 5 abgeflacht wird. Die Binnenböschung des Deiches wird ebenfalls eine Neigung von 1 : 3 erhalten. Die Deichkrone wird bei einer Breite von 1,5 m leicht nach oben gewölbt ausgebildet. An der Innenseite der Wehrdeiche wird eine Deichverteidigungsstraße mit einer 7,0 m breiten Fahrbahn und einem 2,5 m breiten Schutzstreifen für Materiallagerung usw. angeordnet. Sie wird in der Regel etwa 1,0 bis 2,0 m über dem binnendeichs liegenden Gelände angelegt. In den Gebieten, wo die Deichkrone als befestigte Straße vorhanden ist, soll diese, soweit die Linienführung des neuen Deiches in Verbindung zum alten dies zuläßt, als Deichverteidigungsstraße genutzt und entsprechend ausgebaut werden. Abbildung 6 zeigt den Querschnitt des neuen Deiches bei Neuenfelde, der sowohl hinsichtlich seines Querschnittes als auch der Höhe der Deichkrone von dem normalen Regelquerschnitt abweicht, da in diesem Raum mit erheblich größerem Wellenangriff gerechnet werden muß.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Die alten Wehrdeiche wurden in Hamburg, wie fast überall im norddeutschen Raum, aus Kleiboden hergestellt. Ganz abgesehen davon, daß einwandfreier Kleiboden kaum noch in ausreichendem Umfange zur Verfügung steht, kann der Klei bei dem erforderlichen schnellen Baufortschritt auch mit modernen Baugeräten nicht ausreichend verdichtet werden. Junge Deiche aus Kleiboden erreichen daher, wie es auch die Erfahrungen an erst in jüngster Zeit verstärkten und erhöhten Wehrdeichen an der Nordseeküste gezeigt haben, erst nach etwa vier bis acht Jahren ihre volle Standfestigkeit und Sicherheit.

Die neuen Deiche sollen unter weitgehender Verwendung des an den Neubaustrecken zur Verfügung stehenden Bodenmaterials und unter Beachtung der neuen Erkenntnisse des Grundbaues sowie der alten und neuesten Erfahrungen, die holländische und deutsche Deichbauer an

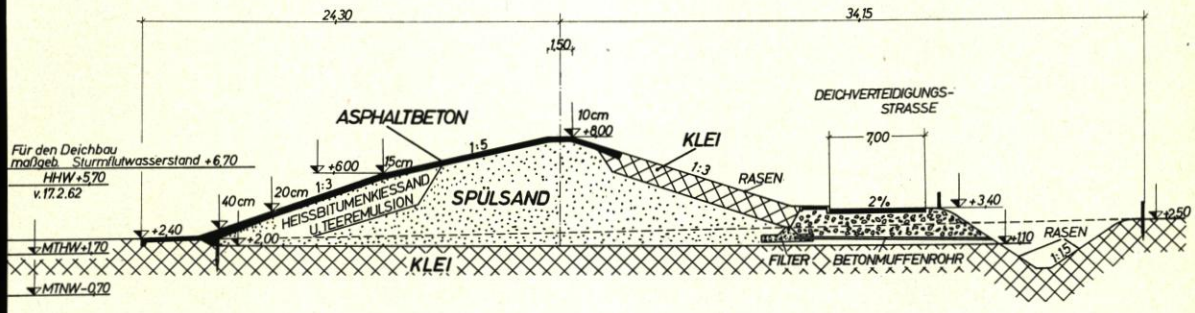


Abb. 6. Regelquerschnitt des neuen Deiches bei Neuenfelde

den Küsten gemacht haben, hergestellt werden. Der Deichkörper wird aus Sand bestehen. Für die Dichtung der Deichdecke wird zum Teil, soweit einwandfreier Kleiboden verfügbar ist, eine bis zu 1,50 m starke Kleischicht eingebaut und mit Rasen abgedeckt. Soweit brauchbarer Kleiboden nicht ansteht oder mit stärkerem Wellenangriff gerechnet werden muß, wird nach Auswertung der holländischen und der schleswig-holsteinischen Erfahrungen die Deichdecke aus Asphaltbeton hergestellt. In diesen Fällen wird die Asphaltdecke von der Außenböschung über die Krone gezogen und noch ein Stück auf der Binnenböschung heruntergeführt, damit auflaufende Wellen keine Angriffspunkte finden. Am außenseitigen Böschungsfuß wird die Asphaltdecke mit einer Schürze von 4 bis 5 m Breite ins Vorland weitergeführt, so daß der Sandkern des Deiches völlig geschützt ist.

Für eine ausreichende Entwässerung des Deichkörpers wird durch Filter, Dränage und Parallelgräben oder Leitungen gesorgt. Bei dieser Gestaltung der neuen Wehrdeiche wird sichergestellt, daß sie ihren Charakter als Wehrdeiche behalten und daß ihre Kronen nicht für Verkehrszwecke in Anspruch genommen werden, ebenso wird dafür Sorge getragen, daß An- oder Einbauten am oder im Deich künftig nicht mehr vorgenommen werden dürfen. Auch Anrampungen und Deichscharten werden nur in ganz besonderen Ausnahmefällen angeordnet.

Baugrundforschungsstätten und Laboratorien untersuchen auch den Untergrund der neuen Deichlinie auf seine Tragfähigkeit hin. Zugleich werden die angetroffenen Bodenarten hinsichtlich ihrer Verwendungsmöglichkeit als Deichbaustoffe beurteilt.

4. Neugestaltung des Hochwasserschutzes in Hamburg

Die Sturmflut vom Februar dieses Jahres hat gezeigt, daß das gesamte hamburgische Deichsystem den Anforderungen an einen zuverlässigen Hochwasserschutz für die Hamburger Bevölkerung nicht genügt. Daher ist eine vollständige Neugestaltung der Hochwasserschutzanlagen im gesamten hamburgischen Raum erforderlich.

Zunächst müssen bis zum Herbst 1962 die Zerstörungen beseitigt und ein vorläufiger Hochwasserschutz für die bisherige Sturmfluthöhe, also für eine Deichhöhe von 5,70 m über NN, wiederhergestellt werden. Diese Maßnahmen werden so durchgeführt, daß sie sich weitgehend in den endgültigen neuen Hochwasserschutz einfügen.

Unmittelbar nach der Sturmflut zeigte sich, daß sich die Wiederherstellung des Hochwasserschutzes auf weiten Strecken unter Beibehaltung der alten Deichlinie nicht erreichen läßt, weil bei einer Instandsetzung des alten Deiches an den vielen Deichbrüchen auch bei sorgfältigster Arbeit der notwendige Zusammenhalt der stehengebliebenen Deichstrecken mit den neu zu bauenden nicht mit der erforderlichen Sicherheit gewährleistet werden kann. Eine über den bisherigen Zustand hinausgehende Verbesserung des Hochwasserschutzes ließe sich in der alten Linienführung vielerorts überhaupt nicht erreichen. Man wurde sich deshalb sehr bald darüber klar, daß der neu zu gestaltende Hochwasserschutz für weite Gebiete nur dann erreicht werden kann, wenn teilweise eine neue Deichlinie gewählt wird (Anlage 3).

Da die Wiederherstellung der Deichsicherheit insoweit besonders dringlich war, als weite Gebiete durch die Zerstörung der Deiche praktisch ohne jeden Hochwasserschutz waren, mußten die erforderlichen Maßnahmen sofort in Angriff genommen werden.

Auch die Verbesserung des Hochwasserschutzes ist überall sehr dringlich, weil die Sturmflut gezeigt hat, daß die alten Deiche derartigen außergewöhnlichen Belastungen einfach nicht gewachsen sind. Daher mußten die erforderlichen Bauarbeiten zur Wiederherstellung der Deichsicherheit, aber auch zur Verstärkung auf Grund der gewonnenen Erfahrungen der letzten Sturmflut unverzüglich begonnen werden, ohne vorher die langwierigen gesetzlich vorgeschriebenen Verfahren für Planung und Grunderwerb abzuwarten.

Die Baubehörde legte deshalb dem Senat und der Bürgerschaft schon wenige Tage nach der Sturmflut den Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Hamburgischen Wassergesetzes vor, wonach es der zuständigen Behörde ermöglicht wird, zur Abwendung einer drohenden Wassergefahr unbebaute und bebaute Grundstücke sofort für die Errichtung und die Umgestaltung von Deichen und anderen Hochwasserschutzanlagen in Anspruch zu nehmen. Dieses Gesetz wurde entsprechend der Vorlage des Senats von der Bürgerschaft beschlossen und bereits am 2. März 1962 verkündet. Das Gesetz sieht vor, daß das Planfeststellungsverfahren gemäß § 55 des Hamburgischen Wassergesetzes unverzüglich nachzuholen ist. Bei dieser Planfeststellung werden dann nachträglich alle rechtlichen Fragen geregelt und die Voraussetzungen für den endgültigen Grunderwerb, notfalls auch im Wege der Enteignung, geschaffen. Damit wurde ein sofortiger Beginn der Bauarbeiten zur Wiederherstellung der Deichsicherheit möglich und alle noch erforderlichen weiteren Baumaßnahmen für den Hochwasserschutz können ihrer Dringlichkeit entsprechend ohne Verzögerung durch Planfeststellungsverfahren und Grunderwerb in Angriff genommen werden.

Im Raume Süderelbe zwischen Cranz und Moorburg einschließlich der Inseln Finkenwerder und Altenwerder, in dem die alten Deiche bei über fünfzig Deichbrüchen besonders stark zerstört worden sind, wurde eine völlig neue Deichtrasse (Anlage 3) festgelegt, welche die Verteidigungslinie gegenüber den alten Deichstrecken hier um etwa 13,5 km verkürzt.

Sie beginnt im Westen am alten niedersächsischen Deich westlich der Este, bleibt von dort aus im Vorland, kreuzt die Este mit einem neu zu erstellenden Sperrwerk und verläuft bis zur

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

alten Süderelbe etwa 400 m vor dem alten Deich parallel zur Uferlinie mit einem 50 bis 100 m breiten Vorlandstreifen. Die „Alte Süderelbe", die für die Schiffahrt keine Bedeutung mehr hat, ist an ihrer Mündung mit einem breiten Sanddamm abgesperrt worden. Die Deichlinie schließt beiderseits dieses Sperrdammes an und verläuft von dort nach Nordosten über ein auf 5,0 bis 5,50 m über NN aufgespültes Gelände zum Norderdeich von Finkenwerder. Das Vorgelände im Norden Finkenwerders ist ebenfalls auf die erwähnte Höhe aufgespült und beherbergt Industrie, in der Hauptsache die Deutsche Werft. Hier wird parallel zu einer Industrie-Bahn auf hochliegendem Gelände ein verhältnismäßig niedriger Deich erstellt. An der Nordost-Ecke von Finkenwerder, die stark mit älteren, aber auch neueren Häusern bebaut ist, wird man keinen Deich bauen können, sondern den Hochwasserschutz mit Kunstbauten erreichen müssen. Im Osten Finkenwerders verläuft die neue Deichlinie im Vorland und überquert von der Südost-Ecke der Insel Finkenwerder bis zur Nordost-Ecke der alten Insel Altenwerder mit nur kleinen Unterbrechungen ein bereits aufgespültes Gelände, dessen Höhe ebenfalls auf 5,0 bis 5,50 m über NN liegt. Im Osten von Altenwerder folgt die neue Linie zunächst eine Strecke lang dem alten Deich und läuft dann nach Süden weiter wieder über bereits aufgehöhte Flächen. Anschließend überquert die Deichlinie bei dem östlichen Sperrdamm nochmals die alte Süderelbe und schließt an den alten Deich in Moorburg an.

Von hier aus verläuft die neue Deichlinie hinter dem Industriegebiet an den Hafenbecken des Harburger Hafens, das wie der gesamte Hamburger Hafen mit all seinen Anlagen, wie Schuppen, Gleisen, Straßen, Industriewerken, Werften, die alle auf einer Höhe von etwa 5,70 m über NN liegen, nicht gegen höchste Sturmfluten geschützt werden soll und nach den Erfahrungen bei der Sturmflut im Februar 1962 auch nicht geschützt zu werden braucht.

In der neuen Deichlinie sind die beiden Sperrdämme im Westen und Osten der alten Süderelbe mit Hilfe eines großen Spülers in kürzester Zeit gespült und die kurzen Deichstücke zwischen den bereits aufgehöhten Flächen fertiggestellt worden. Der östliche Sperrdamm ist zum Teil vom Land aus zugeschüttet worden. Im westlichen Sperrdamm war die letzte Lücke wegen der großen Geschwindigkeiten des während der Tiden hinein- und herausströmenden Wassers schwierig zu dichten. Wassergeschwindigkeiten von über 3 m/s wurden gemessen. Für den Sperrdamm wurden zuerst große Sinkstücke zur Befestigung der Sohle verlegt. Zwischen den zunächst von beiden Ufern vorgetriebenen Dämmen wurde die Lücke vorerst durch einen Notdamm aus mit Sand gefüllten Nylonsäcken geschlossen. Die Nylonsäcke hatten einen Inhalt von 1 m^3 Sand und waren so schwer, daß sie von der Strömung nicht mitgenommen werden konnten. Nach Herstellung dieses Notdammes konnte der Damm in voller Höhe aufgespült werden.

Über die zweckmäßige Ausführung der Dichtungsdecke der zwei Sperrdämme laufen zur Zeit noch Untersuchungen. Die Decke des Westdammes wird aber wahrscheinlich in der Hauptsache aus Asphaltbeton hergestellt werden. Die Höhe des Sperrdammes West der Süderelbe, der senkrecht zum Nordweststurm liegt und eine große Wasserfläche vor sich hat, wird auf 9,0 m über NN liegen, weil mit erheblichem Wellenauflauf zu rechnen ist.

Zwischen dem Sperrdamm West und der Este ist der neue Deich im Bau (Abb. 7 und 8). Da der westliche Teil mit einem neuen Sperrwerk für die Este nicht so rasch gebaut werden kann, schließt der neue Deich östlich der Estemündung zunächst mit einem Hilfsdeich von etwa 500 m Länge an den alten Deich an. Dieser vorläufige Deich wird nach Fertigstellung des Este-Sperrwerkes wieder beseitigt. Der neue 2,5 km lange Deich, der im Osten an den hohen Sperrdamm der Süderelbe anschließt und an dem der Nordwest-Sturm entlangläuft, wird im Osten eine Höhe von + 9,0 m über NN, im Westen eine solche von + 8,0 m über NN haben. Sein Profil ist in Abbildung 8 dargestellt.

Durch die Abdämmung der alten Süderelbe sind umfangreiche Entwässerungsmaßnahmen notwendig geworden. So werden außer dem Ausbau der Vorfluter ein Schöpfwerk von 1,6 m³/s Leistung und ein Entwässerungssiel in Neuenfelde, ein Schöpfwerk in Hohenwisch mit einer Leistung von 11,6 m³/s und ein Schöpfwerk in Altenwerder mit 0,6 m³/s notwendig. Die

Abb. 7.
Deichneubau bei Neuenfelde: Herstellen des Profils

Abb. 8.
Deichneubau bei Neuenfelde. Einbau der 20 bis 40 cm starken Asphaltdecke auf der Außenböschung und auf der Deichkrone und der 1,50 m starken Kleischicht auf der Innenböschung. Der Bagger steht auf der Trasse der Deichverteidigungsstraße. Hinter dem Baggerausleger ist die Krone des alten Deiches zu erkennen

letzteren beiden Schöpfwerke fördern ihr Wasser in die Süderelbe. Die abgedämmte Süderelbe dient bei Bedarf als Stauraum und entwässert durch zwei Deichsiele bei Ebbe frei in die Elbe. Vier dieser Bauwerke sind bereits im Bau, die übrigen in Vorbereitung.

Die Insel Wilhelmsburg, auf der 50 000 Menschen wohnen, die im Westen viele Industriebetriebe hat und über die von Norden nach Süden drei für Hamburg, den Norden der Bundesrepublik und Skandinavien wichtige Verkehrsverbindungen (Bundesbahn, Bundesautobahn und Wilhelmsburger Reichsstraße) verlaufen, wird einen besonders guten Hochwasserschutz bekommen müssen.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Im Osten (östlich der Bundesbahn) werden in der Hauptsache Deiche gebaut werden, die teilweise unmittelbar vor dem alten Deich liegen oder diesen mitbenutzen, die aber auch auf großen Strecken im Vorland sowie über oder an aufgespülten Flächen verlaufen werden. Die neue Deichlinie wird hier ebenfalls erhebliche Verkürzungen der Verteidigungslinie mit sich bringen.

Westlich der Bundesbahn verläuft die Hochwasserschutzlinie im Interessengebiet des Hafens. Man wird im Westen einen 200 bis 400 m breiten Streifen mit Hafen-Industrie parallel zum Reiherstieg mit direktem Hafenwasser-Anschluß im Vorland belassen und auf dem hier auf etwa 5,0 bis 5,50 m über NN liegenden Gelände einen Deich bis auf etwa + 7,20 m über NN aufführen, der an möglichst wenig Stellen von Straßen, Schienen und Leitungen aller Art gekreuzt wird.

Die Entwässerung Wilhelmsburgs, die ohnehin wegen der geplanten Wohnsiedlungen hätte neu geregelt werden sollen, sieht neue Schöpfwerke vor, die zum Teil mit einem Siel gekoppelt sind.

Der künftige Hochwasserschutz der Vier- und Marschlande, einschließlich Moorfleet, Billbrook und Billwerder, beginnt mit einem Sperrwerk durch die Billwerder Bucht (in Aussicht genommene Weiten 3 × 35 m). Dieses Sperrwerk schützt das Gelände um den Holzhafen und die Tidekanäle vor höchstem Hochwasser und verkürzt die Hochwasserschutzlinie allein in diesem Abschnitt um 18,5 km.

Nach Südosten anschließend folgt die neue Deichlinie dem alten Deich westlich des Wasserwerkes Kaltehofe und schließt an die Tatenberger Schleuse, die erhöht werden muß, an. Elbaufwärts folgt die neue Deichlinie mit weitgehender Begradigung dem alten Deich der Vier- und Marschlande bis an die östliche Landesgrenze Hamburgs in Altengamme. An dieser Deichstrecke, die der Sturmflut im Februar 1962 standgehalten hat, werden in diesem Jahr umfangreiche Instandsetzungen durchgeführt, die soweit möglich schon den geplanten endgültigen Ausbau berücksichtigen.

Für die nördlich der Elbe zwischen St. Pauli Landungsbrücken im Westen und Billwerder Ausschlag am Holzhafen im Osten gelegenen Stadtteile mit rein städtischer Bebauung ist, wie die Erfahrung gezeigt hat, ein besserer Hochwasserschutz als bisher erforderlich. Hier können Deiche in der vorbeschriebenen Art nicht erstellt werden, sondern es sind andere Hochwasserschutzbauten erforderlich, die aber auf denselben maßgebenden Hochwasserstand eingerichtet werden müssen.

Hier muß weitgehend auf Bausubstanz und Verkehrswege Rücksicht genommen werden. Verkehr, Schiffahrt und städtebauliche Belange müssen beachtet werden. Recht unterschiedliche Baumaßnahmen, wie Erhöhung von Kaimauern, Erstellung von Stützmauern, Aufhöhung von Schleusen, Neubau von Sperrwerken, Schiffahrts- und Entwässerungsschleusen sowie Schöpfwerken sind hier erforderlich, um den Hochwasserschutz zu erreichen und die Binnenentwässerung sicherzustellen. Eine Fülle von Einzelfragen ist dafür noch zu lösen.

Ein Schlüsselbauwerk wird die vorher schon geplante neue Alsterschleuse an der Mündung des Admiralitätstraßenfleets in die Elbe sein. Dort ist eine kombinierte Schiffahrts- und Entwässerungsschleuse vorgesehen, die zusätzlich ein Spitzenschöpfwerk von etwa 36 m^3/s Leistung erhalten soll, das das bei langanhaltendem Hochwasserstand in der Elbe in solchen Fällen oft zugleich hohe Wasser der Alster in die Elbe fördern kann.

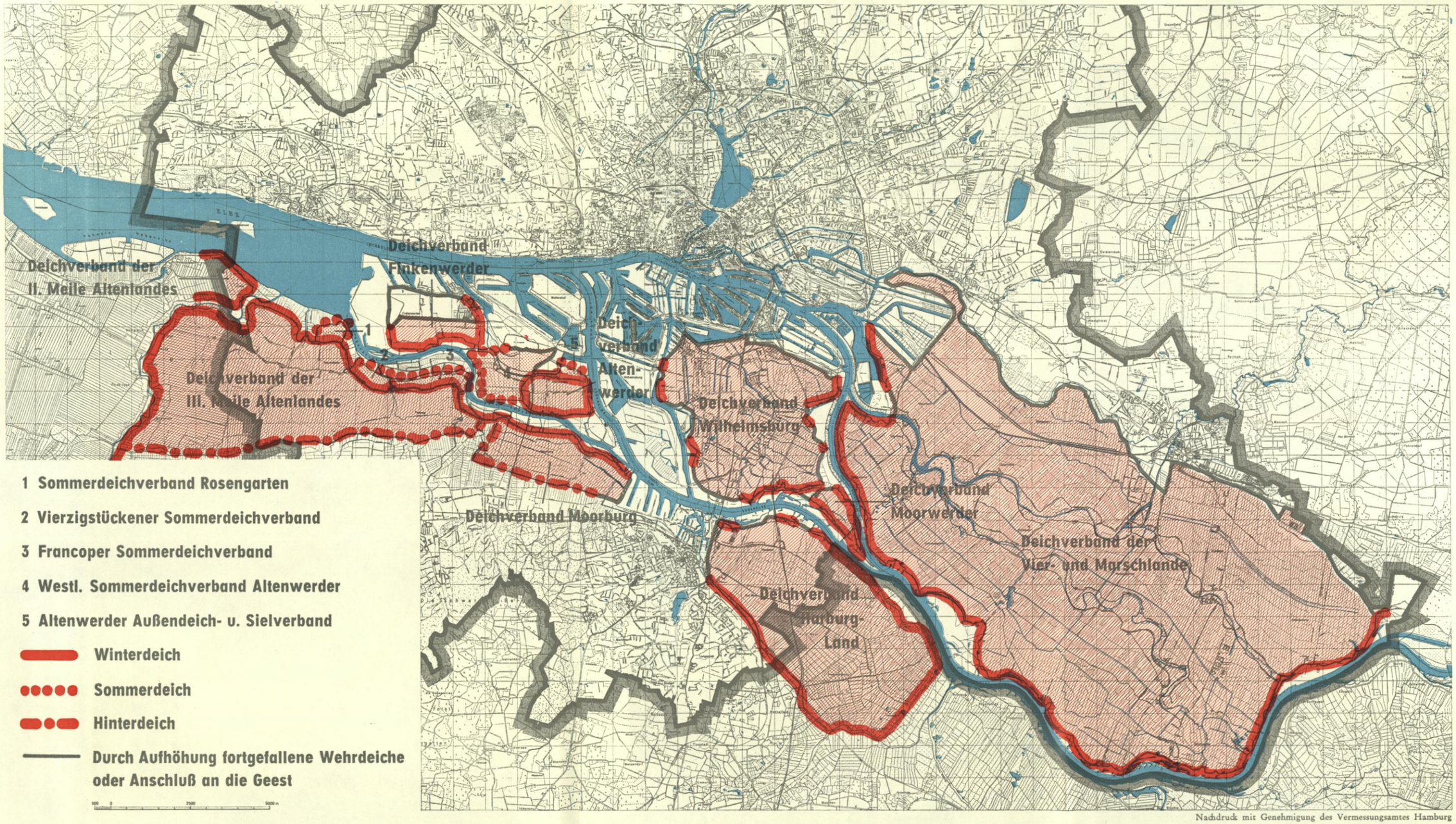
Die Planung und Durchführung der beschriebenen umfangreichen Bauarbeiten für den Hochwasserschutz werden von der Baubehörde und der Behörde für Wirtschaft und Verkehr — Strom- und Hafenbau — im engsten Einvernehmen wahrgenommen, wobei die Aufgabenteilung ohne Rücksicht auf Zuständigkeitsfragen rein nach praktischen Gesichtspunkten erfolgt.

In Gebieten, in denen Hafenbelange im Vordergrund stehen, liegt die Ausführung in den Händen von Strom- und Hafenbau, in den übrigen Gebieten in den Händen der Baubehörde.

Da das technische Personal dieser beiden Behörden naturgemäß nicht ausreicht, um neben den vielen anderen dringlichen Bauaufgaben auch noch diese umfassenden Hochwasserschutzanlagen in angemessener Zeit zusätzlich bewältigen zu können, werden soweit irgend möglich private Ingenieurbüros zur Planung und teilweise auch zur Überwachung der Baumaßnahmen herangezogen.

Es ist das Ziel, die beschriebenen Hochwasserschutzmaßnahmen innerhalb von fünf bis sechs Jahren durchzuführen. Ob dieser Plan eingehalten werden kann, wird in erster Linie von der Planungs- und Baukapazität, vor allem der Zahl geeigneter Ingenieure, sowie in zweiter Linie von der Bereitstellung der erforderlichen Baumittel abhängig sein.

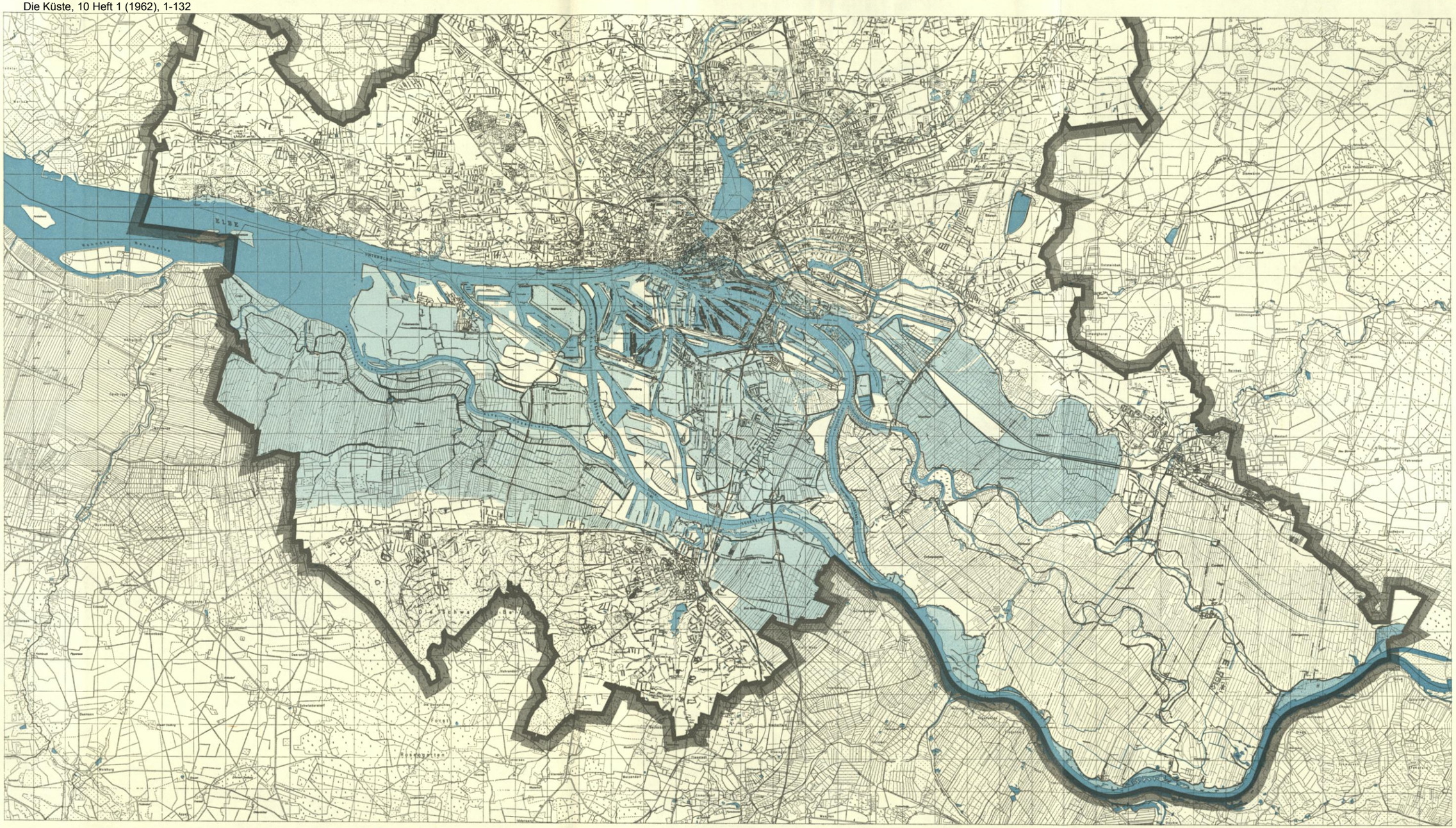
Nach vorläufiger Schätzung werden die Gesamtkosten für die Beseitigung der Sturmflutschäden und den Bau von neuen Hochwasserschutzanlagen einschließlich Grunderwerb und Entschädigungen 560 Mill. DM betragen.



Nachdruck mit Genehmigung des Vermessungsamtes Hamburg

Anlage 1. Übersicht über die Hamburger Deichverbände mit ihren Winter-, Sommer- und Hinterdeichen
(Rotes Strichraster: Durch Hauptdeich geschütztes Verbandsgebiet, rotes Punktraster: Durch Sommerdeiche geschütztes Verbandsgebiet)

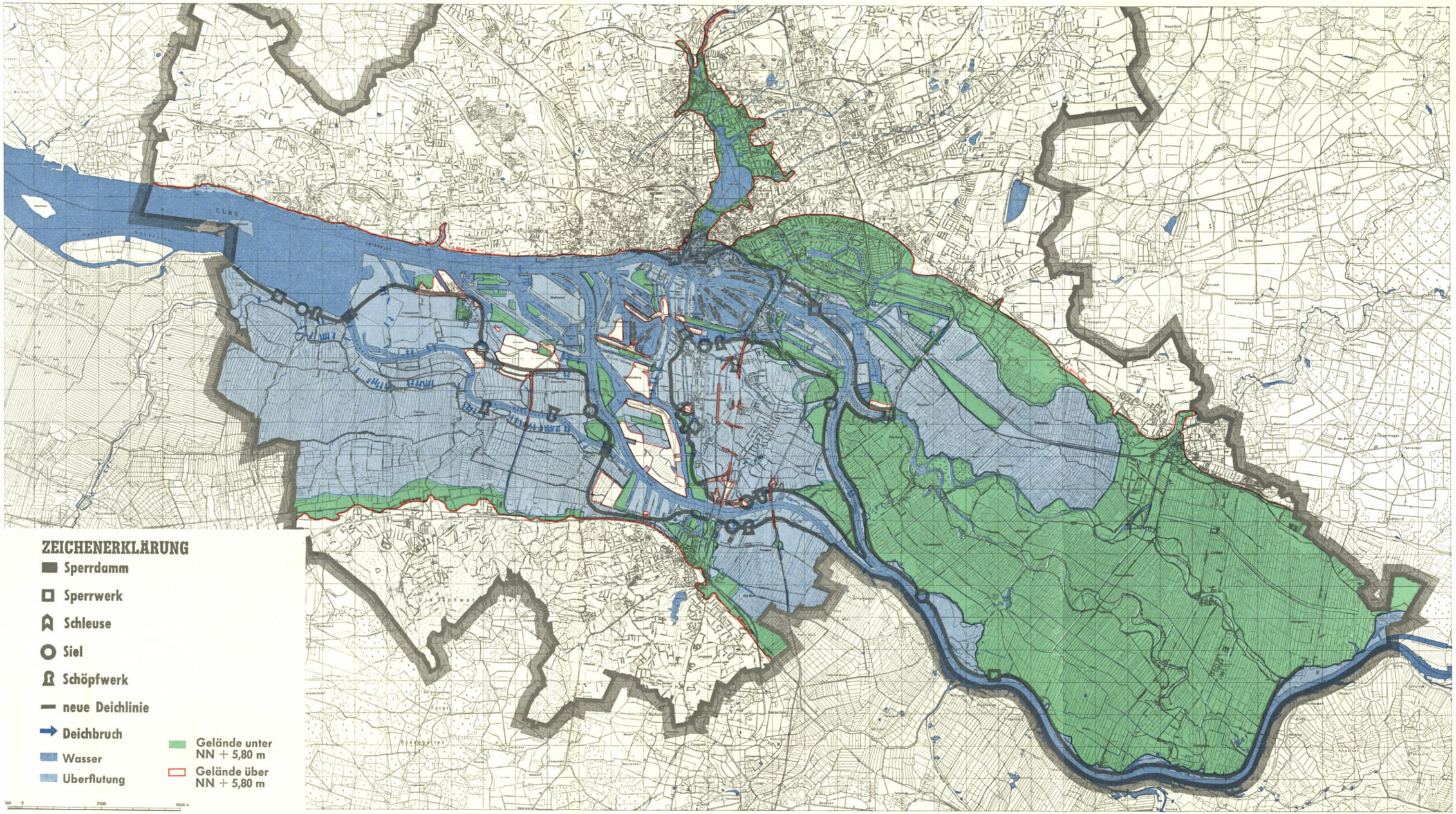
Anlage 1. Übersicht über die Hamburger Deichverbände



Nachdruck mit Genehmigung des Vermessungsamtes Hamburg

Anlage 2. Das durch die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 überflutete Gebiet

Anlage 2. Das durch die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 überflutete Gebiet



Nachdruck mit Genehmigung des Vermessungsamtes Hamburg

Anlage 3. Übersicht über die geplante Linienführung der Hochwasserschutzanlagen, wodurch u. a. die bei Sturmfluten zu verteidigende Deichstrecke um 40 km verkürzt wird (vgl. Anlage 1)

Anlage 3. Übersicht über die geplante Linienführung der Hochwasserschutzanlagen

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 im Lande Bremen

Von Günther Traeger

Inhalt

I. Ablauf der Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 und Vergleich der eingetretenen Wasserstände mit den bisher höchsten sowie den bisher für den Deichbau maßgebenden Sturmflutwasserständen 93
II. Sturmflutschäden, Ursachen und Auswirkungen
1. Deichkörper 96
2. Steindecken zur Sicherung von Deichfuß und Außenberme 100
3. Anlagen im und am Deich 102
4. Eingetretene Überflutungen 103
III. Warndienst und Deichverteidigung 106
IV. Träger der Deicherhaltung 109
V. Beurteilung der seit 1955 hergestellten Schutzanlagen und künftige Baumaßnahmen 112

I. Ablauf der Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 und Vergleich der eingetretenen Wasserstände mit den bisher höchsten sowie den bisher für den Deichbau maßgebenden Sturmflutwasserständen

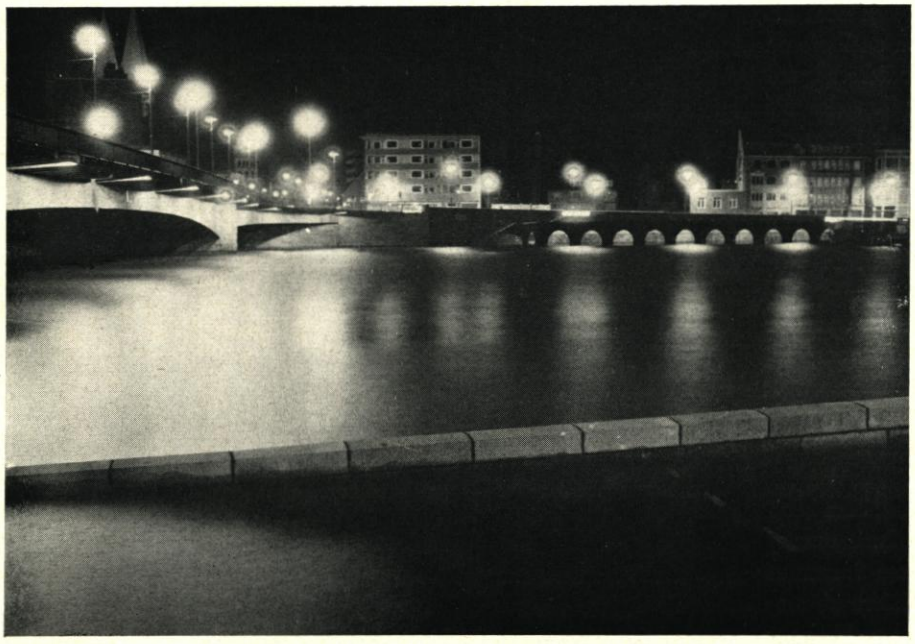


Abb. 1. Große Weserbrücke und Tiefer in Bremen am 17. 2. 1962 um 2.30 Uhr, d. h. etwa zur Zeit des Höchststandes der Sturmflut

Was vielen Binnenlandbewohnern, die in den letzten Jahren nach Bremen zugezogen sind, kaum begreiflich zu machen war und was auch so mancher alte Anwohner am Deich im stadtbremischen Raum nicht wahrhaben wollte, die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 hat es nur allzu deutlich gezeigt:

Bremen, rund 65 km landeinwärts von Bremerhaven gelegen, ist durch die Unterweser dem Meere so nahe verbunden, daß hier die Sturmfluten der Nordsee gleiche, ja auch höhere Wasserstände verursachen als im meernahen Bremerhaven.

NN + 5,35 am Pegel Bremerhaven Doppelschleuse,
NN + 5,22 am Pegel Bremen-Vegesack,
NN + 5,41 am Pegel Bremen Große Weserbrücke

sind die von Sturmfluten der Vergangenheit niemals erreichten Höchstwasserstände der Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 in der Unterweser (Abb. 1).

Das meteorologische Geschehen, das in mehrtägiger Entwicklung zu diesem außergewöhnlich hohen und langanhaltenden Auflaufen der Meereswasserstände in der Deutschen Bucht und insbesondere im Elbe-Weserraum führte und das neben den Zerstörungen durch die Sturmflut durch seine Orkanböen aus Nord-West zahlreiche Verheerungen an Gebäuden und technischen Anlagen, an Bäumen und Pflanzungen in Stadt und Land anrichtete, ist von sachverständiger Seite in den vorstehenden Berichten bereits geschildert worden.

Obwohl in diesen Berichten, Zahlenvergleichen und Zeichnungen die für historische Zeiten einmalige Höhe der Sturmflutwasserstände vom 16./17. Februar 1962 im Elbe- und Unterweserbereich gezeigt wird, wird man andererseits doch unmißverständlich aus ihnen herausfinden, daß das Schwergewicht des Sturmfeldes über der Nordsee am 16. Februar 1962 nicht über der Deutschen Bucht, sondern über der mittleren Nordsee lag und daß die Sturmflut nicht unter den ungünstigsten astronomischen Verhältnissen, d. h. zur Zeit der Springtide, auftrat.

Es wird daher eingehender Untersuchung und Prüfung bedürfen, ob diese Tatsachen das Auftreten noch höherer Wasserstände bei künftigen Sturmfluten in den Bereich der Möglichkeit rücken und wie dem Rechnung getragen werden soll.

Nächstliegend ist aber die Frage:

Mit welchen Sturmfluthöchstwasserständen hat man bisher im Bremer Raum gerechnet und wie weit hat man diese bei der Erstellung des Deichschutzes von Bremen und Bremerhaven berücksichtigt?

Daß beide Städte eines Hochwasserschutzes dringend bedürfen, liegt auf der Hand, wenn man sich der Tatsache bewußt ist, daß das Gelände in Bremen und Bremerhaven größtenteils zwischen NN + 1,00 m und NN + 3,00 m liegt und die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962, wie eingangs erwähnt, in der Unterweser Wasserstände zwischen NN + 5,22 m und NN + 5,41 m verursacht hat.

In Bremen liegt darüber hinaus, wie frühere Jahrhunderte leider zur Genüge gezeigt haben, auch die Gefahr der Überflutung durch ein Katastrophenhochwasser der Weser vor, so daß insgesamt rund 85 v.H. des Stadtgebietes als überflutungsgefährdet angesehen werden müssen.

Bis vor wenigen Jahren ging man auch in Bremen bei der Festsetzung des Deichbesticks von den bekannten Höchstwasserständen aus und machte die Deiche um ein Sicherheitsmaß höher, das u. a. dem beobachteten Wellenauflauf Rechnung trug. Ein Wandel hierin trat ein, als bei der Sturmflutkatastrophe in den Niederlanden vom 1. Februar 1953 die bis dahin beobachteten höchsten Sturmflutwasserstände mancherorts um 0,50 bis 0,70 m überschritten wurden.

Hiernach angestellte Überlegungen, welche die säkulare Hebung der Wasserstände an der deutschen Küste mit einbezogen, führten zum Entschluß, für den Raum Bremerhaven künftig allen Planungen einen rechnungsmäßig ermittelten maßgebenden Sturmflutwasserstand von NN + 5,50 m zugrunde zu legen anstelle des bisher beobachteten Höchststandes von NN

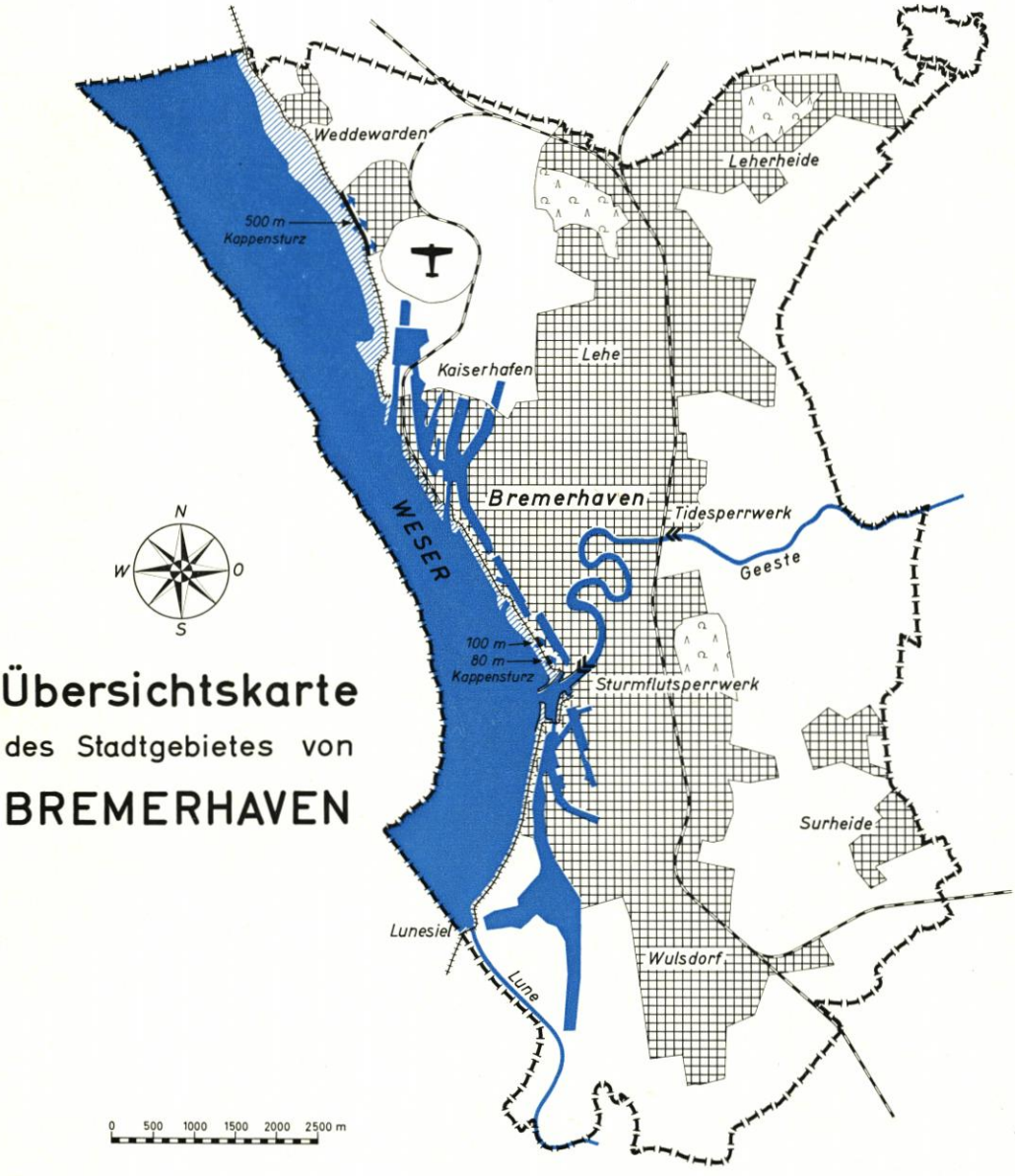


Abb. 2. Übersichtskarte Bremerhaven

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

+ 5,04 m, der bei der Sturmflut von 1825 eingetreten war. Die Sturmflut vom 16. Februar 1962 bleibt unter diesem maßgebenden Sturmflutwasserstand um 15 cm zurück. Trotzdem scheint es geboten, aus den vorerwähnten Überlegungen, daß noch ungünstigere meteorologische, ozeanographische und astronomische Verhältnisse als die des 16./17. Februar 1962 gelegentlich eintreten können, bei der notwendigen Überprüfung der Deichbesticke dies zunächst durch einen Sicherheitszuschlag zu berücksichtigen.

Für den Unterweserraum oberhalb Bremerhavens bis Bremen ließen Ausbauten des Stromes für die Seeschiffahrt und landeskulturelle Maßnahmen, z. B. Bedeichungen und Abdämmungen, in den ständig überschwemmungsgefährdeten Niederungsgebieten Veränderungen im Auflaufen der Sturmfluten gegenüber früher erwarten. Eine Bestätigung dieser Überlegungen und auch von bereits vor Jahren angestellten Berechnungen brachte die Sturmflut vom 22. Dezember 1954, die in der Weser in Bremen etwa 2,20 m bis 2,30 m über MThw auflief und bei der das Wasser auf längeren Deichstrecken bereits dicht unter der Deichkrone stand bzw. die Wellen diese sogar überfluteten. Hierbei wurde in der Lesum, dem bei Vegesack einmündenden rechtsseitigen Nebenfluß der Unterweser, beim Schöpfwerk Wasserhorst ein um 25 cm höherer Wasserstand als bisher bekannt gemessen.

Zur Klärung dieser Veränderungen gaben die Wasserwirtschaftsverwaltungen von Bremen und Niedersachsen zusammen mit der Bundes-Wasser- und Schiffahrtsverwaltung im Jahre 1955 die Durchführung eines großangelegten Modellversuchs für die Unterweser von Bremerhaven bis Bremen und ihre Nebenflüsse im Freigelände des Franzius-Instituts der Technischen Hochschule Hannover im Maßstab

der Längen und Breite	1 : 500,
der Höhen, Tiefen und Gefälle	1 : 100,

in Auftrag. Des weiteren wurde das Institut gebeten zu untersuchen, wie sich künftige Ausbauten des Stromes sowie Veränderungen in der Bedeichung des bisherigen Überschwemmungsgebietes auswirken würden und welche Veränderungen die in Erwägung gezogenen tide- oder sturmflutkehrende Absperrung der Nebenflüsse Hunte, Lesum und Ochtum zur Folge haben würde.

Wenn sich auch die umfangreichen Untersuchungen an dem Freilandmodell infolge Erweiterung der Auftragsstellung und infolge ungünstiger Witterung über Erwarten in die Länge zogen und der Abschlußbericht des Franzius-Instituts[1]) erst im Januar 1959 vorgelegt wurde, konnten bei den anläßlich der Sturmflut vom Dezember 1954 als notwendig erkannten, 1955 im Rahmen des Küstenschutzprogrammes angelaufenen und auf einen Mehrjahresplan abgestellten Deichverstärkungsarbeiten ab 1957 Teilergebnisse der Modellversuche Berücksichtigung finden, mit dem Ergebnis, daß die ab 1957 verstärkten Deichstrecken am 16./17. Februar 1962 ihre Bewährungsprobe voll bestanden haben und nirgends überflutet wurden.

An den noch nicht verstärkten und erhöhten Deichstrecken sind hingegen die nach dem Modellversuch bereits zu befürchtenden Überflutungen der Deiche eingetreten.

Der für den Unterweserbereich am Modell beobachtete Verlauf höchster Sturmfluten wurde bei der Auswertung der Pegelaufzeichnungen vom 16./17. Februar 1962 weitgehend bestätigt gefunden. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß sich die Eingangswerte für die im Modell untersuchten beiden Sturmfluten

a) „erhöhte Sturmflut 1906" mit dem erwähnten „maßgebenden Sturmflutwasserstand" in Bremerhaven von NN + 5,50 und einer Oberwasserführung der Weser von 1100 m³/s entsprechend dem Winterhochwasser vom 13. März 1906,
b) „Modellsturmflut" mit einem Sturmfluthöchstwasserstand in Bremerhaven von NN + 4,84 m entsprechend dem der Sturmflut vom 13. März 1906 und einem sehr hohen Oberwasser der Weser von 3200 m³/s,

mit den am 16./17 Februar 1962 beobachteten Werten, Höchstwasserstand in Bremerhaven

[1]) Veröffentlicht in den Mitteilungen der Hannoverschen Versuchsanstalt für Grundbau und Wasserbau, Franzius-Institut der Technischen Hochschule Hannover, Heft 15a und 15b.

NN + 5,35 m, Oberwasserführung der Weser rund 1200 m³/s, starker, aber nicht gemessener Wasserführung der Wümme und Ochtum, sowie mit dem langanhaltenden Windstau in Bremerhaven von 3,75 m bis fast 4,00 m nur annähernd decken.

Die an sich geringen Unterschiede zwischen beobachteten und Modell-Wasserständen finden hierin eine befriedigende Erklärung. Man vergleiche hierzu die Eintragungen der Höchstwasserstände des 16./17. Februar 1962 und der am Modell beobachteten Sturmfluten in der Deichlägenprofilzeichnung (Anlage 2). Die Sturmflut, frühere Hochwasserbeobachtungen und die Modelluntersuchungen zeigen aber auch, daß im Bereich der Innenstadt von Bremen und weiterhin nach Oberstrom Katastrophenhochwasser aus dem Oberlauf der Weser und nicht Sturmfluten die höchsten Wasserstände verursacht haben und auch in Zukunft verursachen werden.

Die Sturmfluttide vom 16./17. Februar 1962 entsprach also hinsichtlich ihrer Höhe und ihres Verlaufes den bereits gehegten Befürchtungen. Erhöhte Vortide und Nachtide, bei der die zwischenzeitlichen Niedrigwasserstände über MThw lagen, verhinderten ein Ablaufen des Wassers aus den Wasserläufen der deichgeschützten Niederungen durch die Siele bzw. aus den überfluteten Niederungen der Nebenflüsse und verursachten hier auf Bremer Gebiet gleichfalls Höchstwasserstände. Im Wümme- und Ochtumgebiet traten diese erst am Nachmittag des 17. Februar 1962 während der Nachtide ein.

Ein anschauliches Bild über den für ein Nebenflußgebiet der Unterweser charakteristischen Verlauf der Sturmflutwasserstände in der Lesum/Wümmeniederung zeigt die Auftragung der Tidekurven der Pegel Vegesack, Wasserhorst, Niederblockland und Borgfeld vom 16./17. Februar 1962 in Anlage 1.

Da sich die während der Sturmflut eingetretenen Wasserstände weitgehend mit den Werten der Modellversuche decken, ist die Gewähr gegeben, daß auch die Ergebnisse der Versuche zutreffen, denen weitere Ausbauten der Unterweser sowie Einbauten von Sturmflutsperrwerken in den Nebenflüssen zugrunde lagen. Sie werden bei der Festsetzung der Deichbestiche Berücksichtigung finden, wobei man gegebenenfalls einen Sicherheitszuschlag machen wird, wenn die bereits erwähnte Überprüfung der Ausgangswasserstände von Bremerhaven für diese eine Erhöhung ergeben sollte.

II. Sturmflutschäden, Ursachen und Auswirkungen

1. Deichkörper

In welch großer Gefahr sowohl Bremen als auch Bremerhaven mit ihren rund 120 km im Sturmflutbereich liegenden See-, Strom- und Flußdeichen in der Nacht vom 16./17. Februar 1962 schwebten, zeigen die eingetretenen Schäden an den Hauptdeichen und Schutzanlagen, deren Ausweitung zu einem Deichbruch sowohl in Bremerhaven als auch in Bremen nur durch schnellen und unermüdlichen Einsatz von Deichverteidigungskräften verhindert werden konnte (vgl. hierzu die Übersichtskarten Abb. 2 und 3).

Bei den Schäden spielte eine wesentliche Rolle, daß die hohen Sturmflutwasserstände zeitlich gesehen recht lange anhielten und die Orkanböen mit ungewöhnlicher Heftigkeit die Wellen pausenlos auf die Deichböschungen schlagen ließen beziehungsweise sie zu nicht erwarteter Höhe am Deich hoch-, ja streckenweise über ihn hinwegpeitschten.

Nachträgliche Bestimmungen des Wellenauflaufs durch Einmessungen der Treibselgrenze in Bremerhaven ergaben Wellenauflaufhöhen am Deich von 1,30 m bis über 2,00 m je nach Lage des Deiches zur Hauptwindrichtung und in Abhängigkeit vom Vorhandensein höheren Vorlandes sowie der Ausbildung des Deichprofils. Hohes Vorland sowie hohe Außenberme bei Schardeichen trugen sehr erheblich zur Verringerung des Wellenauflaufs bei.

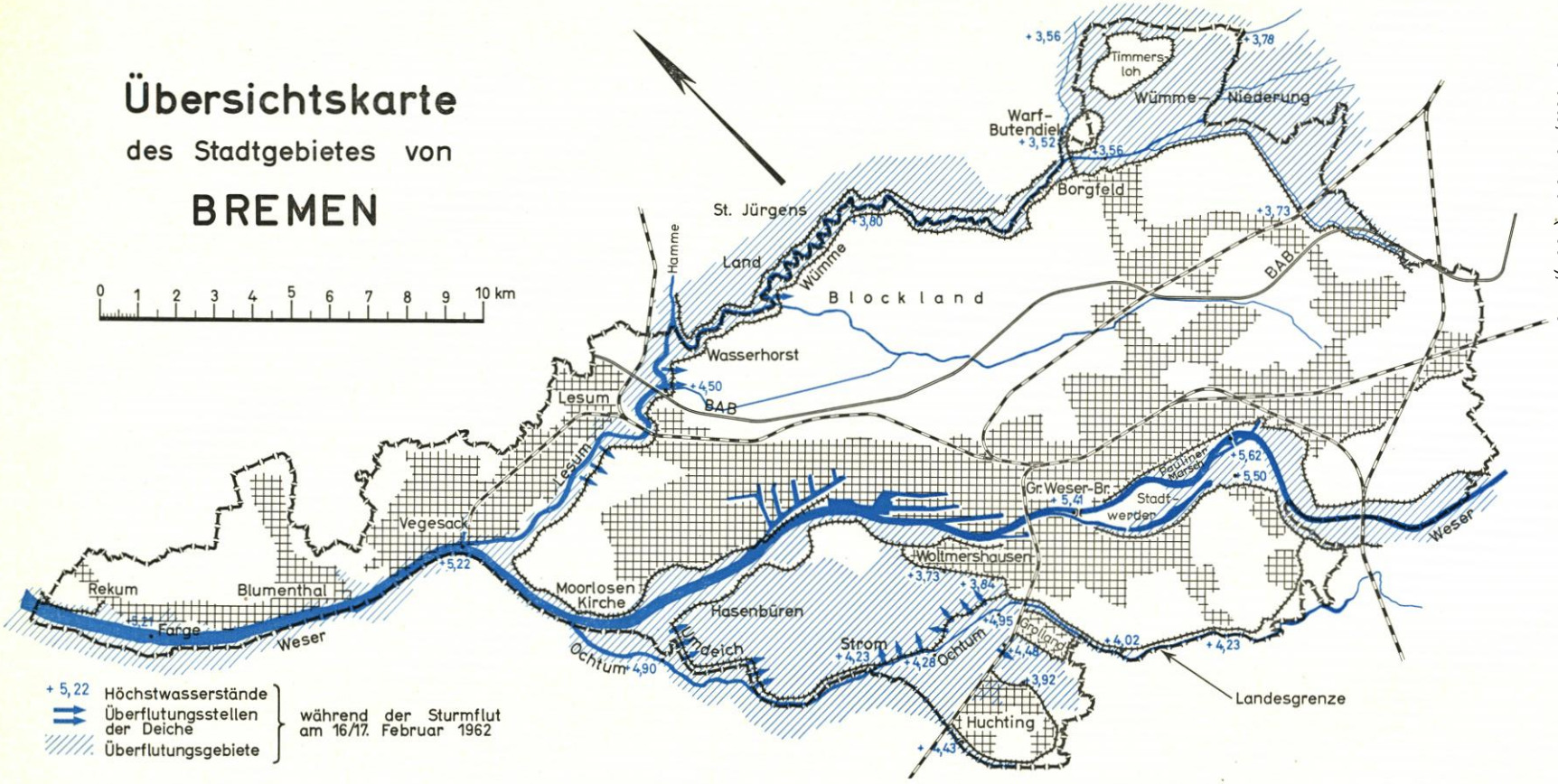


Abb. 3. Übersichtskarte Bremen mit Eintragung der Überflutungsgebiete und der Höchstwasserstände

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Einmessungen der Treibsellagen im Raum von Bremen ergaben Wellenauflaufhöhen von 0,40 m bis 0,80 m.

Diese sind künftig bei der Überprüfung der Deichbesticke zu berücksichtigen, da langanhaltender Wellenüberlauf im Interesse des Bestandes des Deiches möglichst zu vermeiden ist.

Aber nicht nur hinsichtlich der Höhe des Wellenauflaufs, sondern auch bei den Beschädigungen des Deichkörpers hat die Lage der Deiche zu der Richtung des diese Sturmflut verursachenden Sturmes, die überhaupt für sämtliche hohen Sturmfluten in unserem Raume charakteristisch ist, eine wesentliche Rolle gespielt. Deiche quer zur Windrichtung, bei denen der frontale Wellenangriff voll zur Wirkung kam, haben schwere Beschädigungen der Außenböschungen davongetragen, während Deiche in Windrichtung, an denen die Wellen entlangstrichen, und die-

Abb. 4.
Große Schäden der Binnenböschung des Seedeiches in Bremerhaven beim Flugplatz Weddewarden infolge Wellenüberschlages

jenigen, die in Lee lagen, bei gleichem Profil, gleichem Zustand der Grasnarbe und gleicher Beschaffenheit des Deichbodens unbeschädigt blieben. Man sollte auch dieses bei künftigen Baumaßnahmen an den Deichen durch Wahl verschieden geneigter Böschungen oder auch durch Befestigung der Böschung berücksichtigen.

Eine viel erörterte Frage ist die, welche Böschungsneigungen bei Seedeichen und Stromdeichen vorzusehen sind. Die im Bremerhavener Bereich gemachten Erfahrungen dürften nicht ausreichend sein, um hinsichtlich der Seedeiche eine allgemeine, umfassende Beurteilung abzugeben, zumal die Beobachtungen auf den einzelnen Strecken recht unterschiedlich sind.

Auf einer Strecke, die vor zwei Jahren verstärkt worden ist, sind auf der Außenböschung im Bereich des Böschungsknickes zwischen den Neigungen 1 : 5 und 1 : 3 etwa 3,60 m über MThw starke Ausschläge eingetreten, während Strecken alter Kleideiche mit gleichen Böschungsneigungen, aber mit dichter Grasnarbe die Sturmflut gut überstanden. Die Ausschläge dürften daher in erster Linie darauf zurückzuführen sein, daß hier der Boden noch nicht genügend abgelagert und die Rasensoden nicht genügend angewachsen waren.

Weiterhin haben Deichstrecken, deren alte Grasnarbe auf der Außenböschung sich in einem unbefriedigenden Zustand befand, große Auswaschungen davongetragen. Ähnliches gilt hinsichtlich unzureichend dichter Grasnarbe auf der Krone und der Binnenböschung. Soweit keine Wellen überschlugen, geschah nichts. Wo aber ein Wellenüberlauf stattfand, konnte Wasser infolge der beschädigten Grasnarbe in den Deichkörper eindringen, und es traten Ausspülungen

und Rutschungen gefährlichen Ausmaßes ein, die sich bei einem nur wenig längeren Anhalten der Sturmflut unweigerlich zu Brüchen ausgeweitet hätten.

Man wird daher, nicht nur um die Gefahr der Rutschungen zu verringern, sondern auch um die Ausbildung einer guten, dichtschließenden Grasnarbe zu ermöglichen, überall dort, wo mit

Abb. 5. Umdeich in Bremen zwischen Hasenbüren und Strom mit Schäden auf Außenböschung

Abb. 6. Umdeich in Bremen zwischen Hasenbüren und Strom mit Beschädigungen der Grasnarbe

einer gelegentlichen Überspülung des Deiches zu rechnen ist, für die Binnenböschung der Seedeiche eine flachere Neigung als bisher wählen müssen.

Im stadtbremischen Bereich haben sich die verstärkten Deichstrecken, die mit einer Außenböschungsneigung 1 : 4 und auf den zur Windrichtung günstiger gelegenen Strecken auch mit einer solchen von 1 : 3,5 angelegt wurden, durchaus bewährt. Voraussetzung war auch hier ein guter Zustand der Grasnarbe. Streckenweise haben auch Binnenböschungen alter Kleideiche mit Neigung 1 : 2 und noch steiler einem zeitweiligen Überlaufen der Deiche standgehalten, doch

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

zeigten in anderen Bereichen Ausspülungen und Rutschungen, die bei Überlaufen der Deiche und Einsickerungen von Wasser in den Deichkörper eintraten, daß im allgemeinen eine flachere Neigung auch im Interesse der Unterhaltung der Grasnarbe anzustreben ist.

Knickpunkte in der Außenböschung, insbesondere wenn sie in Verbindung mit Rampen-

Abb. 7.
Lesumdeich in Bremen-Lesumbrok bei Gastwirtschaft Murken

Abb. 8.
Obstgarten auf Binnenböschung des Ochtumdeiches in Bremen-Strom

anlagen stehen, haben sich sowohl in Bremerhaven als auch in Bremen als Ausgangspunkte für einen verstärkten Wellenangriff und damit für Deichschäden erwiesen.

Neben den Kleideichen oder den mit dicken Kleischürzen versehenen Deichen an Unterweser, Lesum und weiten Strecken der Ochtum und Wümme finden sich im Bremer Raum auch Deiche aus recht sandigem Material, so vor allem in der Wümmeniederung oberhalb Borgfeld sowie im Raum Huchting an der Varreler Bäke. Dieses Material erwies sich während der Sturmflut wesentlich weniger widerstandsfähig, zumal die Grasnarbe auf Sanddeichen viel schwieriger

zu unterhalten ist. Schäden an den Böschungen trotz des hier wesentlich geringeren Wellenschlages sowie Durchquellungen und Rutschungen der Böschungen werden Veranlassung sein, diese Deiche zu verstärken oder dichtende Kleiabdeckungen auf den Außenböschungen vorzunehmen.

Andrerseits zeigte sich, wie bereits erwähnt, welch hervorragender Schutz eine gute Grasnarbe auf Kleideichen sein kann und wie unerläßlich ihre gute Pflege ist.

Ihre Beschädigungen durch den Tritt des Weideviehs, insbesondere an Einfriedigungen, die auf dem Deich angelegt sind, durch Mauselöcher und -gänge, Maulwurfsgänge sowie durch Hühner und anderes Geflügel erwiesen sich nur zu häufig als Ansatzpunkte für den Wasserangriff. Hier nahm die Auflösung des Bodens nicht nur an der Außenböschung ihren Anfang, sondern, wenn die Wellen die Krone erreichten oder sie gar überströmten, auch auf Krone und Binnenböschung.

Trampelpfade auf dem oder über den Deich, ausgefahrene Wagenspuren, bei denen die Narbe durchbrochen war, Holztreppenanlagen, unter denen kein Gras wächst oder neben denen das Gras durch Begehen häufig gleichfalls zerstört wird, wurden weiterhin als Ausgangspunkte erheblicher Schäden festgestellt.

Wenn diese Gefahrenquellen auch seit altersher bekannt und in den Deichordnungen berücksichtigt sind, sollte die Sturmflut erneut Anlaß geben, sie weitgehend zu beseitigen und noch besser als bisher auf den Unterhaltungszustand der Deiche zu achten.

Schließlich sei noch ein Wort zur Bepflanzung der Deiche mit Bäumen gesagt, wie sie im Bremer Raum vielfach anzutreffen ist. Obstbaumpflanzungen auf den Deichböschungen führen, wenn sie im Sommer ein dichtes Laubdach bilden, zu sehr ungünstiger Beschattung und damit zur Verkümmerung der so notwendigen Grasnarbe. Auf der Außenböschung bildet zudem jeder Stamm als Verursacher von Wirbelbildungen der angreifenden Wellen zugleich den Ausgangspunkt für Beschädigungen der Erdböschung.

Besondere Gefahrenquellen sind aber ältere und hohe Bäume, wie z. B. Pappeln und Eschen. Der Orkan, der während der Sturmflut herrschte, zerrte an den Bäumen und damit an den Wurzeln und führte zur Auflockerung und in Verbindung mit dem Wasserangriff zur Ausspülung des Untergrundes. Morsche Zweige, die während des Einsatzes der Deichverteidigungsmannschaften herabstürzten, gefährdeten diese.

Wurzeln abgestorbener Bäume bleiben im Deich; sie vermodern und begünstigen den Eintritt und Durchtritt von Drängewasser und damit den Eintritt von Rutschungen.

Ein anschauliches Bild von einer solchen Gefährdung des Deiches durch einen losgerüttelten Obstbaum in Verbindung mit einem Überlaufen des Deiches zeigt die Abbildung 7.

In Verbindung mit Erfahrungen, die auch in anderen Bereichen der deutschen Nordseeküste mit Baumbepflanzungen am Deich gemacht sind, wird die Forderung zu erheben sein, die Anpflanzungen neuer Bäume keinesfalls zu gestatten und alte und sehr hohe Bäume, die durch den Orkan umgeworfen werden können, umgehend zu beseitigen.

2. Steindecken zur Sicherung von Deichfuß und Außenberme

Die schweren Steindecken aus Granit- und Basaltpflaster, die im Raum Bremerhaven zur Sicherung des im Abbruch liegenden Deichvorlandes sowie bei scharliegenden Deichstrecken zum Schutz des Deichfußes angelegt worden sind, haben sich im allgemeinen während der Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 gut bewährt. Sie waren allerdings während der stärksten Brandung zur Zeit des Tidehochwassers durch ein schützendes Wasserpolster bedeckt. Stärkere Ausschläge sind hingegen auf den Klinkerabdeckungen der Außenbermen eingetreten. Die mit Läuferpflaster

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

bedeckten Flächen waren besonders in Mitleidenschaft gezogen, während die mit hochkant gestellten Klinkern gepflasterten Flächen den brandenden Wellen besser standhielten. Ein oberer, tiefer in den Deich einbindender Abschluß der Pflasterfläche kann bei Ausschlägen der Grasnarbe oberhalb des Pflasters das Aufrollen des Klinkerpflasters von oben her bis zum Freispülen des Abschlusses verhindern. Soweit stärkere Beschädigungen des Deiches oberhalb des Klinkerpflasters durch die Brandung bei einem guten Zustand der Grasnarbe eingetreten sind, sollte dies ein Anlaß sein, das Pflaster künftig noch höher am Deich hinaufzuziehen. Unerläßlich dürfte in Bremerhaven eine Verstärkung der Pflasterdecke für die Deichstrecke unterhalb der Geestemolen zwischen Wasserstandsanzeiger und Strandhalle sein, auf der vermutlich infolge der Reflexionswirkung der Mole auf die Wellen und des dadurch verstärkten Angriffes der Brandung

Abb. 9. Sicherungsarbeiten am Seedeich beim Wasserstandsanzeiger in Bremerhaven

stärkste Schäden nicht nur an der Pflasterböschung, sondern auch am Deichkörper auf Außenböschung, Krone und Binnenböschung eingetreten sind (vgl. Abb. 9).

Im Bereich von Bremen waren bisher an der Weser Schardeichstrecken und Steilufer durch Schüttungen oder Packungen von Wurfsteinen gesichert, wobei als Steinmaterial zumeist Sandstein oder Kalkstein aus dem Oberwesergebiet wie auch Betonbrocken Verwendung fanden Diese Befestigung hat sich im Bereich der Strecken mit Seeschiffsverkehr in letzter Zeit bereits als unzureichend erwiesen. Der außerordentliche Wellenangriff während der Sturmflut führte auch in nicht vom Seeschiffsverkehr betroffenen Gebieten und ganz allgemein in den höheren, sonst selten vom Wasser erreichten Lagen der Steinbefestigungen zum Verlagern der Steine, zu Ausspülungen des Unterlagematerials bzw. Kieses und damit zu Rutschungen der Steinböschungen.

Eine besondere Gefahrenlage entstand infolge solcher Steinböschungsschäden auf der Schardeichstrecke unmittelbar oberhalb der Industriehafenschleuse, obwohl die steilen Uferböschungen hier erst im vergangenen Jahr durch starke Steinpackungen geschützt worden waren. Nur

schnelles und tatkräftiges Eingreifen von Deichsicherungskräften konnte hier einen Durchbruch verhindern.

3. Anlagen im und am Deich

Als Anlagen am Deich, die mittelbar oder unmittelbar zu Beschädigungen der Grasnarbe auf den Deichböschungen führten und damit Ansatzpunkte für den Wellenangriff während der Sturmflut gegeben haben, wurden bereits Einzäunungen, Baumpflanzungen und Treppenanlagen auf den Deichen erwähnt. Zu ergänzen ist diese Aufzählung durch Weidepfähle, nicht oder ungenügend befestigte Überwegungen, Fundamente für Bauten sowie für Masten der Elektrizitätsversorgung, Telegrafenpfähle, ja überhaupt alle Anlagen, die den stetigen Verlauf der Deichböschungen unterbrechen. Bei Bremerhaven-Weddewarden wurde um ein massives Leuchtfeuer in der Außenböschung des Seedeiches das zur Böschungssicherung angebrachte Klinkerpflaster völlig zerschlagen und der Deich beschädigt.

Soweit auf den Flußdeichen Straßen verlaufen und diese mit Schwarzdecken versehen sind, haben sich die Schwarzdecken beim Überströmen der Deiche gut bewährt und ein Weiterfressen der auf den Binnenböschungen eingetretenen Ausspülungen verhindert. Pflasterungen und Plattenbeläge ohne Fugenverguß neigen hingegen zum Ausspülen der Pflasterfugen und des Bettungssandes, womit der Bestand der Decken und Beläge in Frage gestellt ist.

Das Anlegen von Leitungsgräben und Kabelgräben in den Deichen muß zukünftig unbedingt vermieden werden, begünstigen doch die Auflockerungen, die nicht nur beim Verlegen, sondern auch bei den Reparaturarbeiten unvermeidlich sind, das Eindringen von Wasser in den Deichkörper; sie sind als Ursachen für mehrere Binnendeichsrutschungen anzusehen.

Nicht unerwähnt bleiben dürfen die Deichscharte, die zur Durchführung von Wegen und Straßen im Deich angelegt sind. Soweit die Öffnungen dieser Deichscharte durch Stemmtore verschlossen werden, ergaben sich keine Schwierigkeiten, anders hingegen war es bei den großen Dammbalkenverschlüssen der zweiten Deichlinie, als in der Katastrophennacht das Fachpersonal bereits zur Deichverteidigung auf den Deichen der ersten Linie stand und die Nachrichtenübermittlungen zeitweilig unterbrochen waren. Einerseits mußten die Scharte für die Materialtransporte zur Schadensbeseitigung an der ersten Linie, z. B. Umdeich Hasenbüren-Strom und Stromer Deich, im Raum Bremen trotz streckenweisen Überströmens der ersten Deichlinie noch offengehalten werden, andrerseits erfordert das Schließen großer Scharte mit Zwischenstützen und schweren Dammbalken eine größere Zahl Bedienungspersonal und Zeit, so daß die Forderung nach rechtzeitigem Schließen kaum zu erfüllen war. Soweit irgend möglich, sollte man daher die Verschlußeinrichtungen dem neuesten Stande der Technik anpassen und sie leicht verschließbar gestalten.

Eine weitaus schwierigere Lage trat in Bremerhaven ein, wo neben dem Sturmflutsperrwerk das Deichschart für die Geestestraße erst als Provisorium ausgebildet war. Als Verschluß der Öffnung diente eine Schütztafel, die auf das einplanierte und mit Fugenverguß versehene Straßenpflaster aufgesetzt wurde. Vom Schlagen einer durchgehenden Spundwand war im Pflasterbereich mit Rücksicht auf die im Straßengrund liegenden Leitungen zunächst abgesehen worden. Das hohe Auflaufen der Sturmflut führte nun ungeachtet des Fugenvergusses zu Ausspülungen des Pflasters, die unter der Schütztafel beängstigende Ausmaße annahmen. Trotz sofort einsetzender Sicherungsmaßnahmen konnte das entstandene Loch erst nach Rückgang der Hauptflut abgedichtet werden. Die Maßnahmen zum Ersatz des Provisoriums durch einen Schart mit Stemmtoren und fester, durch Spundwand gegen Unterläufigkeit gesicherter Sohle sind eingeleitet.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Ein Unfall, bei dem ein Kraftwagen gegen die bereits eingesetzten Dammbalken eines Deichschartes fuhr, zeigt die Notwendigkeit, auch diese Anlagen verkehrsmäßig durch Warnanstriche, Beleuchtung oder sonstige Hinweise zu sichern.

4. Eingetretene Überflutungen

Die durch die Sturmflut verursachten Überflutungen nahmen auch im Lande Bremen katastrophale Ausmaße an und führten zu großen wirtschaftlichen Schäden.

In Bremerhaven allerdings beschränkten sie sich auf die Außendeichsländereien und fanden ihre Begrenzung durch die Hauptdeiche an Weser und Geeste sowie durch das Sturmflutsperr-

Abb. 10. Überflutung des Hafenviertels in Bremen-Vegesack

werk und das Tidesperrwerk in der Geeste. Die vor dieser Linie gelegenen Bauten erlitten teilweise nicht unerhebliche Schäden. So wurden z. B. bei den außendeichs gelegenen Tiergrotten eine starke Mauer eingedrückt und die Tiergrotten beschädigt, ferner die Anlagen der Badeanstalt stark in Mitleidenschaft gezogen. Im Bereich der Geestemündung wurden die Anlagen des Tonnenhofes der Wasser- und Schiffahrtsverwaltung überflutet, wobei die gelagerten Tonnen zum Aufschwimmen kamen und in der Geeste vor die geschlossenen Tore des Sturmflutsperrwerkes trieben. Weiterhin erlitten einige Betriebsgebäude am linken Geesteufer Wasserschaden.

Im Stadtbereich von Bremen waren bereits bei der Vortide am Mittag des 16. Februar 1962, die in einer Sturmflutwarnung des Deutschen Hydrographischen Instituts mit einer Erhöhung mit 1,5 m vorhergesagt war, aber in Bremen auf 1,85 m bis 1,97 m über MThw auflief, Ortsteile und Anlagen in Vegesack sowie zahlreiche durch Sommerdeiche geschützte Polder an Weser, Lesum und Ochtum überflutet worden. Die Polder liefen bei der nachfolgenden Ebbe nicht mehr leer. Die Wümmeniederung oberhalb Borgfeld, die noch unter dem Einfluß eines

stärkeren Wümmehochwassers stand, mußte gleichfalls beträchtliche Flutwassermengen aufnehmen. Die gegen Abend nachfolgende Haupttide traf daher im Bremer Raum auf bereits gefüllte Sommerpolder und teilgefüllte Aufnahmeräume. Sie stieg außerordentlich schnell und erreichte zeitweilig eine Steigegeschwindigkeit von 1,40 m in der Stunde, die sich beim Überfluten weiterer Sommerdeiche durch den schnell anwachsenden Überlauf auf diese verheerend auswirkte.

Abb. 11. Überflutung des in Bremen an der Weser gelegenen Woltmershauser Grodens

Abb. 12. Bergungsaktionen in Bremen in dem überfluteten Parzellengelände der Ochtumniederung

Im Laufe der Nacht zum 17. Februar 1962 traten dann die befürchteten Überflutungen sämtlicher Außendeichsländereien ein. Betroffen wurden zunächst die an Weser und Lesum gelegenen Industrieanlagen von Bremen-Nord wie auch die niedrig gelegenen Wohngebiete von Vegesack und Grohn sowie vom Steindamm in Burgdamm, dann aber auch die Parzellengebiete im engen Stadtbereich an Weser und Ochtum. Besondere Sorge galt dabei den Parzellengebieten vor den Hauptdeichen, in denen sich in Zeiten der Wohnungsnot während und auch nach dem Kriege

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

zahlreiche Menschen angesiedelt hatten. Sie wurden durch Lautsprecherwagen der Polizei und durch Radio frühzeitig gewarnt und zur Räumung der gefährdeten Gebiete aufgefordert. Es sind dies im Bereich der Weser die Gebiete der Pauliner Marsch, des Suhrfeldes, des Stadtwerders sowie der Groden von Woltmershausen bis Hasenbüren und im Bereich der Ochtum die Überschwemmungsgebiete vor dem neuen Woltmershauser Schutzdeich, von Warturm und des Warfeldes.

Da diese Gebiete auch früher schon zwar gelegentlich gewarnt, aber, soweit sie an der Weser liegen, zumindest seit der Überflutung durch Hochwasser der Weser im Jahre 1946, und soweit sie an der Ochtum im Bereich des Niedervielandes und seiner Nähe sich befinden, bereits

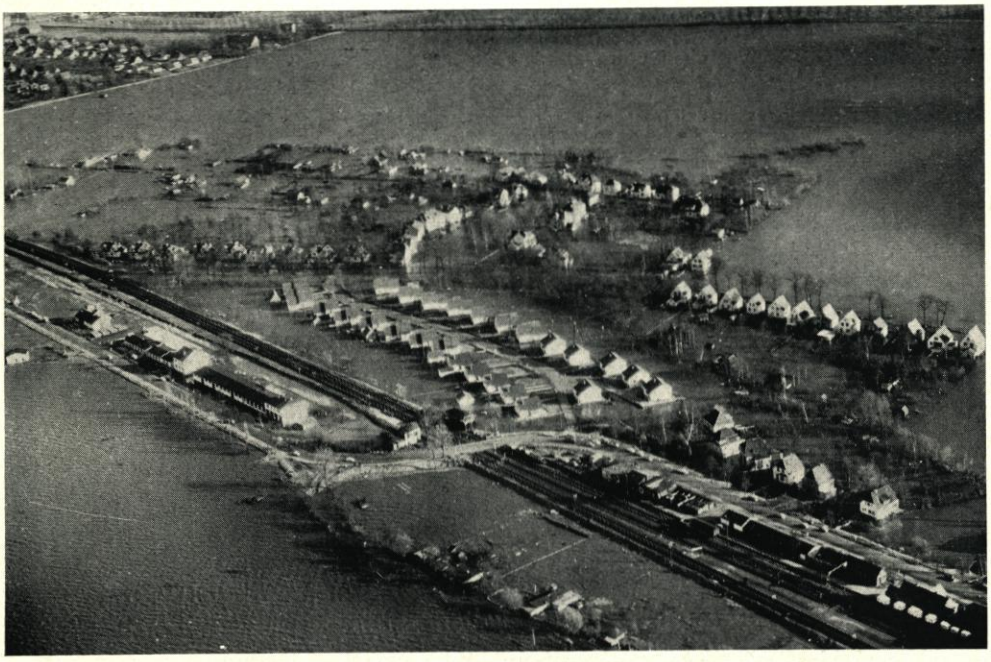


Abb. 13. Überflutung im Raum Bremen-Huchting am 17. 2. 1962 nachmittags

seit acht Jahrzehnten nicht mehr überflutet waren, wurde der diesmaligen Warnung und Aufforderung nicht im nötigen Umfang Beachtung geschenkt. Als im Laufe der Nacht die Überflutungen eintraten, mußten mehr als 450 Menschen unter Einsatz von Booten durch Polizei, Bundeswehr, Feuerwehr, Lebensrettungsgesellschaft und sonstige hilfsbereite Kräfte aus den überfluteten Gebieten herausgeholt werden.

Einen Überblick über die Deichstrecken, die während der Sturmflut längere Zeit übergelaufen sind, sowie über den Umfang und die Lage der Überflutungsgebiete, die im Bremer Stadtbereich eine Flächengröße von rund 60 km² erreichten, gibt die Abbildung 3. Gleichfalls läßt sie die eingetretenen Höchstwasserstände erkennen, die im Bremer Raum mit teilweise erheblicher zeitlicher Verzögerung zum astronomischen Tidehochwasser (Tidekalender) eintraten.

In der Ochtumniederung dürfte die das Auflaufen des Wassers örtlich besonders begünstigende Richtung des Orkans zu einem Vordringen der Wassermassen bis an den Bahndamm der Strecke Bremen-Delmenhorst und darüber hinaus durch die Flutbrücken dieses Dammes bis in

den Raum Huchting beigetragen haben. Zeitweilig wurde hier auch der Verkehr auf der Bundesfernstraße 75 unterbrochen (vgl. auch Abb. 11).

Für das Stadtgebiet am rechten Weserufer erwuchs eine besondere Gefahr aus dem streckenweisen Überlaufen des Lesumdeiches und der zeitweiligen Überflutung des Maschinenraumes im Schöpfwerk Wasserhorst. Letzteres weist mit seinen vier Pumpensätzen eine Förderleistung von maximal 19 m^3/s auf und dient dazu, nicht nur das im Landgebiet, sondern vor allem auch das im Stadtgebiet anfallende Oberflächenwasser in die Lesum zu fördern, sobald höhere Wasserstände der Lesum den freien Sielzug behindern. Seine Beschädigung oder auch nur ein längerer zeitlicher Ausfall hätte für das Stadtgebiet verheerende Folgen haben können. Gleich gefährlich wäre auch ein Deichbruch auf der oberhalb des Schöpfwerkes gelegenen, längere Zeit überfluteten Deichstrecke gewesen. Deichsicherungsmaßnahmen, die allerdings erst bei der Nachtide voll wirksam waren, verhinderten die befürchteten Durchbrüche (vgl. auch Anlage 2).

Während im Lesumbereich die Höchstwasserstände während der Haupttide, d. h. in der Nacht vom 16. zum 17. Februar 1962, auftraten, stellte sich in der Wümmeniederung oberhalb Lilienthal/Borgfeld der Höchstwasserstand erst am 17. Februar 1962 abends gegen 20.00 Uhr mit NN + 3,56 m ein. Zu diesem Zeitpunkt war durch Überflutung sämtlicher Straßenverbindungen außerhalb des bremischen Winterdeiches der Verkehr zu den durch Ringdeiche geschützten Siedlungs- bzw. Deichverbandgebieten von Warf-Butendiek und Timmersloh unterbrochen.

Eine während der Nachtide eintretende Drehung des Windes auf Nord führte bei der Größe des Wümme-Überschwemmungsgebietes oberhalb Borgfeld zu stärkerer Wellenbildung und dadurch zu Beschädigungen der Außenböschung auf Deichstrecken, die vorher günstig zur Windrichtung gelegen hatten.

Während die Überflutungen in den Überschwemmungsgebieten an der Weser bereits am 18. Februar 1962 zurückgingen, hielten sie im Ochtum- und Wümmeraum noch tagelang an. Erst eine folgende Ostwind- und Kälteperiode bereitete ihnen ein Ende.

In den überfluteten Parzellengebieten von Bremen ist der Verlust von sieben Menschenleben zu beklagen. Die materiellen Schäden erstrecken sich besonders auf die Beschädigung und Verschmutzung der überfluteten Gebäude – seien es Gartenhäuschen, seien es Wohngebäude –, auf die Vernichtung und Beschädigung von Mobiliar, Einrichtungsgegenständen, Kleidern sowie auf die Verkrustung der gärtnerisch genutzten Böden und Vernichtung von Pflanzungen. Beträchtlich sind auch die Schäden und Betriebsausfälle, die in dem am Weserufer gelegenen Großkraftwerk Farge und in den Industriebetrieben von Bremen-Nord durch Überflutungen eingetreten sind.

III. Warndienst und Deichverteidigung

Der Sturmflutwarndienst für die Deutsche Nordseeküste obliegt dem Deutschen Hydrographischen Institut in Hamburg, das seine Vorhersagen durch Radio allgemein bekanntgibt. Daneben wird von ihm ein besonderer Empfängerkreis telegrafisch oder telefonisch gewarnt und über die voraussichtliche Höhe des zu erwartenden höchsten Sturmflutwasserstandes unterrichtet.

Am 16. Februar erfolgten mehrere Sturmflutwarnungen, und zwar bereits am Morgen hinsichtlich des Mittagshochwassers und danach in mehrfach verschärfter Form für das Nachthochwasser. Die letzte Warnung des Deutschen Hydrographischen Instituts wurde in Bremen gegen 20.30 Uhr bekannt. Sie enthielt den Hinweis, daß das Nachthochwasser voraussichtlich 3,0 m erhöht eintreten werde und daß 3,0 m auch überschritten werden könnten.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Zu dieser Zeit war bereits auf Grund der im Laufe des Tages erfolgten Warnungen der für die Unterweser von der Wasser- und Schiffahrtsdirektion Bremen für Sturmfluten vorgesehene Wasserstandsmelde- und Warndienst mit all seinen Kräften voll im Einsatz. In ihn sind nicht nur die Wasserstandsbeobachtungsstellen der Unterweser in Bremerhaven, Brake und Vegesack, sondern auch die Besatzungen der Leuchttürme „Rote Sand" und „Robbenplate" in der Außenweser einbezogen. Über das verwaltungseigene Nachrichtennetz der Wasser- und Schiffahrtsverwaltung, das vom Leuchtturm „Rote Sand" über Bremerhaven bis Bremen reicht, wurden laufend die Wasserstands- und Windbeobachtungen zur Dienststelle der Wasser- und Schiffahrtsdirektion in Bremen durchgegeben. Diese hatte ihrerseits nach einem festliegenden Alarmplan einen bestimmten Kreis bremischer Dienststellen sowie die Deichverbände in Bremen gewarnt. Hierbei war durch das Wasserwirtschaftsamt Bremen nach Erhalt der Warnmeldung routinemäßig überprüft worden, ob bei den Verbänden die für die Deichverteidigung maßgebenden Personen die Warnmeldung erhalten hatten. Weiter hatte dieses Amt seinerseits den Erfordernissen der Vorhersage entsprechend noch weitere Dienststellen insbesondere in den Außenbezirken der Stadt unterrichtet.

Auf Grund der bereits erwähnten letzten Warnung des Deutschen Hydrographischen Instituts erfolgte die Auslösung der Katastrophen-Alarmstufe 2 und der Zusammentritt der gesamten Katastrophenschutzleitung in Bremen in der Dienststelle des Senators für Inneres. Hierher gab die Wasser- und Schiffahrtsdirektion dann ihre weiteren Wasserstandsbeobachtungen durch. Diese regelmäßigen Durchsagen fanden erst eine Unterbrechung, als größere Sturmflutschäden gegen Mitternacht eingetreten und das Telefonkabel der Wasser- und Schiffahrtsverwaltung unterbrochen waren. Mit Hilfe von Postverbindungen konnte die Nachrichtenübermittlung mit Bremerhaven, Brake usw. jedoch soweit aufrechterhalten werden, daß der Gesamtüberblick über den Verlauf der Sturmflut gewahrt blieb.

Schwieriger gestaltete sich die Aufrechterhaltung der Nachrichtenverbindung zu den von den Deichverbänden auf Grund der Alarmierung aufgerufenen Deichbeobachtungsposten und, als Einsatzkräfte zur Bekämpfung der ersten Deichschäden ausgezogen waren, zu den Einsatzkommandos an den Schadensstellen. Ein Problem wurde es, als im Laufe der Nacht in den Außenbezirken der Stadt Teile des Fernsprechnetzes ausfielen. Als Helfer in dieser Not erwiesen sich die Funkstreifenwagen, die in die gefährdeten Bereiche beordert wurden und über die Funkzentrale im Polizeihaus die Nachrichtenverbindung zur Katastrophenschutzleitung wieder herstellten. Es wird zu prüfen sein, wieweit durch Vorbereitung weiterer Funkverbindungen für den Einsatz bei Deichkatastrophen die Nachrichtenübermittlung noch schneller und sicherer ausgebaut werden kann.

Gleichzeitig mit der Alarmierung der Katastrophenschutzleitung waren auch die zu ihrer Verfügung vorgesehenen Einsatzkräfte aufgerufen worden. Alsbald standen zum Einsatz bereit die Kräfte des

Polizeilichen Sicherheitsdienstes,
Technischen Abwehrdienstes,
Bergungs- und Instandsetzungsdienstes,
Sanitätsdienstes,
Sozialen Betreuungsdienstes,
Wirtschaftsverwaltungsdienstes.

Weiter fanden sich bei der Leitung ein der von der Standortverwaltung Bremen vorgesehene Verbindungsoffizier der Bundeswehr sowie der Verbindungsmann der Deutschen Lebensrettungsgesellschaft. Hierdurch war es möglich, alsbald neben den bereits im Einsatz befindlichen Kräften der Feuerwehr, der Schutzpolizei und der Deichverbände

den städtischen Fuhrpark mit sämtlichen Fahrzeugen,

die Bereitschaftspolizei mit ihren vielfachen technischen Hilfsmitteln,
das Technische Hilfswerk,
das Deutsche Rote Kreuz,
den Arbeiter Samariterbund,

und, was später sehr entscheidend war, stärkere, einsatzfreudige Kräfte der Bundeswehr mit Lkw's und Schlauchbooten einzusetzen.

Wie richtig es war, diese Vielzahl von Kräften aufzurufen, zeigte sich, als nach Eingang der ersten Schadensmeldungen von den Deichen im größeren Umfange Kräfte dorthin zu beordern waren, und, als aus den überfluteten Außendeichsgebieten Hilfeanordnungen zur Rettung der hier von der Flut überraschten Bevölkerung laut wurden, diesen zu entsprechen war und Notunterkünfte sowie Verpflegung für die geborgenen Personen bereitgestellt werden mußten.

Bei der Beorderung von Kräften und Material zu bestimmten Einsatzstellen ergaben sich allerdings auch zeitweilig Schwierigkeiten, sei es, daß die Schadensmeldungen ungenau, übertrieben oder mit mangelhafter Ortsbeschreibung durchgegeben wurden, sei es, daß die eingesetzten Kraftfahrer infolge mangelnder Ortskenntnis das ihnen genannte Materiallager oder die Einsatzstelle nicht fanden. Ein Lotsendienst, vor allem auch für Fahrzeuge, die von außerhalb zur Hilfeleistung beordert werden, wird in Zukunft vorzusehen sein. Weiterhin ist auch eine Kennzeichnung aller privaten Pkw's und Lkw's erforderlich, die sich für die Katastrophenschutzleitung im Einsatz befinden. Polizeiliche Absperr- und Lenkungsmaßnahmen müssen sehr bald einsetzen, sei es, daß Einbahnstraßen im Katastropheneinsatz in verkehrter Richtung befahren werden müssen, sei es, daß sich auf Grund der allgemeinen schnellen Unterrichtung der Bevölkerung durch Radio und Fernsehen Neugierige auf den Wegen zu den Schadensstellen einfinden und zu einer ernsthaften Behinderung der Gefahrenabwehrmaßnahmen werden.

Schließlich seien noch die Behinderungen erwähnt, die der während einer Sturmflut herrschende Wind mit seinen Orkanböen bereitete. Diese machten nicht nur den Männern des Einsatzes an den Bremerhavener Deichen, sondern auch denen in Bremen schwer zu schaffen. Während die Orkanböen in Bremerhaven die Einsatzkräfte vom Deich zeitweilig herunterzuwehen drohten und alle Arbeiten stark behinderten, waren es in Bremen der starke Wellengang und die Winddrift, welche die Bergungsarbeiten mit Booten in den Überflutungsgebieten erschwerten, und die Gefahr des Umbrechens von Bäumen und des Herabbrechens von Zweigen, die den Mannschaften zu schaffen machte. Die Zuwegungen zu den Deichen waren durch Umwehen großer Bäume zeitweilig gesperrt, obwohl in Bremen seit dem Morgen des 16. Februar 1962 die Feuerwehr mit allen Kräften im Einsatz war, um umgestürzte Bäume zu beseitigen, zerrissene Leitungsverbindungen wiederherzustellen und sonstige Gefahren, die sich durch den Orkan an Häusern und Gebäuden ergaben, zu beheben.

Als richtig erwies sich in dieser Stunde der Gefahr, daß sowohl die Deichverbände als auch die staatlichen Dienststellen Material- und Gerätelager für den Fall der Gefährdung der Deiche eingerichtet hatten und daß daneben die Sack- und Sandlager, die großen Firmen im Stadtgebiet gehören, kalendermäßig erfaßt waren. So konnte, als einer der behördlichen Lagerplätze unter Wasser geriet, auf die Privatlager zurückgegriffen werden, wobei sowohl die Sackauslieferung bei der Sackfabrik als auch die Sandabfüllung aus den Silos der Kiesfirma schnell und gut vonstatten ging.

Eine Vermehrung der Materiallager in den weiter entfernten Außenbezirken ist allerdings ratsam. Dies erfordert auch die Erkenntnis, daß bei größeren Überflutungen die Wegeverbindungen zwischen einigen Außenbezirken und dem inneren Stadtgebiet überhaupt abgeschnitten werden können und dann mit den am Ort befindlichen Kräften und Materialien die Situation gemeistert werden muß. Zum anderen ist eine Bodenentnahme zur Deichverstärkung oder Sandsackfüllung an Ort und Stelle in den bereits unter Wasser befindlichen Gebieten nicht möglich, sei

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

es, daß Sturmflut oder Hochwasser die Überschwemmung verursacht haben, sei es, daß diese auf die winterliche Kanalwasserbewässerung der Grünländereien zurückzuführen ist. Letztgenannte führte infolge des Orkans auch zur Überflutung eines wichtigen Verbindungsweges zum Blocklander Deich.

Verbindungswege zu den Deichen und Längswege auf und hinter den Deichen haben bei der Sturmflut als „Deichverteidigungswege" ihre Daseinsberechtigung bzw. die Notwendigkeit, sie rechtzeitig anzulegen, nur allzu deutlich unter Beweis gestellt.

Bei dem Einsatz der Deichverteidigungskräfte an Ort und Stelle hat sich der in den letzten Jahren erfolgte befestigte Ausbau von 21 km Wegen für diesen Zweck gut bezahlt gemacht. Jeder, der z. B. die in früheren Zeiten zur Winterszeit grundlosen Wege am Umdeich zwischen Hasenbühren und Strom gekannt hat, wird bestätigen, daß hier früher zu dieser Jahreszeit der Einsatz von Lastkraftwagen unmöglich gewesen wäre. Dieser Weg blieb trotz zeitweiliger Überflutung durch die über den Deich schlagenden Wellen jederzeit befahrbar und war auf längere Zeit der einzige Verbindungsweg von der Innenstadt zur Ortslage Strom. Die Breite dieses einspurig ausgebauten Weges ist allerdings als nicht befriedigend anzusehen, da sich beim Begegnen der Einsatzfahrzeuge außerordentlich schwierige Situationen, ja auch Schäden ergaben. Man wird überprüfen müssen, wo in Zukunft noch Verbindungen zu abgelegenen Deichstrecken angelegt werden müssen, um auch hier verkehrsmäßig einen erfolgreichen Einsatz der Deichverteidigung sicherzustellen.

IV. Träger der Deicherhaltung

Im Raum Bremen obliegt die Deichunterhaltung den Deichverbänden, während im Raum Bremerhaven die Deichunterhaltung weitgehend Aufgabe des Hansestadt Bremischen Amtes ist.

Die Deichverbände erhielten in den letzten Jahren für die als notwendig erkannten Deichverstärkungsarbeiten erhebliche Beihilfen des Bundes und des Landes. Daher ist in der Öffentlichkeit, insbesondere auch im benachbarten Niedersachsen die Frage aufgeworfen worden, ob der Deichschutz noch weiterhin den Verbänden überlassen werden könne oder ob der Staat die Deicherhaltung übernehmen müsse.

Es ist hierzu festzustellen, daß die Verhältnisse an den Deichen in Bremen und Bremerhaven doch recht unterschiedlich sind. Die Strecken der Seedeiche in Bremerhaven sind wesentlich kürzer als die stadtbremischen Deichanlagen, die sich infolge der Lage Bremens an Weser, Lesum, Wümme und Ochtum außerordentlich weit an diesen Wasserläufen hinziehen. Die Deiche in Bremerhaven liegen zudem zwischen Hafenanlagen und der Weser und schließen auch diese in den Deichschutz von Stadt und Hinterland mit ein. Sie sind vielfach bei der Neuanlage der Hafenanlagen verlegt bzw. neu geschaffen worden, so daß hier die örtliche Bindung zu den Stadtbewohnern fehlt, wie sie in den Jahrhunderte alten stadtbremischen Deichgebieten vorhanden ist. Eine Ausnahme bildet in Bremerhaven lediglich die nördliche Deichstrecke im Bereich des Flugplatzes und weiterhin nach Weddewarden, für die ein Deichverband zuständig ist. Hier ergab sich dann allerdings in der Katastrophennacht für die Stadtverwaltung die Notwendigkeit, nicht nur die Leitung des Katastropheneinsatzes, sondern auch die Deichverteidigung an Ort und Stelle zu übernehmen, während auf den übrigen Deichstrecken das Hansestadt Bremische Amt mit den von ihm herangezogenen eigenen und Hilfskräften rechtzeitig zur Stelle war und die Schadensbekämpfung durchführte.

Im Raum Bremen hingegen lag der örtliche Einsatz beziehungsweise seine Leitung bei den Deichverbänden, die, soweit erforderlich, an Ort und Stelle durch das ortskundige technische

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Personal des Wasserwirtschaftsamtes unterstützt wurden, während die Einsatzanordnungen für die von den Verbänden angeforderten Kräfte und Materialien, insbesondere auch die Gestellung von Lastkraftwagen und die gesamte Nachschublenkung durch die Katastrophenschutzleitung erfolgte. Hierbei hat sich bei dem komplizierten bremischen Deichsystem erwiesen, daß der in großem Umfange erforderliche Einsatz ortskundiger Männer bei der Beobachtung der Deiche

Abb. 14. Bewährung der seit 1956 vorgenommenen Deichaufhöhungen an der Weser im Raum Hasenbüren

Abb. 15. Aufgehöhte unbeschädigte Weserdeichstrecke mit den Treibselgrenzen von Haupt- und Nachtide

während der Sturmflut, bei der Meldung der Schadensstellen und bei der Durchführung von Abwehrmaßnahmen nur mit Hilfe dieser Verbände möglich gewesen ist und auch in Zukunft sein dürfte. Traditionsgemäß fühlen sich die Anwohner in den mehr ländlichen Gebieten am Deich ihrem Deich verpflichtet. Dies gilt auch für die freiwilligen Feuerwehren und Nachbargemeinschaften in den Stadtrandgebieten, die sich als freiwillige Helfer am Deich einfanden. Dieses Gefühl der persönlichen Verantwortung würde aber sehr schnell verlorengehen, wenn die Deiche

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

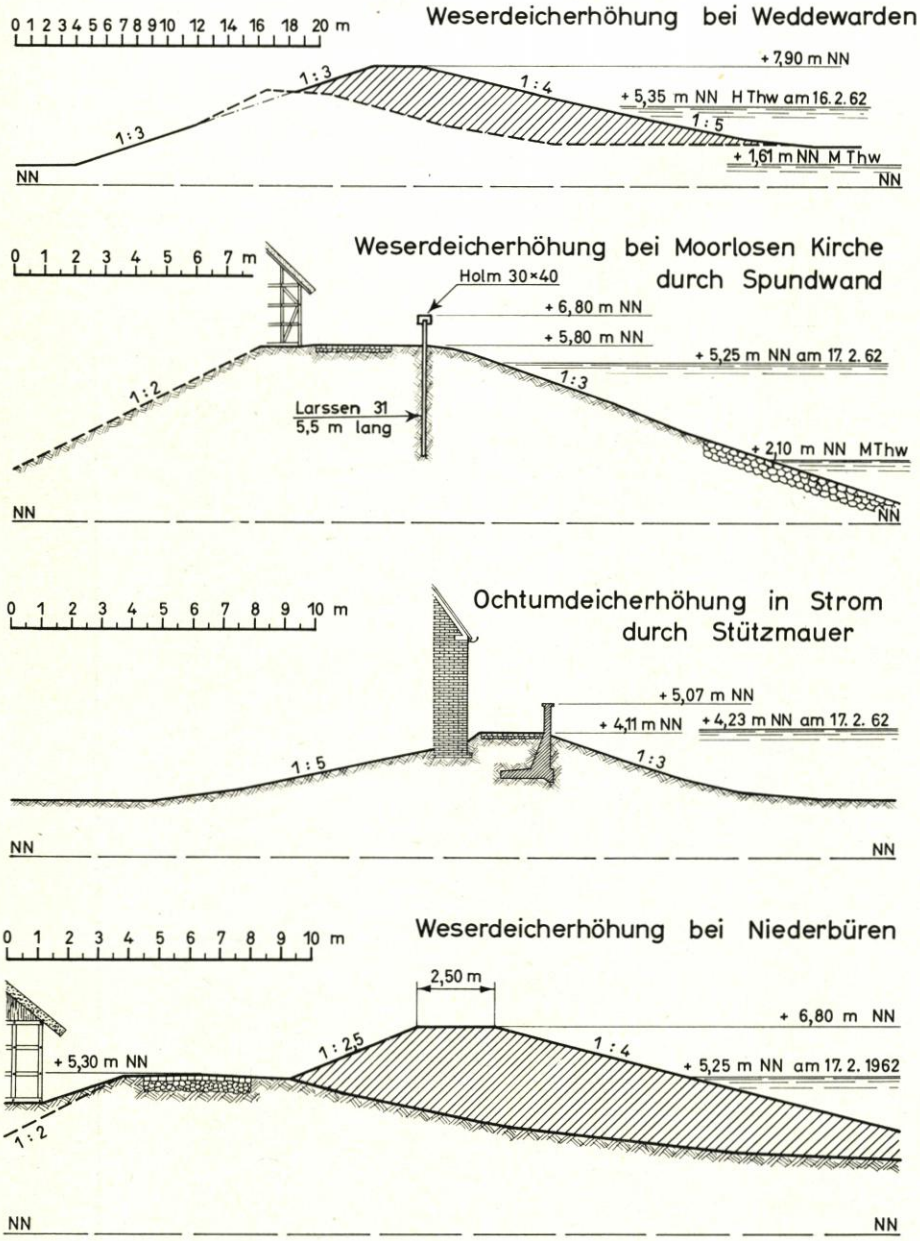


Abb. 16. Profile der in den letzten Jahren erhöhten Deiche, die der Februar-Sturmflut in örtlich bedingt verschiedener Ausführung standgehalten haben

vom Staat übernommen würden. In einem solchen Fall würde es immer schwieriger werden, freiwillige Hilfskräfte zu finden, die bei nächtlichem Alarm auf den Deich gehen, um ihn zu verteidigen. Der Zuschauerkreis würde, wie man es bei Verkehrsunfällen nur zu häufig erlebt, größer werden als der Kreis der Einsatzbereiten.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

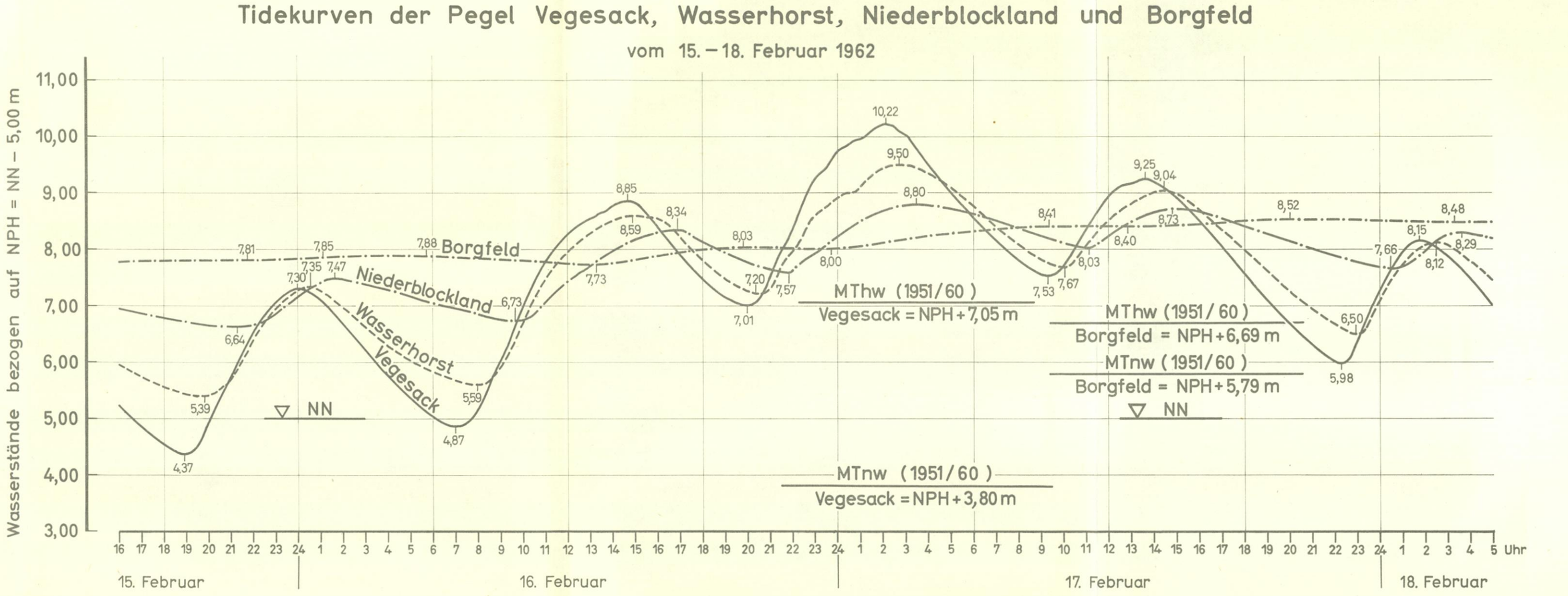
V. Beurteilung der seit 1955 hergestellten Schutzanlagen

Es wurde bereits erwähnt, daß auch im Lande Bremen Maßnahmen zur Verbesserung des Deichschutzes, und zwar im Rahmen des Küstenschutzprogramms der Deutschen Nordseeküste, im Jahre 1955 begonnen wurden. Hierzu gehören nicht nur die Deicherhöhungen und Deichverstärkungen, wie sie in Bremen bei Mittelsbüren, Niederbüren und Lesumbrok sowie bei Grambkermoor am rechten Weserufer und Hasenbüren und Strom am linken Weserufer und in Bremerhaven am Weserdeich südlich der Geestemündung durchgeführt sind, sondern auch der Bau des Sturmflutsperrwerks in der Geeste in Bremerhaven.

Da diese Maßnahmen, sobald es die rechtlichen und entwurfsmäßigen Voraussetzungen gestatteten, nach ihrer Dringlichkeitsfolge durchgeführt wurden, waren die schwächsten Stellen im Deichsystem sowohl in Bremen als auch in Bremerhaven bei Eintritt der Katastrophensturmflut beseitigt. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß, wenn diese Maßnahmen nicht durchgeführt gewesen wären, Deichbrüche größeren Umfanges im Raum von Bremen eingetreten wären und daß auch in Bremerhaven infolge der hinter der Sperrwerksstelle unzureichenden Deiche der Geeste eine Überflutung des Stadtgebietes und der Geesteniederung stattgefunden hätte. Weiterhin wurden diese Maßnahmen auf Grund neuzeitlicher Überlegungen durchgeführt. Man hat sich nicht begnügt zu sagen: „Die Sturmflut des Jahres 1825 ist die höchste bekannte, höher kann das Wasser nicht kommen." Man hat vielmehr der Möglichkeit des Höherauflaufens der Sturmfluten Rechnung getragen und auch die neuesten Erkenntnisse hinsichtlich der Wahl des Deichprofils berücksichtigt. Die neu erstellten Anlagen gaben daher der Deichverteidigung in dieser Nacht der Bewährung einen guten Rückhalt und gestatteten es, die zur Verfügung stehenden Kräfte und Materialien auf die hauptgefährdeten, nunmehr aber bereits wesentlich kürzer gewordenen Deichstrecken zu konzentrieren.

Die Bewährung des Sturmflutsperrwerkes in Bremerhaven sollte Veranlassung geben, auch die Planung von Sturmflutsperrwerken für Lesum und Ochtum in die Tat umzusetzen, zumal insbesondere im Lesum-Wümmegebiet der unsichere Untergrund den hier notwendigen Deicherhöhungen kaum überwindliche Schwierigkeiten bereitet. Wie weit es möglich ist, mit Hilfe eines Lesumsperrwerkes den Eintritt hoher Wasserstände im Lesum-Wümmeraum während einer Sturmflut durch ein Sperrwerk zu verhindern, zeigt sehr deutlich die Zeichnung Anlage 2. Bei der Planung der Sperrwerke ist jedoch nicht außer acht zu lassen, daß vor den Sperrwerken, wie die Modellversuche in Hannover ergeben haben, etwas höhere Wasserstände eintreten werden als bei den jetzigen Verhältnissen zu erwarten sind und daß man dieser Wasserstandserhöhung durch Deicherhöhungen am Weserstrom und weitere Maßnahmen für die nicht im Deichschutz liegenden Anlagen Rechnung tragen muß.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132



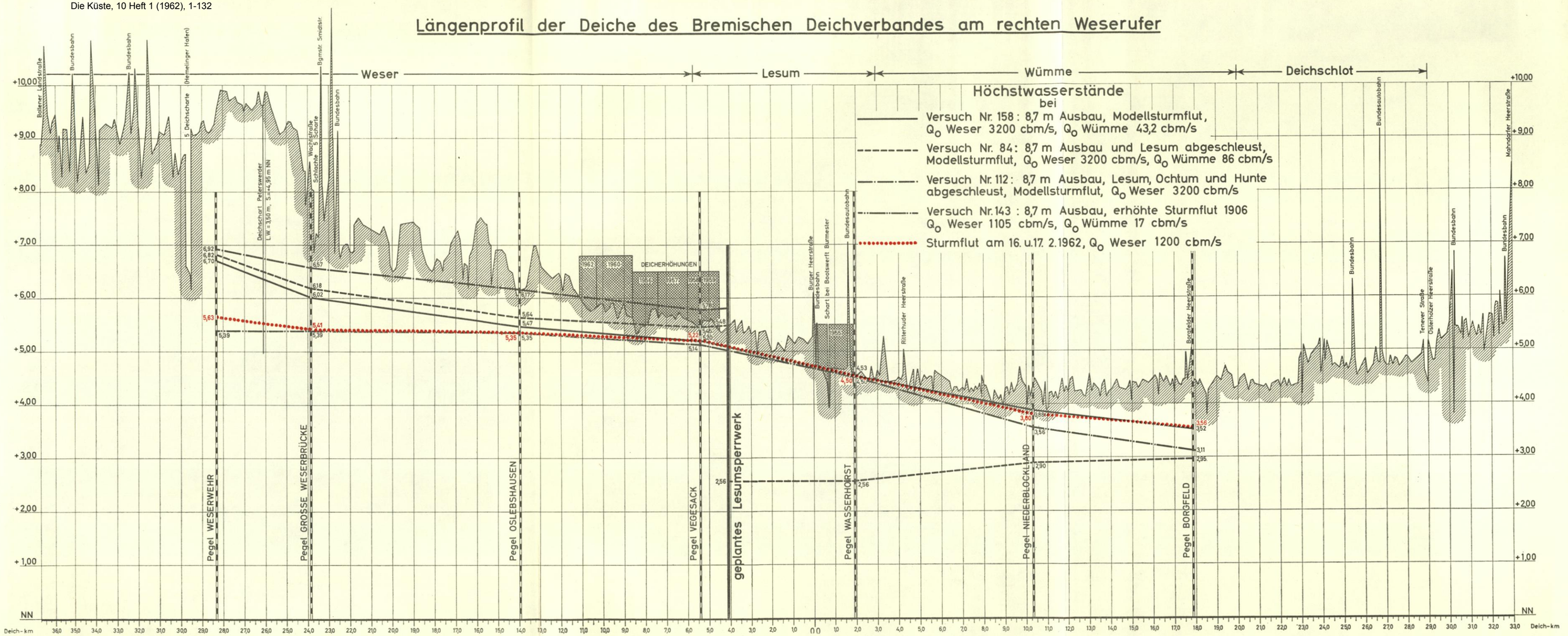
Anlage 1. Tidekurven der Pegel Vegesack, Wasserhorst, Niederblockland und Borgfeld vom 15.—18. Februar 1962

Während der Tidekurve des Pegels Vegesack die Wasserstandsbewegung während der Sturmflut des 16./17. Februars charakteristisch für die Unterweser wiedergibt, zeigt der Pegel Borgfeld an, daß die Wümmeniederung bereits bei Beginn der Sturmflut durch das Hochwasser der Wümme überflutet war und die Überflutung durch die Sturmflut noch bis zum Abend des 17. Februar beängstigend zunahm

Anlage 1. Tidekurven der Pegel

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Längenprofil der Deiche des Bremischen Deichverbandes am rechten Weserufer



Anlage 2. Gegenüberstellung der Höhen der bremischen Deiche am rechten Weserufer mit den Höchstwasserständen der Sturmflut des 16./17. 2. 1962 und den an einem Modell im Franzius-Institut der Technischen Hochschule Hannover ermittelten Höchstwasserständen einiger Sturmflutvarianten. Die Hauptgefahrenstellen im Raum der Lesum und Wümme sind bei Vergleich der Deichhöhen mit den Wasserständen erkennbar. Die geringen Abweichungen in den Höhenprofilen der Sturmflut des 16./17. 2. 1962 und der Versuchsflut Nr. 143 beim Weserwehr und im Wümmeraum ergeben sich durch Unterschiede der Oberwasserführung von Weser und Wümme, die bei der Versuchsflut geringer angesetzt waren. Durch den Bau eines Lesumsperrwerkes würden die Wasserstände hinter dem Sperrwerk, wie Versuch 84 zeigt, wesentlich herabgemindert werden können. Die in der Weser vor dem Sperrwerk durch Bau der Sperrwerke an Lesum, Ochtum und Hunte zu erwartenden Erhöhungen der Wasserstände zeigt Versuch 112. Dies muß bei der notwendigen Erhöhung und Verstärkung der Weserdeiche, wie streckenweise bereits geschehen, berücksichtigt werden

Anlage 2. Längenprofil der Deiche des Bremischen Deichverbandes am rechten Weserufer.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Empfehlungen für den Deichschutz nach der Februar-Sturmflut 1962

Küstenausschuß Nord- und Ostsee, Arbeitsgruppe Küstenschutzwerke

Inhalt

A. Einleitung 113
B. Hauptdeiche
I. Begriff und Einteilung 114
II. Deichabmessungen 114
1. Deichhöhen 114
a. Seedeiche 114
b. Stromdeiche 116
c. Flußdeiche 118
2. Deichkrone 118
3. Innenböschung 118
4. Außenböschung und Außenberme 119
a. Seedeiche 119
b. Stromdeiche und Flußdeiche 121
5. Sicherungswerke 121
III. Deichboden und Deichuntergrund 122
IV. Deichdecken 123
V. Anlagen im und am Deich 123
VI. Schutzwerke 124
VII. Sommerdeiche 124
VIII. Deicherhaltung 125
IX. Deichverteidigung 126
C. Zweite Deichlinie 126
D. Schutzwerke auf den Halligen 127
E. Schlußbetrachtung 128
Zusammenstellung von Fachausdrücken 129
Schriftenverzeichnis 130

A. Einleitung

Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 — nachfolgend Februar-Sturmflut 1962 genannt — ist für die deutsche Nordseeküste ein Ereignis mit verhängnisvollen Folgen gewesen. Sie ist gleichzeitig eine Bewährungsprobe für den Küstenschutz gewesen, da sie einerseits erwiesen hat, wo und wann der Küstenschutz den Angriffen der See nicht standgehalten hat, und andererseits gezeigt hat, wie er gestaltet sein muß, um auch schwersten Angriffen widerstehen zu können.

Um die während und nach der Sturmflut in den vier Küstenländern Schleswig-Holstein, Hamburg, Bremen und Niedersachsen gewonnenen Erfahrungen für die künftige Gestaltung des Küstenschutzes auszuwerten, hat der Küstenausschuß Nord- und Ostsee vorgeschlagen, eine Arbeitsgruppe aus Fachleuten der vier Küstenländer und des Bundes mit der Aufgabe zu betrauen, die getrennt gewonnenen Erkenntnisse zusammenzufassen und als gemeinsame „Empfehlungen“ für den Deichschutz herauszugeben. Dieser Vorschlag des Küstenausschusses ist

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

von den Küstenländern und dem Bund begrüßt und daraufhin die Arbeitsgruppe „Küstenschutzwerke“ gebildet worden.

Leiter der Arbeitsgruppe: Regierungsdirektor a. D. Dr.-Ing. LÜDERS

Stellvertretender Leiter und Vertreter des Bundes:	Präsident Lorenzen
Vertreter der Länder:	
Schleswig-Holstein:	Oberregierungsbaurat Rodloff
Hamburg:	Baudirektor Freistadt
Bremen:	Oberbaurat Traeger
Niedersachsen:	Regierungs- und Baurat Kramer

Auf der konstituierenden Sitzung der Arbeitsgruppe am 7. Mai 1962 in Hannover wurden das Arbeitsprogramm und die Dringlichkeitsfolge der einzelnen Empfehlungen erörtert und festgelegt. Die Mitglieder der Arbeitsgruppe sind einhellig der Auffassung, daß die Februar-Sturmflut 1962 die Richtigkeit vieler überlieferter Erfahrungen im Küstenschutz, vor allem im Deichbau und in der Deichpflege, erneut bestätigt hat. Daher ist manches Gedankengut, das z. B. in den deichgesetzlichen Bestimmungen (Deichordnungen) enthalten ist, neben den neuen Erkenntnissen in die „Empfehlungen“ aufgenommen worden, um den Deichschutz geschlossen zu behandeln und auf die alten Erfahrungen nochmals besonders hinzuweisen.

Eine Zusammenarbeit und Abstimmung der Ergebnisse mit der Arbeitsgruppe „Sturmfluten“ wurde bei der Festlegung der Deichhöhen (maßgebender Sturmflutwasserstand, Wellenauflauf und Sicherheitszuschlag) eingeleitet. Ferner sind für Sonderfragen, z. B. auf bodenkundlichem oder biologischem Gebiet, die Erfahrungen von Fachleuten genutzt worden.

B. Hauptdeiche

I. Begriff und Einteilung

Hauptdeiche sind Deiche, die das Küstengebiet gegen alle, auch die schwersten Sturmfluten der Nordsee schützen sollen. Sie werden nach ihrer Funktion (Beanspruchung durch Wasserstand und Wellenwirkung) und Lage unterschieden in Seedeiche, Stromdeiche und Flußdeiche. Wie die Deichstrecken unterteilt werden, ist aus den Abbildungen 1 und 2 ersichtlich. In der Zusammenstellung von Fachausdrücken (S. 129) und in Abbildung 3 sind die in den „Empfehlungen“ gebrauchten Benennungen des Hauptdeiches und seiner Sicherungs- und Schutzwerke erläutert.

II. Deichabmessungen

1. Deichhöhen

a. Seedeiche

Die Seedeiche müssen so hoch sein, daß ihre Krone höher als der maßgebende Sturmflutwasserstand liegt und daß sie selbst bei sehr schweren Sturmfluten Wellenüberschlag nur kurzzeitig erfahren.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

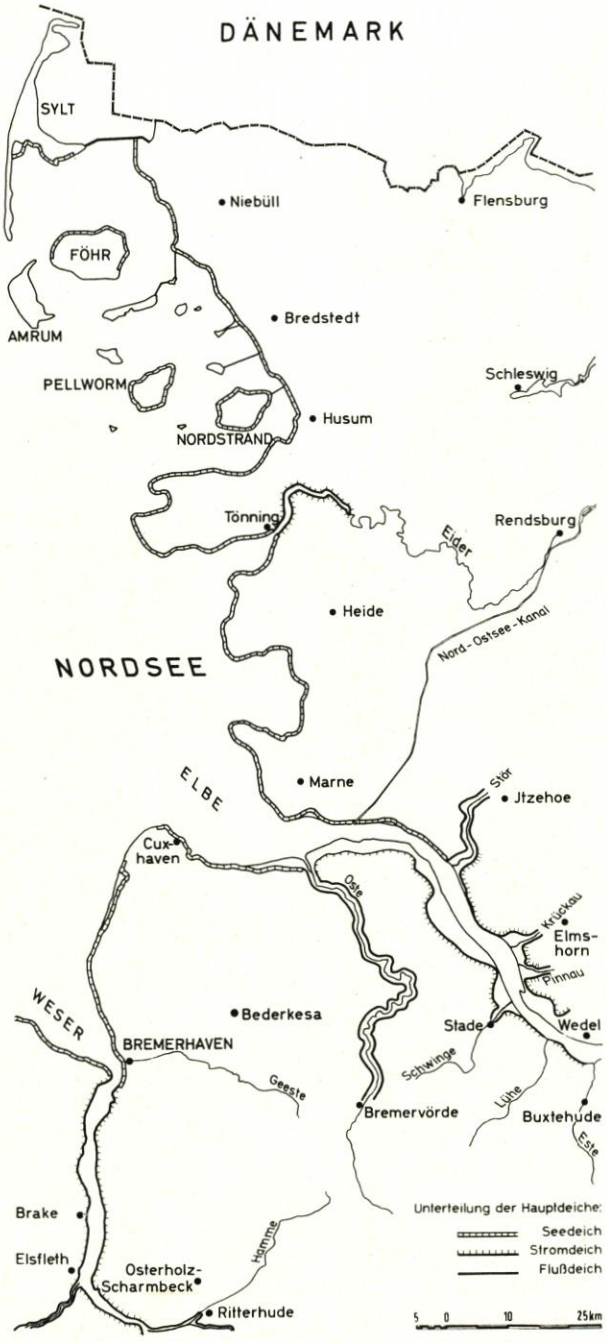


Abb. 1. Unterteilung der Hauptdeiche von der deutsch-dänischen Grenze bis zur Weser

Bei der Bestimmung der Deichhöhe ist von dem zu erwartenden höchsten Sturmflutwasserstand und von dem größten Wellenauflauf auszugehen. Diese Werte werden gegenwärtig von der Arbeitsgruppe „Sturmfluten" untersucht. Bis zum Abschluß der Untersuchungen wird empfohlen, die Deichhöhe entweder

α) nach den Werten der Februar-Sturmflut 1962:
Deichhöhe = HThw (1962) + maximaler beobachteter Wellenauflauf + Sicherheitszuschlag oder

β) nach den bisherigen Verfahren: Deichhöhe = maßgebender Sturmflutwasserstand + maximaler theoretischer Wellenauflauf

zu bemessen. Die Deichhöhe ist nach demjenigen der beiden Verfahren α) oder β) festzulegen, das die größeren Werte ergibt.

Zu α):

Die Werte bedeuten:

Das HThw (1962) ist das örtliche Thw der Februar-Sturmflut 1962.

Der Wellenauflauf ergibt sich aus den örtlichen Beobachtungen während der Februar-Sturmflut 1962 oder aus den nachher eingemessenen Treibselgrenzen.

Der Sicherheitszuschlag sollte 40 bis 50 cm betragen. In Stadtgebieten, vor tiefliegendem Hinterland oder in besonderen Fällen ist er u. U. größer zu wählen.

Zu β):

Die Begriffe „maßgebender Sturmflutwasserstand" und „maximaler theoretischer Wellenauflauf" sind in den veröffentlichten Verfahren (Hundt 1955, Petersen 1955, 1957, Lüders 1957) erläutert. Diese Verfahren zur Berechnung der Deichhöhe werden als bekannt vorausgesetzt.

Die hiernach ermittelte Deichhöhe genügt den eingangs erhobenen Forderungen, so daß ein Überströmen der Seedeiche unmöglich wird und ein Wellenüberschlag nach menschlichem Ermessen nicht zu erwarten ist. Da aber eine völlige Sicherheit gegen Wellenüberschlag praktisch nicht erreichbar ist, muß bei schwersten Sturmfluten doch mit kurzzeitigem Wellenüberschlag gerechnet werden. Das somit verbleibende Wagnis ist durch bruchsichere Deiche oder andere bauliche Vorkehrungen (Vorlandgewinnung, Rauhdeckwerke, feste Deichdecken u. a.) und außerdem durch organisatorische Maßnahmen der Deichverteidigung aufzufangen.

b. Stromdeiche

Die Krone der Stromdeiche muß, ebenso wie die der Seedeiche, höher als der maßgebende Sturmflutwasserstand liegen und darf nur in Ausnahmefällen von Wellen kurzzeitig überschlagen werden.

Es wird empfohlen, der Berechnung des maßgebenden Sturmflutwasserstandes für Ems und Weser die Modellversuche (Hensen 1954 b, 1959) zugrunde zu legen. Für Elbe und Eider sollten die Ergebnisse der bereits eingeleiteten Modellversuche und Tiderechnungen abgewartet werden.

Bis die Ergebnisse für die Elbe vorliegen, sollte für den Raum Hamburg der vom Ausschuss Wissenschaftlicher Gutachter 1962 vorläufig festgesetzte maßgebende Sturmflutwasserstand als Anhalt genommen und unterhalb Hamburgs das Verfahren α nach Ziffer II, 1, a sinngemäß angewandt werden.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

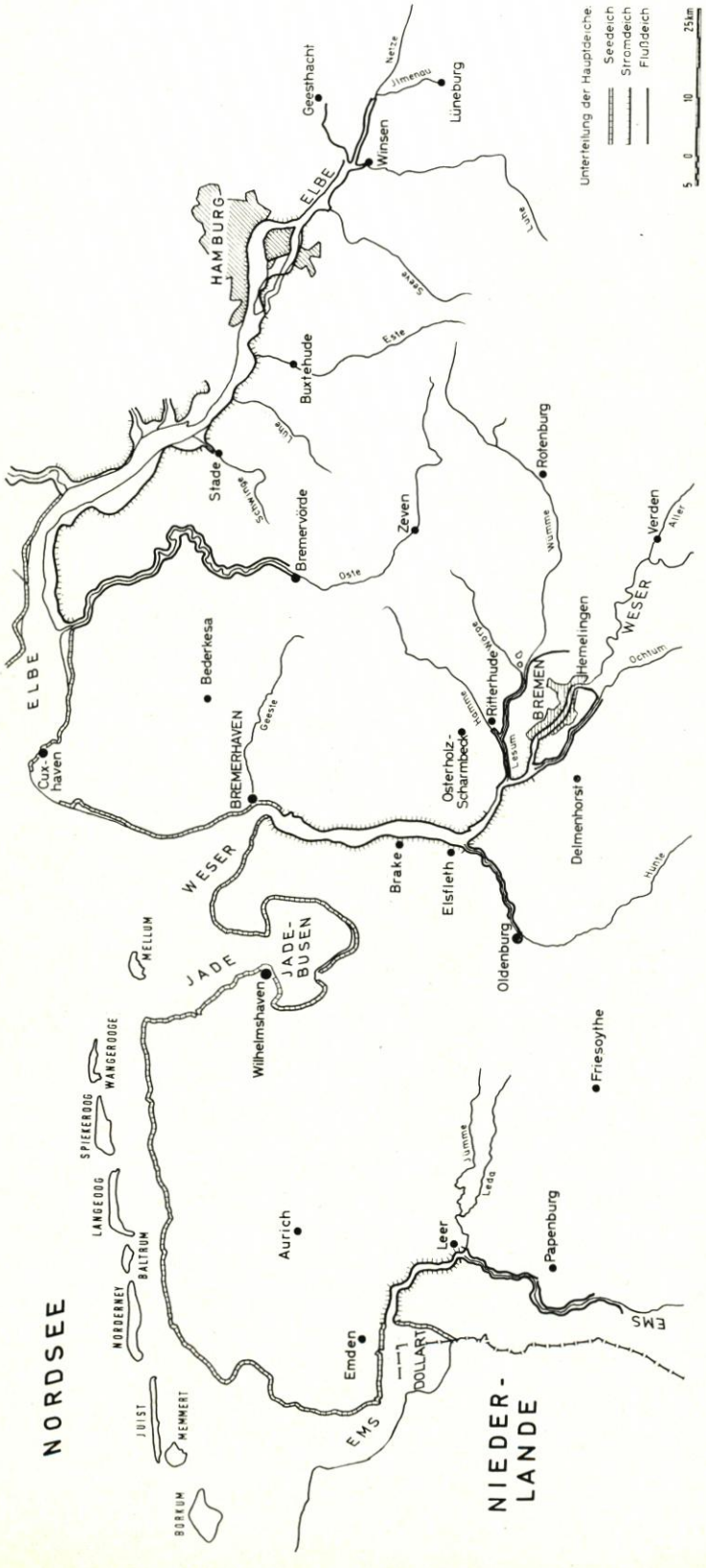


Abb. 2. Unterteilung der Hauptdeiche von der Elbe bis zur deutsch-niederländischen Grenze

Vor dichtbesiedelten oder tiefliegenden Gebieten sollte die Deichkrone so hoch gelegt werden, daß nach menschlicher Voraussicht keine Wellen überschlagen können. Örtlich bedingte Abweichungen erfordern besondere Sicherheitsmaßnahmen.

c. Flußdeiche

Für die Kronenhöhe der Flußdeiche treffen dieselben Grundsätze wie für die See- und Stromdeiche zu (→ II, 1, a und II, 1, b).

Die nachstehenden Empfehlungen gelten nur für Deiche der Flüsse, die in absehbarer Zeit voraussichtlich nicht abgedämmt werden.

Die Deichhöhe sollte wie folgt ermittelt werden:

a) Nach Verfahren α unter Ziffer II, 1, a) oder

b) nach dem maßgebenden Sturmflutwasserstand an der Flußmündung, zuzüglich dem höchsten beobachteten Wellenauflauf und einem Sicherheitszuschlag von 50 bis 60 cm.
Der maßgebende Sturmflutwasserstand an der Flußmündung ist durch Tiderechnung oder Modellversuche für die Ströme zu bestimmen; soweit Ergebnisse noch nicht vorliegen, wird eine Beratung durch die Arbeitsgruppe „Sturmfluten" empfohlen.

Die Deichhöhe ist auch hier nach demjenigen der beiden Verfahren a) oder b) zu bestimmen, das die höheren Werte ergibt.

Vor dichtbesiedelten oder tiefliegenden Gebieten sollte die Deichkrone so hoch gelegt werden, daß Wellen nicht überschlagen können.

2. Deichkrone

Die Krone der Hauptdeiche muß in gleichbleibender Höhe — d. h. ohne Dellen oder andere Vertiefungen — durchlaufen und darf keine Risse oder Löcher aufweisen. Die Bedeckung der Deichkrone muß so fest und dicht sein, daß sie einem kurzzeitigen Wellenüberschlag widersteht und ein schädliches Eindringen von Wasser verhindert (→ III).

Die Kronenbreite der See- und Stromdeiche sollte im allgemeinen 2,5—3,0 m, die der Flußdeiche nicht unter 1,5 m betragen.

Die Deichkronen sollten zur guten Entwässerung schwach gewölbt oder einseitig geneigt sein.

Auf Deichkronen sollte jeder ständige Verkehr unterbunden werden. Ist das nicht erreichbar, dann müssen sie befestigt werden, wobei geschlossene Decken zu bevorzugen sind. Eine einwandfreie Entwässerung der Decken ist unerläßlich.

Die Fahrbahn auf der Deichkrone ist seitlich so abzugrenzen, daß die unbefestigten Seitenstreifen und die Deichböschungen nicht befahren werden können.

3. Innenböschung

Die Februar-Sturmflut 1962 hat gezeigt, daß jede Anlage im oder am Deich (→ V) seinen Bestand gefährdet. Daher sollte auch die Innenböschung von allen nicht unbedingt nötigen Einbauten freigehalten werden. Sie muß einen gelegentlichen kurzzeitigen Wellenüberschlag schadlos vertragen können. Auf Erddeichen muß die Grasnarbe gut und dicht sein (→ VIII).

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Aus diesen Gründen sollte die Innenböschung nicht steiler als 1 : 3 sein. Damit wird auch die Gefahr der Zerstörung des Deiches von der Innenseite her infolge Wellenüberschlags und Durchweichung vermindert.

Muß die Böschung steiler als 1 : 3 gehalten werden, dann ist durch andere Vorkehrungen die darinliegende Gefährdung aufzufangen, z. B. eine massive Decke, höhere Deichkrone, entsprechende Gestaltung der Außenböschung (→ II, 4) oder Vorlandgewinnung (→ VI).

Innenböschungen der bei der Februar-Sturmflut 1962 unbeschädigt gebliebenen Deiche sollten bei Erhöhung und Verstärkung an der Außenseite erst abgeflacht werden, nachdem sich der neu eingebaute Deichboden ausreichend verfestigt hat.

4. Außenböschung und Außenberme

a. Seedeiche

Zunächst sei auf den Funktionswandel der Außenberme hingewiesen. Ursprünglich waren die Bermen besondere Bauelemente, um die Standfestigkeit der Deiche zu vergrößern. Etwa zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurden sie an der Außen- und Innenseite bestehender Deiche nachträglich und bei Neubauten von vornherein angelegt. In den deichrechtlichen Bestimmun-

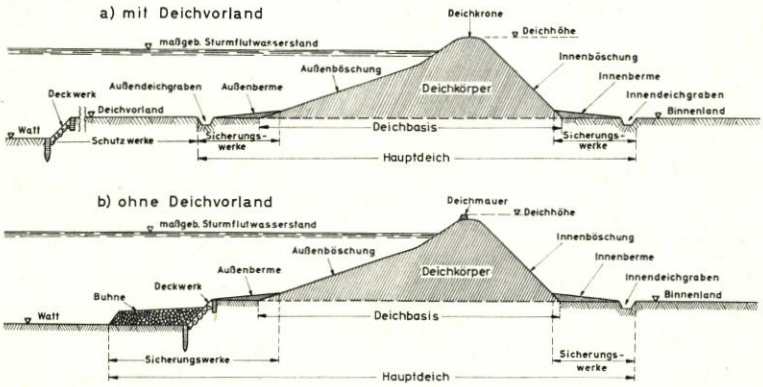


Abb. 3. Benennung des Hauptdeiches und seiner Sicherungs- und Schutzwerke

gen sind sie als „Zubehörungen" behandelt. Der Fortschritt in der Deichbautechnik hat der Außenberme andere Aufgaben zugewiesen, so daß sie baulich kein „Zubehör" mehr, sondern Bestandteil des Deiches ist. Bei modernen Deichprofilen ist sie zum unteren Teil der Außenböschung geworden und wird daher dieser zugerechnet, soweit sie nicht auf Grund ihrer baulichen Gestaltung von früher her als „Berme" erkennbar ist.

Die nachstehenden Darlegungen beschränken sich auf Seedeiche, die eine Kleidecke mit Grasnarbe haben. Empfehlungen über die bauliche Ausführung von Deichen mit Stein- oder Asphaltdecken werden hier nicht gegeben, da an den wenigen an der deutschen Nordseeküste vorhandenen Deichen dieser Art Schäden bei der Februar-Sturmflut 1962 nicht aufgetreten sind. Zur zweckmäßigen Gestaltung solcher Deiche wird auf das Schrifttum (VAN ASBECK 1955, VAN DER BURGT 1953, WERKGROEP GESLOTEN DIJKBEKLEDINGEN 1961, ZITSCHER 1957, 1962) verwiesen.

Deiche mit Kleidecke, deren Böschungen in Höhe des Scheitelwasserstandes der Februar-Sturmflut 1962 steiler als 1 : 4 geneigt sind, haben an vielen Stellen Ausschläge erlitten. Wenn ausnahmsweise, z. B. auf Pellworm und westlich von Norddeich, Böschungen von 1 : 3 oder noch steiler der Brandung widerstanden haben, dann ist dies auf einen fest abgelagerten alten Kleiboden und eine gute, dichte Grasnarbe zurückzuführen. Derart günstige Umstände sind aber Ausnahmen und werden es künftig bleiben. Daher sollte bei der Bestimmung der Böschungsneigung einerseits von einem Deichboden ausgegangen werden, wie ihn normalerweise ein nicht zu sandiges Vorland bietet, und andererseits von einer Grasnarbe, die trotz guter Pflege zeitweise, z. B. nach einem sehr trockenen Sommer, Mängel aufweist.

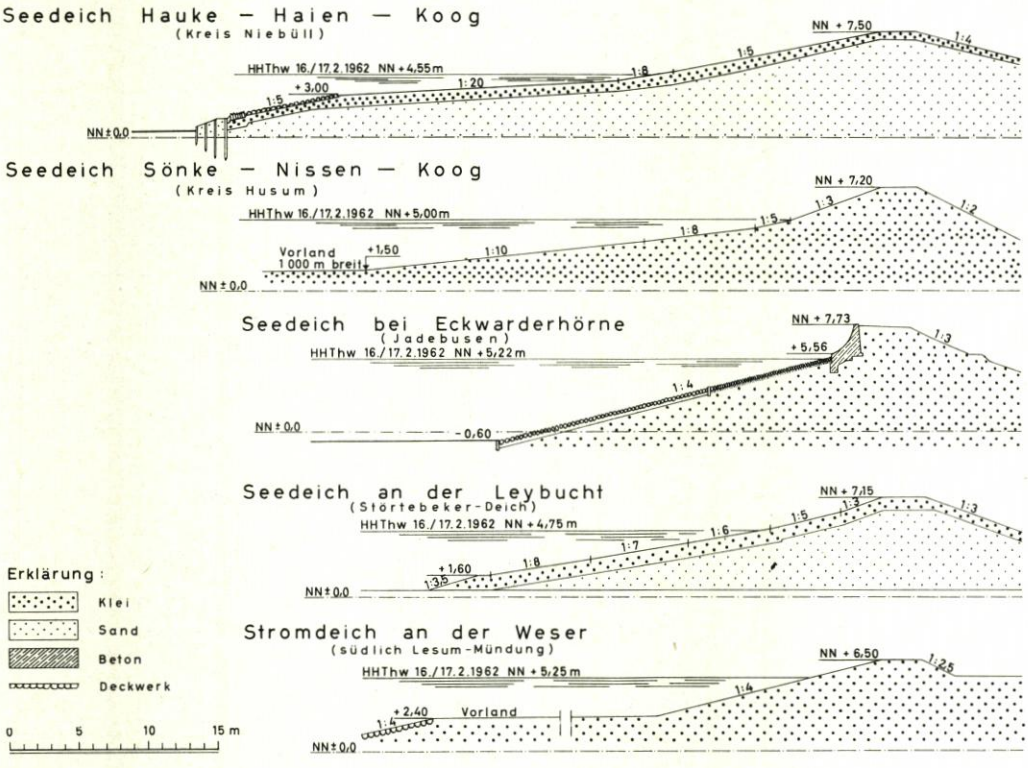


Abb. 4. Deichquerschnitte

Die Außenböschung der Erddeiche sollte bei einem guten Kleiboden in Höhe des maßgebenden Sturmflutwasserstandes nicht steiler als 1 : 6 sein. Besteht der Deich aus sandigem Kleiboden, dann ist die Böschung flacher zu gestalten, besonders, wenn der Deich in starkem Wellenangriff liegt. Oberhalb der Neigung 1 : 6 sollte die Außenböschung bis zur Deichkrone nicht steiler als 1 : 4 sein.

Deiche mit steileren Neigungen als den hier empfohlenen sollten jedoch vorläufig so belassen werden, wenn sie sich bei der Februar-Sturmflut bewährt haben.

Die bei der Februar-Sturmflut 1962 in Höhe des Scheitelwasserstandes entstandenen Ausschläge sind im allgemeinen nicht auf den Neigungswechsel in der Außenböschung zurückzuführen, weil dieser der Brandung keine nennenswerte Angriffsmöglichkeit bietet. Diese Feststellung wird auch dadurch bestätigt, daß Deiche mit einheitlicher Böschungsneigung — z. B.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

1 : 4 — im gleichen Maße Ausschläge wie Deiche mit wechselnden Böschungsneigungen erfahren haben. Dagegen sind die Böschungsknicke an den Rampen fast ausnahmslos Ansatzpunkte von Ausschlägen gewesen, so daß empfohlen wird, sie auszurunden (→ V).

Durch die Sturmflut vom 12./13. Februar 1962 ist mancherorts die an das Deckwerk angrenzende Außenböschung (Außenberme) scharliegender Deiche beschädigt worden, so daß die unmittelbar nachfolgende sehr schwere Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 die noch nicht beseitigten Schäden gefahrbringend ausweiten konnte. Weiterhin hat sich gezeigt, daß der Gestaltung des unteren Teiles der Deichböschung scharliegender Erddeiche besondere Bedeutung zukommt, denn von ihrer Höhe, Breite und Neigung wird die Brandungswirkung auf den Deichkörper maßgeblich beeinflußt. So war an zahlreichen Deichstrecken bei der Februar-Sturmflut 1962 der Wellenauflauf wesentlich — etwa um 1 m — geringer, wenn der Fuß der Außenböschung mindestens 1,5 m über MThw lag. Deshalb sollte der Fuß der Außenböschung am Deckwerk möglichst hoch über MThw angeordnet werden (→ II, 5).

Der untere Teil der Deichböschung muß gut entwässert werden, entweder durch eine ausreichende Neigung oder ein besonderes Rinnensystem, damit sich durch stehendes Wasser keine aufgeweichten Stellen bilden, die durch Brandungswirkung leicht ausgewaschen und vertieft werden können.

Für die Abmessungen der Außenböschung lassen sich keine allgemeinen Richtlinien geben. Die Abmessungen sind von der Örtlichkeit abhängig. Als Beispiele für die Böschungsgestaltung sind in Abbildung 4 einige Querschnitte von Deichen dargestellt, die sich bei der Februar-Sturmflut 1962 bewährt haben.

b. Stromdeiche und Flußdeiche

Die Außenböschungen der Strom- und Flußdeiche sollten nicht steiler als 1 : 3 sein. Auf Strecken mit starkem Wellenangriff sind Neigungen zu wählen, die den Wellenauflauf verringern.

Wenn Deiche mit steileren Böschungen in der Februar-Sturmflut 1962 unbeschädigt geblieben sind, sollten sie zunächst in ihren Abmessungen belassen und erst nach Abschluß vordringlicherer Deicharbeiten umgestaltet werden.

An Strom- und Flußdeichen sollten Schutzstreifen (Außenbermen) von mindestens 5 m Breite angeordnet werden; vor stark gefährdeten Deichen ist diese Breite zu vergrößern.

5. Sicherungswerke

Die Sicherungswerke der Hauptdeiche (Abb. 3) wurden durch die Februar-Sturmflut 1962 im allgemeinen nur geringfügig in Mitleidenschaft gezogen. Soweit sie beschädigt wurden, handelte es sich meist um die Ausweitung von Schadensstellen, die bereits die vorangegangene Sturmflut vom 12./13. Februar 1962 verursacht hatte und die in der zwischen den beiden Sturmfluten liegenden kurzen Zeitspanne von nur drei Tagen noch nicht oder nur unzureichend abgesichert werden konnten.

Nach den Erfahrungen der Februar-Sturmflut 1962 ist zu den Sicherungswerken festzustellen:

Innenberme: Diese sollte so hoch gelegt werden, daß der Hauptdeich zugänglich bleibt, wenn der Polder hinter dem Deich überflutet ist. Ihre Höhe am Innendeichgraben sollte daher möglichst auf Mittel-Springtidehochwasser liegen und zur Deichböschung hin zwecks guter

Entwässerung 1 : 15 ansteigen. Die Innenberme sollte ferner, wenn irgend erreichbar, 10 m, wenigstens aber 7 m breit angelegt werden. Da auf der Berme in der Regel ein befestigter Weg für die Deichverteidigung (Deichlängsweg) angelegt wird, muß sie dementsprechend hergerichtet werden.

Innendeichgraben und Außendeichgraben: Die Sturmfluten im Februar 1962 haben für die Anordnung und Abmessungen der Deichgräben keine neuen Erkenntnisse gebracht.

Außenberme: → II, 4

Deckwerke: Die Februar-Sturmflut 1962 hat erneut erwiesen, daß Schäden an den Deckwerken fast ausnahmslos von der Deichseite her eingeleitet werden, wobei die Deckwerksoberkante durch Auswaschung des Bodens auf der Berme freigelegt wird. Daher sollten die Deckwerke genügend schwer und so gestaltet sein, daß die Außenböschung der Deiche im Bereich des oberen Deckwerksabschlusses in einem guten Zustand erhalten werden kann. Das läßt sich erreichen durch

a) eine flache Neigung des Deckwerkes, möglichst nicht steiler als 1 : 3,
b) eine rauhe und schluckfähige Oberfläche des Deckwerkes,
c) eine ausreichend hohe Lage der Deckwerksoberkante über dem mittleren Tidehochwasser (→ II, 4, a) und
d) eine wirksame Bodenentwässerung im Bereich des oberen Deckwerksabschlusses.

Ein befestigter Streifen von 3 bis 4 m Breite entlang der Oberkante des Deckwerkes sollte angeordnet werden, wenn wegen der exponierten Lage des Deiches ständig mit Spritzwasser zu rechnen ist, das die Grasnarbe nicht gedeihen läßt, oder wenn für die Unterhaltungsarbeiten am Deckwerk ein befestigter Fahrweg notwendig ist.

An den Deckwerken der Strom- und Flußdeiche sind bei den Februar-Sturmfluten 1962 im allgemeinen keine nennenswerten Schäden entstanden. Es besteht daher keine Veranlassung, die bisherige Bauweise der Deckwerke zu ändern.

Buhnen: Die dem Schutz der Deckwerke dienenden Buhnen haben wegen ihrer tiefen Lage unter dem Sturmflutwasserstand keine Schäden erlitten.

III. Deichboden und Deichuntergrund

Der aus der Marsch gewonnene Deichboden, wie er bisher für den Bau der Deiche im deutschen Nordseeküstengebiet verwendet worden ist, hat sich auch bei der Februar-Sturmflut 1962 bewährt. Es besteht somit keine Veranlassung, diesen Baustoff ohne zwingende Gründe durch andere zu ersetzen. Mit dem verfügbaren Bodenmaterial läßt sich bei entsprechender Profilgestaltung immer ein bruchsicherer Deich herstellen.

Da der Boden unterschiedliche Anteile von Ton und Sand hat, muß dieses bei seiner Verwendung im Deichbau berücksichtigt werden. Je sandiger der Deichboden und je gleichförmiger sein Korn ist, desto flacher sollten die Deichböschungen angelegt werden (→ II, 4, a). Schluffiger Boden ist für den Deichkörper ungeeignet; denn hohe Wasserstände können seinen Wassergehalt unzulässig erhöhen und seine Standfestigkeit herabsetzen.

In Deichen aus stark tonigem Boden bilden sich in niederschlagsarmen Sommern Trockenrisse, die bis zu 10 cm breit und 2 m tief werden können. Solche Risse gefährden den Deich, indem sie bei hohem Wellenauflauf die Durchweichung des Deichkörpers begünstigen und die Gefahr von Böschungsrutschungen erhöhen. Daher sollten Trockenrisse im Deich unverzüglich mit Boden ausgefüllt werden.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Während der Februar-Sturmflut 1962 rutschte an verschiedenen Stellen, ohne daß Wasser über die Deichkrone schlug, die Innenböschung wegen durchlässigen Deichbodens ab. Um das bei hohen Außenwasserständen in den Deich eindringende Wasser schadlos abzuleiten und nicht an der Innenböschung als Drängewasser hervortreten zu lassen, sollte der Deichkörper so aufgebaut sein, daß der wasserundurchlässigste Boden auf seiner Außenseite liegt. Ist der Deichboden stark durchlässig und hat die Innenböschung aus bestimmten Gründen (→ II, 3) eine dichtere Decke, dann sollte eine Dränung am Fuß der Innenböschung eingebaut werden.

Deichkörper können ebenfalls durchlässig sein, wenn bindiger Boden während lang anhaltender Trockenheit eingebaut wird, weil er dann harte Klumpen bildet. Der Verdichtung ist in solchen Fällen besonderes Augenmerk zu schenken.

Der Kleiboden im Kern alter Deiche, die in der Februar-Sturmflut 1962 gebrochen sind, zeigte häufig eine Krümelstruktur. Entkalkung, Schrumpfung, Umwandlung von Tonmineralien und im einzelnen noch unbekannte physikalische und chemische Vorgänge sind für diese Alterung wahrscheinlich mitverantwortlich. Ursache und Wirkung der Krümelstruktur bedürfen im Interesse der Deichsicherheit noch der Untersuchung.

Ein wenig tragfähiger Deichuntergrund hat in einigen Fällen zu Deichbrüchen mit einer erheblichen Auskolkung des Untergrundes geführt. Der Deichuntergrund sollte bei Wiederherstellung gebrochener Deiche sowie bei Deichverstärkungen und Deicherhöhungen sorgfältig auf seine bodenmechanischen Eigenschaften untersucht werden, um Grundbrüche zu vermeiden und Setzungen des Deichkörpers abschätzen zu können. Bei schlechtem Untergrund sollte der Deich breit angelegt werden. Die Auflast des Deichkörpers und die auf den Deichkörper wirkende Belastung aus einseitigem Wasserdruck und Erschütterungen durch Wellenschlag werden dadurch günstiger verteilt.

IV. Deichdecken

In der Februar-Sturmflut 1962 haben sich Kleidecken bewährt, wenn die Böschungsneigungen in der Brandungszone nicht steiler als 1 : 6 und die zur Kleidecke gehörende Grasnarbe im guten Zustande war (→ VIII). Die Ausführungen über Stein- und Asphaltdecken im Abschnitt II, 4, a gelten auch hier; derartige Deiche müssen den örtlichen und konstruktiven Gegebenheiten weitgehend angepaßt werden, so daß allgemein gültige Empfehlungen nicht gegeben werden können.

Die Stärke der Kleidecke sollte sich nach den Böschungsneigungen und der Zusammensetzung des Kleies richten. Sanddeiche sollten mit gutem Klei auf der Außenseite des Deiches und auf der Deichkrone in einer Mindeststärke von 1,0 m, auf der Innenseite von 0,5 m abgedeckt werden.

V. Anlagen im und am Deich

Jede Anlage im oder am Deich, die nicht dem Zweck des Deiches dient, ist für diesen ein Fremdkörper, der ihn in seiner Funktion beeinträchtigt und, wie die Februar-Sturmflut 1962 erwiesen hat, zu schweren Schäden und sogar zu Deichbrüchen führen kann. Deshalb sind solche Anlagen nicht zuzulassen und, wenn keine andere Lösung möglich ist, auf das Mindestmaß zu beschränken; sie sind grundsätzlich genehmigungspflichtig zu machen.

Als ganz besonders nachteilig für die Standfestigkeit des Deiches haben sich bei dieser Sturmflut wiederum die auf oder am Deich stehenden Häuser erwiesen. Daher sollten die

Hauptdeiche grundsätzlich von Häusern freigehalten werden. In allen Fällen, in denen es möglich ist, sollten die Häuser vom Deich entfernt und Neubauten am Deich in keinem Falle mehr erlaubt werden. Die großen Schwierigkeiten, die sich aus dieser Forderung ergeben, werden nicht unterschätzt, trotzdem muß es aber im Interesse der Deichsicherheit das Ziel sein, die Hauptdeiche im Laufe der Zeit frei von Gebäuden zu haben. An der Innenseite der Deiche ist ein genügend breiter Streifen für spätere Deichverstärkungen von baulichen Anlagen freizuhalten.

Soweit Anlagen im und am Deich nicht zu vermeiden sind, müssen sie so gestaltet oder eingerichtet werden, daß durch sie keine Beschädigungen am Deich verursacht werden können. In vielen Fällen sind in der Februar-Sturmflut 1962 derartige, geringfügig erscheinende Schadensstellen erste Ansatzpunkte für folgenschwere Zerstörungen am Deich gewesen. Es sollte daher sorgfältig darüber gewacht werden, daß die Umgebung von Anlagen aller Art (Zäune, Masten, Sitzbänke u. a.) sorgfältig befestigt wird. Treppen sollten massiv und mit seitlichen Wangen hergestellt werden, die gut in die Grasnarbe einbinden müssen. Versorgungsleitungen dürfen in keinem Fall in Längsrichtung im Deichkörper verlegt werden; Kreuzungen müssen auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Die Neuanpflanzung von Bäumen und die Neuanlage von Gärten auf den Deichböschungen und der Deichkrone darf nicht gestattet werden.

Deichrampen dürfen nicht in den Deichkörper einschneiden. Das Quergefälle der Rampen sollte stets vom Deichkörper wegweisen, damit sich keine Fließrinne entlang der Deichböschung ausbilden kann. Die Steigung der Rampen sollte nicht steiler als 1 : 15 sein. Der Fahrweg über die Deichkrone und auf der Rampe sowie deren Anschluß an die Deichböschung sind zu befestigen.

VI. Schutzwerke

Ein hohes und breites Vorland vermindert den Wellenschlag und Wellenauflauf am Deich, wie die Februar-Sturmflut 1962 erneut bewiesen hat. Nach den Beobachtungen in der Natur und nach Modellversuchen (Hensen 1954a) dämpft ein Vorland von 150 bis 200 m Breite wirksam die Wellen. Daher sollte, wo es irgend möglich ist, ein breites und hohes Vorland vor Hauptdeichen erhalten und, besonders vor scharliegenden Deichstrecken, neu gewonnen werden (→ VIII).

Vor Strom- und Flußdeichen sollte das Vorland im genügenden Abstand vom Deich mit niedrigwüchsigen, elastischen Baum- und Straucharten besetzt werden, weil diese wellendämpfend wirken. Der Bestand ist sorgfältig zu pflegen. Bäume, die bei Überflutung des Vorlandes brechen oder entwurzelt werden können, sind rechtzeitig zu beseitigen. Eine für die Boden- und Sodengewinnung ausreichende Fläche des Vorlandes darf nicht bepflanzt werden.

Landgewinnungswerke und Vorland haben auch bei der Vor- und Nachtide der Februar-Sturmflut 1962 nur unbedeutende Schäden erlitten. Das trifft ebenfalls für die nicht sturmflutfreien Wattdämme zu, die auf den Wasserscheiden frei in das Watt vorgestreckt sind oder die Inseln und Halligen mit dem Festland verbinden.

VII. Sommerdeiche

Sommerdeiche an der freien Küste haben den Wellenangriff aufgefangen und den Wellenauflauf am Hauptdeich vermindert. Nach den Erfahrungen aus der Februar-Sturmflut 1962 sollten die Krone der Sommerdeiche nicht zu hoch und die Deichböschungen nicht zu steil

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

angelegt werden. Um zu verhindern, daß der Hauptdeich durch länger dauernde Überflutung des Sommerpolders beschädigt wird, sollten die Entwässerungseinrichtungen im Sommerdeich für einen schnellen Wasserablauf ausreichend groß bemessen werden.

VIII. Deicherhaltung

Die alten Erfahrungen, daß der Hauptdeich seinen Zweck nur erfüllen kann, wenn er ordnungsgemäß gepflegt wird, alle Schäden unverzüglich beseitigt und die vorgeschriebenen Deichabmessungen, falls sie im Laufe der Zeit verlorengegangen sind, wiederhergestellt werden, sind durch die Februar-Sturmflut 1962 wieder nachdrücklich bestätigt worden. Das gilt gleichermaßen für Deiche mit Grasnarbe wie für solche mit Stein- und Asphaltdecken. In den Deichgesetzen und deichpolizeilichen Verordnungen sind eingehende Bestimmungen über alles, was zur ordnungsgemäßen Deicherhaltung gehört, enthalten. Außerdem sind in den Abschnitten B, II bis VII die durch die Februar-Sturmfluten 1962 gewonnenen Erfahrungen auf dem Gebiet des Deichbaues, der Deichunterhaltung, der Schadensbeseitigung usw. behandelt worden, so daß hier nicht weiter auf diese Aufgaben eingegangen zu werden braucht. Jedoch sollen noch einige allgemeine Betrachtungen angestellt werden.

Die Pflege der Grasnarbe bereitet in heutiger Zeit ständig steigende Schwierigkeiten, die hauptsächlich durch den Mangel an Arbeitskräften bedingt sind. Um den Deich wehrfähig zu erhalten, muß aber verlangt werden, daß seine Grasnarbe gut gepflegt und der Boden gut verdichtet wird sowie die für den Deich schädlichen Pflanzen und Tiere wirksam bekämpft werden (Lafrenz 1957, Blaszyk 1962, Müller 1962). Diese Forderungen werden am besten durch eine ständige Beweidung der Deiche mit Schafen erfüllt. Es sollten daher Mittel und Wege gefunden werden, die Schafhaltung auf dem Deich zu fördern oder neu zu beleben. Die Frage, ob die Schafhaltung wirtschaftlich ist, muß in diesem Falle zurücktreten. denn der Deich ist kein Objekt, um finanzielle Gewinne zu erzielen.

Für das Düngen, Mähen der Geilstellen und Disteln sowie für das Beseitigen des Treibsels werden künftig weitgehend Maschinen einzusetzen sein. Das ist aber nur auf flachen Böschungen möglich, denn je flacher die Neigung ist, desto besser können Maschinen eingesetzt werden. Die Verwendung von Ballonbereifungen oder Gleisketten trägt dazu bei, daß auch bei feuchtem Wetter die Grasnarbe geschont wird.

Von großem Wert für die Deicherhaltung ist ferner das Vorland (→ VI). Die bei den Februar-Sturmfluten 1962 verursachten, teilweise erheblichen Ausschläge in den Außenböschungen der Hauptdeiche konnten überall dort, wo Deichvorland für die Entnahme von Boden und Soden verfügbar war, schnell und ohne besondere Schwierigkeiten beseitigt werden. Erwähnt sei auch, daß darüber hinaus das Deichvorland durch landwirtschaftliche Nutzung einen Gewinn bringt. Im Hinblick auf die Bedeutung, die das Deichvorland für die Deicherhaltung hat, sollte auf seine Pflege und seinen Schutz großer Wert gelegt werden. Ferner ist dringend zu empfehlen, jede Möglichkeit der Vorlandgewinnung vor scharliegenden Deichen zu nutzen. Ebenso wie bei der Deichpflege tritt auch bei der Vorlandgewinnung die Wirtschaftlichkeit zurück. Das Deichvorland ist einzig und allein als ein Schutzwerk für den Hauptdeich anzusehen, das — ebenso wie dieser — der Sicherheit der hinter dem Deich lebenden Menschen dienen soll.

Abschließend soll noch eine Anregung gegeben werden: Der Deich ist heute zum Ausflugsziel vieler Erholungssuchender geworden, die auf dem Deich wandern, zelten und vom Deich aus baden. Selbstverständlich werden hierbei der Deich, seine Grasnarbe sowie seine Sicherungs- und Schutzwerke nachteilig beansprucht. Wenn es sich als unmöglich erweisen sollte,

den Besucherstrom, durch den manche Schäden aus Unkenntnis der Bedeutung des Deiches verursacht werden, fernzuhalten, dann sollte versucht werden, das Interesse am Deich durch Aufklärung zu wecken. So könnten z. B. Merkblätter in den Sielorten, die meist Sammelpunkte der Ausflügler sind, an die Besucher verteilt werden, oder Tafeln an den Deichen, auf denen die Sturmfluthöhen markiert sind, aufgestellt werden.

IX. Deichverteidigung

Die Februar-Sturmflut 1962 hat Gelegenheit gegeben,

a) die Organisation und Schlagkraft der Deichverteidigungseinrichtungen nach einer mehr als 100jährigen Zeitspanne im Ernstfall zu prüfen und
b) die heutigen Mittel der Technik erstmalig für die Verteidigung der Deiche einzusetzen.

Es hat sich gezeigt, daß manches von dem Althergebrachten überholt oder verbesserungsbedürftig ist, anderes wiederum sich erneut bewährt hat. Auf nicht wenigen Gebieten der Deichverteidigung konnten neue Erfahrungen, vor allem beim Einsatz moderner Transportfahrzeuge, Fördergeräte und Nachrichtenmittel gesammelt werden.

Inzwischen sind Erfahrungsberichte der Verwaltungen über die Deichverteidigung während der Sturmflut und Verbesserungsvorschläge veröffentlicht worden (Freistadt 1962, Lüders-Liese-Kramer 1962, o. V. 1962, Traeger 1962). Hier soll nur noch auf die der Deichverteidigung dienenden Deichzuwege und Deichlängswege besonders eingegangen werden, weil sie sich als eine unerläßliche Voraussetzung für eine wirksame Deichverteidigung erwiesen haben.

Die Verteidigung der Hauptdeiche bei der Februar-Sturmflut 1962 und die kurzfristig auszuführende Deichsicherung nach der Sturmflut sind an vielen Deichstrecken mangels befestigter Wege sehr erschwert worden. Daher ist der Ausbau eines engmaschigen Wegenetzes, das den Hauptdeich an das öffentliche Straßennetz anschließt, dringend notwendig. Zu diesem Zweck sollten in nicht zu großen Abständen — höchstens 4 km — Zuwege zum Hauptdeich gebaut werden. Sie sind möglichst zweispurig, sonst mit Ausweichen anzulegen.

Deichlängswege sollten an allen Hauptdeichen auf der Innenberme angeordnet werden (→ II, 5). Bei einspurigen Deichlängswegen sind die Zuwege so auszuwählen, daß ein Ringverkehr möglich ist.

An den Deichlängswegen sollten Plätze für Baustofflagerung und an den einspurigen Wegen außerdem Ausweichen angelegt werden.

Die Befestigung der Fahrbahn der Deichzu- und -längswege muß dem Verkehr mit schweren Fahrzeugen angepaßt werden.

C. Zweite Deichlinie

Die Sturmflutkatastrophe 1953 in den Niederlanden und die Februar-Sturmflut 1962 an der deutschen Nordseeküste haben das Fehlen von rückwärtigen Deichen als entscheidenden Mangel im Verteidigungssystem erkennen lassen. Die Schäden wären in den Niederlanden erheblich geringer gewesen, wenn die rückwärtigen Deiche ausreichend und wehrfähig gewesen wären. An der deutschen Nordseeküste sind derartige Schäden in der Februar-Sturmflut nur deswegen nicht aufgetreten, weil an der Küste viele vor dem Bruch stehende Deiche noch gehalten haben. Eine zweite Deichlinie hat sich nach den letzten Erfahrungen wiederum als unbedingt notwendig erwiesen.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Die Empfehlungen für die Ausbildung der Hauptdeiche (→ B) haben zwar eine völlige Sicherung der Küstengebiete zum Ziel, sie können jedoch nicht jeder Möglichkeit einer zukünftigen Entwicklung Rechnung tragen, weil sich die Ermittlung der höchstmöglichen Sturmflut und deren Wirkung der menschlichen Voraussage entzieht. Die somit verbleibende Unsicherheit sollte durch Neubau oder Wiederherstellung einer zweiten Deichlinie — vor allem unmittelbar an der Küste — möglichst eingeschränkt werden.

Die zweite Deichlinie kann entweder durch Wiederherrichtung älterer rückwärtiger Deiche oder durch Bau neuer Deiche geschaffen werden. Bei der Wiederherstellung oder Verstärkung ehemaliger Deiche können die Ausdehnung und Höhe der Überflutung nur für die Deichabmessungen berücksichtigt werden. Bei der Neuherstellung einer zweiten Deichlinie sollte die Anordnung so getroffen werden, daß im Falle eines Bruches des Hauptdeiches die Gefahr für diese zweite Linie selbst und das Hinterland möglichst gering ist. Die Anordnung neuer Hauptdeiche seewärts der vorhandenen empfiehlt sich besonders dort, wo die Gesamtlänge der Hauptdeiche erheblich verkürzt, die Verstärkung der Hauptdeiche sehr große Kosten verursachen würde oder andere wirtschaftliche — besonders wasserwirtschaftliche — Vorteile zu erwarten sind.

Die Anforderungen an die zweite Deichlinie sind bei der Anordnung neuer Hauptdeiche andere als beim Ausbau des rückwärtigen Deichsystems. Der entwidmete Hauptdeich sollte in seiner Wehrfähigkeit voll erhalten bleiben, dagegen müssen sich die Abmessungen der rückwärtigen Deiche nach der möglichen Ausdehnung und Höhe der Überflutung richten.

Die Höhe der Deichkrone hängt von den örtlichen Verhältnissen ab. Es kann in besonderen Fällen notwendig sein, sie auf die Höhe des maßgebenden Sturmflutwasserstandes zu legen.

Da Wellenüberschlag in Kauf genommen werden muß, sollten die Kronenbreite nicht unter 2,0 m und die beiderseitigen Böschungen nicht steiler als 1 : 3 sein.

Die Bauwerke in den rückwärtigen Deichen müssen das gleiche Sicherheitsmaß wie die Deiche selbst aufweisen. Der Drempel von Deichdurchfahrten sollte mindestens 2,0 m über MThw liegen.

Bauliche Anlagen zwischen Hauptdeich und zweiter Deichlinie sollten der Gefahrenlage entsprechend gestaltet werden.

D. Schutzwerke auf den Halligen

Die „Gutachtliche Stellungnahme zur Anpassung der Warfen auf den nordfriesischen Halligen an die größtmöglichen Sturmfluthöhen“ (Küstenausschuss Nord- und Ostsee, Arbeitsgruppe Küstenschutz 1957) ist durch die Erfahrungen bei der Februar-Sturmflut 1962 bestätigt worden.

Zu steile Böschungen der Warfen wurden beschädigt. Auf Grund der Erfahrungen bei der Februar-Sturmflut und aus Modellversuchen sollten die Böschungen — auch an der Leeseite — 1 : 6 geneigt sein. Gleichzeitig sollte die Warfoberfläche so vergrößert werden, daß die Gebäude 4 m von der Warfkante entfernt bleiben. Um die Grasnarbe der Böschungen zu schonen, sollte nur ein Zugang zur Warf, der zu befestigen ist, zugelassen werden. Die Häuser auf den Warfen erlitten Schäden, soweit sie noch nicht der „Gutachtlichen Stellungnahme“ entsprechend höher gelegt waren. Die Fußbodenoberkante aller Neubauten sollte mindestens 0,50 m über dem maßgebenden Sturmflutwasserstand angeordnet werden.

E. Schlußbetrachtung

Die vorstehenden „Empfehlungen" sind auf Grund der Erfahrungen aus der Februar-Sturmflut 1962 bearbeitet worden. In den meisten Fällen konnten die Schadensursachen an den Deichen sowie an ihren Sicherungs- und Schutzwerken erkannt werden: neben Mängeln in den überkommenen Bauweisen waren es auch teilweise Unzulänglichkeiten bei der Deichunterhaltung. In manchen Fällen waren jedoch die Kenntnisse unzureichend, um die Wechselwirkung zwischen den angreifenden Naturkräften und der Standfestigkeit der Küstenschutzwerke zu deuten. Es wird daher angeregt, besonders die nachstehenden Probleme durch Beobachtungen und Versuche in der Natur und im Modell zu untersuchen:

1. Größe des Wellenauflaufs in Abhängigkeit von Wind und Böen sowie von der Neigung und Rauhigkeit der Deichböschung;
2. Zusammenhang zwischen Deichabmessung, Art des Deichbodens, Wirkung der Wellen auf die Außenböschung und Sickerwasserbewegung im Deichkörper;
3. Messung der Sackung und Setzung beim Deichbau;
4. Entwicklung von Methoden zur Bekämpfung pflanzlicher und tierischer Schädlinge im und am Deich.

Abschließend sei noch folgendes bemerkt: Wenn in den „Empfehlungen" nicht, wie ursprünglich vorgesehen, die Schutzwerke auf den Dünen-Inseln behandelt worden sind, so deshalb, weil die maßgebenden Bedingungen für deren Gestaltung örtlich sehr unterschiedlich und die Auffassungen über deren zweckmäßige Bauweise gegenwärtig noch nicht genug geklärt und abgestimmt sind. Es wäre wünschenswert, wenn die Arbeitsgruppe „Küstenschutz" im Küstenausschuß Nord- und Ostsee diese Probleme weiter untersuchen würde.

Abgeschlossen im Dezember 1962.

Freistadt	Kramer	Lorenzen
Dr.-Ing. Lüders	Rodloff	Traeger

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Zusammenstellung von Fachausdrücken

In den „Empfehlungen" gebrauchter Fachausdruck	andere Benennungen	Erläuterungen
Hauptdeich	Landesschutzdeich, Schaudeich, Winterdeich	„Gewidmeter" Deich, der der staatlichen Aufsicht untersteht. Der Hauptdeich wird unterteilt in See-, Strom- und Flußdeiche (Abb. 1 u. 2)
Seedeich		Hauptdeich an der Küste und den Strommündungen (Abb. 1 u. 2)
Stromdeich		Hauptdeich an den Strömen (Ems, Weser, Elbe, Eider) (Abb. 1 u. 2)
Flußdeich		Hauptdeich an den Flüssen (z. B. Hunte, Oste, Stör) (Abb. 1 u. 2)
Erddeich	Kleideich, Gründeich, Grasdeich	Deichkörper aus tonigem Boden (Marschboden)
Sanddeich	Sanddeich mit Kleidecke (Gründeich, Grasdeich) od. Asphaltdecke	Deichkörper aus Sand (heute meist aufgespült) mit Klei- oder Asphaltdecke
Sommerdeich	Vordeich, Polderdeich, Außendeich	
Deichabmessungen	Deichbestick, -besteck	
Deichgraben	Rhynschloot, Ringschlot Bermegraben	Die Deichgräben (Innen- und Außendeichgraben) gehören zu den Sicherungswerken des Hauptdeiches (Abb. 3)
Deckwerk	Steinbank, Steinböschung, Steindamm, Klinkerbank, Uferdeckwerk, Fußsicherung, Bohlwerk	(Abb. 3)
Schutzwerke (des Hauptdeiches)		hierzu gehören: Vorland, Deckwerke an der Vorlandkante, Buhnen, Wattdämme (Abb. 3)
Vorland	Deichvorland, Außendeichsland, Außengroden, Heller, grünes Vorland, Anwachs	über MThw liegendes, begrüntes Land vor dem Deich
zweite Deichlinie	Mitteldeich, rückwärtiger Deich, ständiger Landdeich, Wehrdeich, Paralleldeich, Querdeich, Schlafdeich	die zweite Deichlinie untersteht in der Regel der staatlichen Aufsicht
Wege für die Deichverteidigung	Deichverteidigungsweg, Deichsicherungsweg, Katastrophenweg,	die Wege, die der Deichverteidigung dienen, werden eingeteilt in Deichlängswege und Deichzuwege
Deichlängsweg	Bermeweg	befestigter Weg an der Innenseite des Hauptdeiches
Deichzuweg		befestigter Verbindungsweg zwischen dem Straßennetz und dem Deichlängsweg
Ausschlag	Brandungsloch, Loch, Auswaschung, Schälung, Schölstelle	durch Brandung in die Außenböschung geschlagenes Loch
Treibsel	Deeken, Teeken, Teekwall, Spülsaum, Flutmarke	
Polder	Koog, Groden	

Schriftenverzeichnis

VAN ASBECK, W. F.: Bitumen in Hydraulic Engineering. — Shell Petroleum Co. Ltld. London 1955.

Ausschuß wissenschaftlicher Gutachter: Niederschrift über die 2. Sitzung des Ausschusses wissenschaftlicher Gutachter der Freien und Hansestadt Hamburg vom 14. Mai 1962 (nicht veröffentlicht).

BLASZYK, P.: Zur Vermeidung von Deichschäden durch Tiere und Unkräuter bei Sturmfluten. — Wasser und Boden 1962, H. 8.

VAN DER BURGT, J. H.: Toepassing van Asfalt in waterbouwkundige Werken. — V. B. W. Utrecht 1953.

FREISTADT, H.: Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 in Hamburg. — Die Küste 10, H. 1, 1962.

HENSEN, W.: Modellversuche über den Wellenauflauf an Seedeichen im Wattengebiet. — Mitteil. d. Franzius-Inst., H. 5, Hannover 1954, a).

HENSEN, W.: Modellversuche für die untere Ems. — Mitteil. d. Franzius-Inst., H. 6 a—c, Hannover 1954, b).

HENSEN, W.: Modellversuche für die Unterweser und ihre Nebenflüsse. — Mitteil. d. Franzius-Inst. Hannover 1959, H. 15 a u. b.

HUNDT, C.: Maßgebende Sturmfluthöhen für das Deichbestick der schleswig-holsteinischen Westküste. — Die Küste 1955, Jg. 3, H. 1/2.

Küstenausschuß Nord- und Ostsee, Arbeitsgruppe Küstenschutz: Gutachtliche Stellungnahme zur Anpassung der Warfen auf den nordfriesischen Halligen an die heute möglichen Sturmfluthöhen. — Die Küste, 6, H. 1, 1957.

LAFRENZ, P.: Über die Pflege und Nutzung des Anwachses und der Deiche an der Dithmarscher Küste. — Die Küste, 6, H. 2, 1957.

LÜDERS, K.: Wiederherstellung der Deichsicherheit an der deutschen Nordseeküste von der holländischen Grenze bis zur Elbe. — Wasser und Boden 1957, 9. Jg., H. 2.

LÜDERS, K., R. LIESE u. J. KRAMER: Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 im niedersächsischen Küstengebiet. — Die Küste, 10, H. 1, 1962.

MÜLLER, C. D.: Tierische Schädlinge in Deichen an der niedersächsischen Küste. — Unveröffentlicht, 1962.

o. V.: Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 an der schleswig-holsteinischen Westküste. Bericht des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten — Landesamt für Wasserwirtschaft — Schleswig-Holstein. — Die Küste, 10, H. 1, 1962.

PETERSEN, M.: Über die Grundlagen zur Bemessung der schleswig-holsteinischen Landesschutzdeiche. — Die Küste, 3, H. 1/2, 1955.

PETERSEN, M.: Wiederherstellung der Deichsicherheit an der deutschen Nordseeküste von der Elbe bis zur dänischen Grenze. — Wasser und Boden 1957, 9. Jg., H. 2.

TRAEGER, G.: Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 im Lande Bremen. — Die Küste, 10, H. 1, 1962.

Werkgroep Gesloten Dijkbekledingen. — Voorlopig Rapport 1961.

ZITSCHER, F. F.: Möglichkeiten und Grenzen in der konstruktiven Anwendung von Asphaltbauweisen bei Küstenschutzwerken. — Mitteil. d. Franzius-Inst. Hannover 1957, H. 12.

ZITSCHER, F. F.: Bilanzbericht über die Verwendung von Asphalt im Seebau. — Bitumen 1962, 24. Jg. H. 7.

Die Küste, 10 Heft 1 (1962), 1-132

Veröffentlichungen über die Februar-Sturmflut 1962

(Stand: Dezember 1962)

Von K. Lüders

Ein Naturereignis, wie es die sehr schwere Sturmflut vom 16./17 Februar 1962 für die deutsche Nordseeküste darstellte, gibt den Wissenschaftlern und Ingenieuren Veranlassung, eingehende Forschungen und Untersuchungen vorzunehmen, um künftig den Küstenschutz so zu gestalten, daß er ähnlichen Beanspruchungen widerstehen kann. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen können erst nach einer gewissen Zeit vorliegen und bekanntgegeben werden. Dagegen liegen Schilderungen über das Geschehen während und nach der Sturmflut in Augenzeugenberichten und sonstigen Veröffentlichungen bereits zahlreich vor. Vielfach enthalten gerade diese „Dokumentationen" aufschlußreiche Augenblicksschilderungen über die Verhältnisse an Schadensstellen während und nach der Sturmflut, die zudem nicht selten durch ausgezeichnete Lichtbilder ergänzt sind. Da nicht wenige dieser Veröffentlichungen nur für den Leserkreis eines begrenzten Küstenbezirkes bestimmt sind, ist ihre Verbreitung in der Regel auch nur auf diese Gebiete beschränkt geblieben. Daher enthält die nachstehende Zusammenstellung neben den bisher bekanntgewordenen Veröffentlichungen in Fachzeitschriften auch die von den Zeitungsverlagsanstalten herausgegebenen Sonderhefte, soweit sie durch den Buchhandel erworben werden können.

Es ist beabsichtigt, die nachstehende Zusammenstellung der Veröffentlichungen über die Februar-Sturmflut 1962 zu gegebener Zeit zu ergänzen.

Blaszyk, P.: Zur Vermeidung von Deichschäden durch Tiere und Unkräuter bei Sturmfluten. — Wasser und Boden, 14, H. 8, 1962.

Burgt, C. van der: Enkele waterstaatskundige aantekeningen over de stormvloed van 16. februari 1962 in de Duits/Deense Grens. — Tijdschrift van het Kon. Nederl. Aardrijkskundige Genootschap, Nr. 2, 1962.

Diederichs, G.: Regierungserklärung im Niedersächsischen Landtag zur Sturmflutkatastrophe. — Hannover am 7. 3. 1962.

Eschweiler, W.: Zur Sturmflut vom Februar 1962. — Deutsche Gewässerkundl. Mitt., 6, H. 2, 1962.

Freistadt, H.: Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 in Hamburg. — Die Küste 10, H. 1, 1962.

Friedrich, O. A.: Bericht des vom Senat der Freien und Hansestadt Hamburg berufenen Sachverständigenausschusses zur Untersuchung des Ablaufs der Flutkatastrophe. — Hamburg 1962.

Hagel, J.: Sturmfluten. — Kosmos-Bibliothek Bd. 236, Stuttgart 1962.

Hassel, K.-U. von: Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 und ihre Folgen. Bericht der Landesregierung vor dem Schleswig-Holsteinischen Landtag. — Kiel 1962.

Hensen, W.: Kurzbericht über den Ablauf der Sturmflut in der Elbe vom 16./17. Februar 1962. (In: Friedrich: Bericht des vom Senat der Freien und Hansestadt Hamburg berufenen Sachverständigenausschusses zur Untersuchung des Ablaufs der Flutkatastrophe. — Hamburg 1962.

Hensen, W.: Gedanken über den Hochwasserschutz nach der Sturmflut vom 16./17. Februar 1962. — Wasser und Boden, 14, H. 8, 1962.

Hensen, W.: Die Sturmflut in der Elbe vom 16./17. Februar 1962. — VDI Zeitschr. 104, 32, 1962.

Jacobs, H. u. H. Christian: Landunter im schwersten Orkan seit hundert Jahren. Breklum 1962.

Jansen, P. Ph.: Einige Betrachtungen über die Sicherheit an Deichen. — Wasser und Boden, 14, H. 8, 1962.

Janssen, Th.: Die Sturmflut am 16. Februar 1962 im Bereich der Wasser- und Schiffahrtsdirektion Aurich. Eine Unterlagensammlung. — Aurich 1962.

Küstenausschuß Nord- und Ostsee, Arbeitsgruppe Küstenschutzwerke: Empfehlungen für den Deichschutz nach der Februar-Sturmflut 1962. — Die Küste, 10, H. 1, 1962.

Liese, R.: Beitrag zur Klärung der Brandungsschäden an den Deichen. — Deutsche Gewässerkundl. Mitt., 6, H. 4, 1962.

Lüders, K. und Liese, R. und Kramer, J.: Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 im niedersächsischen Küstengebiet. — Die Küste, 10, H. 1, 1962.

Metzkes, E.: Welche Folgerungen zieht das Land Niedersachsen aus den Erfahrungen mit der Sturmflut vom Februar 1962 für seinen Hochwasserschutz? — Wasser und Boden, 14, H. 8, 1962.

Metzkes, E.: Wasserwirtschaft in Niedersachsen (In: Niedersachsen, altes Land auf neuen Wegen). — Agrarsoziale Ges. e. V., Göttingen/Hannover 1962.

Müller, C. D.: Tierische Schädlinge in Deichen an der niedersächsischen Küste (Manuskript). — Norderney 1962.

o. V.: Die Sturmflut vom 16./17. Februar an der Schleswig-Holsteinischen Westküste. — Die Küste, 10, H. 1, 1962.

o. V.: Die Sturmflutkatastrophe im Februar 1962. — Verlag A. Pockwitz Nachf. Karl Krause, Stade/Buxtehude, 1962.

o. V.: Aus der Landesgesetzgebung: Sturmflut in Schleswig-Holstein. — Informat. des Inst. für Raumforschung, Nr. 14, 1962.

o. V.: Das war die große Flut. Chronik und Dokumentation der bitteren Tage im Februar 1962. — Sonderausgabe vom Hamburger Abendblatt, März 1962.

o. V.: Katastrophen-Sturmflut. Stadt unter. — Der Spiegel, 16, H. 9, 1962.

o. V.: Die große Februar-Sturmflut 1962 an Elbe-, Weser- und Oste-Mündung. — Niederelbe-Zeitung, Cuxhavener Allgemeine, Otterndorf/Cuxhaven 1962.

o. V.: Die große Flut 1962 an der schleswig-holsteinischen Westküste. — Verlag der Husumer Nachrichten, Husum, 1962.

o. V.: Die Sturmflut am 16./17. Februar 1962 auf der Hallig Süderoog. Nach Augenzeugenberichten von Frau Irmgard Nickelsen und Herrn Bernhard Sorge sowie nach ergänzenden Angaben von Herrn Peter Buchwald. 1962.

Otten, P.: Sturmfluten. Der Friese im Kampf mit dem Meer. — Kalender Ostfreesland, Norden, 46, 1963.

Reineck, H.-E.: Die Orkanflut vom 16. Februar 1962. — Natur und Museum, Bd. 92, H. 5, 1962.

Roediger, G.: Das Orkantief vom 16. Februar 1962. — Der Wetterlotse, Nr. 183, 1962.

Roediger, G.: Entwicklung und Verlauf der Wetterlage vom 16./17. Februar 1962. — Die Küste, 10, H. 1, 1962.

Schauberger u. Kurzack: Noch nie gab es höhere Wasserstände! Die schwere Sturmflut vom 16./17. Februar 1962. Auswirkungen auf die Unterweser und ihre Nebenflüsse. — Die Weser, 36, H. 3, 1962.

Schulz, H.: Verlauf der Sturmfluten vom Februar 1962 im deutschen Küsten- und Tidegebiet der Nordsee. — Die Küste, 10, H. 1, 1962.

Sill, O.: Welche Maßnahmen wird Hamburg treffen, um sein Stadt- und Landgebiet künftig vor Hochwasserkatastrophen zu schützen? — Wasser und Boden, 14, H. 8, 1962.

Suhr, H.: Welche Folgerungen zieht das Land Schleswig-Holstein für seinen Hochwasserschutz aus den Erfahrungen mit der Sturmflut vom 16./17. Februar 1962? — Wasser und Boden, 14, H. 8, 1962.

Suhr, H. Sturmflut in Schleswig-Holstein. — Mitt. der Deutschen Landw.-Ges., 77, H. 44, 1962.

Traeger, G.: Welche Maßnahmen wird Bremen zur Sicherung seines Stadt- und Landgebietes treffen, um es vor Hochwasserkatastrophen zu schützen? — Wasser und Boden, 14, H. 8, 1962.

Traeger, G. Die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962 im Lande Bremen. — Die Küste, 10, H. 1, 1962.

Walden, H.: Das Ausgreifen der Nordsee im Laufe der Jahrtausende und einige denkwürdige Sturmfluten in der Deutschen Bucht. — Der Wetterlotse, Nr. 191, 1962.

Wohlenberg, E.: Deichpflege auf biologischer Grundlage (Manuskript).

Wohlenberg, E.: Die Versalzung des Trinkwassers und die Trinkwasserversorgung der Halligen nach der Sturmflut 1962 (Manuskript, 1962).

Wohlenberg, E.: Versalzung und Wiederkultivierung des Ülvesbüller Kooges nach Deichbruch und Überflutung im Februar 1962 (Manuskript, 1962).

Zitscher, Fr.-F.: Analyse zur Bemessung von Außenböschungen scharliegender Seedeiche gegen Wellenbeanspruchung. — Wasser und Boden, 14, H. 10, 1962.

Zölsmann, H.: Probleme an der Küste — Rückblick auf die Sturmflut vom 16./17. Februar 1962. — GWF, 103, H. 16, 1962.