

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

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 Gedanken- gut, 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, Wellenauf- lauf und Sicherheitszuschlag) eingeleitet. Ferner sind für Sonderfragen, z. B. auf boden- kundlichem 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 Sturmflut- wasserstand liegt und daß sie selbst bei sehr schweren Sturmfluten Wellenüberschlag nur kurz- zeitig erfahren.

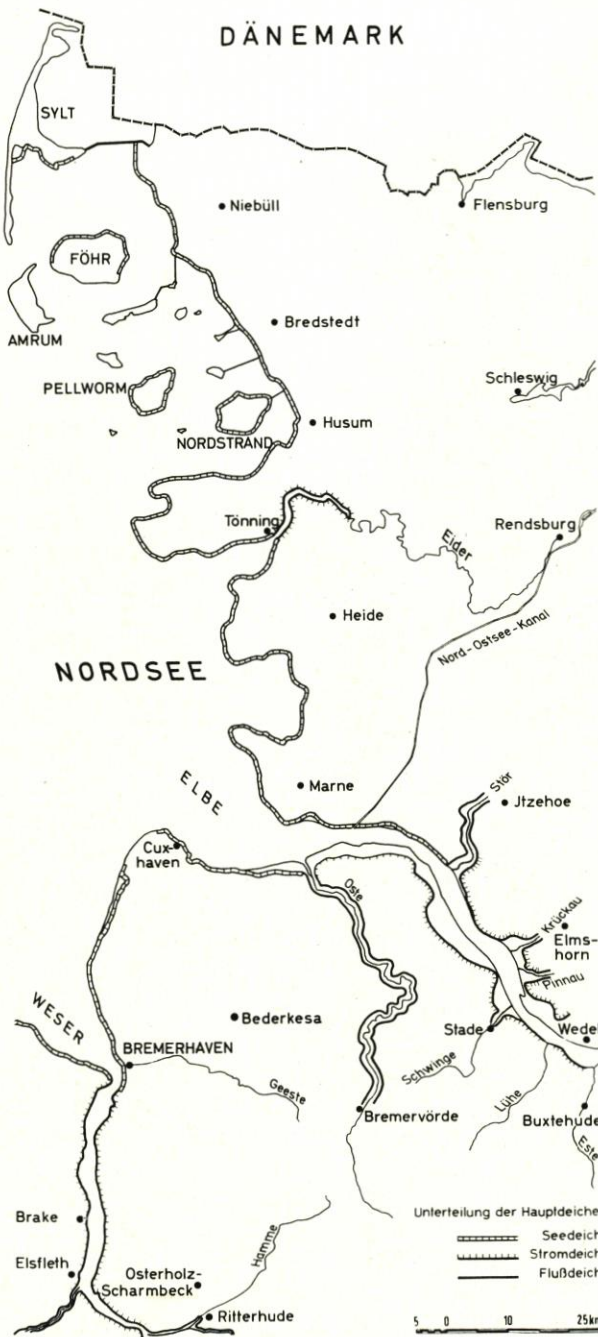


Abb. 1. Unterteilung der Hauptdeiche von der deutsch-dänischen Grenze bis zur Weser

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

a) 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 a) oder β) festzulegen, das die größeren Werte ergibt.

Zu a):

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 tief liegendem 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 bruch sichere Deiche oder andere bauliche Vorkehrungen (Vorlandgewinnung, Rauhideckwerke, 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 a nach Ziffer II, 1, a sinngemäß angewandt werden.

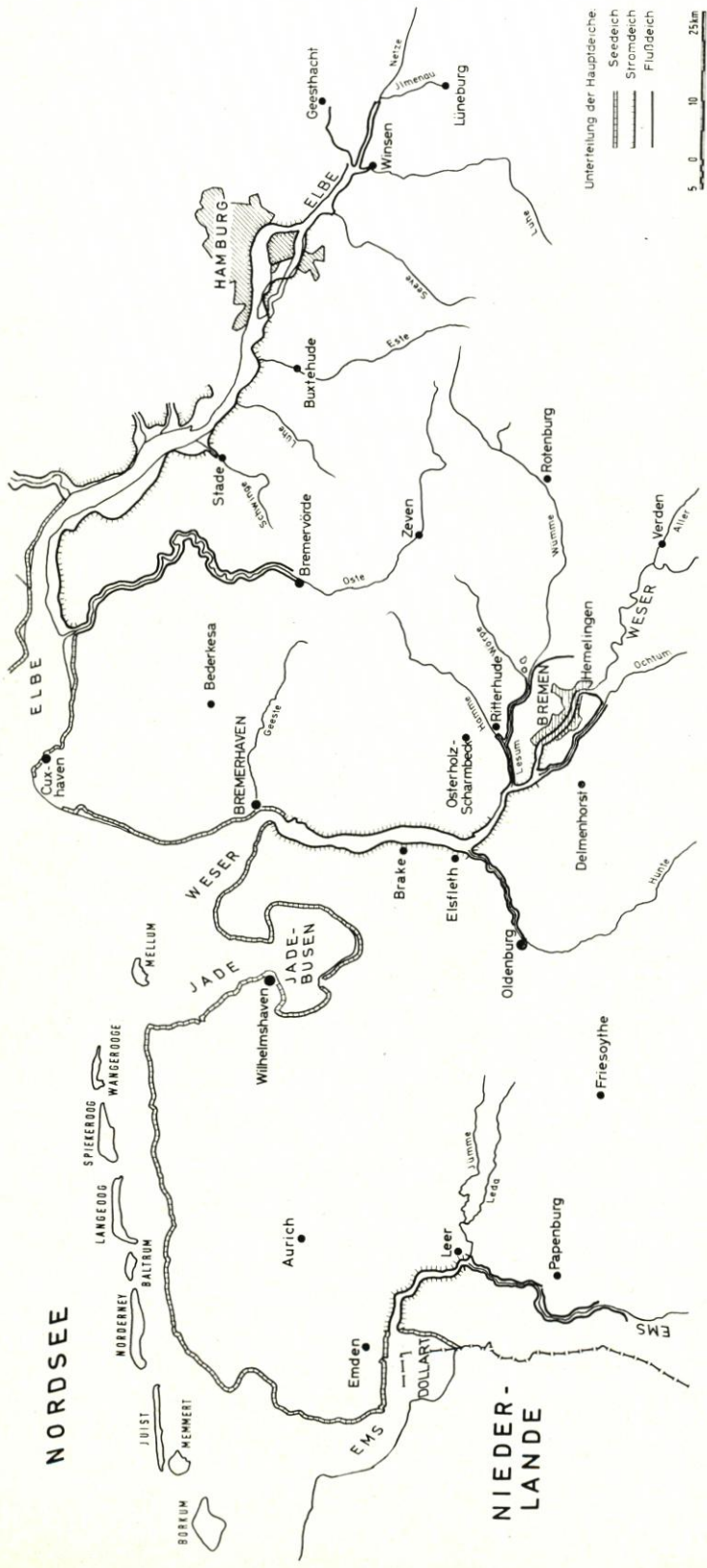


Abb. 2. Unterteilung der Hauptdeiche von der Elbe bis zur deutsch-niederländischen Grenze

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 *a* 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).

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 (\rightarrow II, 4) oder Vorlandgewinnung (\rightarrow 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-

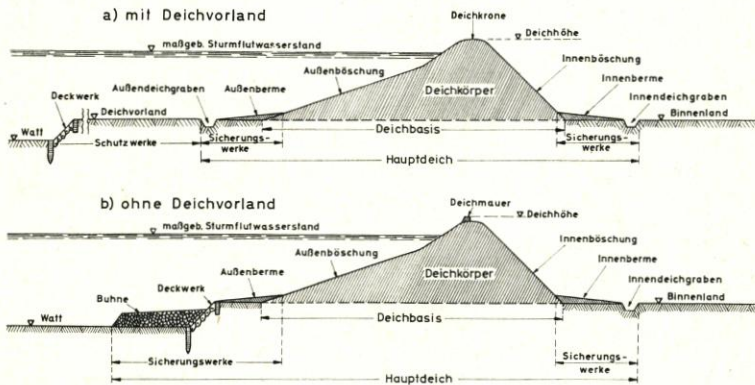


Abb. 3. Benennung des Hauptdeiches und seiner Sicherungs- und Schutzwerke

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.

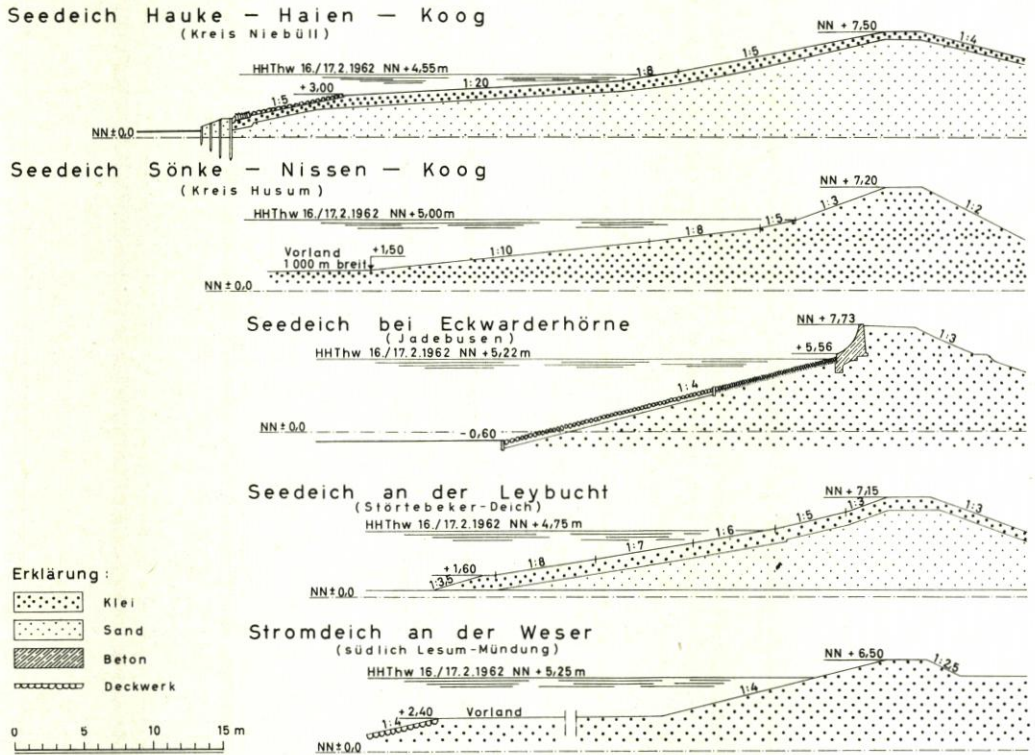


Abb. 4. Deichquerschnitte

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.

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.

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 unbekanntes 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

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 Treibseles 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 Nachrichtennittel 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 Empfehlungen für die Ausbildung der Hauptdeiche (\rightarrow 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 Wellenaufbaus in Abhängigkeit von Wind und Böen sowie von der Neigung und Rauigkeit 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
Dr.-Ing. LÜDERS

KRAMER
RODLOFF

LORENZEN
TRAEGER

Zusammenstellung von Fachausdrücken

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

Schriftenverzeichnis

- VAN ASBECK, W. F.: Bitumen in Hydraulic Engineering. — Shell Petroleum Co. Ltd. London 1955. Ausschluß 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 Wellenaufwurf 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 Anwachsens 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.