

Planung und Stand der Maßnahmen zur Sicherung des Ellenbogens von Sylt.

Von Habbo Lüpkes und Hans Peter Siemens.

Inhalt:

I. Allgemeines	6
II. Der Entwurf zur Sicherung des Ellenbogens	8
III. Bauausführung	12

I. Allgemeines

Der rund 40 km lange Weststrand der Insel Sylt unterliegt ganz besonders auf seiner Nordstrecke, die von Westerland ausgehend um etwa 20° aus der Nord-Südrichtung nach Osten abweicht, bei höheren Fluten vorwiegend durch den unmittelbaren Angriff der Brandungswellen ständigen Abbrüchen.

Zum Schutz des Strandes und der anschließenden Randdünen war in den letzten drei Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts auf einer etwa 22 km langen Strecke von Rantum nach Norden ein Buhnensystem von insgesamt 125 Stein- und Pfahlbuhnen angelegt worden. Diese Werke, deren Unterhaltung bedeutende Geldmittel erfordert hat, sind während des Weltkrieges fast ausnahmslos endgültig verfallen.

Nach einem Versuch mit Eisenbetonpfahlbuhnen, die sich aber namentlich wegen der hohen Baukosten und langen Bauzeit nicht durchsetzten, wurde dann der Sylter Weststrand in den Jahren 1927 bis 1937 von Westerland bis zum Ellenbogen, mit Ausnahme einer kleinen Teilstrecke 4 km nördlich von Kampen, sowie die sogenannte Einschnürungsstelle an der Nordseite der Ellenbogenhalbinsel durch einreihige rund 100 m lange Strandbuhnen aus Spundwandeisen gesichert (vgl. Abb. 1).

Mit diesen Schutzwerken allein kann der Abbruch der Sylter Westküste nicht verhindert werden, weil die Buhnen infolge ihrer geringen Höhe und ihrer Richtung, die nahezu senkrecht zur Brandung verläuft, bei hohen Fluten den oberen Strand (Steilküste) nicht schützen. Die Beobachtungen über die Wirkung der Buhnen haben indessen einwandfrei gezeigt, daß sich in Feldern von ausreichend langen Buhnen in Zeiten mit gewöhnlicher Witterung bedeutende Sandmengen ablagern. Diese bilden einen Sandvorrat, der erst durch hohe Fluten abgetragen werden muß, bevor die Steilküste selbst durch die Brandungswellen angegriffen werden kann. Die Buhnen bewirken somit eine nicht unwesentliche Verzögerung des Gesamtabbruches.

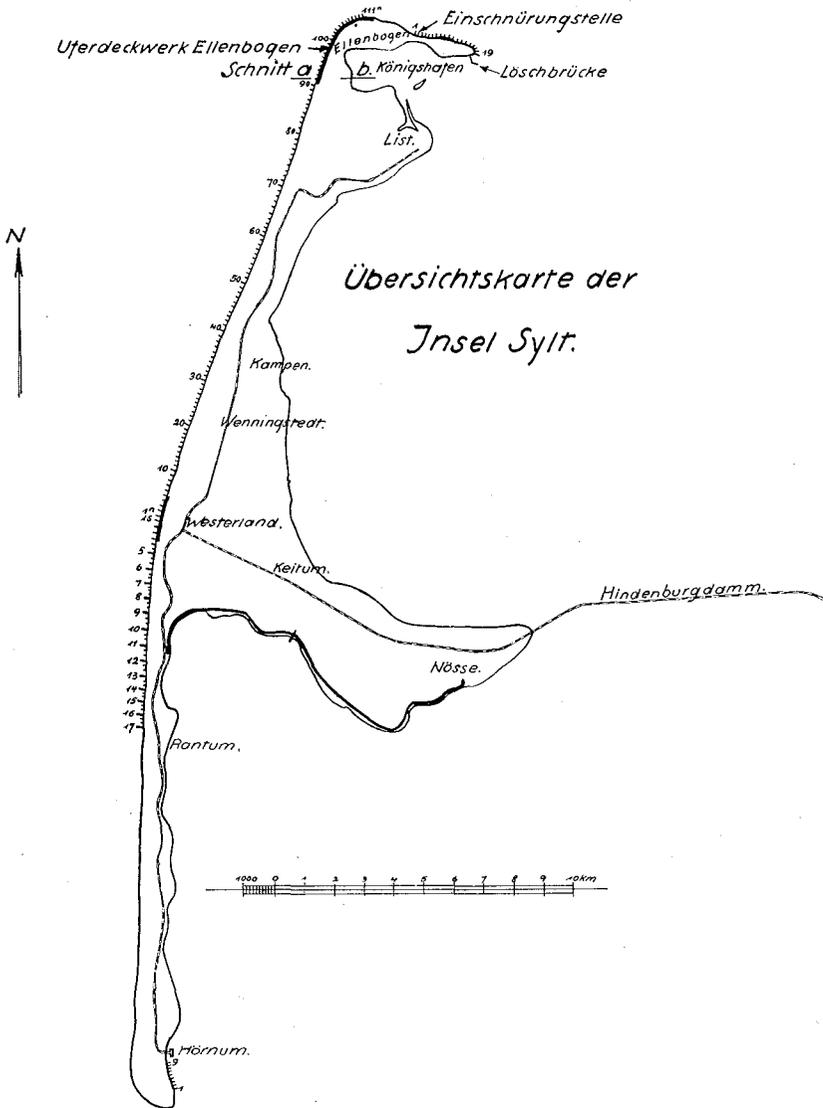


Abb. 1.

II. Der Entwurf zur Sicherung des Ellenbogens von Sylt

Die größten Landverluste hat die Nordwestecke von Sylt, der sogenannte Ellenbogen, erlitten, der bei West- und Nordweststürmen besonders starken Brandungsangriffen ausgesetzt ist. Die auf Grund von Profilmessungen ermittelten Gesamtabbrüche der Randdünen des Ellenbogens in der Jahresreihe 1897/1935 sind aus Abbildung 2 zu ersehen. Die Verluste betragen in

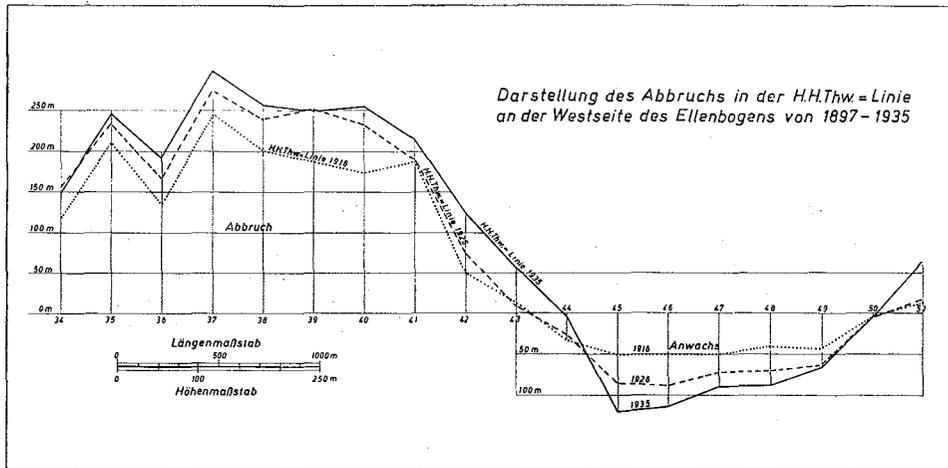


Abb. 2

diesem Zeitraum im Mittel etwa 200 bis 250 m, bei der Buhne 95 — Profil 37 — sogar 300 m. Nur an der Nordseite des Ellenbogens ist ein nennenswerter Strandanwachs zu erkennen, der vermutlich durch Ablagerungen der von der Küstenlängsströmung mitgeführten Sandmassen beim Zusammentreffen mit der Strömung des Lister Tiefs entstanden ist (vgl. Abb. 6).

Durch die unaufhaltsamen ständigen Abbrüche sind die ohnehin nur niedrigen und schmalen Randdünen des Ellenbogens fast durchgehend so geschwächt worden, daß bei weiteren Sturmfluten mit größeren Landverlusten zu rechnen ist, an mehreren Stellen sogar Durchbrüche befürchtet werden müssen. Bereits während der Sturmflut vom 24. November 1928 mit einem höchsten Stand von etwa MThw + 2,60 m war an einer besonders niedrigen und schwachen Stelle südlich des Leuchtfeuers List-West ein kleiner Randdünenbruch entstanden, so daß für kurze Zeit eine unmittelbare Verbindung zwischen der freien See und dem Wattenmeer durch den Königshafen hergestellt war (vgl. Abb. 3). Der Randdünenbruch konnte damals durch sofortige sorgfältige Verbauung mit Buschzäunen und Dünenbepflanzung wieder geschlossen werden.

Eine wesentliche Verschlechterung der Verhältnisse trat durch die beiden dicht aufeinanderfolgenden Oktobersturmfluten des Jahres 1936 ein, die bei



Abb. 3. Dünendurchbruch am Ellenbogen bei der Sturmflut am 24. November 1928.



Abb. 4. Randdüne am Strand am Ellenbogen nach der Sturmflut am 18. 10. 1936.

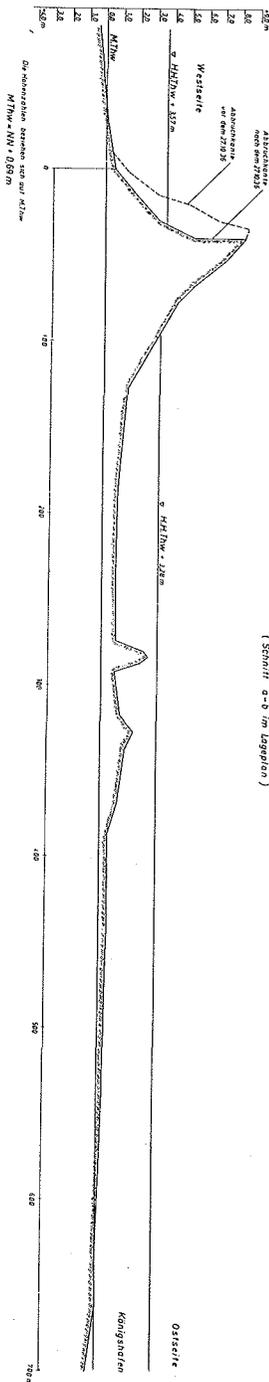


Abb. 5. Querschnitt durch die Wurzel des Ellenbogens (vgl. Lageplan Abb. 1).

Wasserständen von etwa $MTHw + 2,75$ m Randdünenabbrüche von im Mittel 15 m verursachten (vgl. Abb. 4). Wie groß die Gefahr nach diesen Sturmfluten tatsächlich war, zeigt insbesondere der Querschnitt auf der Abbildung 5.

Nach diesen schweren Verlusten war zu erwarten, daß schon wenige neue Sturmfluten mit Sicherheit zu vollständigen Randdünen durchbrüchen und damit zur Abtrennung, vielleicht sogar zum völligen Verlust der Ellenbogenhalbinsel führen würden. Die Loslösung des Ellenbogens würde nicht nur eine unmittelbare Gefährdung der an geschützter Stelle am Sylter Oststrand liegenden Ortschaft List zur Folge haben, sondern auch die Festlandküste nördlich des Hindenburgdammes würde dadurch den Angriffen der freien See aus Nordwest vollkommen preisgegeben werden.

Um eine wirksame Sicherung des Ellenbogens gegen weiteren Abbruch oder völlige Zerstörung zu erreichen, ist es notwendig, die tieferen Ursachen der Zerstörung zu kennen. Dabei genügt es nicht, sich ein Bild von den gegenwärtigen Vorgängen, der Wirkung der angreifenden Kräfte in dem dem Ellenbogen benachbarten Seegebiet zu machen; denn die in den letzten Jahrzehnten eingetretenen Änderungen der Seegrundformen haben die Richtung und Stärke des Meeresangriffs zugleich verändert und werden es auch weiter tun. Deshalb muß zugleich die Entwicklung des Angriffs und seiner Wirkung in die zurückliegende Zeit hinein verfolgt werden. Diese Vorarbeit darf sich aber nicht auf das dem Strand unmittelbar vorgelagerte Seegebiet beschränken, da aus diesem allein Ursache und Wirkung bei der Zerstörung nicht gedeutet werden können. Somit ergibt sich als Vorarbeit für den Schutz des Ellen-

bogens die Aufgabe, die Gestaltänderung des Seegebietes in der Vergangenheit eingehend zu verfolgen, aus der Entwicklung und dem gegenwärtigen Kräftebild eine Erklärung für die gegenwärtige Lage zu suchen und ein Bild der künftigen Entwicklung zu entwerfen. Hieraus ist dann der Vorschlag für die wirksame Sicherung des Ellenbogens abzuleiten. Die Untersuchung dieser Fragen ist der Forschungsabteilung des Marschenbauamts übertragen worden. Das Ergebnis dieser Arbeiten liegt bereits vor; die im Rahmen dieses Heftes vorgesehene Veröffentlichung der Untersuchungsergebnisse ist während des Krieges nicht möglich und soll einem der folgenden Hefte nach Kriegsende vorbehalten bleiben. Unabhängig von dem Gang der Untersuchungen verlangt die drohende Gefahr fortschreitender Zerstörung der Küste besonders infolge der Sturmflut im Oktober 1936 sofortige Abhilfe. Die Sicherung mußte in einem Schutz der Dünensteilküste gegen weiteren Abbruch durch ein Deckwerk und darüber hinaus in der Sicherung des Deckwerksfußes gegen Unterspülung durch Strom und Wellenschlag bestehen. Während der Bau eines Deckwerks keinen unmittelbaren, starken Eingriff in den Wirkungsbereich der Gezeitenkräfte darstellt, ist der Schutz dieses Werkes gegen die angreifende Meereskraft nur durch Querwerke, Buhnen zu erreichen, deren Lage, Länge und Bauart die angreifenden Kräfte unmittelbar beeinflußt. Während die Lage des Deckwerks und seine Bauart durch den Bauzweck — die Erhaltung der Düne — festgelegt war und daher vor allem seebautechnischen Erwägungen zu unterwerfen war, bedurfte der Bau der Buhnen in stärkerem Maße der erwähnten, eingehenden Voruntersuchung im Gezeitengebiet und mußte auch aus diesem Grunde zeitlich hinter den Bau des Deckwerks zurückgestellt werden. Da die vorliegenden Untersuchungsergebnisse für die Anordnung der Buhnen infolge des Krieges noch nicht abschließend ausgewertet werden konnten, beschränken sich die folgenden Ausführungen im wesentlichen auf Entwurf und Bau des Deckwerks. Die Anordnungen der Querwerke bleibt einer späteren Veröffentlichung, gemeinsam mit den Untersuchungsergebnissen vorbehalten. Die folgenden Ausführungen über die Verhältnisse im Seegebiet und die Vorschläge für die Anordnung der Buhnen sind in diesem Zusammenhang als vorläufig anzusehen.

Im Januar 1937 wurde vom Marschenbauamt Husum ein Entwurf für die durchgreifende Sicherung der Nordwestspitze von Sylt, der sogenannten Wurzel des Ellenbogens, aufgestellt. Für diese Sicherung sind als Hauptentwurf ein schräges Uferdeckwerk aus Basaltpflaster von rund 3000 m Länge und als Vergleichslösungen eine Schwergewichtsmauer aus Beton und eine verankerte Spundwand untersucht worden. Bei allen drei Ausführungsarten sind ferner auf der Seeseite zum Schutz gegen Unterspülungen schwere Unterwasserbuhnen vorgesehen.

Daneben ist in einem Sonderentwurf die Frage geprüft worden, die Sicherung des Weststrandes der Ellenbogenwurzel ganz aufzugeben und statt

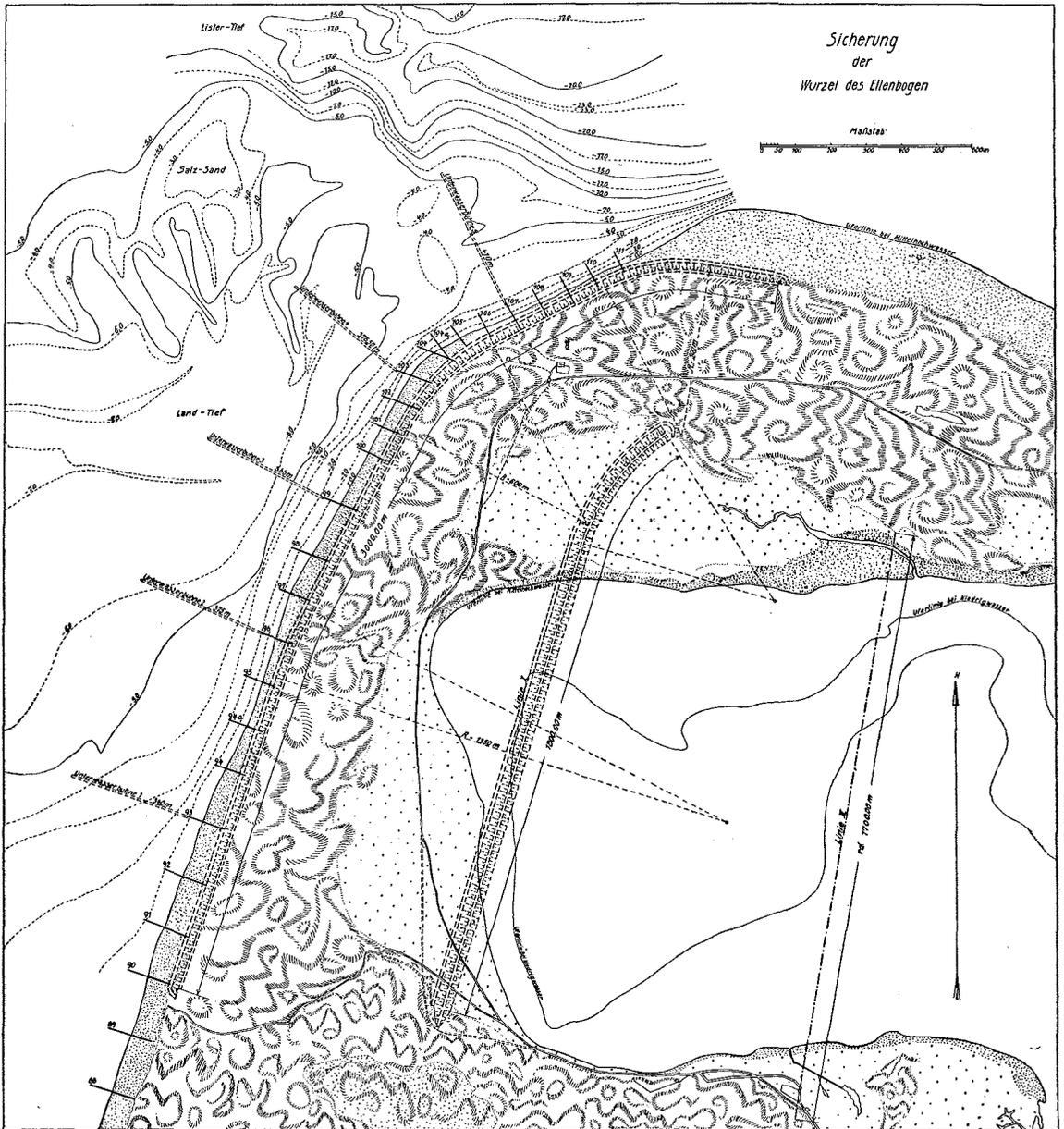
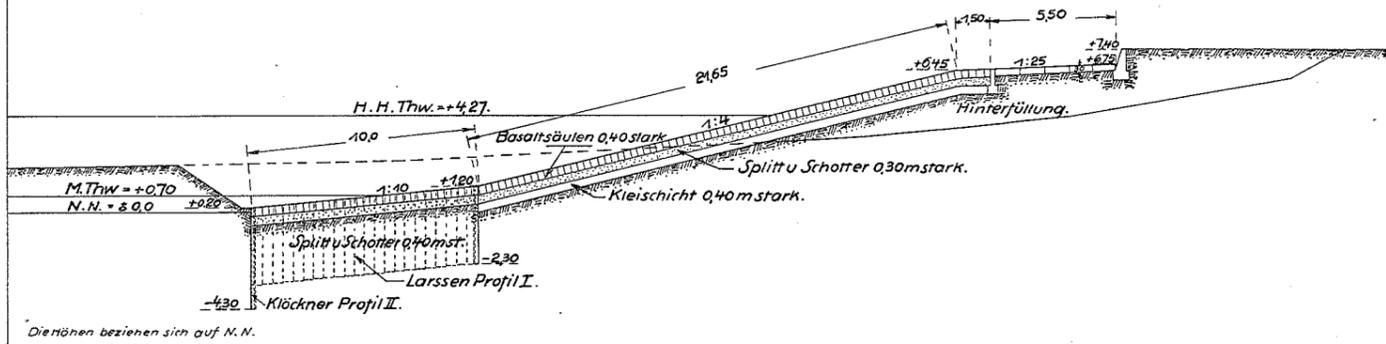


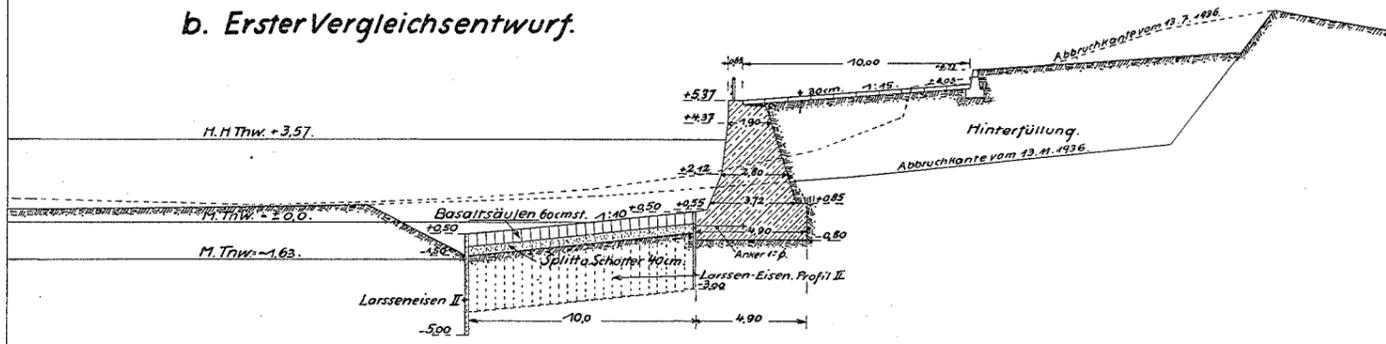
Abb. 6. Die Lage des Deckwerkes und des Dammes durch den Königshafen.
 Aus: Müller-Fischer, Wasserwesen II. Teil: Die Inseln. 7. Folge. Verlag von Dietrich Reimer, Berlin

Bau des Uferdeckwerks Ellenbogen auf der Insel Sylt.

a. Hauptentwurf.



b. Erster Vergleichsentwurf.



c. Zweiter Vergleichsentwurf.

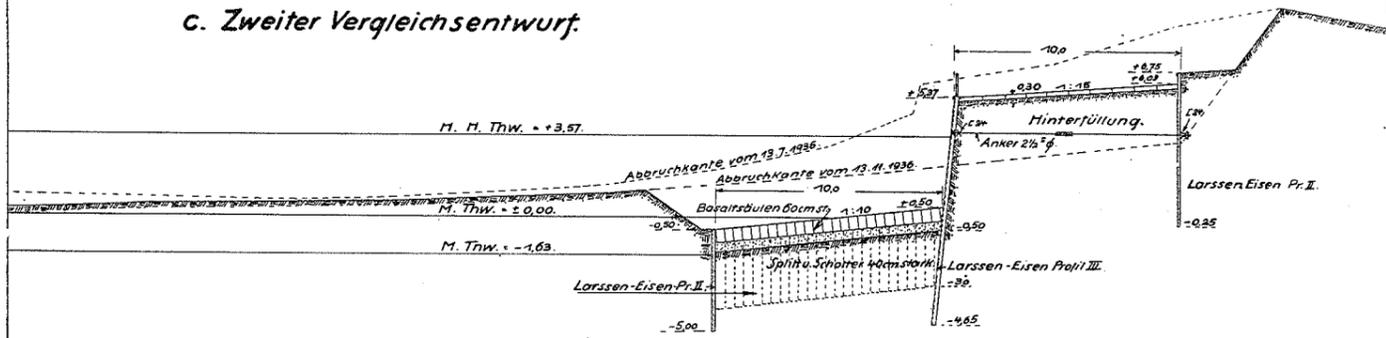


Abb. 7. Darstellung der verschiedenen Bauentwürfe.

dessen den erwünschten Schutz in einem sturmflutfrei gelegenen Damm durch den Königshafen zu suchen.

Die genauen Lagen des Längswerkes und des wahlweise geplanten Dammes durch den Königshafen sind aus dem Lageplan Abbildung 6 ersichtlich.

Das im Hauptentwurf vorgeschlagene schräge Uferdeckwerk, dessen Abmessungen aus der Querschnittskizze Abbildung 7 zu entnehmen sind, erhält dem starken Brandungsangriff entsprechend ein schweres Basaltpflaster aus 0,40 m hohen Basaltsäulen im Gewicht von $1,05 \text{ t/m}^2$. Das Basaltpflaster beginnt hinter einer 3,50 m langen Eisenfußspundwand in Höhe von $+ 1,20 \text{ NN}$, d. h. 0,50 m über MThw und steigt von hier mit einer flachen Neigung von 1 : 4 bis auf $\text{NN} + 6,45$, das ist MThw $+ 5,75 \text{ m}$ (rd. 2,15 m über HH-Thw) an. Als Unterlage für das Pflaster dient eine 0,30 m starke Splitt- und Schotterschicht von 10/30 bzw. 30/80 mm Korngröße. Um ein Ausspülen der lagenweise durch Einschlämmung eingebrachten Sandauffüllung zu vermeiden, wird diese noch mit einer 0,40 m starken Dichtungsschicht aus Kleiboden abgedeckt. Den oberen Abschluß des Pflasters, das auf 1,50 m Breite unter Abrundung des Ueberganges mit einer Steigung von 1 : 25 versetzt wird, bildet eine durchgehende Betonabschlußplatte von 1,10 m Höhe und 0,20 m Stärke, die im Hinblick auf die Setzungsgefahr einen 0,40 m breiten Fuß erhält. Hieran schließt sich eine gleichfalls 1 : 25 ansteigende 5,30 m breite Betonplattenbahn. Die landseitige Begrenzung des Deckwerks bildet eine 0,65 m hohe Betonherdmauer, die gegen Sacken auf breiter Grundplatte gegründet ist.

Da die Höhenlage des Vorstrandes Schwankungen bis mehr als 2 m unterliegt, sieht der Entwurf für das Uferdeckwerk eine 10 m breite Fußsicherung vor, die seeseitig durch eine 4,50 m lange Eisenspundwand eingefast ist, deren Oberkante auf $\text{NN} + 0,20$, das ist MThw $- 0,50 \text{ m}$ liegt. Von hier steigt die Fußsicherung, die im übrigen gleichfalls aus 0,40 m hohem Basaltpflaster mit einer 0,40 m starken Splitt- und Schotterunterlage besteht, mit einer Neigung von 1 : 10 bis zum Anschluß an die Fußspundwand des Deckwerks an.

Wegen der tiefen Lage der Fußsicherung und ihrer flachen Böschungneigung konnte auf eine Kleidichtungsschicht verzichtet werden. Die beiden Längsspundwände sind in Abständen von rund 30 m durch 3,50 m lange Querspundwände verbunden. Hierdurch wird die Fußsicherung in viele Einzelfelder zerlegt, so daß bei einem etwaigen Herausschlagen von Basaltsäulen nur kleinere Pflasterflächen aufgerollt werden können.

Für die als erste Vergleichslösung gewählte Betonschergewichtsmauer (vgl. Abb. 7b) wurde der Mauerquerschnitt der in den Jahren 1923 und 1924 hergestellten Strandmauerverlängerungen vor Westerland zugrunde gelegt. Wie beim Uferdeckwerk ist auch hier eine 10 m breite Fußsicherung ange-

ordnet, die jedoch im Hinblick auf die erhöhten Angriffe der Brandung vor einer senkrechten Wand ein noch stärkeres Basaltpflaster erhält.

Die zweite Vergleichslösung sieht eine verankerte Spundwand nach Abbildung 7c vor, die nach Art eines Kastenfangedammes ausgebildet ist. Sie besteht aus einer nach der Landseite zu 10 : 1 geneigten, 10 m langen Hauptspundwand und einer leichteren, in 10 m Abstand gerammten Ankerspundwand von 7 m Länge. Beide Wände sind durch Rundeisenanker in Zwischenräumen von 3,20 m miteinander verankert. Die Fußsicherung ist in den gleichen Abmessungen gewählt wie bei der Betonmauer.

Wie der Tiefenplan (Abb. 6) zeigt, treffen an der Nordwestspitze von Sylt die verschieden gerichteten Strömungen des Lister- und Land-Tiefs aufeinander, die schon in etwa 200 bis 300 m Entfernung von dem geplanten Längswerk große Wassertiefen aufweisen (Lister Tief mehr als 20 m, Landtief 5 bis 6 m). Beide Tiefs werden bislang durch den Salzsand, der seine Entstehung wohl diesen verschieden gerichteten Strömen verdankt, voneinander getrennt, der aber nur durch einen schmalen und niedrigen Ausläufer noch mit der Ellenbogenspitze in Verbindung steht. Der Salzsand ist indessen, wie seine im Tiefenplan erkennbaren tiefen Einschnitte auf der Südseite zeigen (vgl. Abb. 6) und ein Vergleich aus früheren Seekarten — Tiefenverhältnisse vor der Nordwestspitze der Insel Sylt von 1909 bis 1935 — bestätigt, in dauernder Umbildung begriffen, wobei er sich allmählich nordwärts verlagert.

Da infolge dieser Entwicklung eine weitere Abnahme des Vorstrandes nicht ausgeschlossen ist, reichen die bisher üblichen 100 m langen Spundwandbuhnen nicht mehr aus. Sie können das Heranrücken großer Tiefen in Landnähe an dieser stark gefährdeten Stelle nicht verhindern. Der Entwurf schlägt daher zunächst den Bau von fünf schweren Unterwasserbuhnen von 350 bis 400 m Länge vor, deren Aufgabe es sein soll, die Entstehung großer Tiefen unter Land unmöglich zu machen.

Es ist vorgesehen, die Unterwasserbuhnen unter Anlehnung an die Borkumer und Norderneyer Ausführungen aus einer 1 m starken Sinkstückunterlage, die mit schweren Schüttsteinen belastet ist, auszubilden. Der obere 1 m starke Steinkörper wird von schweren Basaltsteinen gebildet. Die Kronenbreite beträgt durchgehend 3 m, die seitlichen Böschungen sind 1 : 3 und der Buhnenkopf 1 : 5 geneigt — vgl. Abb. 8 —. Die Unterwasserbuhnen beginnen, wie aus Abbildung 6 ersichtlich ist, an den Köpfen der jetzigen Spundwandbuhnen in Höhe von MThw — 0,50 m und reichen bei einer Längsneigung von 1 : 100 bis etwa zur 6 m-Tiefenlinie.

Die Frage der Notwendigkeit dieser gewaltigen und kostspieligen Querbauten sowie ferner ihre zweckmäßigste Lage, Länge und bauliche Ausgestaltung soll, wie auf Seite 11 ausgeführt, endgültig nach Auswertung der durch die Forschungsabteilung des Marschenbauamts Husum vorgelegten Untersuchungsergebnisse entschieden werden.

Darstellung einer Unterwasserbühne.

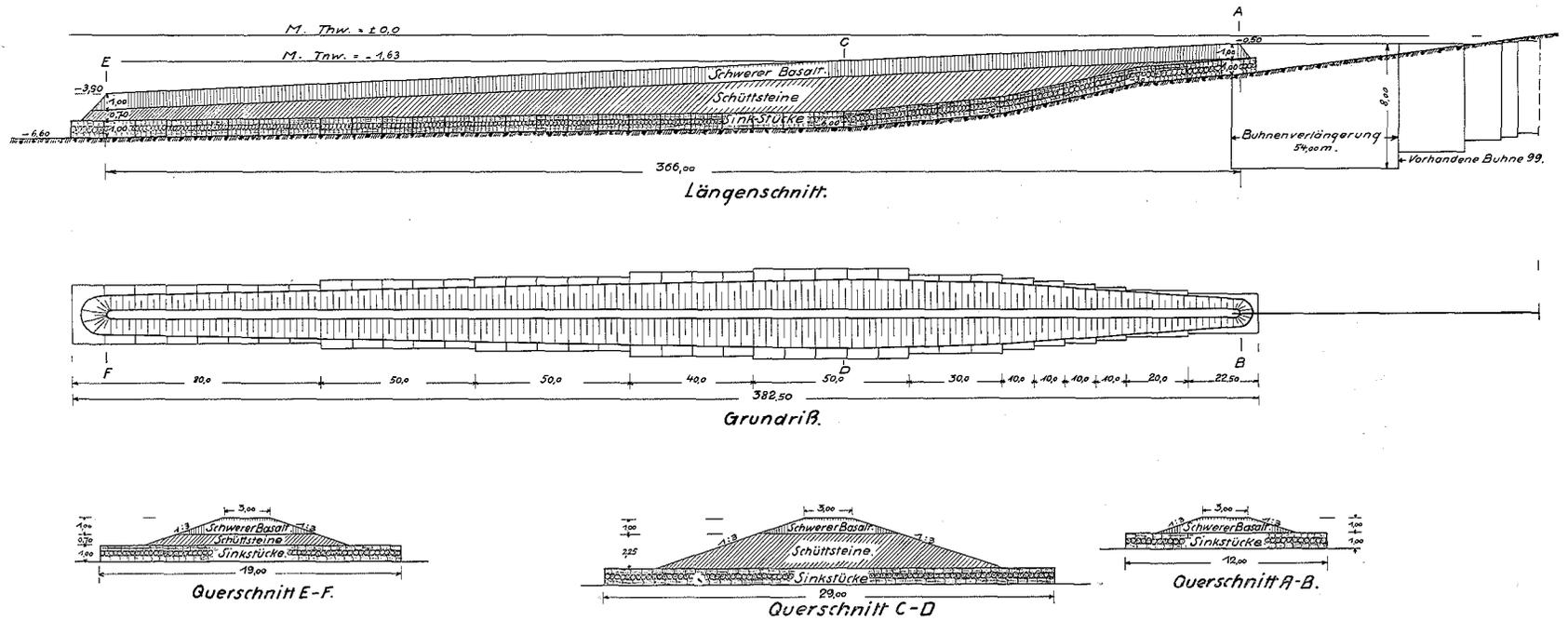


Abb. 8. Längs- und Querprofile durch die vorgesehenen Unterwasserbühnen.

Auf Grund eingehender Kostenberechnungen ergaben sich für die einzelnen Längswerkarten einschließlich der Unterwasserbuhnen folgende Baukosten:

- | | |
|--|------------------|
| 1. Eiserne Spundwand (Abb. 7c) | 8 000 000,— RM. |
| 2. Uferdeckwerk (Abb. 7a) | 8 500 000,— RM. |
| 3. Betonmauer (Abb. 7b) | 10 000 000,— RM. |

Von diesen Summen entfallen rund 2 000 000 RM. auf den Bau der Unterwasserbuhnen, der Rest nach Abzug von 16 bis 18 v. H. für die Einrichtung der Baustelle, Bauleitung, Beseitigung von Sturmflutschäden während der Bauzeit und insgesamt auf die Herstellung der Längswerke, deren Kosten nachstehend zum besseren Vergleich für 1 lfdm. errechnet sind:

- | | |
|--------------------------------|-------------|
| 1. Eiserne Spundwand | 1 620,— RM. |
| 2. Uferdeckwerk | 1 745,— RM. |
| 3. Betonmauer | 2 140,— RM. |

Das Kostenverhältnis beträgt also 1 : 1,08 : 1,32.

Für die Wahl der zweckmäßigsten Längswerkbauweise war nicht allein die Kostenhöhe entscheidend, sondern den Ausschlag gaben die folgenden grundlegenden Vorzüge des Uferdeckwerks.

Langjährige Erfahrungen an der Strandschutzmauer vor Westerland haben gezeigt, daß die gegen eine senkrechte Wand anlaufenden Brandungswellen beim Anprallen große Kräfte entwickeln, sich beim Zurückfluten nach unten noch erheblich verstärken und besonders die für die Standsicherheit einer solchen Mauer entscheidende Fußsicherung stark angreifen und beschädigen und Vorstrandvertiefungen von 2 m und mehr zur Folge haben können (vgl. Abb. 9, 10 und 11 von der Strandmauer vor Westerland). Eine senkrechte Strandschutzmauer erfordert daher beträchtliche laufende Unterhaltungskosten. Andererseits wurde aber auch festgestellt, daß starker Seegang bei einer 1 : 1,5 geneigten Steindecke auf Hallig Hooge noch über einen auf MThw + 2,25 m liegenden Sommerdeich hinwegschlug und die Innenböschung stark beschädigte, sich nach Aenderung der Böschungsneigung in 1 : 3 aber auf der Böschung totlief. Bei einem Uferdeckwerk mit ausreichend flacher Böschungsneigung wird die anrollende Brandung also zu allmählichem, unschädlichem Auslaufen gezwungen (Abb. 15). Das wird noch besonders durch die bekannte große Schluckfähigkeit des Basaltplasters infolge seiner zahlreichen Fugen gefördert.

Wie auf Seite 11 erwähnt ist, wurde in einem Sonderentwurf noch eine Zurückverlegung der Hauptverteidigungslinie von der Ellenbogenküste auf eine im Wattenmeer des Königshafens neu zu errichtende Verteidigungsstellung erwogen. Vorgeschlagen wurde die im Lageplan Abbildung 6 ange deutete Durchdämmung des Königshafens, in dessen flachen Westteil. Die Befestigung des Dammes ist die gleiche wie beim Uferdeckwerk.

Wegen der zu erwartenden geringeren Angriffe auf der Ostseite eines solchen Dammes konnte seine Binnenböschung steiler gewählt werden und



Abb. 9. Anprall der Wellen bei Sturmflut gegen die Strandmauer vor Westerland.

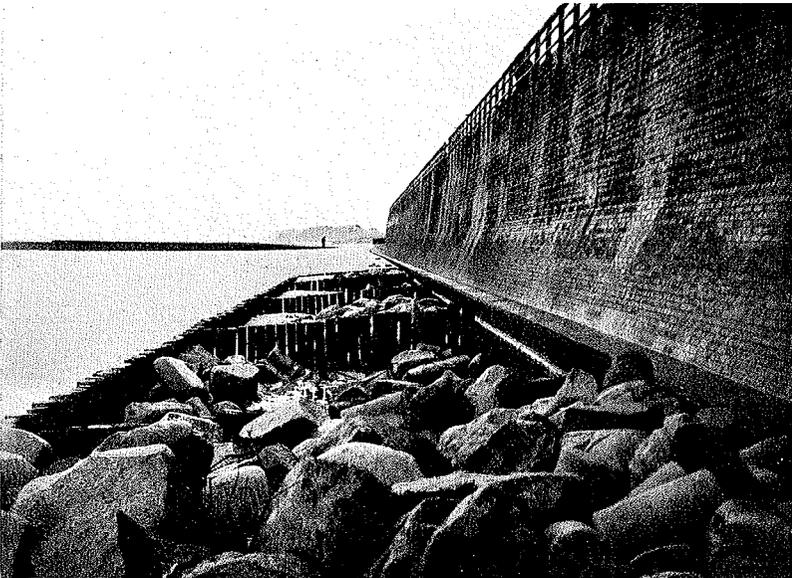


Abb. 10. Durch Sturmflut beschädigte Fußsicherung der Strandmauer vor Westerland.

eine leichtere Befestigung erhalten als die nach Abbruch der Ellenbogenwurzel der freien See zugewandte westliche Böschung. Eine vollständige Abpflasterung des Dammkörpers war erforderlich, weil der Damm quer zur Brandung liegen würde und bei hohen Sturmfluten überströmt werden könnte. Die Kosten des rund 1800 m langen Dammes wurden zu 6 250 000 RM. ermittelt. Ein Vergleich mit dem auf 8 500 000 RM. veranschlagten Uferdeckwerk ist nicht ohne weiteres möglich, weil in den Baukosten für den Damm nicht der Bau von Unterwasserbuhnen enthalten ist.

Gegen einen solchen Vorschlag sprechen folgende Gründe:

1. Mit fortschreitendem Abbruch der vorgelagerten Randdünen müßte der Damm auf der Westseite einen besonderen Schutz durch Buhnen erhalten; dadurch würden sich seine Kosten etwa auf die gleiche Bausumme wie die des Deckwerkes erhöhen.

2. Ferner wäre die südliche Dammwurzel gegen Hinterspülen durch einen Uferschutz in südwestlicher Richtung bis zum Anschluß an den Inselweststrand zu sichern. Die Kosten hierfür würden sehr hoch sein.

3. Nach dem Verlust der Ellenbogenwurzel würde der Dammkopf im Norden ohne zusätzliche Schutzbauten kaum zu halten sein. Man müßte damit rechnen, daß der Damm später bis über die Einschnürungsstelle an der Nordseite des Ellenbogens hinaus nach Osten verlängert werden muß, um den erwünschten Schutz für List zu erreichen.

4. Schließlich würden im Falle der Durchdämmung des Königshafens unter Aufgabe des Ellenbogens selbst das Leuchtfeuer List-West, die Bahnlinie List—List-West und eine Reihe sonstiger Anlagen preisgegeben.

Auf Grund dieser Erwägungen wurde das im Hauptentwurf untersuchte Uferdeckwerk als günstigstes Längswerk für die Sicherung des Ellenbogens von Sylt vorgeschlagen und vom Reichsernährungsministerium im Herbst 1937 zur Ausführung genehmigt. Die Wahl eines geböschten Dünenschutzwertes derartigen Umfanges stellt eine grundsätzliche Abkehr von der auf den Inseln Amrum und Sylt bisher ausschließlich vorherrschenden Bauweise der senkrechten Strandmauer dar.

III. Bauausführung

Wegen der außerordentlichen Dringlichkeit der Sicherungsarbeiten sah der Entwurf eine Gesamtbauzeit von nur drei Jahren vor, die wie folgt aufgeteilt war:

1. Baujahr: Einrichten der Baustelle und teilweise Anlieferung der Baustoffe für das Uferdeckwerk.
2. Baujahr: Bau des Uferdeckwerks einschließlich Liefern der restlichen Baustoffe, Beginn der Baustofflieferungen für die Unterwasserbuhnen.
3. Baujahr: Liefern der letzten Baustoffe und Bau der Unterwasserbuhnen.



Abb. 11. Bei Sturmflut erfolgte Vertiefung des Strandes vor der Fußsicherung der Westerländer Strandmauer.

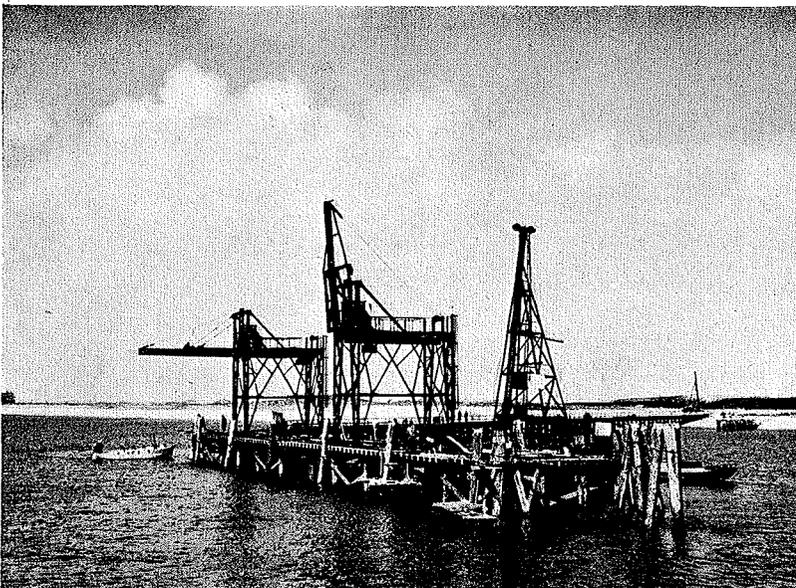


Abb. 12. Löschbrücke am Ostellenbogen mit Verladekränen kurz vor der Fertigstellung.



Abb. 13. Querschnitt der Böschungsbefestigung
(40 cm Basaltsäulen, 30 cm Schotter und Splitt, 40 cm Klei).



Abb. 14. Blick von der Randdüne auf die Deckwerksbaugrube.



Abb. 15. Auslaufen von Brandungswellen auf der Deckwerksböschung.



Abb. 16. Sturmflut bricht in die Baugrube ein.

Schwierigkeiten bei der Beschaffung der Baustoffe, Mangel an Arbeitskräften und mehrere Sommer-Sturmfluten des Jahres 1938 hatten jedoch erhebliche Verzögerungen im Baufortschritt zur Folge. Soweit bisher zu übersehen ist, wird sich die Bauzeit dadurch auf vier bis fünf Jahre ausdehnen.

Den schwierigsten Teil des Bauvorhabens, für das sofort nach Bereitstellung der Geldmittel Anfang Oktober 1937 die vorbereitenden Arbeiten eingeleitet wurden, bildete die Frage der Heranschaffung der gewaltigen Baustoffmengen. Für das Uferdeckwerk allein sind erforderlich:

- 120 000 t Basaltsäulen,
- 70 000 t Splitt und Schotter,
- 4 000 t Spundwandisen,
- 3 000 t Zement und Traß,
- 30 000 m³ Kleiboden.

Da für die Anlieferung dieser Massen wegen der hohen Bahnfrachten und der nicht ausreichenden Leistungsfähigkeit der Inselbahn nur der Wasserweg in Betracht kam, wurde in den Monaten Februar—April 1938 an der geschützt gelegenen Südspitze des Ellenbogens eine 260 m lange, hölzerne Löschrücke errichtet (vgl. Lageplan Abb. 1).

Dem täglichen Umschlag von 400 t Baustoffen und der Größe der Lieferfahrzeuge entsprechend, mußte die Brücke eine kräftige Ausführung erhalten und vor dem Anlieger noch eine Wassertiefe von 5 m bei MThw besitzen. Die Baustoffe werden mit Hilfe von zwei fahrbaren Auslegerkränen mit Demag-Zügen entladen und von der Brücke unmittelbar auf einem 4,5 km langen, verwaltungseigenen, im Frühjahr 1938 verlegten Fördergleis zu den verschiedenen Lagerplätzen am Westellenbogen abgefahren. Einzelheiten der Löschrücke und deren Ausrüstung zeigt die Abbildung 12.

Mit den Baustofflieferungen wurde Anfang Mai 1938 begonnen. Sie wurden mit Ausnahme kurzer Unterbrechungen infolge Beschädigung der Brücke planmäßig mit zwei Seedampfern von je 1150 t wöchentlich durchgeführt. So konnten bis jetzt rund 100 000 t Steinbaustoffe zum Ellenbogen geschafft werden. Der Bau einer starken leistungsfähigen Brücke und die Wahl größerer Seedampfer, die fast unabhängig von der Witterung nahezu fahrplanmäßig von Rotterdam eintreffen, wohin die Steine vom Mittelrhein in Rheinkähnen gebracht werden, haben sich gut bewährt.

Zu den vorbereitenden Arbeiten gehörten ferner der Bau einer Büro- und Unterkunftsbaracke für die örtliche Bauleitung in der Nähe des Leuchtfuers List-West. In neuerer Zeit wurde diese Baracke noch durch den Anbau von zwei Werkwohnungen erheblich vergrößert.

Auch seitens der Unternehmer mußten für die Unterbringung der Arbeitskräfte sowohl in List-West als auch am Ostellenbogen Unterkunftsgebäude in größerer Zahl errichtet werden, da durchschnittlich ständig etwa 200 Mann beschäftigt werden.

Zu den vorbereitenden Arbeiten gehörte auch das Anfahren von 30 000 m³ Kleiboden für die Dichtungsschicht des Deckwerkes von dem in rund 6 km Entfernung liegenden Vorland nordwestlich von List. Diese Maßnahme wurde gleichzeitig mit den Brücken- und Baustoffgleisarbeiten durchgeführt. Erst nach diesen Vorarbeiten wurde im Frühjahr 1938 der eigentliche Deckwerksbau auf der am meisten gefährdeten Nordwestspitze des Ellenbogens begonnen.

Der Baufortschritt wurde, wie bereits erwähnt, infolge Arbeitskräftemangel und mehrerer Sturmfluten mit Wasserständen bis etwa 2,70 m über MThw, durch welche die Baugruben der Fußsicherung mehrfach versandeten und beträchtliche Grubenschäden entstanden, wesentlich beeinträchtigt (Abb. 16).

Bis zum Herbst 1939 konnte trotzdem die Wurzel des Ellenbogens auf 1500 m Länge endgültig gesichert werden. Der zweite gleichgroße Bauabschnitt ist im Frühjahr 1940 in Ausführung genommen worden.

Einzelheiten der Bauausführung des Uferdeckwerkes sind aus den Abbildungen 13 und 14 ersichtlich. Die Abbildung 15 zeigt einwandfrei, daß Basaltpflaster infolge seiner vielen Fugen eine große Schluckfähigkeit besitzt und dadurch das Auslaufen der Brandungswellen auf der Böschung sehr begünstigt.

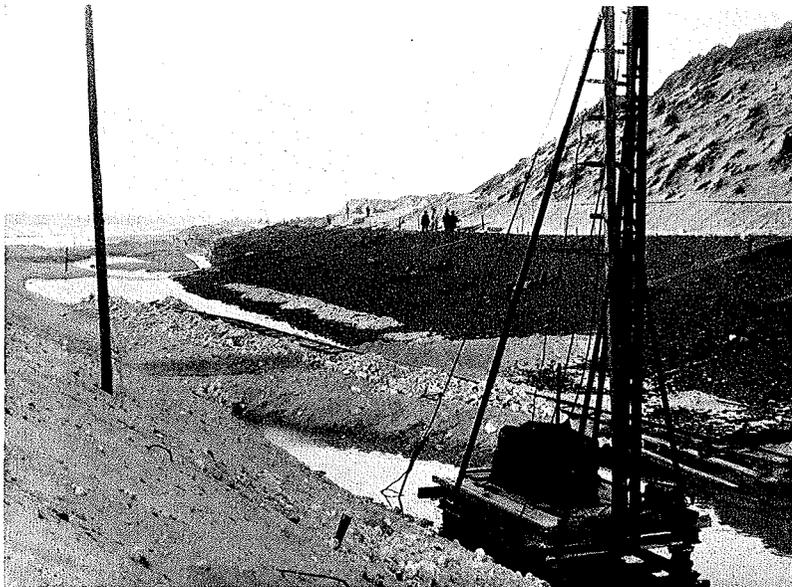


Abb. 17. Blick auf das unbeschädigte Böschungspflaster nach einer Sturmflut.

Die Abbildungen 15 bis 17 zeigen die Baugrube beziehungsweise das Böschungspflaster während und nach einer Sturmflut. Die Richtigkeit der Wahl eines Uferdeckwerkes und seine Ueberlegenheit gegenüber der bisher vorherrschenden senkrechten Strandmauer sind durch die eingehenden Beobachtungen bei Sturmfluten in vollem Maße bestätigt worden.