

Abteilung II **Seehäfen und Seeschiffsstraßen**

(für gewerbliche, Fischerei- und Freizeitschifffahrt)

Thema 3

Bauarbeiten an sandigen Küsten

Jüngste Entwicklungen und Erfahrungen auf dem Gebiet der Konzeption und Anwendung von Verfahren und Ausrüstungen für die Anreicherung von Stränden, einschließlich spezieller Maßnahmen auf beiden Seiten von Hafeneinfahrten, wie zum Beispiel Überleitungen (bypassing). Hierbei sollte folgenden Punkten besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden:

- auf Wahrscheinlichkeitsberechnungen beruhende Planungsverfahren;
- Risikoanalyse für die Durchführung;
- Messungen und Untersuchungen vor, während und nach der Durchführung;
- Bewertung ausgeführter Arbeiten (einschließlich Ausrüstung) im Verhältnis zur Bauplanung;
- Bewertung des Verhaltens durchgeführter Anreicherungen im Verhältnis zur Planung.

Küstenabschnitte haben oder erlangen Bedeutung für

- Abwehr seewärtiger Gefahren, einschließlich des Schutzes gegen Sturmfluten und Orkane;
- Erholungs- und Wohngebiete;
- Natur- und Landschaftsschutzgebiete;
- Umweltaspekte allgemeiner Art.

Thema des Berichts

Sicherung des seewärtigen Inselsockels von Wangerooge durch flächenhafte Strandaufspülungen

Berichtersteller

Bauoberrat D. Mürdel, Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nordwest, Aurich

Inhalt

| | |
|---|-----|
| 1. Situationsdarstellungen..... | 124 |
| 2. Flächenhafte Strandaufspülung als Mittel des Insel-schutzes..... | 124 |
| 3. Bewertung..... | 125 |

Zusammenfassung

Anhand des Beispiels Wangerooge wurde auf die Bewährung einer flächenhaften Strandaufspülung als seeseitige Kustenschutzmanahme eingegangen. Besprochen werden eine Strandaufspülung von 1976 mit 350.000 m³ und eine von 1983 mit 700.000 m³ Auffullmenge. Die begleitenden Messungen werden erläutert.

Es wird darauf hingewiesen, daß die vergleichbaren Erosionsraten pro Zeiteinheit sehr unterschiedlich sein können.

Sicherung des seeseitigen Inselsockels von Wangerooge durch flächenhafte Strandaufspülungen.

1. Situationsdarstellungen

Wangerooge ist die östlichste der Ostfriesischen Inseln. Sie wurde in den vergangenen Jahrzehnten infolge Brandungs- und Stromungseinflussen stark umgestaltet und verlagerte sich insgesamt in südöstlicher Richtung, wobei sich der Westkopf der Insel seit dem 17. Jahrhundert um ca. 2 km nach Osten verschob. Bereits frühzeitig versuchte man, den Vorstrandabbau durch Buhnenbaumanahmen zu begegnen. Mit dem Rückgang des Vorstrandes folgte der Bau von Ufermauern und Deckwerken, letztere insbesondere in der Zeit nach 1962.

So wird heute die 8,5 km lange Insel von 23 Buhnen mit 7,4 km Gesamtlänge und von 5,2 km Deckwerken und Ufermauern gegen den seeseitigen Meeresangriff geschützt. Die Investitionskosten in den seeseitigen Inselschutz belaufen sich seit 1960 auf ca. 42 Mio. DM.

2. Flächenhafte Strandaufspülung als Mittel des Inselschutzes

Die o.a. Maßnahmen konnten den weiteren Abbau des Vorstrandes zwar verzögern, aber nicht verhindern. Die Buhnenboschungen mußten immer weiter in den Vorstrand hinein verlängert werden, so daß die Buhnen immer höher aus dem Vorstrand herausragten und dementsprechend seegangsmaig belastet wurden.

Die Schäden nahmen insbesondere auch im Bereich der Ufermauern zu. Aus diesem Grunde wurde im Oktober 1976 erstmalig der Westkopf versuchsweise mit einer künstlichen Strandaufspülung versehen, indem in die Buhnenfelder zwischen den Buhnen „C“ und „U“ ca. 350.000 m³ Sand eingespült wurden. Der Sand wurde dem wattseitigen Inselbereich entnommen. Die Korngröße entsprach der des Vorstrandes ($D_{50} = 0,2$ mm). Der Sand wurde mit einer bewußt flachgehaltenen Außenböschung von ca. 1:30 so eingespült, daß sich das Strandniveau unterhalb MThw hielt, um Kliffbrandungen zu vermeiden.

Durch den dem Vorstrand vorgelagerten Strandpriel, die sog. Strandbalje, wurde entsprechend den vorherrschenden Strömungsverhältnissen der Sand überwiegend in südwestliche Richtung verfrachtet.

Während erwartungsgemäß sich die künstliche Sandauffüllung anfänglich stark abbaute, zeigte diese im Laufe der Jahre abflachende Tendenz. Sie ist jedoch seit 1982 weitgehend aufgezehrt (Bild 3). Um erneuten Schäden an den passiven Inselschutzbauwerken entgegenzuwirken, wurde 1982 beschlossen, den Vorstrand mit einer Wiederholungsaufspulung zu versehen.

Um durch eine optimale Auffüllungsmenge in den einzelnen Bühnenfeldern eine anhaltend gleichmäßige Sandverteilung zu erreichen, wurden Sandwanderungsmessungen durchgeführt. Hierfür wurden in die Wasserwechselzone des Vorstrandbereichs Sandproben eingebracht, die mit lumineszierenden Farben gekennzeichnet wurden sowie in die Strandbalje Sandproben, die mittels des radioaktiven Nuklid-Chrom 51 (Halbwertszeit 28 Tage) schwach radioaktiv angereichert waren. Ergänzt wurden die Untersuchungen durch Schwimmermessungen.

Das Ergebnis der Untersuchung zeigte, daß der sog. nasse Vorstrand-Bereich überwiegend durch nordwestlich gerichtete Wellenfronten beeinflußt wird, und sich daher der Sand der Brandungsströmung entsprechend nach Osten verlagert, während das in die Strandbalje verfrachtete Material nach Westen transportiert wird.

Strömung und Brandungsstrom wirken also entgegengesetzt, das zeigten auch die Schwimmermessungen. Dementsprechend wurde entschieden, den Schwerpunkt der Strandvorspülung in das Bühnenfeld „G“ bis „C“ zu legen, um zu erreichen, daß sich der Sand gleichzeitig nach beiden Seiten verteilt.

Aufgrund der vorliegenden Zeit-Weg-Linien wurde eine mittlere Erosionsrate von 9% pro Jahr ermittelt. Unter Berücksichtigung zwischenzeitlich aufgetretener Vorstrandverluste wurde die aufzuspülende Sandmenge mit 0,9 Mio. m³ festgelegt, damit die Strandauffüllung auch noch nach 5 Jahren eine entsprechende Schutzfunktion aufweist.

Entsprechend den Empfehlungen des Ausschusses Küstenschutzwerke der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e.V. — Strandauffüllung als Küstenschutz — wurde der Überwasserbereich flach mit einer Spülfeldhöhe von i.M 30 cm über MThw und einer Außenböschung von 1:30 entsprechend der natürlichen Spülfeldneigung festgelegt. Die MThw-Linie, z.Z. am Fuß des Deckwerks liegend, sollte 100 bis 150 m seewärts verschoben werden.

Für die Entnahme des Sandes wurden drei verschiedene Entnahmeorte vorgesehen, die sich alternativ im wattseitigen Inselbereich, am Ostrand der westlichen Nachbarinsel Spiekeroog und im seeseitigen Riffbogenbereich befanden. Hier standen geeignete Sandkorngrößen an.

Die Maßnahme wurde im Frühjahr 1983 öffentlich ausgeschrieben. Der günstigste Bieter war eine Firma, die sich für die Entnahme des Sandes aus dem Riffbogen entschied, ca. 1,3 km nördlich der Bühne „C“.

Die Arbeiten begannen Ende Juli 1983. Da die Entnahmestelle sehr seegangsexponiert war und nur eine Wassertiefe von ca. 3 m unter SKN aufwies, mußte die Firma einen leistungsfähigen Schneidkopfsauger einsetzen, um die ruhige Sommerwetterlage auszunutzen und die Arbeiten innerhalb von 5 Wochen zu beenden.

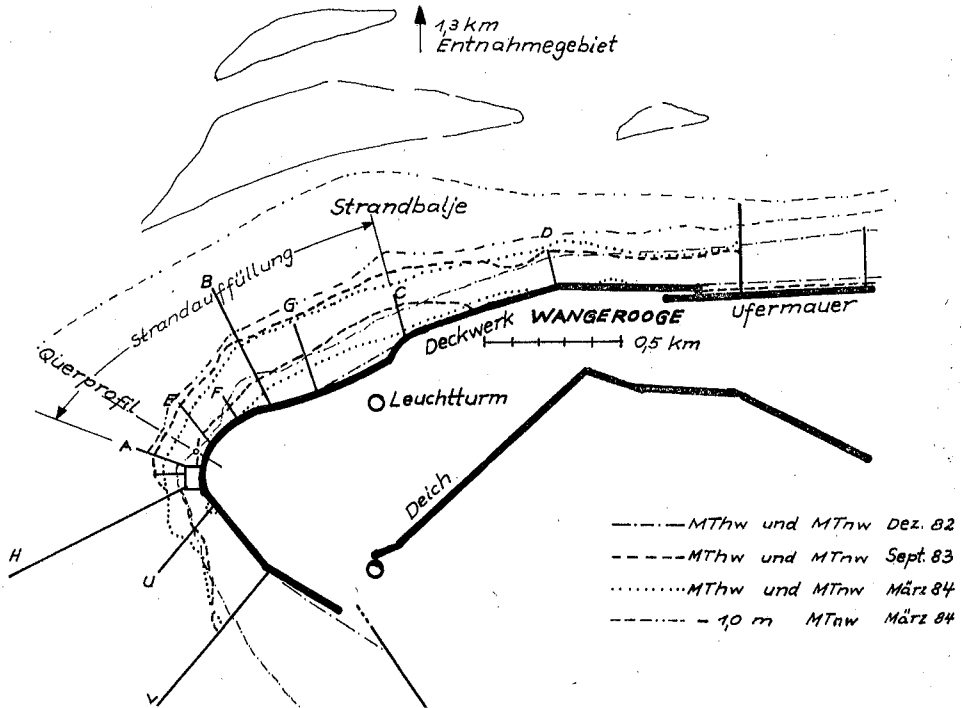
Eingesetzt wurde ein seegängiges Gerät von 7.500 kW installierter Leistung sowie einer Spülleistung von ca. 30.000 m³/ Tag. Der Sauger war über eine 250 m lange Schwimmrohrleitung an einem Übergangsponton als Übergabestation angeschlossen, der wiederum über eine Dükerleitung mit 80 cm Durchmesser mit dem Vorstrand verbunden war. Die max. Spülentfernung betrug 2,5 km.

3. Bewertung:

Die Wintermonate 1983/ 84 waren von wechselhaftem Wetter geprägt. Während der September und Oktober '83 unruhiges Wetter mit häufigen Starkwinden brachte, waren die

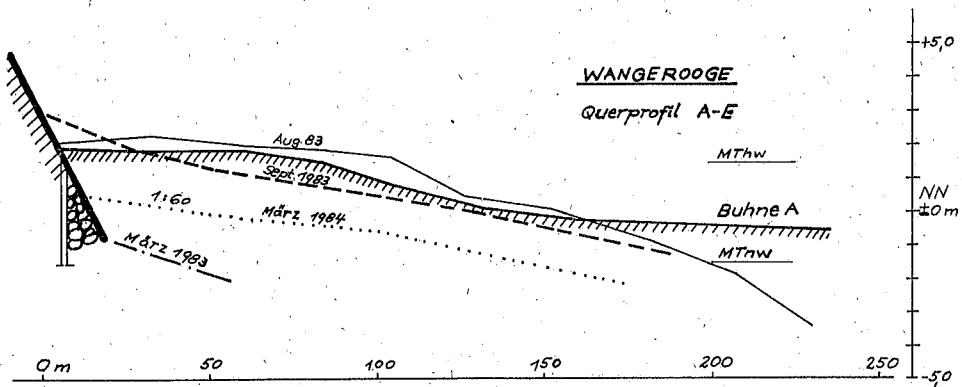
Monate November und Dezember vergleichsweise ruhig. Dafür brachte der Januar und die erste Hälfte Februar '84 vier Sturmfluten mit Wasserständen bis 1,50 m über MThw, wobei 14 x der Wasserstand höher als 0,75 m über MThw auflief. D.h., der Vorstrand wurde in einem Zeitraum von 6 Wochen 55 Stunden lang mit einem Wasserstand von 0,5 m über MThw, 18 Stunden mit einem Wasserstand von 1 m über MThw und 4 Stunden mit einem Wasserstand von 1,5 m MThw beaufschlagt. Die Sturmfluten hatten damit eine sehr hohe Verweildauer und führten zu einem sehr hohen Energieeintrag in den sog. „nassen“ Vorstrand.

Dies verursachte eine starke Verlagerung der eingespülten Sandmassen. Wie erwartet, verteilten sie sich sehr stark nach West und Ost und füllten die angrenzenden nicht aufgespülten Bühnenbereiche (siehe Bild 1).



Besonders stark waren die Veränderungen in dem stets am stärksten belasteten Bühnenfeld „A“ bis „E“, dessen Achse in Seegangshaupttrichtung Nordwest zeigt. Während sich bereits im ersten Monat die MThw-Linie um 50 m zurückverlagerte, war diese nach der Frühjahrsmessung März 1984 bereits ganz verschwunden. Die MTnw-Linie verlagerte sich in der Zeit von August 1983 bis März 1984 um 50 m zurück. Die Strandneigung verflachte sich im Spülfeld von 1:40 auf 1:60 und wandelte sich in ein sehr flaches, leicht gewölbtes Profil um (siehe Bild 2).

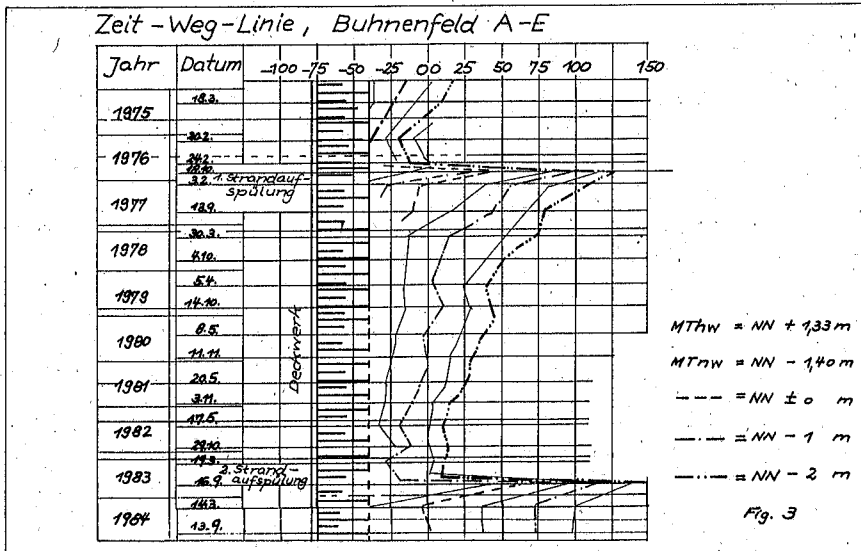
Der Sandabtrag im Bereich der MThw-Linie betrug in den Bühnenfeldern „A“ bis „F“ ca. 1 m, in den Bühnenfeldern „F“ bis „C“ ca. 0,5 m, bei einer Aufspülhöhe in diesem Bereich von 2 bis 3 m.



Die Sandverlagerung in o.g. Bühnenfeld führt zu Sandverlusten im Bereich oberhalb der MTnw-Linie bis zu 50%, zu den Randfeldern hin abnehmend. Im Mittel liegt der Abtrag zwischen den Bühnen „A“ bis „G“ bei 30%.

Diese Werte sind unerwartet hoch und betragen in etwa das 1,5fache der früheren Werte der Strandaufspülung von 1976 mit nur 350.000 m³ Aufspülmenge. Erfahrungsgemäß ist allerdings in den Sommermonaten mit einer Konsolidierung der Strandveränderungen zu rechnen, so daß die Sandverlagerungen abnehmen. Dies ist in der Tat der Fall, wie aus Fig. 3 zu ersehen ist.

Es stellt sich hier die Frage, ob bei einem sehr stark erodierten Vorstrandbereich, wie dem des Bühnenfeldes „A“ bis „E“, wo die Niedrigwasser-Linie um 150 m nach vorn geschoben wurde und sich vor der Aufspülung eine steile natürliche Strandneigung von 1:25 eingestellt hatte, eine geringere Einspülmenge auch einer geringeren Vorstrandveränderung unterworfen worden wäre, als in vorliegendem Fall beobachtet.



Die Zeit eines halben Jahres ist kurz, um eine Strandaufspülung beurteilen zu können. Festzustellen ist jedoch, daß die Strandaufspülung die Buhnen in den Sturmfluten Januar/ Februar 1984 vor größeren Schäden bewahrt hat. Die kommenden Jahre werden zeigen, ob sich die Erwartungen an die Strandauffüllung auch wieder erfüllen werden, indem die Strandauffüllung ausreichend lange zum Schutz der bestehenden Inselschutzwerke wirksam sein wird. Es deutet sich jetzt allerdings schon an, daß die Erosionsraten vergleichbarer Strandaufspülungen und damit der Zeitraum ihrer Wirksamkeit sehr unterschiedlich sein kann, entsprechend den jährlichen Verweilzeiten von Sturmflutwasserständen über der Strandaufspülung und dem entsprechenden Energieeintrag an den Vorstrand (siehe Bild 3).

Die weitere Entwicklung des Vorstrandes wird durch regelmäßige Peilungen und Vorstrandnivellements intensiv beobachtet, um für eine spätere Wiederholungsaufspülung gesicherte Entwurfsdaten zu haben. Eine abschließbare Bewertung ist einem späteren Bericht vorbehalten.