Die Küste, 1 Heft 1 (1952), 27-42

„Küstenausschuß Nord- und Ostsee"
Arbeitsgruppe Norderney

627.52

Gutachtliche Stellungnahme

zu den

Untersuchungen über die Ursachen der Abbruchserscheinungen am West- und Nordweststrand der Insel Norderney sowie zu den zum Schutze der Insel vorgeschlagenen seebautechnischen Maßnahmen

I. Veranlassung

Der Niedersächsische Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten hat mit Schreiben vom 16. März 1950 den „Küstenausschuß Nord- und Ostsee" gebeten, zu dem Abschlußbericht der Forschungsstelle Norderney über „Die Ursachen der Abbruchserscheinungen am West- und Nordweststrand der Insel Norderney und die Beurteilung der zum Schutze der Insel vorgeschlagenen seebautechnischen Maßnahmen" vom März 1950 (siehe Seite 1—20), im folgenden kurz „Bericht der Forschungsstelle" genannt, Stellung zu nehmen*).

II. Beurteilungen

1. Messungen und Beobachtungen

Die über das Gebiet von Norderney vorliegenden wissenschaftlichen Arbeiten sprechen für sich selbst und machen allen daran Beteiligten alle Ehre, und es gebührt diesen Arbeiten die größte Anerkennung. Die vorliegenden Forschungsergebnisse geben die Möglichkeit, sich ein besseres Bild als früher von dem Zustand, den Veränderungen und den wirkenden Kräften im See- und Wattengebiet von Norderney zu machen. An dieser Feststellung wird dadurch nichts geändert, daß durch die bisherigen Arbeiten noch nicht alle Vorgänge im Gebiet von Norderney restlos geklärt werden konnten. Es wird als notwendig angesehen, sie im Zusammenhang mit den sonstigen Forschungsarbeiten im Bereich der ostfriesischen Inseln fortzusetzen.

Im Bericht der Forschungsstelle sind die im Gebiet von Norderney wirkenden Kräfte im einzelnen aufgeführt. Es wird anerkannt, daß damit die wesentlichsten Einwirkungen erfaßt worden sind.

Es ist besonders darauf hinzuweisen, daß durch die Messungen und Beobachtungen des Jahres 1949 über die Gefälle- und Strömungsverhältnisse weitgehende neue Erkenntnisse gewonnen worden sind und daß dem Einfluß der wandernden Sandmassen besondere Beachtung geschenkt worden ist. Besonders zu begrüßen ist die Ausdehnung der Strombeobachtungen auf Schlechtwetterlagen, die sicher maßgeblich an den Vorgängen im Norderneyer Gebiet beteiligt sind. Die im Bericht zusammengestellten Forschungsergebnisse bedürfen aber der Ergänzung hinsichtlich der Wasser- und Sandbewegung und der mengenmäßigen Feststellung des im Jahresdurchschnitt auf der zu schützenden Strandstrecke eintretenden Sandverlustes.

---

*) Das Gutachten wurde am 24. August 1950 in Bremen unterzeichnet:
Für die Arbeitsgruppe Norderney: Ministerialrat Gaye, Professor Dr.-Ing. Hensen, Oberregierungs- und -baurat Lorenzen, Oberregierungsbaurat Dr.-Ing. Lüders, Oberbaudirektor i. R. Plate, Regierungs- und Baurat Rollmann, Oberregierungs- und -baurat i. R. Schumacher, Oberregierungsbaurat Dr.-Ing. Walther.
Für den „Küstenausschuß Nord- und Ostsee": Der Vorsitzende: Professor Dr.-Ing. Agatz; Der Leiter des Arbeitsausschusses: Ministerialrat Gaye.

Die Küste, 1 Heft 1 (1952), 27-42

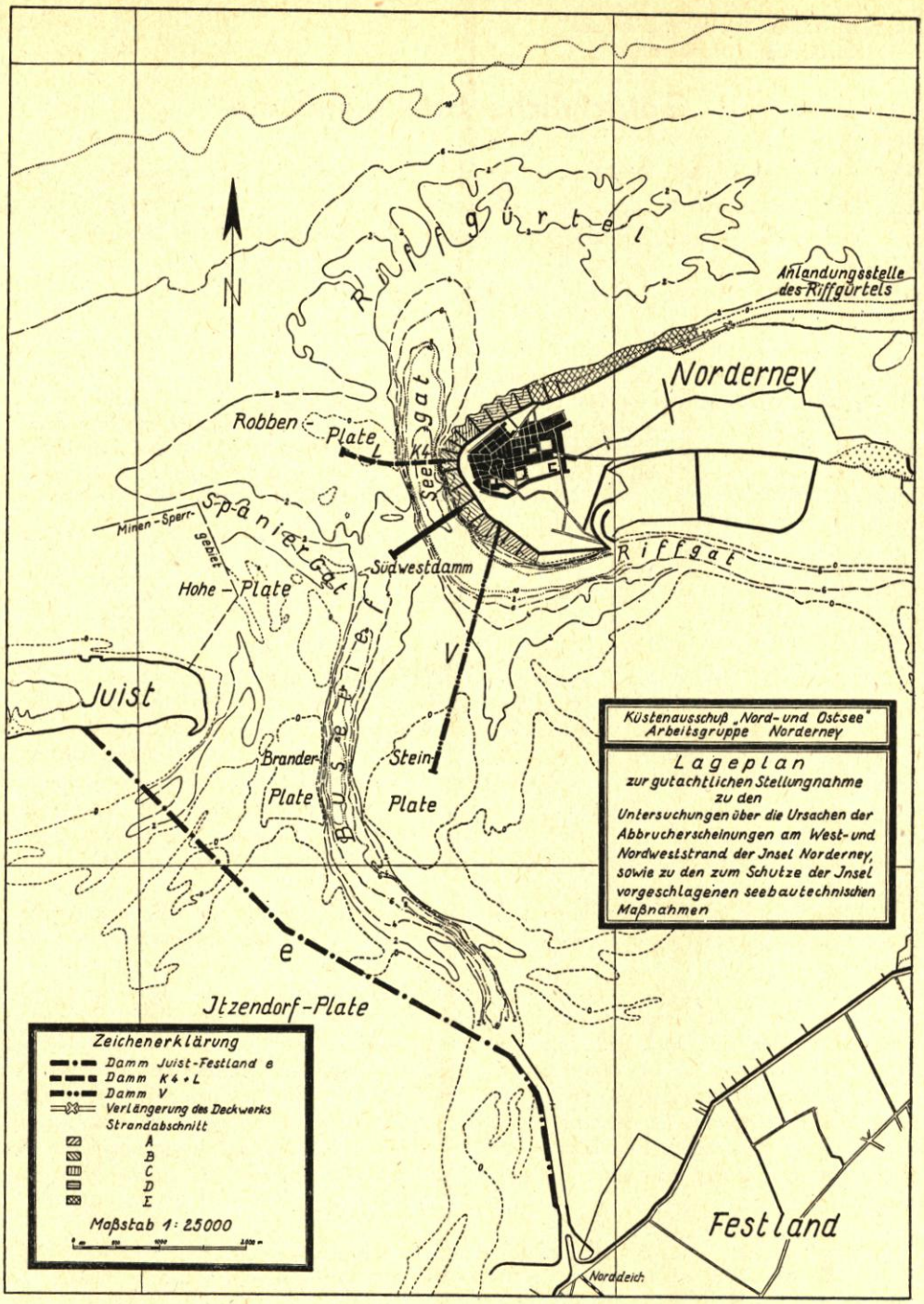

Abb. 1.

Die Küste, 1 Heft 1 (1952), 27-42

2. Modellversuche

Die früher (1939 und 1940) von der ehemaligen Preußischen Versuchsanstalt für Wasser-, Erd- und Schiffbau in Berlin durchgeführten Modellversuche bilden auch heute noch eine wichtige Grundlage für die Beurteilung der Strömungsverhältnisse im Seegebiet von Norderney und für die Möglichkeit, diese durch technische Maßnahmen zu beeinflussen. Dabei darf man aber nicht aus dem Auge verlieren, daß sich in diesem Modell nicht alle Kräfte wiedergeben ließen, die tatsächlich in einem solchen Gebiet wirken. Schon die sehr verwickelten Tidevorgänge im Bereich von Norderney ließen sich im Modell selbst für ruhige Wetterlagen nicht völlig naturgetreu wiedergeben, noch viel weniger war dies für Schlechtwetterverhältnisse der Fall, bei denen Windvertriftung des Wassers und Brandung eine große Rolle spielen. Auch die Veränderungen der Platen, Riffe und Rinnen unter der in der Natur stark wechselnden Wirkung der Kräfte ließen sich nicht mit Sicherheit naturgetreu erreichen. Dies muß beachtet werden, wenn aus den Ergebnissen der Modellversuche Schlußfolgerungen für die Übertragung auf die Wirklichkeit gezogen werden sollen.

3. Vorgeschlagene Maßnahmen

Bei der Fülle der Vorschläge, die im Laufe der Zeit für den Schutz Norderneys gemacht worden sind, würde es zu weit führen, wenn auf alle dabei in Erwägung gezogenen Maßnahmen eingegangen werden sollte. Deshalb wird nur zu denjenigen Maßnahmen Stellung genommen, die nach Auffassung der Arbeitsgruppe als wesentlich anzusehen sind.

a) Ausbaggerung des Spanier Gats

Der Gedanke liegt nahe und ist auch mehrfach vertreten worden, durch Öffnung des Spanier Gats einen Ersatz für die Seegatrinne zu schaffen und dadurch den Stromangriff auf die Westseite Norderneys zu beseitigen und die Anlandungsstelle des Riffgürtels weit nach Westen an den Nordweststrand der Insel zu verlegen. Nicht nur die Gestaltung der großen Mündungen der Ems, Jade und Elbe, sondern auch die nach Nordwesten gerichtete Mündung der Osterems zeigen, daß unter Umständen der Verlauf der natürlichen Stromrinnen durchaus so gerichtet sein kann, daß ein Stromangriff auf die Westseite benachbarter Inseln nicht naturbedingt ist. Die Strömung der Osterems greift jedenfalls zur Zeit nicht das Westende von Juist oder die Westseite des Memmert an. Hier begünstigt offenbar die starke Staffelung der Inseln Borkum und Juist zusammen mit dem großen ostwärts liegenden Wattengebiet den nach Westen und Nordwesten gerichteten Verlauf der Stromrinnen.

Die Staffelung zwischen den Inseln Juist und Norderney müßte an sich ebenfalls einen westöstlichen Verlauf der Mündungsrinnen begünstigen, wenn die Strömung selbst das Bestreben haben würde, diese Richtung zu bevorzugen.

In dem Bericht der Forschungsstelle und in früheren Arbeiten ist eingehend nachgewiesen worden, warum die Strömung im Norderneyer Seegat andere Wege geht. Hier möge nur auf das Übergewicht des Busetiefs gegenüber dem Riffgat, auf die Windvertriftung des Wassers hinter der Insel Juist und nördlich der Inseln sowie auf die durch Brandung und Strömung von Westen nach Osten bewegten Sandmassen (den „Sanddruck") hingewiesen werden.

Durch eine Ausbaggerung des Spanier Gats allein können die natürlichen Gegebenheiten nicht so beeinflußt werden, daß daraus eine grundlegende Umgestaltung der Mündungsrinnen zu erwarten ist. Wenngleich nach den auf den Anlagen 22 und 23 des Berichtes der Forschungsstelle dargestellten Gefälleverhältnissen nicht nur bei Flut, sondern auch bei Ebbe die Strömung durch das Spanier Gat sehr begünstigt werden müßte, so ist der Forschungsstelle doch beizupflichten, daß die Wirkung des Gefälles durch den von Westen kommenden „Sanddruck", d. h. durch das Aufwerfen hoher Sandbänke durch Flutstrom und Brandung, mehr als aufgehoben wird.

Es muß schon zur Öffnung des Spanier Gats eine andere Wirkung hinzukommen, durch die die Ebbeströmung im Seegat von der Nordrichtung nach Westen abgelenkt wird, wenn eine solche Maßnahme Erfolg haben soll.

Die Ausbaggerung des Spanier Gats ist sehr schwierig, weil die Wassertiefen in ihm und

Die Küste, 1 Heft 1 (1952), 27-42

besonders auf der Barre für große Seebagger zu gering sind und in ihm eine starke Brandung steht, die das Baggern außerordentlich erschwert. Der Einsatz von selbstfahrenden Saugbaggern ist wegen zu geringer Wassertiefe von vornherein nicht angängig. Saugbagger mit starrem Saugrohr können wegen der Dünung und des Seeganges nur selten in diesem Gebiet ohne Gefahr, das Saugrohr zu brechen, arbeiten. Saugbagger mit nachschleppenden, gelenkigen Saugrohren haben einmal zu großen Tiefgang und außerdem ist von ihnen in feinem Sand keine große Leistung zu erwarten. Vielleicht mag das der holländischen Baggerfirma L. Smit u. Zoon in Kinderdeijk patentierte Saugrohr mit Mittelgelenk den Einsatz von Saugbaggern erleichtern. Mit großen Baggerleistungen wird man im Spanier Gat nicht rechnen können, und eine Beseitigung von 2 Millionen cbm Boden, wie sie von anderen Sachverständigen für die Ausbaggerung als notwendig bezeichnet worden ist, wobei weitere 2 Millionen cbm durch die verstärkte Strömung fortgespült werden sollten, wird sich nicht in einem Sommer durchführen lassen. Nach Ansicht von großen und in diesem Gebiet erfahrenen deutschen Baggerfirmen wird man mit einem Profilsauger, mit dem zunächst einmal eine für Hopperbagger ausreichende Wassertiefe auf der Barre des Spanier Gats zu schaffen ist, eine Leistung von etwa 600 000 cbm während der Bauzeit eines Jahres erreichen können, und für Hopperbagger wird nach Beseitigung der Barre mit einer möglichen Jahresleistung von rund 400 000 cbm gerechnet. Es wird daher nicht zu vermeiden sein, daß die Baggerarbeiten im Spanier Gat vor Vollendung mehrfach unterbrochen werden müssen und daß dann jeweils während des folgenden Winters der größte Teil des Baggererfolges, wenn nicht ganz, durch den von Flutstrom und Brandung von Westen herangetragenen Sand wieder zunichte wird.

Es wird daher nicht gelingen, das Spanier Gat überhaupt in dem Maße zu öffnen, wie es für eine Ablenkung der Strömung aus dem Seegat erforderlich ist, oder auch das Spanier Gat nach einer Durchbaggerung gegen die von Westen herangeführten Sandmassen offenzuhalten, wenn nicht gleichzeitig durch andere Maßnahmen eine Änderung der Strömungsrichtung erzwungen wird.

Von einer Ausbaggerung des Spanier Gats allein ist daher keine Hilfe für Norderney zu erwarten.

b) Der Damm K 4

Nach den Ergebnissen von Modellversuchen ist früher von der zuständigen Bauverwaltung der Damm „K 4", d. h. die Abriegelung des Seegats, vom Westrand Norderneys zwischen den Buhnen B und C ausgehend, mit Anschluß an die Robbenplate bei gleichzeitiger Schaffung eines neuen nach Nordwesten gerichteten Ausganges, als geeignete Maßnahme zum Schutze der Insel Norderney und zur Wiedergewinnung des Strandes angesehen werden.

Nach den neuen Untersuchungen der Forschungsstelle ist dieser Plan von der Verwaltung aufgegeben worden, weil von ihm nur eine unzureichende Wirkung erwartet wird, d. h. nur eine unwesentliche Verschiebung der Anlandungsstelle der Riffe am Nordstrand nach Westen und eine beschränkte Abdrängung des Seegats von der Westseite der Insel.

Eine Abriegelung des Seegats zwischen dem Weststrand Norderneys und der Robbenplate durch einen Damm, womöglich noch durch ein anschließendes Leitwerk auf dieser Plate, hat zur Voraussetzung, daß es möglich ist, auf der Robbenplate einen festen Ansatzpunkt für die Bauwerke zu erhalten. Bei der schweren Brandung, die auf dieser Plate steht, bei der starken Strömung, die bei erster Flut über sie hinwegsetzt (nach Angabe der Forschungsstelle bis zu 4 m/sec!), und bei dem leicht beweglichen Untergrund ist es ausgeschlossen, hier mit wirtschaftlich vertretbaren Mitteln ein Strombauwerk irgendwelcher Art herzustellen. Die Erfahrungen haben gezeigt, daß hier geworfene Sinkstücke in kurzer Zeit zerstört werden.

Nach den vorgelegten Bohrergebnissen besteht die Robbenplate bis rund 10 m unter Tnw aus vertriftetem, feinen Sand, darunter bis — 12,5 m aus Schlick. Der Geschiebemergel steht erst in 14 m Tiefe an. Die leichte Beweglichkeit des Sandes ist noch durch ein besonderes Ereignis deutlich geworden, als im Winter 1949/50 ein im Schluchter gesunkener Seeschlepper bei Stürmen zweimal quer durch die Plate getrieben wurde. Deutlicher kann nicht vor Augen

Die Küste, 1 Heft 1 (1952), 27-42

geführt werden, daß jeder Versuch, auf der Robbenplate mit einem Strombauwerk festen Fuß fassen zu wollen, von vornherein zum Scheitern verurteilt ist.

Man kann daher mit einem vom Westende Norderneys ausgehenden Damm keine Abriegelung des Seegats erreichen. Ein solcher Damm kann nur die Wirkung einer weit vorgestreckten Buhne haben und würde das Seegat an seinem Kopf vor sich herschieben.

Die im Zusammenhang mit diesem Damm vorgesehene Ausbaggerung einer 2,5 km langen und 12 m tiefen künstlichen Rinne, die in Südost-Nordwestrichtung von der tiefen Seegatrinne ausgehen und am westlichen Ende des Schluchters mit 4 m Wassertiefe auslaufen soll, findet keine natürliche Rinne vor, verläuft vielmehr quer durch die Robbenplate. Sie ist noch schwieriger auszuführen als die Ausbaggerung des Spanier Gats und wird noch größere Baggermengen erfordern. Eine solche künstliche Rinne würde zu keiner weiteren Verlegung des Seegats führen, als sie schon durch den Vorbau des Dammes K 4 als Buhne erzwungen würde.

Durch ein solches Abdrängen des Seegats vom Westen Norderneys wird beiderseits des Dammes auf beschränkter Strecke zweifellos eine Verminderung des Stromangriffes auf die Insel erreicht. Eine nennenswerte Einwirkung auf eine Sandzuführung zum Strande kann daraus aber nicht erwartet werden, weil eine wesentliche Verschiebung der Anlandestelle des Riffgürtels nach Westen durch eine solche Verlagerung des Seegats nicht hervorgerufen werden kann.

Auch bei einer zusätzlichen Ausbaggerung des Spanier Gats ist vom Damm K 4 keine solche ablenkende Wirkung auf die Strömung zu erwarten, daß dadurch eine grundlegende Veränderung in den Stromrinnen zwischen Juist und Norderney erreicht werden wird. Dazu liegt der Damm allein schon zu weit nördlich von dem Treffpunkt des Busetiefs und des Riffgats. Überdies lassen seine Richtung und Länge keine ausreichende Ablenkung der Strömung erwarten, weil er nur als Buhne wirken kann.

Vom Vorstrecken eines Dammes von der Westspitze Norderneys nach Westen, d. h. vom Damm K 4, ist daher auch im Zusammenhang mit einer Ausbaggerung des Spanier Gats oder einer anderen neuen Rinne keine durchgreifende Besserung für Norderney zu erwarten, mit Ausnahme eines besseren Schutzes des Westendes der Insel beiderseits des Dammes.

c) Der Damm Festland—Juist (Damm „e")

Die Forschungsstelle kommt in ihrem Bericht zu dem Vorschlag, östlich der Wasserscheide des Juister Watts einen Damm vom Festland aus der Gegend von Norddeich zum Ostende der Insel Juist (Damm „e" der Anlage 51 des Berichtes der Forschungsstelle) zu bauen, um dadurch vor allem die Triftströmung bei westlichen Winden hinter der Insel Juist abzuschneiden und dadurch die Wasserführung des Norderneyer Seegats zu vermindern. Ferner soll auf diese Weise das westliche Watteneinzugsgebiet im Verhältnis zum östlichen verkleinert werden. Die Forschungsstelle ist sich dabei darüber klar, daß durch einen solchen Damm nicht nur die Wattschiffahrt hinter Juist unterbrochen werden würde, sondern daß ebenfalls eine von der Tide unabhängige Schiffsverbindung von Norddeich nach Norderney infolge einer Verflachung des Fahrwassers nicht mehr aufrechterhalten werden könnte. Als Folgemaßnahme wird ein weiterer Damm vom Festland zum Ostende von Norderney (Damm „f") sowie eine Durchbauung des Riffgats vom Südstrand Norderneys aus (Damm „v") zwecks Ablenkung des Stromes vom Westende der Insel vorgeschlagen. Mit weiteren Ergänzungsmaßnahmen berechnet die Forschungsstelle den Kostenbetrag im ganzen auf 93 Millionen DM.

Ganz abgesehen davon, daß die Durchführung eines solchen Planes außerhalb des wirtschaftlich Möglichen liegen würde, kann der Nachweis für die von ihm erhoffte Wirkung nach den vorliegenden Unterlagen nicht als erbracht angesehen werden. Die wesentlichen Grundlagen für den Plan eines Dammes Festland—Juist, nämlich die Größe der Triftwassermengen und ihr Einfluß auf die Insel Norderney, sind bisher nicht geklärt.

Der Damm Festland—Juist ist von den erörterten Maßnahmen wahrscheinlich die einzige,

durch die die Größe der bewegten Wassermengen in erheblichem Maße beeinflußt werden könnte. Eine Schwächung oder Unterbindung des Triftstromes hinter der Insel Juist würde das Norderneyer Seegat bei Westwindlagen entlasten. Ferner würde bei Herstellung eines Dammes zwischen Festland und Juist östlich der Wattwasserscheide eine günstige Wirkung auf die nach Westen gerichtete Stromkraft des Riffgats ausgeübt werden. Von einem solchen Bauwerk ist aber in gewissem Maße ein weiteres Vorwandern der Insel Juist nach Osten und eine Einengung der Lücke zwischen Juist und Norderney von Westen her zu erwarten. Der nördlich von Juist auf die Staffellücke wirkende „Sanddruck" wird wahrscheinlich auch nach Verringerung der aus dem Norderneyer Seegat austretenden Wassermenge die tiefe Stromrinne gegen das Westende Norderneys drücken. Dadurch würde ein großer Teil der mit dem Damm beabsichtigten und wahrscheinlich zunächst auch erreichbaren Entlastung des Seegats wieder in Frage gestellt werden. Es ist daher auch nicht sicher, daß der Stromangriff auf die Westseite der Insel auf die Dauer nennenswert geschwächt und eine selbsttätige Wiederherstellung des Strandes erreicht werden kann. Von der Verringerung der Wasserführung des Seegats wird man vielleicht erwarten können, daß dann der Riffgürtel nicht mehr so weit wie jetzt nach Norden gestoßen wird. Die dadurch mögliche Südwärtsverlagerung der Riffe wird aber kaum ein solches Ausmaß haben, daß die Anlandestelle wesentlich nach Westen verschoben wird.

Mit einem solchen Damm wird eine vollkommene Umgestaltung der natürlichen Verhältnisse hervorgerufen werden, die als Gewaltmaßnahme sehr große Gefahren in sich birgt und deren Folgen von vornherein, auch bei noch so gründlicher Vorarbeit, mit Sicherheit nicht vorauszusagen sind. Außerdem wird der Bau eines etwa 10 km langen Dammes mit der vorgeschlagenen Lage ostwärts der natürlichen Wasserscheide große Schwierigkeiten bereiten, sein Bau wird lange Zeit erfordern, und seine Auswirkungen auf die Westseite von Norderney werden sich erst geraume Zeit nach seiner Fertigstellung, wenn überhaupt, bemerkbar machen. Selbst wenn die Triftwassermengen hinter Juist und ihre Wirkung auf Norderney wesentlich größer sein sollten, als die Arbeitsgruppe sie annimmt, ist das Wagnis eines Dammbaues, der allein 36 Millionen DM kostet, mit den teuren Folgemaßnahmen nicht zu vertreten.

Der schwer übersehbare Windstau westlich des Dammes und seine Folgen für den Südrand der Insel Juist und die Festlandsdeiche, die Unterbrechung der Wattschiffahrt hinter der Insel Juist, die Erschwerung des Schiffsverkehrs zwischen Norddeich und Norderney sowie die hohen Kosten verbieten allein schon eine weitere Verfolgung dieses Planes. Es kommt vielmehr nur in Frage, etwa im Zusammenhang mit Landgewinnungsmaßnahmen und dadurch einer allgemeinen Wiedererhöhung des Juister Watts allmählich die Wasservertriftung hinter der Insel Juist zu vermindern. Auf die Wirkung solcher Maßnahmen, die sich nur in langen Zeiträumen durchführen lassen, kann aber beim Schutze Norderneys nicht gewartet werden.

In dem Vorschlag, durch den Bau eines Dammes vom Festland zur Insel Juist die Strömung im Norderneyer Seegat zu beeinflussen, kann also auch keine Lösung für den Schutz von Norderney gesehen werden.

Ein Vorschlag, in einem solchen Damm weite Öffnungen für die Schiffahrt zu lassen, würde den angestrebten Zweck nur ungenügend erreichen, da sich infolge des Aufstauens des Wassers auf der Westseite des Dammes bei starken westlichen Winden und Stürmen eine heftige Durchströmung der Lücken einstellen würde, die zum Ausreißen tiefer Kolke führen würde. Von anderer Seite noch vorgeschlagene weitere Dammbauten gehen ins Uferlose und stellen Lösungen dar, deren Folgen nicht übersehbar sind. Diese Vorschläge können daher nicht ernstlich in Erwägung gezogen werden.

d) Verlegung des Badestrandes und Verstärkung des Uferschutzwerkes

Nach dem Bericht der Forschungsstelle wird der Inselsockel unter einer Tiefe von 2,5 m unter Seekartennull (SKN = mittleres Springtideniedrigwasser) nicht mehr abgebaut, nachdem vor etwa fünfzig Jahren von den Köpfen der bestehenden Buhnen aus Unterwasserbuhnen am Weststrand von Norderney vorgestreckt worden sind. Daraus wird gefolgert, daß auch

Die Küste, 1 Heft 1 (1952), 27-42

vor der Strandmauer der Sand höchstens bis zu dieser Tiefe fortgespült werden wird und daß es möglich ist, durch entsprechende Maßnahmen das Uferschutzwerk auch bei solcher Wassertiefe ausreichend zu sichern und eine Zerstörung desselben und damit eine Gefährdung der Insel Norderney zu vermeiden. Durch eine Verlegung des Bades auf die Nordseite der Insel und die Herstellung einer guten Verkehrsverbindung zum Orte Norderney würde sich der Badebetrieb aufrecht erhalten lassen.

Die Stadtverwaltung Norderney betont besonders, daß ein über Tidehochwasser hinaufreichender Sandstrand die Uferschutzwerke am besten sichert. Verständlicherweise wünscht sie auch für den Badebetrieb die Wiederherstellung eines guten Strandes in unmittelbarer Nähe des Ortes.

Der Nachweis dafür, in welcher Weise und mit welchen Kosten die Sicherung der Uferschutzwerke durchgeführt werden soll, wenn unmittelbar davor eine Wassertiefe von 2,5 m unter SKN steht — das sind 7 m und mehr bei Sturmfluten —, ist in dem Bericht der Forschungsstelle nicht gebracht. Die Wirkung eines Seeganges, der in 7 m Wassertiefe fast ungeschwächt auf das vorhandene Uferschutzwerk aufläuft, darf nicht unterschätzt werden. Wahrscheinlich wird sich unter der Wirkung der dabei entstehenden Brandung infolge rücklaufenden Stromes am Boden unmittelbar am Bauwerk eine größere Vertiefung als — 2,5 m SKN einstellen. Es müssen daher schwere Bedenken dagegen geäußert werden, das Uferschutzwerk auf die Dauer dem unmittelbaren Anprall der See bei 7 m und mehr Wassertiefe auszusetzen.

Weder die im Gange befindliche Sicherung durch das Einrammen einer 5 m langen Stahlspundwand noch eine Sinkstückvorlage mit schwerer Bedeckung bieten trotz hoher Kosten die Gewähr für eine dauernde Standsicherheit der Uferschutzwerke. Ein über Tidehochwasser hinaufreichender Sandstrand bildet die beste Sicherung der Uferschutzwerke. Es ist daher in erster Linie anzustreben, einen solchen Strand wieder herzustellen und zu erhalten, womit gleichzeitig die Wünsche der Stadtverwaltung Norderney nach einem Badestrand in unmittelbarer Nähe des Ortes erfüllt werden würden.

e) Der Zwischendamm Norderney—Steinplate (Damm „V")

Die Forschungsstelle hat in ihrem Bericht die Herstellung eines Dammes vom Südweststrand Norderneys zur Steinplate (den Damm „V" der Abb. 1 des Berichtes) nur im Zusammenhang mit dem Damm Festland—Juist (Damm „s") empfohlen, spricht ihm aber allein jede Wirkung auf den Weststrand der Insel ab und befürchtet eine starke Beeinträchtigung der Schiffahrt nach Norderney.

Der ablehnenden Beurteilung dieses Planes und ihrer Begründung wird zugestimmt. Es wird vielleicht erreicht werden können, daß nach Vereinigung von Busetief und Riffgat südlich der Steinplate die Strömung zunächst nach Westen gegen das Ostende der Insel Juist gedrängt wird, wie es ähnlich bei der Ackumer Ehe durch den südlichen Haken der Insel Langeoog gegen Baltrum geschieht. Der Vereinigungspunkt beider Rinnen liegt aber zu weit südlich, um die vereinigten Wassermassen bei Ebbe am Austritt ins Meer noch in westliche Richtung ablenken zu können. Der nördlich von Juist von Westen kommende Sanddruck wird aller Wahrscheinlichkeit nach die Strömung wieder in das vorhandene Seegat drücken. Für den Riffgürtel und damit für die Sandzuführung zum Nordweststrand wird sich kaum etwas ändern.

Es erübrigt sich, auf andere, noch zur Erörterung gestellte Vorschläge näher einzugehen, da sie wohl von keiner Seite mehr ernstlich verfolgt werden.

Als Schlußergebnis der Beurteilung der bislang verfolgten Vorschläge ergibt sich, daß keiner davon eine erfolgversprechende und gleichzeitig wirtschaftlich tragbare Lösung darstellt, und daß es daher notwendig ist, nach weiteren Abhilfemaßnahmen zu suchen.

Die Küste, 1 Heft 1 (1952), 27-42

III. Grundlagen für vorzuschlagende Maßnahmen

1. Vorbemerkungen

Die aus feinem Sand bestehenden ostfriesischen Inseln befinden sich ständig in einem äußerst labilen Zustand. Sie haben sich seit Jahrhunderten verändert und werden sich in weiteren Jahrhunderten verändern, wenn es nicht gelingen sollte, durch technische Maßnahmen einen stabilen Zustand im gesamten Gebiet der südlichen Nordseeküste zu schaffen.

Die Veränderungen der Inseln werden unter anderem hervorgerufen durch Änderungen in den angrenzenden großen Tideflüssen (Ems, Jade, Weser), durch Änderungen der Gezeiten und Gezeitenströme, durch Wasserstandshebung und Küstensenkung, durch Sturmfluten, durch Veränderungen der Festlandsküste und des Wattengebietes.

Die ostfriesischen Sandinseln werden erhalten durch die Gezeitenströme, durch Wellengang und Brandung, die dauernd Sand heranführen und damit den Abbruch an der Inselküste ersetzen.

Seit etwa hundert Jahren hat der Mensch in die natürliche Entwicklung der ostfriesischen Inseln eingegriffen und hat insbesondere versucht, die in ständigem Abbruch befindlichen Westenden der Inseln durch Buhnen und Strandmauern festzulegen. Wenn dieser Versuch bisher im allgemeinen geglückt sein mag, so ist doch die weitere Entwicklung noch nicht abzusehen. Die außerordentlich starke Abnahme des West- und Nordweststrandes auf Norderney und auch des Inselsockels wirft die Frage auf, ob es gelingen wird, die Westenden der Inseln auf die Dauer zu halten. Es sei darauf hingewiesen, daß die Änderung des Klimas in den letzten hundert Jahren und die damit verbundenen meteorologischen Änderungen eine Drehung der vorherrschenden Winde, eine Erhöhung der westlichen Winde nach Anzahl und Stärke, eine Erhöhung des Wasserstandes — vielleicht im Zusammenhang mit einer Küstensenkung — und damit eine Erhöhung der durch die Seegaten ein- und ausfließenden Wassermengen bewirkt haben: Einflüsse, die alle auf einen verstärkten Angriff auf die Westenden der Inseln hinwirken. Auch eine etwaige weitere Vertiefung des Wattes hinter Juist würde eine Verstärkung des Triftstromes hinter der Insel verursachen.

Alle technischen Maßnahmen, die zur Erhaltung der Inseln getroffen werden sollen, müssen diese großräumigen Veränderungen nach Möglichkeit berücksichtigen.

Als vor hundert Jahren das Westende von Norderney durch Buhnen und Strandmauern geschützt wurde, glaubte man, gegen alle Gefahr gesichert zu sein. Im Vertrauen darauf wurde das Staatsbad Norderney auf dem Westteil der Insel angelegt und im Laufe der Jahrzehnte weiter ausgebaut. Dieses Beispiel wirkte sich dahin aus, daß ein großer Badeort mit allen modernen Einrichtungen, wie Wasserversorgung, Kanalisation, Strom- und Gasversorgung, gepflasterten Straßen usw., entstand, der heute einen erheblichen Wert darstellt.

Diese Entwicklung, allein hervorgerufen durch den menschlichen Eingriff vor hundert Jahren, zwingt heute in Anbetracht der Abnahme des Strandes und der Gefahr für den Inselsockel dazu, nach technischen Maßnahmen zu suchen, um mit vertretbaren Mitteln auf möglichst lange Sicht die Insel zu sichern und einen Strand in einem solchen Umfange wiederzugewinnen, daß die Existenzgrundlage des Badeortes Norderney erhalten bleibt.

Diese technischen Maßnahmen müssen außerdem folgende Bedingungen erfüllen:

a) Die Sicherheit der Festlandsküste darf nicht vermindert werden.
b) Die Entwässerung der Marschen darf nicht beeinträchtigt werden, damit die ostfriesische Landwirtschaft in ihrer Leistungsfähigkeit erhalten bleibt.
c) Die Schiffahrt von der Ems über das Wattenmeer zur Jade und Weser, von Norddeich nach Norderney, Baltrum und Langeoog, von Norderney in See — und umgekehrt — muß als ein wesentlicher Teil der Wirtschaft und des Verkehrs erhalten bleiben.

2. Auf das Westende Norderneys wirkende Kräfte

a) Lage und Richtung der Stromrinnen innerhalb des Wattgebietes werden in erster Linie bestimmt durch das Verhältnis der westlichen zu den östlichen Einzugsräumen.

Außerhalb des Wattgebietes, d. h. am Ostende von Juist und nördlich davon, wird der

Die Küste, 1 Heft 1 (1952), 27-42

von Westen kommende „Sanddruck" wirksam. Dieser ist so stark, daß die Ebbeströmung aus dem Watt die Sandriffe nicht, dem Gefälle entsprechend, nach Nordwesten zu durchbrechen vermag.

b) Da die tiefe Stromrinne hart am Westende von Norderney liegt, berühren die starken Ebbeströmungen unmittelbar den steilen Inselsockel und tragen den durch Brandung und Wellengang vom Strande losgelösten Sand nach Norden hinaus.

c) Die Lage des Riffgürtels und sein Anlandungspunkt werden von der Größe und Richtung der durch das Gat ausströmenden Wassermengen bestimmt.

d) Es ist wahrscheinlich, daß bei stärkeren westlichen Winden ein Triftstrom über das Watt hinter Juist nach Osten setzt. Da dieser über das schmale „Hohe vom Watt" im Osten von Norderney keinen oder nur geringen Abfluß findet, so muß er größtenteils durch das Norderneyer Seegat abfließen. Dadurch wird bei stärkeren westlichen Winden die Flutströmung im Seegat gebremst, die Ebbeströmung verstärkt. Der Watt-Triftstrom trifft, sobald er am Westende von Norderney vorbeigelaufen ist, auf den auf See laufenden, ebenfalls durch die starken westlichen Winde verursachten „Seetriftstrom". Dieser nimmt am Nordweststrand den durch Brandung und Wellengang aufgeführten Sand mit weg. Es ist wahrscheinlich, daß durch diesen Triftstrom auch die Rinne zwischen dem östlichsten Sandriff des Riffgürtels und der Nordwestecke der Insel immer wieder vertieft und aufgerissen wird. Dadurch wird sich wiederum das Heranwandern dieses Riffes an die Insel verzögern.

IV. Empfehlungen

1. Instandhaltung und Sicherung der bestehenden Strandschutzwerke

Unabhängig davon, welche baulichen Maßnahmen zur Wiedergewinnung ausreichender Strandverhältnisse in Betracht kommen, ist es notwendig, alle bestehenden Strandschutzwerke zu erhalten und, soweit erforderlich, instandzusetzen.

Unbedingt notwendig ist die sofortige Fortführung der Sicherungsarbeiten, insbesondere der Bau einer Buhnenreihe vor dem neuen Basaltdeckwerk und der „Marinemauer".

2. Wiederherstellung des Strandes

Durch keine der unter II aufgeführten Maßnahmen läßt sich ein hochwasserfreier Strand im Westen Norderneys in kurzer Zeit mit Sicherheit wiederherstellen. In kurzer Zeit kann der Strand nur künstlich wiedergewonnen werden. Wenn auf Seite 149 des Berichtes der Forschungsstelle festgestellt wird, daß der im Jahre 1949 durch Aufspülung von Sand künstlich hergestellte Strand bereits unmittelbar nach der Saison wieder verschwunden war, so handelt es sich hier um die Aufspülung von nur rund 55 000 cbm in den letzten Buhnenfeldern des Nordweststrandes. Dieser Sand ist teilweise am Strande entlang nach Osten gewandert und hat auf der anschließenden Baustelle zu starken Versandungen bis zu 2 m Höhe geführt.

Nach den Feststellungen der Forschungsstelle wird der Sand vom westlichen Vorsprung der Insel nach beiden Seiten hin, also nach Nordosten und Südosten, von einem Buhnenfeld ins andere geschlagen, und ein Buhnenfeld ist gut mit Sand versorgt, solange das westlich davon liegende Feld noch einen Sandstrand besitzt. Eine Aufspülung von Sand in den letzten am Nordweststrand liegenden Buhnenfeldern, wie sie im Jahre 1949 ausgeführt worden ist, konnte daher keinen länger andauernden Erfolg bringen. Außerdem war eine Menge von rund 55 000 cbm nicht groß genug, um den regelmäßigen Sandverlust am Strande für längere Zeit auszugleichen.

Bei den bisherigen Untersuchungen sind die am Strande von Norderney vor sich gehenden Veränderungen nicht mengenmäßig festgestellt worden.

Eine vom Wasser- und Schiffahrtsamt Norden mit Schreiben vom 28. Juli 1950 überreichte

Die Küste, 1 Heft 1 (1952), 27-42

Feststellung der Querschnittsänderungen in dreißig Profilen, ermöglichte es, sich auch mengenmäßig ein Bild von diesen Umlagerungen zu machen. Die Feststellungen erstrecken sich auf verschiedene Zeitabschnitte zwischen 1897 und 1950. Der zeitliche Anfangspunkt ist so gewählt, daß die am Weststrand hergestellten Unterwasserbuhnen schon wirksam waren. Die Ermittlungen sind auf die Veränderungen über — 3,50 m SKN bzw. über den größten vorhandenen Tiefen, wenn diese geringer sind, beschränkt. Nach den Feststellungen der Forschungsstelle wird der unter — 2,50 m SKN liegende Inselsockel im Westen der Insel nicht mehr abgetragen, seitdem dort die Unterwasserbuhnen ausgeführt worden sind.

Die Änderungen sind für fünf verschiedene Strandabschnitte A bis E zusammengefaßt, um ein unterschiedliches Verhalten der einzelnen Strecken feststellen zu können.

Der erste Abschnitt A umfaßt die 940 m lange Strecke des eigentlichen Südweststrandes von der Ecke der Strandmauer am Anschluß an den Südstrand bis zur Buhne F. Die Auswertungen für die Querschnittsänderungen liegen hierfür erst von 1930 an vor, so daß sich die Ermittlungen auf die letzten zwanzig Jahre beschränken. Hier überwiegt im ganzen noch die Sandzuwanderung die Abnahme in allen untersuchten Perioden (1930 — 1935 — 1939 — 1947/48 — 1950), wenngleich in einzelnen Profilen zeitweilig auch ein Abbruch eingetreten ist. Den größten Wert erreicht dieser in der Jahresgruppe 1935—1939 mit 7 263 cbm/Jahr in den Profilen 1 bis 5, dem aber ein gleichzeitiger Anwachs von 10 088 cbm/Jahr an anderer Stelle (Profil 7) dieses Strandabschnittes gegenübersteht. In den beiden letzten Jahresgruppen ist der stellenweise Verlust von 1 064 bis 2 886 cbm/Jahr nur gering und wird von der Zuwanderung von 5055 bis 6055 cmb/Jahr um rund 3000 bis 4000 cbm/Jahr übertroffen.

Seit 1930 leidet dieser Teil des Südweststrandes jedenfalls nicht unter einer Strandabnahme, im ganzen hat er vielmehr seitdem über — 3,50 m SKN eine Zunahme um rund 114 000 cbm erfahren. Wenn man hier den Strand bis über MThw erhöhen würde, wird man kaum mit erheblichen Sandverlusten zu rechnen brauchen.

Der Strandabschnitt B erstreckt sich von der Buhne F bis zur Buhne II, die zwischen den Buhnen B und C an der Marienhöhe liegt, wo der Damm K 4 ansetzen soll. Der Abschnitt ist 740 m lang und umfaßt denjenigen Teil des Weststrandes, an den sich das Seegat besonders hart anlegt. Die Auswertungen gehen hierfür bis 1897 zurück und zeigen, daß in den ersten Jahren nach Herstellung der Unterwasserbuhnen (von 1897 bis 1900) allgemein eine kräftige Zunahme des Sandes mit durchschnittlich 20 800 cbm/Jahr oder im ganzen rund 63 000 cbm stattgefunden hat. Dieser möglicherweise auf bauliche Maßnahmen zurückzuführende Sandzuwachs ist aber nicht von Dauer gewesen, und in den beiden folgenden Jahresgruppen (1900 bis 1930) überwiegt der Verlust derartig, daß in diesen dreißig Jahren rund 44 000 cbm mehr verloren gehen, als von 1897 bis 1900 angewachsen sind. Von 1930 bis 1935 überwiegt dann der Zuwachs mit 5 252 cbm im Jahr oder zusammen rund 26 000 cbm. Seitdem ist aber die Fortspülung von Sand mit durchschnittlich 2 680 bis 4 870 cbm/Jahr wieder größer. Im ganzen beträgt hier der Sandverlust über — 3,50 m SKN seit 1900 rund 112 000 cbm und seit 1930 rund 6 000 cbm. Nach den größten hier auftretenden Jahresmitteln wird man in diesem Strandabschnitt nach seiner Aufhöhung mit einem durchschnittlichen Sandverlust bis zu etwa 5 000 cbm im Jahr rechnen müssen.

Der Strandabschnitt C liegt nördlich von der Westecke der Insel (Marienhöhe) und erstreckt sich in 600 m Länge bis zur Buhne D 1. Seit 1900 sind hier rund 313 000 cbm Sand verlorengegangen, davon aber nur rund 17 000 cbm in der Zeit nach 1930. Anfangs zeigt sich ein ganz ähnliches Verhalten wie beim Abschnitt B, da von 1897 bis 1900 eine Zunahme von 19 000 cbm/Jahr oder insgesamt rund 57 000 cbm zu verzeichnen ist. Der anschließend bis 1930 eintretende Verlust ist mit zusammen rund 296 000 cbm um 239 000 cbm größer als der voraufgegangene Gewinn. In den folgenden Zeitabschnitten bleibt zwar der Sandverlust noch vorherrschend, hat sich aber stark vermindert und erreicht von 1939 bis 1948 durchschnittlich nur noch rund 3 100 cbm im Jahr. Mit einem Ersatz in dieser Größe würde sich der zur Zeit bestehende Zustand erhalten lassen, dagegen wird man bei Wiederherstellung der früheren Strandverhältnisse auch wieder mit einem größeren Verlust rechnen müssen, also mit rund 15 000 cbm im Jahr, d. h. dem größten seit fünfzig Jahren eingetretenen Verlust.

Die Küste, 1 Heft 1 (1952), 27-42

Für den vierten Strandabschnitt D, der in 715 m Länge von der Buhne D 1 bis zur Buhne H am Nordweststrand reicht, liegen Auswertungen erst von 1930 an vor. Hier herrscht fast ausschließlich Abbruch, der in der Jahresgruppe 1935/1939 sein Maximum mit 16 300 cbm/Jahr erreicht und sich seitdem auf 7 770 cbm/Jahr in den beiden letzten Jahren vermindert. Von 1930 bis 1950 sind hier im ganzen rund 245 000 cbm Sand fortgespült worden. Hier ist der Stranderhaltung ein dem Größtwert entsprechender Sandverlust von rund 16 000 cbm im Jahr zugrunde zu legen.

Es folgt dann die letzte Strandstrecke E, die mit 2 150 m Länge zum größten Teil in dem noch nicht durch Buhnen geschütztenTeil der Strandbefestigung liegt. Der Unterschied gegen die voraufgehenden Strecken ist ganz augenfällig und sicherlich nicht zufällig, sondern darin begründet, daß es sich hier um einen durch Querwerke noch nicht geschützten Strand handelt, der nach Herstellung eines Längswerkes dem Fortspülen von Sand in verstärktem Maße ausgesetzt ist.

Vollständige, sich bis auf Thw erstreckende Profile liegen von hier erst von 1915 an vor und auch aus dieser Zeit nur für die beiden ersten Profile (39 und 40). Unter Tnw sind schon früher Aufnahmen gemacht, die zum Teil zur Ergänzung der Berechnung herangezogen sind, obgleich sich durch das Fehlen des über SKN liegenden Teiles eine Ungenauigkeit ergibt.

Von 1915 bis 1920 liegt dieser Teil allgemein im Anwachs mit einer Zunahme von 84 180 cbm/Jahr. Auch im folgenden Jahrfünft überwiegt dieser noch mit 56 856 cbm/Jahr. Darauf folgt von 1925 bis 1930 ein reißender Abbruch mit 151 314 cbm/Jahr oder zusammen 756 570 cbm, dessen Übergewicht bis in die letzte Zeit mit 15 253 bis 68 211 cbm/Jahr angehalten hat, wenn sich in einigen Profilen auch zeitweise eine Sandzuwanderung bemerkbar macht. Seit 1930 sind im ganzen rund 923 000 cbm Sand verlorengegangen und mit den voraufgehenden fünf Jahren zusammen sogar rund 1 680 000 cbm. Die Größenordnung der Veränderungen ist gegenüber den vorigen Abschnitten außergewöhnlich groß, auch wenn man die größere Streckenlänge (2 150 m gegen 600—940 m) beachtet.

Es ist anzunehmen, daß der Sandverlust hier auf ähnliche Maße wie auf den voraufgehenden Strecken abnehmen wird, wenn erst die Buhnen in dem notwendigen Umfang ausgeführt sind. Dann wird man hier mit einem Sandverlust von etwa $\frac{2\,150}{600} \cdot 15\,000 = 54\,000$ cbm/Jahr oder $\frac{2\,150}{715} \cdot 16\,300 = 49\,000$ cbm/Jahr rechnen müssen.

Auf der ganzen Strandstrecke sind seit 1930 rund 1 190 000 cbm Sand über — 3,50 m SKN verschwunden, und nur im ersten Abschnitt sind rund 114 000 cbm hinzugekommen.

Im ganzen wird man nach diesen Feststellungen bei Wiederherstellung eines hochwasserfreien Strandes mit einem Sandverlust von $0 + 5\,000 + 15\,000 + 16\,000 + 54\,000 = 90\,000$ cbm im Jahre rechnen müssen, wovon rund 36 000 cbm/Jahr auf die ersten vier Strandstrecken vom Südstrand bis zur rund 3 km entfernten Buhne H entfallen.

Es liegen keine Anzeichen dafür vor, daß der Sandverlust sich wesentlich über dieses Maß steigern könnte. Wenn es gelingt, diesen Sandverlust in gewissen Zeiträumen von fünf bis zehn Jahren durch Aufspülen von mindestens gleichwertigem Sand auszugleichen, so würde damit nicht nur der Schutz Norderneys erreicht, sondern gleichzeitig auch wieder ein Badestrand für das Seebad in der Nähe des Ortes geschaffen werden. Am leichtesten wird sich dieser am Südweststrand erhalten lassen.

Nebenbei sei darauf hingewiesen, daß mit einem hochwasserfreien Strand auch wieder Sandwehen auftreten werden, die auf der Uferpromenade Sandanhäufungen verursachen werden.

Bei Wiederherstellung des Strandes ist anzustreben, einen ähnlichen Zustand zu schaffen, wie er um die Jahrhundertwende vorhanden war. Nach den von der Forschungsstelle vorgelegten Querprofilen waren damals die Strandverhältnisse auf der Westseite Norderneys besonders günstig. Der hochwasserfreie Strand hatte vor dem Uferschutzwerk eine Breite von 27 bis 58 m, durchschnittlich etwa 40 m, und erreichte an der Ufermauer im Mittel eine Höhe von 1,5 m über MThw. Die Böschungsneigung lag dabei über MThw zwischen 1 : 22 bis 1 : 35, verflachte sich im Bereich des gewöhnlichen Tidehubs auf 1 : 30 bis 1 : 50 und wurde unter

Tnw wieder steiler, mit Neigungen bis zu 1 : 7, im Mittel etwa 1 : 20.

Für eine Aufspülung von Sand kann man danach über Tnw mit einer Böschung von 1 : 30 und darunter mit 1 : 20 rechnen.

Bei einer Höhe der Aufspülung von + 0,9 m MThw in 25 m Breite ergibt sich ein 52 m breiter, hochwasserfreier Strand, das sind 12 m mehr als im Jahre 1900 durchschnittlich vor der Ufermauer vorhanden waren.

Um einen Strand in diesen Abmessungen wiederzugewinnen, sind folgende Bodenmengen notwendig:

im Abschnitt A bis 940 m vom Südstrand	109 680 cbm
im Abschnitt B von 940 bis 1680 m vom Südstrand	133 130 cbm
im Abschnitt C von 1680 bis 2280 m vom Südstrand	209 900 cbm
im Abschnitt D von 2280 bis 2995 m vom Südstrand	267 450 cbm
im Abschnitt E von 2995 bis 5145 m vom Südstrand	519 100 cbm
zusammen	1 239 260 cbm

Das sind rund 1¼ Millionen cbm.

Bevor am Nordweststrand in voller Länge Sand aufgespült wird, müssen die Buhnen auf der ganzen Strecke des bestehenden Längswerkes in voller Länge und Höhe ausgebaut sein, weil hier sonst mit einem zu großen Sandverlust zu rechnen ist. Mit einem Zuschlag von 25 v. H. für Auflockerung bei Schutenmaß und für Verluste während der Ausführung der Arbeiten ergibt sich eine zu baggernde Sandmenge von 1,55 Millionen cbm in Schuten gemessen. Bei einem Preis von 1,50 bis 2,00 DM je cbm, je nach der Spülweite, der für eine solche Arbeit voraussichtlich erreichbar sein wird, sind die Kosten für eine Gesamtaufspülung des Süd-, West- und Nordweststrandes zu etwa 2,8 Millionen DM anzusetzen.

Da im ersten Jahr nur 1 Million cbm Sand aufgespült werden können (bis Buhne L bei Cornelius), wird der Rest im folgenden Baujahr aufgespült werden müssen.

Nach den Erfahrungen, die bei der Aufspülung des Flugplatzes von Norderney gemacht worden sind, läßt sich auf der Südseite des Riffgats im Schutze der Insel guter Sand gewinnen und vom Südstrande westlich der Hafeneinfahrt aus am Strande entlang aufspülen. Die Aufspülung von rund 1 Million cbm Boden läßt sich von dort aus in einem Baujahr durchführen. Die erstmalige Wiederherstellung des Strandes durch Aufspülen von Sand und dessen spätere Unterhaltung durch Nachspülen von Sand in Zeitabständen von mehreren Jahren, je nachdem die auch weiterhin zu erwartende Abspülung von Sand dies als notwendig erscheinen lassen wird, sind kein schwieriges technisches Problem und dürften kaum die wirtschaftlich vertretbaren Aufwendungen übersteigen. Wie jede andere bauliche Maßnahme erfordert auch eine künstliche Wiederherstellung des Strandes eine spätere Unterhaltung, und als solche sind die künftig erforderlichen Nachspülungen von Sand anzusehen, und beim Vergleich mit anderen baulichen Maßnahmen wird man sie als solche werten müssen.

Durch keine andere Maßnahme wird man mit gleicher Sicherheit, mit so geringen Kosten und in so kurzer Zeit eine ebenso wirksame Sicherung für die Strandschutzwerke der Insel Norderney mit gleichzeitiger Schaffung eines Strandes erreichen können. An dem Verhalten der ersten Aufspülung in dem angegebenen Ausmaß während der folgenden Jahre wird sich beurteilen lassen, ob etwa noch weitere Maßnahmen erforderlich sind. Alle diese Maßnahmen machen aber eine erstmalige Wiederherstellung des Strandes durch Aufspülen von Sand nicht überflüssig; denn keine dieser Maßnahmen wird so rasch eine solche Sandzuführung zum Weststrande Norderneys hervorrufen können, daß man für die Zwischenzeit auf eine Sicherung der Strandschutzwerke würde verzichten können, wie sie sich durch Aufspülen von Sand erreichen läßt.

Es wird daher empfohlen, als Sofortmaßnahme den Strand durch Aufspülen von Sand wiederherzustellen und das Verhalten dieser Aufspülung abzuwarten, bevor Maßnahmen zu einer grundlegenden Veränderung der Strandverhältnisse getroffen werden.

Die Küste, 1 Heft 1 (1952), 27-42

3. Verlängerung des Strandschutzes nach Osten

Der Abbruch des Nordweststrandes reicht bis zur Anlandestelle des Riffgürtels. Mit einer Verlängerung des Strandschutzwerkes um 1 000 m, wie sie in Aussicht genommen ist, wird dieser Punkt noch nicht erreicht. Auch nach einer solchen Verlängerung sind ostwärts des neuen Werkes weiterhin Strand- und Dünenabbrüche zu erwarten. Die Kosten für eine Verlängerung des Strandschutzwerkes bis zur Riffanlandungsstelle werden einschließlich der notwendigen Buhnen etwa 10 Millionen DM betragen.

Wegen der hohen Kosten ist eine Verlängerung des Deckwerkes in der vorgesehenen Bauweise nur dann gerechtfertigt, wenn bei weiterem Abbruch der Dünenkette eine unmittelbare Durchbruchgefahr für die Insel oder eine Gefahr des Wassereinbruchs in den Ort bei Sturmfluten besteht.

Die im Bericht der Forschungsstelle enthaltenen Unterlagen reichen nicht aus, um sich ein Urteil über die Größe dieser Gefahr zu bilden. Nach den Feststellungen der Arbeitsgruppe bei der Ortsbesichtigung liegt die tiefste Einbruchstelle unmittelbar östlich vom bestehenden Uferschutzwerk.

Es wird empfohlen, zu prüfen, ob und in welcher Länge zur Sicherung gegen einen gefahrbringenden weiteren Einbruch die Anlage von geeigneten Schutzwerken schon jetzt erforderlich ist.

Nach allen Erfahrungen sind die Uferabschnitte in Lee des Angriffs, d. h. in diesem Falle östlich des bestehenden Uferschutzwerkes, besonders stark gefährdet. Einwandfreie technische Lösungen für den Schutz solcher Strecken sind bisher noch nicht gefunden worden. Es ist daher notwendig, hierüber weitere Untersuchungen anzustellen.

4. Grundlegende Veränderung der Strandverhältnisse

Die unter 1., 2. und 3. dieses Abschnittes angeführten Maßnahmen bringen keine grundlegende Veränderung der Angriffskräfte auf den Strand. Sie vermögen wohl den Sandverlust zu ersetzen oder die Abspülung des Sandes vom Strand zu vermindern, können aber den Abbruch nicht völlig verhüten, und insbesondere rufen sie keine vermehrte, natürliche Sandzuwanderung zum Strande hervor, sie können vielmehr nur anderweitig zugeführten Sand fangen und bis zu einem gewissen Grade festhalten.

Es ist nicht zu verkennen, daß der Ersatz des fortgespülten Sandes am östlichen Teil des Nordweststrandes unter Umständen erhebliche Kosten verursachen kann, wenn der Abbruch nach Osten fortschreitet. Es liegt daher im Bereich der Möglichkeit, daß die unter 2. empfohlene Wiederherstellung des Strandes durch Aufspülen von Sand auf die Dauer nicht für die ganze Strecke befriedigt und daß es daher notwendig werden kann, noch andere Abhilfemaßnahmen zu erwägen. Die im Abschnitt II behandelten Vorschläge haben solche Maßnahmen zum Ziel, befriedigen aber nicht aus den oben dargelegten Gründen. Seit Herstellung der Unterwasserbuhnen in den Jahren 1897 bis 1900 ist die vordem der Insel am Westende drohende Gefahr gebannt oder doch stark verringert. Der stärkste Abbau des Strandes findet heute im Nordwesten statt, wo infolge der trichterförmigen Erweiterung die Strömung des Seegats den Strand oder Inselsockel nicht mehr wesentlich angreifen kann. Hier ist es vielmehr die bei Stürmen herrschende Brandung im Zusammenhang mit einem starken von Westen nach Osten laufenden Seetriftstrom, die den Sand fortspült, sowie der Mangel an Sandzuführung, die keinen ausreichenden natürlichen Ersatz des fortgeführten Sandes bringt. Diese geben zusammen Anlaß zum besonders starken Zurückweichen des Strandes im Nordwesten der Insel.

Das hauptsächlichste Ziel muß deswegen sein, die Anlandungsstelle des äußeren Riffgürtels so weit nach Westen zu verschieben, daß der Nordweststrand daraus mit Sand versorgt wird. Außerdem ist danach zu streben, daß das Seegat so weit vom Weststrande abgedrängt wird, daß die in ihm herrschende Strömung den von der Brandung am Strande aufgewühlten Sand nicht fortführt.

Diesen Gedanken verfolgen an sich auch die Vorschläge, das Spanier Gat durch Bagge-

rungen zu öffnen und das Seegat durch den Damm K 4 bei gleichzeitiger Durchbaggerung einer neuen Rinne durch die Robbenplate in nordwestlicher Richtung zu verbauen.

Von ausschlaggebender Bedeutung für ein solches Vorhaben ist es, daß das Seegat nicht nur um die Länge des Dammes, die beim Damm K 4 etwa 500 m beträgt, nach Westen verschoben wird, sondern daß gleichzeitig auch eine Schwenkung des neuen Seegats nach Westen und eine Verlagerung seiner Engstelle möglichst weit nach Süden erreicht wird.

Dazu ist die für den Damm K 4 vorgesehene Lage nicht geeignet. Um eine ablenkende Wirkung nicht nur auf die schon nach Norden gerichtete Strömung des Seegats, sondern möglichst auch auf die Strömung des Busetiefs zu haben, liegt er zu weit nördlich, und durch seine Ostwestrichtung wird keine besonders scharfe Ablenkung der von Süden nach Norden gerichteten Strömung erzielt.

Will man durch einen Damm von Norderney aus eine ausreichende Ablenkung des Seegats nach Westen erreichen, so darf der durch den Dammkopf geschaffene Zwangspunkt nicht so weit südlich liegen, daß dadurch die ablenkende Wirkung wieder hinfällig wird.

Die stärkste ablenkende Wirkung und eine Verlagerung der Engstelle des Seegats und Riffgürtels nach Westen und Süden wird man von einem Damm erwarten können, der vom Südweststrand ausgehend bis zur Westseite der Busetiefbarre verläuft („Südwestdamm") und dessen Kopf in Verlängerung der Buhne E in etwa 1200 m Entfernung von der Strandmauer an der im anliegenden Lageplan bezeichneten Stelle liegt.

Durch den Bau eines solchen Dammes wird der Ebbstrom aus dem Riffgat quer auf den Ebbstrom aus dem Busetief zu gelenkt, so daß sich der Ebbstrom nach der Vereinigung und damit auch die tiefe Rinne des Seegats von der bisherigen nördlichen Richtung in eine westlichere verlegen wird. Diese Lage würde auch der Richtung des Flutstroms besser entsprechen. Dadurch und durch die Verlagerung des Zusammenflusses von Busetief und Riffgat nach Westen und Süden wird auch im Laufe der Zeit eine Verlagerung des Riffgürtels nach Westen und Süden erwartet werden können.

Da durch einen solchen weit nach Südwesten vorgestreckten Damm gleichzeitig der östliche Watteneinzugsraum vergrößert, der westliche verkleinert wird, gestaltet sich auch der Einfluß dieser Einzugsräume auf das Seegat günstiger als bisher.

Die Folge dieser Veränderungen wird sein, daß auch der Anlandepunkt der Riffe an Norderney nach Westen verschoben wird und eine natürliche Sandzufuhr zum Nordweststrand eintritt.

Die im Modell untersuchten Dämme in ähnlicher Lage (K 6, U und K 3 der Anlage 14 des Berichtes der Forschungsstelle) entsprechen diesem Vorschlag nicht, weil sie kurz sind und die ablenkende Wirkung bei ihnen noch nicht stark genug ist.

Die Wirkungen der nicht in voller Höhe ausgebauten Buhne H am Westende Wangerooges auf die Harle haben gezeigt, daß es möglich ist, mit einem solchen Strombauwerk die Lage eines Seegats zu beeinflussen. Bei der Harle ist ohne jede Nachhilfe durch Baggerungen bisher eine Schwenkung des nördlichen Teiles der tiefen Rinne um etwa 20 Grad nach Westen eingetreten (vgl. Aufsatz LÜDERS in diesem Heft).

Wenn auch die Verhältnisse von Wangerooge nicht ohne weiteres auf diejenigen bei Norderney übertragen werden können, so zeigt doch die dort beobachtete Gesamtentwicklung weitgehende Übereinstimmung der wirksamen Kräfte.

Die Schiffahrt wird durch die Verlegung des Zusammenflusses von Riffgat und Busetief nicht nennenswert beeinflußt.

Rückwirkungen auf die beiderseits anschließenden Seegaten sind kaum zu befürchten, da das Watteneinzugsgebiet von Norderney in seinem Gesamtumfang nicht geändert wird.

Es wird daher empfohlen, für ein entsprechendes Bauwerk im Norderneyer Seegat einen Entwurf aufstellen zu lassen. Für einen bis auf Mittelwasser aufgeführten Damm werden die Kosten bei den bestehenden Tiefen auf etwa 7 Millionen DM geschätzt.

Die Küste, 1 Heft 1 (1952), 27-42

Zusammenfassung

1. Durch die zur Erforschung des Seegebietes von Norderney geleisteten wissenschaftlichen Arbeiten, durch die Messungen und Beobachtungen in der Natur, durch Forschung in der Vergangenheit und durch Versuche an Modellen ist weitgehend Klarheit über die wirkenden Kräfte und die durch sie hervorgerufenen Umbildungen geschaffen, die es ermöglichen, sich ein besseres Urteil über das Maß der Gefährdung der Insel und über die Wirkung etwaiger Schutzmaßnahmen zu bilden, als es bisher möglich war.

2. Die Fortsetzung der Untersuchungen zur Klärung der noch offenen Fragen ist im Zusammenhang mit der Erforschung des gesamten Gebietes der ostfriesischen Inseln dringend notwendig.

3. Von den bisher untersuchten Vorschlägen verspricht keiner eine grundlegende Verbesserung für den Nordweststrand Norderneys, weder eine Öffnung des Spanier Gats durch Baggerungen allein, die große technische Schwierigkeiten bereiten, noch im Zusammenhang mit einer Durchbauung des Seegats durch den Damm K 4, der nur als weit vorgestreckte Buhne wirken kann.

Ein Damm vom Festland zur Insel Juist stellt eine Gewaltmaßnahme dar, deren Folgen noch nicht zu übersehen sind, die für die Schiffahrt unerträgliche Erschwerungen mit sich bringt und nicht vertretbare Kosten verursacht. Nach den bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen ist außerdem nicht erwiesen, ob ein solcher Damm und die ihm zwangsläufig folgenden Baumaßnahmen eine grundlegende Verbesserung zur Folge haben würden.

Ebensowenig stellt eine Verbauung des Riffgats durch einen Damm zur Steinplate eine Lösung dar, von der ein befriedigender Erfolg zu erwarten ist.

4. Es ist aber dringend erforderlich, die Uferschutzwerke zu sichern, weil diese bei weiterer Abnahme des Strandes in Gefahr geraten, unterspült zu werden. Wo das Längswerk am Nordweststrand noch nicht durch Buhnen gesichert ist, muß dies schleunigst geschehen, und vom Ende des bestehenden Längswerks ist ein allmählicher Übergang zum ungeschützten Strand zu schaffen. Aber auch dadurch wird eine weitere Abspülung des Strandes noch nicht verhindert, sondern nur vermindert.

5. Die Wiederherstellung eines hochwasserfreien Strandes als beste Sicherung für die Uferschutzwerke und damit für die Insel läßt sich am schnellsten, sichersten und mit geringsten Kosten durch Aufspülen von rund 1¼ Millionen cbm Sand erreichen, was keine technischen Schwierigkeiten bereitet.

Zur Erhaltung des Strandes sind durchschnittlich jährlich etwa 90 000 cbm nachzuspülen, was für längere Zeitabschnitte zusammengefaßt werden kann und was als Unterhaltungsmaßnahme anzusehen ist, ohne die auch kein anderes Bauwerk Bestand hat.

6. Durch eine Sandaufspülung werden der Uferabbruch im Nordwesten nicht vermindert und die natürliche Sandzuwanderung nicht vermehrt. Wenn dadurch ein gefahrdrohender Zustand für die Insel entstehen sollte, sind weitere Maßnahmen notwendig. Eine Verlängerung des Uferschutzwerkes nach Osten schafft nur einen örtlichen Schutz.

7. Eine grundlegende Umgestaltung der Strandverhältnisse kann durch den Bau eines „Südwestdammes" erreicht werden, der auf eine Verlagerung und Schwenkung des Seegats nach Westen zu hinwirkt und damit die Anlandungsstelle der Riffe nach Westen verschiebt, was eine natürliche Sandzuwanderung am Nordweststrand zur Folge hat.

Nachwort (März 1952)

Entsprechend der Empfehlung des vorstehenden Gutachtens ist im Laufe des Sommers 1951 der Inselschutz auf Norderney weiter ausgebaut worden. Auch im Jahre 1952 sollen die Schutzmaßnahmen planmäßig fortgeführt werden. Eine endgültige Beurteilung der bisher ausgeführten Maßnahmen ist heute noch nicht möglich, weil bis jetzt nur ein Teil der Inselschutzwerke fertiggestellt worden ist und

Die Küste, 1 Heft 1 (1952), 27-42

sich die Wirkung der Baumaßnahmen erst nach längerer Zeit erkennen lassen wird. Die bisherigen Erfahrungen haben ergeben, daß der im Westen und Nordwesten des Inselstrandes aufgespülte Sand (rund eine Million Kubikmeter) die Strandschutzwerke (Buhnen und Strandmauern) bei den Stürmen im Winter 1951/52 wirksam geschützt hat. Im Bereich des aufgespülten Strandes sind im Gegensatz zu der noch ungeschützt gebliebenen, östlich anschließenden Strecke keine Schäden aufgetreten. Der mit steilerer als der natürlichen Böschung aufgespülte Sand ist durch die Brandung, besonders über der MThw-Linie, eingeebnet worden, wodurch in dieser Höhenlage nicht unerhebliche Sandverluste eingetreten sind. Ob dieser Sandverlust anhalten wird, wird sich erst nach Ablauf längerer Zeit mit guten und schlechten Wetterperioden beurteilen lassen.