

Das Programm des Küstenausschusses zur Erforschung der Naturvorgänge im deutschen Küstenvorfeld*

Von J. M. Lorenzen

Zusammenfassung

Die Küstenforschung als besonderes Teilgebiet der Meeresforschung hat zum Ziel, die Naturvorgänge mit Hilfe einer quantitativen Vermehrung der Naturmessungen empirisch zu erfassen. An Naturmessungen sind besonders wichtig die Messungen der Wasserstände, des Seegangs und der Meeresströmungen in enger Verbindung mit den durch die Naturkräfte verursachten Veränderungen des Meeresbodens in Küstennähe. Die Naturmessungen sollen Hand in Hand mit einer qualitativen Verbesserung der theoretischen Grundlagen gehen.

Summary

The coastal research as a special branch of marine research has the aim empirically to catch hold of the natural processes with the aid of a quantitative increase of measurements. Of all measurements of nature there are some in particular important: the measurings of the water levels, of the swell and of the ocean current in a tight conjunction with the modifications of the bottom of the sea near the coast, which are caused by these natural forces. The measurement of nature shall go hand in hand with a qualitative improvement of the theoretical basis.

Inhalt

1. Vorbemerkungen	31
2. Die Wasserstands- und Seegangsmessungen	33
3. Das Strömungsmessprogramm	34
4. Veränderungen der Oberfläche und des Untergrundes	36
5. Die Aufbereitung der Meßwerte	37
6. Die Kosten der Naturmessungen	37
7. Die Naturmessungen und ihre wissenschaftliche Auswertung	38

1. Vorbemerkungen

Das Leitthema unserer Tagung hat der Herr Bundesminister für wissenschaftliche Forschung in den Rahmen seines umfassenden Programms auf dem Gebiet der Meeresforschung gestellt, in der die Küstenforschung als eine Teilaufgabe besonderer Art hervorgehoben wird. Wir wissen und erfahren täglich, wie sehr wir in unseren Küstenräumen auf die Erkenntnisse der Forschung in der freien See angewiesen sind. Aber wir müssen in dem Raum, in dem sich der Ingenieur einer wachsenden Aufgabendichte gegenübergestellt sieht und wo es, wie der Herr Bundesforschungsminister dargelegt hat, Milliardenwerte zu schützen, zu erhalten und neu zu investieren gilt, weit mehr Arbeit aufwenden, um eine nicht nur gleiche, sondern noch bessere Einsicht in die Naturvorgänge zu gewinnen, als es in der freien See erforderlich ist. Denn im engeren Küstenraum schlägt jede Fehlbeurteilung der Natur unmittelbar auf jedes einzelne Werk

* Vortrag auf der 5. Arbeitstagung des Küstenausschusses Nord- und Ostsee am 16. Mai 1969 in Kiel.

des Menschen zurück. Bereits der ungestörte Ablauf der Naturvorgänge erschließt sich in dem Bereich, wo der freie Meeresboden zum Wattenmeer und zur Küste ansteigt, nur schwer der menschlichen Erkenntnis und Deutung; dies um so mehr, als sich hier die Formen des Meeresbodens durch die Naturkräfte ständig ändern und die Formänderungen wiederum auf Art, Stärke und Richtung der Naturkräfte zurückwirken. Die Tatsache, daß die in der Natur vorhandenen vielfältigen Überlagerungen komplizierter hydrodynamischer Vorgänge und die unmittelbaren Wechselbeziehungen zur Morphologie eine theoretische Durchdringung bisher nicht gestatten, ist die eigentliche Ursache dafür, daß unser Küstenvorfeld bis heute unbekanntes Land blieb. Greift nun, wie das heute geschieht und künftig noch mehr der Fall sein wird, der Mensch unmittelbar in das Naturgeschehen ein, so wird, wie die voraufgegangenen Referate dargelegt haben, das äußerst komplexe Wechselspiel noch komplizierter. Die Erforschung der Vorgänge im Küstenvorfeld stellt also der Meeresforschung, insbesondere der ingenieurwissenschaftlichen Forschung, zusätzlich schwierige Aufgaben. Diese Erkenntnis ist nicht neu. Es gibt viele Ansätze und auch Teilerfolge in der Küstenforschung, von denen eine kleine, in der Vorhalle ausgestellte Auswahl der Arbeitsgebiete Zeugnis ablegt. Daß man erst in unseren Tagen den Zwang zu einem stärkeren Eindringen in die Geschehnisse der Natur des *ganzen* Küstenmeeres spürt und zu handeln beginnt, hat im wesentlichen drei Gründe:

1. Von der Aufgabe her:
die schon genannten, stärker als früher ins Küstenvorfeld ausgreifenden technischen Planungen.
2. Von der Lösung her:
die gerätemäßig verbesserten Meßmethoden, die Möglichkeit, die gewonnenen Meßdaten schneller, einfacher und umfassender auszuwerten sowie neu entwickelte wissenschaftliche Methoden.
3. Von der Systematik her:
die Erkenntnis aller an der Klärung der Naturvorgänge interessierten und für die Küstenarbeit verantwortlichen Stellen, daß die nach föderalistischen Gesichtspunkten aufgesplitterten, örtlich und zeitlich allzu begrenzten Teiluntersuchungen unzureichend sind und nur eine das ganze Küstenvorfeld umfassende Untersuchung zum Ziel führt.

Die einer großräumigen Untersuchung gestellten Aufgaben hat der Küstenausschuß in einer Denkschrift im Dezember 1968 dargelegt. In dieser Denkschrift ist die Abhängigkeit aller Seebauten von den Naturvorgängen deutlich gemacht. Die Naturkräfte werden im einzelnen geschildert und ihre wesentlichen Wirkungen aufgezeigt. Danach werden Vorschläge für die Erfassung und Deutung der Vorgänge und für die Durchführung von Untersuchungen entwickelt. Die Vorstellungen des Küstenausschusses in seiner Denkschrift zielen auf ein ganz konkretes Programm hin. Ein Kreis erfahrener und mit den Untersuchungen an der Küste bestens vertrauter Mitarbeiter des Küstenausschusses hat sich unter Federführung der Herren Dr. GÖHREN, Dipl.-Ing. LUCK und Reg.-Baudirektor ROHDE daran gemacht, die für praktische Anwendung und wissenschaftliche Auswertung gleich wichtigen Naturmessungen zu planen und nach Art, Umfang, Zeitdauer und Kosten darzulegen. Aus den Ergebnissen, die wir in Kürze als zweiten Teil der Denkschrift des Küstenausschusses vorlegen werden, kann ich nur einiges Wichtige vortragen.

Der durch Naturmessungen aufzuschließende Bereich umfaßt eine Fläche von rund 12 000 km², von denen etwa 40 % — das eigentliche Wattenmeer — bei Niedrigwasser trockenfallen. Dieser Bereich wird dadurch gekennzeichnet, daß sich in ihm die Naturvorgänge und die technische Planung unmittelbar begegnen, sich ergänzen, stören oder ausschließen, und daß hier von der Natur her der Meeresboden durch Strömung, Seegang und Brandung ständig und wesentlich stärker als in der freien See umgeformt wird. Als die seeseitige Grenze dieses

Meßgebietes ist etwa die 15- bis 20-m-Tiefenlinie anzusehen. Diese Grenze liegt natürlich nicht unbedingt fest; sie wird dadurch bestimmt, daß seeseitig keine nennenswerte gegenseitige Beeinflussung existiert. Denn seeseitig davon sind die Naturvorgänge nämlich schon länger Gegenstand der ozeanographischen Grundlagenforschung, wie Herr Professor DIETRICH an dem Beispiel des Schwerpunktes „Sandbewegung“ dargelegt hat. Diese ozeanographischen Untersuchungen lassen natürlich das eigentliche Küstenvorfeld nicht außer Betracht. Ein Teil der ozeanographischen Untersuchungen wird für Sturmflutvorhersage, für die Schifffahrt und die Reinhaltung des Meeres durchgeführt und dient unmittelbar auch der Praxis. Die Ergebnisse der ozeanographischen Forschung sind daher für viele Aufgaben der zweckorientierten Küstenforschung von erheblicher Bedeutung. Eine ständige enge Verbindung, ja sogar eine enge Zusammenarbeit zwischen der Ozeanographie und der Küstenforschung ist daher unbedingt erforderlich.

Wie die Denkschrift ausführt, bewirken die Naturkräfte

1. das periodische und aperiodische Steigen und Fallen der Wasserstände,
2. durch Gezeiten, Seegang und Brandung Strömungen,
3. Erosion, Transport von Schwebestoffen sowie Sedimentation und damit die Veränderung der Form und Struktur des Meeresbodens.

Diese Vorgänge gilt es für alle praktischen und wissenschaftlichen Zwecke ausreichend genau zu erfassen. Sie lösen die nachfolgend näher beschriebenen Aufgaben aus:

2. Die Wasserstands- und Seegangsmessungen

Beeinflußt durch Gezeiten und Wind, schwanken die Wasserstände an der Küste der Nordsee täglich bis zu 3 m, im Maximum bis zu 8 m, in der gezeitenfreien Ostsee zwischen wenigen dm und nahezu 6 m. Die örtlich und zeitlich sehr verschiedenen Wasserstandsschwankungen sind der Ausdruck für die Verlagerung von Wassermassen im Strömungsvorgang. Diese ist besonders ausgeprägt und zum Teil ausgerichtet in Flußmündungen und Wattströmen. Die Kenntnis der Wasserstände ist die Grundlage für Sturmflutvorhersagen und alle Planungen im Küstenvorfeld, für Modellversuche und Tiderechnungen, für Erkenntnisse über die Verformung der Tidewelle beim Auflaufen auf die Küste und für die Beurteilung des Gesamtstromregimes. Schließlich ist die genaue Kenntnis der Wasserstände Voraussetzung für die Beschickung der Lotungen in der Küstenvermessung. Die Beobachtung der Wasserstände geschieht heute leider nur in unmittelbarer Küstennähe, während sie am Übergang von der freien See zum Küstenvorfeld fast ganz fehlt.

Das Deutsche Hydrographische Institut plant ein Pegelnetz im Seegebiet der Deutschen Bucht und hat z. T. schon mit dem Ausbau begonnen. Der seeseitige Hang des Küstenvorfeldes bleibt dabei unberücksichtigt. Notwendig sind mit Rücksicht auf die morphologische Gliederung des Küstenvorfeldes 11 Stationen für die Messung von Wasserständen. (Abb. 1.)

Diese 11 Stationen setzen das verhältnismäßig dichte Pegelnetz vor der Küste, im Wattenmeer und vor den Inseln seawärts fort und stellen die Verbindung mit den vorhandenen und geplanten ozeanographischen Meßstationen her. Die 11 Pegelstationen werden als Rohrpegel gebaut und mit je 2 unabhängigen Registriergeräten ausgerüstet. An einigen der Pegel werden Salzgehalts- und Temperaturmeßgeräte sowie Windschreiber eingebaut. Die Messung der Wasserstände an den 11 Stationen ist eine Daueraufgabe, weil es das Ziel sein muß, lange Beobachtungsreihen zu gewinnen. Es ist aber denkbar, daß man nach etwa zehn Jahren die Zahl der Stationen reduziert, wenn die bis dahin gewonnenen Beobachtungen es gestatten, durch rechnerische Methoden genügend genaue Zwischenwerte einzuschalten und die wichtig-

sten Vermessungen und Wiederholungsmessungen des Küstenvorfeldes abgeschlossen sein werden.

Daß auf dem Gebiete der *Seegangsforschung* bisher von den Untersuchungsstellen des Bundes und der Küstenländer wenig getan worden ist, liegt vor allem daran, daß bis vor einigen Jahren meßtechnisch noch die Voraussetzungen fehlten, um mit einiger Aussicht auf Erfolg Naturmessungen durchzuführen. Die hier zur Zeit noch vorhandenen erheblichen Wissenslücken, die insbesondere bei Entwurfsarbeiten für Seebauten, wie Deiche, Ausbau der Wasserstraßen, Sperrwerke, Leuchttürme usw., immer wieder empfunden werden, gilt es zu schließen. Ein vor etwa fünf Jahren eingeleitetes Untersuchungsprogramm des Deutschen Hydrographischen Instituts, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird, verspricht nunmehr Fortschritte auf diesem Gebiet.

Die in diesem Programm bisher gewonnenen Ergebnisse haben indessen erkennen lassen, daß:

- a. vorhandene Bedingungen zur Vorhersage der kennzeichnenden Wellengrößen wegen der unregelmäßig stark gegliederten morphologischen Bodenform unserer flachen Nordseeküste nicht in allgemeiner Form anwendbar sind und daß daher
- b. ein sehr dichtes Meßpunktnetz gefordert werden muß, wenn durch Naturmessungen vermehrte Kenntnisse über die örtlich zu erwartenden maßgebenden Seegangsverhältnisse gewonnen werden sollen, denn jeder Meßpunkt kann nur für ein eng begrenztes Gebiet repräsentative Ergebnisse liefern.

Unter Berücksichtigung der besonderen morphologischen Verhältnisse der deutschen Nordseeküste, der auch heute noch bestehenden meßtechnischen Schwierigkeiten und der Forderung nach einfachen, übersichtlichen, aber die räumlichen Veränderungen ausreichend erfassenden Informationen über Seegangswellen ist zunächst ins Auge gefaßt, an den 11 Stationen, an denen Wasserstände gemessen werden, zugleich auch Seegangsmessungen mit Hilfe integrierender Meßgeräte und an einigen Stellen auch die Messung von Einzelwellen mit Hilfe von Wellenpegeln vorzunehmen. Dazu müssen die Stationen gerätetmäßig ausgerüstet werden. Darüber hinaus ist eine größere Zahl von etwa 20 bis 30 Meßgeräten einzusetzen und diese sind nacheinander in einzelnen Testgebieten aufzustellen, um die Seegangsverhältnisse dort zu erforschen. Jedes Testgebiet soll für die Zeit von drei Jahren mit einer größeren Zahl von Seegangsmessgeräten bestückt werden. In dieser Zeit können bei unterschiedlichen Wetterlagen genügend Beobachtungswerte gewonnen werden, um statistische Untersuchungen über die jeweiligen regionalen Seegangsgößen ausführen zu können. Die Seegangsbeobachtungen sollen im Flachwasserbereich durch zeitlich eingeschaltete Luftbildaufnahmen ergänzt werden.

3. Das Strömungsmessprogramm

Seit Jahrzehnten werden im Bereich der deutschen Nordseeküste Strombeobachtungen durchgeführt, die als Grundlage hydrodynamischer oder morphologischer Untersuchungen dienen. Diese Beobachtungen waren im Küstenvorfeld stets an regionale Bauaufgaben oder Projekte gebunden, so daß das bisher gesammelte Material, trotz seines großen Umfangs, lückenhaft und zersplittert ist und für eine systematische, zusammenhängende Betrachtung des Geschehens an der ganzen Küste nicht ausreicht. Insbesondere fehlen Messungen in den Flachwassergebieten vor den Inselketten und dem Wattsockel sowie auf den Wasserscheiden der einzelnen Stromsysteme. Diese Lücken sind durch ein Meßprogramm zu schließen, dessen Ziel es insbesondere sein soll, die für den großräumigen Materialtransport vor der deutschen Nordseeküste wirksamen Strömungskräfte zu erfassen. Da auch die Strömungsvorgänge in

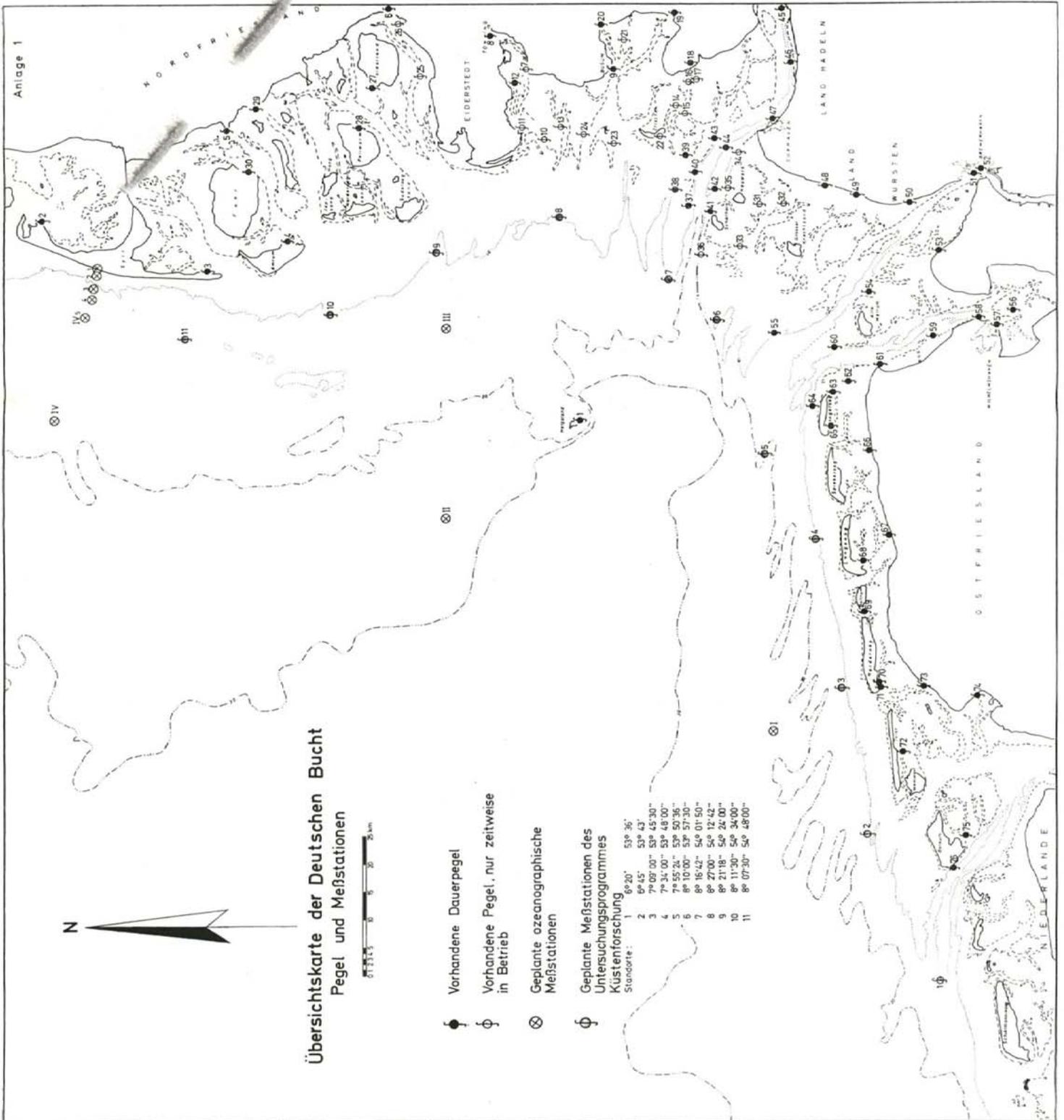


Abb. 1

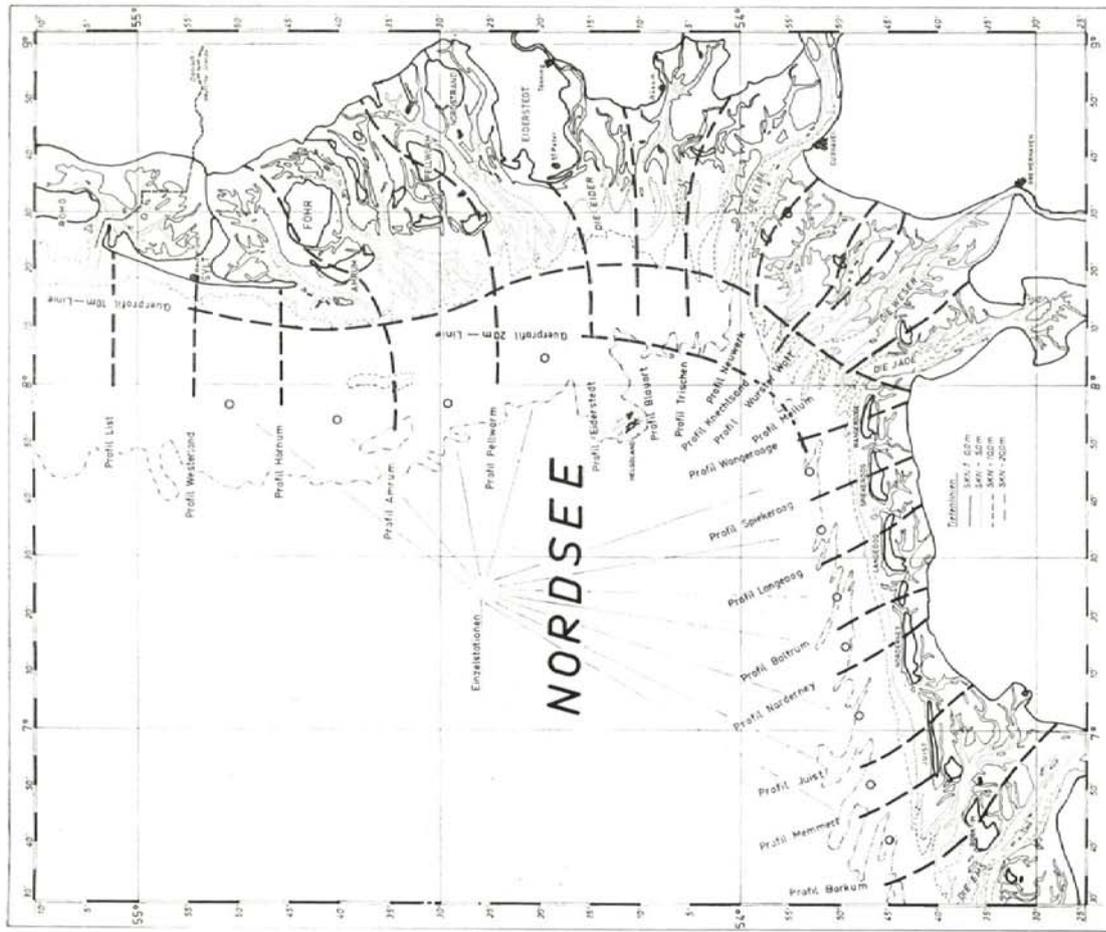


Abb. 2. Küstenforschungsprogramm, Vorschlag für Strömungsmeßprofile

Küstennähe komplizierter und vielgestaltiger sind als in der freien See, ist ein relativ dichtes Meßnetz erforderlich, in dem Dauerstrommessungen von mindestens je 15, in der Regel 21 Tagen Dauer durchzuführen sind. Es soll im wesentlichen aus Profilen bestehen, die etwa senkrecht zur Küste über die Wattscheiden bis zur 15- oder 20-m-Tiefenlinie verlaufen. (Abb. 2.) Aus der Morphologie ergeben sich von Borkum bis List/Sylt rd. 20 Meßprofile. Die Länge dieser Profile zusammen beträgt rd. 600 km.

Im Bereich der Tideflüsse Weser, Elbe und Eider sollen diese Profile durch ein küstenparalleles Profil in der 20-m-Linie mit geringerem Meßpunkteabstand ergänzt werden. Ein zweites küstenparalleles Profil verbindet die Meßprofile von der Jade bis Westerland/Sylt etwa auf der 10-m-Tiefenlinie, um den Einfluß der Wattströme und Tideflüsse zu erfassen.

Die beiden letztgenannten Profile haben eine Gesamtlänge von rd. 200 km. Bei einem Meßpunkteabstand in den Profilen von durchweg 1 km sind bei einer Gesamtlänge aller Profile von 800 km etwa 800 Meßpunkte erforderlich.

Die zwischen den Profilen liegenden Flußmündungs- oder Stromgebiete sollen in diesem Programm nicht erfaßt werden, da es nicht darum geht, die hier stattfindenden internen morphologischen Vorgänge und Materialumlagerungen zu untersuchen. In diesen Stromgebieten liegen im übrigen die Schwerpunkte der bisherigen regionalen Untersuchungen, deren Ergebnisse bei der späteren wissenschaftlichen Auswertung mit herangezogen werden. Die Stromgebiete sind durch die vom Festland bis in die See reichenden Profile und seewärts durch die küstenparallelen Profile in ihren Grenzen umschlossen.

Durch die genannte Meßanordnung wird man die Kräfte, die einen großräumigen küstenparallelen Materialtransport oder einen Küstenquertransport an der Grenze zwischen Meer und Watt bewirken, erfassen können.

Unter Zugrundelegung eines Netzes von 800 Meßstationen, einer auf die Dauer von acht Jahren verteilten Meßzeit und unter Beachtung der aus Erfahrung bekannten Ausfallzeiten werden einschließlich Reserven etwa 40 Dauerstrommeßgeräte benötigt.

Die Dauerstrommessungen sollen durch unmittelbare Messungen der Schwebstoffführung, der vertikalen Stromschichtung und der thermohalinen Schichtung auf ausgewählten Stationen des Dauerstromnetzes ergänzt werden. An einigen Punkten zwischen den Profilen der Dauerstrommeßreihen, an seewärtigen Zwischenpunkten sowie an etwa 20 Punkten im küstenparallelen Profil zwischen Wangerooge und Sylt ist jeweils eine durchgehende Messung von einem Tnw bis zum nächsten Tnw vorgesehen. Das ergibt eine Gesamtzahl von 80 Stationen.

Zur Bestimmung des Schwebstoffgehaltes kommen nur Methoden in Frage, die eine zuverlässige Konzentrationsmessung ermöglichen. Durchsichtigkeits- oder Dichtemessungen ergeben bei den überwiegend geringen Konzentrationen und unterschiedlichen Korngrößen des suspendierten Materials nicht die erforderliche Genauigkeit.

Wichtig sind die Einflüsse von Seegang, Brandung und Triftströmung auf den Materialtransport. Um hierüber Aufschluß zu erhalten, sind — möglichst synoptisch — Schwebstoffdauermessungen an einigen Stationen vorgesehen, wobei Meßgeräte verwendet werden sollen, die zur Zeit im Rahmen von Forschungsaufträgen der Deutschen Forschungsgemeinschaft entwickelt werden. Bei Bewahrung dieser Geräte werden durch eine Reihe von Stationen im Wattengürtel langfristige, synoptische Messungen der Strömungen, des Seegangs und des Schwebstoffgehalts im automatischen Meß- und Registrierverfahren durchzuführen sein. Jede Station besteht dann aus einem Dauerstrommeßgerät, einem integrierenden Seegangmeßgerät und einem Schwebstoffmeßgerät. Die Energie zum Betrieb der Geräte kann durch einen Windkraftgenerator gewonnen werden.

Schichtungsmessungen sollen überwiegend in den seewärtigen Profilpunkten bei Wassertiefen von 10 m und mehr ausgeführt werden. Im Flachwasser- und Wattbereich sind die

Schichtungserscheinungen so un stetig und komplex, daß die Messung und Registrierung ein Sonderprogramm erfordern würden.

4. Veränderungen der Oberfläche und des Untergrundes

Die als Erosion oder Sedimentation in Erscheinung tretenden Veränderungen der Bodenform im Küstenvorfeld haben teils positiven, teils negativen Einfluß auf die praktischen Maßnahmen im Seewasserbau. Positiv ist für die Erhaltung, also den Küstenschutz, im allgemeinen die Sedimentation oder Auflandung; negativ die Erosion oder der Abtrag. Umgekehrt ist für die Schifffahrt die Erosion überwiegend fördernd, die Sedimentation meist nachteilig.

Da vorläufig weder Ursache und Wirkung noch das Tempo dieser Umlagerungsvorgänge sich unmittelbar von den sie verursachenden Kräften ableiten lassen, muß man parallel mit der Messung der Kräfte versuchen, ihre Wirkung auf indirektem Wege, nämlich vom Ergebnis her, zu erfassen und zu deuten. Das soll auf zweierlei Weise geschehen:

- a. durch wiederholte exakte Zustandaufnahme der Meeres- und Wattbodenoberfläche, und zwar durch Vermessung sowie durch morphologische und biologische Kartierung.

Mit Hilfe der in kürzeren oder längeren Zeiträumen wiederholten Vermessung des Küstenvorfeldes, und zwar des seeseitigen Abhangs des Wattsockels, der Wattströme und der trockenfallenden Watten, läßt sich eine Feststoffbilanz aufstellen, in der sich Gewinn und Verlust an Substanz am Wattsockel nachweisen lassen. Die Ergebnisse der Vermessung können mit Hilfe der morphologischen und biologischen Kartierung in bestimmten Gebieten kritisch geprüft und ergänzt werden. Sie gestatten ferner Rückschlüsse auf die Ursache der Entwicklung, nämlich die wirksamen Kräfte selbst.

- b. durch Erforschung und Deutung der geschichtlichen Entwicklung, d. h. durch geologische, biologische vor- und frühgeschichtliche Untersuchungen.

Uns ist nicht nur an einem Augenblicksbild gelegen — auch wenn dieses das Geschehen während einiger Jahrzehnte aufhellen kann. Wir möchten wissen, wie die Entwicklung weitergeht. Ein wichtiges Hilfsmittel hierzu ist — da wir nicht in die Zukunft sehen können — ein Blick auf die erdgeschichtliche Vergangenheit.

Zu a. Die Vermessung

Die Vermessung eines Gebietes von etwa 8500 qkm erfordert, je nachdem ob es sich um unter oder über Tnw liegende Gebiete handelt, unterschiedliche Arbeitsverfahren. Die seeseitigen Unterwasserhänge und die nicht trockenfallenden Wattgebiete sind nur mit Hilfe von Lotungen zu vermessen. Nautisch interessante Gebiete des Küstennahbereichs und des seeseitigen Unterwasserhangs werden seit langem, räumlich und zeitlich allerdings unterschiedlich, durch Lotung vermessen. Diese Vermessungen sind für vergleichende morphologische Untersuchungen von unterschiedlichem Wert. Die Lotung im Unterwasserhang soll, ähnlich wie die Strommessungen, in Profilen erfolgen, jedoch in etwa 1 km Profilabstand. Das ergibt für das Küstenvorfeld eine Gesamtprofilänge von etwa 7000 km. Die auszulotenden Wattströme haben eine Gesamtfläche von 1600 km².

Sowohl im Seegebiet wie in den Wattströmen sind für die genaue Ortsbestimmung, für die

Lotung und für die genannte Beschickung auf den wahren Wasserstand modernste Geräte und Verfahren anzuwenden. Die gleichzeitige Erfassung möglichst großer Flächen, deren Einzelformen sich ständig verändern, erfordert einen gleichzeitig großen Personal-, Fahrzeug- und Geräteinsatz und bedarf einer besonders sorgfältigen Organisation.

Im gleichen Zuge mit der Vermessung der unter Tnw liegenden Gebiete hat diejenige des trockenfallenden Watts zu erfolgen. In den letzten Jahrzehnten sind große Teile des Watts, zeitlich allerdings sehr unterschiedlich und mit unterschiedlichen Genauigkeitsansprüchen, terrestrisch und durch Luftbilder erfaßt worden. Eine großräumige Feststoffbilanz kann auf der Grundlage dieses Kartenmaterials nicht vorgenommen werden, da einmal die Genauigkeit der bisherigen Aufnahmen unterschiedlich ist und zum anderen die wichtigste Voraussetzung, Synchronaufnahme, nicht durchweg gegeben ist. Das Verfahren der Luftbildvermessung wird neuerdings mit dem Ziel entwickelt, daß man analog zu der bisherigen Lagegenauigkeit eine hohe Höhengenaugkeit in den Luftbildplänen erhält. Mit einem solchen Verfahren wird sich die Vermessung vereinfachen lassen.

Um die gesamten morphologischen Gestaltungsvorgänge zu erfassen und damit einen Beitrag zum Feststoffhaushalt zu gewinnen, ist also gleichzeitig für den seeseitigen Hang des Küstenvorfeldes, die Wattstromgebiete und die trockenfallenden Watten ein zeitlich wie räumlich koordiniertes Vermessungsprogramm vorgesehen.

Zu b.: Erdgeschichtliche Untersuchungen

Über die erdgeschichtliche Entwicklung sind umfangreiche Teiluntersuchungen besonders in Küstennähe durchgeführt; vielfach sind sie aber noch nicht hinreichend ausgewertet worden. Hier lassen die von der DFG geförderten und geplanten Untersuchungen Fortschritte in der Erkenntnis erwarten. Neben der Auswertung schon vorhandener Aufschlüsse ist die Kenntnis des Aufbaues im äußeren Saum des Küstenvorfeldes durch neue Bohrungen noch erheblich zu erweitern.

5. Aufbereitung der Meßwerte

Bei den geschilderten Untersuchungen fällt eine solche Fülle von Meßdaten an, daß ihre Aufbereitung und Nutzbarmachung für Wissenschaft und Praxis nur mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung möglich ist. Alle anfallenden Meßdaten der Wasserstands-, Seegang- und Wellen- sowie der Strömungs- und Schwebstoff-Messungen sind auf Lochstreifen oder Band zu nehmen, so daß ihre Ergebnisse auf zentrale Datenträger übernommen werden können. Allein etwa 10 Millionen Daten werden aus den Strömungs- und Sinkstoffmessungen anfallen. Die Datenverarbeitung läßt sich geräte-, personal- und kostenmäßig ohne allzu großen Aufwand durchzuführen, während die eigentliche Meßwertaufbereitung, die vielfältige vektorielle und statistische Rechenoperationen erfordert, in einem leistungsfähigen Rechenzentrum erfolgen muß.

6. Kosten der Naturmessungen

Die geschilderten Naturmessungen sind z. T. wie die Wasserstandsbeobachtung Daueraufgaben, größtenteils dienen sie der Bestandsaufnahme, die zum erstenmal nach etwa fünf Jahren, später in größeren Zeitabständen und nur für Teilgebiete wiederholt werden muß. Insgesamt

umfassen die Bestandsaufnahme und ihre erste vollständige Wiederholung einen Zeitraum von zwölf Jahren. Für diesen Zeitraum läßt sich das Programm so gestalten, daß eine annähernd gleiche Auslastung der einzusetzenden Mittel und Kräfte möglich ist.

Um zu klaren Vorstellungen über den Umfang der Aufgabe und über den Kostenaufwand zu gelangen, ist zunächst die sicher mögliche sachliche und personelle Hilfe der vorhandenen Dienststellen außer Betracht zu lassen. Dann beträgt der Gesamtaufwand in zwölf Jahren etwa 36 Millionen DM, so daß im Durchschnitt 3 Millionen DM je Jahr aufzuwenden sind. Dieser Betrag mag auf den ersten Blick erstaunlich hoch erscheinen; er ist es aber nicht, wenn man sich die im Küstenvorfeld investierten und noch zu investierenden Mittel — für Küstenschutz und Schifffahrt etwa 14 Milliarden DM — und die jährlich zur Erhaltung und Verbesserung von Anlagen und Einrichtungen notwendigen Mittel vor Augen führt und dabei an das immer noch große Risiko denkt, unter dem alle Einzelprogramme, alles Planen und Bauen im Küstenvorfeld heute noch vor sich gehen. Bund und Küstenländer haben allein für ihre dem Küstenschutz und der Schifffahrt dienenden Routinemessungen und für ihre örtlichen Untersuchungen zur Vorbereitung großer Baumaßnahmen in den letzten fünf Jahren mehr als 20 Millionen DM ausgegeben, ohne daß dabei wesentliche Fortschritte in der Kenntnis von den Naturvorgängen im *größeren* Raum erzielt werden konnten.

7. Die Naturmessungen und ihre wissenschaftliche Auswertung

Die Ergebnisse der Naturmessungen dienen der Praxis teilweise unmittelbar. Gleichzeitig sind sie die Voraussetzung für die wissenschaftliche Bearbeitung und müssen daher auf die möglichen Auswertungsverfahren abgestellt sein. Somit sind nicht nur die Naturmessungen an sich, sondern diese zusammen mit ihrer wissenschaftlichen Auswertung als eine natürliche Einheit zu sehen und zu behandeln. Welcher Art die sich aus den Naturmessungen ergebenden und mit ihnen zusammenhängenden wissenschaftlichen Aufgaben sind und welche Forderungen die Wissenschaft an die Naturmessungen stellt, hat Herr Prof. Dr. HENSEN dargelegt. Er hat ferner unterstrichen, daß mit der Küstenforschung auf die Wissenschaft, insbesondere auf die angewandte Forschung, neue Aufgaben zukommen, die verfahrensmäßig und organisatorisch neue Überlegungen notwendig machen. Bei solchen Überlegungen darf kein Zweifel darüber bestehen, daß die Küstenforschung nicht eine auf zwölf Jahre begrenzte Aufgabe sein kann, sondern eine Daueraufgabe ist, die uns das ständig wechselnde säkulare Naturgeschehen aufzwingt. Auch die menschliche Planung im Küstenraum schreitet weiter und wird der Küstenforschung neue Aufgaben stellen. Wiederholung und Vertiefung der Naturmessungen werden auch deshalb notwendig sein, um die langfristige Entwicklungstendenz im Küstenvorfeld zu erkennen und in künftige Planungen einbeziehen zu können.

Die Küstenforschung als Daueraufgabe bedarf nach dem Gesagten einer äußeren Form, mit der auch die Frage nach der Trägerschaft zu stellen ist. Die Küstenforschung ist eine Aufgabe der öffentlichen Hand. An ihren Ergebnissen sind aus Gründen der Schifffahrt, des Küstenschutzes und der Wasserwirtschaft der Bund und die vier Küstenländer in erster Linie interessiert. Dabei soll zunächst dahingestellt bleiben, wie eine Interessenverteilung aussehen mag. Auf jeden Fall geht die Küstenforschung über den Rahmen der gegenwärtigen Tätigkeit der Behörden für Küstenschutz und Seeverkehr weit hinaus. Sie ist eine Gemeinschaftsarbeit von Technik und Wissenschaft im weitesten Sinne. Ihre Durchführung setzt folgerichtig eine gemeinschaftliche, zentrale Einrichtung voraus. Diese Einrichtung muß die Naturmessungen und deren wissenschaftliche Auswertung planen, koordinieren und durchführen.

Es fragt sich nun, ob und welche vorhandenen Einrichtungen in Bund und Küstenländern für die dargelegten Aufgaben geeignete Voraussetzungen bieten.

Organisatorisch ist die Koordinierung — oder besser die zentrale Steuerung der Naturmessungen — die schwierigste Aufgabe. In den einleitenden Ausführungen zur heutigen Tagung wurde gesagt, daß z. Z. an der Küste selbst eine Reihe von Untersuchungsstellen des Bundes und der Küstenländer mit Naturmessungen und Zweckforschungen befaßt sind. Dem überwiegenden Teil dieser Stellen obliegen die routinemäßig notwendigen Beobachtungen und Messungen für die Seewasserstraßen und den Küstenschutz oder die im Interesse neuer technischer Planungen erforderlichen örtlichen Voruntersuchungen. Dafür stehen ihnen ein guter Stamm an ortskundigen, erfahrenen Fachkräften, ferner geeignete Fahrzeuge und Meßgeräte zur Verfügung, die sich auch für das neue Programm einsetzen lassen.

Die Frage, ob und in welchem Umfang in diesen Dienststellen der Küstenverwaltungen freie Kapazitäten für die Aufgaben einer überregionalen Küstenforschung vorhanden sind, bedarf sorgfältiger Prüfung. Die bestehenden Untersuchungsstellen werden weitgehend aus einzelnen, sogenannten Bauvorarbeitskosten finanziert. Die Ausweitung ihrer Aufgaben auf überregionale Untersuchungen bedarf also organisatorisch und haushaltsmäßig eingehender Überlegungen.

Trotzdem erscheint es bei großer Bereitwilligkeit aller Beteiligten sinnvoll und möglich, die Verantwortung für die Naturmessungen den Untersuchungsstellen weitgehend zu übertragen.

Die Durchführung und Finanzierung des Gesamtprogramms der Naturmessungen als Gemeinschaftsaufgabe setzt eine Vereinbarung zwischen Bund und Ländern voraus. Die grundsätzliche Bereitschaft hierzu ist vorhanden. In eine solche Vereinbarung sind die zentrale Datenerfassung und möglichst auch die wissenschaftliche Auswertung einzubeziehen. Über Möglichkeiten und Voraussetzungen für eine zentrale wissenschaftliche Bearbeitung der Ergebnisse der Naturmessungen unter besonderer Berücksichtigung ingenieurwissenschaftlicher Forschung hat Herr Prof. Dr. HENSEN Ihnen seine Auffassung vorgetragen. Ohne einer Entscheidung der maßgebenden Stellen vorzugreifen, muß ich betonen, daß nur eine Lösung zum erstrebten Ziel führt, die die Einheit der gesamten Küstenforschung, wie sie das Programm des Küstenausschusses anstrebt, zur Voraussetzung hat. Von der bereitwilligen und tatkräftigen Förderung durch die verantwortlichen Ministerien wird es abhängen, ob es in absehbarer Zeit gelingt, das Wissen um die Naturvorgänge im Küstenvorfeld einen entscheidenden Schritt vorwärts zu bringen und der Praxis des Seebaues die tragenden Erkenntnisse für die großen Aufgaben der Zukunft zu vermitteln.

Eine erfolgreiche Arbeit in der deutschen Küstenforschung bedarf einer laufenden Beobachtung und Nutzbarmachung der in der internationalen Küstenforschung erarbeiteten Kenntnisse und Erfahrungen. Besonders wichtig erscheint uns ein ständiger Gedanken- und Erfahrungsaustausch mit dem Ausland und darüber hinaus eine Zusammenarbeit mit unseren Nachbarländern Dänemark und den Niederlanden, die, wie Herr Kollege SCHIJF ausführte, vor ganz ähnlichen Problemen stehen, wie sie an unserer Küste vorliegen.