

Untersuchungen zur Optimierung des Küstenschutzes auf Sylt

Von RUDOLF SCHERENBERG

Zusammenfassung

Wegen der höheren und häufigeren Sturmfluten mit längeren Verweilzeiten hoher Wasserstände haben die Abbruchverluste an der Sylter Westküste deutlich zugenommen. Im Fachplan Küstenschutz Sylt vom 13. 1. 1985 ist das Konzept für die künftige Sicherung der Sylter Küste zusammenfassend dargestellt worden. Dazu gehört das erläuterte Untersuchungsprogramm zur Optimierung des Küstenschutzes auf Sylt, das im Herbst 1985 angelaufen ist.

Ziel ist die Erfassung der von Tide und Seegang erzeugten Kräfte und der daraus resultierenden Sedimentbewegungen mit Hilfe hydrologischer Messungen, Sedimentuntersuchungen und laufender meßtechnischer Erfassung der Küstenveränderungen. Die Ergebnisse sollen miteinander korreliert werden, um daraus Schlüsse für die Optimierung der Sicherungsmaßnahmen ziehen zu können.

Summary

The erosion of the Island of Sylt has significantly accelerated due to the increased frequency of extreme storm surges of longer duration. A concept for the future protection of the Island's coastline is given in detail in the Sylt Coastal Protection Plan of January 13, 1985. This includes the here discussed investigations which began in the fall of 1985 for optimizing the Sylt coastal protection.

The goal is the determination of the tidal and wave induced forces and the resulting sediment motion. This is accomplished with hydrological and sediment measurements as well as surveys to determine the coastline changes. Correlations between these data are to be made, and conclusions drawn for optimizing the coastal protection measures.

Inhalt

1. Vorbemerkung	188
2. Voruntersuchungen	189
2.1 Stabilitätsuntersuchungen im nördlichen nordfriesischen Wattenmeer	189
2.2 Untersuchungen der Abhängigkeiten zwischen Seegang und Wind, Seegang und Unterwassertopographie sowie zwischen Seegang und Küstenlängstransport.	189
2.3 Erstellung eines mathematischen Modells zur Simulation großräumiger Strömungs- und Sedimenttransportvorgänge im Bereich der Insel Sylt	189
2.4 Versuchssandvorspülungen	191
3. Hauptuntersuchung	191
3.1 Messungen mit Richtungswellenmeßbojen (Franzius-Institut)	191
3.2 Untersuchung des seegangerzeugten Küstenlängstransports mit Hilfe eines EDV-Programms (Leichtweiß-Institut).	193
3.3 Analyse des großräumigen gezeitenerzeugten Sedimenttransports mit Hilfe eines HN-Modells (Institut für Strömungsmechanik)	194
3.4 Untersuchungen des Verlaufs von Quer- und Längstransport der Sedimente vor Sylt (Geologisch-Paläontologisches Institut)	196
3.5 Hydrologische Messungen sowie hydrographische und terrestrische Vermessungen (Amt für Land- und Wasserwirtschaft Husum).	199
4. Schlußbemerkung und Ausblick	203
5. Schriftenverzeichnis	203

1. Vorbemerkung

Die in den vergangenen 30 Jahren beobachtete Zunahme des Rückgangs der Westküste Sylts hat das Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Schleswig-Holstein 1982 veranlaßt, die Größe des Küstenrückgangs, seine Ursachen und Vorschläge für Gegenmaßnahmen untersuchen zu lassen. Das Ergebnis der Untersuchungen ist im Fachplan Küstenschutz Sylt (ALW Husum, 1985) zusammengefaßt worden.

Nach gründlicher Auswertung aller Messungen, Untersuchungen und Erfahrungen sowie nach sorgfältiger Abwägung aller Lösungsmöglichkeiten und Beachtung der mit dem Küstenschutz zusammenhängenden Belange werden regelmäßig zu wiederholende Sandvorspülungen ohne Ergänzung durch massive Bauwerke als die in technischer, wirtschaftlicher und landchaftspflegerischer Hinsicht günstigste Lösung für Gegenmaßnahmen empfohlen. Gleichzeitig wird vorgeschlagen, durch ein Untersuchungsprogramm

- den Kenntnisstand über die küstenrelevanten Vorgänge an der Westküste Sylts zu verbessern und
- die Methode der Sandvorspülungen zu optimieren.

Das Ministerium hat dazu im Herbst 1985 ein umfangreiches Untersuchungsprogramm, bestehend aus einem

- Naturmeßprogramm und
- Modelluntersuchungen,

eingeleitet. Es ist vor allem darauf gerichtet,

- die meteorologischen und hydrologischen Vorgänge und Zusammenhänge vor Sylt
- ihre Auswirkungen auf die Uferabbrüche und den Sedimenthaushalt und
- ihre Bedeutung für die morphologischen und sedimentologischen Erscheinungsformen zu erfassen.

Dazu ist es notwendig, den Sedimenttransport vor der Sylter Küste und seine Abhängigkeiten von Seegang, Tide und künstlichen Eingriffen zu analysieren. Darauf aufbauend soll untersucht werden, wie der Sedimenttransport zugunsten des Insel-schutzes beeinflusst werden kann, wie die Sandvorspülungen optimiert werden können und ob ggfs. zusätzliche Maßnahmen den Energieeintrag auf die Sylter Westküste mit vertretbarem Aufwand vermindern können.

An den Untersuchungen sind

- das Franzius-Institut der Universität Hannover,
- das Geologisch-Paläontologische Institut der Universität Kiel,
- das Institut für Strömungsmechanik der Universität Hannover,
- das Leichtweiß-Institut der Technischen Universität Braunschweig
- und das Amt für Land- und Wasserwirtschaft Husum

beteiligt.

Die einzelnen Untersuchungen und ihre Ergebnisse werden in regelmäßig stattfindenden gemeinsamen Besprechungen und durch Austausch aller Unterlagen abgestimmt.

Da es sich bei dem Untersuchungsprogramm um ein Forschungsvorhaben handelt, das sich mit einer für das Küsteningenieurwesen wesentlichen Aufgabenstellung befaßt, hat der Deutsche Bundestag hierfür Mittel bewilligt, die vom Bundesminister für Forschung und Technologie bereitgestellt werden.

Der nachfolgende Bericht ist auf der Grundlage von Beiträgen der vorstehenden Institute zusammengestellt worden.

2. Voruntersuchungen

Als Vorstufe sind drei Voruntersuchungen mit den nachfolgend genannten Ergebnissen durchgeführt worden:

2.1 Stabilitätsuntersuchungen im nördlichen nordfriesischen Wattenmeer

Das nördliche nordfriesische Wattenmeer mit Ausnahme des Lister Tiefs befindet sich nicht in einem hydrologisch-morphologischen Gleichgewichtszustand. In der Norderaue und im Hörnum-Tief besteht eindeutig ein Volumenüberschuß durch einen Spülstrom von 60 Mio. m³ pro Tide, der von der Norderaue aus über die Föhrer Schulter und durch das Amrum-Tief in das Hörnum-Tief übertritt. Dadurch werden die betroffenen Priele und angrenzenden Wattflächen erodiert. Eine Stabilisierung kann nur erreicht werden, wenn der Spülstrom unterbrochen wird (Abb. 1).

2.2 Untersuchungen der Abhängigkeiten zwischen Seegang und Wind, Seegang und Unterwassertopographie sowie zwischen Seegang und Küstenlängstransport

Auf der Grundlage von vorliegenden Wellen- und Windmessungen wurde eine Langzeit-Seegangsstatistik als Voraussetzung für die Beurteilung des Einflusses der Unterwassertopographie und des Küstenlängstransports erstellt.

Mit diesen Eingangswerten wurden die Längstransportmengen unter Berücksichtigung des Flachwassereinflusses berechnet und bilanziert.

Mit einem halb-theoretischen, durch vorhandene Messungen überprüften Ansatz wurde die Wellenhöhenveränderung im Rinnensystem untersucht. Danach wachsen die Wellenhöhen im Rinnensystem nur bis zu einer wasserstandsabhängigen Grenzhöhe an.

Durch eine Rifferhöhung kann eine deutliche Abminderung der Wellenhöhen und damit der Transportkapazität im Riff- und Strandbereich erreicht werden.

2.3 Erstellung eines mathematischen Modells zur Simulation großräumiger Strömungs- und Sedimenttransportvorgänge im Bereich der Insel Sylt

Da u. a. die Einflüsse des Hindenburgdammes und eines denkbaren Dammes über die Föhrer Schulter untersucht werden sollen, ist das Sylt-Modell zweckmäßigerweise auf das nordfriesische Wattenmeer zwischen der dänischen Insel Röm und der Halbinsel Eiderstedt auszudehnen. Die dafür erforderlichen Randbedingungen können nur durch eine „Modellfamilie“, d. h. über ein großräumiges Nordseemodell und ein Modell Deutsche Bucht, gewonnen werden.

Antworten auf örtliche Einzelfragen, z. B. Grenze zwischen den Küstenbereichen mit überwiegender Tideströmung und überwiegender Brandungsströmung, müssen in Ausschnittmodellen mit verfeinerten Gitternetzen untersucht werden.

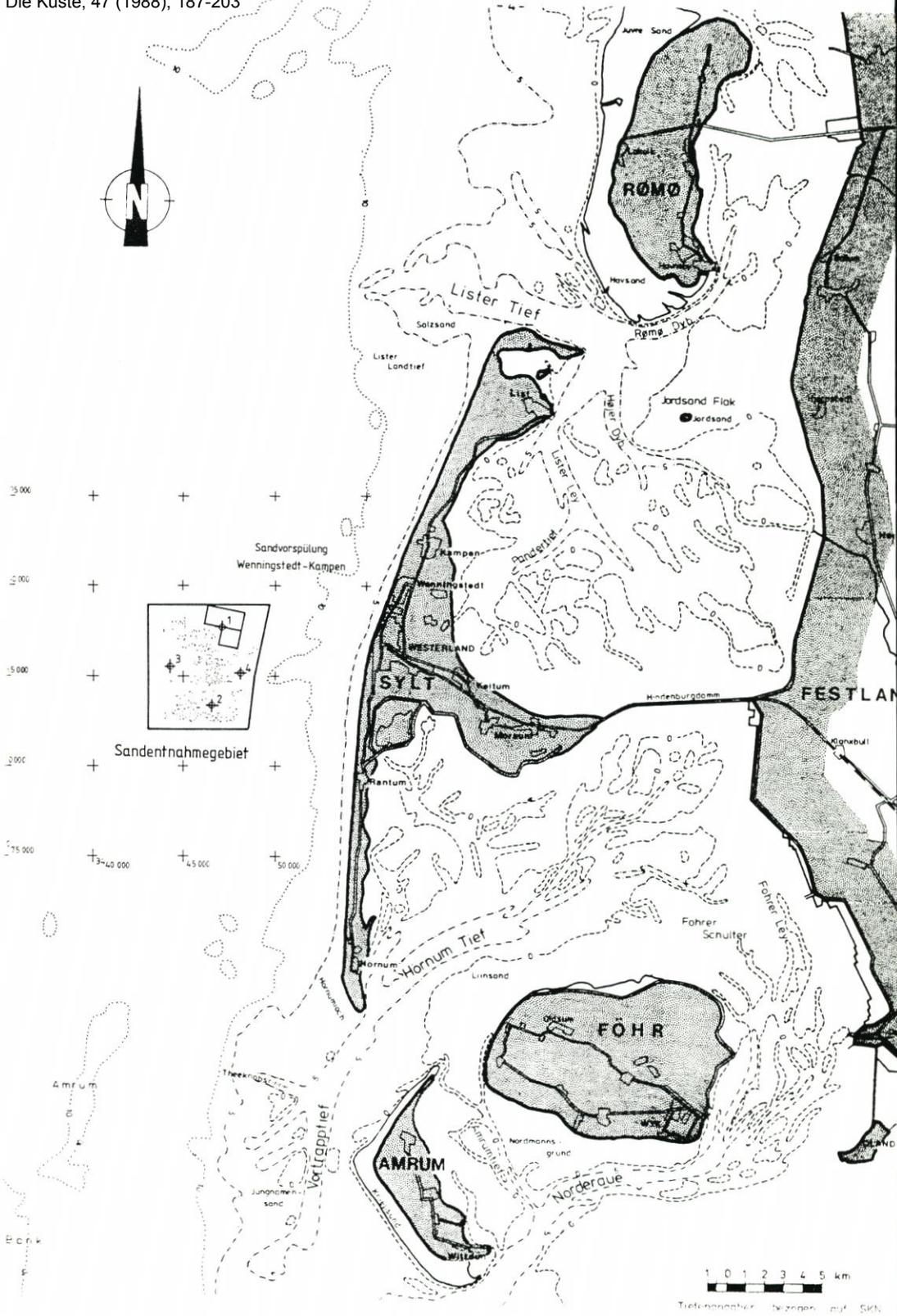


Abb. 1: Übersichtskarte

2.4 Versuchssandvorspülungen

Zu den Voruntersuchungen zählen außerdem drei Versuchssandvorspülungen, die 1972 und 1978 vor Westerland mit je rd. 1 Mio. m³ Sand und 1983 vor Hörnum mit rd. 0,6 Mio. m³ Sand durchgeführt worden sind (FÜHRBÖTER et al., 1972; DETTE/GÄRTNER, 1987). Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Sandvorspülungen sind die einzige aller auf Sylt in Betracht kommenden Sicherungsmethoden, die nach dem Kosten-Nutzen-Verhältnis volkswirtschaftlich sinnvoll sind.
- Sandvorspülungen an der Westküste Sylts müssen bei Zugrundelegung der Abbruchverluste der letzten 30 Jahre im Mittel etwa alle sechs Jahre wiederholt werden, um den Materialverlust auszugleichen.
- Sandvorspülungen sind unschädlich für die Küste, da Lee-Erosionen weitgehend auszuschließen sind. Sie fördern möglicherweise die Riffbildung und tragen dadurch zur Dämpfung des den Strand erreichenden Seegangs bei.

3. Hauptuntersuchung

Die Untersuchungen des interdisziplinären, zunächst auf drei Jahre ausgelegten Forschungsvorhabens umfassen folgende fünf Schwerpunkte:

1. Erfassung und Auswertung des Seegangs im Tiefwasserbereich vor Sylt mit Hilfe von Richtungswellenmeßbojen.
2. Erstellung und Eichung eines numerischen Modells zur Erfassung des seegangserzeugten Küstenlängstransportes entlang der Westküste Sylts auf der Grundlage von vor Sylt gewonnenen Naturmeßdaten.
3. Erstellung und Eichung eines HN-Modells zur Erfassung des gezeitenerzeugten Sedimenttransports im Küstenbereich der Insel Sylt.
4. Sedimentologische Untersuchungen in ausgewählten Testfeldern (Abb. 2) zur Erfassung der periodisch-jahreszeitlichen und der ereignisbedingten Sedimentverlagerungen und -umlagerungen im Küstenlängs- und -quertransport.
5. Dauermessungen vor der Küste und in ausgewählten Testfeldern zur kontinuierlichen Erfassung u. a. von Wasserständen, Wellen und Strömungen vor Sylt und regelmäßige Vermessung des Strand- und Dünenbereiches entlang der Westküste Sylts sowie Seevermessungen in den Testfeldern.

3.1 Messungen mit Richtungswellenmeßbojen (Franzius-Institut)

Zur Erfassung des Seegangs im Tiefwasserbereich nach Größe und Richtung sind 5 km westlich von Westerland bei etwa 13,5 m Wassertiefe zwei Richtungswellenmeßbojen, System Datawell, ausgelegt worden (Abb. 3).

Mit den Messungen ist am 16. 9. 1986 begonnen worden.

Eine Boje wird zur Ermittlung einer Langzeitseegangsstatistik vor Westerland verbleiben, während die zweite Boje an der seeseitigen Grenze der verschiedenen Testfelder vor der Küste eingesetzt werden soll. Die beiden Bojen wurden zunächst küstenparallel in einem Abstand von rd. 1000 m ausgelegt, um zum einen die Aussagekraft von Punktmessungen und zum anderen die Zuverlässigkeit des Meßsystems zu überprüfen. Es zeigte sich eine gute Übereinstimmung der Meßergebnisse.

Die Meßdaten werden über eine Postleitung zum Rechner im Franzius-Institut übertragen. Dort werden sie ausgewertet. Über die gleiche Leitung kann das Meßsystem auch gesteuert werden, d.h., die Startzeiten der Messungen sowie Art und Umfang der zu speichernden Daten können von Hannover aus bestimmt werden.

Aus den Daten werden folgende vier Seegangparameter berechnet und monatsweise dargestellt (Abb. 4):

- signifikante Wellenhöhe H_s
- charakteristische Wellenperiode T_z
- mittlere Wellenrichtung $\bar{\Theta}$
- mittlere Bandbreite $\bar{\psi}$

Zum Vergleich werden die Wasserstände (Station Westerland) und die Windparameter (Station List) dargestellt (Abb. 5).

Die Meßergebnisse sind Grundlage für die Untersuchungen des seegangserzeugten Küstenlängstransports, da die Richtung des anlaufenden Seegangs neben den signifikanten Wellenhöhen und -perioden der Haupteinflußfaktor für die Transportmengen und -richtungen ist.

3.2 Untersuchung des seegangserzeugten Küstenlängstransports mit Hilfe eines EDV-Programms (Leichtweiß-Institut)

Der Sedimenttransport an sandigen Küsten ist im wesentlichen bestimmt durch das Zusammenwirken von Wellen und Strömungen mit der Bodentopographie. Im ersten Schritt können die Wellen, die in Wassertiefen von 10 bis 15 m gemessen werden, mit Hilfe eines Refraktionsprogramms, das die Flachwassereffekte berücksichtigt, bis zur Brecherlinie gerechnet werden.

In einem weiteren Schritt wird daraus die Energieumwandlung und damit die Wellenhöhe in der Brecherzone berechnet (Abb. 6). Die Verteilung der Wellenhöhe in der gesamten Brandungszone und die wellenerzeugte Brandungsströmung kann dann mit Hilfe eines numerischen Modells für verschiedene Ausgangswellen, Wellenperioden, Brecherwinkel, Wasserstände und unter Berücksichtigung der Unterwassertopographie ermittelt werden (Abb. 7).

Die dafür im Schrifttum angegebenen Verfahren sind mit Hilfe von Naturmessungen und Versuchen im Großen Wellenkanal auf ihre Eignung geprüft und ausgewählt worden (DETTE, 1986).

Der letzte Schritt ist die Ermittlung des Sedimenttransports aus der Brandungsströmung. Die dafür verfügbaren Ansätze werden in einem der drei ausgewählten Testfelder vor Sylt (s. Ziffer 3.4), die mit Meßgeräten ausgestattet sind, überprüft und ggfs. verbessert.



Abb. 3: Richtungswellenmeßboje der Firma DATAWELL (nach Firmeninformationsblatt)

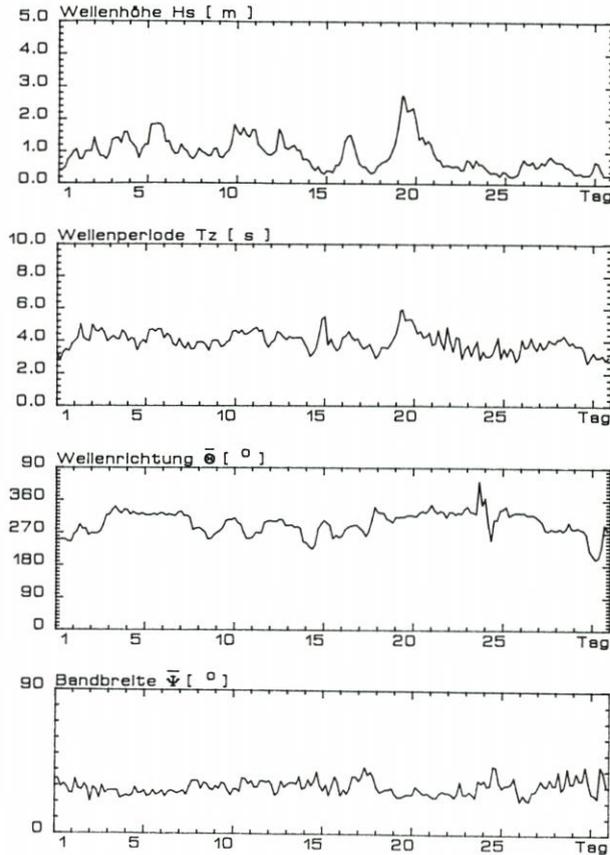


Abb. 4: Von der Meßboje 2 im Mai 1987 aufgezeichnete Wellenparameter (nach Franzius-Institut)

Die bisherigen Messungen zeigen die starke Abhängigkeit des Sedimenttransports von der Wellenhöhe und -richtung. Die Berechnungsansätze müssen noch verfeinert werden, um zu einer besseren Abschätzung des Sedimenttransports zu kommen.

3.3 Analyse des großräumigen gezeitenerzeugten Sedimenttransports mit Hilfe eines HN-Modells (Institut für Strömungsmechanik)

In dem Modell sollen zunächst die Tideströmungen und daraus der Materialtransport in Abhängigkeit von verschiedenen Tideereignissen untersucht werden. Dabei bilden die Inseln mit den Tidebecken der benachbarten Wattströme die Untersuchungsschwerpunkte. Außerdem sollen die Wasserstands- und Strömungsveränderungen infolge des Baues des Hindenburgdammes und eines gedachten Dammes über die Föhrer Schulter simuliert werden.

Aufgrund der Ergebnisse der Voruntersuchungen (s. 2.3) werden die Untersuchungen mit Hilfe einer „Modellfamilie“ vorgenommen, wobei die einzelnen Modelle miteinander gekoppelt werden können (Abb. 8).

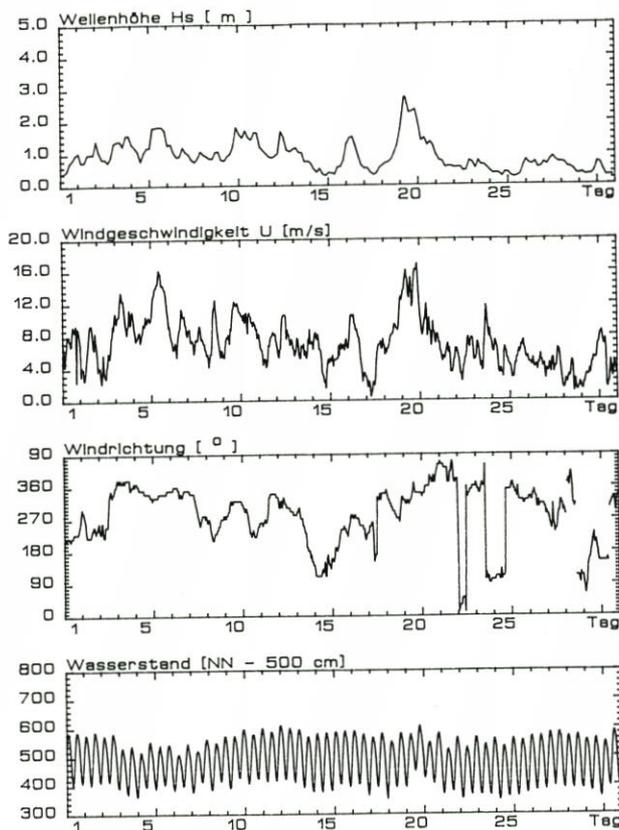


Abb. 5: Von der Meßboje 2 im Mai 1987 aufgezeichnete Wind- und Tideparameter (nach Franzius-Institut)

Das Strömungsmodell wird durch zahlreiche vorliegende Naturmessungen auf Naturähnlichkeit überprüft.

Die angestrebte Aussagekraft der Modellergebnisse erfordert ein hochauflösendes Modell und dieses wiederum neue Kartenunterlagen mit genauer Topographie. Das Gitternetz des Modells Nordfriesisches Wattenmeer/Sylt besteht aus 3124 Knotenpunkten.

Das Modell wird anhand von Vergleichen der gerechneten mit den in der Natur gemessenen Werten folgender Parameter

- Isolinien der Tidewasserstände
- Isolinien der Eintrittszeiten der Th- und Tn-Wasserstände
- Wasserstandsganglinien (Abb. 9)
- Isolinien des Tidehubs (Abb. 10)

überprüft und verbessert.

Nachfolgend werden aus den im Modell ermittelten Strömungsdaten mit Hilfe empirisch ermittelter Transportformeln Transportwege und -mengen für die Küstenbereiche mit überwiegend gezeitenerzeugten Strömungen ermittelt.

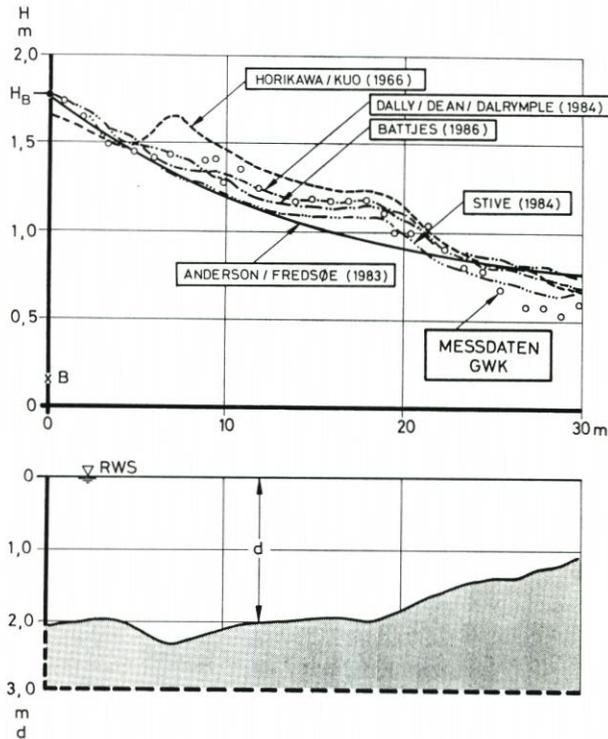


Abb. 6: Wellenhöhenverteilung über die Brecherzone für Meßdaten (großer Wellenkanal) mit $H_B = 1,8$ m und Berechnungsergebnissen nach ausgewählten Verfahren (nach Leichtweiß-Institut)

3.4 Untersuchungen des Verlaufs von Quer- und Längstransport der Sedimente vor Sylt (Geologisch-Paläontologisches Institut)

Durch sedimentologische Untersuchungen im Strand- und Vorstrandbereich werden die periodisch-jahreszeitlichen und die ereignisbedingten (Sandaufspülung, Sturmfluten) Quer- und Längstransporte der Sedimente ermittelt.

Ziel der Untersuchungen ist es, die Naturvorgänge bei der Sedimentverteilung zu ermitteln, um die unvermeidliche Verteilung des aufgespülten Sandes als Mittel zur Verlagerung in die schutzbedürftigen Küstenbereiche bei zugleich höchstmöglicher Verweildauer zu nutzen.

Eine große Rolle spielt dabei der Quertransport und das regelmäßige Wechselspiel zwischen hohem Sommerstrand mit niedrigem Riff und niedrigem Winterstrand mit hohem Riff.

Das Riff wird in ziemlich regelmäßigen Abständen von Rinnen unterbrochen, die bisher als Rippstrom-Rinnen gedeutet werden. Ihre Bedeutung für den Sedimenthaushalt vor Sylt und für den seawärtigen Transport bei auflandigen Winden soll geklärt werden.

Der starke Längstransport an der Sylter Westküste wird z. B. aus der beobachteten Wanderung morphologischer Formen deutlich. Hiervon unabhängig ist die Wanderung der Sandkörner, die in der Regel in gleicher Richtung, aber schneller erfolgt.

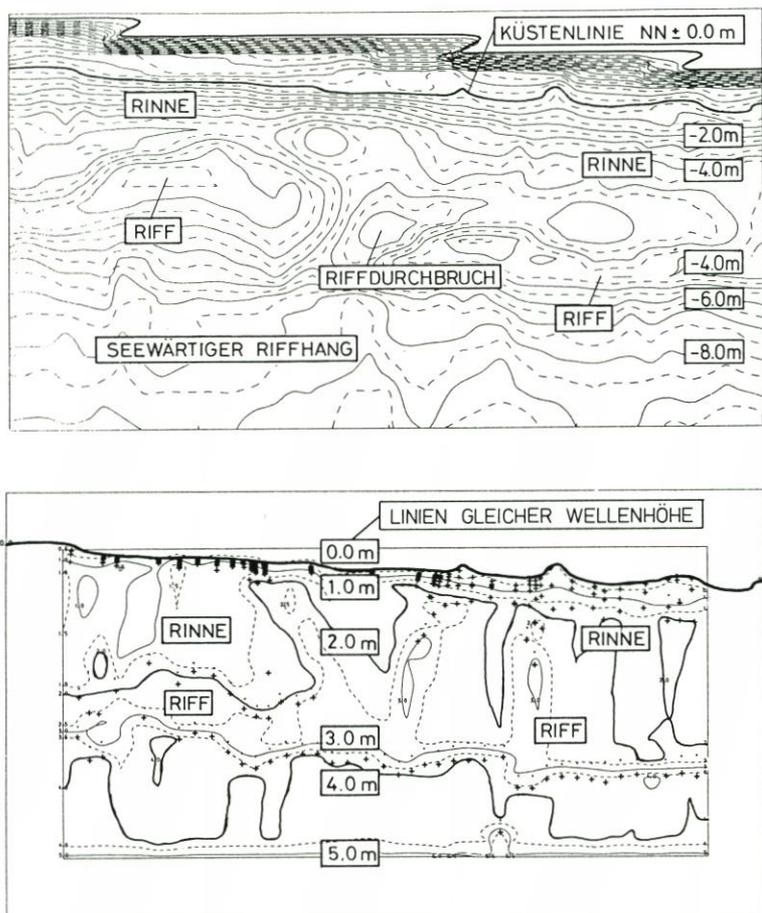


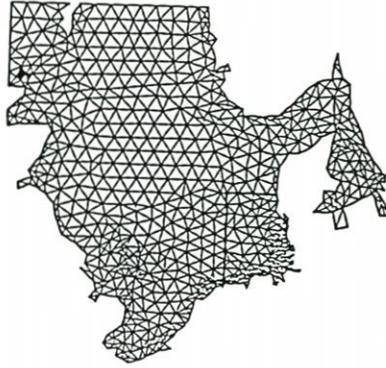
Abb. 7: Topographie des Untersuchungsgebietes (oben) und Linien gleicher Wellenhöhe über dem Untersuchungsgebiet mit Angabe der Brecherzone von (+) bis (-) (unten) (nach Leichtweiß-Institut)

Die damit im Zusammenhang stehenden Fragen sollen durch die Auswertung von Probenentnahmen und Luminophorenversuche geklärt werden. Die Auswertungsergebnisse werden mit den Ergebnissen der hydrologischen Messungen und Berechnungen sowie Strandmessungen in Beziehung gesetzt.

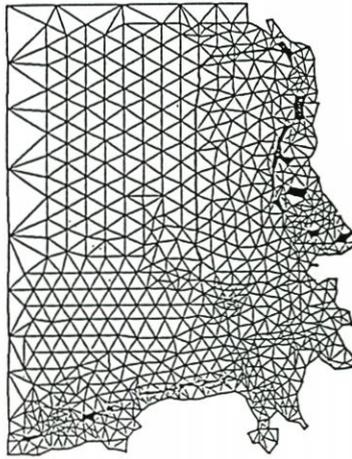
Die Messungen und Untersuchungen werden in folgenden drei Testfeldern (rd. 600 m breit ab Uferlinie und rd. 1500 m lang) durchgeführt (Abb. 2):

- Kampen (Kliffküste, fast ohne Riff)
- Westerland (befestigtes Ufer, unregelmäßiges Riff)
- Rantum (Dünenufer, ausgeprägtes Riff)

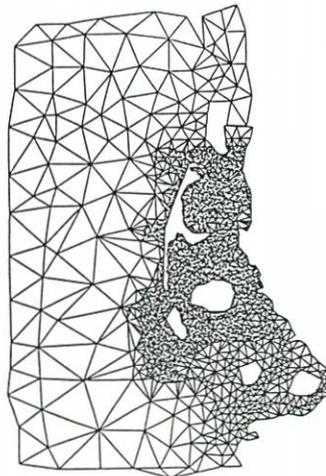
Die morphologischen Großstrukturen und die Sedimentverteilungsmuster von Riffen, Rinnen und Rippströmen waren im bisherigen Untersuchungszeitraum in ihrer Ausbildung sehr beständig. In den Einzelformen und der Sedimentverteilung treten jedoch deutliche zeitliche Veränderungen auf, die entweder jahreszeitlich oder durch einzelne Wetterlagen bestimmt sind. Die Höhen der Riffe schwanken erheblich, und die Richtung des Rippstromes



NORDSEE



DEUTSCHE BUCHT



NORDFRIESISCHES WATTENMEER/SYLT

Abb. 8: Modellfamilie (nach Institut für Strömungsmechanik)

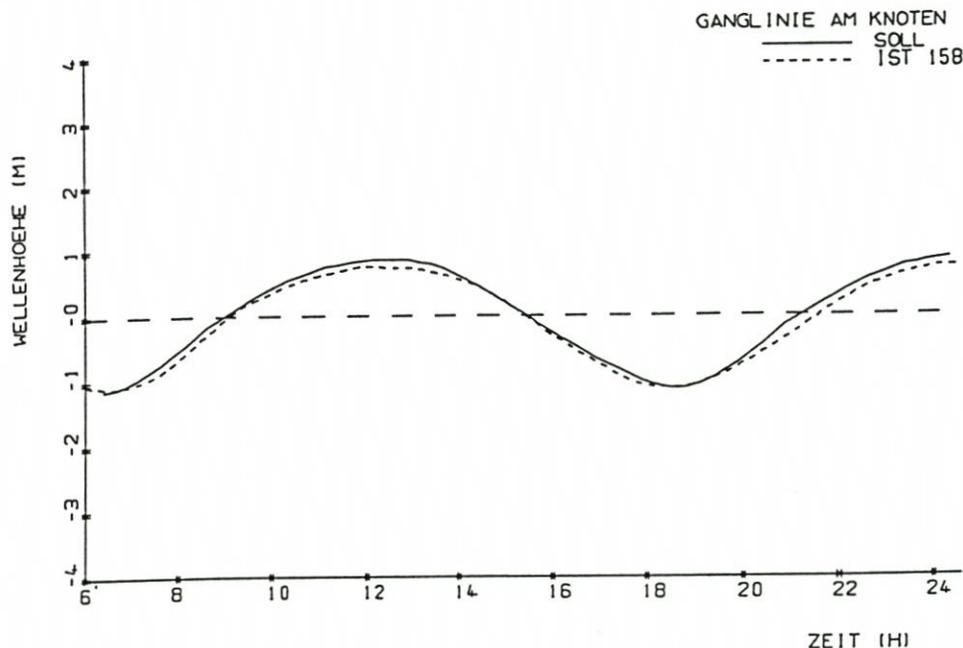


Abb. 9: Wasserstandsganglinien für den Pegel Hörnum/Sylt (nach Institut für Strömungsmechanik)

vor Rantum zeigte im Winter 1986/87 eine auffällige Drehung. Für eine Analyse der Zusammenhänge reicht der Beobachtungszeitraum jedoch nicht aus.

Für den Sedimenthaushalt ist neben dem Kollektivtransport auch der Einzelkornttransport von großer Bedeutung. Dies trifft besonders für die Bereiche mit zusätzlichem Sedimentangebot, wie er durch Sandvorspülungen vorliegt, zu. Diese zusätzlichen Sedimentmengen ermöglichen wahrscheinlich erst, zumindest in Teilbereichen, die Konstanz der Strukturen, die aus den bisherigen Luminophorenversuchen bestätigt werden. Die künftigen Tracerversuche sollen hierzu weitere Informationen liefern.

Typische Sedimentverteilungen aus dem Testgebiet Rantum sind in Abb. 11 dargestellt. Die gleichzeitig erstellten Tiefenlinienpläne zeigt Abb. 12.

3.5 Hydrologische Messungen sowie hydrographische und terrestrische Vermessungen (Amt für Land- und Wasserwirtschaft Husum)

Die Untersuchungen zu 3.1 bis 3.4 werden begleitet von Wind-, Wellen-, Wasserstands- und Strömungsmessungen sowie von regelmäßigen und ereignisabhängigen Vermessungen bestimmter Küstenprofile und topographischen Aufnahmen des Strandes und Vorstrandes in den drei Testfeldern (s. 3.4 und Abb. 1).

Für die hydrologischen Messungen stehen außer den unter 3.1 genannten Richtungswellenmeßbojen zur Verfügung

– die im Zusammenhang mit den Versuchssandvorspülungen vor Westerland und Hörnum eingerichteten Meßprofile mit Wellen-, Wasserstands- und Strömungsmeßgeräten,

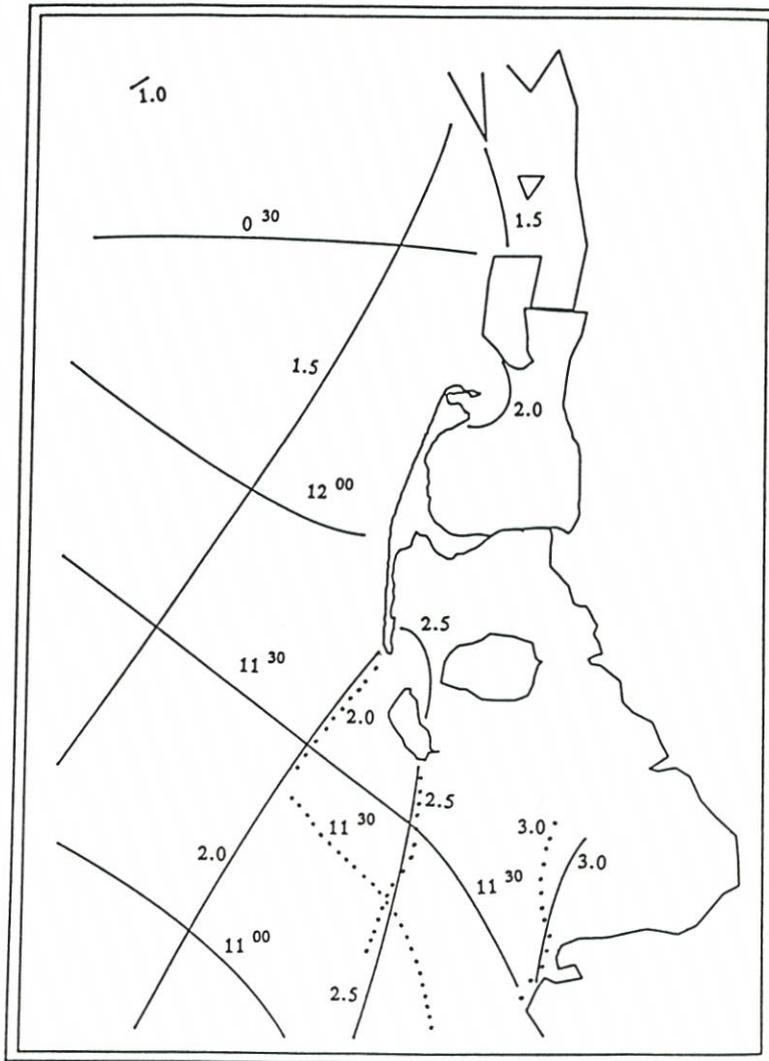


Abb. 10: Thb und Thw-Eintrittszeiten, — im Modell, ... nach SIEFER/LASSEN, Die Küste, Heft 42/1985 (nach Institut für Strömungsmechanik)

- das z. Z. eingerichtete Meßprofil im Testfeld Rantum mit einer Wellenmeßboje seeseitig des Riffs, Strömungsmessern und Druckdosen zur Erfassung von Wellen und Wasserständen im Vorstrand- und Strandbereich,
- ein wintersicherer Meßpfahl, der etwa 2 km westlich von Westerland bei rd. 10 m Wassertiefe aufgestellt und mit Meßeinrichtungen für Wind-, Wellen-, Wasserstands-, Strömungs-, Leitfähigkeits- und Temperaturmessungen ausgerüstet worden ist,
- der Sommerpegel List-West sowie die bundeseigenen Pegel List-Ost und Hörnum-Ost für Wasserstandsmessungen.

Das Testfeld Kampen soll ähnlich dem in Rantum ausgerüstet werden.

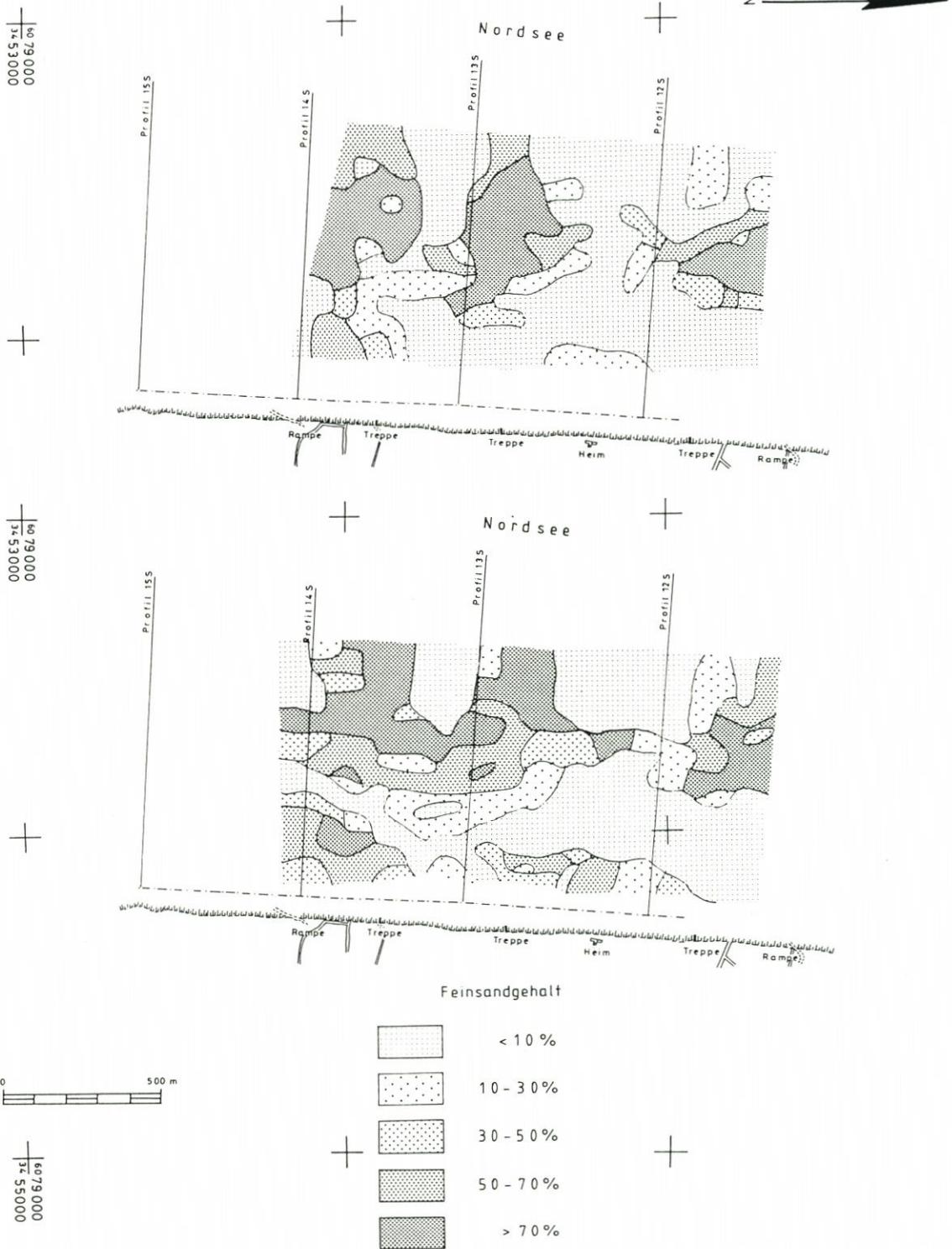


Abb. 11: Beprobung im Testfeld Rantum, oben: Winter 1986/87, unten: Sommer 1986 (nach Geologisch-Paläontologisches Institut)

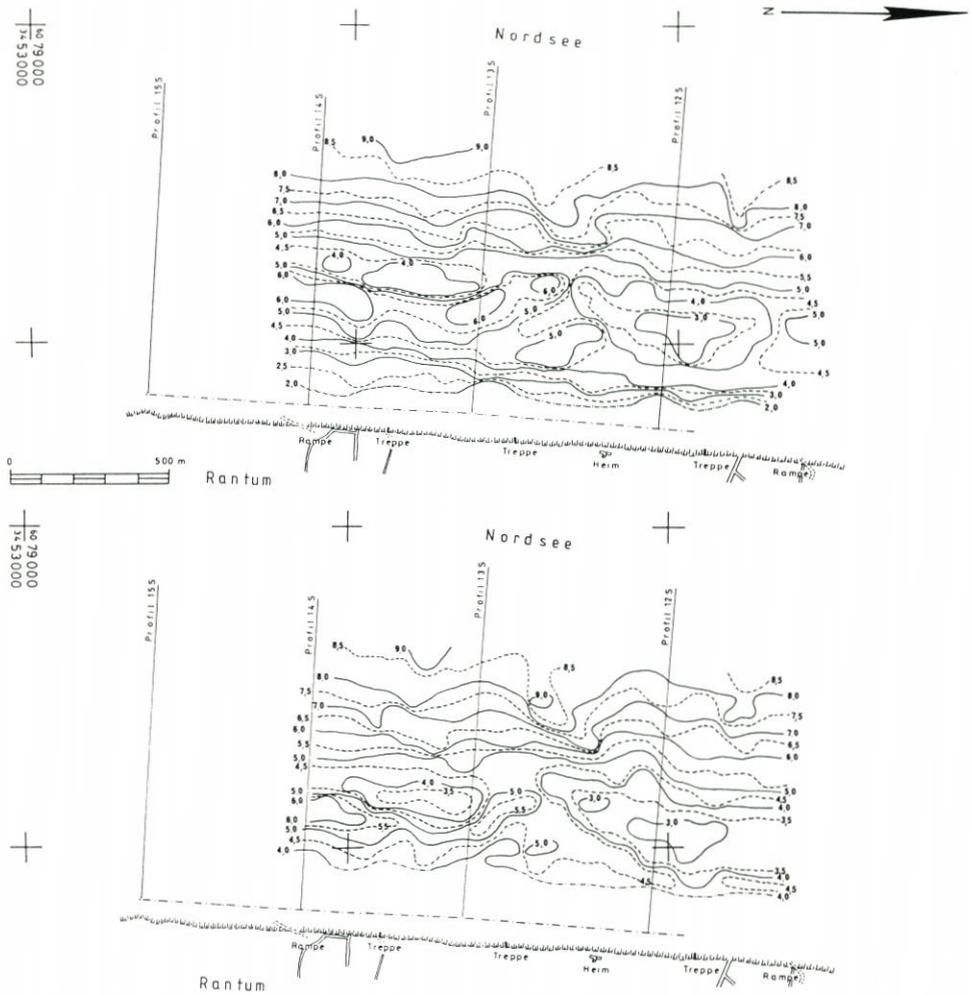


Abb. 12: Tiefenpläne im Testfeld Rantum, oben: Lotung v. 1. 7. 1986, unten: Lotung v. 26. 2. 1987 (nach Geologisch-Paläontologisches Institut)

Das Einrichten der einzelnen Meßprofile bzw. -stellen ist mit den am Untersuchungsprogramm beteiligten Instituten abgestimmt worden.

Außer bei den Pegeln in List und Hörnum werden alle Meßwerte auf elektronischen Datenträgern erfaßt und EDV-gestützt ausgewertet.

Die hydrographischen und terrestrischen Vermessungen erstrecken sich auf

- regelmäßige Vermessungen von 92 Küstenprofilen, die z. T. seit 1870 vermessen werden,
- einmalige, zeitgleiche Vermessung der gesamten Westküste Sylts (Vorstrand, Strand, Abbruchkante) vor Beginn der Untersuchungen,
- regelmäßige und ereignisbezogene Vermessungen der Strand- und Vorstrandbereiche in den drei Testfeldern (s. 3.4) bis einschließlich seeseitigem Riffhang (Abb. 12).

4. Schlußbemerkung und Ausblick

Das Untersuchungsprogramm ist insofern ungewöhnlich, als z. T. neue Untersuchungs- und Meßverfahren aus verschiedenen Fachbereichen zur Anwendung kommen.

Sie müssen teilweise vor Anwendung auf ihre Eignung geprüft und ggfs. verbessert werden. Ihre Ergebnisse müssen für ein großräumiges Untersuchungsgebiet zusammengeführt und wenn möglich korreliert werden.

Die dabei aufgetretenen und anfangs nicht vorhersehbaren Verzögerungen, die teilweise auch wetterbedingt waren, haben dazu geführt, daß die erforderliche Zeitgleichheit einiger Untersuchungen und Messungen nicht eingehalten werden konnte. Es ist daher schon jetzt erkennbar, daß das Untersuchungsprogramm bis etwa 1990 verlängert werden muß.

Wenn die Ergebnisse zeigen, daß vertiefte Untersuchungen, wie sie in den drei Testfeldern durchgeführt werden, auch für die Inselnden Erfolg versprechen, sollten sie im Rahmen eines Zusatzprogramms vorgenommen werden.

5. Schriftenverzeichnis

- AMT FÜR LAND- UND WASSERWIRTSCHAFT HUSUM: Fachplan Küstenschutz Sylt. 13.1. 1985 (unveröff.)
- DETTE, H.-H.: Untersuchungen über Dünenabbrüche und Stranderosion im Großen Wellenkanal. Die Küste, H. 43, 1986.
- DETTE, H.-H., u. GÄRTNER, J.: Erfahrungen mit der Versuchssandvorspülung vor Hörnum im Jahre 1983. Die Küste, H. 45, 1987.
- FÜHRBÖTER, A., KÖSTER, R., KRAMER, J., SCHWITERS, J. u. SINDERN, J.: Sandbuhne vor Sylt zur Stranderhaltung. Die Küste, H. 23, 1972.