Das Küstenkartenwerk 1:25 000 der Deutschen Bucht Vermessung und Kartographie

Von Werner Bettac, Wilfried Schleider und Josef Sindern

Zusammenfassung

Die Vermessungsdienststellen des Bundes und der Länder Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein haben in den Jahren 1974 bis 1976 gemeinsam das gesamte deutsche Küstenvorfeld der Nordsee von der dänischen bis zur niederländischen Grenze vermessen. Neben den herkömmlichen Meßverfahren (Lotung mit Echographen und tachymetrische Aufnahmeverfahren) wurde für das trockenfallende Watt auch die Luftbildvermessung mit dem Wasserlinien-Verfahren angewendet. Die Positionen wurden dabei mit dem günstigsten der jeweils zur Verfügung stehenden Ortungsverfahren ermittelt. Träger dieses gemeinsamen Vermessungsprogramms, das mit Mitteln des Bundesministers für Forschung und Technologie erheblich gefördert wurde, war das Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen. Als Ergebnis der ersten Vermessung liegen 66 mehrfarbige Kartenblätter im Maßstab 1:25 000 vor. Damit wurde erstmals ein einheitliches Kartenwerk des deutschen Küstenvorfeldes in der Nordsee geschaffen, dessen Grundlagen einer quasi-synchronen Vermessung entstammen. Mittlerweile wurde in den Jahren 1979 bis 1981 – also nach 5 Jahren – die erste Wiederholungsvermessung ausgeführt.

Summary

The entire German North Sea coastal zone, from the Danish to the Netherland borders, was surveyed by the Hamburg, Lower Saxony, Schleswig-Holstein and Federal Survey Departments between 1974–1976. Water line determinations based on aerial photographs were used in combination with standard measurement techniques (echograph soundings and tachymetric traverses) for surveying the intertidal zone. Positioning was determined with the best locally available technique. This program, primarily supported by the Federal Ministry for Research and Technology, was coordinated by the Board for Coastal Engineering Research. The results are presented in 66 multicolored 1:25 000 maps. For the first time a standardized cartography of the German North Sea coastal zone could be produced based on quasi-synoptic surveys. A repeat of this survey effort was conducted between 1979–1981, i.e. 5 years later.

Inhalt

	Einführung	
2.	Erstvermessung	5
	2.1 Allgemeines	15
	2.2 Vermessung des Jade-Weser-Elbe-Mündungsgebietes	7
	2.3 Vermessung vor der Westküste Schleswig-Holsteins	9
	2.4 Vermessung des Gebietes zwischen Wangerooge und Ems	0
3.	Das Küstenkartenwerk der Deutschen Bucht	1
	3.1 Vorarbeiten)1
	3.2 Beschreibung des Kartenwerkes	,3
	3.3 Bedeutung und Fortführung des Kartenwerkes	14
1	Windowskilmens	
٦.	Wiederholungsvermessung	.5
	4.1 Allgemeines	25
	4.1.1 Organisatorische Maßnahmen	25
	4.1.2 Gerätetechnische Maßnahmen	26

	4.2 Ausführung der Vermessungen	27 27
	4.2.2 Arbeiten durch Dritte	28
5.	Automatisierung der Wasserlinienaufnahme	29
6.	Genauigkeit der Vermessungen	29
	Ausblick	
8.	Schriftenverzeichnis	32

1. Einführung

Die Küstenforschung ist ein Teil der Meeresforschung und befaßt sich mit den hydrodynamischen und küstenmorphologischen Prozessen im Grenzbereich Meer-Festland. Topographie und geologische Struktur der Küstenregion sind von entscheidendem Einfluß auf die hydrodynamischen Vorgänge, so daß die Küstenforschung stets regional orientiert sein muß.

Die Küste gehört seit jeher zum Lebensraum des Menschen, der von den hier herrschenden Naturvorgängen in vielfältiger Weise betroffen ist. Küstenerosionen oder Sedimentationen, Küstensenkungen, Meeresspiegelhebungen oder Sturmfluten erfordern zum Teil kostspielige Maßnahmen und Bauwerke zum Schutz der Küste und zur Erhaltung und Verbesserung der Schiffahrtswege und Hafenzufahrten. Die Erforschung der Naturvorgänge im Küstenraum ist im Zeitalter der stürmischen gesellschaftlichen, technologischen und industriellen Entwicklung eine Notwendigkeit und bedarf der umfassenden Förderung.

In Verbindung mit den Untersuchungen der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Wasserstände, der Strömungsverhältnisse, von Seegang und Brandung sowie über die Sandbewegung ist zur Verfolgung und Deutung morphologischer Gestaltungsvorgänge sowie für Materialbilanzen größerer morphologischer Einheiten die laufende topographische Erfassung der Untersuchungsgebiete in Erst- und Vergleichsmessungen ein unentbehrliches Hilfsmittel. Eine sowohl räumliche als auch zeitliche Erweiterung der in diesem Sinne bisher betriebenen Arbeiten ist aus folgenden Gründen zwingend notwendig:

- a) Die Küste, das Watt und dessen seeseitige Unterwasserhänge stehen mit den wirkenden Kräften in großräumiger Wechselwirkung, die in dem morphologischen Gestaltungswandel ihren sichtbaren Ausdruck findet.
- b) Die bisher vorwiegend unter nautischen Gesichtspunkten vorgenommenen r\u00e4umlich und zeitlich unterschiedlichen topographischen Arbeiten sind im Hinblick auf morphologische Untersuchungen von unterschiedlichem Wert.

Das erklärte Ziel und der Zweck einer topographischen Gesamt- und vergleichenden Wiederholungsaufnahme des deutschen Küstenbereiches ist die Schaffung ausreichenden Grundlagenmaterials für die Beurteilung der Entwicklung und der im Rahmen des Seewasserbaues vorzunehmenden Eingriffe in das Geschehen im Küstenvorfeld und die entsprechende Bilanzierung des örtlichen wie überörtlichen oder gestörten Materialhaushalts.

Topographische Aufnahmen, die hinsichtlich der Genauigkeitsansprüche den Bedürfnissen morphologischer Untersuchungsvorhaben genügen, wurden bisher für das Watt vor der Westküste Schleswig-Holsteins, das Neuwerker Watt und von großen Teilen des niedersächsischen Wattes angefertigt. In Einzelfällen konnten durch gezielt angesetzte Vergleichsmessungen kausale Deutungen für das Geschehen in kleineren morphologischen Einheiten hergeleitet werden. Meist blieben die Untersuchungen nach Umfang und Zeit auf den erkennbaren Einwirkungsbereich technischer Vorhaben, und daher ihre Aussagekraft für größere Räume, begrenzt. Eine großräumige Aussage ist auf der Grundlage dieser Aufnahmen also nicht oder nur sehr begrenzt möglich.

Nachdem im Jahre 1968 in der Denkschrift "Erforschung der Naturvorgänge im Küstenvorfeld als Voraussetzung für alle Aufgaben im Seebau" des damaligen Küstenausschusses Nord- und Ostsee (KA) erstmalig großräumig koordinierte Untersuchungen – u. a. synchrone Vermessungen – herausgestellt wurden, konnte das Untersuchungsprogramm zu dieser Denkschrift bereits im Winter 1968/69 vorgelegt werden. Eine Ad-hoc-Gruppe des KA hat damals bereits die organisatorischen, gerätemäßigen, finanziellen, ja sogar den Fünfjahresturnus der Wiederholungsvermessung behandelt. Die Bereitstellung von Personal und Gerät, insbesondere aber die Finanzierung des Vorhabens, bereitete große Schwierigkeiten. Erst durch die Auflösung des KA und Gründung des Kuratoriums für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI) war es dem Bundesminister für Forschung und Technologie (BMFT) möglich, das geplante Vermessungsprogramm in großzügigster Art zu fördern.

2. Erstvermessung

2.1 Allgemeines

Die im Küstenvorfeld tätigen Vermessungsdienststellen des Bundes und der Länder Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein haben bis zum Jahre 1973 im Vorfeld der deutschen Nordseeküste, abhängig von augenblicklich anliegenden akuten Aufgaben, im allgemeinen verstreut liegende, kleinere Einzelgebiete vermessen. Die Vermessungsergebnisse eines Jahres erstreckten sich über das gesamte Gebiet, bildeten aber keine zusammenhängende Fläche. In einem längeren Zeitraum wurde so zwar auch das gesamte Küstenvorfeld erfaßt, es setzte sich jedoch mosaikartig aus Vermessungen zusammen, die über viele Jahre verteilt waren. Die Wiederholungsvermessungen der Wasser- und Schiffahrtsverwaltung (WSV) wurden in den Karten der Jahrespeilungen, zumeist im Maßstab 1:25 000, der Wasser- und Schiffahrtsämter dargestellt, die des Deutschen Hydrographischen Instituts (DHI) fanden ihren Niederschlag in nautischen Karten, den "Seekarten". Großräumige Untersuchungen, z. B. Bilanzierungen, konnten aus den Vermessungsarbeiten nicht gewonnen werden, da diese wegen der recht unterschiedlichen Interessen der jeweils tätigen Verwaltungen zeitlich und räumlich uneinheitlich abgewickelt wurden.

Für das Jahr 1974 hatten die Wasser- und Schiffahrtsämter (WSÄ) Cuxhaven, Wilhelmshaven, Bremerhaven sowie die damalige Forschungsgruppe (FGr) Neuwerk (später: Forschungs- und Vorarbeitenstelle Neuwerk) und die Forschungsstelle (FSt) Norderney (später: Forschungsstelle für Insel- und Küstenschutz der Niedersächsischen Wasserwirtschaftsverwaltung), abweichend von den bisherigen Gepflogenheiten, geplant, das Mündungsgebiet von Elbe, Weser und Jade gemeinsam in einem Sommerhalbjahr zu vermessen und so eine quasisynchrone Aufnahme zu erhalten. Das gemeinsame Programm erhielt die Bezeichnung JESP (Joint Estuary Surveying Programm).

Da auch die Seekarten die synchrone Neuvermessung möglichst eines gesamten Kartenblattes fordern, ging zur gleichen Zeit das DHI dazu über, das deutsche Küstenvorfeld in drei Gebiete zu unterteilen und jeweils in einem Jahr ein Gebiet zusammenhängend zu vermessen. In einem Umlauf von drei Jahren wurde so das gesamte Vorfeld der deutschen Nordseeküste neu erfaßt.

Auf der Sitzung des KFKI am 12. Dezember 1973 tauchte die Frage auf, ob es nicht sinnvoll sei, das gesamte Gebiet der deutschen Nordseeküste von Sylt bis Borkum innerhalb eines Jahres aufzumessen, um eine vergleichbare Bestandsaufnahme zu haben. Da das aber, wenn überhaupt, nur unter sehr großem finanziellen Einsatz zu erreichen wäre, war man der

Meinung, daß das Gesamtgebiet in drei Abschnitte untergliedert werden solle. Mit dem Herzstück der Inneren Deutschen Bucht (Trischen bis Wangerooge) sei zu beginnen. Das KFKI ging auf dieser Sitzung davon aus, das gesamte Gebiet könne in drei bis fünf Jahren als Grundvermessung erfaßt sein. Anschließend könne mit der ersten Wiederholungsvermessung begonnen werden.

Im Januar 1974 wurde in einer Besprechung der WSÄ Bremerhaven, Cuxhaven, Wilhelmshaven, des DHI, des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten, Kiel (LaWaKü) und der FSt Norderney die quasi-synchrone Vermessung der deutschen Küstengewässer der Nordsee in groben Zügen festgelegt:

1974

Wasser- und Schiffahrtsämter Wilhelmshaven, Bremerhaven, Cuxhaven, Forschungsgruppe Neuwerk, Forschungsstelle Norderney:

Das Gebiet zwischen Trischen und Wangerooge, also die Jade, Außenweser und Außenelbe mit den dazugehörigen Watten (JESP).

Deutsches Hydrographisches Institut Hamburg, Wasser- und Schiffahrtsamt Tönning, Ämter für Land- und Wasserwirtschaft Heide und Husum:

Beginn der Arbeiten an der schleswig-holsteinischen Westküste von der dänischen Grenze bis Trischen.

1975

Fortführung und Abschluß der Vermessungsarbeiten an der schleswig-holsteinischen Westküste durch die vorgenannten Dienststellen.

Deutsches Hydrographisches Institut, Wasser- und Schiffahrtsämter Emden und Norden, Forschungsstelle Norderney:

Aufnahme des ostfriesischen Küstenvorfeldes von Wangerooge bis zur Ems.

1976

Restmessungen in dem Gebiet zwischen Wangerooge und der Osterems durch die vorgenannten Dienststellen.

Es war den an der Vermessung beteiligten Dienststellen des Bundes und der Küstenländer von vornherein klar, daß die beabsichtigte quasi-synchrone Vermessung der Küstengewässer der deutschen Nordseeküste selbst bei Koordinierung und Einsatz aller verfügbaren Vermessungskapazität mit den herkömmlichen Methoden nicht in zwei Jahren durchführbar sei, selbst wenn man zuließe, daß Restmessungen noch in ein drittes Jahr verlagert würden. Es galt also, neue Verfahren einzusetzen. Hierfür bot sich an:

- den Verlauf der Niedrigwasser-Linie durch eine Befliegung zu erfassen und
- den Verlauf der Gesamtscharen der Tiefenlinien auf dem Watt durch das sogenannte "Wasserlinien-Verfahren" zu erhalten.

Das Verfahren, die Seekartennull-Linie aus Luftbildern zu übernehmen, war schon des öfteren gehandhabt worden: Bei normalen meteorologischen Verhältnissen befliegt man um die Zeit des niedrigsten Wasserstandes das aufzunehmende Gebiet. Die Grenzlinie zwischen Wasser- und trockenfallenden Gebieten zeichnet sich meist recht gut auf Luftaufnahmen ab.

Zur Entzerrung der Luftbilder sind wenige Paßpunkte im Bildstreifen hinreichend, die durch eine Radialtriangulation verbunden werden. Die damit zu erzielende Lagegenauigkeit genügte für den beabsichtigten Zweck. Dieses Verfahren dient nicht nur zur Erfassung der Niedrigwasser-Linie, es erleichtert auch die Auslotung des Gebietes. An Hand der Luftbilder weiß man auch bei Hochwasser, wo Priele verlaufen und sich hohe Stellen auf dem Watt befinden, die sich meist durch einen helleren Farbton auf den bei Niedrigwasser aufgenommenen Luftbildern abzeichnen. Die Lotungen vom Schiff aus können so wesentlich wirtschaftlicher gestaltet werden.

Beim Wasserlinien-Verfahren werden – beginnend mit Tideniedrigwasser – durch wiederholtes Befliegen mit einem Bildflugzeug die Wasserlinien (d. h. die Grenzlinien zwischen Wasser und Watt) ein und desselben Wattgebietes im 12- bis 15-Minuten-Abstand im Luftbild aufgenommen, und zwar so lange, bis das gesamte Watt überflutet ist. Die höhenmäßige Einpassung der Wasserlinien kann mit Hilfe von Pegeln oder über Nivellementszüge geschehen. Da jedoch der Wasserspiegel in stark gegliederten Wattgebieten infolge Längs- und Quergefälle sowie durch Meniskuseinflüsse keineswegs eben ist, wäre ein dichtes Pegelnetz (Pegelabstände mindestens 5 bis 6 km) erforderlich. Das ist wegen der Größe des Wattgebietes nicht realisierbar, zumal die Pegel vor Beginn der Befliegung gesetzt und nivellitisch angeschlossen werden müßten. Es ist daher bei großräumigen Wattflächen – wie im vorliegenden Falle – wirtschaftlicher und genauer, durch lagemäßig fixierte Nivellementszüge (Profilabstand etwa 1 km) die Höhenlage der Wasserlinien zu erfassen. Ein solches Profilnetz kann auch noch nach der Serienbefliegung vermessen werden.

Der Vorteil des Wasserlinienverfahrens besteht in der naturgetreuen Wiedergabe der Wattoberfläche mit seiner Formenvielfalt in einer Genauigkeit, die von keinem anderen Verfahren mit vertretbarem Aufwand erzielt werden kann. Das Nivellement ist daneben auch an sehr flachen Stellen einzusetzen, an denen man mit Booten nicht oder nur zu den Zeiten höchsten Wasserstandes messen kann. Hierbei handelt es sich um ein Flächennivellement mit einem Profillinienabstand von im allgemeinen 100 m.

Die beteiligten Stellen haben in den Jahren 1974 und 1975 das vorgesehene Gebiet fast ganz vermessen, so daß mit Recht von einer quasi-synchronen Vermessung des deutschen Küstenvorfeldes gesprochen werden kann. 1976 waren nur noch einige kleinere Gebiete nachzuholen. In wenigen Bereichen mußten auch Vermessungen früherer Jahre – hauptsächlich aus 1970 und 1971 – mit in die kartographische Darstellung der Vermessungsergebnisse einbezogen werden.

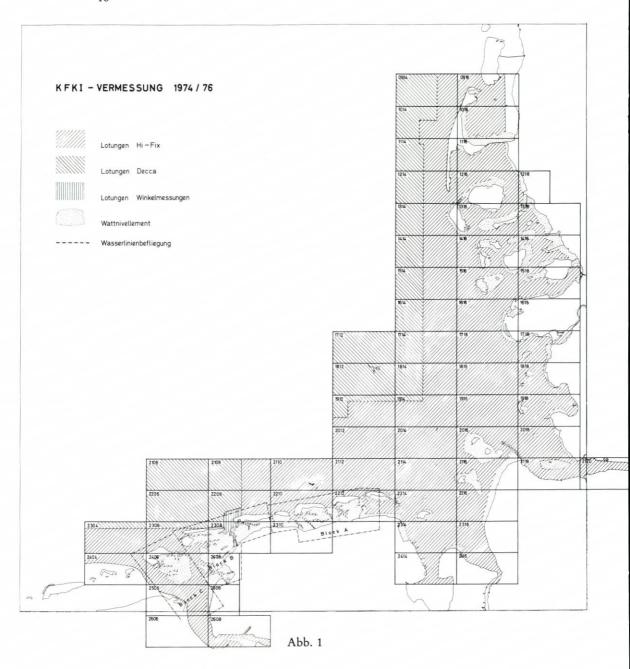
Bei der Ortung konnte zurückgegriffen werden auf die Funkortungsverfahren Hi-Fix, Decca und Mini-Ranger. Im Gebiet Nordergründe, Robbenplate, Busetief und Riffgat benutzte das WSA Norden Doppelwinkelmessungen zur Ortsbestimmung. Bei den Nivellements wurden verschiedene terrestrische Methoden der Ortsbestimmung angewendet.

Die in den einzelnen Gebieten angewendeten Verfahren der Ortung und der Tiefenbestimmung – Lotungen, Wattnivellement, Wasserlinienverfahren – können der beiliegenden Übersichtsskizze entnommen werden (Abb. 1).

Da der BMFT die angeregte Vermessung finanziell unterstützte, war es möglich, zusätzliche Pegel, Material für Rohrfestpunkte, zusätzliche Echolote und eine Datenerfassungsanlage zu beschaffen sowie einen Hubschrauber und Fahrzeuge zum Transport der Meßtrupps anzumieten und die Befliegung für das Wasserlinien-Verfahren durchzuführen. Die ebenfalls vom BMFT finanzierte Hi-Fix-Kette, die sog. Juist-Kette, war leider erst im Sommer 1976 betriebsfertig.

2.2 Vermessung des Jade-Weser-Elbe-Mündungsgebietes

Vom April 1974 bis zum Dezember desselben Jahres haben die WSÄ Wilhelmshaven, Bremerhaven und Cuxhaven, die FGr Neuwerk und in der zweiten Jahreshälfte auch die FSt Norderney das Gebiet der Inneren Deutschen Bucht vermessen. Es wird etwa begrenzt von der Insel Wangerooge, dem Großen Vogelsand, dem Gelbsand, dem Spitzsand in der Elbe, der Küstenlinie und seewärts durch die 20-m-Tiefenlinie. Lediglich einige kleinere Gebiete, von denen bekannt war, daß sie nur geringen morphologischen Veränderungen unterliegen, sowie die Wurster Küste mußten 1975 nachgeholt werden.



Die Seegebiete bis zu etwa 1,50 m über Seekartennull wurden von Schiffen oder Booten ausgelotet. Die Positionen wurden mit Hi-Fix bestimmt. Höherliegende Wattflächen wurden nivellitisch erfaßt. Der Abstand der Nivellementlinien betrug 200 m.

Die gegenüber der Lotung sehr viel zeitaufwendigere nivellitische Aufnahme der höherliegenden Watten machte einen erheblichen Anteil der Gesamtarbeit aus. Insgesamt wurden rd. 11 % der Gesamtfläche nivellitisch vermessen. Für einen effektiven und wirtschaftlichen Einsatz von Meßkolonnen war es erforderlich, diese entweder längere Zeit in der Nähe des landfernen Einsatzortes auf Wohnschiffen unterzubringen oder aber kurze Anmarschwege zu gewährleisten.

Da die Herrichtung von verwaltungseigenen Schiffen zum Zeitpunkt der Mittelzuweisung im Juli 1974 nicht mehr durchgeführt und seegehende Wohnschiffe auch nicht kurzfristig angemietet werden konnten, wurden in verstärktem Maße im Bereich des WSA Bremerhaven und der FGr Neuwerk Hubschraubereinsätze erforderlich. Außerdem konnte vom WSA Wilhelmshaven kurzfristig ein VW-Bus angemietet werden, der einen Meßtrupp in die Nähe seines jeweiligen Einsatzortes transportierte.

Der Einsatz eines kleinen, mit Schwimmern ausgerüsteten Hubschraubers für insgesamt vier Personen mit Instrumenten erwies sich als besonders günstig. Da manche der zu vermessenden Platen bei Niedrigwasser auf großen Flächen oft nur für Stunden trockenfallen, konnte der Meßtrupp mit Hubschrauber abgesetzt werden, die gesamte Zeit zur nivellitischen Aufnahme nützen und bei bevorstehender Überflutung kurzfristig wieder ausgeflogen werden. Dadurch wurde auch die Gefahr der Überraschung durch plötzlichen Wetterumschlag und schneller steigendes Hochwasser erheblich gemindert. Insgesamt fielen während 27 Einsatztagen rd. 84 Flugstunden an.

Ursprünglich war beabsichtigt, die Seevermessung durch Luftaufnahmen des Wattgebietes zu unterstützen. Schlechte Wetterverhältnisse verhinderten jedoch eine rechtzeitige Befliegung, so daß darauf ganz verzichtet werden mußte.

2.3 Vermessung vor der Westküste Schleswig-Holsteins

Von März 1974 bis November 1976 haben das WSA Tönning, die ÄLW Heide und Husum und das DHI das Gebiet vor der Westküste Schleswig-Holsteins fast vollständig vermessen. Während die Tiefwasservermessungen bereits 1974 abgeschlossen waren, konnten einige kleinere hochliegende Flächen erst 1976 gemessen werden. Hierbei handelte es sich um Flächen, die zu nivellieren waren.

Begrenzt wurde das Vermessungsgebiet im Norden durch den 55° 06'N Breitenparallel, im Westen durch den Elbe-Esbjerg-Weg, im Süden durch die nördliche Fahrwasserkante der Elbe und im Osten durch die Küstenlinie. Das Seegebiet bis zu etwa 1,5 m über Seekartennull wurde mit Schiffen und Booten ausgelotet. Im Bereich zwischen Eider und Friedrichskoog lag die Begrenzung etwa 2,5 m über Seekartennull. Zur Positionsbestimmung wurde Hi-Fix und im äußersten Westen Decca benutzt. Die höherliegenden Wattflächen wurden von Meßtrupps nivelliert. Der Abstand der Nivellementslinien betrug je nach Geländeform 100 oder 200 m.

Schlechtes Wetter verhinderte es, 1974 die Vermessung durch eine Befliegung zu unterstützen. 1975 dagegen konnte das Gebiet der Eider mit Luftbildern abgedeckt werden. Das Wasserlinienverfahren wurde nicht eingesetzt.

Der Hauptteil der Vermessung wurde 1974 und 1975 durchgeführt. In einigen Gebieten, in denen sich die Morphologie erfahrungsgemäß nur wenig ändert, wurde auf ältere Vermessungen zurückgegriffen. Das betrifft vor allem den äußersten Westen des Vermessungsgebietes. Hier wurden Vermessungen aus den Jahren 1963, 1965, 1967, hauptsächlich aber aus dem Jahre 1970 herangezogen.

Da das Gebiet der Meldorfer Bucht erst 1973 vermessen worden war, wurden diese Ergebnisse in die quasi-synchrone Vermessung übernommen.

Es hat sich gezeigt, daß die Vermessungen der höherliegenden Wattgebiete sehr zeitaufwendig sind. Um die Arbeiten bei einer Wiederholungsvermessung in annehmbarer Zeit bewältigen zu können, wird es erforderlich sein, zusätzlich zu den eingesetzten Dienststellen des Bundes und der Länder noch private Vermessungsfirmen mit heranzuziehen.

2.4 Vermessung des Gebietes zwischen Wangerooge und Ems

Die WSÄ Emden und Norden, die FSt Norderney und das DHI haben im Jahre 1975 das Seegebiet zwischen Wangerooge und der Ems vermessen. Die seewärtige Begrenzung bildete in etwa der Breitengrad 53° 54′N, während zum Westen hin der Längengrad 6° 20′ O mit Einschluß des Hubertgats, im Osten die Harle und die Westseite der "Precautionary Area" und im Süden die Festlandküstenlinie mit Einschluß des Ems-Mündungsgebietes bis zum Breitengrad 53° 18′ N den Abschluß bildet. Ursprünglich hoffte man, auch den Dollart südlich 53° 18′ N durch Messungen des Studiedienst Delfzijl der Directie Groningen des Rijkswaterstaat des Königreiches der Niederlande mit erfassen zu können. Andere Aufgaben hinderten den Studiedienst jedoch daran, diese Arbeiten auszuführen.

Wie auch in den beiden anderen Gebieten, wurde das Seegebiet bis etwa 1,5 m über Seekartennull mit Schiffen und Booten ausgelotet. Im gesamten Ems-Mündungsgebiet stand zur Ortung die Groningen-Hi-Fix-Kette und östlich Norderney die Jade-Hi-Fix-Kette zur Verfügung. Die dazwischen klaffende Lücke sollte durch eine neue Kette, die sog. Juist-Kette, geschlossen werden. Die Mittel für Kauf und Installation der neuen Kette wurden auch vom BMFT rechtzeitig zur Verfügung gestellt; die Lieferung verzögerte sich jedoch so erheblich, daß sie erst im Sommer 1976 in Betrieb genommen werden konnte, zu einem Zeitpunkt also, an dem die hier besprochenen Messungen bereits abgeschlossen waren. Dadurch wurde es erforderlich, in diesem Gebiet auf das Verfahren der Doppelwinkelmessung zurückzugreifen. Im nordwestlichen, küstenfernen Teil des Gesamtvermessungsgebietes diente Decca zur Positionsbestimmung.

Etwa 200 km² oder 40 % des zu vermessenden Gebietes besteht aus Wattflächen, die nicht von Booten aus gelotet werden können. Da den beteiligten Dienststellen nicht genügend Personal zur Verfügung stand, um das Gebiet nivellitisch zu erfassen, blieb als Lösungsweg nur das Wasserlinienverfahren übrig. Mit ihm wurde das Wattgebiet zwischen Wangerooge und Randzel erfaßt.

Die Befliegung wurde von der Fa. Rüpke, Hamburg, im Aufnahmemaßstab 1:50 000 mit einer Überweitwinkelkamera Zeiss RMK 8,5/23 auf Kodak Infrarot-Film ausgeführt. Das Bildflug-Intervall betrug mindestens 11 bis 12 Minuten, die Flughöhe etwa 4300 m. Dank der günstigen Lage des Festlandes am südlichen und der ostfriesischen Inselkette am nördlichen Rand des Befliegungsgebietes waren im Gebiet zwischen Wangerooge und Norderney keine zusätzlichen Paßpunkte für die Entzerrung zu bestimmen. Lediglich auf dem Randzel und dem Kopersand mußten insgesamt vier Paßpunkte im Watt errichtet werden.

Zur Höheneinbindung der Wasserlinien wurden Nivellementszüge in einem Profilabstand von etwa 1 km gemessen. Zum Transport des Meßtrupps wurde wieder auf einen Hubschrauber zurückgegriffen, der sich abermals sehr bewährte. Außerdem sorgten ein Pferdefuhrwerk und ein Unimog dafür, daß die Meßtrupps die durch die Tide vorgegebene Arbeitszeit optimal nutzen konnten.

Für die kartographische Darstellung des Gebietes wurde im äußersten Nordwesten auf Vermessungen der Jahre 1970 und 1971 zurückgegriffen; geortet wurde damals mit dem Decca-Verfahren.

3. Das Küstenkartenwerk der Deutschen Bucht

3.1 Vorarbeiten

Das KFKI hatte auf seiner Sitzung am 12. Dezember 1973 nicht nur zugestimmt, die synoptische Vermessung des Seegebietes vor der deutschen Küste zu unterstützen, sondern auch beschlossen, die Ergebnisse dieser Vermessung in einem neu zu erstellenden Küstenkartenwerk darzustellen.

Die die Vermessung ausführenden Dienststellen haben für ihre Arbeitsgebiete zunächst Arbeitskarten im Maßstab 1:20 000 oder 1:10 000 hergestellt. Die Tiefenangaben werden dabei in der bei jeder Dienststelle üblichen Weise beschickt. Bei einigen Dienststellen werden die Tiefenangaben auf ein Kartennull bezogen, das einem örtlichen mittleren Tideniedrigwasser (MTnw) oder mittleren Springtideniedrigwasser (MSpTnw) entspricht, bei anderen werden die Höhen auf NN bezogen.

Die so gewonnenen Arbeitskarten sind einmal Grundlage für die Herstellung der üblichen, vorwiegend den Interessen der Schiffahrt dienenden Seekarten. Darüber hinaus dienen diese in einem verhältnismäßig kurzen Zeitraum aufgenommenen Arbeitskarten der Herstellung einheitlicher topographisch/morphologischer Karten des Küstenvorfeldes. Dieses Kartenwerk soll eine wichtige Grundlage für die Gewinnung von Materialbilanzen, für alle morphologischen Untersuchungen und für die Herstellung von Rechenmodellen sein.

Bei der ersten Zusammenkunft der Beratungsgruppe Küstenforschung des KFKI im März 1974 in Hamburg wurde die Projektgruppe Küstenkartenwerk gebildet, die die Bearbeitungsrichtlinien für das Kartenwerk erstellen, die Kosten ermitteln und beim BMFT einwerben sowie die Arbeiten vergeben und überwachen sollte. Die Gruppe setzte sich wie folgt zusammen:

VD DrIng. DOLEZAL	LaWaKü, Kiel	
DrIng. Luck	FSt Norderney	
LVD Dr. BETTAC	DHI, Hamburg	
VD DrIng. SCHLEIDER	WSD Aurich	
Ing. (grad.) KATHAGE	WSD Kiel	

Später wurde sie erweitert um die FGr Neuwerk, Cuxhaven (Dr.-Ing. GÖHREN, danach Dr.-Ing. Siefert). Die Federführung lag bei Herrn Dr. Dolezal und nach dessen Pensionierung bei Herrn Dr. Bettac. Die Projektgruppe legte fest, daß zunächst Arbeitskarten im Maßstab 1:20 000, bezogen auf Seekartennull (SKN) = MSpTnw, erarbeitet werden sollten. Diese Arbeitskarten sollten Tiefenzahlen, Tiefenlinien, das Gauß-Krüger-Netz in PD und die geographischen Koordinaten in ED enthalten. Die Äquidistanzen der Tiefenlinien sollten betragen (bezogen auf SKN):

```
0 m bis - 2 m alle 0,5 m

-2 m bis - 6 m alle 1,0 m

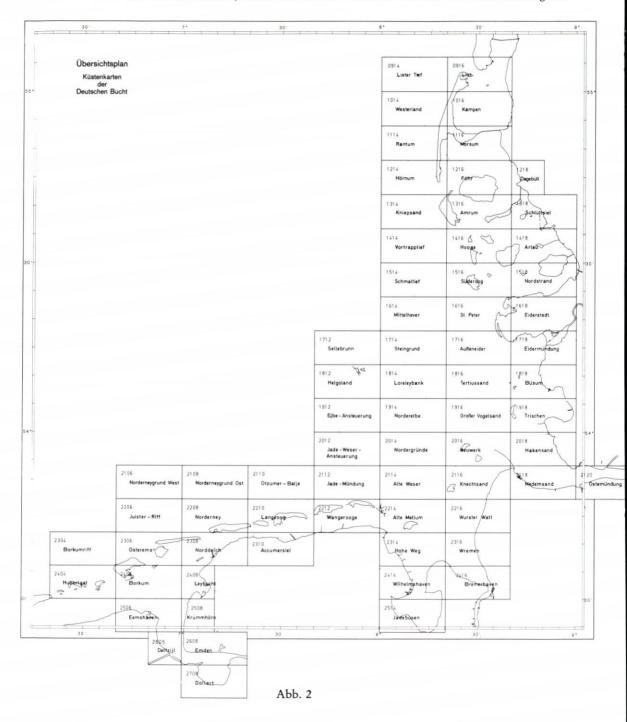
-6 m bis -20 m alle 2,0 m
```

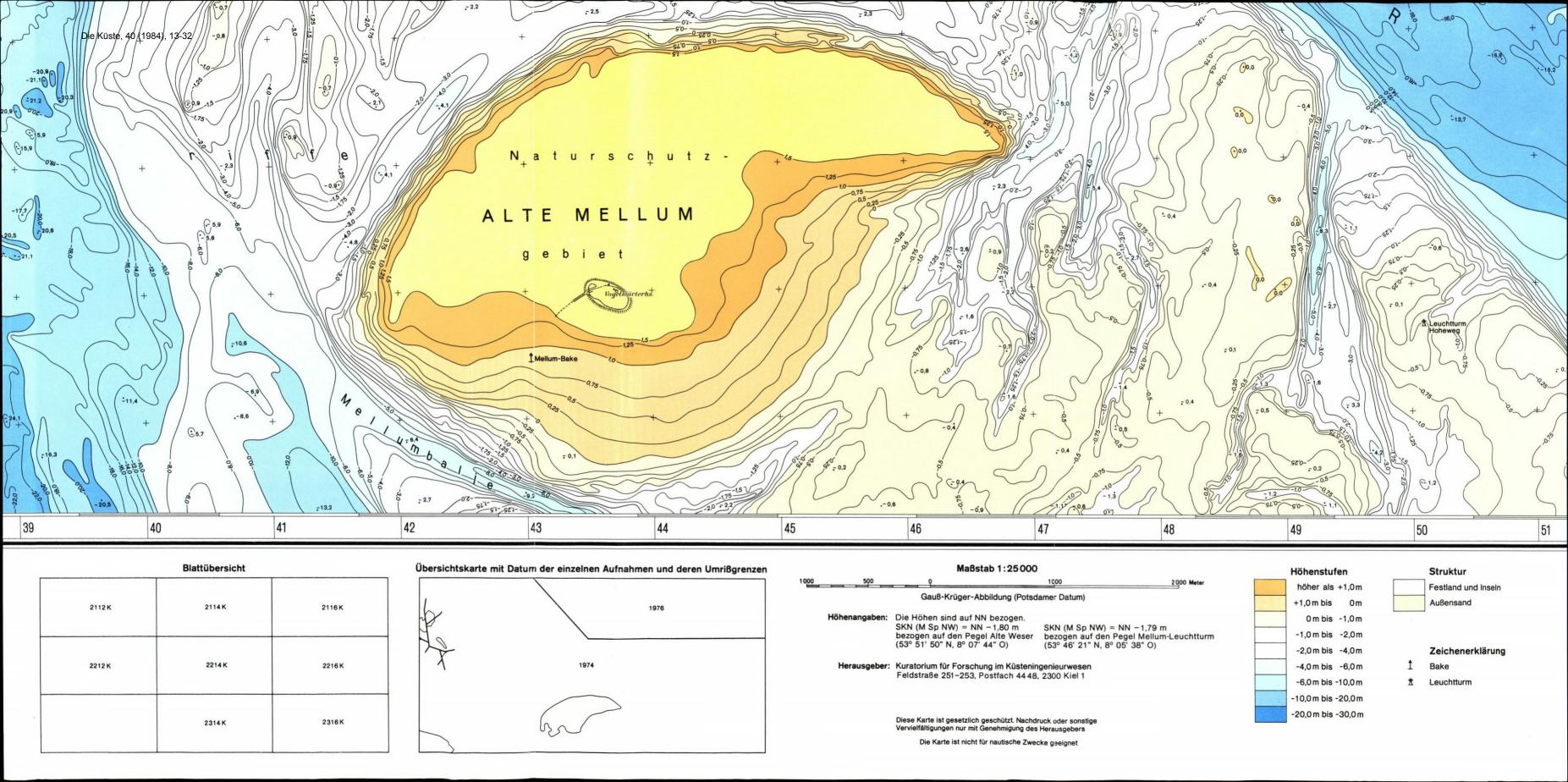
Jede Karte sollte außerdem den Unterschied zwischen SKN und NN ausweisen.

Abweichend von diesen Beschlüssen legte die Beratungsgruppe Küstenforschung fest, die Messungen auf NN zu beziehen. Dadurch sollte es leichter sein, sie mit späteren Messungen zu vergleichen und Massenbilanzen herzustellen. Weiterhin wurde beschlossen, die Küstenkarte als gedrucktes, mehrfarbiges Kartenwerk zu erstellen, das 51 Karten im Maßstab 1:20 000 umfassen sollte. Das DHI legte daraufhin den Entwurf eines Musterblattes für das mehrfarbig zu druckende Küstenkartenwerk vor.

1975 wurde dann beschlossen, das Küstenkartenwerk nunmehr im Maßstab 1:25 000 zu

erstellen. Die einzelnen Karten sollten sich als Gradabteilungskarten – d. h. einheitliches Blattformat über das gesamte Gebiet der Deutschen Bucht – an das Topographische Kartenwerk 1:25 000 anschließen, wobei das einzelne Kartenblatt in der Ost-West-Richtung die





doppelte Ausdehnung einer normalen topographischen Karte hat, wie schon die Topographischen Wattkarten 1:25 000 an der Westküste Schleswig-Holsteins. Die Zahl der Karten beträgt jetzt 66 Blätter, wie aus dem Übersichtsplan (Abb. 2) zu ersehen ist.

In mehreren Sitzungen und zahlreichen Einzelgesprächen hat die Projektgruppe Küstenkartenwerk das nunmehr vorliegende Kartenwerk in seinen Prinzipien festgelegt. Sie wurde dabei in dankenswerter Weise unterstützt von allen betroffenen Dienststellen des Bundes und der Küstenländer, auch wenn sie nicht unmittelbar berührt waren, wie z. B. der Lehrstuhl für Topographie und Kartographie der Technischen Universität Hannover.

3.2 Beschreibung des Kartenwerkes

Die Küstenkarten 1:25 000 sind Gradabteilungskarten und erfassen jeweils ein Gebiet von 6 Minuten in Nord-Süd- und 20 Minuten in Ost-West-Richtung. Dies entspricht der Ausdehnung von zwei normalen amtlichen topographischen Karten 1:25 000 in Ost-West-Richtung. Sie enthalten das Gauß-Krüger-Koordinaten-System in der Darstellung von kleinen Kreuzen und die geographischen Koordinaten (ED) mit Randbeschriftung. Außerdem sind die geographischen Koordinaten der Blatteckenwerte an die betreffenden Blattecken gedruckt. Das geographische System ist von Minute zu Minute markiert. Die Küstenkarten führen die Nummern der jeweils entsprechenden linken topographischen Karte. Um sie von diesen zu unterscheiden, ist an die Nummer der Buchstabe "K" angefügt. Außerdem führt jede Karte einen Namen. Dieser stimmt überein mit einem charakteristischen Namen im Kartengebiet.

Höhen- bzw. Tiefenlinien im Seegebiet sind oberhalb NN -2 m in Äquidistanzen von 0,25 m dargestellt, von NN -2 m bis NN -6 m in Äquidistanzen von 1 m und darüber hinaus von 2 m. Markante Höhen und Tiefen werden mit einem Punkt und danebengestellter Zahl gekennzeichnet. Die Farbskala der Tiefen ist in 10 Stufen unterteilt. Sie umfassen die Gebiete höher als + 1,0 m

+ 1.0 m bis 0 m 0 m bis -1,0 m- 1,0 m bis -2,0 m- 2,0 m bis -4,0 m- 4,0 m bis -6,0 m- 6,0 m bis -10.0 m-10,0 m bis -20,0 m-20,0 m bis -30.0 mtiefer als -30,0 m

Die Skala umfaßt vier Braun- und sechs Blau-Pastelltöne. Die Gebiete höher als +1,0 m zeigen das dunkelste Braun, diejenigen zwischen -1,0 m bis -2,0 m das hellste. Die -2 m-Linie trennt braune und blaue Farbtöne. Anschließend an das hellste Braun zeigt das Gebiet zwischen -2,0 m und -4,0 m das hellste Blau, das mit zunehmender Tiefe in das dunkelste Blau übergeht (Gebiete tiefer als -30,0 m).

Vorland wird in grüner, Außensand in satter gelber Farbe ausgewiesen. Leider weist das Kartenwerk in der Darstellung der Außensände einen Sprung auf zwischen den Ostfriesischen Inseln und dem übrigen Gebiet. Während für das übrige Gebiet der deutschen Küste nach dem Grundsatz verfahren wurde, daß Außensände höherliegend als NN +1,5 m gelb dargestellt werden; sofern sie nicht begrünt sind, zeigen die Karten bei den Ostfriesischen Inseln die Flächen zwischen der Hochwasserlinie und dem Dünenfuß in dieser Farbe und weisen sie in der Legende als Sand aus.

Im Seegebiet sind außer Namen und Tiefen dargestellt:

Dauerpegel

Baken

Rettungsbaken

Leuchttürme

Festpunkte im Watt

Das Kartenwerk zeigt in Schwarz:

Kartenrahmen und Netze

Legende (soweit nicht in der Farbplatte enthalten)

Beschriftung

Höhen- und Tiefenzahlen

Höhen- und Tiefenlinien

Topographische Objekte

Darstellung der Landgebiete und Landgewinnungsanlagen

Für das Landgebiet und die Inseln ist der Inhalt der mitverwendeten amtlichen topographischen Karte 1:25 000 der Landesvermessungsämter Schleswig-Holstein und Niedersachsen, des Geodaetisk Institut Danmark sowie den Topografischen Dienst Delft (Niederlande) unverändert übernommen.

Der untere Kartenrand trägt zwei Indexkarten. Die eine gibt die Übersicht über die Nummern der angrenzenden Karten. Aus der zweiten Indexkarte sind für das Gebiet der Hauptkarte die Jahresdaten der einzelnen Aufnahmen und deren Umrißgrenzen zu ersehen.

Unter "Höhenangaben" findet man in der Legende für die in der betreffenden Karte dargestellten Pegel die Namen, die geographischen Positionen und die Höhen des MSpTnw.

Die Karten wurden von der Firma "Atelier für Kartographie, Herbert Neide" kartographisch bearbeitet und vom Landesvermessungsamt Niedersachsen oder Schleswig-Holstein gedruckt. Zu beziehen sind sie über das Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen, Feldstraße 251–253, Postfach 44 48, 2300 Kiel 1. Sie kosten pro Blatt DM 6,–. Alle 66 Kartenblätter liegen vor, sind aber z. T. schon vergriffen. Als Muster ist der Ausschnitt einer Küstenkarte eingefügt.

3.3 Bedeutung und Fortführung des Kartenwerkes

Für das Vorfeld der deutschen Nordseeküste mit einer Fläche von rund 15 730 km² liegt damit erstmalig ein einheitliches Kartenwerk im Maßstab 1:25 000 vor. Die enge Folge der Tiefenlinien und die zehnstufige Farbskala vermitteln ein sehr eindrucksvolles Bild der Morphologie des dargestellten Gebietes. Die von den topographischen Karten der Landesvermessungsämter übernommene Topographie der Landgebiete und Inseln erlaubt ein schnelles und leichtes Orientieren und kann in einigen Fällen helfen, die Formen im Seegebiet zu erläutern und im Zusammenhang mit der Situation auf dem Festland zu sehen.

Besonders herauszuheben ist, daß das gesamte Kartenwerk in seinen wesentlichen Teilen auf Vermessungen beruht, die nicht mehr als drei Jahre auseinanderliegen. Betrachtet man die einzelnen Kartenblätter, so sind es oft die Vermessungen nur eines Jahres, die der Konstruktion der Tiefenlinien zugrundeliegen. Die genauen Daten können den oben erwähnten Indexkarten entnommen werden. Das Küstenkartenwerk besitzt dadurch eine große Aussagekraft.

Ein Kartenwerk der vorliegenden Art kann immer nur gleichsam eine Momentaufnahme darstellen. Um Veränderungen in zeitlicher Abhängigkeit zeigen und daraus Voraussagen

ableiten zu können, müssen Karten verglichen werden, deren Grundlagen in zeitlicher Aufeinanderfolge gemessen wurden. So war es ursprünglich vorgesehen, das Vorfeld der deutschen Nordseeküste synoptisch alle fünf Jahre zu vermessen und auf Grund der so gewonnenen Daten auch alle fünf Jahre die Küstenkarten neu herauszugeben. Eine erste Wiederholungsvermessung hat bereits in den Jahren 1979 bis 1981 stattgefunden. Die zweite Auflage der Küstenkarten steht bevor. Aus Kostengründen werden jedoch nur die küstennahen Karten neu aufgelegt und diese nur noch einfarbig gedruckt werden.

4. Wiederholungsvermessung

4.1 Allgemeines

Die quasi-synchrone Vermessung des Küstenvorfeldes in den Jahren 1974 bis 1976 und die Ergebnisdarstellung im Küstenkartenwerk im Maßstab 1:25 000 geben für sich keine Möglichkeit, vertiefte Kenntnisse über die morphologischen Gestaltungsvorgänge und Materialbilanzen zu gewinnen. Entsprechende Ergebnisse sind nur über die Wiederholungsvermessung zu erhalten.

Das KFKI beschloß auf seiner Sitzung am 26. Oktober 1977 die Bildung einer Projektgruppe "Wiederholungsvermessung", die zu untersuchen hatte, wann mit der Wiederholungsvermessung zu beginnen war und in welchen zeitlichen und räumlichen Abschnitten die Vermessung ausgeführt werden sollte.

Die Gruppe hat folgende personelle Zusammensetzung:

VD Dr.-Ing. Schleider WSD Nordwest, Aurich (Obmann)

LVD Dr.-Ing. Bettac DHI, Hamburg
Ing. grad. Kowalski FSt Norderney
VD Meiswinkel BfG, Koblenz
Ing. grad. Thiess ALW Heide, Büsum

BD ZACHER WSA Cuxhaven
Ing. grad. Ziegler LaWaKü, Kiel

Die Projektgruppe hielt engen Kontakt zum Sonderforschungsbereich 149 "Vermessungs- und Fernerkundungsverfahren an Küsten und Meeren" der Universität Hannover, in dem besonders im Teilprojekt R 1 "Topographie und Kartographie im Küstenbereich" Meß- und Auswerteverfahren in der küstennahen Vermessung entwickelt werden.

Die Planung der Vermessung wurde zunächst darauf abgestellt, neben organisatorischen Maßnahmen besonders durch Verbesserung der gerätetechnischen Ausrüstung den zeitlichen Ablauf der Vermessung so zu optimieren, daß die Arbeiten in drei Jahren von 1979 bis 1981 zu bewältigen wären. Der Ablauf wurde gebietlich so gestaltet, daß zwischen Erstvermessung und der Wiederholung ein Zeitraum von fünf Jahren liegt.

An der Vermessung waren wiederum die Küstendienststellen des Bundes und der Länder sowie das DHI Hamburg und die Bundesanstalt für Gewässerkunde in Koblenz (BfG) beteiligt. In nicht unerheblichem Umfang wurden Arbeiten vergeben.

4.1.1 Organisatorische Maßnahmen

Der Aufgabenumfang wurde nach den Erfahrungen bei der Erstvermessung wie folgt festgelegt:

1979

32 Küstenkarten 1:25 000 im Jade-Weser-Elbe-Mündungsgebiet

1980

15 Küstenkarten 1:25 000 im Gebiet Emsmündung/Ostfriesische Inseln

12 Küstenkarten 1:25 000 im Gebiet Nordfriesische Inseln/Eiderstedt

1981

9 Küstenkarten 1:25 000 im Gebiet Nordfriesische Inseln/Sylt.

Nach der Aufstellung von Ablaufplänen und Abstimmung über die anzuwendenden Verfahren bei der Vermessung wurde die örtliche Koordinierung für 1979 Ing. (grad.) LASSEN, Forschungs- und Vorarbeitenstelle Neuwerk, für 1980 Ing. (grad.) KOWALSKI, Forschungsstelle Norderney, und 1981 Ing. (grad.) PALM, Amt für Land- und Wasserwirtschaft Husum, übertragen. Diese Art der Organisation der Durchführung hat sich als äußerst positiv für das Gelingen der Aufgabe bewährt.

4.1.2 Gerätetechnische Maßnahmen

Bis zum Beginn der Vermessung konnte das Ziel, eine EDV-gerechte Aufnahme durchzuführen, nur teilweise verwirklicht werden, da besonders das abschließende Konzept der Verarbeitung der Tiefenvermessung als auch für die Beschickung in der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) und der Länderdienststellen noch nicht vorlag.

Im Vorfeld der Entscheidung wurde zunächst für das Vermessungsschiff "Blaue Balje" des WSA Wilhelmshaven ein Vermessungssystem SEADIG–201 der Firma Navitronic, Dänemark, aus Mitteln des BMFT beschafft, welches durch Geräte zur Ortung und zur Tiefenmessung durch die beteiligten Dienststellen ergänzt wurde. Die Daten wurden auf 8-Kanal-Lochstreifen ausgegeben und beim DHI Hamburg unter Berücksichtigung der Beschickungsdaten verarbeitet. Die Datenaufzeichnung wurde zwischenzeitlich in der WSV auf Magnetband-Cassetten umgestellt.

Die FSt Norderney führte in den Flachwassergebieten Hoher Weg und südlich der Ostfriesischen Inseln die Vermessung im großen Umfang durch Peilung mit flachgehenden Booten durch, um die Leistung in dem erforderlichen Umfang zu erhöhen. Hierfür wurde ein transportabler Echograph ATLAS DESO 20 benötigt, der im Flachwasserbereich größtmögliche Darstellung gewährleistet.

Der Erhöhung der Leistung diente auch die Beschaffung eines Distanzmessers AGA Geodimeter 120 für die Entfernungsmessung. Im Rahmen des Vermessungsprogramms ist die Messung von 170 km Polygonstrecken im Aufgabengebiet erforderlich gewesen.

Die Forschungs- und Vorarbeitenstelle Neuwerk benötigte für den Anschluß von Pegeln ein Zeiss Ni1-Nivellierinstrument. Durch die größeren Zielweiten wurde eine Arbeitsbeschleunigung erreicht.

Für die Beschickung standen zwar fünf feste Schreibpegel des KFKI zur Verfügung, jedoch war nach den Erfahrungen der Erstaufnahme zur Erhöhung der Genauigkeit das Pegelnetz durch vier weitere Schreibpegel zu ergänzen.

Zur Arbeitsbeschleunigung mußten sieben Rohrfestpunkte eingebracht werden.

4.2 Ausführung der Vermessungen

Die unterschiedliche Struktur des Vermessungsgebietes hatte wiederum die Anwendung verschiedener Verfahren zur topographischen Aufnahme zur Folge.

Im Seegebiet, in den Ästuarien und in den Wattfahrwassern wurde die Topographie durch Quer- bzw. Längspeilungen vorwiegend entlang der Ortungs-Hyperbellinien der Hi-Fix- bzw. Decca-Ketten ermittelt. Dabei sollte im allgemeinen im Watt mit einem Peillinien- abstand von 50 bis 150 m, in Ästuarien mit 100 bis 200 m und im Seegebiet mit 200 bis 400 m gearbeitet werden. In morphologisch unruhigen Gebieten, wie z. B. in den Riffbögen, wurden auch Kreuzpeilungen ausgeführt. Soweit vertretbar, sollten Vermessungsprofile so angeordnet sein, daß die Lage der Erstvermessung erreicht wurde.

Die Peilergebnisse wurden auf Arbeitskarten im Maßstab 1:10 000 dargestellt, die von den beteiligten Dienststellen auch für eigene Belange benötigt werden.

Für die Aufnahme der Wattflächen von Borkum bis Wangerooge und im nordfriesischen Wattgebiet wurden tachymetrische Aufnahmeverfahren und das Wasserlinienverfahren angewendet.

4.2.1 Arbeiten der Küstendienststellen und der Bundesanstalt für Gewässerkunde

Die Aufgabe wurde wie folgt übernommen:

1979

Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg:

Peilung der Seegebiete vor den Ostfriesischen Inseln, nordwestlich der Schlüsseltonne, der Norderelbe, Süderpiep, Norderpiep und der Außeneider. Peilung der Priele und der Seegats in diesen Gebieten. Tachymetrische Aufnahmen im trockenfallenden Watt südlich Langeoog und Baltrum für das Wasserlinienverfahren.

Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz:

Tachymetrische Aufnahme des Medemsandes und der Nordergründe.

Forschungsstelle für Insel- und Küstenschutz, Norderney:

Tachymetrische Aufnahmen und Peilungen im trockenfallenden Watt im Bereich Hohe Weg, Solthörner Watt.

Wasser- und Schiffahrtsamt Emden:

Tachymetrische Aufnahme im trockenfallenden Watt südlich von Wangerooge und Spiekeroog für das Wasserlinienverfahren.

Wasser- und Schiffahrtsamt Wilhelmshaven:

Peilung der Bereiche Jadebusen und Jade, der Priele und Seegats in diesen Gebieten.

Wasser- und Schiffahrtsamt Bremerhaven:

Peilung und tachymetrische Aufnahme im Bereich der Weser.

Forschungs- und Vorarbeitenstelle Neuwerk:

Peilung und tachymetrische Aufnahme im Bereich Großer Knechtsand, Neuwerker Watt.

Wasser- und Schiffahrtsamt Cuxhaven:

Peilung und tachymetrische Aufnahme im Bereich der Elbe.

Amt für Land- und Wasserwirtschaft Heide/Büsum:

Peilungen und tachymetrische Aufnahme Wattgebiet zwischen Nordergründe und Norderpiep.

28

Rijkswaterstaat, Groningen:

Peilungen und tachymetrische Vermessungen im Dollart.

1980

Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg:

Peilung der Seegebiete vor den Ostfriesischen Inseln bis nördlich Helgoland, vor der nordfriesischen Küste bis zur Höhe Amrum, der Priele und Seegats in diesen Gebieten.

Forschungsstelle für Insel- und Küstenschutz, Norderney:

Tachymetrische Aufnahme im trockenfallenden Watt südlich von Norderney bis Baltrum für Wasserlinienverfahren. Einmessung und Betreuung von Lage-Paßpunkten.

Wasser- und Schiffahrtsamt Emden:

Peilung der Bereiche Ems und Zufahrt Hafen Norderney. Tachymetrische Aufnahme der trockenfallenden Wattflächen für das Wasserlinienverfahren im Bereich Randzel. Einmessung und Betreuung von Lage-Paßpunkten.

Amt für Land- und Wasserwirtschaft Husum:

Tachymetrische Geländeaufnahme der trockenfallenden Watten an der nordfriesischen Küste für Wasserlinienverfahren. Einmessung und Betreuung von Lage-Paßpunkten.

Amt für Land- und Wasserwirtschaft Heide/Büsum:

Peilungen und tachymetrische Aufnahmen Wattgebiet zwischen Norderpiep und Eiderstedt.

1981

Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg:

Peilung der Seegebiete vor der nordfriesischen Küste nördlich Amrum, der Priele und Seegats in diesen Gebieten.

Amt für Land- und Wasserwirtschaft Husum:

Einmessung und Betreuung von Lage-Paßpunkten.

Amt für Land- und Wasserwirtschaft Heide/Büsum:

Peilungen und tachymetrische Aufnahmen Wattgebiet Hakensand-Mittelplate.

4.2.2 Arbeiten durch Dritte

Die beim Wasserlinienverfahren erforderlichen Beschickungsvermessungen waren im Gebiet der nordfriesischen Wattgebiete nur durch Vergabe dieser Arbeiten an Fachfirmen verfahrensgerecht zu erledigen. Der Idealfall, zeitgleiche Befliegung und Beschickungsvermessung, ist allerdings nur in Ausnahmefällen zu realisieren. Es wurde jedoch für vertretbar gehalten, Befliegung und Beschickungsvermessung in einem Zeitraum von etwa einem Jahr abzuwickeln.

Die Lage der Eichprofile wurde in Karten 1:25 000 angegeben. Die zeitliche Abweichung der sonst gradlinigen Profile war mit 2 % der Profillänge zulässig. Die Länge der Profile betrug ca. 1000 bis 1500 m. Anfangs- und Endpunkt (MTnw-Linie) waren lagemäßig zu bestimmen. In den Profilen war mindestens alle 50 m ein Höhenpunkt aufzumessen, bei Geländesprüngen auch Zwischenpunkte. Die Höhenpunktbestimmung war mit ±3 cm für den Geländepunkt nivellitisch durchzuführen.

Die Meßergebnisse waren neben einer zeichnerischen Darstellung als Kotenkarte im Maßstab 1:10 000 zur Kontrolle der Datenträgerdaten auch auf Datenträgern (Magnetband oder Lochstreifen) zur Verfügung zu stellen. Für jeden gemessenen Punkt waren Punktnummern, Rechts- und Hochwerte im Gauß-Krüger-System sowie die NN-Höhe anzugeben.

Zu vergeben war ebenfalls die Befliegung selbst. Für die Aufnahmen setzte die Fa. Rüpke, Hamburg, eine Reihenmeßkammer mit 8,5 cm Brennweite ein; das Bildformat war mit wenigstens 23 × 23 cm gefordert. Als Filmmaterial war zur besseren Identifizierung der Wasserlinie ein besonders geeigneter Infrarotfilm zu verwenden. Der Aufnahmemaßstab betrug 1:50 000. Die Längsüberdeckung der Aufnahmen sollte mindestens 80–90 % sein, um für die durch Paßpunkte begrenzten Entzerrungsteilflächen die Auswahl des optimal liegenden Bildes sicherzustellen. Die Querüberdeckung der parallel verlaufenden Flugstreifen sollte mindestens 30 % sein. Die Lage der Flugstreifen war derart zu wählen, daß durch eine Überfliegung ein Optimum an Festland- und Inselflächen erfaßt wurde, da vorwiegend hier die zur Entzerrung notwendigen Lagepaßpunkte geschaffen werden mußten. Auf die entsprechenden Ausführungen zur Erstvermessung wird verwiesen. Die angewendeten Aufnahmeverfahren der Ortung und der Tiefenbestimmung sind Abb. 3 zu entnehmen.

5. Automatisierung der Wasserlinienaufnahme

In die in Abschn. 7 angesprochenen Fragen der Bildung von digitalen Geländemodellen bzw. der Speicherung der Vermessungsdaten wurde die Aufnahme mit Hilfe des Wasserlinienverfahrens einbezogen. Der Sonderforschungsbereich (SFB) 149 der Universität Hannover übernahm die entsprechende Auswertung der Aufnahme in den Küstenkarten K 2210 Langeoog und K 2212 Wangerooge. Die dabei gemachten Erfahrungen führten dazu, das bisherige Verfahren der graphischen Entzerrung der Luftaufnahmen zugunsten der rechnerischen Entzerrung aufzugeben. Die Vergabe der Wasserlinienbefliegung wurde entsprechend formuliert. Auf die Veröffentlichung von Wegener wird hingewiesen.

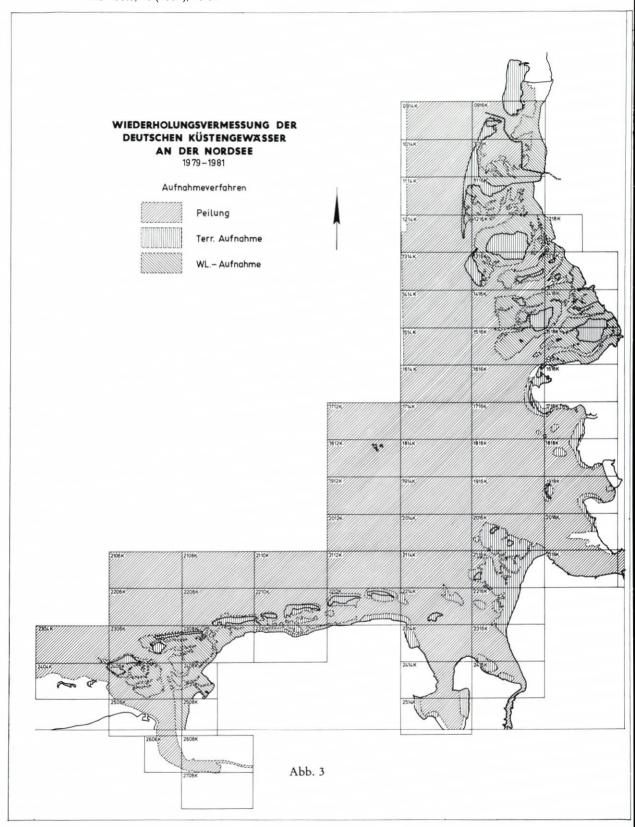
6. Genauigkeit der Vermessungen

Die angewendeten Aufnahmeverfahren haben Einfluß auf die Genauigkeit der Ergebnisse. Die entsprechenden Vergleiche zwischen Erst- und Zweitvermessung sind derzeitig noch in Bearbeitung. Es ist beabsichtigt, die Ergebnisse besonders zu veröffentlichen.

7. Ausblick

Die Arbeiten für die Wiederholungsvermessung liefen 1979 an und wurden 1981 beendet. Wiederum wurde innerhalb von drei Jahren das gesamte Küstenvorfeld der Inneren Deutschen Bucht vermessen. Leider verbieten die hohen Kosten der kartographischen Bearbeitung, das Ergebnis der zweiten Vermessung wieder als mehrfarbiges Kartenwerk herauszugeben. Sinn der Vermessungen war nicht allein ihre kartographische Wiedergabe, sondern diese Untersuchungen sollten vor allem Grundlagen für eine Analyse der Veränderungen in einem bestimmten Zeitraum schaffen. 1978 wurde daher im KFKI eine Projektgruppe "Morphologische Analysen Nordseeküste" (MORAN) gebildet, die das vorgenannte Ziel verfolgt. Die vorbereitenden Arbeiten führten zunächst zur Auswahl von drei Testgebieten mit dem Knechtsand als erstem (Siefert, 1983).

Für die weitere Zukunft wird erwogen, auf die kartographische Wiedergabe zu verzichten und dafür aus den Vermessungsdaten ein digitales Geländemodell zu bilden und dieses in einem Rechner bzw. auf Datenträgern abzuspeichern. Für spezielle Untersuchungen könnte



man dann von dem Rechner aus den gespeicherten Daten unmittelbar die gesuchten Parameter berechnen und ausgeben lassen, wie etwa einen Massenauf- oder -abtrag.

So vorteilhaft ein solches Verfahren für wissenschaftliche Untersuchungen ist, so sehr wird es sicherlich von allen Benutzern bedauert, die sich ein Bild von der Morphologie des Vorfeldes der deutschen Nordseeküste und deren Veränderungen verschaffen wollen und über keine Anlagen der elektronischen Datenverarbeitung verfügen. Aber auch die auf einem Spezialgebiet arbeitende Wissenschaft, welche die von ihr benötigten Daten unmittelbar von einem Rechner abrufen lassen kann, besitzt keine Übersichtskarte mehr und auch nicht mehr die Möglichkeit, die Ergebnisse ihrer Arbeit unmittelbar mit der Morphologie vergleichen zu können.

Diese Gedanken haben die KFKI-Mitglieder lange bewegt, bis sie zu der einheitlichen Auffassung kamen, daß auch von der Wiederholungsvermessung Karten (mindestens schwarz/weiß) hergestellt werden sollten. Dies gilt besonders für die küstennahen Gebiete, zumal, wenn mit den Karten gearbeitet wird und visuelle Vergleiche möglich sind. In der Herbstsitzung 1980 des KFKI wurde beschlossen, nach Möglichkeit aus den Daten der Wiederholungsvermessung vollständige Küstenkarten zu bearbeiten. Für eine Kostenschätzung war zunächst von zwei Alternativen auszugehen:

- 1. Neubearbeitung aller Karten (schwarz/weiß und farbig),
- 2. Bearbeitung nur der Karten in unmittelbarer Küstennähe, also für die Gebiete, in denen die größten morphologischen Änderungen erwartet werden (schwarz/weiß und farbig).

Auch wenn man davon ausgeht, daß die Tiefenlinien bereits in digitaler Form vorliegen, also ohne weiteren Eingriff eines Bearbeiters auf einem numerisch gesteuerten Zeichentisch als transparente Druckvorlage erstellt werden können, ergeben sich für die noch erforderliche karthographische Bearbeitung und Herstellung der transparenten Originale recht hohe Kosten, die für fünffarbige Karten mehr als doppelt so hoch sind wie für einfarbige. Da eine Neuauflage des Küstenkartenwerkes aus BMFT-Mitteln nicht möglich ist – es werden keine neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse gewonnen – und nach einer Umfrage fast alle Küstendienststellen an transparenten Mutterpausen interessiert sind, wurde entschieden, einen Satz transparenter Folien, mit Ausnahme der küstenfernen Gebiete, der sog. "blauen Karten", herstellen zu lassen. Ende 1983 wird die Digitalisierung so weit fortgeschritten sein, daß ab 1984 erste Karten hergestellt werden können. Der Bund und die Küstenländer Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Hamburg werden die erforderlichen Mittel dazu bereitstellen. Die Kosten werden nach einem entsprechenden Schlüssel aufgeteilt und mit Verpflichtungsermächtigungen in den Jahren 1984 bis 1986 fließen.

In der Zwischenzeit wurde eine neue Projektgruppe gebildet, die sich mit der Herstellung von Küstenkarten aus der Wiederholungvermessung befaßt. Dieser Gruppe gehören folgende Herren an:

LVD Dr.-Ing. BETTAC DHI, Hamburg
Dipl.-Ing. Kowalski FSt Norderney
VD Dr.-Ing. Schleider WSD NW, Aurich
Dipl.-Ing. Ziegler LAWK, Kiel

Für die Herstellung der Karten können u. a. folgende Unterlagen verwendet werden:

- die von der Bundesanstalt für Wasserbau aus digitalisierten "Wasserlinien" ermittelten Tiefenlinien der mit Luftbildmessung aufgenommenen Wattgebiete,
- die aus Arbeitskarten digitalisierten Tiefenlinien der Mündungsgebiete von Jade, Weser und Elbe,
- die für einige küstenfernere Gebiete und größere Priele digital vorliegenden Vermessungser-

gebnisse des DHI - das DHI wird mit Hilfe des TASH-Programmes hierfür Tiefenlinien berechnen -,

- einige Priele und Rinnen ("Füllgebiete"), die von anderen Dienststellen vermessen worden sind.

Die Hauptaufgabe der Gruppe wird zunächst sein, festzustellen, wie weit die Bearbeitung der Unterlagen für die einzelnen Kartenblätter gediehen ist. Außerdem wird sie festlegen, in welcher Reihenfolge die Karten hergestellt werden sollen. Anschließend wird die Gruppe die Bearbeitung der Unterlagen für die einzelnen Kartenblätter entsprechend steuern. Anfang 1984 – wenn die Mittel bereitstehen – wird sie dann die Vergabe der Kartenherstellung an eine geeignete Firma vorbereiten, die Arbeiten namens des KFKI vergeben und schließlich die Ausführung überwachen.

Mit der Herausgabe des zweiten Küstenkartenwerkes dürften die Mühe und die Kosten für die Wiederholungsvermessung gekrönt werden. Für viele, die das Kartenwerk als Arbeitsgrundlage oder zur Anschauung benötigen, geht damit ein langgehegter Wunsch in Erfüllung zum Wohle der Erforschung der Naturvorgänge im deutschen Küstenvorfeld der Nordsee.

8. Schriftenverzeichnis

- BMBW: Untersuchungsprogramm zur Küstenforschung. Schriftenreihe Meeresforschung, 1, 1971.
- KOWALSKI, H. u. LUCK, G.: Mitwirkung der Forschungsstelle Norderney bei der Vermessung des deutschen Küstenvorfeldes durch das KFKI. Forschungsstelle f. Insel- u. Küstenschutz, Jahresbericht 1978, Bd. XXX, 1979.
- LORENZEN, J. M.: Das Programm des Küstenausschusses zur Erforschung der Naturvorgänge im deutschen Küstenvorfeld. Die Küste, H. 18, 1969.
- Schleider, W.: Zweite synoptische Vermessung der deutschen Küstengewässer der Nordsee. ZfV, H. 10, 1979.
- Schleider, W.: Die synoptischen Vermessungen der deutschen Küstengewässer der Nordsee. XVII. FIG Kongreß, Berichtsheft Kommission 4, Sofia, 1983.
- SIEFERT, W.: Morphologische Analysen für das Knechtsand-Gebiet (Pilotstudie des KFKI-Projektes MORAN). Die Küste, H. 38. 1983.
- SINDERN, J. u. KATHAGE, F.: Das Wasserlinienverfahren (Serien-Einzelbildmessung) eine neue Art der Wattvermessung. DGM, H. 6, 1966.
- SINDERN, J. u. KATHAGE, F.: Das Decca-Hi-Fix-System im Dienste der Küstenvermessung. Aufbau und Betrieb der Hi-Fix-Eiderkette –. AVN, H. 4, 1968.
- Wegener, W.: Automatisierung des Wasserlinienverfahrens zur Vermessung von Wattgebieten. Wasserwirtschaft, 68, H. 10, 1978.