

kunde  
intatie

dam

1756

Rijkswaterstaat  
Dienst Verkeerskunde  
Bureau Dokumentatie  
Postbus 1031  
3000 BA Rotterdam

Inhaltsangabe:

- Teil I           Einfahrende Schiffe (35 Seiten mit 26 Anlagen)
- Teil II           Ausfahrende Schiffe (14 Seiten mit 29 Anlagen)
- Anhang I        Strömungsmessungen in der Natur und Vergleich  
mit den Strömungszuständen im Modell.  
(16 Seiten mit 8 Anlagen)
- Anhang II       Hydronautische Messerichte Gatjebogen.  
(3 Seiten mit 2 Anlagen)
- Anhang III     Stellungzame zur Frage nach den Ursachen der  
Abweichungen von Strömungsrichtungen zwischen  
Natur und Modell.  
(4 Seiten mit 2 Anlagen).

ANALYSE VON FAHRTPROBLEMEN  
DER BULKCARRIER IM GATJEBOGEN

Teil I Einfahrende Schiffe  
Teil II Ausfahrende Schiffe

Rijkswaterstaat  
Bericht HNO 73/30-9/Nr. 271

Inhalt

Teil I.

	<u>Seite.</u>
I <u>Einleitung</u>	3
A. Veranlassung für die Untersuchung	3
B. Fragestellung und Entwurf der Untersuchung	3
II <u>Allgemeine Angaben</u>	5
A. Geographische Fahrwassereinteilung	5
B. Hydrographie des Fahrwassers:	5
a. Schema des Fahrwassers	5
b. Längsprofil der Fahrwassersohle	5
c. Querprofile	6
d. Verlauf des Fahrwassers	7
e. Tidehub	7
f. Tideströmung	7
III <u>Massgebende Schiffe für die Analyse</u>	8
A. Entwicklung der Schifffahrt in Zahl und Grösse seit 1965	8
B. Das massgebende Schiff	9
C. Einfluss des Salzgehaltes	9
IV <u>Strömungseinfluss im Schiffsverhalten</u>	11
A. Allgemeines	11
B. Übersicht über untersuchte Modellzustände	11
C. Betrachtung betreffs Strömungskräfte auf Schiffe	14
D. Methode der Berechnung	16
E. Betrachtung der Strömungskräfte bei verschiedenen Stromverhältnissen	17

	<u>Seite.</u>
V. <u>Schiffsmanövermessungen</u>	20
A. Ergebnisse der Schiffsmessungen	20
B. Fahrtschema	20
C. Squat	21
D. Fahrwasserbreite	22
E. Nutzbare Tidephasen hinsichtlich Tiefgang und Fahrwasserbreite	23
F. Fahrverhalten	23
G. Kurswinkel	26
H. Zusammenfassung der Ergebnisse der Schiffsein- messungen	27
VI <u>Festgekommene Schiffe</u>	29
VII <u>Schlussfolgerung</u>	30

## I. Einleitung

### A. Veranlassung für die Untersuchung.

Während der letzten Jahre ergeben sich nach Angaben von Lotsen vor allem im Fahrwasser des Gatjebogens (s. Anlagen 1 und 2) Schwierigkeiten beim Manövrieren von tiefgehenden Erzfrachtern. Während der Besprechung über die vorstehenden Probleme in der Emskommission (19.10.1972) wurde die Frage aufgeworfen, inwieweit sie verursacht worden sein können durch die Veränderung des örtlichen Strombildes infolge des Abbagerns des Übergangs für die neuen Hafeneinfahrt von Delfzijl.

### B. Fragestellung und Entwurf der Untersuchung

Zwecks präziser Fragestellung und Festlegung des aufzustellenden Untersuchungsprogramms fanden am 8.11.1972 in Hamburg - Rissen und am 9.11.1973 in Emden Besprechungen statt zwischen der Bundesanstalt für Wasserbau -Aussenstelle Küste-, Wasser- und Schifffahrtsdirektion Aurich, Wasser- und Schifffahrtsamt Emden und Rijkswaterstaat Direktionen Groningen und Wasserhaushalt und Wasserbewegung.

Bei diesen Besprechungen wurde festgelegt, dass eine Untersuchung durchgeführt werden sollte, ausgehend von folgender Fragestellung:

|Inwieweit hat die neu gebaggerte Form des vor der neuen Hafeneinfahrt bei Delfzijl gelegenen Übergangs einen ungünstigen Einfluss auf das Strömungsbild im Fahrwasser nach Emden gehabt?  
|Sind hierdurch die Fahrtmöglichkeiten für grosse Schiffe nach Emden verschlechtert worden? Ist es in Hinblick auf diese Fragen zu verantworten, die seitens der Niederlande vorgesehene endgültige Übergangsform ("Drempel 1975") baggern zu lassen?

Diese Untersuchung sollte bestehen aus:

- a. Eine hydraulische Modelluntersuchung in der Bundesanstalt für Wasserbau -Aussenstelle Küste- in Hamburg,
- b. Eine hydronautische Analyse der Fahrwasser Konfiguration und der Strömungskräfte auf das Schiffsverhalten, auszuführen durch die Direktion Wasserhaushalt und Wasserbewegung, Sektion Hydro-Nautische Untersuchungen in Wageningen (Kurz HNO)
- c. Ausführung von Schwimmermessungen und Strommessungen in der Vertikalen in der Natur für a) ebenso wie b) und von Schiffsmannövermessungen in der Fahrroute nach Emden.

Die Schiffsmanövermessungen wurden vorbereitet von HNO, und durchgeführt, anfänglich mit Hilfe der Gruppe Spezial-Messungen von der Abteilung Havenmonden van Hoek van Holland (Direktion Benedenrivieren), vom Studiedienst Delfzijl.

Diese Dienststelle hat auch die weiteren Naturmessungen wie Tide-aufzeichnungen, Schwimmermessungen und Lotungen ausgeführt. (Anhang I gibt Auskunft über die durch den Studiedienst Delfzijl durchgeführten hydraulischen Naturmessungen).

Gestützt auf die obengenannten Messergebnisse wurde von HNO, Direktion Wasserhaushalt und Wasserbewegung, eine hydronautische Untersuchung durchgeführt. Dabei wurde auch Gebrauch gemacht von der Kenntnisse und Erfahrung erworben bei früher ausgeführten Untersuchungen wie z.b. Europoort, Westerschelde und Rijnpoort.

Im folgenden wird über die ausgeführte Untersuchung berichtet. Eine Zusammenfassung über diese hydronautische Untersuchung wurde am 22. August 1973 fertiggestellt (1), gleichzeitig mit dem von der Bundesanstalt für Wasserbau veröffentlichten Bericht über die vergleichende hydraulische Untersuchung (2).



## II. Allgemeine Angaben

### A. Geographische Fahrwassereinteilung.

Die Fahrroute von grossen Schiffen nach Emden kann in 4 Strecken unterteilt werden, nämlich in:

1. Die Strecke von der Nordsee bis zum Leichterplatz südlich der Insel Borkum, oder in der Alten Ems.
2. Der Abschnitt von den Leichterplätzen bis zur Mündung der Bucht von Watum.
3. Die Anfahrtroute via Ostfriesisches Gatje einschliesslich des Gatjebogens.
4. Die direkte Zufahrtstrecke zum Emden Hafen (Emden Fahrwasser).

Zur näheren Orientierung wird auf die Anlagen 1 und 2 verwiesen. Tiefgehende Erzfrachter für Emden werden auf den genannten Leichterplätzen bis auf einen Tiefgang von etwa 36' geleichtert. Danach fahren sie unter Ausnutzung des Flutscheitels durch den Gatjebogen nach Emden. Gemäss Information kann der genannte Tiefgang durch den in Frage kommenden Kapitän in Abhängigkeit vom Wasserstand und vom Fahrschema nach Absprache mit den Lotsen überschritten werden. Eine feste Regelung gibt es dafür nicht.

### B. Hydrographie des Fahrwassers

#### a. Schema des Fahrwassers

Bei der hydronautischen Analyse ist ausgegangen worden von einer geraden Anfahrstrecke von 1.500 m zum Gatjebogen (Strecke A), einem Bogenstück mit einer Kursänderung von  $79^{\circ}$ , einem Radius von 1.425 m und einer Länge von 2.000 m (Strecke B) sowie einer geraden Auslaufstrecke in Richtung Emden mit einer Länge von 1.500 m (Strecke C). In dem genannten Fahrwasserabschnitt ist eine ideale, durchgehende Fahrstrecke (s. Anlage 3) angenommen worden als Bezugslinie für die Betrachtungen. Die Profileinteilung 1-12 wird im ganzen Bericht beibehalten.

#### b. Längsprofil der Fahrwassersohle

Während der Einmessung der Schiffsmanöver wurde durch eine Messung das Längsprofil der Sohle festgestellt, mit Hilfe des Vermessungsecholotes eines Fahrzeuges des Studiedienst Delfzijl.

In der Anlage 4 sind die bei den 11 in der Analyse betrachteten Fahrten (Tabelle 3) erhaltenen Längsprofile zusammengestellt worden. Um zu einer Schematisierung des Längsprofils zu kommen, wurde die oberste und unterste Umhüllende der gemessenen Werte bestimmt (s. Anlage 5).

Die oberste Umhüllende ist das angenommene Sohlprofil, das für die Bestimmung des Fahrschemas benutzt wird.

Das so entwickelte Profil stellt die Sohle der wirklich gefahrenen Routen dar (die Längsprofile wurden mit Hilfe des Echolots eines RWS Dienstfahrzeuges aufgenommen.)

Um nun einen Eindruck davon zu erhalten, wie sich dieses Profil im Laufe der Jahre entwickelt hat, ist für jedes Querprofil die Fahrwassertiefe gegenüber der idealen Route bestimmt worden für die Jahre 1965, 1968, 1970 und 1972. Diese historische Entwicklung ist zusammen mit dem für die Analyse benutzten Profil in Anlage 6 dargestellt worden. Die Bodentopographie ist den Peilplänen des Wasser- und Schifffahrtsamtes Emden entnommen worden.

Hierbei sei zu bemerken, dass die ideale Fahrbahn über die betrachteten Jahre unveränderlich angenommen wurde.

Wie in Anlage 12 ersichtlich, ist die Lage der Fahrbahn und deshalb auch der Bojen im Laufe der Jahre jedoch einigermaßen geändert.

Man kann jedoch annehmen, dass Querkraftänderungen infolge dieser geänderten Lage der Fahrbahn geringfügig sein werden und ohne hin schwanken werden innerhalb der Genauigkeitsgrenzen des Berechnungsverfahrens.

#### c. Querprofile

Auf der Basis der Profileinteilung nach Anlage 3 sind die Querprofile des Fahrwassers von 1972 in der Anlage 7 dargestellt worden. Wie bei den Längsprofilen ist auch für die Querprofile die historische Entwicklung seit 1965 wiedergegeben worden (s. Anlage 8).

Allgemein ist eine Fahrwasservertiefung und ein Versteilen der Böschung zu bemerken.

Wichtig ist die nutzbare Fahrwasserbreite, die jedes Schiff augenblicklich zur Verfügung hat und die bestimmt wurde mit Hilfe der Angaben aus den Querprofilen, der Fahrwegmessungen und der örtlichen Tide und der Fahrgeschwindigkeit des Schiffes.

Im Kapitel 5 wird hierauf näher eingegangen.

d. Verlauf des Fahrwassers

In den Anlagen 9 und 10 ist die Lage des Fahrwassers nach den Tiefenlinien NAP -10 m und NAP -11 m während der Jahre 1965 bis einsch. 1972 in bezug auf die idealisierte Fahrstrecke eingetragen worden. Dafür sind die Fahrwasserbreiten in jedem Querprofil aufgetragen worden. Die aufgetragenen Punkte auf den Querprofilen sind ohne weiteres durch eine Linie mit einander verbunden worden.

Plötzliche und örtliche Veränderungen, die zwischen den Querprofilen auftreten, sind hier somit nicht dargestellt worden.

Die Abbildung zeigt ein deutliches Bild der Veränderungen der Lage und der Breite des Fahrwassers, die jährlich auftreten. In den Anlage 11 ist nochmals der Fahrwasserverlauf von 1972 nach NAP -10 m und NAP -11 m aufgetragen worden, wobei auch die Tonnenlinie dargestellt worden ist.

Die Entwicklung der Tonnenlinie im Laufe der Jahre 1965 - 1968 - 1970 und 1972 ist in der Anlage 12 angegeben.

e. Tidehub

Angesichts den Länge des betrachteten Fahrwasserabschnittes, nämlich 5.000 m und der mittleren Zeitdauer für die Fahrt durch diese Strecke, nämlich im Mittel 15.5 min., wird in diesem Bericht die Tide, die am Pegel Oterdum registriert wird, als repräsentativ für den Gatjebogen angenommen.

Diese Tidekurve wird auch in (2) als Bezug gebraucht. Die Tidekurve ist in Anlage 13 dargestellt. In dieser Darstellung sind gleichzeitig die für die nautische Analyse relevanten Tidephasen angegeben worden in Übereinstimmung mit den in (2) Definierten.

f. Tideströmung

In der hydronautischen Analyse bildet die horizontale Tide einen wichtigen Bestandteil. Es müssen sowohl die Modell- als auch die Naturmessungen in die Betrachtung einbezogen werden. Hinsichtlich einer Erläuterung der ausgeführten Messungen und deren Analyse wird auf Kapitel IV und Anhang I verwiesen.

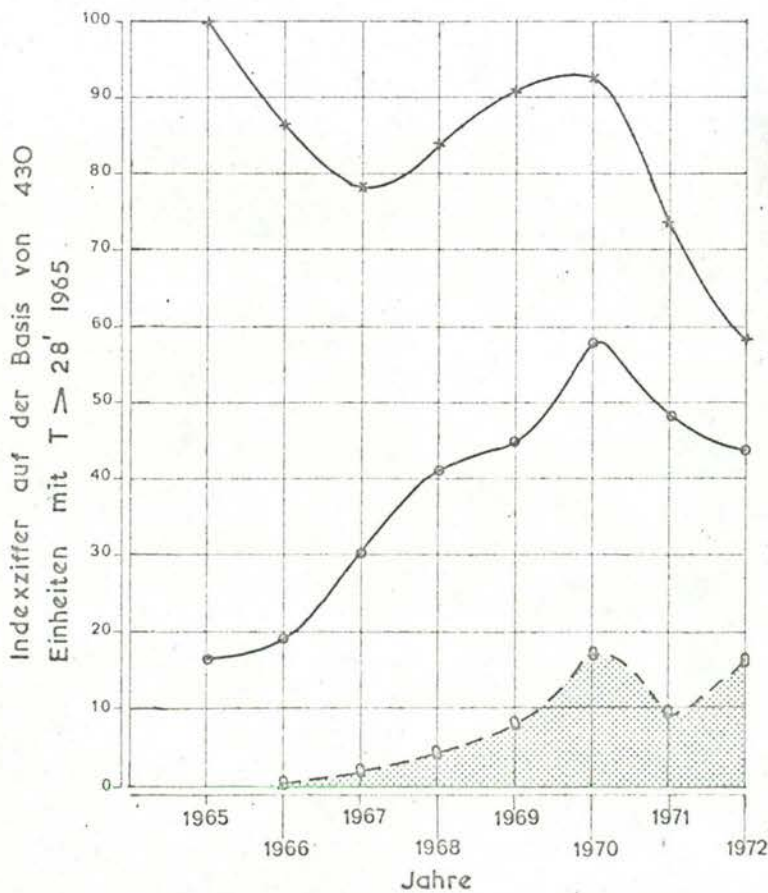
III. Massgebende Schiffe für die Analyse.

A. Entwicklung der Schifffahrt in Zahl und Grösse seit 1965

In der nachstehenden Tabelle wird eine Übersicht gegeben über die Entwicklung der Schifffahrt nach Emden mit einem Tiefgang grösser als 28 Fuss seit 1965.

Tabelle 1.

Tiefgang		1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
m	Fuss								
8,54- 9,15	28 < T < 30'	95	78	58	46	31	35	19	9
9,15- 9,76	30 < T < 32'	174	159	100	89	107	70	58	34
9,76-10,37	32 < T < 34'	92	55	49	51	59	45	34	19
10,37-10,97	34 < T < 36'	67	79	121	156	163	173	167	122
10,97	T > 36'	2	1	8	19	30	76	40	68
Gesamt		430	372	336	361	390	399	318	252



Entwicklung in Anzahl / Jahr auf Indexbasis

Entwicklung der Anzahl der Schiffe mit Tiefgang  $\geq 34'$  auf Indexbasis

Entwicklung der Anzahl der Schiffe mit Tiefgang  $\geq 36'$  auf Indexbasis

Abb. I

Auf der Basis der Gesamtzahl der Schiffe mit einem Tiefgang von 28' und grösser, die 1965 nach Emden kamen, ist in der vorstehenden Abbildung der Verlauf der Gesamtfahrt (Tiefgang grösser als 28'), der Fahrt mit einem Tiefgang grösser als 34' und der Fahrt mit einem Tiefgang grösser als 36' graphisch dargestellt worden auf der Grundlage des Index  $100 \hat{=} 430$  Einheiten 1965.

Es ergibt sich, dass 1972 nur noch 252 Schiffe ( $T > 28'$ ) nach Emden fahren gegenüber 430 im Jahre 1965. Die Anzahl der Schiffe mit einem Tiefgang  $> 34'$  betrug jedoch 1972 75,4% oder 190 Einheiten, während diese Zahl 1965 16% oder 69 Einheiten betrug.

Noch auffallender ist jedoch das absolute und prozentuale Wachstum der Zahl der Schiffe, die mit einem grösseren Tiefgang als 36' nach Emden fahren. Betrug diese Anzahl 1965 2 oder 0,46%, so war die registrierte Zahl 1972 bereits 68 Einheiten oder rund 27% der Gesamtzahl des Jahres.

Aus den zur Verfügung stehenden Unterlagen geht für die letzte Kategorie nicht hervor, ob der Tiefgang dieser Schiffe nur zwischen 36' und 37' liegt oder ob mit noch grösseren Tiefgängen gefahren wird.

#### B. Das massgebende Schiff

Die massgebenden Schiffe, die den Gatjebogen passieren, haben Tragfähigkeiten zwischen 35 000 und 80 000 Tonnen, deren Tiefgänge mit Ladung teilweise durch Leichterung auf der Umschlagreedee Alte Ems/Dukegat dem jeweils herrschenden Wasserstand angepasst werden und bis zu 35' - 37' (10,67 m - 11,28 m) betragen.

Während beladene Schiffe den Gatjebogen in der Regel kurz vor Tidehochwasser (1 bis 1/2 Std. vor Thw) passieren, fahren Schiffe in Ballast weitgehend tideunabhängig.

In Abhängigkeit vom Wasserstand, von der Tidephase und nach Beratung mit dem Lotsen wird der Einfahr-Tiefgang durch den Kapitän bestimmt. In der Anlage 14 werden zwei Seitenansichten von massgebenden Schiffen vorgelegt.

#### C. Einfluss des Salzgehaltes.

Der Unterschied im Tiefgang infolge der maximalen Differenz im spezifischen Gewicht des Wassers als Folge der Veränderung des Salzgehaltes kann 2,5% betragen.

Aus Angaben in den Messprotokollen der Manövermessungen ist ersichtlich

dass diese Tiefgangsunterschiede etwa 1,5% in der Schleuse von Emden betragen, was für einen Tiefgang von 36 Fuss eine Zunahme von etwa 6,5" (16,3 cm) bedeutet.

Die in der Tabelle 1 angegebenen Werte werden in der Schleuse von Emden gemessen, so dass für eine Schätzung des Tiefgangs im Gatjebogen eine Korrektur von etwa -1,5% im Tiefgang in Hinblick auf den Salzgehalt angebracht werden muss.

## IV Strömungseinfluss im Schiffsverhalten

### A. Allgemeines

Die für diese Untersuchung massgebenden Schiffe fahren während Flutstrom nach Emden. Der Zeitpunkt, wo der Gatjebogen passiert wird, fällt in Anbetracht der notwendigen Fahrwasserbreite und -tiefe gewöhnlich in die Tidephase von Thw - 2h bis Thw 0h. Aus Messungen in der Natur und im Modell ergaben sich Informationen über die Geschwindigkeit und Richtung der Strömungen im Bereich des Gatjebogens. Das Strömungsbild für die Situation 1972/1973 ist in den Anlagen 15a und b dargestellt worden.

Die Wahl von den 5m. langen Schwimmern ist auf praktischen Gründe sowohl für das Modell wie für die Natur gemacht.

Mit Rücksicht auf dem Verlauf der Strömung in dem Vertikalebene gemessen im Modell und in der Natur, ist damit zu rechnen, dass bei Gebrauch von längeren Schwimmern eventuelle Unterschiede in Stromgeschwindigkeit und Richtung zu vernachlässigen sind.

Hierbei fällt auf, dass der Flutstrom bis etwa Querprofil 7 dem Verlauf des Fahrwassers ziemlich genau folgt und dann deutlich davon abweicht, wenigstens im Modell.

Aus den Naturmessungen ergibt sich, dass das letztere in viel geringerem Masse der Fall sein wird. (Naturmessungen ausgeführt mit 4, 5 und 6 m langen Schwimmern, im Modell mit 5 m langen Schwimmern) Die Grösse der Strömungsgeschwindigkeiten variiert von 0,5 m/s bis 1 m/s. Einen wichtigen Punkt bei der Betrachtung von Anlage 15 bildet der Unterschied zwischen dem Strömungsverhalten von Modell- und Naturbeobachtungen vor allem im zweiten Teil des Bogens.

Darauf wird im Anhang 1 näher eingegangen.

Über den Einfluss dieser Unterschiede auf das Schiffsverhalten wird später in diesem Kapitel gesprochen werden.

### B. Übersicht über untersuchte Modellzustände

Das Tidemodell der Emsmündung in der Versuchsanstalt der Bundesanstalt für Wasserbau in Hamburg ist ein unentbehrliches Hilfsmittel um festzustellen, wie sich die Strömungen im Bereich des Gatjebogens in den letzten Jahren verändert haben und wie die Strömungen sein werden, nachdem der Übergang am Südennde des Paapsandes die geplante Form bekommen haben wird.

Im Modell ist der Übergang und der Gatjebogen und die Umgebung mit beweglichen Boden ausgestattet, während die Bucht von Watum und der Rest des Modells einen festen Boden besitzen.

Der vorhandene alte Modellzustand entsprach der Situation von 1965 hinsichtlich des beweglichen Teils und der des Jahres 1963 für den Rest des Modells. Diese Situation wird der Kürze halber der Zustand "1965-1965" genannt. Hiermit wird somit die Situation gemeint, bevor die veränderte Lage des Übergangs gebaggert wurde.

Ende 1972 war den Übergang durch Baggern vertieft und in westlicher Richtung verbreitert. Zwischen 1963 und 1972 war jedoch die Bucht von Watum infolge natürlicher Entwicklung stark versandet, während sich zwischen 1965 und 1972 auch die Umgebung des Gatjebogens ausser dem Übergang verändert hatte. Um schliesslich die Situation von 1972 zu prüfen, war es daher erforderlich, dem Gatjebogen mit Umgebung, dem Übergang und der Bucht von Watum die Bodenform von 1972 zu geben. Dieser Zustand wird kurz "1972 - 1972" genannt.

Der für den Übergang entworfene -so schnell wie möglich zu erstrebende- Zustand soll 1975 erreicht worden sein. Da die Entwicklung in den anderen genannten Teilen des Modells bis 1975 schwierig vorhergesagt werden kann, ist für den anzustrebenden Zustand des Übergangs hinsichtlich der anderen Modellteile die Sohle von 1972 beibehalten worden. Der entworfene Zustand wird daher der Kürze halber "1972 - 1975" genannt.

Hiermit ist der wirklichen Entwicklung des betrachteten Gebietes so gut wie möglich gefolgt worden.

Zur Zeit der Ausführung der Modellversuche musste damit gerechnet werden, dass sich die Strömungen zwischen 1965 und 1972 in einer für die Schifffahrt nach Emden hinderlichen Weise geändert haben sollten.

Daher ist dabei vorgesehen, die Frage zu beantworten, inwieweit die Verschlechterung für die Schifffahrt den Baggerarbeiten im Übergang oder der natürlichen Entwicklung anderswo angelastet werden muss.

Dafür wurden auch die fiktiven Zustände "1972 - 1972" und "1965 - 1972" vollständig durchgemessen. Schliesslich war für diesen Zweck auch "1965 - 1975" nötig.

Die Grundlagen der sechs im Modell vollständig gemessenen Zustände sind somit:



Tabelle 2

Nr.	Zustand		Bucht von Watum und Gatjebogen	Übergang	Topographie in Anlage
	Jahr				
1	"1965-1965"		1963 - 1965	1965	16 A
5	"1972-1972"		1972	1972	16 B
6	"1972-1975"		1972	1975	16 C
4	"1972-1965"		1972	1965	16 D
2	"1965-1972"		1963 - 1965	1972	16 E
3	"1965-1975"		1963 - 1965	1975	16 F

Diese Wahl der Zustände wird auch im Bericht der Versuchsanstalt:  
"Strömungsverhältnisse im Gatjebogen" vom August 1973 behandelt. (2)

C. Betrachtung betreffs Strömungskräfte auf Schiffe.

Das Strömungsbild mit Geschwindigkeit und Richtung allein gibt ansich wenig Aufschluss über eine eventuelle Behinderung, die Schiffe beim Passieren des Bogens erfahren. Es gibt mehrere Faktoren, die hier das Schiffsverhalten beeinflussen:

- a. im direkten Sinn die Art, in der das Schiff durch den Bogen gesteuert wird (Rudergebrauch, Fahrgeschwindigkeit, Navigationsweise und deren Genauigkeit,
- b. im indirekten Sinn die äusseren Einflüsse von Wind, Strömung, Übertiefe, Ufersog (Böschungsneigung und Fahrwasserbreite) und eventuell andere vorhandene Schiffe.

Es ist nicht einfach, um aus den unter b. genannten Faktoren den Einfluss der Strömung zu isolieren, weil alle obenstehenden Faktoren sich gegenseitig beeinflussen und die Grössè davon ausserdem abhängig ist vom Ort (in Längs- und Querrichtung des Fahrwassers) und von der Zeit.

Die vollständigste Annäherung, die es für das Erkennen des Strömungseinflusses in verschiedenen Situationen gibt, ist die mittels Manöver-Simulation. Hier werden alle unter a. genannten Aspekte im Massstab 1 : 1 nachgeahmt ausser dem Steuermann (Lotsen). Zwecks weiterer Simulation müssen auch die äusseren Faktoren (b) nach Ort und Zeit eingegeben werden.

Die dafür notwendigen Angaben können mit Hilfe von Kraftmessungen an einem Schiffsmodell erhalten werden, das durch den massstabsgetreuen Bogen fährt bei den auftretenden Einflüssen von Wind und Strömung. Diese Bogenfahrt wird dann mittels Bewegungs - Gleichungen programmiert mit noch einer einzigen Variablen, der Art der Navigation. In der simulierten Bogensituation kann das Schiff durch die betroffenen Emslotsen durch die Kurve gefahren werden z.B. mit oder ohne Strömung, bei verschiedenen Windzuständen und evtl. zu verändernden Sohlzuständen.

Für den Gatjebogen ist diese Methode -die sich besser für Entwurfs-Untersuchungen eignet- umständlich und Kostspielig angesichts der komplizierten Fahrtsituation.

Eine andere Berechnung, die hier angewendet werden soll, betrachtet die Kräfte, die während der Bogenfahrt auf das Schiff einwirken. Es gibt zwei Gründe, die Analyse auf die Strömungskräfte zu beschränken. Der erste Grund ist, dass es auf diese Weise möglich ist, durch vergleichen der Betrachtungen Informationen über die Strömungskraft in untereinander verschiedenen Strömungsverhältnissen zu erhalten, was in der Tat die Fragestellung dieser Untersuchung ist.

An Hand dieser Informationen kann man ausserdem beurteilen, ob eine Strömung sich in günstigem oder ungünstigem Sinne re- ändert hat.

Der zweite Grund ist komplizierter: während des Bogenmanövers wirken eine grosse Zahl von Kräften und Momenten auf das Schiff ein. Diese werden durch die bereits unter IV.C.a. und IV.C.b. genannten Erscheinungen hervorgerufen.

Bei den Bogenmanövern spielen nämlich auch die Kräfte eine Rolle, die das Schiff infolge seiner Translations- und Rotationsbewegungen selbst ausübt, u.a. die (dynamischen) Massenträgheitskräfte und die Widerstandskräfte, die aus den auftretenden Beschleunigungen und Geschwindigkeiten im Schiffsverhalten folgen.

Ferner gibt es weitere Kräfteeinwirkungen aus dem Ufersog, der Zentrifugalkraft, dem Wind und dem Gebrauch von Ruder und Schraube. All diese Kräfte und Momente sind Orts-, Zeit- und Frequenzabhängig. Aus dem vorstehenden folgt:

1. wenn auch die Strömungskraft, die auf das Schiff einwirkt, nach Grösse, Richtung, Ort und Zeit bekannt ist, dann ist trotzdem der Beitrag, den diese auf das Schiffsverhalten ausübt, nicht ohne weiteres zu quantifizieren.
2. das Verhältnis der Grösse der Strömungskraft zur Grösse der anderen Kräfte (z.b. die Zentrifugalkraft, der Ufersog u.s.w.) vermittelt nur wenige Kenntnisse über das Schiffsverhalten, solange nicht auch der Angriffspunkt der Resultante von allen Kräften auf das Schiff, woraus das resultierende Drehmoment folgt, bekannt ist.

Aus diesen Gründen beschränkt sich die Analyse der Strömungsverhältnisse auf die Bestimmung der äusseren Strömungskräfte auf das Schiff.

Letztere charakterisieren damit an erster Stelle die Strömung in verschiedenen Situationen und nicht das Schiffsverhalten (s. Kapitel V).

D. Methode der Berechnung

Die Querkraft  $K_y$ , welche eine Strömung auf ein fahrendes Schiff ausübt, kann geschrieben werden als:  $K_y = C_y \rho V_r^2 S$  (3) (1)

dabei bedeutet:  $\rho$  Dichte des Wassers ( $\text{kgm}^{-3}$ )

$V_r$  Resultierende Geschwindigkeit des Wassers gegenüber dem fahrenden Schiff, s. Abb. 2 ( $\text{m.s}^{-1}$ )

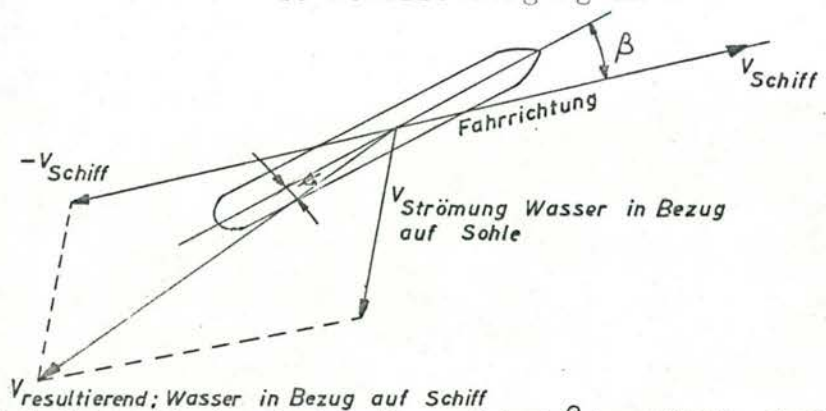
$S$  Seitenfläche des Schiffes (L.T in  $\text{m}^2$ )

$C_y$  Strömungskraftkonstante in Abhängigkeit von der Einfallrichtung von  $V_r$  auf das Schiff (Driftwinkel  $\psi$ )

$L$  Schiffslänge in m

$T$  Schiffstiefgang in m

Abb. 2



Da der Driftwinkel  $\psi$  mit durch den Kurswinkel  $\beta$  bestimmt wird, der aus der Art der Steuerung folgt, wird zur Vergleichsmöglichkeit der Strömungssituationen untereinander mit  $\beta = 0$  gerechnet. Aus den gleichen Gründen wird auch die Schiffsgeschwindigkeit  $V_{\text{schiff}} = 0$  angenommen, während für  $C_y$  ohne physische Folgerungen die Werte angenommen worden sind, die für eine dünnwandige Platte gelten (3).

$$C_y = \frac{\pi \sin \psi}{4 + \pi \sin \psi} \quad (2)$$

Als Gleichung (1) kann auch geschrieben werden:

$$\bar{K} = \frac{K_y}{\rho S} = \frac{\pi \sin \phi}{4 + \pi \sin \phi} v^2 \text{ Strömung}$$

für die Strömungskraft pro  $m^2$  Seitenoberfläche in  $m^2/s^2$ .

Durch das Messen gegebener Strömungsverhältnisse an jedem Ort z.b. längs einer vorgeschriebenen Fahrbahn die Strömungsgeschwindigkeit nach Grösse ( $V_s$ ) und Richtung ( $\phi$ ), können die vorstehend genannten relativen Strömungskräfte ( $\bar{K}$ ) bestimmt werden.

E. Betrachtung der Strömungskräfte bei verschiedenen Stromverhältnisse

Die Querkräfte sind für die in Tabelle 2 genannten Strömungsverhältnisse berechnet worden.

Folgende Strömungsverhältnisse sind für die Querkraftberechnung aus nautischen Überlegungen relevant:

a. Für jeden Zustand die Tidephase zwischen Thw - 2h bis Thw.

(s. Kap. IV.A)

Von den vorliegenden Modellergebnissen stimmen die Tidephasen 4, 5, 6 und 8, entsprechend Thw - 1h, 40 min.; Thw - 1h, 10 min; Thw-0h, 40 min. und Thw + 0h, 20 min, hiermit am besten überein.

b. Vorerst sind die unter a genannten Tidephasen für die Zustände von Tabelle 2 durchgerechnet worden. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind dargestellt in den Anlagen 17a - f.

Es sei hierbei bemerkt, dass Kontrollweise für Tidephase 5 nur die Querkräfte berechnet worden sind für die Zustände 1, 5 und 6. Es zeigte sich, dass den Verlauf der Querkraftkurven gleichförmig ist mit und im grossen und ganzen zwischen den berechneten Kurven von Tidephase 4 und 6 liegt.

Durch vergleichende Betrachtungsweise der unter Punkt b. genannten Ergebnisse ist es möglich, einen Eindruck von der Empfindlichkeit des Strömungsbildes als Folge der verschiedenen Zustände zu erhalten.

Bei näherer Analyse schien das Ergebnis derartig zu sein, dass auch aus praktischen Gründen als nautisch relevante Situationen betrachtet werden konnten:

- a. Zustand 1 (1965/1965)
  - b. Zustand 5 (1972/1972)
  - c. Zustand 6 (1972/1975)
- } für weitere Beschreibung,  
s. Tabelle 2 S. 13,

Das Ergebnis der Analyse des Strömungseinflusses für die oben genannten Zustände ist in der Anlage 18 zusammengefasst worden. Hierbei ist zugleich das Resultat der Schwimmermessungen in der Natur angegeben worden. In der Anlage 19 ist nochmals getrennt die berechnete Strömungskraft  $\bar{K}$  für die Strömungsmessungen in der Natur dargestellt worden.

Dabei muss bemerkt werden, dass sich die Strömungsverhältnisse im Modell auf eine Momentaufnahme beziehen, entsprechend dem genannten Zeitpunkt pro Tide. Hingegen gilt für die Schwimmermessungen in der Natur, dass alle Schwimmer imannähernd gleichen Zeitpunkt zu Wasser gelassen worden sind, aber dass die hieraus ermittelten Geschwindigkeiten und Positionen aus dem Folgen der Schwimmer während der Passage des Bogens abgeleitet sind. (s. Anhang I).

Bei dem Vergleich untereinander muss somit der Einfluss des Zeitfaktors berücksichtigt werden.

Ein zweiter Faktor, dem bei diesem Vergleich Beachtung geschenkt werden muss, ist der Unterschied in Länge und Durchmesser der im Modell und in der Natur benutzten Schwimmer (s. auch Anhang I).

In Bezug auf den Strömungseinfluss auf das Schiffsverhalten im betrachteten Fahrwasserteil muss bemerkt werden:

- a. Es kann kein signifikanter Unterschied im Strömungseinfluss bei der Betrachtung der Zustände 1965-1972-1975 festgestellt werden; soweit er auf Strömungsangaben aus dem Modell beruht.
- b. In der Anfahrtstrecke weicht die in der Natur gemessene Strömung, hinsichtlich der Geschwindigkeit und Richtung einigermaßen von den Modellwerten ab. Der Einfluss davon auf die berechnete Kraft  $\bar{K}$  ist absolut gesehen jedoch sehr gering. Bezüglich des zweiten Teils des Bogens und der Auslaufstrecke scheinen sowohl Richtung und Geschwindigkeit im Modell von den in der Natur gemessenen Werten abzuweichen. Die Strömung in der Natur folgt dem Fahrwasserverlauf besser als im Modell (s. auch Anlage 15). Dies bedeutet, dass das Schiffsmanöver "gemäß den Modellangaben" auch nach Passieren von etwa Querprofile 8 durch einen beachtlichen Querkraftkomponenten beeinflusst wird.

- c. Normalerweise ergibt ein Radius von 1.425 m für diese Schiffart keine besonderen Schwierigkeiten, es sei denn, dass die Manöver im Gatjebogen dadurch erschwert werden, dass sie in einem relativ schmalen Fahrwasser durchgeführt werden müssen. Falls im 2. Teil des Bogens eine Querströmung auftritt (s. Modellangaben), handelt es sich um einen besonders schwierigmachenden Faktor. Dieser entfällt bei Betrachtung der in der Natur gemessenen Werte. (Strömungswerte)
- d. Der Strömungsverlauf im ersten Teil des Bogens lässt im Modell keine bedeutenden Unterschiede erkennen zwischen den Zuständen 1965, 1972 und 1975.
- Zwischen den Modell- und Naturbeobachtungen scheinen jedoch Unterschiede aufzutreten. Jedoch gibt deren Einfluss in der Querkraft das Schiff keinen Anlass zu Bemerkungen.





## V. Schiffsmanövermessungen

### A. Ergebnisse der Schiffsmessungen.

Um eine Einsicht davon zu erhalten, in welcher Weise die Schiffe durch das untersuchte Fahrgebiet gelotst werden, und wie diese sich unter diesen Umständen verhalten, sind an 11 Schiffen Messungen durchgeführt worden (s. Tabelle 3). Mit Ausnahme des ersten Schiffes, betrug der Tiefgang aller Schiffe mehr als 34 Fuss (10,37 m).

Folgende Grössen wurden gemessen und registriert:

1. Die Position des Schiffes im Fahrwasser; mit Hilfe von Hi-Fix jede 30 und/oder 60 s.
2. Der Kurswinkel des Schiffes.
3. Der Ruderwinkel.
4. Die Drehzahl der Schraube.
5. Die Tiefe der Fahrroute.
6. Die Lotsenkommandos.
7. Wasserstand, Tidephase, Wind- und Sichtverhältnisse.
8. Merkwürdigkeiten, die während der Messfahrt passierten.

Die Ergebnisse der Messungen sind in eigenen Abbildungen dargestellt und in Anhang II und Literaturverzeichnis (4) zusammengefasst worden. (Studiedienst Delfzijl.)

In der Tabelle 3 wird eine Übersicht über folgende Angaben vorgelegt:

1. Hauptabmessungen der Schiffe.
2. Wasserstand und Zeit in bezug auf den Pegel Oterdum (Tidephase).
3. Mittlere Fahrgeschwindigkeit in den Strecken "A", "B" und "C".
4. Mittlerer Schiffstiefgang gemessen auf dem Leichterplatz, sowohl vom stillliegenden als vom fahrenden Schiff.

### B. Fahrschema

In der Anlage 20 ist ein Beispiel für das sog. Fahrschema von MS "Heinrich Schulte" angegeben worden.

Der obere Teil der Anlage stellt die Position des Schiffes auf der Strecke dar bezogen auf die Zeit von Thw am Pegel Oterdum.



Das Gefälle dieser Linie gibt somit Auskunft über die Schiffsgeschwindigkeit über Grund (s. aufgeführte Werte in Tabelle 3).

Im unteren Teil der Anlage ist der Verlauf der geringsten Tiefe der Fahrroute dargestellt worden (s. Anlage 5).

Links oben in der Anlage findet man den Teil der Tidekurve von Oterdum, der für diese Manövermessung relevant ist.

Die Bedeutung dieses Fahrschemas liegt darin, dass man abhängig von der Position des Schiffes in Längsrichtung des Fahrwassers die Zeit in bezug auf Thw und den Wasserstand zurückrechnen kann. Dieses ist für alle in der Tabelle 3 aufgeführten Schiffe so durchgeführt worden. In diesem Bericht ist nur ein Beispiel für ein Fahrschema aufgenommen worden.

### C. Squat

Infolge der Schiffsgeschwindigkeit und der Wassertiefe erfährt ein Schiff eine Einsenkung, die den Abstand zwischen Schiffsboden und Fahrtwegsohle vermindert. Gleichzeitig wird das Schiff am vorderen Lot eintauchen, wodurch im allgemeinen die Zunahme des Tiefgangs am Vordersteven ( $V_L$ ) am grössten sein wird.

Die Tiefgangszunahme am Vorschiff ( $V_L$ ) (Squat am vorderen Lot), die das Schiff durch die vorgenannten Erscheinungen erhält, nimmt annähernd quadratisch zu mit der Fahrgeschwindigkeit (s. Anlage 21). Bei einer Fahrt in flachem Wasser ist der Einfluss der Veränderung in der Wassertiefe vernachlässigbar gering.

Daher werden plötzlich auftretende kurzfristige Veränderungen in der Sohle von geringem Einfluss auf dieses Einsinken sein.

Für jede Fahrwegstrecke ("A", "B" und "C") ist die Tiefgangszunahme auf  $V_L$  berechnet worden nach der in Anlage 21 dargestellten Graphik (auf der Basis von Untersuchungsergebnissen vom RWS, Tuck u.a.).

Ein Berechnungsbeispiel wird für die Fahrwegmessung Nr. 6 von MS "Heinrich Schulte" in der Strecke "A" vorgelegt.



#### D. Fahrwasserbreite

Um einen Eindruck zu erhalten über die für ein Schiff effektiv verfügbare Fahrwasserbreite unter Berücksichtigung des Squats, der projizierten Breite des Schiffes im Fahrwasser (bezogen auf den Driftwinkel) und der Position des Schiffes im Fahrwasser, sind in die Fahrwasserquerschnitte auf den Profilen 1 - 11 alle Schiffe schematisch eingetragen worden.

(s. Anlage 22). Beim Tiefgang ist mit der Zunahme auf  $V_L$  als Folge des Squats gerechnet worden.

Bei der Bestimmung der Querprofile wurde von Peilangaben des Wasser- und Schifffahrtsamtes Emden vom März - Juli 1972 ausgegangen.

Aus diesen Anlagen ist deutlich ersichtlich, mit welcher geringer Marge die Schiffe in vielen Fällen fahren müssen. Dies gilt sowohl hinsichtlich der Fahrwassertiefe als auch der Fahrwasserbreite.

In den Anlagen 23 a - 1 sind sowohl die Position von jedem gemessenen Schiff (pro Minute) als auch die verfügbare Fahrwasserbreite dargestellt worden. Diese Fahrwasserbreite ist wie folgt bestimmt worden:

Der Tiefgang des betreffenden Schiffes ist vergrößert um den Squat-Betrag, der bei der berechneten mittleren Geschwindigkeit auftreten wird. Der nun erhaltene korrigierte Tiefgang ist mit der örtlichen Bodentopographie korreliert worden unter Beachtung des augenblicklichen Wasserstandes. Auf diese Weise ist die Breite des Fahrwassers ermittelt worden, wo das Schiff an den Rändern gerade festlaufen würde (keelclearance = 0)

Die geringste Fahrwasserbreite tritt in der Nähe des Querprofils 10 auf und beträgt etwa 130 m (s. Anlage 23 G/J). Bei einer mittleren Schiffsbreite von ca. 29 m bedeutet dies eine Bewegungsfreiheit von der 4.5 fachen Schiffsbreite, jedenfalls wenn Schiffsachse und Fahrwasserachse übereinstimmen (Kurswinkel  $0^\circ$ ). Wird auch noch mit einer Überbreite gerechnet als Folge eines Kurswinkel  $\neq 0^\circ$ , dann bedeutet dieses für jeden Kursgrad, dass die projizierte Schiffsbreite um ca. 3,50 m zunehmen wird (gerechnet mit einer Schiffslänge  $L = 200$  m)



E. Nutzbare Tidephasen hinsichtlich Tiefgang und Fahrwasserbreite

Wenn man davon ausgeht, dass der mittlere Schiffstiefgang etwa 10,97 m (36 Fuss) beträgt, dann ist die betrachtete Fahrroute im Mittel befahrbar von Thw -3 h 15 min bis Thw +3 h unter Berücksichtigung einer minimalen 10%igen KC (stilliegend) und einer mittleren Sohlentiefe von NAP -12 m. In Hinblick auf die weitere Route nach Emden wird die Passage des Bogens zu einem Zeitpunkt nach Thw nicht oder kaum zu erwarten sein wegen des fallenden Wasserstandes. Mit anderen Worten werden Fahrtzeiten nach Thw im weiteren Verlauf ausser Betracht bleiben.

Wenn mit einer nutzbaren Fahrwasserbreite von 150 m im Querprofil 10 (Ergebnis der Anlagen 23a - 1) gerechnet wird, dann muss angenommen werden, dass die Passage von massgebenden Schiffen mit einem Tiefgang von 10.97 m (36 Fuss), vermehrt um 50 cm Squat und unter Berücksichtigung von Abweichungen in der Tide, durchgeführt werden kann von Thw - 2 h 40 min bis Thw + 0 h.

Zur Erläuterung ist in Anlage 24 die effektive Fahrwasserbreite im Profil 10 für die nautisch relevante Tidephase dargestellt worden.

Beim Vergleich der nutzbaren Zeit der Tide für die Zurücklegung der Fahrstrecke, ergibt sich, dass das Schiff stärker durch die Fahrwasserbreite als durch die Tiefe beschränkt wird.

F. Fahrverhalten.

a. Ruderwinkel und Schraubendrehzahl.

Bei einer näheren Betrachtung der Aufzeichnungen von Ruderwinkel und Schraubendrehzahl (s. Anhang II (4) ) fällt auf dass:





Fahrstrecke "A" - Anfahrtroute

1. die Ruderwinkel in der Anlaufstrecke "A" wechselweise über SB und BB benutzt werden zwischen überwiegend  $0^{\circ}$  und  $15^{\circ}$  und ein einziges Mal grösser,
2. der mittlere Ruderwinkel nicht mehr als  $3^{\circ}$  über BB beträgt und die Standardabweichung (s. Tabelle 4) zwischen  $3^{\circ}$  und  $8,5^{\circ}$  variiert

(Ausgenommen sind hier die Ergebnisse der

Fahrt 4 - MS "Aralar", ein Schwesterschiff der "Liebana", die bei der Tonne 25 einen "near miss" hatte mit einem kleinen Küstentanker.

Fahrt 8 - MS "Ore Prince", das in einem viel zu frühen Stadium der Tide, etwa 2h, 40 min vor Thw einlief und dann auch festkam. Dabei muss bemerkt werden, dass der Tidehub nur etwa die Hälfte dessen betrug der bei allen anderen Einmessungen aufgetreten ist,)

3. die Schrauben-Drehzahl der untersuchten Schiffe annähernd konstant war und zwischen 45 und 75 pro Min. variierte, entsprechend den Geschwindigkeiten "sehr langsam" bis "langsam".

Das Vorstehende gibt keine Veranlassung zu Bemerkungen.

Fahrstrecke "B" - der Bogen

Hinsichtlich der untersuchten Schiffe ist zu bemerken, dass

1. bezüglich der Häufigkeit der Ruderanwendung kein signifikanter Unterschied gegenüber der Strecke "A" auftritt,
2. der mittlere Ruderwinkel nicht grösser ist als  $7^{\circ}$  und immer auf BB liegt. während die Standardabweichung zwischen  $2,5^{\circ}$  und  $13,5^{\circ}$  variiert,
3. die Drehzahl der Schraube annähernd die gleiche war, wie in der Anfahrstrecke.

Zu bemerken ist, dass praktisch bei allen Fahrtroutenmessungen im Bereich zwischen der Tonne 26 bis etwa 200 m danach "full speed" gegeben wurde mit dem offensichtlichen



Zweck, eine schnelle örtliche Kurskorrektur durchführen zu können. Diese plötzliche Drehzahlzunahme schwankte zwischen 80 und 120 Upm und dauerte um so kürzer, je höher die Zunahme war. In einzelnen Fällen wurde eine höhere Drehzahl längere Zeit beibehalten, was sich in einer Geschwindigkeitszunahme äusserte.

Aus dem Gebrauch des Ruders im Bogen kann, manövert technisch gesehen, kein besonderer Schwierigkeitsgrad abgeleitet werden. Dies ist daher umso auffallender, als es sich hier um Probleme handelt, die vielmehr auf navigatorischer Ebene liegen. (Bestimmung des richtigen Momentes für das Rudergeben, um das Fahrwasser folgen zu können.)

#### Fahrstrecke "C"

Hinsichtlich der untersuchten Schiffe ist zu bemerken, dass:

1. bezüglich des Rudergebrauchs die Registrierung wieder wenige Unterschiede zeigt vom vorhergehenden Bild,
2. der mittlere Ruderwinkel zwischen  $5^{\circ}$  SB und  $3,5^{\circ}$  BB variiert, während die SB-Ruderlage vorherrscht, im Gegensatz zu den vorausgegangenen Strecken, wo mit Ausnahme von der Messung Nr. 9, nur eine mittlere BB-Ruderlage auftritt. Die Standardabweichung in diesem Gebiet schwankt zwischen  $3^{\circ}$  und  $9,5^{\circ}$ ,
3. die Drehzahl der Schraube in den meisten Fällen wieder auf das Niveau der Fahrstrecke "A" zurückgeht. In einem einzigen Fall ist die erhöhte Drehzahl aus der Strecke "B" angewandt worden. Die stark wechselnde Form des Bodenprofils und die örtlich sehr geringe Fahrwasserbreite zwischen den Profilen 10 und 11 können einen unregelmässigen und in der Grössenordnung stark schwankenden Effekt des Ufersogs und des Bodeneinflusses zur Folge haben. Dieses kann zu der etwas schwankenden Fahrtroute führen, wobei es ausserdem schwierig ist, das Schiff vor einem Festkommen zu bewahren (s. Kapitel VI).



In der Tabelle 4 wird eine Übersicht gegeben über die mittleren Ruderwinkel  $\bar{\delta}$  und die Standardabweichung in den Ruderwinkeln  $\sqrt{\sigma_{\delta}}$  (das ist die Wurzel aus dem Mittel der Quadratwerk von  $\delta$ . in bezug auf dem mittleren Ruderwinkel  $\bar{\delta}$ ) Ausserdem ist in dieser Tabelle 4 die Windrichtung und -geschwindigkeit angegeben worden.

#### G. Kurswinkel

a. In der Anlage 25 ist der Kurswinkelverlauf so gezeichnet worden, wie in dem Messbericht der Schiffseinmessung angegeben (Lit. 4). Zugleich ist als Bezugslinie der Kurswinkelverlauf der idealen Fahrroute dargestellt worden, nämlich  $167^{\circ}$  in der Anlaufroute, im Bogen verlaufend nach  $88^{\circ}$  zur Auslaufstrecke. D.h. dass auf einer Strecke von 2.000 m eine Kursänderung von  $79^{\circ}$  erreicht werden muss.

Aus dieser Anlage ergibt sich, dass:

1. in der Anfahrtroute "A" der Kurswinkel der meisten Schiffe im Mittel  $2^{\circ}$  grösser ist als des der idealen Fahrroute, also ein Kurs von etwa  $2^{\circ}$  SB,
2. das Einlaufen in den Bogen schon in der Mitte zwischen Profil 3 und 4 beginnt,
3. die Kursabweichung zwischen Schiff und idealer Fahrroute bei Profil 4 etwa  $10^{\circ}$  beträgt und dann schnell abnimmt bis 0 bei Profil 6,
4. danach die Kurslinie des Schiffes im Mittel dem idealen Kurs folgt,
5. auf der Strecke "C" die Schiffe im Mittel einen etwa  $1,5^{\circ}$  kleineren Kurswinkel haben als die ideale Fahrroute

Bemerkenswert ist, dass der Kurtsverlauf bei der Fahrmessung Nr. 7, durchgeführt an Bord von MS "Baldur" (s. Anlage 23F) in starkem Masse von dem der anderen Schiffe abweicht.

Vielleicht spielen die idealen Umstände hierbei eine wichtige Rolle:

1. windstilles Wetter,
2. sehr gut mit dem Flutscheitel fahrend (etwa 45 min vor Thw)



3. Abnehmende Schiffsgeschwindigkeit in der Anlauf-  
route, verbunden mit einem offensichtlich gut ge-  
planten Einsatz von "full speed" und Ruderkorrektur.  
Der kleine mittlere Ruderwinkel und die kleine  
Standardabweichung in allen 3 Strecken bestärkt  
dieses ebenfalls (s. Tabellen 3 und 4)

Mitteilenswert ist übrigens, dass von den 11 eingemessenen  
Schiffen 2 einen falsch anzeigenden Kreiselkompass hatten,  
während der Kompass eines dritten Schiffes vollständig unbrauch-  
bar war.

#### H. Zusammenfassung der Ergebnisse der Schiffseinmessungen

1. Die Passagezeit der eingemessenen Schiffe mit massgebendem  
Tiefgang lag zwischen Thw - 1h 50 min und Thw Oh  
mit einem Ausreisser bei Thw - 2h 30 min, der jedoch mit  
einem Tiefgang von 10,74 m im Fahrwasser an der Tonne 27  
festkam (Fahrmessung Nr. 8), (s. auch Anlage 23G).  
Ein Schiff (Fahrmessung Nr. 10) hatte eine Bodenberührung  
an der Tonne 27 bei einer Passagezeit von Thw - 1h 18 min,  
einer Geschwindigkeit von 11,66 Knoten und einem auf Grund des  
Squats korrigierten Tiefgang von 11,29 m (s. auch Anlage 23I)
2. Die verfügbaren Fahrwasserbreiten betragen (unter Berück-  
sichtigung von Tide und Squat) im Mittel etwa 150 m mit einem  
Minimum von 130 m und einem Maximum von 185 m (gemessen in  
Profil 10).
3. Die Geschwindigkeit der Schiffe während der Passage des Bogens  
schwankte zwischen 8 und 12,4 Knoten.
4. Bei der Fahrt unter kritischen Umständen, z.B. grosser  
Tiefgang, hat das Fahren zur Zeit von Thw - 40 min an Stelle  
von Thw - 1h 40 min folgende Vorteile:

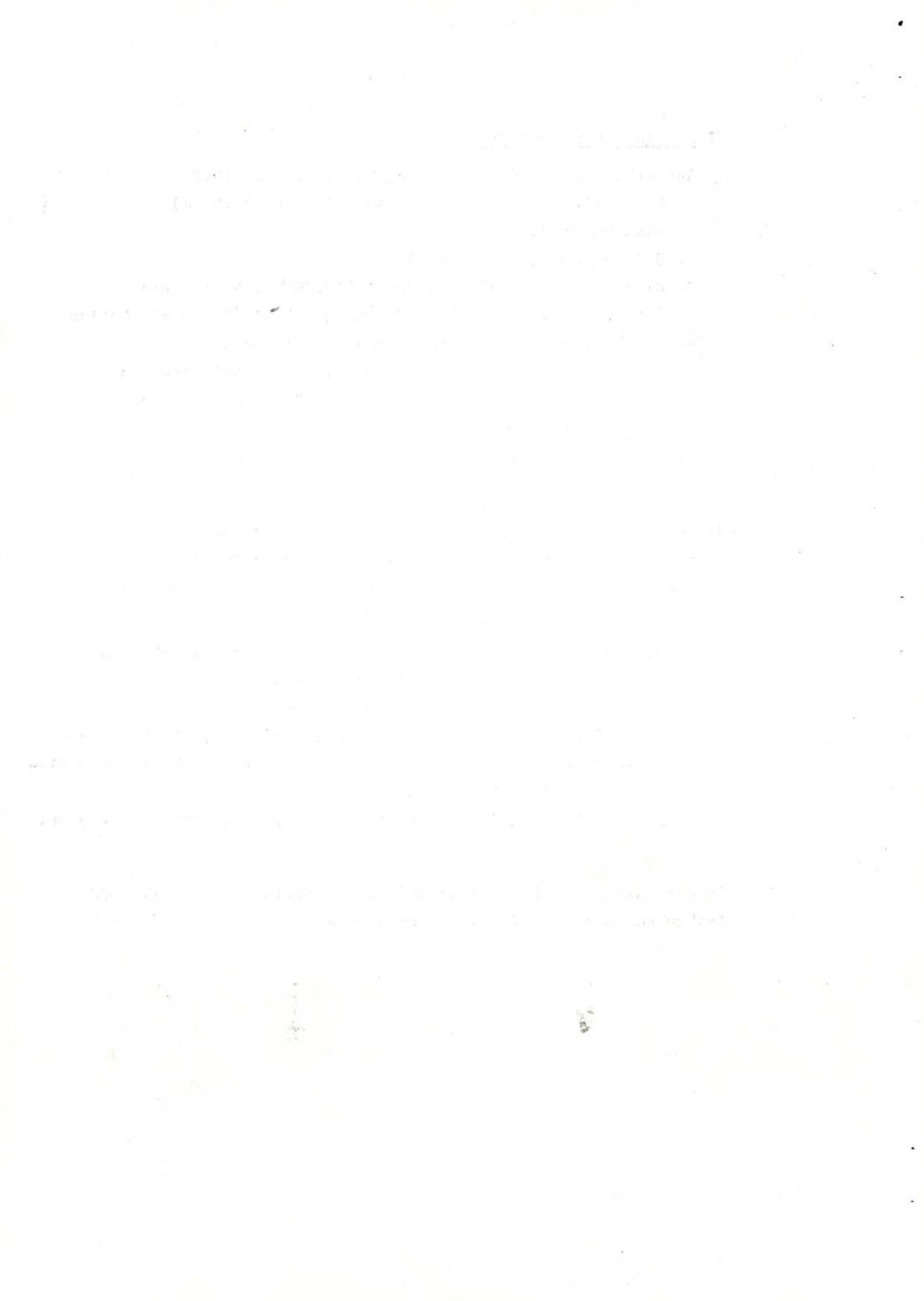




- a. 0,30 m grössere Wassertiefe,
- b. eine zwischen 20 und 80 m grössere Fahrwasserbreite, berechnet für ein Niveau von 11,00 m unter dem derzeitigen Wasserspiegel.

Ein Nachteil ist vielleicht die geringere Reserve bezüglich der Wassertiefe auf der weiteren Route nach Emden.

5. Auf keiner Strecke beträgt:  
der mittlere Ruderwinkel mehr als  $7^{\circ}$ ,  
die Standardabweichung des Ruderwinkels mehr als  $13,5^{\circ}$   
(die Ergebnisse der Fahrtmessung 4 wegen "near-misser" Manövers und die der Fahrtmessung 8 wegen Festkommens sind ausser Betracht gelassen worden).
6. Die Drehzahl der Schraube beträgt:  
auf der Strecke "A" ca. 45 bis 75 pro Minute,  
auf der Strecke "C" in den meisten Fällen die gleiche Zahl wie bei "A", und  
auf der Strecke "B" wird an der Tonne 26 "full speed" gegeben, variierend zwischen 80 und 120 UpM, aber dieses ist nur in 5 Fällen verbunden mit einem zusätzlichen wichtigen Ruderwinkel.
7. Auf der Strecke "A" genügt ein mittlerer Kurswinkel von  $2^{\circ}$  über SB, um Strömungs- und Windeinflüsse und einen möglichen Ufersog zu kompensieren.  
Auf der Strecke "B" scheinen keine grossen Kurswinkel notwendig zu sein, um Wind- und Strömungseinfluss und möglichen Ufersog zu kompensieren.  
Auf der Strecke "C" genügt ein mittlerer Kurswinkel von  $1,5^{\circ}$  BB, um Wind- und Strömungseinfluss und möglichen Ufersog zu kompensieren.
8. Infolge des relativ engen Fahrwassers (bezogen auf die Breite der massgebenden Schiffe, die Fahrtgeschwindigkeit und die davon abhängige Einsinkung bei dieser Geschwindigkeit) und des stark wechselnden Sohlprofils in der Nähe der Tonne 27 ergibt sich aus den registrierten Angaben vielmehr eine Tendenz, dass dieses Fahrwasser hohe bis sehr hohe Ansprüche an die menschlichen Fähigkeiten (aus der Sicht der Navigation) stellt, um das Schiff während und nach dem Bogenmanöver ohne Bodenberührung zu fahren.



## VI Festgekommene Schiffe

Aus erhaltenen Information ergibt sich, dass 1972

1. 68 Schiffe mit einem Tiefgang  $\gt$  36 Fuss (10,97 m) binnengelaufen sind,
2. 5 davon festgekommen sind,
3. diese 5 einen Tiefgang  $\gt$  35,1' (10,70 m) hatten und 3 von diesen sogar einen Tiefgang  $\gt$  36,5' (11,13 m) hatten.
4. 1 Schiff ausserhalb des Fahrwassers festkam, 3 Schiffe in der Umgebung der Tonne 27 festliefen und 1 Schiff zwischen der Tonnen X und Y, am SW-Ufer des Bogens festkam
5. 1 Schiff während 2 verschiedenen Einfahrten festkam

Obige Information hat nur eine beschränkte Bedeutung, wenn schon bei den 11 eingemessenen Schiffen, wovon 10 als massgebend betrachtet werden können, das Folgende zu bemerken ist:

1. 3 Schiffe hatten Gegenkommen im Fahrwasser, wobei in 2 Fällen nur durch Hart-Ruder-Geben und durch Geben von "full speed" eine Kollision verhindert werden konnte,
2. in 2 Fällen hatten Schiffe Grundberührung, blieben jedoch in Fahrt und in einem Fall erfolgte ein Festkommen und dieses in allen Fällen im Gebiet der Tonne 27,
3. Der Tiefgang dieser Schiffe war 35,8' (10,90 m) oder mehr.

In der Anlage 26 sind die geschätzten Positionen der seit 1972 festgekommenen Schiffe angegeben worden.



## VII Schlussfolgerung

- A. Im untersuchten Gebiet kann keine signifikante Veränderung im Strömungseinfluss auf das Schiff festgestellt werden bei einem Vergleich der Zustände 1972 und 1965.
- B. Obgleich ausserhalb der direkten Fragestellung liegend, ergab sich aus der Untersuchung, dass im zweiten Abschnitt des Bogens und in der anschliessenden Auslaufstrecke navigatorische Schwierigkeiten erwartet werden können, die jedoch mehr die Folge sind von Ungleichförmigkeiten in der Breite und Tiefe des Fahrwassers als vom Strömungseffekt.
- C. Unter Bezugnahme auf die Veranlassung der Untersuchung, nämlich der zunehmende Schwierigkeitsgrad bei Schiffspassagen, ergab sich aus dem Studium der Fahrwasserentwicklung seit 1965 und des Schiffsverkehr, dass die Anzahl der Schiffe, die mit einem Tiefgang von 36 Fuss oder mehr diesen Bogen passiert, vor allem in den letzten Jahren stark zugenommen hat (s. Abb. 1 auf S. 8), weil die Fahrwassertiefe nahezu gleich geblieben ist.
- D. Aus der Entwicklung der Bodentopographie auf Grund der Verlegung des Übergangs, bei Oterdum nach Westen mittels Baggerarbeiten (s. Anlage 8, Querprofile 8 Südseite) sowie aus dem extrapolierten Strömungszustand 1975, konnte kein ursächlicher Zusammenhang aufgezeigt werden mit der durch die Lotsen signalisierten Schiffsproblematik, ausser wie es unter Punkt B genannte.

Rijkswaterstaat, 30-9-1973.



Anhang I : Strömungsmessungen in der Natur und Vergleich mit den Strömungszuständen im Modell.

Anhang II : Zusammenfassung, von Messberichten über die Einmessung von 12 einfahrenden Schiffen und 5 ausfahrenden Schiffen im Gatjebogen.

Literaturverzeichnis

- (1) Eemsonderzoek 1973:  
Nautische Aspekten Bocht Gatjebogen  
in Vaarwater naar Emden HNO 73/16-8/240
- (2) Strömungsverhältnisse im Gatjebogen  
Vergleichende Untersuchungen no. 72310  
Bundesanstalt für Wasserbau Hamburg.
- (3) Hydrodynamics  
Sir Horace Lamb            Dover publications
- (4) Messbericht von 12 Schiffsbewegungen im  
Gatjebogen (Einfahrtmessungen)
- (5) Messbericht von 5 Schiffsbewegungen im Gatje-  
bogen (Ausfahrtmessungen)





Tabelle 3

Fahrt- messung	Name des Schiffes	Datum	Schiffsabmessungen			Max.Wasser- stand bei Oterdum NAP + in m	Wasserstand während der Passage des Pegels NAP + in m	Passagezeit des Schiffes in Min. bezogen auf Thw. Oterdum
			Länge in m	Breite in m	Mittl.Tief- gang in m.			
1.	Janova	'72-11-24	175.26	26.06	5.33	1.68	1.66	22 nach Thw
2.	Liebana	'72-11-28	194.00	29.00	11.00	1.18	0.98	97 vor Thw
3.	Janecke	'72-12-12	195.07	27.43	10.48	--	--	--
4.	Aralar	'72-12-13	194.00	29.00	11.04	1.72	1.44	95 vor Thw
5.	Odin	'73-01-03	221.50	32.00	10.53	--	--	--
6.	Heinrich Schulte	'73-01-09	220.00	30.08	10.96	1.31	1.10	70 vor Thw
7.	Baldur	'73-01-12	207.36	26.80	10.75	1.24	0.98	40 vor Thw
8.	Ore Prince	'73-01-13	213.36	30.00	10.74	0.66	0.24	135 vor Thw
9.	Ann.Aarnio	'73-01-16	211.80	27.52	10.60	1.20	1.13	35 vor Thw
10.	Carola R.	'73-01-17	202.00	28.00	10.84	1.33	1.06	77 vor Thw
11.	Japan Oak	'73-01-22	211.00	31.80	10.87	1.20	0.92	60 vor Thw

101

DATE	DESCRIPTION	AMOUNT	CHECK NO.	BANK
10/1	...	...	...	...
10/2	...	...	...	...
10/3	...	...	...	...
10/4	...	...	...	...
10/5	...	...	...	...
10/6	...	...	...	...
10/7	...	...	...	...
10/8	...	...	...	...
10/9	...	...	...	...
10/10	...	...	...	...
10/11	...	...	...	...
10/12	...	...	...	...
10/13	...	...	...	...
10/14	...	...	...	...
10/15	...	...	...	...
10/16	...	...	...	...
10/17	...	...	...	...
10/18	...	...	...	...
10/19	...	...	...	...
10/20	...	...	...	...
10/21	...	...	...	...
10/22	...	...	...	...
10/23	...	...	...	...
10/24	...	...	...	...
10/25	...	...	...	...
10/26	...	...	...	...
10/27	...	...	...	...
10/28	...	...	...	...
10/29	...	...	...	...
10/30	...	...	...	...
10/31	...	...	...	...

	Strecke A		Strecke B		Strecke C	
	Mittlere Tiefgang fahrend in m	Mittlere Geschwindigkeit in Knoten	Mittlere Tiefgang fahrend in m	Mittlere Geschwindigkeit in Knoten	Mittlere Tiefgang fahrend in m	Mittlere Geschwindigkeit in Knoten
1.	5.88	14.63	5.91	14.05	5.91	14.15
2.	11.63	11.14	11.92	10.92	11.76	10.25
3.	10.87	9.36	11.10	9.66	11.25	10.53
4.	10.93	13.06	11.79	10.81	11.76	10.65
5.	10.83	8.47	10.88	8.06	10.98	8.90
6.	11.44	10.20	11.48	9.21	11.73	10.69
7.	11.33	11.05	11.41	10.21	11.36	9.88
8.	11.19	9.78	11.07	7.66	11.24	8.83
9.	10.80	6.96	10.97	8.22	11.01	8.66
10.	11.95	13.97	12.05	12.42	11.86	11.66
11.	11.20	8.80	11.29	8.54	11.29	8.48



Tabelle 4.

Fahrt	Name des Schiffes	Ruderwinkel							Wind	
		Mittlerer Ruderwinkel in Graden (+ = Winkel über BB)			Standardabweichung in Graden			Richtung		
		Trajekt			Trajekt					
		A	B	C	A	B	C			
1.	Janova	+3,1°	+4,6°	+2,3°	3,70°	4,7°	2,4°	NO	4	
2.	Liebana	-0,5°	+3,5°	+1,9°	10,24°	9,20°	8,00°	SW	10/14	
3.	Janecke	+2,7°	+7,0°	+3,6°	5,50°	13,5°	9,40°	SW	11	
4.	Aralar	+2,8°	+1,4°	-5,4°	9,40°	12,80°	7,20°	SW	10/11	
5.	Odin	+2,9°	+0,5°	-0,7°	3,80°	5,40°	3,70°	W	3	
6.	Schulte	+0,8°	+2,4°	-1,0°	3,80°	2,50°	2,85°	W/NW	5	
7.	Baldur	+2,0°	+0,4°	-1,5°	5,30°	9,60°	4,10°	--	0	
8.	Ore Prince	+8,3°	+7,0°	+3,6°	11,20°	9,25°	4,9°	OSO	8	
9.	Aarnio	-1,1°	+1,3°	-2,1°	7,3°	9,80°	7,0°	SW	3	
10.	Reith	+2,4°	+0,8°	-1,9°	8,50°	11,10°	8,10°	ONO	4	
11.	Japan Oak	+4,6°	+3,8°	-4,9°	8,30°	6,60°	7,40°	SSW	9/10	

Mathematical Induction

Let  $P(n)$  be a proposition defined for all natural numbers  $n$ .

Step 1

Verify that  $P(1)$  is true.

Step 2

Assume  $P(k)$  is true for some natural number  $k$ .

Prove that  $P(k+1)$  is true.

Step 3

Conclude that  $P(n)$  is true for all natural numbers  $n$ .

Example: Prove that  $1 + 2 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2}$ .

Step 1: For  $n=1$ ,  $1 = \frac{1(1+1)}{2} = 1$ . True.

Step 2: Assume true for  $k$ .  $1 + 2 + \dots + k = \frac{k(k+1)}{2}$ .

Step 3: For  $k+1$ ,  $1 + 2 + \dots + k + (k+1) = \frac{k(k+1)}{2} + (k+1) = \frac{k(k+1) + 2(k+1)}{2} = \frac{(k+1)(k+2)}{2}$ . True.

Therefore, the formula is true for all  $n$ .

Another example: Prove that  $2^n > n$  for all natural numbers  $n$ .

Step 1: For  $n=1$ ,  $2^1 = 2 > 1$ . True.

Step 2: Assume true for  $k$ .  $2^k > k$ . Prove  $2^{k+1} > k+1$ .

Step 3:  $2^{k+1} = 2 \cdot 2^k > 2 \cdot k > k+1$  for  $k \geq 1$ . True.

Therefore,  $2^n > n$  for all natural numbers  $n$ .

Conclusion: Mathematical induction is a powerful tool for proving statements about natural numbers.

It consists of three steps: base case, inductive step, and conclusion.

The base case is the starting point, the inductive step shows the progression, and the conclusion is the final result.

Remember to always verify the base case and clearly state the inductive hypothesis.

With practice, you will become proficient in using mathematical induction.

Good luck with your studies!

Q.E.D.

End of proof.

Thank you.

Signature

Date

Anlagenliste bei Analyse von Fahrtproblemen der Bulkcarrier  
im Gatjebogen, Teil I, Einfahrende Schiffe.

Anlage  
nr.

1. Übersichtsplan Emsmündung.
2. Tiefenkarte der Ems - Gatjebogen und Südteil Bucht von Watum. (Messung bis Dez. 1972)
3. Idealisierte Fahrbahn Gatjebogen.
4. Fahrwassertiefen gemessen während 11 Schiffseinmessungen.
5. Untere- und obere Begrenzung der Fahrwassersohle.
6. Historische Entwicklung des Längsprofils gemessen entlang der Idealisierten Fahrbahn. (bis 1972)
7. Querprofile 1 bis 11 1972.
8. Historische Entwicklung der Querprofile von 1965-1968-1970-1972.
9. Historische Entwicklung der Tiefenlinie NAP-10 m bezogen auf die ideale Fahrtroute nach Anl. 3.
10. Historische Entwicklung der Tiefenlinie NAP-11 m bezogen auf die ideale Fahrtroute nach Anl. 3.
11. Verlauf der Tiefenlinien NAP-10 m und NAP-11 m in der Fahrtstrecke hinsichtlich der Tonnenlage.
12. Entwicklung Betonung 1965-1972.
13. Tidephasen der Schwimmeraufnahmen im Modell.  
Mittlere Tidekurve von Oterdum.
14. 2 massgebende Schiffstypen.
15. Vergleich der Strömungsverhältnisse im Gatjebogen nach Messungen im Modell und in der Natur.
  - a. Aufnahme Zeitpunkt 6
  - b. Aufnahme Zeitpunkt 4.
16. Tiefenplan des Gatjebogens
  - a. Zustand 1
  - b. Zustand 5
  - c. Zustand 6
  - d. Zustand 4
  - e. Zustand 2
  - f. Zustand 3

1. The first part of the document is a list of names and their corresponding addresses. The names are listed in the first column, and the addresses are listed in the second column. The list is as follows:

Name	Address
John Doe	123 Main St, New York, NY
Jane Smith	456 Elm St, Los Angeles, CA
Bob Johnson	789 Oak St, Chicago, IL
Alice Brown	101 Pine St, San Francisco, CA
Charlie White	202 Cedar St, Boston, MA

2. The second part of the document is a list of names and their corresponding phone numbers. The names are listed in the first column, and the phone numbers are listed in the second column. The list is as follows:

Name	Phone Number
John Doe	(212) 555-1234
Jane Smith	(213) 555-5678
Bob Johnson	(312) 555-9012
Alice Brown	(415) 555-3456
Charlie White	(617) 555-7890

3. The third part of the document is a list of names and their corresponding email addresses. The names are listed in the first column, and the email addresses are listed in the second column. The list is as follows:

Name	Email Address
John Doe	john.doe@example.com
Jane Smith	jane.smith@example.com
Bob Johnson	bob.johnson@example.com
Alice Brown	alice.brown@example.com
Charlie White	charlie.white@example.com

4. The fourth part of the document is a list of names and their corresponding social media handles. The names are listed in the first column, and the social media handles are listed in the second column. The list is as follows:

Name	Social Media Handle
John Doe	@johndoe
Jane Smith	@janesmith
Bob Johnson	@bobjohnson
Alice Brown	@alicebrown
Charlie White	@charliewhite

5. The fifth part of the document is a list of names and their corresponding websites. The names are listed in the first column, and the websites are listed in the second column. The list is as follows:

Name	Website
John Doe	www.johndoe.com
Jane Smith	www.janesmith.com
Bob Johnson	www.bobjohnson.com
Alice Brown	www.alicebrown.com
Charlie White	www.charliewhite.com

6. The sixth part of the document is a list of names and their corresponding professions. The names are listed in the first column, and the professions are listed in the second column. The list is as follows:

Name	Profession
John Doe	Software Engineer
Jane Smith	Marketing Specialist
Bob Johnson	Business Developer
Alice Brown	Product Manager
Charlie White	UX Designer

7. The seventh part of the document is a list of names and their corresponding hobbies. The names are listed in the first column, and the hobbies are listed in the second column. The list is as follows:

Name	Hobby
John Doe	Reading
Jane Smith	Gardening
Bob Johnson	Traveling
Alice Brown	Cooking
Charlie White	Photography



- 17a. Berechnete Querkraft  $\bar{K}$  für Zustand 1 Tidephase 4,5,6 und 8 \_  
b. " " " " " 5 " " " " "  
c. " " " " " 6 " " " " "  
d. " " " " " 4 " " " " "  
e. " " " " " 2 " " " " "  
f. " " " " " 3 " " " " "

18. Verlauf von Stromgeschwindigkeit ( $V_s$ ), Stromrichtung ( $\psi$ ) und Querkraft  $\bar{K}$ .

19. Querkräfte  $\bar{K}$  berechnet nach den Strömungsmessungen in der Natur.

20. Fahrtschema : Heinrich Schutte d.d. 9-1-1973.

21. Einsinken des Vorschiffs bei Schiffen ab  $\pm$  30.000 dwt. infolge der Fahrtgeschwindigkeit.

22. Ausnützung des Fahrwassers durch 11 eingemessene Schiffe.

23a. Derzeitige Fahrwasserbreite für M.S. Liebana

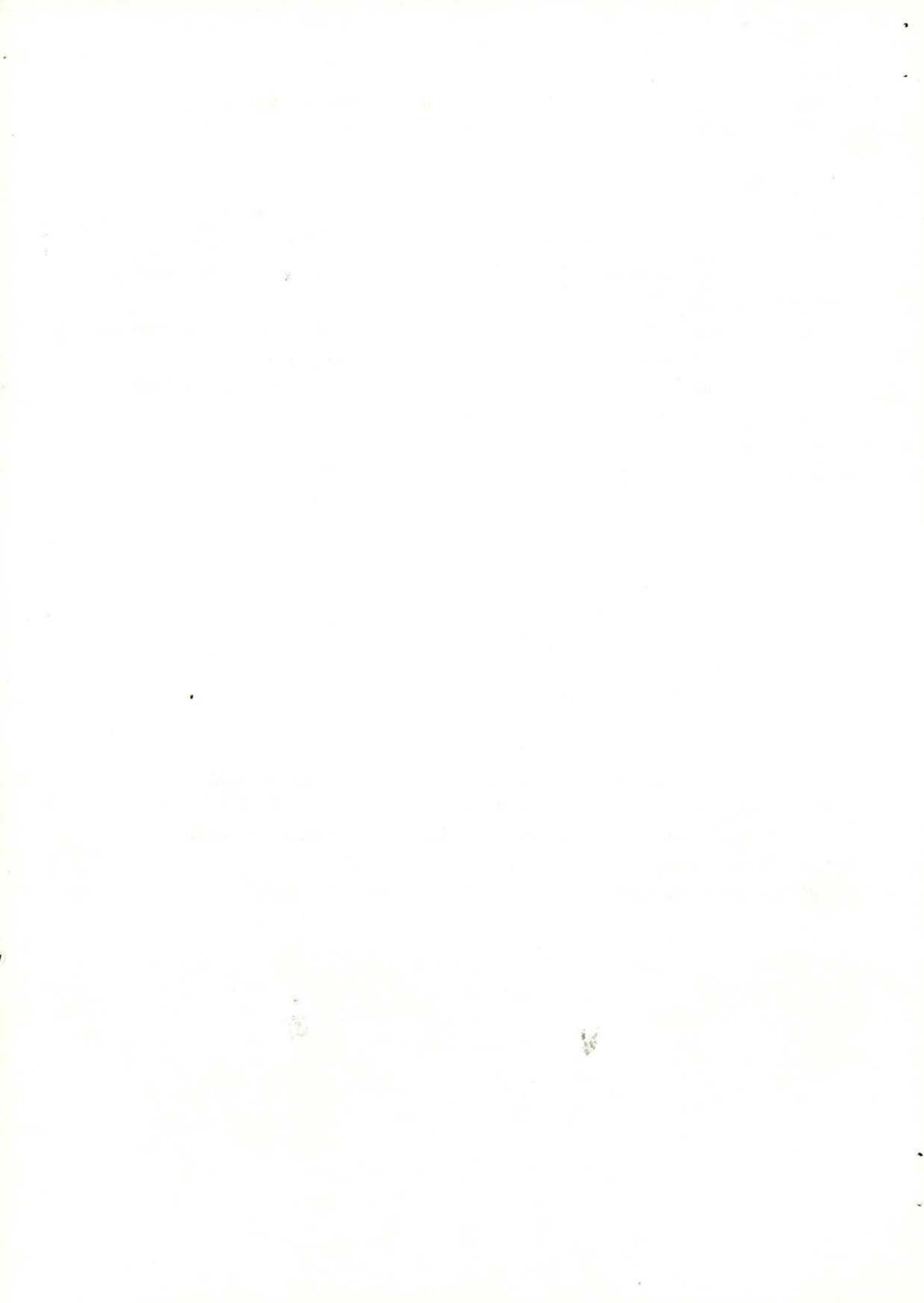
- b. " " " " " M.S. Janecke  
c. " " " " " M.S. Aralar  
d. " " " " " M.S. Odin  
e. " " " " " M.S. Heinrich Schulte  
f. " " " " " M.S. Baldur  
g. " " " " " M.S. Ore Prince  
h. " " " " " M.S. Annukka Aarnio  
i. " " " " " M.S. Carola Reith  
k. " " " " " M.S. Japan Oak  
l. " " " " " M.S. Janova

24. Verlauf Sohlenbreite des Profils 10 bei Tiefgang 11.00 m Schiffsgeschwindigkeit o Kn - 8 à 10 Kn.

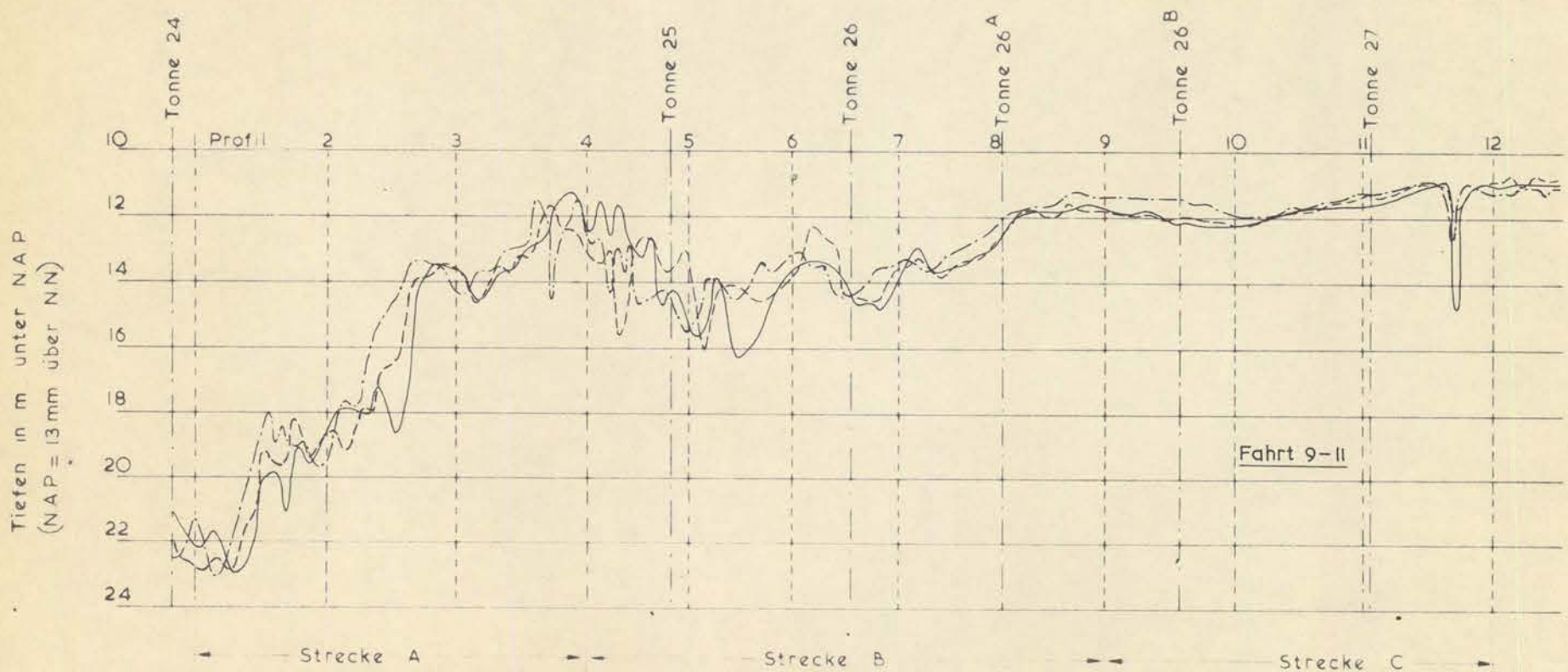
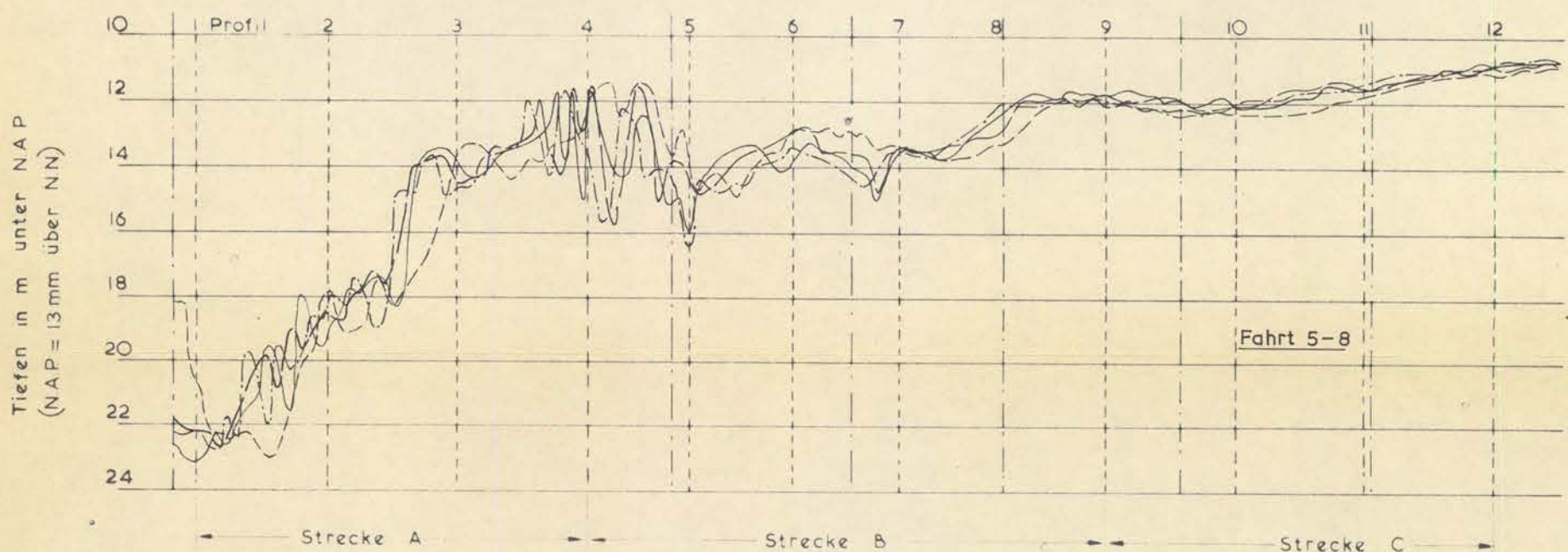
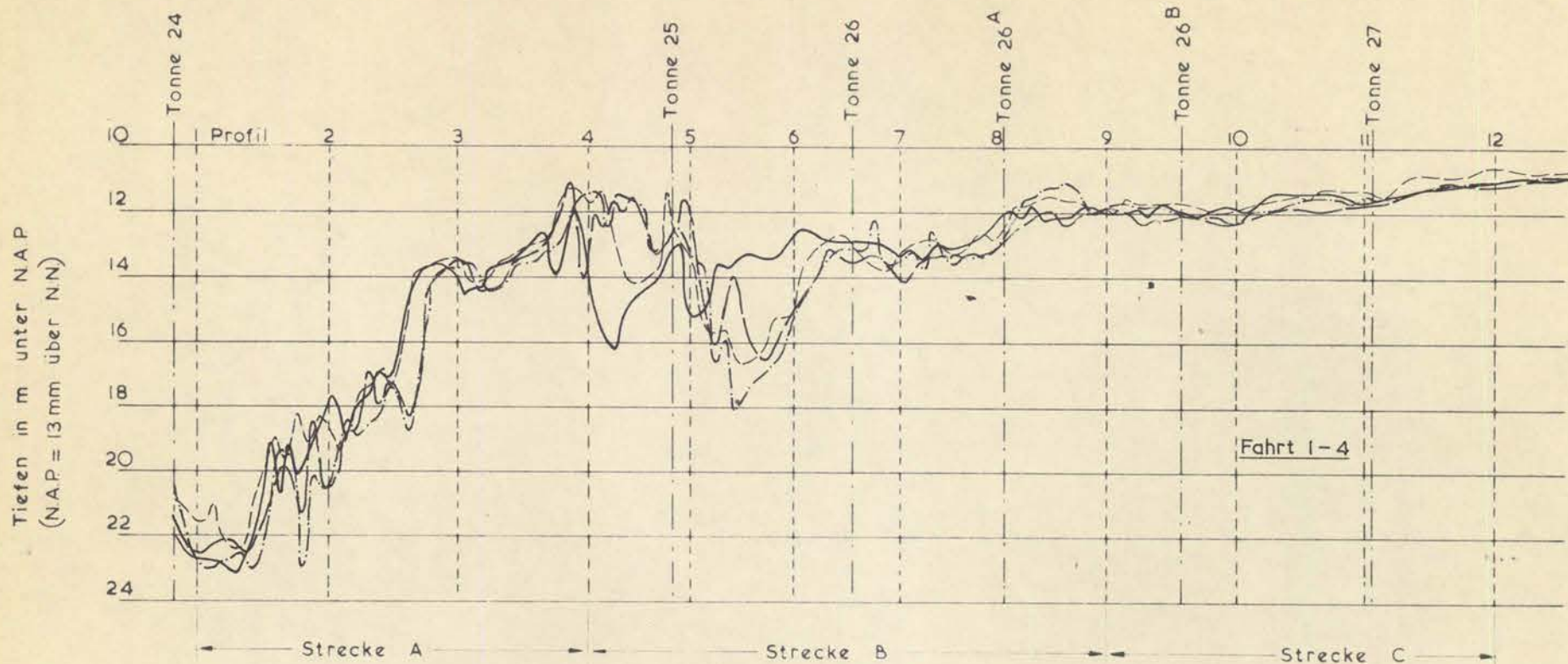
25 Verlauf der registrierten Kurswinkel in der Fahrtstrecke.

26 Festgekommene Schiffe seit 1972.

27 b/z 36 Reserviert.



Verlauf der Fahrwassertiefe während einer Schiffseinmessung,  
gemessen mit Echolot (Sehe S.5)



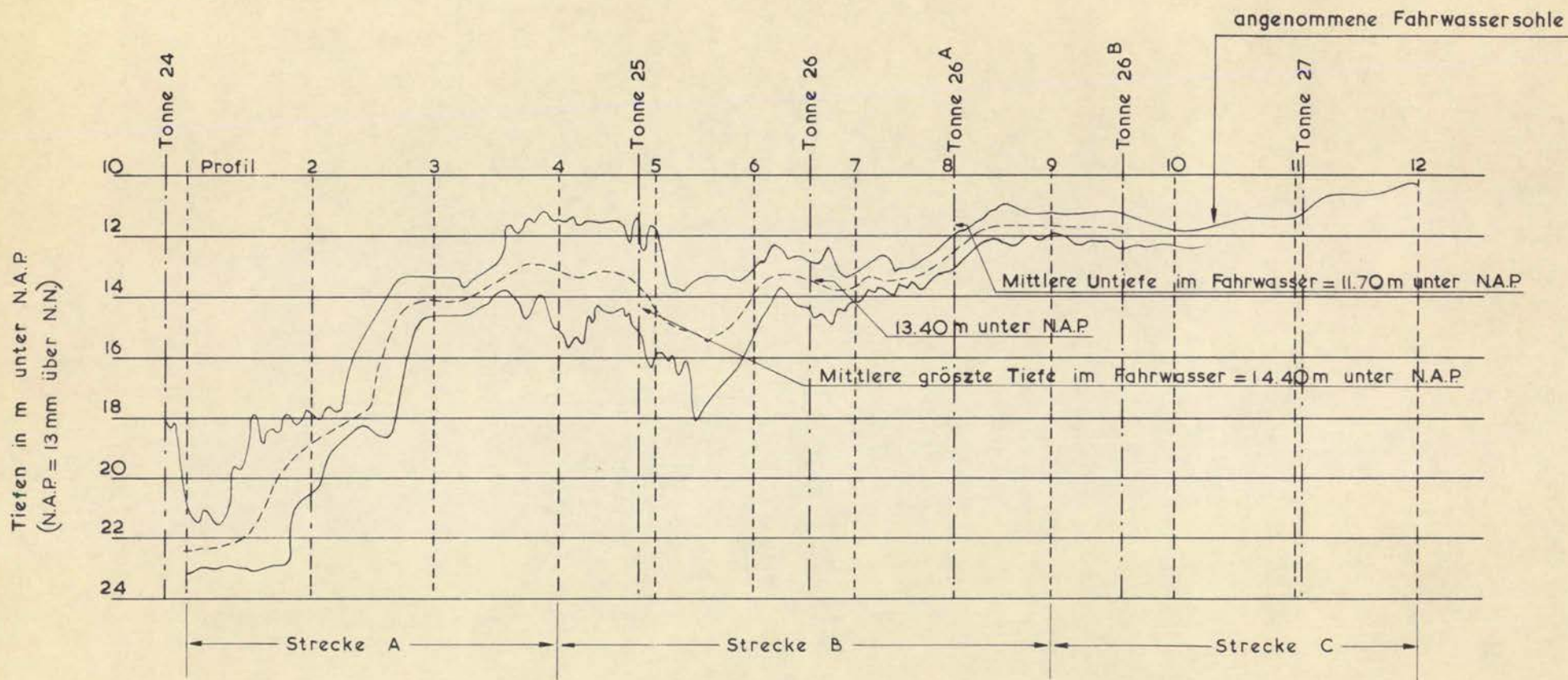
- Fahrts 1 - 5 - 9
- - - " 2 - 6 - 10
- · - " 3 - 7 - 11
- - - " 4 - 8

s. Tabelle 3 (Seite 32)

Fahrwassertiefen gemessen während 11 Schiffseinmessungen	Anl. 4
<b>RIJKSWATERSTAAT</b> NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	P 206
	HNO 73/30-9 no 271

Untere - und obere Begrenzung der Fahrwassersohle

während der II Schiffseinmessungen



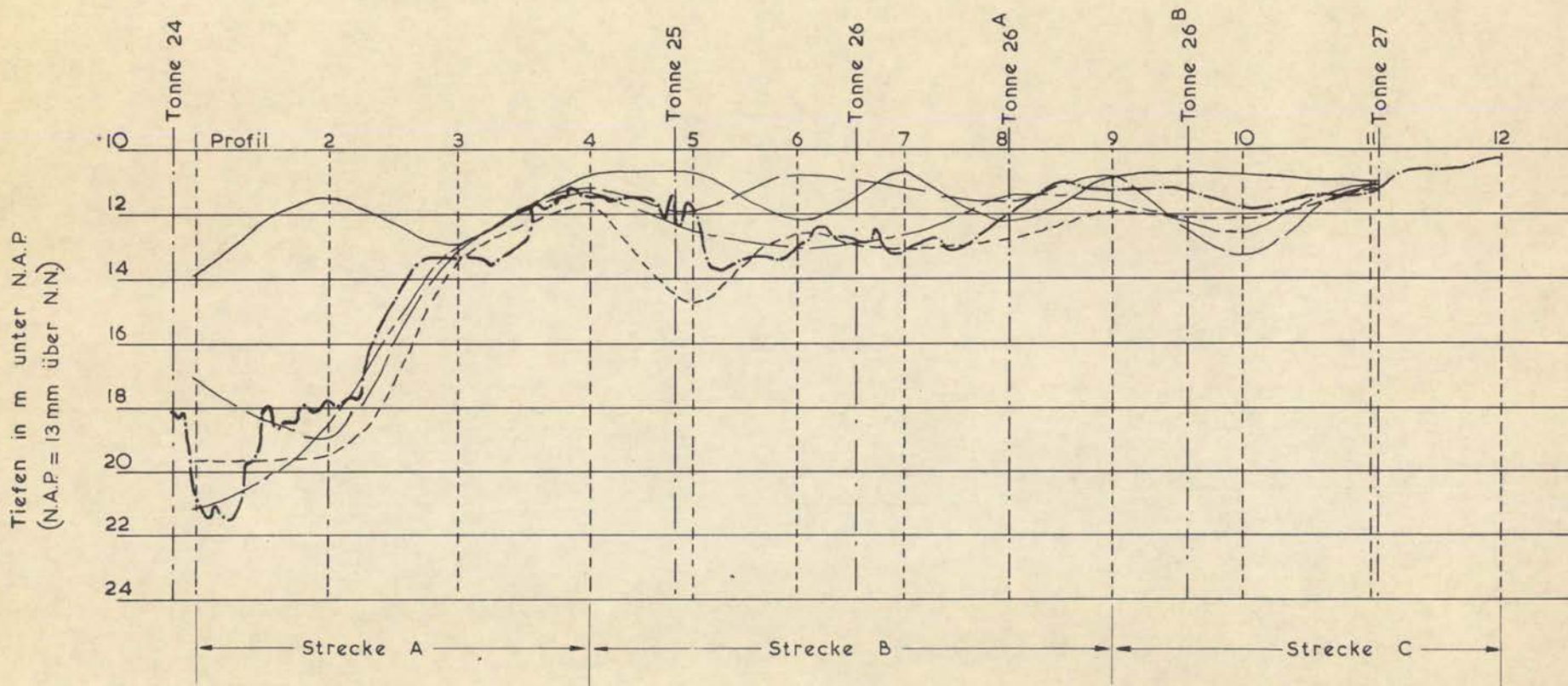
Untere - und obere Begrenzung  
der Fahrwassersohle

Anl. 5

**RIJKSWATERSTAAT**  
NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND

P 206

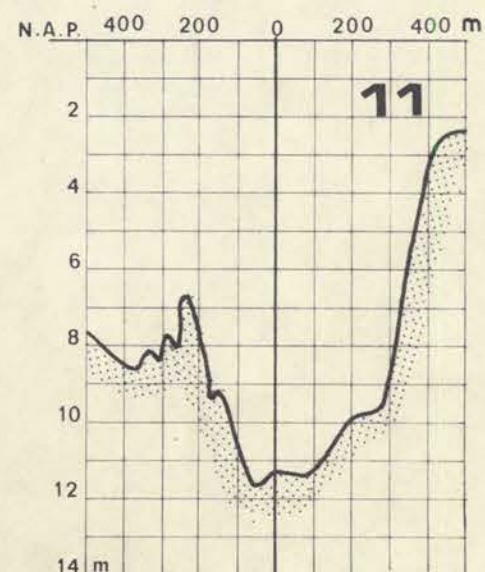
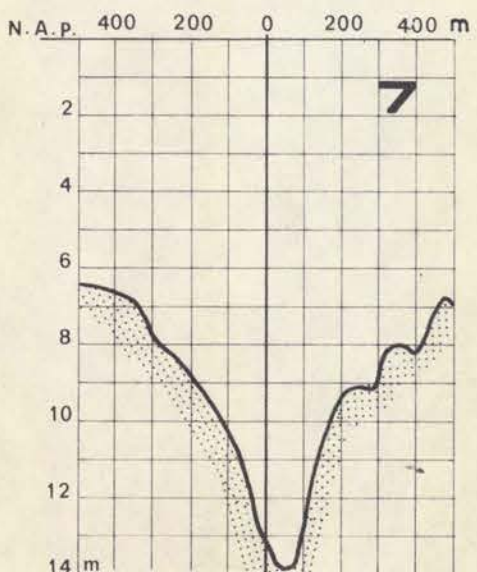
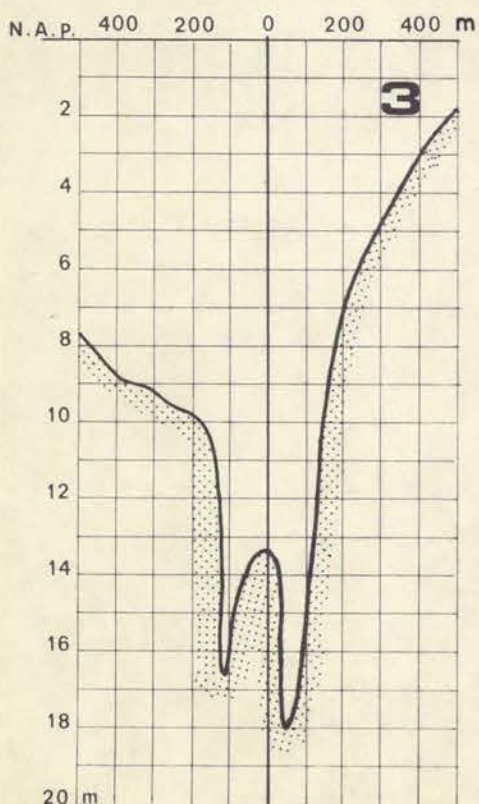
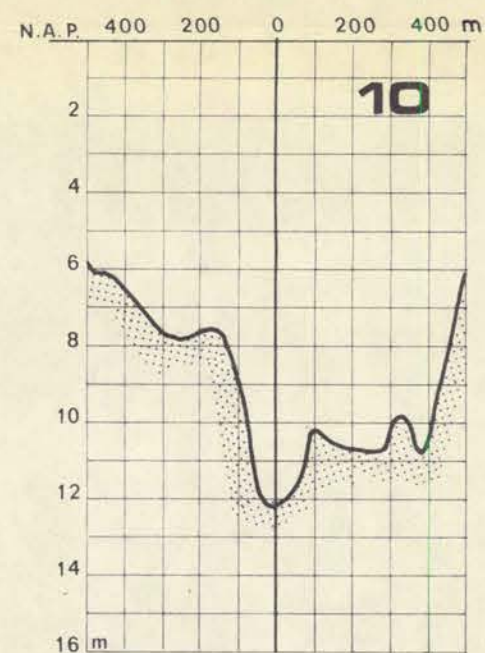
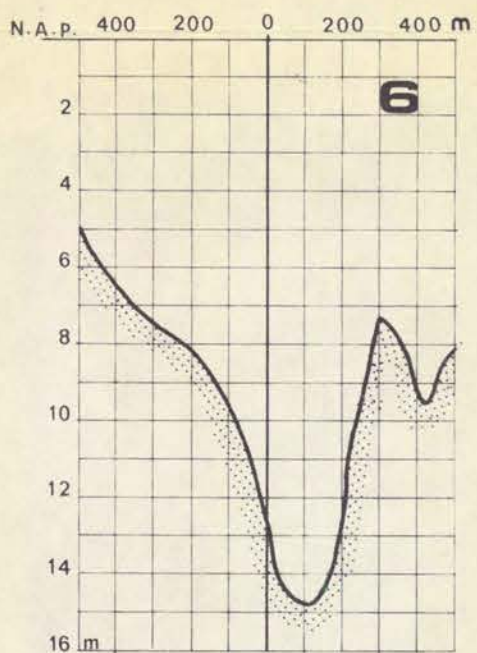
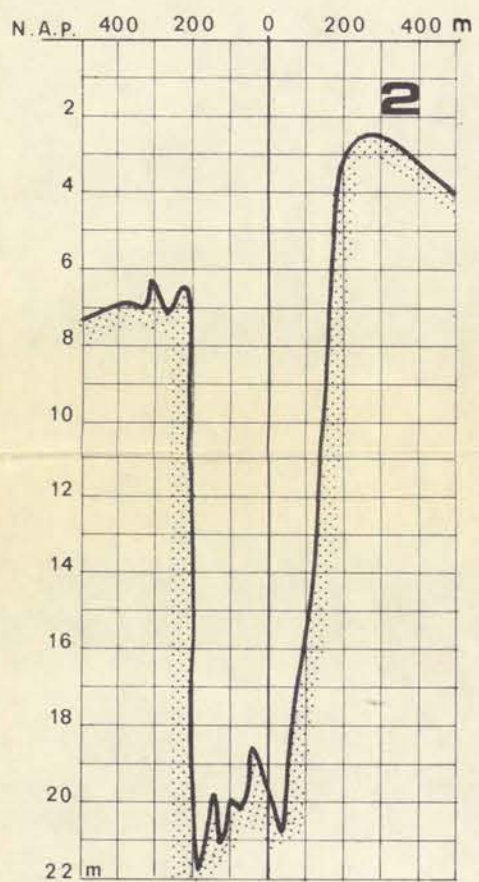
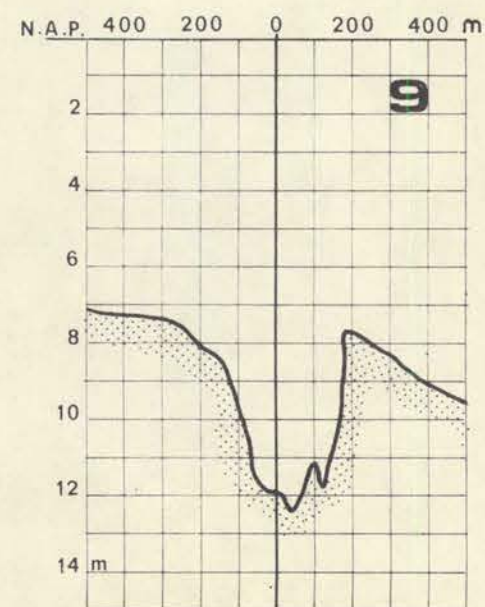
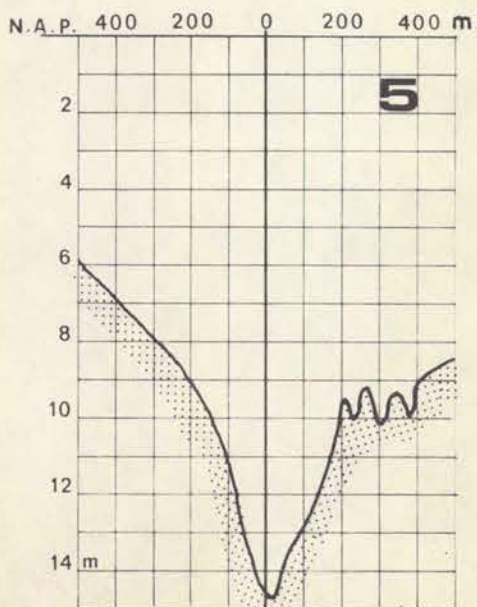
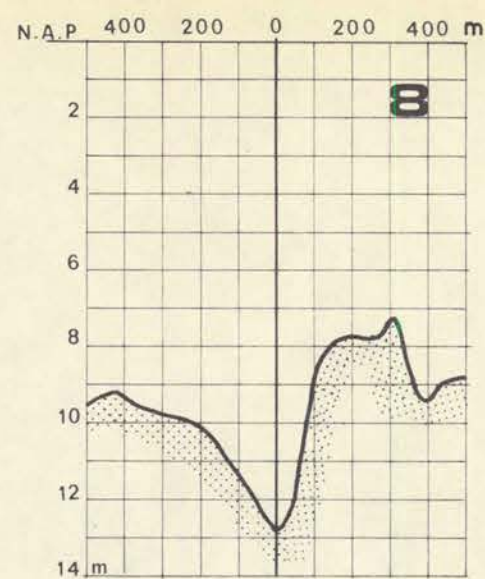
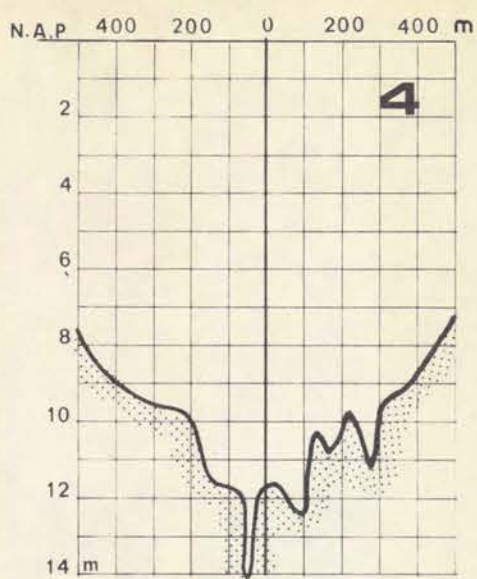
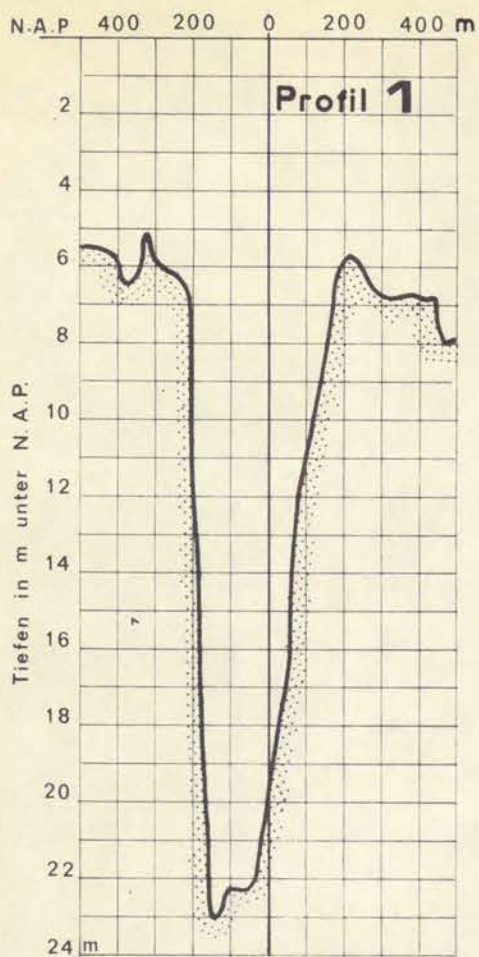
H.N.O. 73/30-9 no 271



- 1965
- - - 1968
- · - 1970
- · · 1972
- - - - angenommene Fahrwassersohle

Historische Entwicklung des Längsprofils gemessen entlang der idealisierten Fahrbahn	Anl. 6
<b>RIJKSWATERSTAAT</b> NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	P 206
	H.N.O. 73/30-9 no 271

Süd Ufer ← → Nord Ufer



Bemerkung: N.A.P. = 13 mm. über N.N.  
 O = Ort der idealen Fahrbahn.  
 Die Querprofile stammen von der Gesamteilung  
 Gatjebogen und Südteil Bucht von Watum.  
 Messung vom: März - Juli 1972 (Gatjebogen) Dec. 1972 (Bucht  
 von Watum). (Wasser- u. Schiffsamt Emden).

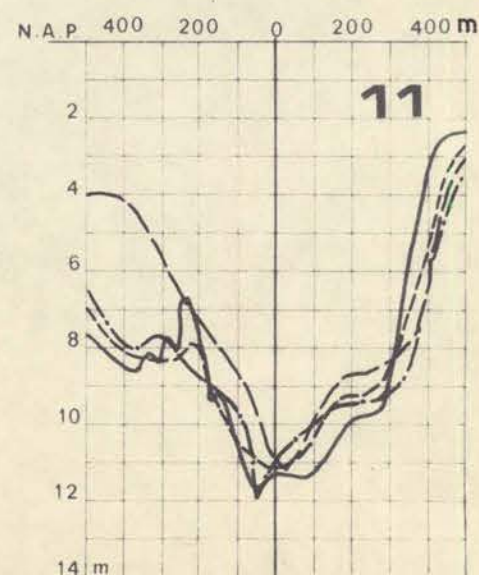
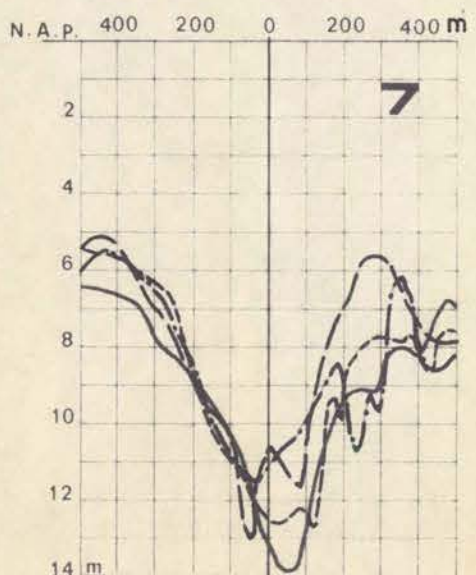
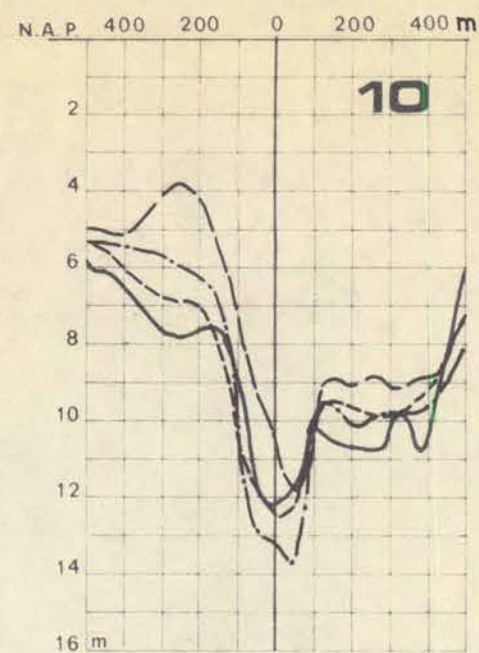
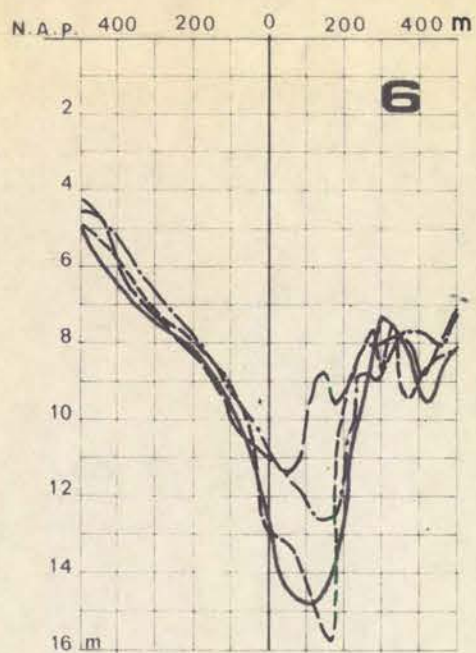
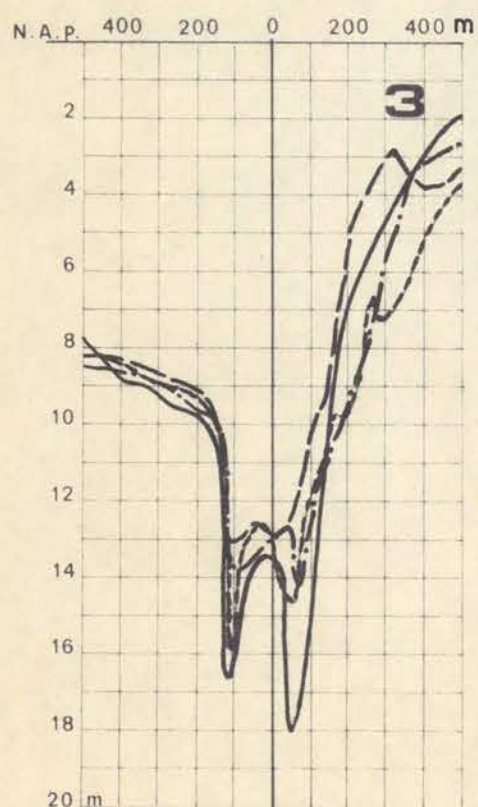
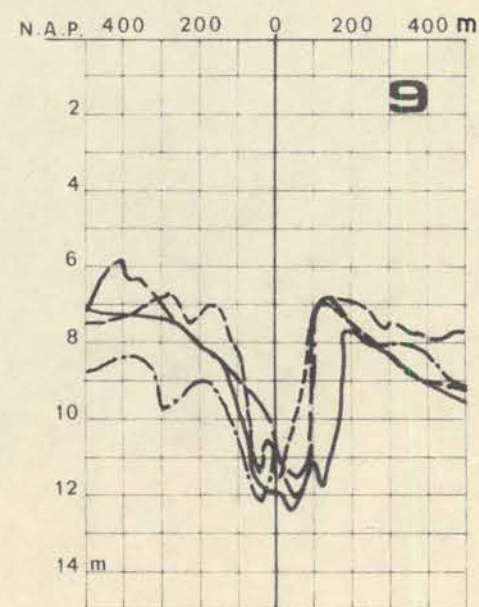
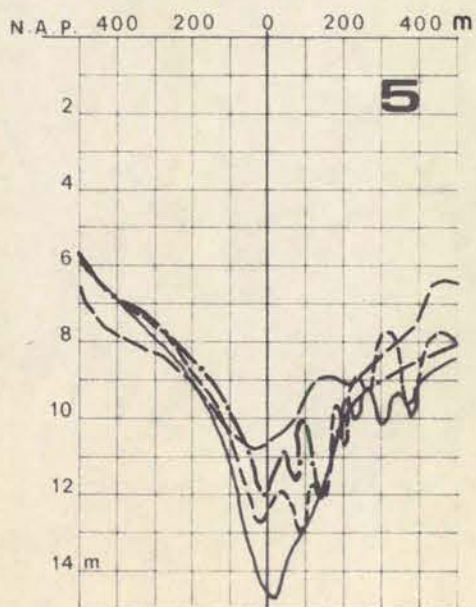
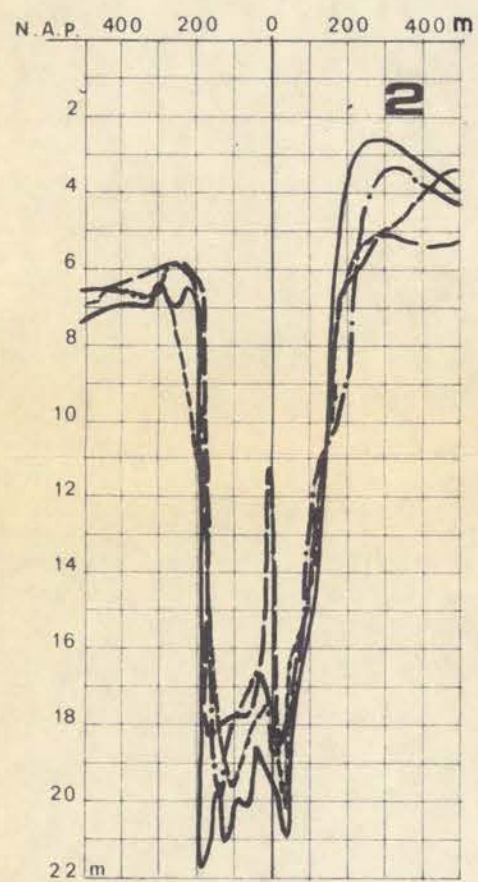
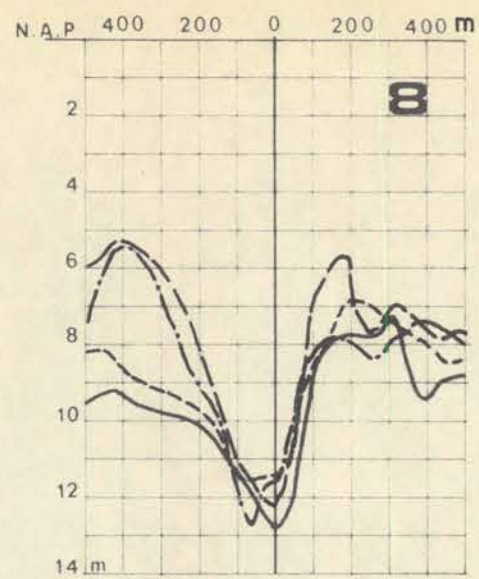
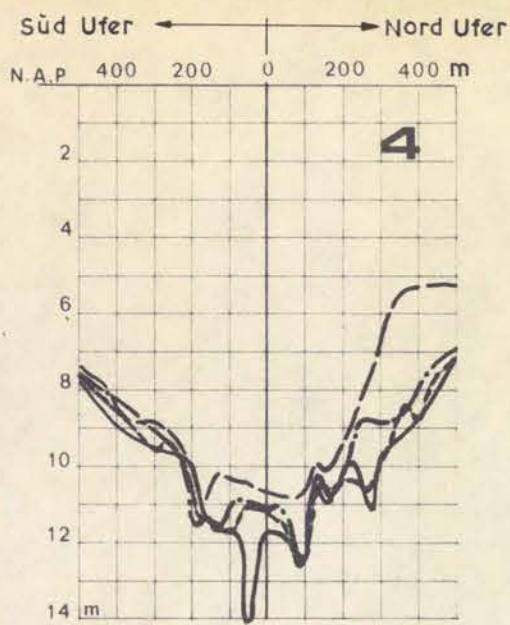
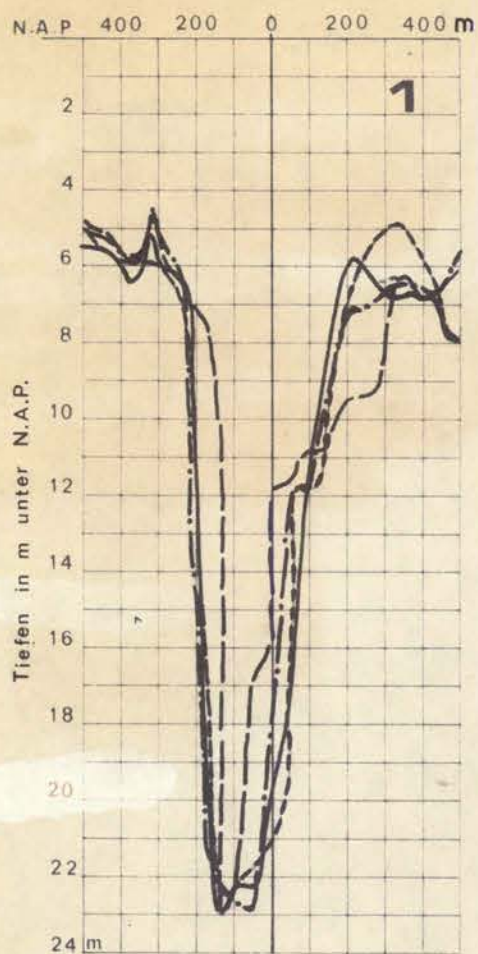
Querprofile 1 bis 11 1972 (siehe Anlage 2)

Anl. 7

**RIJKSWATERSTAAT**  
 NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND

P 206

H.N.O. 73/30-9 no 271



Bemerkung: ——— 1965 ——— 1970  
 - - - - - 1968 ——— 1972  
 N.A.P. = 13 mm über N.N.  
 Die Querprofile stammen von der Gesamtpeilungen  
 Gatjebogen und Südtteil Bucht von Watum.  
 (Wasser- u. Schiffsamt Emden)

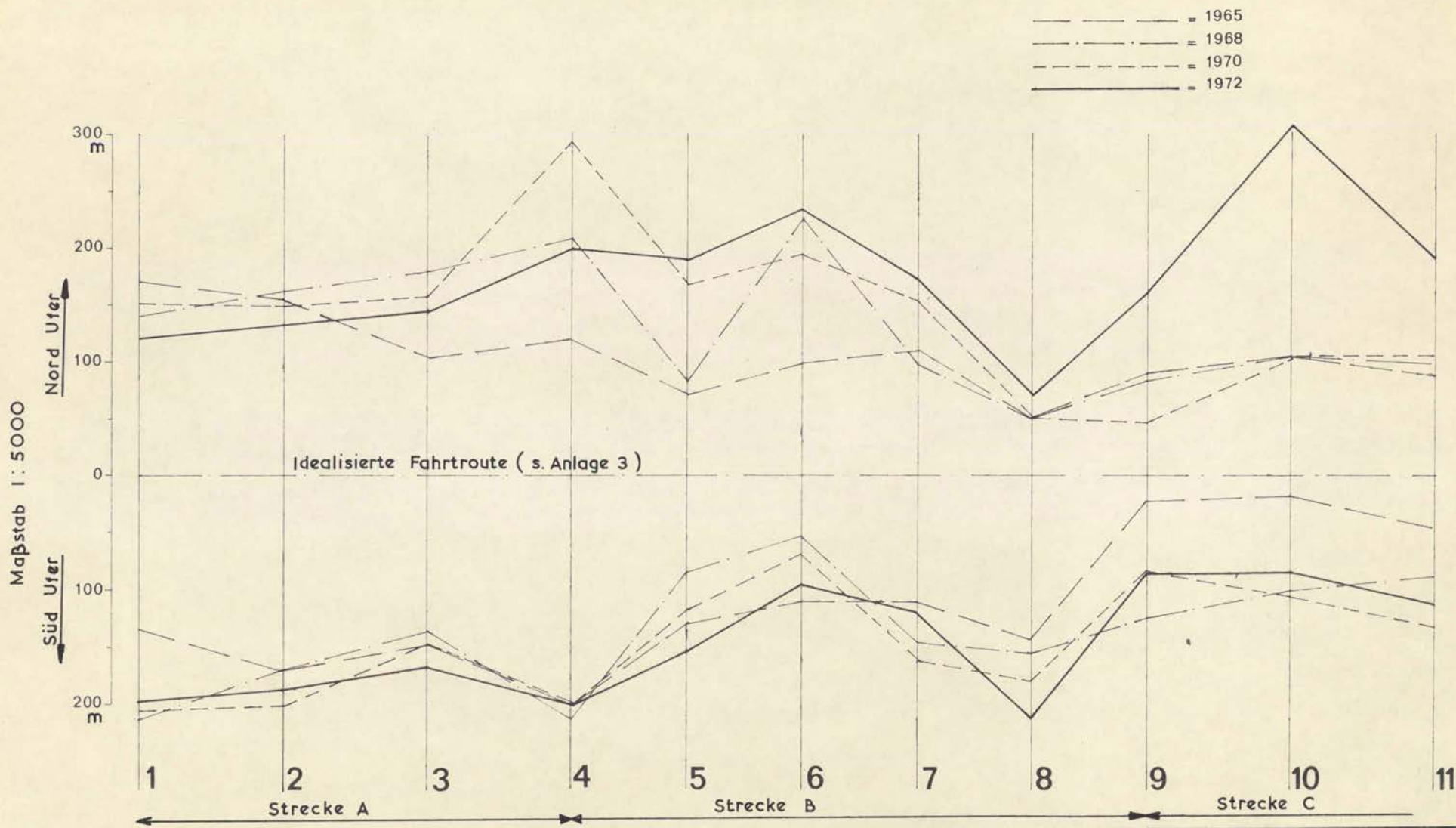
Historische Entwicklung der Querprofile  
 von 1965-1968-1970-1972

**RIJKSWATERSTAAT**  
 NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND

Anl. 8

P 206

H.N.O. 73/30-9 no 271



Historische Entwicklung der Tiefenlinie N.A.P. -10m  
bezogen auf die ideale Fahrtroute nach Anl. 3

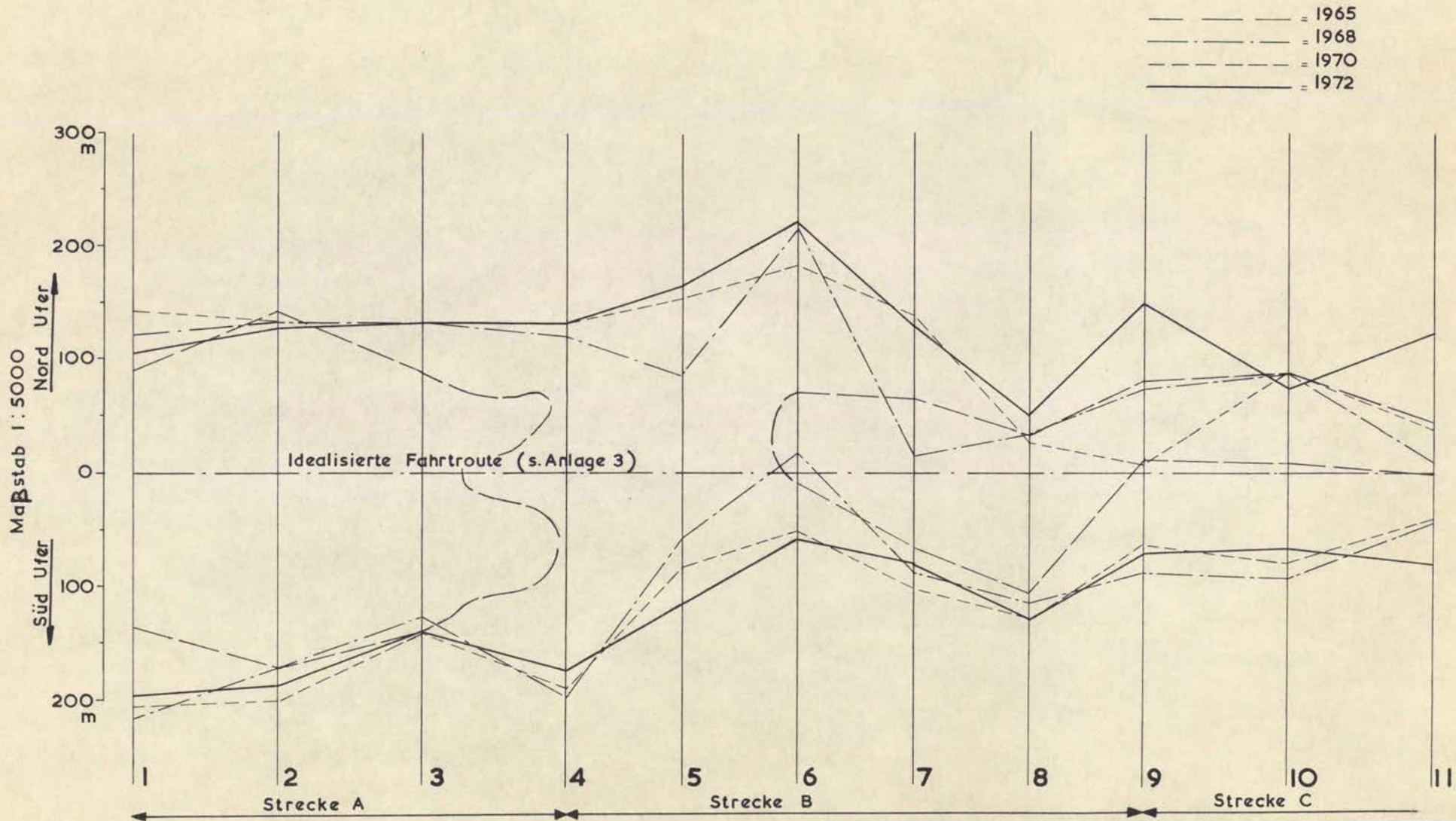
Anl. 9

**RIJKSWATERSTAAT**  
NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND

**P 206**

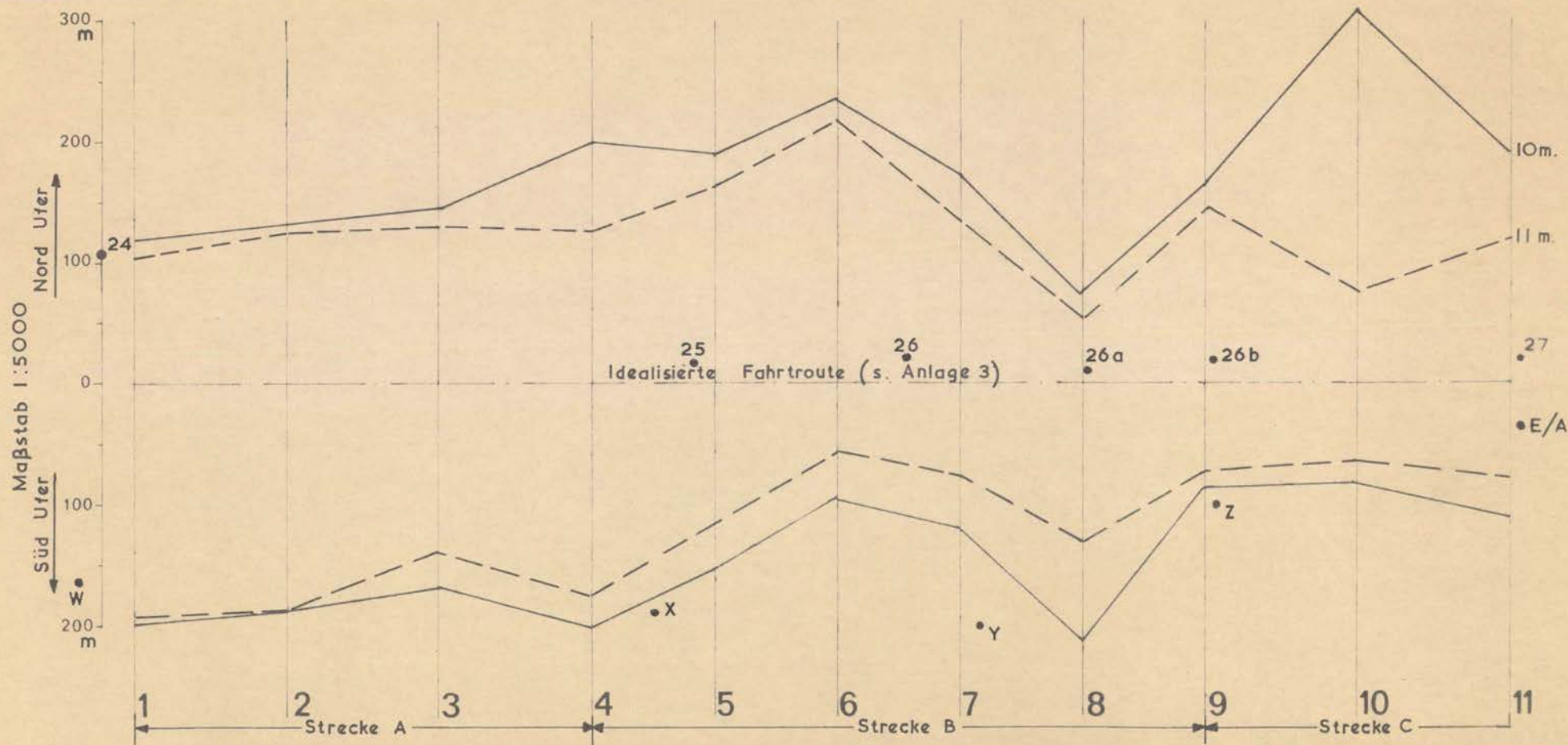
H.N.O.73/30\_9 no. 271





Historische Entwicklung der Tiefenlinie N.A.P. -11m bezogen auf die ideale Fahrtroute nach Anl. 3	Anl. 10
<b>RIJKSWATERSTAAT</b>	<b>P 206</b>
NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	
	H.N.O.73/30_9 no. 271

————— Tiefenlinie N.A.P.-10 m }  
 - - - - - " " N.A.P.-11 m } 1972  
 Position und Bezeichnung der Tonnen (s. Anl. I u. 3)



Verlauf der Tiefenlinien N.A.P.-10m und N.A.P.-11 m  
in der Fahrtstrecke hinsichtlich der Tonnenlage

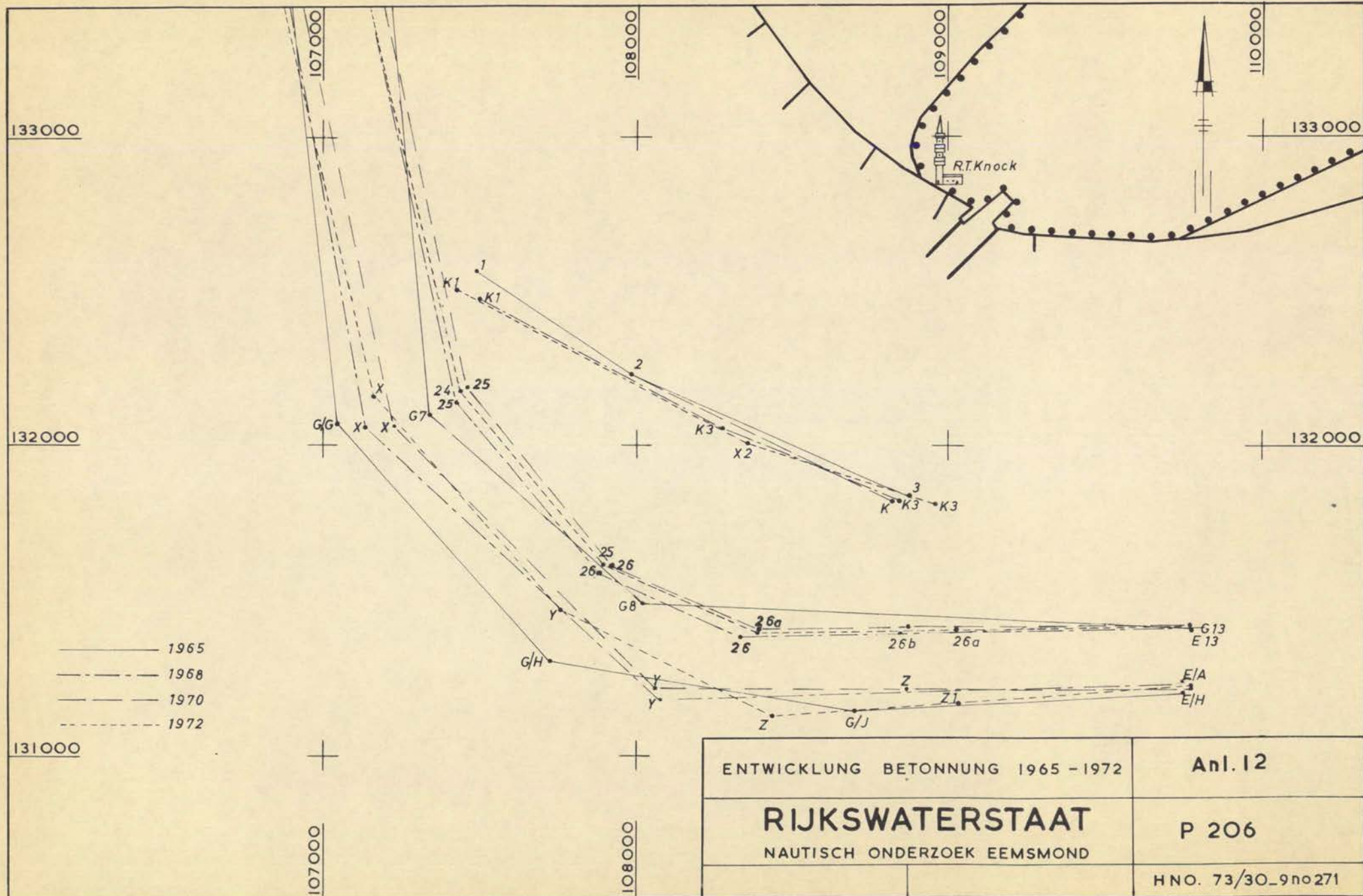
Anl. II

**RIJKSWATERSTAAT**

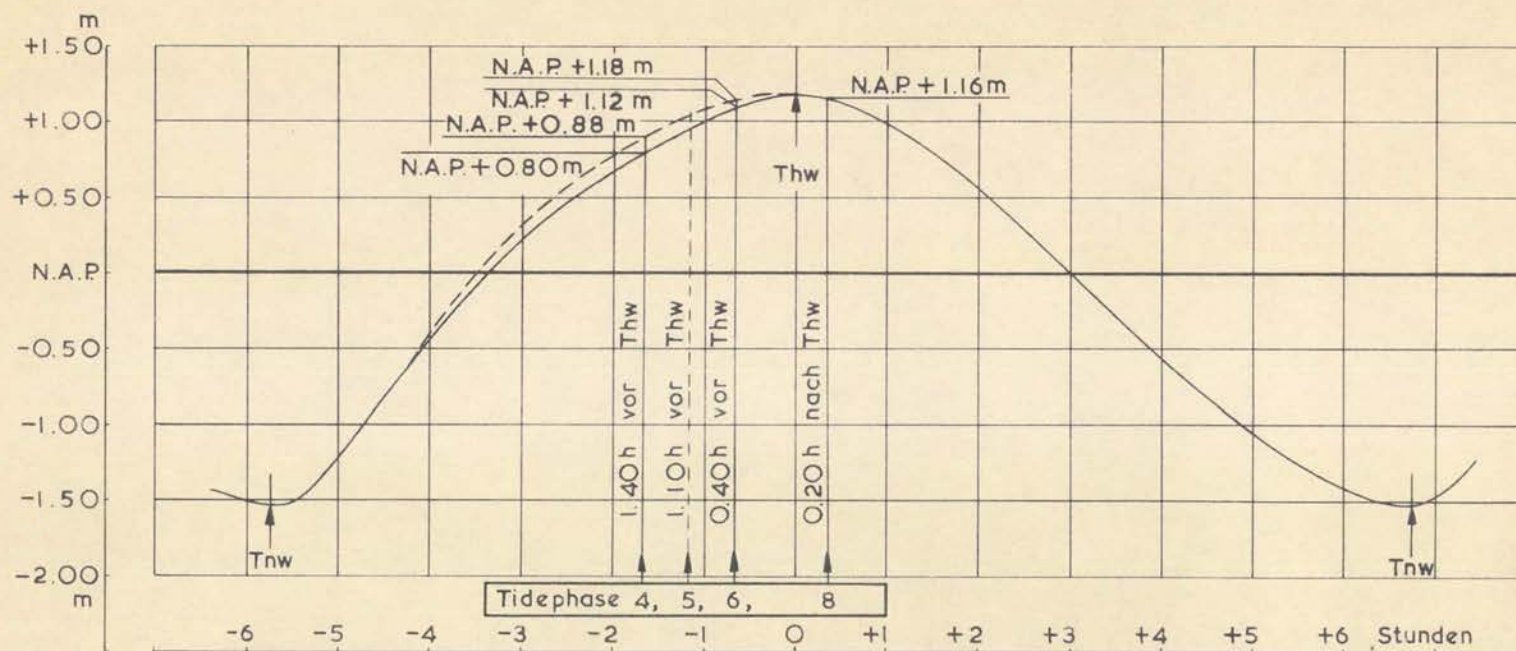
**P 206**

NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND

H.N.O. 73/30\_9 no. 271



ENTWICKLUNG BETONNUNG 1965 - 1972	Anl. 12
<b>RIJKSWATERSTAAT</b> NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	P 206
	HNO. 73/30_9no271



— Tidekurve im Modell  
 - - - - - „ Rijkswaterstaat (10-jähriges Mittel 1951/1960)  
 N.A.P. = 13 mm über NN

Tidephasen der Schwimmeraufnahmen im Modell Mittlere Tidekurve von Oterdum	Anl. 13
<b>RIJKSWATERSTAAT</b> NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	P 206
	H.N.O. 73/30-9 no 271

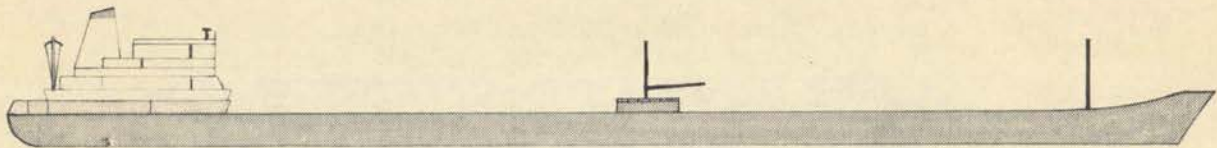


Commandobrücke mittschiffs

TONNEN 40000 — 50000 D.W.T.

Schiffsabmessungen

Länge l.l. 195 — 214 m  
 Breite u.a. 27 — 30 m  
 Tiefgang 10.50 — 10.75m



Commandobrücke auf dem Hinterschiff

TONNEN 40000 — 80000 D.W.T.

Schiffsabmessungen

Länge l.l. 195 — 250 m  
 Breite u.a. 26 — 32.20 m  
 Tiefgang 10.50 — 12.25 m

2 massgebende Schiffstypen

Anl. 14

**RIJKSWATERSTAAT**

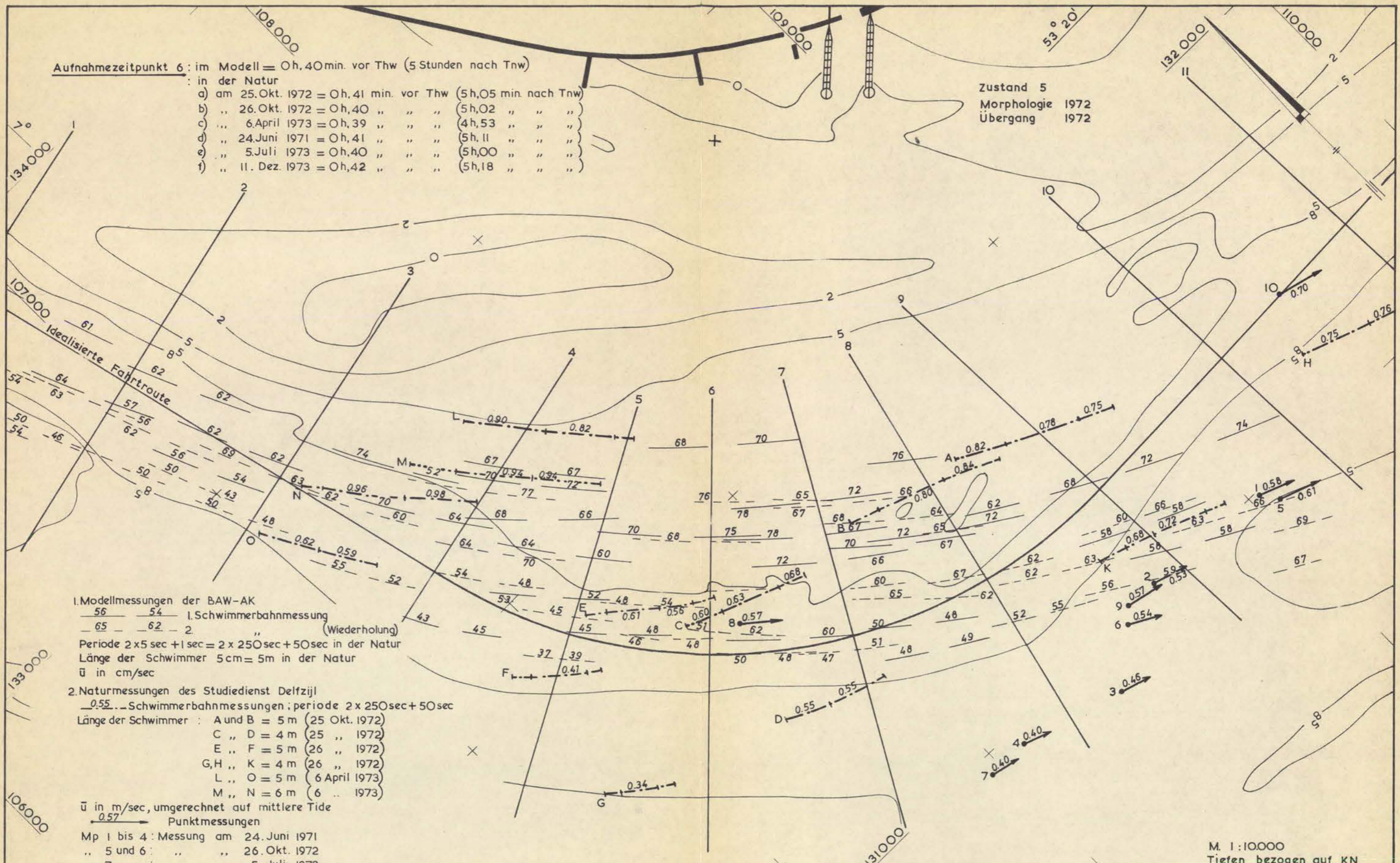
P 206

NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND

H.N.O. 73/30-9 no 271

Aufnahmezeitpunkt 6: im Modell = Oh,40min. vor Thw (5 Stunden nach Tnw)  
in der Natur  
a) am 25.Okt. 1972 = Oh,41 min. vor Thw (5h,05 min. nach Tnw)  
b) .. 26.Okt. 1972 = Oh,40 " " " (5h,02 " " " "  
c) ... 6.April 1973 = Oh,39 " " " (4h,53 " " " "  
d) .. 24.Juni 1971 = Oh,41 " " " (5h,11 " " " "  
e) .. 5.Juli 1973 = Oh,40 " " " (5h,00 " " " "  
f) .. 11. Dez. 1973 = Oh,42 " " " (5h,18 " " " "

Zustand 5  
Morphologie 1972  
Übergang 1972



1. Modellmessungen der BAW-AK  
56 54 I. Schwimmerbahnmessung  
65 62 2 " (Wiederholung)  
Periode 2x5 sec + 1 sec = 2x250sec + 50sec in der Natur  
Länge der Schwimmer 5cm = 5m in der Natur  
ū in cm/sec

2. Naturmessungen des Studiedienst Delfzijl  
0.55 Schwimmerbahnmessungen; periode 2x250sec + 50sec  
Länge der Schwimmer : A und B = 5m (25 Okt. 1972)  
C ,, D = 4m (25 ,, 1972)  
E ,, F = 5m (26 ,, 1972)  
G,H ,, K = 4m (26 ,, 1972)  
L ,, O = 5m (6 April 1973)  
M ,, N = 6m (6 ,, 1973)

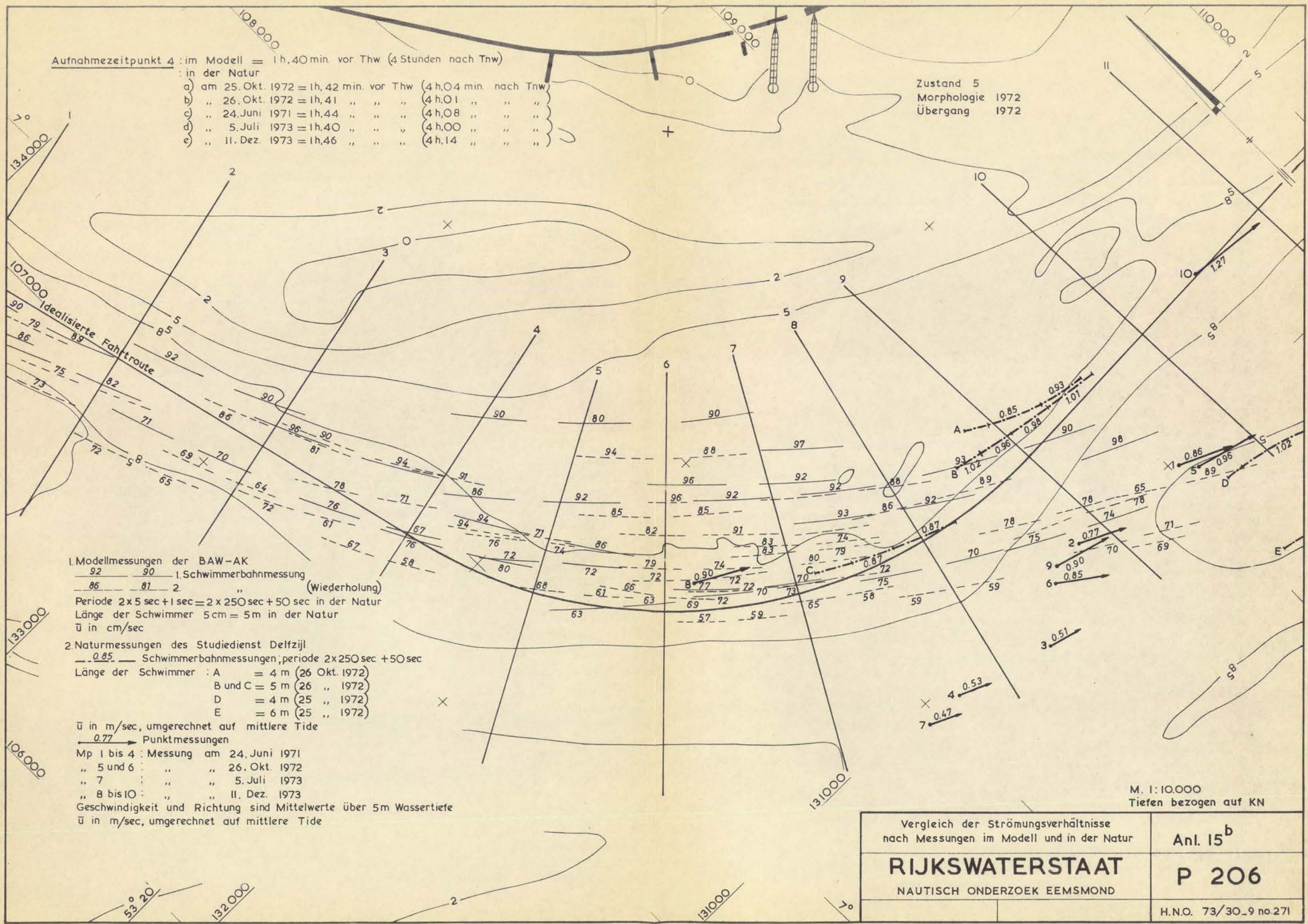
ū in m/sec, umgerechnet auf mittlere Tide  
0.57 Punktmessungen  
Mp 1 bis 4: Messung am 24. Juni 1971  
.. 5 und 6: .. .. 26. Okt. 1972  
.. 7: .. .. 5. Juli 1973  
.. 8 bis 10: .. .. 11. Dez. 1973  
Geschwindigkeit und Richtung sind Mittelwerte über 5m Wassertiefe  
ū in m/sec, umgerechnet auf mittlere Tide

M. 1:10000  
Tiefen bezogen auf KN

Vergleich der Strömungsverhältnisse nach Messungen im Modell und in der Natur	Anl. 15 <sup>a</sup>
<b>RIJKSWATERSTAAT</b>	<b>P 206</b>
NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	
	H.N.O. 73 30.9 no. 271

Aufnahmezeitpunkt 4 : im Modell = 1h,40 min. vor Thw (4 Stunden nach Tnw)  
 : in der Natur  
 a) am 25. Okt. 1972 = 1h,42 min. vor Thw (4 h,04 min. nach Tnw)  
 b) „ 26. Okt. 1972 = 1h,41 „ „ „ (4 h,01 „ „ „)  
 c) „ 24. Juni 1971 = 1h,44 „ „ „ (4 h,08 „ „ „)  
 d) „ 5. Juli 1973 = 1h,40 „ „ „ (4 h,00 „ „ „)  
 e) „ 11. Dez. 1973 = 1h,46 „ „ „ (4 h,14 „ „ „)

Zustand 5  
 Morphologie 1972  
 Übergang 1972



1. Modellmessungen der BAW-AK  
 92 90 1. Schwimmerbahnmessung  
 86 81 2. „ (Wiederholung)  
 Periode 2x5 sec + 1 sec = 2x250 sec + 50 sec in der Natur  
 Länge der Schwimmer 5 cm = 5 m in der Natur  
 $\bar{u}$  in cm/sec

2. Naturmessungen des Studiedienst Delfzijl  
 0.85 Schwimmerbahnmessungen; periode 2x250 sec + 50 sec  
 Länge der Schwimmer : A = 4 m (26 Okt. 1972)  
 B und C = 5 m (26 „ 1972)  
 D = 4 m (25 „ 1972)  
 E = 6 m (25 „ 1972)

$\bar{u}$  in m/sec, umgerechnet auf mittlere Tide  
 0.77 Punktmessungen  
 Mp 1 bis 4 : Messung am 24. Juni 1971  
 „ 5 und 6 : „ „ 26. Okt. 1972  
 „ 7 : „ „ 5. Juli 1973  
 „ 8 bis 10 : „ „ 11. Dez. 1973  
 Geschwindigkeit und Richtung sind Mittelwerte über 5m Wassertiefe  
 $\bar{u}$  in m/sec, umgerechnet auf mittlere Tide

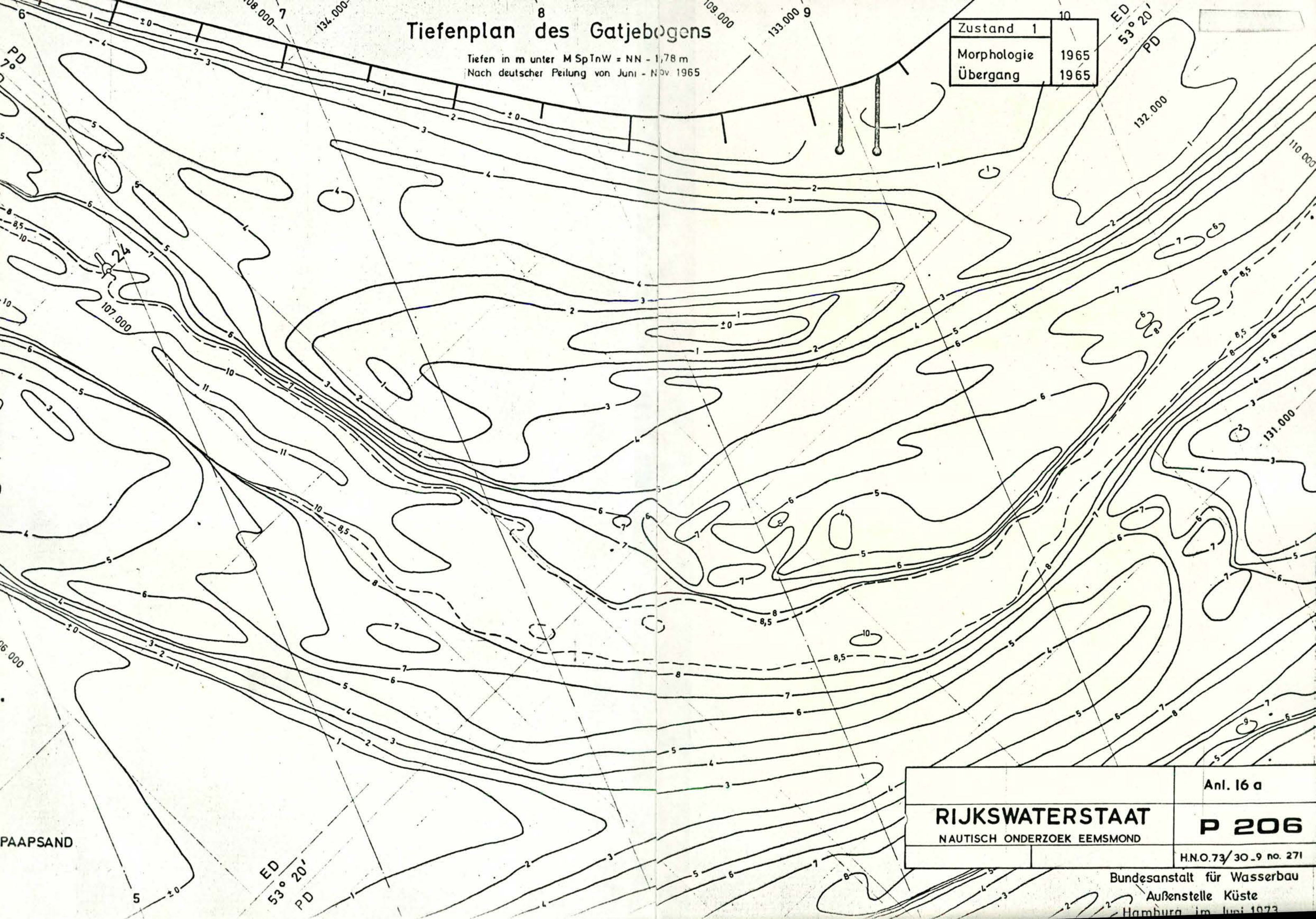
M. 1:10.000  
 Tiefen bezogen auf KN

Vergleich der Strömungsverhältnisse nach Messungen im Modell und in der Natur	Anl. 15 <sup>b</sup>
<b>RIJKSWATERSTAAT</b>	<b>P 206</b>
NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	
	H.N.O. 73/30_9 no.271

# Tiefenplan des Gatjebogens

Tiefen in m unter M SpTnW = NN - 1,78 m  
 Nach deutscher Peilung von Juni - Nov. 1965

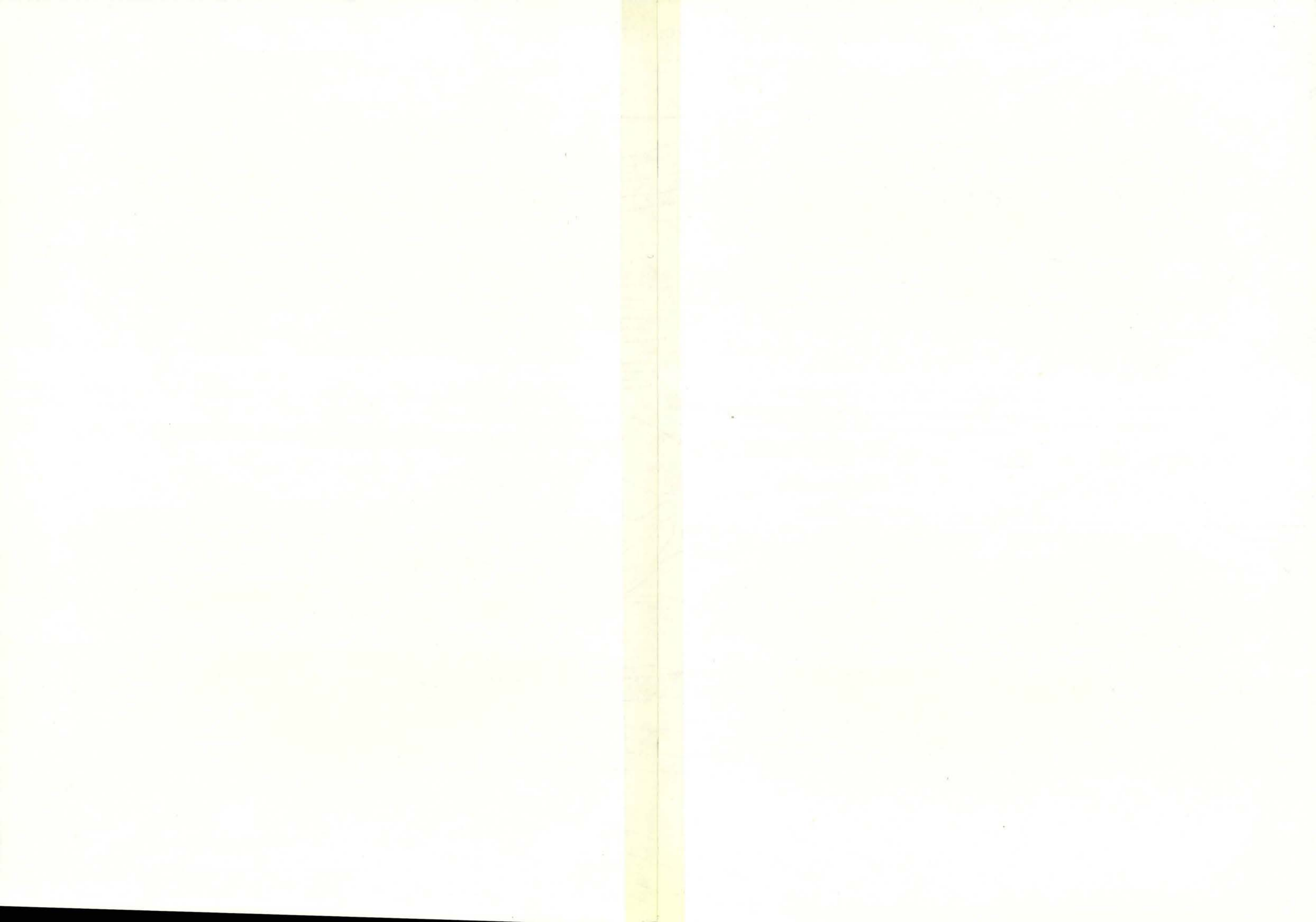
Zustand 1	10
Morphologie	1965
Übergang	1965



<b>RIJKSWATERSTAAT</b> NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	Anl. 16 a
	<b>P 206</b>
	H.N.O.73/30.9 no. 271

Bundesanstalt für Wasserbau  
 Außenstelle Küste  
 Hamburg im Juni 1973

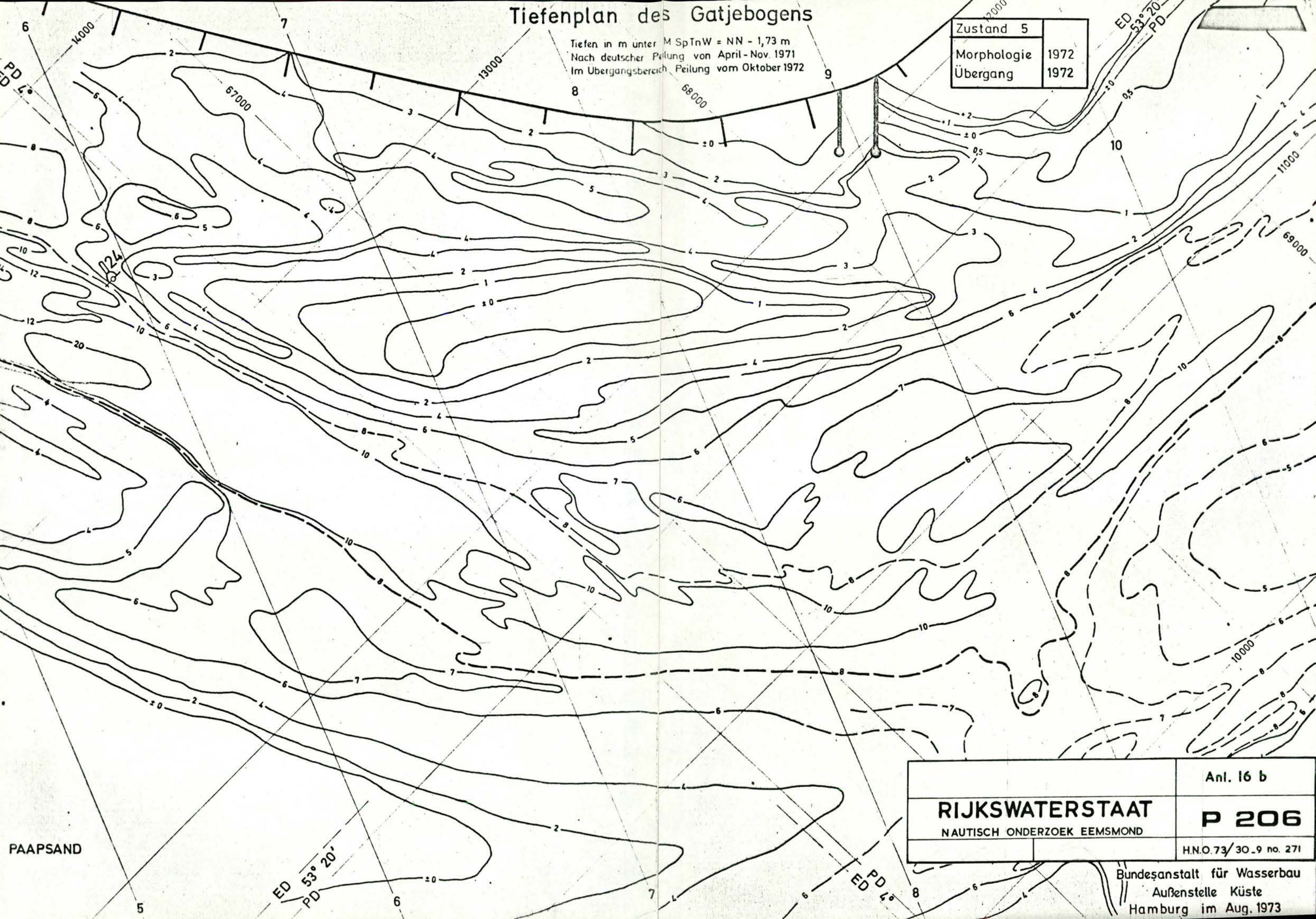




# Tiefenplan des Gatjebogens

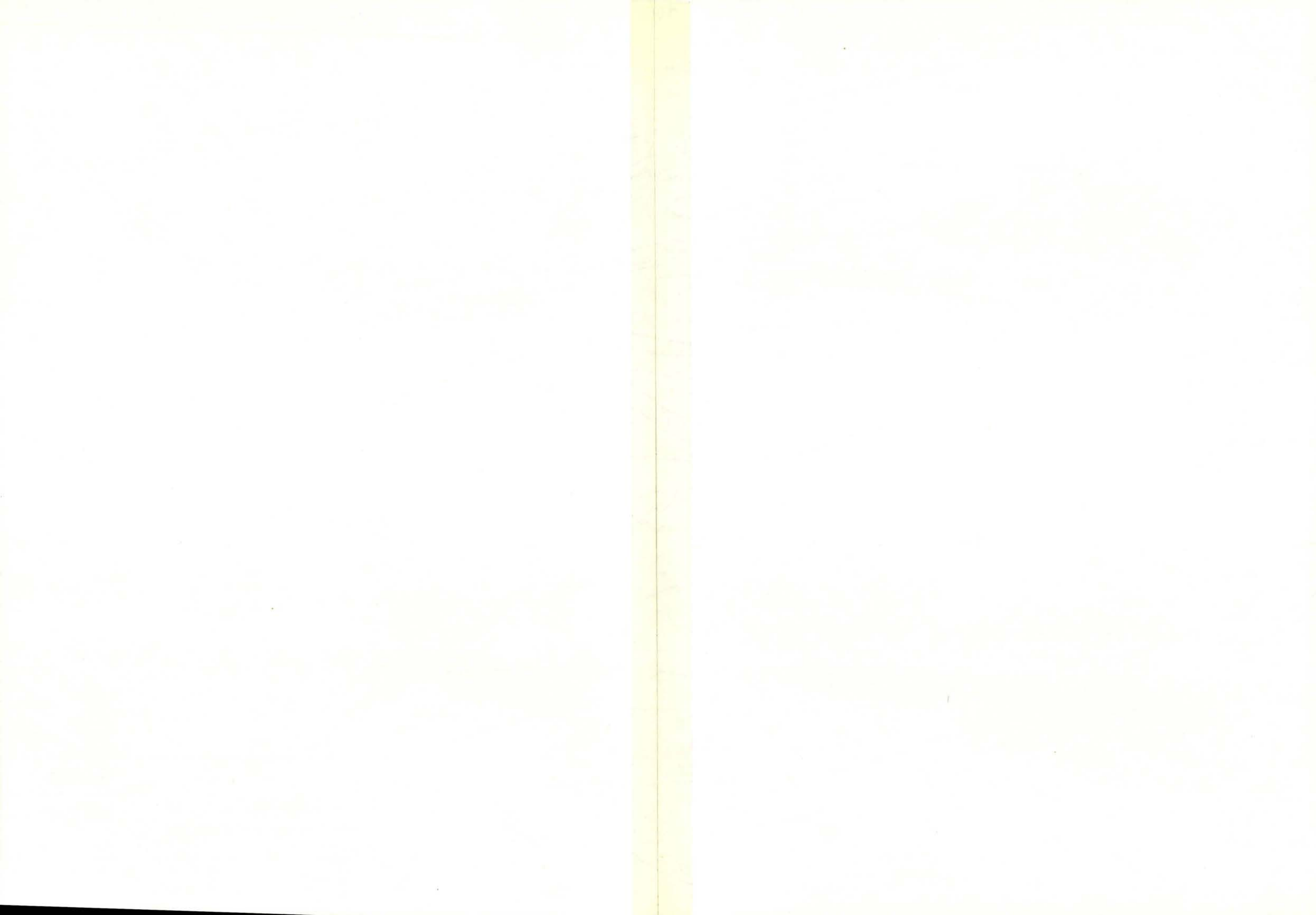
Tiefen in m unter M SpTnW = NN - 1,73 m  
 Nach deutscher Peilung von April - Nov. 1971  
 Im Übergangsbereich Peilung vom Oktober 1972

Zustand 5	
Morphologie	1972
Übergang	1972



	Anl. 16 b
<b>RIJKSWATERSTAAT</b>	<b>P 206</b>
NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	H.N.O. 73/30.9 no. 271

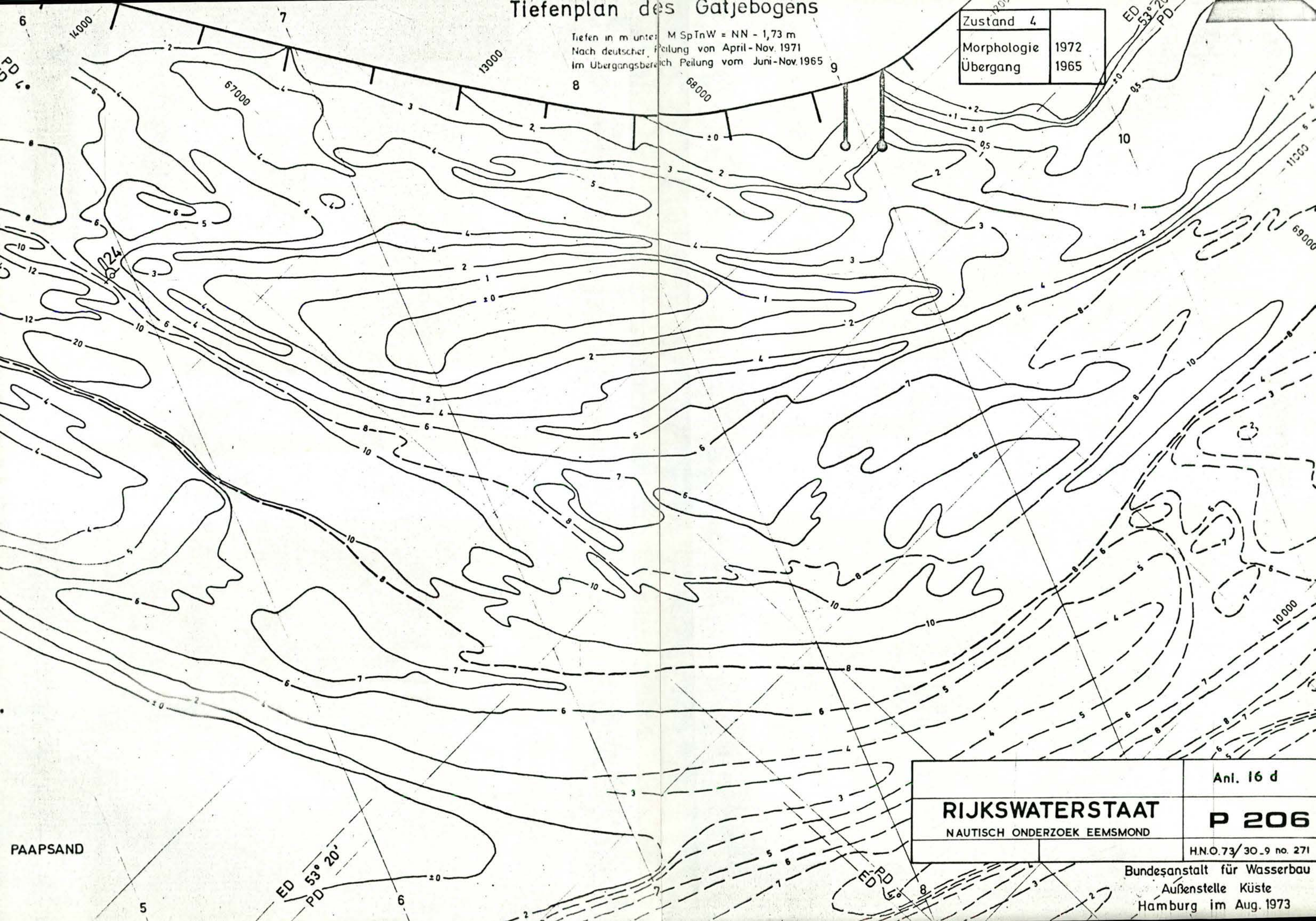
Bundesanstalt für Wasserbau  
 Außenstelle Küste  
 Hamburg im Aug. 1973



# Tiefenplan des Gatjebogens

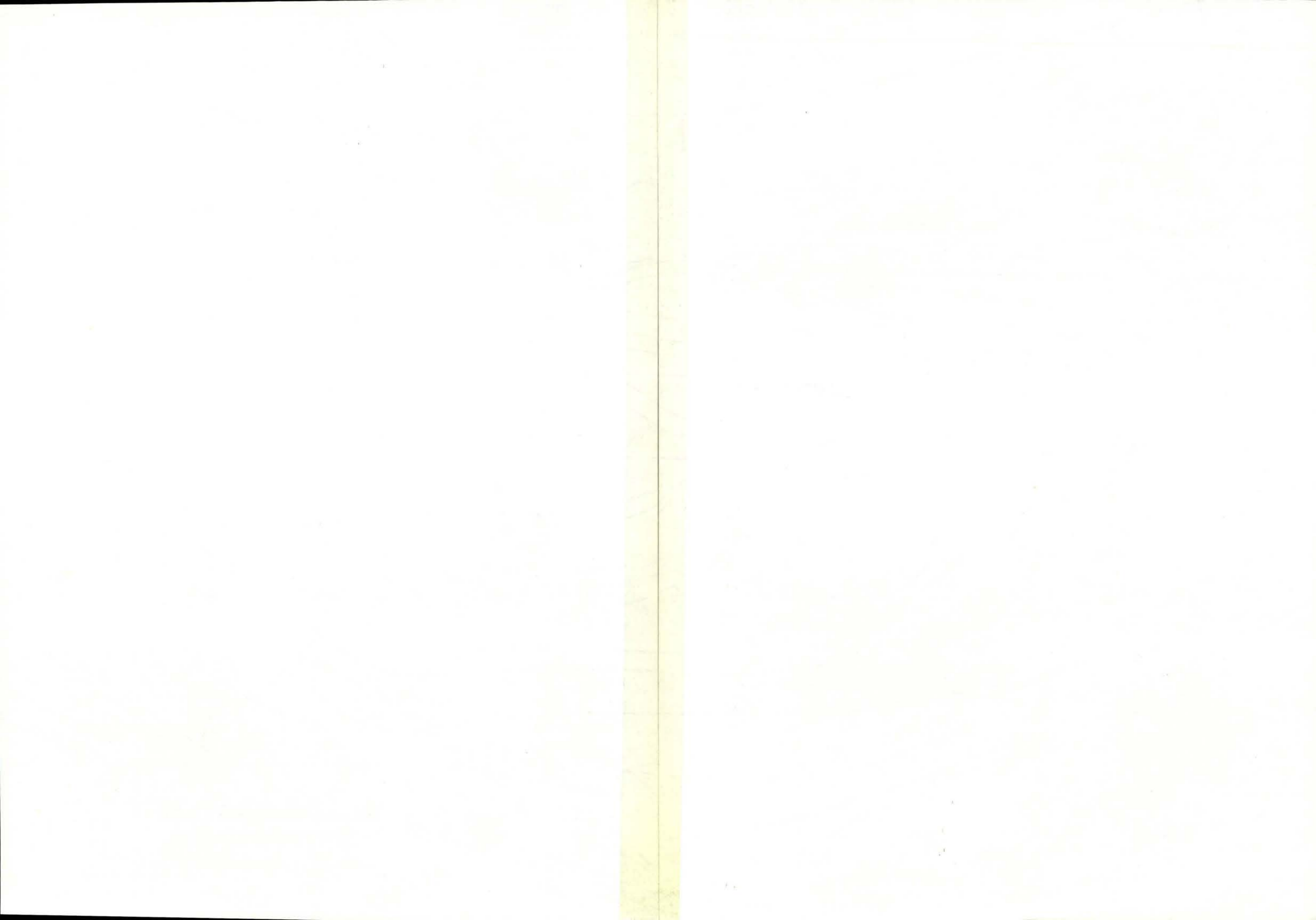
Tiefen in m unter M SpTnW = NN - 1,73 m  
 Nach deutscher Peilung von April - Nov. 1971  
 Im Übergangsbereich Peilung vom Juni - Nov. 1965

Zustand 4	
Morphologie	1972
Übergang	1965



<b>RIJKSWATERSTAAT</b> NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	Anl. 16 d
	<b>P 206</b>

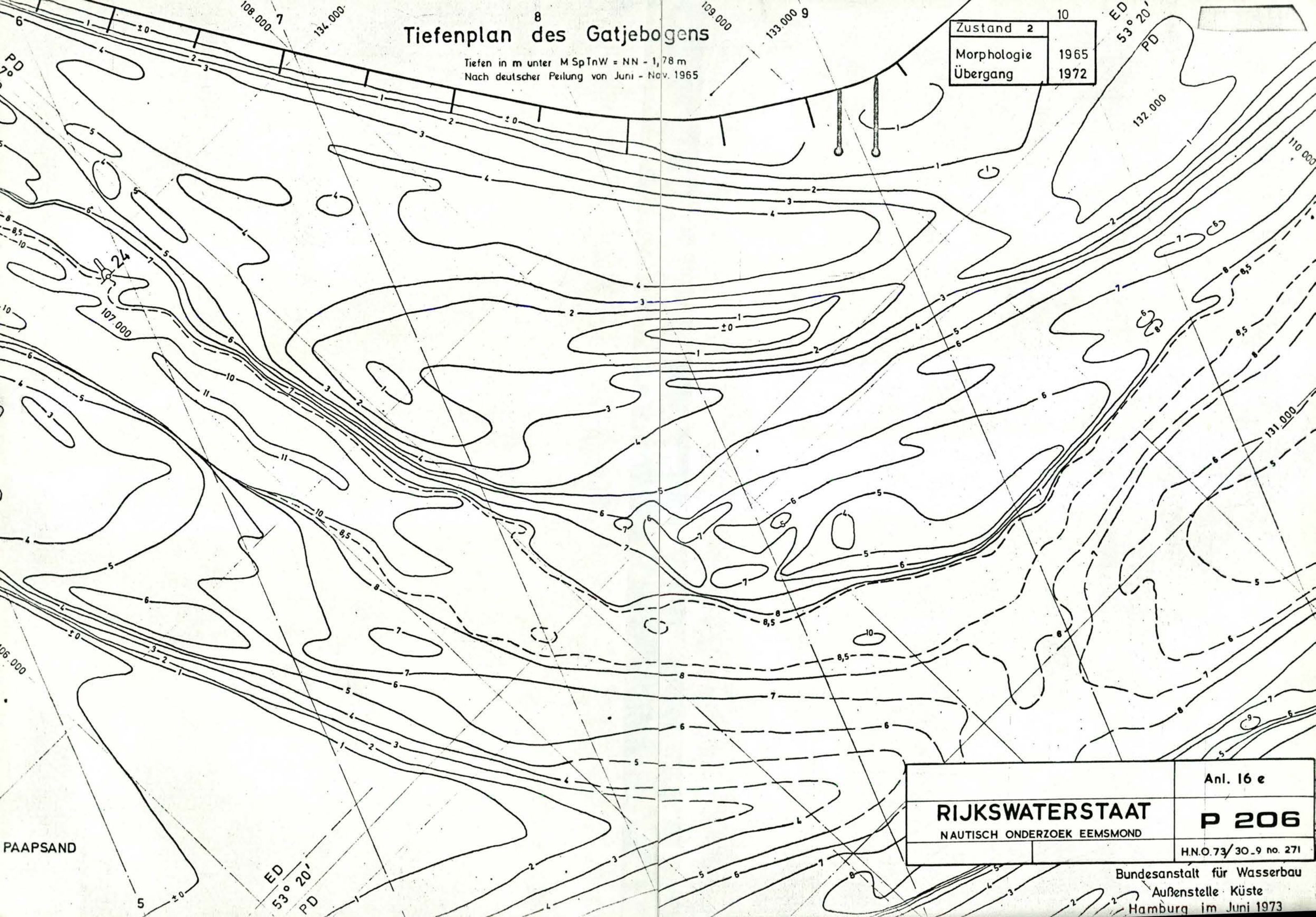
H.N.O.73/30.9 no. 271  
 Bundesanstalt für Wasserbau  
 Außenstelle Küste  
 Hamburg im Aug. 1973



# Tiefenplan des Gatjebogens

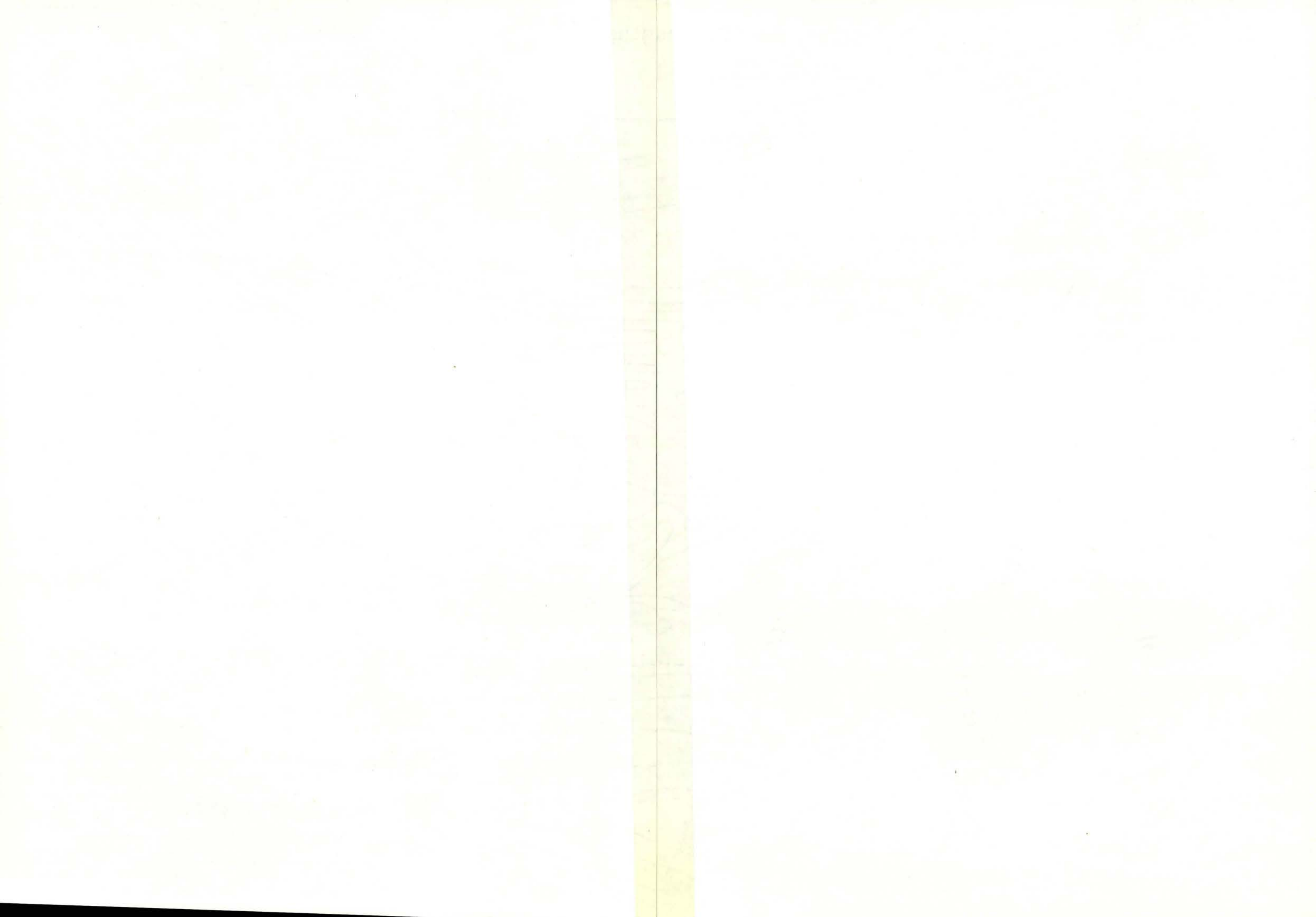
Tiefen in m unter M SpTnW = NN - 1,78 m  
Nach deutscher Peilung von Juni - Nov. 1965

Zustand 2	10
Morphologie	1965
Übergang	1972



<b>RIJKSWATERSTAAT</b> NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	Anl. 16 e
	<b>P 206</b>
	H.N.O. 73/30.9 no. 271

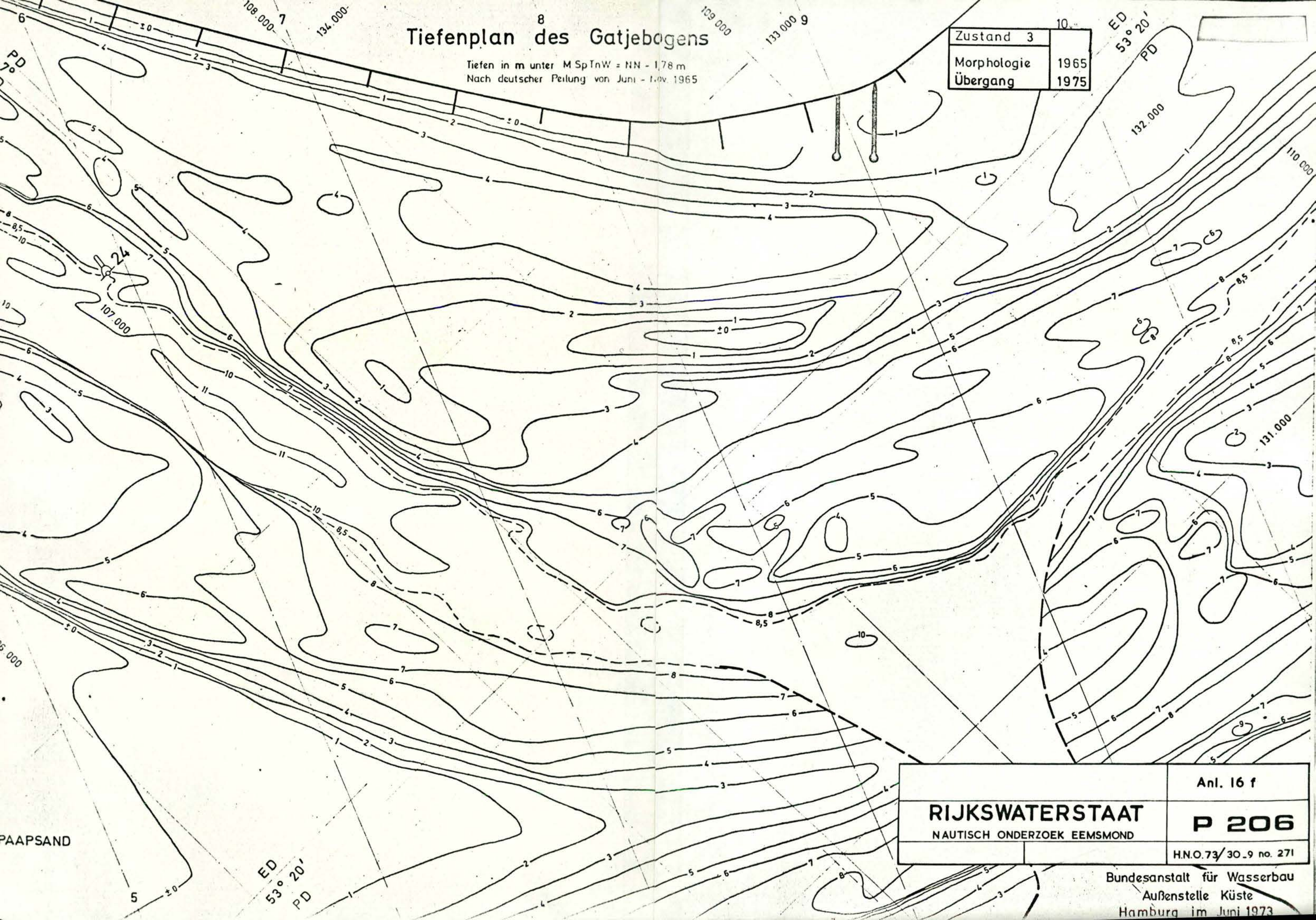
Bundesanstalt für Wasserbau  
Außenstelle Küste  
Hamburg im Juni 1973



# Tiefenplan des Gatjebogens

Tiefen in m unter M SpTnW = NN - 1,78 m  
 Nach deutscher Peilung von Juni - Nov. 1965

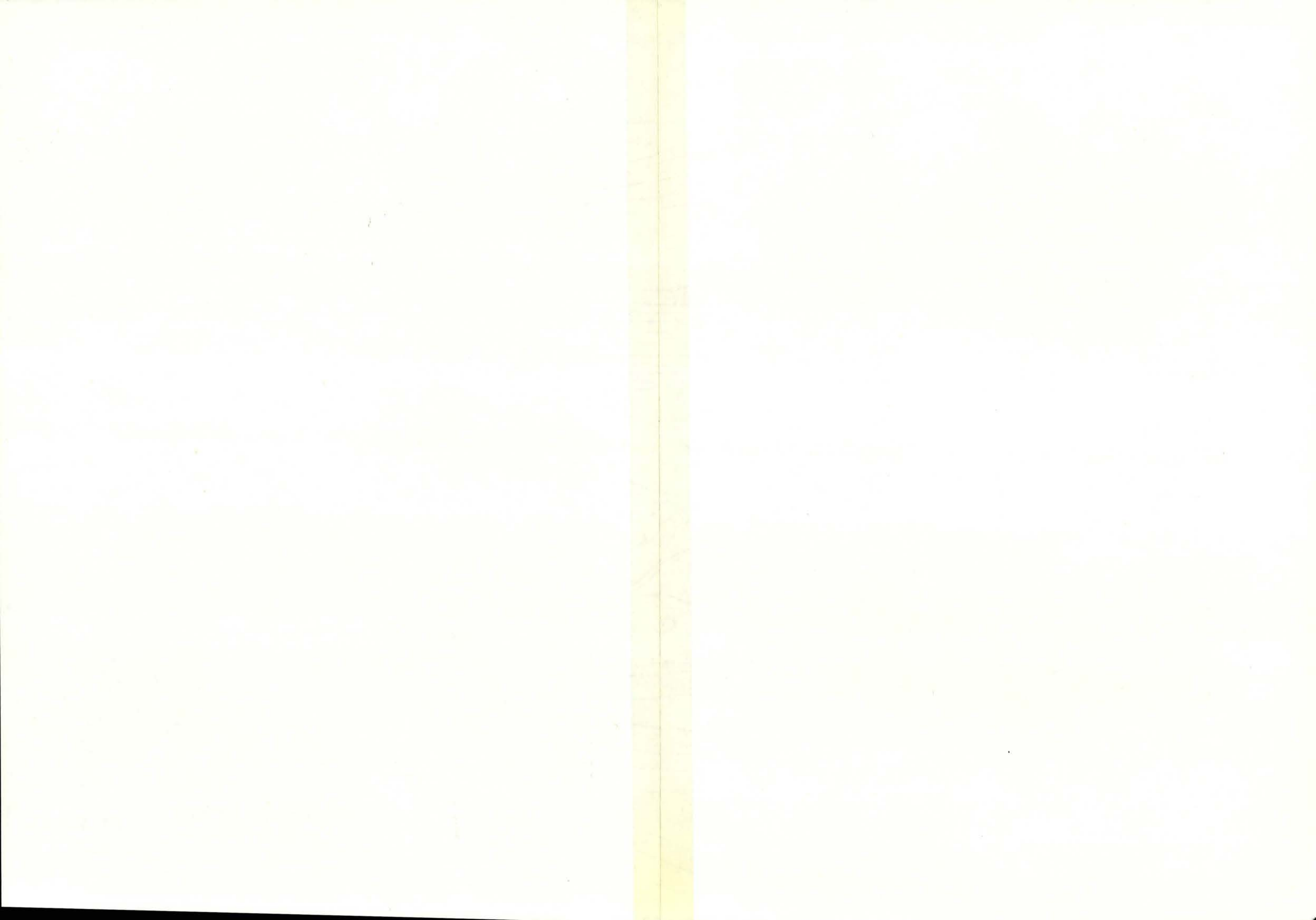
Zustand 3	10
Morphologie	1965
Übergang	1975



RIJKSWATERSTAAT		Anl. 16 f
NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND		P 206
		H.N.O.73/30.9 no. 271

Bundesanstalt für Wasserbau  
 Außenstelle Küste  
 Hamburg im Juni 1973

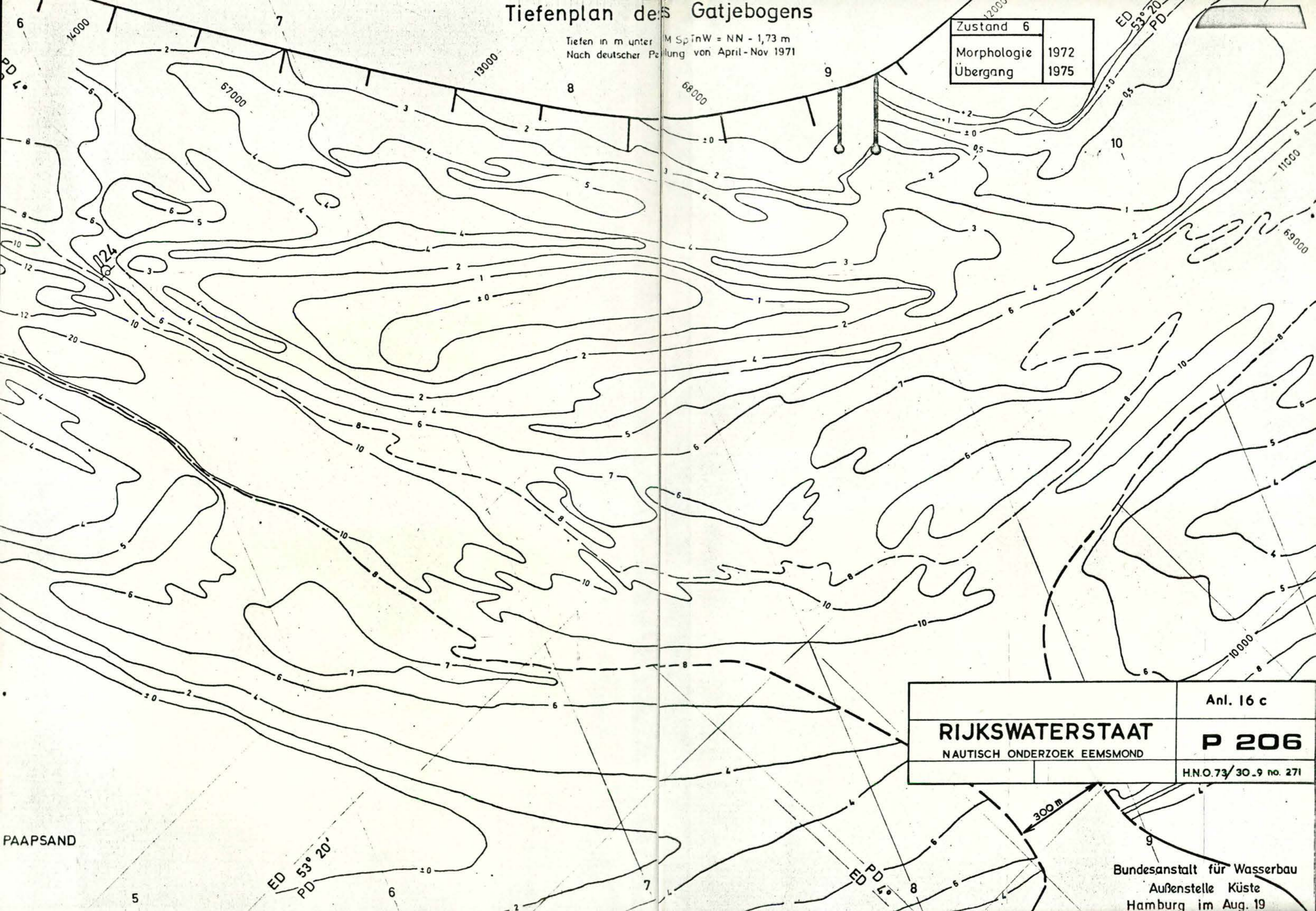




# Tiefenplan des Gatjebogens

Tiefen in m unter M Sp in W = NN - 1,73 m  
Nach deutscher Peilung von April-Nov 1971

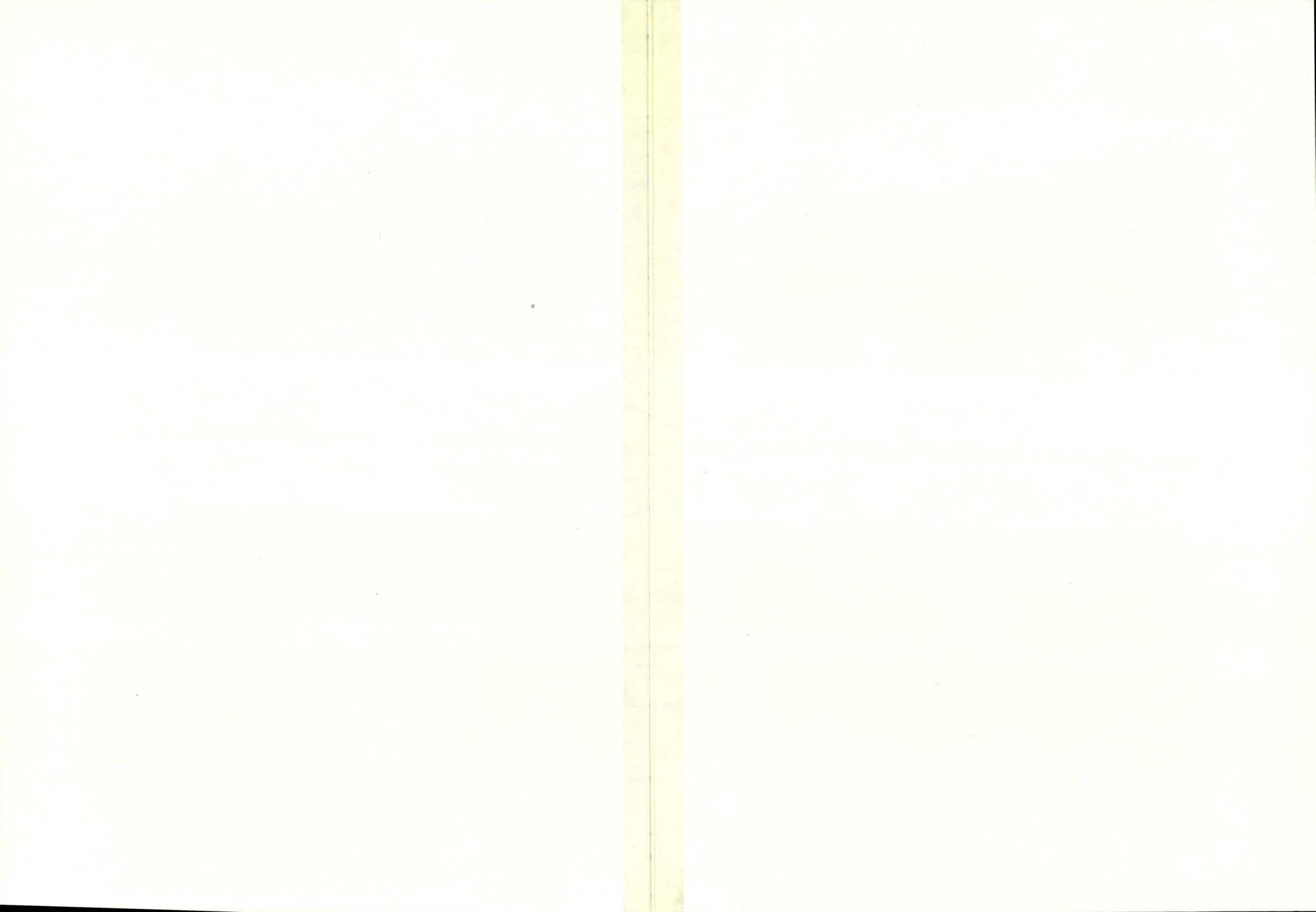
Zustand 6	
Morphologie	1972
Übergang	1975

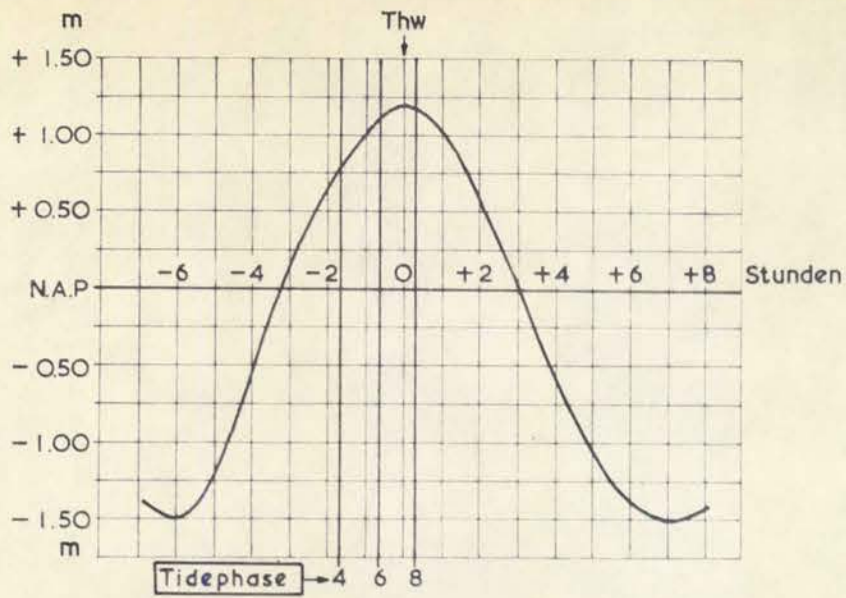


Anl. 16 c	
<b>RIJKSWATERSTAAT</b>	
NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	
<b>P 206</b>	
H.N.O.73/30.9 no. 271	

PAAPSAND

Bundesanstalt für Wasserbau  
Außenstelle Küste  
Hamburg im Aug. 19





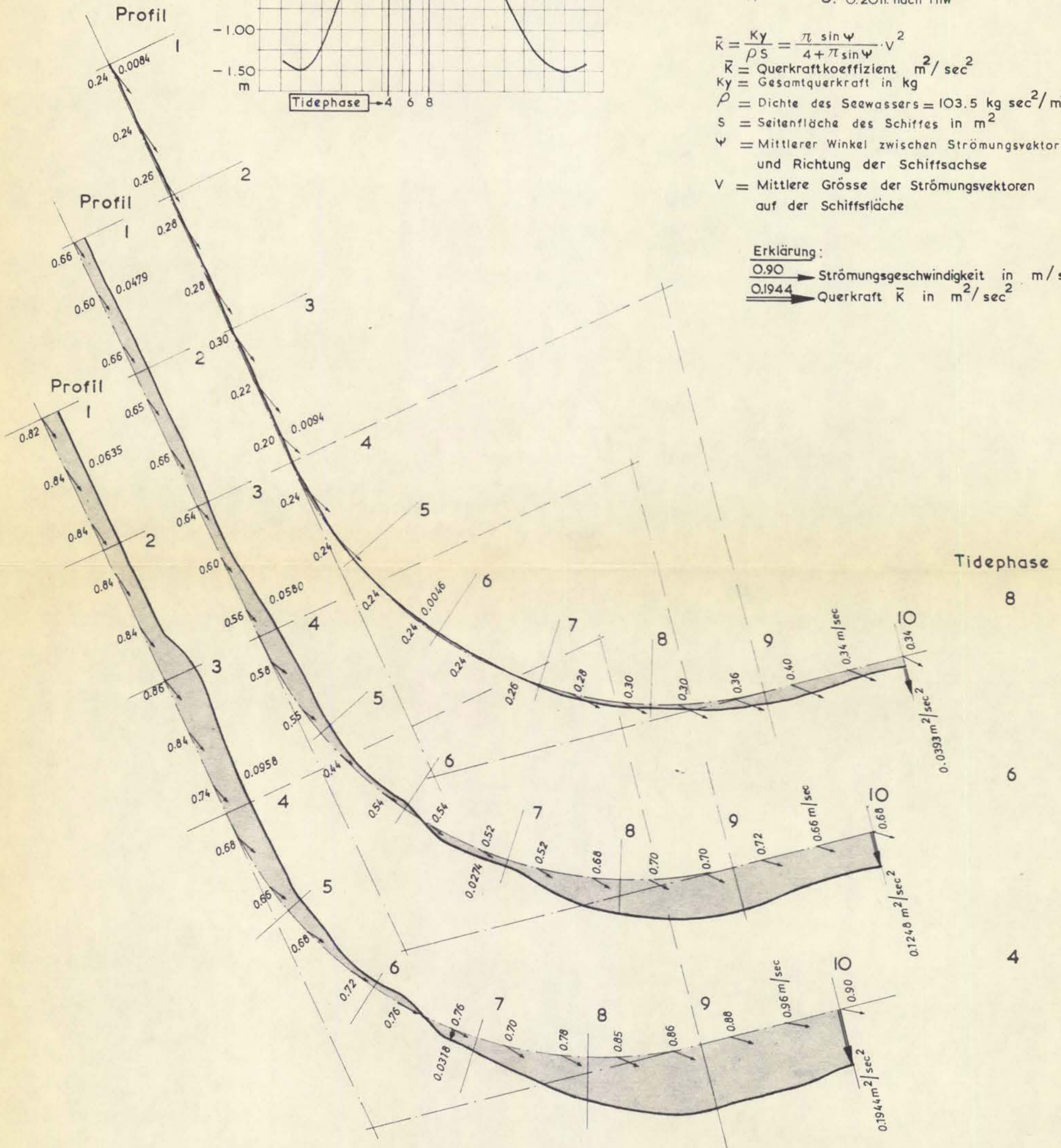
Zustand: 4  
 Morphologie: 1972  
 Übergang: 1965

Tidephase 4: 1.40h. vor Thw  
 " 6: 0.40h. vor Thw  
 " 8: 0.20h. nach Thw

$\bar{K} = \frac{K_y}{\rho S} = \frac{\pi \sin \Psi}{4 + \pi \sin \Psi} \cdot V^2$   
 $\bar{K}$  = Querkraftkoeffizient  $m^2/sec^2$   
 $K_y$  = Gesamtquerkraft in kg  
 $\rho$  = Dichte des Seewassers =  $103.5 \text{ kg sec}^2/m^4$   
 $S$  = Seitenfläche des Schiffes in  $m^2$   
 $\Psi$  = Mittlerer Winkel zwischen Strömungsvektor und Richtung der Schiffsachse  
 $V$  = Mittlere Größe der Strömungsvektoren auf der Schiffsfläche

Erklärung:

0.90 → Strömungsgeschwindigkeit in m/s  
 0.1944 → Querkraft  $\bar{K}$  in  $m^2/sec^2$



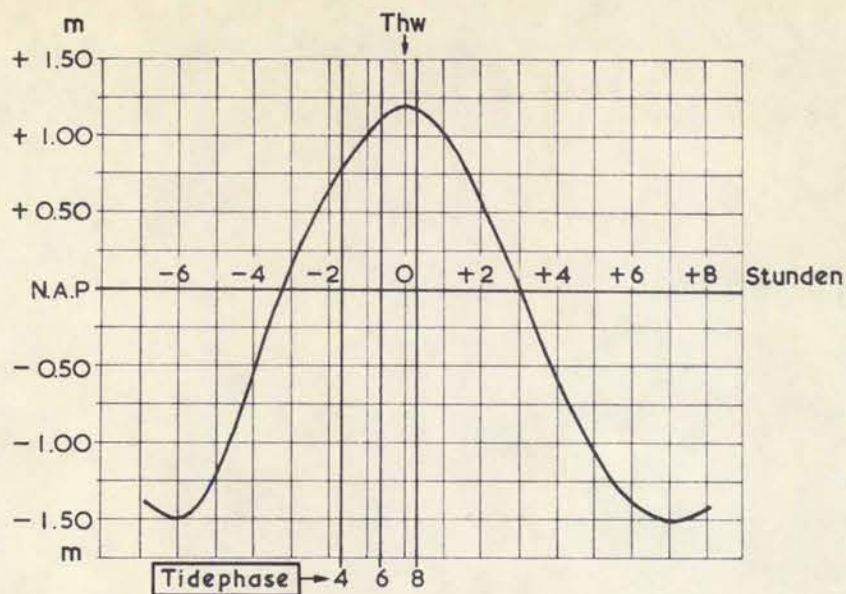
Berechnete Querkraft  $\bar{K}$  für Zustand 4  
 Tidephase 4, 6 und 8

Anl. 17 D

**RIJKSWATERSTAAT**  
 NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND

P 206

H.N.O.73/30-9 no.271



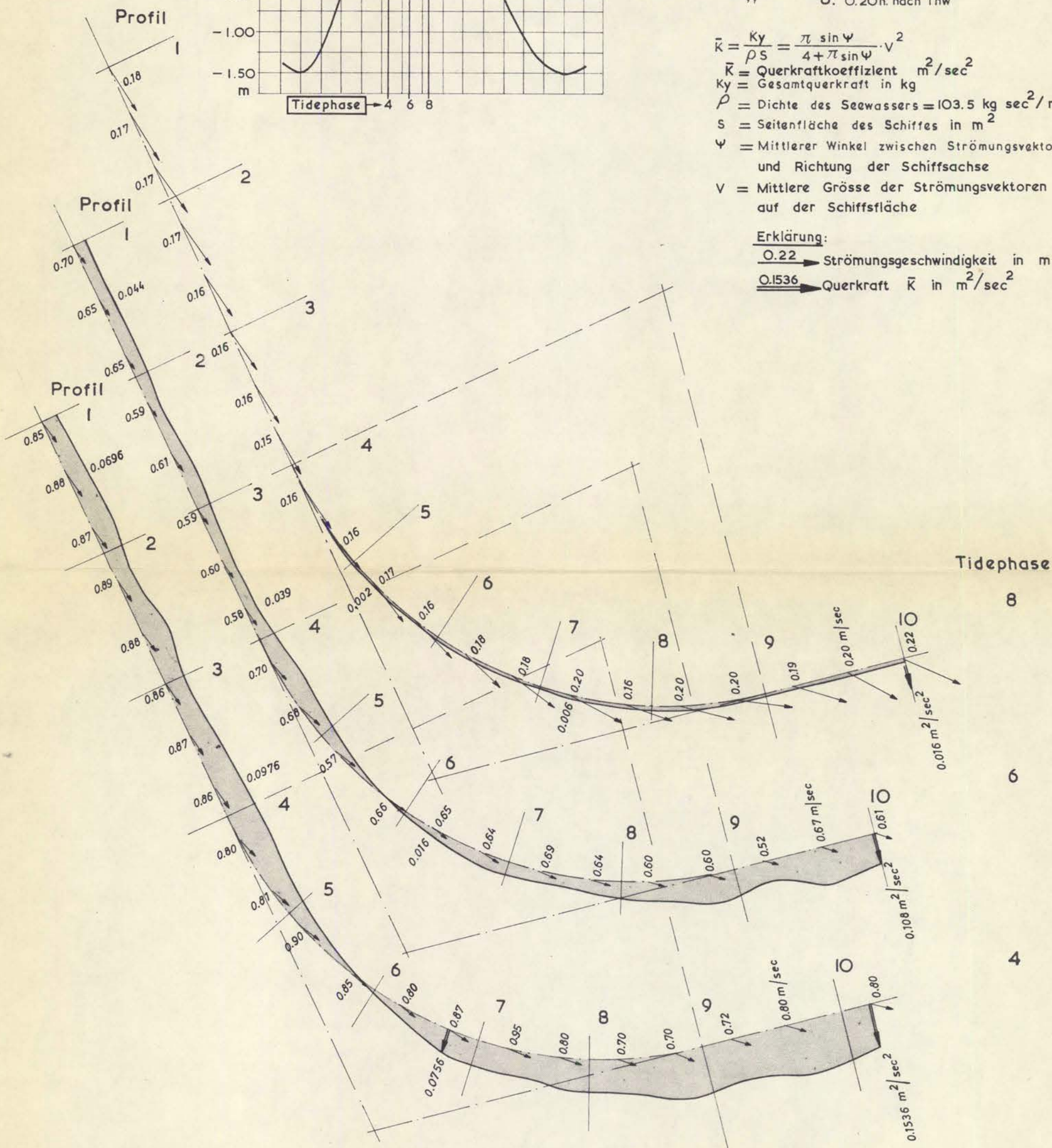
Zustand: 2  
 Morphologie: 1965  
 Übergang: 1972

Tidephase 4: 1.40h. vor Thw  
 " 6: 0.40h. vor Thw  
 " 8: 0.20h. nach Thw

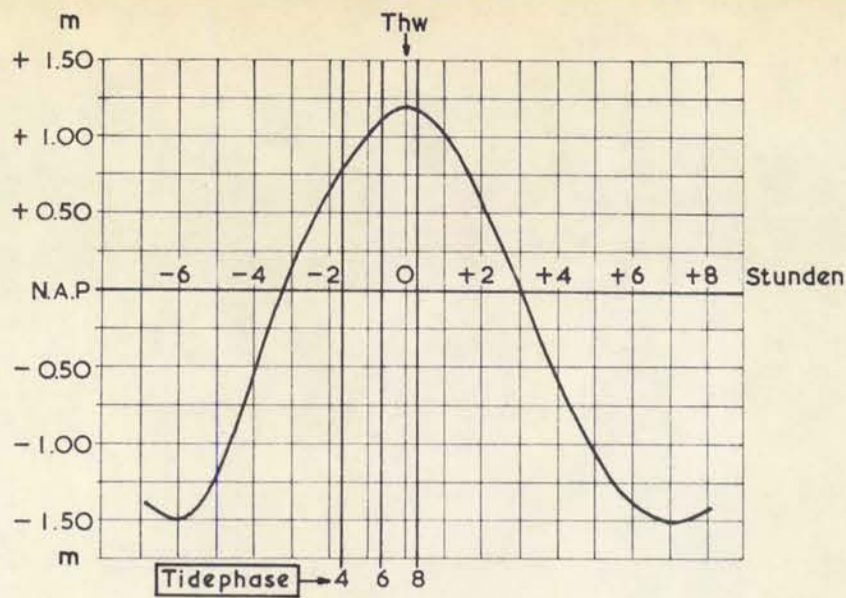
$\bar{K} = \frac{K_y}{\rho S} = \frac{\pi \sin \Psi}{4 + \pi \sin \Psi} \cdot v^2$   
 $\bar{K}$  = Querkraftkoeffizient  $m^2/sec^2$   
 $K_y$  = Gesamtquerkraft in kg  
 $\rho$  = Dichte des Seewassers =  $103.5 \text{ kg sec}^2/m^4$   
 $S$  = Seitenfläche des Schiffes in  $m^2$   
 $\Psi$  = Mittlerer Winkel zwischen Strömungsvektor und Richtung der Schiffsachse  
 $v$  = Mittlere Größe der Strömungsvektoren auf der Schiffsfläche

Erklärung:

0.22 → Strömungsgeschwindigkeit in m/s  
 0.1536 → Querkraft  $\bar{K}$  in  $m^2/sec^2$



Berechnete Querkraft $\bar{K}$ für Zustand 2 Tidephase 4, 6 und 8	Anl. 17 E
<b>RIJKSWATERSTAAT</b> NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	P 206
	H.NO.73/30-9 no.271

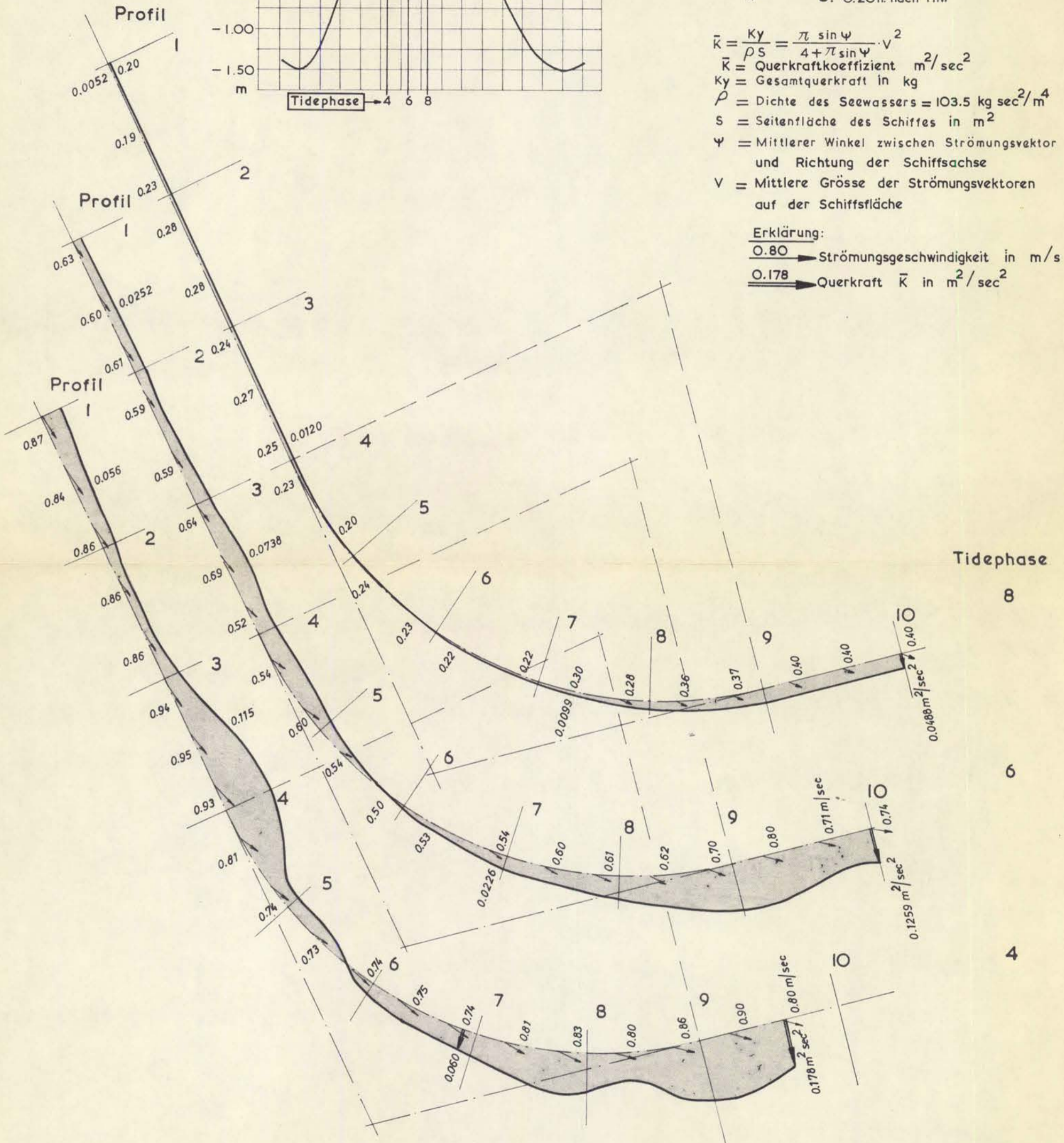


Zustand: 3  
 Morphologie: 1965  
 Übergang: 1975

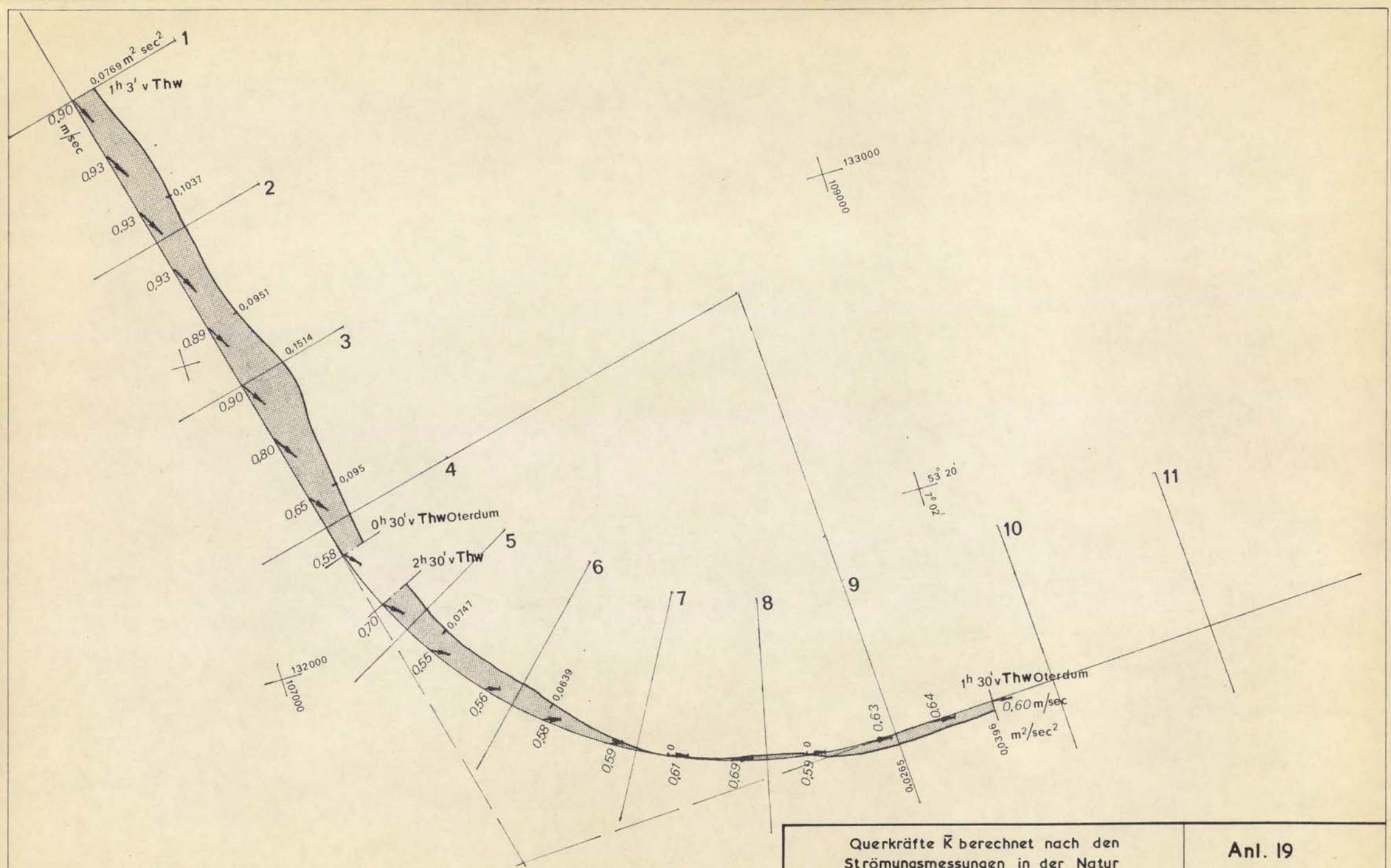
Tidephase 4: 1.40h. vor Thw  
 " 6: 0.40h. vor Thw  
 " 8: 0.20h. nach Thw

$\bar{K} = \frac{K_y}{\rho S} = \frac{\pi \sin \Psi}{4 + \pi \sin \Psi} \cdot v^2$   
 $\bar{K}$  = Querkraftkoeffizient  $m^2/sec^2$   
 $K_y$  = Gesamtkraft in kg  
 $\rho$  = Dichte des Seewassers =  $103.5 \text{ kg sec}^2/m^4$   
 $S$  = Seitenfläche des Schiffes in  $m^2$   
 $\Psi$  = Mittlerer Winkel zwischen Strömungsvektor und Richtung der Schiffsachse  
 $v$  = Mittlere Grösse der Strömungsvektoren auf der Schiffsfläche

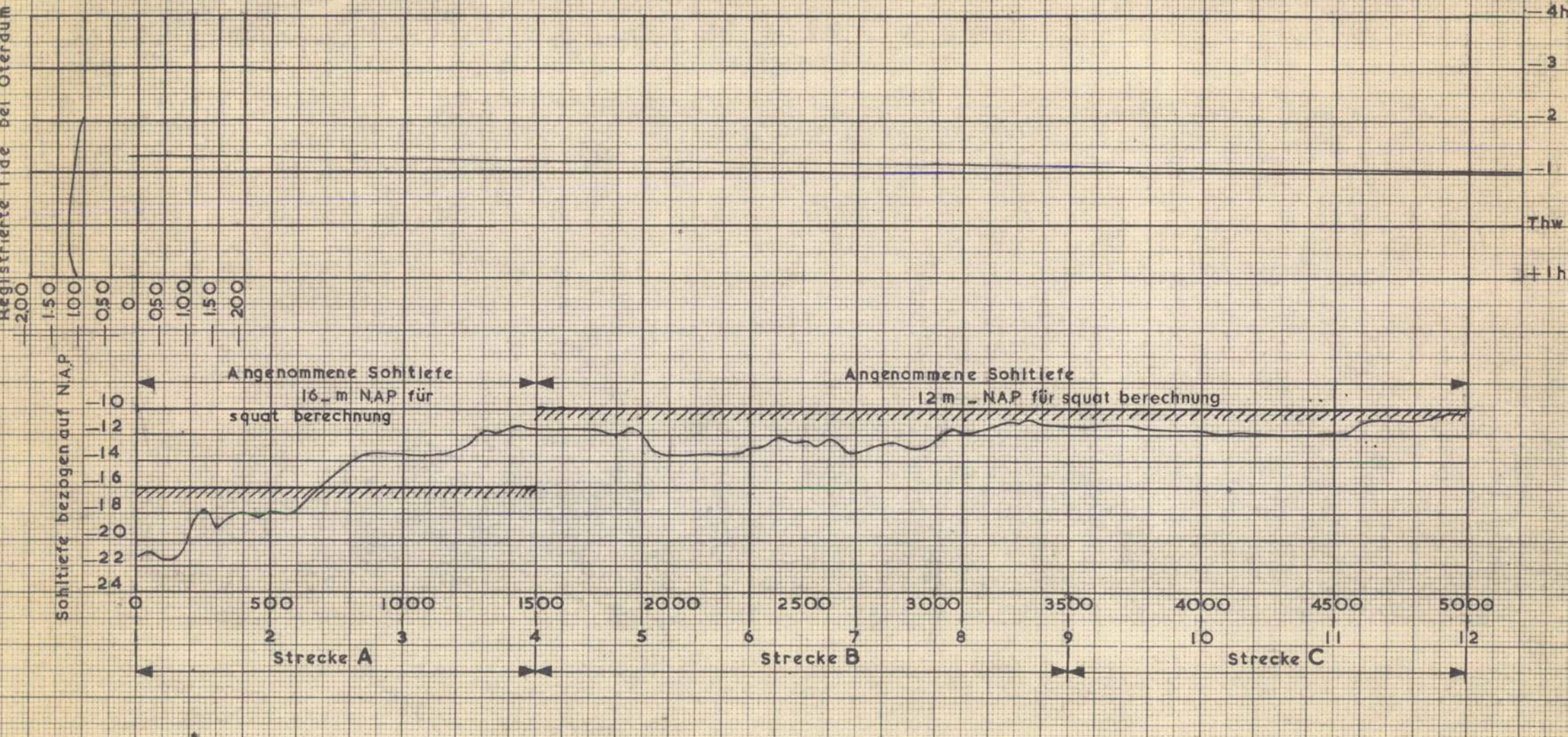
Erklärung:  
 0.80 → Strömungsgeschwindigkeit in m/s  
 0.178 → Querkraft  $\bar{K}$  in  $m^2/sec^2$



Berechnete Querkraft $\bar{K}$ für Zustand 3 Tidephase 4, 6 und 8	Anl. 17 F
<b>RIJKSWATERSTAAT</b> NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	P 206
	H.NO.73/30 - 9 no.271

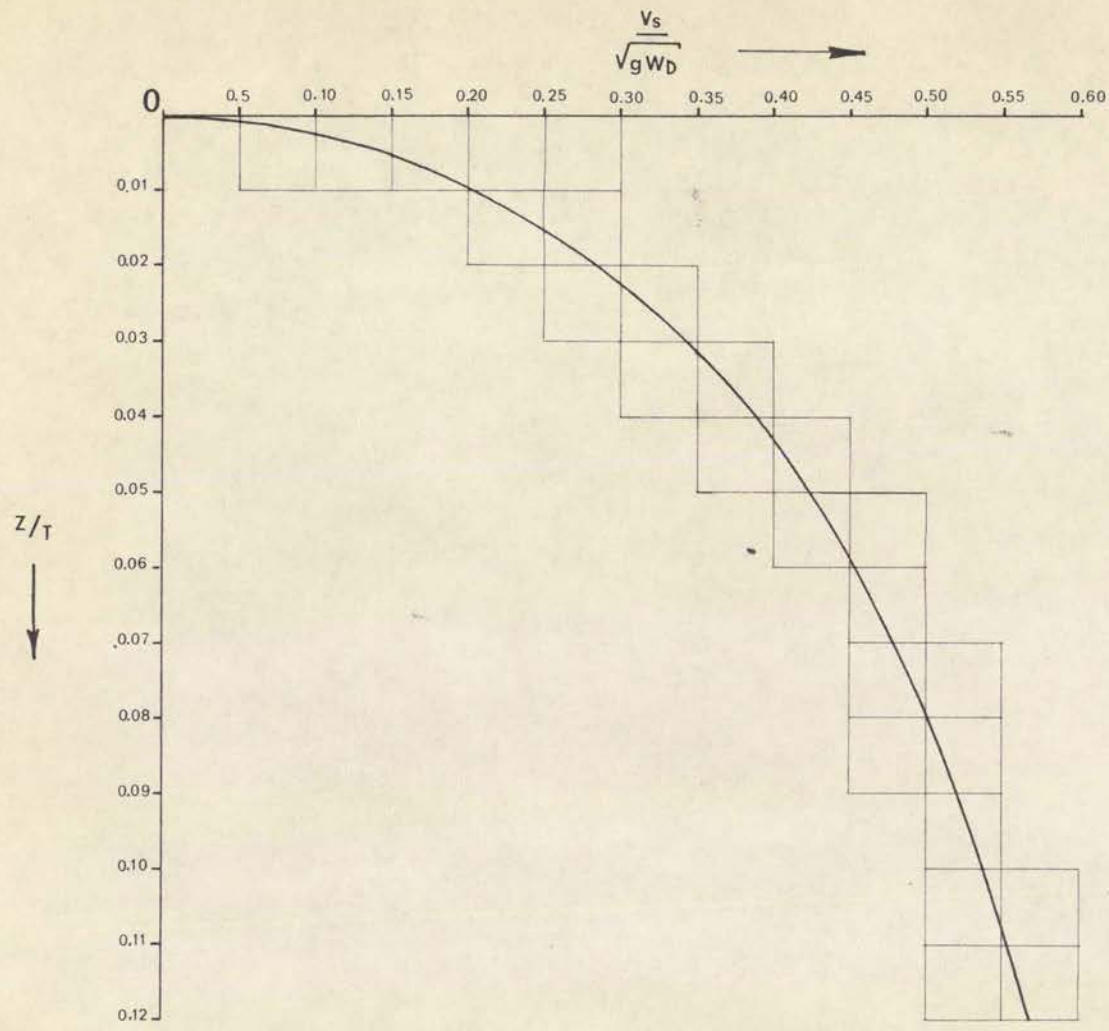


<p>Querkräfte <math>\bar{K}</math> berechnet nach den Strömungsmessungen in der Natur</p>	<p>Anl. 19</p>
<p><b>RIJKSWATERSTAAT</b></p> <p>NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND</p>	<p><b>P 206</b></p>
	<p>H.N.O. 73/30-9 no. 271</p>



Fahrtschema : Heinrich Schulte d.d. 9_1_73	Anl.20
<b>RIJKSWATERSTAAT</b> NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	P 206
	H.N.O 73/30-9 no 271





$V_S$  = Schiffsgeschwindigkeit in m/s  
 $g$  = 10 m/sec<sup>2</sup>  
 $W_D$  = Wassertiefe in m  
 $Z$  = Einsinken am  $V_L$  des Schiffes in m  
 $T$  = Mittlerer Tiefgang des Schiffes in m

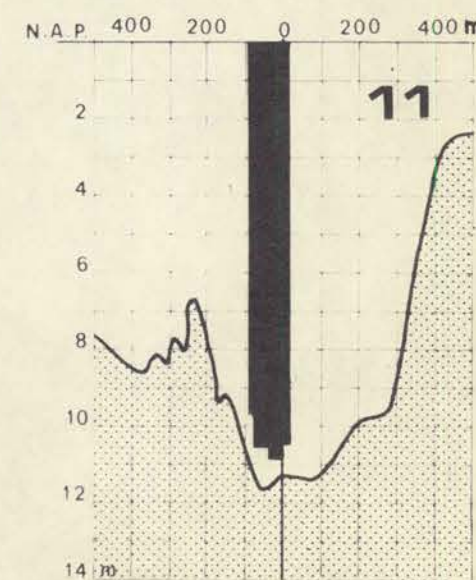
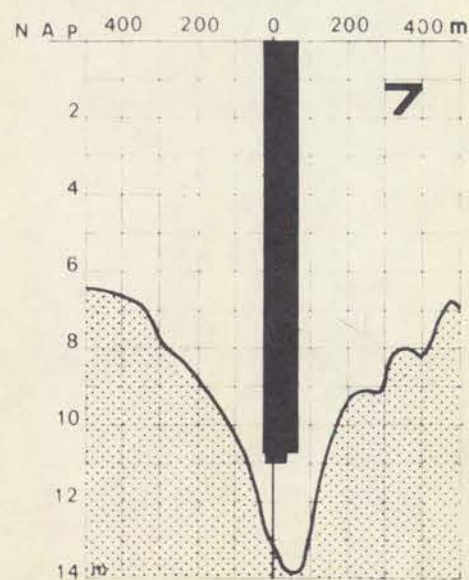
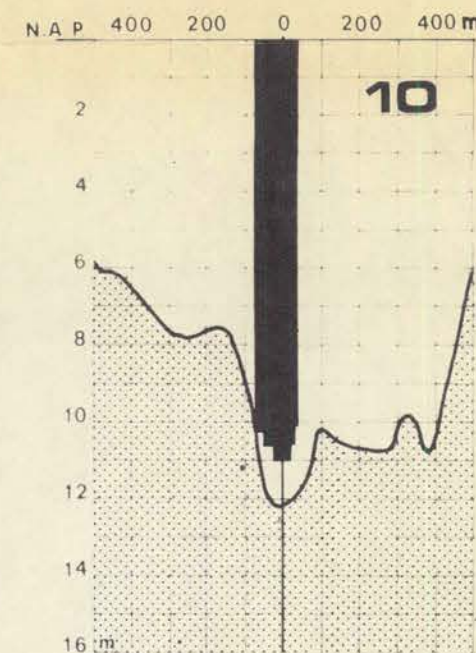
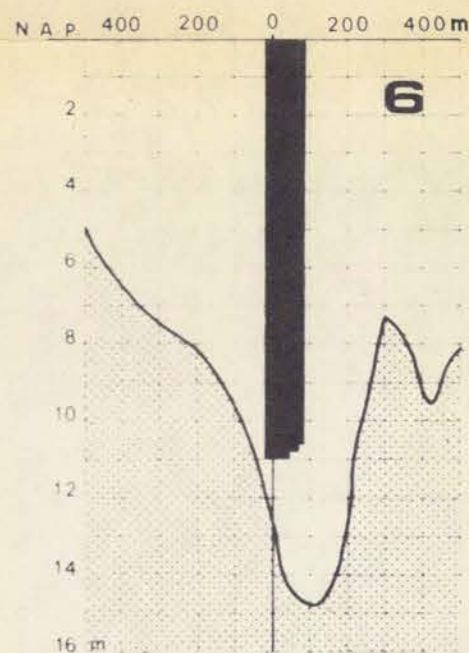
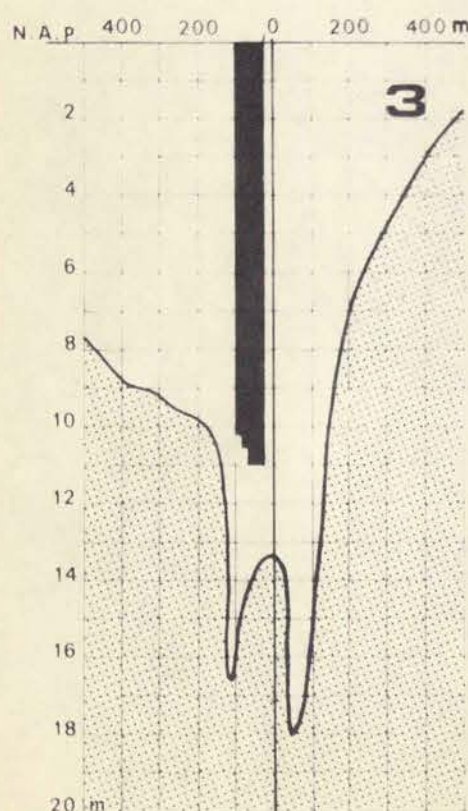
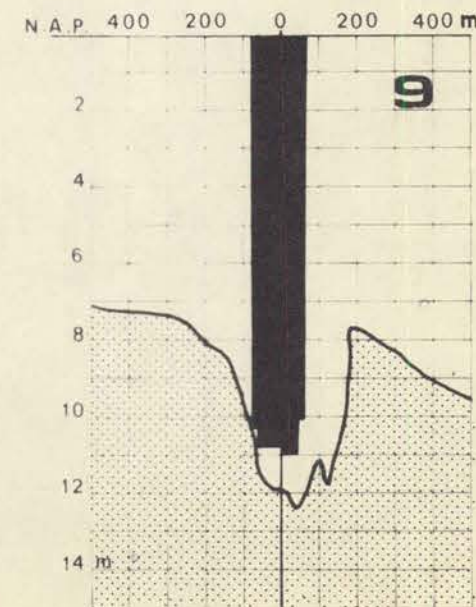
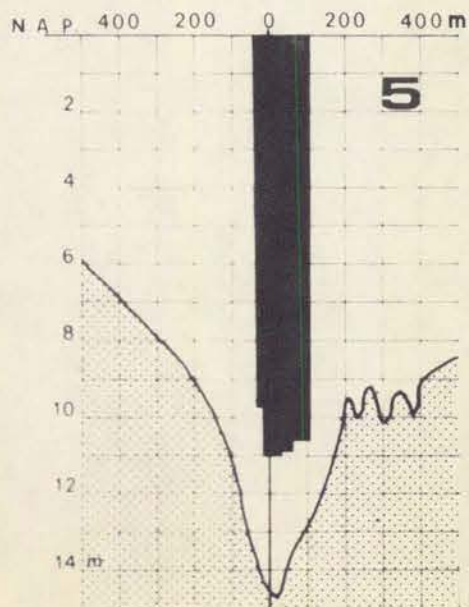
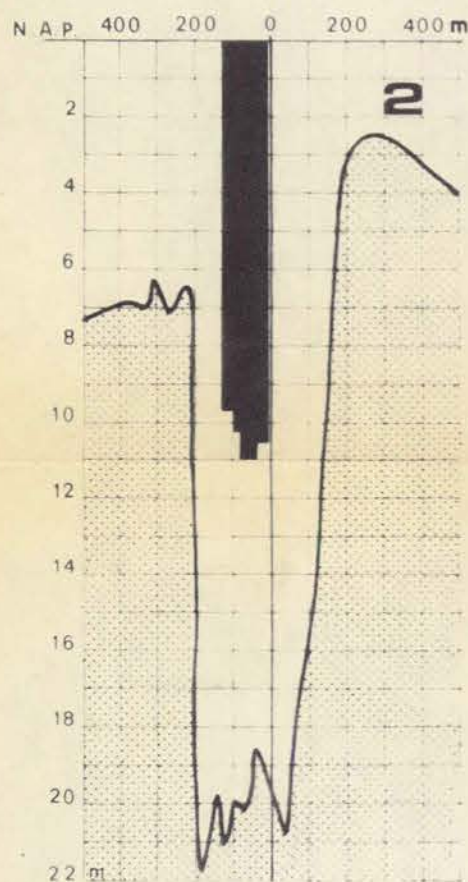
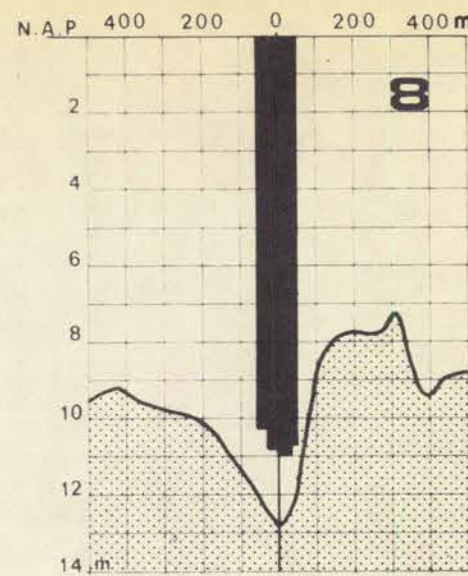
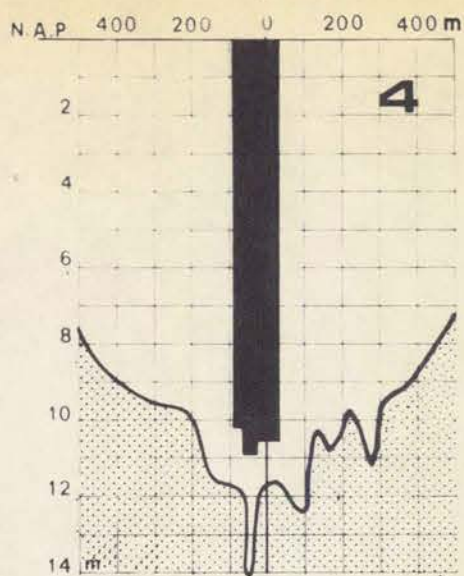
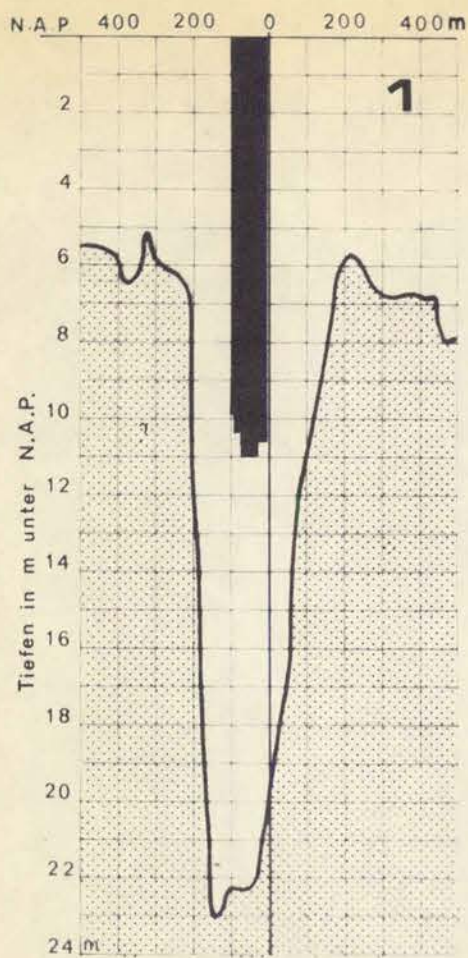
Beispiel: ca. 54000 dwt Bulkcarrier "Heinrich Schulte",  
 $T$  = 10,96 m  
 $W_D$  = 16,00 m + 1,06 m = 17,06 m  
 $V_S$  = 10,20 kn  
 $Z$  wird dann:  $V_S = 10,2 \times 0,5144 = 5,24$  m/sec

$$\frac{V_S}{\sqrt{g W_D}} = 0,403$$

$Z/T$  = gemäß Graphik 0,044  
 $Z$  = 10,96 x 0,044 = 0,48 m

Einsinken des Vorschiffs bei Schiffen ab ±30.000 dwt infolge der Fahrtgeschwindigkeit	Anl. 21
<b>RIJKSWATERSTAAT</b> NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	<b>P 206</b>
	H.N.O.73/30_9 no. 271

Süd Ufer ← | → Nord Ufer



**Bemerkung:**

N.A.P. = 13 mm über N.N.  
 O = Ort der idealen Fahrbahn  
 Die Querprofile stammen von der Gesamteilung  
 Gatjebogen und Südtail Bucht von Watum.  
 (Wasser- u. Schiffsamt Emden)  
 0m. ist Ort der idealisierten Fahrbahn (s. Anlage 2)

Ausnützung des Fahrwassers  
 durch 11 eingemessene Schiffe

**RIJKSWATERSTAAT**  
 NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND

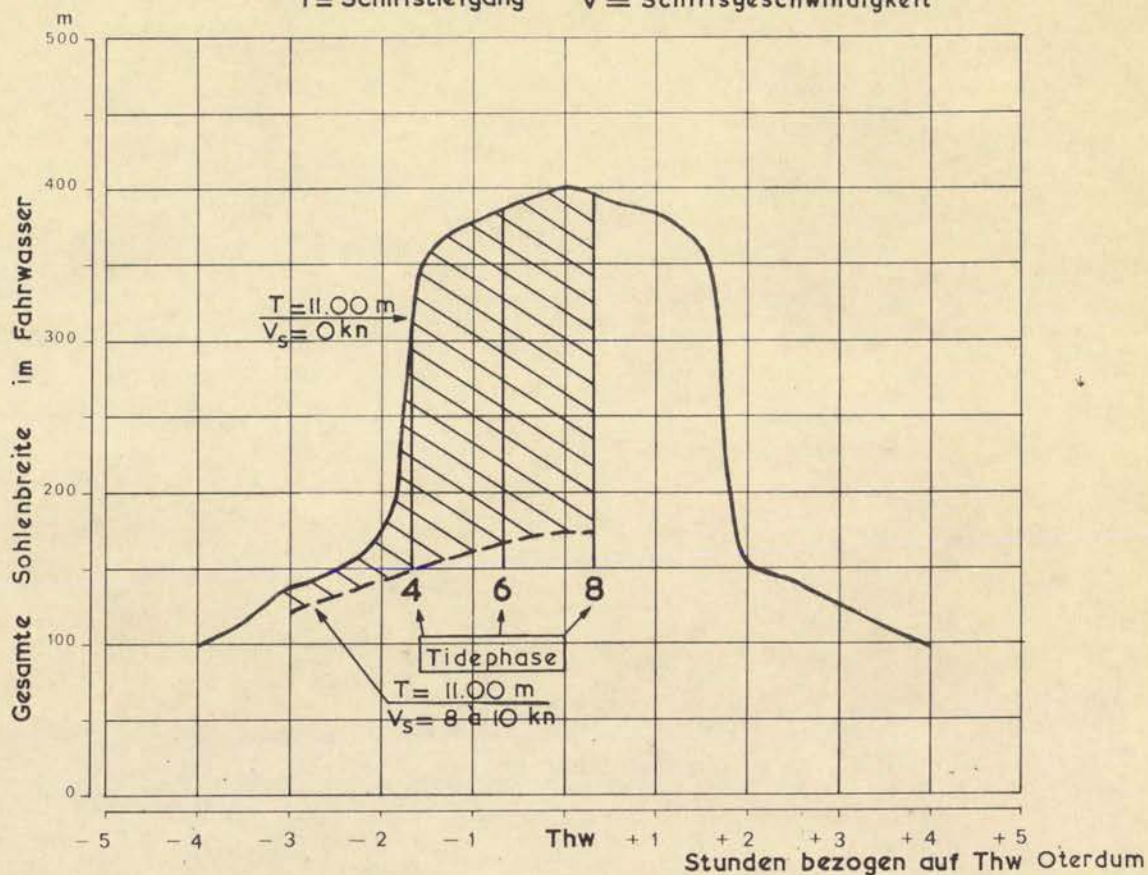
Anl. 22

P 206

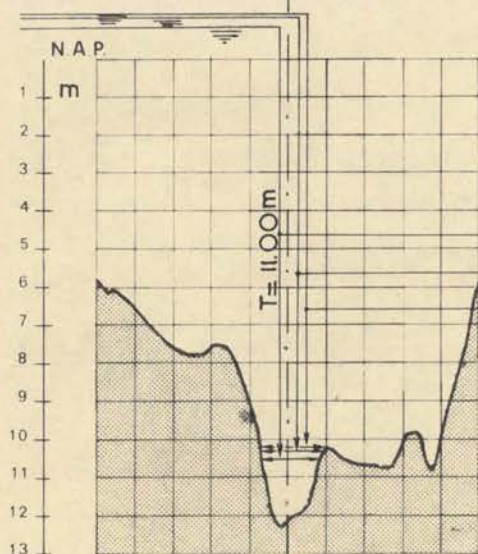
H.N.O.73/30-9 no 271

Verlauf der Sohlenbreite des Profils 10  
während der Tidephasen 4, 6 und 8

T = Schiffstiefgang V = Schiffsgeschwindigkeit



Süd Ufer 0 Nord Ufer  
m 400 200 200 400 m



Tidephasen 4 = 1.40 h. vor }  
Tidephasen 6 = 0.40 h. vor } Thw Oterdum; N.A.P. + 1.10 m  
Tidephasen 8 = 0.20 h. nach }  
N.A.P. = 13 mm über N.N.

Quer Profil 10

Verlauf Sohlenbreite des Profils 10  
bei Tiefgang 11.00 m  
Schiffsgeschwindigkeit 0 kn - 8 à 10 kn

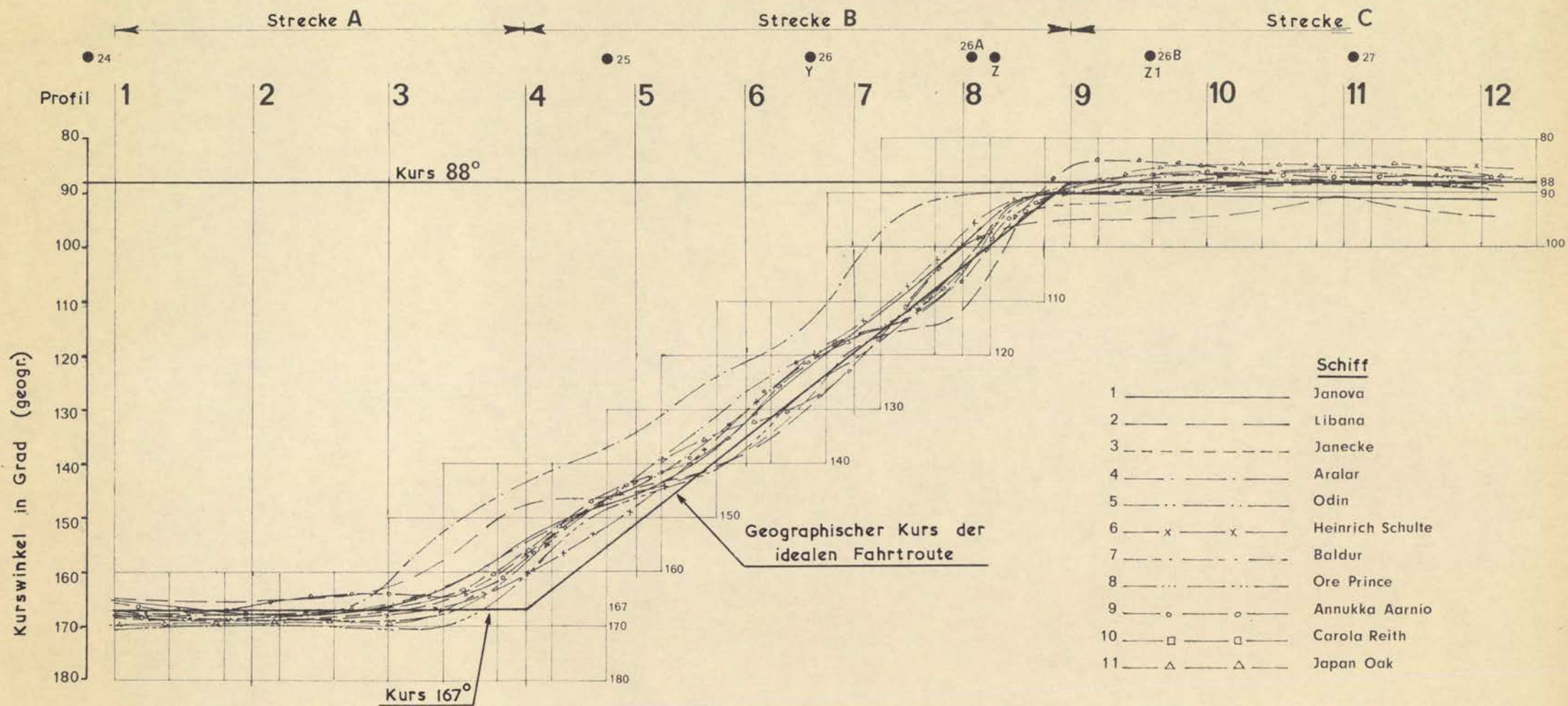
Anl. 24

**RIKSWATERSTAAT**

**P 206**

NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND

H.N.O. 73/30\_9 no 271



Verlauf der registrierten Kurswinkel  
in der Fahrtstrecke

Anl. 25

**RIJKSWATERSTAAT**

**P 206**

NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND

H.N.O. 73/30-9 no. 271

Inhalt

Teil II

	<u>Seite.</u>
I	
<u>Einleitung</u>	2
A. Allgemeines	2
B. Ziel der Messungen	2
C. Durchführung und Organisation der Schiffseinmessungen	2
II	
<u>Allgemeine Angaben</u>	2
A. Geographische Fahrwassereinteilung	2
B. Hydrographie des Fahrwassers	3
a. Schema des Fahrwassers	3
b. Längsprofil des Fahrwassers	3
c. Querprofile	3
d. Verlauf des Fahrwassers und Lage der Seezeichen	4
e. Die Gezeiten	4
f. Verhältnis von Tidehub zur nutzbaren Fahrwassertiefe	4
g. Barren im Fahrwasser	6
III	
<u>Schiffsmanövermessungen</u>	8
A. Ergebnisse der Schiffseinmessungen	8
B. Fahrtschema	8
C. Squat	9
D. Fahrwasserbreite	9
E. Fahrverhalten	9
a. Rudergebrauch	9
b. Schraubenanwendung	10
c. Driftwinkel	10
d. Fahrgeschwindigkeit	11
F. Zusammenfassung der Ergebnisse der Schiffseinmessungen.	11

A. Allgemeine

Die Vorkursarbeiten von 1971/72 sind von den besten Leistungen der  
Kandidaten an der Universität zu bezeichnen. Die meisten der Kandidaten  
haben sich in der ersten Runde der Vorkursarbeiten sehr gut bewiesen.  
Die Vorkursarbeiten von 1972/73 sind ebenfalls von den besten Leistungen  
der Kandidaten zu bezeichnen. Die meisten der Kandidaten haben sich  
in der ersten Runde der Vorkursarbeiten sehr gut bewiesen.

B. Die Vorkursarbeiten

Die Vorkursarbeiten von 1971/72 sind von den besten Leistungen der  
Kandidaten an der Universität zu bezeichnen. Die meisten der Kandidaten  
haben sich in der ersten Runde der Vorkursarbeiten sehr gut bewiesen.  
Die Vorkursarbeiten von 1972/73 sind ebenfalls von den besten Leistungen  
der Kandidaten zu bezeichnen. Die meisten der Kandidaten haben sich  
in der ersten Runde der Vorkursarbeiten sehr gut bewiesen.

C. Die Vorkursarbeiten

Die Vorkursarbeiten von 1971/72 sind von den besten Leistungen der  
Kandidaten an der Universität zu bezeichnen. Die meisten der Kandidaten  
haben sich in der ersten Runde der Vorkursarbeiten sehr gut bewiesen.  
Die Vorkursarbeiten von 1972/73 sind ebenfalls von den besten Leistungen  
der Kandidaten zu bezeichnen. Die meisten der Kandidaten haben sich  
in der ersten Runde der Vorkursarbeiten sehr gut bewiesen.

D. Allgemeine

Die Vorkursarbeiten von 1971/72 sind von den besten Leistungen der  
Kandidaten an der Universität zu bezeichnen. Die meisten der Kandidaten  
haben sich in der ersten Runde der Vorkursarbeiten sehr gut bewiesen.  
Die Vorkursarbeiten von 1972/73 sind ebenfalls von den besten Leistungen  
der Kandidaten zu bezeichnen. Die meisten der Kandidaten haben sich  
in der ersten Runde der Vorkursarbeiten sehr gut bewiesen.

## I Einleitung

### A. Allgemeines

Zur Vervollständigung von bereits früher verrichteten nautischen Messungen an tiefgehenden, einlaufenden Erzfrachtern wurde bei der Besprechung am 19. Oktober 1973 in Emden ~~bat man~~ deutscherseits, *gebeten* ergänzende Manövermessungen an grossen aus Emden auslaufenden Schiffen durchzuführen.

Das Kriterium für die Durchführung einer Messung war der Tiefgang. Bei einem grösseren Tiefgang als 30 ft (9,14 m) sollten die nautischen Messungen erfolgen.

Insgesamt wurden 5 Schiffe eingemessen.

### B. Ziel der Messungen

Das Ziel der Untersuchungen war, an Hand genauer Messungen eine bessere Einsicht in eventuelle navigatorische Probleme - in bezug auf das Fahrverhalten - von auslaufenden Schiffen im Bereich des Gattjebogens zu erhalten. Es handelt sich um Schiffe, die infolge ihres Tiefgangs an die Fahrrinne gebunden sind.

### C. Durchführung und Organisation der Schiffseinmessungen

Genau wie bei den Einmessungen von einlaufenden Schiffen wurde wiederum von den gleichen Dienststellen, die auf S. 3 von Teil I unter I B aufgeführt sind, ein Messprogramm aufgestellt. Die Messungen wurden in guter Zusammenarbeit zwischen dem Wasser- und Schifffahrtsamt Emden und der Forschungsstelle Delfzijl des Rijkswaterstaat Direktion Groningen ausgeführt.

Eine nähere Beschreibung der Organisation und der Weise, wie die verschiedenen Daten registriert wurden, enthält Anhang II.

Bei jeder Schiffseinmessung erfolgte eine simultane Vertikalströmungsmessung am festen Messpunkt mit folgenden Koordinaten:  $53^{\circ} 19' 20''$  N,  $7^{\circ} 1' 2''$  E (ED).

## II Allgemeine Angaben

### A. Geographische Fahrwassereinteilung

Für das Untersuchungsgebiet reicht eine nähere Beschreibung aus





für den Fahrwasserbereich von der Tonne 29 im Emdener Fahrwasser bis zur Tonne 23 im Ostfriesischen Gatje.

Vollständigkeitshalber sind jedoch alle Tiefenpläne vom Emsmündungsgebiet zwischen Emden und der offenen See bis zur Tonne H/1 im Hubertgat diesem Bericht beigelegt worden. Zur näheren Orientierung sei hierzu auf die Anlage 1 von Teil I und auf die Anlagen 37 bis 43 verwiesen.

## B. Hydrographie des Fahrwassers

### a. Schema des Fahrwassers

Der nautischen Analyse wurde dieselbe idealisierte Fahrtroute mit gleicher Profileinteilung zugrunde gelegt wie bei der Analyse von einlaufenden Schiffen, Teil I.

In der Anlage 44 ist die idealisierte Fahrtroute dargestellt worden mit den heutigen Tonnenlagen und Tonnenbezeichnungen, wobei auch die 1972/73 geltende Betonung angegeben ist.

### b. Längsprofil des Fahrwassers

Bereits während der Schiffseinmessung oder unmittelbar danach ist mit Hilfe einer Echolotaufzeichnung an Bord eines Messfahrzeuges der Forschungsstelle Delfzijl der Bodentopographie des Fahrwassers in der wirklich durchfahrenen Strecke ermittelt worden. In der Anlage 45 ist von den fünf eingemessenen Schiffen dieses Messergebnis aufgetragen worden.

Die obere und die untere Umhüllende der gemessenen Werte wurde in der Anlage 46 dargestellt.

In der Anlage 47 ist neben der historischen Entwicklung auch der für die Analyse relevante Verlauf des Bodenprofils gezeichnet worden. Zur Ergänzung des in der Anlage 6 des Berichtes über die einlaufenden Massengutschiffe dargestellten Längsprofils ist auch der Bodenverlauf vom Oktober 1973 eingezeichnet worden.

### c. Querprofile

Auf der Anlage 48 sind die Querprofile des Fahrwassers 1 bis 11 eingetragen worden. Diese Querprofile beruhen auf Peilungen vom Oktober 1973 des Wasser- und Schifffahrtsamtes Emden.



Mittels dieser Querschnitte, der Positionsbestimmungen (s. Anhang II) und des örtlichen und augenblicklichen Wasserstandes ist die nutzbare Fahrwasserbreite, die einem Schiff zur Verfügung steht, bestimmt worden.

In Kapitel III/D ist hierauf näher eingegangen worden.

d. Verlauf des Fahrwassers und Lage der Seezeichen

In Ergänzung zum bereits in den Anlagen 12 und 44 Dargestellten ist hinsichtlich der Lage und der Bezeichnung der Tonnen die letzte Änderung von 1974 angegeben worden.

Zudem erfolgte eine geringe Ausbreitung nach Osten in Richtung auf das Emdener Fahrwasser.

e. Die Gezeiten

Entsprechend dem Verfahren bei den einlaufenden Schiffen (s. Beschreibung auf S. 7, Teil I) wurde auch bei den auslaufenden Schiffen für den Bereich des Gatjebogens die am Schreibpegel Oterdum registrierte Tide als repräsentativ für die ganze Fahrtstrecke angesehen.

Die mittlere Fahrtdauer auf dieser Strecke betrug etwa 25 Minuten.

f. Verhältnis von Tidehub zur nutzbaren Fahrwassertiefe

Unter Berücksichtigung der gesamten zurückzulegenden Strecke von Emden zur Tonne H/1 im Hubertgat wird die nutzbare Fahrwassertiefe durch folgende Faktoren bestimmt:

1. die Tiefe der Sohle

U.a. infolge der Tidebewegung bilden sich in diesem Gebiet Ebb- und Flutrinnen aus, wodurch Barren im Fahrwasser entstehen können.

2. aufgrund der Tidebewegung läuft eine Flutwelle aus der Nordsee in die Flussmündung ein.

Für das vorstehend genannte Gebiet ist auf den Anlagen 37 bis 43 das betonnte Fahrwasser dargestellt, wobei die Mitte der Fahrwasserbreite mit \_\_\_ \_ \_\_\_ angegeben worden ist. Die Tiefen auf dieser Linie sind in den Anlagen 53, 54 und 55 bestimmt und eingetragen worden. Es ist anzumerken, dass bei der Lage des Boden-



profils mit der kleinsten vorhandenen Tiefe gerechnet worden ist unter Berücksichtigung einer Abweichung nach beiden Seiten von der Kurslinie bis zur Fahrwassermitte von etwa 25 m (etwa Schiffsbreite).

Die zu befahrende Fahrtroute kann in die nachstehenden Abschnitte unterteilt werden. Für jeden Fahrwasserabschnitt ist ein Pegel angegeben worden, dessen Wasserstandsaufzeichnung als relevant für diese Fahrtstrecke zu betrachten ist.

Fahrwasserabschnitte von Emden bis zur Tonne H/1 - Hubertgat	Relevanter Pegelstandort für nebenstehende Fahrwasserab- schnitte
Emder Fahrwasser	} Pegel Emden - Grosse Seeschleuse } Pegel Oterdum } Pegel Eemshaven } Pegel Horsborngat } Pegel Hubertgat
Ostfr. Gatje/Gatjebogen	
Dukegat	
Randzelgat	
Horsborngat	
Hubertgat	

Der Verlauf der mittleren Tide für das Untersuchungsgebiet geht aus Anlage 50 hervor.

Auf den Anlagen 51 und 52 sind die Tidekurven der tatsächlich gelaufenen Tiden vom 26. Januar 1974 bzw vom 13./14. März 1974 von den oben genannten Pegeln aufgetragen und auf Thw Oterdum bezogen worden. Es ist zu berücksichtigen, dass der Pegel Horsborngat am 26. Januar 1974 ausgefallen ist. In der Anlage 51 ist anstelle dieses Pegels die Wasserstandsaufzeichnung des Pegels Borkum-Südstrand benutzt worden.

Bei dem Vergleich der gelaufenen Tiden mit der mittleren Tide ergeben sich folgende Unterschiede in bezug auf Thw am Pegel Oterdum:

mittlere Tide : Thw Oterdum	= + 1.26 m N.A.P.
gelaufene Tide: Thw Oterdum am 26.1.74	= + 1.09 m N.A.P.
gelaufene Tide: Thw Oterdum am 13./14.3.74	= + 1.12 m N.A.P.



g. Barren im Fahrwasser

Bei Betrachtung des unter f genannten Fahrwassers ergibt sich, dass auf der Strecke zwischen der Grossen Seeschleuse Emden und dem Randzelgat an verschiedenen Stellen Barren vorhanden sind, die faktisch als massgebend für die Fahrwassertiefe des Abschnittes, in dem sie liegen, betrachtet werden können.

Der Abstand dieser Barren von der Grossen Seeschleuse Emden ist aus Anlage 53 zu ersehen, wo das Längsprofil des Fahrwassers dargestellt ist. Dieser Abstand beträgt:

Barren Nr.	Abstand zur Seeschleuse Emden in km.	Tiefe bezogen auf N.A.P. in m.	Relevanter Pegel
1	1,25	10,30	Emden
2	1,5	10,30	Emden
3	18	10,30	Oterdum
4	24	11,30	Eemshaven
5	34	10,70	Eemshaven
6	42	11,00	Horsborngat

Bemerkung: Die Fahrwassertiefe im Horsborngat und im Hubertgat ist so gross, dass in diesem Teil der Fahrtroute mit keinerlei Behinderung gerechnet werden braucht.

Wenn man von einer Reihe von Faktoren ausgeht, die nachstehend näher aufgeführt sind, ist es möglich, ein sog. Zeitplan-Diagramm zu entwerfen. Diese Diagramme dienen zur Aufstellung von Fahrtplänen.

Anlage 53 enthält ein derartiges Zeitplan-Diagramm, wobei von folgenden Voraussetzungen ausgegangen worden ist:

1. Es wird angenommen, dass der grösste Tiefgang der Schiffe nicht grösser als 9.80 m ist
2. Hinsichtlich der Keelclearance wurde folgendes berücksichtigt:
  - a. vom Anfangspunkt (Grosse Seeschleuse Emden) bis 30 km (ca. 16,2 sm) davon entfernt: 10% des Schiffstiefgangs.
  - b. für die restliche Fahrtroute, bis etwa 50 km (ca. 27 sm): 15% des Schiffstiefgangs.





3. Hinsichtlich der Wasserstände in den verschiedenen Fahrwasserabschnitten wird die mittlere Tide zugrunde gelegt, wie sie die Anlage 50 enthält.

Bemerkung:

Hinsichtlich der Unterschiede in der Keelclearance, mit denen auf der gesamten Fahrtroute gerechnet wird, muss folgendes bemerkt werden: Es ist üblich, dass bei diesem Schiffstyp unter normalen Fahrtbedingungen, d.h. Fahrtgeschwindigkeiten von 15 bis 17 Kn, die Wassertiefe nicht kleiner als das 1,15-fache des Schiffstiefgangs betragen darf in einem Gebiet, das mehr oder weniger exponiert liegt hinsichtlich Welleneinlauf aus der offenen See. Dass von diesem Mass abgewichen worden ist auf den ersten 30 km - mit einer minimalen Wassertiefe vom 1,10-fachen des Schiffstiefgangs - ist vertretbar, weil die mittlere Fahrtgeschwindigkeit in diesem Fahrwasserteil auffallend geringer sein wird als die vorgenannte. Ausserdem können Schiffsbewegungen infolge Welleneinfluss vernachlässigt werden.

Die von der Fahrtgeschwindigkeit abhängige Zunahme des Schiffstiefgangs (Squat) wird daher auffallend geringer sein.

Wenn die zur Verfügung stehende Zeit, in der unter Berücksichtigung aller vorstehenden Faktoren das Fahrwasser zu durchlaufen ist, optimal ausgenutzt werden soll, so kann die mittlere Fahrtgeschwindigkeit 6 Kn betragen.

Wenn ein Schiff aus irgendeinem Grund später aus Emden ausläuft, wird die verfügbare Passierzeit ebenfalls kürzer werden und daher muss die Fahrtgeschwindigkeit erhöht werden. Ein Beispiel dafür ist ebenfalls in Anlage 53 enthalten mit einer mittleren Fahrtgeschwindigkeit von 10 Kn, wobei sich ergibt, dass das Schiff 1,5 h später abfahren kann.

Analog zu dem hier beschriebenen Verfahren ist für zwei der fünf eingemessenen Schiffe ein für diese Schiffe passendes Zeitplan-Diagramm entworfen worden, wobei die tatsächlich gelaufene Tide, wie sie die Anlagen 51 und 52 zeigt, berücksichtigt worden ist.



Auf Anlage 54 ist das Zeitplan-Diagramm dargestellt worden für MS "Choko Maru" und auf Anlage 55 für MS "Lucie Schulte". Zu bemerken ist, dass das Geschwindigkeitsdiagramm nur für den Bereich des Gatjebogens gezeichnet werden kann, weil nur für diesen Abschnitt des Fahrwassers Messergebnisse zur Verfügung standen.

In Anbetracht der Tatsache, dass es sich nur um einen kleinen Teil der gesamten Fahrtroute handelt und somit die Wahl des Maszstabes vorgegeben war, ist für den näher untersuchten Bereich des Gatjebogens für jedes Schiff eine gesonderte Zeichnung erstellt worden, nämlich die Anlagen 56 bis 60.

### III Schiffsmanövermessungen

#### A. Ergebnisse der Schiffseinmessungen

Um einen Eindruck vom Fahrverhalten von auslaufenden Schiffen im Gebiet des Gatjebogens zu erhalten, wurden fünf Schiffe eingemessen (s. Tabelle 1 von Teil II).

Hinsichtlich der gemessenen Werte wird auf die Beschreibung auf S. 20 von Teil I verwiesen, wo die einlaufenden Schiffe behandelt worden sind.

Die Ergebnisse dieser Messungen sind auf Zeichnungen dargestellt und als Anhang II sowie als Anlagen 61 bis 65 diesem Bericht angefügt worden.

Die Tabelle 1 (Teil II) enthält folgende Daten:

1. Name und Hauptabmessungen der Schiffe.
2. Tidehochwasser und Wasserstand zur Zeit der Passage mit Zeitangabe. Alle Angaben sind auf den Pegel Oterdum bezogen.
3. Mittlerer Tiefgang während der Fahrt und die mittlere Fahrtgeschwindigkeit im Bereich der Route im Gatjebogen.

#### B. Fahrtschema

Analog zum im Teil I beschriebenen Verfahren, sind auch für die auslaufenden Schiffe die Fahrtschemas entworfen und in den Anlagen 56 bis 60 für den Bereich des Gatjebogens dargestellt worden. Hin-



sichtlich des Fahrschemas für die Strecke von Emden bis zur offenen See wird auf Abschnitt II-B-9 verwiesen.

C. Squat

Hinsichtlich der Beschreibung und der Berechnungsweise des squat wird auf den Text unter C auf S. 21 des Berichtes über die einlaufenden Schiffe, Teil I, verwiesen sowie auf die zugehörigen Anmerkungen.

D. Fahrwasserbreite

Auf den Anlagen 61 bis 65 sind Positionen von jedem eingemessenen Schiff (pro Minute) sowie die verfügbare Fahrwasserbreite aufgetragen worden. Hinsichtlich der Bestimmung der Fahrwasserbreite wird auf das auf S. 22 von Teil I beschriebene Verfahren verwiesen.

Wie aus den Anlagen hervorgeht, tritt die kleinste Breite in der unmittelbaren Umgebung von Profil 11 (Tonne 27) auf.

E. Fahrverhalten

a. Rudergebrauch

Bei einer genauen Betrachtung der Aufzeichnungen über die Ruderbewegungen ist folgendes zu bemerken:

1. Im geraden Anlaufteil (Emder Fahrwasser) bis zur Tonne 26a fallen die grössten Ruderausschläge in unmittelbarer Nähe der Tonne 28 an. Die Ruderwinkel betragen hier maximal etwa  $20^{\circ}$  nach BB und SB.

Dieses kann vielleicht darauf zurückgeführt werden, dass

- a. das Fahrwasser hier seine Richtung ändert,
- b. das Schiff hier den Geiseleitdamm-Bereich verlässt, wobei sich ein neuer Gleichgewichtszustand des Schiffes einstellen wird, der sich den geänderten Strömungszuständen anpasst.

Im restlichen Teil der geraden Anlaufstrecke bewegen sich die Ruderwinkel um die Nullachse mit Ausschlägen bis  $10^{\circ}$  nach beiden Seiten.

2. Das unter 1 genannte gilt für alle Schiffe mit Ausnahme von Messung Nr. 23, MS "Labrador Current". Hier wurde gemäss den



Aufzeichnungen nach Passieren der Tonne 28 die Schraubenumdrehung plötzlich auf Null reduziert und es kamen grosse Ruderausschläge zur Anwendung. Die Gründe für dieses Verhalten beruhen auf einem Ausweichmanöver, da ein grosser Massengutfrachter entgegenkam.

3. Auf halber Strecke zwischen den Tonnen 26a und 26 ist bei allen Schiffen das Ruder ganz oder fast ganz bis zum maximalen Steuerbord-Ausschlag benutzt worden, infolge des Beginns des Gatjebogens.

4. Nach der gewünschten Kursänderung bis zum Ende der Messung bei Tonne 23 bewegt sich der registrierte Rudergebrauch wieder um die Nullachse, jedoch mit einem grösseren maximalen Ausschlag, als auf der geraden Anlaufstrecke, nämlich zwischen 10 und 20° statt bis 10°.

Möglicherweise spielt hier die Lage des Schiffes zur Windrichtung eine Rolle.

Übrigens ist bemerkenswert, dass die gebrauchten Ruderwinkel genügend Reserven haben, um eventuelle Ausweichmanöver ausführen zu können.

#### b. Schraubenanwendung

Aus den Aufzeichnungen über die Schraubenumdrehungen ergibt sich:

1. Die Tourenzahl liegt bei allen Schiffen zwischen 80 und 100 U.p.M.
2. Diese Zahl ist praktisch über die ganze Strecke konstant.

Bemerkung: Schiffseinmessung Nr. 23, an Bord von MS "Labrador Current" macht hier wie bereits bei dem Rudergebrauch aufgefallen ist, bei der Tonne 28 eine Ausnahme. Hier wird die Schraube nämlich ganz gestoppt aufgrund der bereits genannten Umstände.

3. Tourenzahlerhöhungen, um Kurskorrekturen auszuführen, sind nicht ausgeführt worden.

#### c. Driftwinkel

Bei der Betrachtung der aufgetragenen Schiffspositionen ergibt sich

1. Es sind keine extrem grossen Driftwinkel aufgetreten.
2. Bei den Einmessungen 21 und 22 von MS "Andwi" und MS "Choko Maru" scheinen die Driftwinkel etwas grösser zu sein als bei den übrigen Schiffen. Es ist möglich, dass diese Tatsache darauf zurückgeführt werden kann, dass bei diesen beiden Schiffen





der Wind von achtern oder schräg von achtern kam.

d. Fahrtgeschwindigkeit

Hinsichtlich der Schiffsgeschwindigkeit wird folgendes bemerkt:  
Bei allen Schiffen beträgt sie etwa 10 Kn und verändert sich über die ganze Strecke nur wenig. Natürlich muss hinsichtlich der Messung von MS "Labrador Current" eine Ausnahme gemacht werden.

F. Zusammenfassung der Ergebnisse der Schiffseinmessungen

1. Die Passagezeit der eingemessenen Schiffe am Pegel Oterdum lag für 4 Schiffe zwischen 2 h vor Thw und Thw und für 1 Schiff 2 h, 45 min vor Thw.  
Das MS "Choko Maru" verliess die Grosse Seeschleuse Emden eine Stunde früher als ursprünglich geplant war und hatte daher auch ausserhalb der Schleuse eine Grundberührung.
2. Die nutzbare Fahrwasserbreite betrug (unter Berücksichtigung von Tide und Squat) im Mittel 200 m im Profil 11 mit einer minimalen Breite von 150 m bei der Tonne 27.
3. Die Fahrtgeschwindigkeit im Gatjebogen betrug etwa 10 bis 10,5 Kn.
4. Der Rudergebrauch ist überall und jederzeit so bemessen, dass ausreichende Steuerreserven gewährleistet sind für den Fall, dass Ausweichmanöver ausgeführt werden müssen.
5. Es ist zu bemerken, dass die gleichzeitige Benutzung der Fahrrinne durch zwei entgegenkommende Schiffe von den hier betrachteten Abmessungen im allgemeinen zu nautischen Problemen führt. Da dieses in Zukunft vielleicht häufiger erfolgen wird, ist es empfehlenswert, um an Hand von Fahrschema-Planungen den Begegnungspunkt bewusst festzulegen.



## Teil II

Tabelle 1.

Einmessung Nr.	Name des Schiffes	Datum der Messung	Schiffsabmessungen			Thw Oterdum in m +N.A.P.	Wasserstand zur Zeit der Passage des Pegels Oter- dum in m +N.A.P.	Zeit der Passage des Pegels in bezug auf Thw Oterdum	Strecke Gatjebogen	
			Länge in m	Breite in m	Mittl. Tiefgang in m.				middle- rer Tief gang fahrend in m.	mittlere Geschwin- digkeit in kn.
21	Andwi	20-1-'74	216,13(o.a)	22,86	9,27	1,33	0,64	168 min vor	9,82	10,0
22	Choko Maru	26-1-'74	197,00	32,20	9,62	1,08	0,81	112 min vor	10,29	10,5
23	Labrador Current	7-2-'74	190,00	26,00	9,13	1,84	1,64	60 min vor	9,40	8,0
24	Petingo	19-2-'74	200,25(o.a)	26,97	8,52	0,83	0,83	3 min nach	9,02	10,0
25	Lucie Schulte	14-3-'74	165,00(o.a)	20,50	9,57	1,12	0,77	123 min vor	10,24	10,5

1871

First paragraph of handwritten text, starting with a capital letter.

Second paragraph of handwritten text, continuing the narrative.

Third paragraph of handwritten text, showing a change in the subject.

Fourth paragraph of handwritten text, providing further details.

Fifth paragraph of handwritten text, continuing the flow of information.

Sixth paragraph of handwritten text, possibly a concluding thought.

Seventh paragraph of handwritten text, showing a transition.

Eighth paragraph of handwritten text, providing a summary or final point.

Ninth paragraph of handwritten text, possibly a closing statement.

Tenth paragraph of handwritten text, the final line of the document.

Liste der Anlagen zur Analyse des Fahrtverhaltens von aus Emden  
auslaufenden Schiffen.

Anlage Nr.

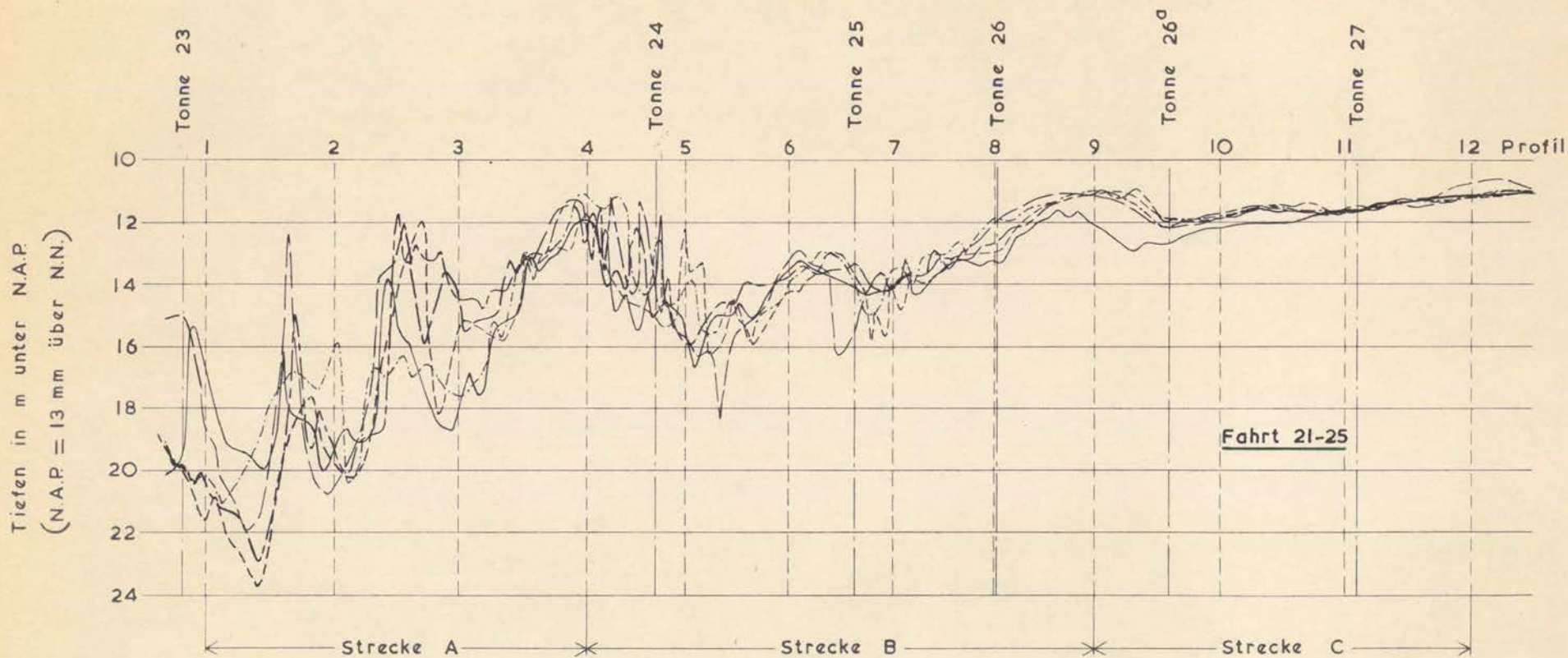
- 37 Tiefenkarte der Ems - Emden - Knock. (Okt. 1973)
- 38 Tiefenkarte der Ems - Gatjebogen und Südteil Bucht von Watum (Okt. 1973)
- 39 Tiefenkarte der Ems - Übergang Dukegat - Ostfr. Gatje und Nordteil Bucht von Watum (Mai - Okt. 1973)
- 40 Tiefenkarte der Ems - Randzelgat - Alte Ems - Dukegat und Emshörn. (Juni - Dez. 1973 und Jan. 1974).
- 41 Tiefenkarte der Ems - Hubertgat/Westerems östlicher Teil. (Juli - Okt. 1973)
- 42 Tiefenkarte der Ems - Hubertgat/Westerems westlicher Teil. (Juni - Okt. 1973 und Jan. 1974).
- 43 Tiefenkarte der Ems - Gatjebogen und Südteil Bucht von Watum (Messung Okt. 1973) mit Betonung vom März 1974.
- 44 Idealisierte Fahrbahn Gatjebogen mit Betonung vom März 1974.
- 45 Fahrwassertiefen gemessen während 5 Messungen von ausfahrenden Schiffen.
- 46 Untere- und obere Begrenzung der Fahrwassersöhle.
- 47 Historische Entwicklung des Längsprofils gemessen entlang der idealisierten Fahrbahn.
- 48 Querprofile 1 bis 11 - 1973.
- 49 Entwicklung der Betonung 1965 - 1974.
- 50 Mittlere Tidekurven im Bereich Emden - Hubertgat.
- 51 Tidekurven am 26. Januar 1974.
- 52 Tidekurven am 13./14. März 1974.
- 53 Zeitplan-Diagramm für mittlere Tide.
- 54 Zeitplan-Diagramm am 26.1.1974, für die "Choko Maru"
- 55 Zeitplan-Diagramm am 13./14.3.1974, für die "Lucie Schulte".
- 56 Fahrschema Andwi d.d. 20-1-'74.

1. Introduction	1
2. Theoretical Framework	15
3. Methodology	35
4. Data Collection	55
5. Results	75
6. Discussion	95
7. Conclusion	115
8. References	135
9. Appendix	155
10. Bibliography	175

Anlage Nr.

- 57 Fahrschema: Choko Maru 26-1-'74.
- 58 Fahrschema: Labrador Current 7-2-'74.
- 59 Fahrschema: Petingo 19-2-'74.
- 60 Fahrschema: Lucie Schulte 14-3-'74.
- 61 Derzeitige Fahrwasserbreite für M.S. Andwi.
- 62 Derzeitige Fahrwasserbreite für M.S. Choko Maru.
- 63 Derzeitige Fahrwasserbreite für M.S. Labrador Current.
- 64 Derzeitige Fahrwasserbreite für M.S. Petingo.
- 65 Derzeitige Fahrwasserbreite für M.S. Lucie Schulte.

Verlauf der Fahrwassertiefe während einer Schiffseinmessung,  
gemessen mit Schiffsecholot

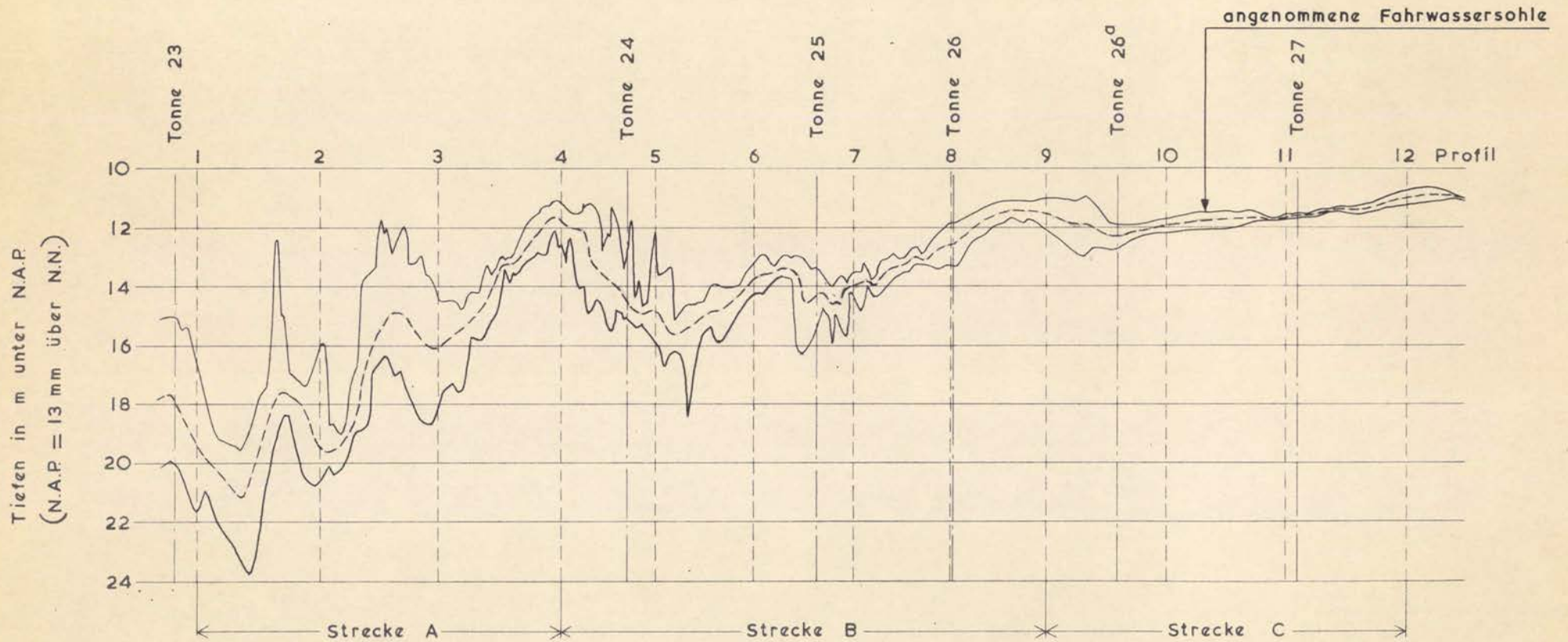


- - - - - Fahrt 21  
 - - - - - " 22  
 - - - - - " 23  
 - - - - - " 24  
 - - - - - " 25

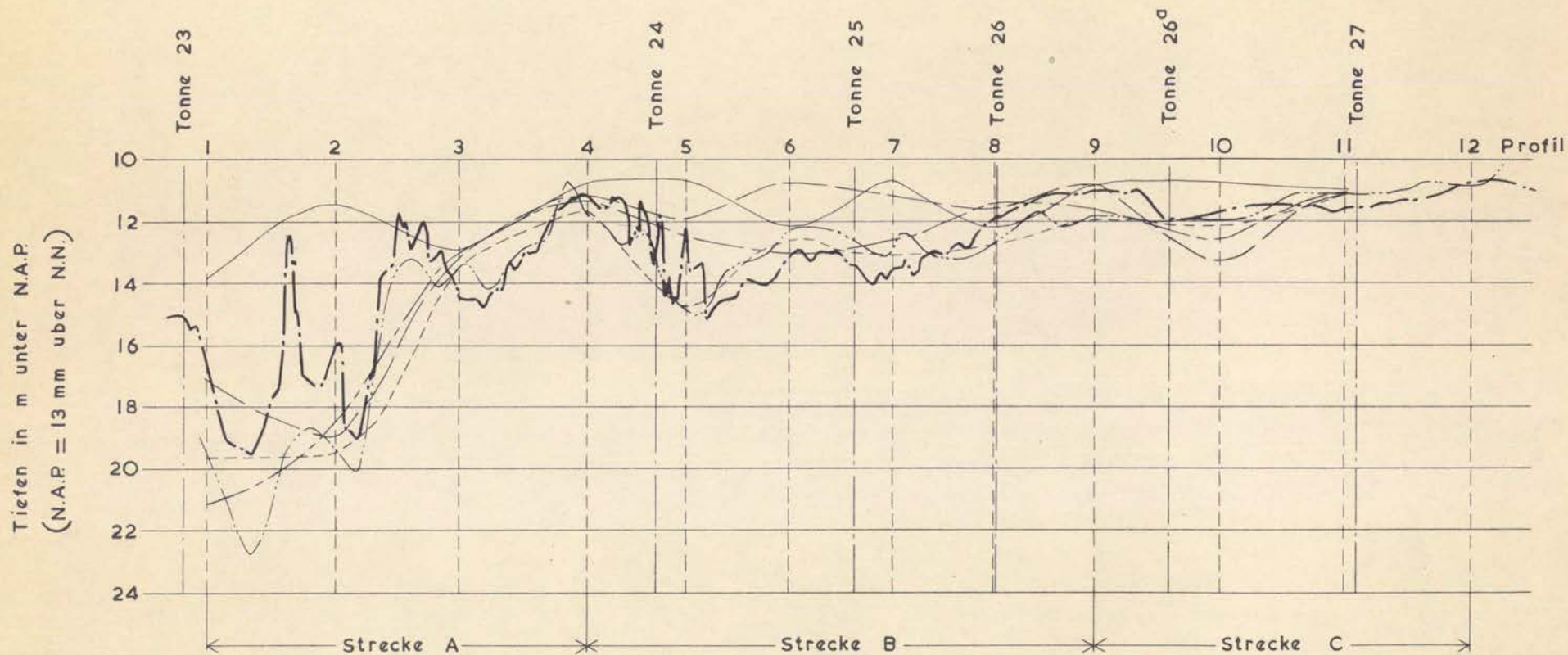
Fahrwassertiefen gemessen während 5 Messungen von ausfahrenden Schiffen	<b>Anl. 45</b>
<b>RIKSWATERSTAAT</b> NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	<b>P 206</b>
	H.N.O. 73/30-9 no 271



Untere- und obere Begrenzung der Fahrwassersohle  
während der 5 Schiffseinmessungen



Untere- und obere Begrenzung der Fahrwassersohle	Anl. 46
<b>RIKSWATERSTAAT</b> NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	P 206
	H.N.O. 73/30-9 no 271



- 1965
- - - 1968
- - - - 1970
- . - . 1972
- ... 1973
- . — angenommene Fahrwassersohle

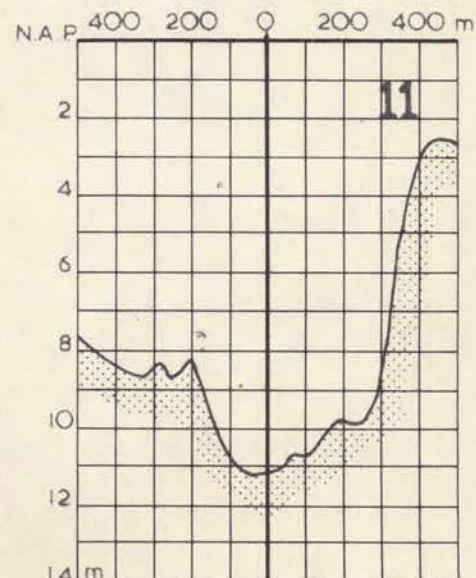
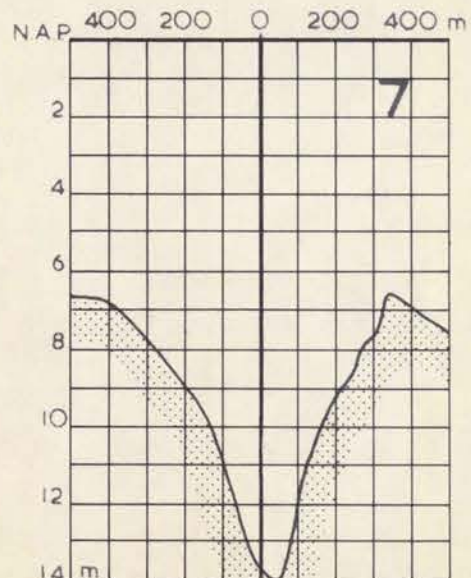
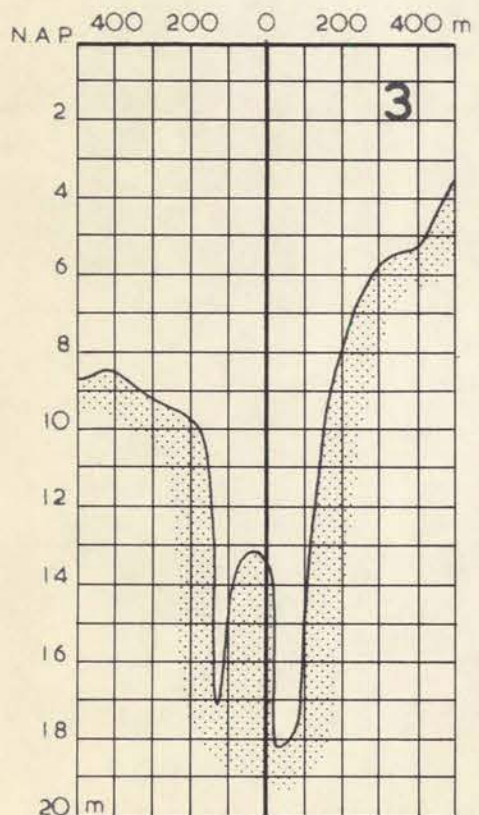
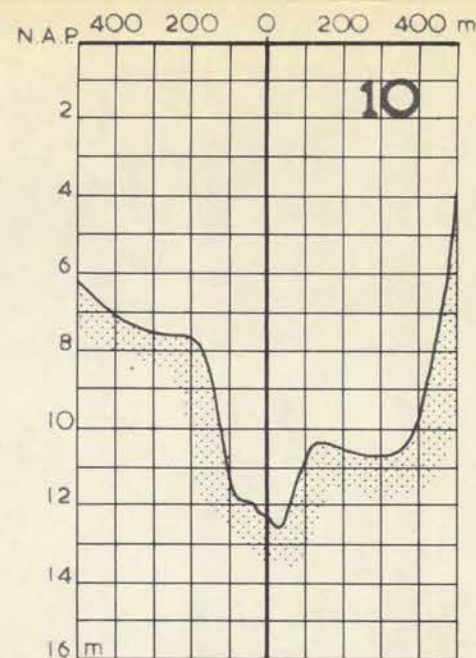
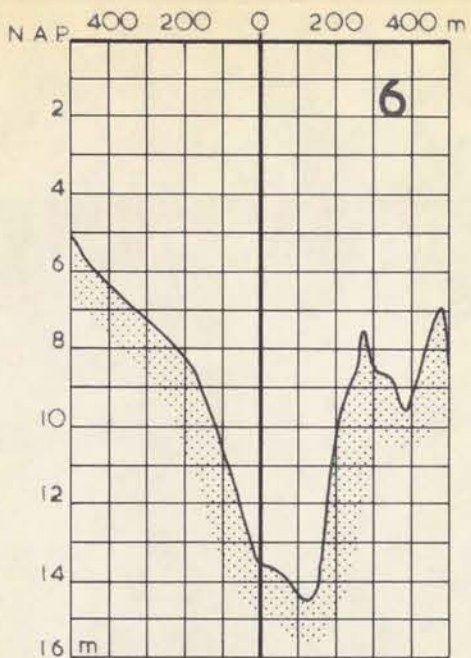
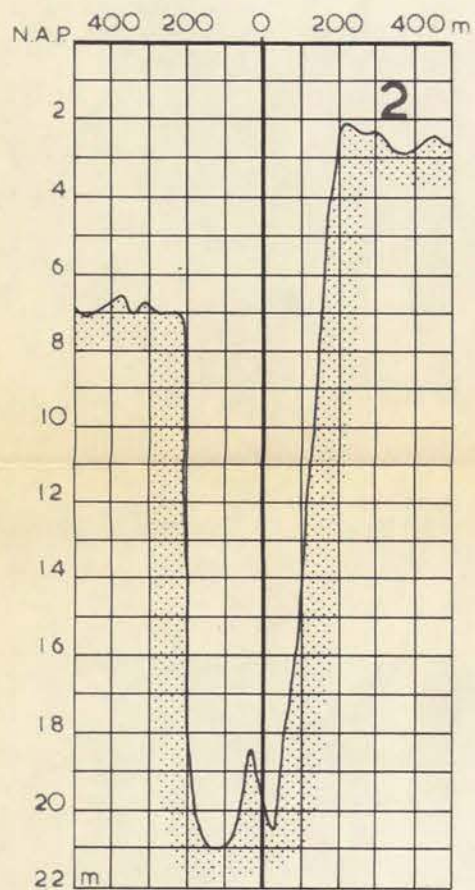
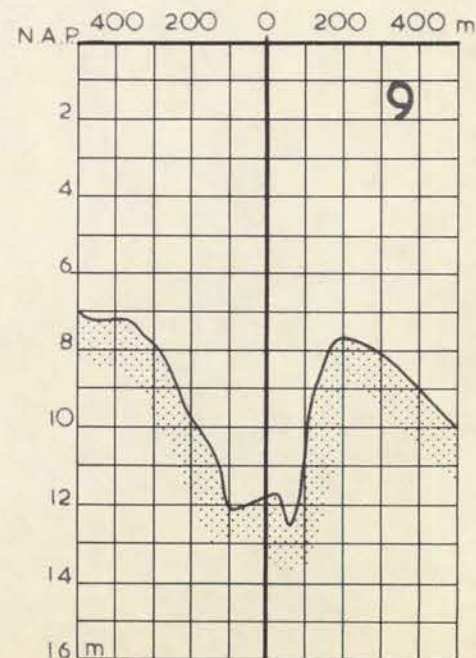
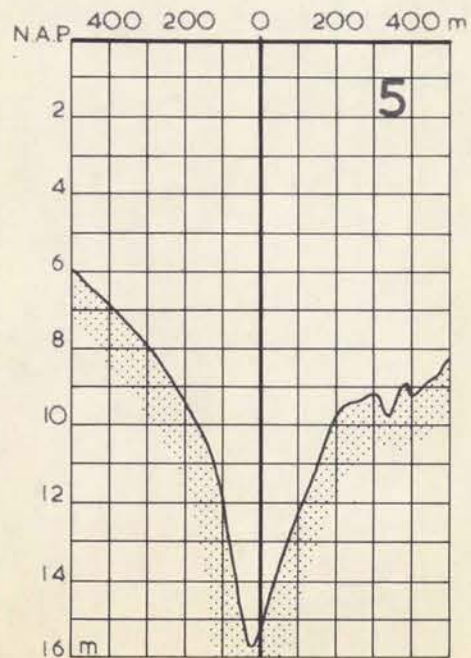
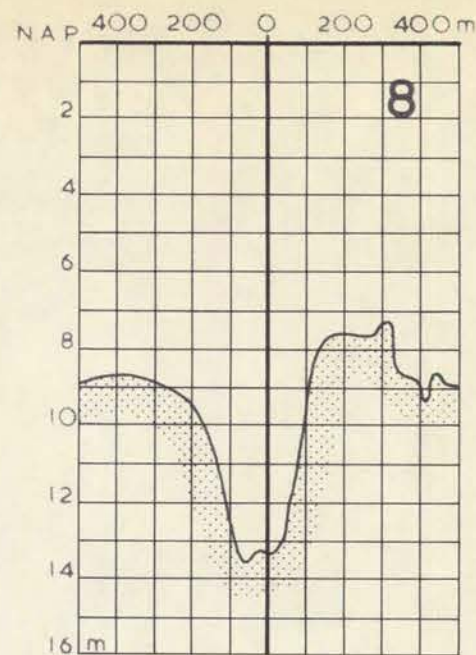
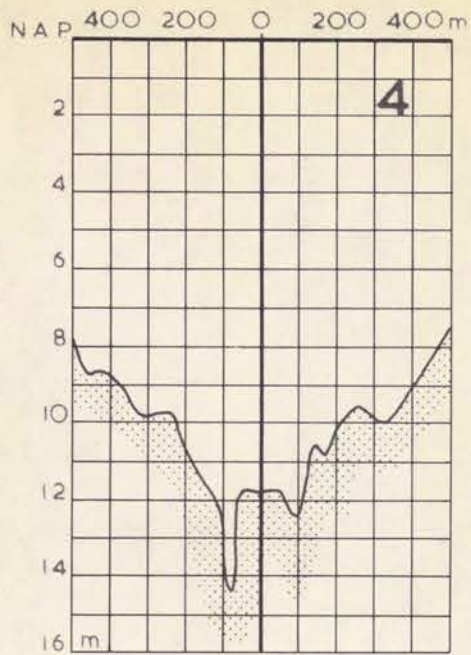
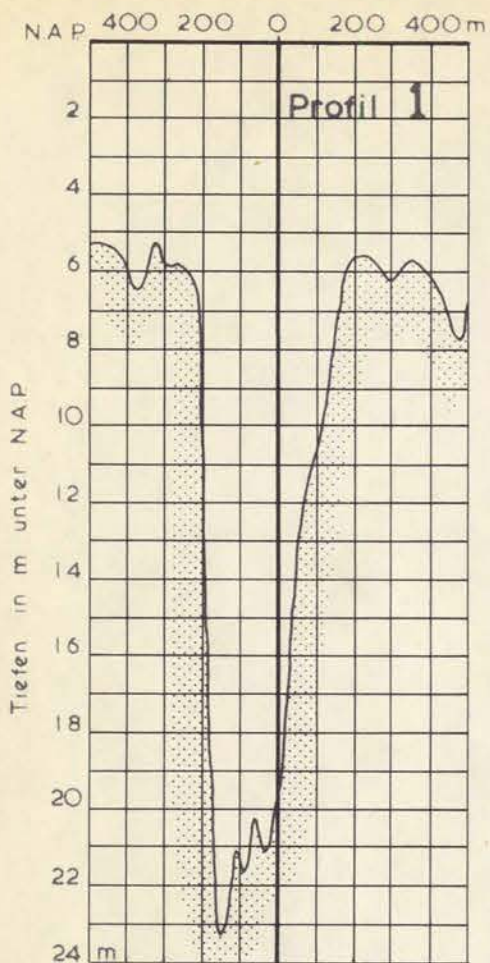
Historische Entwicklung des Längsprofils  
gemessen entlang der idealisierten Fahrbahn

Anl. 47

**RIJKSWATERSTAAT**  
NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND

P 206

H.N.O 73/30-9 no 271



Bemerkungen: N.A.P. = 13mm über N.N.

O = Ort der idealen Fahrbahn

Die Querprofile stammen von der Tiefenkarte der Ems, Blatt 3

Messung vom: Oktober 1973 Gatjebogen

(Wasser- und Schiffsamt Emden)

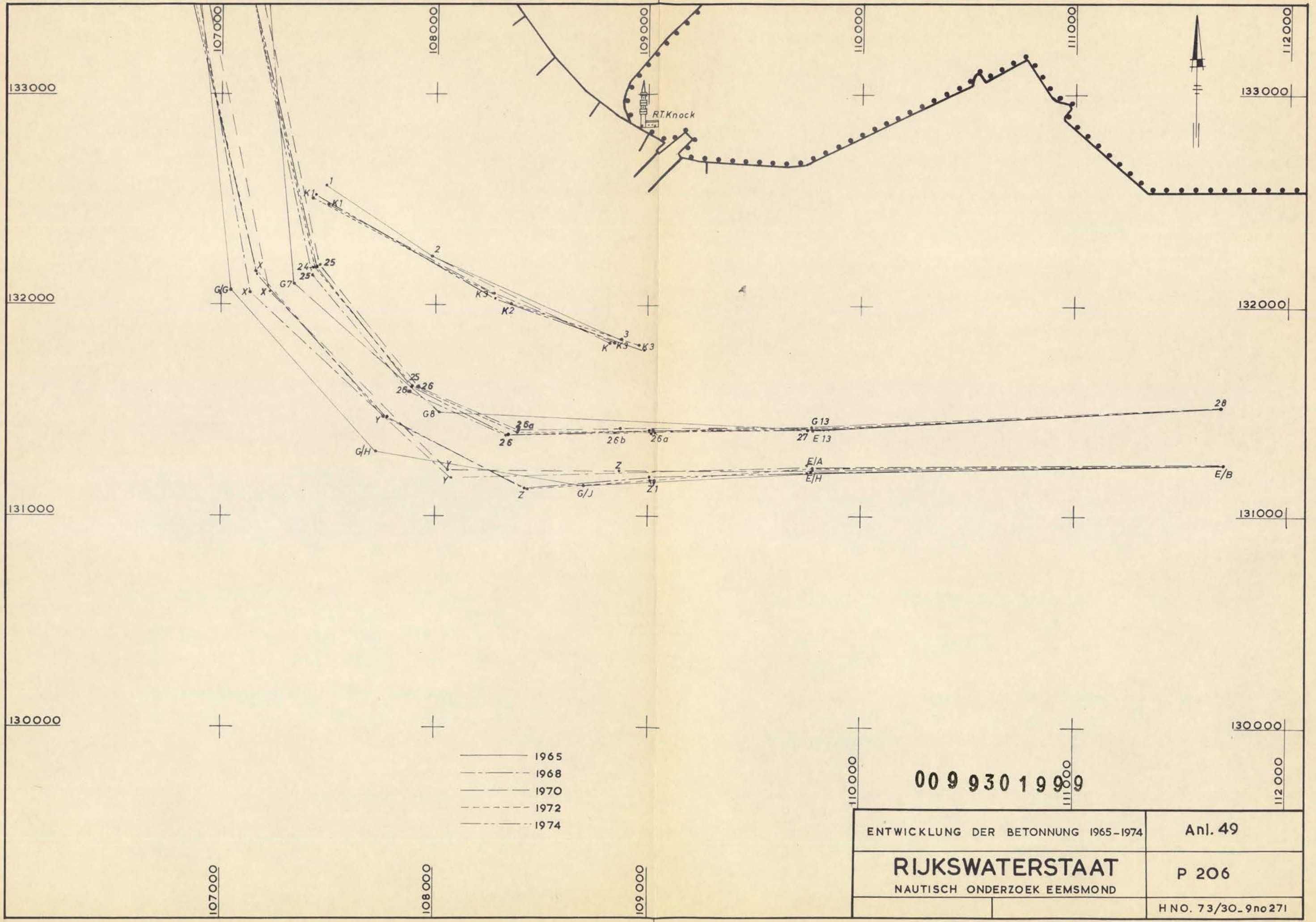
Querprofile 1 bis 11 1973 (siehe Anlage 43)

Anl. 48

**RIJKSWATERSTAAT**  
NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND

P 206

HNO 73/30-9 no 271

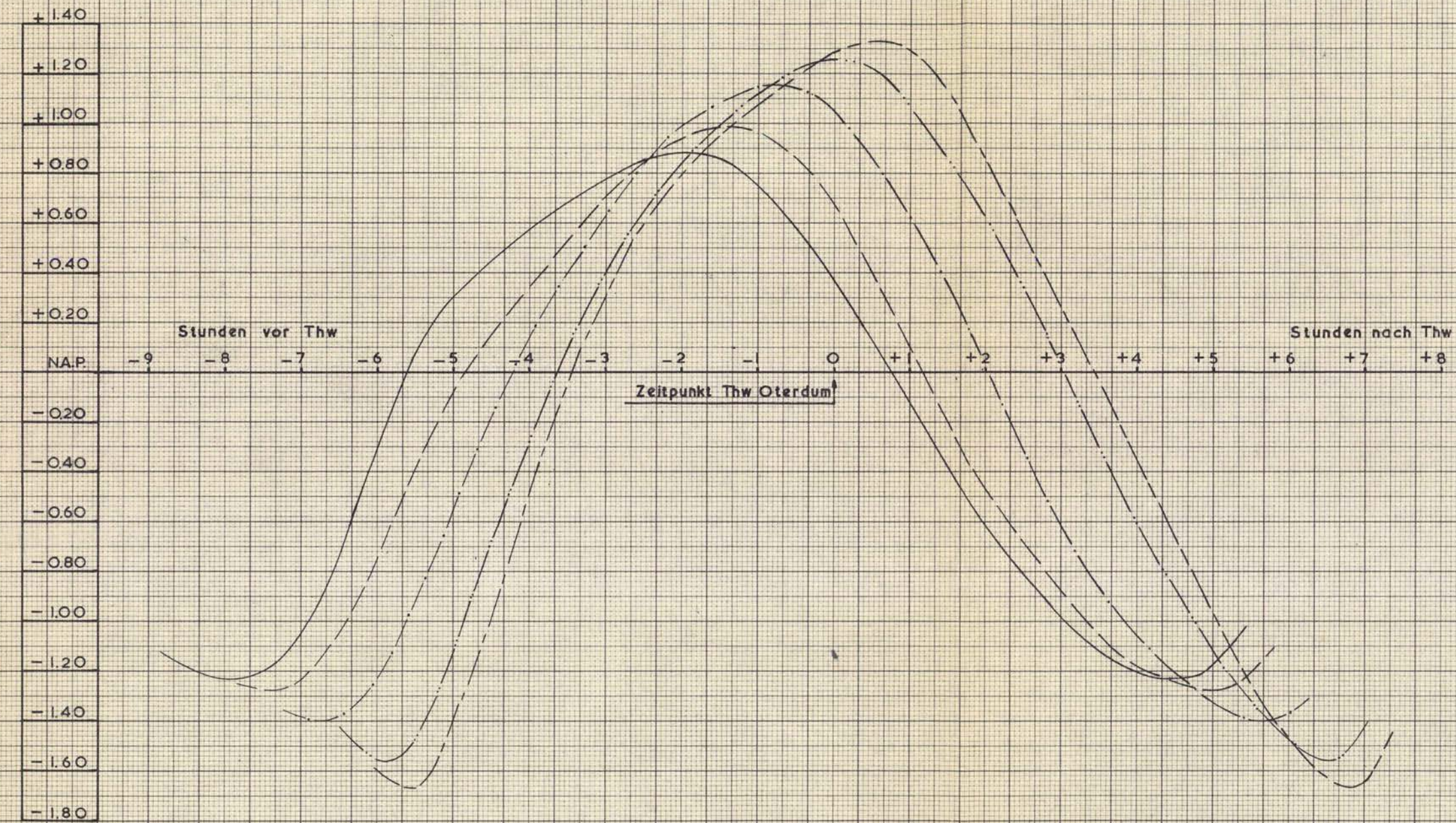


- 1965
- - - - 1968
- 1970
- - - - 1972
- · - · 1974

009 930 1999

ENTWICKLUNG DER BETONNUNG 1965-1974	Anl. 49
<b>RIKSWATERSTAAT</b> NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	P 206
	H NO. 73/30_9no271

Wasserstand in m



- Pegel Hubertgat
- - - Pegel Horsborngat
- · - · Pegel Emshafen
- · · · Pegel Oterdum
- · · · Pegel Seeschleuse Emden

De ingenieur: <i>J. de Vos</i>				RIJKSWATERSTAAT		DIRECTIE GRONINGEN STUDIEDIENST DELFZIJL	
				E M S		Anl. 50	
Get.	Gew.	Gec.	Gez.	AUSFAHRTMESSUNGEN EMDEN			
74.07.05				Mittlere Tidekurven im Bereich Emden-Hubertgat			
R.				A 2	74.306 <sup>b</sup>		

Wasserstand in m

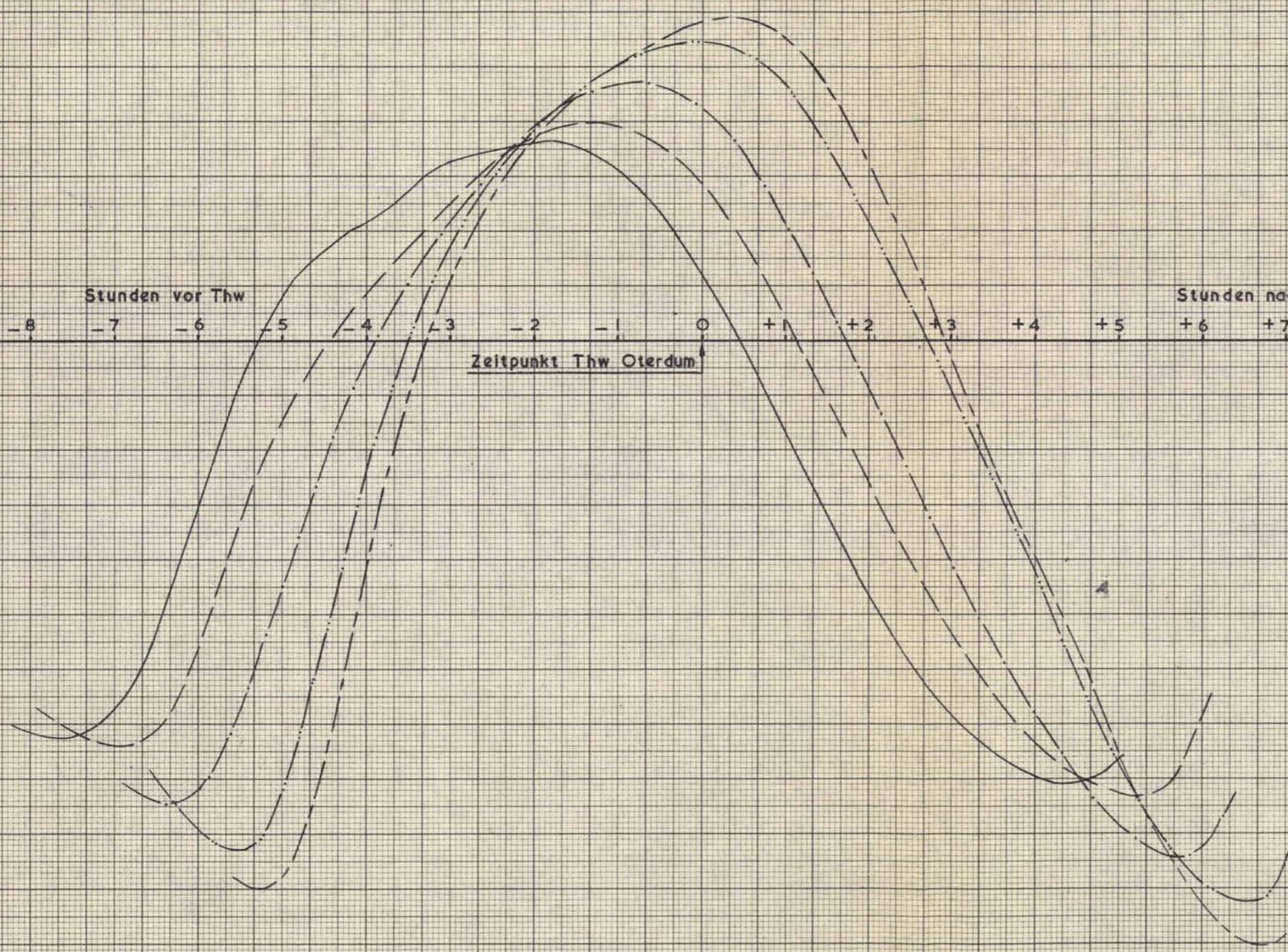
+1.20  
+1.00  
+0.80  
+0.60  
+0.40  
+0.20  
N.A.P.  
-0.20  
-0.40  
-0.60  
-0.80  
-1.00  
-1.20  
-1.40  
-1.60  
-1.80  
-2.00

Stunden vor Thw

-8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8

Stunden nach Thw

Zeitpunkt Thw Oterdum



- Pegel Hubertgat
- - - Pegel Horsborgat
- . - . Pegel Emshafen
- · - · Pegel Oterdum
- · - · Pegel Seeschleuse Emden

De ingenieur <i>P. de Vos</i>			
Get.	Gew.	Gec.	Gez.
74.07.05		<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
<i>[Signature]</i>			

**RIJKSWATERSTAAT**

DIRECTIE GRONINGEN  
STUDIEDIENST DELFZIJL

EMS

Anl. 51

AUSFAHRTMESSUNGEN EMDEN

Tidekurven am 26. Januar '74

A 2

74.304<sup>b</sup>

Wasserstand in m

+1.40  
+1.20  
+1.00  
+0.80  
+0.60  
+0.40  
+0.20  
N.A.P.  
-0.20  
-0.40  
-0.60  
-0.80  
-1.00  
-1.20  
-1.40  
-1.60  
-1.80  
-2.00  
-2.20

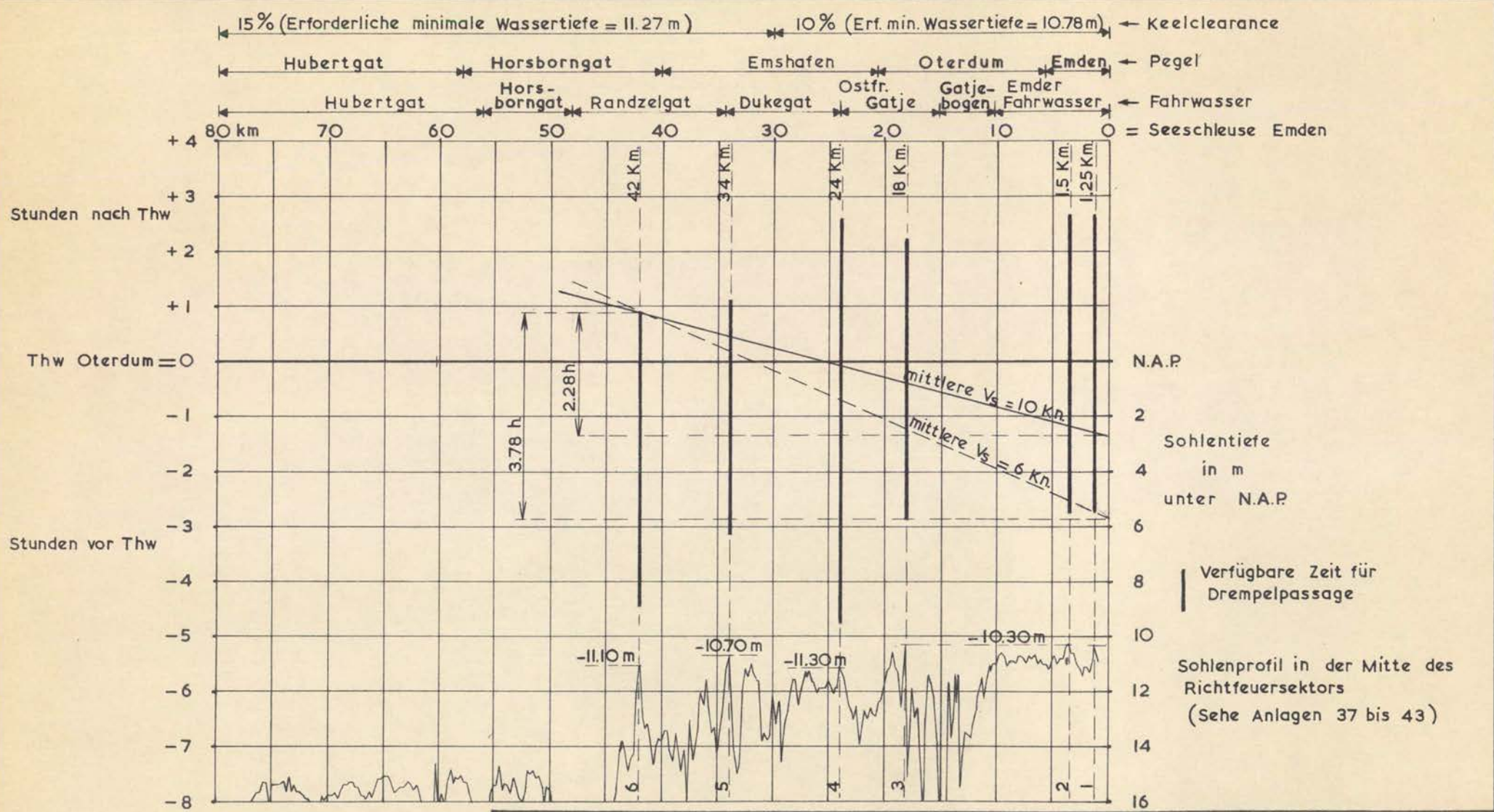
Stunden vor Thw

Stunden nach Thw

Zeitpunkt Thw Oterdum

- Pegel Hubertgat
- Pegel Horsborngat
- Pegel Emshafen
- Pegel Oterdum
- Pegel Seeschleuse Emden

De ingenieur: <i>J. de Vos</i>				<b>RIJKSWATERSTAAT</b>		DIRECTIE GRONINGEN	
						STUDIEDIENST DELFZIJL	
				EMS		Anl. 52	
Get.	Gew.	Gec.	Gez.	AUSFAHRTMESSUNGEN EMDEN			
74.07.05		<i>B</i>	<i>A</i>	Tidekurven am 13/14. März '74			
<i>R.</i>				A 2		74.305 <sup>b</sup>	



Angenommener Tiefgang 9.80 m.  
 - - - Theoretische Minimalgeschwindigkeit 6 Kn.

De ingenieur			
<i>J. de Vos</i>			
Get	Gew	Gec	Gez
74.07.05			
			<i>Ch.</i>

# RIJKSWATERSTAAT

DIRECTIE GRONINGEN  
 STUDIEDIENST DELFZIJL

EMS

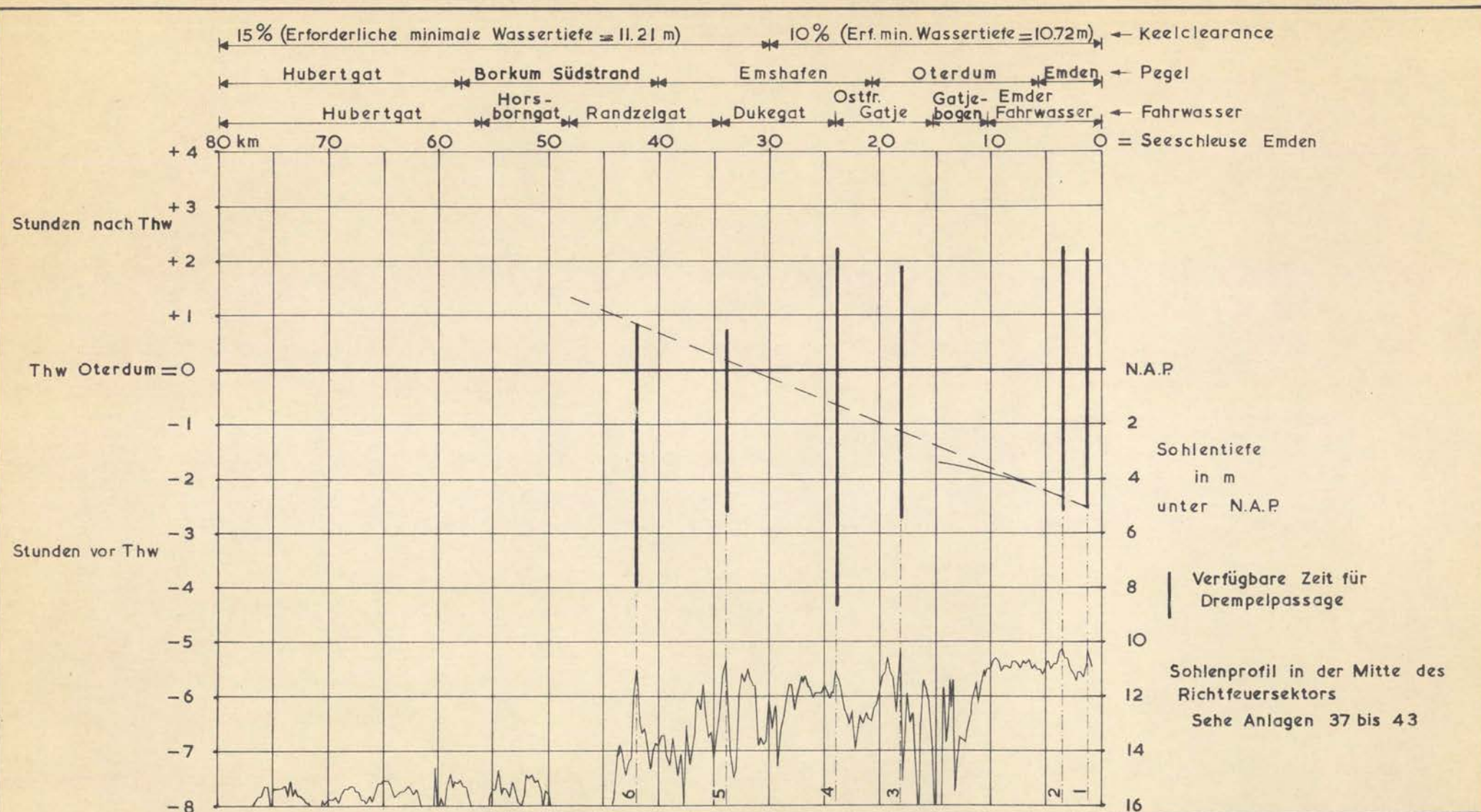
Anl. 53

AUSFAHRTMESSUNGEN EMDEN  
 Zeitplandiagramm für Mittlere Tide

AI

74.306<sup>a</sup>





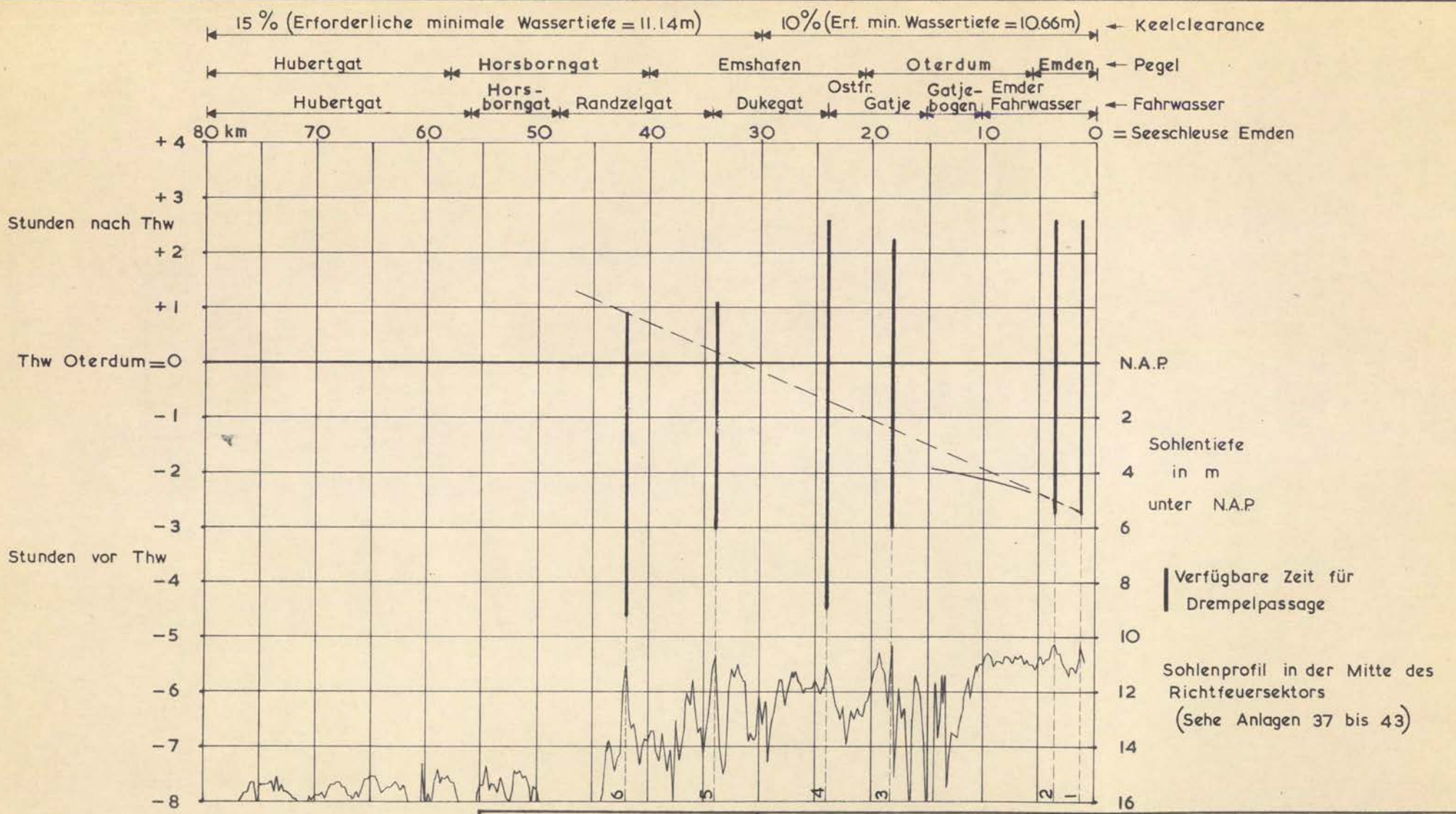
Bulkcarrier Choko Maru  
 Grösster Tiefgang 9.75 m  
 — Geschwindigkeit über Meszstrecke  
 - - - Erforderliche Minimalgeschwindigkeit 6 km

De ingenieur

*P. de Vries*

Get	Gew	Gec	Gez
74.07.05		B	P.
B		B	P.

<b>RIJKSWATERSTAAT</b>		DIRECTIE GRONINGEN STUDIEDIENST DELFZIJL	
		EMS	
		Anl. 54	
AUSFAHRTMESSUNGEN EMDEN			
Zeitplandiagramm am 26. Januar '74			
A I	74.304 <sup>o</sup>		



De ingenieur  
*P. de Vos*

**RIJKSWATERSTAAT**

DIRECTIE GRONINGEN  
 STUDIEDIENST DELFZIJL

Bulkcarrier Lucie Schulte  
 Grösster Tiefgang 9.69 m  
 — Geschwindigkeit über Meszstrecke  
 --- Erforderliche Minimalgeschwindigkeit 6 Kn.

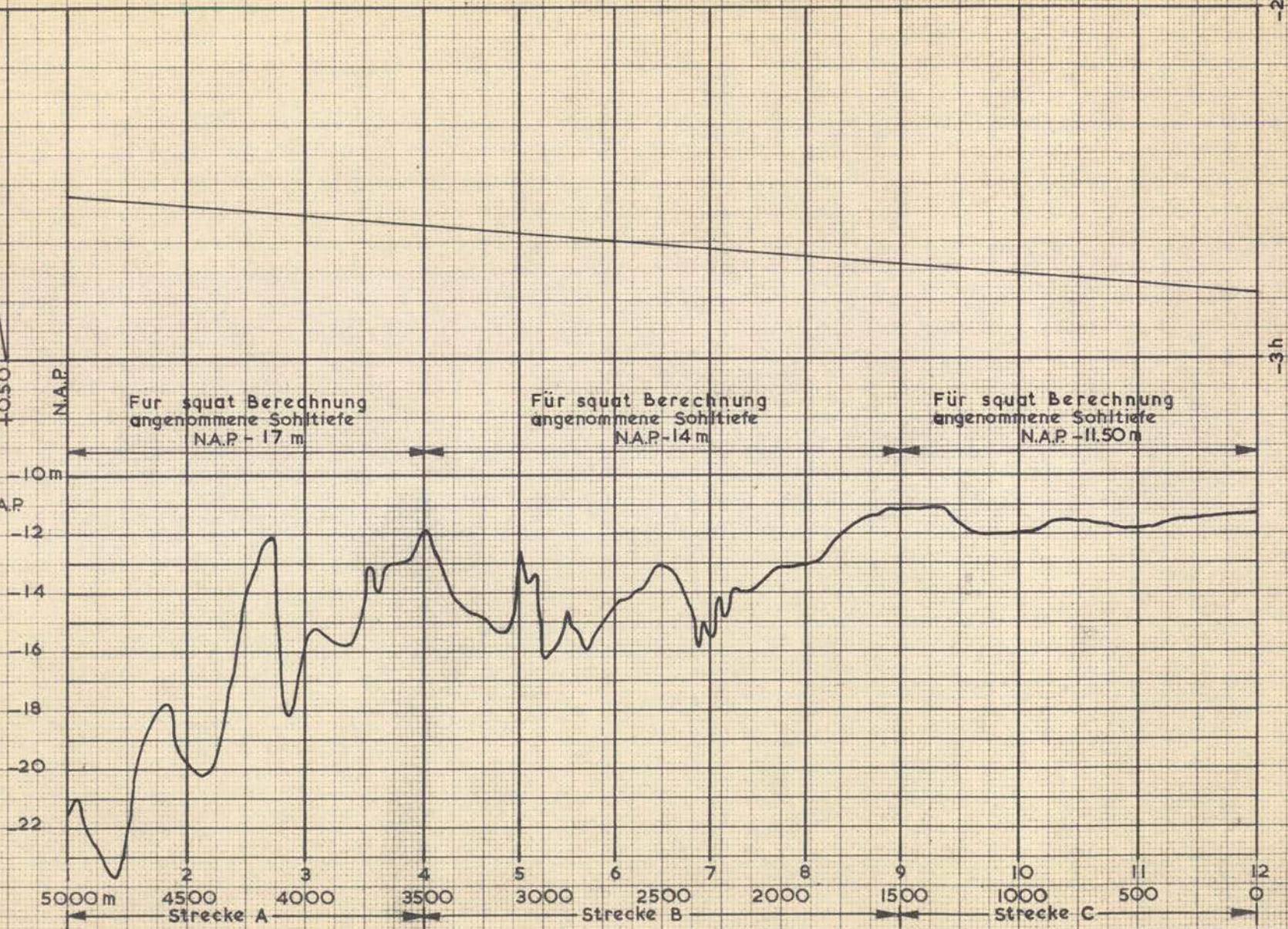
Get	Gew	Gec	Gez
74.07.05			

**EMS**  
**AUSFAHRTMESSUNGEN EMDEN**  
 Zeitplandiagramm am 13/14. März 1974

**Anl. 55**  
 AI 74.305<sup>a</sup>

Registrierte Tide  
bei Oterdum

+ 1.50  
+ 1.00  
+ 0.50  
N.A.P.  
Sohltiefe  
bezogen auf N.A.P.



Fahrtschema Andwi  
dd. 74.01.20

Anl. 56

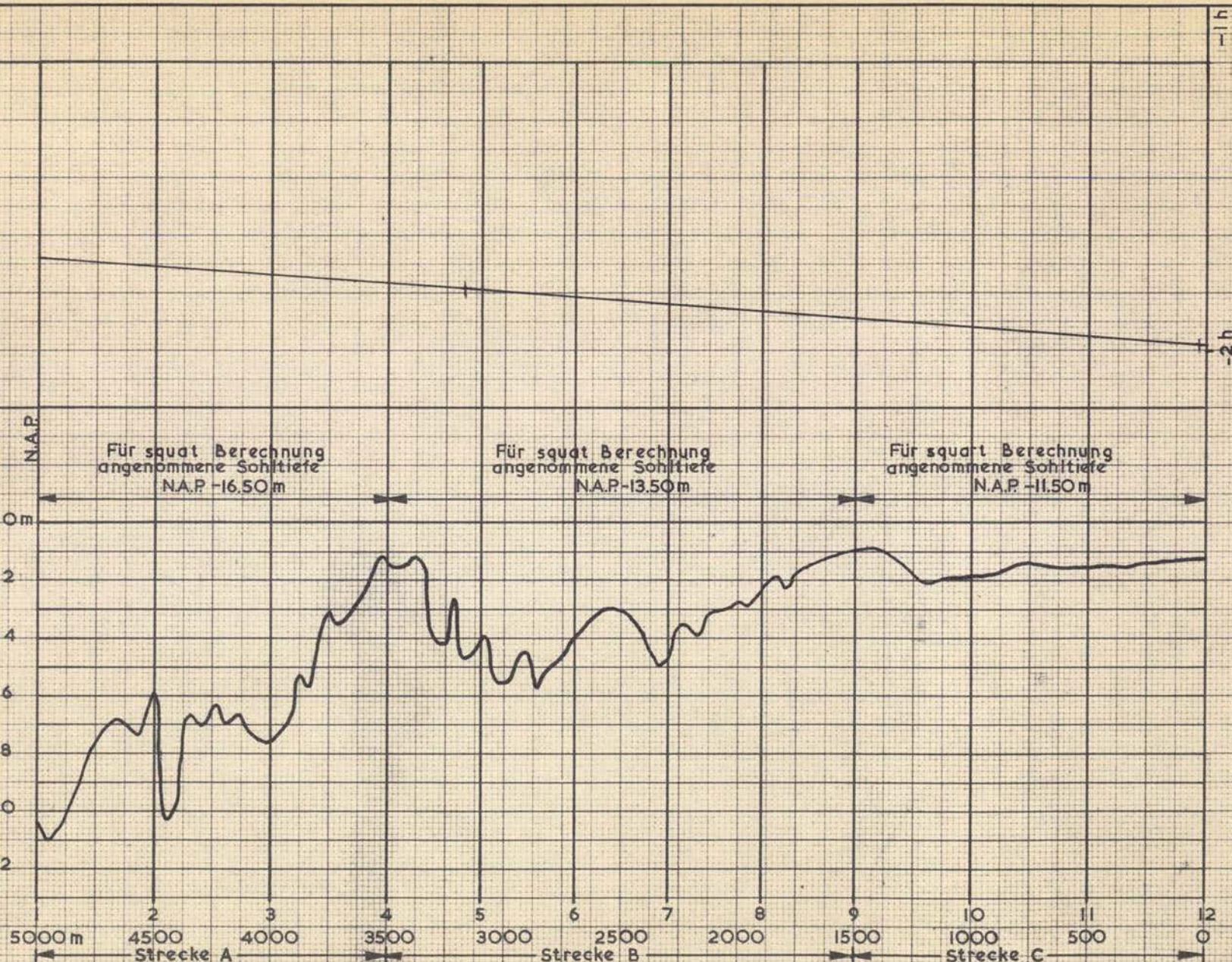
**RIJKSWATERSTAAT**  
NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND

P 206

H.N.O 73/30\_9 no 271

Registrierte Tide  
bei Oterdum

+1.50  
+1.00  
+0.50  
N.A.P.  
Sohltiefe  
bezogen auf N.A.P.



Für squat Berechnung  
angenommene Sohltiefe  
N.A.P. -16.50m

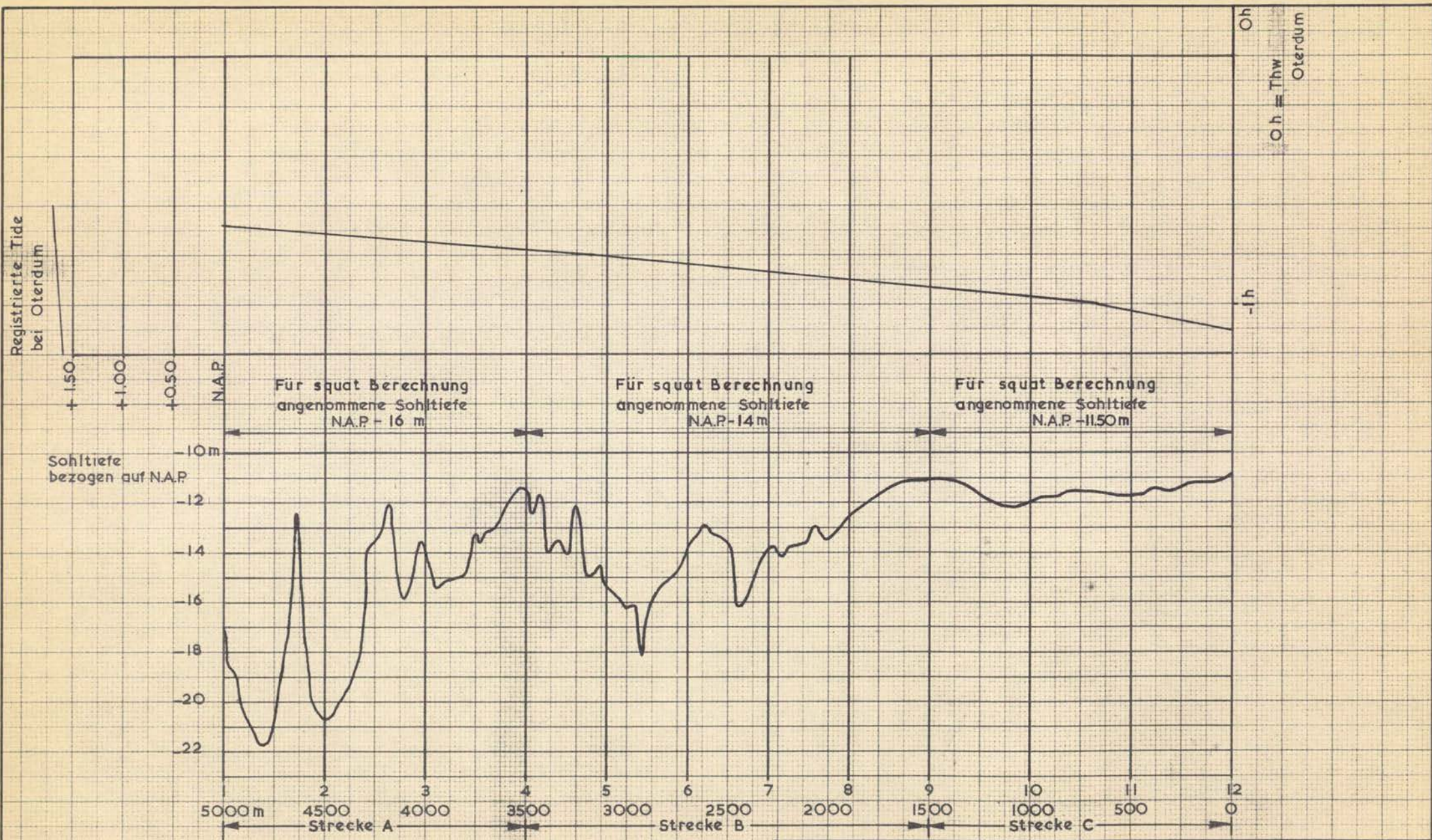
Für squat Berechnung  
angenommene Sohltiefe  
N.A.P. -13.50m

Für squat Berechnung  
angenommene Sohltiefe  
N.A.P. -11.50m

5000 m 4500 4000 3500 3000 2500 2000 1500 1000 500 0  
Strecke A Strecke B Strecke C

+1 h  
O h = Thw  
Oterdum  
-2 h

Fahrtschema Choco Maru d.d. 74.01.26	Anl. 57
<b>RIJKSWATERSTAAT</b> NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	P 206
	H.N.O 73/30_9 no 271



Fahrtschema Labrador Current  
d.d. 74.02.07

Anl. 58

**RIJKSWATERSTAAT**  
NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND

P 206

H.N.O 73/30\_9 no 271

Registrierte Tide  
bei Oterdum

+1.50  
+1.00  
+0.50

Sohltiefe  
bezogen auf N.A.P.

10m  
12  
14  
16  
18  
20  
22

5000 m 4500 4000 3500 3000 2500 2000 1500 1000 500 0  
Strecke A Strecke B Strecke C

Für squat Berechnung  
angenommene Sohltiefe  
N.A.P. -16.60m

Für squat Berechnung  
angenommene Sohltiefe  
N.A.P. -13.50m

Für squat Berechnung  
angenommene Sohltiefe  
N.A.P. -11.50m

N.A.P.

+1h  
0h = Thw  
Oterdum

0h

Fahrtschema Petingo  
d.d. 74.02.19

Anl. 59

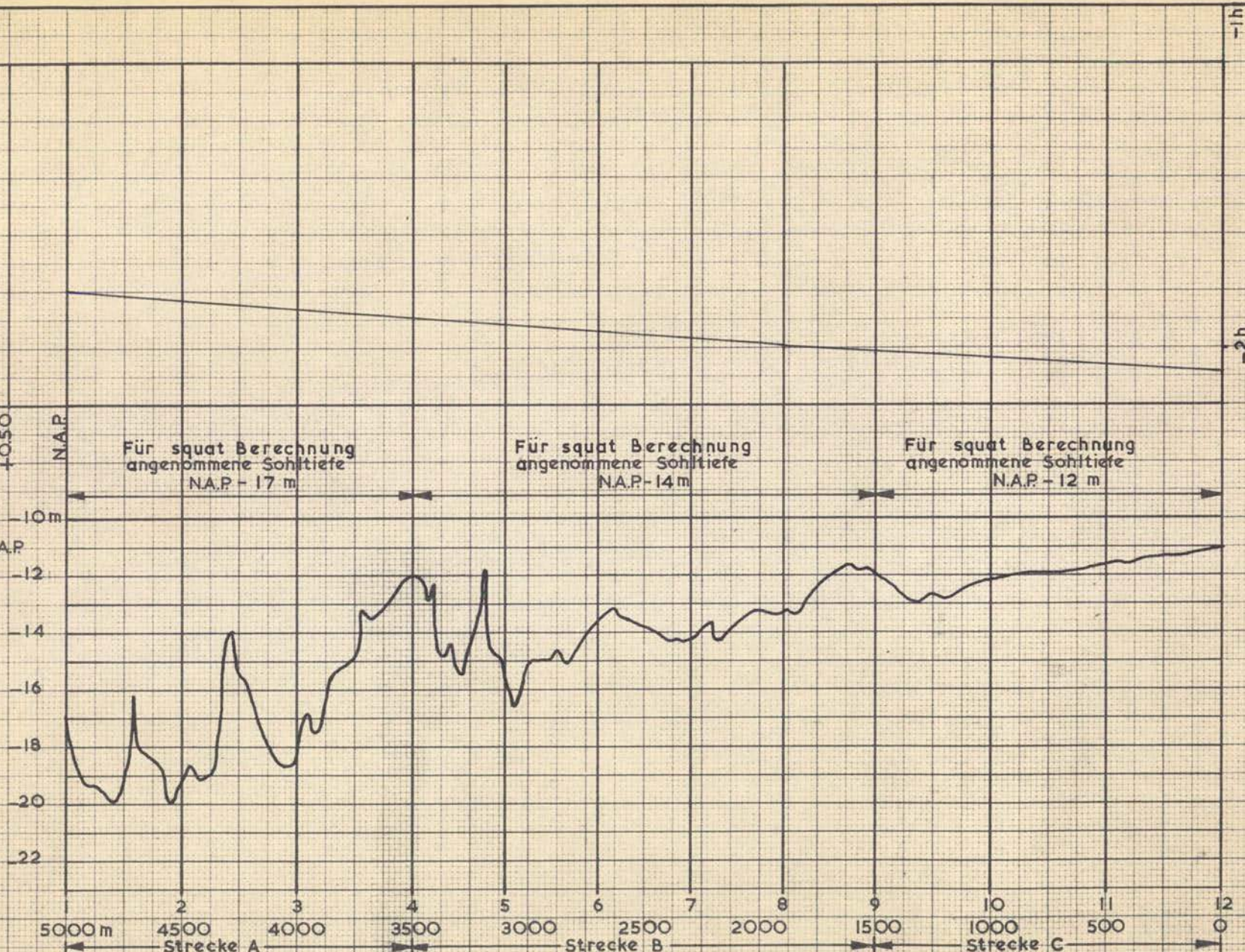
**RIJKSWATERSTAAT**  
NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND

P 206

H.N.O 73/30\_9 no 271

Registrierte Tide  
bei Oterdum

+ 1.50  
+ 1.00  
+ 0.50  
N.A.P.  
Sohltiefe  
bezogen auf N.A.P.



-1h  
O h = Thw  
Oterdum  
-2h

5000 m 4500 4000 3500 3000 2500 2000 1500 1000 500 0  
Strecke A Strecke B Strecke C

Fahrtschema Lucie Schulte d.d. 74.03.14	Anl. 60
<b>RIJKSWATERSTAAT</b> NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND	P 206
	H.N.O 73/30_9 no 271

Anlagenverzeichnis Anhang I und II

Anhang I

Anlage

- A1 Vergleich der Strömungsverhältnisse nach Messungen im Modell und in der Natur;  
Tide- und Windverhältnisse Oterdum.
- A2 Vergleich der Strömungsverhältnisse nach Messungen im Modell und in der Natur;  
Aufnahmezeitpunkt 4.
- A3 Vergleich der Strömungsverhältnisse nach Messungen im Modell in der Natur;  
Aufnahmezeitpunkt 6.
- A4 Veränderungen der Strömungsrichtung in der Vertikalen;  
Messpunkte 11, 8 und 10.
- A5 Strömungsgeschwindigkeit und -richtung von Zeitpunkt 1 bis 8 am Messpunkt 8.
- A6 Veränderungen der Strömungsrichtung in der Vertikalen;  
Messpunkte 2, 6 und 9.
- A7 Veränderungen der Strombahnrichtungen; Aufnahme 25. Okt. 1972
- A8 " " " ; " 26. Okt. 1972

Anhang II

Anlage

- A1 73.122 Einfahrtmessungen Emden; Angaben der Schiffe
- A2 74.038 Ausfahrtmessungen Emden; " " "





Strömungsmessungen in der Natur  
und Vergleich mit den Strömungszuständen im Modell

1. Einleitung

Um die nautischen Verhältnisse des Fahrwassers im Gatjebogen zu überprüfen, wurde im Rahmen einiger deutsch-niederländischer Besprechungen in den Jahren 1972 und 1973 ein Mess- und Untersuchungsprogramm beschlossen. Es umfasste eine Reihe von Manövermessungen an ein- und auslaufenden Schiffen, morphologische Studien, Untersuchungen im Tidemodell der Ems in Hamburg-Rissen und schliesslich Vertikalströmungs- und Schwimmermessungen in der Natur.

Die Schwimmermessungen wurden im Oktober 1972, im April und Dezember 1973 durchgeführt, wobei an einzelnen Stellen Vertikalströmungsmessungen erfolgten. Die Ergebnisse dieser Messungen, ergänzt durch einige Vertikalströmungsmessungen aus den Jahren 1965, 1971 und 1973, wurden analysiert und mit den Aussagen des Modells verglichen.

2. Die Messungen

2.1 Messmethoden

Von jedem Schwimmer wurde fortlaufend eine Ortsbestimmung vorgenommen und somit die Bahn aufgezeichnet. Dazu fuhr das Messfahrzeug möglichst nahe an den Schwimmer heran, wobei der Schiffsstandort mit Hilfe der Hi-Fix-Ortung bestimmt wurde. Die Genauigkeit dieser Ortsbestimmung ist in der Umgebung des Gatjebogens recht gross; die Abweichungen gegenüber den wahren Standorten betragen im allgemeinen nicht mehr als 3 bis 5 m.

The first part of the document is a letter from the Secretary of the State to the President, dated January 1, 1865. It contains the following text:

"I have the honor to acknowledge the receipt of your letter of the 29th inst. in relation to the proposed amendment to the Constitution of the United States, and to inform you that the same has been referred to the proper authorities for their consideration."

The second part of the document is a report from the Secretary of the State to the President, dated January 1, 1865. It contains the following text:

"I have the honor to acknowledge the receipt of your letter of the 29th inst. in relation to the proposed amendment to the Constitution of the United States, and to inform you that the same has been referred to the proper authorities for their consideration."

The third part of the document is a report from the Secretary of the State to the President, dated January 1, 1865. It contains the following text:

"I have the honor to acknowledge the receipt of your letter of the 29th inst. in relation to the proposed amendment to the Constitution of the United States, and to inform you that the same has been referred to the proper authorities for their consideration."

The fourth part of the document is a report from the Secretary of the State to the President, dated January 1, 1865. It contains the following text:

"I have the honor to acknowledge the receipt of your letter of the 29th inst. in relation to the proposed amendment to the Constitution of the United States, and to inform you that the same has been referred to the proper authorities for their consideration."

Bei den Vertikalstrommessungen wurden die Strömungsgeschwindigkeiten mit einem Ott-Flügel und die Strömungsrichtung mit einem Richtungsmesser bestimmt.

In Abhängigkeit von der jeweiligen Wassertiefe wurden in der Vertikalen in 8 bis 10 Stufen sowohl die Geschwindigkeit als auch die Richtung gemessen; der zeitliche Abstand zwischen den Vertikalmessungen betrug 20 Minuten.

Die Windgeschwindigkeit wurde jede halbe Stunde am Messort von einem der Fahrzeuge registriert mittels eines elektrischen Schalenkreuzanemometers; die Windrichtung wurde visuell und mit dem Schiffskompass bestimmt.

Die Wasserstände wurden vom Schreibpegel mit Funkübertragung Oterdum übernommen.

## 2.2 Beschreibung

Die Schwimmermessungen vom 24., 25. und 26. Oktober 1972 wurden während der Flut in dem Gebiet durchgeführt, das etwa durch die Profile 5 und 11 begrenzt wird (s. Anlage A2).

An etwa 5 Stationen wurden mehrfach und im allgemeinen gleichzeitig hölzerne Schwimmer mit einer Länge von 5 und 6 m, an manchen Positionen mit 4 m wegen der in der zu erwartenden Bahn vorhandenen Wassertiefe, ausgebracht. Von den 5 Stationen lagen 2 in Gatjebogen, 2 auf dem westlichen und östlichen Rand dieser Rinne, während sich der 5. Platz in der Bucht von Watum befand.

Gleichzeitig erfolgten Vertikalströmungsmessungen auf zwei Positionen und zwar östlich des Übergangs Paapsand-Süd an der Messstelle 5 und im östlichen Teil des Übergangs an der Messstelle 6 (s. Anlage A2).



Am 6. April 1973 wurden zur Ergänzung der Schwimmermessungen vom Oktober 1972 während der Flut gleichartige Messungen durchgeführt mit 4 Aussetzpositionen im und am Rand des Gatjebogens in Höhe des Profils 1 (s. Anlage A2). Die Länge der hölzernen Schwimmer betrug 5 und 6 m. Das Gebiet, in dem diese Messungen erfolgten, schloss an das Messgebiet vom Oktober 1972 an mit teilweiser Überlappung.

Gleichzeitig wurden in der Nähe des Messpunktes 6 im östlichen Teil des Übergangs Vertikalströmungsmessungen durchgeführt.

Um einen Eindruck vom Einfluss der Strömungen in grösseren Wassertiefen zu erhalten, fanden am 11. Dezember 1973 sowohl bei Flot als auch bei Ebbe Schwimmermessungen statt mit Schwimmern von 10 m Länge in einem Gebiet, das etwa begrenzt wird von den Profilen 5 und 11 im Bereich des Gatjebogens und nördlich davon. In Anbetracht der vorhandenen Wassertiefen wurden in einigen Fällen Schwimmer mit Längen von 8 oder 9 m eingesetzt. Daneben wurden Vertikalströmungsmessungen an vier Stellen durchgeführt, wovon 2 im Gatjebogen, und eine im östlichen Teil des Übergangs (Messpunkte 8, 9 und 10 in Anlage A2) lagen, während die vierte Messstelle, die sich in der Nähe des Nordrandes der sogenannten "K-Rinne",  $\pm$  100 m westlich des Profils 10 befand, ausserhalb des Gebietes war, wo Vergleiche mit den Modellmessungen möglich sind und daher weiter nicht bei den Untersuchungen berücksichtigt wurde.

Diese Messungen konnten zugleich dazu verwendet werden, um den Einfluss der Strömung aus der K-Rinne zu bestimmen in Hinblick auf die starke Schiffsversetzung in der Umgebung von Profil 10.

Zur Ergänzung der Messungen wurden noch eine Reihe von früheren Vertikalstrommessungen in der Nähe des Übergangs südlich des Gatjebogens mit in die Untersuchungen einbezogen. Es handelt sich um die Messungen an den Messorten 1 bis 4 am 24. Juni 1971 und am Messpunkt 7 am 5. Juli 1973..



Um einen Vergleich mit den Strömungsverhältnissen von 1972 durchführen zu können, wurden auch die Vertikalstrommessungen vom 4. Juni 1965 in Punkt 11 im Gatjebogen, kurz östlich von Profil 5, benutzt.

Die Messpunkte sind auf der Anlage A2 angegeben.

### 2.3 Die Tide- und Witterungsverhältnisse

Eine Übersicht über verschiedene Tide- und Windverhältnisse, die während der unter 2.2 aufgeführten Messungen herrschten, enthält die Anlage A1. Zum Vergleich sind daneben die Werte der mittleren Tide von Oterdum gemäss den Modellversuchen verzeichnet. Diese Tidekurve weist in der zweiten Hälfte der Flut - das ist die Phase, wo die Strömungsverhältnisse den Zeitpunkten 1 bis 7 entsprechen - etwas niedrigere Wasserstände auf als die mittlere Tidekurve, die auf Werten des Rijkswaterstaats beruht. Das Thw beider Kurven ist nahezu gleich (s. auch Anlage 13 dieses Berichtes).

Dadurch erhält die Tidekurve des Modells einen einigermaßen spitzen Hochwasserscheitel. Diese etwas abweichende Form gegenüber der RWS-Kurve äussert sich in der etwas höheren mittleren Steiggeschwindigkeit und im mittleren Wasserstand, welcher vom Zeitpunkt 1 bis Thw 13 cm niedriger liegt als der entsprechende Stand der RWS-Kurve (s. Anlage 1).

Die Schwimmermessungen vom 24. Oktober 1972 mussten frühzeitig abgebrochen werden infolge der ungünstigen Witterungsverhältnisse, die einen starken Einfluss auf die Tide hatten. Es trat eine Zunahme von 104 cm gegenüber MTnw auf und von 134 cm gegenüber MThw, während die mittlere Steiggeschwindigkeit vom Zeitpunkt 1 bis Thw 41 cm/h betrug, gegenüber 31 cm/h für die mittlere Tide. Deshalb sind die Schwimmer- und Vertikalströmungsmessungen vom 24. Oktober nicht in die Untersuchung einbezogen worden.



Faint, illegible text at the top of the page, possibly a header or introductory paragraph.

Second block of faint, illegible text, appearing as several lines of a paragraph.

Third block of faint, illegible text, continuing the document's content.

Fourth block of faint, illegible text, located in the lower half of the page.

Während der Messungen am 25. Oktober 1972 nahm der SW-Wind allmählich zu; in der zweiten Hälfte der Flut übertraf die Windgeschwindigkeit diejenige vom 24. Oktober. Dennoch konnten die Schwimmermessungen fortgesetzt werden, da gegenüber dem 24. Oktober eine weniger ungünstige Windrichtung und davon abhängige kleinere Wellenhöhen vorherrschten. Da die Vertikalströmungsmessungen vom 26. Oktober 1972 bei sehr günstigen Wind- und Tideverhältnissen an gleicher Stelle wie am 25. Oktober stattfanden, sind die Vertikalströmungsmessungen dieses Tages nicht weiter berücksichtigt worden.

Auch die Messung vom 6. April 1973 fand bei ungünstigen Windverhältnissen (Westwind 10-15 m/s) statt, wodurch ein Hochwasseranstieg um 77 cm gegenüber MThw auftrat. Trotzdem konnten die Schwimmermessungen gut zu Ende geführt werden, weil dieses Messgebiet hinsichtlich der Wellenbewegung etwas günstiger gelegen war als das vom Oktober 1972. Die Vertikalmessungen, die im östlichen Teil des Übergangs erfolgten, sind bei der Untersuchung unberücksichtigt geblieben, weil das Gebiet ungünstig lag im Hinblick auf die Wellenbewegung.

Die Messungen am 11. Dezember 1973 fanden bei abnehmenden SW-Wind von reichlich 13 m/s zu Anfang der Messung bis weniger als 10 m/s zur Thw-Zeit statt. Infolge der noch niedrigen Wasserstände zu Beginn der Messungen war die Wellenbewegung gering. Da die vorliegende Untersuchung vor allem auf eine Analyse und auf einen Vergleich der Strömungsverhältnisse während der Flut im Modell und in der Natur ausgerichtet ist, werden die Ebbmessungen vom 11. Dezember nicht weiter betrachtet.

Nicht nur die Messung am 26. Oktober 1972, sondern auch die Vertikalströmungsmessungen am 4. Juni 1965, 24. Juni 1971 und am 5. Juli 1973 fanden bei sehr günstigen Wind- und Tideverhältnissen statt.

The first part of the report deals with the general situation in the country. It is followed by a detailed analysis of the economic situation, which shows a steady decline in the last few years. The author then discusses the social and political aspects of the situation, and finally offers some suggestions for improvement.

The second part of the report is devoted to a detailed study of the agricultural sector. It shows that agriculture is the backbone of the economy, but that it is suffering from a severe crisis. The author identifies the main causes of this crisis and proposes several measures to overcome it.

The third part of the report deals with the industrial sector. It shows that industry is also in a state of decline, and that this is due to a combination of factors, including outdated technology and lack of investment. The author suggests that the government should take steps to modernize the industrial sector and attract foreign investment.

#### 2.4 Die Auswertung

Alle Ortsbestimmungen von den Schwimmern wurden auf Hi-Fix-Arbeitskarten abgesetzt und mit einer fließenden Linie verbunden. Aus der Zeit und dem Abstand von zwei aufeinanderfolgenden Positionen wurde die mittlere Schwimmergeschwindigkeit errechnet für das betreffende Intervall und somit für einen Wasserkörper von der Schwimmerlänge. Diese Schwimmerbahnen konnten nicht ohne weiteres mit den Strömungsverhältnissen im Modell verglichen werden, weil dort sehr kurze Momentaufnahmen von zweimal 5 sec. mit einer Zwischenpause von 1 sec. stattfanden. Dies bedeutet bei umgerechnetem Zeitmass von 1 : 50 eine Periode von 9 Minuten, 10 sec. in der Natur.

Aus den aufgetragenen Schwimmerbahnen wurden nun Abschnitte mit einer Zeitdauer von 9 Min., 10 sec. ermittelt wobei der Anfang mit dem Aufnahmezeitpunkt im Modell übereinstimmte. Natürlich wurde berücksichtigt, dass die Flutdauer der mittleren Tide etwas von der Flutdauer der gelaufenen Tide abweicht, (s. Anlage A1). Deshalb wurden die Aufnahmezeitpunkte der mittleren Tide korrigiert und zwar derart, dass das Verhältnis eines Zeitpunktes der gelaufenen Tide zum entsprechenden Zeitpunkt der mittleren Tide dem Verhältnis der Flutdauer der gelaufenen Tide zur Flutdauer der mittleren Tide entspricht.

Die für die Strombahnen berechneten mittleren Geschwindigkeiten pro Zeitintervall wurden auf die mittlere Tide reduziert, in dem sie mit dem Quotient der Steiggeschwindigkeit der mittleren und der gelaufenen Tide ( $\delta h / \delta t$ ) multipliziert wurde. Hierbei wird, von der Annäherung ausgegangen, dass die Geschwindigkeit proportional ist  $\delta h / \delta t$ , d.h. mit dem tangens des Winkels, der von der Tangente an der Tidekurve mit der waagerechten Zeitachse gebildet wird.

...the ... of the ...  
...the ... of the ...  
...the ... of the ...  
...the ... of the ...  
...the ... of the ...

...the ... of the ...  
...the ... of the ...  
...the ... of the ...  
...the ... of the ...  
...the ... of the ...

...the ... of the ...  
...the ... of the ...  
...the ... of the ...

...the ... of the ...  
...the ... of the ...  
...the ... of the ...  
...the ... of the ...

...the ... of the ...  
...the ... of the ...  
...the ... of the ...

...the ... of the ...  
...the ... of the ...  
...the ... of the ...  
...the ... of the ...

Bei Anwendung dieser Methode ergeben sich örtliche Abweichungen. Ferner wird diese Verhältnisgleichung in der Nähe des Kenterpunktes nicht mehr gelten, da der Kenterpunkt nicht mit dem Zeitpunkt von  $T_{hw}$  und  $T_{nw}$  zusammenfällt. Bei einem Vergleich mit den Strömungsverhältnissen im Modell ist letzteres von geringer Bedeutung, da die Kenterzeiten ausserhalb der betrachteten Tidephase liegen (Zeitpunkte 1 bis 8).

Aus den Vertikalmessungen wurden die Strömungsgeschwindigkeiten und die Stromrichtungen in der Vertikalen zusammengestellt, womit die mittleren Strömungsgeschwindigkeiten und -richtungen bis zu einer Tiefe von 5 m unter der Wasseroberfläche ermittelt wurden. Für den zu betrachtenden Zeitraum der Messung in den obersten 5 m wurden die bekannten Anfangs- und Endpunkte der vollständigen Vertikalmessungen berücksichtigt.

Schliesslich wurden die mittleren Geschwindigkeiten und Richtungen auf einer Zeitachse aufgetragen und die so erhaltenen Punkte durch fliessende Linien miteinander verbunden.

Nach Korrektur der Aufnahmezeitpunkte, die in der gleichen Weise erfolgte wie bei der Auswertung der Strombahnen, wurden die zugehörigen Geschwindigkeiten und Richtungen aus diesen Kurven entnommen. Zum Schluss wurden die Strömungsgeschwindigkeiten reduziert auf die mittlere Tide nach der  $\partial h / \partial t$ -Methode.

In den Anlagen A2 bzw. A3 sind die Strömungsverhältnisse für die mittlere Tide während der Zeitpunkte 4 bzw. 6 sowohl im Modell als auch in der Natur dargestellt worden.

In der Anlage A4 sind für die Zeitpunkte 2 und 4-7 die Veränderungen der Strömungsrichtung in der Vertikalen gezeichnet worden, für die drei im Gatjebogen gelegene Messpunkte 11, 8 und 10. Die Strömungsrichtung ist angegeben worden in bezug auf die idealisierte Fahrtroute (s. Anlage A2). Zum Vergleich

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

3. ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

sind für die Messpunkte 11 und 8 gleichzeitig die Strömungsrichtungen im Modell angegeben worden, die den Anlagen 8 und 10-13 (Zustand 1965) sowie 62 und 64-67 (Zustand 1972) des Berichtes über die Modellversuche entnommen worden sind.

Der Messpunkt 10 lag ausserhalb des in den Anlagen dargestellten Gebietes mit den verschiedenen Strömungszuständen.

Die Anlage A5 enthält in graphischer Darstellung den Verlauf der Strömungsgeschwindigkeit und der Strömungsrichtung für die Zeitpunkte 1 - 8 für den Messpunkt 8 nach Modell- und Naturmessungen. Die Modellzustände wurden den Anlagen 61-68 (Zustand 1972) des Modellversuchsberichtes entnommen.

In der Anlage A6 sind für die Zeitpunkte 2 und 4-7 die Veränderungen der Stromrichtung in der Vertikalen für die Messpunkte 2, 6 und 9 dargestellt, die südlich des Gattjebogens am östlichen Rand des Übergangs liegen (s. Anlage A2). Zum Vergleich ist dabei die Strömungsrichtung im Modell aufgetragen worden, wie sie die Anlagen 62 und 64-67 enthalten. Im Hinblick auf den grossen Abstand von der idealisierten Fahrtroute sind die Strömungsrichtungen auf Karten-Nord (=Y-Achse Niederl. rechtwinklige Koordinaten) bezogen.

Schliesslich sind in den Anlagen A7 und A8 eine Reihe von Strombahnan dargestellt, die am 25. und 26. Oktober gemessen worden sind, wobei pro Aussetzpunkt mehrere Strombahnen zusammengefasst worden sind, die sich über verschiedene Tidephasen erstrecken.

### 3. Vergleich von Modell- und Naturmessungen

Die Anlage A2 gibt einen Eindruck von dem Strömungszustand im Modell und in der Natur zum Zeitpunkt 4 (= 1.40 h vor Thw). Östlich von Profil 6 weichen die Strömungsrichtungen in der Natur stark





von denen im Modell ab, vor allem im Gatjebogen östlich des Überganges. Südlich dieses Rinnenteils sind die Abweichungen weniger gross.

Auffallend ist die Abweichung der Strömungsrichtung im Messpunkt 9 gegenüber den Richtungen an den Messpunkten 2 und 6. Diese Erscheinung kann zurückgeführt werden auf die Tiefenzunahme am südlichen Ufer des Gatjebogens östlich dieser Messpunkte; in der Zeit vom Juni 1971 bis Dezember 1973 ist die Tiefenlinie KN - 6,5 m 100 bis 200 m in südlicher Richtung vorgewandert, wodurch im Messpunkt 9 (Messung vom Dezember 1973) die Strömung allmählich mehr unter den Einfluss des Gatjebogenstroms gekommen ist.

Eine andere Ursache kann sein, dass gegenüber dem Unterstrom ein in der Richtung abweichender Oberstrom auftritt, der in Abhängigkeit von den Tideverhältnissen mehr oder weniger stark entwickelt ist. In Abschn. 4 wird darauf näher eingegangen.

Aus den Strömungsrichtung in den Messpunkten 3, 4 und 7 geht hervor, dass in dieser Tidephase einer Querströmung im Übergang auftritt, die fast senkrecht auf die Rinnenachse gerichtet ist.

Die Bahn F1 am südlichen Ufer des Gatjebogens mit einer Schwimmerlänge von 10 m (Start 150 m östlich von Profil 9) weicht nur wenig von den im Modell am gleichen Ort vorhandenen Richtungen ab.

Hingegen zeigt die etwas nördlicher im Gatjebogen gelegene Bahn F2, ebenfalls mit einer Schwimmerlänge von 10 m (Start 100 m östlich von Profil 8) eine grössere Abweichung von den im Modell aufgetretenen Strömungsrichtungen.

Die Anlagen A3 ermöglicht einen Vergleich zwischen den Strömungsverhältnissen im Modell und in der Natur für den Zeitpunkt 6 (=0,40 h vor Thw). In der Anlaufroute des Gatjebogens westlich von Profil 5 ist die Übereinstimmung von Modell und Natur gut, wie die Bahnen L, M, N und O zeigen. Östlich von Profil 5 tritt



jedoch wieder ein deutlicher Unterschied in den Strömungsrichtungen auf, wie die Bahnen E, C und B mit Schwimmerlängen von 5, 4 und 5 m aufweisen. Auch entlang dem südlichen Rand des Gatjebogens östlich des Übergangs sind einige Abweichungen zu bemerken zwischen Natur und Modell (Bahn K, Messpunkte 1, 5, 2 und 9).

Bemerkenswert ist die gute Übereinstimmung in der Richtung vom Modell mit den Bahnen R, mit einer Schwimmerlänge von 10 m, zwischen den Profilen 6 und 7, während auch die Richtung der Bahn P, mit einer Schwimmerlänge von 8 m, keine spürbare Abweichung zeigt.

Der Querstrom im Übergang ist auch zu diesem Zeitpunkt ungefähr senkrecht auf die Rinnenachse gerichtet (Messpunkte 3, 4 und 7).

Während der Schwimmermessungen wurde in einzelnen Fällen eine Stromkante beobachtet. Während der Messung am 26. Oktober 1972 kamen die Bahnen A und B bis auf wenige m zusammen (Zeitpunkt 4, Anlage A2), während sich die Bahn B in einer Stromkante befand. Eine derartige Stromkante tritt als Grenze zwischen zwei Wasserkörpern verschiedenen Salzgehalts und/oder Temperatur auf. Beim Flutstrom wird das Wasser in der tiefen Rinne schneller fließen als auf den angrenzenden Platen infolge der geringeren Reibung. Es kann ein zunehmender Salzgehaltsunterschied auftreten zwischen dem Wasser in der Rinne und auf den Platen, bis in einem bestimmten Augenblick der Unterschied so gross ist, dass eine Stromkante auftritt.

In Krümmungen wird die oberste Wasserschicht den kürzeren Weg über die Platte nehmen, während das Wasser in den tieferen Schichten mehr dem Lauf der Rinne folgt.

Die Strömungsverhältnisse während der Zeitpunkte 1, 2, 3, 5, 7 und 8 sind ebenfalls untersucht worden. Es ergab sich, dass bei den Zeitpunkten 1 und 2 keine nennenswerten Unterschiede auftreten in den Strömungsrichtungen im Modell und in der Natur. Die übrigen Zeitpunkte weisen jedoch deutliche Abweichungen auf und zwar in der gleichen Richtung und in etwa gleicher Grösse wie zu den Zeitpunkten 4 und 6.



Aus den in der Anlage A4 gezeichneten Richtungsvertikalen von den Messpunkten 11, 8 und 10 im Gatjebogen geht ein deutlicher Richtungsunterschied zwischen Ober- und Unterstrom hervor. Obgleich die Richtung der Wasseroberfläche in den Messpunkten 8 und 10 beeinflusst sein wird vom starken SW-Wind (s. Anlage A1), erstreckt sich die Richtungsabweichung bis auf Tiefen von 5 m und mehr, wo ein Windeinfluss ausgeschlossen werden kann.

Aus den in den Richtungsvertikalen dargestellten Strömungsrichtungen im Modell ergibt sich, dass die abweichende Richtung des Oberstroms im Modell nicht zum Ausdruck kommt. In einer Reihe von Fällen nähert sich die Richtung im Modell der Richtung des Unterstroms in der Natur. Dieses lässt auf einen zu kleinen Richtungsgradienten im Modell schliessen.

Aus der Anlage A5 geht hervor, dass zu Beginn der zweiten Hälfte der Flut (Zeitpunkte 1 und 2) am Messpunkt 8 im Gatjebogen noch keine Abweichungen in den Stromrichtungen auftreten. Im Zeitpunkt 3 ist der Unterschied jedoch gross ( $20^{\circ}$ ) und wird dann bei den folgenden Zeitpunkten allmählich kleiner.

Die in der Natur gemessenen und die mittlere Tide reduzierten Stromgeschwindigkeiten sind etwas höher als die im Modell festgestellten. Vom Zeitpunkt 1 bis 5 nimmt der Unterschied zu von 5 bis  $+ 30\%$ . Auch in einer Tiefe von 2,5 m unterhalb Thw sind die Geschwindigkeiten am Messpunkt 8 in der Natur grösser als im Modell. Der Messpunkt lag zwischen den Messstelle 11 und 16 im Modell, wie aus der Anlage 5 des Modellberichtes hervorgeht. Die in den Anlagen 99 und 101 jenes Berichtes genannten Geschwindigkeiten in den Punkten 11 und 16 wurden gemittelt und mit den auf die mittlere Tide reduzierten Werte des Messpunktes 8 verglichen. Es ergab sich für die Tidephase vom Zeitpunkt 1 bis 5 eine zunehmende Differenz in den Strömungsgeschwindigkeiten von 5 bis  $35\%$ .

Auch in dem südlich des Gatjebogens gelegenen Messpunkt 6 vom 26. Oktober 1972 waren die auf die mittlere Tide reduzierten Geschwindigkeiten in einer Tiefe von 2,5 m unter Tnw grösser als diejenigen,



des im Modell am gleichen Ort gelegenen Messpunktes 17 (Anlagen 5 und 105 des Modellversuchsberichtes). Die Geschwindigkeiten waren während der Phase von Zeitpunkt 1 bis 5 in der Natur grösser als im Modell mit einer zunehmenden Abweichung von 8 bis  $\pm 28$  %.

In der gleichen Weise wurden die auf die mittlere Tide reduzierten Geschwindigkeiten des Messpunktes 11 vom 4. Juni 1965 mit den gemittelten Geschwindigkeiten zwischen den Messstellen 1 und 15 im Modell verglichen (Anlagen 5, 96 und 98 des Modellberichtes).

Es ergab sich, dass mit Ausnahme vom Zeitpunkt 1, wo die Geschwindigkeit im Modell  $\pm 30$  % höher war als in der Natur, die Strömungen von Modell und Natur gut übereinstimmten.

Die Anlagen A6 lässt erkennen, dass in den Messpunkten 2 und 6 die Abweichungen in den Strömungsrichtungen zwischen Modell und Natur im allgemeinen ziemlich gering sind, mit Ausnahme von Zeitpunkt 7, wo ein deutlicher Unterschied auftritt. Im Messpunkt 9 ergibt sich in der Natur ein deutlicher Unterschied in der Richtung von Ober- und Unterstrom. Es ist bemerkenswert, dass die Strömungsrichtung im Modell mit der Richtung des in der Natur gemessenen Unterstromes übereinstimmt. In diesem Zusammenhang wird auf die Anlagen A2 und A3 verwiesen.

Die in den Anlagen A7 und A8 dargestellten Strombahnen weisen während des Ablaufs einer Tide eine im allgemeinen grosse Richtungsänderung von SE nach E auf. Diese Richtungsänderung ist am grössten zu Beginn der zweiten Hälfte der Flut. Gegen Ende der Flut verläuft die Richtungsänderung weniger schnell. In einigen Fällen kehren die Strombahnen in die entgegengerichtete Richtung um, wie z.B. B6 gegenüber B5 und C6 gegenüber C5 auf Anlage A8.

Im nördlichen Aussetzpunkt A ergeben sich nur geringe (Anlage A7) oder gar keine Richtungsänderungen (Anlage A8).



...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

#### 4. Schlussfolgerungen

Hinsichtlich der starken Schiffsversetzung bei Profil 10 kann folgendes bemerkt werden:

Das Strömungsbild in Bahn C im Gatjebogen (Profile 9 bis 12) kann global in zwei Teile zerlegt werden. Die Strombahnen westlich des Profils 10 kommen aus dem Gebiet westlich der K-Rinne und laufen in den Dollart; östlich von Profil 10 ergibt sich ein allmählicher Übergang zu Strömungsverhältnissen mit Strombahnen aus der K-Rinne, die weiter in das Emders Fahrwasser ziehen. Daher wird der Winkel zwischen der Strömungsrichtung und der idealisierten Fahrtroute in östlicher Richtung kleiner.

Auf Anlage 26 des Berichtes sind die geschätzten Positionen der Schiffe, die seit 1972 Grundberührung hatten, angegeben worden. Vier Schiffe liefen auf Grund in Höhe der Tonne 27, d.h. in dem Gebiet, wo das Strömungsbild geformt wird vom Flutstrom, der aus der K-Rinne zum Emders Fahrwasser verläuft. Ein Schiff lief am Nordrand des Fahrwassers an Grund und die übrigen hatten im Fahrwasser Grundberührungen.

Angesichts des örtlichen Strombildes, das günstiger ist als im westlichen Gebiet von Bahn C, und unter Berücksichtigung der Positionen der Grundberührungen, muss die Ursache der Grundberührungen hauptsächlich in der Enge des Fahrwassers und in der starken Sohländerung in der Nähe der Tonne 27 (s. Kap. V H und VI des Berichtes) in Verbindung mit einem niedrigen Wasserstand gesucht werden.

Im Gatjebogen tritt während der betrachteten Flutphase vom Zeitpunkt 1 bis 8 vom Zeitpunkt 3 ab an im Modell eine Abweichung in den Stromrichtungen auf gegenüber den Stromrichtungen in der Natur. Am stärksten erweist sich diese Abweichung im Gatjebogen nördlich des Übergangs und im rechten Teil östlich davon. In diesem Rinnenteil haben die Strömungsrichtungen im Modell einen grösseren Winkel in Bezug auf die Rinnenachse als die Richtungen

The first part of the report deals with the general situation in the country. It is a very interesting and detailed account of the political and social conditions. The author has done a great deal of research and his writing is clear and concise. He has also included a number of interesting facts and figures which will be of great value to the reader.

The second part of the report deals with the economic situation. It is a very interesting and detailed account of the economic conditions. The author has done a great deal of research and his writing is clear and concise. He has also included a number of interesting facts and figures which will be of great value to the reader.

The third part of the report deals with the cultural situation. It is a very interesting and detailed account of the cultural conditions. The author has done a great deal of research and his writing is clear and concise. He has also included a number of interesting facts and figures which will be of great value to the reader.

The fourth part of the report deals with the future of the country. It is a very interesting and detailed account of the future of the country. The author has done a great deal of research and his writing is clear and concise. He has also included a number of interesting facts and figures which will be of great value to the reader.

The fifth part of the report deals with the conclusion. It is a very interesting and detailed account of the conclusion. The author has done a great deal of research and his writing is clear and concise. He has also included a number of interesting facts and figures which will be of great value to the reader.

The sixth part of the report deals with the appendix. It is a very interesting and detailed account of the appendix. The author has done a great deal of research and his writing is clear and concise. He has also included a number of interesting facts and figures which will be of great value to the reader.

in der Natur.

Südlich des Gatjebogens in der Nähe des Nordostrandes des Übergangs sind die Abweichungen in den Strömungsrichtungen zwischen Natur und Modell im allgemeinen gering. Im Messpunkt 9 (Dezember 1973) ist die Abweichung grösser, möglicherweise infolge des Einflusses von morphologischen Veränderungen und/oder des Auftretens eines Oberstromes, der eine vom Unterstrom abweichende Richtung hat.

Im Übergang Paapsand-Süd tritt während des grössten Teils des betrachteten Zeitraums eine Querströmung auf, die mehr oder weniger senkrecht zur Rinnenachse verläuft.

Aus der Untersuchung hat sich ergeben, dass die Abweichungen in den Strömungsrichtungen zwischen Modell und Natur grösstenteils durch einen in der Natur auftretenden Oberstrom, mit einer deutlich nach links gegenüber dem Unterstrom abweichenden Richtung, verursacht werden. Das Auftreten dieses Oberstroms ist ausserdem zweifelsfrei bei den Strömungsmessungen im Juni 1971 und im Juli 1973 im Längsprofil Paapsand - Geiseweststeert nachgewiesen worden.

Aus den Messergebnissen ging hervor, dass östlich des Übergangs kein Oberstrom mit einem deutlichen Richtungsunterschied auftrat. Im westlichen Teil des Übergangs und im angrenzenden südlichen Teil des Paapsandes wurde jedoch ein Oberstrom festgestellt, der gegenüber dem Unterstrom deutlich mehr nach links gerichtet war. Diese Erscheinung trat  $2\frac{1}{2}$  bis 3 Stunden vor Thw auf (etwa ab Zeitpunkt 2 = 2.40 h vor Thw) und hielt bis Ende der Flut an; dann kenterte der Oberstrom früher als der Unterstrom.

Inwieweit Dichteunterschiede hierbei eine Rolle spielen können, ist schwierig zu bestimmen.

Die folgende Tabelle enthält die mittlere Oberwasserführung der Ems während der Messungen.

1911  
1912  
1913  
1914  
1915  
1916  
1917  
1918  
1919  
1920

Das Verzeichnis der ...  
...

Im Jahre ...  
...

Die ...  
...

...

...

...

Messung	24. Juni	1971	70 m <sup>3</sup> /s
"	25. + 26. Okt.	1972	35 "
"	5. + 6. Apr.	1973	200 "
"	5. Juli	1973	10 "
"	11. Dezember	1973	120 "
Modell			60 "

Das Verhältnis zwischen dem Salzgehalt und der Oberwasserführung der Ems ist sehr komplex. Die Oberwasserführung verändert sich zeitlich; der Salzgehalt im Ästuar ist abhängig von der derzeitigen Oberwasserführung aber auch von den davorliegenden Abflüssen.

Im allgemeinen erstreckt sich der Einfluss des Südwassers der oberen Ems bis Paapsand-Süd. Bei grösseren Abflüssen, wie am 5. und 6. April 1973 wird sich der Einfluss weiter seewärts ausdehnen.

Der Salzgehalt am Boden ist während der Ebbe und bei Tnw etwas höher als an der Oberfläche und es herrscht eine gewisse Schichtung. Nach dem Durchsetzen der Flut verschwindet die Schichtung und das Wasser wird in der Zusammensetzung homogen infolge der starken vertikalen Durchmischung.

Auf Grund dieser Erscheinung ist der Geschwindigkeitsgradient in der Vertikalen während der Flut geringer als während der Ebbe, wie u.a. die Messungen vom 11. Dezember 1973 an den Messpunkten 8 und 10 im Gatjebogen ergeben haben. Die Oberwasserführung der Ems war doppelt so gross als der im Modell nachgebildete Abfluss. Ein Vergleich der Geschwindigkeiten in einer Tiefe von 1 m unter der Oberfläche mit den Geschwindigkeiten von 2 m über Grund ergibt nur geringe Unterschiede, während bei der Ebbe Unterschiede von reichlich 70 % am Messpunkt 8 und von etwa 100% am Messpunkt 10 auftraten.

Es muss bezweifelt werden, dass die Dichteunterschiede während der Flut eine entscheidende Rolle spielen bei der Ausbildung eines Oberstromes mit einer gegenüber dem Unterstrom abweichenden Richtung, da dieser Oberstrom auch bei den Messungen vom Oktober 1972

... und die ...

... die ...

... die ...

... die ...

... die ...

... die ...

... die ...

und Juli 1973 auftrat, als die mittleren Abflüsse der Ems sehr gering waren mit 35 und 10 m<sup>3</sup>/s.

Vielmehr muss die Ursache im Gezeitenmechanismus des betreffenden Gebietes gesucht werden. Im Zuge der Fortschrittsrichtung der Tide und im Rahmen der Lage des Gebietes zwischen dem Dukegat und der Knock läuft die Tide an der Westseite dieses Gebietes phasenverschoben gegenüber der Tide an der Ostseite.

Der Zeitpunkt von MThw Oterdum liegt 5 min früher als derjenige vom + 5 km nördlicher gelegenen Pegel Rysum und 8 min vor Thw Knock. Unmittelbar östlich der Knock wird diese Phasenverschiebung wieder aufgehoben infolge des viel kürzeren Fortschrittweges im Innenbogen der Knock.

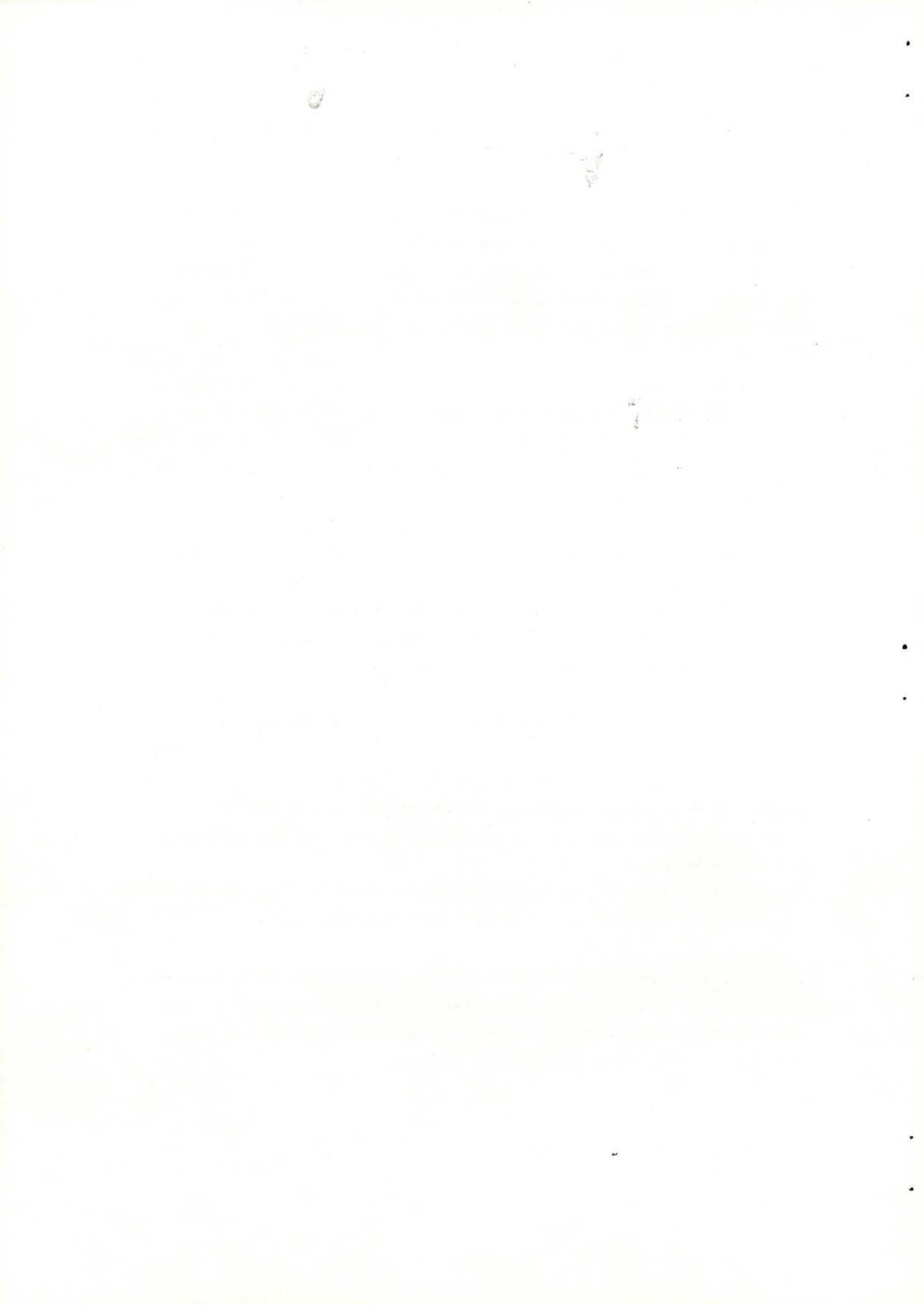
Diese Phasenverschiebung hat zur Folge, dass während der zweiten Fluthälfte die Wasserstände in der Bucht von Watum und im südlichen Teil des Paapsandes höher sind, als die am nördlichen Ufer zwischen dem Rysumer Nacken und der Knock, wie auch aus den Messungen der Jahre 1971 bis 1973 hervorgeht.

Im Rinnensystem des betrachteten Gebietes entsteht deshalb ein Quergefälle. Da die Bucht von Watum und der Gatjebogen hier nahe zusammenliegen ohne trennende hohe Sandplaten, entsteht als Kompensation des Quergefälles ein Oberstrom mit einer abweichenden Richtung in bezug auf den Unterstrom, der mehr in der Richtung der Rinne verläuft.

Hierdurch wird nicht vollkommen erklärt, warum ein in der Richtung abweichender Oberstrom im Modell nicht vorhanden ist.

Es scheint übrigens vertretbar zu sein, die Beurteilung der Entwicklung der nautischen Verhältnisse des Gatjebogenfahrwassers auf den Vergleich der Ergebnisse der Modellmessungen mit den Zuständen 1965, 1972 und 1975 zu gründen.





TIDE – UND WINDVERHÄLTNISSE OTERDUM

Art und Daten der Messungen	Tnw und Thw		Zunahme (+) resp. Abnahme (-) in cm gegenüber MTnw u. MThw	Tidehub in cm	Flutdauer in h. und min.	Zeitdauer von Zeitpunkt I bis Thw	Mittl. Steig- geschwindig- keit der Flut in cm/h	Mittl. Steig- geschwindig- keit von Zeitpunkt I bis Thw in cm/h	Mittlerer Wasserstand der Flut in cm bezogen auf N.A.P.	Mittlerer Wasserstand von Zeitpunkt I bis Thw in cm bezogen auf N.A.P.	Örtliche Windrichtung und - Geschwindigkeit ----- Richtung ————— Geschwindigkeit
	Zeit M.E.Z.	Höhe in cm bezogen auf N.A.P.									
Mittlere Modelltide der B A W, Aussenstelle Küste, Hamburg, August 1973	Zeitpunkt MThw = 5.40 h nach MTnw	- 156 + 120		276	5.40	3.13	48	35 (31)	+ 7 (+13)	+ 72 (+ 85)	
Vertikalströmungs- messungen Messpunkt 1-4	24 juni '71 7.08 13.00	- 194 + 132	- 38 + 12	326	5.52	3.18	56	35	+ 12	+ 95	
Schwimmer- und	24 okt '72 7.38 12.14	- 52 + 254	+ 104 + 134	306	4.36	2.29	67	41	+ 138	+ 213	
Vertikalströmungs- messungen	25 okt '72 8.00 13.46	- 184 + 154	- 28 + 34	338	5.46	3.15	59	30	+ 37	+ 123	
in den Messpunkten 5 u 6	26 okt '72 8.50 14.32	- 177 + 147	- 21 + 27	324	5.42	3.12	57	29	+ 35	+ 114	
Schwimmer messungen	6 april '73 8.15 13.47	- 160 + 197	- 4 + 77	357	5.32	3.07	65	34	+ 68	+ 156	
Vertikalströmungs- messungen Messpunkt 7	5 juli '73 10.00 15.40	- 190 + 146	- 34 + 26	336	5.40	3.36	59	30	+ 30	+ 114	
Schwimmer und Vertikalströmungs- messungen punkt 8-10	11 dec '73 6.52 12.52	- 158 + 159	- 2 + 39	317	6.00	3.23	53	27	+ 28	+ 127	
Vertikalströmungs- messungen Messpunkt 11	4 juni '65 9.30 15.20	- 180 + 135	- 24 + 15	315	5.50	3.17	54	28	+ 25	+ 108	

in Klammern: mittlere Tidekurve RWS  
Zeitpunkt = 2 1/2 h nach Tnw  
N.A.P. = NN + 13 mm  
s. die Lage der Messpunkte Anlage A 2

**RIJKSWATERSTAAT**

DIRECTIE GRONINGEN  
STUDIEDIENST DELFZIJL

HYDRONAUTISCHE ONTERSUCHUNG GATJEBOGEN **Anl. A1**

Vergleich der Strömungsverhältnisse nach  
Messungen im Modell und in der Natur

*K. A. G. J. G. J.*  
A 2 74.317



Aufnahmezeitpunkt 6 im Modell = 0h.40min vor Thw (5 Stunden nach Tnw)  
in der Natur

- a) am 25 Okt 1972 = 0h.41 min vor Thw (5h.05 min nach Tnw)
- b) .. 26 Okt 1972 = 0h.40 .. .. (5h.02 .. ..)
- c) .. 6 April 1973 = 0h.39 .. .. (4h.53 .. ..)
- d) .. 24 Juni 1971 = 0h.41 .. .. (5h.11 .. ..)
- e) .. 5 Juli 1973 = 0h.40 .. .. (5h.00 .. ..)
- f) .. 11 Dez 1973 = 0h.42 .. .. (5h.18 .. ..)

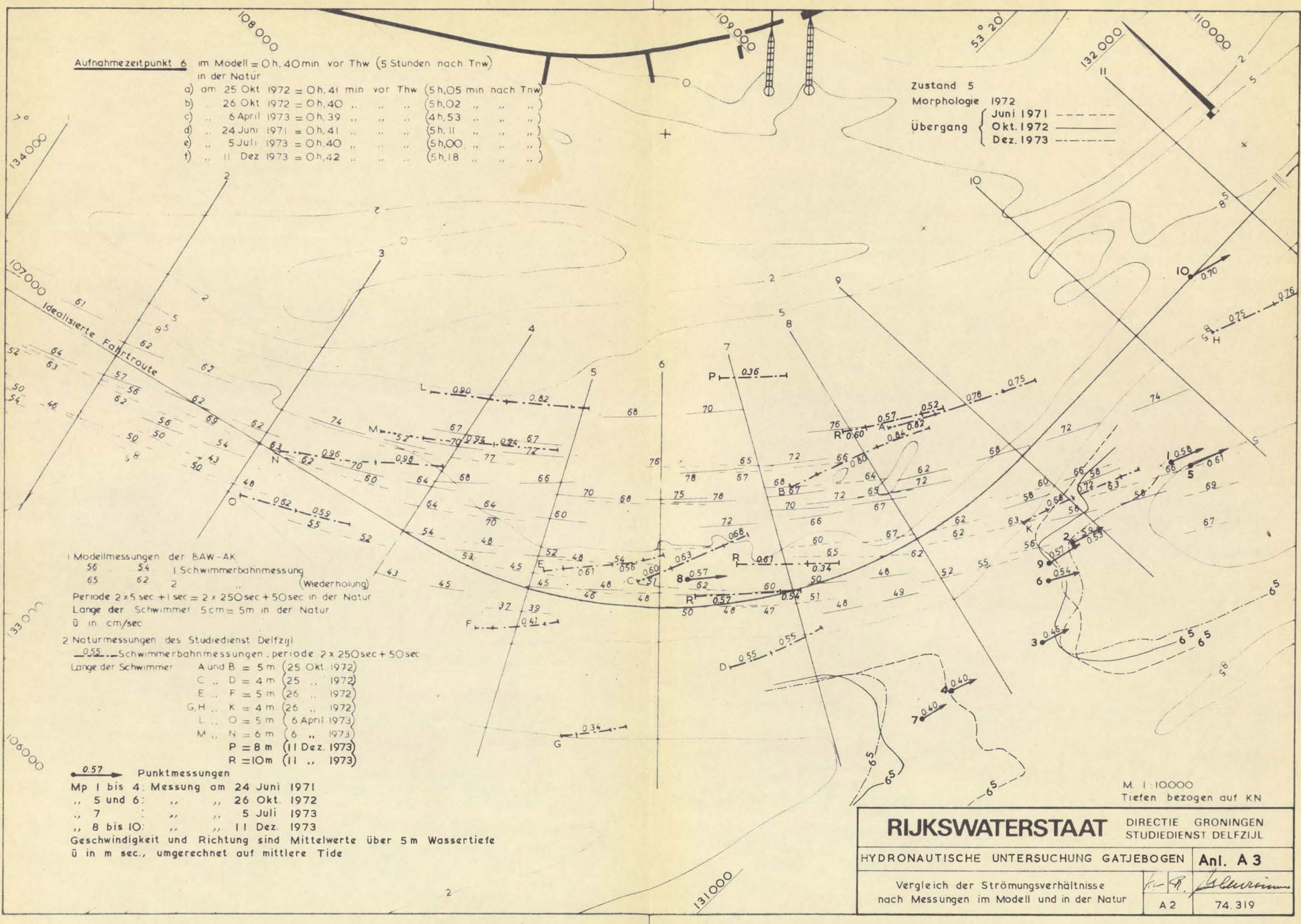
Zustand 5

Morphologie 1972

Übergang { Juni 1971 - - - - -

Okt. 1972 - - - - -

Dez. 1973 - - - - -



1 Modellmessungen der BAW-AK  
56 54 1 Schwimmerbahnmessung  
65 62 2 .. .. (Wiederholung)

Periode 2x5 sec + 1 sec = 2x 250sec + 50sec in der Natur  
Länge der Schwimmer 5cm = 5m in der Natur  
 $\bar{u}$  in cm/sec

2 Naturmessungen des Studiedienst Delfzijl  
0.55 Schwimmerbahnmessungen, periode 2x 250sec + 50sec

- Länge der Schwimmer
- A und B = 5 m (25 Okt. 1972)
  - C .. D = 4 m (25 .. 1972)
  - E .. F = 5 m (26 .. 1972)
  - G, H .. K = 4 m (26 .. 1972)
  - L .. O = 5 m (6 April 1973)
  - M .. N = 6 m (6 .. 1973)
  - P = 8 m (11 Dez. 1973)
  - R = 10m (11 .. 1973)

- 0.57 Punktmessungen
- Mp 1 bis 4: Messung am 24 Juni 1971
  - .. 5 und 6: .. .. 26 Okt. 1972
  - .. 7 .. .. 5 Juli 1973
  - .. 8 bis 10: .. .. 11 Dez. 1973

Geschwindigkeit und Richtung sind Mittelwerte über 5m Wassertiefe  
 $\bar{u}$  in m sec., umgerechnet auf mittlere Tide

M 1:10000  
Tiefen bezogen auf KN

<b>RIJKSWATERSTAAT</b>		DIRECTIE GRONINGEN STUDIEDIENST DELFZIJL	
HYDRONAUTISCHE ONTERSUCHUNG GATJEBOGEN		Anl. A 3	
Vergleich der Strömungsverhältnisse nach Messungen im Modell und in der Natur		A 2	74.319

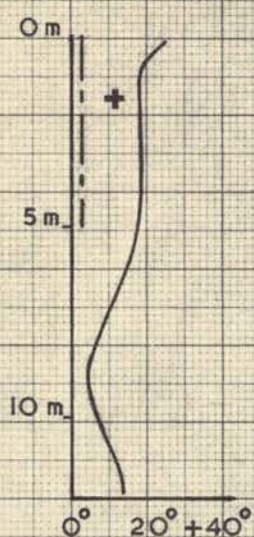
MESSPUNKT 11

4 juni 1965

Thw Oterdum 15.20uur

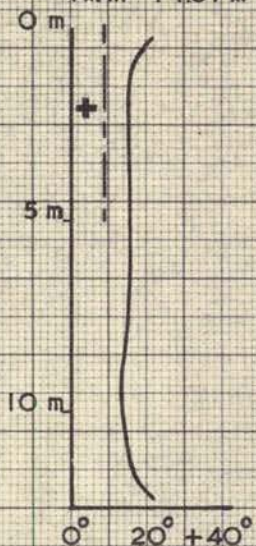
Zeitpunkt 2

Wasserstand = N.A.P. + 0.70m



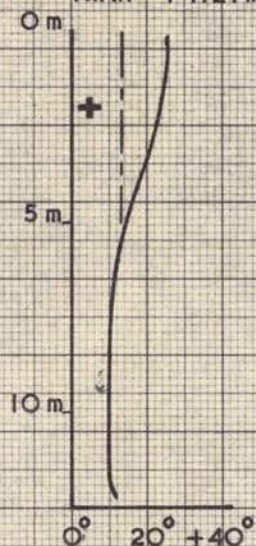
Zeitpunkt 4

N.A.P. + 1.07m



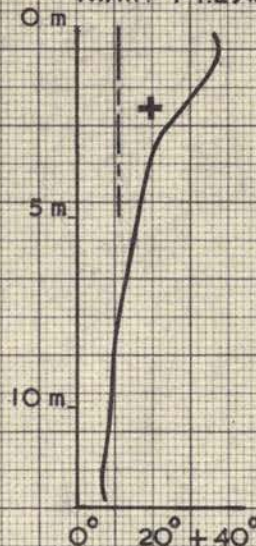
Zeitpunkt 5

N.A.P. + 1.21m



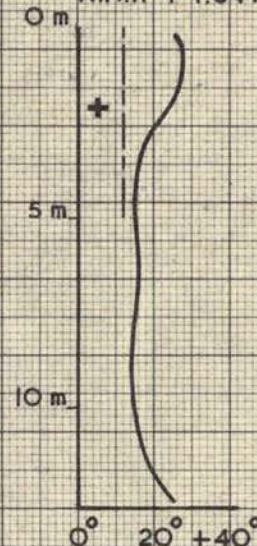
Zeitpunkt 6

N.A.P. + 1.29m



Zeitpunkt 7

N.A.P. + 1.34m

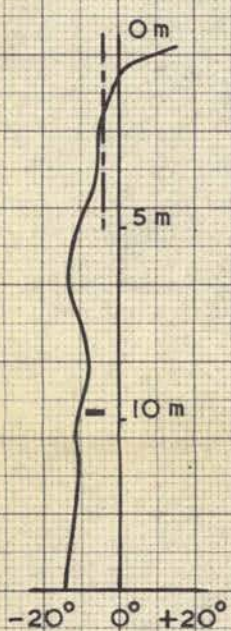


MESSPUNKT 8

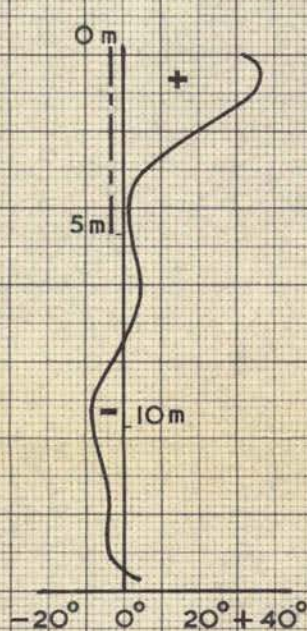
11 dec. 1973

Thw Oterdum 12.52 uur

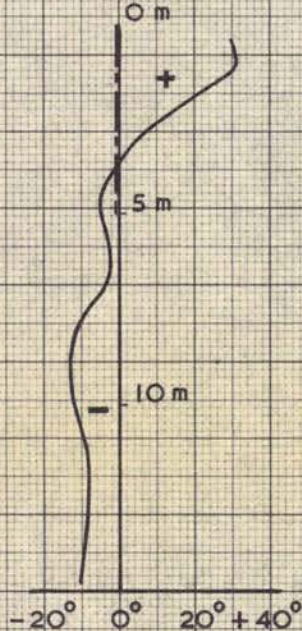
Wasserstand = N.A.P. + 0.94 m



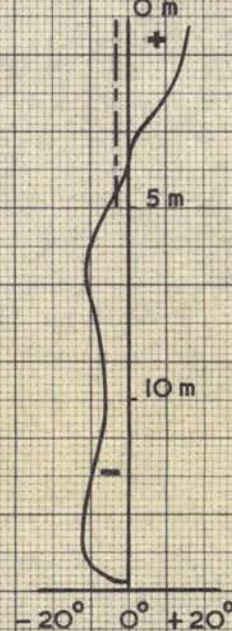
N.A.P. + 1.31m



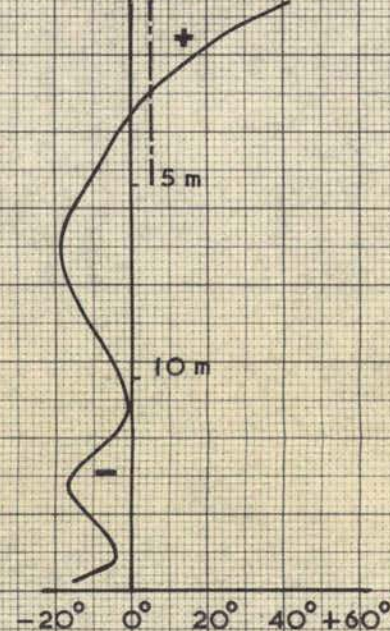
N.A.P. + 1.43m



N.A.P. + 1.52 m

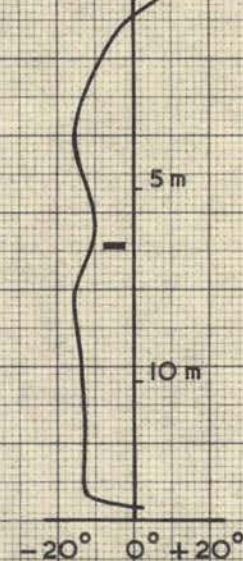
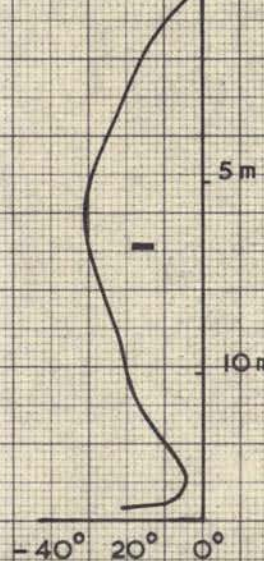
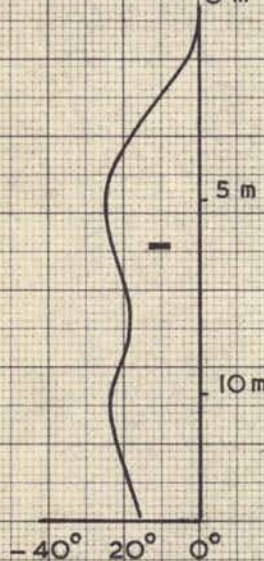
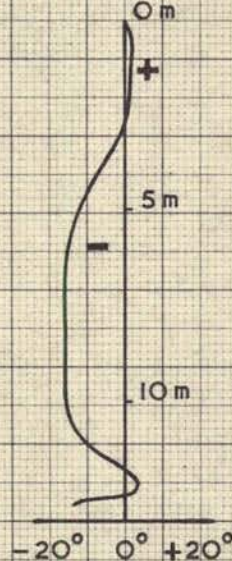
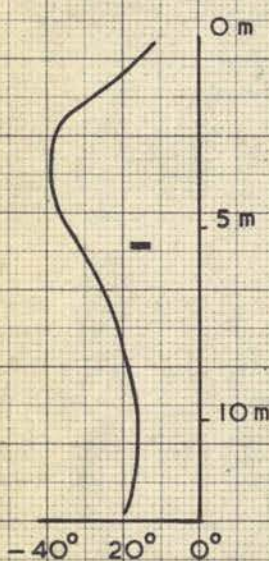


N.A.P. + 1.57 m



MESSPUNKT 10

11 dec. 1973



Strömungsrichtung gegenüber der idealisierten Fahrtroute  
 s. die Lage der Messpunkte in Anlage A2

Mittlere Strömungsrichtung im Modell  
 (Morphologie 1972)

**RIJKSWATERSTAAT**

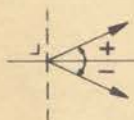
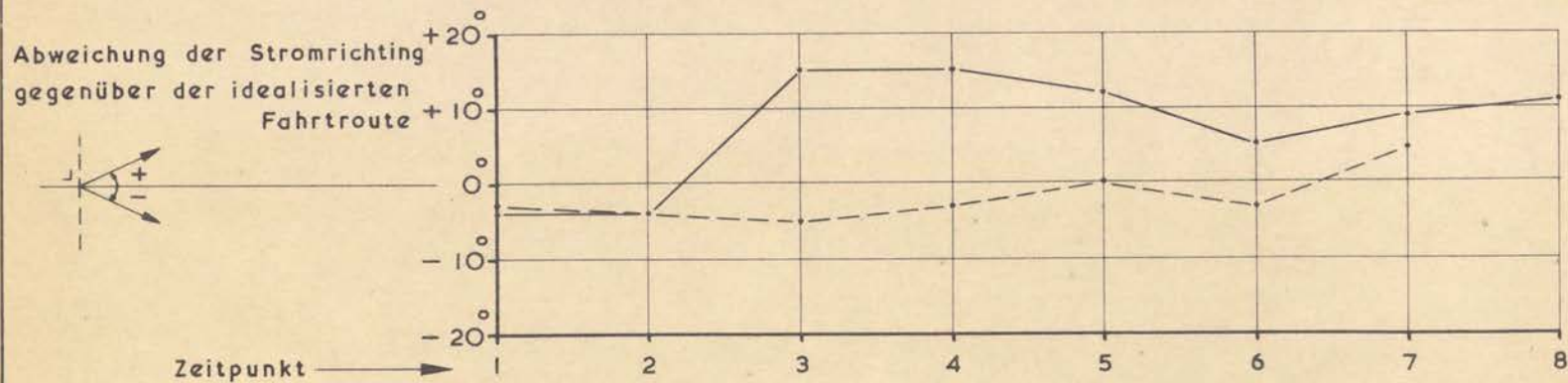
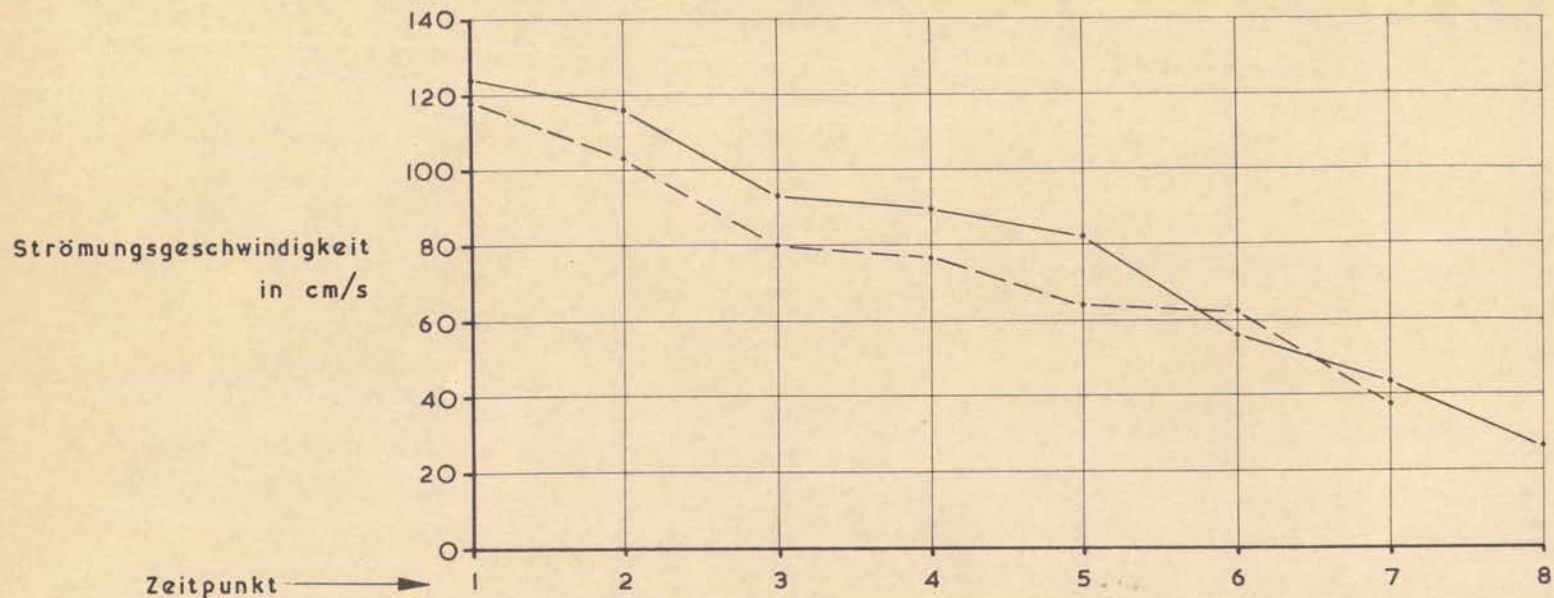
DIRECTIE GRONINGEN  
STUDIEDIENST DELFZIJL

HYDRONAUTISCHE ONTERSUCHUNG GATJEBOGEN

Anl. A 4

Veränderungen der Strömungsrichtung  
in der vertikalen

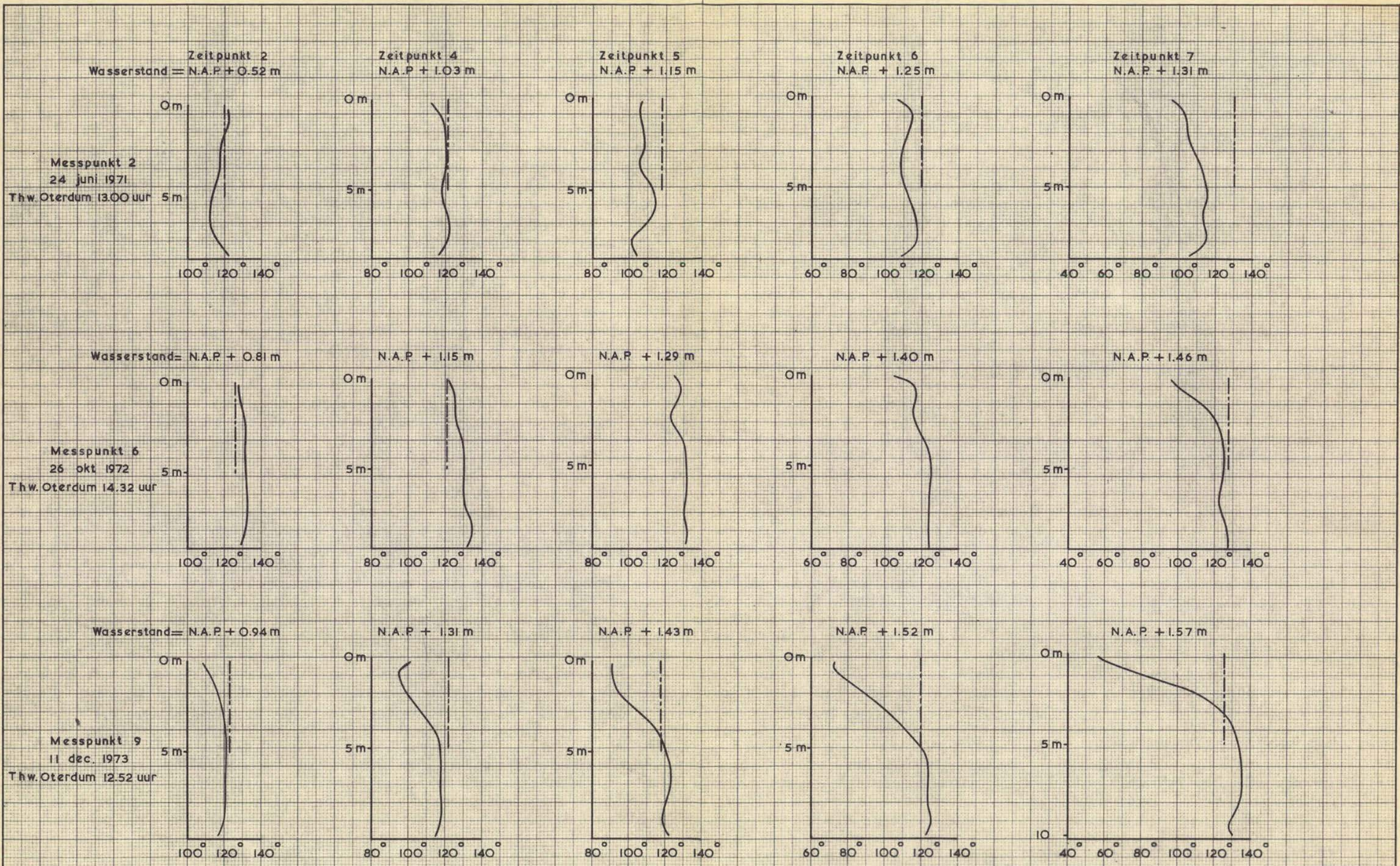
kw. P.   
 A2 74.320



—— Natur  
- - - - - Modell

Mittlere Strömungsgeschwindigkeiten und -Richtungen in den oberen 5 m Wasser während einer mittleren Tide.

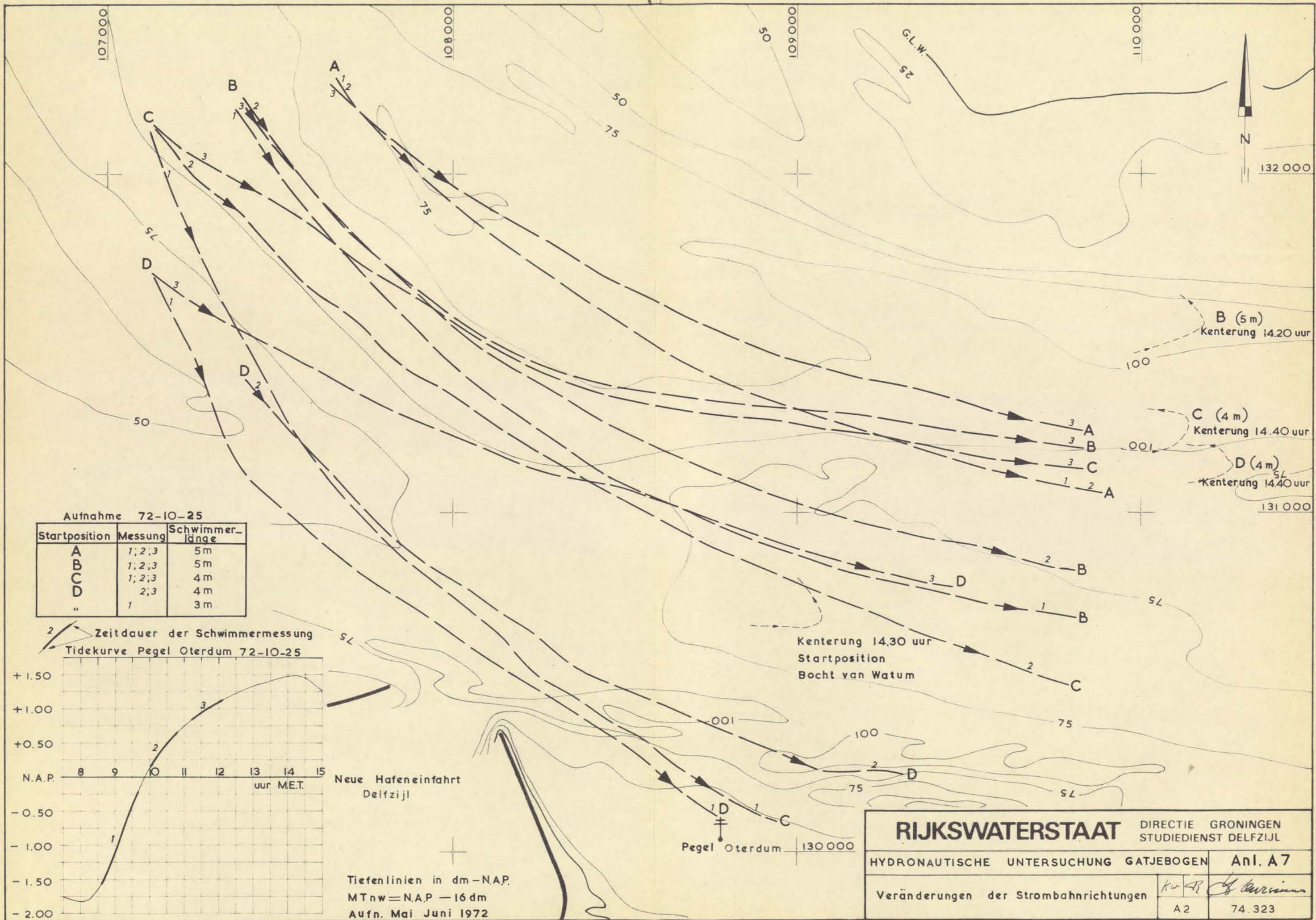
<b>RIJKSWATERSTAAT</b>		DIRECTIE GRONINGEN STUDIEDIENST DELFZIJL	
HYDRONAUTISCHE ONTERSUCHUNG GATJEBOGEN		Anl. A5	
Strömungsgeschwindigkeit und -Richtung von Zeitpunkt 1 bis 8 am Meszpunkt 8			
		A1	74.321



KN = y-as  
  
 Strömungsrichtung gegenüber Karten-Nord

----- Mittlere Strömungsrichtung im Modell (Morphologie 1972)  
 s. die Lage der Messpunkte in Anlage A 2

<b>RIJKSWATERSTAAT</b>		DIRECTIE GRONINGEN STUDIEDIENST DELFZIJL	
HYDRONAUTISCHE ONTERSUCHUNG GATJE BOGEN		Anl. A 6	
Veränderungen der Strömungsrichtung in der vertikalen		<i>H. A. J. Holwerda</i>	
A 2		74.322	

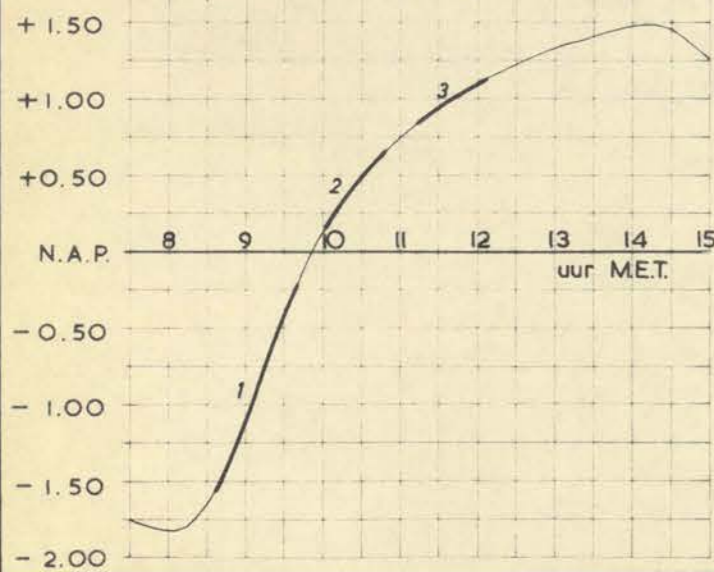


Aufnahme 72-10-25

Startposition	Messung	Schwimmerlänge
A	1; 2; 3	5m
B	1; 2; 3	5m
C	1; 2; 3	4m
D	2; 3	4m
"	1	3m

Zeitdauer der Schwimmermessung

Tidekurve Pegel Oterdum 72-10-25



Neue Hafeneinfahrt  
Delfzijl

Tiefenlinien in dm-N.A.P.  
MT<sub>NW</sub> = N.A.P. - 16 dm  
Aufn. Mai Juni 1972

Pegel Oterdum 130 000

**RIJKSWATERSTAAT**

DIRECTIE GRONINGEN  
STUDIEDIENST DELFZIJL

HYDRONAUTISCHE ONTERSUCHUNG GATJEBOGEN

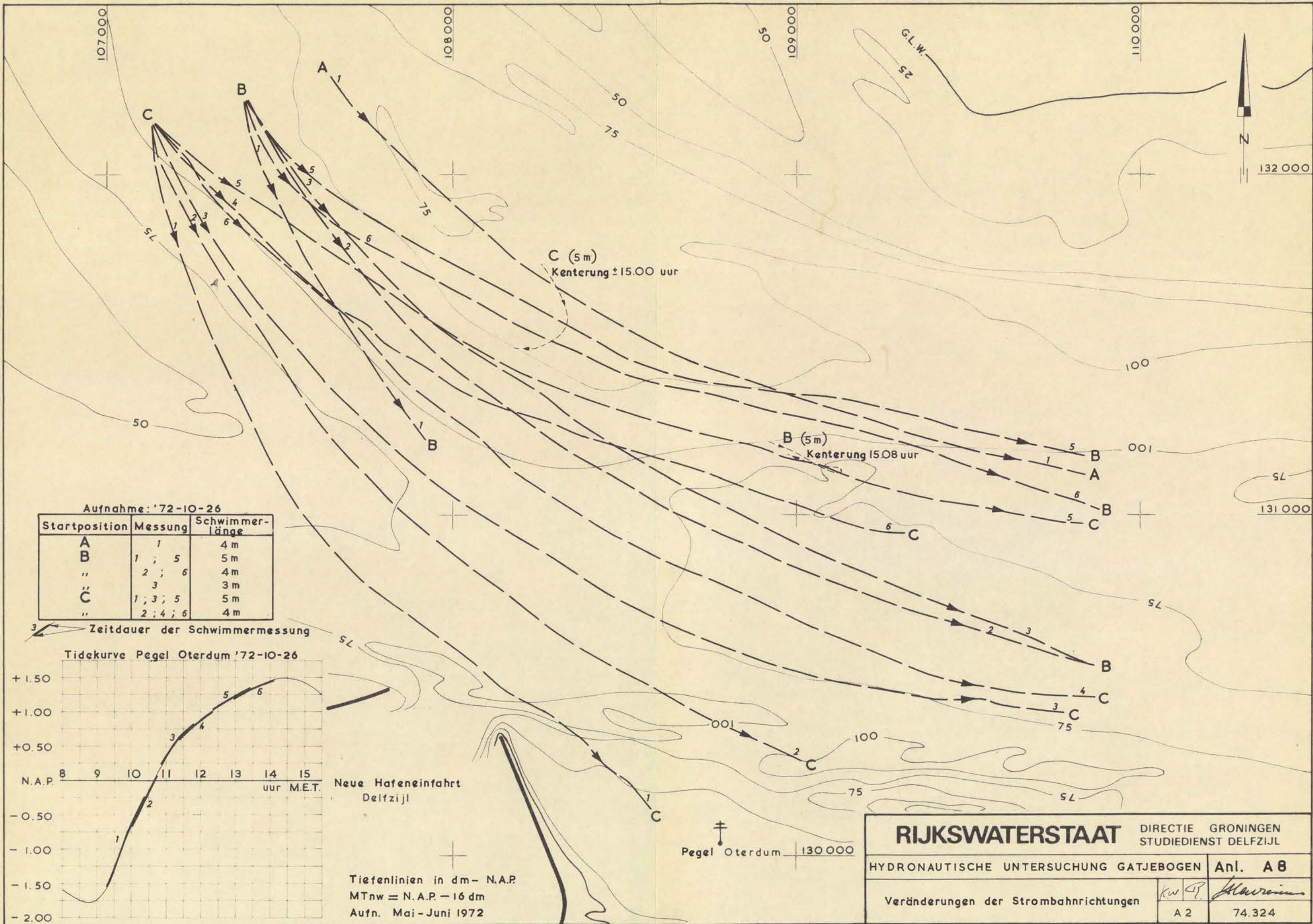
Anl. A7

Veränderungen der Strombahnrichtungen

Kw 48  
A2 74.323







Anhang II  
(mit 2 Anlagen)

Zusammenfassung, von Messberichten über die  
Einmessung von 12 einfahrenden Schiffen und  
5 ausfahrenden Schiffen im Gatjebogen.

In Zusammenarbeit mit der Abteilung Hydronautisch Onderzoek von der Direktion Waterhuishouding en Waterbeweging und dem Wasser- und Schiffahrtsamt Emden hat die Abteilung Studiedienst des Rijkswaterstaats in Delfzijl in der nachstehenden Weise die Schiffsbewegungen von 13 einlaufenden Schiffen und von 5 auslaufenden Schiffen im Gatjebogen registriert.

Diese Messungen sind in den folgenden zwei Messberichten der Abteilung Forschungsstelle Delfzijl der Direktion Groningen beschrieben worden:

(Lit.4) "Messbericht von 12 Schiffsbewegungen im Gatjebogen" (Einfahrtmessungen)  
(Lit.5) "Messbericht von 5 Schiffsbewegungen im Gatjebogen" (Ausfahrtmessungen)

Das Ziel der Einmessungen war die möglichst genaue Bestimmung der Position des Schiffes während der Fahrt im Fahrwasser des Gatjebogens. Die Positionsbestimmung erfolgte auf zwei Arten:

- a mittels des Ortsbestimmungssystems Hi-Fix.
- b mit Hilfe der Radarzentrale Knock, wo die Positionen bestimmt wurden.

Zunächst geschah es durch das Einmessen des Schiffsstandortes auf dem Radarschirm, später mittels eines Fotoaufnahmegerätes.

Ferner befanden sich noch ein Messleiter und 2 Beobachter an Bord des Schiffes. Dort wurden der Kurswinkel des Schiffes, die Umdrehungszahl der Schraube und alle Lotsenkommandos notiert.

Darstellung der Angaben

Die Messungen wurden Ende 1972/Anfang 1973 ausgeführt; die auslaufenden Schiffe wurden Anfang 1974 eingemessen. Der Kürze halber sind in der <sup>Anlage I</sup> Zeichnung 73, 112 die wichtigsten Angaben von den ein- und auslaufenden Schiffen in Tabellenform aufgetragen worden. <sup>und Anlage II</sup>



Ausserdem sind darauf die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit, Thw Oterdum, Der Wasserstand im Augenblick des Passierens des Pegels Oterdum und der Zeitpunkt der Passage in bezug auf Thw Oterdum und der Zeitpunkt der Passage in bezug auf Thw Oterdum angegeben worden. Bei den 13 durchgeführten Schiffseinmessungen handelte es sich bei dem ersten Schiff um ein unbeladenes Fahrzeug, weil sich das für die Einmessung vorgesehene Schiff, ein Öltanker, weigerte, elektronische Geräte an Bord zu nehmen. Damit das Messteam jedoch Erfahrungen sammeln konnte in Hinblick auf die Anwesenheit des Instruktionsteams aus Hoek van Holland wurde die Fahrtroute von M.S. "Janova" gemessen.

Die Angaben von den Schiffseinmessungen 2 - 11 wurden von der Abteilung Hydronautisch Onderzoek für weiterführende Ausarbeitungen benutzt. Die Fahrtmessung 12 wurde nachträglich verwertet, um die Ergebnisse zu testen, während die Schiffseinmessung 13 ausgefallen ist infolge einer Hi-Fix-Störung.

Bei allen Messungen war die Windkraft mässig. Die Sicht war gut ausser bei der Schiffseinmessung 5 ("Odin"); dieses Schiff ist in sehr dichtem Nebel gefahren.

Das Schiff "Ore Prince" ist im Emders Fahrwasser auf Grund gelaufen. Die Ursache davon ist das zu frühe Abfahren vor Thw vom Leichterplatz bei Borkum.

Die Windstärke war bei den Messungen von auslaufenden Schiffen mit Ausnahme der Messfahrt mit "Labrador Current" mässig. Die Messung mit "Lucie Schulte" fand in dichtem Nebel statt. Der Gatjebogen wurde vom Fahrzeug "Petingo" bei Thw passiert.

Auf besonderen Zeichnungen sind ausser den Fahrtrouten der betreffenden Schiffe, die Tourenzahl der Schraube, die Fahrtgeschwindigkeiten und das Längsprofil der gefahrenen Route dargestellt worden.

Gleichzeitig ist auf einer eingezeichneten Tidekurve die Zeitdauer der Passage angegeben worden. Ausserdem ist auf den Zeichnungen die Strömungsgeschwindigkeit und -richtung, die durch ein auf einer festen Position stationiertes Messfahrzeug gemessen wurden, dargestellt

... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..

worden. Ferner sind Zeichnungen angefertigt worden mit den gefahrenen Linien von Vor- und Achterschiff von jeweils 5 Schiffspassagen und die Gesamtbreite der Routen von 10 Passagen.

Messung Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nahme des Schiffes	Janova	Liebana	Janecke	Aralar	Odin	Heinrich Schulte	Baldur	Ore Prince	Annucca Aarnio	Carola Reith	Japan Oak
Typ des Schiffes	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier
Aufnahmedatum	'72.11.24	'72.11.28	'72.12.12	'72.12.13	'73.01.03	'73.01.09	'73.01.12	'73.01.13	'73.01.16	'73.01.17	'73.01.22
Länge in m	175.26	194.00	195.07	194.00	221.50	220.00	207.36	213.36	211.80 o.a.	202.00 o.a.	211.00
Breite in m	26.06	29.00	27.43	29.00	32.00	30.08	26.80	30.00	27.52	28.00	31.80
totes Gewicht	32988.5	53209.45	40110.00	± 53210	61305.00	54045.00	43421.00	45344.00	44634.94	38250.00	54399.00
Tiefgang vorn	4.42	11.00	10.36	11.05	10.51	10.97	10.90	10.74	10.61	10.90	10.65
Tiefgang hinten	6.25	11.00	10.59	11.03	10.56	10.95	10.61	10.74	10.59	10.78	11.10
Thw Oterdum	1.66	1.18	—	1.72	—	1.31	1.26	0.66	1.20	1.35	1.18
Wasserstand Durchgang Pegel	+ 1.60 m	1.13	—	1.46	—	1.11	1.20	0.25	1.14	1.18	0.94
Durchgangszeit vor Thw Oterdum	40 nach Thw	40 min	—	96	—	68	44	144	36	80	104
Tiefe	15.24	18.01	15.85	18.01	17.60	16.40	15.80	15.26	14.54	17.53	17.50
Windrichtung	O—NO	W—SSW	WSW—SW	SW	S—W	WNW	—	OSO	SSW	ONO	SSW
Windgeschwindigkeit in m/s	4	8—15	11—14	9—13	3—5	5	0	6—8	0—4	4—6	9—10
Plan Nr.	73.021	73.022	73.023	73.024	73.025	73.026	73.027	73.028	73.029	73.030	73.031

Messung Nr.	12	13
Nahme des Schiffes	Thara	Choko Maru
Typ des Schiffes	bulkcarrier	bulkcarrier
Aufnahmedatum	73-03-10	73-04-4/5
Länge in m	240.792	197.00
Breite in m	32.004	32.20
totes Gewicht	76.546	51.091
Tiefgang vorn	10.67	10.80
Tiefgang hinten	10.97	10.98
Thw Oterdum	1.14	0.95
Wasserstand Durchgang Pegel	+ 1.12 m	—
Durchgangszeit vor Thw Oterdum	12 min	—
Tiefe	19.431	17.80
Windrichtung	WSW	± S.W.
Windgeschwindigkeit in m	3.5	10.5
Plan Nr.	73.229	—

De ingenieur

*J. de Vos*

Get	Gew	Gec	Gez
73.02.27		K.W.	S.
A.B			

**RIJKSWATERSTAAT**

DIRECTIE GRONINGEN  
STUDIEDIENST DELFZIJL

**EEMS**

**Anl. B I**

Einfahrtmessungen Emden  
Angaben der Schiffe

A I

73.112



Messung Nr.	21	22	23	24	25						
Nahme des Schiffes	Andwi	Choko Maru	Labrador Current	Petingo	Lucie Schulte						
Typ des Schiffes	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier						
Aufnamedatum	74.01.20	74.01.26	74.02.07	74.02.19	74.03.14						
Länge in m	216.13 o.a.	197.00	190.00	200.25 o.a.	165 o.a.						
Breite in m	22.86	32.20	26.00	26.97	20.50						
Tiefe in m	14.96	17.80	14.40	15.04	12.12						
totes Gewicht	35 510.00	51 091.00	30 692.00	38 297.00	16 960.00						
Tiefgang vorn	8.90	9.50	8.98	8.41	9.69						
Tiefgang hinten	9.63	9.75	9.28	8.63	9.45						
Thw Oterdum	1.33	1.08	1.84	0.83	1.12						
Wasserstand Durchgang Pegel	+ 0.64 m	0.81	1.64	0.83	0.77						
Durchgangszeit vor Thw Oterdum	168 min	112	60	3 nach Thw	123						
Windrichtung	S.S.W.	Süd	N.t.W - N.N.W.	N.O.	West						
Windgeschwindigkeit in m/s	5	5 - 6	10 - 13	7 - 11	3 - 5						
Plan Nr.	74.019	74.020	74.037	74.043	74.075						

De ingenieur				<b>RIJKSWATERSTAAT</b>		DIRECTIE GRONINGEN	
						STUDIEDIENST DELFZIJL	
Get	Gew	Gec	Gez	Ausfahrtmessungen Emden		A1	
		K.	Le.				

Stellungnahme

zur Frage nach den Ursachen der Abweichungen von Strömungsrichtungen zwischen Natur und Modell

Die hier behandelte Frage steht im Zusammenhang mit den Untersuchungen über die Veränderungen der Strömungsverhältnisse im Gatjebogen, die für das Manövrieren großer Schiffe von Bedeutung sind.

In Anl. 15b des niederländischen Gutachtens "nautisch onderzoek eemsmond" [1] vom Rijkswaterstaat sind Schwimmerbahnen aus der Naturmessung vom 25.10.72 und Strömungsrichtungen aus dem Modellversuch [2] dargestellt, die auffallend voneinander abweichen.

Als Ursachen dieser offensichtlichen Abweichung sind verschiedene Faktoren denkbar, die hier erörtert werden sollen. Grundsätzlich können diese Faktoren unterschieden werden in solche, die von der Physik der hydraulischen Modelle bestimmt werden und solche, die auf die Bedingungen bei den Naturmessungen [3] zurückzuführen sind.

1. Corioliskräfte werden im Modell nur 50fach kleiner nachgebildet als sie eigentlich nachgebildet werden sollten. Da die Strömungen im Modell gegenüber denen in der Natur rechtsdrehend abweichen, kommen Corioliseffekte nicht in Frage.
2. Die Morphologie des Modelles wurde entsprechend der Peilung von 1971 im Bereich des Gatjebogens eingebaut. Zwischen den Profilen 7 und 10 ist die Sohle der Peilung von 1972 exakt angepaßt worden, mit Angleichungen jeweils zwischen den Profilen 6 und 7 sowie 10 und 11.

Im Untersuchungsbereich entsprach der Sohlzustand im Modell den Verhältnissen in der Natur von 1972. Die Bucht von Watum

folgt sich die ...

[ 3 ]

3. Ausgangspunkt ...

4. Die ...

5. Ein ...

6. ...

Die ...

befand sich im Zustand von 1963. Der hier eingetretene Abflußrückgang wurde durch vermehrte Rauhgigkeit berücksichtigt [2].

3. Aufgrund dieser Gegebenheiten ist es kaum denkbar, daß die Geschwindigkeitsverteilung in lateraler Richtung im Modell nicht den natürlichen Verhältnissen entspricht. Die überprüften Wasserstände entsprachen weitgehend den Verhältnissen einer mittleren Tide in der Natur, wobei der Oberwasserabfluß von Ems und Leda mit  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  simuliert wurde.
4. Die Größe der im Modell verwendeten Schwimmer weicht, versuchstechnisch bedingt, erheblich von den Naturschwimmern ab. Die Breite der Schwimmer beträgt 25 mm, das entspricht einer Breite von 12,5 m in der Natur. Die Eintauchtiefe beträgt für Natur und Modellschwimmer umgerechnet 5 m (einige Naturschwimmer sind 4 m lang).
5. Eine "größere Trägheit" kann den Schwimmern insofern nicht zugeschrieben werden, als sie nur einen Wasserkörper gleicher Masse verdrängen.
6. Wesentlich für die Bewegung der Schwimmer auf gekrümmten Bahnen ist das Verhältnis der Trägheitskräfte zu den an der Oberfläche der Schwimmer angreifenden Druck- und Reibungskräften. Erfahrungsgemäß sind in hydraulischen Modellen stark aufgerauhte Oberflächen von Vorteil, da durch sie die nicht naturähnlichen Effekte einer laminaren Grenzschicht vermieden oder stark abgemindert werden. Aus diesem Grunde wurden die bei den Versuchen verwendeten glatten Schwimmer mit einer rauhen Oberfläche versehen, die aus einer Schicht von Geschiebekörnern mit  $2 \text{ mm } \phi$  bestand.

Die rauhen und glatten Schwimmer wurden zusammen mit Stabschwimmern mit nur 2 mm Durchmesser und Oberflächenmarkierungen (Papierschnitzel) getestet. Die Teststrecke lag im



im Gatjebogen im Bereich der stärksten Krümmung. Der Versuch wurde mehrmals wiederholt. Es konnte kein Unterschied in den Schwimmerbahnen festgestellt werden, der auf die Form und Beschaffenheit der Schwimmer zurückzuführen wäre. Somit scheiden alle Einflüsse aus, die durch die Modelltechnik gegeben sind.

7. Die verbleibenden wesentlichen Unterschiede zwischen Natur und Modell sind durch die variablen Verhältnisse in der Natur bedingt: Im Modell wird eine ständig gleichbleibende mittlere Tide mit konstantem Oberwasser reproduziert; Naturmessungen können jedoch von diesen mittleren Verhältnissen erheblich abweichen. In Frage kommen die Einflüsse der Ungleichheit der Tiden des Windes und des Oberwassers.

Zur Zeit der Messung am 25.10.1972 hatten wir eine auslaufende Windflut mit TnW-Unterschieden von über einem Meter! Es ist denkbar, daß nach einer solchen Windflut die Strömungsverhältnisse zwischen Emsgebiet und Dollartgebiet im Vergleich zu mittleren Verhältnissen grundlegend verändert sind. Auf den Einfluß des Ledasperrwerkes sei in diesem Zusammenhang ebenfalls hingewiesen.

8. Dichteströmungen werden im Modell nicht nachgebildet. Obwohl die Dichteunterschiede in untersuchten Gebieten maximal bis nahezu 1 % betragen können, ist ein Einfluß auf die Strömungsrichtung kaum denkbar, da der Dichteunterschied hauptsächlich zu einer Sekundärströmung in vertikaler Schichtung kommt, dessen Auswirkung durch die Tiefe der Schwimmer wieder ausgeglichen wird.
9. Ein wesentlicher Punkt ist weiterhin die unterschiedliche Meßtechnik. Während in der Natur Schwimmerbahnen aufgenommen worden sind (Bahnlinien), sind im Modell durch kurze Momentaufnahmen Strömungsbilder gemacht worden. Die Richtungen

Handwritten text, possibly a list or notes, located at the top of the page. The text is mostly illegible due to blurriness and bleed-through.

Handwritten text in the middle section of the page, appearing as a paragraph or several lines of notes.

*Handwritten signature or initials*

Handwritten text at the bottom of the page, possibly a date or reference number.

können nur zu den Zeiten verglichen werden, die identisch sind, und das ist dann für jede Bahnlinie nur ein Punkt. Die Abweichung am Ende der Bahnlinie in Anl. 15b in [1] ist durchaus plausibel. Ein genauer Zeitvergleich ergibt folgende Daten: Die Naturmessung vom 25.10.1972 zeigt die Strömungsrichtung bei Profil 9 um 11.40 h. Das ThW in Otterdum trat um 13.50 h ein. Die Messung im betrachteten Gebiet erfolgte also 2 Stunden und 10 Minuten vor ThW. Die auf demselben Blatt (Anl. 15b) wiedergegebene Modellmessung ist jedoch 1 Stunde und 40 Minuten vor ThW ausgeführt worden (Anl.1)

Zum Schluß sei hier noch eine tabellarische Zusammenstellung wiedergegeben, die verdeutlichen soll, wie stark Strömungsrichtungen in der Natur voneinander abweichen können (Anl. 2). Die Abhängigkeit der Strömungsrichtung von der Tidephase und von der jeweiligen Tide wird hier besonders klar. Die Winkel sind als Differenz zur Westrichtung zu verstehen. Die Messung wurde am 24., 25. und 26.10.1972 vom RWS ausgeführt [3]. Ähnliche Ergebnisse liefern die Messungen des RWS, Studiendienst Hoorn von 1960 und 1961.

Hamburg, 13. März 1974

*Ohlmeyer*

Dipl.-Ing. Ohlmeyer



Section 101

(1) The first part of the section deals with the general principles of the law of contract. It states that a contract is an agreement between two or more parties which is intended to be legally binding. The law of contract is concerned with the legal consequences of such agreements.

(2) The second part of the section deals with the formation of a contract. It states that a contract is formed when there is an offer by one party and an acceptance by another party. The offer must be clear and definite, and the acceptance must be made in accordance with the terms of the offer.

(3) The third part of the section deals with the discharge of a contract. It states that a contract is discharged when the parties have performed their obligations under the contract. A contract may also be discharged by agreement between the parties, or by operation of law.

Verwendete Unterlagen

- (1) Analyse von Fahrtproblemen der Bulkcarrier  
im Gatjebogen  
Rapport RWS - HNO, 1974
  
- (2) Bundesanstalt für Wasserbau  
Strömungsverhältnisse im Gatjebogen, Vergleichende  
Untersuchungen, August 1973
  
- (3) Rijkswaterstaat Directie Groningen Studiedienst  
Delfzijl:  
Stroommetingen 1972



Handwritten text at the top center, possibly a title or reference number.

Handwritten text in the upper middle section, possibly a description or note.

Vertical handwritten label on the right side of the drawing.

SILBERBERG

WILHELM WILHELM

Vertical handwritten text on the left side, possibly a scale or legend.

Handwritten text at the bottom of the page, possibly a signature or date.

Ergebnisse im Gattjebogen  
und in der Natur

10  
E.C.  
53° 25'  
PD

Anlage 1

Zustand 5  
Morphologie 1972  
Übergang 1972

Natur: 2h 40min vor THW  
Modell: 1h 40min " " "



RIJKSWATERSTAAT		Ant. 15 b
NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND		P 206
		H.N.O. 73/30.9 no. 271

M. 1 : 10 000  
u in cm/s

----- Naturmessung, 25.10.72  
----- Modellversuch  
Tiefen bezogen auf KN

Bundesanstalt für Wasserbau  
Außenstelle Küste



Strömungsrichtungen während der niederländischen Messungen  
vom 24. bis 26.10.1972

Tag	Zeit		h vor ThW
24.10.	8.40	18°	3.30
1972	9.50	20°	2.20
	11.00	26°	1.10
	12.00	32°	0.10
25.10.	9.20	20°	4.30
1972	10.20	21°	3.30
	11.40	12°	2.10
	13.20	18°	0.30
26.10.	9.50	18°	5.00
1972	11.20	20°	3.30
	13.00	12°	1.50
	14.30	25°	0.20

Deel I

Invarende schepen

ANALYSE VAN  
VAARPROBLEMEN  
MET BULKCARRIERS  
IN DE GATJEBOGEN

Rijkswaterstaat

HNO 73/30 - 9/271





ANALYSE VAN VAARPROBLEMEN  
MET BULKCARRIERS IN DE GATJEBOGEN.

DEEL I: Invarende schepen.

Rijkswaterstaat  
rapport HNO 73/30-9/no. 271



Analyse von Fahrtproblemen  
der Bulkcarrier im Gatjebogen.

Aanvullingen op de versie d.d. 2 sept. 1974 waardoor deze gelijkloidend wordt aan de t.b.v. de Eems-Dollard-commissie gemaakte versie d.d. 16 okt. 1974.

I. Nederlandse vertaling van de Duitse teksten.

II. De "Anlagen" nrs. 3, 11 en 44 vervangen door de bijgevoegde exemplaren.

III. Errata "Teil I":

blz. 12, r 5/v.o.: "1972-1972" wordt "1972-1965",

blz. 26, r 6/v.o.: "Kurtsverlauf" wordt "Kursverlauf",

blz. 29, r 9/v.o.: "Gegenkommen" wordt "Gegenkommer",

blz. 30, C r 8 : "weil" wordt "während",

blz. 30, r 3/v.o.: "Schiffsproblematiek" wordt "Schiffsproblematik",

Errata "Anhang I":

blz. 11, r 19 : "und die" wordt "und auf",

blz. 12, r 12 : "Anlagen" wordt "Anlage".

Aanvulling en correcties ontvangen op 8-10-1974 (HNO)

Section 1

1.1

2  
3  
4

I. Introduction  
A. Background information  
B. Purpose of the study

5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12

II. Literature Review  
A. Overview of the field  
B. Key theories and models  
C. Research gaps

13  
14  
15

III. Methodology  
A. Research design  
B. Data collection  
C. Data analysis

16  
17  
18  
19  
20

IV. Results and Discussion  
A. Findings  
B. Interpretation  
C. Implications

Inhoud Deel I

	blz.
I. <u>Inleiding</u>	3
A. Aanleiding tot het onderzoek	3
B. Formulering en opzet van het onderzoek	3
II. <u>Algemene gegevens</u>	5
A. Geografische vaarwegindeling	5
B. Hydrografie der vaarweg:	5
a. schematisatie van de vaarweg	5
b. bodemligging, lengteprofiel	5
c. dwarsprofielen	6
d. verloop van de vaarweg	7
e. vertikaal getij	7
f. horizontaal getij	7
III. <u>Maatgevende schepen in de analyse</u>	8
A. Ontwikkeling der scheepvaart in aantal en grootte sedert 1965	8
B. Het maatgevende schip	9
C. Invloed zoutgehalte	9
IV. <u>Stroomeffect op het scheepsgedrag</u>	11
A. Algemeen	11
B. Overzicht onderzochte modeltoestanden	11
C. Beschouwing betreffende stroomkrachten op schepen	14
D. Berekenings methodiek	16
E. Beschouwing stroomkrachten in de verschillende stroomsituaties	17



	blz.
V. <u>Scheepsmanoeuvremetingen</u>	20
A. Resultaten van de scheepsmetingen	20
B. Vaarschema	20
C. Squat	21
D. Vaarwegbreedte	22
E. Bevaarbare getijfasen i.v.m. diepgang- en vaarwegbreedte	23
F. Vaargedrag	23
G. Koershoek	26
H. Samenvatting van de resultaten der scheepsmetingen	27
VI. <u>Gestrande schepen</u>	29
VII. <u>Eindkonklusie</u>	30





## I. Inleiding

### A. Aanleiding tot het onderzoek

Gedurende de laatste jaren doen zich, volgens opgave van de loodsen vooral in het vaarwater Gatjebogen, (zie bijlage 1 en 2) moeilijkheden voor bij het manoeuvreren van diepstekende ertscarriers.

Tijdens bespreking van de gesignaleerde problematiek in de Eems-commissie (19-10-1972) kwam de vraag naar voren in hoeverre één en ander veroorzaakt kan worden door de verandering van het stroombeeld ter plaatse, a.g.v. het weg-baggeren van de oversteek t.b.v. de nieuwe havenmond van Delfzijl.

### B. Formulering en opzet van het onderzoek

Ten behoeve van een meer gerichte vraagstelling en ter vaststelling van het op te stellen onderzoekprogramma, werd op 8-11-1972 Hamburg Rissen en 9-11-1972 Emden een bespreking gehouden tussen de Bundesanstalt für Wasserbau, -Aussenstelle Küste-, Wasser- und Schiffahrtsdirection Aurich, Wasser- und Schiffahrtsamt Emden en Rijkswaterstaat Directies Groningen en Waterhuishouding en Waterbeweging.

Bij deze besprekingen werd afgesproken, dat een onderzoek zou worden ingesteld, uitgaand van de volgende vraagstelling.

| In hoeverre heeft de nieuw gebaggerde vorm van de voor de nieuwe havenmond nabij Delfzijl gelegen oversteek een ongunstige invloed gehad op het stroombeeld in het vaarwater naar Emden?

| Zijn hierdoor de vaarmogelijkheden voor grote schepen met bestemming Emden bemoeilijkt? Is het met het oog op deze vragen verantwoord om de door Nederland voorgestelde uiteindelijke vorm van de oversteek ("drempel 1975") te baggeren?

Dit onderzoek zou bestaan uit:

- a. Een hydraulisch modelonderzoek in de Bundesanstalt für Wasserbau -Aussenstelle Küste- te Hamburg.
- b. Een hydronautische analyse van de vaarweg-configuratie en het stroomeffect op het scheepsgedrag, uit te voeren door Directie Waterhuishouding en Waterbeweging, sectie Hydro Nautisch Onderzoek te Wageningen (kortweg HNO)
- c. Het uitvoeren van drijvermetingen en stroommetingen in de vertikaal in de natuur t.b.v. zowel a. als b. en van een serie scheepsmanoeuvremetingen in de vaarweg naar Emden.



De scheepsmanoeuvremetingen werden voorbereid door HNO en werden uitgevoerd door de Studiedienst Delfzijl, aanvankelijk met assistentie van de groep Bijzondere Metingen van de Afd. Havenmonden te Hoek van Holland (Direktie Benedenrivieren).

De Studiedienst Delfzijl voerde ook de natuurmetingen uit, zoals getijmetingen, drijfvermetingen en lodingswerkzaamheden (Appendix I geeft informatie over de door deze Studiedienst uitgevoerde hydraulische natuurmetingen).

Mede op grond van bovenstaande meetuitkomsten werd door HNO - Direktie Waterhuishouding en Waterbeweging een hydronautische analyse verricht. Daarbij werd ook gebruik gemaakt van de kennis en ervaring, verkregen bij vroegere onderzoeken zoals b.v. Europoort, Westerschelde en Rijnpoort. In het hierna volgende wordt gerapporteerd over het verrichte onderzoek. Van het hydronautisch onderzoek kwam op 22 augustus 1973 een samenvatting gereed (1), gelijktijdig met het door de Bundesanstalt für Wasserbau gepubliceerde rapport betreffende het vergelijkend hydraulisch onderzoek (2).

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

...the ... of ...

## II. Algemene gegevens

### A. Geografische vaarwegindeling

De vaarroute voor grote schepen naar Emden kan in een 4-tal gebieden worden onderverdeeld, t.w.:

1. Het traject vanaf de Noordzee tot de lichterplaatsen ten zuiden van het eiland Borkum of in de Oude Westereems
2. Het gedeelte van de lichterplaatsen tot de monding van de Bocht van Watum
3. De aanvaarroute via het Ostfriesische Gatje tot en met Gatjebogen
4. De direkte naderingsroute naar de haven van Emden.

Voor nadere oriëntatie wordt verwezen naar bijlage 1 en 2.

Diepstekende ertstankers voor Emden worden op de genoemde lichterplaatsen gebracht op een diepgang van ca. 36 ft., waarna gebruikmakend van de hoogwater-top via Gatjebogen naar Emden gevaren wordt. Blijkens informatie kan de genoemde diepgang van 36 ft. door de desbetreffende kapiteins afhankelijk van waterstand en vaarschema en in overleg met het Loodswezen worden overschreden. Een vaste regel is hiervoor niet gesteld.

### B. Hydrografie der vaarweg

#### a. Schematisatie van de vaarweg

Bij de hydronautische analyse is uitgegaan van een recht aanloopstuk van 1500 m naar Gatjebogen (traject A), een bochtstuk met een koersverandering van  $79^{\circ}$  en een straal van 1425 m en een lengte van 2000 m (traject B) en van een recht uitloopstuk, richting Emden, met een lengte van 1500 m (traject C). In dit geheel is een geïdealiseerde vloeiende vaarbaan (zie bijlage 3) aangenomen als referentie voor de beschouwingen.

De raai-indeling 1 t/m 12 wordt in het gehele rapport aangehouden

#### b. Bodemligging lengteprofiel

Tijdens de ingemeten scheepsmanoeuvres werd per meting het lengteprofiel van de bodem vastgelegd met b.v. een surveyecholood van een dienstvaartuig van de Studiedienst Delfzijl.

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that every entry should be supported by a valid receipt or invoice to ensure transparency and accountability. This section also outlines the procedures for handling discrepancies and the role of the audit committee in monitoring the financial statements.

The second part of the document details the internal control system implemented by the organization. It describes the segregation of duties, the authorization process for transactions, and the regular reconciliation of accounts. The document highlights how these controls are designed to prevent errors and detect any irregularities in a timely manner.

The third part of the document provides a comprehensive overview of the organization's financial performance over the reporting period. It includes a detailed analysis of the income statement, balance sheet, and cash flow statement. The management discusses the key drivers of growth, the challenges faced, and the strategies adopted to address them.

The fourth part of the document outlines the organization's future outlook and strategic objectives. It discusses the planned investments, the expected market conditions, and the measures to be taken to enhance operational efficiency and financial stability. The document concludes with a statement of confidence in the organization's ability to achieve its long-term goals.

The fifth part of the document contains the financial statements for the reporting period, including the income statement, balance sheet, and cash flow statement. Each statement is accompanied by a detailed explanation of the accounting policies and estimates used in their preparation. The management also provides a commentary on the overall financial health of the organization.

The sixth part of the document discusses the organization's compliance with applicable laws and regulations. It highlights the measures taken to ensure the integrity of the financial reporting process and the effectiveness of the internal control system. The document also addresses the organization's commitment to ethical conduct and transparency in its financial reporting.

In bijlage 4 zijn van de 11 in de analyse beschouwde vaarten (Tabel 3) de gevonden lengteprofielen verzameld. Teneinde tot een schematisatie van het lengteprofiel te geraken, werd een bovenste en onderste omhullende van de gemeten waarden bepaald (zie bijlage 5). De bovenste omhullende is het aangehouden bodemprofiel, zoals dat voor de bepaling van de vaarschema's werd gebruikt.

Het getoonde profiel stelt de bodemligging voor t.p.v. de werkelijk gevaren banen (de lengteprofielen werden m.b.v. het hydrografisch-echolood van een RWS-vaartuig opgenomen). Om nu een indruk te krijgen hoe dit profiel zich in de loop der jaren heeft ontwikkeld, is per raai de bodemligging t.p.v. de geïdealiseerde vaarbaan bepaald voor de situaties 1965, 1968, 1970 en 1972. Deze historische ontwikkeling is tezamen met het voor de analyse gebruikte profiel weergegeven in bijlage 6. Deze bodemgegevens zijn ontleend aan lodingen van het Wasser- und Schifffahrtsamt Emden.

Hierbij kan opgemerkt worden, dat de geïdealiseerde vaarbaan voor de verschillende in beschouwing genomen jaren onveranderd werd aangehouden.

Zoals uit bijlage 12 blijkt, is de ligging van de vaarroute en daardoor ook van de betonning in de loop van de jaren enigszins verandert.

Het zal evenwel duidelijk zijn, dat veranderingen van de dwarskracht tengevolge van deze gewijzigde ligging van de vaarroute gering zullen zijn en zich bovendien zullen bewegen binnen de nauwkeurigheidsgrenzen van de berekening.

### c. Dwarsprofielen

Gebaseerd op de raai-indeling van bijlage 3 zijn de dwarsprofielen van het vaarwater in 1972 weergegeven in bijlage 7.

Evenals bij het lengteprofiel is voor deze dwarsprofielen de historische ontwikkeling sinds 1965 weergegeven (zie bijlage 8).

In het algemeen gesproken is een verdieping van de vaarweg en een steiler worden van de taluds op te merken.

Belangrijk is de beschikbare vaarwegbreedte, die ieder schip momentaan ter beschikking staat en die werd bepaald met behulp van de gegevens uit de dwarsprofielen, de vaarbaanmetingen, het plaatselijk getij en de voorwaardse snelheid van het schip.

Hierop zal in hoofdstuk 5 nader worden ingegaan.





d. Verloop van de vaarweg

In bijlage 9 en 10 is voor de dieptelijn NAP - 10 m en - 11 m de positie van de vaargeul over de jaren '65 t/m '72 t.o.v. de geïdealiseerde vaarbaan, uitgezet. Hiertoe zijn de vaarbaanbreedten op ieder dwarsprofiel ingetekend. De uitgezette punten op de raaien zijn zonder meer door een lijn met elkaar verbonden.

Plaatselijke, plotseling optredende, veranderingen die tussen de raaien voorkomen zijn hier dus niet in tekening gebracht.

De figuur geeft een duidelijk beeld van de veranderingen, in plaats en breedte van de vaarweg, welke jaarlijks optreden. In bijlage 11 is nogmaals het verloop van de vaarweg in 1972 op NAP - 10 m en NAP - 11 m uitgezet, waarbij tevens de boeienlijn ingetekend is.

De ontwikkeling van de boeienlijn in de loop der jaren 1965- 1968- 1970 en 1972 is weergegeven in bijlage 12.

e. Vertikaal getij

Gezien de lengte van het beschouwde vaarweg-gebied -t.w. 5000 m- en de gemiddelde tijdsduur van de vaart over dit traject -t.w. gemiddeld 15,5 min.- wordt in dit rapport het getij, zoals dat geregistreerd werd door de peilschaal te Oterdum als representatief voor Gatjebogen aangehouden.

Deze getijkromme wordt ook in (2) als referentie gebruikt.

De getijkromme is weergegeven in bijlage 13. In deze figuur zijn tevens de voor de nautische analyse relevante getijfasen aangegeven overeenkomend met de in (2) gedefiniëerde.

f. Horizontaal getij

In de hydronautische analyse van de vaarweg neemt het horizontaal getij een belangrijke plaats in. Zowel de model- als de natuurmetingen zullen in de beschouwingen worden betrokken. Voor een verantwoording van de gebruikte metingen en de analyse ervan wordt verwezen naar Hoofdstuk IV en Appendix I.



III. Maatgevende schepen in de analyse

A. Ontwikkeling der scheepvaart in aantal en grootte sedert 1965

In de volgende tabel wordt een overzicht gegeven van de ontwikkeling van de scheepvaart op Emden met een diepgang van meer dan 28 ft. vanaf 1965.

Tabel 1.

Diepgang		1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
m	ft.								
8,54- 9,15	28 <math>\leq T < 30'</math>	95	78	58	46	31	35	19	9
9,15- 9,76	30 <math>\leq T < 32'</math>	174	159	100	89	107	70	58	34
9,76-10,37	32 <math>\leq T < 34'</math>	92	55	49	51	59	45	34	19
10,37-10,97	34 <math>\leq T < 36'</math>	67	79	121	156	163	173	167	122
10,97	$T > 36'</math>$	2	1	8	19	30	76	40	68
Totaal		430	372	336	361	390	399	318	252

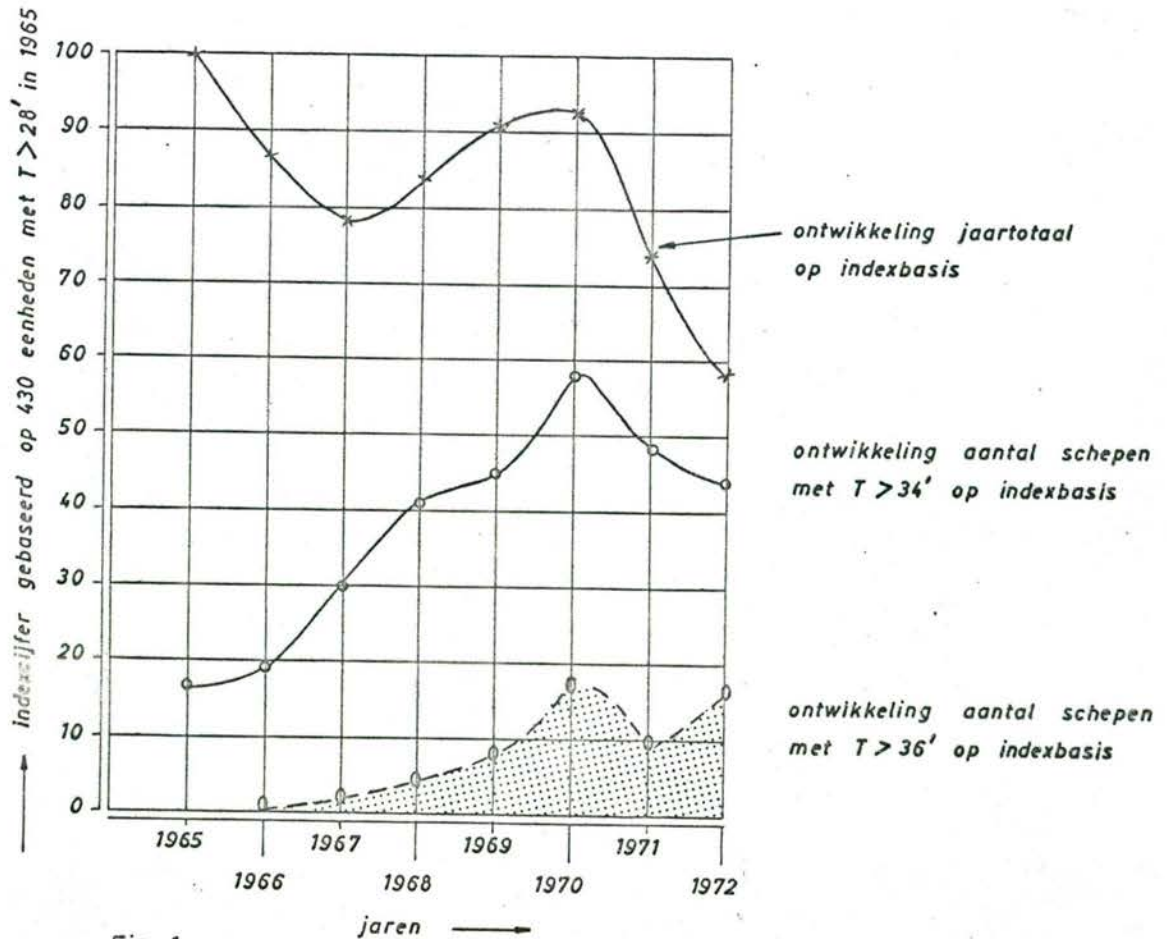


Fig. 1

... of the ...  
... of the ...  
... of the ...  
... of the ...  
... of the ...

... of the ...  
... of the ...  
... of the ...  
... of the ...  
... of the ...

... of the ...  
... of the ...  
... of the ...  
... of the ...  
... of the ...

... of the ...  
... of the ...  
... of the ...  
... of the ...  
... of the ...

... of the ...  
... of the ...  
... of the ...  
... of the ...  
... of the ...

Op basis van het totaal aantal schepen met een diepgang van 28 ft. en meer, dat in 1965 Emden binnen liep, is in de bovenstaande figuur grafisch het verloop van de totale vaart (dieper dan 28 ft.), de vaart met diepgang groter dan 34 ft. en de vaart met diepgang groter dan 36 ft. weergegeven op basis van index 100  $\hat{=}$  430 eenheden in 1965.

Het blijkt, dat in 1972 nog maar 252 schepen (T 28 ft.) naar Emden voeren, i.p.v. 430 in 1965. Het aandeel van de schepen met T 34 ft. bedroeg echter in 1972 75,4% of 190 eenheden, terwijl dit in 1965 16% of 69 eenheden bedroeg.

Nog opmerkelijker is echter de absolute en percentuele groei van het aantal schepen dat naar Emden vaart met een diepgang groter dan 36 ft. Was dit aantal in 1965: 2 of 0,46%, in 1972 bedroeg het geregistreerde aantal reeds 68 eenheden of rond 27% van het jaartotaal.

Uit de ter beschikking staande gegevens is voor deze laatste katagorie echter niet af te leiden of deze schepen met hun diepgang allemaal tussen de 36 ft. en 37 ft. zitten of dat er met nog grotere diepgangen gevaren wordt.

#### B. Het maatgevende schip

De maatgevende schepen, die de Gatjebogen passeren, hebben een draagvermogen tussen 35.000 en 80.000 ton; hun geladen diepgang wordt deels door lossing op de overslagrede Oude Eems/Doekegat aan de heersende waterstand aangepast en bedraagt tot 35 ft. à 37 ft. (10,67 m - 11,28 m).

Terwijl geladen schepen de Gatjebogen in de regel passeren kort voor het hoogwater. (1 tot  $\frac{1}{2}$  uur vóór H.W.), varen schepen in ballast meestal onafhankelijk van het getij.

Afhankelijk van de waterstand, de getijfase en in overleg met de loods wordt de inwaar-diepgang door de kapitein bepaald.

In bijlage 14 worden 2 zijaanzichten van maatgevende schepen gegeven.

#### C. Invloed zoutgehalte

Het verschil in diepgang tengevolge van het maximale verschil in s.g. van water door de verandering in zoutgehalte kan 2,5% bedragen.

Uit informaties op de meetstaten van de manoeuvre-metingen

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that every entry should be supported by a valid receipt or invoice. This ensures transparency and allows for easy verification of the data.

Additionally, it is noted that regular audits are essential to identify any discrepancies or errors early on. This proactive approach helps in maintaining the integrity of the financial system and prevents larger issues from arising.

The second section focuses on the role of technology in modern accounting. It highlights how software solutions can streamline processes, reduce manual errors, and provide real-time insights into the company's financial health.

Finally, the document concludes by stressing the need for continuous education and training for all staff involved in financial management. Staying updated with the latest industry trends and regulations is crucial for long-term success.

blijkt dat deze diepgangverschillen circa 1,5% in de sluis van Emden bedragen, hetgeen voor een 36 ft. diepgang een toename van ca. 6,5" betekent (16,3 cm.).

De in tabel 1 opgegeven waarden werden gemeten in de sluis bij Emden, zodat voor een schatting van de diepgang in Gatjebogen een correctie van ca. -1.5% op de diepgang i.v.m. het zoutgehalte zou kunnen worden toegepast.

A. General

The first part of the report deals with the general administrative aspects of the project. It covers the organization of the project, the personnel involved, and the methods used for data collection and analysis. The report also discusses the challenges faced during the project and the solutions found.

The second part of the report describes the specific administrative procedures that were implemented. This includes the development of a project plan, the establishment of a communication system, and the implementation of quality control measures. The report also discusses the role of the project manager and the importance of regular reporting.

The third part of the report discusses the financial aspects of the project. It provides a detailed breakdown of the project budget, including the costs of personnel, materials, and other resources. The report also discusses the sources of funding and the methods used for financial management.

B. Administrative Procedures

This section describes the specific administrative procedures that were implemented. It covers the development of a project plan, the establishment of a communication system, and the implementation of quality control measures. The report also discusses the role of the project manager and the importance of regular reporting.

The final part of the report discusses the overall results of the project. It provides a summary of the findings and discusses the implications for future research. The report also includes a list of references and an appendix with additional information.



#### IV. Stroomeffect op scheepsgedrag

##### A. Algemeen

De voor dit onderzoek maatgevende schepen varen tijdens vloedstroom richting Emden. Het tijdstip waarop de bocht Gatjebogen wordt gepasseerd valt - gezien de benodigde vaarwegbreedte en -diepte - gewoonlijk in de getijfase van HW - 2 uur tot HW 0 uur.

Uit metingen in de natuur en model werd informatie verkregen over de snelheid en de richting van de stroom in het bochtgebied; het stroombeeld voor de situatie 1972/1973 is weergegeven in bijlage 15 a en b. Op praktische gronden zijn zowel in de natuur als in het model drijvers gekozen van 5 m lengte.

Met betrekking tot het verschil in stroomsnelheid, gemeten in de vertikaal en bepaald in het model en in de natuur, kan gerekend worden, dat bij toepassing van lagere drijvers eventuele verschillen in stroomsnelheid en stroomrichting verwaarloosbaar klein zijn.

Wat hierin opvalt is, dat de vloedstroom tot ruwweg raai 7 het verloop van de vaarweg redelijk volgt en hierna duidelijk gaat afwijken, althans in het model.

Uit de natuurmetingen blijkt dit laatste in veel mindere mate het geval te zijn. (natuurmetingen uitgevoerd met 4,5 en 6 m drijvers, in het model met 5 m lengte).

De grootte van de stroomsnelheden varieert tussen ca. 0,5 m/sec. tot 1 m/sec. Een belangrijk punt in de beschouwing van bijlage 15 is het verschil tussen het stroompatroon van model- en natuurwaarnemingen met name in het tweede gedeelte van de bocht. Hierop wordt in Appendix 1 nader ingegaan.

Over het effect dat deze verschillen hebben op het scheepsgedrag zal later in dit hoofdstuk worden gesproken.

##### B. Overzicht onderzochte modeltoestanden

Het waterloopkundige model van de Eemsmond in het Laboratorium van de Bundesanstalt für Wasserbau te Hamburg is een onmisbaar hulpmiddel om te bepalen hoe de stromingen in en nabij Gatjebogen in de laatste jaren zijn veranderd en hoe de stromingen zullen zijn nadat de oversteek bij het zuideind van Paapsand de geplande vorm zal hebben gekregen.

In het model is de oversteek en Gatjebogen en omgeving uitgevoerd met beweeglijke bodem, terwijl de Bocht van Watum en de rest van het model een vaste bodem bezitten.

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that every entry should be supported by a valid receipt or invoice. This ensures transparency and allows for easy verification of the data.

Furthermore, it is crucial to review the records regularly to identify any discrepancies or errors. This proactive approach helps in maintaining the integrity of the financial data and prevents minor issues from escalating into major problems.

In addition, the document highlights the need for secure storage of all financial documents. Both physical and digital records should be protected against unauthorized access and data loss. Implementing robust security measures is essential for safeguarding sensitive information.

Moreover, the document provides guidelines on how to handle corrections and adjustments. Any changes to the records should be clearly documented and justified, ensuring that the final report remains accurate and reliable.

Finally, the document concludes by stressing the importance of clear communication and collaboration between all parties involved in the financial reporting process. Regular updates and open dialogue are key to ensuring that everyone is on the same page and that the final report reflects the true state of affairs.

The document also includes a section on the role of technology in financial reporting. It discusses how modern software solutions can streamline the reporting process, reduce manual errors, and provide real-time insights into the company's financial performance.

In conclusion, the document serves as a comprehensive guide for anyone responsible for financial reporting. It covers all the essential aspects, from record-keeping to communication, and provides practical advice to ensure the highest quality of financial reporting.

De voorhanden oude modeltoestand was de situatie van 1965 voor het beweeglijke gedeelte en die van 1963 voor de rest van het model. Deze situatie wordt korthedshalve de toestand "1965-1965" genoemd. Hiermee wordt dus bedoeld de situatie voordat de wijziging van de oversteek werd gebaggerd.

Einde 1972 was de oversteek door baggeren verdiept en in Westelijke richting verbreed. Tussen 1963 en 1972 was echter de Bocht van Watum door natuurlijke ontwikkelingen sterk verzand, terwijl tussen 1965 en 1972 ook de omgeving van Gatjebogen buiten de oversteek zich had gewijzigd. Teneinde de situatie van 1972 te beproeven was het dus noodzakelijk om Gatjebogen en omgeving, de oversteek en de Bocht van Watum de bodemvorm van 1972 te geven. Deze toestand wordt korthedshalve "1972-1972" genoemd.

De voor de oversteek ontworpen - zo spoedig mogelijk na te streven - toestand wordt geacht in 1975 te zijn bereikt. Omdat de ontwikkelingen in de andere genoemde delen van het model tot 1975 moeilijk kunnen worden voorspeld is voor de na te streven toestand van de oversteek voor wat betreft die andere modeldelen de bodem van 1972 aangehouden. De ontworpen toestand wordt daarom korthedshalve "1972-1975" genoemd.

Hiermede is dus de werkelijke ontwikkeling van het te beschouwen gebied zo goed mogelijk gevolgd.

Ten tijde van de uitvoering van de modelproeven moest er rekening mede worden gehouden dat de stromingen tussen 1965 en 1972 op een voor de scheepvaart naar Emden hinderlijke wijze zouden zijn gewijzigd. Daarom is er in voorzien dat de vraag zou moeten worden beantwoord in hoeverre de verslechtering voor de scheepvaart aan het baggerwerk in de oversteek of aan de natuurlijke ontwikkelingen elders moest worden toegeschreven.

Hiertoe werden ook de fictieve toestanden "1972-1965" en "1965-1972" volledig gemeten. Voor hetzelfde doel was tenslotte ook "1965-1975" nodig.

De grondslagen voor de zes in het model volledig gemeten toestanden zijn dus:

Year	Month	Day	Event
1941	Jan	1	...
1941	Jan	2	...
1941	Jan	3	...
1941	Jan	4	...
1941	Jan	5	...

Tabel 2

toestand		Bocht van Watum en Gatjebogen	Oversteek	topografie op bijlage
nr.	jaar			
1	"1965-1965"	1963 - 1965	1965	16 A
5	"1972-1972"	1972	1972	16 B
6	"1972-1975"	1972	1975	16 C
4	"1972-1965"	1972	1965	16 D
2	"1965-1972"	1963 - 1965	1972	16 E
3	"1965-1975"	1963 - 1965	1975	16 F

Deze toestandenkeuze wordt ook behandeld in het laboratoriumrapport: "Strömungsverhältnisse im Gatjebogen" van augustus 1973. (2)

1968

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

C. Beschouwing betreffende stroomkrachten op schepen

Het stromingspatroon naar snelheid en richting alleen verschaft op zich weinig informatie over de eventuele hinder die de schepen ondervinden tijdens het passeren van de bocht. Er zijn meer factoren die het scheepsgedrag hier beïnvloeden:

- a. in direkte zin de wijze waarop het schip door de bocht wordt gestuurd (roergebruik, vaarsnelheid, wijze van navigeren en de nauwkeurigheid hiervan)
- b. in indirecte zin de uitwendige omstandigheden van wind, stroom, overdiepte, oeverzuiging (wandhelling en breedte van het vaarwater) en eventueel andere aanwezige schepen.

Het is niet eenvoudig om uit de onder b. genoemde factoren het effect van de stroom te isoleren daar alle bovengenoemde verschijnselen elkaar wederzijds beïnvloeden en de grootte ervan tevens afhankelijk is van plaats (in langs- en dwarsrichting van het vaarwater) en tijd.

De meest volledige benadering die mogelijk is voor onderkenning van het stroomeffect in verschillende situaties is die met behulp van manoeuvree simulatie. Hier worden alle aspecten onder a. genoemd, nagebootst op schaal 1:1 behalve de stuurman (loods). Voor de verdere simulatie dienen ook de uitwendige omstandigheden (b.) te worden ingevoerd naar plaats en tijd.

De hiervoor benodigde gegevens kunnen worden bepaald met behulp van krachmetingen aan een scheepsmodel, dat door de op schaal nagebootste bocht vaart bij de voorkomende omstandigheden van wind en stroom. De bochtmanoeuvre is dan middels bewegings-vergelijkingen geprogrammeerd met nog één vrijheidsgraad, de wijze van besturing. In de gesimuleerde bochtsituatie kan het schip nu door de betrokken Eemsloodsen door de bocht worden gevaren, bijvoorbeeld ingeval wel of geen stroming aanwezig is; bij verschillende windtoestanden en eventuele te variëren bodemconfiguraties. Voor Gatjebogen is deze methode - die zich meer leent voor ontwerp onderzoek - omslachtig en zeer kostbaar gezien de gecompliceerde vaarsituatie.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
DEPARTMENT OF CHEMISTRY

MEMORANDUM FOR THE RECORD  
DATE: [illegible]  
TO: [illegible]  
FROM: [illegible]

[The following text is extremely faint and illegible due to the quality of the scan. It appears to be a detailed report or memorandum.]

[The following text is also extremely faint and illegible. It appears to be a continuation of the report or memorandum.]



Een andere benadering, welke hier zal worden gevolgd, beschouwt de krachten die tijdens het bochtvaren op het schip werken.

Er zijn twee redenen om de analyse te beperken tot de stroomkrachten. De eerste reden is, dat het zo mogelijk wordt om in vergelijkende zin informatie te krijgen over het stroomeffect in onderling verschillende stroomsituaties, wat in feite de vraagstelling van dit onderzoek is. Aan de hand van deze informatie kan bovendien worden beoordeeld of een bepaalde stroming in gunstige of ongunstige zin gewijzigd is. De tweede reden is meer gecompliceerd: er werken tijdens de bochtmanoeuvre een groot aantal krachten en momenten op het schip, die veroorzaakt worden door de reeds eerder onder IV. C.a. en IV. C.b. genoemde verschijnselen.

Bij de bochtmanoeuvre spelen nl. ook de krachten een rol, die het schip als gevolg van zijn translatie- en rotatiebewegingen zelf op het water uitoefent, o.m. de (dynamische) massatraagheidskrachten welke resp. volgen uit de optredende versnellingen en snelheden in het scheepsgedrag.

Voorts is er de krachtwerking t.g.v. oeverzuiging, centrifugaalbeweging, wind, roer- en schroefgebruik.

Al deze krachten en momenten zijn plaats, tijd en frequentie afhankelijk.

Uit het bovenstaande volgt, dat:

1. ook al is de stroomkracht op het schip bekend naar grootte, richting, plaats en tijd dan nog is de bijdrage, die deze levert tot het scheepsgedrag niet zonder meer te kwantificeren
2. de verhouding van de grootte der stroomkracht tot die van de andere krachten (b.v. de centrifugaal-kracht tot de oeverzuiging etc.) eveneens weinig informatie oplevert over het scheepsgedrag zolang ook niet het aangrijppingspunt van de resultante van alle krachten op het schip, waaruit het resulterend draaimoment volgt, bekend is.

Om al deze redenen beperkt de analyse van het stromingspatroon zich tot de bepaling van de uitwendige stroomkrachten op het schip.



Deze laatste karakteriseren daarmee vooral de stroom in de verschillende situaties en niet het scheepsge-drag (zie hoofdstuk V)

D. Berekenings methodiek

De dwarskracht  $K_y$ , die stroom op een varend schip uit-oefent, kan worden geschreven als:  $K_y = C_y \rho V_r^2 S$  (3) (1)

hierin is:  $\rho$  dichtheid water ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$V_r$  resulterende snelheid water  
t.o.v. varend schip, zie Figuur 2  
( $\text{m. sec.}^{-1}$ )

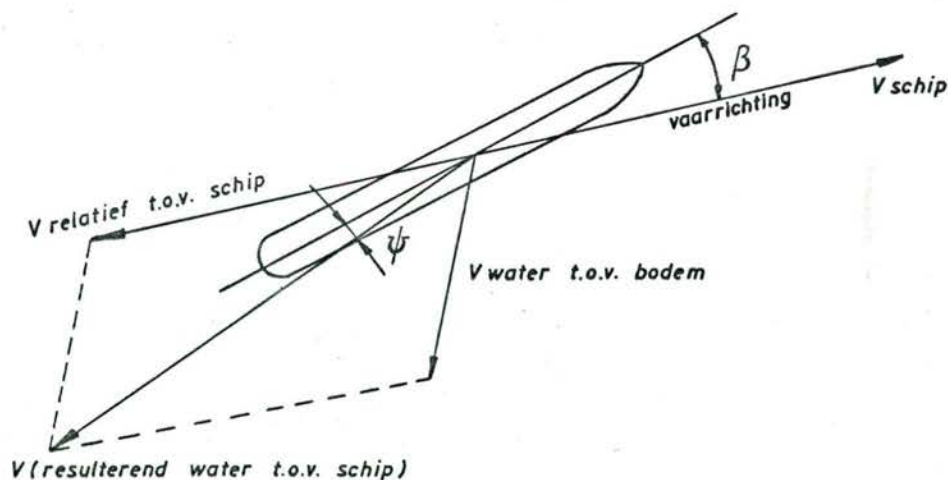
$S$  lateraal scheepsoppervlak  
(L.T in  $\text{m}^2$ )

$C_y$  stroomkracht constante afhankelijk  
van invalsricting van  $V_r$   
op schip (drifthoek  $\psi$ )

$L$  scheepslengte in m.

$T$  scheepsdiepgang in m.

Fig. 2



Aangezien de drifthoek  $\psi$  mede bepaald wordt door de koers-hoek  $\beta$ , die volgt uit de wijze van besturing, wordt voor de onderlinge vergelijkbaarheid van stroomsituaties met  $\beta = 0$  gerekend; om dezelfde reden wordt ook de scheepssnelheid  $V_{\text{schip}} = 0$  aangehouden, terwijl  $C_y$  zonder fysische consequentie de waarden worden aangehouden, welke gelden voor een dunwandige plaat: (3)

$$C_y = \frac{\pi \sin \psi}{4 + \pi \sin \psi} \quad (2)$$

10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

10/10/10

Voor vergelijking (1) kan dan worden geschreven

$$\bar{K} = \frac{K_y}{\rho S} = \frac{\pi \sin \psi}{4 + \pi \sin \psi} v_{\text{stroom}}^2 \quad (3)$$

waarin  $\bar{K}$  de relatieve stroomkracht per  $m^2$  plaatoppervlak (in  $m^2/sec.^2$ ) wordt genoemd.

Door uit een gegeven stromingspatroon op iedere plaats b.v. langs een voorgeschreven vaarbaan de stroomsnelheid naar grootte ( $V_s$ ) en richting ( $\psi$ ) op te meten, kunnen de bovengenoemde relatieve stroomkrachten ( $\bar{K}$ ) worden bepaald.

E. Beschouwing stroomkrachten in de verschillende stroomsituaties

De dwarskrachten zijn berekend voor de in Tabel 2 genoemde stroomsituaties.

De volgende stroomsituaties zijn voor de dwarskrachtberekening uit nautische overweging relevant:

- a. per bodemsituatie de getijfase tussen HW - 2 uur tot HW (zie IV.A)

Vanuit de beschikbare modelgegevens komen de getijfasen 4, 5, 6 en 8, overeenkomend met resp. HW - 1 uur 40 min.; HW - 1 uur 10 min.; HW - 0 uur 40 min. en HW + 0 uur 20 min. hier het beste mee overeen.

- b. in de eerste instantie zijn voor de bodemsituaties van Tabel 2 de onder a. genoemde getijfasen doorge-rekend. De uitkomsten van deze berekeningen zijn weer-gegeven op bijlagen 17 a t/m f.

Hierbij wordt opgemerkt, dat bij wijze van controle slechts bij getijfase 5 de dwarskrachten zijn berekend voor de bodemsituaties 1, 5 en 6. Het bleek, dat het verloop van de dwarskracht-grafieken gelijkvormig is aan en in grote trekken ligt tussen de berekende grafieken van getijfase 4 en 6.

Onderlinge vergelijking van de onder punt b. genoemde uitkomsten maakt het mogelijk een indruk te krijgen van de gevoeligheid van het stromingspatroon t.g.v. de verschillende bodemliggingen. Bij nadere analyse bleek het resultaat hiervan dusdanig, dat mede om praktische redenen als nautisch relevante situaties konden worden aangehouden:



- a. toestand 1 (1965/1965) voor verdere omschrijving
- b. toestand 5 (1972/1972) zie Tabel 2 blz. 13
- c. toestand 6 (1972/1975)

Het resultaat van de analyse op het stroomeffect voor de hierboven genoemde situaties is samengevat op bijlage 18. Hier is tevens aangegeven de uitkomst van stroomdrijvermetingen in de natuur. Op bijlage 19 is apart nogmaals de berekende stroomkracht  $\bar{K}$  voor de natuurstroommetingen uitgezet.

Hierbij dient te worden opgemerkt, dat de modelstroomsituaties betrekking hebben op een momentopname, overeenkomend met het genoemde tijdstip in het getij. Daarentegen geldt voor de stroomdrijvermeting in de natuur dat alle drijvers wel op nagenoeg hetzelfde moment te water zijn gelaten, maar dat de hieruit bepaalde snelheden en posities zijn afgeleid uit het volgen van deze drijvers gedurende de passage van de bocht (zie Appendix I).

Bij de onderlinge vergelijking dient dus rekening gehouden te worden met de invloed van de tijdsfactor.

Een tweede factor, die bij deze vergelijking in rekening dient te worden gebracht, is het verschil in lengte en diameter van de in model en natuur gebruikte drijvers (zie ook Appendix I).

Ten aanzien van het stroomeffect op het scheepsgedrag in het beschouwde vaarweggedeelte wordt opgemerkt:

- a. er kan geen significant verschil worden geconstateerd in het stroomeffect bij het beschouwen van de situaties 1965-1972-1975; voorzover gebaseerd op de stroomgegevens uit het model
- b. in de aanlooproute wijkt de in de natuur gemeten stroom wat de snelheid betreft, enigszins af van de modelwaarden. Het effect hiervan op de berekende kracht  $\bar{K}$  is in absolute zin echter zeer gering. Wat het 2e deel van de bocht en de uitlooproute betreft, blijkt dat zowel richting als snelheid in het model afwijken van die gemeten in de natuur. De stroom in de natuur volgt het vaarwegverloop beter dan in het model (zie ook bijlage 15). Dit betekent dat de scheepsmanoeuvre "volgens de modelgegevens" ook na passage van ruwweg raai 8 wordt beïnvloed door een aanmerkelijke dwarsstroomcomponent.





- c. In meer absolute zin levert een bochtstraal van 1425 m. voor dit soort schepen geen bijzondere problemen op, zij het dat voor Gatjebogen de manoeuvre bemoeilijkt wordt doordat deze in relatief smal vaarwater moet worden gerealiseerd. In het geval, dat in het 2e gedeelte van de bocht een dwarsstroom optreedt (zie modelgegevens) is dit een extra bemoeilijkende factor. Deze ontbreekt als de in de natuur gemeten stroming wordt aangehouden.
- d. Het verloop van de stroom in het eerste gedeelte van de bocht laat in het model geen belangrijke verschillen zien tussen de situatie 1965, 1972 en 1975. Tussen model- en natuurwaarnemingen blijken echter wel verschillen op te treden. Het effect hiervan in de dwarskracht op het schip geeft echter geen aanleiding tot opmerkingen.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

DEPARTMENT OF CHEMISTRY

RESEARCH REPORT  
No. 1000  
BY  
J. H. GOLDSTEIN  
AND  
R. F. W. WOODWARD  
PUBLISHED BY THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS  
CHICAGO, ILLINOIS, U.S.A.  
1955

V. Scheepsmanoeuvremetingen.

A. Resultaten van de scheepsmetingen

Om een inzicht te krijgen omtrent de wijze waarop de schepen door het beschouwde vaargebied geloodst worden en hoe deze zich onder deze omstandigheden gedragen, zijn metingen uitgevoerd aan 11 schepen (zie Tabel 3). Met uitzondering van het eerste schip, was de diepgang van al deze schepen meer dan  $3\frac{1}{4}$  ft. (10,37 m.). De volgende grootheden werden gemeten en geregistreerd.

- 1e. de positie van het schip in de vaargeul; met behulp van Hi-Fix iedere 30 en/of 60 sec.
- 2e. de koershoek van het schip
- 3e. de roerhoek
- 4e. de schroeftoeren
- 5e. de vaarwegdiepte
- 6e. de loodscommando's
- 7e. waterstand, getijfase, wind- en zichtomstandigheden
- 8e. bijzonderheden die zich tijdens de meetreis voordeden

De resultaten van deze metingen zijn uitgezet op afzonderlijke figuren en samengevat in Appendix II en in (4) van de literatuurverwijzing (Studiedienst Delfzijl). In Tabel 3 is een overzicht gegeven van de volgende gegevens:

- 1e. de hoofdafmetingen van de schepen
- 2e. de waterstand en tijdstip per trajektdeel t.o.v. de peilschaal Oterdum (getijfase)
- 3e. de gemiddelde vaarsnelheid over de trajekten "A", "B" en "C".
- 4e. de gemiddelde scheepsdiepgang bepaald op de lichterplaats, zowel voor stilliggend als voor varend schip.

B. Vaarschema

In bijlage 20 is een voorbeeld gegeven van een zgn. vaarschema van m.s. "Heinrich Schulte".

Het bovenste deel van de bijlage is de positie van het

... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..

schip over het traject uitgezet tegen de tijd t.o.v. HW ter plaatse van de peilschaal Oterdum.

De helling van deze lijn geeft dus een informatie over de scheepssnelheid t.o.v. de grond (zie opgegeven waarden in Tabel 3).

In het onderste deel van de bijlage is het verloop van de kleinste vaarwegdiepte uitgezet (zie bijlage 5).

Links boven in de bijlage is dat deel van de getijkromme van Oterdum uitgezet dat relevant is voor deze manoeuvre-meting.

De betekenis van dit vaarschema is dat afhankelijk van de positie van het schip in lengterichting van de vaarweg, de tijd t.o.v. HW en de waterstand kunnen worden terug-gerekend. Dit is voor alle schepen in Tabel 3 vermeld zo gebeurd. In dit rapport is slechts één voorbeeld van een vaarschema opgenomen.

### C. Squat

Als gevolg van scheepssnelheid en waterdiepte ondervindt een schip een inzinking die de afstand tussen scheepsbodem en vaarwegbodem reduceert. Tevens zal het schip voorover trimmen, waardoor in het algemeen de toename van de diepgang op de voorloodlijn het grootst zal zijn.

De diepgangvergroting op de voorloodlijn ( $V_{LL}$ ) (squat op  $V_{LL}$ ), die het schip door de bovengenoemde verschijnselen ondervindt, neemt nagenoeg kwadratisch toe met de vaarsnelheid (zie bijlage 21). Varend in ondiep water, is de invloed van de verandering van waterdiepte verwaarloosbaar klein.

Daarom zullen plotseling optredende kortstondige veranderingen in de bodemligging op deze inzinking van weinig invloed zijn. Voor ieder traject van de vaarweg ("A", "B" en "C") is de diepgangvergroting op de  $V_{LL}$  berekend volgens de in bijlage 21 gegeven grafiek (gebaseerd op onderzoek resultaten RWS, Tuck e.a.).

Een berekeningsvoorbeeld is gegeven voor vaarbaanmeting no. 6 met m.s. "Heinrich Schulte" voor het traject "A".

... and ...  
...  
...  
...  
...  
...  
...

...  
...  
...  
...  
...  
...  
...

...  
...  
...  
...  
...  
...  
...

...  
...  
...  
...  
...  
...  
...

...  
...  
...  
...  
...  
...  
...



D. Vaarwegbreedte

Teneinde een indruk te krijgen omtrent de voor het schip effectief beschikbare vaarwegbreedte, rekening houdend met squat, de geprojecteerde breedte van het schip in het vaarwater (t.g.v. de drifthoek) en de positie van het schip in het vaarwater, zijn in de dwarsdoorsneden van de vaarweg t.p.v. de raaien 1 t/m 11 alle schepen schematisch uitgezet (zie bijlage 22). Bij de diepgang is rekening gehouden met de toename op de  $V_{LL}$  t.g.v. de squat.

Bij de bepaling van de dwarsdoorsneden is uitgegaan van lodingsgegevens d.d. maart-juli 1972 van het Wasser- und Schifffahrtsamt Emden.

Uit deze bijlagen is duidelijk te zien hoe marginaal de schepen in vele gevallen moeten varen. Dit geldt zowel voor wat betreft de vaarwegdiepte als de vaarwegbreedte.

In de bijlagen 23 a t/m 1 zijn zowel de positie van elk gemeten schip (om de minuut) als de beschikbare momentane vaarwegbreedte weergegeven. Deze vaarwegbreedte is als volgt bepaald: De diepgang van het betreffende schip is vermeerderd met de squat, die op zal treden t.g.v. de berekende gemiddelde snelheid. De nu gevonden gecorrigeerde diepgang is gecorreleerd aan de plaatselijke bodemtopografie, met in achtname van de momentane waterstand. Op deze wijze is de breedte gevonden van het vaarwater waar het schip aan de randen net zal vastlopen (keelclearance 0)

De kleinste vaarwegbreedte treedt op nabij raai 10 en bedraagt ca. 130 m. (zie bijlage 23 G/J). Bij een gemiddelde scheepsbreedte van ca. 29 m. betekent dit een bewegingsvrijheid van 4,5 maal de scheepsbreedte, althans wanneer scheepsas en vaarwegas samenvallen (koershoek  $0^{\circ}$ ).

Wordt ook nog rekening gehouden met overbreedte als gevolg van een koershoek  $\neq 0^{\circ}$ , dan betekent dit dat voor iedere graad in koershoek de geprojecteerde scheepsbreedte met ca. 3,50 m. zal toenemen (gerekend bij scheepslengte  $L = 200$  m.).

1. The first part of the document is a list of names and addresses.

2. The second part of the document is a list of names and addresses.

3. The third part of the document is a list of names and addresses.

4. The fourth part of the document is a list of names and addresses.

5. The fifth part of the document is a list of names and addresses.

6. The sixth part of the document is a list of names and addresses.

7. The seventh part of the document is a list of names and addresses.

8. The eighth part of the document is a list of names and addresses.

9. The ninth part of the document is a list of names and addresses.

10. The tenth part of the document is a list of names and addresses.

11. The eleventh part of the document is a list of names and addresses.

12. The twelfth part of the document is a list of names and addresses.

13. The thirteenth part of the document is a list of names and addresses.

14. The fourteenth part of the document is a list of names and addresses.

15. The fifteenth part of the document is a list of names and addresses.

16. The sixteenth part of the document is a list of names and addresses.

17. The seventeenth part of the document is a list of names and addresses.

18. The eighteenth part of the document is a list of names and addresses.

19. The nineteenth part of the document is a list of names and addresses.

20. The twentieth part of the document is a list of names and addresses.



E. Beschikbare getijfasen i.v.m. diepgang- en vaarwegbreedte

Wanneer er van uitgegaan wordt, dat de gemiddelde scheepsdiepgang ca. 10,97 m. (36 ft.) bedraagt, dan is de beschouwde vaarweg bevaarbaar van gemiddeld HW - 3 uur 15 min. tot HW + 3 uur wanneer uitgegaan wordt van een minimum van 10% KC (stilliggend) en een gemiddelde bodemligging op NAP - 12 m. Rekening houdend met de verdere route naar Emden zal passage van de bocht op tijdstippen na HW niet of nauwelijks te verwachten zijn i.v.m. vallend water. M.a.w. vaaruren na HW zullen in het vervolg buiten beschouwing blijven.

Wanneer gerekend wordt met een beschikbare vaarwegbreedte van 150 m. in raai 10 (resultaat van bijlage 23 a t/m 1) dan wordt aangehouden dat passage van maatgevende schepen met een diepgang van 10.97 m. (36 ft.) vermeerderd met 50 cm. squat en rekening houdend met variatie in het getij kunnen passeren van :

HW - 2 uur 40 min. tot HW + 0 uur.

Ter toelichting is op bijlage 24 de effectieve vaarwegbreedte op raai 10 weergegeven voor de nautisch relevante getijfasen. Bij vergelijking van de beschikbare tijd van het getij voor het bevaren van de vaarweg, blijkt dat het schip meer beperking ondervindt door de vaarwegbreedte dan door de diepte.

F. Vaargedrag

a. Roerhoek en schroefomwentelingen

Bij een nadere beschouwing van de registraties van roerhoek en schroefomwentelingen (zie Appendix II) is op te merken dat:

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

1000-1000000 1000-1000000

Vaartrajekt "A" - aanvaarroute

- 1e. de roerhoeken over het aanlooptraject "A" wisselend over SB en BB gebruikt worden tussen overwegend  $0^{\circ}$  en  $15^{\circ}$  en een enkele maal meer
- 2e. de gemiddelde roerhoek niet meer dan  $3^{\circ}$  over BB bedraagt en de standaardafwijking (zie Tabel 4) tussen de  $3^{\circ}$  en  $8,5^{\circ}$  varieert.

Uitgezonderd zijn hier de resultaten van Run 4 - m.s. "Aralar" een zusterschip van de "Liebana" die bij boei 25 een "near misser" had met een kusttankertje Run 8 - m.s. "Ore Prince", die in een veel te vroeg stadium van het getij, ca. 2 uur 40 min. voor HW, binnen liep en dan ook strandde. Tevens zij vermeld, dat de getij-amplitude ca. de helft bedroeg van wat tijdens alle andere metingen voorkwam.

- 3e. het schroef-toerental van de beschouwde schepen nagenoeg constant was en varieerde tussen 45 en 75 per min., hetgeen overeenkomstig met snelheid "zeer langzaam" tot "langzaam".

Het bovenstaande geeft geen aanleiding tot opmerkingen.

Vaartrajekt "B" - de bocht

Voor de beschouwde schepen valt op te merken dat:

- 1e. wat de frequentie van roergebruik betreft dit niet significant anders is dan bij traject "A"
- 2e. de gemiddelde roerhoek niet meer dan ca.  $7^{\circ}$  bedraagt en altijd naar BB is terwijl de standaardafwijking varieert tussen  $2,5^{\circ}$  en  $13,5^{\circ}$
- 3e. het schroef-toerental nagenoeg hetzelfde was als in het aanlooptraject.

Opmerkelijk is, dat praktisch bij alle vaarbaanmetingen binnen het bereik van boei 26 tot ca. 200 m. hierna, een toerenstoot gegeven is met de

Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.

kennelijke bedoeling een snelle plaatselijke koerskorrektie te kunnen bewerkstelligen.

De toerenstoot varieerde tussen 80 en 120 omw/min. en duurde korter naar mate de toerenstoot hoger was.

In enkele gevallen werd het hogere toerental gedurende langere tijd gehandhaafd, hetgeen resulteert in een snelheidstoename.

Uit het roergebruik voor de bocht valt, manoeuvreer-technisch gezien, geen bijzondere moeilijkheidsgraad af te leiden. Dit is des te opvallender omdat als hier problemen zijn deze veeleer te zoeken zijn in het navigatorische vlak (bepaling juiste moment roergeven om het vaarwater te kunnen volgen).

#### Vaartrajekt "C"

Voor de beschouwde schepen valt op te merken dat:

- 1e. wat het roergebruik betreft het beeld van de registratie weer weinig verschillend is van wat er aan vooraf ging.
- 2e. de gemiddelde roerhoek varieert tussen  $5^{\circ}$  SB en  $3,5^{\circ}$  BB, terwijl SB roer domineert, in tegenstelling tot de voorgaande trajekten waar, met uitzondering van vaarwegmeting no. 9, alleen maar een gemiddelde roerhoek over BB optreedt. De standaardafwijking varieert over dit gebied tussen  $3^{\circ}$  en  $9,5^{\circ}$ .
- 3e. het schroef-toerental in de meeste gevallen weer op het niveau van trajekt "A" is. Voor een enkel geval is het verhoogde aantal omwentelingen uit trajekt "B" gehandhaafd.

De sterk wisselende vorm van bodemprofiel en de hier en daar zeer geringe vaarwegbreedte tussen raai 10 en 11 kunnen een onregelmatig en in grootte sterk wisselend effect in oeverzuiging en bodeminvloed opleveren. E.e.a. kan leiden tot de wat zwabberige vaarbaan waarbij het bovendien moeilijk is om het schip van stranding te vrijwaren (zie hoofdstuk VI).

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

...the ... of ...  
...the ... of ...  
...the ... of ...

In Tabel 4 is een overzicht gegeven van de gemiddelde roerhoeken  $\bar{\delta}$  en de standaardafwijking in roerhoeken  $\sigma_{\delta}$  (d.i. de wortel uit het gemiddelde van de gekwadrateerde  $\delta$ -waarden gerekend t.o.v. de gemiddelde roerhoek  $\bar{\delta}$ )

Tevens is in deze Tabel 4 de windrichting en -snelheid vermeld.

#### G. Koershoek

a. In bijlage 25 is het koershoekverloop getekend zoals opgegeven is in de bijgevoegde meetstaten Litt (4).  
Tevens is als referentielijn het koershoekverloop opgegeven van de geïdealiseerde vaarbaan t.w. van  $167^{\circ}$  in het aanloop-trajekt, in de bocht verlopend naar  $88^{\circ}$  voor het uitvarende trajekt. . D.w.z. dat voor een stuk van ca. 2000 m. een koersverandering van  $79^{\circ}$  bereikt moet worden.  
Uit deze bijlagen blijkt dat:

- 1e. voor het aanloop-trajekt "A" de koershoek van de meeste schepen gemiddeld 2 graden groter is dan van de ideale vaarbaan, dus ca.  $2^{\circ}$  koershoek over SB.
- 2e. het inzetten van de bocht al halverwege raai 3 en 4 gaat beginnen
- 3e. de koershoekafwijking tussen schip en ideale baan op raai 4 ca.  $10^{\circ}$  bedraagt en dan snel afneemt tot 0 op raai 6
- 4e. hierna de koershoeklijn van het schip gemiddeld de ideale koershoek volgt
- 5e. over het trajekt "C" de schepen gemiddeld ca.  $1,5^{\circ}$  kleinere koershoek hebben dan de ideale vaarbaan.

Opmerkelijk is, dat het koershoekverloop van vaarbaanmeting no. 7 uitgevoerd aan boord van het m.s. "Baldur", (zie bijlage 23 F) sterk afwijkt van de andere schepen.

Wellicht spelen de ideale omstandigheden hierbij een belangrijke rol:

- 1e. windstil weer
- 2e. zeer goed in het getij varend (ca. 45 min. voor HW)

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that this is crucial for the company's financial health and for providing reliable information to stakeholders.

2. The second part of the document outlines the specific procedures for recording transactions. It details the steps from initial entry to final review, ensuring that all necessary information is captured and verified.

3. The third part of the document addresses the role of the accounting department in this process. It highlights the need for clear communication and collaboration between different departments to ensure data accuracy.

4. The fourth part of the document discusses the importance of regular audits and reviews. It explains how these activities help identify errors, prevent fraud, and ensure compliance with relevant regulations.

5. The fifth part of the document provides a summary of the key points discussed. It reiterates the importance of accuracy, transparency, and regular communication in the financial reporting process.

6. The sixth part of the document concludes with a statement of commitment to high standards of financial reporting. It expresses the company's dedication to providing accurate and timely information to all stakeholders.

7. The seventh part of the document includes a list of references and additional resources. It provides links to relevant accounting standards, regulations, and industry best practices for further reading.

8. The eighth part of the document contains a final section for any additional notes or comments. It is intended for use by the accounting department to record any changes or updates to the document.



3e. afnemende sloopssnelheid over het aanlooptrajekt, gekoppeld aan een blijkbaar goed getimede schroef-toerenstoot en roercorrectie.

De kleine gemiddelde roerhoek en de standaardafwijking over de 3 trajekten bevestigen e.e.a. ook (zie Tabel 3 en 4).

Vermeldenswaard is overigens dat van de 11 gemeten schepen, er 2 waren waarvan het giro-kompas een foutieve koersaanwijzing gaf, terwijl van een derde schip het kompas geheel onbruikbaar was.

#### H. Samenvatting van de resultaten der scheepsmetingen

1. Van de ingemeten schepen met maatgevende diepgang lag de passagetijd tussen  
HW - 1 uur 50 min. en HW 0 uur  
met een uitschieter op HW - 2 uur 30 min., die echter met diepgang van 10,74 m. strandde in de vaargeul t.p.v. boei 27 (vaarbaanmeting no. 8) zie ook bijlage 23 G.  
Een schip (vaarbaanmeting no. 10) raakte de bodem bij boei 27 bij een passagetijd van HW - 1 uur 18 min., een snelheid van 11,66 knoop en een naar squat gecorrigeerde diepgang van 11,29 m. (zie ook bijlage 23 I)
2. De beschikbare vaarwegbreedtes bedroegen (rekening houdend met getij en squat) gemiddeld ca. 150 m. met een minimum van 130 m. en een maximum van 185 m. (gemeten op raai 10).
3. De vaarsnelheden van de schepen tijdens het passeren van de bocht varieerde tussen 8 en 12,4 knoop.
4. Bij het onder kritische omstandigheden varen, b.v. grote diepgang, levert het varen bij HW - 40 min. i.p.v. HW - 1 uur 40 min. de volgende voordelen:

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that proper record-keeping is essential for the integrity of the financial system and for the ability to detect and prevent fraud. The text outlines the various methods used to collect and analyze data, including the use of computerized systems and manual audits. It also discusses the challenges of data collection and the need for standardized procedures to ensure consistency and reliability of the information.

The second part of the document focuses on the role of the auditor in the financial reporting process. It describes the various types of audits, including internal, external, and forensic audits, and the specific responsibilities of each. The text highlights the importance of the auditor's independence and objectivity in providing an unbiased opinion on the financial statements. It also discusses the various factors that can affect the auditor's judgment, such as the quality of the client's internal controls and the complexity of the transactions.

The third part of the document discusses the various methods used to collect and analyze data, including the use of computerized systems and manual audits. It outlines the various types of data that are collected, such as financial statements, contracts, and invoices, and the various methods used to analyze this data, such as statistical analysis and trend analysis. The text also discusses the various challenges of data collection and the need for standardized procedures to ensure consistency and reliability of the information.

The fourth part of the document discusses the various methods used to collect and analyze data, including the use of computerized systems and manual audits. It outlines the various types of data that are collected, such as financial statements, contracts, and invoices, and the various methods used to analyze this data, such as statistical analysis and trend analysis. The text also discusses the various challenges of data collection and the need for standardized procedures to ensure consistency and reliability of the information.

- a. 0,30 m. meer waterdiepte
- b. tussen 20 en 80 m. meer vaarwaterbreedte gerekend op een niveau van 11.00 m. onder de momentane waterspiegel

Een nadeel is wellicht de geringere reserve in waterdiepte op de verdere route naar Emden.

- 5. Over geen der trajekten bedraagt:
  - de gemiddelde roerhoek meer dan  $7^{\circ}$
  - de standaardafwijking van de roerhoek meer dan  $13,5^{\circ}$(de resultaten van vaarbaanmeting 4 i.v.m. een "near-misser" manoeuvre en vaarbaanmeting 8 i.v.m. een stranding blijven hierbij buiten beschouwing)
- 6. Het schroeftoerental bedraagt:
  - over traject "A" ca. 45 tot 75 per min.
  - over traject "C" in de meeste gevallen als bij "A"
  - en over traject "B" wordt t.p.v. boei 26 een toerenstoot gegeven die varieert tussen 80 en 120 omw/min., maar die slechts in 5 gevallen gepaard gaat met een belangrijke roeruitslag.
- 7. Over het traject "A" is een koershoek van gemiddeld  $2^{\circ}$  over SB voldoende om stroom- en windinvloed en mogelijke oeverzuiging te compenseren.
  - Over het traject "B" blijken geen grote koershoeken noodzakelijk te zijn om wind- en stroominvloed en mogelijke oeverzuiging te compenseren.
  - Over het traject "C" is een koershoek van gemiddeld  $1,5^{\circ}$  BB voldoende om stroom- en windinvloed en mogelijke oeverzuiging te compenseren.
- 8. Tengevolge van de relatieve engte van het vaarwater (gezien de breedte van het maatgevende schip, de vaarsnelheid en de daarvan afhankelijke inzinking bij deze snelheid) en het sterk wisselende bodemprofiel in de nabijheid van boei 27, komt uit de geregistreerde gegevens veeleer een tendens naar voren dat dit vaarwater hoge tot zeer hoge, eisen stelt aan het menselijk vermogen (uit een oogpunt van navigatie) om het schip tijdens en na de bochtmanoeuvre vrij van de bodem te varen.

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

VI. Gestrande schepen

Uit ontvangen informatie blijkt, dat in 1972

- 1e. 68 schepen met diepgang  $> 36$  ft. (10,97 m.) binnen gelopen zijn
- 2e. dat 5 schepen gestrand zijn
- 3e. dat 5 een T  $> 35,1$  ft. (10,70 m.) hadden en 3 hiervan zelfs een T  $> 36,5$  ft. (11,13 m.)
- 4e. dat 1 schip buiten het vaarwater strandde  
3 schepen in de omgeving van boei 27 vastliepen  
1 schip tussen boei x en y, aan de ZW oever van de bocht vastliep
- 5e. dat 1 schip tijdens 2 verschillende invaarten vastliep.

Bovenstaande informatie heeft een beperkte betekenis wanneer n.a.v. de 11 ingemeten schepen, waarvan er 10 als maatgevend beschouwd kunnen worden, reeds het volgende valt op te merken:

- 1e. 3 schepen ontmoetten tegenliggers in het vaarwater, waarbij in 2 gevallen alleen maar door hard roer te geven en met gebruik van toerenstoot een aanvaring kon worden voorkomen
- 2e. in 2 gevallen raakte het schip de grond, doch bleef varende en in 1 geval liep het aan de grond, terwijl al deze gevallen zich voordeden in het gebied van boei 27,
- 3e. van deze schepen was T = 35,8 ft. (10,90 m.) of meer

In bijlage 26 zijn de geschatte posities van de sedert 1972 gestrande schepen aangegeven.

The first part of the report deals with the general conditions of the country during the year. It is found that the weather was generally favorable, and the crops were well advanced. The stock raising industry is also doing well, and the people are generally contented with their lot.

The second part of the report deals with the various industries of the country. It is found that the mining industry is doing well, and the people are generally contented with their lot. The manufacturing industry is also doing well, and the people are generally contented with their lot.

The third part of the report deals with the various public works of the country. It is found that the roads are generally in good condition, and the people are generally contented with their lot. The schools are also doing well, and the people are generally contented with their lot.

The fourth part of the report deals with the various public works of the country. It is found that the roads are generally in good condition, and the people are generally contented with their lot. The schools are also doing well, and the people are generally contented with their lot.

VII. Eindkonklusie

- A. Over het beschouwde gebied kan geen significante verandering in het stroomeffect op het schip worden gekonstateerd bij een vergelijking van de situaties 1972 en 1965.
- B. Hoewel vallend buiten de direkte vraagstelling kwam uit het onderzoek naar voren dat in het tweede deel van de bocht en aansluitende uitlooproute navigatorische moeilijkheden verwacht kunnen worden die echter meer een gevolg zijn van de discontinuïteiten in vaarwegbreedte en -diepte dan t.g.v. stroomeffect.
- C. M.b.t. de aanleiding tot het onderzoek, t.w. een toenemende moeilijkheidsgraad voor scheepspassage, kwam uit de bestudering van de vaarweg ontwikkeling sinds 1965 en het scheepvaartverkeer naar voren dat het aantal schepen, dat met een diepgang van 36 ft. of meer deze bocht passert vooral de laatste jaren zeer sterk is toegenomen (zie fig. 1 op blz. 8) terwijl de vaarwegdiepte vrijwel gelijk gebleven is.
- D. Uit de ontwikkeling van de bodemtopografie a.g.v. de westwaardse verplaatsing van de doorbaggering bij Oterdum (zie bijlage 8, raai 8 zuidzijde) en de geëxtrapoleerde stromingstoestand 1975 kon geen oorzakelijk verband worden aangetoond m.b.t. de door de loodsen gesignaleerde scheepsproblematiek, anders dan bij het onder punt B genoemde.

Rijkswaterstaat, 16-9-1974.

1. The first part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

2. The second part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

3. The third part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

4. The fourth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

5. The fifth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

6. The sixth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

7. The seventh part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

8. The eighth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

9. The ninth part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.



- Appendix I: Stroommetingen in de natuur en vergelijking met de stroomtoestand in het model.
- Appendix II: Samenvatting van het meetverslag van 12 invarende schepen en van 5 uitvarende schepen in de Gatjebogen.
- Appendix III: Standpunt ten aanzien van de vraag naar oorzaken van verschil in stroomrichtingen tussen de natuur en het model.

Literatuur verwijzing.

- (1) Eemsonderzoek 1973:  
Nautische aspecten Bocht Gatjebogen  
in Vaarwater naar Emden HNO 73/16-8/240
- (2) Strömungsverhältnisse im Gatjebogen  
Vergleichende Untersuchungen no. 72310  
Bundesanstalt für Wasserbau Hamburg
- (3) Hydrodynamics  
Sir Horace Lamb Dover publications
- (4) Meetverslag van 12 scheepsbewegingen in de Gatjebogen  
(Invaarmetingen.)
- (5) Meetverslag van 5 scheepsbewegingen in de Gatjebogen  
(Uitvaarmetingen.)



Tabel 3

Run nr.	Naam van het schip	Datum	Scheepsmaten			Hoogste waterstand te Oterdum in m. + NAP	Waterpeil tijdens de passage van de peilschaal in m. + NAP	Paaseertijd van het schip in minuten opzichte van HW Oterdum
			Lengte in m.	Breedte in m.	Gem. diepgang in m.			
1.	Janova	'72-11-24	175.26	26.06	5.33	1.68	1.66	22 na HW
2.	Liebana	'72-11-28	194.00	29.00	11.00	1.18	0.98	97 voor HW
3.	Janecke	'72-12-12	195.07	27.43	10.40	--	--	--
4.	Aralar	'72-12-13	194.00	29.00	11.04	1.72	1.44	95 voor HW
5.	Odin	'73-01-03	221.50	32.00	10.53	--	--	--
6.	Heinrich Schulte	'73-01-09	220.00	30.08	10.96	1.31	1.10	70 voor HW
7.	Baldur	'73-01-12	207.36	26.80	10.75	1.24	0.98	40 voor HW
8.	Gre Prince	'73-01-13	213.36	30.00	10.74	0.66	0.24	135 voor HW
9.	Ann. Aarnio	'73-01-16	211.80	27.52	10.60	1.20	1.13	35 voor HW
10.	Carola R.	'73-01-17	202.00	28.00	10.84	1.33	1.06	77 voor HW
11.	Japan Oak	'73-01-22	211.00	31.50	10.87	1.20	0.92	60 voor HW

1910	100
1911	100
1912	100
1913	100
1914	100
1915	100
1916	100
1917	100
1918	100
1919	100
1920	100

	Trajekt A		Trajekt B		Trajekt C	
	Gemiddelde diepgang in m. tijdens de vaart	Gemiddelde snelheid in knopen	Gemiddelde diepgang in m. tijdens de vaart	Gemiddelde snelheid in knopen	Gemiddelde diepgang in m. tijdens de vaart	Gemiddelde snelheid in knopen
1.	5.88	14.63	5.94	14.95	5.91	14.45
2.	11.83	11.14	11.92	10.92	11.76	10.25
3.	10.87	9.36	11.10	9.66	11.25	10.53
4.	10.93	13.06	11.79	10.81	11.76	10.65
5.	10.83	8.47	10.88	8.06	10.98	8.90
6.	11.44	10.20	11.48	9.21	11.73	10.69
7.	11.33	11.05	11.41	10.21	11.36	9.88
8.	11.19	9.78	11.07	7.66	11.24	8.83
9.	10.80	6.96	10.97	8.22	11.01	8.66
10.	11.05	13.97	12.05	12.42	11.86	11.66
11.	11.20	8.80	11.29	8.54	11.23	8.48



Tabel 4

Run. no.	Naam v/h schip	Roerhoeken							Richting	Wind Snelheid m./sec.
		Gemiddelde roerhoek in graden (+ is hoek over BB)			Standaard afwijking $\sigma$ in graden					
		Traject			Traject					
		A	B	C	A	B	C			
1.	Janova	+3,1°	+4,6°	+2,3°	3,70°	4,7°	2,4°	NO	4	
2.	Liebana	-0,5°	+3,5°	+1,9°	10,24°	9,20°	8,00°	ZW	10/14	
3.	Janecke	+2,7°	+7,0°	+3,6°	5,50°	13,5°	9,40°	ZW	11	
4.	Aralar	+2,8°	+1,4°	-5,4°	9,40°	12,80°	7,20°	ZW	10/11	
5.	Odin	+2,9°	+0,5°	-0,7°	3,80°	5,40°	3,70°	W	3	
6.	Schulte	+0,8°	+2,4°	-1,0°	3,80°	2,50°	2,85°	W/NW	5	
7.	Baldur	+2,0°	+0,4°	-1,5°	5,30°	9,60°	4,10°	--	0	
8.	Ore Prince	+8,3°	+7,0°	+3,6°	11,20°	9,25°	4,9°	OZO	8	
9.	Aarnio	-1,1°	+1,3°	-2,1°	7,3°	9,80°	7,0°	ZW	3	
10.	Reith	+2,4°	+0,8°	-1,9°	8,50°	11,10°	8,10°	OZO	4	
11.	Japan Oak	+4,6°	+3,8°	-4,9°	8,30°	6,60°	7,40°	ZZW	9/10	

1. The first part of the document is a list of names and titles of the members of the committee.

2. The second part is a list of the names of the members of the committee.

3. The third part is a list of the names of the members of the committee.

4. The fourth part is a list of the names of the members of the committee.

5. The fifth part is a list of the names of the members of the committee.

6. The sixth part is a list of the names of the members of the committee.

7. The seventh part is a list of the names of the members of the committee.

8. The eighth part is a list of the names of the members of the committee.

9. The ninth part is a list of the names of the members of the committee.

10. The tenth part is a list of the names of the members of the committee.

11. The eleventh part is a list of the names of the members of the committee.

12. The twelfth part is a list of the names of the members of the committee.

13. The thirteenth part is a list of the names of the members of the committee.

14. The fourteenth part is a list of the names of the members of the committee.

15. The fifteenth part is a list of the names of the members of the committee.

16. The sixteenth part is a list of the names of the members of the committee.

17. The seventeenth part is a list of the names of the members of the committee.

18. The eighteenth part is a list of the names of the members of the committee.

19. The nineteenth part is a list of the names of the members of the committee.

20. The twentieth part is a list of the names of the members of the committee.

21. The twenty-first part is a list of the names of the members of the committee.

22. The twenty-second part is a list of the names of the members of the committee.

23. The twenty-third part is a list of the names of the members of the committee.

24. The twenty-fourth part is a list of the names of the members of the committee.

25. The twenty-fifth part is a list of the names of the members of the committee.

26. The twenty-sixth part is a list of the names of the members of the committee.

27. The twenty-seventh part is a list of the names of the members of the committee.

28. The twenty-eighth part is a list of the names of the members of the committee.

29. The twenty-ninth part is a list of the names of the members of the committee.

30. The thirtieth part is a list of the names of the members of the committee.



Bijlagenlijst bij de analyse van vaarproblemen met bulkcarriers  
in de Gatjebogen, Deel I, invarende schepen.

bijlage  
nr.

1. Übersichtsplan Emsmündung.
2. Tiefenkarte der Ems - Gatjebogen und Südteil Bucht von Watum. (Messung bis Dez. 1972)
3. Idealisierte Fahrbahn Gatjebogen.
4. Fahrwassertiefen gemessen während 11 Schiffseinmessungen.
5. Untere- und obere Begrenzung der Fahrwassersohle.
6. Historische Entwicklung des Längsprofils gemessen entlang der Idealisierten Fahrbahn. (bis 1972)
7. Querprofile 1 bis 11 1972.
8. Historische Entwicklung der Querprofile von 1965-1968-1970-1972.
9. Historische Entwicklung der Tiefenlinie NAP-10 m bezogen auf die ideale Fahrtroute nach Anl. 3.
10. Historische Entwicklung der Tiefenlinie NAP-11 m bezogen auf die ideale Fahrtroute nach Anl. 3.
11. Verlauf der Tiefenlinien NAP-10 m und NAP-11 m in der Fahrtstrecke hinsichtlich der Tonnenlage.
12. Entwicklung Betonung 1965-1972.
13. Tidephasen der Schwimmaufnahmen im Modell.  
Mittlere Tidekurve von Oterdum.
14. 2 massgebende Schiffstypen.
15. Vergleich der Strömungsverhältnisse im Gatjebogen nach Messungen im Modell und in der Natur.
  - a. Aufnahme Zeitpunkt 6
  - b. Aufnahme Zeitpunkt 4.
16. Tiefenplan des Gatjebogens
  - a. Zustand 1
  - b. Zustand 5
  - c. Zustand 6
  - d. Zustand 4
  - e. Zustand 2
  - f. Zustand 3

17	1948	...	...	...	...	...	...	...	...
18	1949	...	...	...	...	...	...	...	...
19	1950	...	...	...	...	...	...	...	...
20	1951	...	...	...	...	...	...	...	...
21	1952	...	...	...	...	...	...	...	...
22	1953	...	...	...	...	...	...	...	...
23	1954	...	...	...	...	...	...	...	...

14. Verzeichnis der ... (W) und

15. ...

16. ...

17. ...

18. ...

19. ...

20. ...

21. ...

22. ...

23. ...

24. ...

25. ...

26. ...

27. ...

28. ...

29. ...

30. ...

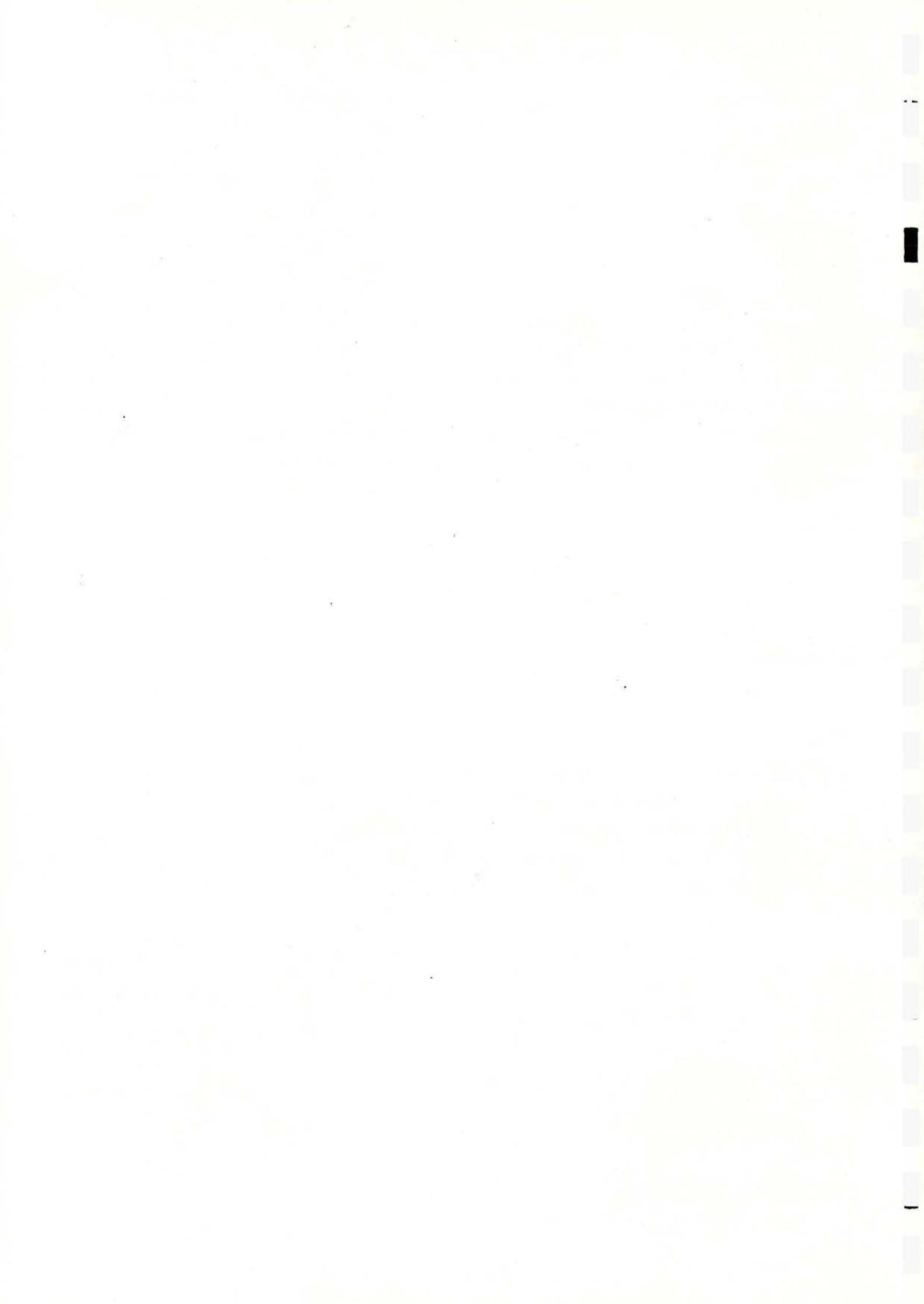
31. ...

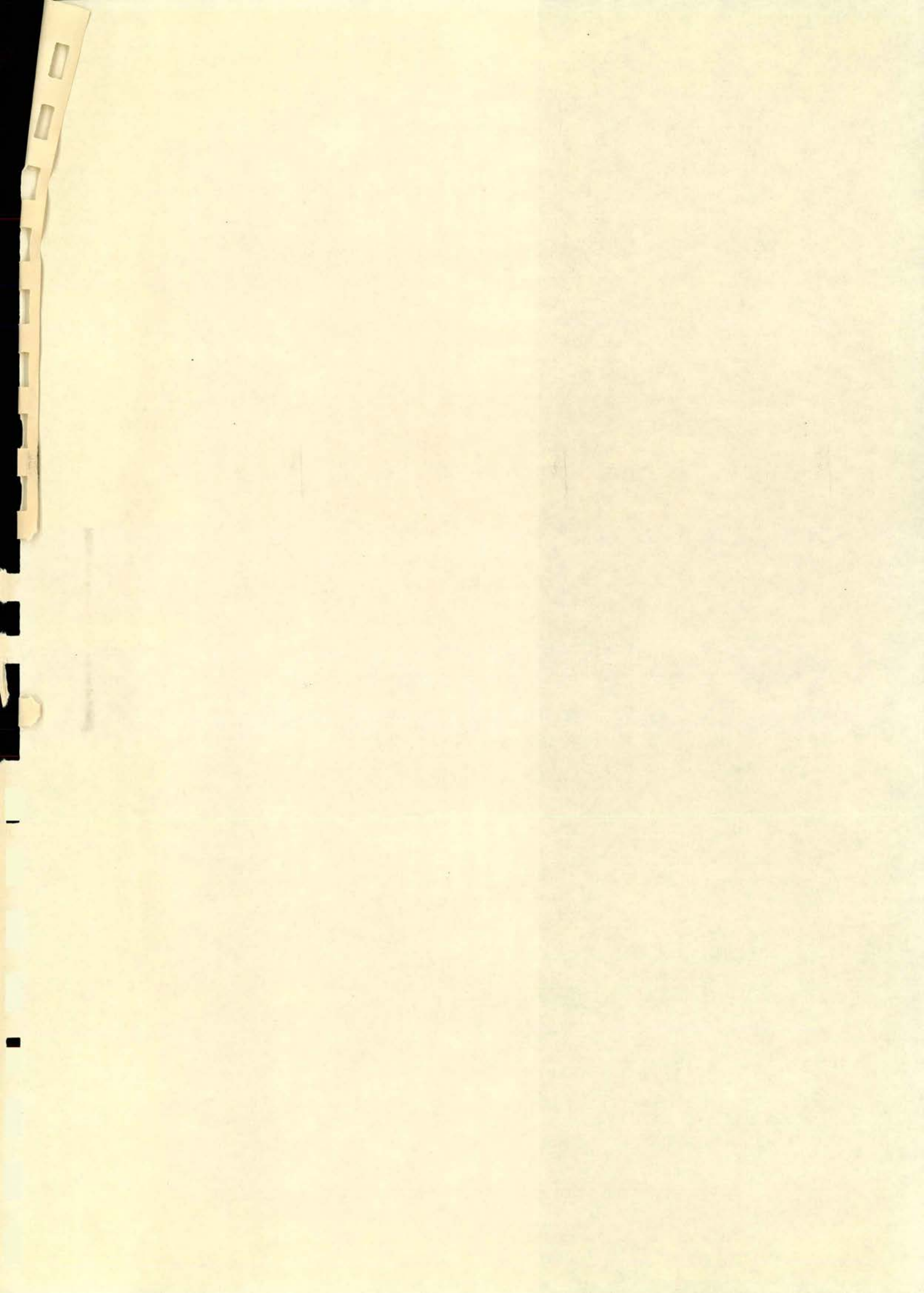
32. ...

33. ...

34. ...

- 17a. Berechnete Querkraft  $\bar{K}$  für Zustand 1 Tidephase 4, 5, 6 und 8  
b. " " " " " 5 " " " " "  
c. " " " " " 6 " " " " "  
d. " " " " " 4 " " " " "  
e. " " " " " 2 " " " " "  
f. " " " " " 3 " " " " "
18. Verlauf von Stromgeschwindigkeit ( $V_s$ ), Stromrichtung ( $\psi$ ) und Querkraft  $\bar{K}$ .
19. Querkräfte  $\bar{K}$  berechnet nach den Strömungsmessungen in der Natur.
20. Fahrtschema : Heinrich Schulte d.d. 9-1-1973.
21. Einsinken des Vorschiffs bei Schiffen ab  $\pm$  30.000 dwt. infolge der Fahrtgeschwindigkeit.
22. Ausnützung des Fahrwassers durch 11 eingemessene Schiffe.
- 23a. Derzeitige Fahrwasserbreite für M.S. Liebana  
b. " " " " " M.S. Janecke  
c. " " " " " M.S. Aralar  
d. " " " " " M.S. Odin  
e. " " " " " M.S. Heinrich Schulte  
f. " " " " " M.S. Baldur  
g. " " " " " M.S. Ore Prince  
h. " " " " " M.S. Annukka Aarnio  
i. " " " " " M.S. Carola Reith  
k. " " " " " M.S. Japan Oak  
l. " " " " " M.S. Janova
24. Verlauf Sohlenbreite des Profils 10 bei Tiefgang 11.00 m Schiffsgeschwindigkeit 0 Kn - 8 à 10 Kn.
25. Verlauf der registrierten Kurswinkel in der Fahrtstrecke.
26. Festgekommene Schiffe seit 1972.
27. t/m 36 gereserveerd.







Deel II

Uitvarende schepen

ANALYSE VAN  
VAARPROBLEMEN  
MET BULKCARRIERS  
IN DE GATJEBOGEN

Rijkswaterstaat  
HNO 73/30 - 9/271





ANALYSE VAN VAARPROBLEMEN  
MET BULKCARRIERS IN DE GATJEBOGEN

DEEL II: Uitvarende schepen.

Rijkswaterstaat.  
Bericht HNO 73/30-9/Nr. 271



INHOUD

Deel II.

	Blz.
I <u>Inleiding</u>	2
A. Algemeen	2
B. Doel van de metingen	2
C. Uitvoering en organisatie der scheepsmetingen	2
II <u>Algemene gegevens</u>	2
A. Geografische vaarwaterindeling	2
B. Hydrographie van het vaarwater	3
a. Schema van het vaarwater	3
b. Lengteprofiel van het vaarwater	3
c. Dwarsprofielen	3
d. Verloop van het vaarwater en plaats van de betonning	4
e. Het getij	4
f. Relatie getijamplitude tot beschikbare vaarwegdiepte	4
g. Drempels in de vaarweg	6
III <u>Scheepsmanoeuvremetingen</u>	8
A. Resultaten van de scheepsmetingen	8
B. Vaarschema's	8
C. Squat	9
D. Vaarwaterbreedte	9
E. Vaargedrag	9
a. Roergebruik	9
b. Schroefgebruik	10
c. Drifthoeken	10
d. Vaarsnelheid	11
F. Samenvatting van de resultaten der scheepsmetingen	11

A

In de eerste plaats wordt er gewezen op de belangrijke rol van de wetgever in het vaststellen van de grondwet en de wetten die de basis vormen van het rechtssysteem. Het is de taak van de wetgever om de belangen van de burgers te beschermen en te bevorderen. De wetgever moet ervoor zorgen dat de wetten duidelijk en eenduidig zijn en dat ze niet in strijd zijn met de grondwet. Het is ook de taak van de wetgever om de wetten te laten uitvoeren door de rechterlijke macht. De rechterlijke macht moet ervoor zorgen dat de wetten worden toegepast en dat de burgers hun rechten kunnen laten gelden. De rechterlijke macht moet ook ervoor zorgen dat de wetten worden toegepast op een eerlijke manier. Het is de taak van de rechterlijke macht om de belangen van de burgers te beschermen en te bevorderen. De rechterlijke macht moet ervoor zorgen dat de wetten duidelijk en eenduidig zijn en dat ze niet in strijd zijn met de grondwet. Het is ook de taak van de rechterlijke macht om de wetten te laten uitvoeren door de rechterlijke macht. De rechterlijke macht moet ervoor zorgen dat de wetten worden toegepast en dat de burgers hun rechten kunnen laten gelden. De rechterlijke macht moet ook ervoor zorgen dat de wetten worden toegepast op een eerlijke manier.

B

De tweede plaats wordt ingenomen door de rechterlijke macht. Het is de taak van de rechterlijke macht om de wetten toe te passen en de burgers hun rechten te laten gelden. De rechterlijke macht moet ervoor zorgen dat de wetten duidelijk en eenduidig zijn en dat ze niet in strijd zijn met de grondwet. Het is ook de taak van de rechterlijke macht om de wetten te laten uitvoeren door de rechterlijke macht. De rechterlijke macht moet ervoor zorgen dat de wetten worden toegepast en dat de burgers hun rechten kunnen laten gelden. De rechterlijke macht moet ook ervoor zorgen dat de wetten worden toegepast op een eerlijke manier.

C

De derde plaats wordt ingenomen door de uitvoerende macht. Het is de taak van de uitvoerende macht om de wetten toe te passen en de burgers hun rechten te laten gelden. De uitvoerende macht moet ervoor zorgen dat de wetten duidelijk en eenduidig zijn en dat ze niet in strijd zijn met de grondwet. Het is ook de taak van de uitvoerende macht om de wetten te laten uitvoeren door de uitvoerende macht. De uitvoerende macht moet ervoor zorgen dat de wetten worden toegepast en dat de burgers hun rechten kunnen laten gelden. De uitvoerende macht moet ook ervoor zorgen dat de wetten worden toegepast op een eerlijke manier.

D

De vierde plaats wordt ingenomen door de rechterlijke macht. Het is de taak van de rechterlijke macht om de wetten toe te passen en de burgers hun rechten te laten gelden. De rechterlijke macht moet ervoor zorgen dat de wetten duidelijk en eenduidig zijn en dat ze niet in strijd zijn met de grondwet. Het is ook de taak van de rechterlijke macht om de wetten te laten uitvoeren door de rechterlijke macht. De rechterlijke macht moet ervoor zorgen dat de wetten worden toegepast en dat de burgers hun rechten kunnen laten gelden. De rechterlijke macht moet ook ervoor zorgen dat de wetten worden toegepast op een eerlijke manier.

## I Inleiding

### A. Algemeen

In aanvulling op reeds eerder uitgevoerde nautische metingen aan invarende diepstekende ertscarriers, is van Duitse zijde tijdens de vergadering van 19 oktober 1973 te Emden verzocht, aanvullende manoeuvremetingen uit te voeren aan grote vanuit Emden uitvarende schepen.

Het criterium voor de uitvoering van een meting was de diepgang. Bij een grotere diepgang dan 30 ft (9,14 m) zouden nautische metingen plaatsvinden.

In totaal werden 5 schepen ingemeten.

### B. Doel van de metingen

Het doel van de metingen was, om aan de hand van nauwkeurige metingen een beter inzicht te krijgen in de eventuele navigatieproblemen - betrekking hebbend op het vaargedrag - van uitvarende schepen ter plaatse van Gatjebogen. Het betreft hier schepen, die als gevolg van hun diepgang aan de vaargeul gebonden zijn.

### C. Uitvoering en organisatie van de scheepsmetingen

Evenals bij de metingen aan invarende schepen is wederom door dezelfde instanties als genoemd op blz. 3, van deel I onder I B, een meetprogramma opgesteld. De metingen werden in goede samenwerking tussen het Wasser- und Schifffahrtsamt Emden en de Studiedienst Delfzijl van de Rijkswaterstaat Directie Groningen, uitgevoerd.

Voor een nadere omschrijving van de organisatie en de wijze waarop de diverse gegevens werden verzameld, zij verwezen naar Appendix II. Simultaan met iedere scheepsmeting werden stroommetingen over de vertikaal uitgevoerd op een vast meetpunt met de coördinaten:  $53^{\circ} 19' 20''$  N,  $7^{\circ} 1' 2''$  E (ED).

## II Algemene gegevens

### A. Geografische vaarwaterindeling

Voor het te beschouwen gebied zou het voldoende zijn om nadere



informatie te verstrekken over het gebied liggende tussen boei 29 in het Emder Fahrwasser en boei 23 in het Ostfriesische Gatje. Volledigheidshalve zijn echter alle dieptekaarten van het gebied tussen Emden en open zee tot boei H/1 in het Hubertgat aan dit rapport toegevoegd.

Voor een nadere oriëntatie zij hierbij verwezen naar bijlage 1 van deel I en de bijlagen 37 t/m 43.

## B. Hydrographie van het vaarwater

### a. Schema van het vaarwater

Voor de nautische analyse is uitgegaan van dezelfde geïdealiseerde vaarbaan met dezelfde profielindeling als bij de analyse van de invarende schepen (deel I).

In bijlage 44 is de geïdealiseerde vaarbaan weergegeven, met de huidige boei-posities en notaties, terwijl tevens de in 1972 geldende boei-posities en notaties vermeld zijn.

### b. Lengteprofiel van het vaarwater

Tijdens of zo spoedig mogelijk na het inmeten van een schip is met behulp van een echolood-meting aan boord van een meetvaartuig van de Studiedienst Delfzijl het bodemverloop van het vaarwater over het werkelijk gevaren traject vastgelegd. In bijlage 45 is van de 5 ingemeten schepen het resultaat hiervan vastgelegd.

De bovenste en onderste omhullende van de gemeten waarde is in bijlage 46 uitgezet.

In bijlage 47 is samen met de historische ontwikkeling het voor de analyse relevante verloop van het bodemprofiel uitgezet. Ter aanvulling op de in bijlage 6 van het rapport over de invarende bulkcarriers opgegeven verloop van het lengteprofiel, is ook nog het in oktober 1973 gemeten bodemprofiel uitgezet.

### c. Dwarsprofielen

In bijlage 48 zijn de vaarwegprofielen t.p.v. de dwarsdoorsneden 1 t/m 11 uitgezet. Deze profielen zijn gebaseerd op lodingen van het Wasser- und Schifffahrtsamt Emden van oktober 1973.

De ... van de ... de ...  
A ... de ... de ...  
... de ... de ...  
...

De ...

De ... de ... de ...  
... de ... de ...  
... de ... de ...  
...

De ...

De ... de ... de ...  
... de ... de ...  
... de ... de ...  
...

De ...

De ... de ... de ...  
... de ... de ...  
... de ... de ...  
...

De ... de ... de ...  
... de ... de ...  
... de ... de ...  
...

De ...

De ... de ... de ...  
... de ... de ...  
... de ... de ...  
...



Met behulp van deze dwarsdoorsneden, de positiemetingen (zie Appendix II) en het plaatselijke en momentane getij, is de nuttige vaarwaterbreedte, die een schip ter beschikking staat, bepaald.

In hoofdstuk III/D wordt hierop nader ingegaan.

d. Verloop van het vaarwater en plaats van de betonning

Ter aanvulling op wat reeds in bijlagen 12 en 44 is weergegeven met betrekking tot ligging en nummering van de tonnen is op bijlage 49 de laatste verandering van 1974 aangegeven. Bovendien is een kleine uitbreiding naar het oosten in de richting van het Emden Fahrwasser gegeven.

e. Het getij

Evenals bij de invarende schepen aangehouden werd (zie beschrijving op blz. 7, deel I) is ook voor de uitvarende schepen over het gebied Gatjebogen, het getij, dat ter plaatse van de peilschaal Oterdum geregistreerd werd als representatief voor het hele vaartraject beschouwd.

De gemiddelde vaartijd over dit traject bedroeg circa 25 min.

f. Relatie getijamplitude tot beschikbare vaarwegdiepte

Gerekend over het gehele af te leggen traject vanaf Emden tot boei H/1 in het Hubertgat, wordt de beschikbare vaarwegdiepte bepaald door de volgende factoren:

1. de hoogteligging van de bodem

O.a. als gevolg van de getijbeweging ontstaan in dit gebied eb- en vloedscharen, waardoor drempels in het vaarwater gevormd kunnen worden.

2. als gevolg van de getijbeweging loopt een vloedgolf vanuit de Noordzee de riviermond binnen.

Van het gehele hierboven genoemde gebied is op de bijlagen 37 t/m 43 een betonde vaarweg uitgezet, waarbij het midden van de vaarwegbreedte door \_\_\_\_\_ aangegeven is. Het diepteverloop over deze lijn is bepaald en uitgezet in de bijlagen 53, 54 en 55. Opgemerkt wordt, dat voor de aangegeven ligging van het



bodemprofiel gerekend is met de kleinste diepte, rekening houdende met een afwijking naar beide zijden van de koerslijn tot het midden van het vaarwater van circa 25 m (circa scheepsbreedte).

Het te varen traject is onder te verdelen in de hierna te noemen trajectdelen. Voor ieder trajectdeel is een peilschaal aangegeven waarvan de af te lezen getijbeweging als kenmerkend voor dat trajectdeel, te beschouwen is.

Trajectdelen van het vaarwater vanaf Emden tot boei H/1-Hubertgat	Plaats van relevante peilschaal voor genoemde trajectdelen
---	--

Vaarwater naar Emden	) P.S. Zeesluis Emden
Oost Friese Gaatje/Gatjebogen	) P.S. Oterdum
Doekegat	) P.S. Eemshaven
Ranselgat	) P.S. Horsborngat
Horsborngat	) P.S. Huibertgat
Huibertgat	)

Het verloop van het gemiddelde getij over het beschouwde gedeelte is weergegeven op bijlage 50.

Op bijlage 51 en 52 zijn de krommen van het werkelijk opgetreden getij respectievelijk 26 jan. 1974 en 13/14 maart 1974 weergegeven voor bovengenoemde peilschalen en gerelateerd aan het tijdstip van HW te Oterdum. Opgemerkt dient te worden, dat op 26 jan. 1974 de peilschaal Horsborngat is uitgevallen. Op bijlage 51 is in de plaats van deze peilschaal de registratie van Borkum Südstrand gebruikt.

Bij een vergelijking van de werkelijk opgetreden getijden en het gemiddelde getij, blijken de volgende verschillen op het tijdstip van HW ter plaatse van peilschaal Oterdum:

gemiddeld getij: op het tijdstip van HW in m. t.o.v. NAP = +1,26m.  
werkelijk getij: op het tijdstip van HW op 26-1-74 = NAP +1,09m.  
werkelijk getij: op het tijdstip van HW op 13/14-3-74 = NAP +1,12m.



g. Drempels in de vaarweg

Bij beschouwing van het onder f. genoemde vaartraject, blijkt dat over het gedeelte tussen de Grote Zeesluis van Emden en het Ranselgat op verschillende plaatsen drempels voorkomen, die feitelijk als maatgevend beschouwd kunnen worden voor de waterdiepte over dat deel van het traject waarin zij liggen.

De afstand van deze drempels tot aan de Grote Zeesluis van Emden is af te lezen uit bijlage 53 waarop het lengteprofiel over het vaarwater is uitgezet. Deze bedraagt:

Drempel Nr.	Afstand tot de Grote Zeesluis in km.	Bodemdiepte t.o.v. NAP in m.	Relevante peilschaal
1	1,25	10,30	Emden
2	1,5	10,30	Emden
3	18	10,30	Oterdum
4	24	11,30	Eemshaven
5	34	10,70	Eemshaven
6	42	11,00	Horsborngat

Opmerking: De vaarwegdiepte in het Horsborngat en het Huibertgat is zo groot, dat over dit deel van het te varen traject niet met beperkingen gerekend hoeft te worden. Wanneer van een aantal, hierna nader gespecificeerde omstandigheden uitgegaan wordt, is het mogelijk een zgn. tijdpoort-diagram samen te stellen. Deze diagrammen dienen ter opstelling van vaarschema's.

In bijlage 53 is zo'n tijdpoort-diagram gegeven, waarbij van het volgende is uitgegaan:

1. Aangenomen is, dat de grootste diepgang van de schepen niet meer dan 9,80 m bedraagt.
2. Met betrekking tot de keel-clearance is het volgende aangehouden:
  - a. van het startpunt (Grote Zeesluis Emden) tot 30 km. (ca. 16,2 zeemijl) hier vandaan: 10% van de diepgang van het schip.
  - b. over de rest van het te varen traject, ca. 50 km (ca. 27 zeemijl): 15% van de diepgang van het schip.

... van de ...

... van de ...

... van de ...

... van de ...

3. Wat betreft de waterstanden t.p.v. de verschillende gedeelten van de vaarweg is gerekend met de gemiddelde getijden, zoals aangegeven op bijlage 50.

Opmerking:

Met betrekking tot de verschillen in keel-clearances waarmede gerekend wordt over het te varen traject, is het volgende op te merken. Het is gebruikelijk, dat voor dit type schepen onder normale dienstomstandigheden d.w.z. varend bij snelheden van 15 tot 17 knopen de waterdiepte niet kleiner mag zijn dan 1,15 maal de diepgang van het schip in een gebied dat min of meer geëxposeerd ligt voor golfbeweging vanuit open zee. Dat hiervan afgeweken is voor de eerste 30 km. waarbij gerekend is met een minimum waterdiepte van 1,10 maal de diepgang van het schip, is verantwoord omdat de gemiddelde vaarsnelheid voor dit deel van de vaarweg aanmerkelijk lager zal zijn dan de bovengenoemde. Bovendien kunnen scheepsbewegingen als gevolg van golven verwaarloosd worden. De met de vaarsnelheid in verband staande toename in scheepsdiepgang (squat) zal daardoor aanmerkelijk minder zijn.

Wanneer de beschikbare tijd, waarin met inachtnaam van alle hier voor genoemde factoren, het vaarwater doorlopen moet worden, optimaal zal worden gebruikt, dan kan de gemiddelde vaarsnelheid 6 kn bedragen.

Wanneer een schip, om welke reden dan ook, later vanuit Emden vertrekt, zal de beschikbare passage-tijd ook minder worden en daarmee de vaarsnelheid moeten toenemen. Een voorbeeld hiervan is eveneens op bijlage 53 gegeven voor een gemiddelde vaarsnelheid van 10 knopen waarbij blijkt dat het schip 1,5 u later kan vertrekken.

Naar analogie van de hiervoor beschreven procedure is voor twee van de 5 ingemeten schepen een op de schepen betrekking hebbend tijdpoort-diagram uitgezet, waarbij ook gerekend is met het bijbehorende actuele getij zoals aangegeven op bijlagen 51 en 52. Op bijlage 54 is het tijdpoort-diagram uit-





gezet voor de "Choko Maru" en op bijlage 55 voor de "Lucie Schulte". Opgemerkt wordt, dat de snelheidslijn slechts over het deel Gatjebogen uitgezet kan worden, daar alleen van dit deel van de vaarweg meetgegevens beschikbaar waren.

In verband met het feit, dat dit slechts een zeer klein deel van de gehele vaarweg is, daardoor de schaalkeuze hetgeen bepalend was voor de voor het in detail beschouwde deel ter plaatse van Gatjebogen een aparte tekening voor ieder schip toegevoegd, te weten de bijlagen 56 t/m 60.

### III Scheepsmanoeuvremetingen.

#### A. Resultaten van de scheepsmetingen

Om een indruk te krijgen omtrent het vaargedrag van uitvarende schepen in het gebied van de Gatjebogen zijn aan 5 schepen metingen uitgevoerd. (zie tabel 1 van deel II). Voor wat betreft de grootheden die gemeten werden, wordt verwezen naar de beschrijving op blz. 20 van deel I, dat invarende schepen behandelt.

De resultaten van de metingen zijn in tekening gebracht en in Appendix II en in bijlagen 61 t/m 65 aan dit rapport toegevoegd.

In tabel 1 (deel II) zijn de volgende gegevens verzameld:

1. Namen en hoofdafmetingen van de schepen.
2. Tijdstip van hoogwater en waterstand ten tijde van de scheepspassage met passagetijd, alles betrokken op peilschaal Oterdum.
3. Gemiddelde diepgang tijdens de vaart en de gemiddelde vaarsnelheid over het traject Gatjebogen.

#### B. Vaarschema

Naar analogie van de in deel I beschreven behandeling, zijn ook voor de uitvarende schepen de vaarschema's opgesteld voor het gedeelte Gatjebogen en weergegeven in bijlagen 56 t/m 60.



Met betrekking tot het vaarschema over het gebied van Emden tot open zee, zij verwezen naar hoofdstuk II-B-g.

C. Squat

Met betrekking tot een omschrijving van het begrip en de wijze waarop de squat berekend is, wordt verwezen naar de tekst onder C op blz. 21 van het verslag over de invarende schepen deel I en de bijbehorende opmerkingen.

D. Vaarwaterbreedte

In de bijlagen 61 t/m 65 zijn de posities van ieder ingemeten schip (per minuut) zowel als de beschikbare vaarwaterbreedte uitgezet. Met betrekking tot het bepalen van deze vaarwaterbreedte wordt verwezen naar de op blz. 22 van deel I beschreven procedure.

Zoals uit deze bijlagen te zien is, treedt de kleinste breedte op in de onmiddellijke omgeving van profiel 11 (boei 27).

E. Vaargedrag

a. Roergebruik

Bij een nauwkeurige beschouwing van de registraties van de roerbewegingen valt het volgende op te merken:

1. Over het rechte aanloopgedeelte (Emder Fahrwasser) gerekend tot boei 26a liggen de grootste roeruitslagen in de onmiddellijke omgeving van boei 28. De roerhoeken bedragen hier maximaal circa  $20^{\circ}$  naar BB en SB.

Een en ander is wellicht toe te schrijven aan het feit dat,

- a. het vaarwater hier van richting verandert
- b. het schip hier buiten de Geiseleitdamm komt waarna zich een nieuwe evenwichtsstand van het schip moet instellen, die aangepast is aan gewijzigde stroomomstandigheden.

Over de rest van dit rechte aanloopstuk bewegen de roerhoeken zich om de nullijn met uitslagen tot  $10^{\circ}$  naar beide boorden.

2. Het onder 1 genoemde geldt voor alle schepen met uitzondering van meting nr. 23, de "Labrador Current". Hier is



blijkens de registratie na het passeren van boei 28 het schroeftoerental plotseling tot nul gereduceerd en zijn grote roeruitslagen gebruikt. De reden voor dit gedrag is dat het schip moest uitwijken voor een grote tegemoetkomende bulcarrier.

3. Halverwege tussen boei 26a en 26 is bij alle schepen het roer geheel of nagenoeg geheel tot maximum uitslag over SB gebruikt, in verband met het inzetten van de bocht Gatjebogen.
4. Na de gewenste koersverandering tot het einde van de meting t.p.v. boei 23 beweegt het geregistreerde roergebruik zich weer om de nullijn, echter met grotere maximum roerhoeken dan over het rechte aanloopstuk, nl. tussen 10 en 20°, in plaats van tot 10°. Mogelijk speelt hier de ligging van het schip t.o.v. de windrichting een rol.  
Overigens dient te worden opgemerkt, dat de gebruikte roerhoeken voldoende reserve overlaten om eventuele uitwijkmanoeuvres uit te kunnen voeren.

b. Schroefgebruik

Uit de registraties van de schroefomwentelingen blijkt dat:

1. Het toerental voor alle schepen ligt tussen de 80 en 100 per minuut.
2. Dit toerental is praktisch over het gehele traject constant.

Opmerking: Scheepsmeting 23, aan boord van de "Labrador Current" maakt hierop evenals reeds bij het roergebruik werd opgemerkt t.p.v. boei 28 een uitzondering. Hier wordt nl. de schroef zelfs geheel gestopt, eveneens om de reeds eerder genoemde redenen.

3. Toerenstoten met het doel koerscorrecties te bewerkstelligen zijn niet toegepast.

c. Drifthoeken

Bij beschouwing van de ingetekende scheepsposities, blijkt dat:

1. geen extreem grote drifthoeken zijn opgetreden.
2. bij de metingen 21 en 22 aan de "Andwi" en de "Choko

Faint, illegible text at the top of the page, possibly a header or introductory paragraph.

Second block of faint, illegible text, appearing as several lines of a paragraph.

Third block of faint, illegible text, consisting of multiple lines of a paragraph.

Fourth block of faint, illegible text, appearing as several lines of a paragraph.

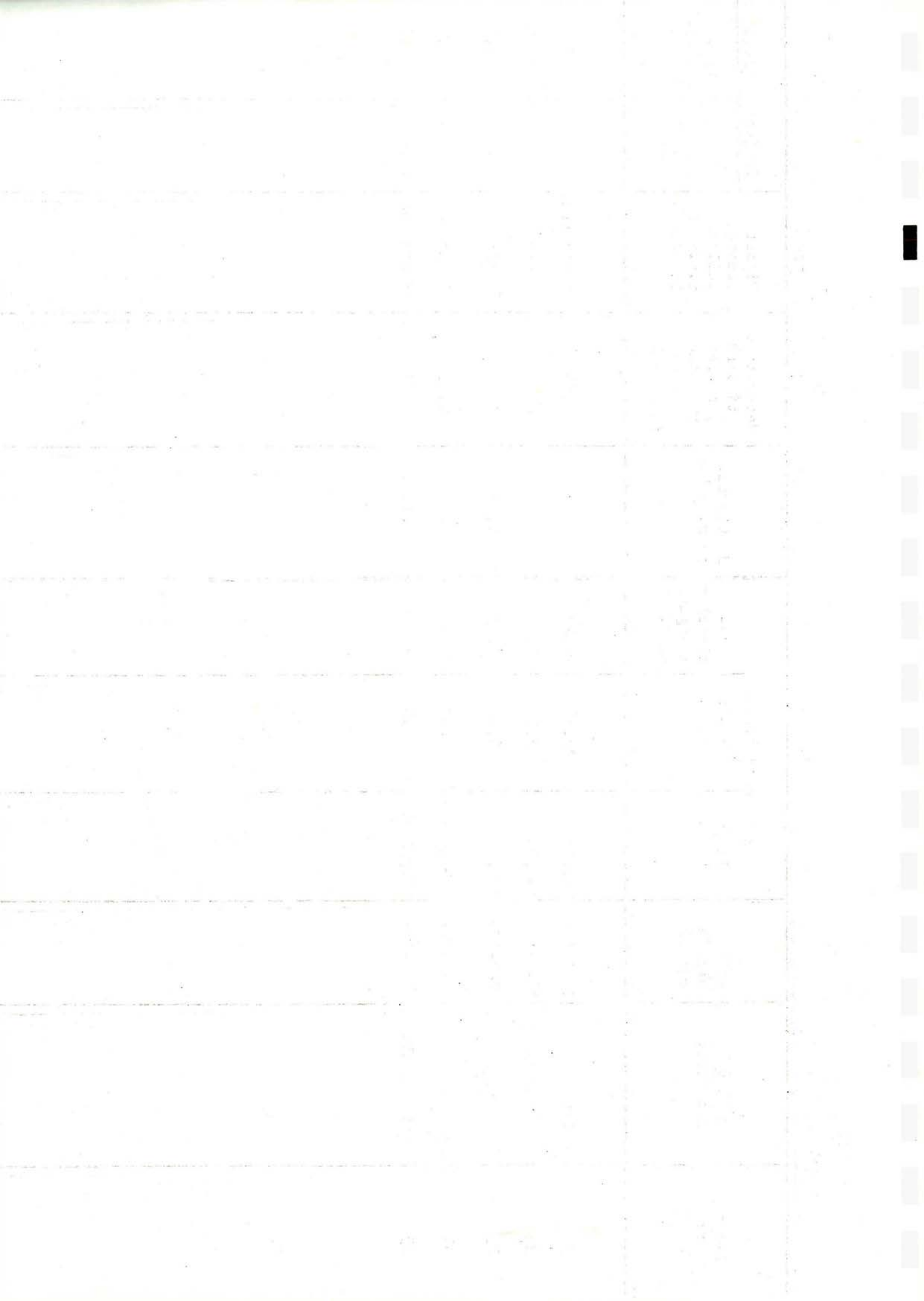
Maru" lijken de driftkoershoeken iets groter te zijn dan bij de overige schepen. Het is wellicht een gevolg van het feit dat bij deze twee schepen de wind van achteren of schuin van achteren inkwam.

d. Vaarsnelheid

Met betrekking tot de scheepssnelheid wordt het volgende opgemerkt: voor alle schepen bedraagt deze circa 10 knoop en varieert over het traject slechts weinig. Uiteraard moet voor de meting a/b van de "Labrador Current" weer een uitzondering gemaakt worden.

F. Samenvatting van de resultaten der scheepsmetingen

1. De passertijd langs peilschaal Oterdum van de ingemeten schepen lag voor 4 schepen tussen de 2 uur vóór HW en HW en voor 1 schip 2 u. 45 min. vóór HW.  
Een schip, de "Choko Maru" verliet de grote zeesluis te Emden een uur eerder dan aanvankelijk gepland was, en raakte dan ook buiten de sluis aan de grond.
2. De beschikbare vaarwaterbreedte bedroeg (met inachtneming van getij en squat) gemiddeld 200 m. t.p.v. profiel 4 met een minimum breedte van ca. 150 m. ongeveer t.p.v. boei 27.
3. De vaarsnelheid in de Gatjebogen bedroeg circa 10 à 10,5 kn.
4. Het roergebruik is overal en altijd zodanig, dat voldoende stuurreserve overblijft voor het geval dat uitwijkmanoeuvres uitgevoerd zouden moeten worden.
5. Op te merken valt, dat het gelijktijdig gebruik maken van de bestaande geul door twee elkaar tegemoetkomende schepen van de hier beschouwde afmetingen in het algemeen wel nautische problemen zal opleveren. Omdat dit zich in de toekomst wellicht vaker zal voordoen, verdient het aanbeveling, met behulp van een vaarschema-planning het ontmoetingspunt bewust vast te leggen.





## Deel II

tabel 1

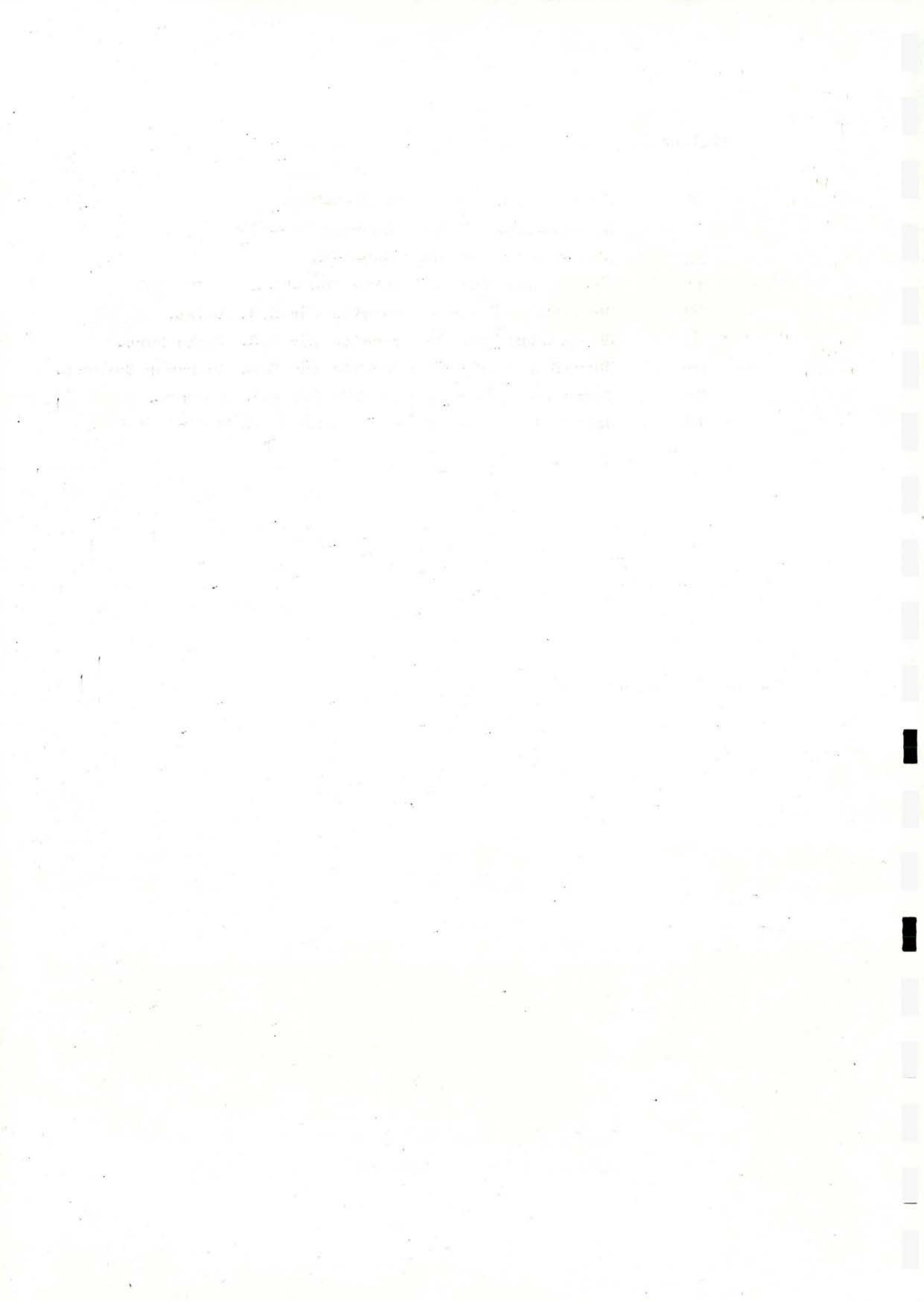
Meting nr.	Naam van het schip	Datum van de meting	Scheepsmaten			HW Oterdum in m. + NAP	Waterstand tijdens passeren peilschaal Oterdum in m. + NAP	Tijdstip passage peilschaal t.o.v. HW Oterdum	Traject Gatjeboger	
			Lengte in m.	Breedte in m.	Ge-middelde diepgang in m.				gem. diepgang va- rend in m.	gem. snelheid in kn.
21	Andwi	20-1-'74	216,13(o.a)	22,86	9,27	1,33	0,64	168 min voor	9,82	10,0
22	Choko Maru	26-1-'74	197,00	32,20	9,62	1,08	0,81	112 min voor	10,29	10,5
23	Labrador Current	7-2-'74	190,00	26,00	9,13	1,84	1,64	60 min voor	9,40	8,0
24	Petingo	19-2-'74	200,25(o.a)	26,97	8,52	0,83	0,83	3 min na	9,02	10,0
25	Lucie Schulte	14-3-'74	165,00(o.a)	20,50	9,57	1,12	0,77	123 min voor	10,24	10,5



Lijst van bijlagen bij de Analyse van vaarproblemen  
voor schepen die van Emden uitvaren.

bijlage  
nr.

- 37 Tiefenkarte der Ems - Emden - Knock. (Okt. 1973)
- 38 Tiefenkarte der Ems - Gatjebogen und Südteil Bucht von Watum (Okt. 1973)
- 39 Tiefenkarte der Ems - Übergang Dukegat - Ostfr. Gatje und Nordteil Bucht von Watum (Mai - Okt. 1973)
- 40 Tiefenkarte der Ems - Randzelgat - Alte Ems - Dukegat und Emshörn. (Juni - Dez. 1973 und Jan. 1974).
- 41 Tiefenkarte der Ems - Hubertgat/Westerems östlicher Teil. (Juli - Okt. 1973)
- 42 Tiefenkarte der Ems - Hubertgat/Westerems westlicher Teil. (Juni - Okt. 1973 und Jan. 1974).
- 43 Tiefenkarte der Ems - Gatjebogen und Südteil Bucht von Watum (Messung Okt. 1973) mit Betonung vom März 1974.
- 44 Idealisierte Fahrbahn Gatjebogen mit Betonung vom März 1974.
- 45 Fahrwassertiefen gemessen während 5 Messungen von ausfahrenden Schiffen.
- 46 Untere- und obere Begrenzung der Fahrwasserschle.
- 47 Historische Entwicklung des Längsprofils gemessen entlang der idealisierten Fahrbahn.
- 48 Querprofile 1 bis 11 - 1973.
- 49 Entwicklung der Betonung 1965 - 1974.
- 50 Mittlere Tidekurven im Bereich Emden - Hubertgat.
- 51 Tidekurven am 26. Januar 1974.
- 52 Tidekurven am 13./14. März 1974.
- 53 Zeitplan-Diagramm für mittlere Tide.
- 54 Zeitplan-Diagramm am 26.1.1974, für die "Choko Maru"
- 55 Zeitplan-Diagramm am 13./14.3.1974, für die "Lucie Schulte".
- 56 Fahrschema Andwi d.d. 20-1-'74.



bijlage

nr.

- 57 Fahrschema: Choko Maru 26-1-'74.
- 58 Fahrschema: Labrador Current 7-2-'74.
- 59 Fahrschema: Petingo 19-2-'74.
- 60 Fahrschema: Lucie Schulte 14-3-'74.
- 61 Derzeitige Fahrwasserbreite für M.S. Andwi.
- 62 Derzeitige Fahrwasserbreite für M.S. Choko Maru.
- 63 Derzeitige Fahrwasserbreite für M.S. Labrador Current.
- 64 Derzeitige Fahrwasserbreite für M.S. Petingo.
- 65 Derzeitige Fahrwasserbreite für M.S. Lucie Schulte.









## Appendix III

### STANDPUNTBEPALING

1937  
1938

Deel 1. Deel 2. Deel 3.

Deel 1. Deel 2. Deel 3.

Deel 1. Deel 2. Deel 3.

Deel 1. Deel 2. Deel 3.

Deel 1. Deel 2. Deel 3.

Deel 1. Deel 2. Deel 3.

Deel 1. Deel 2. Deel 3.

Deel 1. Deel 2. Deel 3.

Deel 1. Deel 2. Deel 3.

Appendix III  
(met 2 bijlagen)

Bundesanstalt für Wasserbau  
Auszenstelle Küste.

Standpuntbepaling

Inzake de vraag naar oorzaken van het verschil in stroomrichting tussen de natuur en het model.

Het hier behandelde vraagstuk staat in verband met het onderzoek naar veranderingen van het stroombeeld in de Gatjebogen, welke voor het manoeuvreren met grote schepen van belang zijn.

In bijlage 15<sup>b</sup> van het Nederlandse rapport "nautisch onderzoek Eemmond" (1) van de Rijkswaterstaat zijn drijverbaanmetingen in de natuur op 25 oktober 1972 weergegeven, alsmede stroomrichtingen uit het modelonderzoek (2). Deze verschillen veel van elkaar.

Als oorzaken van deze duidelijke afwijking zijn verschillende factoren denkbaar. Deze zullen hierna worden toegelicht. Principieel moet onderscheid gemaakt worden tussen enerzijds factoren die bepaald worden door de eigenschappen van het waterloopkundig model en anderzijds factoren die worden veroorzaakt door de omstandigheden waaronder in de natuur wordt gemeten.

1. Corioliskrachten. Deze worden in het model 50 maal kleiner gereproduceerd dan eigenlijk zou moeten.  
Aangezien de stromingen in het model ten opzichte van die in de natuur afwijken in rechtsdraaiende zin, zijn corioliskrachten in 't geheel niet relevant.
2. De bodem van het model werd gebouwd overeenkomstig de lodingen in de omgeving van de Gatjebogen van 1971. Tussen profiel 7 en 10 is de bodem exact in overeenstemming met de lodingen van 1972 met een verloop tussen resp. de profielen 6 en 7 en de profielen 10 en 11.

In het onderzochte gedeelte kwam de bodemligging in het model overeen met die van de natuur in 1972.

Die Arbeit wird durch die in der Tabelle aufgeführten  
Personen geleistet. Die Verantwortung für die  
Ergebnisse liegt bei den Verantwortlichen (2).

Die Arbeit wird durch die in der Tabelle aufgeführten  
Personen geleistet. Die Verantwortung für die  
Ergebnisse liegt bei den Verantwortlichen (2).

Die Arbeit wird durch die in der Tabelle aufgeführten  
Personen geleistet. Die Verantwortung für die  
Ergebnisse liegt bei den Verantwortlichen (2).

Die Arbeit wird durch die in der Tabelle aufgeführten  
Personen geleistet. Die Verantwortung für die  
Ergebnisse liegt bei den Verantwortlichen (2).

Die Arbeit wird durch die in der Tabelle aufgeführten  
Personen geleistet. Die Verantwortung für die  
Ergebnisse liegt bei den Verantwortlichen (2).

Die Arbeit wird durch die in der Tabelle aufgeführten  
Personen geleistet. Die Verantwortung für die  
Ergebnisse liegt bei den Verantwortlichen (2).

Die Arbeit wird durch die in der Tabelle aufgeführten  
Personen geleistet. Die Verantwortung für die  
Ergebnisse liegt bei den Verantwortlichen (2).

Die Arbeit wird durch die in der Tabelle aufgeführten  
Personen geleistet. Die Verantwortung für die  
Ergebnisse liegt bei den Verantwortlichen (2).

Die Arbeit wird durch die in der Tabelle aufgeführten  
Personen geleistet. Die Verantwortung für die  
Ergebnisse liegt bei den Verantwortlichen (2).

Die Arbeit wird durch die in der Tabelle aufgeführten  
Personen geleistet. Die Verantwortung für die  
Ergebnisse liegt bei den Verantwortlichen (2).

Die Arbeit wird durch die in der Tabelle aufgeführten  
Personen geleistet. Die Verantwortung für die  
Ergebnisse liegt bei den Verantwortlichen (2).

Die Arbeit wird durch die in der Tabelle aufgeführten  
Personen geleistet. Die Verantwortung für die  
Ergebnisse liegt bei den Verantwortlichen (2).

De Bocht van Watum verkeerde in de toestand van 1963. De sedertdien geconstateerde verkleining van de doorstromende hoeveelheid werd door een grotere ruwheid verkregen (2).

3. Op grond van deze gegevens is het nauwelijks te betwijfelen, dat de snelheidsverdeling in het model in dwarsrichting niet met die in de natuur zou overeenkomen.

De vergeleken waterstanden kwamen in ruime mate overeen met een gemiddeld getij in de natuur, waarbij een waterafvoer van de Eems en de Leda werd gesimuleerd van  $60 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

4. De afmetingen van de in het model toegepaste drijvers wijken, als gevolg van modeltechnische eisen, aanzienlijk af van de in de natuur gebruikte drijvers.

De diameter van de drijvers bedraagt 25 mm., wat overeenkomt met een middellijn in de natuur van 12,5 m. De onderwaterlengte bedraagt voor de drijvers in de natuur en in het model omgerekend 5 m. (enkele drijvers bij de natuurmetingen hebben een lengte van 4 m.).

5. Een grotere massastraagheid kan aan de drijvers niet worden toegeschreven, omdat zij slechts een watervolume met eenzelfde massa als de drijvers verplaatsen.

6. Van wezenlijke invloed op de bewegingen van drijvers in gekromde banen, is de verhouding van de traagheidskrachten tot druk- en wrijvingskrachten, welke op het oppervlak van de drijvers aangrijpen.

Volgens de ervaringen zijn in waterloopkundige modellen sterk geruwde oppervlakken in het voordeel, omdat hierdoor de, van de natuurlijke omstandigheden afwijkende, invloed van een laminaire grenslaag wordt opgeheven of sterk wordt verminderd. Om deze reden werden de bij de proeven toegepaste gladde drijvers van een ruwe oppervlakte voorzien, die uit een laag zandkorrels bestond met een gemiddelde korreldiameter van 2 mm.

De ruwe en gladde drijvers werden samen met stokdrijvers met een diameter van slechts 2 mm. en met oppervlaktemarkeringen (papier-snipper) beproefd.

... van de ... in de ... van de ...

... de ... van de ... in de ...

... van de ... in de ... van de ...

... de ... van de ... in de ...

... van de ... in de ... van de ...

Het proeftraject was in de Gatjebogen ter plaatse van de sterkste kromming gesitueerd. De proeven werden verscheidene keren herhaald. Er kon geen verschil in de drijverbanen worden vastgesteld, welke veroorzaakt zou kunnen worden door de vorm of de constructie van de drijvers. Daarmee worden al die invloeden uitgesloten welke door de modeltechniek worden veroorzaakt.

7. De nog overgebleven belangrijke verschillen tussen natuur en model worden bepaald door de variërende omstandigheden in de natuur.

In het model wordt een steeds gelijkblijvend gemiddeld getij met een constante bovenwaterafvoer gereproduceerd; metingen in de natuur kunnen echter van deze gemiddelde omstandigheden tamelijk veel afwijken. In aanmerking komen de invloeden van de ongelijkheid in getij, wind en bovenwaterafvoer.

Tijdens de metingen op 25 oktober 1972 hadden we een sterk ontwikkeld getij met tijdens L.W. een verschil van méér dan één meter. Het is denkbaar dat na een dergelijk getij het stroombeeld tussen het Eemsgebied en het Dollardgebied in vergelijking met gemiddelde omstandigheden, fundamenteel is veranderd. In dit verband wordt tevens gewezen op de invloed van de stuw in de Leda.

8. Dichtheidsstromingen worden in het model niet gereproduceerd. Hoewel de dichtheidsverschillen in het onderzochte gebied tot max. 1% kunnen bedragen, is enige invloed op de stroomrichting nauwelijks denkbaar, omdat dit dichtheidsverschil hoofdzakelijk aanleiding geeft tot secundaire stromingen in de verticale gelaagdheid. De invloed hiervan wordt door de lengte van de drijvers weer gecompenseerd.
9. Een punt van wezenlijk belang is voorts het verschil in meettechniek. Terwijl in de natuur drijverbanen zijn opgenomen (baan-trajecten), zijn in het model door korte momentopnamen stroombeelden gefotografeerd.

de rechtspraak... de rechtspraak... de rechtspraak...

de rechtspraak... de rechtspraak... de rechtspraak...

de rechtspraak... de rechtspraak... de rechtspraak...

de rechtspraak... de rechtspraak... de rechtspraak...

de rechtspraak... de rechtspraak... de rechtspraak...

de rechtspraak... de rechtspraak... de rechtspraak...

de rechtspraak... de rechtspraak... de rechtspraak...

de rechtspraak... de rechtspraak... de rechtspraak...

de rechtspraak... de rechtspraak...

de rechtspraak... de rechtspraak...

de rechtspraak... de rechtspraak...

de rechtspraak... de rechtspraak... de rechtspraak...



De richtingen kunnen slechts op die tijdstippen worden vergeleken, die met elkaar overeenstemmen en dat is dan voor elke drijverbaan slechts één punt.

De afwijking aan het einde van de drijverbaan op bijlage 15<sup>b</sup> in (1) is over het algemeen aannemelijk.

Een nauwkeurige vergelijking van de tijden levert de volgende gegevens op: De meting in de natuur op 25 oktober 1972 stemt overeen met de stroomrichting bij profiel 9 om 11.40 uur. Het was H.W. te Oterdum om 13.50 uur. De metingen in het betrokken gebied geschiedend 2.10 uur vóór H.W. De meting in het model welke op hetzelfde blad (bijlage 15<sup>b</sup>) is weergegeven is echter om 1.40 uur vóór H.W. uitgevoerd (bijlage 1).

Tot slot wordt hieronder in tabelvorm nog een samenvatting gegeven, die duidelijk moet maken, hoe zeer stroomrichtingen in de natuur onderling kunnen verschillen. In het bijzonder blijkt hieruit dat de stroomrichtingen afhankelijk zijn van de getijfase en van het momentane getij. De grootte van de hoeken moeten worden gelezen ten opzichte van het westen.

De metingen werden op 24, 25 en 26 oktober 1972 door de Rijkswaterstaat verricht (3). Vergelijkbare gegevens leveren de metingen van Rijkswaterstaat, Studiedienst Hoorn, uit 1960 en 1961.

Hamburg, 13 maart 1974

w.g. dipl.-ing. Ohlmeijer.

Opmerking van Studiedienst Delfzijl:

De opmerking in Appendix III-9, betreffende de tijdsduur van de natuurmetingen, is in de huidige versie van Appendix I gewijzigd en in overeenstemming gebracht met het opnametijdstip in het model.

THE HISTORY OF THE

... ..

... ..

... ..

Gebruikte literatuur.

1. Analyse van vaarproblemen met  
Bulkcarriers in de Gatjebogen (Deel I).
2. Bundesanstalt für Wasserbau  
Strömungsverhältnisse im Gatjebogen,  
Vergleichende Untersuchungen, August 1973.
3. Rijkswaterstaat Directie Groningen  
Studiedienst Delfzijl: Stroommetingen 1972.



Verlauf im Wasserbau  
 und in den Jahren

Verlauf  
 topographie  
 Verlauf

Kanal: 200 m lang  
 Kanal: 100 m lang

1008

KANALBAU

BAUWERK

1008

1008

1008

Einbauelemente für Wasserbau  
 Außenstelle Kuste

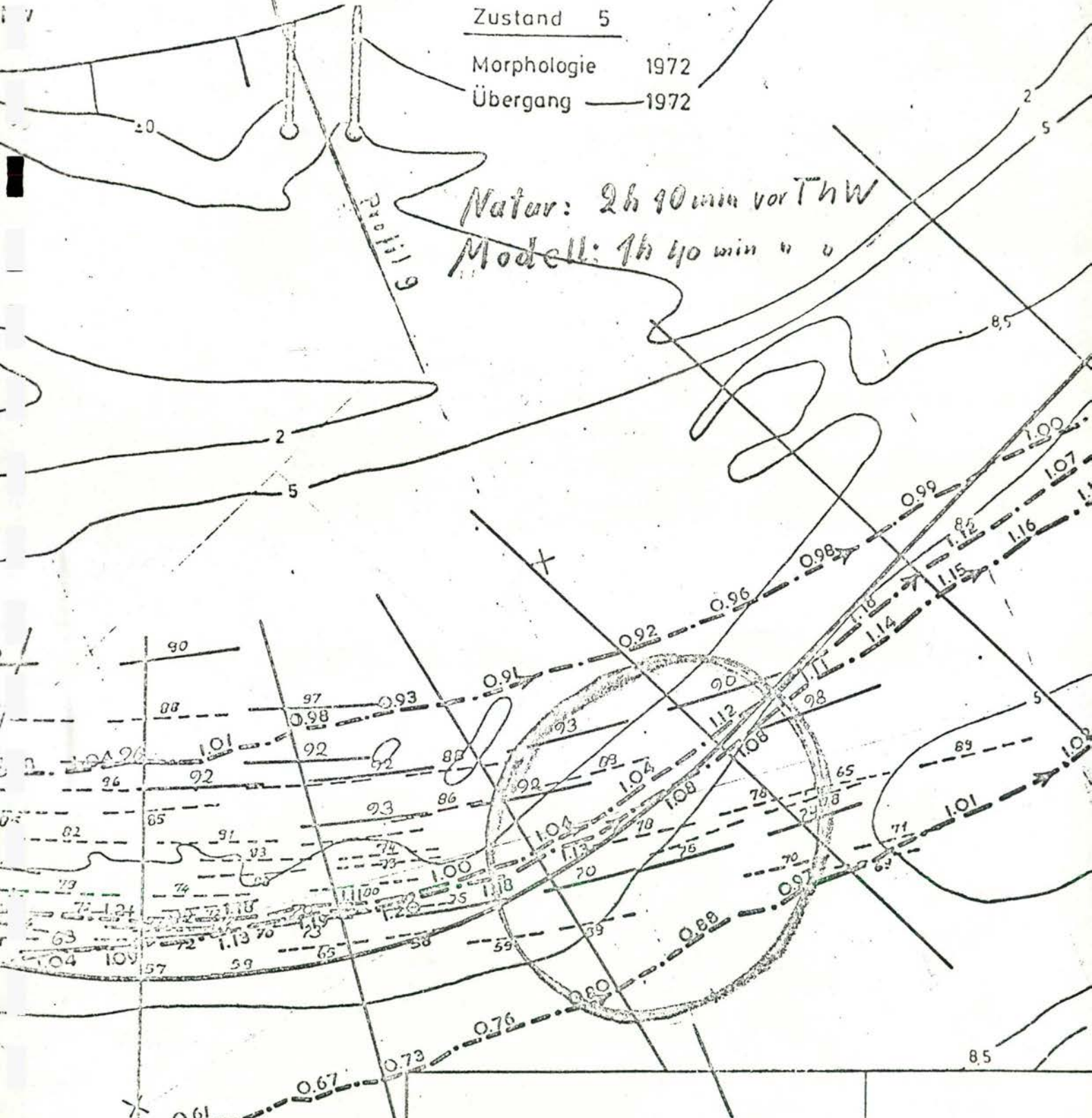
1008

Ergebnisse im Gütjebogen  
 und in der Natur

10  
 E 53° 20'  
 PD  
Anlage 1

Zustand 5  
 Morphologie 1972  
 Übergang 1972

Natur: 2h 40min vor THW  
 Modell: 1h 40min " " "



<b>RIJKSWATERSTAAT</b>		<b>P 206</b>
NAUTISCH ONDERZOEK EEMSMOND		
		HNO.73/30.9 no. 271

M. 1 : 10 000  
 u in cm/s  
 Tiefen bezogen auf KN

--- Naturmessung, 25.10.72  
 --- Modellversuch

Bundesanstalt für Wasserbau  
 Außenstelle Küste

ED PD 7°  
 8

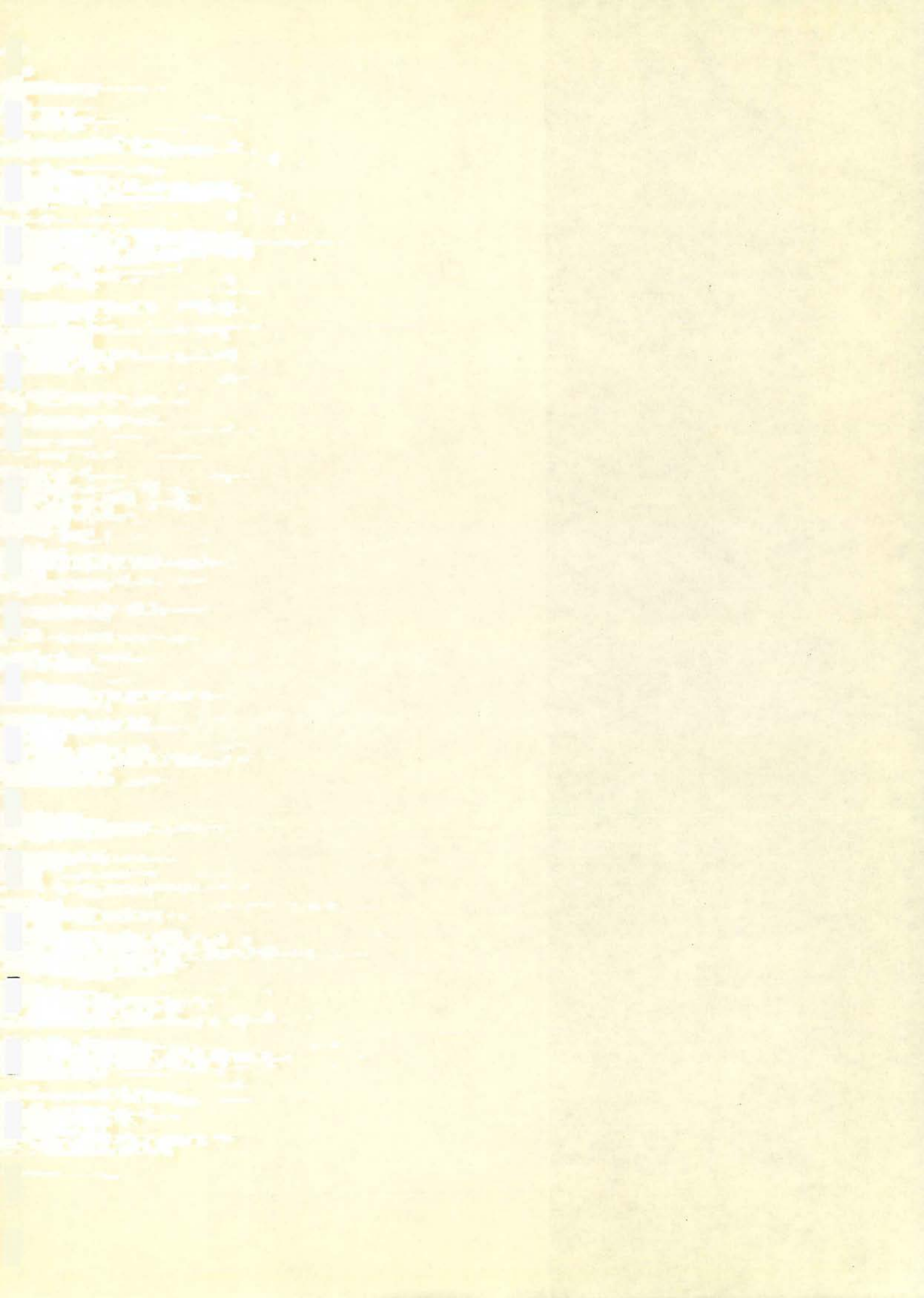


Stroomrichtingen tijdens de Nederlandse  
metingen van 24 t/m 26 oktober 1972.

Datum	Tijdstip	hoek t.o.v. West	tijd vóór H.W. Oterdum
24-10-'72	8.40	18°	3.30
	9.50	20°	2.20
	11.00	26°	1.10
	12.00	32°	0.10
25-10-'72	9.20	20°	4.30
	10.20	21°	3.30
	11.40	12°	2.10
	13.20	18°	0.30
26-10-'72	9.50	18°	5.00
	11.20	20°	3.30
	13.00	12°	1.50
	14.30	25°	0.20









## Appendix I

# STROOMMETINGEN IN DE NATUUR EN VERGELIJKING MET DE STROMINGSTOE- STANDEN IN HET MODEL

Rijkswaterstaat  
Directie Groningen  
Afd. Studiedienst Delfzijl



Appendix I.  
(met 8 bijlagen)

Stroommetingen in de natuur  
en vergelijking met de stromingstoestanden  
in het model.

1. Inleiding

Teneinde de nautische kwaliteit van de vaarweg in de Gatjebogen te bepalen werd tijdens enkele Duits-Nederlandse besprekingen in de jaren 1972 en 1973 een programma van metingen en onderzoekingen opgesteld, omvattende een serie manoeuvremetingen van in- en uitgaande schepen, morfologische studies, onderzoekingen in het getij-model te Hamburg-Rissen, benevens stroommetingen, bestaande uit stroombaan- en vertikaalmetingen, in de natuur.

De stroombaanmetingen werden verricht in oktober 1972, april en december 1973, waarbij in enkele punten vertikaalmetingen werden uitgevoerd. De resultaten van deze metingen, aangevuld met enkele vertikaalmetingen uit de jaren 1965, 1971 en 1973, werden geanalyseerd en vergeleken met de modeluitkomsten.

2. De metingen.

2.1. meetmethoden

De drijverbanen werden bepaald door van elke ingeworpen drijver opeenvolgende posities op te nemen. Hiertoe naderde het meetvaartuig de drijver zo dicht mogelijk en werd de positie van het schip bepaald met behulp van Hi-Fix. De nauwkeurigheid van deze plaatsbepaling is in de omgeving van de Gatjebogen vrij groot: de afwijkingen t.o.v. de ware posities zijn over het algemeen niet meer dan 3 à 5 m.



Tijdens de vertikaalmetingen werden de stroomsnelheden met een Ott-molen, en de stroomrichtingen met een vloeistofrichtingsindex bepaald. Afhankelijk van de waterdiepte werd in elke vertikaal in 8 à 10 punten zowel snelheid als richting gemeten: het tijdsinterval tussen de metingen van een vertikaal bedroeg 20 min.

De windsnelheid werd ieder half uur ter plaatse op een van de meetvaartuigen opgenomen met behulp van een elektrische cupanemometer; de windrichting werd visueel en met het kompas bepaald.

De waterstanden werden ontleend aan de peilschaal met radiografische overdracht te Oterdum.

## 2.2. Omschrijving.

De drijverbaanmetingen van 24, 25 en 26 okt. 1972 zijn uitgevoerd tijdens de vloedperiode in een gebied globaal begrensd door de profielen 5 en 11 (zie bijlage A2).

Op een vijftal punten zijn bij herhaling en over het algemeen gelijktijdig houten drijvers met een lengte van 5 en 6 m., op een enkel punt 4 m. in verband met de in de te verwachten stroombaan aanwezige waterdiepte, uitgezet. Van de 5 uitwerpplaatsen waren er 2 gesitueerd in de Gatjebogen, 2 op de westelijke en de oostelijke oever van deze geul, terwijl het vijfde punt in de Bocht van Watum is gelegen.

Gelijktijdig zijn vertikaalmetingen uitgevoerd in een tweetal punten en wel ten oosten van de Oversteek in meetpunt 5 en in het oostelijk gedeelte van de Oversteek in meetpunt 6 (zie bijlage A2).





Op 6 april 1973 zijn als aanvulling op de drijverbaanmetingen van okt. 1972 tijdens de vloed gelijksoortige drijverbaanmetingen uitgevoerd met 4 uitwerpposities in en aan de rand van Gatjebogen ter hoogte van profiel 1 (zie bijlage A2). De lengten van de houten drijvers bedroeg 5 en 6 m. Het gebied, waarover deze metingen zich uitstrekten sloot aan op het gebied van de metingen van okt. 1972 met gedeeltelijke overlapping daarvan.

Tegelijkertijd werden nabij meetpunt 6 in het oostelijk gedeelte van de Oversteek vertikaalmetingen uitgevoerd.

Om een indruk te verkrijgen van de invloed van de stromingen op grotere diepten zijn op 11 december 1973 zowel tijdens vloed als eb drijverbaanmetingen uitgevoerd met drijvers ter lengte van 10 m. in het gebied globaal begrensd door de profielen 5 en 11 in de Gatjebogen en ten noorden daarvan. In verband met de aanwezige waterdiepte werden in een paar gevallen drijverlengten van 8 of 9 m. toegepast. Tevens werden vertikaalmetingen uitgevoerd in een viertal punten, waarvan twee in de Gatjebogen en één in het oostelijk gedeelte van de Oversteek waren gelegen (meetpunten 8, 9 en 10 op bijlage A2), terwijl het vierde meetpunt, gelegen nabij de noordrand van de z.g.n. "K-Rinne"  $\pm$  100 m. westelijk van profiel 10, buiten het gebied was gelegen waar vergelijkingen met de modelmetingen mogelijk zijn en in verband daarmee verder niet bij het onderzoek is betrokken.

Deze metingen konden tevens dienen om de invloed van de stroming uit de K-Rinne te bepalen, in verband met de sterke "Schiffsversetzung" in de omgeving van profiel 10.

Als aanvulling op de metingen zijn nog een aantal vertikaalmetingen, uitgevoerd in de omgeving van de Oversteek ten zuiden van de Gatjebogen, mede in het onderzoek betrokken en wel de metingen in de punten 1 t/m 4 op 24 juni 1971 en in punt 7 op 5 juli 1973.



Om een vergelijking mogelijk te maken met de stromings-  
toestand in 1972 werden de vertikaalmetingen op  
4 juni 1965 in punt 11 in de Gatjebogen even ten oosten  
van profiel 5 eveneens gebruikt.

De meetpunten zijn aangegeven op bijlage A2.

### 2.3. De getij- en weersomstandigheden.

Een overzicht met verschillende getij- en windgege-  
vens van de in 2.2. genoemde metingen geeft bijlage A1.  
Ter vergelijking zijn tevens de getijgegevens van het  
gemiddeld getij te Oterdum volgens het modelonderzoek  
op deze bijlage aangegeven. Deze getijkromme heeft in  
de tweede helft van de vloed - d.i. de fase waarin de  
stromingstoestanden op de tijdstippen 1 t/m 7 liggen-  
enigszins lagere waterstanden dan de gemiddelde getij-  
kromme ontleend aan gegevens van de Rijkswaterstaat,  
terwijl de hoogwaterstanden van beide krommen nagenoeg  
gelijk zijn (zie ook bijlage 13 van het rapport).  
Hierdoor krijgt de getijkromme van het model een enigszins  
spitse hoogwatertop. Deze enigszins afwijkende  
vorm komt t.o.v. de R.W.S.-kromme tot uiting in de iets  
hogere gemiddelde stijgsnelheid en de gemiddelde water-  
stand, welke voor de periode van tijdstip 1 tot het  
hoogwater 13 cm. lager is dan de overeenkomstige stand  
van de R.W.S.-kromme (zie bijlage 1).

De drijverbaanmetingen van 24 okt. '72 moesten vroeg-  
tijdig worden afgebroken in verband met de ongunstige  
windomstandigheden, welke een sterke beïnvloeding van  
het getij veroorzaakten; er trad een verhoging op van  
104 cm. t.o.v. GLW en van 134 cm. t.o.v. GHW, terwijl  
de gemiddelde stijgsnelheid van tijdstip 1 tot HW 41  
cm./uur bedroeg tegen 31 cm./uur voor gemiddeld getij.  
In verband hiermede zijn de drijverbaan- en vertikaal-  
metingen van 24 okt. verder niet in het onderzoek  
betrokken.

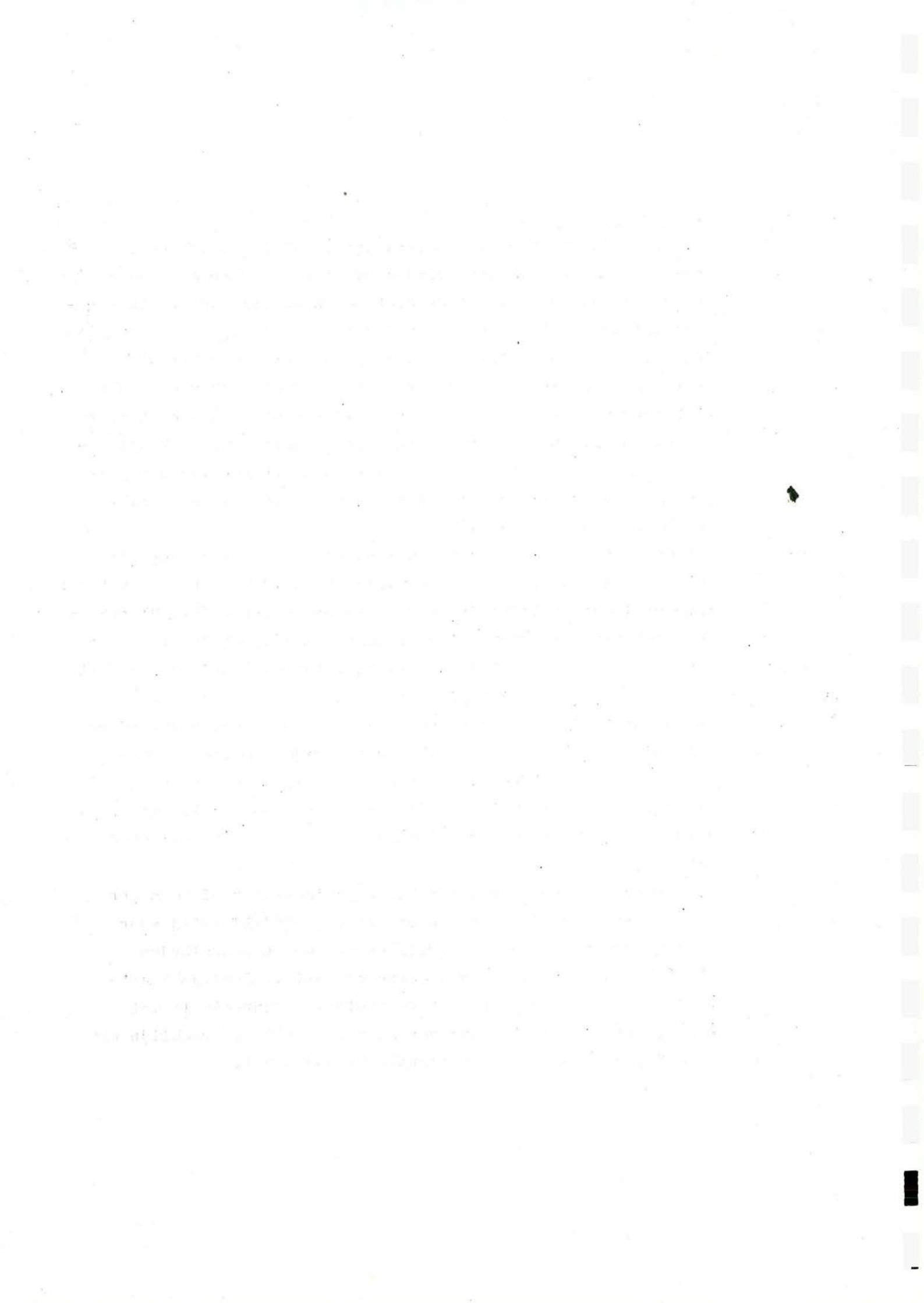


Tijdens de metingen van 25 okt. '72 wakkerte de ZW-wind geleidelijk aan; in de tweede helft van de vloedperiode overtrof de windsnelheid die van 24 okt. Desalniettemin konden de drijfverbaanmetingen worden voortgezet in verband met de t.o.v. 24 okt. minder ongunstige windrichting en de daarmee gepaard gaande kleinere golfhoogten. Aangezien de vertikaalmetingen van 26 okt. '72 onder zeer gunstige wind- en getijomstandigheden op dezelfde plaatsen zijn uitgevoerd als op 25 okt. zijn de vertikaalmetingen van 25 okt. verder buiten beschouwing gelaten.

Ook de meting van 6 april '73 vond plaats onder ongunstige windomstandigheden (west: 10-15 m/s), hetgeen een HW-verhoging van 77 cm. t.o.v. GHW veroorzaakte. Desondanks konden de drijfverbaanmetingen tot een goed einde worden gebracht in verband met het t.o.v. de golfwerking iets gunstiger gelegen meetgebied dan dat van okt. '72. De vertikaalmetingen uitgevoerd in het t.o.v. de golfwerking ongunstig gelegen oostelijk gedeelte van de Oversteek zijn voor het onderzoek verder buiten beschouwing gelaten.

De metingen van 11 dec. '73 vonden plaats bij afnemende ZW-wind van ruim 13 m/s aan het begin van de meting tot minder dan 10 m/s op het tijdstip van HW. Als gevolg van de nog lage waterstanden aan het begin van de meting bleef de golfwerking beperkt. Aangezien het onderhavige onderzoek in eerste instantie is gericht op een analyse en vergelijking van de stromingstoestanden tijdens de vloed in het model en in de natuur, worden de ebmetingen van 11 dec. verder niet behandeld.

Niet alleen de meting op 26 okt. '72, maar ook de vertikaalmetingen op 4 juni '65, 24 juni '71 en 5 juli '73 vonden onder zeer gunstige wind- en getijomstandigheden plaats.

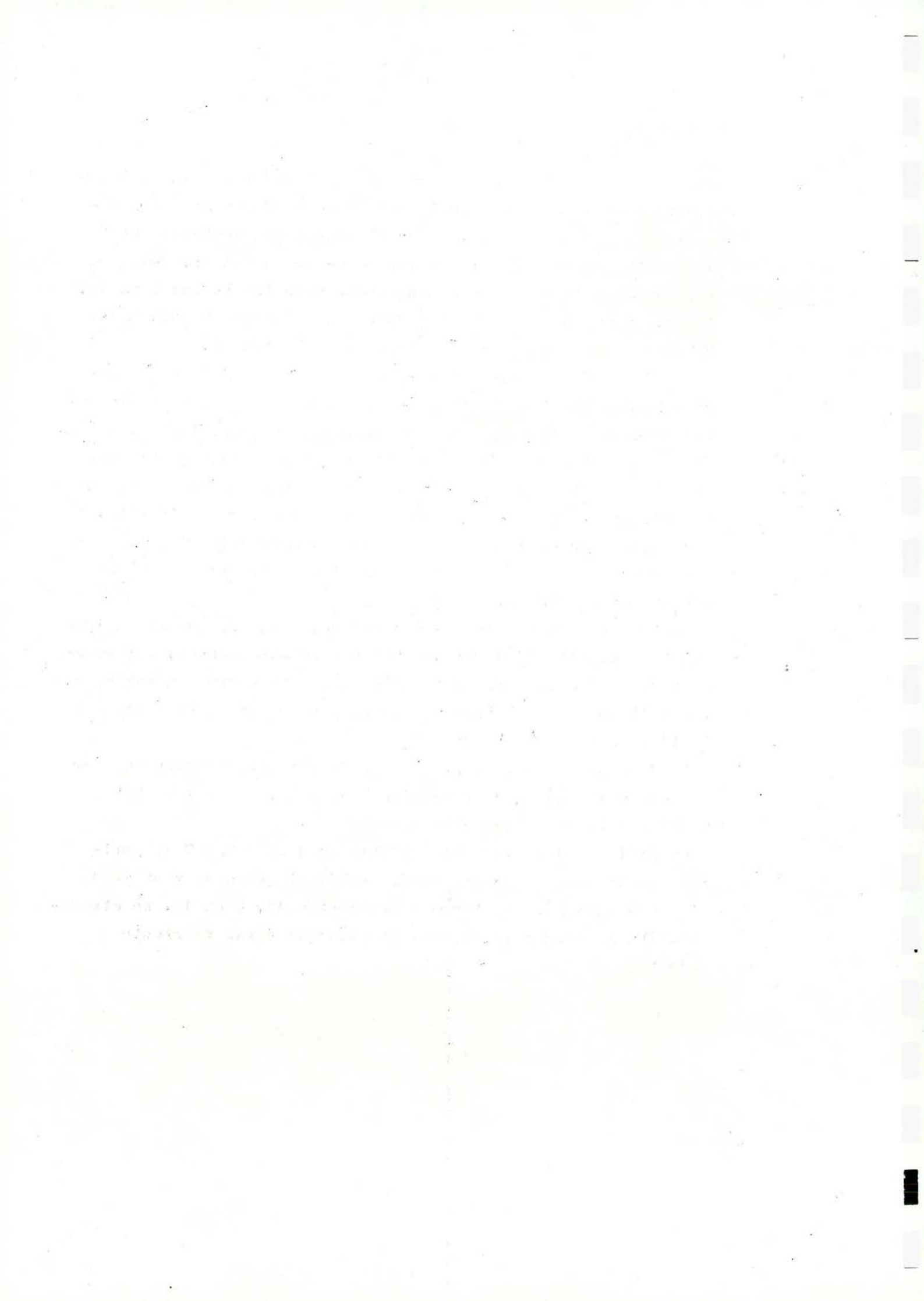


#### 2.4. De uitwerking.

Alle punten waarin de posities van de drijvers werden bepaald zijn op Hi-Fix-constructiebladen uitgezet en verbonden door een vloeiende kromme; uit de afstand en de tijd tussen twee opeenvolgende posities werd de drijversnelheid bepaald als gemiddelde voor het betreffende interval en voor een waterkolom gelijk aan de lengte van de drijver. Deze stroombanen konden niet zonder meer worden vergeleken met de stromingstoestanden in het model, welke laatste korte momentopnamen zijn van tweemaal 5 sec. met daartussen 1 sec. pauze, hetgeen bij een toegepaste tijdschaal van 1:50 een periode betekent van 9 min. en 10 sec. in de natuur.

Uit de getekende stroombanen werden nu de gedeelten bepaald met een tijdsinterval van 9 min. en 10 sec. en waarvan het begin samenviel met de tijdstippen van opname in het model. Uiteraard werd rekening gehouden met de omstandigheid, dat de vloedduur van het gemiddeld getij iets afwijkt van de vloedduur van het opgetreden getij (zie bijlage A1); in verband daarmee werden de opname-tijdstippen van het gemiddeld getij gecorrigeerd en wel zodanig dat de verhouding van een tijdstip van het opgetreden getij tot het overeenkomstige tijdstip van het gemiddeld getij gelijk is aan de verhouding van de vloedduur van het opgetreden getij tot de vloedduur van het gemiddeld getij.

De voor de stroombanen berekende gemiddelde snelheden per tijdsinterval werden gereduceerd naar gemiddeld getij door vermenigvuldiging met het quotiënt van de stijgsnelheden ( $\delta h / \delta t$ ) voor gemiddeld en opgetreden getij. Hierbij is uitgegaan van de benadering dat de snelheid evenredig is met  $\delta h / \delta t$ , d.i. met de tangens van de hoek, welke de raaklijn aan de getijkromme met de horizontale tijdas maakt.





Bij toepassing van deze methode komen plaatselijke afwijkingen voor; ook zal in de nabijheid van de kenteringen deze evenredigheid niet meer gelden, daar het moment van kentering niet samenvalt met de tijdstippen van hoog- en laagwater. Voor een vergelijking met de stromingstoestanden in het model is dit laatste van minder belang aangezien de kenteringen buiten de beschouwde getijfase liggen (tijdstippen 1 t/m 8).

Uit de vertikaalmetingen werden stroomsnelheids- en stroomrichtingsvertikalen samengesteld, waarna de gemiddelde stroomsnelheden en -richtingen werden bepaald over een diepte van 5 m. vanaf het wateroppervlak. Voor het aan te houden tijdstip van de meting over de bovenste 5 m. werd rekening gehouden met de bekende begin- en eindtijd van de volledige vertikaalmeting. Vervolgens werden de gemiddelde snelheden en -richtingen op een tijdsas uitgezet en de zo verkregen punten door vloeiende krommen met elkaar verbonden.

Na correctie van de opname-tijdstippen, welke op dezelfde wijze plaats vond als bij de uitwerking van de stroombanen, werden de bijbehorende snelheden en richtingen aan deze krommen ontleend. Tenslotte werden de stroomsnelheden gereduceerd naar gemiddeld getij volgens de  $\delta h, \delta t$ -methode.

Op de bijlagen A2, resp. A3 zijn de stromingstoestanden voor gemiddeld getij op de tijdstippen 4, resp. 6 zowel in het model als in de natuur weergegeven.

Op bijlage A4 is voor de tijdstippen 2 en 4 t/m 7 de variatie in de stroomrichting in de vertikaal getekend voor de drie in de Gatgebogen gesitueerde meetpunten 11, 8 en 10. De stroomrichting is aangegeven t.o.v. de geïdealiseerde vaarroute (zie bijlage A2).

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that every entry should be supported by a valid receipt or invoice. The second part outlines the procedures for handling discrepancies and errors, including the steps to be taken when a mistake is identified. The third part provides a detailed breakdown of the accounting cycle, from identifying the accounts to preparing the financial statements. The final part of the document offers practical advice on how to organize and maintain the accounting system for long-term success.

Conclusion  
In conclusion, the document highlights the critical role of accounting in the success of any business. It stresses the need for transparency, accuracy, and consistency in all financial reporting. By following the guidelines provided, businesses can ensure that their financial records are reliable and compliant with all relevant regulations.

Ter vergelijking is voor de meetpunten 11 en 8 tevens aangegeven de stroomrichting in het model, welke werd ontleend aan de bijlagen 8 en 10 t/m 13 (toestand 1965), benevens 62 en 64 t/m 67 (toestand 1972) van het Rapport over het modelonderzoek. Meetpunt 10 lag buiten het op de bijlagen weergegeven gebied met de verschillende stromingstoestanden.

Bijlage A5 geeft in grafiekvorm het verloop van de stroomsnelheid en de stroomrichting voor de tijdstippen 1 t/m 8 ter plaatse van meetpunt 8 volgens model en natuur. De modelgegevens werden ontleend aan de bijlagen 61 t/m 68 (toestand 1972) van het Rapport over het modelonderzoek.

Op bijlage A6 is voor de tijdstippen 2 en 4 t/m 7 de variatie in de stroomrichting in de vertikaal weergegeven van de meetpunten 2, 6 en 9, gelegen ten zuiden van de Gatjebogen aan de oostelijke rand van de Oversteek (zie bijlage A2). Ter vergelijking is tevens aangegeven de stroomrichting in het model, ontleend aan de bijlagen 62 en 64 t/m 67. In verband met de grote afstand tot de geïdealiseerde vaarroute zijn de stroomrichtingen t.o.v. het Kaartnoorden (=Y-as Ned. rechthoekige coördinaten) weergegeven.

Tenslotte zijn op de bijlagen A7 en A8 een aantal op 25 en 26 oktober 1972 gemeten stroombanen weergegeven, waarbij per uitwerppositie meerdere stroombanen, zich uitstrekkend over verschillende fasen van het getij, zijn samengevoegd.

### 3. Vergelijking tussen model- en natuurmetingen.

Bijlage A2 geeft een indruk van de stromingstoestand in het model en in de natuur op het tijdstip 4 (= 1.40 uur voor hoogwater). Ten oosten van profiel 6 wijken de stroomrichtingen in de natuur sterk



af van die in het model, met name in de Gatjebogen ten oosten van de Oversteek. Zuidelijk van dit geulgedeelte zijn de afwijkingen minder groot.

Opmerkelijk is de afwijking van de stroomrichting in meetpunt 9 t.o.v. de richtingen in de meetpunten 2 en 6. Dit verschijnsel kan een gevolg zijn van de verdieping van de zuidelijke oever van de Gatjebogen ten oosten van deze meetpunten; in de periode juni '71 - dec. '73 is de dieptelijn van KN -6<sup>5</sup> m. 100 tot 200 m. in zuidelijke richting opgeschoven, waardoor ter plaatse van meetpunt 9 (meting dec. '73) de stroming geleidelijk meer onder invloed is gekomen van de stroming in de Gatjebogen. Een andere oorzaak kan zijn het optreden van een t.o.v. de onderstroom in richting afwijkende bovenstroom, welke afhankelijk van de getijomstandigheden meer of minder sterk is ontwikkeld. In par. 4 wordt hierop nader teruggekomen.

Uit de stroomrichtingen in de meetpunten 3, 4 en 7 blijkt dat in deze fase van het getij een dwarsstroming in de Oversteek optreedt, welke bijna loodrecht op de geulas is gericht.

Baan F<sub>1</sub> op de zuidelijke oever van de Gatjebogen met een drijverlengte van 10 m. (beginpunt 150 m. ten oosten van profiel 9) wijkt slechts weinig af van de ter plaatse in het model optredende stroomrichtingen.

Daarentegen vertoont de iets noordelijker in de Gatjebogen gelegen baan F<sub>2</sub>, eveneens met een drijverlengte van 10 m. (beginpunt op 100 m. ten oosten van profiel 8) een grotere afwijking met de in het model optredende stroomrichtingen.

Bijlage A3 maakt een vergelijking mogelijk tussen de stromings-toestand in het model en die in de natuur voor het tijdstip 6 (= 0.40 uur voor hoogwater).

In de aanlooproute van de Gatjebogen ten westen van profiel 5 is de overeenkomst tussen model en natuur goed, zoals blijkt uit de banen L, M, N en O.

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that every entry should be supported by a valid receipt or invoice. This ensures transparency and allows for easy verification of the data. The second part of the document provides a detailed breakdown of the financial data for the quarter. It includes a table showing the revenue generated from various sources, as well as the associated costs and expenses. The final part of the document concludes with a summary of the overall financial performance and offers recommendations for future improvements. It suggests that by implementing more rigorous controls and streamlining processes, the organization can achieve better financial results in the coming year.

Costelijk van profiel 5 is echter weer een duidelijk verschil in de stroomrichtingen aanwezig, zoals de banen E, C en B, met drijverlengten van resp. 5, 4 en 5 m. aantonen. Ook langs de zuidelijke oever van de Gatjebogen oostelijk van de Oversteek is enige afwijking merkbaar tussen natuur en model (baan K, meetpunten 1, 5, 2 en 9). Opmerkelijk is de goede overeenstemming in de richting van het model en van de banen R, met een drijverlengte van 10 m., tussen de profielen 6 en 7, terwijl ook de richting van baan P, met een drijverlengte van 8 m., geen merkbare afwijking vertoont.

De dwarsstroming in de Oversteek is ook op dit tijdstip ongeveer loodrecht op de geulas gericht (meetpunten 3, 4 en 7).

Tijdens de drijverbaanmetingen werd in enkele gevallen een stroomnaad waargenomen. Tijdens de meting op 26 oktober '72 naderden de banen A en B elkaar tot op enkele meters (tijdstip 4, bijlage A2), terwijl baan B zich in de stroomnaad bevond. Een dergelijke stroomnaad treedt op als scheiding tussen twee watersoorten met verschillend zoutgehalte en/of temperatuur. Bij vloed zal het water in de diepe geul sneller vorderen dan op de aangrenzende platen als gevolg van de geringere wrijving. Er kan een toenemend verschil in zoutgehalte ontstaan tussen het water in de geul en op de plaat, totdat op een gegeven ogenblik het verschil zodanig is, dat een stroomnaad gaat optreden.

In bochten zal het oppervlaktewater de kortere weg over de plaat kiezen terwijl het water in de diepere lagen meer de loop van de geul volgt.

De stromingstoestanden op de tijdstippen 1, 2, 3, 5, 7 en 8 zijn eveneens onderzocht. Het bleek, dat op de tijdstippen 1 en 2 geen noemenswaardige verschillen optreden in de stroomrichtingen van het model en van de natuur. De overige tijdstippen geven echter wel duidelijke afwijkingen te zien in dezelfde richting en van ongeveer dezelfde grootte als op de tijdstippen 4 en 6.

Faint, illegible text at the top of the page, possibly a header or introductory paragraph.

Second block of faint, illegible text, continuing the document's content.

Third block of faint, illegible text, appearing as a distinct section.

Fourth block of faint, illegible text, possibly a concluding paragraph or a list.

Fifth block of faint, illegible text at the bottom of the page.



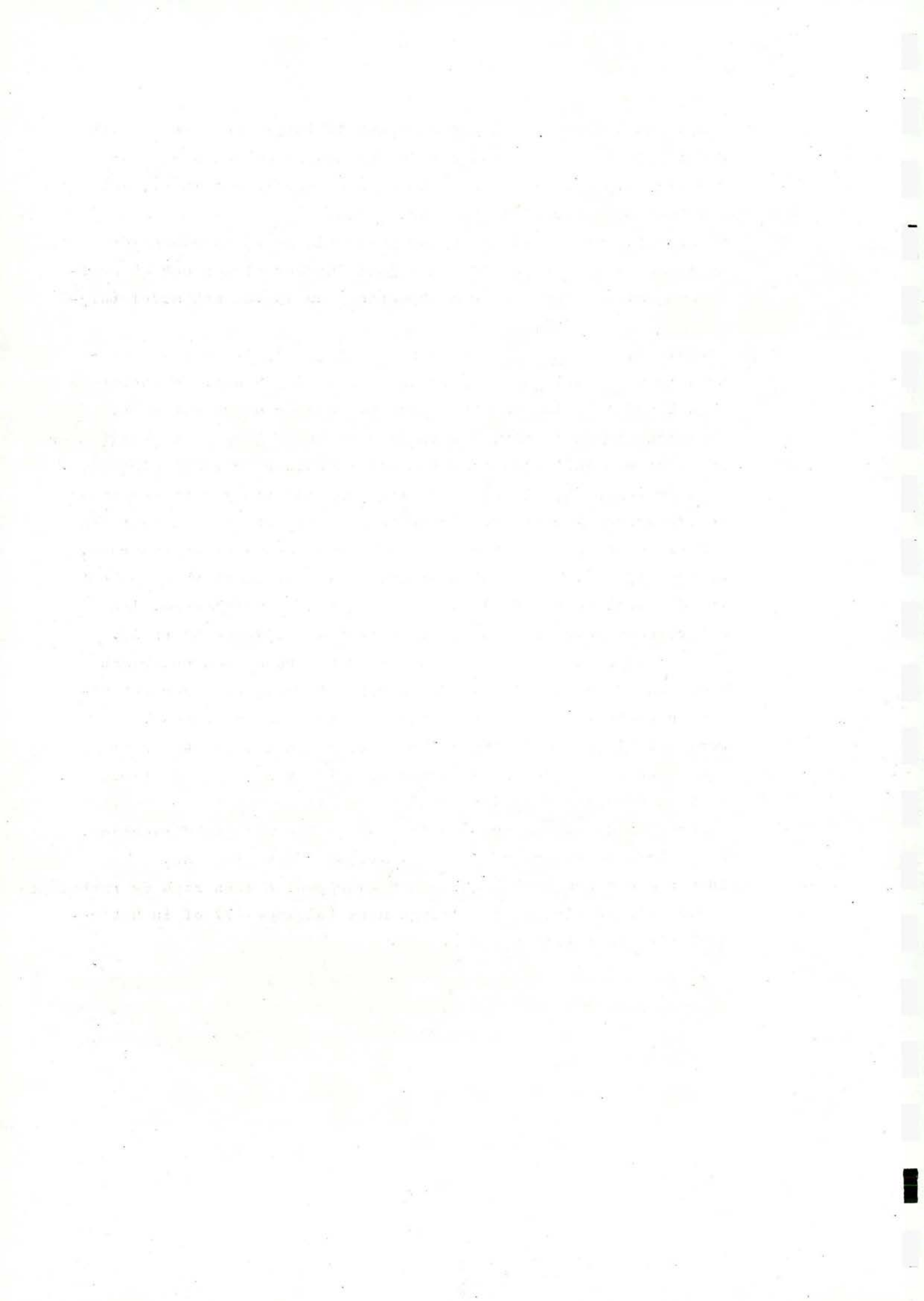
In de op bijlage A4 aangegeven richtingsvertikalen van de meetpunten 11, 8 en 10 in de Gatjebogen kan een duidelijk richtingsverschil tussen boven- en onderstroom worden geconstateerd. Hoewel de richting van het oppervlaktewater in de meetpunten 8 en 10 zal zijn beïnvloed door de harde ZW-wind (zie bijlage A1) strekt de richtingsverandering zich uit tot diepten van 5 m. en meer, op welke diepten windinvloed uitgesloten moet worden geacht.

Uit de in de richtingsvertikalen aangegeven stroomrichtingen van het model blijkt dat de afwijkende richting van de bovenstroom in het model niet wordt aangetoond. In een aantal gevallen benadert de modelrichting de richting van de in de natuur gemeten onderstroom; dit zou wijzen op een te kleine richtingsgradiënt in het model.

Uit bijlage A5 blijkt dat aan het begin van de tweede helft van de vloed (tijdstip 1 en 2) ter plaatse van meetpunt 8 in de Gatjebogen nog geen afwijkingen optreden in de stroomrichtingen. Op tijdstip 3 is het verschil echter groot ( $20^{\circ}$ ), om daarna op de volgende tijdstippen geleidelijk kleiner te worden.

De in de natuur gemeten en op gemiddeld getij gereduceerde stroomsnelheden zijn iets hoger dan de in het model gemeten snelheden; van tijdstip 1 tot en met 5 neemt het verschil toe van 5 tot  $\pm 30\%$ . Ook op een diepte van  $2^5$  m. beneden laagwater zijn de snelheden ter plaatse van meetpunt 8 in de natuur hoger dan in het model. Het meetpunt was gelegen tussen de meetpunten 11 en 16 van het model aangegeven op bijlage 5 van het modelrapport. De op de bijlagen 99 en 101 van dit rapport aangegeven snelheden van de punten 11 en 16 werden gemiddeld en vergeleken met de op gemiddeld getij gereduceerde snelheden van meetpunt 8; hieruit bleek voor de getijfase van tijdstip 1 t/m 5 een toenemend verschil in de stroomsnelheden van 5 tot 35%.

Ook in het ten zuiden van de Gatjebogen gelegen meetpunt 6 van 26 oktober '72 waren de op gemiddeld getij gereduceerde snelheden op het niveau van  $2^5$  m. onder laagwater hoger dan de snelheden in het op dezelfde



plaats in het model gelegen meetpunt 17 (bijlagen 5 en 105 van modelrapport). Ook hier waren de snelheden gedurende de fase van tijdstip 1 t/m 5 in de natuur hoger dan in het model, met een toenemend verschil van 8 tot  $\pm 28\%$ .

Op dezelfde wijze zijn de op de gemiddeld getij gereduceerde snelheden van meetpunt 11 van 4 juni '65 vergeleken met de snelheden gemiddeld tussen de meetpunten 1 en 15 van het model (bijlagen 5, 96 en 98).

Het bleek, dat, met uitzondering van tijdstip 1, toen de snelheid in het model  $\pm 30\%$  hoger lag dan in de natuur, de snelheden in het model en in de natuur goed met elkaar overeenstemden.

Bijlage A6 geeft aan, dat in de meetpunten 2 en 6 de afwijkingen in de stroomrichtingen tussen model en natuur over het algemeen vrij gering zijn, met uitzondering van tijdstip 7 waar een duidelijk verschil optreedt. In meetpunt 9 treedt in de natuur een duidelijk verschil in richting op tussen boven- en onderstroom. Opmerkelijk is, dat de stroomrichting in het model overeenstemt met de richting van de in de natuur gemeten onderstroom. In dit verband wordt tevens verwezen naar de bijlagen A2 en A3.

De op de bijlagen A7 en A8 aangegeven stroombanen ondergaan gedurende de opeenvolgende fasen van het getij een over het algemeen grote richtingsverandering van zuidoost naar oost.

Deze richtingsverandering is het grootst in het begin van de tweede helft van de vloed. Tegen het eind van de vloedperiode gaat de richtingsverandering minder snel; in een paar gevallen verdraaien de stroombanen zelfs weer in tegengestelde richting, zoals baan B6 t.o.v. B5 en C6 t.o.v. C5 van bijlage A8.

In het meest noordelijk gelegen uitwerppunt A doen zich de richtingsveranderingen slechts in geringe mate (bijlage A7) of in het geheel niet voor (bijlage A8).



#### 4. Conclusies

Betreffende de grote afwijking van de ideale vaarbaan bij profiel 10 kan het volgende worden opgemerkt:

Het stroombeeld in traject C van de Gatjebogen (profielen 9 t/m 12) kan globaal in twee gedeelten worden onderscheiden. De stroombanen ten westen van profiel 10 zijn afkomstig uit het gebied ten westen van de K-Rinne en lopen naar de Dollard; oostelijk van profiel 10 wordt een geleidelijke overgang gevormd naar een stroombeeld met stroombanen afkomstig uit de K-Rinne, die verder het Emders Fahrwasser volgen. Dientengevolge wordt de hoek tussen stroomrichting en geïdealiseerde vaarbaan in oostelijke richting kleiner.

In bijlage 26 van het rapport zijn de geschatte posities van de sinds 1972 aan de grond gelopen schepen aangegeven. Een 4-tal schepen liep aan de grond ter hoogte van ton 27, d.w.z. in het gebied waar het stroombeeld wordt bepaald door de vloedstroom uit de K-Rinne naar het Emders Fahrwasser.

Eén schip liep aan de noordrand van de vaargeul en de overige raakten in de vaargeul aan de grond.

Gezien het ter plaatse optredende stroombeeld, welke gunstiger is dan in het westelijk gedeelte van traject C, en gezien de posities van de aan de grond gelopen schepen, moet de oorzaak van het aan de grond lopen hoofdzakelijk worden gezocht in de nauwte van het vaarwater en in het sterk wisselende bodemprofiel in de omgeving van ton 27 (S. Kap. V II en VI van het rapport), in combinatie met een lage waterstand.

In de Gatjebogen treedt gedurende de beschouwde vloedperiode van tijdstip 1 t/m 8 vanaf tijdstip 3 een afwijking op in de stroomrichtingen in het model t.o.v. de stroomrichtingen in de natuur. Het sterkst komt deze afwijking tot uiting in de bocht ten noorden van de Oversteek en in het rechts gedeelte ten oosten daarvan; in deze geulgedeelten maken de stroomrichtingen in het model een grotere hoek met de geulas dan de richtingen in de natuur.



Ten zuiden van de Gatjebogen nabij de noordostrand van de Oversteek zijn de afwijkingen in de stroomrichtingen tussen natuur en model over het algemeen gering. In meetpunt 9 (dec. '73) is de afwijking groter, mogelijk onder invloed van de morfologische veranderingen en/of het optreden van een bovenstroom met een t.o.v. de onderstroom afwijkende richting.

In de Oversteek treedt gedurende het grootste gedeelte van de beschouwde periode een dwarsstroming op, welke min of meer loodrecht op de geulas is gericht.

Uit het onderzoek is gebleken dat de verschillen in de stroomrichtingen tussen model en natuur grotendeels worden veroorzaakt door een in de natuur optredende bovenstroom met een duidelijk afwijkende richting naar links t.o.v. de onderstroom. Het optreden van deze bovenstroom is tevens ondubbelzinnig aangetoond tijdens de stroommetingen in juni '71 en juli '73 in een langsraai van de Paap naar de Geisedamm. Uit de meetgegevens is gebleken dat ten oosten van de Oversteek geen bovenstroom met een duidelijke variatie in de richting optrad; in het westelijk gedeelte van de Oversteek en op het aangrenzende zuidelijke gedeelte van de Paap trad echter een bovenstroom op, welke t.o.v. de onderstroom duidelijk meer naar links was gericht. Het verschijnsel trad op vanaf 2½ à 3 uur voor hoogwater (ongeveer vanaf tijdstip 2 = 2.40 uur voor hoogwater), en handhaafde zich tot het eind van de vloedperiode, waarna de bovenstroom eerder kenterde dan de onderstroom.

In hoeverre dichtheidsverschillen hierbij een rol kunnen spelen is moeilijk te bepalen.

De hierna volgende tabel geeft de gemiddelde afvoeren van de Eems tijdens de metingen en in het model.

Faint, illegible text at the top of the page, possibly a header or title.

Main body of faint, illegible text, appearing to be several paragraphs of a document.



meting	24 juni 1971	70 m <sup>3</sup> /sec.
"	25 en 26 oktober 1972	35 "
"	5 en 6 april 1973	200 "
"	5 juli 1973	10 "
"	11 december 1973	120 "
model		60 "

Het verband tussen het zoutgehalte en de rivierafvoer is gecompliceerd. De rivierafvoer varieert met de tijd; het zoutgehalte in het estuarium hangt af van de rivierafvoer op hetzelfde moment maar ook van de afvoeren vóór dat moment.

Over het algemeen strekt de invloed van de zoetwaterafvoer van de Eems zich uit tot de zuidelijke punt van de Paap; bij grote afvoeren, zoals op 5 en 6 april 1973, zal deze invloed zich nog verder uitstrekken.

Het zoutgehalte bij de bodem is tijdens eb en laagwater iets hoger dan aan de oppervlakte, er is dan enige gelaagdheid aanwezig. Na het doorzetten van de vloed is deze gelaagdheid verdwenen en is het water homogeen van samenstelling door de sterke verticale menging.

Als gevolg van dit verschijnsel is de snelheidsgradiënt in de vertikaal tijdens de vloed geringer als tijdens de eb, zoals o.a. tijdens de metingen van 11 december 1973 in de meetpunten 8 en 10 in de Gatjebogen is gebleken. De Eemsafoer bedroeg op die dag het dubbele van de in het model aangehouden afvoer. Een vergelijking van de snelheden op 1 m. onder het oppervlak met de snelheden op 2 m. boven de bodem geeft slechts geringe verschillen, terwijl tijdens de ebperiode verschillen van ruim 70% in meetpunt 8 en van ongeveer 100% in meetpunt 10 optraden.

Dat de dichtheidsverschillen tijdens de vloed een belangrijke rol zullen spelen bij het ontstaan van een bovenstroom met een t.o.v. de onderstroom afwijkende richting moet worden betwijfeld, aangezien deze bovenstroom ook optrad tijdens de metingen van oktober '72 en juli '73



op welke dagen de gemiddelde Eemsafoeren zeer gering waren met resp. 35 en 10 m<sup>3</sup>/sec.

Veeleer moet de oorzaak worden gezocht in het getijmechanisme van het betreffende gebied. In verband met de voortplantingsrichting van het getij en de situering van het gebied tussen Doekegat en Knock loopt het getij aan de westkant van dit gebied in fase voor op het getij aan de oostkant.

Het tijdstip van GHW te Oterdum is 5 min. vroeger dan het tijdstip van GHW van het  $\pm$  5 km. noordelijker gelegen Rysum en 8 min. vroeger dan het tijdstip van GHW te Knock. Even ten oosten van Knock wordt deze faseverschuiving weer opgeheven als gevolg van de veel kortere voortplantingsweg van de binnenbocht bij Knock.

Deze faseverschuiving heeft tot gevolg dat gedurende de tweede helft van de vloed de waterstanden in de Bocht van Watum en op het zuidelijk gedeelte van de Paap hoger zijn dan de waterstanden langs de noordelijke oever tussen de Rysumer Nacken en Knock, zoals ook is gebleken uit de in de jaren 1971 t/m 1973 verrichte metingen.

In het geulensysteem van het beschouwde gebied ontstaat dientengevolge een dwarsverhang. Aangezien de Bocht van Watum en de Gatgebogen hier dicht in elkaars nabijheid liggen, met afwezigheid van hoog gelegen zandplaten, ontstaat ter compensatie van het dwarsverhang een bovenstroom met een afwijkende richting t.o.v. de onderstroom, welke laatste meer de geulrichtingen volgt.

Hiermede is het niet voldoende tot uiting komen van een in richting afwijkende bovenstroom in het model niet verklaard.

Het lijkt overigens wel verantwoord om de beoordeling van de ontwikkeling van de nautische kwaliteit van de vaarweg in de Gatgebogen te baseren op de vergelijking van de uitkomsten van de modelmetingen in de toestanden 1965, 1972 en 1975.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PH.D. THESIS

BY

THE AUTHOR

Gebruikte literatuur.

1. Analyse van vaarproblemen met  
Bulkearriers in de Gatjebogen (Deel I).
2. Bundesanstalt für Wasserbau  
Strömungsverhältnisse im Gatjebogen,  
Vergleichende Untersuchungen, August 1973.
3. Rijkswaterstaat Directie Groningen  
Studiedienst Delfzijl: Stroommetingen 1972.

The first part of the report deals with the general situation in the country. It is noted that the economy is in a state of depression and that the government is facing a serious financial crisis. The report also discusses the political situation and the role of the military.

The second part of the report deals with the specific details of the situation in the various regions of the country. It is noted that the situation is particularly serious in the north and east.

The report concludes with a number of recommendations for the government. It is suggested that the government should take steps to improve the economy and to stabilize the political situation.

Lijst van bijlagen bij Appendix I en II.

Appendix I

bijlage

- A1 Vergleich der Strömungsverhältnisse nach Messungen im Modell und in der Natur;  
Tide- und Windverhältnisse Oterdum.
- A2 Vergleich der Strömungsverhältnisse nach Messungen im Modell und in der Natur;  
Aufnahmezeitpunkt 4.
- A3 Vergleich der Strömungsverhältnisse nach Messungen im Modell in der Natur;  
Aufnahmezeitpunkt 6.
- A4 Veränderungen der Strömungsrichtung in der Vertikalen;  
Messpunkte 11, 8 und 10.
- A5 Strömungsgeschwindigkeit und -richtung von Zeitpunkt 1 bis 8 am Messpunkt 8.
- A6 Veränderungen der Strömungsrichtung in der Vertikalen;  
Messpunkte 2, 6 und 9.
- A7 Veränderungen der Strombahnrichtungen; Aufnahme 25. Okt. 1972
- A8 " " " ; " 26. Okt. 1972

Appendix II

bijlage

- B1 Einfahrtmessungen Emden; Angaben der Schiffe
- B2 Ausfahrtmessungen Emden; " " "









Appendix II

SAMENVATTING MEETVERSLAGEN  
OVER INMETING VAN 12 IN-  
VARENDE EN 5 UITVARENDE  
SCHEPEN IN DE GATJEBOGEN



Appendix II

(met 2 bijlagen)

Samenvatting van meetverslagen over de  
inmeting van 12 invarende schepen en 5  
uitvarende schepen in de Gatjebogen.

In samenwerking met de afdeling Hydronautisch Onderzoek van de directie Waterhuishouding en Waterbeweging en het Wasser-und Schiffahrtsamt Emden heeft de Afdeling Studiedienst van de Rijkswaterstaat te Delfzijl op de hieronder volgende wijze de scheepsbewegingen van 13 invarende schepen en 5 uitvarende schepen in de Gatjebogen waargenomen.

Deze metingen zijn beschreven in de volgende twee meetverslagen van de Afdeling Studiedienst Delfzijl van de Directie Groningen:

(lit 4) "Meetverslag van 12 scheepsbewegingen in de Gatjebogen (invaarmetingen)".

(lit 5) "Meetverslag 5 scheepsbewegingen in de Gatjebogen (uitvaarmetingen)".

Het doel van de metingen is het zo nauwkeurig mogelijk vastleggen van de positie van het schip tijdens het varen van de baan in de Gatjebogen.

Het vastleggen geschiedde op twee manieren:

- a. met behulp van het plaatsbepalingssysteem Hi-Fix,
- b. met behulp van de radarcentrale in Knock, alwaar de posities werden vastgelegd. In eerste instantie gebeurde dit door de plaats van het schip in te meten op het radarscherm later met behulp van fotoregistratieapparatuur.

Aan boord bevonden zich een meetleider en 2 waarnemers. Deze noteerden de koershoek van het schip, het toerental van de schroef en alle loodsadviezen.

Uitwerking van gegevens.

De metingen van de invarende schepen vonden plaats eind 1972 en begin 1973. De uitvarende schepen werden begin 1974 gemeten. Korthedshalve zijn op de tekeningen 73.112 en 74.038 de voornaamste gegevens van respectievelijke de invarende en uitvarende schepen in tabellen weergegeven. Bovendien staan hierop aangegeven windrichting en -snelheid, hoogwater Oterdum, waterstand op moment van passeren van de peilschaal Oterdum en tijdstip passage ten opzichte van het HW Oterdum.



Aan de dertien uitgevoerde scheepsmetingen van invarende schepen is het eerste schip een onbeladen vaartuig, omdat het bedoelde in te meten schip, een olietanker, weigerde electronische apparatuur aan boord te nemen. Om het meetteam toch ervaring op te laten doen i.v.m. aanwezigheid instructieteam Hoek van Holland is de vaarbaan van het m.s. Janova gemeten.

De gegevens van de scheepsbaanmetingen 2 t/m 11 zijn door de Afdeling Hydronautisch Onderzoek gebruikt voor verdere verwerking. Scheepsbaanmeting 12 is achteraf gebruikt om resultaten te testen, terwijl scheepsbaanmeting 13 is uitgevallen door een Hi-Fix storing.

De windkracht is bij alle invaarmetingen matig geweest. Het zicht was goed, behalve bij scheepsmeting 5 (Odin), dit schip heeft in zeer dichte mist gevaren.

Het schip "Ore Prince" is in het Emders Fahrwasser aan de grond gelopen. De oorzaak hiervan is het te vroeg voor HW vertrekken van de lichterplaats onder Borkum.

De windkracht tijdens de metingen van de 5 uitvarende schepen is, behalve bij de "Labrador Current", matig geweest.

De meting van het schip "Lucie Schulte" heeft in dichte mist plaatsgevonden. De passage van de Gatjebogen door het vaartuig Petingo vond plaats tijdens hoogwater.

Op afzonderlijke tekeningen zijn behalve de gevaren banen van de betreffende schepen, de toerentallen van de schroef, de vaarsnelheden en het lengteprofiel van de gevaren baan weergegeven.

Tevens is op een ingetekende getijkromme de tijdsduur van passage aangegeven. Bovendien is op de tekeningen de stroomsnelheid en -richting, gemeten door een op vaste positie gestationeerd meetvaartuig, vermeld.

Voorts zijn tekeningen vervaardigd met de gevaren lijnen van voor- en achterschip van steeds 5 passages en de vaarbaanbreedte van de 10 invarende passages.





Messung Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nahme des Schiffes	Janova	Liebana	Janecke	Aralar	Odin	Heinrich Schulte	Baldur	Ore Prince	Annukka Aarnio	Carola Reith	Japan Oak
Typ des Schiffes	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier
Aufnahmedatum	'72.11.24	'72.11.28	'72.12.12	'72.12.13	'73.01.03	'73.01.09	'73.01.12	'73.01.13	'73.01.16	'73.01.17	'73.01.22
Länge in m	175.26	194.00	195.07	194.00	221.50	220.00	207.36	213.36	211.80 o.a.	202.00 o.a.	211.00
Breite in m	26.06	29.00	27.43	29.00	32.00	30.08	26.80	30.00	27.52	28.00	31.80
totes Gewicht	32988.5	53209.45	40110.00	± 53210	61305.00	54045.00	43421.00	45344.00	44634.94	38250.00	54399.00
Tiefgang vorn	4.42	11.00	10.36	11.05	10.51	10.97	10.90	10.74	10.61	10.90	10.65
Tiefgang hinten	6.25	11.00	10.59	11.03	10.56	10.95	10.61	10.74	10.59	10.78	11.10
Thw Oterdum	1.66	1.18	—	1.72	—	1.31	1.26	0.66	1.20	1.35	1.18
Wasserstand Durchgang Pegel	+ 1.60 m	1.13	—	1.46	—	1.11	1.20	0.25	1.14	1.18	0.94
Durchgangszeit vor Thw Oterdum	40 nach Thw	40 min	—	96	—	68	44	144	36	80	104
Tiefe	15.24	18.01	15.85	18.01	17.60	16.40	15.80	15.26	14.54	17.53	17.50
Windrichtung	O—NO	W—SSW	WSW—SW	SW	S—W	WNW	—	OSO	SSW	ONO	SSW
Windgeschwindigkeit in m/s	4	8—15	11—14	9—13	3—5	5	0	6—8	0—4	4—6	9—10
Plan Nr.	73.021	73.022	73.023	73.024	73.025	73.026	73.027	73.028	73.029	73.030	73.031

Messung Nr.	12	13
Nahme des Schiffes	Thara	Choko Maru
Typ des Schiffes	bulkcarrier	bulkcarrier
Aufnahmedatum	73-03-10	73-04-4/5
Länge in m	240.792	197.00
Breite in m	32.004	32.20
totes Gewicht	76.546	51.091
Tiefgang vorn	10.67	10.80
Tiefgang hinten	10.97	10.98
Thw Oterdum	1.14	0.95
Wasserstand Durchgang Pegel	+ 1.12 m	—
Durchgangszeit vor Thw Oterdum	12 min	—
Tiefe	19.431	17.80
Windrichtung	WSW.	± S.W.
Windgeschwindigkeit in m	3.5	10.5
Plan Nr.	73.229	—

De ingenieur

*J. de Vos*

**RIJKSWATERSTAAT**

DIRECTIE GRONINGEN  
STUDIEDIENST DELFZIJL

**EEMS**

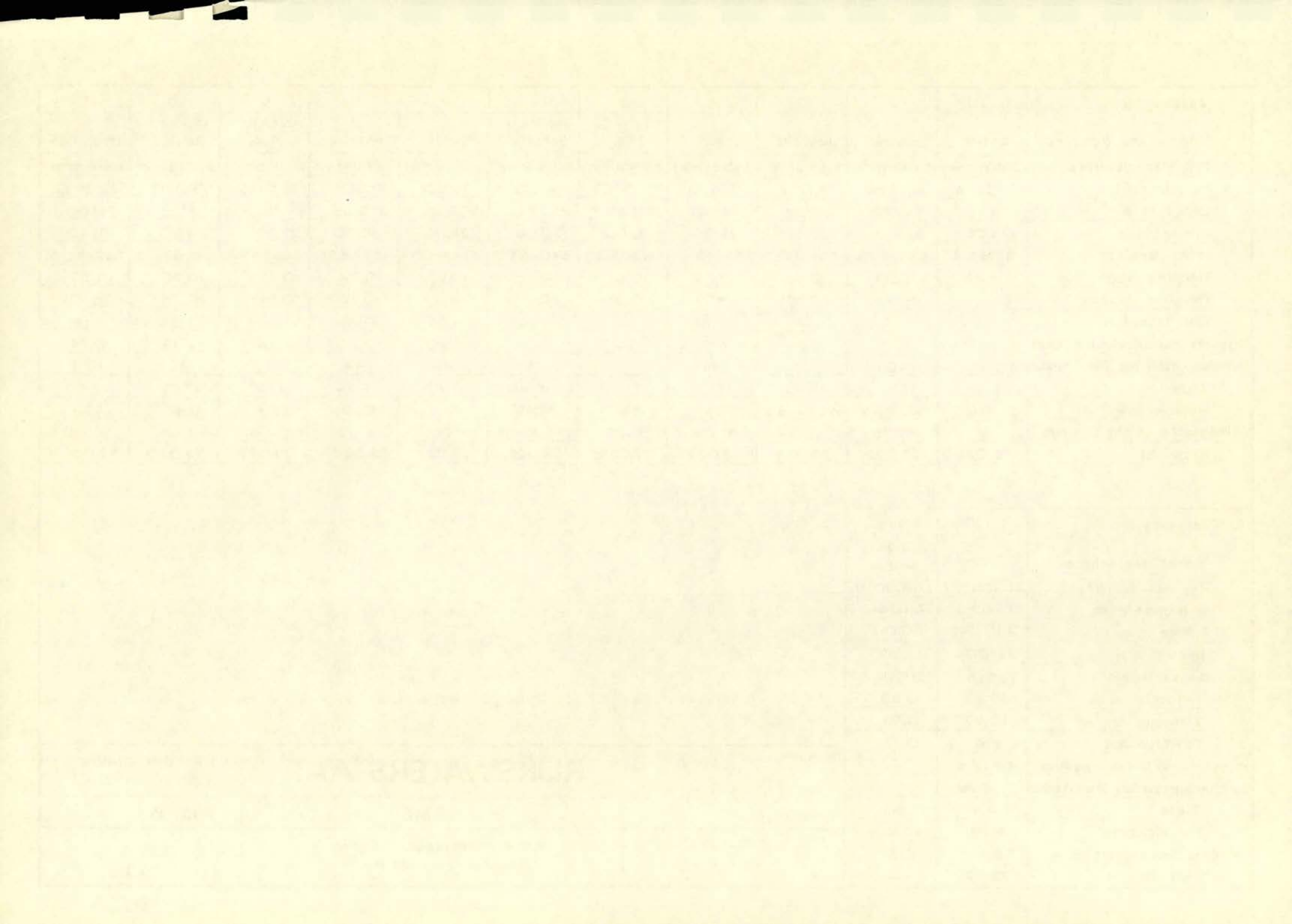
**Anl. B I**

Einfahrtmessungen Emden  
Angaben der Schiffe

A I

73.112

Get	Gew.	Gec.	Gez.
73.027			
A.B		K.W	S



Messung Nr.	21	22	23	24	25						
Nahme des Schiffes	Andwi	Choko Maru	Labrador Current	Petingo	Lucie Schulte						
Typ des Schiffes	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier	bulkcarrier						
Aufnamedatum	74.01.20	74.01.26	74.02.07	74.02.19	74.03.14						
Länge in m	216.13 o.a.	197.00	190.00	200.25 o.a.	165 o.a.						
Breite in m	22.86	32.20	26.00	26.97	20.50						
Tiefe in m	14.96	17.80	14.40	15.04	12.12						
totes Gewicht	35 510.00	51 091.00	30 692.00	38 297.00	16 960.00						
Tiefgang vorn	8.90	9.50	8.98	8.41	9.69						
Tiefgang hinten	9.63	9.75	9.28	8.63	9.45						
Thw Oterdum	1.33	1.08	1.84	0.83	1.12						
Wasserstand Durchgang Pegel	+ 0.64 m	0.81	1.64	0.83	0.77						
Durchgangszeit vor Thw Oterdum	168 min	112	60	3 nach Thw	123						
Windrichtung	S.S.W.	Süd	N.t.W - N.N.W.	N.O.	West						
Windgeschwindigkeit in m/s	5	5 - 6	10 - 13	7 - 11	3 - 5						
Plan Nr.	74.019	74.020	74.037	74.043	74.075						

De ingenieur				<b>RIJKSWATERSTAAT</b>		DIRECTIE GRONINGEN	
						STUDIEDIENST DELFZIJL	
Get.	Gew.	Gec.	Gez.	Ausfahrtmessungen Emden		A 1	





