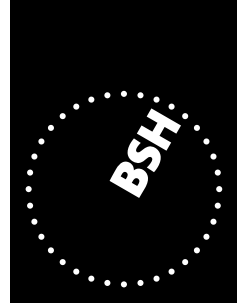


BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

# Gezeitenströme und Tidekurven im Nahfeld von Helgoland



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

# **Gezeitenströme und Tidekurven im Nahfeld von Helgoland**

Autoren:  
Holger Klein  
Ekkehard Mittelstaedt

**Berichte des  
Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie  
Nr. 27/2001**

In der Reihe „Berichte des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie“ werden Themen mit Dokumentationscharakter aus allen Bereichen des BSH veröffentlicht. Durch die Publikation nimmt das BSH zu den Inhalten der Beiträge keine Stellung. Die Veröffentlichungen in dieser Berichtsreihe erscheinen nach Bedarf.

Gezeitenströme und Tidekurven im Nahfeld von Helgoland im Internet:  
**[www.bsh.de](http://www.bsh.de)** (Menü: Produkte > Bücher > Berichte des BSH)

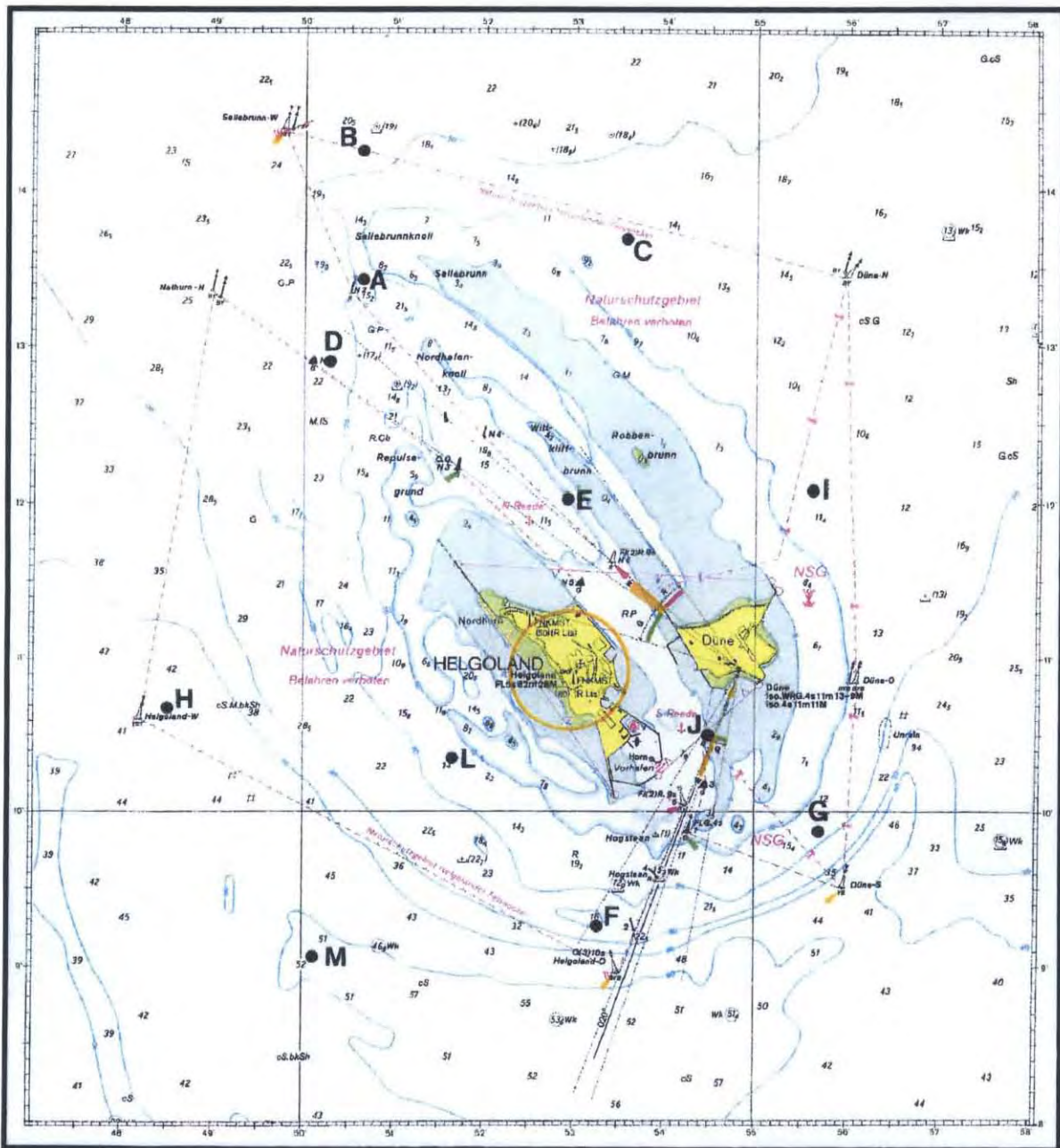
© Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)  
Hamburg und Rostock 2001  
[www.bsh.de](http://www.bsh.de)

ISSN-Nr. 0946-6010

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des BSH reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.



# Helgoland 2000



## **Inhalt:**

1	Einleitung
6	Messgeräte
7	Das Verfahren der Gezeitenstromanalyse
14	Mittlere Spring- und Nippgeschwindigkeiten
16	Maximale Flut- und Ebbströme
19	Tidenkurven im Nahfeld von Helgoland
24	Literatur

## **Anhang A:**

A1 – A23	Tabellarische und graphische Darstellung der Gezeitenströme
----------	---



## Einleitung

Das dominierende Signal in allen Strömungs- und Wasserstandsmessungen aus der Deutschen Bucht ist die halbtägige Gezeit. Die Gezeit in der südlichen Nordsee hat die Form einer Amphidromie (Drehtide) mit einem hubfreien Knotenpunkt bei ca. 55,5°N und 5,3°E. Um diesen Punkt läuft die Gezeit in Form einer Kelvinwelle gegen den Uhrzeigersinn durch die südliche Nordsee. Mit Hilfe von numerischen Modellen, in-situ Strömungsmessungen, Satellitenmessungen und Analysen von Hochsee- und Küstenpegeln, konnte das räumliche Fortschreiten der Gezeitenwelle durch die Deutsche Bucht im Laufe der Zeit immer genauer vorausberechnet und, z. B. in Form von Linien gleichen Tidenhubs und Linien gleichen Hoch- und Niedrigwasser-Zeitunterschieds gegen den Durchgang des Mondes durch den Nullmeridian, dargestellt werden (siehe z.B.: BSH, 2000). Derartige Darstellungen repräsentieren jedoch nur die mittleren Spring- und Nipptiden. Messungen zeigen, dass die einzelnen Tiden in der Form ihrer individuellen Tidekurve und im räumlichen Fortschreiten durch die Deutsche Bucht erheblich von den mittleren Verhältnissen abweichen können. Dies gilt insbesondere für Gebiete mit starken topographischen Gradienten, z.B. vor den küstennahen Watten und im Umfeld der Inseln.

Die Insel Helgoland mit der östlich vorgelagerten Düne ist ein topographisch markanter Punkt in der Deutschen Bucht und bildet für die Gezeitenwelle einen Störkörper, den diese umströmen muss. Neben der eigentlichen Insel als lokale Erhebung, treten südlich der Insel, im Bereich des bis zu 57 m tiefen Helgoländer Lochs, starke Gradienten mit Tiefenunterschieden von bis zu 30 m pro ¼ sm auf. Die durch einen etwa 700 m breiten und 5 bis 10 m tiefen Kanal von der Insel getrennte Düne sitzt auf einem ca. 4 sm langen Riffbogen, der sich östlich der Insel in Nordwest-Südost-Richtung erstreckt (siehe Abb. 1). Der Riffbogen setzt sich aus verschiedenen Bereichen zusammen, die in der Seekarte als Wittkliffbrunn, Sellebrunn und Robenbrunn bezeichnet sind, wobei „Brunn“ eine alt-friesische Bezeichnung für ein Riff ist. Im Umfeld der aus Buntsandstein bestehenden Insel ist der Untergrund meist felsig oder sehr steinig.

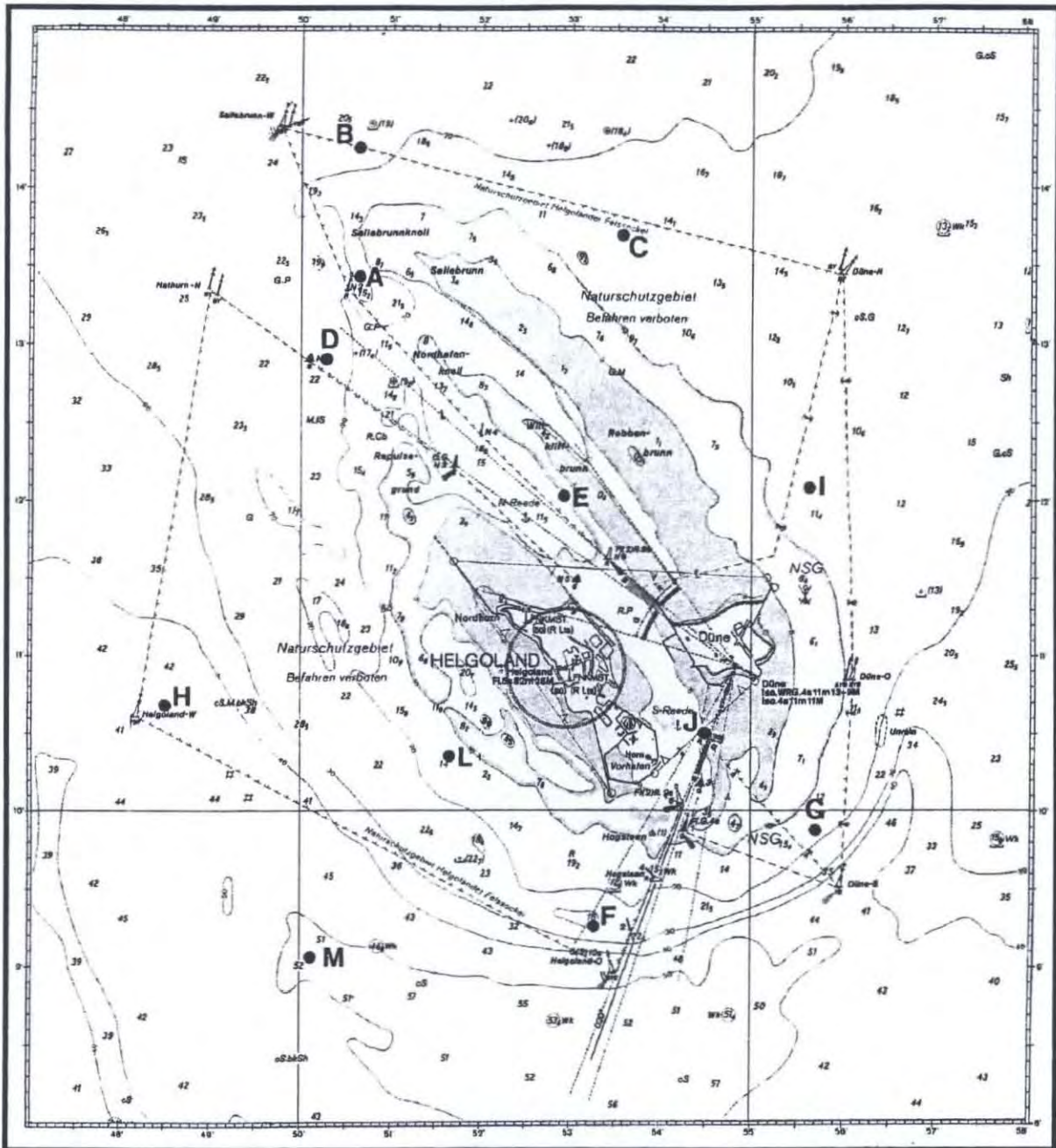
In den vergangenen Jahrzehnten haben das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), bzw. dessen Vorgänger, das Deutsche Hydrographische Institut (DHI), wiederholt Strömungs- und Wasserstandsmessungen im Umfeld von Helgoland durchgeführt. Viele dieser Messungen erstreckten sich jedoch nur über einen Zeitraum von 10 bis 14 Tagen und waren für eine zuverlässige Auflösung des Spring-Nipp-Zyklus bei der Gezeitenanalyse nur bedingt geeignet. Auch gab es bei den älteren Messungen gelegentlich Probleme mit der



Stabilität der Geräteuhren, die zu einem Fehler in der zeitlichen Zuordnung der Daten und damit auch zu Analysefehlern führten. Neuere Untersuchungen zeigen, dass der raumzeitliche Gezeitenablauf zumindest in einigen Gebieten der Deutschen Bucht ungewöhnlichen Änderungen unterworfen ist (Lassen und Siefert, 1996).

Eine genaue Bestimmung der Gezeitenströme ist auch für die Sport- und Seeschifffahrt von Bedeutung. So ist z.B. bei starken Winden ist die Ansteuerung von Helgoland aufgrund der vorherrschenden Strömungs- und Seegangsverhältnisse oft schwierig (Bellack et al., 2000). Eine genaue Kenntnis der lokalen, sich kleinräumig ändernden Gezeitenströme kann hier die Ansteuerung erleichtern.

Mit dem Ziel einer grundsätzlichen Verbesserung der Gezeitenstromdarstellung im Umfeld der Insel, hat das BSH zwischen April 1999 und Februar 2001 unter dem Arbeitstitel „*Helgoland 2000*“ Strömungsmessungen im Nahfeld von Helgoland durchgeführt. Die in diesem Projekt gewonnenen Datensätze wurden ergänzt durch Messungen aus dem Jahr 1993 auf den Positionen D, E und F (Abb. 1). Auf den Positionen H und I wurden neben den Strömungsmessern zusätzlich Pegel ausgelegt. Keiner der Messpunkte liegt mehr als 3 sm von der Insel entfernt. In Tabelle 1 finden sich die genauen Verankerungspositionen, die Mess- und Wassertiefen, die Messzeiten und die Typen der eingesetzten Messgeräte (s.u.). Ferner sind die Recordnummern angegeben, die die einzelnen Datensätze identifizieren. Das Messintervall (Zeitschritt  $\Delta t$ ) betrug bei allen Messungen 10 Minuten. Mit Ausnahme des Records 93023 (Position F, 12 m Messtiefe, 20.6 Tage) haben alle Zeitserien eine Länge von mindestens 27 Tagen. Die längste Zeitserie auf Position G erfasst einen Zeitraum von 163.4 Tagen.



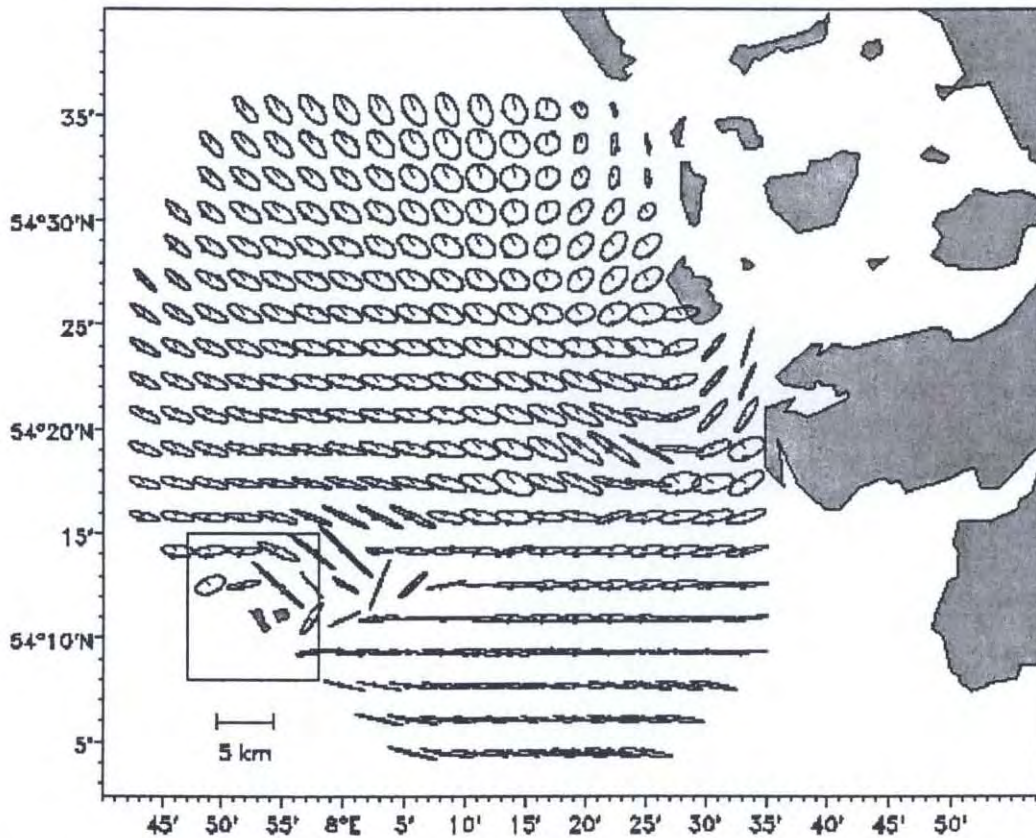
**Abb. 1:** Messpositionen (●) A – M und Topographie im Nahfeld von Helgoland.

Ausschnitt aus BSH-Seekarte 3014, Blatt 2,  $54^{\circ} 08' N - 54^{\circ} 15' N$ ,  
 $7^{\circ} 47' E - 7^{\circ} 58' E$ .

Einen ersten Eindruck über den Einfluss der Insel Helgoland auf die Gezeitenströme vermitteln die in Abb. 2 dargestellten Gezeitenellipsen der reinen  $M_2$ -Gezeit. Die Daten basieren auf einer Analyse von flächendeckenden CODAR-Messungen (Schirmer et al., 1994), die den obersten halben Meter der Wassersäule repräsentieren. Die Abbildung wurde von Thomas Schlick vom Institut für Meereskunde in Hamburg zur Verfügung gestellt, der auch die Gezeitenanalysen der CODAR-Daten durchführte. Besonders im südlichen



Messgebiet ist die Ausrichtung der Ellipsen-Hauptachse parallel zur Topographie deutlich zu erkennen. Nordöstlich des Riffbogens macht sich die Ausrichtung der Ellipsen noch in einem Abstand von bis zu ca. 3 Seemeilen von der Riffkante bemerkbar. Der Kasten um Helgoland markiert den in Abb. 1 dargestellten Bereich.



**Abb. 2:** M<sub>2</sub>-Gezeitenellipsen, berechnet aus CODAR-Mesungen (Schirmer et al., 1994).  
Analysezeitraum: 9.8.91 – 14.2.92. Die Box um Helgoland markiert den Kartenausschnitt von Abb. 1.

**Tabelle 1: Verankerungslogistik**

Kg.	Mess- position	WT	MT	Record- nummer	Beginn - Ende der Messung	Mess- dauer Tage	Geräte- typ
-	-	m	m	-	-	-	-
<b>A</b>	54° 13.46'N	23	10	99700	20.04.1999-17.05.1999	27.2	WH-S
	7° 50.66'E		19	99700	20.04.1999-17.05.1999	27.2	WH-S
<b>B</b>	54° 14.25'N	24	10	99701	20.04.1999-17.05.1999	27.2	WH-S
	7° 50.58'E		19	99701	20.04.1999-17.05.1999	27.2	WH-S
<b>C</b>	54° 13.68'N	18	10	99702	20.04.1999-17.05.1999	27.1	WH-S
	7° 53.67'E		14	99702	20.04.1999-17.05.1999	27.1	WH-S
<b>D</b>	54° 12.90'N	27	13	93021	08.04.1993-12.05.1993	33.6	RCM8
	7° 50.20'E		24	93022	08.04.1993-12.05.1993	33.6	RCM7
<b>E</b>	54° 12.09'N	15	10	93025	13.04.1993-12.05.1993	28.5	RCM4
	7° 52.90'E		14	93026	13.04.1993-12.05.1993	28.5	RCM4
<b>F</b>	54° 9.30'N	23	12	93023	08.04.1993-29.04.1993	20.6	RCM5
	7° 53.40'E		20	93024	08.04.1993-12.05.1993	33.7	RCM5
<b>G</b>	54° 9.82'N	21	10	01703	16.09.2000-26.02.2001	163.4	WH-S
	7° 55.63'E		18	01703	16.09.2000-26.02.2001	163.4	WH-S
<b>H</b>	54° 10.65'N 7° 48.46'E	45	11	00703	16.09.2000-04.11.2000	49.0	WH-S
			41	00703	16.09.2000-04.11.2000	49.0	WH-S
			45	00412	16.09.2000-04.11.2000	49.0	WLR7
	54° 10.59'N 7° 48.53'E	45	45	00400	26.11.1999-26.01.2000	60.9	WLR7
<b>I</b>	54° 12.11'N 7° 55.63'E	14	13	00026	16.09.2000-04.11.2000	48.9	RCM9
			13	00411	16.09.2000-04.11.2000	48.9	WLR7
<b>J</b>	54° 10.50'N 7° 54.50'	6	6	00027	16.09.2000-07.11.2000	52.0	RCM9
<b>L</b>	54° 10.46'N 7° 51.65'	18	10	01700	16.09.2000-29.01.2001	135.2	WH-S
			14	01700	16.09.2000-29.01.2001	135.2	WH-S
<b>M</b>	54° 9.02'N 7° 50.07'E	54	10	01702	04.11.2000-06.12.2000	31.9	WH-S
			50	01702	04.11.2000-06.12.2000	31.9	WH-S

Kg.: Positionskennung, WT: Wassertiefe, MT: Messtiefe,  
 $\Delta t = 10$  Minuten für alle Messungen



## Messgeräte

Für die Strömungsmessungen wurden 3 unterschiedliche Gerätetypen eingesetzt:

- Akustische RCM9 Strömungsmesser<sup>1</sup> von Aanderaa Instruments.
- Mechanische RCM4, -5, -7 und -8 Strömungsmesser von Aanderaa Instruments.
- Akustische Doppler-Profiler vom Typ Workhorse Sentinel (WH-S) von RD Instruments.

Die mechanischen RCMs arbeiten mit einem von der Strömung angetriebenen Rotor. Die Strömungsgeschwindigkeit wird über die Anzahl der Rotorumdrehungen pro Zeitintervall bestimmt. Das Gerät ist frei drehbar aufgehängt und wird durch eine Stromfahne in Stromrichtung ausgerichtet. Die Ausrichtung des Gerätes wird mit einem Kompass registriert. Bei der Messung handelt es sich um eine Punktmessung, da die Strömung nur im Bereich des Rotors gemessen wird. Aus den Richtungs- und Geschwindigkeitswerten wird pro Messintervall ein horizontaler Stromvektor berechnet.

Der RCM9 ist ein akustischer Strömungsmesser, der die Messung in einem etwas größeren Volumen durchführt. Das Gerät verfügt über einen Sensorkopf mit 4 horizontalen piezokeramischen Transducern, die im Winkel von 90° zueinander angeordnet sind. Die Transducer senden pro Messintervall 600 Schallimpulse mit einer Frequenz von 2 MHz aus und registrieren die aus einem Abstand vom 0.5 bis 2 m an kleinen Luftblasen und passiv im Wasser treibenden Partikeln reflektierten und entsprechend der Strömungsgeschwindigkeit doppler-verschobenen Schallsignale. Der Kompass befindet sich im Sensorkopf, das Gerät benötigt keine Stromfahne und muss auch nicht drehbar aufgehängt werden. Aus den Kompasswerten und Dopplerverschiebungen wird pro Messintervall ein horizontaler Stromvektor berechnet.

Die Sentinels stehen am Meeresboden und senden über 4 Transducer 300 kHz-Schallimpulse zur Oberfläche. Dabei sind die Schallkegel um 20° gegen die Vertikale geneigt. Der Abstand zwischen Transducer und Wasseroberfläche wird in äquidistante Messzellen, sogenannte Bins, eingeteilt, so dass das gesamte vertikale Strömungsprofil erfasst wird. Bei den vorliegenden Messungen betrug die Binhöhe 1 oder 2 m. Auch hier empfangen die Transducer die an Blasen oder partikulärem Material reflektierten doppler-verschobenen akustischen Signale. Aus den Signalen der 4 Schallstrahlen und den Kompasswerten wird pro Messintervall der mittlere 3-dimensionale Stromvektor berechnet, d.h., es wird bei diesem

---

<sup>1</sup> RCM = Recording Current Meter



Gerät auch die Vertikalkomponente der Strömung erfasst. Bei dieser Messung handelt es sich um eine Volumenmessung innerhalb der 4 Schallkegel. Das Volumen wird durch die Binnhöhe und die mit zunehmendem Abstand vom Transducer zunehmende Strahlaufweitung des Schallkegels bestimmt.

Die Rohdaten der Aanderaa-Strommesser müssen nach Bergung der Geräte in physikalische Einheiten umgerechnet werden. Für jedes einzelne Gerät stehen individuelle Kalibrationsdaten zur Verfügung. Kompass, Geschwindigkeits- und Drucksensoren werden beim BSH in regelmäßigen Abständen im Labor neu kalibriert. Für die Sentinels ist eine Kalibrierung nicht erforderlich, die Daten werden direkt in physikalischen Einheiten ausgegeben. Die Genauigkeit der Strömungsmessungen liegt im Bereich von  $\pm 1$  cm/s.

Bei den eingesetzten Pegeln handelt es sich um Aanderaa *Water Level Recorder* vom Typ WLR7, die den Druck der Wassersäule über einen druckkontrollierten 36–40 kHz Quarzoszillator mit einer Genauigkeit von etwa 1 cm messen. Auch hier müssen die Daten nachträglich in physikalische Einheiten umgerechnet und die Drucksensoren regelmäßig im Labor überprüft werden. Nach Aufbereitung der Pegeldata wurde zusätzlich eine Korrektur anhand der Luftdruckdaten der Station Helgoland des Deutschen Wetterdienstes durchgeführt, da sich der vom Drucksensor registrierte Druck aus dem Druck der Wassersäule und dem ebenfalls zeitlich variierenden Luftdruck zusammensetzt. Alle Druckwerte wurden auf einen konstanten atmosphärischen Druck von 1013 hPa korrigiert.

## **Das Verfahren der Gezeitenstromanalyse**

In der Deutschen Bucht entspricht die halbtägige Gezeitenwelle dem Typ einer stehenden Welle mit geringem Gezeitenstrom zu den Hoch- (HW) und Niedrigwassern (NW) und stärkerem Strom während der Flut- und Ebbphasen. Bei einer derartigen Welle ist die Stärke des Gezeitenstroms abhängig vom lokalen Tidenhub [Horn (1942), Mittelstaedt et al. (1983)]. Im Rahmen unserer Untersuchung diente der vom WSA Tönning betriebenen Hafenpegel in Helgoland als Bezugspegel, d.h., die im Umfeld von Helgoland gemessenen Strömungen werden zu den dort beobachteten Tidenhuben und HW-Zeiten in Beziehung gesetzt. Der schematische Ablauf der Gezeitenstromanalyse läuft wie folgt:



- Die in einem zeitlichen Abstand von 10 Minuten gemessenen zonalen und meridionalen Geschwindigkeitskomponenten werden mittels eines Spline-Verfahrens so ausgeglichen, dass für jede im Messzeitraum liegende Tide den 13 Stundenwerten von 6 Stunden vor (-6 h) bis 6 Stunden nach HW (-6 h) in Helgoland (HW = 0 h) zeitlich exakt die entsprechenden Messwerte zugeordnet werden können. Dies ist notwendig, da die HW-Zeiten jeden beliebigen Wert annehmen können, d.h., sie fallen in der Regel nicht mit dem 10-Minuten-Intervall der Messreihe zusammen. Gleichzeitig werden durch den Ausgleichsspline Schwingungen mit Perioden  $< 1\frac{1}{2}$  Stunden eliminiert.
- Aus den gesplinten Zeitserien werden entsprechend der in Helgoland beobachteten HW-Zeiten die stündlichen Werte der Geschwindigkeitskomponenten von 6 h vor bis 6 h nach HW zugeordnet, d.h., für jedes HW innerhalb des Messzeitraums erhält man 13 Komponentenpaare.
- Für jede Tide wird der Reststrom (Perioden größer als der halbtägige Gezeitenstrom) eliminiert. Hierzu werden für jede Tide und Komponente die 13 stündlichen Werte gemittelt und der Mittelwert von den Einzelwerten abgezogen.
- Für jede Stunde von 6 h vor bis 6 h nach HW erhält man pro Komponente  $n$  Wertepaare aus Geschwindigkeitskomponente und Tidenhub, wobei  $n$  die Anzahl der Tiden im Messintervall ist. Aus diesen  $n$  Wertepaaren wird für jede Stunde und jede Komponente die Regressionsgerade berechnet. Bei dieser Berechnung werden Geschwindigkeitswerte, die um mehr als die zweifache Standardabweichung vom Mittelwert abweichen, nicht berücksichtigt.
- Mit Hilfe der Regressionsformeln werden die Stromkomponenten zur Spring- und Nippzeit aus dem mittleren Spring- und Nipptidenhub am Referenzpegel berechnet.

Da das verwendete Spline-Verfahren mit maximal 12000 Werten rechnen kann, ist die Länge der zu analysierenden Zeitserie bei einem Messintervall von 10 Minuten auf 83 Tage beschränkt. Dieser Wert liegt jedoch weit über dem halbmonatlichem Spring-Nipp-Zyklus, so dass eine zuverlässige Auflösung der Spring- und Nippzeiten gewährleistet ist. Eine genaue Beschreibung des Verfahrens geben Brockmann et al. (1981).



## Die Gezeitenströme im Nahfeld von Helgoland

Alle in Tabelle 1 aufgeführten Strömungszeitserien wurden der oben beschriebenen Gezeitenstromanalyse unterzogen. Eine detaillierte Darstellung der Ergebnisse in graphischer und tabellarischer Form findet sich für jede Zeitserie in Anhang A. Mit Ausnahme der Positionen I und J wurde auf allen Position in mindestens 2 Tiefen gemessen. Dabei erstreckt sich der hier als „oberflächennah“ bezeichnet Bereich auf Messtiefen zwischen 6 und 13 m. Der „bodennahe“ Bereich umfasst Messtiefen zwischen 14 und 50 m, was einem Bodenabstand zwischen 1 und 5 m entspricht.

Trägt man für eine Position die 13 Stromvektoren von 6 h vor bis 6 h HW jeweils von der Messposition ausgehend auf, erhält man als Gezeitenstromfigur eine sogenannte „Gezeitenstromspinne“. In den Karten der Abbildungen 3 bis 6 sind die Gezeitenstromspinnen getrennt für Spring- und Nipptide und für den oberflächen- und bodennahen Bereich aufgetragen. Ein Vergleich mit der in Abb. 1 dargestellten Topographie zeigt, dass die Hauptachsen der Gezeitenströme in den meisten Fällen parallel zu den Tiefenlinien ausgerichtet sind. Im oberflächennahen Bereich ist der Gezeitenstrom überwiegend alternierend, d.h., es gibt im Prinzip nur jeweils eine Richtung für den Flut- und eine für den Ebbstrom, was zu einer fast linearen Gezeitenstromfigur führt. Zu einer leichten Auffächerung der Gezeitenrippen kommt es an den Positionen A – D und auf der Position J.

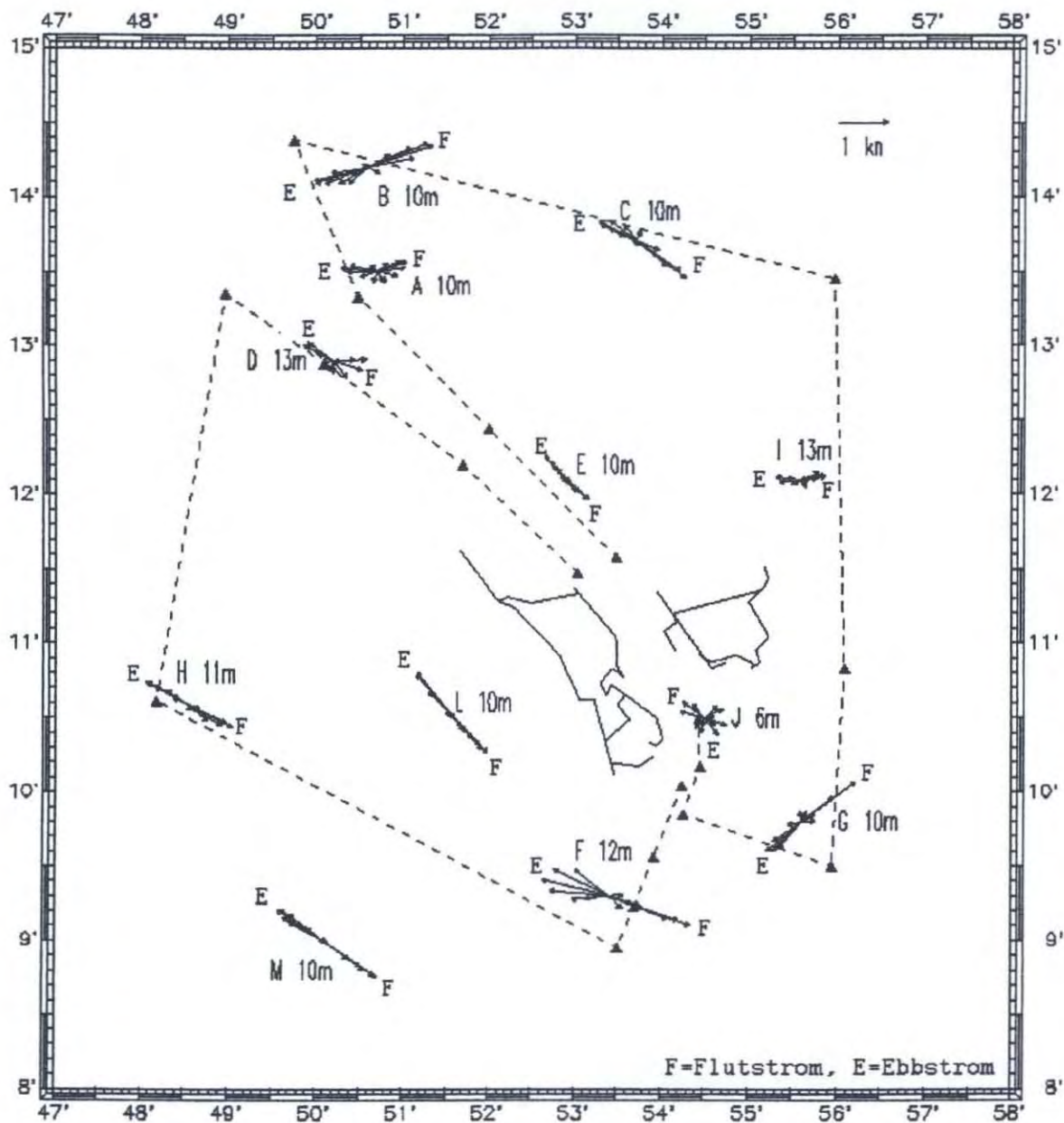
Im bodennahen Bereich sind die Stromfiguren an den Positionen A, D, H und M etwas mehr aufgefächert als an der Oberfläche, während sie an den Positionen B und C entlang der Nordost-Kante der Helgoländer Riffs an der Oberfläche stärker aufgefächert sind.

Mittelt man die Beträge der stündlichen Stromgeschwindigkeiten für die Spring- und Nipptide, erhält man eine mittlere Spring-, bzw. Nippgeschwindigkeit. Diese Werte sind zusammen mit den maximalen Flut- und Ebbströmen zur Spring- und Nippzeit und deren Eintrittszeit bzgl. des HW in Helgoland in Tabelle 2 aufgeführt. Ferner ist das Nipp-Spring-Verhältnis<sup>2</sup> (NSV) in Prozent aufgeführt. Die Beziehungen zwischen den mittleren Spring- und Nippgeschwindigkeiten und den maximalen Flut- und Ebbströmen werden in den nachfolgenden Abschnitten diskutiert.

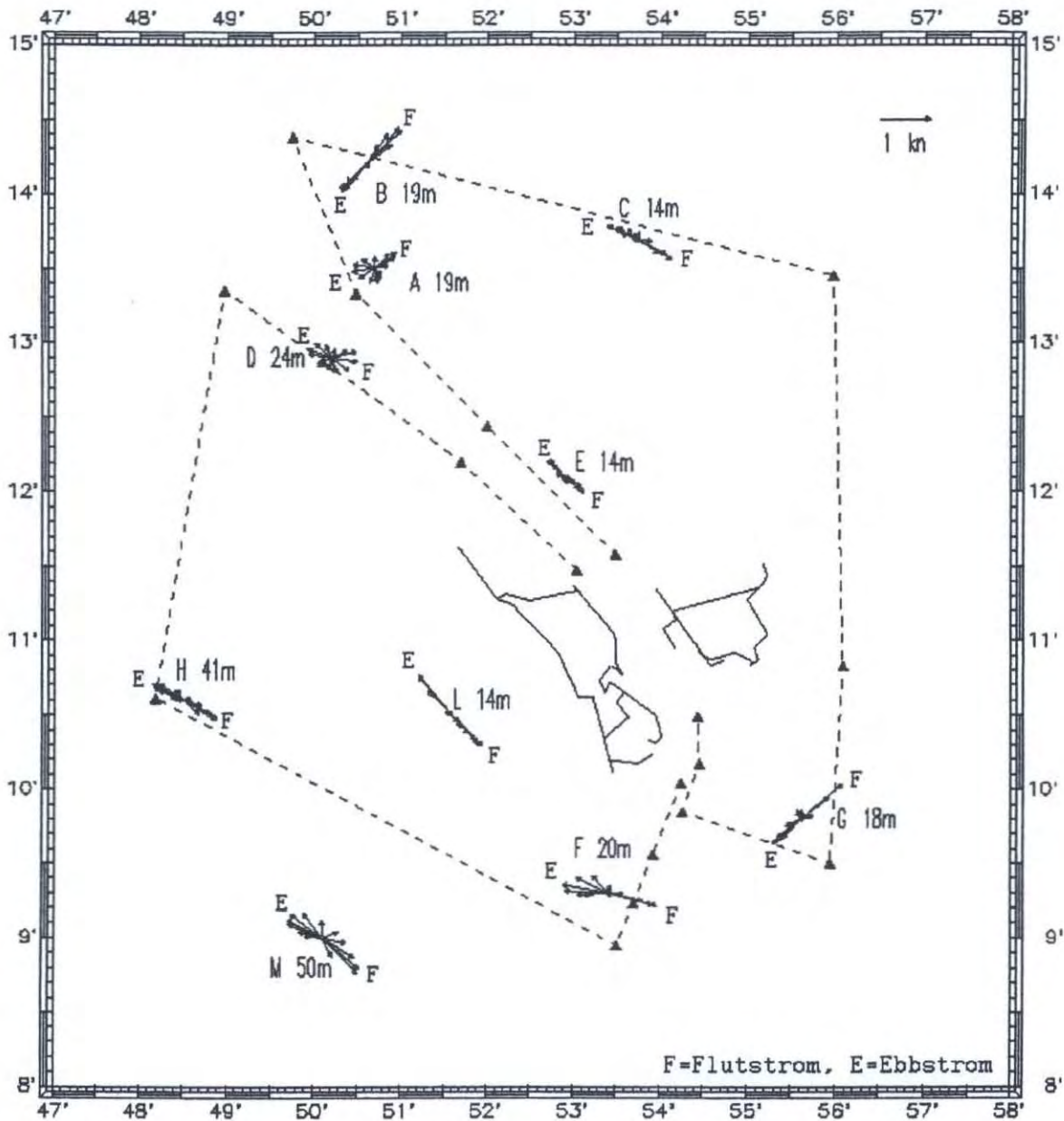
---

<sup>2</sup> NSV = (mittlere Nippgeschwindigkeit / mittlere Springgeschwindigkeit) × 100

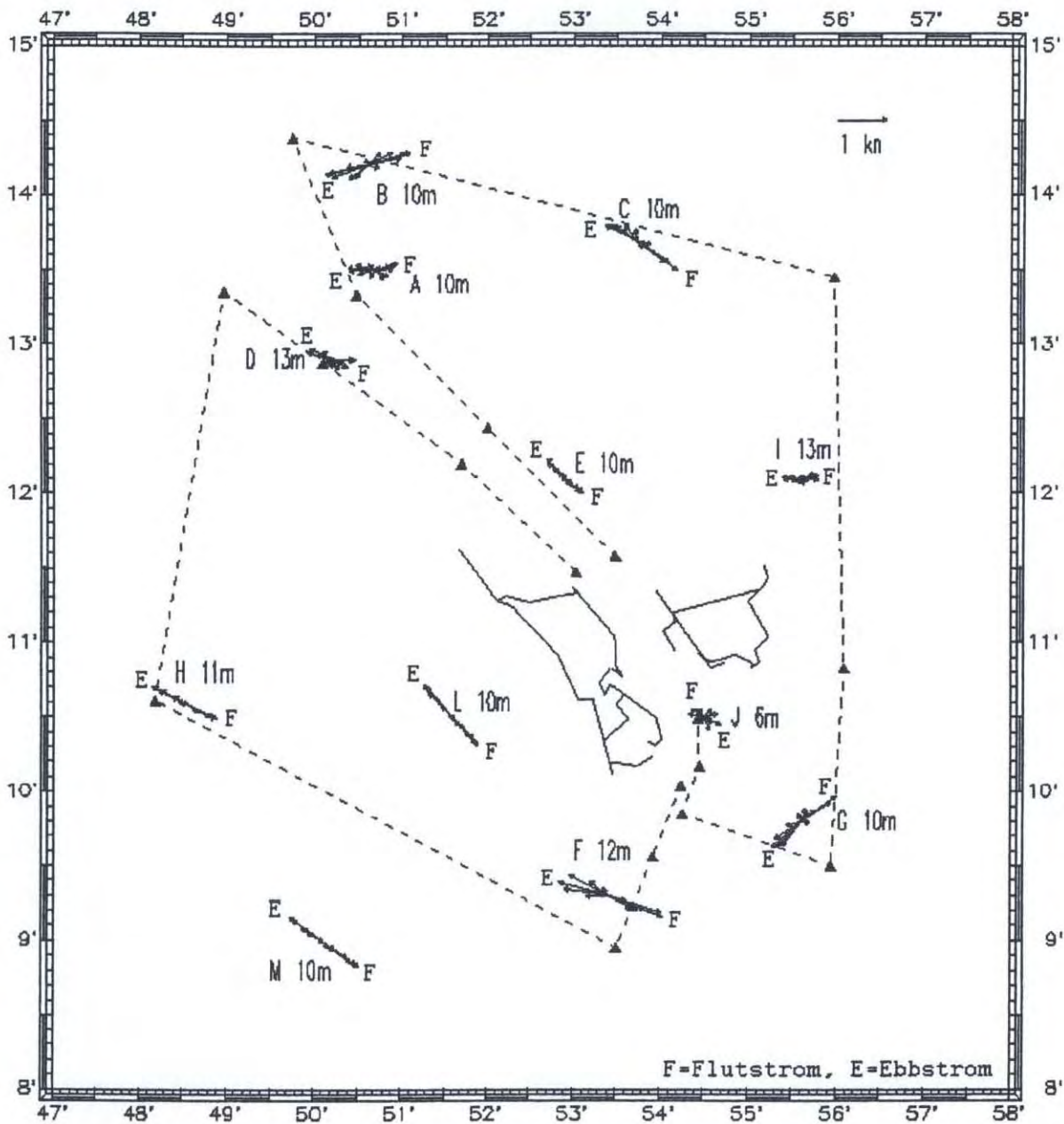




**Abb. 3:** Stündlich gemittelte Gezeitenströme zur Springzeit in der oberflächennahen Schicht (Messtiefen 6 – 13 m). Eine detaillierte Darstellung für die einzelnen Positionen findet sich in Anhang A.

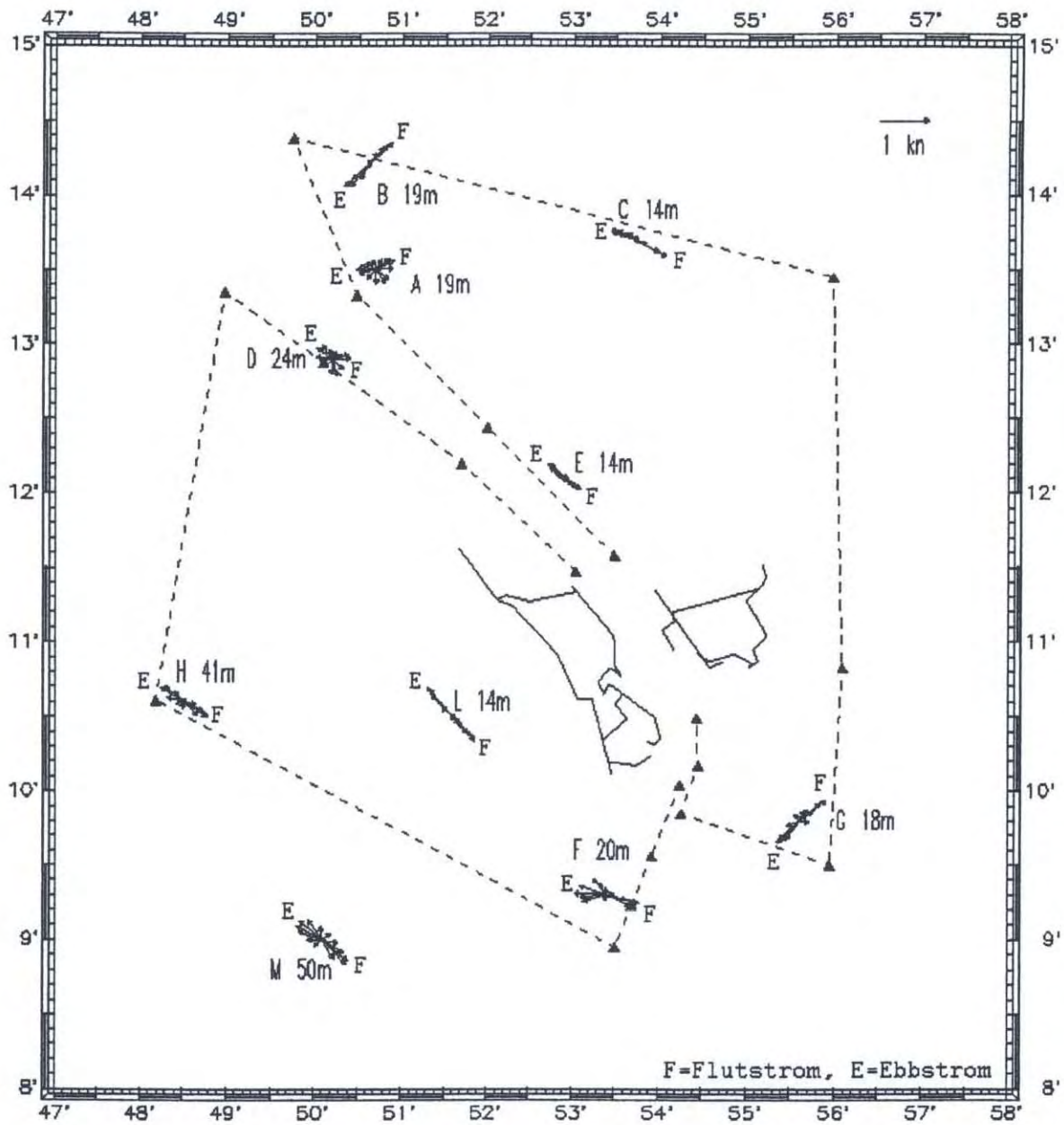


**Abb. 4:** Stündlich gemittelte Gezeitenströme zur Springzeit in der bodennahen Schicht (Messtiefen 14 – 50 m). Eine detaillierte Darstellung für die einzelnen Positionen findet sich in Anhang A.



**Abb. 5:** Stündlich gemittelte Gezeitenströme zur Nippzeit in der oberflächennahen Schicht (Messtiefen 6 – 13 m). Eine detaillierte Darstellung für die einzelnen Positionen findet sich in Anhang A.





**Abb. 6:** Stündlich gemittelte Gezeitenströme zur Nippzeit in der bodennahen Schicht (Messtiefen 14 – 50 m). Eine detaillierte Darstellung für die einzelnen Positionen findet sich in Anhang A.

**Tabelle 2: Gezeitenstromstatistik**

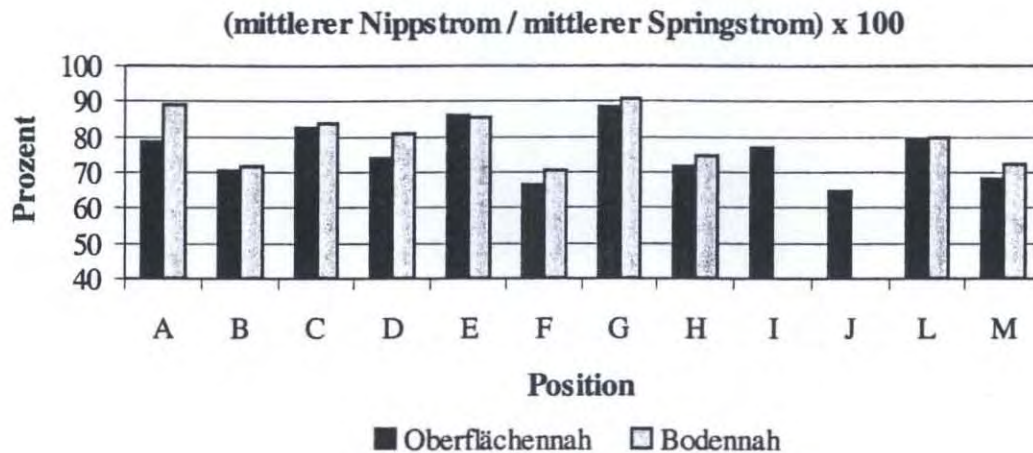
Posi- tion	Mess- tiefe	Mittlere Geschwindigkeiten			Springtide maximaler Strom				Nipptide maximaler Strom			
		Spring	Nipp	NSV	Flut		Ebbe		Flut		Ebbe	
-	m	cm/s	cm/s	%	cm/s	h	cm/s	h	cm/s	h	cm/s	h
<b>Oberflächennah:</b>												
A	10	23.1	18.2	78.8	33.5	-3	39.0	+2	24.8	-4	29.7	+2
B	10	43.0	30.3	70.4	72.0	-3	59.6	+3	49.2	-3	46.9	+4
C	10	31.9	26.4	82.6	66.4	-4	45.7	+2	55.3	-4	35.0	+2
D	13	21.0	15.6	74.3	36.0	-3	35.8	+2	25.2	-4	27.6	+3
E	10	17.3	14.9	86.2	31.9	-4	34.0	+1	24.0	-4	29.0	+1
F	12	50.5	33.7	66.6	92.9	-3	74.3	+4	63.9	-4	54.2	+4
G	10	28.0	24.7	88.4	70.8	-4	48.3	+5	45.6	-4	41.1	+5
H	11	33.3	23.8	71.5	57.7	-3	46.1	+3	40.8	-3	35.8	+3
I	13	15.6	12.0	76.8	25.4	-2	28.8	+3	16.9	-2	21.3	+3
J	6	18.9	12.2	64.7	28.1	-3	24.2	+5	15.8	-3	19.3	+5
L	10	33.2	26.3	79.3	52.1	-4	62.0	+2	40.6	-4	46.7	+3
M	10	42.8	29.2	68.3	70.1	-3	59.2	+5	48.1	-3	43.2	+4
<b>Bodennah:</b>												
A	19	18.8	16.7	89.1	27.8	-3	25.0	+2	21.4	-4	21.1	+2
B	19	31.2	22.3	71.6	52.0	-3	39.8	+4	35.7	-3	33.7	+4
C	14	22.0	18.5	84.1	44.6	-4	32.4	+2	38.6	-4	27.1	+3
D	24	20.0	16.1	80.9	28.4	-3	27.4	+2	19.4	-4	20.1	+2
E	14	15.0	12.9	85.7	25.5	-3	26.1	+2	20.6	-3	24.1	+2
F	20	32.8	23.1	70.3	55.0	-3	48.8	+4	37.6	-3	34.5	+5
G	18	23.3	21.1	90.6	58.5	-4	38.6	+5	36.3	-4	33.6	+5
H	41	25.8	19.3	74.8	41.3	-3	37.3	+3	30.1	-4	28.4	+3
L	14	29.8	33.7	79.6	46.5	-4	55.0	+2	35.9	-4	41.6	+3
M	50	33.2	23.9	72.1	53.5	-4	41.8	+4	37.0	-4	31.9	+3

NSV = (Nippgeschwindigkeit/Springgeschwindigkeit) x 100

### Mittlere Spring- und Nippgeschwindigkeiten

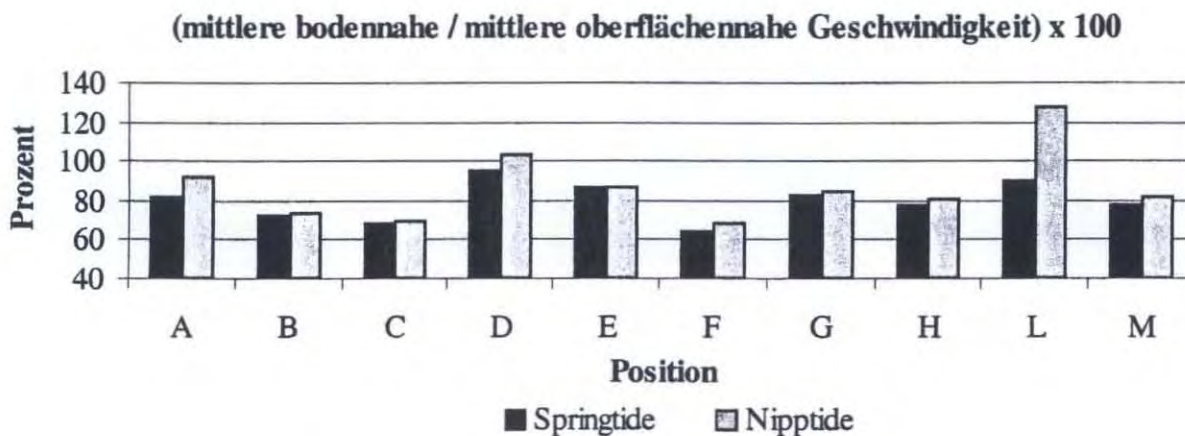
Im Mittel über alle Positionen beträgt die mittlere oberflächennahe Nippgeschwindigkeit 76 % der mittleren Springgeschwindigkeit, bodennah beträgt sie 80 % der mittleren Springgeschwindigkeit. Das Diagramm in Abb. 7 gibt die NSVs für die einzelnen Positionen wieder. Hierbei zeigen sich deutliche lokale Unterschiede im NSV, aber eine nur geringe Variation zwischen dem oberflächen- und bodennahen Bereich.





**Abb. 7:** Das Nipp-Spring-Verhältnis in Prozent an den jeweiligen Messpositionen.

Vergleicht man die vertikale Variabilität, so ergeben sich im Mittel über alle Positionen folgende Relationen: Die mittlere bodennahe Springgeschwindigkeit beträgt 80 % der mittlere oberflächennahe Springgeschwindigkeit, während die mittlere bodennahe Nippgeschwindigkeit 87 % der mittlere oberflächennahe Nippgeschwindigkeit beträgt, d.h., die vertikale Abnahme der mittleren Geschwindigkeit ist zur Nippzeit geringer als zur Springzeit. Für die einzelnen Positionen sind die Relationen wie folgt:



**Abb. 8:** Das Verhältnis von mittlerer bodennahe zu mittlerer oberflächennahe Spring-, bzw. Nippgeschwindigkeit.

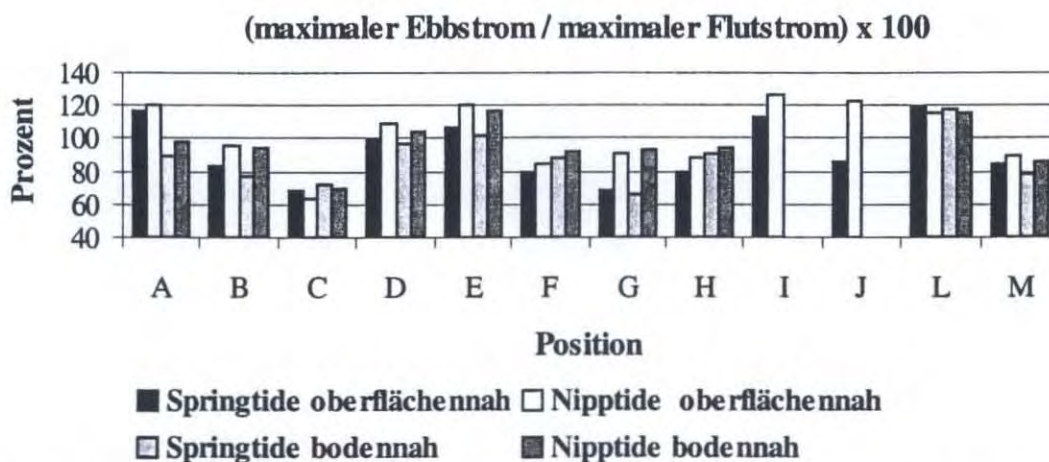


## Maximale Flut- und Ebbströme

Für das über alle Positionen gemittelte Verhältnis von maximalem Ebb- zu maximalem Flutstrom ergeben sich folgende Relationen:

- **Springtide:** Der maximale oberflächennahe Ebbstrom beträgt 92 % des Flutstroms, der maximale bodennahe Ebbstrom beträgt 88 % des Flutstroms.
- **Nipptide:** Der maximale oberflächennahe Ebbstrom beträgt 102 % des Flutstroms, der maximale bodennahe Ebbstrom beträgt 96 % des Flutstroms.

Diese Werte täuschen eine geringere Differenz zwischen Flut- und Ebbstrom zur Nippzeit vor, sind jedoch nur das Artefakt der großen lokalen Variabilität und der Tatsache, dass die maximalen Ebbströme oftmals deutlich stärker sind als die maximalen Flutströme (siehe Tabelle 2). Die lokalen Verhältnisse zeigt das Diagramm in Abb. 9.



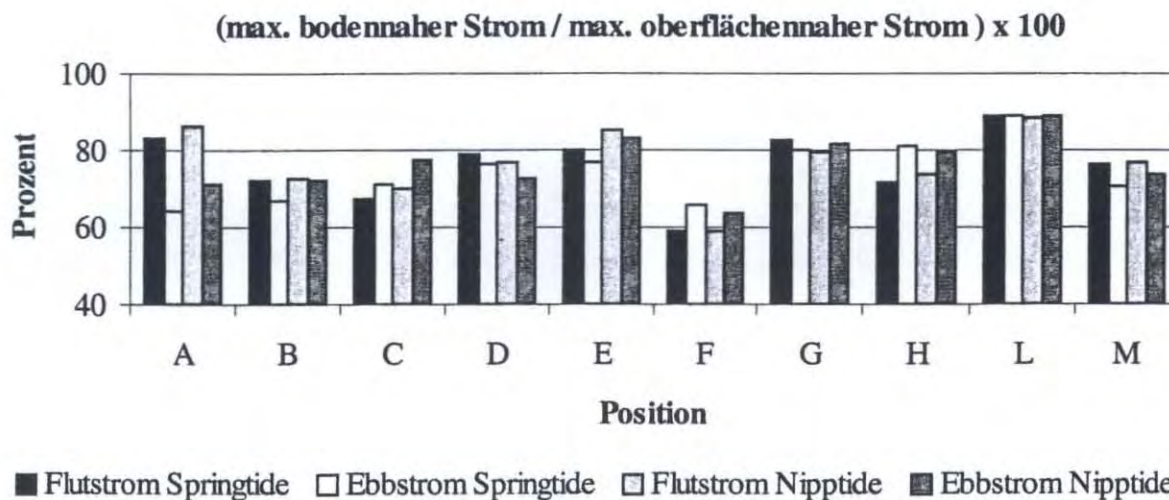
**Abb. 9:** Verhältnis von maximalem Ebbstrom zu maximalem Flutstrom an den Messpositionen in Prozent.

Vergleicht man die vertikale Abnahme der maximalen Geschwindigkeiten, so ergibt sich im Mittel über alle Positionen im Gegensatz zu den mittleren Geschwindigkeiten bei Ebb- und Flutstrom – unabhängig ob Spring- oder Nipptide – eine Abnahme der Geschwindigkeit zum Boden hin um etwa 25 %:

- Bei **Springtide** beträgt der maximale bodennahe Flutstrom 76 % des oberflächennahen Flutstroms und der maximaler bodennahe Ebbstrom beträgt 74 % des oberflächennahen Ebbstroms.

- Bei Nipptide beträgt der maximale bodennahe Flutstrom 77 % des oberflächennahen Flutstroms und der maximale bodennahe Ebbstrom beträgt 73 % des oberflächennahen Ebbstroms.

Die lokale Variation dieser vertikalen Abnahme zeigt Abb. 10. Die Werte liegen zwischen 64 % bei Position F und 89 % bei Position L:



**Abb. 10:** Das Verhältnis von maximalem bodennahen zu maximalen oberflächennahen Flut-, bzw. Ebbstrom bei Spring- und Nipptide.

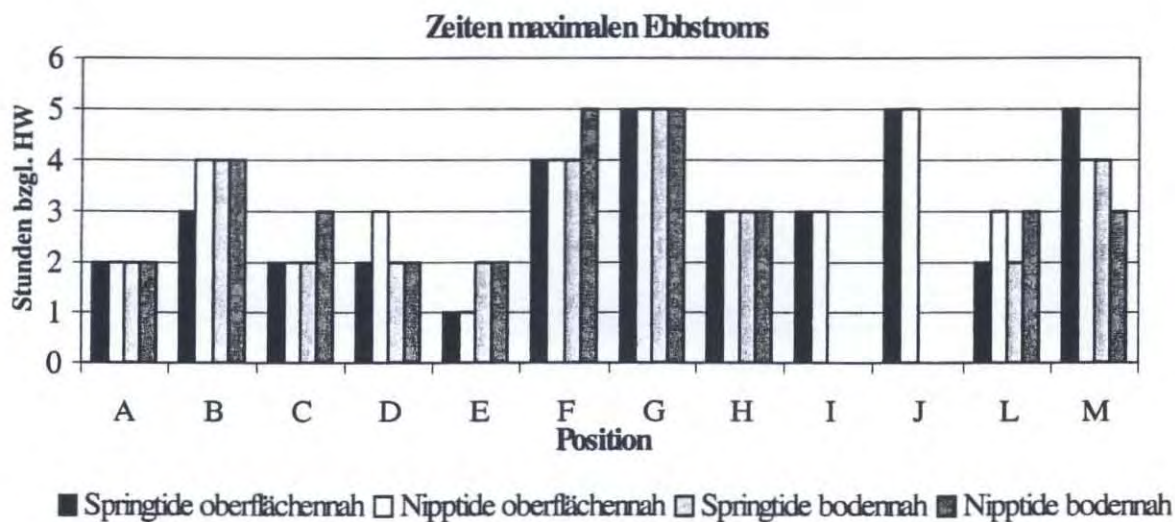
Der maximale Flutstrom tritt in der Regel 3 bis 4 Stunden vor dem HW in Helgoland auf. An den Positionen A und D tritt generell eine Stunde Differenz zwischen Spring- und Nipptide auf, das Gleiche gilt für den oberflächennahen Bereich bei F und den bodennahen Bereich bei H. Bei M tritt der maximale Flutstrom, unabhängig von der Gezeitenphase, im bodennahen Bereich eine Stunde früher auf.





**Abb. 11:** Zeiten maximalen Flutstroms.

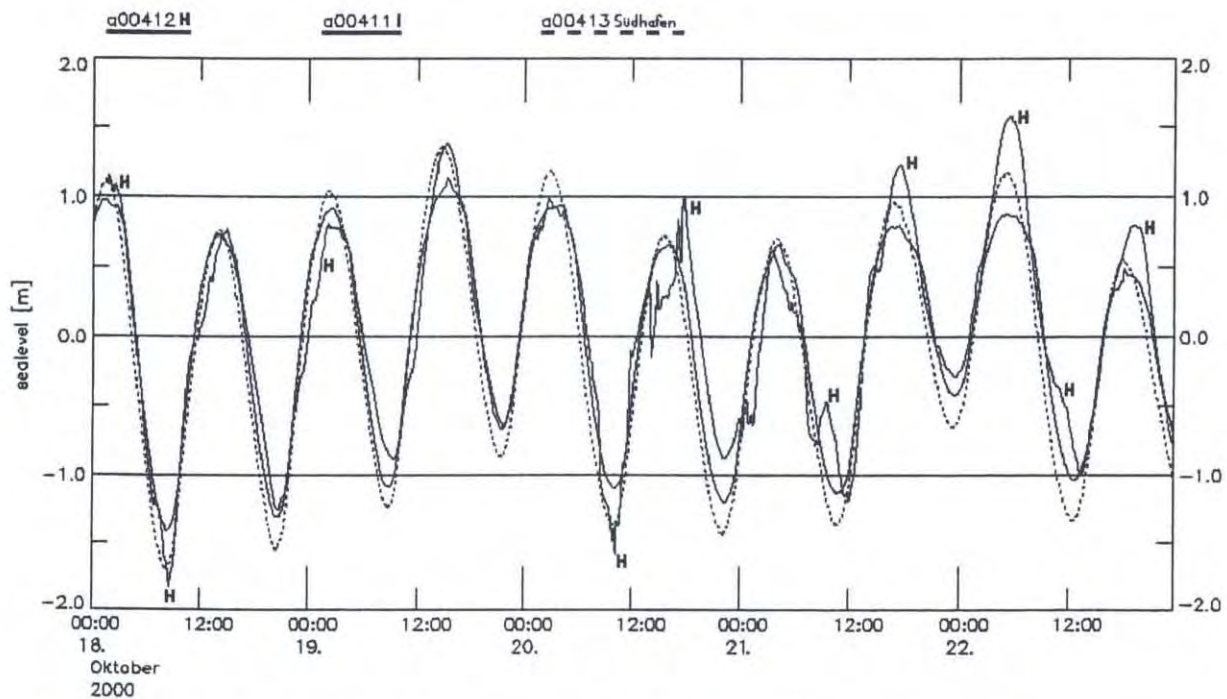
Bei den Ebbströmen ist eine größere Variabilität zu beobachten, hier schwanken die Zeiten maximalen Stroms zwischen 2 und 5 Stunden nach HW. Eine Besonderheit ist bei Position M im Helgoländer Loch zu beobachten: Hier tritt der oberflächennahe maximale Ebbstrom zur Springzeit 2 Stunden später auf als zur Nippzeit am Boden.



**Abb.12:** Zeiten maximalen Ebbstroms.

## Tidekurven im Nahfeld von Helgoland

Auf der Position H , etwa 2 sm westlich der Hauptinsel bei der Tonne „Helgoland-West“ gelegen, und auf der Position I, etwa 1 sm nordöstlich der Düne an der Außenseite des Riffbogens, wurde vom 16.9. bis zum 4.11.2000 je ein Aanderaa Druckpegel (WLR7) ausgelegt. Auf Position H wurde bereits zwischen November 1999 und Januar 2000 eine Pegelmessung durchgeführt, die zeitweilig starke Unregelmäßigkeiten in der Tidekurve und Abweichungen gegenüber dem vom WSA Tönning betriebenen Hafenpegel in Helgoland aufwies. Um diese zeitweiligen Unregelmäßigkeiten näher zu untersuchen wurde die Messung auf dieser Position wiederholt und um die Position I östlich von Insel und Düne ergänzt. Zusätzlich wurden die Daten des im Helgoländer Südhafen gelegenen Hafenpegels herangezogen, die in einem Abstand von 1 Minute vorliegen. Abb. 13 zeigt den Verlauf der Tidekurven für den Zeitraum vom 18. bis zum 23. Oktober 2000. Deutlich sind die Unregelmäßigkeiten mit zeitweiligen Doppelminima und Doppelmaxima bei Position H zu erkennen.



**Abb. 13:** Pegelkurven Position H , I und Pegel Südhafen (WSA Tönning, durchbrochene Kurve) bezogen auf den lokalen mittleren Wasserstand.

Um die Werte für eine statistische Auswertung vergleichbar zu machen, wurden alle Messwerte der jeweiligen Pegel über den Vergleichszeitraum (17.9.00 00:00 – 3.11.00 23:59) gemittelt um so einen lokalen mittleren Wasserstand (MSL = mean sea level) zu bestimmen.



Alle Werte in Tabelle 3 wurden auf dieses lokale MSL bezogen. Neben den mittleren HW- und NW-Höhen (MHWH, MNWH), dem mittleren Tidenhub<sup>3</sup> (MTH) und dem Verhältnis von Steig- zu Falldauer ist auch der k-Faktor angegeben:

$$k = \frac{MThw - MSL}{MTH}$$

wobei MThw das mittlere Tidehalbwasser<sup>4</sup> ist. Der k-Faktor ist ein Maß für die Verschiebung des Tidehalbwassers gegenüber dem MSL und gibt damit Hinweise auf die Kontinuität der örtlichen Tideverhältnisse [Lassen und Siefert (1996)]. Lassen und Siefert geben für die Jahre 1984, 1986, 1987, 1988 und 1991 für den Pegel Helgoland einen k-Faktor von 0.87 bis 0.89 und ein Verhältnis von Steig- zu Falldauer von 0.47 oder 0.48. Diese Werte decken sich mit denen an Position H und dem Südhafenpegel, die Werte an der Position I sind mit  $k = 0.44$  und  $MSD/MFD = 0.86$  etwas kleiner.

Bei den Mittelwerten der Steig- und Falldauer zeigt sich eine gute Übereinstimmung zwischen dem Südhafenpegel und Position H. Bei Position I ist die Steigdauer geringfügig kürzer und die Falldauer entsprechend länger. Bei den Extremwerten hingegen passen der Südhafenpegel und Position I gut zusammen, während Position H deutlich herausfällt. Die Steig- und Falldauern liegen hier zwischen 9h 30' und 3h 20', bzw. zwischen 9h und 4h 30'.

Bei den mittleren Hoch- und Niedrigwasserhöhen, beim mittleren Tidenhub und Tidehalbwasser stimmen der Südhafenpegel und Position H ebenfalls gut überein, wobei H wieder größere Abweichungen bei den Extremwerten zeigt. Bei Position I sind der mittlere Tidenhub und die HW- und NW-Höhen deutlich geringer.

---

<sup>3</sup> Tidenhub = arithmetisches Mittel aus Tidenstieg und Tidenfall.

<sup>4</sup> Tidehalbwasser = (vorangehende NWH + 2 HWH + nachfolgende NWH)/4.

**Tabelle 3: Gezeitenstatistik**

	Mittel	Std.Abw.	Maximum	Minimum
<b>Position I:</b>				
MHWH [m] :	0.84	0.33	1.77	-0.44
MNWH [m] :	-1.08	0.38	0.05	-1.96
MThw [m] :	-0.12	0.30	0.62	-1.13
MTH [m] :	1.91	0.33	2.53	1.12
MSD [h:m]:	5:44	0:24	7:20	5:00
MFD [h:m]:	6:39	0:22	7:30	5:20
MSD/MFD []:	0.86			
k []:	0.44			
<b>Position H:</b>				
MHWH [m] :	1.06	0.49	2.14	-0.66
MNWH [m] :	-1.18	0.47	0.05	-2.16
MThw [m] :	-0.06	0.35	0.59	-1.25
MTH [m] :	2.24	0.58	3.80	1.19
MSD [h:m]:	5:49	0:44	9:30	3:20
MFD [h:m]:	6:35	0:59	9:00	4:30
MSD/MFD []:	0.88			
k []:	0.47			
<b>WSA-Pegel Helgoland Südhafen:</b>				
MHWH [m] :	1.05	0.34	1.93	0.19
MNWH [m] :	-1.18	0.42	0.54	-1.97
MThw [m] :	-0.06	0.31	1.05	-0.84
MTH [m] :	2.23	0.38	2.87	1.30
MSD [h:m]:	5:47	0:18	7:14	5:27
MFD [h:m]:	6:36	0:20	7:31	5:12
MSD/MFD []:	0.88			
k []:	0.47			

MHWH, MNWH: Mittlere HW-, bzw. NW-Höhe  
 MSD, MFD : Mittlere Steig-, bzw. Falldauer  
 MThw: Mittleres Tidehalbwasser  
 MTH : Mittlerer Tidenhub

In einem weiteren Schritt wurden die Messungen an den Pegel im Helgoländer Binnenhafen angeschlossen um so eine Synthese für das Jahr 2000 zu erhalten. Tabelle 4 zeigt die mit diesem Verfahren bestimmten Gezeitengrundwerte zusammen mit den für die Synthese benutzen Gezeitengrundwerten des Binnenhafenpegels, die aus einem fünfjährigem Mittel über die Jahre 1996 bis 2000 bestehen. Die Zeitunterschiede der Intervallwerte resultieren zum Teil aus der zeitlichen Begrenztheit der Messdaten. Ferner ist zu beachten, dass die Messwerte der Aanderaa-Pegel einen integrierenden Zeitschritt von 10 Minuten haben, während die Registrierungen der Pegel im Süd- und Binnenhafen im Minutenabstand vorliegen. Hierdurch kommt es natürlich schon bei der Festlegung der HW- und NW-Zeiten der Aanderaa-Pegel zu einer Ungenauigkeit gegenüber den Hafenpegeln.



Bei den Tidenhuben zeigt sich, dass diese auf Position I östlich des Riffbogens deutlich geringer sind als auf den anderen Positionen. Auch die spektrale Energiedichte der halbtägigen Partialtiden ist auf Position I geringer (siehe Tabelle 5).

**Tabelle 4: Gezeitenstatistik - Synthese**

Position	:Binnenhafen	I	H	Südhafen
Synthese	: 1996-2000	2000	2000	2000
Recordnr.	:	a00411	a00412	a00413
MHWI	[h:m]: 10:41	11:05	11:20	11:01
MSpHWI	[h:m]: 10:40	11:25	11:51	11:02
MNpHWI	[h:m]: 10:27	11:37	10:46	10:22
MNWI	[h:m]: 17:25	17:49	18:00	17:42
MSpNWI	[h:m]: 17:24	18:13	18:47	17:41
MNpNWI	[h:m]: 17:16	18:31	17:16	17:03
MTH	[m] : 2.43	2.04	2.36	2.34
MSpTH	[m] : 2.76	2.52	3.04	2.66
MNpTH	[m] : 1.98	1.39	1.58	1.86

MHWI, MNWI: mittleres Hoch-, bzw. Niedrigwasserintervall  
MSpHWI, MSpNWI: mittleres SpringHW-, bzw. SpringNW-Intervall  
MNpHWI, MNpNWI: mittleres NippHW-, bzw. NippNW-Intervall  
MTH: mittlerer Tidenhub  
MSpTH, MNpTH: mittlerer Spring-, bzw. Nipptidenhub

**Tabelle 5: Maxima der spektralen Energiedichte**

Periode [h]:	12.5	6.2	4.2
Partialtide:	M <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , S <sub>2</sub>	M <sub>4</sub> , MS <sub>4</sub>	M <sub>6</sub> , 2MS <sub>6</sub>
Spektrale Energiedichte [m <sup>2</sup> /cph]			
Position I :	112.36	1.34	0.13
Position H :	134.53	1.32	0.56
Südhafen :	145.58	0.80	0.14

Aufgrund des vorliegenden Datenmaterials kann über die Ursache der Anomalien der Tidekurven im Bereich der Tonne „Helgoland West“ (Position H) nur spekuliert werden. Die exemplarisch in Abb. 13 dargestellten Anomalien (20./21.10.2000) können in unregelmäßigen Abständen ständig auf dieser Position beobachtet werden. Sie sind nicht an bestimmte

Windrichtungen gebunden und sind auch nicht zwingend an meteorologische Ereignisse wie z.B. stürmische Winde, den Durchgang von Fronten oder plötzliche Änderungen der Windrichtung gebunden. Bellack et al. (2000) berichten, dass bei stürmischen Westwinden die Wassermassen gegen die westliche Steilküste von Helgoland gedrückt werden. Aufgrund der leicht halbkreisförmigen Gestalt der Küste kann das Wasser zum Teil nur zurück in Richtung See reflektiert werden, was zu einer Aufsteilung des Seegangs führt. Reflexionen der von Westen kommenden Gezeitenwelle, bzw. einzelner Partialtiden, könnten zu Überlagerungen westlich der Insel führen und wäre eine mögliche Ursache für die beobachteten Phänomene.



## Literatur

- Bellack, A., K.-F. Brückner, P. Gruhlke, U. Kröger, C. Pichlo, A. Präber, P. Reymer und A. Scholz, 2000:** Das Buch der Vorleute, Seemannschaft. Verlag H.M. Hauschild, Bremen, 176pp.
- Brockmann, C., W. Lange, E. Mittelstaedt und K.C. Soetje, 1981:** The Tidal Stream in the German Bight. A comparison of measurements and numerical model results. Dt. hydrogr. Z., **34**, 56-60.
- BSH, 2000:** Gezeitentafeln für das Jahr 2000. Europäische Gewässer. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg und Rostock, 220pp.
- Horn, W., 1942:** Gezeitenerscheinungen. Aus: „Lehrbuch der Navigation für die Kriegs- und Handelsmarine“. Arthur Geist Verlag, Bremen, 399-459.
- Lassen, H. und W. Siefert, 1996:** Tideablauf und Meeresspiegel im Bereich der südöstlichen Nordsee-Amphidromien. Die Küste, **58**, 109-160.
- Mittelstaedt, E., W. Lange, C. Brockmann und K.C. Soetje, 1983:** Die Strömungen in der Deutschen Bucht. Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg, 141 S.
- Schirmer, F., Th. Schlick, K.W. Gurgel, R. Doerffer, und M. Hamann, 1994:** CODAR-Fernerkundung der Oberflächenströmung. In: Prozesse im Schadstoffkreislauf Meer-Atmosphäre: Ökosystem Deutsche Bucht (PRISMA). Zentrum für Meeres- und Klimaforschung der Universität Hamburg (ZMK), Abschlußbericht April 1994.

# Anhang A

## Tabellarische und graphische Darstellung der Gezeitenströme

Anhang A gibt eine tabellarische Darstellung der Gezeitenströme. Das im Tabellenkopf angegebene Zeitintervall ist der Zeitraum, für den die Gezeitenströme analysiert wurden. Da bei einem Messintervall von 10 Minuten, das bei allen Messungen vorliegt, aufgrund der Vorgaben der angewendeten Programme maximal 83 Tage analysiert werden können, weicht dieser Zeitraum in einigen Fällen von dem in Tabelle 1 aufgeführten Messzeitraum ab. Der Bezugsort für alle Zeitserien ist der Hafenpegel in Helgoland.

**In den Tabellen werden folgende Abkürzungen und Parameter verwendet:**

Zeit (-6 bis +6)	Stunden vor bis Stunden nach Hochwasser (HW) in Helgoland
u	Zonale Komponente des Gezeitenstroms (Ost-West)
v	Meridionale Komponente des Gezeitenstroms (Nord-Süd)
V-Betrag	Betrag des Gezeitenstromvektors (in cm/s und Knoten)
dir	Richtung des Gezeitenstroms



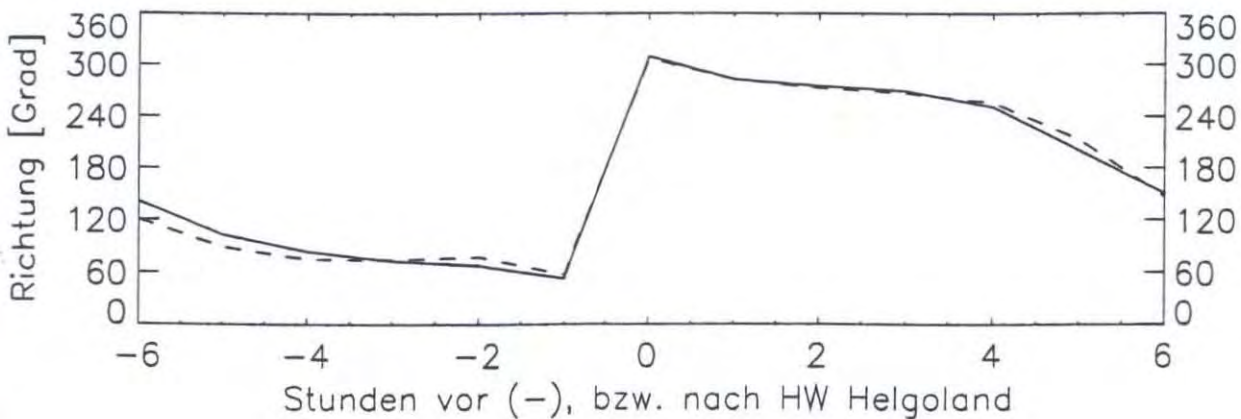
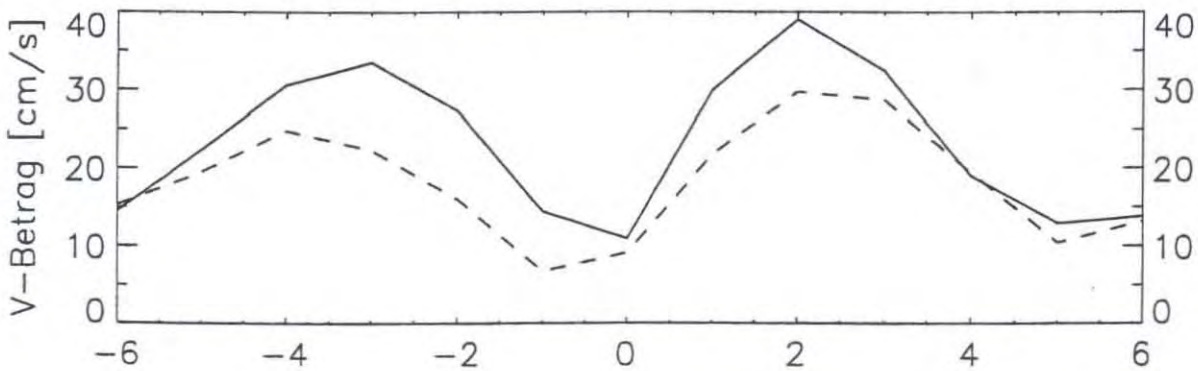
# Position A, 10 m

Position : 54° 13.456' N, 7° 50.661' E  
 Wassertiefe : 23 m

Recordnummer : 99700, Bin: 10, Messtiefe: 10 m  
 Zeitintervall: 20.04.1999 14:00 - 17.05.1999 18:50 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	9.2	-11.3	14.5	0.28	141.0	13.2	-7.7	15.3	0.30	120.3
-5	21.8	-4.9	22.3	0.43	102.7	19.5	0.4	19.5	0.38	88.7
-4	30.4	3.5	30.6	0.59	83.5	23.9	6.7	24.8	0.48	74.4
-3	32.0	10.0	33.5	0.65	72.7	21.5	6.1	22.3	0.43	74.2
-2	25.2	10.5	27.3	0.53	67.4	15.6	3.6	16.0	0.31	77.0
-1	11.4	8.7	14.4	0.28	52.8	5.7	3.6	6.7	0.13	57.5
HW	-8.4	6.9	10.9	0.21	309.5	-7.3	5.4	9.1	0.18	306.4
1	-29.2	6.6	29.9	0.58	282.8	-21.2	5.0	21.7	0.42	283.2
2	-38.8	3.6	39.0	0.76	275.3	-29.7	1.4	29.7	0.58	272.8
3	-32.4	-0.4	32.4	0.63	269.3	-28.6	-1.7	28.7	0.56	266.6
4	-18.0	-6.2	19.0	0.37	250.9	-18.8	-4.7	19.4	0.38	255.9
5	-4.4	-12.1	12.9	0.25	199.9	-5.6	-8.7	10.4	0.20	212.4
6	6.8	-12.0	13.8	0.27	150.4	7.3	-11.0	13.2	0.26	146.6

—— Springtide, - - - Nipptide



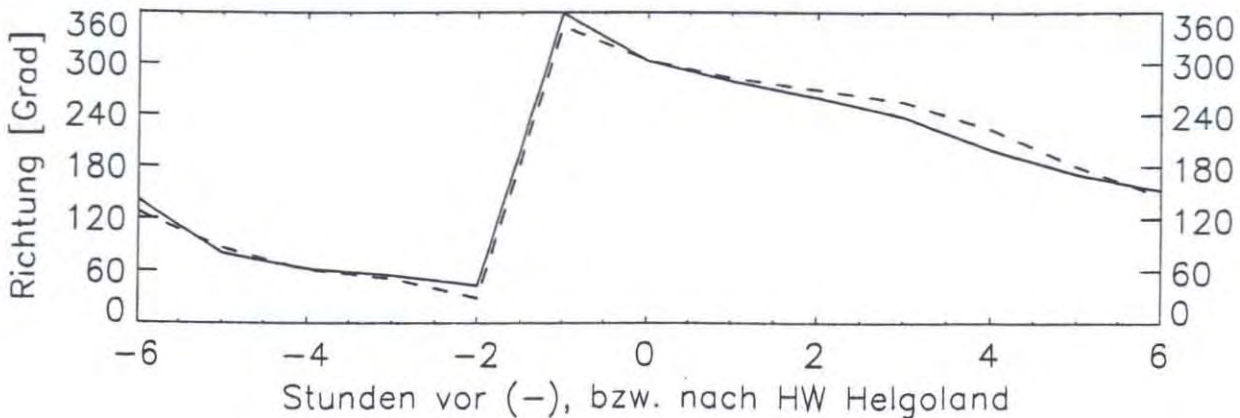
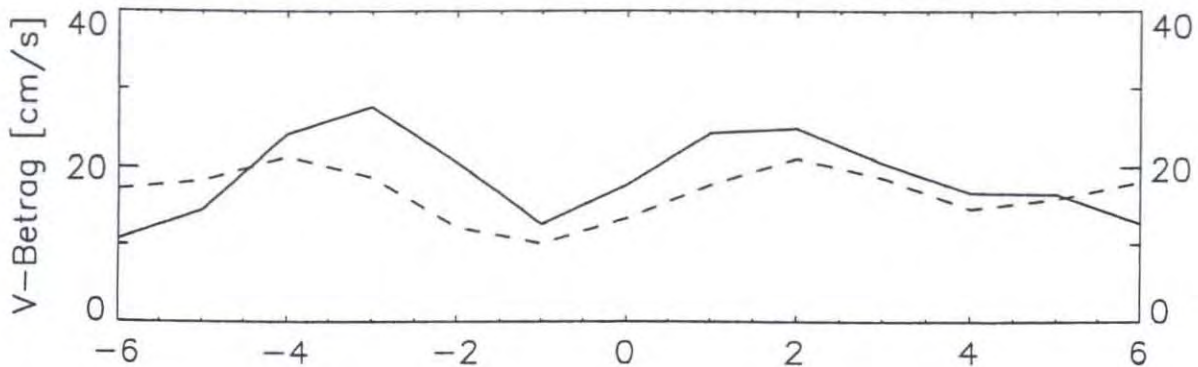
# Position A, 19 m

Position : 54° 13.456' N, 7° 50.661' E  
 Wassertiefe : 23 m

Recordnummer : 99700, Bin: 1, Messtiefe: 19 m  
 Zeitintervall: 20.04.1999 14:00 - 17.05.1999 18:50 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
19 m:										
-6	6.7	-8.3	10.7	0.21	141.2	13.7	-10.4	17.2	0.33	127.2
-5	14.3	2.4	14.5	0.28	80.6	18.3	1.1	18.3	0.36	86.6
-4	21.6	11.1	24.3	0.47	62.9	18.8	10.1	21.4	0.42	61.8
-3	22.8	15.9	27.8	0.54	55.1	14.5	11.7	18.7	0.36	51.0
-2	14.1	15.0	20.6	0.40	43.2	5.9	10.7	12.2	0.24	28.9
-1	-0.3	12.6	12.6	0.24	358.8	-2.9	9.6	10.1	0.20	343.2
HW	-14.8	9.7	17.7	0.34	303.3	-11.1	7.5	13.4	0.26	304.1
1	-24.0	4.2	24.4	0.47	279.9	-17.3	4.1	17.7	0.34	283.4
2	-24.7	-4.0	25.0	0.49	260.7	-21.1	0.0	21.1	0.41	270.0
3	-17.3	-11.0	20.5	0.40	237.6	-17.9	-4.7	18.6	0.36	255.3
4	-5.7	-15.7	16.7	0.32	199.9	-10.1	-10.6	14.6	0.28	223.6
5	2.5	-16.4	16.5	0.32	171.3	-0.1	-15.9	15.9	0.31	180.2
6	5.9	-11.3	12.7	0.25	152.6	10.1	-15.0	18.1	0.35	146.0

—— Springtide, - - - Nipptide





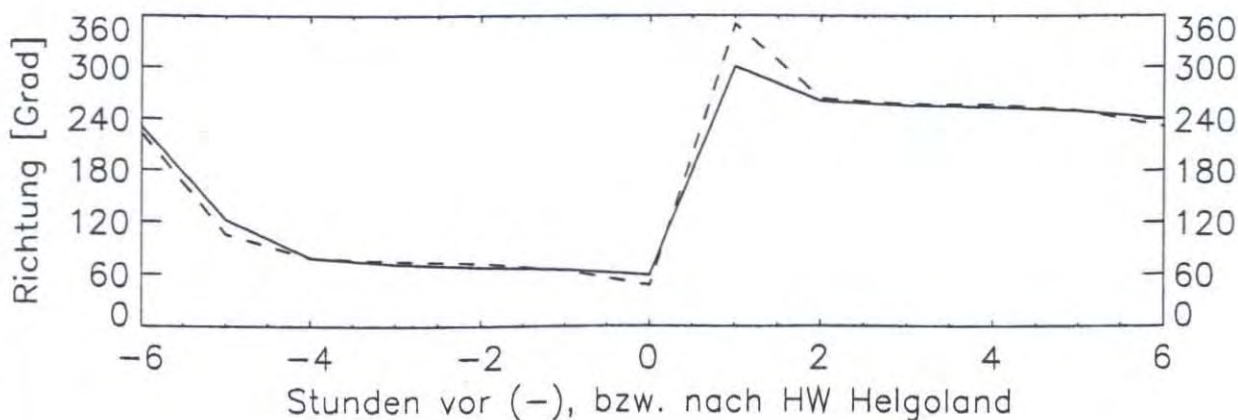
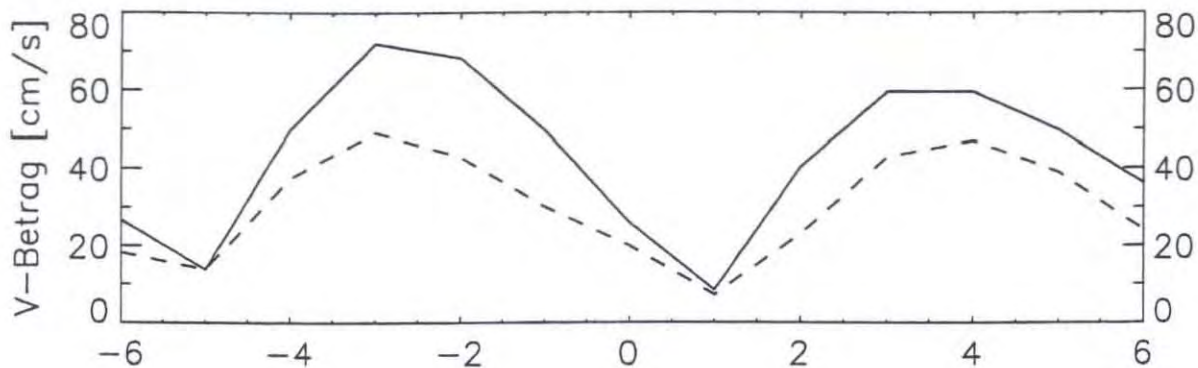
## Position B, 10 m

Position : 54° 14.249' N, 7° 50.579' E  
 Wassertiefe : 24 m

Recordnummer : 99701, Bin: 11, Messtiefe: 10 m  
 Zeitintervall: 20.04.1999 14:20 - 17.05.1999 18:20 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	-20.7	-16.9	26.7	0.52	230.7	-12.3	-13.4	18.2	0.35	222.6
-5	11.7	-7.3	13.8	0.27	122.2	13.3	-3.7	13.8	0.27	105.4
-4	48.9	9.9	49.8	0.97	78.6	36.7	7.5	37.4	0.73	78.4
-3	68.3	22.9	72.0	1.40	71.5	47.4	12.7	49.1	0.95	75.0
-2	63.2	25.8	68.2	1.33	67.8	40.8	12.8	42.7	0.83	72.5
-1	45.0	20.8	49.6	0.96	65.2	27.0	13.0	30.0	0.58	64.3
HW	22.1	13.3	25.8	0.50	58.9	14.5	13.5	19.8	0.38	47.1
1	-7.1	4.2	8.3	0.16	300.4	-1.2	7.0	7.1	0.14	350.3
2	-39.7	-6.4	40.2	0.78	260.8	-22.9	-2.4	23.0	0.45	264.0
3	-57.7	-14.6	59.6	1.16	255.8	-41.8	-9.2	42.8	0.83	257.6
4	-57.1	-17.0	59.5	1.16	253.4	-45.7	-10.8	46.9	0.91	256.6
5	-46.4	-17.8	49.7	0.97	249.0	-36.4	-13.5	38.9	0.76	249.6
6	-31.2	-17.9	36.0	0.70	240.2	-18.7	-15.1	24.0	0.47	231.2

—— Springtide, - - - Nipptide



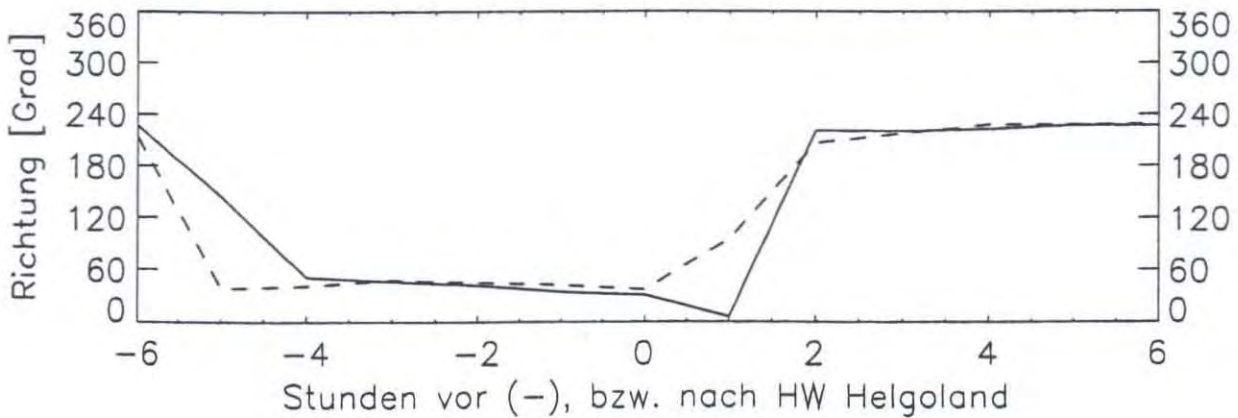
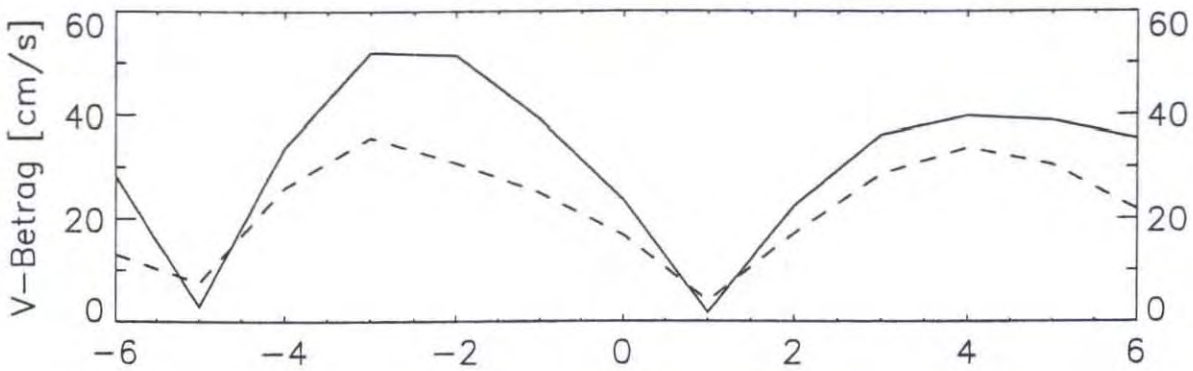
## Position B, 19 m

Position : 54° 14.249' N, 7° 50.579' E  
 Wassertiefe : 24 m

Recordnummer : 99701, Bin: 2, Messtiefe: 19 m  
 Zeitintervall: 20.04.1999 14:20 - 17.05.1999 18:20 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	-20.6	-19.4	28.3	0.55	226.8	-7.2	-10.8	13.0	0.25	213.7
-5	1.7	-2.3	2.9	0.06	143.8	4.7	5.9	7.5	0.15	38.5
-4	26.5	20.9	33.7	0.66	51.8	17.3	19.4	26.0	0.51	41.6
-3	37.7	35.8	52.0	1.01	46.5	26.7	23.7	35.7	0.69	48.4
-2	34.6	38.0	51.4	1.00	42.3	21.9	21.5	30.7	0.60	45.5
-1	22.1	32.2	39.1	0.76	34.5	16.9	18.3	24.9	0.48	42.6
HW	12.1	20.2	23.5	0.46	30.9	10.1	13.2	16.7	0.32	37.4
1	0.2	1.7	1.7	0.03	5.8	4.0	-0.4	4.0	0.08	95.6
2	-14.7	-17.0	22.4	0.44	220.9	-7.7	-15.3	17.1	0.33	206.5
3	-23.4	-27.6	36.2	0.70	220.3	-17.5	-22.6	28.6	0.56	217.7
4	-27.0	-29.3	39.8	0.77	222.7	-25.0	-22.6	33.7	0.65	227.9
5	-28.5	-26.5	38.9	0.76	227.1	-22.6	-20.4	30.4	0.59	227.9
6	-25.6	-24.4	35.4	0.69	226.4	-16.3	-14.3	21.7	0.42	228.8

— Springtide, - - - Nipptide





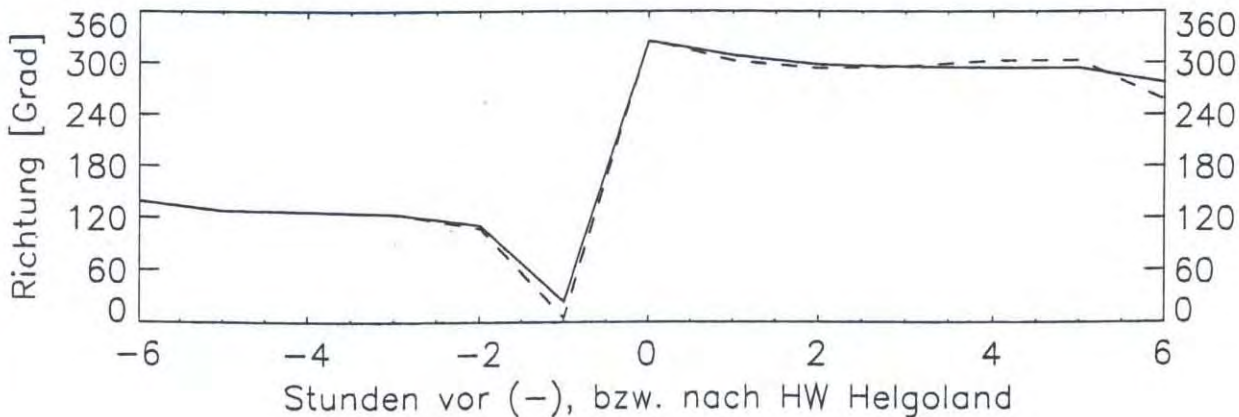
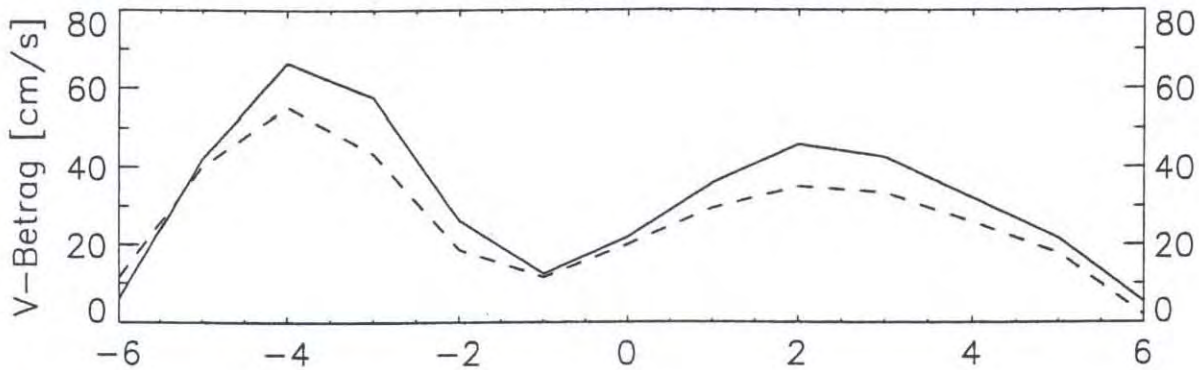
## Position C, 10 m

Position : 54° 13.683' N, 7° 53.667' E  
 Wassertiefe : 18 m

Recordnummer : 99702, Bin: 5, Messtiefe: 10 m  
 Zeitintervall: 20.04.1999 14:50 - 17.05.1999 17:50 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	4.0	-4.5	6.0	0.12	138.5	7.5	-8.5	11.4	0.22	138.6
-5	33.3	-25.5	41.9	0.81	127.5	31.6	-24.5	40.0	0.78	127.8
-4	53.5	-39.3	66.4	1.29	126.3	44.7	-32.6	55.3	1.07	126.1
-3	47.9	-32.0	57.6	1.12	123.7	36.1	-23.9	43.3	0.84	123.5
-2	24.5	-9.3	26.2	0.51	110.8	17.8	-5.5	18.6	0.36	107.2
-1	5.0	11.4	12.4	0.24	23.5	1.0	11.4	11.5	0.22	4.8
HW	-12.5	18.0	21.9	0.43	325.2	-11.2	16.6	20.0	0.39	326.0
1	-28.1	22.1	35.8	0.70	308.2	-24.9	15.5	29.4	0.57	301.9
2	-40.4	21.4	45.7	0.89	297.9	-32.1	13.9	35.0	0.68	293.5
3	-38.4	18.3	42.5	0.83	295.5	-30.0	14.5	33.4	0.65	295.8
4	-29.3	13.1	32.1	0.62	294.1	-21.8	13.9	25.8	0.50	302.4
5	-19.7	8.7	21.6	0.42	293.8	-14.9	9.5	17.7	0.34	302.5
6	-5.2	0.7	5.2	0.10	277.2	-1.8	-0.4	1.8	0.04	256.5

—— Springtide, - - - Nipptide



Stunden vor (-), bzw. nach HW Helgoland

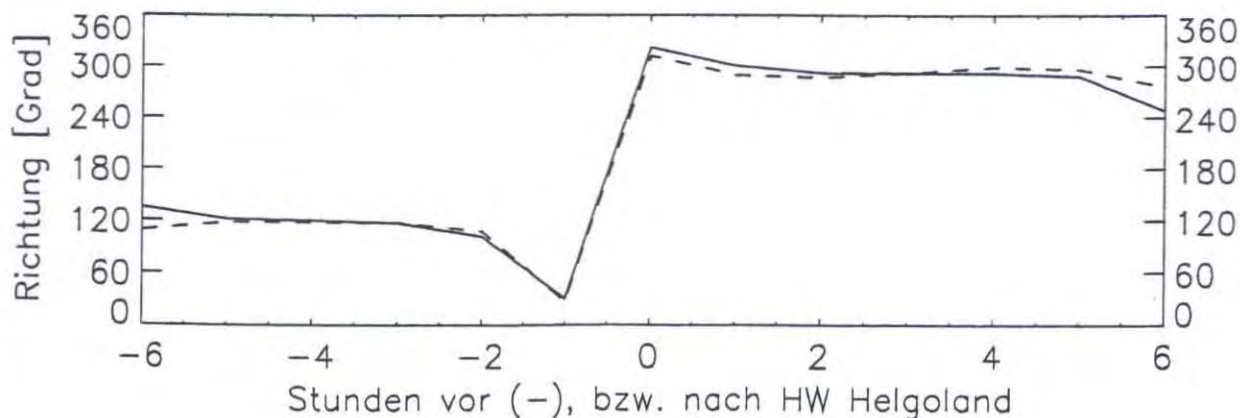
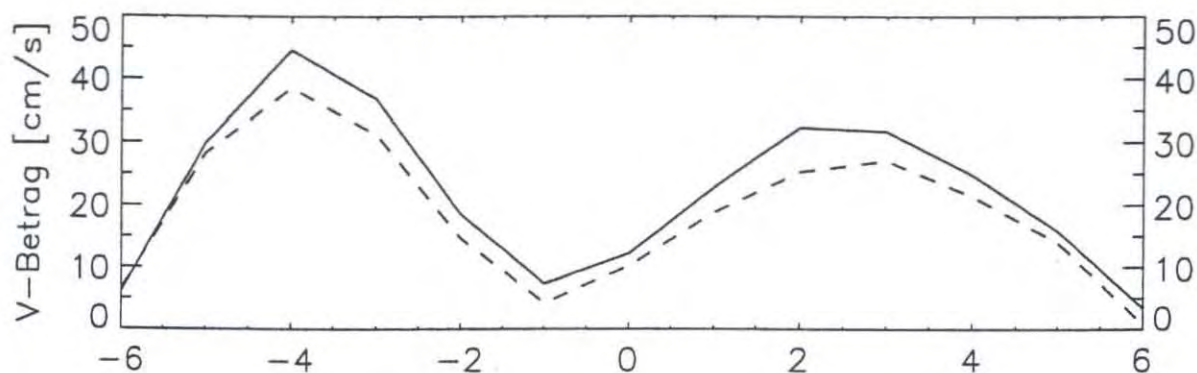
## Position C, 14 m

Position : 54° 13.683' N, 7° 53.667' E  
 Wassertiefe : 18 m

Recordnummer : 99702, Bin: 1, Messtiefe: 14 m  
 Zeitintervall: 20.04.1999 14:50 - 17.05.1999 17:50 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	4.3	-4.3	6.1	0.12	134.8	6.2	-2.1	6.5	0.13	108.6
-5	25.5	-15.6	29.9	0.58	121.5	25.1	-13.2	28.3	0.55	117.7
-4	38.6	-22.4	44.6	0.87	120.1	34.1	-18.2	38.6	0.75	118.0
-3	32.8	-16.6	36.8	0.71	116.9	27.7	-14.4	31.2	0.61	117.4
-2	18.2	-3.6	18.5	0.36	101.3	13.9	-4.4	14.6	0.28	107.4
-1	3.6	6.3	7.3	0.14	30.0	1.9	3.8	4.2	0.08	26.6
HW	-7.5	9.6	12.2	0.24	321.8	-7.6	6.8	10.2	0.20	312.0
1	-19.6	11.7	22.8	0.44	300.7	-17.7	6.4	18.8	0.37	290.0
2	-30.0	12.3	32.4	0.63	292.4	-24.2	7.5	25.3	0.49	287.2
3	-29.4	12.2	31.8	0.62	292.5	-25.0	10.4	27.1	0.53	292.7
4	-23.0	9.4	24.8	0.48	292.1	-18.7	10.4	21.4	0.42	299.1
5	-14.9	5.0	15.8	0.31	288.5	-12.4	6.1	13.9	0.27	296.3
6	-3.2	-1.3	3.4	0.07	248.0	-0.8	0.1	0.8	0.02	276.1

—— Springtide, - - - Nipptide



Stunden vor (-), bzw. nach HW Helgoland



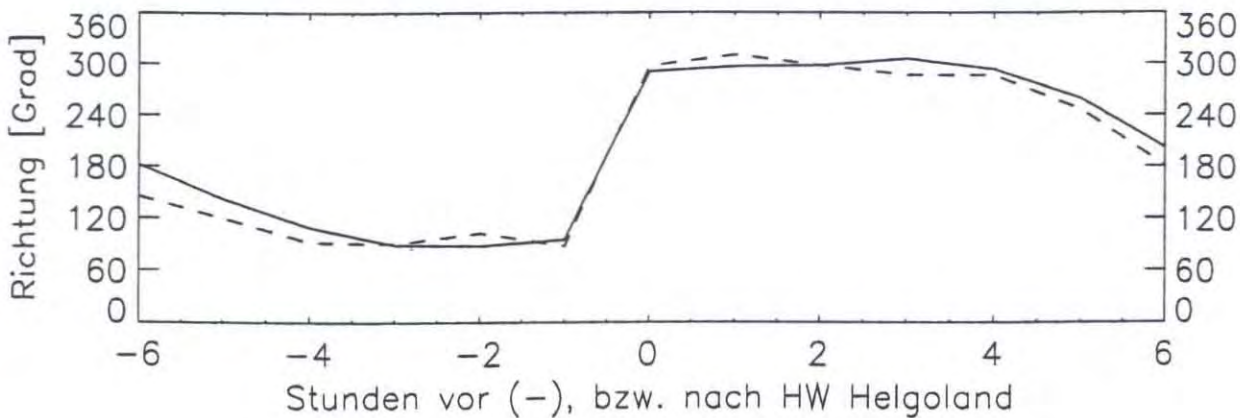
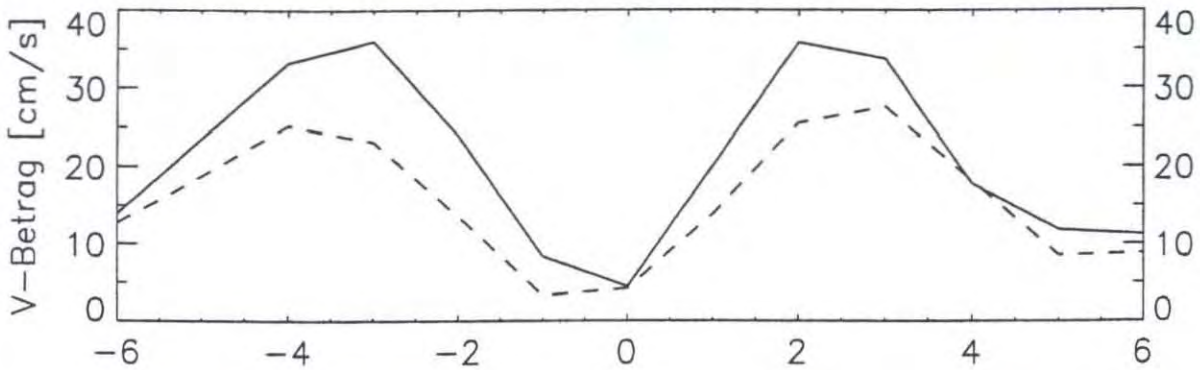
# Position D, 13 m

Position : 54° 12.90' N, 7° 50.20' E  
 Wassertiefe : 27 m

Recordnummer : 93021, Messtiefe: 13 m  
 Zeitintervall: 08.04.1993 12:30 - 12.05.1993 3:30 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	-0.4	-13.9	13.9	0.27	181.7	7.2	-10.4	12.7	0.25	145.1
-5	14.5	-18.4	23.5	0.46	141.7	16.3	-9.1	18.7	0.36	119.2
-4	31.4	-10.6	33.2	0.64	108.7	25.2	-0.6	25.2	0.49	91.5
-3	36.0	0.8	36.0	0.70	88.7	23.1	-0.1	23.1	0.45	90.2
-2	23.9	1.0	23.9	0.46	87.6	13.2	-2.9	13.5	0.26	102.4
-1	8.2	-0.7	8.3	0.16	94.8	3.2	0.2	3.3	0.06	87.3
HW	-4.1	1.5	4.4	0.09	290.6	-3.7	1.9	4.2	0.08	297.1
1	-17.9	8.9	20.0	0.39	296.4	-10.5	8.9	13.8	0.27	310.1
2	-31.7	16.6	35.8	0.70	297.7	-22.5	11.9	25.5	0.50	297.8
3	-27.3	19.6	33.7	0.65	305.7	-26.5	7.8	27.6	0.54	286.4
4	-16.3	6.9	17.7	0.34	292.9	-17.4	5.0	18.1	0.35	285.9
5	-11.6	-2.2	11.8	0.23	259.0	-7.8	-3.5	8.5	0.17	246.0
6	-4.1	-10.5	11.2	0.22	201.5	0.0	-8.8	8.8	0.17	180.0

—— Springtide, - - - Nipptide



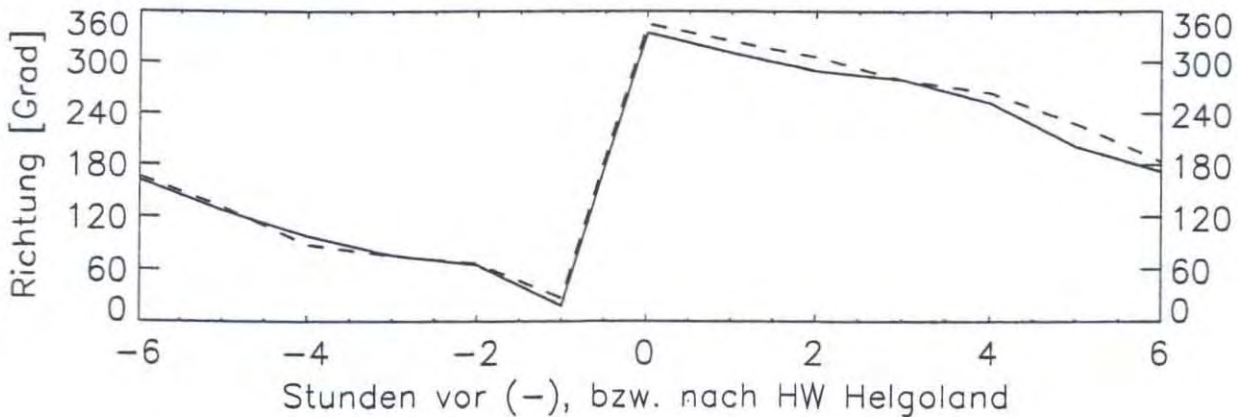
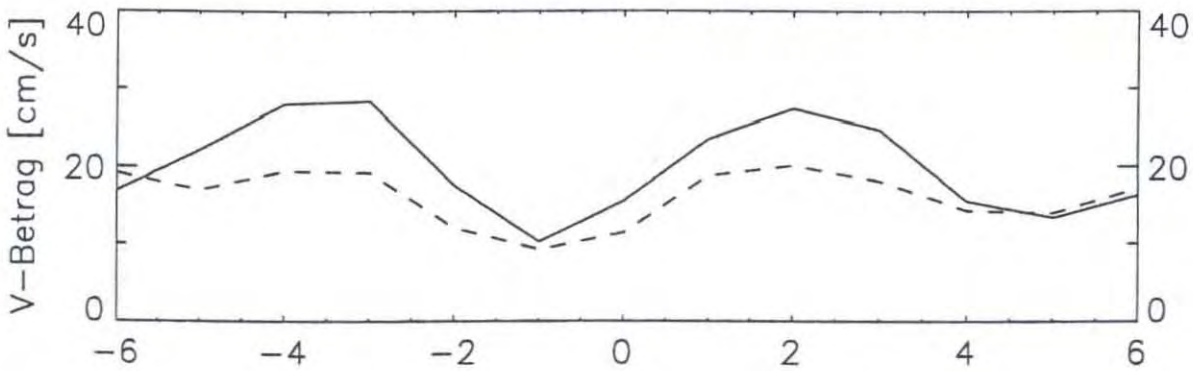
# Position D, 24 m

Position : 54° 12.90' N, 7° 50.20' E  
 Wassertiefe : 27 m

Recordnummer : 93022, Messtiefe: 24 m  
 Zeitintervall: 08.04.1993 12:30 - 12.05.1993 3:30 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	kn	dir	u	v	V-Betrag	kn	dir
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	5.3	-16.0	16.9	0.33	161.7	4.7	-18.6	19.2	0.37	165.9
-5	17.7	-13.3	22.1	0.43	127.1	12.8	-11.2	17.0	0.33	131.2
-4	27.7	-3.7	28.0	0.54	97.7	19.4	0.8	19.4	0.38	87.7
-3	27.5	7.1	28.4	0.55	75.5	18.6	5.0	19.2	0.37	74.9
-2	15.8	7.5	17.5	0.34	64.6	11.0	4.8	12.0	0.23	66.4
-1	3.1	9.7	10.2	0.20	17.8	4.2	8.2	9.2	0.18	27.0
HW	-6.7	13.9	15.5	0.30	334.5	-3.0	11.0	11.4	0.22	344.8
1	-17.7	15.4	23.5	0.46	310.9	-10.9	15.3	18.8	0.36	324.6
2	-25.7	9.4	27.4	0.53	290.2	-16.2	11.9	20.1	0.39	306.2
3	-24.4	4.2	24.7	0.48	279.8	-17.9	3.0	18.1	0.35	279.5
4	-14.8	-4.6	15.5	0.30	252.7	-14.2	-1.3	14.3	0.28	264.7
5	-4.8	-12.5	13.4	0.26	201.0	-10.3	-9.4	14.0	0.27	227.7
6	2.4	-16.2	16.3	0.32	171.6	-1.0	-17.1	17.2	0.33	183.3

— Springtide, - - - Nipptide





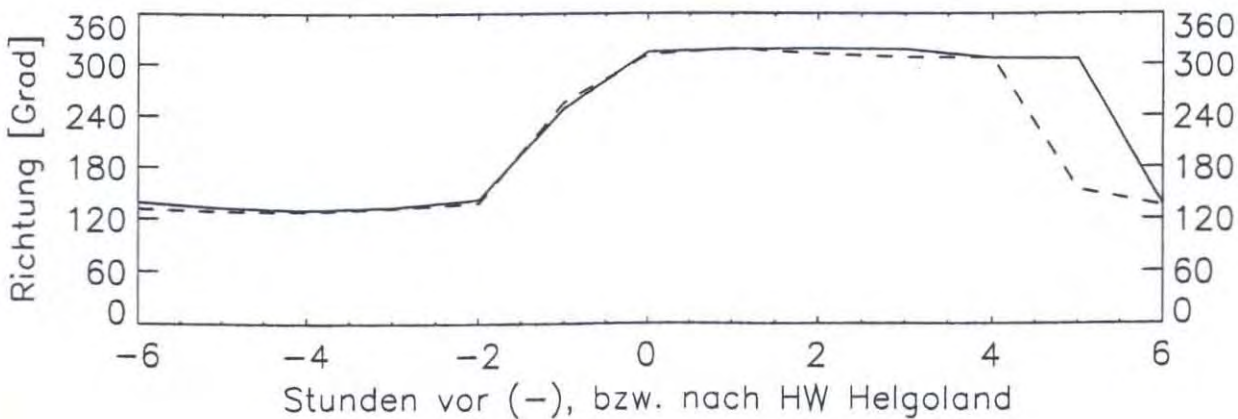
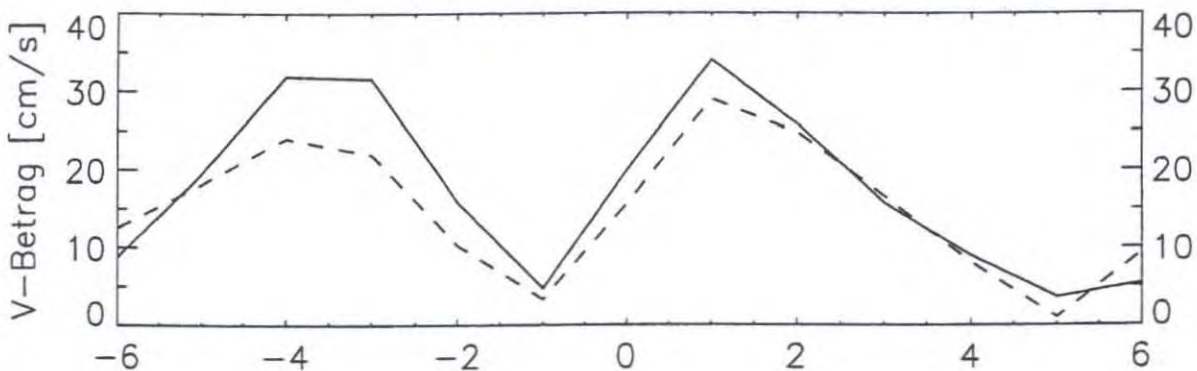
## Position E, 10 m

Position : 54° 12.09' N, 7° 52.90' E  
 Wassertiefe : 15 m

Recordnummer : 93025; Messtiefe: 10 m  
 Zeitintervall: 13.04.1993 15:20 - 12.05.1993 03:00 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	5.7	-6.5	8.7	0.17	138.7	9.4	-8.2	12.5	0.24	131.2
-5	14.3	-13.1	19.4	0.38	132.5	14.2	-11.2	18.1	0.35	128.3
-4	24.5	-20.4	31.9	0.62	129.8	18.9	-14.8	24.0	0.47	128.0
-3	23.0	-21.7	31.6	0.61	133.4	16.2	-14.7	21.9	0.43	132.1
-2	9.7	-12.4	15.8	0.31	142.0	6.8	-7.6	10.2	0.20	137.9
-1	-4.4	-1.7	4.7	0.09	248.5	-3.2	-0.8	3.3	0.06	255.9
HW	-14.1	14.1	19.9	0.39	314.9	-11.7	10.4	15.6	0.30	311.6
1	-22.9	25.2	34.0	0.66	317.8	-19.3	21.7	29.0	0.56	318.4
2	-17.0	19.3	25.8	0.50	318.6	-18.3	16.7	24.7	0.48	312.3
3	-10.6	11.6	15.7	0.31	317.7	-13.0	10.3	16.6	0.32	308.5
4	-7.0	5.4	8.9	0.17	307.7	-6.4	4.9	8.0	0.16	307.7
5	-2.9	2.1	3.6	0.07	306.4	0.5	-0.9	1.0	0.02	153.8
6	3.7	-3.9	5.4	0.10	136.2	6.6	-6.5	9.3	0.18	134.9

—— Springtide, - - - Nipptide



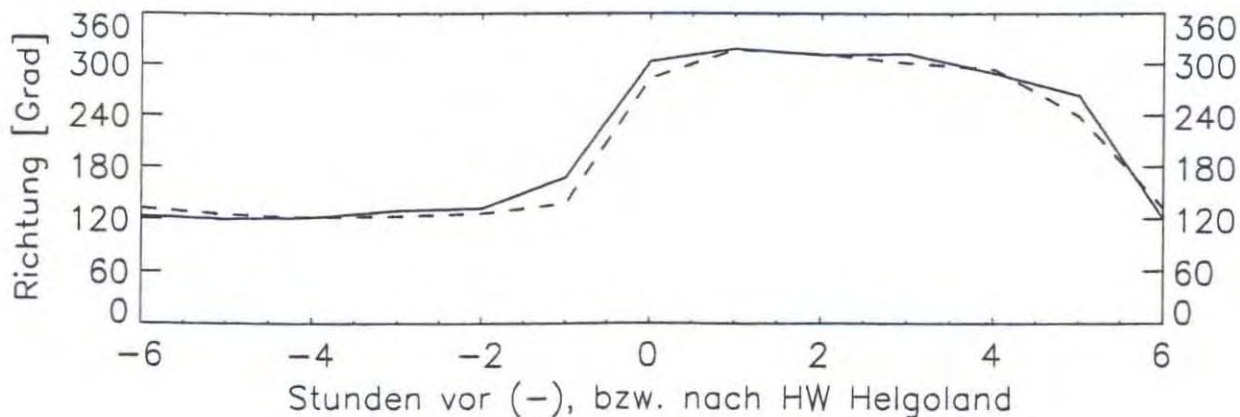
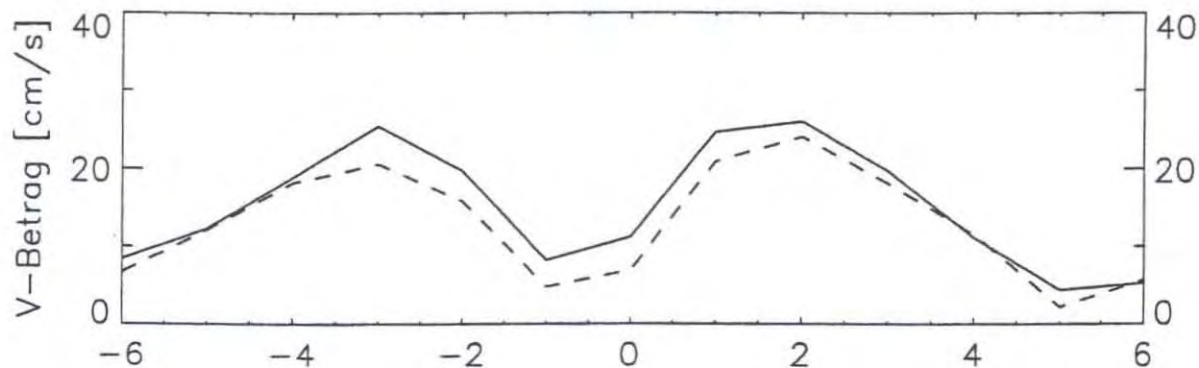
## Position E, 14 m

Position : 54° 12.09' N, 7° 52.90' E  
 Wassertiefe : 15 m

Recordnummer : 93026; Messtiefe: 14 m  
 Zeitintervall: 13.04.1993 15:20 - 12.05.1993 03:30 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	7.1	-4.6	8.4	0.16	123.1	5.0	-4.5	6.7	0.13	132.2
-5	10.7	-6.1	12.3	0.24	119.9	9.9	-7.0	12.1	0.24	125.2
-4	16.0	-10.0	18.9	0.37	121.9	15.4	-9.7	18.2	0.35	122.2
-3	19.7	-16.3	25.5	0.50	129.6	17.3	-11.2	20.6	0.40	123.1
-2	14.6	-13.2	19.7	0.38	132.2	12.7	-9.4	15.8	0.31	126.3
-1	1.7	-8.0	8.2	0.16	167.9	3.2	-3.6	4.8	0.09	137.7
HW	-9.4	6.2	11.2	0.22	303.5	-6.7	1.7	6.9	0.13	284.2
1	-16.4	18.4	24.7	0.48	318.2	-14.3	15.3	20.9	0.41	316.9
2	-19.6	17.2	26.1	0.51	311.3	-17.9	16.2	24.1	0.47	312.2
3	-14.5	13.4	19.7	0.38	312.6	-15.4	9.5	18.1	0.35	301.7
4	-10.5	3.8	11.1	0.22	290.0	-10.5	4.8	11.5	0.22	294.7
5	-4.3	-0.5	4.4	0.08	263.5	-1.9	-1.1	2.2	0.04	239.0
6	4.6	-2.6	5.3	0.10	119.3	4.2	-3.8	5.7	0.11	131.9

— Springtide, - - - Nipptide





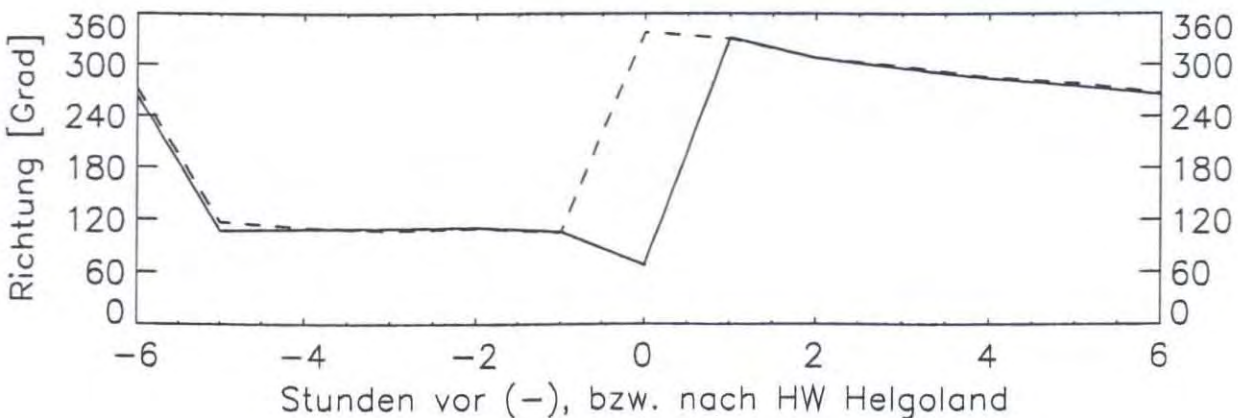
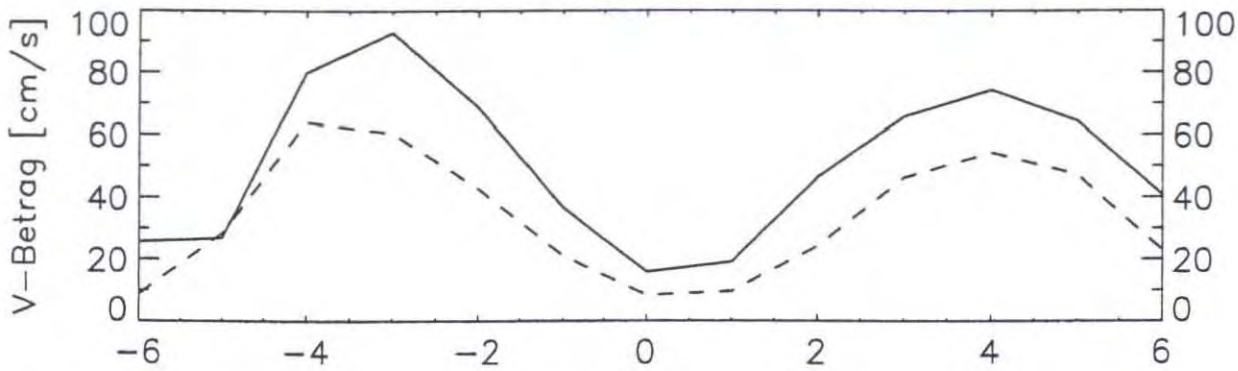
## Position F, 12 m

Position : 54° 9.30' N, 7° 53.40' E  
 Wassertiefe : 23 m

Recordnummer : 93023, Messtiefe: 12 m  
 Zeitintervall: 08.04.1993 11:20 - 29.04.1993 01:10 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	-25.4	-2.9	25.6	0.50	263.5	-8.7	0.4	8.7	0.17	272.5
-5	25.6	-7.8	26.8	0.52	106.8	25.3	-12.9	28.4	0.55	116.9
-4	75.7	-25.7	79.9	1.55	108.8	59.7	-22.6	63.9	1.24	110.7
-3	87.5	-31.1	92.9	1.81	109.6	58.0	-17.4	60.5	1.18	106.7
-2	64.2	-24.4	68.6	1.33	110.8	40.1	-14.4	42.6	0.83	109.7
-1	35.1	-10.2	36.6	0.71	106.2	20.2	-5.5	21.0	0.41	105.1
HW	14.6	6.0	15.8	0.31	67.8	-3.1	7.7	8.3	0.16	338.0
1	-9.1	16.7	19.0	0.37	331.5	-4.8	8.3	9.6	0.19	330.2
2	-36.7	28.1	46.3	0.90	307.5	-19.1	14.8	24.1	0.47	307.9
3	-59.5	28.3	65.8	1.28	295.4	-40.8	21.7	46.2	0.90	298.0
4	-72.2	17.6	74.3	1.44	283.7	-52.3	14.4	54.2	1.05	285.4
5	-64.1	5.4	64.3	1.25	274.8	-46.7	6.8	47.2	0.92	278.3
6	-40.4	-3.6	40.6	0.79	264.8	-22.7	-1.2	22.8	0.44	266.9

— Springtide, - - - Nipptide



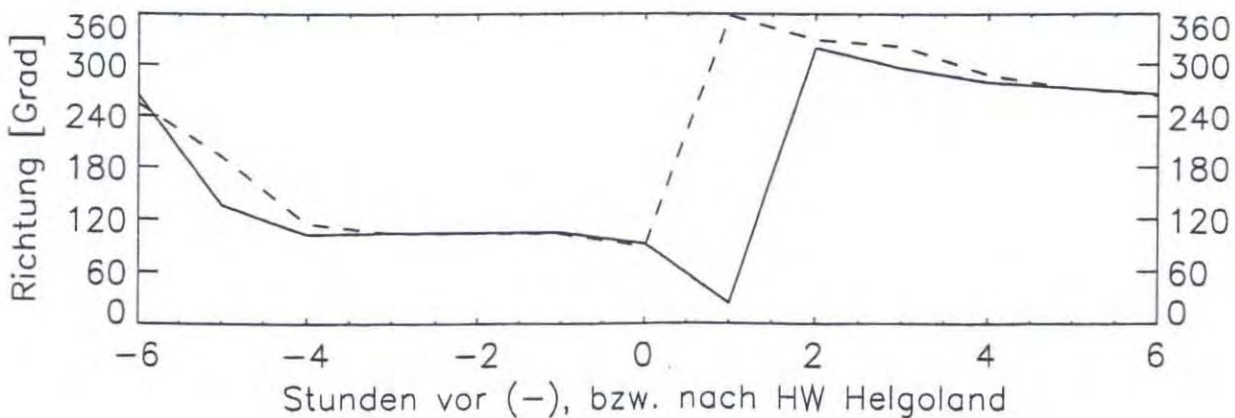
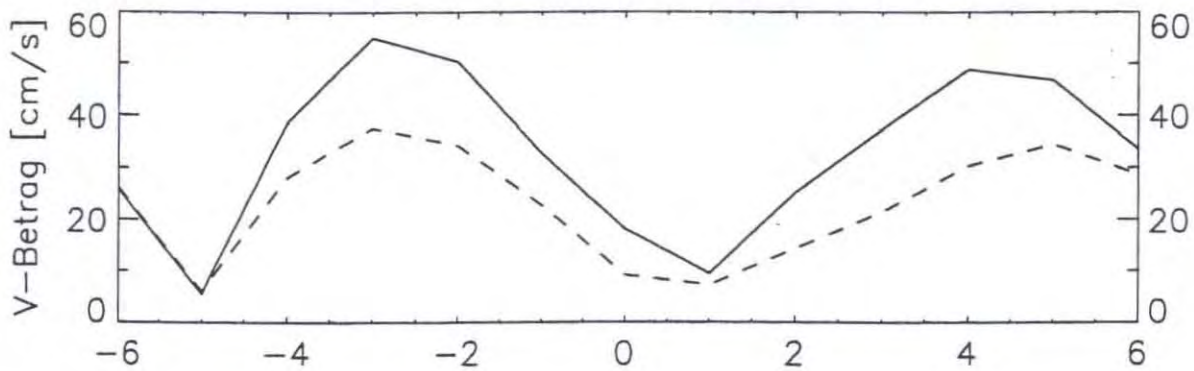
## Position F, 20 m

Position : 54° 9.30' N, 7° 53.40' E  
 Wassertiefe : 23 m

Recordnummer : 93024, Messtiefe: 20 m  
 Zeitintervall: 08.04.1993 11:30 - 12.05.1993 05:00 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	-25.8	-2.5	25.9	0.50	264.5	-25.2	-7.1	26.2	0.51	254.2
-5	3.8	-4.0	5.5	0.11	136.2	-1.3	-5.9	6.0	0.12	192.3
-4	37.7	-8.5	38.6	0.75	102.6	25.4	-11.8	28.1	0.55	115.0
-3	53.2	-13.7	55.0	1.07	104.5	36.5	-9.0	37.6	0.73	103.9
-2	48.6	-12.9	50.3	0.98	104.8	33.0	-8.7	34.2	0.66	104.8
-1	31.5	-8.6	32.7	0.64	105.2	22.1	-5.3	22.7	0.44	103.4
HW	18.0	-0.6	18.0	0.35	91.8	9.1	0.2	9.1	0.18	88.7
1	3.7	8.6	9.4	0.18	23.2	-0.3	7.2	7.2	0.14	358.0
2	-16.3	19.2	25.2	0.49	319.7	-7.3	12.3	14.3	0.28	329.5
3	-33.5	16.4	37.3	0.73	296.1	-13.3	16.8	21.4	0.42	321.6
4	-48.0	8.4	48.8	0.95	280.0	-28.8	9.4	30.3	0.59	288.1
5	-46.7	2.3	46.7	0.91	272.8	-34.4	1.6	34.5	0.67	272.6
6	-33.4	-2.4	33.5	0.65	265.9	-28.4	-3.1	28.6	0.56	263.8

— Springtide, - - - Nipptide





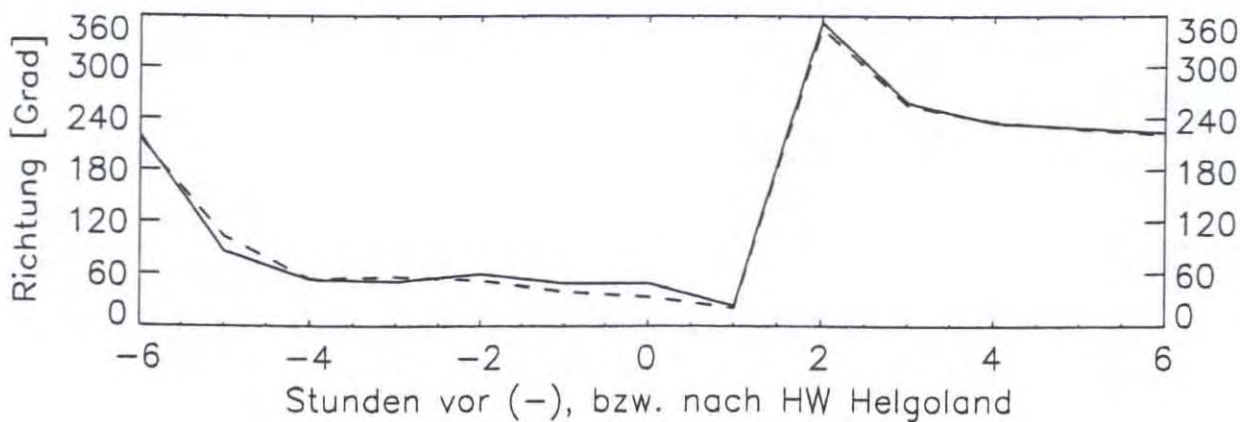
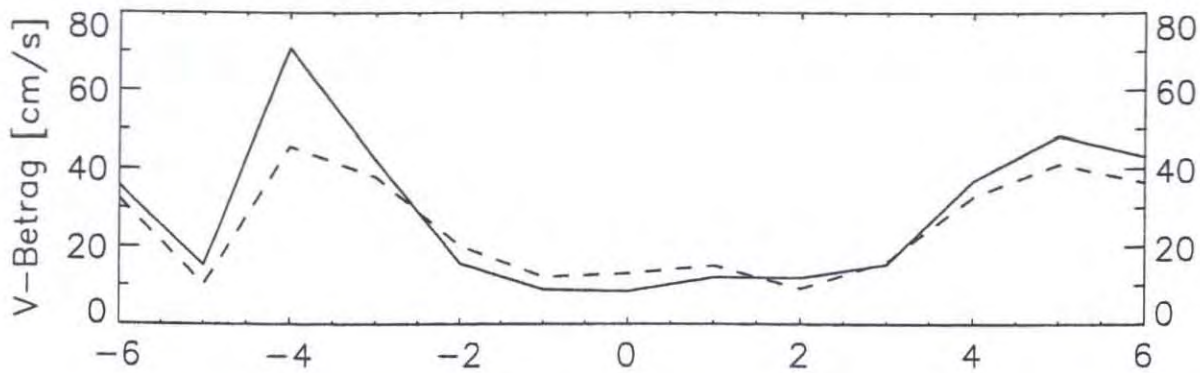
# Position G, 10 m

Position : 54° 9.822' N, 7° 55.630' E  
 Wassertiefe : 21 m

Recordnummer : 01703, Bin: 9, Messtiefe: 10 m  
 Zeitintervall: 16.09.2000 13:20 - 05.12.2000 13:20 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	-23.1	-27.2	35.7	0.69	220.4	-19.1	-26.2	32.4	0.63	216.1
-5	15.1	1.1	15.2	0.29	85.8	9.9	-2.2	10.2	0.20	102.8
-4	56.5	42.6	70.8	1.38	53.0	36.8	26.8	45.6	0.89	53.9
-3	32.8	26.5	42.2	0.82	51.1	31.5	20.9	37.8	0.73	56.4
-2	13.4	7.9	15.6	0.30	59.7	15.9	12.4	20.1	0.39	52.0
-1	6.7	5.8	8.8	0.17	49.1	7.8	9.3	12.1	0.24	39.8
HW	6.3	5.5	8.4	0.16	49.0	7.2	10.8	13.0	0.25	33.8
1	4.8	11.0	12.0	0.23	23.5	5.3	14.0	15.0	0.29	20.9
2	-1.6	11.8	11.9	0.23	352.4	-2.3	8.8	9.1	0.18	345.0
3	-15.1	-3.1	15.4	0.30	258.3	-15.6	-4.2	16.1	0.31	254.7
4	-30.2	-21.1	36.8	0.72	235.0	-27.3	-18.2	32.8	0.64	236.3
5	-36.6	-31.5	48.3	0.94	229.3	-30.5	-27.6	41.1	0.80	227.9
6	-29.9	-30.9	43.0	0.84	224.0	-24.1	-27.3	36.4	0.71	221.4

—— Springtide, - - - Nipptide



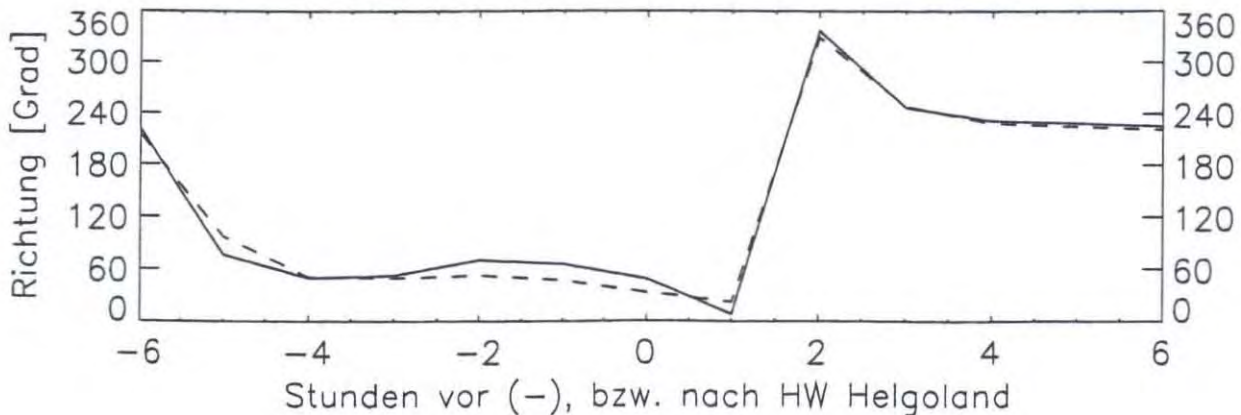
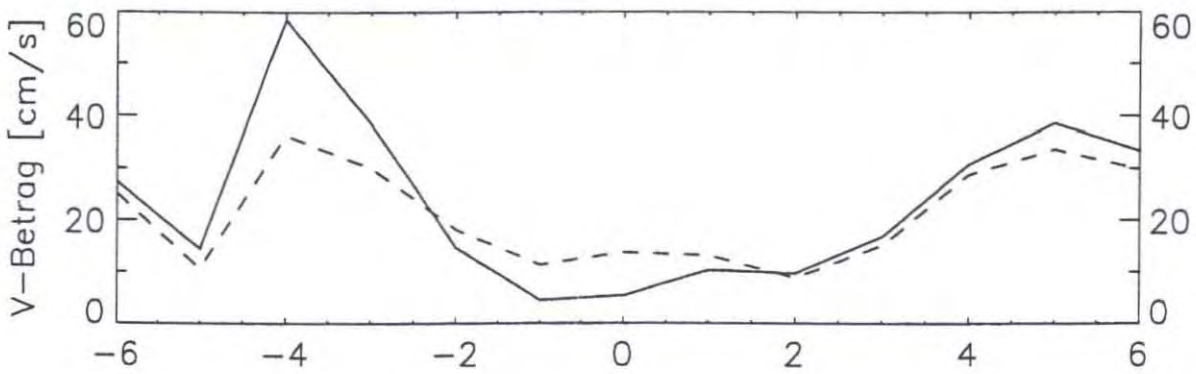
# Position G, 18 m

Position : 54° 9.822' N, 7° 55.630' E  
 Wassertiefe : 21 m

Recordnummer : 01703, Bin: 1, Messtiefe: 18 m  
 Zeitintervall: 16.09.2000 13:20 - 05.12.2000 13:20 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	-18.1	-20.6	27.4	0.53	221.3	-14.3	-20.6	25.1	0.49	214.8
-5	14.0	3.5	14.4	0.28	76.1	10.6	-1.3	10.6	0.21	97.2
-4	44.8	37.6	58.5	1.14	50.0	28.1	22.9	36.3	0.70	50.9
-3	30.8	23.3	38.6	0.75	52.8	22.8	19.4	30.0	0.58	49.6
-2	13.8	5.0	14.6	0.28	70.2	14.5	11.0	18.1	0.35	52.9
-1	4.1	1.8	4.5	0.09	65.6	8.3	7.7	11.3	0.22	47.3
HW	4.1	3.6	5.4	0.11	48.5	7.4	11.5	13.7	0.27	32.9
1	1.5	10.2	10.3	0.20	8.4	5.0	12.1	13.1	0.25	22.5
2	-3.8	9.0	9.7	0.19	336.8	-4.5	7.5	8.8	0.17	329.0
3	-15.5	-6.6	16.8	0.33	246.9	-14.0	-5.5	15.1	0.29	248.5
4	-24.1	-19.1	30.8	0.60	231.6	-21.5	-19.1	28.8	0.56	228.5
5	-29.0	-25.5	38.6	0.75	228.7	-23.6	-23.8	33.6	0.65	224.7
6	-23.7	-23.5	33.3	0.65	225.2	-19.6	-22.4	29.8	0.58	221.2

— Springtide, - - - Nipptide





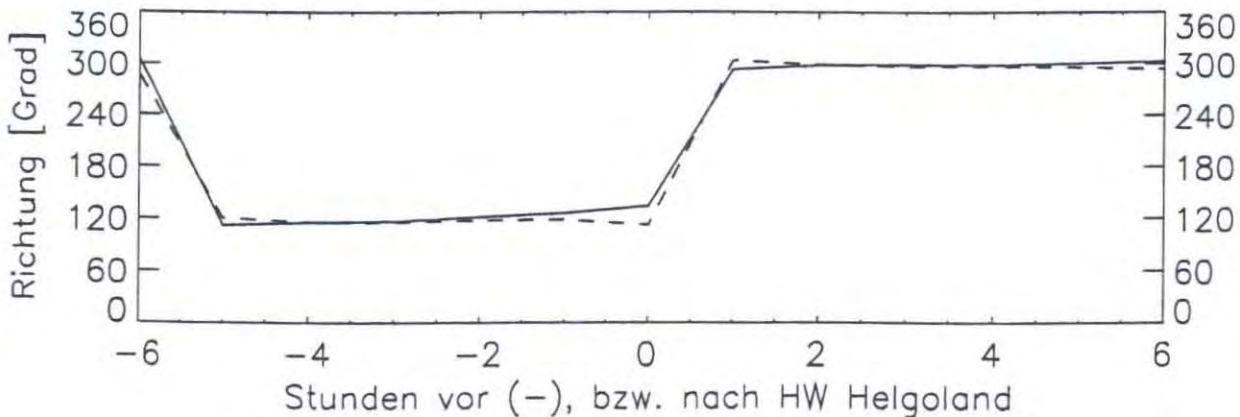
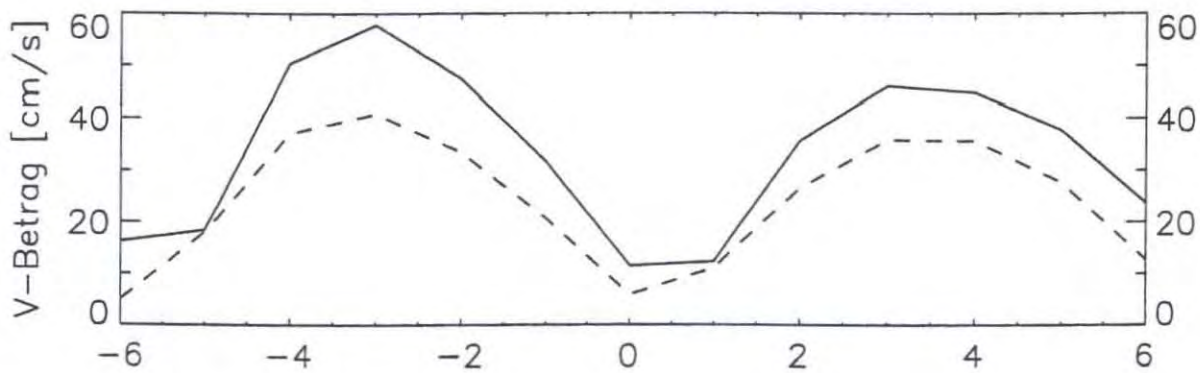
# Position H, 11 m

Position : 54° 10.649' N, 7° 48.464' E  
 Wassertiefe : 45 m

Recordnummer : 00703, Bin: 16, Messtiefe: 11 m  
 Zeitintervall: 16.09.2000 12:00 - 04.11.2000 12:40 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag		dir	u	v	V-Betrag		dir
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	-13.2	9.3	16.2	0.31	305.2	-4.8	1.4	5.0	0.10	286.7
-5	17.0	-6.8	18.4	0.36	111.9	15.5	-9.1	18.0	0.35	120.3
-4	45.6	-21.5	50.4	0.98	115.3	33.4	-16.2	37.1	0.72	115.9
-3	51.6	-26.2	57.8	1.12	116.9	36.8	-17.5	40.8	0.79	115.4
-2	40.4	-24.9	47.4	0.92	121.7	29.5	-15.6	33.4	0.65	117.9
-1	25.5	-18.6	31.6	0.61	126.1	18.1	-9.9	20.6	0.40	118.6
HW	8.3	-8.0	11.5	0.22	134.1	5.5	-2.3	5.9	0.12	112.4
1	-11.3	4.8	12.3	0.24	293.0	-9.3	6.2	11.1	0.22	303.7
2	-31.3	16.8	35.6	0.69	298.3	-23.2	12.9	26.5	0.52	299.0
3	-40.3	22.4	46.1	0.90	299.0	-32.0	16.1	35.8	0.70	296.7
4	-39.4	21.3	44.8	0.87	298.4	-31.8	16.1	35.6	0.69	296.9
5	-32.5	19.1	37.7	0.73	300.4	-24.8	12.0	27.6	0.54	295.8
6	-19.8	12.9	23.6	0.46	303.1	-11.5	5.1	12.6	0.24	294.0

—— Springtide, - - - Nipptide



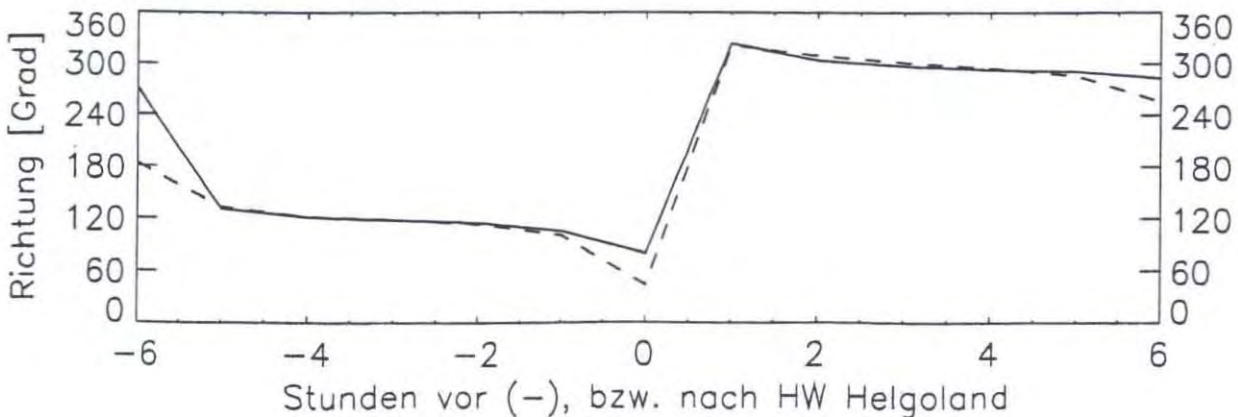
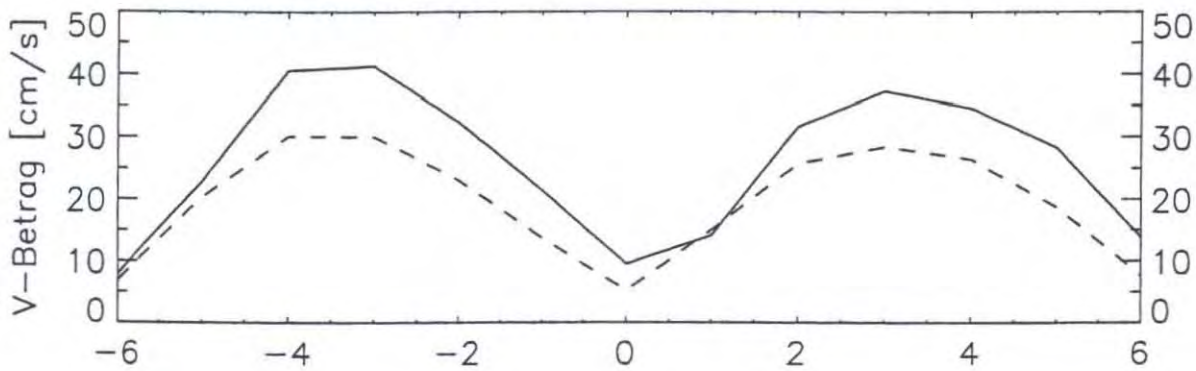
# Position H, 41 m

Position : 54° 10.649' N, 7° 48.464' E  
 Wassertiefe : 45 m

Recordnummer : 00703, Bin: 1, Messtiefe: 41 m  
 Zeitintervall: 16.09.2000 12:00 - 04.11.2000 12:40 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	-7.9	0.1	7.9	0.15	271.1	-0.4	-6.9	6.9	0.13	183.2
-5	17.3	-14.9	22.8	0.44	130.7	14.8	-13.8	20.3	0.39	133.1
-4	34.6	-21.2	40.6	0.79	121.5	25.5	-16.0	30.1	0.59	122.1
-3	36.4	-19.5	41.3	0.80	118.2	26.4	-14.3	30.0	0.58	118.5
-2	29.2	-13.6	32.3	0.63	115.0	21.1	-9.1	23.0	0.45	113.4
-1	20.6	-5.7	21.4	0.42	105.5	13.5	-2.5	13.7	0.27	100.5
HW	9.3	1.7	9.5	0.18	79.6	3.6	3.8	5.2	0.10	43.6
1	-8.4	11.3	14.1	0.27	323.4	-9.4	11.6	15.0	0.29	320.9
2	-26.2	17.7	31.6	0.61	304.0	-19.7	16.5	25.7	0.50	309.8
3	-33.1	17.2	37.3	0.72	297.5	-24.2	14.9	28.4	0.55	301.6
4	-31.8	13.7	34.6	0.67	293.2	-23.9	11.2	26.4	0.51	295.1
5	-26.4	10.2	28.3	0.55	291.2	-17.9	5.2	18.7	0.36	286.1
6	-13.4	3.1	13.8	0.27	283.1	-7.4	-1.9	7.6	0.15	255.5

— Springtide, - - - Nipptide





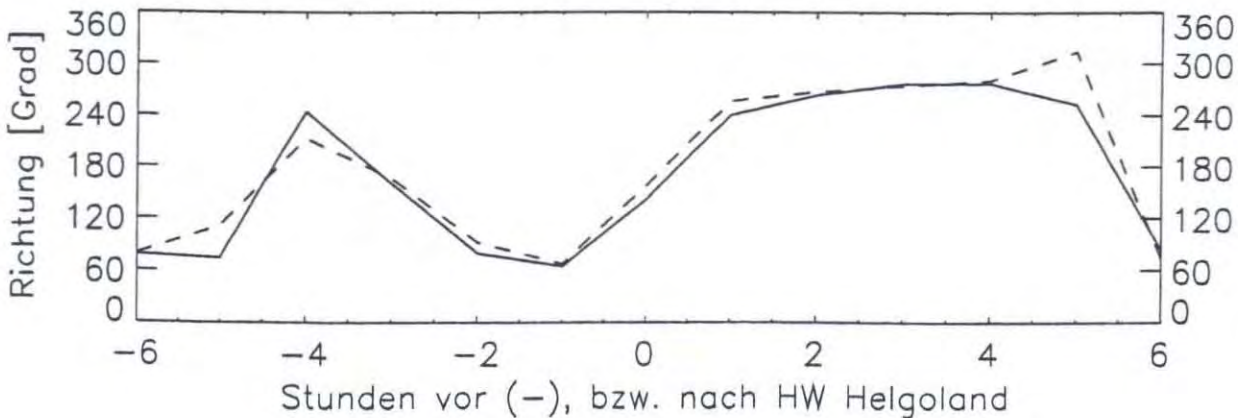
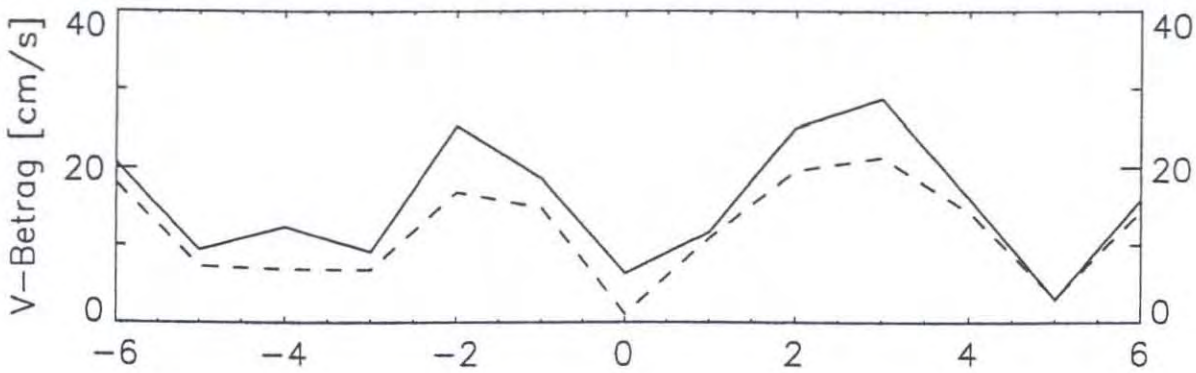
# Position I

Position : 54° 12.113' N, 7° 55.630' E  
 Wassertiefe : 14 m

Recordnummer : 00026, Messtiefe: 13 m  
 Zeitintervall: 16.09.2000 13:40 - 04.11.2000 11:50 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	20.3	4.3	20.7	0.40	78.1	17.8	3.4	18.1	0.35	79.3
-5	9.1	2.6	9.4	0.18	74.0	6.8	-2.6	7.3	0.14	111.1
-4	-11.1	-5.4	12.4	0.24	244.0	-3.6	-5.8	6.9	0.13	212.1
-3	3.1	-8.5	9.1	0.18	159.8	1.7	-6.6	6.8	0.13	165.9
-2	25.0	4.6	25.4	0.49	79.5	16.9	-0.6	16.9	0.33	91.9
-1	16.8	8.0	18.6	0.36	64.6	13.7	5.7	14.8	0.29	67.5
HW	4.0	-5.0	6.3	0.12	141.4	0.4	-1.0	1.1	0.02	157.3
1	-10.1	-5.8	11.7	0.23	240.1	-10.6	-2.5	10.9	0.21	256.5
2	-24.9	-2.7	25.1	0.49	263.8	-19.6	-0.7	19.6	0.38	267.8
3	-28.5	3.5	28.8	0.56	276.9	-21.2	1.6	21.3	0.41	274.4
4	-16.0	2.0	16.1	0.31	277.2	-14.0	2.7	14.3	0.28	280.9
5	-2.9	-0.9	3.0	0.06	252.6	-2.2	2.1	3.1	0.06	313.9
6	15.8	2.0	15.9	0.31	82.9	13.8	4.2	14.4	0.28	73.0

—— Springtide, - - - Nipptide



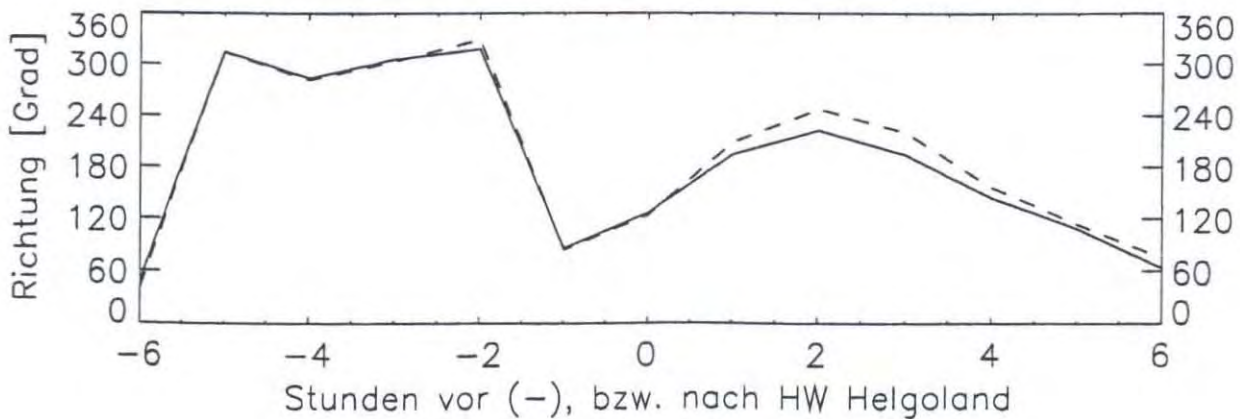
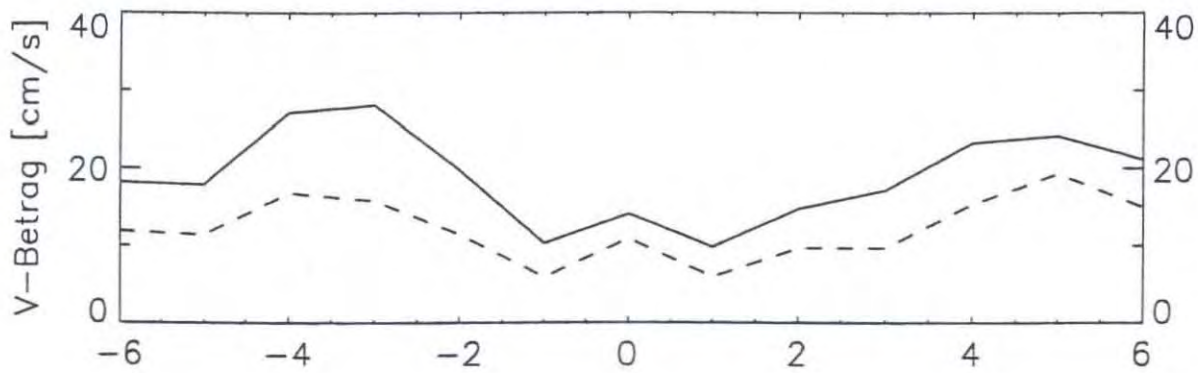
## Position J

Position : 54° 10.50' N, 7° 54.50' E;  
 Wassertiefe : 6 m

Recordnummer : 00027, Messtiefe: 6 m  
 Zeitintervall: 16.99.2000 14:50 - 7.11.2000 13:50 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag		dir	u	v	V-Betrag		dir
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	13.4	12.3	18.2	0.35	47.5	7.6	9.1	11.9	0.23	39.9
-5	-12.7	12.6	17.9	0.35	314.6	-8.2	7.9	11.4	0.22	314.1
-4	-26.3	6.7	27.1	0.53	284.2	-16.4	3.5	16.8	0.33	282.0
-3	-22.7	16.5	28.1	0.55	306.0	-13.2	8.8	15.8	0.31	303.7
-2	-13.2	14.6	19.7	0.38	317.8	-5.9	9.8	11.4	0.22	328.9
-1	10.2	0.8	10.3	0.20	85.7	5.9	0.6	5.9	0.12	84.4
HW	11.3	-8.4	14.1	0.27	126.5	9.1	-6.1	10.9	0.21	124.1
1	-2.4	-9.5	9.8	0.19	194.4	-2.8	-5.2	5.9	0.11	208.5
2	-10.1	-10.8	14.8	0.29	223.0	-8.9	-3.6	9.7	0.19	247.9
3	-4.3	-16.7	17.2	0.33	194.4	-6.4	-7.4	9.7	0.19	220.8
4	13.7	-18.8	23.3	0.45	144.0	6.2	-14.1	15.4	0.30	156.3
5	23.0	-7.7	24.2	0.47	108.5	17.7	-7.7	19.3	0.37	113.7
6	18.8	9.5	21.1	0.41	63.2	14.5	4.0	15.0	0.29	74.7

— Springtide, - - - Nipptide





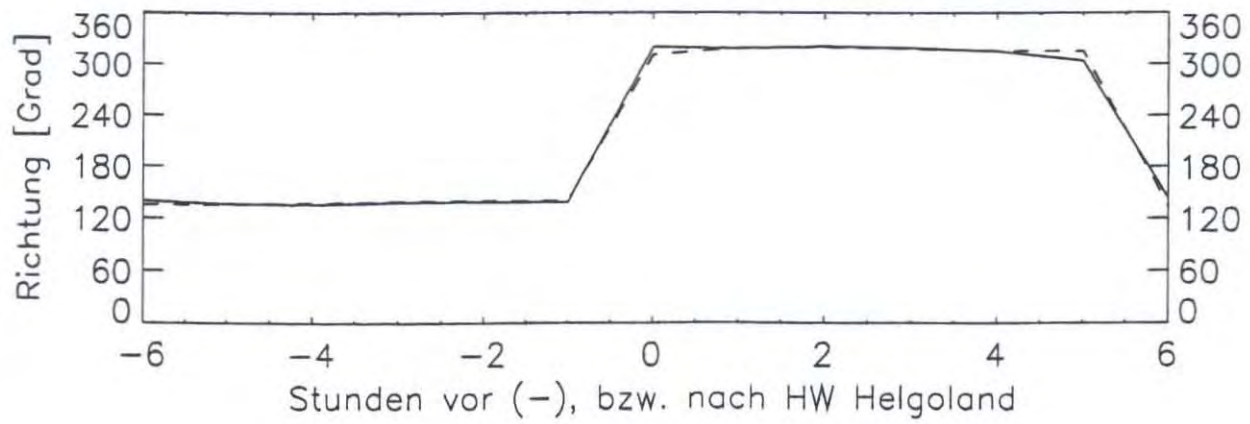
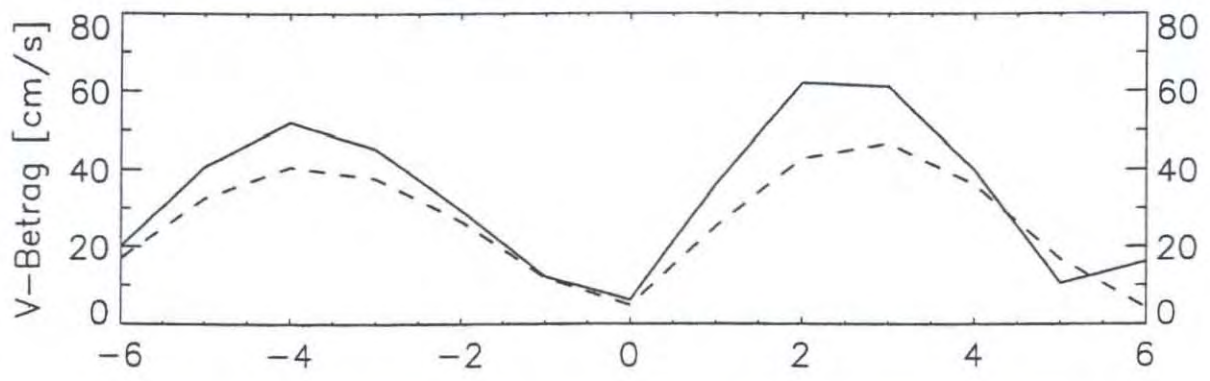
# Position L, 10 m

Position : 54° 10.465' N, 7° 51.649' E  
 Wassertiefe : 18 m

Recordnummer : 01700, Bin: 6, Messtiefe: 10 m  
 Zeitintervall: 16.09.2000 12:40 - 01.12.2000 12:00 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag		dir	u	v	V-Betrag		dir
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	12.9	-15.2	20.0	0.39	139.7	11.9	-11.9	16.9	0.33	135.1
-5	28.1	-29.4	40.7	0.79	136.3	22.9	-23.2	32.6	0.63	135.4
-4	36.4	-37.3	52.1	1.01	135.7	27.5	-29.9	40.6	0.79	137.4
-3	30.2	-33.8	45.3	0.88	138.2	24.6	-28.5	37.6	0.73	139.1
-2	19.3	-22.0	29.3	0.57	138.7	16.9	-20.3	26.4	0.51	140.3
-1	8.0	-9.1	12.1	0.24	138.4	7.5	-9.0	11.7	0.23	140.2
HW	-4.0	4.8	6.2	0.12	319.8	-3.6	3.1	4.8	0.09	310.7
1	-24.0	26.9	36.1	0.70	318.2	-16.7	18.9	25.2	0.49	318.5
2	-39.5	47.8	62.0	1.21	320.4	-27.7	32.7	42.8	0.83	319.7
3	-40.2	46.0	61.1	1.19	318.8	-31.2	34.8	46.7	0.91	318.1
4	-28.2	28.1	39.8	0.77	315.0	-25.2	25.7	36.0	0.70	315.6
5	-8.7	5.8	10.5	0.20	303.6	-11.8	11.8	16.7	0.32	315.1
6	9.7	-12.9	16.1	0.31	143.0	3.0	-2.9	4.2	0.08	133.8

—— Springtide, - - - Nipptide



Stunden vor (-), bzw. nach HW Helgoland

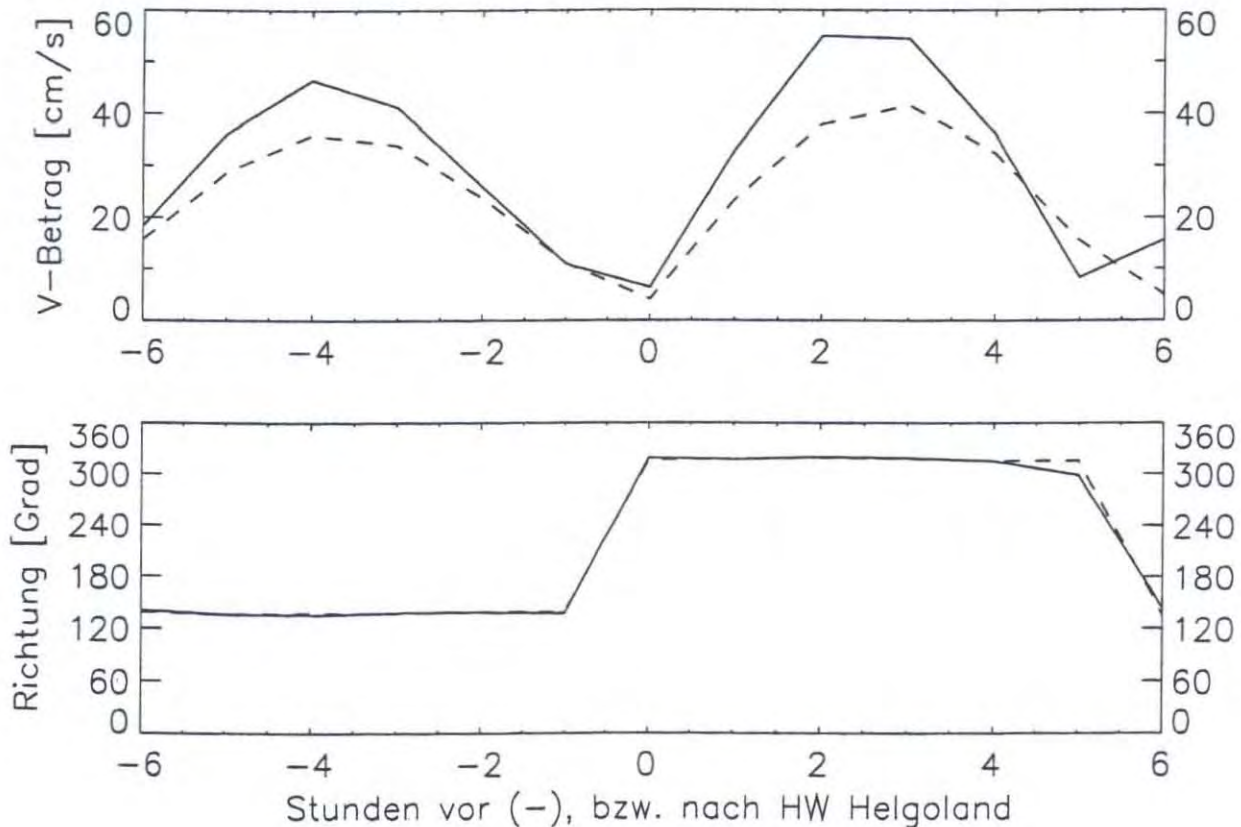
## Position L, 14 m

Position : 54° 10.465' N, 7° 51.649' E  
 Wassertiefe : 18 m

Recordnummer : 01700, Bin: 2, Messtiefe: 14 m  
 Zeitintervall: 16.09.2000 12:40 - 01.12.2000 12:00 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	11.7	-14.1	18.3	0.36	140.4	10.4	-11.7	15.7	0.30	138.4
-5	25.2	-25.8	36.1	0.70	135.7	20.0	-20.5	28.7	0.56	135.7
-4	32.9	-32.8	46.5	0.90	135.0	24.4	-26.3	35.9	0.70	137.2
-3	27.7	-30.5	41.2	0.80	137.7	22.9	-25.0	33.9	0.66	137.4
-2	17.2	-19.3	25.8	0.50	138.4	15.7	-17.7	23.6	0.46	138.5
-1	7.4	-8.0	10.9	0.21	137.0	7.3	-8.3	11.0	0.21	138.8
HW	-4.2	4.8	6.3	0.12	318.8	-2.8	3.0	4.1	0.08	316.8
1	-22.4	24.2	33.0	0.64	317.2	-16.0	17.2	23.5	0.46	317.0
2	-35.4	42.0	55.0	1.07	319.9	-24.7	28.7	37.9	0.74	319.3
3	-36.1	40.9	54.5	1.06	318.6	-27.9	30.9	41.6	0.81	317.9
4	-25.5	25.4	36.0	0.70	315.0	-22.7	23.0	32.3	0.63	315.4
5	-7.3	3.9	8.3	0.16	298.2	-10.8	11.0	15.5	0.30	315.5
6	9.4	-12.5	15.7	0.30	143.0	3.5	-3.5	4.9	0.10	135.1

—— Springtide, - - - Nipptide





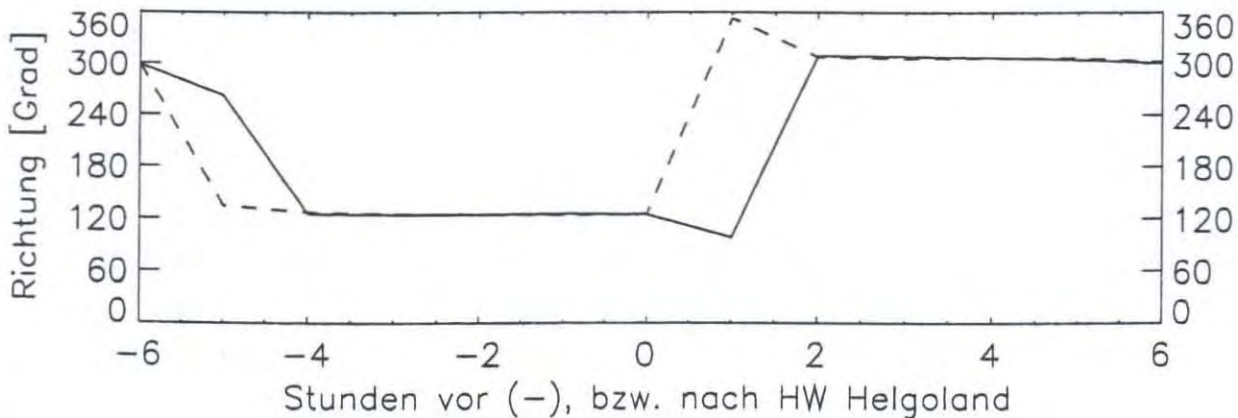
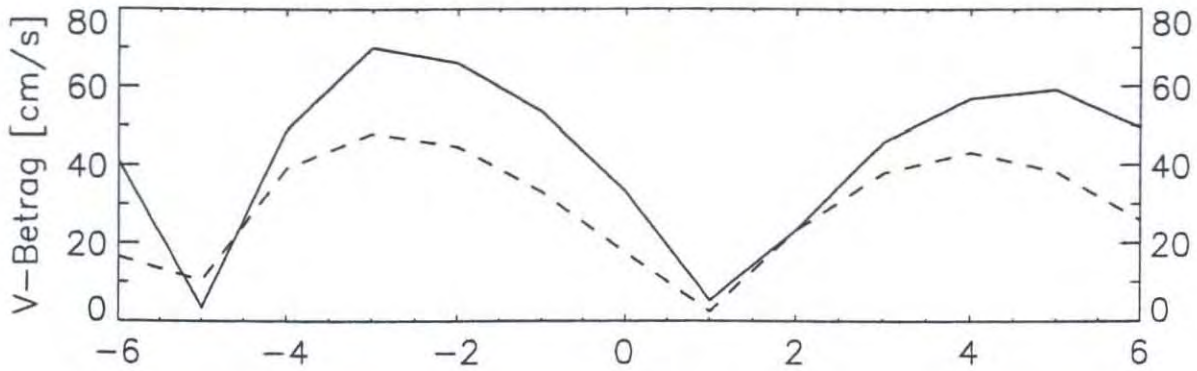
## Position M, 10 m

Position : 54° 09.02' N, 7° 50.07' E  
 Wassertiefe : 54 m

Recordnummer : 01702, Bin: 21, Messtiefe: 10 m  
 Zeitintervall: 04.11.2000 14:56 - 06.12.2000 12:46 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	-36.1	19.5	41.0	0.80	298.4	-14.3	8.1	16.5	0.32	299.5
-5	-3.4	-0.5	3.5	0.07	262.3	7.4	-7.3	10.4	0.20	134.4
-4	40.0	-28.1	48.9	0.95	125.1	31.2	-23.6	39.1	0.76	127.0
-3	57.8	-39.6	70.1	1.36	124.4	39.4	-27.6	48.1	0.94	125.1
-2	54.6	-37.0	66.0	1.28	124.1	36.8	-25.3	44.6	0.87	124.5
-1	43.7	-31.0	53.5	1.04	125.3	27.4	-18.3	33.0	0.64	123.7
HW	27.3	-18.8	33.1	0.64	124.5	14.3	-10.1	17.5	0.34	125.2
1	5.2	-0.7	5.3	0.10	97.6	-0.3	2.5	2.5	0.05	352.8
2	-18.2	14.6	23.3	0.45	308.7	-18.4	14.1	23.2	0.45	307.4
3	-35.8	28.6	45.8	0.89	308.6	-30.8	22.1	37.9	0.74	305.7
4	-45.5	34.4	57.0	1.11	307.0	-34.7	25.7	43.2	0.84	306.5
5	-48.9	33.3	59.2	1.15	304.2	-30.7	22.8	38.2	0.74	306.6
6	-42.6	24.9	49.3	0.96	300.4	-21.9	13.6	25.8	0.50	302.0

—— Springtide, - - - Nipptide



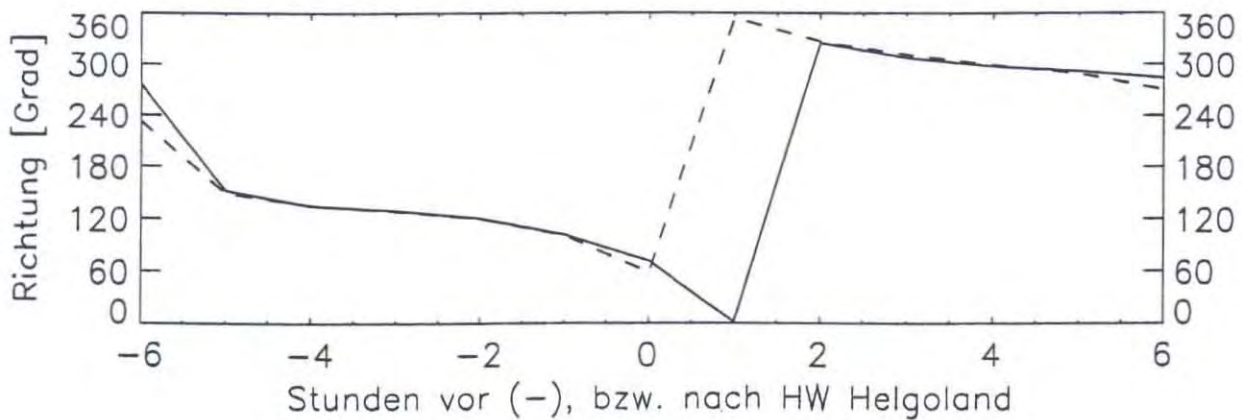
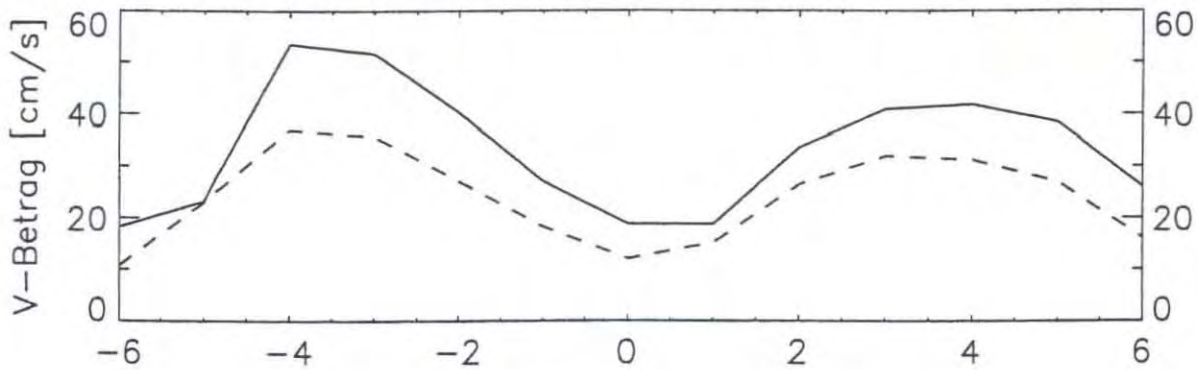
# Position M, 50 m

Position : 54° 09.02' N, 7° 50.07' E  
 Wassertiefe : 54 m

Recordnummer : 01702, Bin: 1, Messtiefe: 50 m  
 Zeitintervall: 04.11.2000 14:56 - 06.12.2000 12:46 (UTC)

Zeit	S P R I N G					N I P P				
	u	v	V-Betrag	dir		u	v	V-Betrag	dir	
Std.	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°	cm/s	cm/s	cm/s	kn	°
-6	-18.1	2.0	18.2	0.35	276.4	-8.5	-6.5	10.7	0.21	232.7
-5	10.9	-20.5	23.2	0.45	151.9	11.9	-19.6	23.0	0.45	148.7
-4	37.9	-37.7	53.5	1.04	134.8	26.1	-26.3	37.0	0.72	135.2
-3	40.0	-32.7	51.6	1.00	129.3	27.8	-22.1	35.6	0.69	128.5
-2	34.6	-20.4	40.2	0.78	120.4	23.4	-13.5	27.0	0.52	119.9
-1	26.5	-5.5	27.0	0.53	101.7	17.8	-3.4	18.2	0.35	100.8
HW	17.7	6.0	18.7	0.36	71.3	10.2	6.3	12.0	0.23	58.1
1	0.5	18.7	18.7	0.36	1.6	-1.6	15.0	15.1	0.29	354.0
2	-19.3	27.3	33.5	0.65	324.7	-14.6	22.0	26.4	0.51	326.4
3	-32.4	25.0	40.9	0.80	307.6	-24.0	21.0	31.9	0.62	311.2
4	-37.1	19.3	41.8	0.81	297.5	-27.2	15.3	31.2	0.61	299.3
5	-35.6	14.3	38.4	0.75	291.9	-25.4	8.7	26.9	0.52	288.9
6	-25.1	6.1	25.9	0.50	283.6	-16.0	0.0	16.0	0.31	270.0

—— Springtide, - - - Nipptide





## Berichte des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie

### Verzeichnis der veröffentlichten Arbeiten

- 
- |    |        |   |  |
|----|--------|---|--|
| 1  | (1994) | Sy, A., Ulrich, J.  | North Atlantic Ship-of-Opportunity XBT Programme 1990 - Data Report, 134 pp.   |
| 2  | (1994) | Hagen, E.,<br>Mittelstaedt, E.,<br>Feistel, R., Klein, H.             | Hydrographische Untersuchungen im Ostrandstromsystem vor Portugal und Marokko 1991 - 1992, 49 pp.  |
| 3  | (1994) | Oliczewski, J.,<br>Schmidt, D.  | Entwicklung einer Bestrahlungsapparatur zum photochemischen Aufschluß von Meerwasserproben zur Bestimmung von Schwermetallen, 70 pp.   |
| 4  | (1994) | BSH [Hrsg.]   | Das UN-Seerechtsübereinkommen tritt in Kraft: Inhalte und Konsequenzen für die Bundesrepublik Deutschland, 71 pp.  |
| 5  | (1995) | BSH [Hrsg.]   | Nationale Folgerungen aus dem Inkrafttreten des UN-Seerechtsübereinkommens, 103 pp.  |
| 6  | (1995) | Haffer, E., Schmidt, D.   | Entwicklung eines Probenvorbereitungsverfahrens zur Bestimmung von Arsen im Meerwasser mit der Totalreflexions-Röntgenfluoreszenzanalyse, 109 pp.  |
| 7  | (1995) | BSH [Hrsg.]   | Global Ocean Observing System - Statusbericht, 100 pp.   |
| 8  | (1996) | Mittelstaedt, E.,<br>Meincke, J., Klein, H.                           | WOCE-Current measurements: The ACM8 array – Data Report, 150 pp.   |
| 9  | (1996) | BSH [Hrsg.]   | GOOS Workshop - Anforderungen an ein wissenschaftliches Konzept für den deutschen Beitrag, 60 pp.  |
| 10 | (1997) | Sterzenbach, D.   | Entwicklung eines Analyseverfahrens zur Bestimmung von chlorierten Kohlenwasserstoffen in marinen Sedimenten und Schwebstoffen unter besonderer Berücksichtigung der überkritischen Fluidextraktion, 233 pp. |
| 11 | (1997) | Jonas, M., Richter, R.  | Stand und Entwicklungstendenzen nautischer Systeme, Anlagen und Geräte an Bord von Seeschiffen, 37 pp.   |
| 12 | (1997) | Wedekind, C.,<br>Gabriel, H., Goroncy, I.,<br>Främke, G., Kautsky, H. | "Meteor"-Reise Nr. 71/1985, Norwegen-Grönlandsee – Datenbericht. 44 pp.  |
| 13 | (1998) | BSH [Hrsg.]   | HELCOM Scientific Workshop - The Effects of the 1997 Flood of the Odra and Vistula Rivers. 46 pp.  |
| 14 | (1998) | Berger, R., Klein, H.,<br>Mittelstaedt, E.,<br>Ricklefs, K., Ross, J. | Der Wasseraustausch im Tidebecken Hörnum-Tief – Datenreport. 260 pp.   |
| 15 | (1998) | Röske, F.   | Wasserstandsvorhersage mittels neuronaler Netze. 212 pp.   |
| 16 | (1998) | Ross, J., Mittelstaedt, E.,<br>Klein, H., Berger, R.,<br>Ricklefs, K. | Der Wasseraustausch im Tidebecken Hörnum-Tief – Abschlußbericht. 98 pp.  |
| 17 | (1998) | Klein, H.   | OPUS-Current Measurements: Mecklenburg Bight and Fehmarnbelt - Data Report, 150 pp.  |
| 18 | (1999) | BSH [Hrsg.]   | Deutscher Programmbeitrag zum Globalen Ozeanbeobachtungssystem (GOOS), 67 pp.  |
| 19 | (1999) | BSH [Hrsg.]   | German Programme Contribution to the Global Ocean Observing System (GOOS), 71 pp.  |
| 20 | (1999) | Sztobryn, M.,<br>Stanislawczyk, I.,<br>Schmelzer, N.                  | Ice Conditions in the Szczecin and Pomeranian Bay During the Normal Period from 1961-1990, 36 pp.  |
-

- 21 (1999) Nies, H., Karcher, M., Bahe, C., Backhaus, J., Harms, I. Transportmechanismen radioaktiver Substanzen im Arktischen Ozean - Numerische und experimentelle Studien am Beispiel der Barents- und Karasee, 134 pp.
- 22 (2000) Lorbacher, K. Niederfrequente Variabilität meridionaler Transporte in der Divergenzzone des nordatlantischen Subtropen- und Subpolarwirbels – Der WOCE-Schnitt A2, 156 pp.
- 23 (2000) Klein, H. The Subsurface Eastern Boundary Current of the North Atlantic between 32°N and 53°N – Data Report, 240 pp.
- 24 (2000) Klein, H. Strömungen und Seegangsverhältnisse westlich der Insel Hiddensee - Datenreport, 59 pp.
- 25 (2001) Goedecke, E. Der hydrographische Aufbau in der Deutschen Bucht vornehmlich dargestellt auf Grund der vorliegenden Unterlagen über Temperatur, Salzgehalt und Dichte, 202 pp.
- 26 (2001) Klein, H., Mittelstaedt, E. Strömungen und Seegangsverhältnisse vor Graal-Müritz und in der Tromper Wiek - Datenreport, 162 pp.
- 27 (2001) Klein, H., Mittelstaedt, E. Gezeitenströme und Tidekurven im Nahfeld von Helgoland, 24 pp. und Anhang.
- 28 (2001) Behnke, J., Berking, B., Herberg, J., Jonas, M., Mathes, S. Functional Scope and Model of Integrated Navigation Systems - A Toolbox for Identification and Testing. 181 pp.
- 29 (2001) Dick, S., Kleine, E., Müller-Navarra, S., Klein, H., Komo, H. The Operational Circulation Model of BSH (BSHcmod) – Model description and validation. 49 pp.
- 30 (2002) Sy, A., Ulrich, J., Weichert, H.-J. Upper Ocean Climate Ship-of-Opportunity Programme of BSH – A Status Report. 45 pp.
- 31 (2003) Dahlmann, G. Characteristic Features of Different Oil Types in Oil Spill Identification. 48 pp.
- 32 (2003) Nies, H., Gaul, H., Oestereich, F., Albrecht, H., Schmolke, S., Theobald, N., Becker, G., Schulz, A., Frohse, A., Dick, S., Müller-Navarra, S., Herklotz, K. Die Auswirkungen des Elbehochwassers vom August 2002 auf die Deutsche Bucht. 81 pp.
- 33 (2003) Loewe, P., Becker, G., Brockmann, U., Frohse, A., Herklotz, K., Klein, H., Schulz, A. Nordsee und Deutsche Bucht 2002 – Ozeanographischer Zustandsbericht
- 34 (2004) Schulz, G. Geomagnetic Results Wingst 1996, 1997, 1998 and 1999 including the complete Wingst data set since 1939 on CDrom
- 35 (2004) Gouretski, V. V., Koltermann, K. P. WOCE Global Hydrographic Climatology
- 36 (2004) Gayer, G., Dick, S., Pleskachevsky, A., Rosenthal, W. Modellierung von Schwebstofftransporten in Nord- und Ostsee
- 37 (2004) Schmelzer, N., Strübing, K., Stanisławczyk, I., Sztobryn, M. Die Eiswinter 1999/2000 bis 2003/2004 an der deutschen Nord- und Ostseeküste/ Ice Conditions in the Szczecin Lagoon and Pomeranian Bay During the Winters 1999 - 2002
- 38 (2005) Loewe, P., Schmolke, S., Becker, G., Brockmann, U., Dick, S., Engelke, C., Frohse, A., Horn, W., Klein, H., Müller-Navarra, S., Nies, H., Schmelzer, N., Schrader, D., Schulz, A., Theobald, N., Weigelt, S. Nordseezustand 2003
-



- 39 (2005) Sztobryn, M., Stigge, H.-J., Wielbińska, D., Stanisławczyk, I., Kańska, A., Krzysztofik, K., Kowalska, B., Letkiewicz, B., Mykita, M., Weidig, B. Sturmfluten in der Südlichen Ostsee (westlicher und mittlerer Teil)  
Storm Surges in the Southern Baltic Sea (Western and Central Parts)
- 40 (2006) Loewe, P., Schmolke, S., Becker, G., Brockmann, U., Dick, S., Frohse, A., Herrmann, J., Klein, B., Klein, H., Nies, H., Schrader, D., Schulz, A., Theobald, N., Weigelt, S. Nordseezustand 2004
- 41 (2007) Bork, I., Dick, St., Kleine, E., Müller-Navarra, S. Tsunami – a study regarding the North Sea coast
- 42 (2007) Schrum, C., Schmelzer, N. (Eds.) Fifth Workshop on Baltic Sea Ice Climate  
Hamburg, Germany, 31 August – 2 September 2005
- 43 (2008) Müller, L. Sauerstoffdynamik der Nordsee – Untersuchungen mit einem drei-dimensionalen Ökosystemmodell
- 44 (2009) Loewe, P. (Ed.) System Nordsee – Zustand 2005 im Kontext langzeitlicher Entwicklungen