

Die Gezeiten und inneren Gezeitenwellen des Atlantischen Ozeans.

Mit einer Abbildung im Text.

Von E. Stumpf.

Der Band VII/1 des „Meteor“-Werkes¹ enthält die Ergebnisse der Strom- und ozeanographischen Serienmessungen, die auf den Tiefseeankerstationen ausgeführt wurden, um einen Einblick in den Charakter der Strömungen und in das Zirkulationsproblem im Atlantischen Ozean zu gewinnen. Das errungene Beobachtungsmaterial, unter Berücksichtigung der neuesten Theorien ausgewertet, ermöglicht dies nun in vorbildlicher Weise. Damit hat Defant die ersten nennenswerten Grundlagen für das Studium der Ozeangezeiten geschaffen!

Die größte Ankertiefe betrug bei 5365 m. Die Verankerung hielt dort mit 1·21fachem Ausstich bei Windstärke 5, Seegang Stärke 4 und starkem Strom, während der verbrachten Zeit von 51 Stunden. Im Durchschnitt betrug die auf den 10 Tiefseeankerplätzen ausgestochene Trossenlänge das 1·34fache der Tiefe.

Natürlich standen die Strommessungen, besonders bei böigem Winde, unter dem nachteiligen, kaum festzustellenden Einfluß der vom Schiffe vollführten Gierschläge. Und oft waren die Strommessungen in relativ geringer Tiefe bei starken Kursänderungen unbrauchbar infolge der ähnlichen Dauer der freien Schwingung des an einer Litze hängenden Strommessers und der Schwaiperiode des Schiffes. Um nun die von den Schiffsbewegungen verursachten Fehler tunlichst auszuschalten, schien das Einhalten einer kurzen Messungsdauer und die oftmalige Wiederholung der Messung angezeigt. Auch berücksichtigte man das Resultat der astronomischen Ortsbestimmung, dessen Genauigkeit durchschnittlich bei ± 370 m lag. (Länger dauernde Verankerungen auf tiefem Wasser in Sicht des Landes und bei verschiedenen Wind- und Stromverhältnissen wurden nicht ausgeführt.)

Die meist eingehende Analyse der Messungsreihen ist, so wie im allgemeinen, z. B. auch bei Ankerstation 288 ($\varphi = +12^{\circ} 37' 6''$,

¹ Albert Defant: Die Gezeiten und inneren Gezeitenwellen des Atlantischen Ozeans. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Atlantischen „Meteor“-Expedition 1925—1927. Bd. VII, 1. Teil (208 Abb.).

$\lambda = -47^{\circ} 36' 1''$) von zahlreichen Tabellen und graphischen Darstellungen trefflich begleitet.

Auf dieser Station wurde 39 Stunden über 4350 m Tiefe vor Anker gelegen, während welcher Zeit der Kurs, der Strom in 0, 25 und 50 m Tiefe, Trossenwinkel und Trossenazimuth, der Zug an der Trosse und die Tiefe fortlaufend notiert wurden. Schließlich führte man noch Strommessungen in 100 und 200 m Tiefe aus, ferner in 500, 800, 1100, 1500 und 3000 m, deren Ergebnisse für die Ermittlung der Restströme hinreichten.

Bei der Untersuchung der Kursschwankungen zeigten sich zunächst neben einer halbtägigen Gezeitenperiode noch Perioden kürzerer Dauer. Die durchgeführte harmonische Analyse ergab das Bestehen einer kurzperiodischen Schwankung nebst zweier Oberschwingungen. Da Daten dieser, die Erscheinung beherrschenden Perioden sowie die der Halbtagsperioden sind:

Periode:	12 ^h	5 ^h	2 ^h	1 ^h	(Mondstunden)
Phase:	10 ^h	5 ^h	3 ^h	2 ^h	(0 ^h = unt. Mondkulm. Greenw. 27. III. 1927)
Amplitude:	7°	32°	35°	34°	

Ferner wurden die Nord- und Ostkomponenten des aus den stündlichen Relingslogbeobachtungen ermittelten Oberflächenstromes harmonisch zerlegt. Nach Beseitigung der erhaltenen ganz- und halbtägigen Wellen aus den Originalwerten wurden die übrigbleibenden Schwankungen weiter analysiert. Als Resultat ergab sich eine 5-6-stündige Welle mit großer Amplitude und mit Störungen behaftet, die mit den Maxima einer 2-8-Stundenwelle bei der Nordkomponente so gut übereinstimmten, daß sie näher festgelegt werden konnten.

Auf gleiche Weise wurden die in 25 und 50 m vorgenommenen Strommessungen analysiert und hiebei gefunden, daß auch in diesen Tiefen eine 5-6-stündige Welle vorherrschte, bei welcher Anzeichen für Oberschwingungen mit einer Periode von 2-8 Stunden auftraten.

Eine nach Elimination der Restströme durchgeführte harmonische Analyse der für 150 m Tiefe aus den 100- und 200 m-Werten aufgestellten Mittelwertskurven ergab nur mehr Gezeitenströme von ganz- und halbtägigem Charakter.

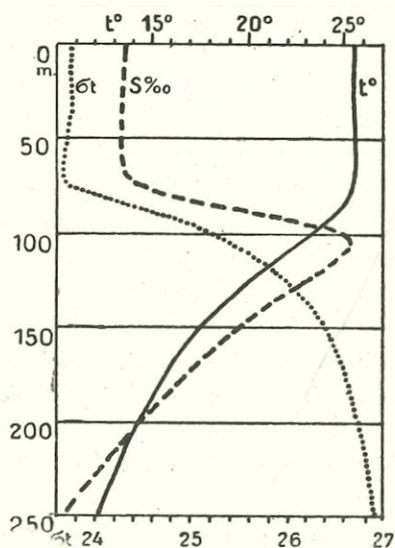
Die in den größten Tiefen ausgeführten Messungen reichten auf dieser Ankerstation zur Ermittlung von Gezeitenströmen nicht hin. Diesbezüglich ist das auf Ankerstation 254 gesammelte Material einzigartig. Die maximale Stromgeschwindigkeit der noch in 2000 m vorzüglich ausgebildeten Halbtagsgezeit ist annähernd so groß wie die der Oberfläche. Ähnliche Ergebnisse zeitigte das auf den Ankerstationen

147 und 36 gesammelte Beobachtungsmaterial, wo die ganze Wassersäule von 0—2500 m Tiefe vom halbtägigen Gezeitenstrom erfaßt wurde:

Ankerstation	Tiefe m	S T R O M-		
		Richtung rw.	Stärke (Max.) cm/sek.	Phase Mondst.
254	0	5°	4·3	8·7 h
	25	343°	7·9	10·7 h
	50	359°	6·2	10·1 h
	2000	62°	5·4	0·1 h
147	0	309°	10·5	1·5 h
	30	297°	7·9	2·6 h
	700	336°	12·2	2·6 h
	2500	332°	8·8	2·8 h
36	0	344°	6·8	2·5 h
	30	295°	6·7	3·9 h
	500	319°	18·6	3·6 h
	2500	328°	10·1	1·8 h

Die ozeanographischen Serienbeobachtungen erstreckten sich hauptsächlich auf die fortlaufende Bestimmung der Temperatur, des Salz- und Sauerstoffgehaltes in der Umgebung der Sprungschicht.

Auf Ankerstation 288 wurden die meisten Messungen vorgenommen, und zwar 38 Serien in etwa einstündigem Intervall, wobei sich Temperatur- und Salzgehaltswerte aus Messungen in 0, 50, 75, 100, 150 und 250 m Tiefe ergaben. Die gemittelte vertikale Verteilung der Temperatur, des Salzgehaltes und der Dichte zeigt Abb. 1. Der Temperaturverlauf an der Oberfläche und in 50 m Tiefe zeigte deutlich den täglichen Gang. Daneben befanden sich kleinere Schwankungen, deren Analyse zu Andeutungen einer halbtägigen Gezeitenwelle führte. In den Schichten bis 250 m wies die harmonische Analyse auf das aus-



gesprochene Bestehen halbtägiger Wellen, deren maximale Amplitude bei 100 m Tiefe auftritt, während sich die Phase gegen abwärts zu verfrüht.

Im allgemeinen besitzen die Temperaturkurven der Tiefen von 75 bis 250 m große Ähnlichkeit; die Größe der Schwankung nimmt annähernd mit dem Gradienten zu oder ab.

Die harmonische Analyse der Schwankungen des Salzgehaltes, der Dichte und des Gehaltes an Sauerstoff zeigt uns, daß auch diese Faktoren denselben kurzperiodischen Änderungen unterworfen sind. Besonders deutlich tritt die halbtägige Gezeitenperiode hervor, weniger eine ganztägige, 5·6- und 2·8-stündige Welle. Jedenfalls besagt dies, daß die Wassermassen von einer einheitlichen Erscheinung erfaßt sind. Es ist naheliegend, dies in Zusammenhang mit den Gezeitenströmen zu bringen. Wie aus der folgenden, für die halbtägige Gezeitenwelle giltigen Zusammenstellung zu ersehen ist, sind die um die Sprungschicht liegenden Amplituden von ungefähr derselben Größenordnung:

Vertikale Verlagerung aus:							Tiefe m	S t r o m		
Tiefe m	Temperatur		Salzgehalt		Dichte			Richtg. rw.	Geschw. cm / sek.	Phase Mondst.
	Ampl. m	Phase	Ampl. m	Phase	Ampl. m	Phase				
75	2·9	10·4h	2·0	10·4h	2·9	11·7h	0	300°	2·7	10·3h
100	3·6	10·1h	1·2	11·3h	3·2	11·2h	25	38°	6·5	0·1h
150	2·4	9·9h	3·7	10·3h	2·7	10·0h	50	11°	8·8	8·8h
250	1·6	9·4h	2·4	9·2h	1·5	10·0h	150	332°	12·7	10·0h
Mittel	2·6	9·95h	2·6	10·3h	2·6	10·7h	Mittel	350°	8·7	10·4h

Ähnlich verhalten sich die Phasen von Strom und Verlagerung bei der ganztägigen Welle, wohingegen der Phasenunterschied bei der 5·6- und 2·8-Stundenwelle etwa eine halbe Periodendauer beträgt.

Es scheint möglich, besonders die von den halbtägigen Gezeitenströmen verursachten periodischen Schwankungen des chemisch-physikalischen Aufbaues auf landfernen Ankerstationen wie folgt zu erklären. Bei einem gewissen Verhältnis zweier, z. B. durch die Sprungschicht getrennter Ströme, befände sich diese in einer Gleichgewichtslage. Man beobachtete nun, daß eine überwiegende Verstärkung des oberen Stromes durch den halbtägigen Gezeitenstrom die Mächtigkeit der ober der Sprungschicht liegenden Wassermassen verringerte. Es kommt zu einer Hebung (Drehung¹) der Sprungschicht, welche z. B. auf Ankerstation 176 gegen 14 m betragen hat.

¹ Siehe A. Defant, Dynamische Ozeanographie, S. 188 f.

Die harmonische Analyse der Gesamtplanktongehalte, die auf den Ankerstationen für je eine Tiefe bestimmt wurden, ergab die Übereinstimmung der Phasen des halbtägigen Gezeitenstromes und der Änderungen des Planktongehaltes.

Im allgemeinen hat die Erforschung der Strömungen uns zunächst mit dem Bestehen einheitlicher halbtägiger Gezeitenströme, die in Tiefen bis über 2000 m herrschenden und im wesentlichen der Längsachse des Ozeans folgen, bekannt gemacht. Es ist zu schließen, daß die halbtägigen Gezeiten annähernd als fortschreitende Welle von Süden nach Norden ablaufen. Dieser Eigenschaft entsprechen sie am besten im südlichsten Teile des Atlantik. Mehr gegen den Äquator zu beträgt der Unterschied zwischen Stromphase und Hafenzeit¹ nahezu 3 Mondstunden, womit diese Gezeit fast den Charakter einer reinen stehenden Welle annimmt. Im nördlichen Teile des Ozeans entsprechen sie ebensowenig der einen wie der anderen Wellengattung. Berücksichtigt man den Mittelwert der Unterschiede, so könnte man sagen, daß im Atlantischen Ozean das Hochwasser der Halbtagestide dem nach Norden gerichteten maximalen Gezeitentrom um 1·5 Stunden vorausseilt.

Überall schwingen die Tiefenschichten im Rhythmus der Gezeiten gegenüber der Oberfläche, welche Bewegung umso deutlicher von den Meßinstrumenten angezeigt wird, je größer der betreffende vertikale Gradient ist. Dadurch wird die Diskontinuitätsfläche scheinbar

Ankerstation	Mittlere Verlagerung			Gezeitenstrom		
	Tiefen m	Ampl. m	Phase Mondst.	Tiefen m	Amplitude cm/sek.	Phase Mondst.
288	75—250	2·6	10 3 ^h	0—150	8·7	10·4 ^h
254	100—200	3·6	4·3	0—50 2000	6·1	10·4 ^h
214	50—125	6·7	11·6 ^h	0—50 100—1000	6·8 10·4	10·9 ^h 6·8 ^h
229	25—75 200	3·8 5·4	8·4 ^h 4·0 ^h	0—25 50—200 400—700	6·0 6·1 5·0	0·2 ^h 6·1 ^h 5·3 ^h
241	25—50	6·6	10·0 ^h	0—50 2000	7·3 2·6	7·7 ^h 6·0 ^h
186	0—100	4·4	2·3 ^h	0—50 700—1000	7·9 5·0	7·9 ^h 2·8 ^h
147	50—150	3·6	4·7 ^h	0—30 700 und 2500	9·2 10·5	2·0 ^h 2·7 ^h
176	150—500	7·7	4·0 ^h	0—500	8·8	4·1 ^h

¹ Nach R. Sternecks Flutstundenlinien.

zum Träger von Schwankungen mit Gezeitencharakter. Die theoretischen Darlegungen beleuchten diesen Fall verschiedentlich. Diesem zufolge sind Pendelungen der Sprungfläche mit Gezeitenperiode im allgemeinen nicht als direkte Folgen der fluterzeugenden Kräfte anzusehen.

Die durch den Vorübergang der Gezeitenwelle¹ erzwungene Verlagerung der Wasserschichten wird durch die Inhomogenität des Gezeitenstromes verursacht. Der Betrachtung des Zusammenhanges zwischen Gezeitenstrom und Verlagerung bei der Halbtagstide diene die Tabelle auf der vorigen Seite.

Hans Graf Wilczek.

Von Professor Gustav Arthaber.

Das Erscheinen seiner Erinnerungen* gibt willkommene Gelegenheit, die Aufmerksamkeit noch einmal auf den großen Förderer geographischer Wissenschaft und hervorragenden Menschen zu lenken.

So anspruchslos wie der Titel des Buches, ist Graf Wilczek in des Wortes wahren Sinne ein durchaus demokratisch denkender Tory gewesen, was ihn aber keineswegs hinderte, sich als Hocharistokrat zu fühlen, der sehr wohl Distanz zu halten wußte, ein Tory, wie sie in England häufig, in Österreich aber nur sehr selten waren. Diese einzigartige Persönlichkeit kann als der für Kunst und Wissenschaft begeisterte, Vaterland und Volk hilfsbereit liebende, seinem Kaiser immer selbstlos dienende „letzte Hocharistokrat“ des alten Österreich bezeichnet werden, der trotz seines slawischen Namens bis ins Mark Deutscher war. All das war für ihn selbstverständlich und vertrug sich sehr wohl damit, daß er der beste Gatte und Vater war, der im Heranwachsen seiner Enkel und Urenkel nochmals freudvoll die eigene Jugend durchlebte.

Die Geographische Gesellschaft hat durch viele Jahrzehnte besondere Verbindung mit ihm gehabt. Er hatte überhaupt großes Interesse für allgemeine Fragen der Geographie, besonders aber für jene der Polargebiete und seines österreichischen Vaterlandes. Diese Vorliebe

¹ Erfolgt z. B. zwischen 20° N und 20° S bei der Halblagezeit mit einer Schnelligkeit von annähernd 135 m/sek.

* „Hans Wilczek erzählt seinen Enkeln Erinnerungen aus seinem Leben“ Herausgegeben von seiner Tochter Elisabeth Kinsky-Wilczek; 502 S., 32 Abbildungen; Leykam-Verlag, Graz 1933. — Die Ausstattung des Buches ist vorzüglich und die leider nur beschränkte Zahl der Illustrationen ganz besonders gut gelungen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1933

Band/Volume: [76](#)

Autor(en)/Author(s): Stumpf Erwin

Artikel/Article: [Die Gezeiten und inneren Gezeitenwellen des Atlantischen Ozeans. 49-54](#)