

verklaarbaar lichtverschijnsel. De Zee 32, 890.
 Bericht Nr. 7: Munster, G. A. J. van, 1921: Een zeldzaam lichtverschijnsel. De Zee 43, 134.
 Bericht Nr. 16: Niemann, W., 1925: Eigenartiges Meeresleuchten im Indischen Ozean. Ann. Hydrogr. u. Marit. Meteorol. 53, 398.
 Bericht Nr. 47: Rodewald, M., 1954: Das Rätsel des rotierenden Meereslichtes. Der Wetterlotse VI, 70, 89.
 Die Berichte Nr. 3, 8–15, 17–46, 48–70 wurden
 Eingegangen im April 1959

der Zeitschrift: The Marine Observer 1924–1958 entnommen.
 Husband, F., 1931: Submarine Earth quakes. Mar. Obs. 8, 210.
 Michel, K., 1949: Grundzüge der Mikrophotographie. Jena.
 Rudolph, E., 1887: Über submarine Erdbeben und Eruptionen. Gerlands Beitr. Geophys. 1, 133.
 Schott, G., 1935: Geographie des Indischen und Stillen Ozeans. Hamburg.
 Smith, H. T., 1931: Phosphorescence of the sea. Mar. Obs. 8, 230.

Der hohe Seegang auf 61° N, 15° W am 16. November 1953 als Ergebnis der Energie-Akkumulation in einem wandernden Sturmfeld*

Von Hans Walden

Zusammenfassung. Die große Höhe des Seegangs auf 61° N, 14,7° W am 16. November 1953 nachmittags wird als Folge der Akkumulation von Wellenenergie erklärt, die in einem von WSW heranwandernden Feld westlicher bis südwestlicher Stürme erfolgte. Bei Berücksichtigung auch des Temperatur-Unterschiedes Luft-Wasser von -4° C ergibt sich nach dem *Hindcasting*-Diagramm von W. J. Pierson-G. Neumann-R. W. James [1955] eine kennzeichnende Wellenhöhe von 50½ bis 53 Fuß gegenüber dem gemessenen Wert von 42½ Fuß. Dagegen stimmt die nach dem gleichen Diagramm ermittelte Periode größter Energie im Spektrum („Spitze“ der Spektralkurve) unter diesen Umständen etwas besser mit der Beobachtung überein als bei dem Ansatz von W. J. Pierson, Jr. [1960].

On the heights of waves in 61° N, 15° W on 16th November 1953 (Summary). The great height of waves in 61° N, 14,7° W in the afternoon of 16th November 1953 is stated to be the effect of accumulation of wave energy produced in a field of western to southwestern storms approaching from WSW. Considering also the temperature difference air-water of -4° C, there results according to the hindcasting diagram after W. J. Pierson, Jr.-G. Neumann-R. W. James [1955] a significant wave height of 50½ to 53 ft as against the observed value of 42½ ft. On the other hand, the period of maximum energy in the wave spectrum ("peak" of the spectral curve), as found by the afore mentioned diagram, corresponds slightly better with the observed values than it does after the interpretation by W. J. Pierson, Jr. [1960].

Sur la hauteur des vagues rencontrée par 61° N et 15° W le 16 novembre 1953 (Résumé). La grande hauteur de vagues, rencontrée par 61° N et 14,7° W l'après-midi du 16 novembre 1953, est attribuée à l'effet de l'accumulation de l'énergie de vagues produite par de tempêtes d'W et du SW dont le «fetch» s'approcha d'WSW. Tenant compte de la différence de la température air-eau de -4° C, on arrive à l'aide du diagramme dit *hindcasting* d'après W. J. Pierson, Jr.-G. Neumann-R. W. James [1955] à une hauteur significative de vagues allant de 50½ à 53 pieds en comparaison de la valeur mesurée de 42½ pieds. D'autre part, la période d'énergie maximum dans le spectre des vagues (côte de la courbe spectrale), obtenue grâce au diagramme susmentionné, correspond un peu mieux avec l'observation que celle, qui résulte de l'interprétation d'après W. J. Pierson, Jr. [1960].

Die Ergebnisse von W. J. Pierson, Jr. [1960]. In einer sehr instruktiven Arbeit hat W. J. Pierson, Jr., [1960] kürzlich den Seegang am Ozean-Wetterschiff „I“ auf 61° N, 14,7° W behandelt, dessen kennzeichnende Wellenhöhe, $\bar{H}_{1/3}$, während eines schweren Sturmes 42½ ft = 13,0 m erreichte. Der Fall ist insofern von besonderem Interesse, als der Wind vom 14. No-

* Professor Dr. W. J. Pierson, Jr., und der Autor stehen zur Diskussion ihrer Ergebnisse in brieflicher Verbindung.

vember, 1800 MGZ, bis 16. November 1953, 1200 MGZ, also innerhalb von 42 Std. von 9 kn ziemlich gleichmäßig auf 62 kn Geschwindigkeit zunahm und in dieser Stärke bis 15 Uhr anhielt. Die Beobachtung wurde von dem auf Position „I“ liegenden englischen O.W.S. „Weather Explorer“ durchgeführt, das mit einem „ship-borne wave recorder“ nach J. W. Tucker ausgestattet war.

In der genannten Untersuchung vergleicht Pierson das gemessene Energiespektrum und die daraus ermittelten Seegangseigenschaften mit den entsprechenden Größen, die nach den Vorausberechnungsunterlagen von J. Darbyshire [1955], [1957], [1959] und von W. J. Pierson, Jr., G. Neumann und R. W. James [1955] zu erwarten waren. Er gelangt für den vorliegenden Fall (15. und 16. November 1953, O.W.S. „I“) zu Erkenntnissen, die für die praktische Seegangsvorhersage auf Grund gegebener Windverhältnisse von großer Bedeutung sind. Er stellt unter anderem fest:

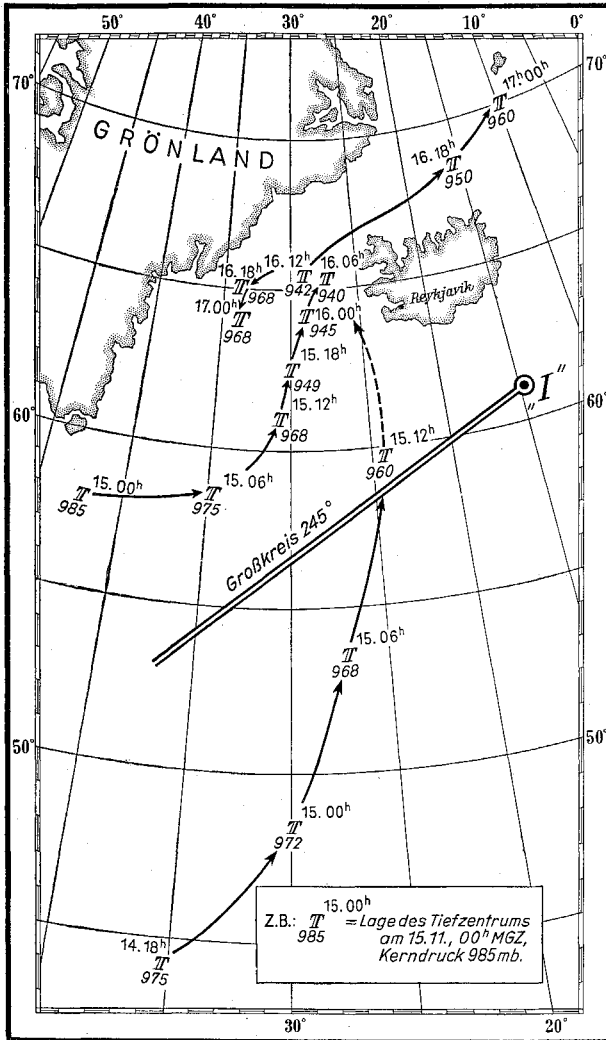


Abb. 1. Tief-Zugbahnen am 15.–17. November 1953

melangaben beziehen sich aber auf eine ausgereifte Windsee. Es muß daraus geschlossen werden, daß das Verfahren von Darbyshire zu kleine Werte von $\bar{H}_{1/3}$ liefert.

So aufschlußreich die Untersuchungsergebnisse sind – in einem Punkte ist die Arbeit nicht ganz überzeugend. Pierson [1960] hat nämlich beim *Hindcasting* nach Pierson-

1. Die Berechnungsmethode von Pierson-Neumann-James [1955] nach der Spektralform von G. Neumann [1953] liefert hinsichtlich der kennzeichnenden Wellenhöhe $\bar{H}_{1/3}$ Übereinstimmung mit der Beobachtung, jedoch ist die Spitze der Spektralkurve (Periode größter Energie, T_0), die in nicht ausgereifter Windsee 10 bis 20% kleiner als die „längste Periode von Bedeutung“ (T_L) im Spektrum ist, gegen das beobachtete Maximum in Richtung der kleinen Perioden verschoben.

2. Für ausgereifte Windsee geben die Unterlagen von Pierson-Neumann-James [1955] bei hohen Windstärken zu große Werte für $\bar{H}_{1/3}$.

3. Bei zunehmender Wellenhöhe weitet sich das Energiespektrum der Windsee in Richtung der langen Perioden durch dort neu entstehende und rasch anwachsende Wellenkomponenten aus.

4. Bei Anwendung der Formeln von J. Darbyshire [1955] und [1959] werden bei Ansatz der Gradientwindstärke $\bar{H}_{1/3}$ richtig, aber T_0 zu weit in Richtung langer Perioden vorhergesagt. Setzt man wahre Winde (in Anemometerhöhe) an, so ergeben sich $\bar{H}_{1/3}$ zu niedrig und T_0 in guter Übereinstimmung mit der Beobachtung.

5. Da die Windstärke ziemlich schnell zunahm, kann der Seegang den Zustand der Reife keinesfalls erreicht haben. Darbyshires Form-

Die vom „Weather Explorer“ gemeldete Höhe und Anlaufrichtung des Seeganges
 Die von W. J. Pierson, Jr. [1960] (S. 246) angegebene, aus Spektren berechnete kennzeichnende Wellenhöhe
 Die vom „Weather Explorer“ gemeldete Windrichtung und -stärke (Knotenzahl in Ziffern zugesetzt)
 W. J. Pierson's, Jr. [1960] (S. 253) Angaben der Windstärke
 Die im wandernden Windfeld auf dem Großkreis 245° für den Seegang bei „I“ am 16. November, 1500 MGZ, wirksame Windrichtung und -stärke

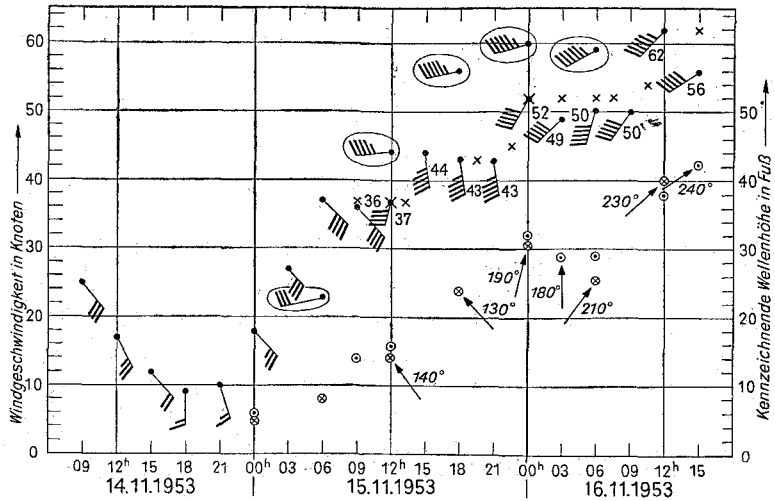


Abb. 2. Die vom O.W.S. „Weather Explorer“ gemeldete Höhe und Anlaufrichtung des Seegangs

Neumann-James [1955] während der gesamten Anfachungszeit die am Schiff „I“ herrschenden Winde angesetzt. Die laufende Windzunahme wurde dabei durch geeignete Reduktionsmaßnahmen berücksichtigt, nicht aber der Umstand in Betracht gezogen, daß die See am 16. November von einem Sturmfeld erzeugt wurde, das sich auf der Südseite des Tiefs mehr als 30 Std. lang annähernd in der Richtung der Luftbewegung verlagert hatte. Pierson hat für den 16. November, 1500 MGZ, für die (mittlere) Windgeschwindigkeit $v = 62$ kn eine effektive Windwirkungsdauer von $17\frac{1}{2}$ Std. erhalten und ermittelt beim Eingehen in das Diagramm von Pierson-Neumann-James [1955] eine kennzeichnende Wellenhöhe $\bar{H}_{1/3} = 43$ ft und für die Spitze des Spektrums die Periode $T_0 = 12,8$ sec. $17\frac{1}{2}$ Std. Windwirkungsdauer entsprechen bei $v = 62$ kn einer Windbahnlänge (Fetch) von etwa 300 sm.

Auf die von Pierson, Jr. [1960] angeführte Berechnung der Welleneigenschaften nach C. L. Bretschneider, bei der recht gute Übereinstimmung mit den Meßergebnissen erzielt wurde, kann nicht eingegangen werden, weil bei Pierson Jr. [1960] nichts Näheres über die, dabei gemachten Ansätze mitgeteilt wurde.

Die Beobachtungsunterlagen. Die Wetterlage über dem nördlichen Nordatlantik war Mitte November 1953 dadurch gekennzeichnet, daß sich zwei verschiedene Tiefdruckgebiete am 15./16. November westlich von Island zu einer Orkan-Zyklone vereinigten. Abb. 1 enthält die Zugbahnen der beiden Tiefs vor und der Zyklone nach dem Zeitpunkt der Vereinigung. Der Grad der Vertiefung ist aus den beige-schriebenen Kerndruckwerten (mb) zu entnehmen. Das von SSW bzw. S heranwandernde Tief zog sehr schnell (50 bis 60 kn). Es ist nicht anzunehmen, daß im Seegangsspektrum von „I“ am 16. November mittags noch Wellenkomponenten von wesentlicher Bedeutung enthalten sind, die am 15. November von den südlichen Winden auf der Ostseite des Tiefs aufgeworfen wurden. Die Abnahme der Wellenhöhe bei „I“ nach dem 16. November, 0000 MGZ, ist möglicherweise dadurch bewirkt worden, daß zu dieser Zeit dort das Hauptfeld der Wellen aus südlicher Richtung durchgelaufen war. Ein neues „Wellenfeld“ nähert sich aus SW bis WSW; in seinem Bereich wird später, am 16. November, 1500 MGZ, $\bar{H}_{1/3}$ zu $42\frac{1}{2}$ ft gemessen. Zu diesem Zeitpunkt kommt die hohe See bei „I“ aus 240° r.w. ein.

Abb. 2 zeigt das Verhalten des Windes vom 14. bis 16. November am Standort „I“ nach den Beobachtungen des O.W.S. „Weather Explorer“. Während des Auffrischens drehte der Wind also von SE auf SW. SW-Sturm kam erst am 15. November gegen Mitternacht auf. Pierson, Jr. [1960] gibt auf S. 253 z. T. höhere Windstärken an (siehe Abb. 2). Im Hinblick darauf, daß der Wind bei „I“ erst ab zeitigstens 15. November, 2200 MGZ, aus südwestlicher Richtung wehte und daß die mittlere Windgeschwindigkeit bis etwa 16. November, 0900 MGZ,

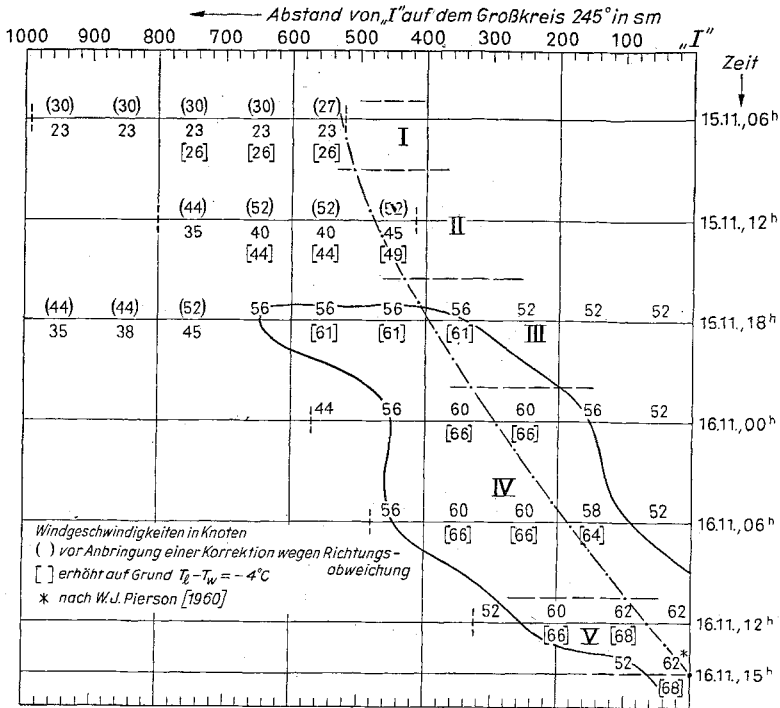


Abb. 4. Längen-Zeit-Diagramm

tragen. Wo die Knotenzahlen in runde Klammern gesetzt sind, bildeten Großkreis und Indirichtung einen Winkel $> 20^\circ$. Die auf die Richtung des Großkreises bezogene Windgeschwindigkeit wurde durch Multiplikation von v mit dem \cos des Winkels berechnet und in die eingeklammerte Zahl gesetzt. Es ist dann möglich, Isolinien der Windgeschwindigkeit zu ziehen.

Nach den Meldungen verschiedener Schiffe (siehe auch Pierson, Jr. [1960] für „I“) war die Luft im Bereich der hier eine Rolle spielenden SW- und W-Winde 2 bis 6°C kälter als das Wasser. Die in Abb. 4 in eckige Klammern gesetzten Zahlen erhält man nach einer Erhöhung der Windgeschwindigkeit mit Rücksicht auf den Einfluß des Temperatur-Unterschiedes Luft/Wasser ($T_l - T_w$) auf die Anfachung der Windsee. Zugrunde gelegt wurde ein von H. U. Roll [1952] gegebener Wert, nach dem die Windsee bei $T_l - T_w = -4^\circ\text{C}$ etwa 1,15mal so hoch ist wie bei $T_l - T_w = 0^\circ$, gleiche Windstärke vorausgesetzt. Es wurde unter Zuhilfenahme von Hindsting-Diagrammen ermittelt, welche Windgeschwindigkeiten im vorliegenden Fall nötig sind, um eine 1,15mal so hohe Wellenhöhe anzufachen. Diese Zahlen wurden nur für einige Punkte des Diagramms Abb. 4 bestimmt.

Die Akkumulation von Wellenenergie unter dem wandernden Sturmfeld. Zwischen der Periode T einer Wellenkomponente im Seegang und der Verlagerungsgeschwindigkeit V der gehörigen Energie besteht die Beziehung

$$V = \frac{g}{4\pi} T \quad (V \text{ in m/sec}) \quad \text{oder} \quad V = 1,515 T \quad (V \text{ in kn}).$$

Wie z. B. von H. Walden [1956] ausführlich dargelegt worden ist, kann es vorkommen, daß sich der größte Teil der Wellenenergie etwa mit der gleichen Geschwindigkeit fortbewegt, während sich das Windfeld in Richtung der Luftbewegung verlagert. Unter diesen Umständen läßt ein „Wellenpaket“ anhaltend unter Windwirkung, so daß in ihm Wellenenergie angehäuft werden kann.

Im vorliegenden Fall sind diese Bedingungen längs des Großkreises, der mit 245° bei „I“ einfällt, und in seiner Umgebung am 15. und 16. November 1953 gegeben. Die Zunahme der Wellenenergie vollzieht sich in der nicht-ausgereiften Windsee durch ein fortwährendes Hinzukommen neuer Wellenkomponenten im langwelligen Teil des Spektrums, deren Energie sehr rasch wächst. Es wird hier angenommen, daß für die Energiezunahme und für die zugehörige Verlagerung eine Periode $T'_L = \frac{T_0 + T_L}{2}$ maßgebend ist. Betrachten wir eine „Welle“, besser ein „Energiepaket“, das am vorderen Rand des Windfeldes in Abb. 3 am 15. November, 0500 MGZ, startet! Etwa 530 sm von „I“ auf dem Großkreis entfernt, unterliegt ein solches Paket einer effektiven Windgeschwindigkeit v_e (in Großkreis-Richtung) von etwa 23 kn. Nach dem Diagramm von Pierson-Neumann-James [1955] ergeben sich T'_L am Ende von 4 Std. zu 5,1 sec und eine Verlagerungsgeschwindigkeit $V = 7,7$ kn. Da die genaue Integration sehr zeitraubend ist, wurde die Verlagerung der Energie für jeweils mehrstündige Abschnitte verfolgt. Dabei werden mittlere Größen von v_e und jeweils eine mittlere Verlagerungsgeschwindigkeit (für den mittleren Teil des durchteilten Abschnitts) von T'_L angesetzt. In Abb. 4 gibt die gestrichelte Linie die Verlagerung des betrachteten „Energiepaketes“ wieder. Es gelangt am 15. November, etwa 1530 MGZ, in einen Abschnitt, in dem eine durchschnittliche effektive Windgeschwindigkeit von 45 kn anzusetzen ist. Hier beträgt die mittlere Verlagerungsgeschwindigkeit der Energie von T'_L 7,7 kn. Beim Übergang von einem Abschnitt (der Abb. 4) in den nächsten war eine Reduktion der Wellenenergie auf die neue mittlere Windgeschwindigkeit erforderlich. Sie wurde nach dem Diagramm von H. Walden [1958] durchgeführt. Im einzelnen ergibt sich hierbei:

Tabelle 1

Abschnitt	zeitl. Länge des Abschnitts	mittl. Windgeschwindigkeit	zuzügl. effektive Windwirkungsdauer aus vorigem Abschnitt	zusammen	bezogen auf die (neue) Windgeschwindigkeit	entspricht Windwirkungsdauer
I	4 Std	23 kn			44 kn	$\sim \frac{1}{4}$ Std
II	$6\frac{1}{2}$ „	44 „	$\frac{1}{4}$ Std	$6\frac{3}{4}$ Std	56 „	2 „
III	$6\frac{1}{2}$ „	56 „	2 „	$8\frac{1}{2}$ „	60 „	6 „
IV	$12\frac{1}{2}$ „	60 „	6 „	$18\frac{1}{2}$ „	62 „	16 „
V	$4\frac{1}{2}$ „	62 „	16 „	$20\frac{1}{2}$ „		

Bezüglich der Laufzeiten der Energie erhält man nach Pierson-Neumann-James [1955]:

Tabelle 2

Abschnitt	zeitl. Länge des Abschnitts	mittlere Periode T'_L	Verlagerungsgeschwindigkeit der Energie	zurückgelegte Strecke
I	4 Std.	3,4 sec	5,1 kn	20 sm
II	$6\frac{1}{2}$ „	7,5 „	11,4 „	74 „
III	$6\frac{1}{2}$ „	10,0 „	15,1 „	98 „
IV	$12\frac{1}{2}$ „	12,6 „	19,1 „	238 „
V	$4\frac{1}{2}$ „	14,6 „	22,1 „	99 „
Zusammen				529 sm

Wie auch Abb. 4 zeigt, erreichte das „Wellenpaket“ nach einer Laufzeit von 34 Std., nämlich am 16. November, 1500 MGZ, den Ort „I“. Die effektive Windwirkungsdauer für $v = 62$ kn beträgt $20\frac{1}{2}$ Std. Daraus ergibt sich nach dem (extrapolierten) *Hindcasting*-Diagramm von Pierson-Neumann-James [1955] eine kennzeichnende Wellenhöhe $\bar{H}_{1/3} = 46$ ft, nach dem Diagramm von H. Walden [1958] $\bar{H}_{1/3} = 11,3$ m (= 37 ft).

Da die Luft im Mittel 4° C kälter als das Wasser war, sind diese Werte nach H. U. Roll [1952] mit dem Faktor 1,15 zu multiplizieren. Es ergibt sich:

Pierson-Neumann-James [1955]: $\bar{H}_{1/3} = 53$ ft
 H. Walden [1958] : $\bar{H}_{1/3} = 13,0$ m (= $42\frac{1}{2}$ ft).

Für die Perioden T_0 (Periode größter Energie) und T_L (längste Periode im Spektrum) erhält man aus den Diagrammen:

Pierson-Neumann-James [1955]: $T_0 = 13,6$ sec, $T_L \approx 16,0$ sec
 H. Walden [1958] : $T_L = 15,0$ sec.

Der Abb. 4 kann entnommen werden, auf welchem Ort des Großkreises sich das „Wellenenergie-Paket“ zu verschiedenen Zeitpunkten befand. Geht man in die Wetterkarten ein, so kann man für diese Positionen Windrichtung und -stärke durch Interpolation ermitteln. Diese Größen sind in Abb. 2 in einer elliptischen Umrandung eingetragen. Es sind die Windwerte, die bewirkt haben, daß der Seegang bei „I“ am 16. November, 1500 MGZ, die große kennzeichnende Höhe von $42\frac{1}{2}$ ft erreichte. Man erkennt, daß die Windstärken vom 15. November mittags bis 16. November vormittags bedeutend höher waren als bei „I“ selbst.

Nach H. U. Roll [1952] ist $\bar{H}_{1/3}$ mit 1,15 zu multiplizieren, wenn $T_l - T_w = -4^\circ$ C ist. Die in Abb. 4 in eckige Klammern gesetzten Werte geben Windgeschwindigkeiten, die notwendig sind, um die um 15% vergrößerten Wellenhöhen anzufachen. Benutzt man diese Werte zur Berechnung von $\bar{H}_{1/3}$ entsprechend Tabelle 1, so ergibt sich:

Tabelle 3

Abschnitt	zeitl. Länge des Abschnitts	mittl. Windgeschwindigkeit	zuzügl. effektive Windwirkungsdauer aus vorigem Abschnitt	zusammen	bezogen auf die (neue) Windgeschwindigkeit	entspricht Windwirkungsdauer
I	4 Std	26 kn			48 kn	$< \frac{1}{4}$ Std
II	$6\frac{1}{2}$ „	48 „	$< \frac{1}{4}$ Std	$6\frac{1}{2}$ Std	61 „	$1\frac{1}{2}$ „
III	$6\frac{1}{2}$ „	61 „	$1\frac{1}{2}$ „	8 „	66 „	$5\frac{1}{2}$ „
IV	$12\frac{1}{2}$ „	66 „	$5\frac{1}{2}$ „	18 „	68 „	16 „
V	$4\frac{1}{2}$ „	68 „	16 „	$20\frac{1}{2}$ „		

Daraus erhält man beim Eingehen in die (extrapolierten) Diagramme

von Pierson-Neumann-James [1955]: $\bar{H}_{1/3} = 50\frac{1}{2}$ ft, $T_0 = 13,5$ sec, $T_L \approx 15,9$ sec
 von H. Walden [1958] : $\bar{H}_{1/3} = 12,9$ m (= $42\frac{1}{2}$ ft), $T_L = 15,7$ sec.

Die „Verlagerungslinie“ liegt in Abb. 4 dann etwas links von der gestrichelt eingezeichneten Linie. Sie setzt am 15. November, 0500 MGZ, bei etwa 550 sm an.

Abschließende Übersicht. Im folgenden wird die Messung von O. W. S. „Weather Explorer“ am 16. November 1953, 1500 MGZ, den verschiedenen entsprechenden, mit dem Diagramm von Pierson-Neumann-James [1955] erzielten Berechnungsergebnissen noch einmal gegenübergestellt.

Tabelle 4

	$\tilde{H}_{1/3}$	T_0
A. Messung	42½ ft	16,7 sec
B. Ansatz der bei „I“ beobachteten Winde		
1. W. J. Pierson [1960]	43 „	12,8 „
2. Verfasser nach Pierson-Neumann-James [1955]	36 „	12,1 „
C. Berücksichtigung des aus 245° r.w. heranwandernden Windfeldes unter Anwendung des Diagramms von Pierson-Neumann-James [1955]		
1. ohne Rücksicht auf Temperatur-Unterschied Luft/Wasser	46 „	
2. mit Zuschlag wegen $T_l - T_w = -4^\circ \text{C}$	53 „	13,6 „
3. bei Erhöhung der Windstärken wegen $T_l - T_w = -4^\circ \text{C}$	50½ „	13,5 „

Die Energieakkumulation im leewärts wandernden Windfeld darf nach Auffassung des Verfassers auf keinen Fall außer acht gelassen werden. Ebenso wenig darf der Einfluß von $T_l - T_w$ vernachlässigt werden. Berücksichtigt man beides, so ergibt sich (in der obigen Zusammenstellung in C. 2 und C. 3), daß das *Hindcasting*-Diagramm nach Pierson-Neumann-James [1955] auch für die nicht-ausgereifte Windsee des vorliegenden Falles wesentlich zu große Wellenhöhen liefert, daß aber die Perioden unter der Spitze des Spektrums, T_0 , in etwas besserer Übereinstimmung mit der Beobachtung stehen als nach dem Ansatz von Pierson, Jr., [1960].

Hinsichtlich der von Pierson, Jr., [1960] diskutierten Seegangs-Berechnungsunterlagen von J. Darbyshire kann gesagt werden, daß die Windsee am 16. November 1953, 1500 MGZ, zwar nicht ausgereift war, daß sie aber vom Zustand der Reife weniger weit entfernt war, als bei Außerachtlassung der Energieakkumulation im wandernden Feld der W- bis SW-Winde angenommen wurde.

Schrifttum

- Bretschneider, C. L., 1959: Wave variability and wave spectra for wind generated gravity waves. U. S. Beach Eros. Bd., Corps Engnrs. Techn. Memor. No. 118.
- Darbyshire, J., 1955: An investigation of storm waves in the North Atlantic Ocean. Proc. Roy. Soc., A, 230, 560-569.
- Darbyshire, J., 1957: A note on the comparison of wave spectrum formulae. Dt. Hydrogr. Z. 10, 184.
- Darbyshire, J., 1959: A further investigation of wind generated waves. Dt. Hydrogr. Z. 12, 1.
- Neumann, G., 1953: On Ocean wave spectra and a new method of forecasting wind generated sea. U. S. Beach Eros. Bd., Techn. Mem. Nr. 43, Wash., Dec., 42.
- Pierson, Jo., W. J., 1960: A study of wave forecasting methods and of the height of a fully developed sea on the basis of some wave records obtained by the O.W.S. "Weather Explorer" during a storm at sea. Dt. Hydrogr. Z. 12, 244, als Vorbericht erschienen New York Univ., Coll. Eng., Res. Div.; June 1959.
- Pierson, Jr., W. J., G. Neumann, and R. W. James, 1955: Practical methods for observing and forecasting ocean waves by means of wave spectra and statistics. U. S. Navy Hydr. Off. Publ. No. 603, Wash.
- Roll, H. U., 1952: Über Größenunterschiede der Meereswellen bei Warm- und Kaltluft. Dt. Hydrogr. Z. 5, 111.
- Walden, H., 1956: Stau der Wellenenergie im wandernden Windfeld. Dt. Hydrogr. Z. 9, 225 und 280.
- Walden, H., 1958: Die winderzeugten Meereswellen, Teil I. Dt. Wetterd., Seewetteramt, Einzelveröff. Nr. 18, Heft 2, Hamburg.

Eingegangen im Februar 1960