

MITTEILUNGEN

Zur Variabilität des Seegangs innerhalb langer Zeiträume

(Hierzu Tafeln 1 und 2)

UDC 551.466.326

Es ist eine bekannte Tatsache, daß die Luftdruckverteilungen, die Luftbewegungen und auf See der Seegang über den gewöhnlichen jährlichen Gang hinaus starken Schwankungen unterliegen und daß sie zu bestimmten ausgewählten Zeiten des Jahres, z. B. Mitte Januar, in den einzelnen Jahren außerordentlich unterschiedlich sein können.

Die folgenden kurzen Ausführungen und insbesondere die Tabellen und graphischen Darstellungen sollen einen Einblick in die Art dieser „langjährigen“ Veränderlichkeit hauptsächlich des Seegangs an einigen Stellen des Nordatlantischen Ozeans geben.

In Betracht gezogen werden die Beobachtungen der nordatlantischen Wetterschiffe im Zeitraum vom 1. Januar 1950 bis 31. Dezember 1967, also die 18 Jahre 1950 bis 1967. Es handelt sich um 9 Schiffe mit den folgenden Sollpositionen:

„A“	62,0°N	33,0°W
„B“	56,5°N	51,0°W
„C“	52,7°N	35,5°W
„D“	44,0°N	41,0°W
„E“	35,0°N	48,0°W
„I“	59,0°N	19,0°W
„J“	52,5°N	20,0°W
„K“	45,0°N	16,0°W
„M“	66,0°N	02,0°E

Der Deutsche Wetterdienst — Seewetteramt —, Hamburg, bei dem die Beobachtungsdaten auf Lochkarten vorliegen*, führte die erforderlichen Tabulierungsarbeiten für die 9 Schiffe aus und berechnete den größten Teil der benötigten Mittelwerte.

Die Wetterschiffe stellen ihre Routinebeobachtungen im Abstand von 3 Std. an.

Sind zur Zeit der Beobachtung mehrere Wellensysteme vorhanden (Windsee und Dünungen), so wird vom Beobachter jedes dieser Systeme in die Meldung mittels je einer „Gruppe“ aufgenommen. — Den hier benutzten statistischen Zusammenstellungen liegt nur die jeweils erste Seegangsguppe zugrunde; diese enthält in der Regel die Angabe über die Windsee. Es ist aber anzunehmen, daß auch Dünungen in dies Material eingegangen sind, insbesondere solche, die für das herrschende Seegangsbild bestimmend waren.

Die Wellenhöhe wird in Halbmeterstufen notiert und verschlüsselt. Wir rechnen daher mit der Größe H_w , die folgende Bedeutung besitzt:

$H_w = 0$:	kennzeichnende Wellenhöhe	0- $\frac{1}{4}$ m
$H_w = 1$:	„	$\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ m
$H_w = 2$:	„	$\frac{3}{4}$ - $1\frac{1}{4}$ m
usw.		
$H_w = 10$:	„	um 5 m
$H_w = 20$:	„	um 10 m
usw.		

* Die Daten von „I“ und „J“ lagen zur Zeit der Bearbeitung hier leider nur von 1950 bis 1964 vor.

Bei der Beobachtung werden aus verschiedenen, größtenteils psychologischen Gründen bestimmte H_w -Zahlen bevorzugt; Häufungen z. B. bei $H_w = 9$ und $H_w = 19$ sind nicht reell.

Der Schlüssel für die kennzeichnenden Wellenperioden P_w war in den Jahren 1950 bis 1967 relativ grob. Er wurde außerdem mit Beginn des Jahres 1960 etwas geändert. Es bedeuten:

P_w	1950–1959	1960–1967
0	19,1–21 sec	19,5–21,4 sec
1	> 21 sec	> 21,4 sec
2	\leq 5,0 sec	\leq 5,4 sec
3	5,1– 7,0 sec	5,5– 7,4 sec
4	7,1– 9,0 sec	7,5– 9,4 sec
usw.
9	17,1–19,0 sec	17,5–19,4 sec

Die „kennzeichnende“ oder „charakteristische“ Wellenhöhe und ebenso die Wellenperiode beziehen sich auf den mittleren Wert der in dem betreffenden Seegang auftretenden markanten Wellen. In der Regel liegt die so visuell beobachtete Größe etwas unter $\bar{H}_{1/3}$, das man aus einer Registrierung erhält, indem man den Mittelwert des durch Auszählung bestimmten höchsten Drittels aller einzelnen die Mittellinie der Registrierung anscheidenden Wellen berechnet. Gleiches gilt für die Periode.

Die Elemente eines bestimmten Seegangs, die Wellen also, unterliegen einer sehr beträchtlichen kurzzeitigen und engräumigen Veränderlichkeit, die allerdings in diesem Beitrag keine Berücksichtigung findet. Es darf aber nicht übersehen werden, daß sehr seltene einzelne Wellen mehr als doppelt so hoch wie die hier behandelte „kennzeichnende“ Wellenhöhe sein können.

Das Seewetteramt stellte für jedes Wetterschiff einzeln bereit:

Mittelwerte von H_w für alle Dekaden (Drittelmonate) in den einzelnen Jahren 1950–1967,
Monatsmittel von H_w für sämtliche Monate in den Jahren 1950–1967,

Jahresmittel von H_w ,

die Häufigkeitsverteilung der H_w in allen Monaten und in sämtlichen Jahren des Zeitraums 1950–1967,

die Häufigkeitsverteilung der P_w in allen einzelnen Monaten der Jahre 1950–1967,

Dekaden-, Monats- und Jahresmittel der Windgeschwindigkeit,

Häufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeitsklassen in allen einzelnen Monaten und in den einzelnen Jahren 1950–1967.

Die außerordentliche Verschiedenheit der Dekaden-Mittelwerte von H_w im Verlaufe der 18 Jahre 1950 bis 1967 bzw. von Jahr zu Jahr zeigt die Abb. 1 am Beispiel des Wetterschiffs „A“. Die Größen der Mittelwerte sind auf der Senkrechten aufgetragen, und zwar für jedes einzelne Jahr gekennzeichnet durch je ein spezielles Symbol. Der Jahresgang tritt deutlich heraus.

Die Dekaden-Mittelwerte von H_w werden außerdem für die Schiffe „A“, „C“ und „D“ in Tabellenform gebracht (Tab. 1a, 1b und 1c). Die höchsten Werte einer jeden Dekade sind durch Unterstreichung, die niedrigsten durch einen beigefügten Stern gekennzeichnet. Man erkennt z. B., daß bei den Schiffen „C“ und „D“ Maxima in den Jahren 1956 bis 1961 relativ häufig waren, während sich die Jahre 1950–1952 und 1967 durch eine große Zahl von Minima auszeichnen. Bei Schiff „A“ tritt die Häufung von Minima in den Jahren 1963–1967 deutlich in Erscheinung.

Eine entsprechende Darstellung der Monatsmittel und der Jahresmittel von H_w (Tab. 2a, 2b und 2c) zeigt, daß die Schwankungen von Jahr zu Jahr sehr beträchtlich sein können, z. B. bei Schiff „A“ im April zwischen $H_w = 3,1$ (= 1,55 m) und $H_w = 8,2$ (= 4,1 m). Mittelt man die zusammengehörigen Monatsmittel für alle drei Schiffe „A“, „C“ und „D“, so ist die ansteigende Tendenz dieser neuen Durchschnittswerte im Laufe der 50er Jahre und das Abklingen ab 1961 sehr deutlich. Diesen Trend der Jahresmittel von H_w stellte M. Rodewald [1965] für die Zeitspanne 1951 bis 1962 bereits fest.

Tabelle 3 stellt noch einmal die Jahresmittel von H_w für alle 9 nordatlantischen Wetterschiffe einander gegenüber. Es zeigt sich, daß das An- und Abschwellen im Laufe der 18 Jahre eine über alle erfaßten Teile des Nordatlantischen Ozeans verbreitete Erscheinung ist.

Die in den einzelnen Jahren an den verschiedenen nordatlantischen Wetterschiffen beobachteten Höchstwerte von H_w werden in Tab. 4 gebracht. „A“ und „K“ enthalten Aufzeichnungen von $H_w = 36$ (Wellenhöhe = 18 m). Auffällig sind die relativ niedrigen Werte des Schiffes „M“ im Nordmeer. Auf das Herausfallen der H_w - und P_w -Beobachtungen bei „M“ im Vergleich mit anderen Wetterschiffen wurde schon früher hingewiesen (z. B. H. U. Roll [1953] und H. Walden [1964]).

Für die Schiffe „A“, „C“ und „D“ wurden die relativen Häufigkeiten für solche Januar- und Julimonate, welche die jeweils höchsten und niedrigsten Monatsmittelwerte im Gesamtzeitraum besitzen, berechnet (Tab. 5a, 5b, 5c) und für „A“ und „C“ aufgezeichnet (Abb. 2a, 2b). Die Unterschiede der Verteilungen sind sehr beträchtlich.

Für die Januarwerte von H_w des Schiffes „C“ sind in Tab. 6 die Summenprozente verzeichnet. Auf Wahrscheinlichkeitspapier gezeichnet ergeben sie das Bild der Abb. 3. Die Unterschiede treten hier besonders deutlich in Erscheinung.

Da die Verschlüsselungsform von P_w im Laufe des betrachteten 18jährigen Zeitraumes geändert wurde und das Material daher nicht homogen ist, haben wir auf die Berechnung von Mittelwerten verzichtet. – Mitgeteilt werden lediglich die relativen Häufigkeiten von P_w (vgl. Tab. 7a, 7b und 7c) für diejenigen Januar- und Julimonate von „A“, „C“ und „D“, für welche sich die höchsten und niedrigsten Monatsmittel von H_w ergaben (vgl. Tab. 5a, 5b und 5c). Man erkennt die jahreszeitlichen Unterschiede, aber auch die Tatsache, daß niedrige Wellen im allgemeinen kurz, höhere Wellen länger sind.

Im übrigen ergibt die hier verwendete Art der Tabulierung, in die überwiegend Windsee eingeht, nur wenige Fälle von $P_w = 8, 9, 0$ und 1. Lange Perioden treten im Sommer erwartungsgemäß sehr viel seltener auf als in den kälteren Jahreszeiten. Das Jahr 1967 zeichnet sich bei „D“ durch das gänzliche Fehlen von $P_w = 7, 8, 9, 0$ und 1 in unserem Material aus.

Die folgende kleine Zusammenstellung bringt für die Schiffe „A“, „C“ und „D“ die Zahl der Monate im Gesamtzeitraum 1950–1967, in denen die Häufigkeit von $P_w = 7$ (etwa 14 sec) 5% oder mehr betrug:

Schiff	„A“	„C“	„D“	
	7	6	2	Monate

Obwohl die Eigenschaften der Windsee nicht nur von der zur Zeit der Beobachtung herrschenden Windgeschwindigkeit abhängen, werden die Häufigkeitsverteilungen von H_w (ähnlich auch P_w) einen engen Zusammenhang mit dem Windvorkommen aufweisen.

Die Tab. 8 enthält die relative Häufigkeit der Windgeschwindigkeit nach Klassenintervallen von je 10 kn für das Schiff „C“ in allen Januar- und Julimonaten. Bei den Januaren ist der Unterschied zwischen 1953 (H_w -Mittel am niedrigsten) und 1957 (H_w -Mittel am höchsten) deutlich. Dagegen läßt sich der Tab. 8 kaum entnehmen, daß das Julimittel von H_w im Jahre 1966 den Höchstwert aller 18 Jahre erreichte.

Mit einer vergleichenden Betrachtung der gebrachten Abbildungen und Tabellen lassen sich prinzipielle Unterschiede im Charakter der Veränderlichkeit der Wellen an den verschiedenen Wetterschiffen nicht feststellen. Die Schwankungen sind allerdings dort geringer, wo auf Grund der geographischen Breite und somit der Entfernung von den Hauptzugbahnen der Tiefdruckgebiete die Maxima der Wellenhöhe niedriger bleiben als etwa in den Haupt-Sturmgebieten des Nordatlantischen Ozeans.

Nach der deutlichen Zunahme des Seegangs zwischen 1950 und 1960 an allen Wetterschiffen und der Abnahme seit etwa 1961 bedarf die weitere Tendenz einer aufmerksamen Verfolgung.

Auf die Wiedergabe des größten Teils der Auszählungs- und Rechenergebnisse, insbesondere solcher für die Schiffe „B“, „E“, „I“, „J“, „K“ und „M“ wurde verzichtet, um den Beitrag nicht über Gebühr auszudehnen. Eine vollständige Darstellung des vorliegenden

Materials und speziell ein eingehender Vergleich der Häufigkeiten von Windstärke und See-
gangseigenschaften würde sicher von wissenschaftlichem Interesse und praktischem Nutzen
sein.

Schrifttum

- Rodewald, M., 1965: Wind und Wellen im Nordatlantik während des Jahrzehnts 1951–1960. Seewart **26**, 73.
- Roll, H. U., 1953: Höhe, Länge und Steilheit der Meereswellen im Nordatlantik. Einzelveröff. Dt. Wetterd., Seewetteramt. Nr. 1, S. 11.
- Walden, H., 1964: Die Eigenschaften der Meereswellen im Nordatlantischen Ozean. Einzelveröff. Dt. Wetterd., Seewetteramt. Nr. 41, S. 16.

H. Walden

Eingegangen im Juni 1969

Anschrift des Verfassers:

Dr. Hans Walden, Deutsches Hydrographisches Institut, 2 Hamburg 4, Bernhard-Nocht-Straße 78