

DEUTSCHER WETTERDIENST

Seewetteramt

Einzelveröffentlichungen

Nr. 75

Wellenbeobachtungen von deutschen
Bordwetterwarten im Nordsee-Bereich
1957 — 1966

Wave observations by ship-borne German weather stations
in the North Sea 1957 — 1966

von

Dr. Carl Pflugbeil,
Peter J. Schäfer, M.Sc.

und

Dr. Hans Walden



Hamburg

1971

Anschriften der Verfasser:

Reg.-Direktor Dr. C. Pflugbeil und P. J. Schäfer, M. Sc., Seewetteramt, 2000 Hamburg 4, Bernhard-Nocht-Str. 76

Ltd. Dir. u. Prof. Dr. H. Walden, Deutsches Hydrographisches Institut, 2000 Hamburg 4, Bernhard-Nocht-Str. 78

Vorbereitung, Berechnung und Entwurf sämtlicher Diagramme sind die Arbeit von Herrn Kurt Raschke

DEUTSCHER WETTERDIENST

Seewetteramt

Einzelveröffentlichungen

Nr. 75

Wellenbeobachtungen von deutschen
Bordwetterwarten im Nordsee-Bereich
1957 — 1966

Wave observations by ship-borne German weather stations
in the North Sea 1957 — 1966

von

Dr. Carl Pflugbeil,
Peter J. Schäfer, M.Sc.

und

Dr. Hans Walden



Wetteramt München
Handbücher Nr. 5295

Hamburg
1971

Anschriften der Verfasser:

Reg.-Direktor Dr. C. Pflugbeil und P. J. Schäfer, M. Sc., Seewetteramt, 2000 Hamburg 4, Bernhard-Nocht-Str. 76

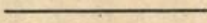
Ltd. Dir. u. Prof. Dr. H. Walden, Deutsches Hydrographisches Institut, 2000 Hamburg 4, Bernhard-Nocht-Str. 78

Vorbereitung, Berechnung und Entwurf sämtlicher Diagramme sind die Arbeit von Herrn Kurt Raschke

Inhaltsverzeichnis / Contents

Zusammenfassung	5
Material und Darstellung	5
Ergebnisse (Text)	
Häufigste Wellenhöhe	6
Häufigste Wellenperiode	6
Größte Wellenhöhe	8
Größte Wellenperiode	8
Kumulative Häufigkeiten von Wellenhöhen	10
Summary	11
Material and presentation	11
Results (text)	
Most frequent wave height	12
Most frequent wave period	12
Maximum wave height	12
Maximum wave period	13
Cumulative frequency of wave heights	13
<u>Abbildungen / Figures</u>	
Nr. 1 Gebiete und vierteljährliche Beobachtungszahlen	15
(Areas and seasonal numbers of observations)	
Nr. 2 Häufigkeit von Wellenhöhen / Winter	16
(Frequency of wave heights / winter)	
Nr. 3 Häufigkeit von Wellenperioden / Winter	17
(Frequency of wave periods / winter)	
Nr. 4 Häufigkeit von Wellenhöhen / Frühling	18
(Frequency of wave heights / spring)	
Nr. 5 Häufigkeit von Wellenperioden / Frühling	19
(Frequency of wave periods / spring)	
Nr. 6 Häufigkeit von Wellenhöhen / Sommer	20
(Frequency of wave heights / summer)	
Nr. 7 Häufigkeit von Wellenperioden / Sommer	21
(Frequency of wave periods / summer)	
Nr. 8 Häufigkeit von Wellenhöhen / Herbst	22
(Frequency of wave heights / autumn)	
Nr. 9 Häufigkeit von Wellenperioden / Herbst	23
(Frequency of wave periods / autumn)	
<u>Tabellen / Tables</u>	
Häufigkeit des gleichzeitigen Vorkommens von Wellenhöhe und -periode (Frequency of simultaneous occurrence of wave height and wave period)	
Nr. 1 für Gebiet 1 / Winter	24
(for area 1 / winter)	
Nr. 2 für Gebiet 3 / Winter	25
(for area 3 / winter)	
Nr. 3 für Gebiet 4 / Winter	26
(for area 4 / winter)	
Nr. 4 für Gebiet 5 / Winter	27
(for area 5 / winter)	
Nr. 5 für Gebiet 7 / Winter	28
(for area 7 / winter)	

Nr. 6	für Gebiet 9 / Winter	29
	(for area 9 / winter)	
Nr. 7	für Gebiet 10 / Winter	30
	(for area 10 / winter)	
Nr. 8	für Gebiet 1 / Frühling	31
	(for area 1 / spring)	
Nr. 9	für Gebiet 3 / Frühling	32
	(for area 3 / spring)	
Nr.10	für Gebiet 4 / Frühling	33
	(for area 4 / spring)	
Nr.11	für Gebiet 7 / Frühling	34
	(for area 7 / spring)	
Nr.12	für Gebiet 1 / Sommer	35
	(for area 1 / summer)	
Nr.13	für Gebiet 2 / Sommer	36
	(for area 2 / summer)	
Nr.14	für Gebiet 3 / Sommer	37
	(for area 3 / summer)	
Nr.15	für Gebiet 6 / Sommer	38
	(for area 6 / summer)	
Nr.16	für Gebiet 7 / Sommer	39
	(for area 7 / summer)	
Nr.17	für Gebiet 10 / Sommer	40
	(for area 10 / summer)	
Nr.18	für Gebiet 1 / Herbst	41
	(for area 1 / autumn)	
Nr.19	für Gebiet 3 / Herbst	42
	(for area 3 / autumn)	
Nr.20	für Gebiet 4 / Herbst	43
	(for area 4 / autumn)	
Nr.21	für Gebiet 5 / Herbst	44
	(for area 5 / autumn)	
Nr.22	für Gebiet 6 / Herbst	45
	(for area 6 / autumn)	
Nr.23	für Gebiet 7 / Herbst	46
	(for area 7 / autumn)	
Nr.24	für Gebiet 8 / Herbst	47
	(for area 8 / autumn)	
Nr.25	für Gebiet 9 / Herbst	48
	(for area 9 / autumn)	
Nr.26	für Gebiet 10 / Herbst	49
	(for area 10 / autumn)	



Zusammenfassung

Aus Seegangsbeobachtungen von deutschen Bordwetterwarten werden jahreszeitliche Häufigkeitsverteilungen für kennzeichnende Wellenhöhen und Wellenperioden für Nordseegebiete bestimmt. (Die kennzeichnende Wellenhöhe ist das Mittel der Wellenhöhen nur aus den größeren, gut ausgebildeten Wellenzügen des Seegangs. Entsprechendes gilt für die kennzeichnende Wellenperiode.) Tabellen geben jahreszeitliche Häufigkeiten über das gleichzeitige Vorkommen von kennzeichnenden Wellenhöhen und Wellenperioden. Im Text werden die Ergebnisse kurz diskutiert und kumulative Häufigkeiten für Wellenhöhen $\geq 2,5$ m und ≥ 5 m gebracht.

Material und Darstellung

Für die in Abb. 1 (Seite 15) dargestellten Gebiete (Felder) liegen insgesamt 11.737 vollständige Seegangsbeobachtungen von deutschen Bordwetterwarten aus der Zeit vom 1.1.1957 bis zum 31.12.1966 vor. Die Abb. 1 gibt die Verteilung der Anzahlen der Beobachtungen auf 10 Gebiete und 4 Jahreszeiten.

Die Beobachtungen sind örtlich und zeitlich recht inhomogen verteilt. Das hängt mit dem Einsatz der Fischereischutzboote und Fischereiforschungsschiffe in den jahreszeitlich sehr unterschiedlich befischten Seegebieten zusammen. Die geringe statistische Sicherung zumindest einiger Ergebnisse erzwingt bei den nachfolgenden Betrachtungen eine stets kritische Berücksichtigung. Beobachtungszahlen unter 100 pro Jahreszeit besitzen nur einen geringen statistischen Ausgabewert und werden im folgenden nicht weiter behandelt. Daraus ergibt sich, daß nur 3 Gebiete (Felder 1, 3 und 7) in allen Jahreszeiten eine ausreichende Belegung aufweisen. Im Herbst ist die Anzahl der hinreichend besetzten Gebiete mit 9 am größten, im Frühjahr mit 4 am geringsten. Weitere Einzelheiten dieser Verteilung zeigen die im folgenden gebrachten Aufstellungen.

Die Abb. 2, 4, 6 und 8 enthalten die Häufigkeiten (in % der Anzahl N aller Seegangsbeobachtungen je Gebiet und Jahreszeit) von kennzeichnenden Wellenhöhen für die Jahreszeiten, die Abb. 3, 5, 7 und 9 die entsprechenden Häufigkeiten von kennzeichnenden Wellenperioden.

Die Tabellen 1 bis 26 bringen die Häufigkeitsverteilung (in % der jeweiligen Anzahl N aller Seegangsbeobachtungen je Feld und Jahreszeit) der jeweils gleichzeitig beobachteten kennzeichnenden Wellenhöhen und -perioden. Die Wellenhöhen sind in Halbmeterstufen, die

Feld Nr.	Winter (Dez.-Feb.)		Frühling (März-Mai)		Sommer (Juni-Aug.)		Herbst (Spt.-Nov.)	
	m	%	m	%	m	%	m	%
1	2	211	0,5	218,5	1	217	0,5	214
2	-	-	-	-	0,5	411	-	-
3	2	140	1	197	1	227,5	2	157
4	0,5	157,5	0,5	326	-	-	0,5	285
5	0,5	205	-	-	-	-	0,5	230,5
6	-	-	-	-	0,5	287,5	0,5	317,5
7	1,5	203,5	1	245,5	0,5	269,5	0,5	195
8	-	-	-	-	-	-	0,5	228
9	1	182,5	-	-	-	-	0,5	221,5
10	1	227,5	-	-	0,5	222,5	0,5	155

Häufigste kennzeichnende Wellenhöhe (m) und ihr Vorkommen (%o) je Feld (s.Abb.1) und Jahreszeit

Most frequent significant wave height (m) and its occurrence (%o) per field (see fig.1) and season

kennzeichnenden Perioden in vollen sec gegeben. Alle Angaben beziehen sich auf die entsprechenden Intervalle, z.B. umfaßt $H = 4,5$ m den Höhenbereich $4 \frac{1}{4}$ bis $4 \frac{3}{4}$ m.

E r g e b n i s s e

Die am häufigsten vorkommende Wellenhöhe finden wir im Winter in den relativ frei gelegenen Feldern 1 und 3 des südlichen Nordmeeres und der nördlichen Nordsee bei 2 m mit einer Häufigkeit von 21 % bzw. 14 %, in der mittleren Nordsee bei 1,5 m mit 20 % und in der südlichen Nordsee bei 1 m mit 18 % - 23 %. Diese Unterschiede sind zum Teil darauf zurückzuführen, daß die Nordsee nach Süden hin flacher wird.

Im Sommer lauten die entsprechenden Werte: 1 m mit 22 % bzw. 23 %, 0,5 m mit 27 % und 0,5 m mit 22 % Häufigkeit. Weitere Einzelheiten enthält die obige Übersicht.

Die am häufigsten vorkommende kennzeichnende Wellenperiode weist im Winter in den relativ frei gelegenen Feldern 1, 3 und 7, aber auch vor der holländischen Küste und in der Deutschen Bucht (Felder 9 und

Feld Nr.	Winter (Dez.-Feb.)		Frühling (März-Mai)		Sommer (Juni-Aug.)		Herbst (Spt.-Nov.)	
	sec.	%	sec.	%	sec.	%	sec.	%
1	6	287	6	228	6	201	5	262
2	-	-	-	-	4	276,5	-	-
3	6	241	6	260	6	211,5	5	238
4	5	240,5	4	224,5	-	-	6	190
5	3	222	-	-	-	-	5	253,5
6	-	-	-	-	5	259	3	199
7	6	254,5	5	248,5	5	217,5	5	209
8	-	-	-	-	-	-	5	243
9	6	192,5	-	-	-	-	5	311
10	6	298,5	-	-	5	248	6	232,5

Häufigste kennzeichnende Wellenperiode (sec) und ihr Vorkommen (%) je Feld (s. Abb. 1) und Jahreszeit

Most frequent significant wave period (sec) and its occurrence (%) per field (see fig. 1) and season

10) einen Wert von 6 sec auf; sie liegt vor der norwegischen Südwestküste bei 5 sec und im Skagerrak bei 3 sec. Dabei schwanken die maximalen Häufigkeiten zwischen 19 % (Feld 9) und 30 % (Deutsche Bucht). Das Überwiegen der Periode von 6 sec gegenüber denen von 4 und 5 sec ist an der holländischen Küste sehr gering.

In den wärmeren Jahreszeiten liegt die häufigste Wellenperiode bei meist um eine Sekunde kleineren Werten. Auffällig ist der Gang im Seegebiet vor Südwestnorwegen (Feld 4). Dort geht die häufigste Periode im Frühling bereits auf 4 sec zurück, während sie im Herbst 6 sec beträgt und damit einen größeren Wert als im Winter erreicht. Auch das Skagerrak (Feld 5) weist in unserer Statistik im Herbst längere Perioden als im Winter auf, wobei die häufigsten Perioden bei 5 sec (25 %) und 3 sec (22 %) liegen. Diese auffällige Feststellung ließe sich dadurch erklären, daß in diesen Gebieten im Winter östliche und nordöstliche Winde häufiger auftreten als im Herbst und somit die orographische Abschirmung häufiger wirksam wird. Weitere Einzelheiten lassen sich aus der obigen Übersicht entnehmen.

Feld Nr.	Winter (Dez.-Feb.)		Frühling (März-Mai)		Sommer (Juni-Aug.)		Herbst (Spt.-Nov.)	
	m	sec	m	sec	m	sec	m	sec
1	8	8	8	9	6	5	6	8 10
2	-	-	-	-	5,5	5	-	-
3	9,5	10	7	9	7	13	7,5	10 11
4	8	10 11	6,5	12	-	-	7,5	6
5	6	9	-	-	-	-	7,5	12
6	-	-	-	-	7	8	6,5	9
7	8	9	8	11 13	7,5	6	8	5 10
8	-	-	-	-	-	-	9	9
9	6,5	8	-	-	-	-	7	11 12
10	4	8	-	-	5	9	10 9	6 10

Größte kennzeichnende Wellenhöhe (m) und dabei aufgetretene Wellenperiode (sec) je Feld (s.Abb.1) und Jahreszeit

Greatest significant wave height (m) and thereby observed wave period (sec) per field (see fig.1) and season

Die in dem Kollektiv aufgetretenen maximalen Wellengrößen haben keinen unbedingt repräsentativen Charakter, da die mit Bordwetterwarten ausgestatteten Schiffe - wie die Fischereifahrzeuge - bei schweren Sturmlagen möglichst unter Landschutz gehen oder Häfen anlaufen. Da dies aber nicht immer möglich ist, liefert die obige Aufstellung doch einige Anhaltspunkte für die extremen Seegangsbedingungen.

In dieser für den Zeitraum 1957-1966 geltenden Aufstellung geht die maximale Wellenhöhe in der nördlichen Nordsee (Feld 3) vom Winter zum Sommer von 9,5 m auf 7 m zurück. Im südlichen Nordmeer (Feld 1) wird eine Abnahme von 8 auf 6 m, in der mittleren Nordsee (Feld 7) nur von 8 m auf 7,5 m verzeichnet. In der Deutschen Bucht (Feld 10) trafen die Bordwetterwarten im Winter nur eine maximale Wellenhöhe von 4 m an, im Sommer dagegen 5 m und im Herbst sogar einmal 10 m (als nächsthöchste 9 m). So auffällig diese letzten Werte auch sind, so kann man es doch nicht ausschließen, daß bei schwerem Sturm dort Seegang dieser Höhe auftritt.

Als größte kennzeichnende Periode (siehe Tabelle auf Seite 9) wurden im Gebiet 3 im Winter 19 sec, im Gebiet 7 gleichfalls im Winter

Feld Nr.	Winter (Dez.-Feb.)		Frühling (März-Mai)		Sommer (Juni-Aug.)		Herbst (Spt.-Nov.)	
	sec	m	sec	m	sec	m	sec	m
1	15	3,5	11	7	10	1,5 3,5	16	3
2	-	-	-	-	9	3	-	-
3	19	6,5	14	6	13	7	18	3
4	12	6 7	17	5	-	-	10	3,5
5	10	5	-	-	-	-	12	5 6 6,5 7,5
6	-	-	-	-	10	2	13	1,5
7	17	5,5	13	7,5 8	12	1 7	14	7
8	-	-	-	-	-	-	9	1,5 3,5 4 4,5 6 9
9	10	3-5	-	-	-	-	12	7
10	15	3,5	-	-	9	3 5	10	6 9

Größte kennzeichnende Wellenperiode (sec) und dabei aufgetretene Wellenhöhe (m) je Feld (s.Abb.1) und Jahreszeit

Greatest significant wave period (sec) and thereby observed wave height (m) per field (see fig.1) and season

17 sec und im Gebiet 1 im Herbst 16 sec beobachtet. In den Sommermonaten lagen die höchsten angetroffenen Perioden um 5 bis 6 sec niedriger, in der nördlichen Nordsee kamen somit immer noch Perioden von 13 sec vor, und in der mittleren Nordsee traten 12 sec auf. Sehr lange Dünung (kennzeichnende Wellenperiode mindestens 15 sec) wurde im Winter in den Feldern 1, 7 und 10 in je einem Fall, im Feld 3 in 4 Fällen (= 1,2 %) beobachtet, im Sommer dagegen überhaupt nicht. Der Ursprung dieser sehr langen Dünung ist außerhalb der Nordsee im Nord- und Nordwestsektor zu suchen.

Die auf theoretischem und experimentellem Wege bestimmte maximale Steilheit H/L (Höhe/Länge) der Wellen beträgt 1/7. Im linken Teil der ausführlichen Tabellen 1 bis 26 erscheinen einige wenige Beobachtungen, die bei dem Ansatz $\bar{L} = 1,04 \bar{T}^2$, der nach Pierson jr. et al. (Practical methods for observing and forecasting ocean waves. U.S. Navy Dept., Hydrogr. Off. Publ. No 603, Washington 1955) für die Mit-

Feld Nr.	Wellenhöhe $\geq 2,5$ m				Wellenhöhe ≥ 5 m			
	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
	%	%	%	%	%	%	%	%
1	57	30	23	32	7	5	1	8
3	52	31	21	40	14	6	2,5	9
7	39	16	12	26	5	1	2,5	6

Häufigkeit (%) des Vorkommens der Wellenhöhe $\geq 2,5$ m und ≥ 5 m
 Frequency (%) of occurrence of wave heights ≥ 2.5 m and ≥ 5 m

telwerte \bar{L} und \bar{T} in ausgereifter Windsee über tiefem Wasser gelten soll, eine größere Steilheit ergeben. Sie dürften fehlerhaft sein; die visuelle Beobachtung der kennzeichnenden Eigenschaften des Seegangs ist aber oft schwierig.

Für viele Zwecke der praktischen Anwendung interessiert besonders die Häufigkeit von kennzeichnenden Wellenhöhen bis zu bestimmten Grenzwerten (kumulative Häufigkeiten) in den einzelnen Jahreszeiten. Solche Angaben sind aus den beigegebenen Tabellen 1 bis 26 leicht abzuleiten. Wir bringen hier für die relativ frei gelegenen und für alle Jahreszeiten ausreichend besetzten Gebiete 1, 3 und 7 in der obigen Aufstellung Angaben über das Vorkommen der Wellenhöhen $\geq 2,5$ m und ≥ 5 m.

Bei den Wellenhöhen $\geq 2,5$ m trat das jahreszeitliche Maximum in allen Gebieten deutlich im Winter auf, ihr Minimum wird für den Sommer verzeichnet. Bemerkenswert ist, daß im Herbst Wellenhöhen $\geq 2,5$ m im Gebiet 3 mit 40 % deutlich häufiger waren als in den beiden anderen Feldern. Der Jahresdurchschnitt betrug in den Feldern 1 und 3 36 %, im Gebiet 7 24 %.

Bei den Wellenhöhen ≥ 5 m, der für kleinere Schiffe unter Umständen gefährlichen Sturmsee, tritt das Häufigkeitsmaximum nicht mehr im Gebiet 1, sondern mit 14 % krass herausragend im Gebiet 3 auf. Die entsprechenden winterlichen Werte in den Feldern 1 und 7 sind mit 7 % bzw. 5 % vergleichsweise gering. Weiterhin ist bemerkenswert, daß das jahreszeitliche Maximum für diese beiden Felder hier mit 8 % bzw. 6 % in den Herbst fällt. Für den Jahresdurchschnitt ergeben sich folgende Häufigkeitsprozent der Sturmsee: Gebiet 3: 7,9 %, Gebiet 1: 5,2 % und Gebiet 7: 3,6 %.

Summary

From wave observations of German ship-borne weather stations seasonal frequency distributions of significant wave heights and periods are determined for North Sea areas. (The significant wave height is the average value of the wave heights, as obtained from the larger well-formed waves of the wave system. The analogue is valid for the significant wave period.) Tables give seasonal frequencies of the simultaneous occurrence of significant wave heights and periods ("joint frequency distributions"). In the text the results are discussed shortly, and cumulative frequencies for wave heights ≥ 2.5 m and ≥ 5 m are derived.

Material and presentation

A total of 11.737 observations of significant wave heights and periods, made by German ship-borne weather stations between Jan. 1, 1957 and Dec. 31, 1966, were at hand. Fig. 1 (see page 15) shows the distribution of the observations in 10 regions of the North Sea, and for the four seasons.

The observations are distributed very inhomogeneously both in space and time. This is due to the irregular engagement of the fishery protection vessels and the fishery research vessels (which harbour the weather stations), because of seasonal variations of fishing activities in most parts of the North Sea. The small statistical reliability of some of the results should be kept in mind when reading the following considerations.

Less than 100 observations per region and season are regarded as too small a quantity for statistical purposes, and such cases were not included here. Therefore only 3 regions (field 1, 3 and 7) are fitted out for all seasons; in autumn a total of 9 fields are occupied, but only 4 in spring.

The figures 2, 4, 6, and 8 contain the frequencies (in perthousands of the number N of all wave observations) of the significant wave heights for each area and season, the figures 3, 5, 7, and 9 the corresponding frequencies of the significant wave periods. Tables show the frequency distribution of the simultaneously observed significant wave heights and periods.

The wave heights are given in 0.5 m steps, the significant periods in full seconds. All data refer to the corresponding class intervals, e.g., $H = 4.5$ m includes the range from $4 \frac{1}{4}$ to $4 \frac{3}{4}$ m.

R e s u l t s

The most frequent wave height for the more freely situated areas of the southern Norwegian Sea (field 1) and the northern North Sea (field 3) is found to be 2 m in winter, the frequencies being 21% and 14% respectively. Going further southward, in the central North Sea we find it at 1.5 m (20%) and in the southern North Sea at 1 m (18% to 23%). This behaviour partly reflects the decreasing depth of the water towards the south.

In summer this quantity is found at 1 m in the northern fields (22% and 23%) and at 0.5 m in the central and southern fields. Further details can be taken from the table on page 6.

In winter the most frequent significant wave period has a value of 6 sec. In the relatively freely situated areas (field 1, 3, and 7), but also in the Hoofden and in the Heligoland Bight (field 9 and 10). Off the Norwegian southwest coast it lies at 5 sec. and in the Skagerrak at 3 sec. with frequencies ranging between 19% and 30%, the greatest frequency appearing in the Heligoland Bight, the smallest between the Netherlands and Eastern England.

In the warmer seasons of the year, the values of the most frequent wave period are smaller, in the mean, by one second. The seasonal variation in the field off southwest Norway (area 4) shows a remarkable feature. In spring the value goes back to 4 sec., while being 6 sec. in autumn, i.e. more than in winter. The Skagerrak (area 5) also has higher periods in autumn than in winter, showing two maxima, one of 5 sec. and another of 3 sec.. This behaviour could find its explanation in the relatively more frequent easterly winds in winter, as compared to autumn, and therefore shorter fetches, in field 4 and 5. (See table on page 7).

The maximum wave data cannot be claimed representative without reserve, because the ships with ship-borne weather stations, as well as the fishing fleet itself, usually take shelter under land during severe storms. But since shelter or a harbour cannot be reached in all cases, they can nevertheless give some clues of extreme wave conditions.

The maximum wave height during the period 1957-1966 in the northern North Sea (area 3) decreases from 9.5 m in winter to 7 m in summer, and in the southern Norwegian Sea from 8 m to 6 m, but in the central North Sea from 8 m to 7.5 m only. In the Heligoland Bight (area 10)

the maximum wave height reached in the here relative small sets of observations in winter 4 m only, but in summer 5 m, and in autumn with one observation 10 m and with another 9 m. However surprising these last values may appear, one cannot exclude that waves with such heights can appear here under special gale situations. (See table on page 8).

The greatest periods were registered in winter with 19 sec. in field 3, with 17 sec. in field 7, and in autumn in field 1 with 16 sec.. In summer the greatest periods are about 5-6 sec. lower; periods of 13 sec. occur in the northern North Sea, and of 12 sec. in the central North Sea. This is an indication of very long swell (wave period at last 15 sec.) that exists in very small amounts in winter in the areas 1, 3, 7, and 10, occasionally also in spring and in autumn, but not in summer. It must have originated outside the North Sea, in the north and northwest sector.

The maximum steepness, H/L (Height/Length) of wind waves, is equal to $1/7$, according the theoretical and experimental research. In this set of wave observations, using the formular $\bar{L} = 1.04 \bar{T}^2$ *) which is to be valid for average properties of fully developed wind waves in deep water, we find in a few cases small portions with a steepness greater than $1/7$, which probably are due to errors in the observations.

For many purposes of practical application the cumulative frequency of occurrence of wave heights might be of interest. Such data can be derived easily from the attached tables. For the areas 1, 3, and 7, which have sufficient observations established for all seasons, we bring in the table on page 10 the values for the occurrence of wave heights ≥ 2.5 m and ≥ 5 m.

For the wave heights ≥ 2.5 m the seasonal frequency maximum clearly occurs in winter in all 3 areas. The frequency of these wave heights is smallest in summer. It is remarkable that in autumn the area 3 ranks on the first position with a frequency of 40%. The yearly mean gives 36% in the fields 1 and 3, and 24% in field 7.

For the wave heights ≥ 5 m, which could endanger smaller vessels, the circumstances differ remarkably from those of the preceding group. First, the seasonal maximum of occurrence no longer is located in area 1, but clearly dominating in area 3 with 14% in winter. The winter values for the areas 1 and 7 are comparatively small with 7% resp. 5%.

*) W.J. Pierson jr., G. Neumann and R.W. James: Practical methods for observing and forecasting ocean waves. U.S. Navy Dept., Hydrogr. Off. Publ. No. 603, Washington 1955

Furthermore it is noteworthy that in these two areas the seasonal maximum falls not in winter but in autumn with 8% resp. 6%. The yearly mean for the heights ≥ 5 m is 7.9% in area 3, 5.2% in area 1, and 3.6% in area 7.

Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Hamburg

Abb. 1 Gebietseinteilung und Anzahl der Seegangsbeobachtungen für Jahreszeiten

Erläuterung: Anzahl für Dez.-Febr. Anzahl für März - Mai
 Nr. des Gebietes
 Anzahl für Juni - Aug. Anzahl für Sept.-Nov.

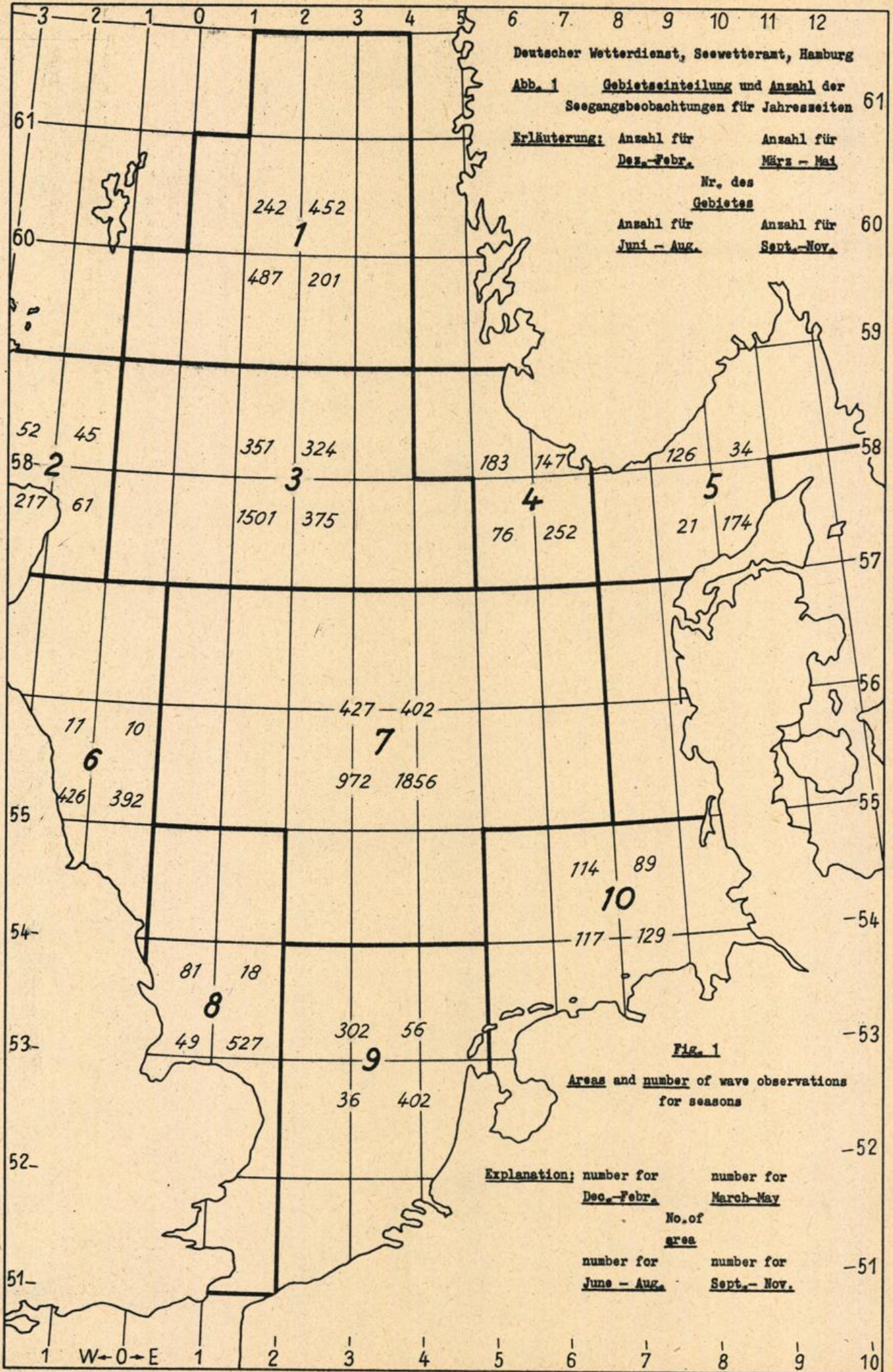


Fig. 1

Areas and number of wave observations for seasons

Explanation: number for Dec.-Febr. number for March-May
 No. of area
 number for June - Aug. number for Sept.-Nov.

Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Hamburg

Abb. 2 Häufigkeit
(in % der Anzahl N aller Wellenbeobachtungen)
von kennzeichnenden Wellenhöhen
für Dezember, Januar, Februar
nach Beobachtungen amtlicher deutscher
Bordwetterwarten 1957 - 1966

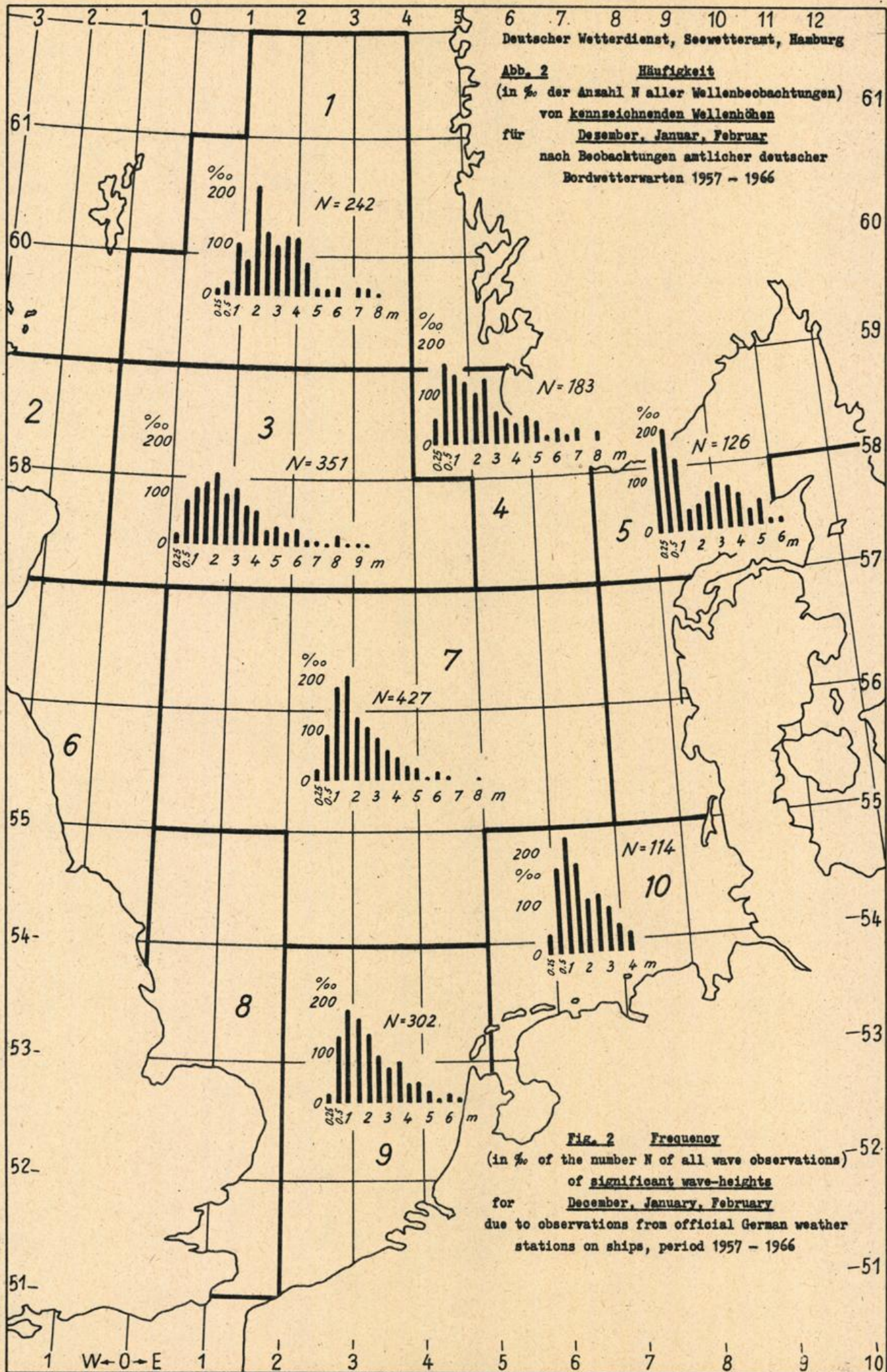
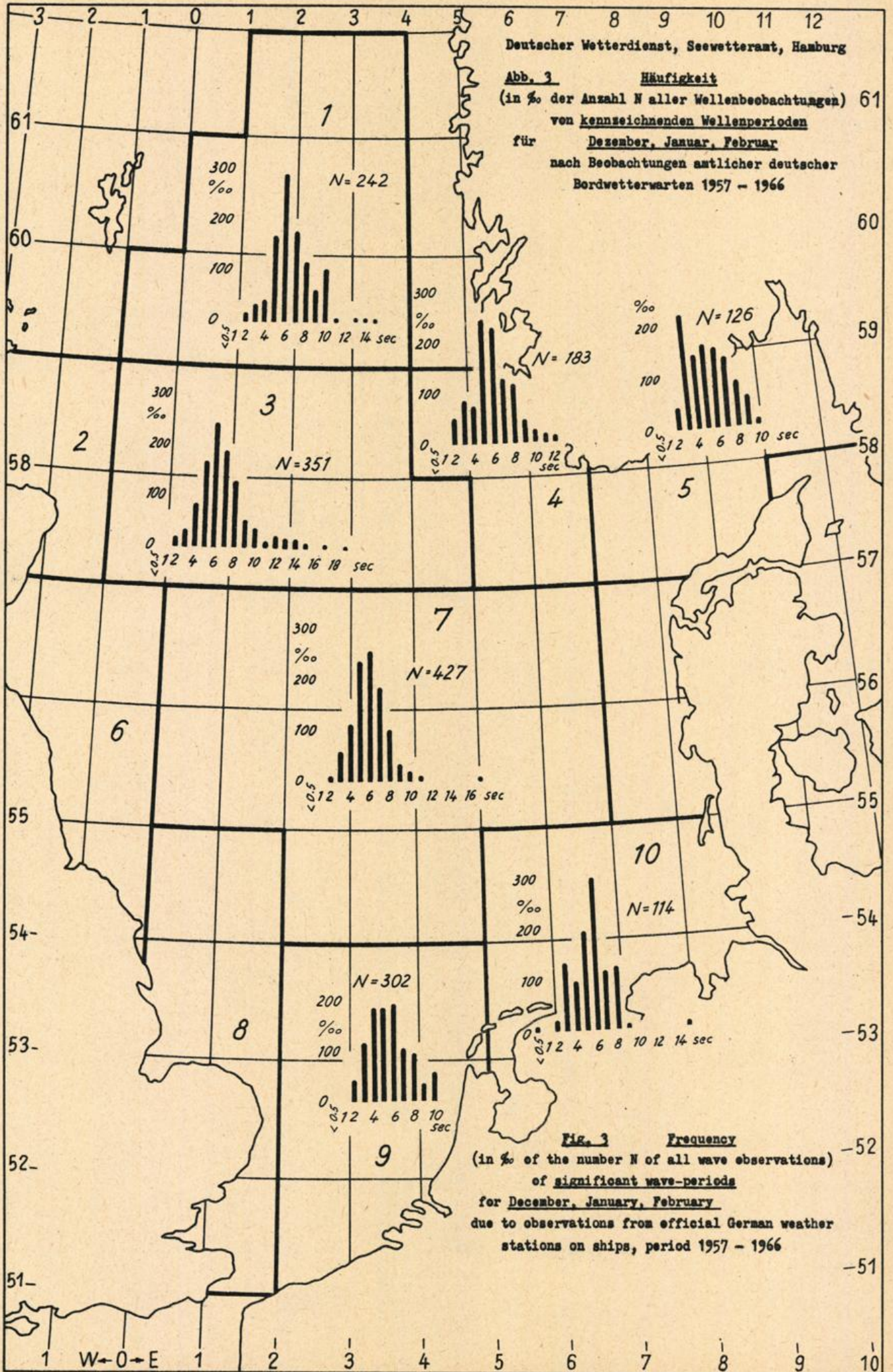


Fig. 2 Frequency
(in % of the number N of all wave observations)
of significant wave-heights
for December, January, February
due to observations from official German weather
stations on ships, period 1957 - 1966

Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Hamburg

Abb. 3 Häufigkeit
(in % der Anzahl N aller Wellenbeobachtungen) 61
von kennzeichnenden Wellenperioden
für Dezember, Januar, Februar
nach Beobachtungen amtlicher deutscher
Bordwetterwarten 1957 - 1966



Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Hamburg

Abb. 4 Häufigkeit
(in % der Anzahl N aller Wellenbeobachtungen) von kennzeichnenden Wellenhöhen
für März, April, Mai
nach Beobachtungen amtlicher deutscher
Bordwetterwarten 1957 - 1966

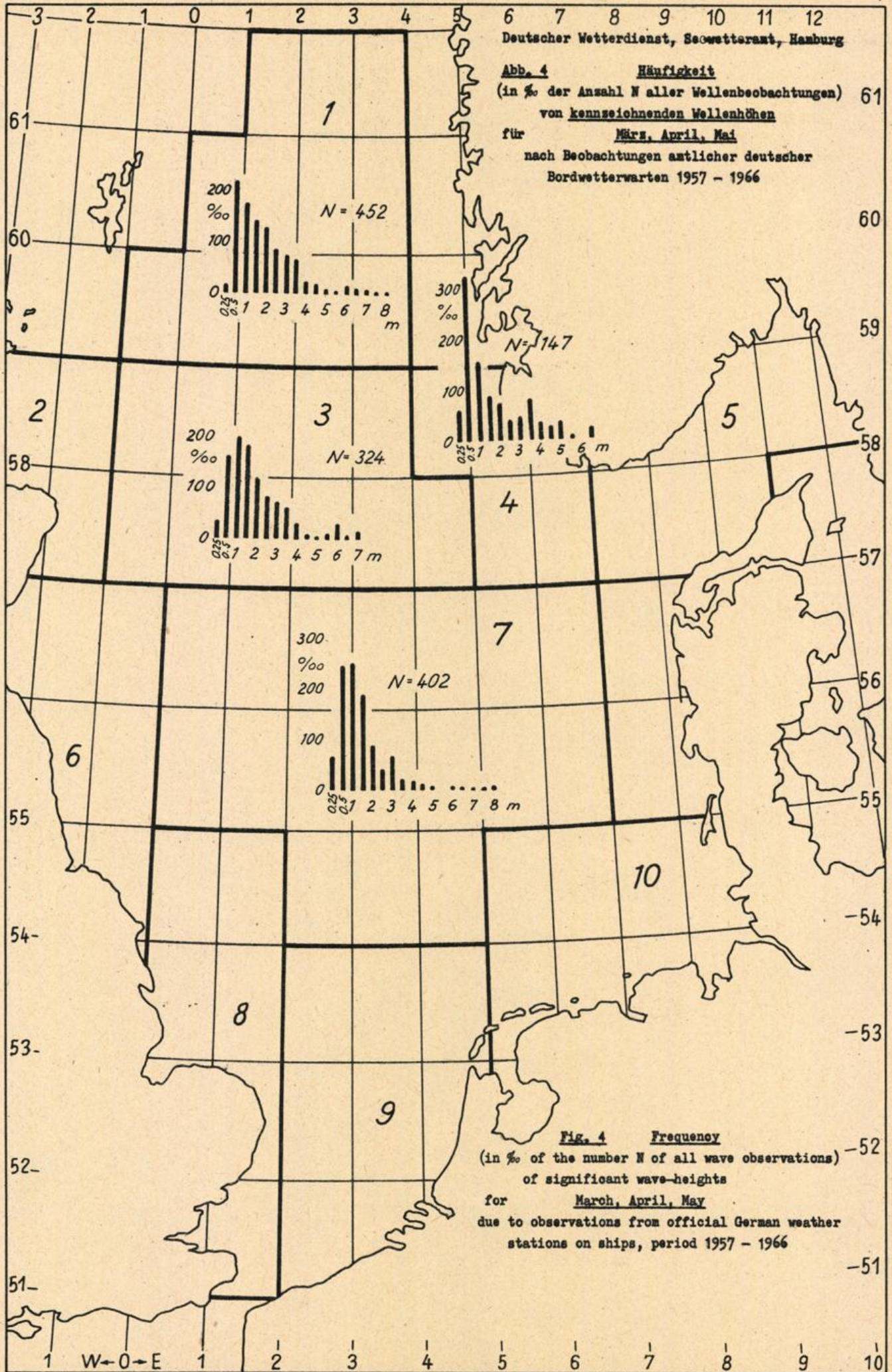


Fig. 4 Frequency
(in % of the number N of all wave observations) of significant wave-heights
for March, April, May
due to observations from official German weather
stations on ships, period 1957 - 1966

Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Hamburg

Abb. 5 Häufigkeit
 (in % der Anzahl N aller Wellenbeobachtungen) 61
 von kennzeichnenden Wellenperioden
 für März, April, Mai
 nach Beobachtungen amtlicher deutscher
 Bordwetterwarten 1957 - 1966

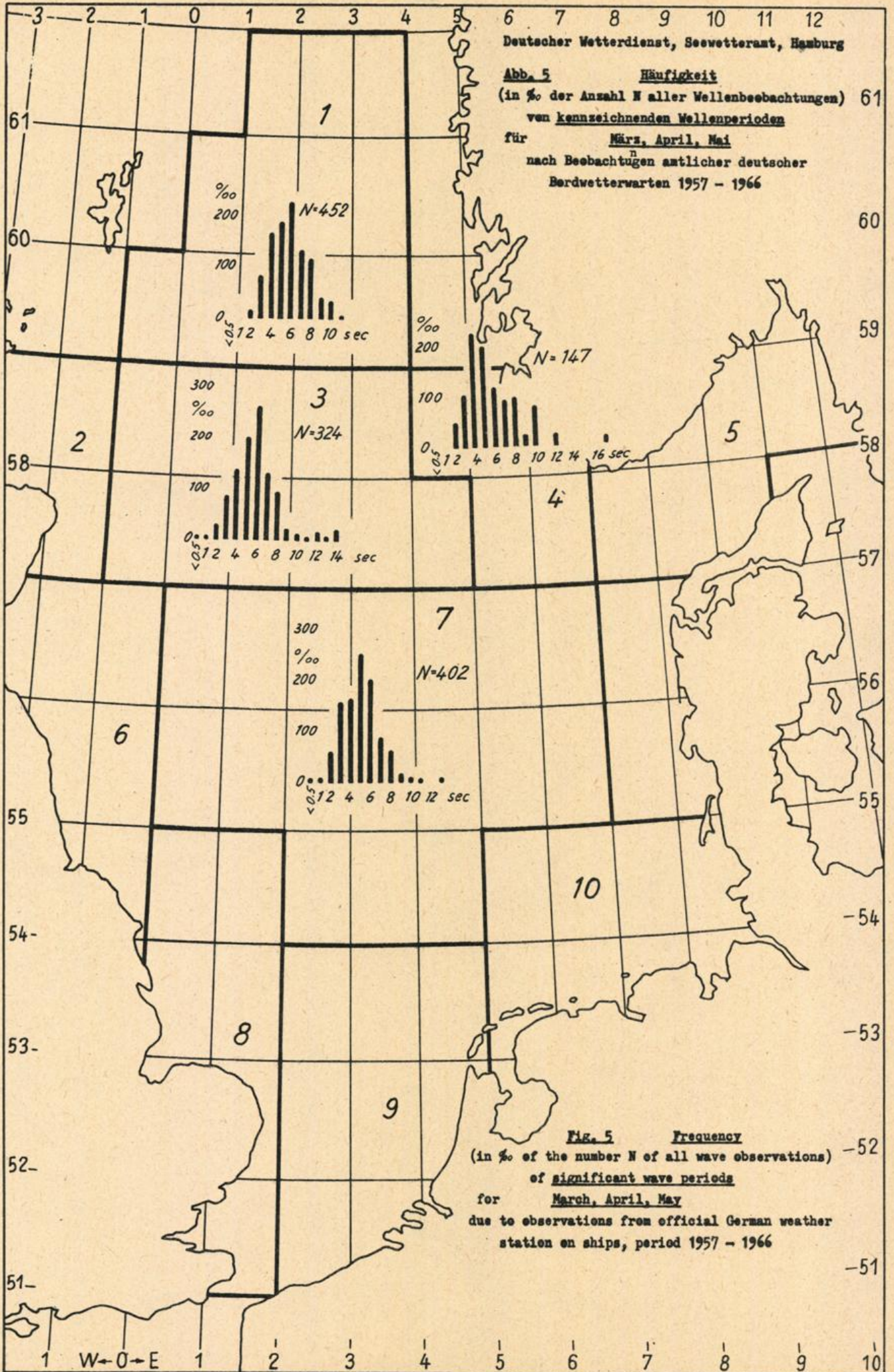


Fig. 5 Frequency
 (in % of the number N of all wave observations) 52
 of significant wave periods
 for March, April, May
 due to observations from official German weather
 station on ships, period 1957 - 1966

Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Hamburg

Abb. 6 Häufigkeit
(in % der Anzahl N aller Wellenbeobachtungen) 61
von kennzeichnenden Wellenhöhen
für Juni, Juli, August
nach Beobachtungen amtlicher deutscher
Bordwetterwarten 1957 - 1966

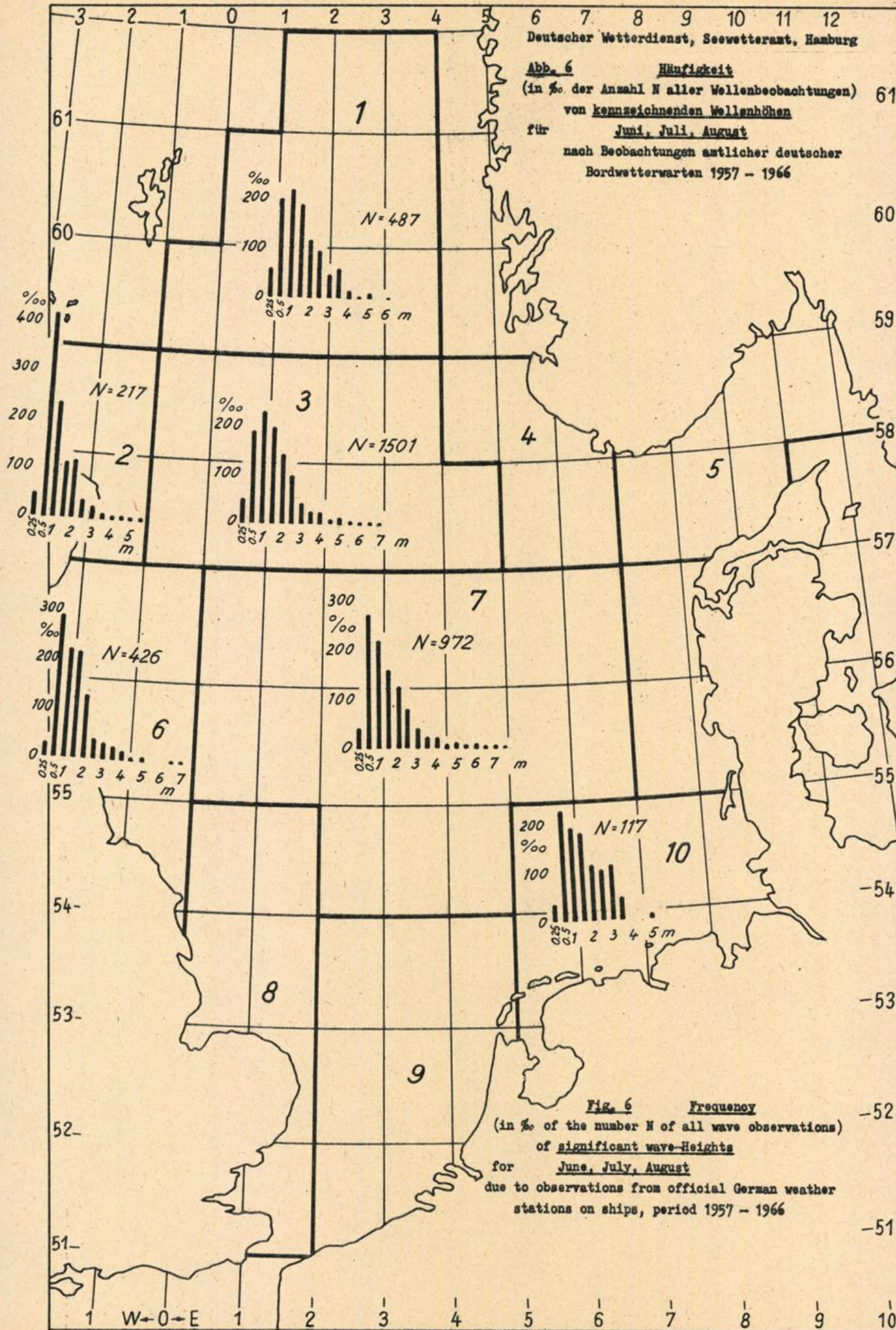


Fig. 6 Frequency
(in % of the number N of all wave observations)
of significant wave-Heights
for June, July, August
due to observations from official German weather
stations on ships, period 1957 - 1966

Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Hamburg

Abb. 7 Häufigkeit
(in % der Anzahl N aller Wellenbeobachtungen) von kennzeichnenden Wellenperioden für Juni, Juli, August nach Beobachtungen amtlicher deutscher Seewetterwarten 1957 - 1966

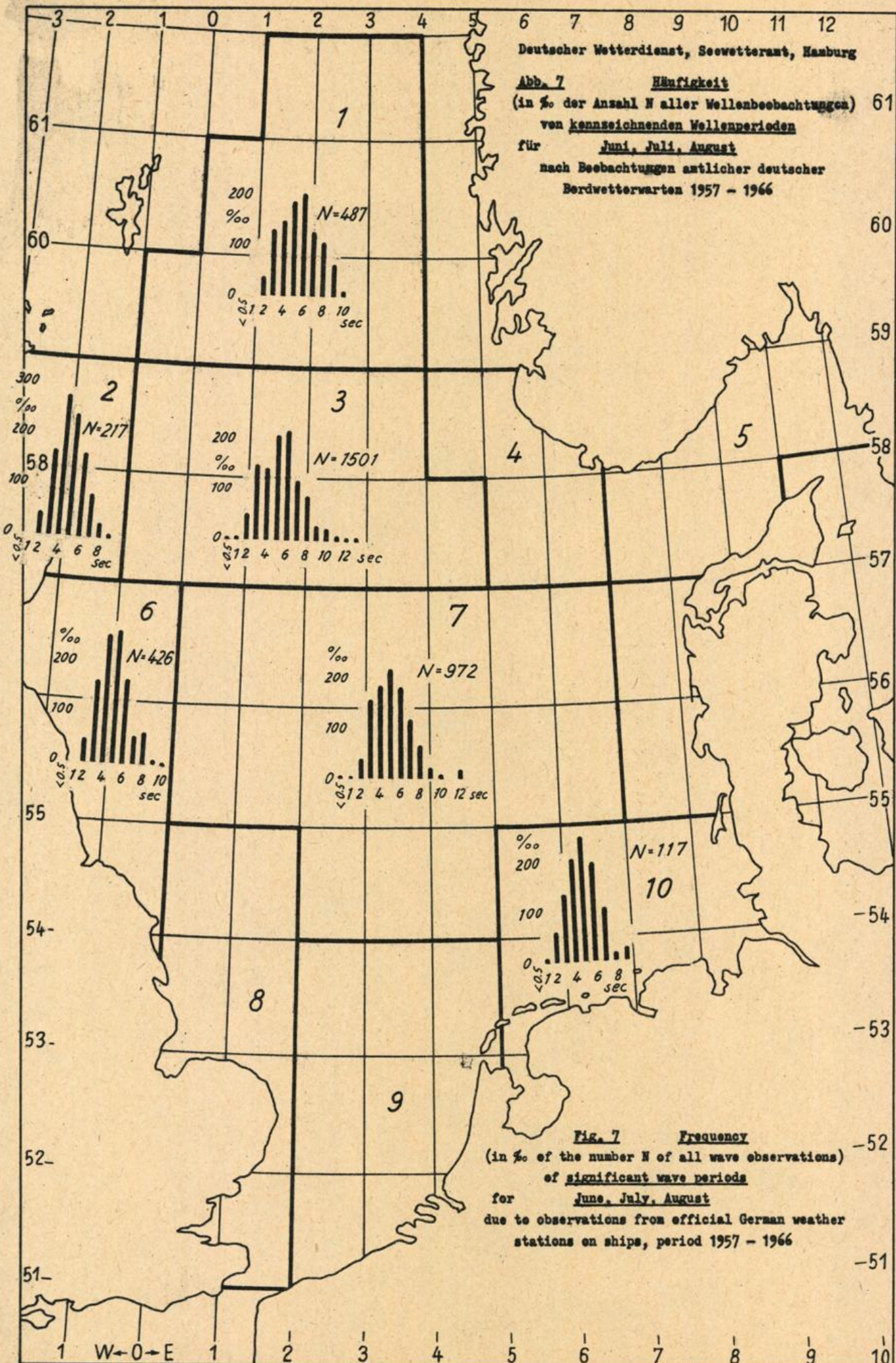


Fig. 7 Frequency
(in % of the number N of all wave observations) of significant wave periods for June, July, August due to observations from official German weather stations on ships, period 1957 - 1966

Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Hamburg

Abb. 8 Häufigkeit

(in % der Anzahl N aller Wellenbeobachtungen) 61
 von kennzeichnenden Wellenhöhen
 für September, Oktober, November
 nach Beobachtungen amtlicher deutscher
 Bordwetterwarten 1957 - 1966

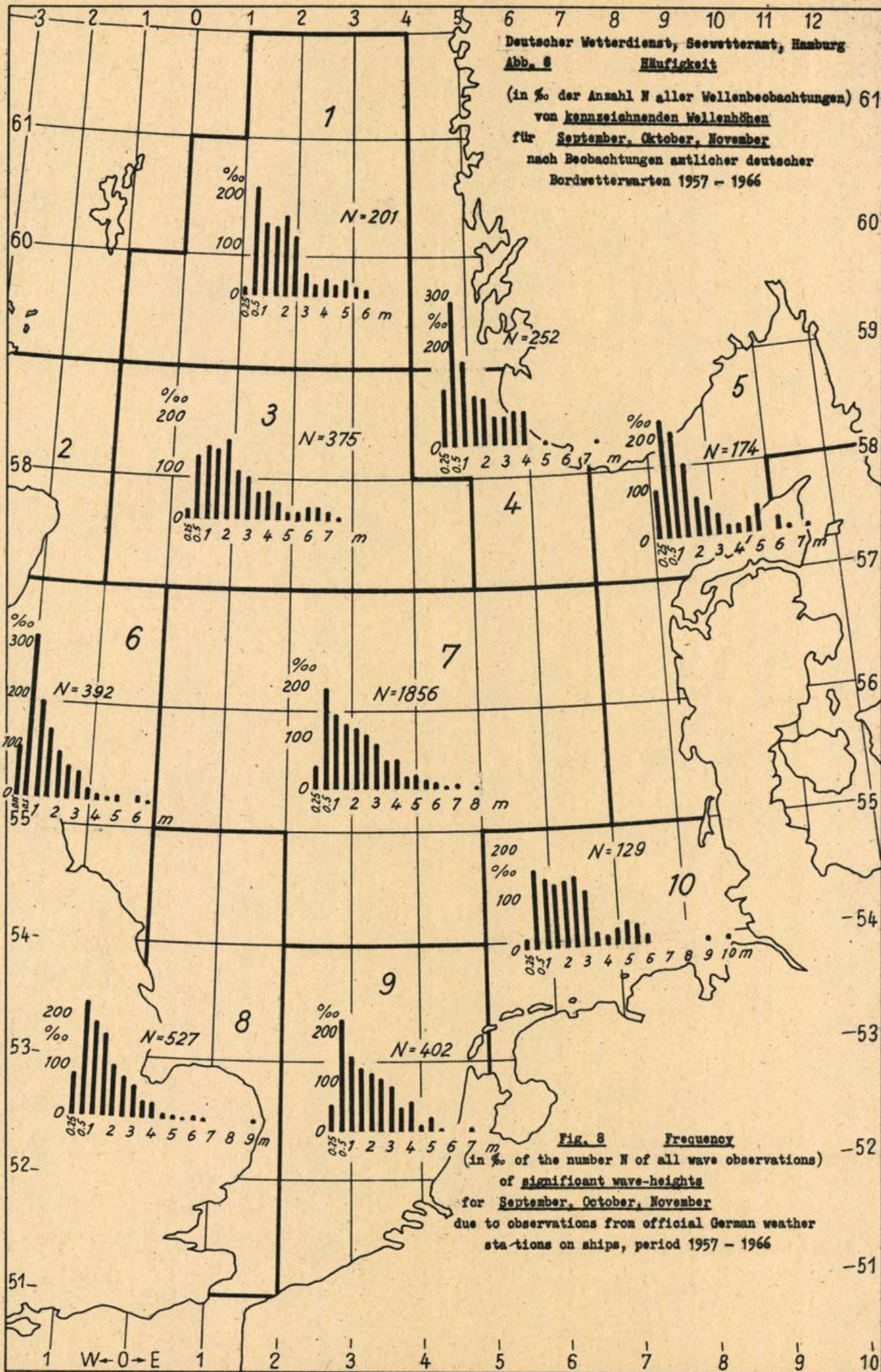


Fig. 8 Frequency
 (in % of the number N of all wave observations)
 of significant wave-heights
 for September, October, November
 due to observations from official German weather
 stations on ships, period 1957 - 1966

Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Hamburg

Abb. 9 Häufigkeit
(in % der Anzahl N aller Wellenbeobachtungen) 61
von kennzeichnenden Wellenperioden
für September, Oktober, November
nach Beobachtungen amtlicher deutscher
Bordwetterwarten 1957 - 1966

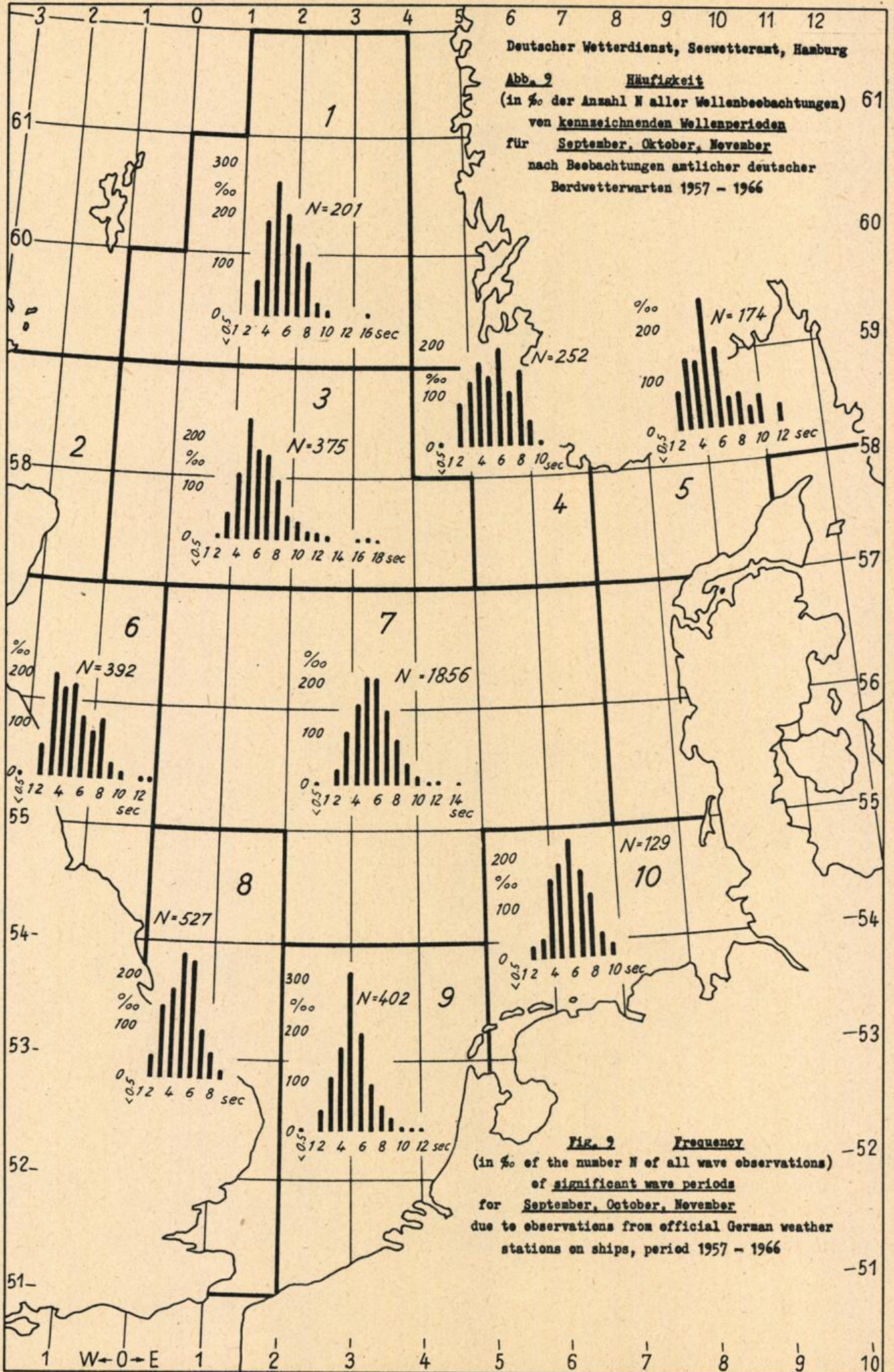


Fig. 9 Frequency
(in % of the number N of all wave observations) -52
of significant wave periods
for September, October, November
due to observations from official German weather
stations on ships, period 1957 - 1966 -51

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ				
9	Tabelle 1: Häufigkeit (in %o aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.	.	
8,5	.	.	F e l d 1 Dezember, Januar, Februar						.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Table 1: Frequency (in %o of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.	4	
7,5	4	.	8	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16	
7	4	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16	
6,5	N = 242	.
6	8	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16
5,5	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12
5	4	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12
4,5	4	33	8	8	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	61
4	12	29	16	8	46	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	111
3,5	21	29	21	25	4	12	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	116
3	8	37	17	21	8	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	99
2,5	12	12	57	29	4	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	122
2	46	111	25	25	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	211
1,5	8	33	12	8	.	.	.	.	.	.	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	69
1	.	.	.	25	8	37	25	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	99
0,5	.	.	.	4	12	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24
0,25	.	.	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12
Σ	.	.	12	29	40	165	287	174	115	60	102	4	.	4	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

- 24 -

h	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ		
9.5	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	
9	.	.	Field 3 Dezember, Januar, Februar					3	3
8.5	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	
8	6	.	.	.	14	.	.	.	.	.	.	.	20	
7.5	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	
7	3	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	6	
6.5	3	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	3	.	9	
6	6	11	3	.	.	6	6	.	.	.	.	.	.	.	.	32	
5.5	6	.	.	6	6	6	.	.	.	.	3	.	.	.	.	27	
5	3	14	3	14	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	37	
4.5	6	11	3	3	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	29	
4	3	14	20	17	3	6	.	Tabelle 2 : Häufigkeit (in %o aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.										63	
3.5	6	40	11	14	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	77	
3	8.5	23	40	28	8.5	3	.	Table 2 : Frequency (in %o of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.										111	
2.5	17	48	23	3	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	99	
2	8	25	54	42	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	140	
1.5	11	31	45	23	6	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	122	
1	.	.	3	.	20	54	17	11	3	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	111
0.5	.	.	6	17	42	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	85
0.25	.	.	6	14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20
Σ	.	.	15	31	81	164.5	241	185	127	49.5	35	9	21	15	14	6	.	3	.	3	.	1000		

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ						
9	Tabelle 3 : Häufigkeit (in %oo aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.	.		
8,5	.	.	.	F e l d 4	Dezember, Januar, Februar	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	5,5	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Table 3 : Frequency (in %oo of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.	16,5	
7,5	
7	5,5	5,5	5,5	5,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	N = 183	22
6,5	5,5	.	5,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11
6	11	.	.	5,5	.	5,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	22
5,5	5,5	.	5,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11
5	22	.	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	38
4,5	11	5,5	22	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	49,5
4	5,5	16	5,5	5,5	5,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	38
3,5	5,5	11	22	5,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	44
3	.	.	.	5,5	.	5,5	11	16	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	60
2,5	.	.	.	5,5	.	22	55	22	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	126,5
2	.	.	.	5,5	.	32,5	32,5	22	5,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	98
1,5	.	.	5,5	.	16	55	27	11	5,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	120
1	.	.	.	11	22	55	49	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	137
0,5	.	.	5,5	43,5	32,5	65	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	157,5
0,25	.	.	38	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	49
Σ	.	.	49	82	70,5	240,5	223,5	126	115,5	43,5	22	16,5	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ	
m																							
9
8,5	.	.	Field 5		Dezember, Januar, Februar				.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8
7,5
7
6,5
6	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
5,5	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
5	8	.	8	16	8	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	48
4,5	16	.	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	32
4	8	.	39,5	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	63,5
3,5	8	55	8	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	79
3	39,5	24	16	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	87,5
2,5	8	32	16	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	72
2	16	24	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	48
1,5	8	16	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	40
1	55	79	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	142
0,5	.	.	8	111	47	39	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	205
0,25	.	.	32	111	24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	167
Σ	.	.	40	222	142	158	151,5	135	87,5	56	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

Tabelle 4 : Häufigkeit (in %o aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.

Table 4 : Frequency (in %o of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.

N = 126

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ			
9	Tabelle 5: Häufigkeit (in %oo aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.	.
8,5	.	.	<u>F e l d 7</u>	Dezember, Januar, Februar	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Table 5: Frequency (in %oo of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.	2,5
7,5	N = 427
7
6,5	2,5	2,5	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	5	7	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5,5	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,5	.	.	.	.	.	.
5	2,5	5	9	2,5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4,5	2,5	5	11,5	5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	2,5	28	9	2,5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3,5	2,5	18,5	30	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	5	.	28	21	21	5	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2,5	2,5	25,5	37	23	11,5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	.	.	.	2,5	5	32,5	47	18	18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1,5	.	.	2,5	2,5	18,5	61	72	42	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1	.	.	.	5	37	94	42	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
0,5	.	.	.	35	37	18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
0,25	.	.	5	11,5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Σ	.	.	7,5	56,5	110	233,5	254,5	181,5	100	31,5	17,5	5	.	.	.	.	.	.	2,5	.	.	.	.	.	1000

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ	
9
8,5	.	.	F e l d 9		Dezember, Januar, Februar		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8
7,5
7
6,5	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
6	7	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14
5,5	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
5	10	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20
4,5	3	7	3	3	23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	39
4	3	.	10	16	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	36
3,5	3	26,5	10	23	7	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	79,5
3	13	20	13	16,5	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	69,5
2,5	.	.	.	3	3	30	33	7	16,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	92,5
2	.	.	.	3	10	40	46	33	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	135
1,5	.	.	.	3	33	60	40	30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	166
1	.	.	13	26,5	93	30	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	182,5
0,5	.	.	26,5	63	43	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	132,5
0,25	.	.	3	16,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	19,5
Σ	.	.	42,5	115	182	182	192,5	103	93	33	57	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

Tabelle 6: Häufigkeit (in ‰ aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.

Table 6: Frequency (in ‰ of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.

N = 302

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec.	Σ					
9	Tabelle 7 : Häufigkeit (in ‰ aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.	.		
8,5	.	.	F e l d 10 Dezember, Januar, Februar										.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	Table 7: Frequency (in ‰ of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.	.	
7,5	
7	N = 114	.
6,5	
6	
5,5	
5	
4,5	
4	9	26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	35
3,5	17,5	17,5	.	9	.	.	.	.	.	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	53
3	35	17,5	35	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	87,5
2,5	26	43,5	43,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	113
2	9	.	79	.	17,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	105,5
1,5	9	70	88	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	176
1	.	.	.	17,5	43,5	96	53	17,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	227,5
0,5	.	.	9	105	35	17,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	166,5
0,25	9	.	9	9	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	36
Σ	9	.	18	131,5	96,5	192,5	298,5	114	122	9	.	.	.	.	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ		
9	
8,5	.	.	F e l d 1 März, April, Mai.				
8	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	
7,5	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	
7	6,5	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8,5	
6,5	2	.	6,5	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,5	
6	2	9	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15	
5,5	2	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	
5	2	4,5	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8,5	
4,5	2	6,5	.	2	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	19,5	
4	6,5	2	6,5	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24	
3,5	16	22	13,5	9	4,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	65	
3	11	24	24	13,5	4,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	77	
2,5	6,5	24	22	13,5	18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	84	
2	18	38	20	20	24	4,5	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	126,5	
1,5	.	.	.	2	18	31	62	18	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	140
1	.	.	.	16	42	55	42	13,5	6,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	175
0,5	.	.	13,5	47	82	29	38	4,5	4,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	218,5
0,25	.	.	.	16	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18
Σ	.	.	13,5	81	168,5	188	228	132,5	115	39	32,5	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

Tabelle 3: Häufigkeit (in %o aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.

Table 3: Frequency (in %o of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.

N = 452

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ				
9	Tabelle 9: Häufigkeit (in ‰ aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.	.	
8,5	.	.	F e l d 3		März, April, Mai		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	Table 9: Frequency (in ‰ of all wave observations N per field and season) of simultaneous occur - rence of significant wave height and significant wave period.	.
7,5	N = 324	.
7	3	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15
6,5	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
6	3	.	.	.	3	.	6	19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	31
5,5	3	.	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9
5	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
4,5	3	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
4	6	.	16	.	.	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	31
3,5	25	19	12	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	59
3	22	31	12	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	71
2,5	25	43	6	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	83
2	12	34	22	28	19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	115
1,5	.	.	.	9	19	43	71	25	12	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	182
1	.	.	6	16	40	68	55	9	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	197
0,5	.	.	6	49	62	28	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	161
0,25	3	3	16	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	34
Σ	3	3	28	86	133	198	260	127	89	21	9	3	15	6	19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ	
9
8,5	.	.	<u>F e l d 4</u>		März, April, Mai		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8
7,5
7
6,5	20,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20,5
6
5,5	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
5	7	13,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13,5	.	34
4,5	13,5	7	.	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	27,5
4	7	13,5	13,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	34
3,5	7	20,5	.	54	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	81,5
3	7	40,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	47,5
2,5	13,5	20,5	.	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	41
2	27	40,5	.	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	74,5
1,5	.	.	7	13,5	27	20,5	20,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	88,5
1	.	20,5	7	34	47	34	7	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	156,5
0,5	.	7	54	170	95	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	326
0,25	.	20,5	34	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	61,5
Σ	.	.	48	102	224,5	196	115,5	89	95,5	21	74,5	.	20,5	.	.	.	.	.	.	13,5	.	.	1000

Tabella 10: Häufigkeit (in ‰ aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.

Table 10: Frequency (in ‰ of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.

N = 147

—
33
—

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ		
■																								
9	
8,5	.	.	<u>F e l d 7</u>	März, April, Mai	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	2,5	.	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
7,5	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,5
7	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,5
6,5	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,5
6	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,5
5,5
5	2,5	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
4,5	2,5	2,5	2,5	.	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10
4	2,5	5	7,5	.	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17,5
3,5	5	10	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20
3	2,5	17,5	27	10	7,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	64,5
2,5	7,5	20	30	20	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	39,5
2	.	.	.	7,5	27	47	75	17,5	12,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	87,5
1,5	.	.	10	37	37	122	37	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	186,5
1	.	2,5	17,5	85	87	47	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	245,5
0,5	.	2,5	17,5	85	87	47	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	244
0,25	2,5	.	30	25	2,5	2,5	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	65
Σ	2,5	2,5	57,5	154,5	161	248,5	199	89,5	60	12,5	5	2,5	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

Tabelle 11: Häufigkeit (in %o aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.

Table 11: Frequency (in %o of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.

N = 402

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec.	Σ	
9
8,5	.	.	F e l d 1		Juni, Juli, August		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8
7,5
7
6,5
6	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
5,5
5	2	2	2	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10
4,5	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
4	2	6	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12
3,5	.	.	.	2	.	.	14	16	19	6	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	59
3	4	10	12,5	21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	47,5
2,5	.	.	2	.	10	19	31	14	16	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	94
2	.	.	2	6	12,5	19	31	27	12,5	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	114
1,5	.	.	.	4	16	33	47	37	25	23	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	187
1	.	.	.	16	43	76	49	10	2	21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	217
0,5	.	.	21	66	57	31	19	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	198
0,25	.	.	12,5	35	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	57,5
Σ	.	.	37,5	129	148,5	184	201	124,5	103,5	64	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

Tabelle 12: Häufigkeit (in ‰ aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.

Table 12: Frequency (in ‰ of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.

N = 487

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ		
9	
8,5	.	.	F e l d 2 Juni, Juli, August				
8	
7,5	
7	
6,5	
6	
5,5	4,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4,5	
5	4,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4,5	
4,5	4,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4,5	
4	4,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4,5	
3,5	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	
3	4,5	9	4,5	4,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	22,5	
2,5	10,5	4,5	14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	37	
2	.	.	.	4,5	4,5	55,5	18,5	23	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	115
1,5	.	.	.	4,5	9	41,5	28	28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	111
1	.	.	4,5	37	51	78,5	55	4,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	230,5
0,5	.	.	32,5	88	212	55,5	18,5	4,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	411
0,25	.	.	4,5	32,5	.	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	46
Σ	.	.	41,5	166,5	276,5	240	161	82,5	27,5	4,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

Tabelle 13: Häufigkeit (in ‰ aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.

Table 13: Frequency (in ‰ of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.

N = 217

— 36 —

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ		
■																								
9,5	
9	.	.	F e l d 3 Juni, Juli, August					
8,5	
8	
7,5	
7	0,5	.	.	.	.	.	.	.	0,5	
6,5	0,5	.	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
6	0,5	0,5	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,5	
5,5	0,5	0,5	0,5	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4,5	
5	0,5	.	4	3	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,5	
4,5	1	.	.	3	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	
4	.	.	.	1	1	0,5	0,5	4	11	1	3	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	22,5
3,5	.	.	.	0,5	0,5	.	7	2	9	3	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	22,5
3	.	.	.	2	1	5	11	8	10	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	40
2,5	.	.	.	1	5	14	34	25	10	4	3,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	96,5
2	.	.	1	3	5	24	54	25	16	4	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	138
1,5	.	.	1	19	24	54	54	25	12	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	194
1	.	.	11,5	29	51	66	41	17	8	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	227,5
0,5	.	.	18	70	46	37	10	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	186
0,25	0,5	0,5	17	21	6	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	47
Σ	0,5	0,5	48,5	146,5	140,5	203	211,5	116,5	85,5	24	19	3	0,5	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

Tabelle 14: Häufigkeit (in %oo aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.

Table 14: Frequency (in %oo of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.

N = 1501

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ					
9	Tabelle 15: Häufigkeit (in ‰ aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.	.	
8,5	.	.	F e l d 6		Juni, Juli, August				.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	Table 15: Frequency (in ‰ of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.	.
7,5
7	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
6,5	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
6
5,5
5	7,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7,5
4,5	2	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
4	2	.	2	.	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16
3,5	2	.	5	5	7	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24
3	.	.	.	2	.	5	2	16,5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30,5
2,5	7,5	.	21	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	37,5
2	.	.	2	16,5	14	31	49	7,5	5	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	127
1,5	.	.	7,5	16,5	35	80	61	12	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	214
1	.	.	12	12	77	87	21	2	7,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	218,5
0,5	.	.	16,5	96	110	56	2	.	5	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	287,5
0,25	.	.	5	16,5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	26,5
Σ	.	.	43	159,5	254,5	259	163	52	60	7	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

- 38 -

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ		
9	
8,5	.	.	F e l d 7 Juni, Juli, August				
8	
7,5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
7	2	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	
6,5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
6	1	1	1	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	
5,5	3	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	
5	.	.	.	1	2	1	.	.	2	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10
4,5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	
4	.	.	.	1	1	.	2	6	6	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	21
3,5	2	6	4	4	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	22	
3	5	12,5	13,5	7	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	41	
2,5	.	.	.	3	8	10	24	24	9	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	79
2	.	.	.	6	21	26	37	23	11,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	124,5
1,5	.	.	2	12,5	19,5	47,5	44	25	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	156,5
1	.	.	.	17,5	46,5	83	35	14,5	7	.	.	.	13,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	217
0,5	.	.	25	93,5	84,5	42	16,5	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	269,5
0,25	4	1	11,5	21	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	39,5
Σ	4	1	38,5	155,5	185,5	217,5	179	117	63,5	20	4	.	14,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

Tabelle 16: Häufigkeit (in %o aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.
 Table 16: Frequency (in %o of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.

N = 972

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ				
9	Tabelle 17: Häufigkeit (in ‰ aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.	.	
8,5	.	.	F e l d 10		Juni, Juli, August		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	Table 17: Frequency (in ‰ of all wave observations N per field and season) of simultaneous occur - rence of significant wave height and significant wave period.	.
7,5	N = 117	.
7
6,5
6
5,5
5	8,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8,5
4,5
4
3,5	8,5	26	8,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	43
3	68,5	26	.	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	111,5
2,5	17	60	17	8,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	102,5
2	17	51	34	8,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	110,5
1,5	.	.	8,5	8,5	34	103	17	8,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	179,5
1	.	.	17	43	68,5	34	8,5	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	188
0,5	.	.	26	68,5	85	43	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	222,5
0,25	.	8,5	8,5	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	34
Σ	.	8,5	60	137	204,5	248	196,5	103	17	25,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec.	Σ	
9
8,5	.	.	F e l d 1		September, Oktober, November		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8
7,5
7
6,5
6	5	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15
5,5	15	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20
5	35	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	45
4,5	10	10	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25
4	10	5	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	35
3,5	5	15	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25
3	20	10	10	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	45
2,5	20	64	30	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	119
2	20	59	30	40	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	159
1,5	15	64	25	30	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	139
1	35	84	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	144
0,5	.	.	.	59	110	35	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	214
0,25	.	.	.	10	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15
Σ	.	.	.	69	185	262	199	140	105	25	10	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	1000

Tabelle 18: Häufigkeit (in ‰ aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.

Table 18: Frequency (in ‰ of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.

N = 201

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec.	Σ			
■																									
9	Tabelle 19: Häufigkeit (in ‰ aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.	.
8,5	.	.	F e l d 3		September, Oktober, November				.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	Table 19: Frequency (in ‰ of all wave observations N per field and season) of simultaneous occur - rence of significant wave height and significant wave period.	.
7,5	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	
7	3	3	3	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15	
6,5	5	5	5	5	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	26	
6	5	5	8	.	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24	
5,5	5	3	3	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14	
5	3	10,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13,5	
4,5	5	.	8	5	5	5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	33	
4	8	13	19	8	5	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	56	
3,5	10	24	13	.	3	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	53	
3	3	16	39,5	15,5	3	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	.	.	.	83	
2,5	3	24	26,5	16	21	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	93,5	
2	13	51	40	45	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	157	
1,5	.	.	.	5	32	48	32	13	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	138
1	.	.	.	10,5	26,5	61	32	10,5	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	143,5
0,5	.	.	3	16	53	51	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	126
0,25	.	.	.	18,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18,5
Σ	.	.	3	50	127,5	238	172,5	164	116,5	45,5	35	16	14	6	.	.	3	6	3	.	.	.	1000		

- 42 -

	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec.	Σ		
■																								
9	
8.5	.	.	<u>F e l d 4</u> September, Oktober, November				.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	
7.5	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
7	
6.5	
6	
5.5	
5	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
4.5	
4	8	32	24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	64
3.5	8	36	16	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	64
3	4	8	43	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	55
2.5	24	28	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	56
2	8	36	24	24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	92
1.5	12	59	24	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	99
1	.	.	.	4	40	63	55	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	166
0.5	.	.	20	83	119	55	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	285
0.25	4	.	63	40	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	111
Σ	4	.	83	127	163	138	190	104	143	44	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

Tabelle 20: Häufigkeit (In ‰ aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.

Table 20: Frequency (In ‰ of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.

N = 252

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ	
9
8.5	.	.	<u>F e l d 5</u>		September, Oktober, November			.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8
7.5
7
6.5
6	6	6	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	23
5.5
5	11	29	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	51
4.5	6	6	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	29
4	11	.	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17
3.5	6	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17
3	6	17	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	40
2.5	17	23	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	57
2	6	57	6	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	75
1.5	6	104	23	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	144
1	52	109	46	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	207
0,5	.	.	11	104	75	34,5	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	230,5
0,25	.	.	63	34,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	97,5
Σ	.	.	74	138,5	133	253,5	155	57	63	34	58	.	34	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

Tabelle 21: Häufigkeit (in ‰ aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.

Table 21: Frequency (in ‰ of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.

N = 174

1
47

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ			
■																									
9	Tabelle 22: Häufigkeit (in ‰ aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.	.
8,5	.	.	<u>F e l d 6</u>	September, Oktober, November	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	Table 22: Frequency (in ‰ of all wave observations N per field and season) of simultaneous occur- rence of significant wave height and significant wave period.
7,5	N = 392
7
6,5	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,5
6	2,5	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12,5
5,5
5	2,5	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,5
4,5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
4	8	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,5
3,5	2,5	5	8	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20,5
3	5	10	38	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	53
2,5	2,5	8	8	20,5	23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	62
2	5	15	15	23	20	5	5	.	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	90,5
1,5	5	41	43	18	10	.	2,5	.	5	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	132,5
1	.	.	.	10	51	77	38	5	2,5	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	188,5
0,5	.	.	13	151	102	41	8	2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	317,5
0,25	2,5	.	46	38	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	94,5
Σ	2,5	.	59	199	173,5	182	119,5	92	114	30,5	12,5	.	7,5	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ		
n																								
9	
8,5	.	.	F e l d 7		September, Oktober, November.			
8	0,5	.	.	.	.	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
7,5	
7	1,5	2	0,5	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	5	
6,5	0,5	.	.	1	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	
6	1,5	4	1	3	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10,5	
5,5	5	4	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14	
5	1,5	6,5	8,5	6	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24,5	
4,5	1	8,5	5	5	1,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	21	
4	1	8	18	18	10	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	55,5	
3,5	3	15	18	12	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	52	
3	10	33	26	12	3	.	0,5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	85,5	
2,5	1,5	20,5	49	23	9	2	.	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	105,5	
2	6,5	36	37	24	8	3	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	115,5	
1,5	.	.	.	0,5	24	52	35	10	3	1	1,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	127
1	.	.	.	12	49	55	20,5	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	144,5
0,5	.	.	11	71	75	30	7	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	195
0,25	1	.	18	19	1	1	0,5	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	41,5
Σ	1	.	29	102,5	157	209	208	145,5	88,5	40,5	13,5	1,5	3	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1000

Tabelle 23: Häufigkeit (in %o aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.

Table 23: Frequency (in %o of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.

N = 1856

m	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ		
9	2	.	.	Tabelle 24: Häufigkeit (In %o aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.										2	
8,5	.	.	F e l d 8			September, Oktober, November			.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	Table 24: Frequency (In %o of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.										.	
7,5
7
6,5	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
6	2	5,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7,5
5,5	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
5	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
4,5	5,5	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7,5
4	4	5,5	5,5	13	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30
3,5	7,5	19	4	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	32,5
3	4	24,5	24,5	7,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	60,5
2,5	19	44	13	5,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	81,5
2	2	38	43,5	13	9,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	106
1,5	17	55	78	9,5	2	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	165,5
1	.	.	.	9,5	63	89	17	7,5	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	188
0,5	.	.	13	82	93	34	4	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	228
0,25	.	.	30	51	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	83
Σ	.	.	43	142,5	177	243	229,5	96	51,5	17,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

- 47 -

	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ		
9	
8.5	.	.	F e l d 9 September, Oktober, November
8	
7.5	
7	2.5	2.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	
6.5	
6	
5.5	2.5	
5	5	15	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25	
4.5	2.5	2.5	7.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12.5	
4	10	25	17.5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	57.5	
3.5	20	20	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	45	
3	15	37	27.5	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	89.5	
2.5	2.5	35	47	12.5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	102	
2	74.5	37	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	116.5	
1.5	15	87	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	124	
1	.	.	.	10	57	72	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	149
0.5	.	.	7.5	92	87	27.5	7.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	221.5
0.25	2.5	.	35	7.5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50
Σ	2.5	.	42.5	109.5	166.5	311	193	92.5	50	22.5	5	2.5	2.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

Tabelle 25: Häufigkeit (in ‰ aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.

Table 25: Frequency (in ‰ of all wave observations N per field and season) of simultaneous occurrence of significant wave height and significant wave period.

N = 402

87

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 sec	Σ			
10	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8			
9.5	.	.	F e l d 10 September, Oktober, November										.	.	Tabelle 26: Häufigkeit (in %oo aller Wellenbeobachtungen N je Feld und Quartal) des gleichzeitigen Vorkommens von kennzeichnender Wellenhöhe und kennzeichnender Wellenperiode.										.
9	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8			
8.5		
8		
7.5		
7		
6.5		
6	15,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15,5		
5.5	23	8	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	39		
5	15,5	15,5	15,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	46,5		
4.5	15,5	8	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	31,5		
4	8	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16		
3.5	8	8	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24		
3	8	39	31	23	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	109		
2.5	23	69,5	23	23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	138,5		
2	8	23	61,5	23	15,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	131		
1.5	8	61,5	39	.	15,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	124		
1	.	.	.	15,5	23	61,5	15,5	23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	138,5
0,5	.	.	8	23	116	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	155
0,25	.	.	15,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15,5
Σ	.	.	23,5	38,5	155	185	232,5	170	124,5	47,5	23,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1000

