

Copyright ©

Es gilt deutsches Urheberrecht.

Die Schrift darf zum eigenen Gebrauch kostenfrei heruntergeladen, konsumiert, gespeichert oder ausgedruckt, aber nicht im Internet bereitgestellt oder an Außenstehende weitergegeben werden ohne die schriftliche Einwilligung des Urheberrechtinhabers. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

German copyright law applies.

The work or content may be downloaded, consumed, stored or printed for your own use but it may not be distributed via the internet or passed on to external parties without the formal permission of the copyright holders. It is prohibited to take money for copies or printed versions of the free online version.

Die Spektren der Temperaturschwankungen und der Strömung im Gebiet nordwestlich von Fehmarn

Von WOLFGANG KRAUSS

Zusammenfassung: Es werden T-, u- und v-Spektren der Jahre 1962 und 1964 aus dem Fehmarn-Belt diskutiert.

Spectra of Temperature fluctuations and currents in the Fehmarn-Belt area (Summary): The spectra from 1962 and 1964 are discussed.

Zur Klärung, inwieweit die Schwingungserscheinungen der Ostsee (Arkona-Becken) auch das Gebiet der Kieler Bucht erfassen, wurde im Hauptstromgebiet des Fehmarn-Beltes in den Jahren 1962 und 1964 je ein Beobachtungsmast aufgestellt. Die Position $\varphi = 54^\circ 36,8'N$ und $\lambda = 10^\circ 58,5'E$ liegt im engsten Teil der Rinne Winds-Grav nordwestlich von Fehmarn (Abb. 1) auf 28 m Wassertiefe.

Im Mittel ist ein Ausstrom in Oberflächennähe nach WNW (parallel zur 20 m-Tiefenlinie) und ein Einstrom in Bodennähe zu erwarten.

1. Die Stationen Fehmarn NW 1962

Position: $\varphi = 54^\circ 36,8'N$ $\lambda = 10^\circ 58,5'E$
Wassertiefe: 28 m Meßwertdistanz: 1 Std.
Meßdauer: 16. 5. 1962 16^h — 28. 5. 1962 3^h (Meßreihe 1)
29. 5. 1962 15^h — 25. 6. 1962 6^h (Meßreihe 2)
Anzahl der Meßwerte je Meßstelle: 275 (Reihe 1) bzw. 639 (Reihe 2)
Gesamtmaterial für alle Tiefen: 3575 (Reihe 1) bzw. 9585 Meßwerte (Reihe 2).

Unter Fremdeinwirkung war vor dem 28. 5. 1962 die Markierungstonne abgerissen und der oberste Strommesser beschädigt worden; der Mast wurde deshalb am 28. 5. aufgenommen und nach Überprüfung und Reparatur am 29. 5. wieder ausgesetzt.

Folgende Messungen wurden ausgewertet:

Meßreihe 1: 7 Temperaturregistrierungen, und zwar in 8, 10, 11, 12, 14, 15 und 27 m Tiefe
3 Stromregistrierungen, und zwar in 13, 19 und 23 m Tiefe.
Meßreihe 2: 7 Temperaturregistrierungen, und zwar in 8, 10, 11, 12, 15, 25 und 27 m Tiefe.
4 Stromregistrierungen, und zwar in 9, 13, 19 und 23 m Tiefe.

Auf der Basis der Autokorrelationskoeffizienten wurden normierte Energiespektren für alle Meßreihen für den Periodenbereich von 2^h—50^h berechnet. Das zugrundeliegende Beobachtungsmaterial ist im Vergleich zu dem des Jahres 1964 relativ gering, insbesondere in Meßreihe 1. Von einer Wiedergabe der Spektren wird deshalb abgesehen. Dennoch lassen sich bereits an diesen Spektren einige Charakteristika dieses Gebietes ableiten:

1. Die Hauptachse der Gezeitenstromellipse der halbtägigen Gezeiten hat die Richtung WNW — ESE.
 2. Die Hauptachse der Seichesströmungen der Systeme Ostsee—Finnischer Meerbusen hat dieselbe Richtung.
 3. Die Energie der 17,6^h-Seiches ist nur halb so groß wie die der 27^h-Seiches.
 4. Die Energie nimmt mit wachsender Periode zu.
2. Die Stationen Fehmarn NW 1964
- Position: $\varphi = 54^{\circ} 36,8'N$ $\lambda = 10^{\circ} 58,5'E$
Wassertiefe: 28 m Meßwertdistanz: 1 Std.
Meßdauer: 13. 4. 1964 15^h — 8. 6. 1964 12^h
Anzahl der Meßwerte je Meßstelle: 1340
Gesamtmaterial für alle Tiefen: 25460 Meßwerte.
- Der Mast wurde am 15. 5. 1964 für die Dauer von 2 Std. zwecks Batterienwechsel aufgenommen.

Folgende Messungen wurden ausgewertet:

- 3 Temperaturregistrierungen, und zwar in 10, 12 und 14 m Tiefe
- 8 Stromregistrierungen, und zwar in 10, 12, 14, 16, 20, 22, 24 und 26 m Tiefe.

Es wurden für alle Meßreihen nach dem Tukey-Verfahren Spektren der Energiedichte berechnet. Abb. 2—4 geben die Amplitudenspektren $A = \sqrt{E \, d\omega}$ für die Temperaturschwankungen bzw. die Stromgeschwindigkeiten u und v wieder. Die Berechnung erfolgte ohne Filterung. Der Index bei u , v und T bezeichnet die Meßtiefe in Metern.

Für die ungefilterten Strömungsspektren gilt im Periodenbereich von 10—200 Std. in erster Näherung $A \sim \tau$, d. h. die Amplitude wächst proportional der Periode τ . Der Periodenbereich jenseits von $\tau = 300$ Std. kann als mittlere Meeresströmung gedeutet werden. Richtung und Stromstärke sind in der nachfolgenden Tabelle 1 angegeben:

Tabelle 1
Richtung und Stärke der mittleren Strömung bei Fehmarn NW im
Zeitraum vom 13. 4.—8. 6. 1964

Tiefe m	$u \left(\frac{\text{cm}}{\text{sec}} \right)$	$v \left(\frac{\text{cm}}{\text{sec}} \right)$	$ \mathbf{v} \left(\frac{\text{cm}}{\text{sec}} \right)$	Richtung
10	12,9	37,2	39,4	289°
12	18,8	29,9	35,3	302°
14	11,1	29,2	31,2	290°
16	13,1	23,5	26,9	300°
20	9,1	15,1	17,6	300°
22	10,4	16,9	19,8	122°
24	6,0	12,8	14,1	115°
26	8,2	8,8	11,3	133°

Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 1)

Abb. 1: Positionskarte.

Abb. 2: Amplitudenspektren der Temperaturschwankung bei Fehmarn NW 1964.

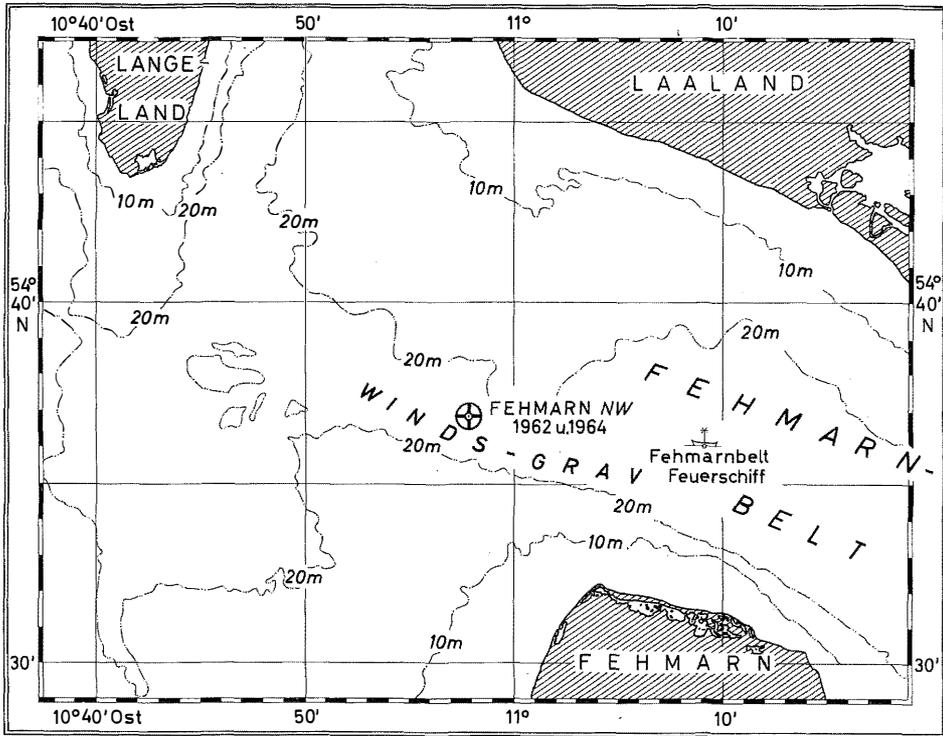


Abb.1

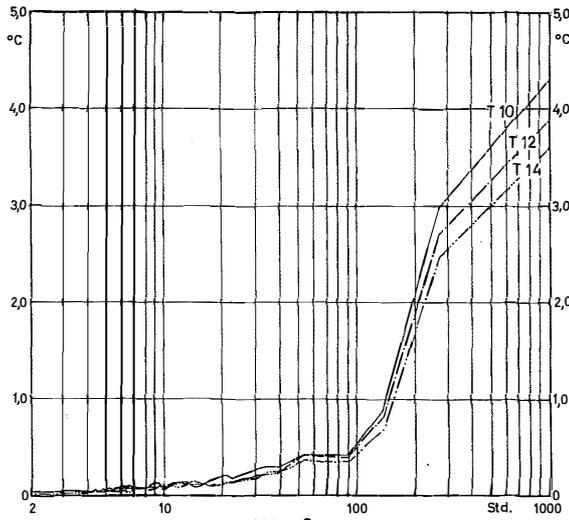
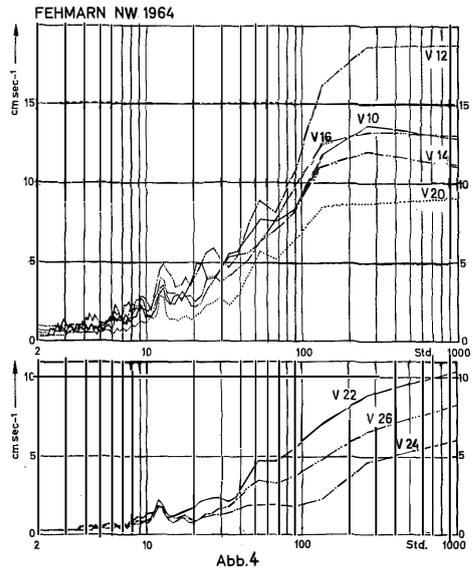
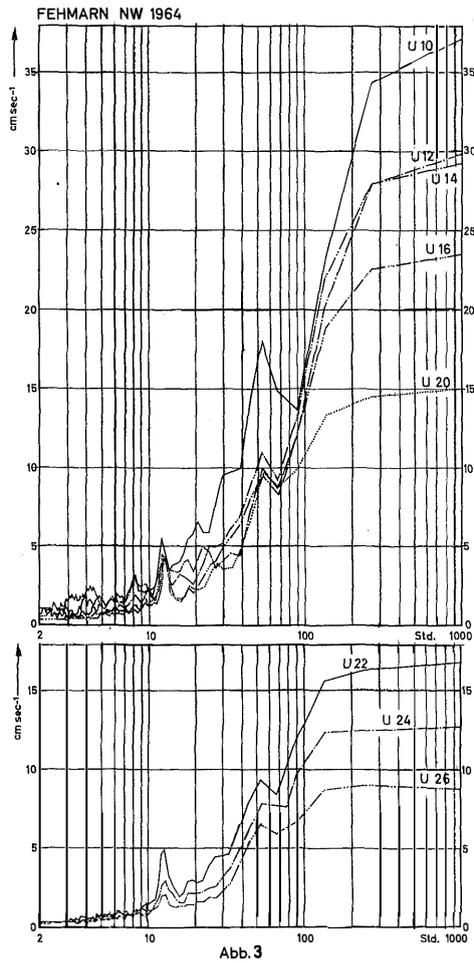


Abb. 2



Tafel 2 (zu W. Krauß)

Die mittlere Grenze zwischen Ein- und Ausstrom befindet sich in ca. 21 m Tiefe. Die Stromachse des Ausstromes weist im Mittel in Richtung 296°, die Geschwindigkeit beträgt 30,1 cm sec⁻¹, wobei jedoch die Tiefen von 0—10 m nicht berücksichtigt sind. Die mittlere Einstromgeschwindigkeit ist 15,1 cm sec⁻¹ in Richtung 123°.

Bei den periodischen Vorgängen sind in allen Tiefen deutlich erkennbar:

1. die halbtägigen Gezeitenströme mit der Periode $\tau = 12,4^h$,
2. die 2. Seiches-Schwingung des Systems Ostsee-Finnischer Meerbusen mit der Periode 17^h—18^h,
3. die 1. Seiches-Schwingung des Systems Ostsee-Finnischer Meerbusen mit der Periode 27^h—28^h,
4. die 53^h-Schwingung, die auch in den Wasserstandsschwankungen der Meeresoberfläche deutlich hervortritt (unveröffentlichtes Material).

Tabelle 2

u, v, |v| und Richtung der Hauptachse der periodischen Strömungen bei Fehmarn NW im Zeitraum 13. 4.—8. 6. 1964

$\tau = 12,4^h$					$\tau = 17-18^h$			
z (m)	u (cm/sec)	v (cm/sec)	v (cm/sec)	Richtung	u (cm/sec)	v (cm/sec)	v (cm/sec)	Richtung
10	5,5	3,4	6,5	302°	5,5	3,2	6,4	300°
12	3,9	4,9	6,2	321°	4,2	4,0	5,8	314°
14	4,5	3,5	5,7	308°	3,1	2,8	4,2	312°
16	4,3	4,0	5,9	313°	2,4	3,1	3,9	322°
20	4,3	2,9	5,2	304°	2,5	1,6	3,0	303°
22	5,0	2,2	5,5	294°	3,0	1,6	3,4	298°
24	3,0	1,7	3,5	300°	2,2	1,2	2,5	299°
26	2,1	1,8	2,8	311°	1,5	1,1	1,8	305°

$\tau = 27-28^h$					$\tau = 53^h$			
z (m)	u (cm/sec)	v (cm/sec)	v (cm/sec)	Richtung	u (cm/sec)	v (cm/sec)	v (cm/sec)	Richtung
10	8,5	4,3	9,5	297°	18,0	7,7	19,6	293°
12	3,8	5,8	6,9	327°	9,9	8,9	13,3	312°
14	5,0	4,1	6,5	309°	10,9	6,3	12,6	300°
16	4,5	4,3	6,2	313°	9,5	6,2	11,3	303°
30	3,9	2,6	4,7	304°	9,7	5,7	11,2	300°
22	4,3	2,3	5,1	297°	9,4	4,7	10,5	296°
24	2,9	1,2	3,1	293°	7,9	1,8	8,1	283°
26	2,1	1,5	2,5	305°	6,6	3,4	7,4	297°

Die Hauptachsen der Strömungsellipsen unterscheiden sich nicht wesentlich von der Richtung des mittleren Stromes; die Summe der periodischen Anteile hat in allen Tiefen die Größenordnung des mittleren Stromes.

Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 2)

Abb. 3 u. 4: Amplitudenspektren der Geschwindigkeitskomponenten u (Abb. 3) und v (Abb. 4) bei Fehmarn NW.

Die Temperaturspektren (Abb. 2) weisen diese Periodizitäten mit Ausnahme der 53^h-Welle nicht auf. Dies zeigt, daß die Vorgänge bei Fehmarn NW nicht mehr als interne Wellen zu deuten sind. Die internen Seiches haben offenbar bei der Darsser Schwelle ihre westliche Begrenzung; die vertikale Stromverteilung bei Fehmarn repräsentiert im wesentlichen lediglich lange Oberflächenwellen. Die großen Amplituden der Temperaturschwankungen im langperiodischen Bereich (200—1000^h) sind auf die Erwärmung der Wassermasse im Zeitraum April bis Juni zurückzuführen.

Zusammenfassend erhält man für die langperiodischen Anteile bei Fehmarn NW:

1. Der halbtägige Gezeitenstrom nimmt von ca. 7 cm sec⁻¹ in 10 m Tiefe auf ca. 3 cm sec⁻¹ in Bodennähe ab. Die Hauptachse der Gezeitenstromellipse ist NW—SE orientiert.
2. Die Seiches des Systems Ostsee-Bottnischer Meerbusen lassen sich nicht nachweisen.
3. Die Seiches des Systems Ostsee-Finnischer Meerbusen besitzen eine mittlere Stromstärke von ca. 4 cm sec⁻¹ (17^h—18^h-Welle) bzw. ca. 6 cm sec⁻¹ (27^h—28^h-Welle) in den Tiefen von 10—28 m. Die Hauptachse der Ellipsen liegt in Richtung NW—SE.
4. Die 53^h-Welle besitzt Stromgeschwindigkeiten von 7—20 cm sec⁻¹. Die Orientierung ist NW—SE. Mit der 53^h-Welle sind Temperaturschwankungen von ca. 0,8°C (Amplitude 0,4°C) in den Tiefen von 10—14 m verbunden.
5. Die Erwärmung betrug im Zeitraum 13. 4.—8. 6. 1964 in den mittleren Tiefen ca. 8°C (Amplitude ca. 4°C).
6. Die internen Seiches des Arkona-Beckens haben auf die Verhältnisse in der Kieler Bucht keinen nennenswerten Einfluß.