

Meteorologische Messungen während der Sturmflutlagen im Januar 1976 an der deutschen Küste

Von Georg Duensing und Ernst Steinborn

Für die Januar-Sturmfluten des Jahres 1976 wurden die Wind- und Luftdruckdaten der Stationen des Deutschen Wetterdienstes zusammengetragen.

Die geographischen Koordinaten und die Höhenlage der Stationen können der Tabelle 1 entnommen werden. Ihre Lage zueinander ist in Abb. 1 dargestellt. Die Windmesser befinden sich an den Feuerschiffen ungefähr 20 m über der Wasserlinie. Die genauen Höhen der Anemometer sind in den Tabellen angegeben.

Tabelle 1

Liste der Wetterbeobachtungsstationen

Typ	Breite	Länge	Höhe der Station h_s	Höhe Windmesser über Grund h_d
Bremen	53° 03' N	08° 47' E	3 m	10 m
Bremerhaven	53° 32' N	08° 35' E	7 m	12 m
Brunsbüttel (Schleuseninsel)	53° 51' N	09° 09' E	.	12 m
Büsum	54° 07' N	08° 51' E	6 m	11 m
Cuxhaven	53° 52' N	08° 43' E	5 m	26 m
Hamburg-St. Pauli	53° 33' N	09° 58' E	22 m	46 m
Hamburg-Fuhlsbüttel	53° 38' N	09° 59' E	16 m	10 m
Helgoland	54° 11' N	07° 54' E	4 m	15 m
List	55° 01' N	08° 25' E	26 m	10 m
Norderney	53° 43' N	07° 09' E	28 m	13 m
Stadersand	53° 38' N	09° 32' E		10 m
<i>Feuer- und Wetterschiffe</i>				
Borkum Riff	53° 48' N	06° 22' E		22,5 m
Elbe 1	54° 00' N	08° 07' E		20,0 m
Famita	57° 30' N	03° 00' E		-
Horns-Rev	55° 34' N	07° 20' E		-
TW Ems	54° 10' N	06° 21' E		23,0 m
Weser	53° 52' N	07° 50' E		18,5 m

Für die Sturmflutlage vom 2. und 3. Januar 1976 wurden die stündlichen Wind- und Luftdruckwerte verschiedener Wetterstationen für die Zeit vom 2. 1. 1976 – 12 Uhr bis 4. 1. 1976 – 6 Uhr in folgender Form zusammengestellt:

Tabelle 2: Schnitt A: Helgoland – FS „Elbe 1“ – Hamburg

Tabelle 3: Schnitt B: Helgoland – FS „Weser“ – Bremen

Tabelle 4: Schnitt C: FS „TW Ems“ – FS „Borkumriff“ – Norderney – Emden

Tabelle 5: Schnitt D: Wetterschiff „Famita“ – FS „Horns Rev“ – List (Sylt) – FS „TW Ems“

Tabelle 6: Wind-Stundenmittel „Elbe 1“ vom 2. bis 4. 1. 1976

Für die zweite Sturmphase sind die Daten für die Zeit vom 20. Januar 1976 – 00 Uhr bis 21. Januar 1976 – 18 Uhr den folgenden Tabellen zu entnehmen:

Tabelle 7: Schnitt A: Helgoland – Hamburg

Tabelle 8: Schnitt B: Helgoland – Bremen

Tabelle 9: Schnitt C: FS „TW Ems“ – Emden

Tabelle 10: Schnitt D: Wetterschiff „Famita“ – List – FS „TW Ems“

Tabelle 11: Wind-Stundenmittel „Elbe 1“

In den Tabellen bedeuten:

- dd beobachtete Windrichtung (10-Minuten-Mittel)
- ff beobachtete Windgeschwindigkeit (10-Minuten-Mittel)
- DD mittlere Windrichtung (Stundenmittel)
- FF mittlere Windgeschwindigkeit (Stundenmittel)
- fgfg maximale Windgeschwindigkeit
- PPP Luftdruck in mbar

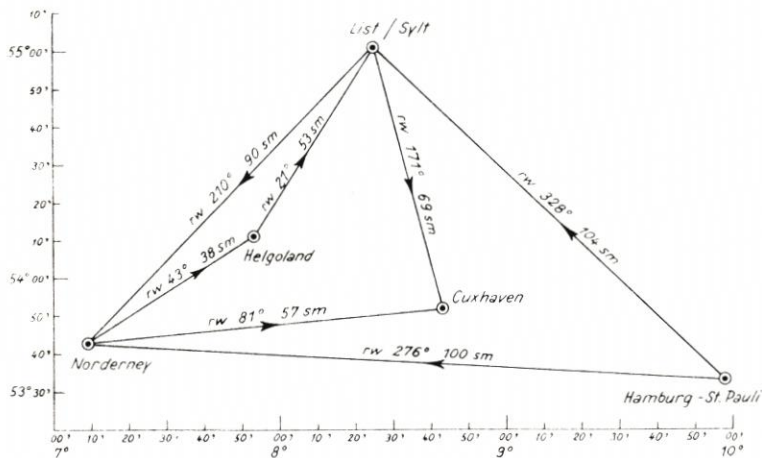


Abb. 1. Lage der Wetterbeobachtungsstationen

Die Angabe der Windrichtung (dd) erfolgt in 360°-Teilung auf 10° genau. Die Windgeschwindigkeit (ff) wird in Knoten angegeben. Beide Parameter sind jeweils als Mittel über eine Stunde ausgewertet. Für das Wetterschiff und die Feuerschiffe kann dieses Stundenmittel – ausgenommen FS „Elbe 1“ – nicht angegeben werden. Für diese Stationen wurden deshalb die dreistündlich angestellten Beobachtungen aufgenommen.

Für „Elbe 1“ liegen Registrierungen der Windgeschwindigkeit vor. Diese Windregistrierungen wurden ausgewertet und für die Zeit vom 2. 1. 1976 – 00 Uhr bis 4. 1. 1976 – 24 Uhr in Tabelle 6 sowie für die Zeit vom 20. 1. 1976 – 00 Uhr bis 22. 1. 1976 – 7 Uhr in Tabelle 11 wiedergegeben.

Die in den betreffenden Stunden an den Stationen aufgetretene Spitzenböe ist in den Tabellen als fgfg eingetragen.

Die Luftdruckwerte in Millibar (mbar) beziehen sich auf die volle Stunde am Ende des Beobachtungsintervalls. Sie sind auf Normalnull (NN) reduziert.

Tabelle 6
Mittlere Windgeschwindigkeit FS „Elbe 1“

Zeit	2. 1. 76 Knoten	3. 1. 76 Knoten	4. 1. 76 Knoten
00-01	16,5	26,8	32,1
01-02	6,8	25,0	25,0
02-03	2,5	25,0	23,3
03-04	6,8	32,1	19,9
04-05	4,4	41,8	18,2
05-06	6,8	43,4	18,2
06-07	14,8	38,5	19,9
07-08	13,0	45,0	19,9
08-09	13,0	46,5	19,9
09-10	14,8	41,8	25,0
10-11	11,2	41,8	28,6
11-12	11,2	45,0	26,8
12-13	11,2	43,4	21,6
13-14	4,4	45,0	23,3
14-15	13,0	43,4	16,5
15-16	13,0	43,4	13,0
16-17	19,9	35,3	9,0
17-18	18,2	38,5	6,8
18-19	23,3	36,9	6,8
19-20	19,9	32,1	6,8
20-21	25,0	35,3	13,0
21-22	28,6	36,9	14,8
22-23	30,4	36,9	18,2
23-24	25,0	30,4	19,9

An einigen Stationen fielen während der Orkanlagen die Registriergeräte bzw. die Beobachtungen aus. Derartige Fälle sind in den Tabellen durch x gekennzeichnet.

Für die Dreiecke List – Norderney – Hamburg und List – Norderney – Cuxhaven wurden aus den stündlichen Luftdruckwerten die geostrophischen Windwerte in m/s für die Zeit vom 2. 1. 1976 – 13 Uhr bis 4. 1. 1976 – 7 Uhr errechnet. In der Tabelle 12 sind spaltenweise für die Strecken List – Helgoland, Helgoland – Norderney, List – Norderney, List – Hamburg, Hamburg – Norderney, List – Cuxhaven, Cuxhaven – Norderney die Luftdruckdifferenzen (DP) und die senkrecht zu diesen Strecken liegende geostrophische Windkomponente (VG) angegeben. Negatives Vorzeichen bedeutet bei der Luftdruckdifferenz, daß am erstgenannten Ort der niedrigere Luftdruck herrschte. In diesem Fall erscheint der geostrophische Wind positiv, d. h., in Blickrichtung zum tieferen Druck weht er nach rechts.

Die Tabellen 13 und 14 geben für die Dreiecke List – Norderney – Hamburg bzw. List – Norderney – Cuxhaven die Daten des geostrophischen Windvektors in Nordkomponente, Westkomponente, Windrichtung und Windgeschwindigkeit wieder.

Der geostrophische Wind errechnet sich nach folgender Gleichung:

$$V_y = \frac{1}{g} \cdot \frac{1}{l} \cdot \frac{\Delta p}{\Delta x} \qquad V_x = - \frac{1}{g} \cdot \frac{1}{l} \cdot \frac{\Delta p}{\Delta y}$$

wobei die y-Achse nach Norden und die x-Achse nach Osten gerichtet ist.

Tabelle 11
Mittlere Windgeschwindigkeit FS „Elbe 1“

Zeit	20. 1. 76 Knoten	21. 1. 76 Knoten	22. 1. 76 Knoten
00-01	30,4	38,5	36,9
01-02	30,4	33,7	40,2
02-03	30,4	36,9	32,1
03-04	30,4	38,5	33,7
04-05	32,1	36,9	35,3
05-06	x	36,9	38,5
06-07	x	33,7	30,4
07-08	33,7	36,9	35,3
08-09	35,3	38,5	x
09-10	30,4	36,9	
10-11	33,7	33,7	
11-12	35,3	32,1	
12-13	36,9	26,8	
13-14	35,3	25,0	
14-15	26,8	23,3	
15-16	32,1	25,0	
16-17	33,7	23,3	
17-18	35,3	32,1	
18-19	45,0	36,9	
19-20	43,4	35,3	
20-21	33,7	32,1	
21-22	46,5	35,3	
22-23	36,9	35,3	
23-24	36,9	28,6	

V_x = geostrophische Windkomponente in der x-Achse

V_y = geostrophische Windkomponente in der y-Achse

$\frac{\Delta p}{\Delta x}$ und $\frac{\Delta p}{\Delta y}$ = Luftdruckgradienten Δp in Achsenabschnitten

f = Coriolisparameter = $1,195 \cdot 10^{-4} [s^{-1}]$ in 55° Breite

ρ = Luftdichte = $1,2931 [g/l]$

Voraussetzung für die Berechnung des geostrophischen Windes war, daß der Luftdruckgradient über die ganze Dreiecksfläche konstant ist, d. h. der Luftdruck sich linear ändert. Der Coriolisparameter kann für die zu berechnende Fläche konstant angenommen werden, und für die Luftdichte wurde ein einheitlicher Mittelwert gesetzt. Der geostrophische Wind weicht durch Reibung und Krümmung der Isobaren vom wahren Wind ab.

Der Verlauf der Luftdruckkurven in List, Norderney und Helgoland ist für die Zeit vom 2. bis zum 4. 1. 1976 in Abb. 2 dargestellt. Abb. 3 zeigt die Gegenüberstellung der Luftdruckkurven von Hamburg und List für den gleichen Zeitabschnitt. Abb. 4 gibt die stündlichen Luftdruckdifferenzen für die Zeit vom 2. bis 4. 1. 1976 zwischen List und Helgoland, Helgoland und Norderney sowie List und Norderney wieder.

Der Luftdruck stieg an den westlichen Stationen verhältnismäßig rasch wieder an, während er an den Stationen Schleswig-Holsteins sowie in Hamburg nach einem kurzen Anstieg etwa gleich blieb, bzw. in List sogar wieder fiel. Dadurch entstand ein sehr großer Luftdruckunterschied auf der Linie List – Norderney von fast 20 Millibar.

Tabelle 12

Luftdruckdifferenzen und geostrophische Querwindkomponenten in der Deutschen Bucht, 2. bis 4. 1. 1976

JAHR	MON	TAG	ZEIT	LIST-HELG		HELG-NORDNEY		LIST-NORDNEY		LIST-HAMB		HAMB-NORDNEY		LIST-CUXHAV		CUXH-NORDNEY	
				DP	VG	DP	VG	DP	VG	DP	VG	DP	VG	DP	VG	DP	VG
1976	1	2	13	-1.6	10.5	-4	3.7	-2.0	7.8	-1.6	5.4	-4	1.4	-1.1	5.6	-9	5.5
1976	1	2	14	-1.3	8.6	7	-6.4	-6	2.3	-1.6	5.4	1.0	-3.5	-1.0	5.1	4	-2.5
1976	1	2	15	-7	4.6	3	-2.8	-1.0	1.6	-2.2	7.4	1.8	-6.3	-9	4.6	5	-3.1
1976	1	2	16	-1.1	7.3	1	-9	-1.0	3.9	-3.3	11.1	2.3	8.0	-1.6	8.1	6	-3.7
1976	1	2	17	-1.1	7.3	1.4	-12.9	3	-1.2	-3.6	12.1	3.9	-13.6	-2.0	10.1	2.3	-14.1
1976	1	2	18	-3.3	2.0	9	-8.3	6	-2.3	-4.7	15.8	5.3	-18.5	-1.7	8.6	2.3	-14.1
1976	1	2	19	-3.3	2.0	5	-4.6	2	-8	-5.9	19.8	6.1	-21.3	-2.4	12.2	2.6	-15.9
1976	1	2	20	9	-5.9	1.7	-15.6	2.6	-10.1	-5.3	17.8	7.9	-27.6	-1.3	6.6	3.9	-23.9
1976	1	2	21	1.2	-7.9	1.6	-14.7	2.8	-10.9	-5.6	18.8	8.4	-29.4	-6	3.0	3.4	-20.8
1976	1	2	22	1.0	-6.6	-4	3.7	6	-2.3	-7.2	24.2	7.8	-27.3	-1.9	9.6	2.5	-15.3
1976	1	2	23	1.1	-7.3	9	-8.3	2.0	-7.8	-6.3	21.2	8.3	-29.0	-1.8	9.1	3.8	-23.3
1976	1	3	0	1.3	-8.6	0	0	1.3	-5.0	-6.3	21.2	7.6	-26.6	-2.0	10.1	3.3	-20.2
1976	1	3	1	0	0	-2	1.8	-2	8	-8.4	28.2	8.2	-28.7	-3.0	15.2	2.8	-17.2
1976	1	3	2	1	-7	-5	4.6	-4	1.6	-7.2	24.2	6.8	-23.8	-2.8	14.2	2.4	-14.7
1976	1	3	3	6	-4.0	-2.4	22.1	-1.8	7.0	-5.8	19.5	4.0	-14.0	-2.7	13.7	9	-5.5
1976	1	3	4	0	0	-4.5	41.4	-4.5	17.5	-3.9	13.1	-6	2.1	-1.5	7.6	-3.0	18.4
1976	1	3	5	-1.3	8.6	-6.3	57.9	-7.6	29.5	-4.9	16.5	-2.7	9.4	-3.1	15.7	-4.5	27.6
1976	1	3	6	34.3	-5.2	-7.2	66.2	-12.4	48.1	-6.7	22.5	-5.7	19.9	-5.8	29.4	-6.6	40.5
1976	1	3	7	-7.9	52.1	-4.5	41.4	-12.4	48.1	-6.2	20.8	-6.2	21.7	-7.0	35.4	-5.4	33.1
1976	1	3	8	-8.0	52.7	-5.3	48.7	-13.3	51.6	-6.9	23.2	-6.4	22.4	-7.6	38.5	-5.7	34.9
1976	1	3	9	-7.9	52.1	-6.0	55.2	-13.9	54.0	-7.0	23.5	-6.9	24.1	-8.6	43.6	-5.3	32.5
1976	1	3	10	-9.5	62.6	-4.5	41.4	-14.0	54.4	-8.9	29.9	-5.1	17.8	-9.7	49.1	-4.3	26.4
1976	1	3	11	-10.1	66.6	-5.7	52.4	-15.8	61.3	-10.0	33.6	-5.8	20.3	-10.5	53.2	-5.3	32.5
1976	1	3	12	-10.9	71.9	-6.0	55.2	-16.9	65.6	-10.8	36.3	-6.1	21.3	-11.2	56.2	-5.8	35.6
1976	1	3	13	-11.2	73.8	-5.5	50.6	-16.7	64.8	-10.5	35.3	-6.2	21.7	-11.2	56.7	-5.5	33.7
1976	1	3	14	-10.3	67.9	-5.1	46.9	-15.4	59.8	-7.3	24.5	-8.1	28.3	-8.8	44.6	-6.6	40.5
1976	1	3	15	-9.0	59.3	-5.1	46.9	-14.1	54.7	-5.0	16.8	-9.1	31.8	-7.3	37.0	-6.8	41.7
1976	1	3	16	-5.6	36.9	-3.1	28.5	-8.7	33.8	-8	2.7	-7.9	27.6	-4.1	20.8	-4.6	28.2
1976	1	3	17	-4.9	32.3	-3.5	32.2	-8.4	32.6	1.5	-5.0	-9.9	34.6	-2.3	11.6	-6.1	37.4
1976	1	3	18	-4.7	31.0	-3.7	34.0	-8.4	32.6	2.1	-7.1	-10.5	36.7	-1.7	8.6	-6.7	41.1
1976	1	3	19	-3.2	21.1	-1.1	10.1	-4.3	16.7	4.2	-14.1	-8.5	29.7	-6	3.0	-3.7	22.7
1976	1	3	20	-3.6	17.1	-3.1	28.5	-5.7	22.1	4.1	-13.8	-9.8	34.2	0	0	-5.7	34.9
1976	1	3	21	-1.0	6.6	-2.9	26.7	-3.9	15.1	4.4	-14.8	-8.3	29.0	9	-4.6	-4.8	29.4
1976	1	3	22	-7	4.6	-3.6	33.1	-4.3	16.7	4.2	-14.1	-8.5	29.7	7	-3.5	-5.0	30.7
1976	1	3	23	4	-2.6	-2.2	20.2	-1.8	7.0	4.4	-14.8	-6.2	21.7	1.5	-7.6	-3.3	20.2
1976	1	4	0	-1.3	22.1	-2.4	22.1	-2.2	8.5	3.9	-13.1	-6.1	21.3	1.5	-7.6	-3.7	22.7
1976	1	4	1	0	6.6	-1.0	9.2	-2.0	7.8	3.5	-11.8	-5.5	19.2	1.1	-5.6	-3.1	19.0
1976	1	4	2	-1.9	12.5	-6	5.5	-2.5	9.7	2.6	-8.7	-5.1	17.8	4	-2.0	-2.9	17.8
1976	1	4	3	-1.7	11.2	-7	6.4	-2.4	9.3	3.2	-10.8	-6.6	19.6	7	-3.5	-3.1	19.0
1976	1	4	4	-1.8	11.9	-7	6.4	-2.5	9.7	1.3	-4.4	-3.8	13.3	-4	2.0	-2.1	12.9
1976	1	4	5	-1.2	7.9	-9	8.3	-2.1	8.2	9	-3.0	-3.0	10.5	1	-5	-2.2	13.5
1976	1	4	6	-1.1	7.3	-1.1	10.1	-2.2	8.5	6	-2.0	-2.8	9.8	-1	5	-2.1	12.9
1976	1	4	7	-1.8	11.9	-1.0	9.2	-2.8	10.9	0	0	-2.8	9.8	-9	4.6	-1.9	11.6

Angabe der geographischen Windgeschwindigkeit in Meter pro Sekunde

Tabelle 13

Geostrophische Winde in der Deutschen Bucht, 2. bis 4. 1. 1976, Dreieck List-Norderney-Hamburg

JAHR	MON	TAG	ZEIT	DREIECK LIST - NORDERNEY - HAMBURG		WEST-KOMPONENTE	WINDRICHTUNG	WINDGESCHWINDIGKEIT FG	LUFTDRUCK	SCHWERPUNKT 54.12 8.52	
				NORD-KOMPONENTE	GRADIENTEN NORD					OST	
1976	1	2	13	1.8	8.0	283.	8.2	8.2	1016.5	-1.2	-3
1976	1	2	14	-3.3	4.6	234.	5.7	5.7	1015.9	-7	5
1976	1	2	15	-6.1	5.3	221.	8.1	8.1	1015.7	-8	9
1976	1	2	16	-7.7	8.9	229.	11.8	11.7	1014.9	-1.4	1.2
1976	1	2	17	-13.5	6.4	205.	14.9	14.5	1013.3	-1.0	2.1
1976	1	2	18	-18.3	7.8	203.	17.4	19.9	1011.5	-1.2	2.8
1976	1	2	19	-21.0	11.1	208.	23.8	18.8	1009.7	-1.7	3.2
1976	1	2	20	-27.7	4.1	188.	28.0	19.8	1006.7	-6	4.2
1976	1	2	21	-29.5	4.2	188.	29.8	19.3	1003.4	-6	4.5
1976	1	2	22	-26.9	12.7	205.	29.8	17.9	999.6	-1.9	4.1
1976	1	2	23	-28.9	7.5	195.	29.9	17.8	995.1	-1.1	4.4
1976	1	3	0	-26.4	9.2	199.	28.0	16.7	991.2	-1.4	4.0
1976	1	3	1	-28.1	17.0	211.	32.9	18.5	986.9	-2.6	4.3
1976	1	3	2	-23.3	15.1	213.	27.8	16.1	982.7	-2.3	3.6
1976	1	3	3	-13.4	15.8	230.	20.7	12.8	979.3	-2.4	2.0
1976	1	3	4	3.0	18.6	279.	18.9	11.7	977.7	-2.8	-5
1976	1	3	5	10.9	28.2	291.	30.2	17.4	977.2	-4.3	-1.7
1976	1	3	6	22.3	43.4	297.	48.8	26.6	977.6	-6.6	-3.4
1976	1	3	7	24.0	42.4	299.	48.7	28.7	978.7	-6.5	-3.7
1976	1	3	8	24.9	46.0	298.	52.3	31.4	981.3	-7.0	-3.8
1976	1	3	9	26.7	47.6	299.	54.6	33.5	983.2	-7.3	-4.1
1976	1	3	10	20.6	51.6	292.	55.6	34.9	983.8	-7.9	-3.1
1976	1	3	11	23.3	58.2	292.	62.7	38.1	984.5	-8.9	-3.6
1976	1	3	12	24.6	62.4	292.	67.1	40.0	984.2	-9.5	-3.8
1976	1	3	13	24.9	61.3	292.	66.2	39.6	984.4	-9.4	-3.8
1976	1	3	14	31.2	51.9	301.	60.5	34.8	985.4	-7.9	-4.8
1976	1	3	15	34.3	44.2	308.	55.9	31.7	986.8	-6.8	-5.2
1976	1	3	16	29.0	22.8	322.	36.9	22.5	988.6	-3.5	-4.4
1976	1	3	17	35.8	17.5	334.	39.9	24.3	990.8	-2.7	-5.5
1976	1	3	18	37.9	16.3	337.	41.3	25.9	992.8	-2.5	-5.8
1976	1	3	19	30.1	2.2	356.	30.2	20.9	995.0	-3	-4.6
1976	1	3	20	34.9	5.8	351.	35.4	24.5	997.8	-9	-5.3
1976	1	3	21	29.4	.8	358.	29.4	22.0	1000.3	-1	-4.5
1976	1	3	22	30.1	2.2	356.	30.2	22.8	1002.4	-3	-4.6
1976	1	3	23	21.7	-4.3	11.	22.1	17.9	1004.3	.7	-3.3
1976	1	4	0	21.4	-2.3	6.	21.6	17.7	1006.7	.4	-3.3
1976	1	4	1	19.3	-2.0	6.	19.4	16.3	1008.2	.3	-3.0
1976	1	4	2	18.1	1.0	357.	18.1	15.4	1010.2	-1	-2.8
1976	1	4	3	19.8	-4	1.	19.8	16.7	1011.7	.1	-3.0
1976	1	4	4	13.6	3.5	345.	14.0	12.4	1013.6	-5	-2.1
1976	1	4	5	10.8	3.3	343.	11.3	10.4	1014.8	-5	-1.6
1976	1	4	7	10.2	6.8	326.	12.3	11.4	1016.5	-1.0	-1.6
1976	1	4	6	10.1	4.2	338.	10.9	10.1	1015.8	-6	-1.5

Angabe der Windgeschwindigkeit in Meter pro Sekunde

Tabelle 14

Geostrophische Winde in der Deutschen Bucht, 2. bis 4. 1. 1976, Dreieck List-Norderney-Cuxhaven

JAHR	DREIECK	MON	TAG	ZEIT	NORD-KOMPONENTE			WEST-KOMPONENTE			WINDRICHTUNG	WINDGESCHWINDIGKEIT FG	LUFTDRUCK	SCHWERPUNKT 54.20		GRADIENTEN OST
					NORD-KOMPONENTE	WEST-KOMPONENTE	WINDRICHTUNG	WINDGESCHWINDIGKEIT FZ	NORD	OST						
1976	1	2	13		4.7	6.3	307.	7.9	7.9	1016.3	-1.0	-7				
1976	1	2	14		-3.3	4.6	234.	5.7	5.7	1015.7	-0.7	5				
1976	1	2	15		-3.8	4.0	226.	5.6	5.6	1015.2	-0.6	6				
1976	1	2	16		-5.0	7.4	236.	7.0	8.9	1014.4	-1.1	8				
1976	1	2	17		-16.0	7.8	206.	17.7	17.2	1012.8	-1.2	2.4				
1976	1	2	18		-15.7	6.3	202.	16.9	15.0	1010.5	-1.0	2.4				
1976	1	2	19		-18.1	9.5	208.	20.5	16.6	1008.5	-1.5	2.8				
1976	1	2	20		-25.4	2.8	186.	25.5	18.4	1005.4	-0.4	3.9				
1976	1	2	21		-21.7	-3	179.	21.7	15.2	1001.8	0	3.3				
1976	1	2	22		-17.1	7.1	202.	18.5	12.6	997.8	-1.1	2.6				
1976	1	2	23		-25.1	5.3	192.	25.7	15.9	993.6	-0.8	3.8				
1976	1	3	0		-22.2	6.8	197.	23.2	14.6	989.7	-1.0	3.4				
1976	1	3	1		-19.9	12.3	212.	23.4	14.5	985.1	-1.9	3.0				
1976	1	3	2		-17.2	11.7	214.	20.8	13.1	981.3	-1.8	2.6				
1976	1	3	3		-7.8	12.6	238.	14.8	10.0	978.3	-1.9	1.2				
1976	1	3	4		17.5	10.3	329.	20.3	12.3	976.9	-1.6	-2.7				
1976	1	3	5		25.5	19.8	322.	32.3	18.2	976.6	-3.0	-3.9				
1976	1	3	6		36.4	35.2	316.	50.7	27.3	977.3	-5.4	-4.3				
1976	1	3	7		28.0	40.1	305.	48.9	28.8	979.0	-6.1	-4.6				
1976	1	3	8		29.3	43.3	304.	52.3	31.4	981.6	-6.6	-4.5				
1976	1	3	9		26.0	48.0	299.	54.6	33.5	983.7	-7.3	-4.0				
1976	1	3	10		18.9	52.5	290.	55.8	35.0	984.1	-8.0	-2.9				
1976	1	3	11		24.5	57.4	293.	62.4	38.0	984.7	-8.8	-3.7				
1976	1	3	12		27.1	60.9	294.	66.7	39.8	984.3	-9.3	-4.1				
1976	1	3	13		25.2	61.1	292.	66.1	39.6	984.6	-9.3	-3.9				
1976	1	3	14		34.0	50.2	304.	60.6	34.9	985.9	-7.7	-5.2				
1976	1	3	15		36.4	42.9	310.	56.3	31.8	987.5	-6.6	-5.6				
1976	1	3	16		25.3	24.8	316.	35.5	21.9	989.7	-3.8	-3.9				
1976	1	3	17		36.1	17.3	334.	40.1	24.4	992.1	-2.6	-5.5				
1976	1	3	18		40.4	14.9	340.	43.0	26.7	994.1	-2.3	-6.2				
1976	1	3	19		22.6	6.5	344.	23.5	17.2	996.6	-1.0	-3.5				
1976	1	3	20		35.5	5.4	351.	35.9	24.8	999.2	-0.8	-5.4				
1976	1	3	21		30.6	1	360.	30.6	22.7	1001.5	-0	-4.7				
1976	1	3	22		31.7	1.3	358.	22.2	18.0	1003.6	-0.2	-4.9				
1976	1	3	23		21.8	-4.3	11.	31.7	23.8	1005.3	0.7	-3.3				
1976	1	4	0		24.3	-3.9	9.	24.6	19.8	1007.5	0.6	-3.7				
1976	1	4	1		20.2	-2.5	7.	20.4	17.0	1009.0	0.4	-3.1				
1976	1	4	2		18.4	0.8	358.	18.4	15.6	1010.9	-0.1	-2.8				
1976	1	4	3		19.9	-5	2.	19.9	16.8	1012.6	0.1	-3.0				
1976	1	4	4		12.8	4.0	343.	13.4	11.9	1014.2	-0.6	-2.0				
1976	1	4	5		13.8	1.6	353.	13.9	12.5	1015.1	-0.2	-2.1				
1976	1	4	6		13.0	2.5	349.	13.2	12.1	1016.1	-0.4	-2.0				
1976	1	4	7		11.1	6.3	330.	12.8	11.8	1016.8	-1.0	-1.7				

Angabe der Windgeschwindigkeit in Meter pro Sekunde

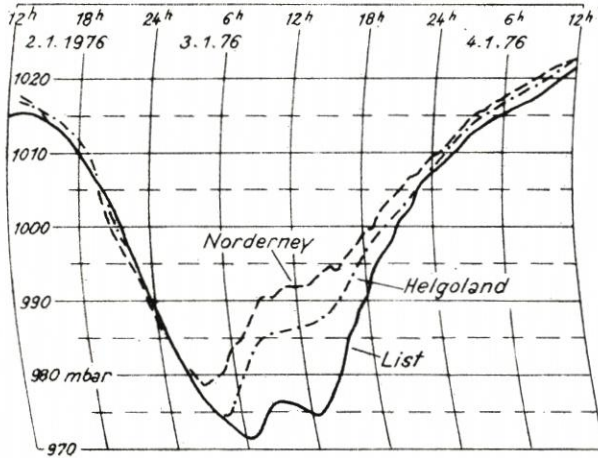


Abb. 2. Luftdruckverlauf Norderney, List, Helgoland, 2.-4. 1. 1976

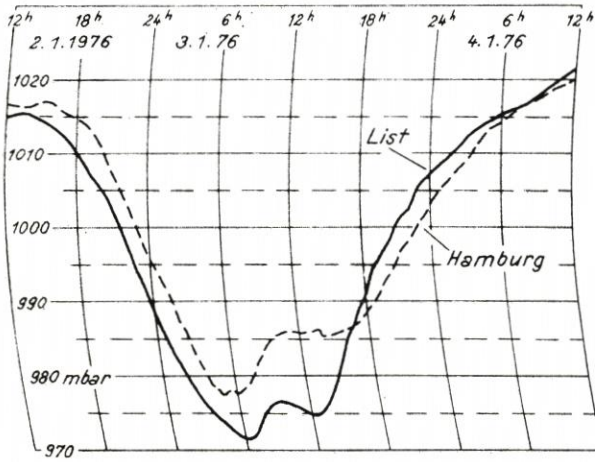


Abb. 3. Luftdruckverlauf Hamburg und List, 2.-4. 1. 1976

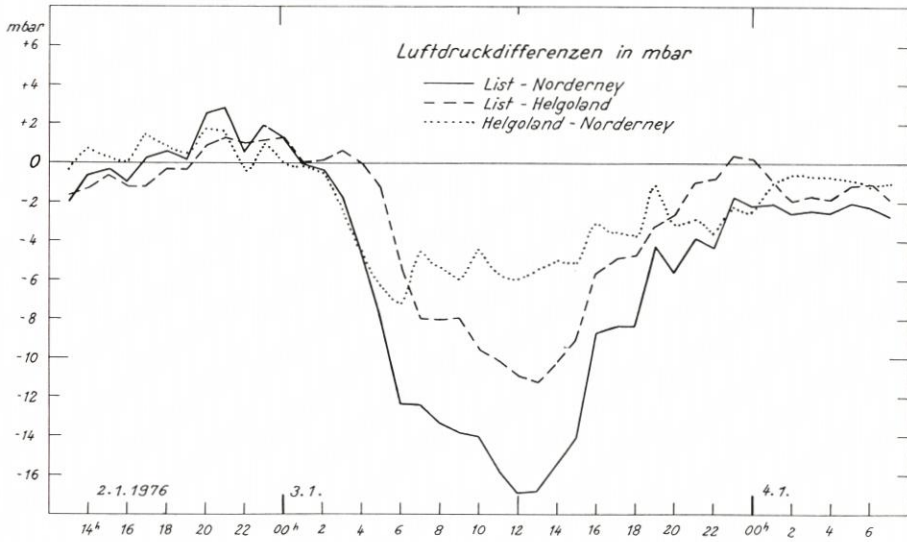


Abb. 4. Luftdruckdifferenzen in der Deutschen Bucht, 2.-4. 1. 1976

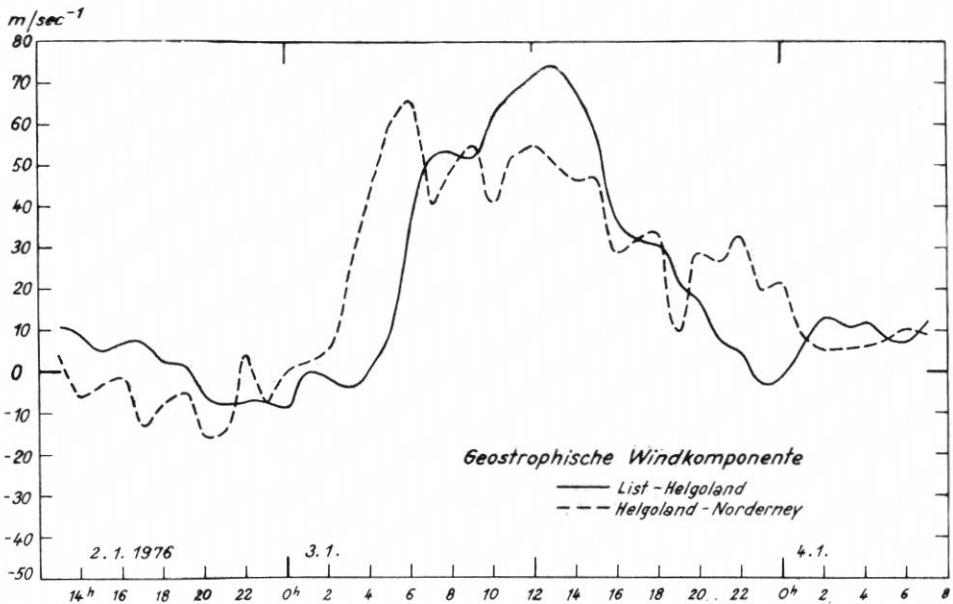


Abb. 5. Geostrophische Windkomponenten, 2.-4. 1. 1976

In Abb. 5 sind die senkrecht zu den Strecken List - Helgoland und Helgoland - Norderney stehenden Komponenten des geostrophischen Windes dargestellt. Aus dem Verlauf der Kurven ist zu ersehen, daß das Druckfeld pulsierte. Dieses ist im Einklang mit der Vorstellung über die großräumige Turbulenz. Durch die Kopplung zwischen Wind und Wellen wird zeitlich unterschiedliche Energie an das Wasser abgegeben. Die Werte des geostrophischen Windes bekräftigen die hohe Energie des Tiefdrucksystems.