



Deutscher Wetterdienst – Bernhard-Nocht-Str. 76 - 20359 Hamburg

Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung
z.Hd. Hr. Reinhard Gralla
Bernhard-Nocht-Str. 78
20359 Hamburg

Fax: 0049 40 3190 8340
Mail: Reinhard.gralla@bsh.de

Geschäftsbereich Wettervorhersage

Ansprechpartner: Michael Knobelsdorf	Telefon: +49 69 8062 6198
Geschäftszeichen: WV 13/64.30.16-20/04_19	Fax: +49 69 8062 6209
E-Mail: michael.knobelsdorf@dwd.de	Internet: http://www.dwd.de
	UST-ID: DE221793973

Hamburg, 08.02.2019

Amtliches Gutachten

über die Wetter- und Seegangverhältnisse
im Bereich der südlichen Deutschen Bucht
am 01.01./02.01.2019

Sehr geehrter Herr Gralla,

entsprechend Ihrem Auftrag vom 14.01.2019 zum **Unfall der MSC ZOE** übersende ich Ihnen hiermit das amtliche Gutachten zum o.a. Bezug.

Für Rückfragen stehe ich Ihnen gern zur Verfügung.



Dienstgebäude: Bernhard-Nocht-Straße 76 - 20359 Hamburg , Tel. +49 69 8062 6201
Konto: Bundeskasse Trier - Deutsche Bundesbank Saarbrücken - IBAN: DE81 5900 0000 0059 0010 20, BIC: MARKDEF1590
Der Deutsche Wetterdienst ist eine teilrechtsfähige Anstalt des öffentlichen Rechts im Geschäftsbereich
des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur
Das Qualitätsmanagement des DWD ist zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2015 (Reg.-Nr. 10700716 KPMG)





1. Datengrundlage

Für den Unfallbereich in der südlichen Deutschen Bucht stehen dem Deutschen Wetterdienst Messungen und Beobachtungen einer Reihe umliegender Stationen zur Verfügung. Teilweise bzw. zeitweise sind diese Stationen nicht mit Personal besetzt. Auch Schiffsmeldungen wurden berücksichtigt. Für die Beschreibung der Wetterlage wurden die Analysen des Deutschen Wetterdienstes in Offenbach, des Met Office (Nationaler Wetterdienst von Großbritannien, Exeter) und des amerikanischen Globalmodells GFS (**G**lobal **F**orecast **S**ystem) herangezogen. Die Vorhersagen des globalen Wetter- und Seegangvorhersagemodells des EZMW (**E**uropäisches **Z**entrum für **M**ittelfristige **W**ettervorhersage, Reading, England) fanden ebenso Eingang in die Begutachtung wie die globalen und regionalen Wettervorhersagemodelle ICON bzw. ICON-EU NEST des Deutschen Wetterdienstes sowie die daraus abgeleiteten Seegangmodelle GWAM, EWAM und CWAM. Auch Satellitenbilder, Radarbilder und Radiosondenaufstiege wurden analysiert.

2. Definitionen und Hinweise

- Die Höhe des Seegangs wird durch die **kennzeichnende oder signifikante Wellenhöhe** beschrieben, das ist die mittlere Höhe des höheren Drittels aller in einem größeren Gebiet und in einem längeren Zeitraum (z.B. 20 Minuten) vorkommenden Wellen. Aufgrund der Wellentheorie ist mit Einzelwellen zu rechnen, die etwa alle 100 Wellen das 1,6-fache und etwa alle 1000 Wellen das 1,9-fache der signifikanten Wellenhöhe erreichen. Beispielsweise ist - statistisch gesehen - bei signifikanten Wellenhöhen von 5m und Wellenperioden von 9s etwa alle 15min mit einer 8m hohen Welle und etwa alle 2,5 Stunden mit einer fast 10m hohen Welle zu rechnen.

3. Wetterlage in der Nacht vom 01.01./02.01.2019

Die Wetterlage war geprägt von einem Orkantief mit 985 hPa über dem Finnischen Meerbusen, das langsam nach Südosten zog. Demgegenüber lag ein umfangreiches Hoch mit 1045 hPa über Großbritannien, das sich mit einem Keil von 1030 hPa bis nach Marokko ausdehnte. Damit konnte sich über der Nordsee eine stramme nordwestliche Luftströmung aufbauen (**Abbildung 1**).

4. Wetter-, Wind- und Seegangverhältnisse im Unfallgebiet Südliche Deutsche Bucht in der Nacht vom 01.01./02.01.2019

Wetter:

Die Wetterverhältnisse sind am besten im Satellitenbild (**Abbildung 2**), in den Radarbildern (**Abbildung 3**) und den Bodenwettermeldungen (**Abbildung 4**) zu erfassen. Da über dem entsprechenden Seegebiet nur wenige Daten zur Verfügung standen, wurden die Radardaten herangezogen. In **Abbildung 2** erkennt man die Wolkenverhältnisse im infraroten Spektralbereich. So war es im Unfallbereich wechselnd bewölkt, in Richtung nördliche Nordsee sogar klar. In **Abbildung 3** sind die Niederschlagsverhältnisse für den Termin 01.01.2019, 23:00 MEZ und den Termin 02.01.2019 01:35 MEZ dargestellt. Vor allem zum ersten Zeitpunkt gab es noch leichte Schauer, die nachfolgend weniger wurden. Zusätzlich sind in **Abbildung 4** die von den



Wetterstationen übermittelten Wetterdaten erfasst, wobei der in Abbildung 3 festgestellte Niederschlag von den Stationen nicht erfasst werden konnte.

Wind / Windböen (in 10m Höhe über der Wasseroberfläche):

In **Abbildung 5** sind die tatsächlich gemessenen Windwerte des Mittelwindes dargestellt. Mit sehr großer Wahrscheinlichkeit wehte an den beiden Punkten ein Mittelwind von 35 bis 41 Knoten (8 bis 9 Bft). Aufgrund der labilen Schichtung der Atmosphäre gab es mit großer Sicherheit Böen, die mit mehr als 2 Windstärken über dem Mittelwind lagen, Erst nach dem zweiten Zeitpunkt am 2.01.2019 um 01:34 MEZ gab es eine leichte Windabnahme.

Gestützt wird diese Annahme durch die Ergebnisse des Assimilationslaufes des Seegangmodells EWAM des DWD. In diesem wird ein vergangener Zeitraum unter Einbeziehung aller zur Verfügung stehender Messwerte und Analysen aus diesem Zeitraum erneut modelliert, so dass diese Modelldaten die bestmögliche flächige Darstellung der tatsächlich eingetretenen Verhältnisse darstellen.

In **Abbildung 6.1** sind die so gewonnenen Windstärken im Unfallgebiet um 2100 UTC und 0000 UTC gezeigt, wobei die Windfieder den Mittelwind und der Zahlenwert die aufgetretenen Böen in Beaufort repräsentiert. Die grüne Linie zeigt den Reiseverlauf in der betrachteten Zeit. Analog dazu sind in **Abbildung 6.2** die signifikante Seegangshöhe sowie die berechnete Wellenperiode dargestellt.

Demnach erreichte der aus etwa 340° kommende Wind im Mittel 35 Knoten (8 Bft), zum Zeitpunkt der zweiten Rollbewegung bis zu 40 Knoten (8 bis 9 Bft). Dabei traten teils schwere Sturmböen von 9 bis 10 Bft auf. Das Schiff erfuhr so einen nahezu exakt halben Wind.

Über der Nordsee konnte sich eine Windsee von 5 Metern aufbauen, zu der eine Dünung von weiteren 2 Metern kam, so dass insgesamt eine signifikante Seegangshöhe von etwa 5,5 Metern auftrat. Windsee und Dünung kamen dabei aus nahezu derselben Richtung, wobei die Windsee eine Periode von etwa 12 Sekunden und die Dünung von etwa 15 Sekunden aufwies (in der Kombination 13 Sekunden, vergleiche **Abbildung 6.2**). Kreuzseen in relevanter Zahl sind daher nicht zu erwarten gewesen. Die maximale Wellenhöhe, die statistisch zu erwarten war, lag bei etwa 10 Meter. Analog zum Wind betrug der Winkel zwischen anrollender See und Fahrtrichtung in etwa 90°.

Seegang:

Bei einer Wassertiefe im Unfallgebiet von unter 25 Metern (gemäß der uns vorliegenden Seeschiffahrtskarten etwa 22 bis 23 Meter) und einer signifikanten Wellenhöhe von über 5 Metern war die Bedingung für das Auftreten von Grundseen (Wassertiefe kleiner als die fünffache Wellenhöhe) für viele Wellen erfüllt. Auch die aufgetretene Wellenlänge spricht für das Auftreten von Grundseen. Die Wellenlänge ist kein Ausgabeparameter der Modelle, kann aber aus Periode, Wellenhöhe und Wassertiefe auf etwa 200 Meter für die Windsee und 300 Meter für die Dünung abgeschätzt werden. Damit ergibt sich für die höchsten zu erwartenden Wellen eine Steilheit der



Wellen in der Größenordnung 1/30 bis 1/20. Die Strömung, bezogen aus dem Strömungsmodell des BSH, stand im betrachteten Zeitraum zunächst mit 1 Knoten von Ost nach West (270°), drehte bis 0200 UTC auf 250° und nahm auf 0,7 bis 0,8 Knoten ab. Damit hatte die Strömung auf das Wellenverhalten nahezu keinen Einfluss, sondern stand nahezu senkrecht auf dem Seegang.

Sonstiges:

Im Textanhang sind alle relevanten Seewetterberichte des DWD angefügt. Dabei wurde für das Seegebiet der Deutschen Bucht Nordwest bis Nordwind der Stärke 7 bis 8 Bft mit schweren Sturmböen erwartet. Entsprechende Warnungen liegen vor.

Hamburg, den 08.02.2019

Im Auftrag

Dipl.-Met. Michael Knobelsdorf

Seeschiffahrtsberatung

Bildanhänge:

1. Bodendruck- und Frontenanalyse des DWD am **02.01.2019, 0000 UTC**
2. Meteosat Satellitenbild im infraroten Spektralkanal vom **02.01.2019, 0000 UTC** (Quelle: DWD und EUMETSAT)
3. Radarbilder am **01.01.2019, 23:00 MEZ** und am **02.01.2019, 01:35 MEZ** (Quelle: Kachelmannwetter)
4. Bodenwettermeldungen – signifikantes Wetter
01.01.2019, 2200 UTC und am **02.01. 2019, 0000 UTC**, (Quelle: DWD)
5. Bodenwettermeldungen – Mittelwind (kt)
01.01.2019, 2200 UTC und am **02.01. 2019, 0000 UTC** (Quelle: DWD, ein Fieder entspricht 10 Knoten)
- 6 Wind- und Seegangsanalyse/Vorhersage des EWAM-Modells (DWD) vom
01.01.2019, 2100 UTC und am **02.01. 2019, 0000 UTC**
 1. Windrichtung/ Windgeschwindigkeit und Böen (eine lange Fieder eines Windpfeils entspricht 2 Bft und ein kurzer Fieder 1 Bft),
 2. Signifikante Wellenhöhe [m] (Quelle:DWD)

Sonstige Anhänge:

1. Seewetterberichte (DWD) vom 01.01. 2019
2. Warnungen



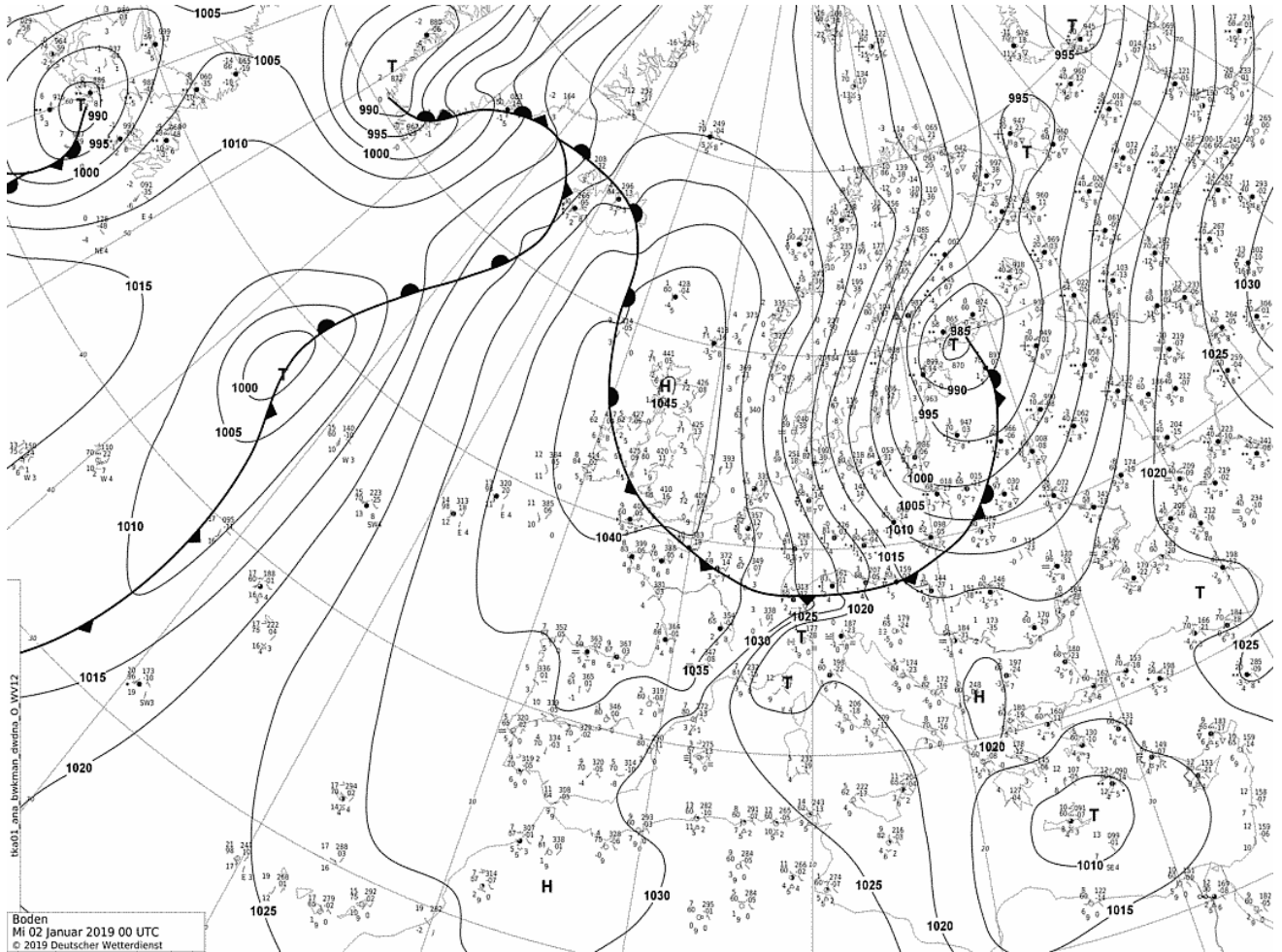


Abbildung 1



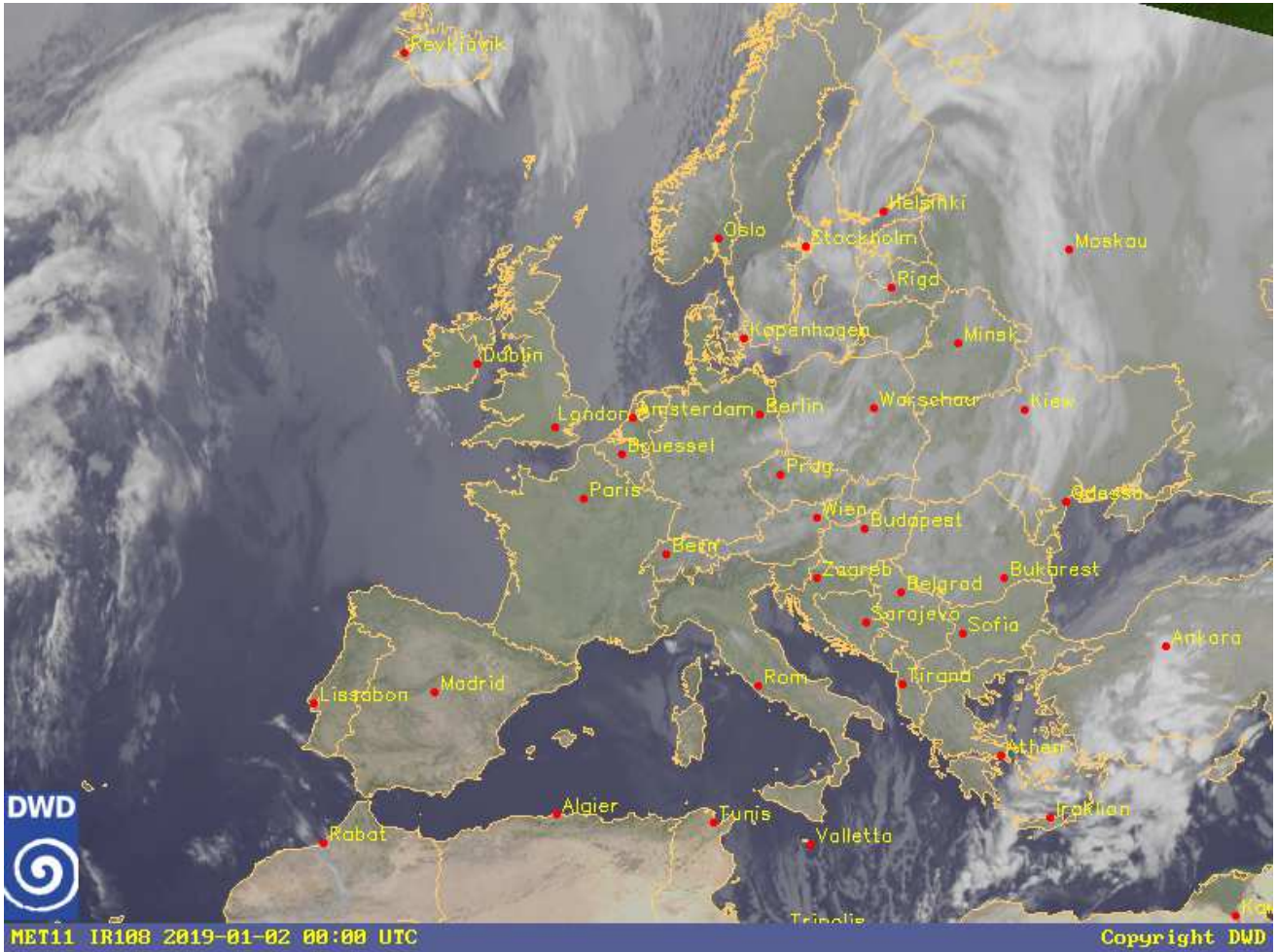


Abbildung 2



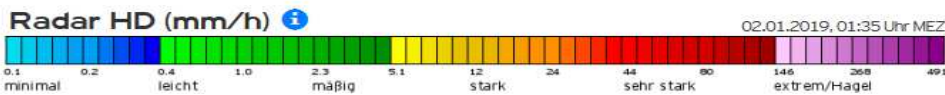
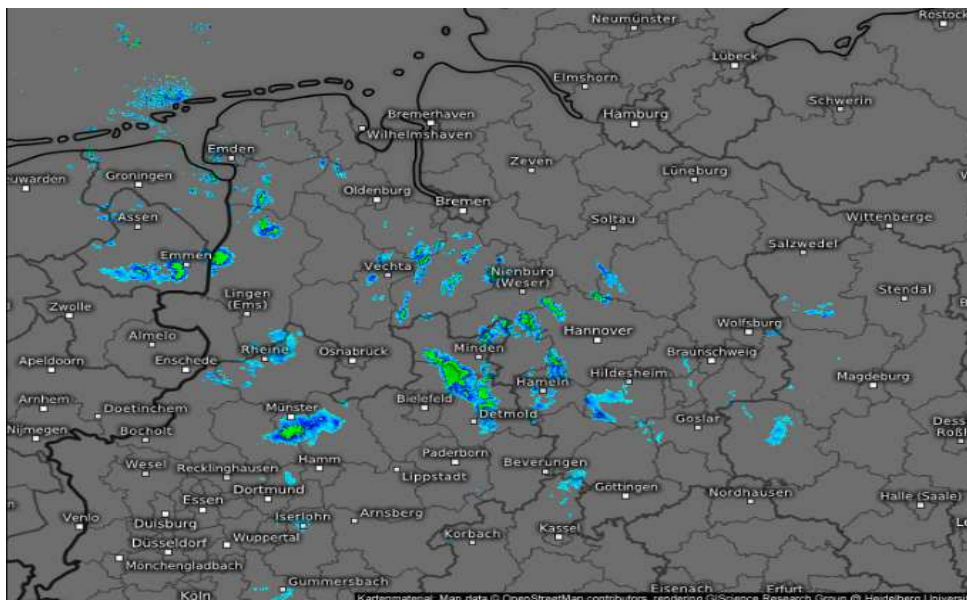
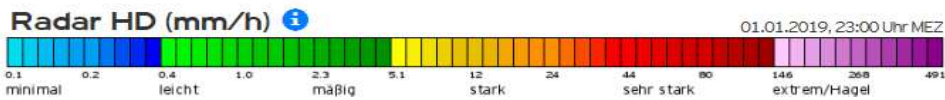
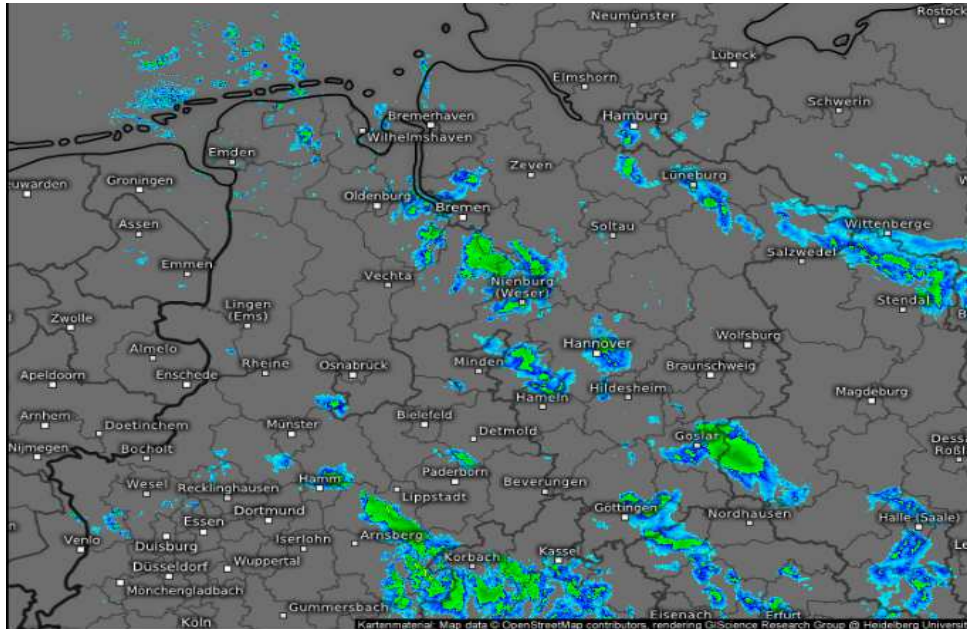
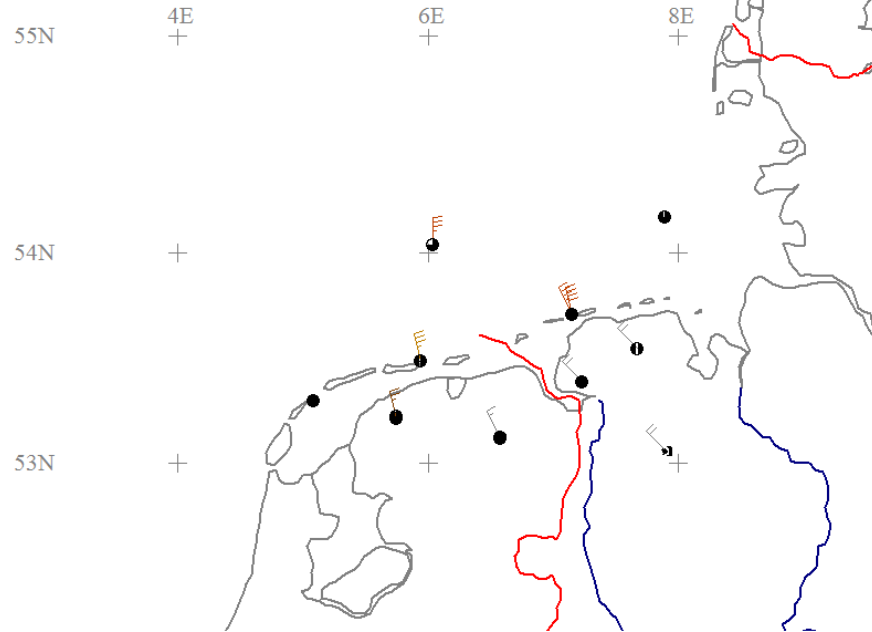


Abbildung 3





DIE 01.01.19 22:00 UTC Bodenwettermeldungen : Signifikantes Wetter , Gesamtbedeckung



MIT 02.01.19 00:00 UTC Bodenwettermeldungen : Signifikantes Wetter , Gesamtbedeckung

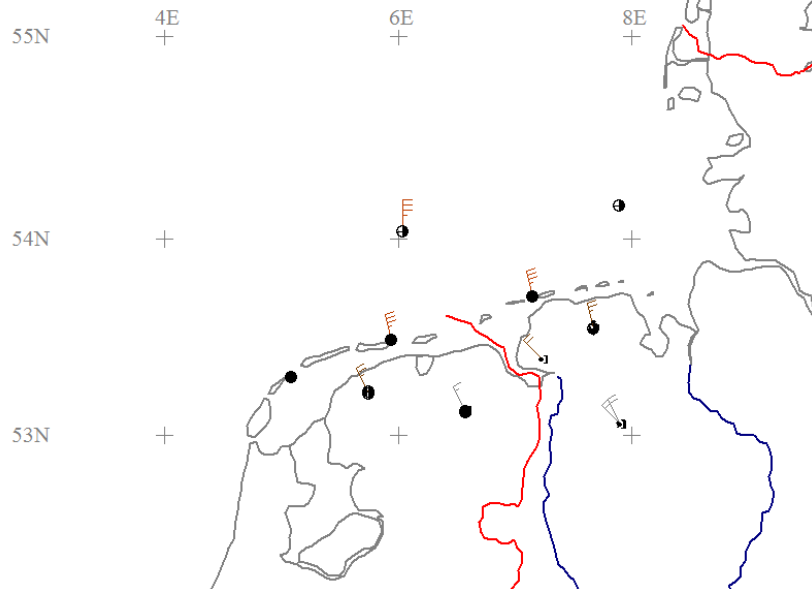
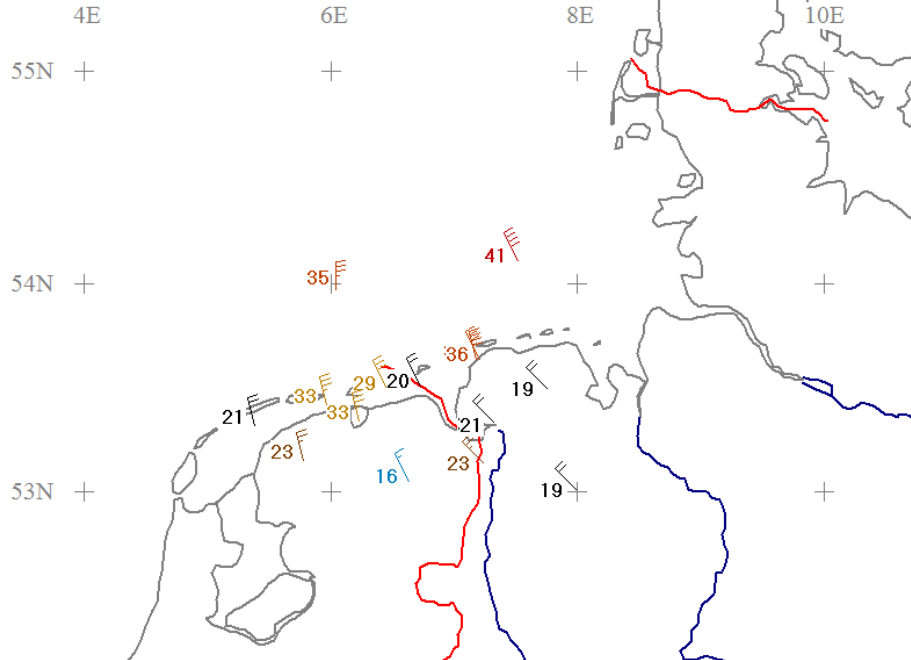


Abbildung 4





DIE 01.01.19 22:00 UTC Bodenwettermeldungen : 10 min-Mittelwind / kt



MIT 02.01.19 00:00 UTC Bodenwettermeldungen : 10 min-Mittelwind / kt

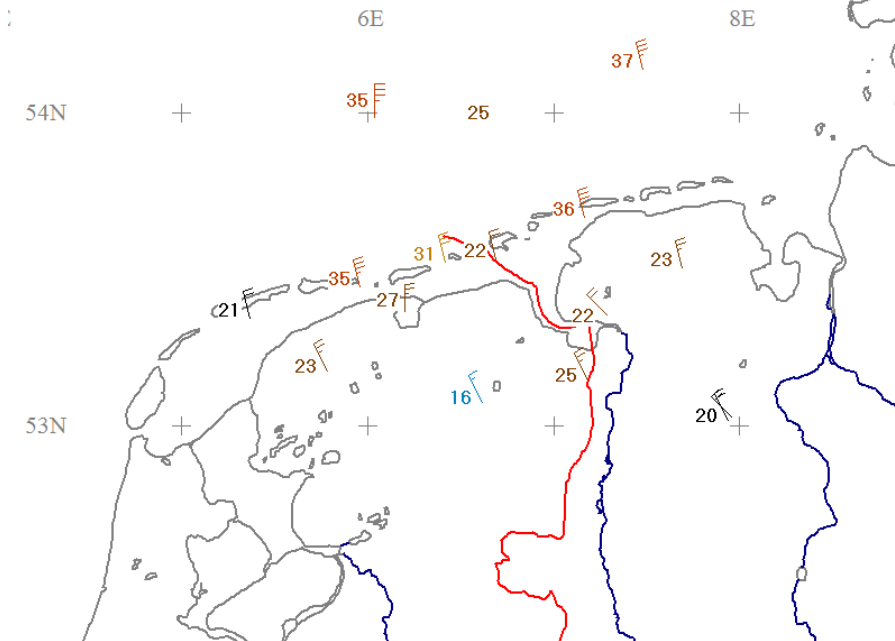


Abbildung 5



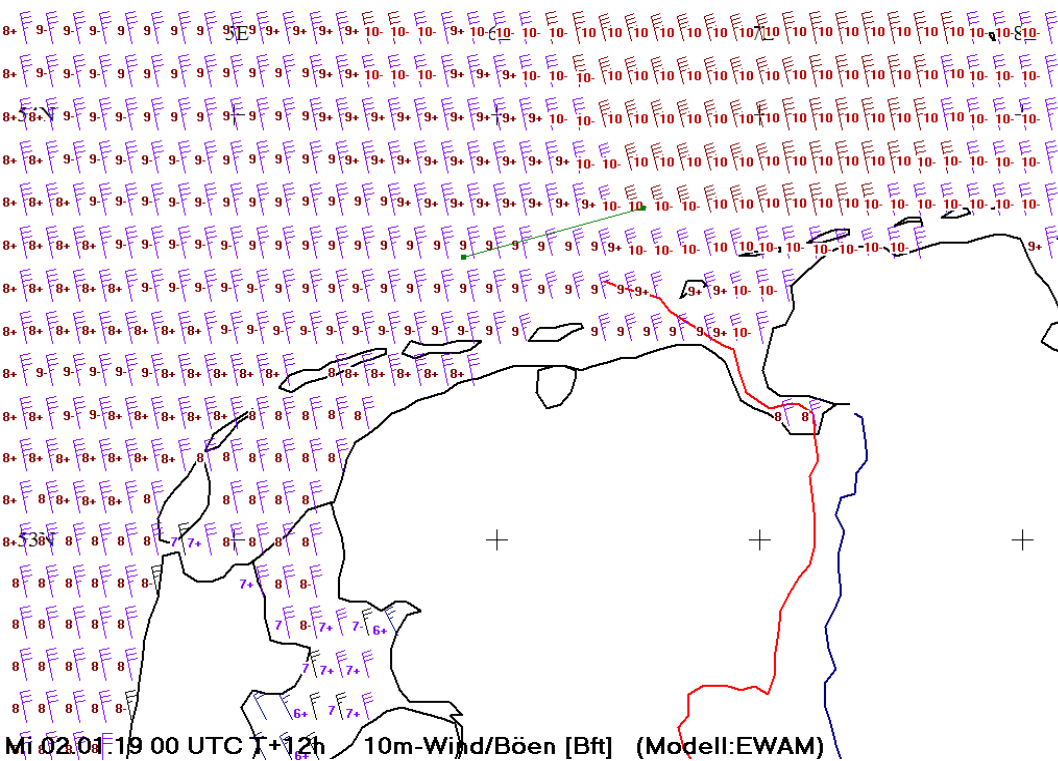
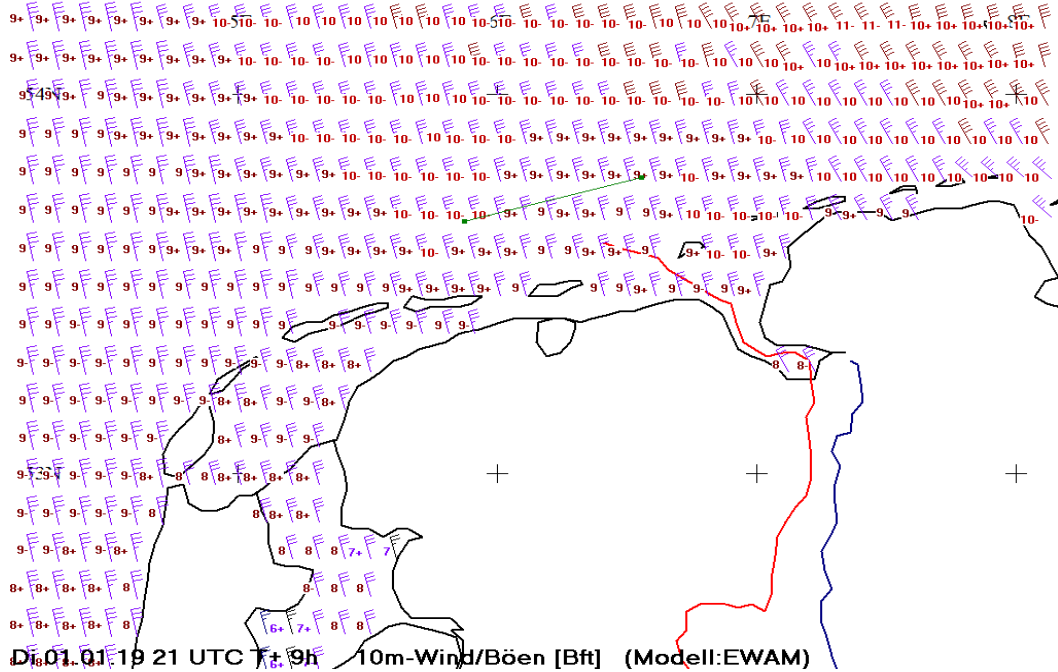


Abbildung 6.1



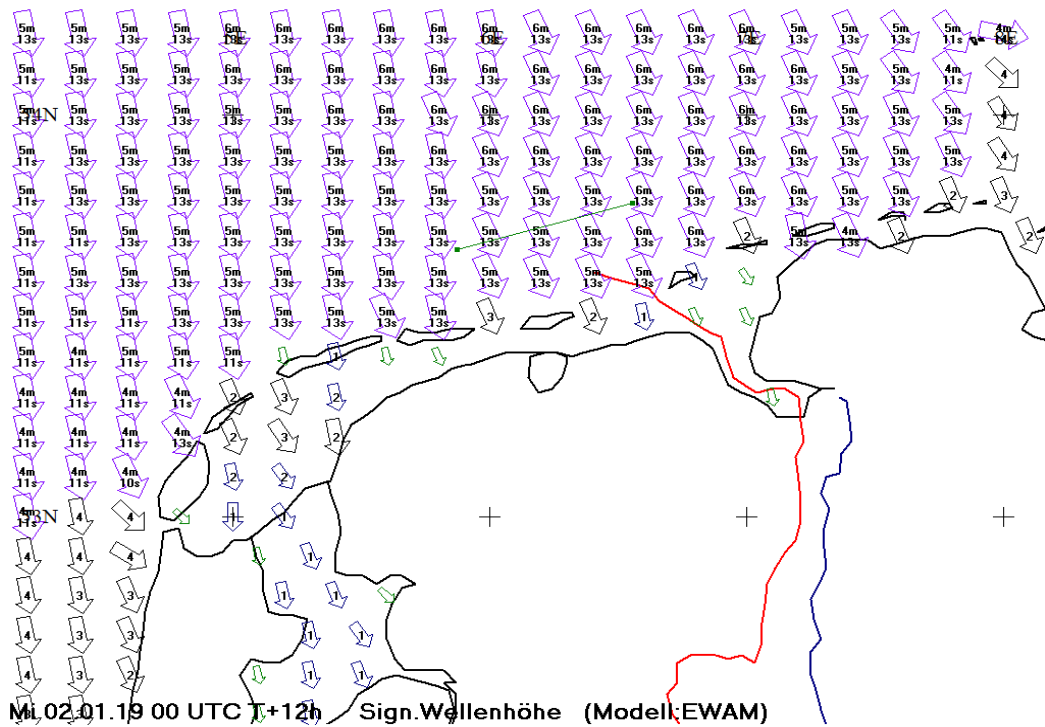
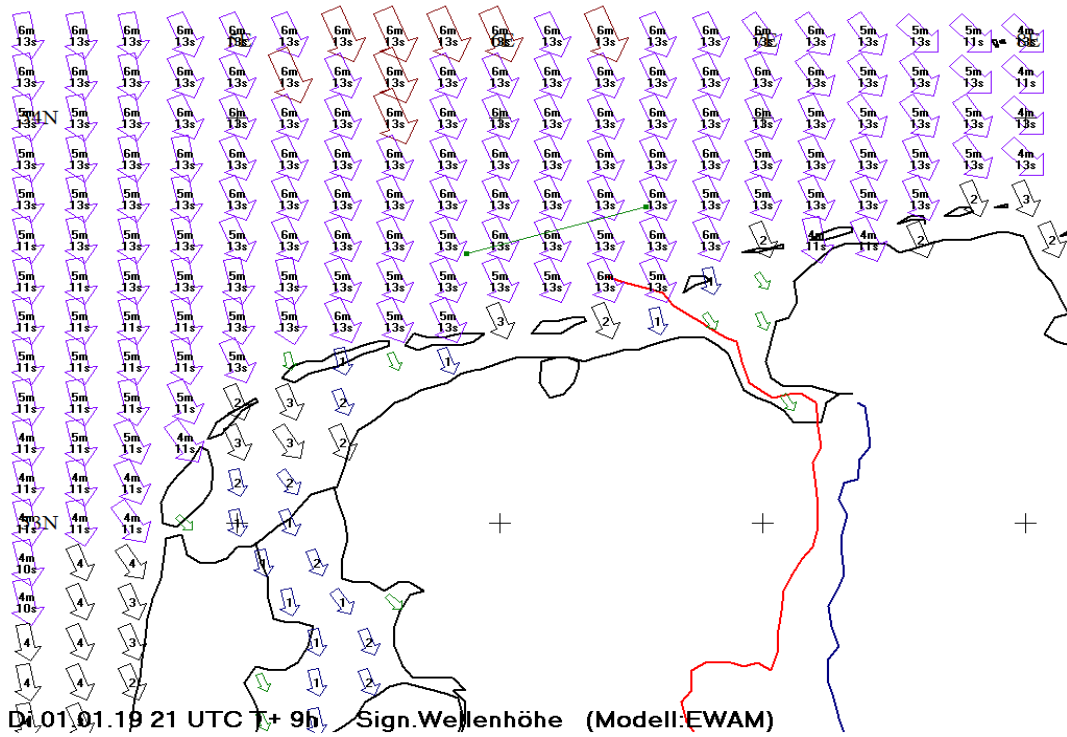


Abbildung 6.2





Textanhänge:

1. Seewetterberichte

Wetterlage:

Orkantief 980 Finnischer Meerbusen, abschwächend, langsam südostziehend, Mittwochabend 997 Weißrussland. Trog 1010 Mecklenburg, südostschwenkend, Mittwochmorgen Ungarn. Hoch 1040 Färöer bis Schottland, südostverlagernd. Keil 1035 Nordspanien, nordostausweitend.

Vorhersage gültig bis Mittwoch Abend:

Deutsche Bucht :

**Nordwest bis Nord 7 bis 8, abnehmend um 5, anfangs schwere Sturmböen,
See anfangs 6 Meter.**

Seewetterbericht für Nord- und Ostseeküste
herausgegeben vom Seewetterdienst Hamburg
01.01.2019, 21:33

Vorhersage bis Mittwoch Abend:

Ostfriesische Küste :

Nordwest bis Nord 7 bis 8, abnehmend 4, anfangs schwere Sturmböen.

Elbmündung :

Nordwest bis Nord 7 bis 8, abnehmend 4, anfangs schwere Sturmböen.

Helgoland :

Nordwest bis Nord 7 bis 8, abnehmend 4, anfangs schwere Sturmböen,
See anfangs 5 Meter.

Elbe von Hamburg bis Cuxhaven:

Westteil anfangs Nordwest bis Nord 7 bis 8, sonst um 5, später abflauend, Cuxhaven anfangs schwere Sturmböen.

Nordfriesische Küste :

Nordwest bis Nord 7 bis 8, abnehmend 4, anfangs schwere Sturmböen.

Ostseeküste:

Nordwest 7 bis 8, später abnehmend um 6, orkanartige Böen.

Flensburg bis Fehmarn :

Nordwest 7 bis 8, später abnehmend um 6, schwere Sturmböen.

Östlich Fehmarn bis Rügen:





Nordwest 7 bis 8, später abnehmend um 6, orkanartige Böen.

Östlich Rügen:

Nordwest 7 bis 8, norddrehend, vorübergehend etwas zunehmend,
orkanartige Böen.

2. Warnungen

NR. 004

Amtliche STURM-Warnung des Seewetterdienstes Hamburg
für die deutsche Nordseeküste
herausgegeben am Dienstag, den 01.01.2019 um 22:45 Uhr GZ

Ostfriesische Küste:

Nordwest bis Nord 7 bis 8, dabei Böen von 10 Beaufort.

Elbemündung:

Nordwest bis Nord 7 bis 8, dabei Böen von 10 Beaufort.

Seegebiet Helgoland:

Nordwest bis Nord 7 bis 8, dabei Böen von 10 Beaufort.

Nordfriesische Küste:

Nordwest bis Nord 7 bis 8, dabei Böen von 10 Beaufort.

Elbe von Hamburg bis Cuxhaven:

Westteil Nordwest bis Nord 7 bis 8, dabei Böen von 10 Beaufort.





3. Beaufortskala:

Knoten (kt)	m/s	Beaufort (Bft)	Bezeichnung	Auswirkung der Windstärke auf See
00	0 - 0,2	0	Stille	Spiegelglatte See
01 - 03	0,3 - 1,5	1	Schwacher Wind	Kleine, schuppenförmig aussehende Kräuselwellen ohne Schaumkämme
04 - 06	1,6 - 3,3	2		Kleine Wellen, noch kurz aber ausgeprägter. Die Kämme sehen glasig aus und brechen sich nicht.
07 - 10	3,4 - 5,4	3		Kämme beginnen zu brechen. Schaum überwiegend glasig, ganz vereinzelt kleine weiße Schaumköpfe.
11 - 16	5,5 - 7,9	4	Mäßiger Wind	Wellen noch klein, werden aber länger, weiße Schaumköpfe treten ziemlich verbreitet auf.
17 - 21	8,0 - 10,7	5	Frischer Wind	Mäßige Wellen mit ausgeprägter langer Form. Überall weiße Schaumköpfe (vereinzelt Gischt).
22 - 27	10,8 - 13,8	6	Starker Wind	Bildung großer Wellen beginnt. Kämme brechen und hinterlassen größere weiße Schaumflächen; etwas Gischt.
28 - 33	13,9 - 17,1	7		See türmt sich; der beim Brechen entstehende weiße Schaum beginnt sich in Streifen in die Windrichtung zu legen.
34 - 40	17,2 - 20,7	8	Sturm	Mäßig hohe Wellenberge mit Kämmen von beträchtlicher Länge. Von den Kämmen beginnt Gischt abzuwehen.
41 - 47	20,8 - 24,4	9		Hohe Wellenberge; dichte Schaumstreifen in Windrichtung. >Rollen< der See beginnt. Die Gischt kann die Sicht schon beeinträchtigen.
48 - 55	24,5 - 28,4	10	Schwerer Sturm	Sehr hohe Wellenberge mit langen überbrechenden Kämmen. See weiß durch Schaum. Rollen der See schwer und stoßartig. Sicht durch Gischt beeinträchtigt.
56 - 63	28,5 - 32,6	11	Orkanartiger Sturm	Außergewöhnlich hohe Wellenberge, die Kanten der Wellenkämme werden überall zu Gischt zerblasen. Die Sicht ist herabgesetzt.
64 und mehr	32,7 und mehr	12	Orkan	Luft mit Schaum und Gischt angefüllt. See vollständig weiß. Die Sicht ist sehr stark herabgesetzt; jede Fernsicht hört auf.

