



Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung
Federal Bureau of Maritime Casualty Investigation
Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums
für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

Untersuchungsbericht 537/06

Seeunfall

Person über Bord
auf MS BELUGA STIMULATION
in der Deutschen Bucht
am 27. Oktober 2006 um 08:20 Uhr

1. Juni 2008

Die Untersuchung wurde in Übereinstimmung mit dem Gesetz zur Verbesserung der Sicherheit der Seefahrt durch die Untersuchung von Seeunfällen und anderen Vorkommnissen (Seesicherheits-Untersuchungs-Gesetz-SUG) vom 16. Juni 2002 durchgeführt.

Danach ist das alleinige Ziel der Untersuchung die Verhütung künftiger Unfälle und Störungen. Die Untersuchung dient nicht der Feststellung des Verschuldens, der Haftung oder von Ansprüchen.

Der vorliegende Bericht soll nicht in Gerichtsverfahren oder Verfahren der seeamtlichen Untersuchung verwendet werden. Auf § 19 Absatz 4 SUG wird hingewiesen.

Bei der Auslegung des Untersuchungsberichtes ist die deutsche Fassung maßgebend.

Herausgeber:
Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung
Bernhard-Nocht-Str. 78
20359 Hamburg

Leiter: Jörg Kaufmann
Tel.: +49 40 31908300
posteingang-bsu@bsh.de

Fax.: +49 40 31908340
www.bsu-bund.de

Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG DES SEEUNFALLS.....	5
2	UNFALLORT.....	6
3	SCHIFFSDATEN.....	8
3.1	Foto.....	8
3.2	Daten.....	8
4	UNFALLHERGANG.....	9
5	UNFALLFOLGEN.....	11
6	UNTERSUCHUNG.....	11
6.1	Besichtigungen der BELUGA STIMULATION durch die BSU.....	11
6.2	Umweltbedingungen.....	16
6.3	AIS-Track.....	18
6.4	Rettung durch MRCC Bremen / DGzRS.....	24
7	ANALYSE.....	26
7.1	Beladungszustand.....	26
7.2	Einschätzung der Gefährdung durch Seegang.....	28
7.3	Freie Oberflächen.....	29
7.4	Maschinenleistung.....	31
7.5	Bunkerraum.....	31
7.6	Arbeiten an Deck bei schwerer See.....	32
7.7	Lotsenpforte.....	34
7.8	Rettungsmaßnahmen.....	35
7.9	Zusammenfassung.....	37
8	BEREITS DURCHGEFÜHRTE MAßNAHMEN.....	39
8.1	Konstruktive Maßnahmen an Bord.....	39
8.2	Vorabsicherungsempfehlung der BSU.....	39
9	SICHERHEITSEMPFEHLUNGEN.....	40
10	QUELLENANGABEN.....	41

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Seekarte - Überblick	6
Abbildung 2: Seekarte - detailliert.....	7
Abbildung 3: Schiffsfoto.....	8
Abbildung 4: Gang auf Steuerbord-Seite.....	12
Abbildung 5: Lotsenpforte an Steuerbord-Seite.....	13
Abbildung 6: Eintauchanzug – ähnlich dem getragenen Anzug.....	14
Abbildung 7: Fender – ähnlich dem mitgerissenen Fender.....	14
Abbildung 8: Schwanenhals der Belüftung - nach der Verlängerung.....	15
Abbildung 9: Umweltdiagramm.....	17
Abbildung 10: AIS-Daten von 08:00 Uhr.....	18
Abbildung 11: AIS-Daten von 08:05 Uhr.....	19
Abbildung 12: AIS-Daten von 08:10 Uhr.....	20
Abbildung 13: AIS-Daten von 08:15 Uhr.....	21
Abbildung 14: AIS-Daten von 08:20 Uhr.....	22
Abbildung 15: AIS-Daten von 08:25 Uhr.....	23
Abbildung 16: AIS-Daten von 08:30 Uhr.....	24

1 Zusammenfassung des Seeunfalls

Das Containerschiff BELUGA STIMULATION verließ am 26. Oktober 2006 abends voll beladen Rotterdam, um über den Nord-Ostsee-Kanal nach St. Petersburg zu fahren. Die Reisegeschwindigkeit sei noch am Abend reduziert worden, da das Wetter immer schlechter geworden sei. Es entwickelte sich ein Weststurm mit einzelnen Windböen der Stärke 11 Bft, bei westlichem Seegang mit Wellen von 7 bis 8 m Höhe.

Nachdem während der Nacht verschiedene Alarmer aus dem Bunkerraum zwischen Laderaum 2 und 3 aufgelaufen waren, wurde von der Schiffsführung beschlossen, den 1. und 2. Ingenieur gemeinsam zum Bunkerraum zu schicken, um die Ursache der Alarmer zu beseitigen.

Dies geschah mit Tagesbeginn kurz nach 08:00 Uhr¹. Die beiden Ingenieure verzichteten auf eine Sicherungsleine, um nicht durch sie behindert zu werden. Stattdessen klammerten sie sich bei jeder übergehenden Welle an der Reling fest. Eine der Wellen schleuderte den 2. Ingenieur gegen 08:25 Uhr über Bord. Sein Eintauchanzug verfügte über kein Auftriebsmittel, hielt ihn aber warm und ein zufällig mitgerissener Fender trug ihn, bis er gerettet wurde.

Die Schiffsführung informierte sofort German Bight Traffic² und forderte Hilfe an.

Aufgrund der schlechten Wetterverhältnisse habe die Schiffsführung entschieden, dass ein Rückführmanöver, wie der „Williamson Turn“, für das Schiff, seine Besatzung und die Ladung zu gefährlich sei. Die BELUGA STIMULATION fuhr weiter, ohne Kurs oder Geschwindigkeit zu ändern.

Nachdem der 2. Ingenieur ins Wasser gefallen war, wurde er gegen 10:10 Uhr durch den Seenotkreuzer BERNHARD GRUBEN lebend geborgen und zu einem Krankenhaus in Wilhelmshaven gebracht. Die Unterkühlung und äußere Verletzungen waren nicht lebensbedrohlich, sodass er bereits wenige Tage später seine Arbeit auf dem Schiff wieder aufnehmen konnte.

¹ Alle Uhrzeiten im Bericht sind Bordzeiten = UTC + 2 h (= MESZ).

² dt. „Verkehrszentrale Deutsche Bucht“

Az.: 537/06

2 Unfallort

Art des Ereignisses: Seeunfall, Person über Bord
 Datum/Uhrzeit: 27. Oktober 2006 – 08:25 Uhr
 Ort: Deutsche Bucht
 Breite/Länge: φ 53° 55,0' N λ 007° 37,8' E

Ausschnitt aus Seekarte INT 1045, BSH

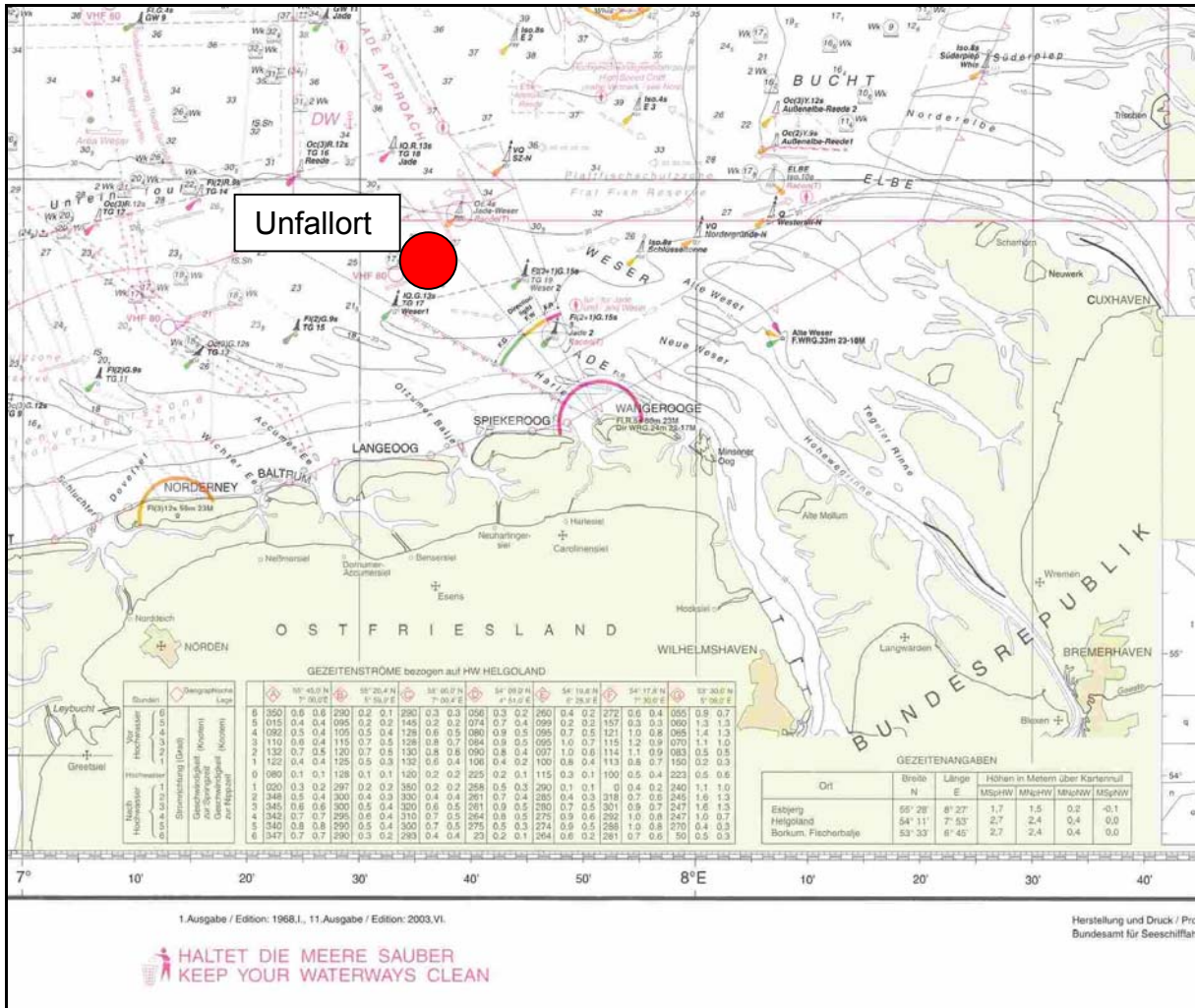


Abbildung 1: Seekarte - Überblick

Ausschnitt aus Seekarte INT 1456, BSH

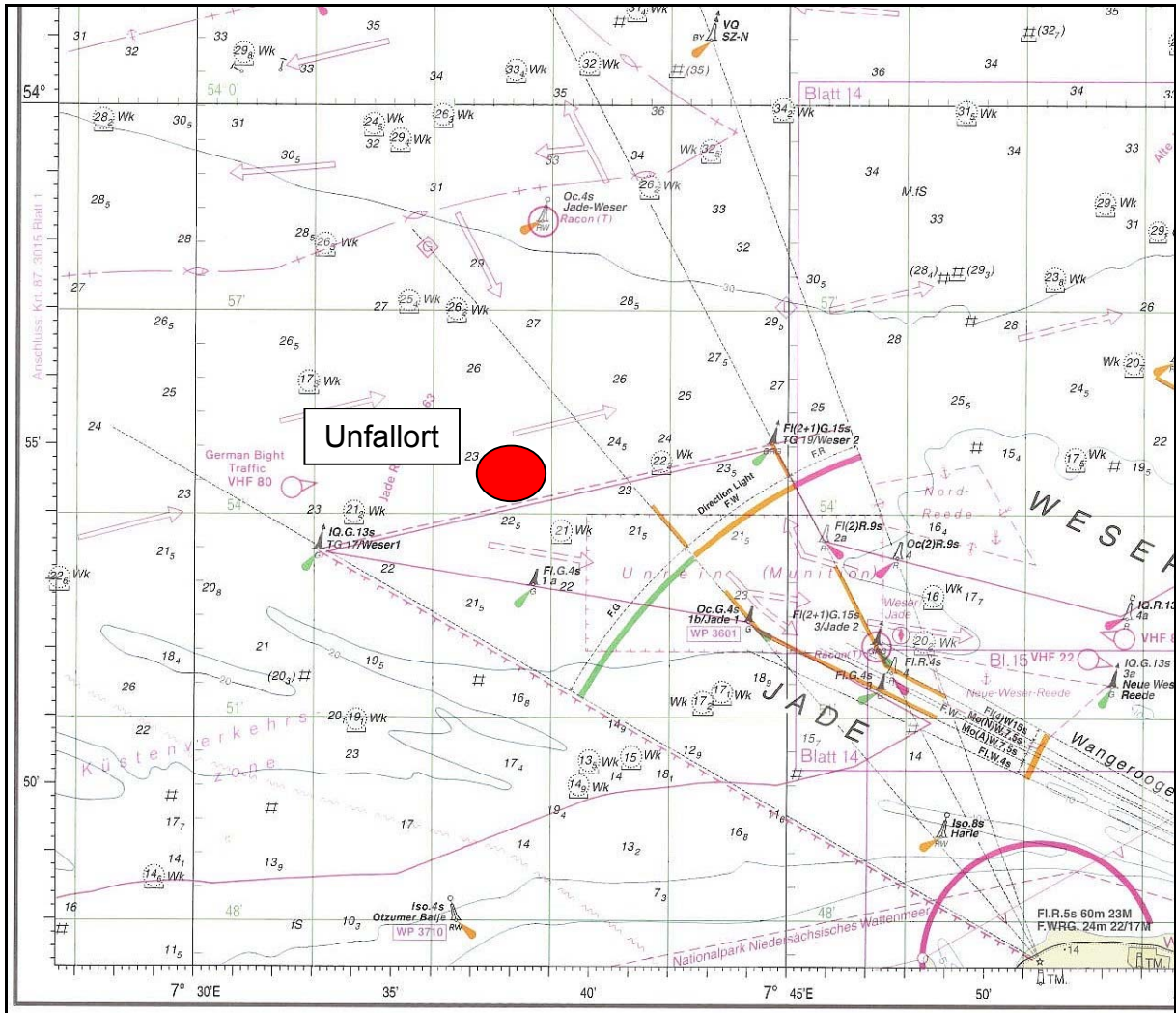


Abbildung 2: Seekarte - detailliert

3 Schiffsdaten

3.1 Foto



Abbildung 3: Schiffsfoto

3.2 Daten

Schiffsname:	BELUGA STIMULATION
Schiffstyp:	Containerschiff
Nationalität/Flagge:	Deutschland
Heimathafen:	Elsfleth
IMO – Nummer:	9299513
Unterscheidungssignal:	DLIM
Reederei:	Beluga Shipping GmbH & Co. KG
Baujahr:	2004
Bauwerft/Baunummer:	Bodewes Scheepwerf Volharding Fox. / 557
Klassifikationsgesellschaft:	GL
Länge ü.a.:	134,60 m
Breite ü.a.:	21,50 m
Bruttoraumzahl:	7.660
Tragfähigkeit:	9.180 t
Tiefgang zum Unfallzeitpunkt:	6,90 m
Maschinenleistung:	7.200 kW
Hauptmaschine:	Caterpillar Diesel 8 M 43
Geschwindigkeit:	18,3 kn
Werkstoff des Schiffskörpers:	Stahl
Schiffskörperkonstruktion:	Doppelboden
Anzahl der Besatzung:	14

4 Unfallhergang

Das Containerschiff BELUGA STIMULATION verließ am 26. Oktober 2006 voll beladen mit 287 Containern Rotterdam, um über den Nord-Ostsee-Kanal nach St. Petersburg zu fahren. Das Schiff sei in allen Aspekten fit für diese Seereise gewesen.

Beginn der Seereise war um 19:36 Uhr. Die Reisegeschwindigkeit sei noch am Abend reduziert worden, da das Wetter immer schlechter geworden sei. Die Vorhersage hatte westliche Winde der Stärke 8 bis 9, später auf 10 ansteigend, angekündigt. Im Seegebiet entwickelte sich ein Weststurm mit einzelnen Windböen der Stärke 11, bei westlichen Wellen von 7 bis 8 m Höhe.

Nachts gegen 01:00 Uhr habe der 1. Ingenieur den ersten Alarm „Wasser im Bunkerraum“ in seiner Kammer angezeigt bekommen. Daraufhin sei er in den Maschinenraum gegangen und habe versucht, die Lenzpumpe für den Bunkerraum zwischen Laderaum 2 und 3 zu starten. Die Pumpe sei aber nicht angesprungen.

Der 1. Ingenieur habe den 2. Ingenieur beauftragt, zwischen den Containern an Deck nach vorn zu gehen, um nach der Ursache zu suchen. Dieser habe dann berichtet, dass die Einstiegs Luke zum Bunkerraum geschlossen sei und er nicht mehr habe erkennen können.

Später sei herausgefunden worden, dass in dem Raum ein Überlauf von Schweröl zum Verschmutzen der Ansaugleitung führte. Dies sei vom vorherigen 1. Ingenieur nicht bemerkt worden, da sich die Ansaugseite der Lenzpumpe unter dieser befinde. Erst nach dem jetzigen Vorfall sei die Pumpe abgebaut worden, um darunter alles zu reinigen.

Der 1. Ingenieur sei bis morgens im Maschinenraum geblieben, um immer wieder Wasser aus den Laderäumen zu pumpen. Diese Lenzpumpen hätten problemlos gearbeitet.

Der 1. Ingenieur habe den Nautischen Wachoffizier über alles informiert, dieser wiederum aber anscheinend nicht den Kapitän. Stattdessen habe er, ohne Absprache mit dem 1. Ingenieur, den Bootsmann ebenfalls nach vorn geschickt. Der Bootsmann und der 2. Ingenieur hätten sich an Deck getroffen.

Gegen 07:10 Uhr sei Feueralarm aus dem Bunkerraum zwischen Laderaum 2 und 3 auf der Brücke und in der Kammer des Kapitäns aufgelaufen. Der Kapitän sei daraufhin sofort auf die Brücke geeilt und dort vom 1. Ingenieur angerufen worden, um das weitere Vorgehen abzusprechen. Der 1. Ingenieur habe um die Erlaubnis gebeten, persönlich zum Bunkerraum zu gehen, um die Ursache des Alarms herauszufinden. Daraufhin habe der Kapitän ihn angewiesen, einen Eintauchanzug anzuziehen und eine Sicherungsleine anzulegen. Der Kapitän habe sich entschlossen, die Aktion selbst zu koordinieren sowie die Kommunikation zur Brücke via UKW aufrecht zu erhalten. Als der Kapitän kurz darauf das Hauptdeck erreicht habe, sei der 1. Ingenieur bereits mit Eintauchanzug und einer ca. 50 m langen Sicherungsleine ausgestattet und bereit gewesen, nach vorn zu gehen. Aus Sicherheitsgründen habe der Kapitän entschieden, ihn persönlich zu sichern, unterstützt durch zwei weitere Besatzungsmitglieder.

Auf Anweisung des Kapitäns sei der 1. Ingenieur den Gang an der Steuerbord-Seite nach vorn gegangen, da es zwischen den Containern zu gefährlich gewesen sei. Während der 1. Ingenieur unterwegs war, habe der Kapitän mehrfach beobachtet, wie der Gang von Wellen überspült wurde. Daher habe er die Anweisung an die Besatzung gegeben, dass niemand das Hauptdeck zu betreten habe, solange das Wetter so schlecht sei.

Als der 1. Ingenieur zurückkam berichtete er, dass er den Einstieg zum Bunkerraum geöffnet und den Raum zu ca. 70 % mit Wasser gefüllt vorgefunden hätte. Feuer habe er aber nicht entdeckt, der Sensor müsste durch das Wasser eine Fehlermeldung geliefert haben. Er habe den Wassereintrich nicht lokalisieren können, sei aber der Meinung, dass durch die geöffneten Schwanenhäuse des Bunkerraums Wasser eingedrungen sein könne. An diese Schwanenhäuse sei er, um sie zu schließen, nicht herangekommen, da sich sehr viel Wasser in diesem Quergang befunden habe, sodass er fast nur schwimmend zum Einstieg gekommen sei. Er habe vorgeschlagen, noch einmal zu zweit zum Bunkerraum zu gehen, um die Klappen der Schwanenhäuse schließen zu können.

Um dieses Vorhaben bei Tageslicht durchführen zu können, sei erst einmal gefrühstückt worden. Gegen Ende des Frühstücks hätten sich Kapitän, 1. und 2. Ingenieur besprochen. Die anfänglichen Bedenken des Kapitäns hätten die beiden Ingenieure mit dem Argument, das Eindringen weiteren Wassers vermeiden zu müssen, ausgeräumt.

Es scheint zu einem Missverständnis gekommen zu sein, denn die beiden Ingenieure zogen sich die Rettungsanzüge an und gingen an Deck, während der Kapitän in der Mannschaftsmesse darauf gewartet habe, dass sie sich bei ihm abmeldeten, damit er sie sichern könne. Sie verzichteten auf eine Sicherungsleine, um zu vermeiden, dass diese über die Länge hinweg, wie beim ersten Mal, aufschwimmt und immer wieder festhakt. Stattdessen hätten sie sich bei jeder überkommenden Welle an der Reling festgeklammert. Auf dem Weg nach vorn sei ihnen eine geöffnete Klappe für die hydraulische Steuerung der Lukendeckel aufgefallen. Nachdem sie diese zu zweit geschlossen hätten, sei wieder eine große Welle über das Deck gekommen, sodass sie sich an der Reling festgehalten hätten. Plötzlich habe der 2. Ingenieur den Eindruck gehabt, seine Reling würde sich nach innen bewegen, um dann mit der nächsten Rollbewegung des Schiffes nach Steuerbord, mit zunehmendem Schwung auf den Anschlag an der Reling zu treffen. Durch die Wucht sei er über die Reling geflogen und habe sich an der Außenseite noch kurz halten können. Dabei habe er einen Fender wahrgenommen und ergriffen. Dieser löste sich jedoch, und der 2. Ingenieur fiel mit dem Fender im Arm ins Wasser. Sein Eintauchanzug verfügte nicht über ein Auftriebsmittel, hielt ihn aber warm und der Fender trug ihn, bis er gerettet wurde.

Der 1. Ingenieur habe sich sofort zu den Aufbauten zurückbegeben und einen dort befindlichen Rettungsring ins Wasser geworfen.

Der Kapitän befand sich in der Mannschaftsmesse, weiterhin auf den nächsten Gang des 1. Ingenieurs zum Bunkerraum wartend. Währenddessen habe er weitere Besatzungsmitglieder über die vorgesehene Aktion informiert. Plötzlich sei der 1. Ingenieur hereingestürzt und habe berichtet, dass der 2. Ingenieur über Bord gefallen sei.

Sofort habe der Kapitän über UKW den 1. Offizier auf der Brücke darüber informiert und angewiesen, die Geschwindigkeit zu reduzieren. Dann sei er auf die Brücke

geeilt und habe dort German Bight Traffic über den Unfall informiert. Man habe den Empfang bestätigt und vorgeschlagen, MRCC³ Bremen zu informieren.

Die in der Brückennock vorgehaltene Person-über-Bord-Boje (PoB-Boje) wurde nicht ausgelöst.

Aufgrund der schlechten Wetterverhältnisse habe der Kapitän entschieden, dass ein Rückführmanöver, wie z. B. der „Williamson Turn“, für das Schiff, seine Besatzung und die Ladung zu gefährlich sei. Diese Entscheidung, die Suche nach dem 2. Ingenieur dem MRCC zu überlassen, sei in Absprache mit German Bight Traffic und der MRCC gefallen. Während das Schiff seine Reise fortsetzte, sei weiter UKW-Kontakt mit den suchenden Einheiten gehalten worden, bis der 2. Ingenieur gerettet wurde.

5 Unfallfolgen

Nachdem der 2. Ingenieur gegen 08:25 Uhr ins Wasser gefallen war, wurde er gegen 10:10 Uhr durch den Seenotkreuzer BERNHARD GRUBEN lebend geborgen und zu einem Krankenhaus in Wilhelmshaven gebracht. Die Unterkühlung und äußere Verletzungen waren nicht lebensbedrohlich, sodass er bereits wenige Tage später seine Arbeit auf dem Schiff wieder aufnehmen konnte.

6 Untersuchung

6.1 Besichtigungen der BELUGA STIMULATION durch die BSU

Die BELUGA STIMULATION wurde am 4. November 2006 zum ersten Mal im Hafen von Hamburg durch zwei Mitarbeiter der BSU besichtigt. Der Kapitän nahm von seinem Recht Gebrauch, zur Sache keine Aussage zu machen. Neben Gesprächen mit Mitgliedern der Besatzung wurden die Gegebenheiten des Unfallweges auf der Steuerbord-Seite des Hauptdecks untersucht:

Hin- und Rückweg zum Unfallort führen über den Steuerbordgang, der auf seiner Außen-Seite durch eine 1,05 m hohe Reling und auf der Innen-Seite durch abgetrennte Bereiche - u.a. zum Stauen von Laschmaterial (Twistlocks) - begrenzt wird (siehe Abb. 4).

³ MRCC = „Maritime Rescue Co-ordinating Center“, dt. „Maritime Seenotleitung“



Abbildung 4: Gang auf Steuerbord-Seite

Az.: 537/06

Wenige Meter von den Aufbauten entfernt, befindet sich in der Reling eine Lotsenpforte (siehe Abb. 5).

Neben dieser Lotsenpforte ist ein Fender an der Reling befestigt, um das Lotsenboot abzufedern (siehe Abb. 7).



Abbildung 5: Lotsenpforte an Steuerbord-Seite

Als der 2. Ingenieur über Bord ging, war er mit einem Eintauchanzug ohne Rettungsweste bekleidet (siehe Abb. 6).

Durch eine mitgeführte Taschenlampe konnte er die Retter zusätzlich auf sich aufmerksam machen.



Abbildung 6: Eintauchanzug – ähnlich dem getragenen Anzug



Abbildung 7: Fender – ähnlich dem mitgerissenen Fender

Der weitere Verlauf der Seeunfall-Untersuchung machte es erforderlich, die BELUGA STIMULATION am 10. September 2007 erneut im Hafen Hamburg zu besichtigen, um mögliche „Einflüsse von Freien Oberflächen“ an Deck des Schiffes bei schwerem Wetter sowie die Fragestellung zu untersuchen, wie das Wasser in den Bunkerraum gelangen konnte. Während dieser Untersuchung stand allein durch den aktuellen Regen 2 cm Wasser in dem Quergang.

In dem Quergang zwischen den Laderäumen 2 und 3, in welchem sich der Zugang zum Bunkerraum befindet, gibt es zwei Schwanenhälse: jeweils einen zum Be- und Entlüften des Bunkerraumes. Hierbei handelt es sich um eine aktive Lüftung. Der Schwanenhals der Entlüftung ist so hoch installiert, dass durch ihn kein Wasser eingedrungen sein kann. Der Schwanenhals der Belüftung war zum Unfallzeitpunkt so kurz, dass er sich ca. 70 cm über dem Deck befand. Bei einem Ansteigen des Wassers auf über 70 cm, begünstigt auch durch die Schiffsbewegungen, konnte hier Wasser eindringen.



Teller zum
Zuschrauben der
Schwanenhalsöffnung,
um Wassereintritt zu
verhindern.

Nach dem Unfall
wurde durch die
Besatzung der
Schwanenhals
der Belüftung
auf über 1,70 m
verlängert (siehe
dazu auch 8.)

Abbildung 8: Schwanenhals der Belüftung - nach der Verlängerung

Die Untersuchung ergab, dass sich allein im Bunkerraum ca. 21 t Wasser befanden. Aufgrund der Konstruktion und des Füllstandes des Bunkerraums konnte hier der Einfluss freier Oberflächen vernachlässigt werden. Auf dem Quergang konnten sich bis zu 13 t Wasser ansammeln. Da es zwei dieser Quergänge gibt, muss von bis zu 26 t Wasser mit seiner Eigenschaft als stabilitätsbeeinflussende freie Oberfläche ausgegangen werden.

Die Treibstoffversorgung des Schiffes wird grundsätzlich vom Maschinenraum aus sichergestellt.

Der Tankinhalt beider Setztanks plus Tagestank ist groß genug, um die Hauptmaschine 24 Stunden lang mit Kraftstoff zu versorgen. Die Setztanks werden, sobald sie einen vorgegebenen Minimumstand erreicht haben, automatisch mit Kraftstoff aus dem jeweils zugeschalteten Doppelboden-Tank gefüllt, bis dieser leer ist. Die Ventile der Doppelboden-Tanks können nicht vom Maschinenraum aus gesteuert werden. Hierzu ist dann ein Betreten des Bunkerraumes notwendig.

Die Reisezeit von Rotterdam nach Brunsbüttel beträgt bei einer Geschwindigkeit von 15,5 Knoten circa 17 Stunden.

6.2 Umweltbedingungen

Das amtliche Wettergutachten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) führt aus, dass in der Nacht vom 26. zum 27. Oktober 2006 ein kräftiges Sturmtief mit seinem Kern über Südnorwegen lag. Das Frontensystem erstreckte sich in einem weiten Bogen über Mittelschweden, das Baltikum und die südliche Ostsee hinweg bis nach Mittelfrankreich. In der Deutschen Bucht gab es in der Nacht und in der ersten Tageshälfte des 27. Oktobers wechselhaftes Wetter mit Sturmböen.

In dem zu betrachtenden Gebiet wehte am 27. Oktober 2006 ein starker bis stürmischer Wind, zunächst aus Westsüdwest, später West bis Nordwest mit einer mittleren Stärke von 7 bis 8 Bft, zeitweise 9 Bft. In Böen wurden 10 Bft erreicht. Ein über mehrere Stunden anhaltender Sturm aus westlichen Richtungen kann eine Windsee aus westlicher Richtung mit kennzeichnenden Wellenhöhen von 3,5 bis 5,0 m erzeugen. Am Vortag kam der Wind aus südlichen Richtungen, sodass sich in dem zu betrachtenden Seegebiet, welches 6 sm nördlich von Langeoog und Spiekeroog liegt, keine merkliche Dünung aufbauen konnte.

Der Himmel war um Mitternacht zunächst klar, später bewölkt. In den frühen Morgenstunden regnete es zeitweise. Die horizontale Sichtweite lag im gesamten Zeitraum bei 10 km.

Die Lufttemperatur betrug 14 °C, die Wassertemperatur um 15 °C. Sonnenaufgang war gegen 08:16 Uhr, Mondaufgang um 14:38 Uhr.

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) hat eine Seegangsanalyse für den Unfallort zur Unfallzeit durchgeführt und ist zu folgenden Ergebnissen gekommen:

Signifikante Wellenhöhe:	Hm = 4,20 m
Mittlere Periode:	Tm = 7,7 s
Max. Wellenhöhe:	Hmax = 6,93 m
Max. Periode:	Tmax = 9,4 s
Mittlere Seegangsrichtung:	Dir = 286°
Richtungsstreuung:	Spr = 13°
Wassertemperatur:	WT = 15,9 °C

Messwerte für die Windgeschwindigkeit und Windrichtung standen nicht zur Verfügung.

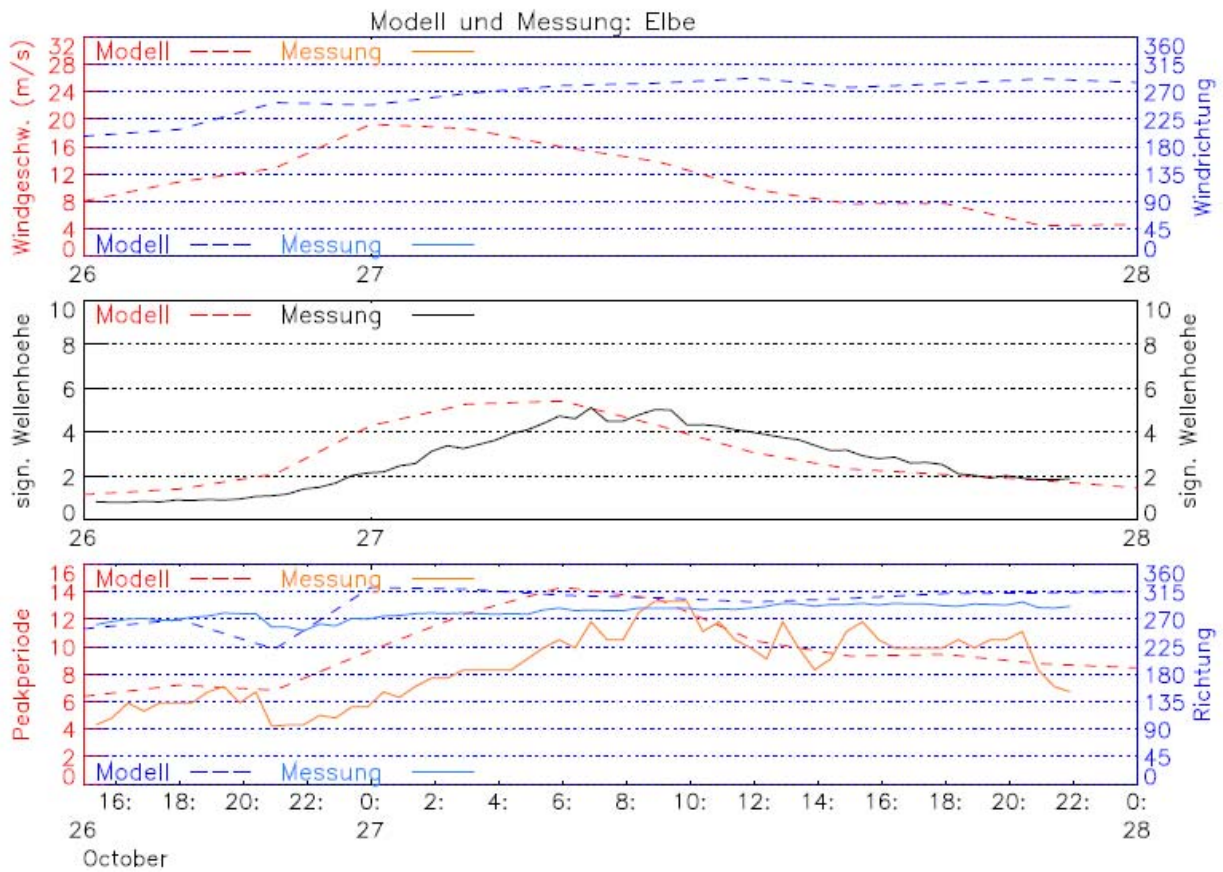


Abbildung 9: Umweltdiagramm

6.3 AIS-Track

Die Verkehrszentrale Wilhelmshaven stellte, neben einer tabellarischen Auflistung der Kurse und Geschwindigkeiten, die folgenden Plots mit dem Fahrtverlauf der BELUGA STIMULATION, beginnend eine halbe Stunde vor dem Unfall, zur Verfügung. Die hierbei aufgezeichneten AIS-Daten des Schiffes belegen, dass das Schiff weder Kurs noch Geschwindigkeit änderte, um vor dem Unfall das Begehen des Vorschiffs zu erleichtern oder um Rettungsmaßnahmen nach dem Überbordgehen zu unterstützen.

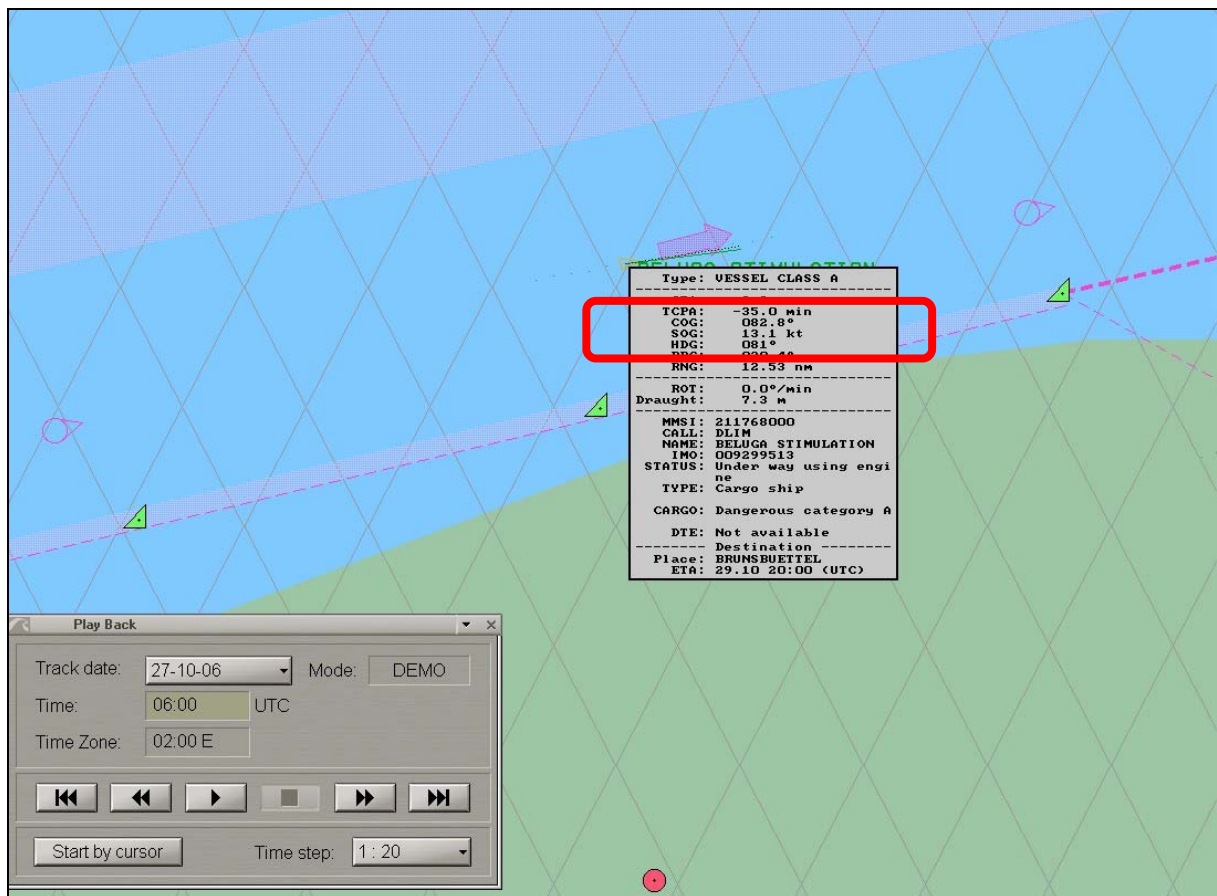


Abbildung 10: AIS-Daten von 08:00 Uhr

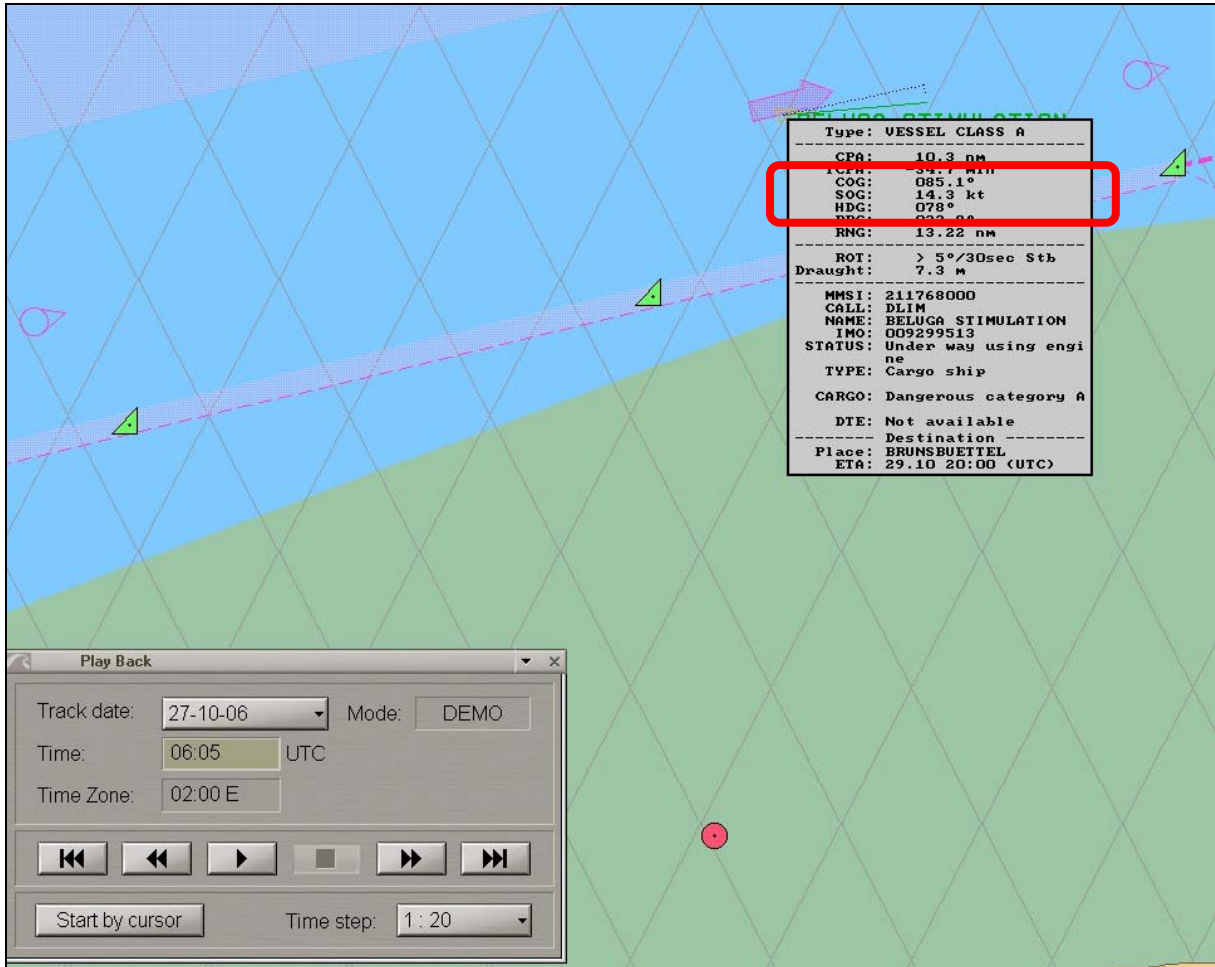


Abbildung 11: AIS-Daten von 08:05 Uhr

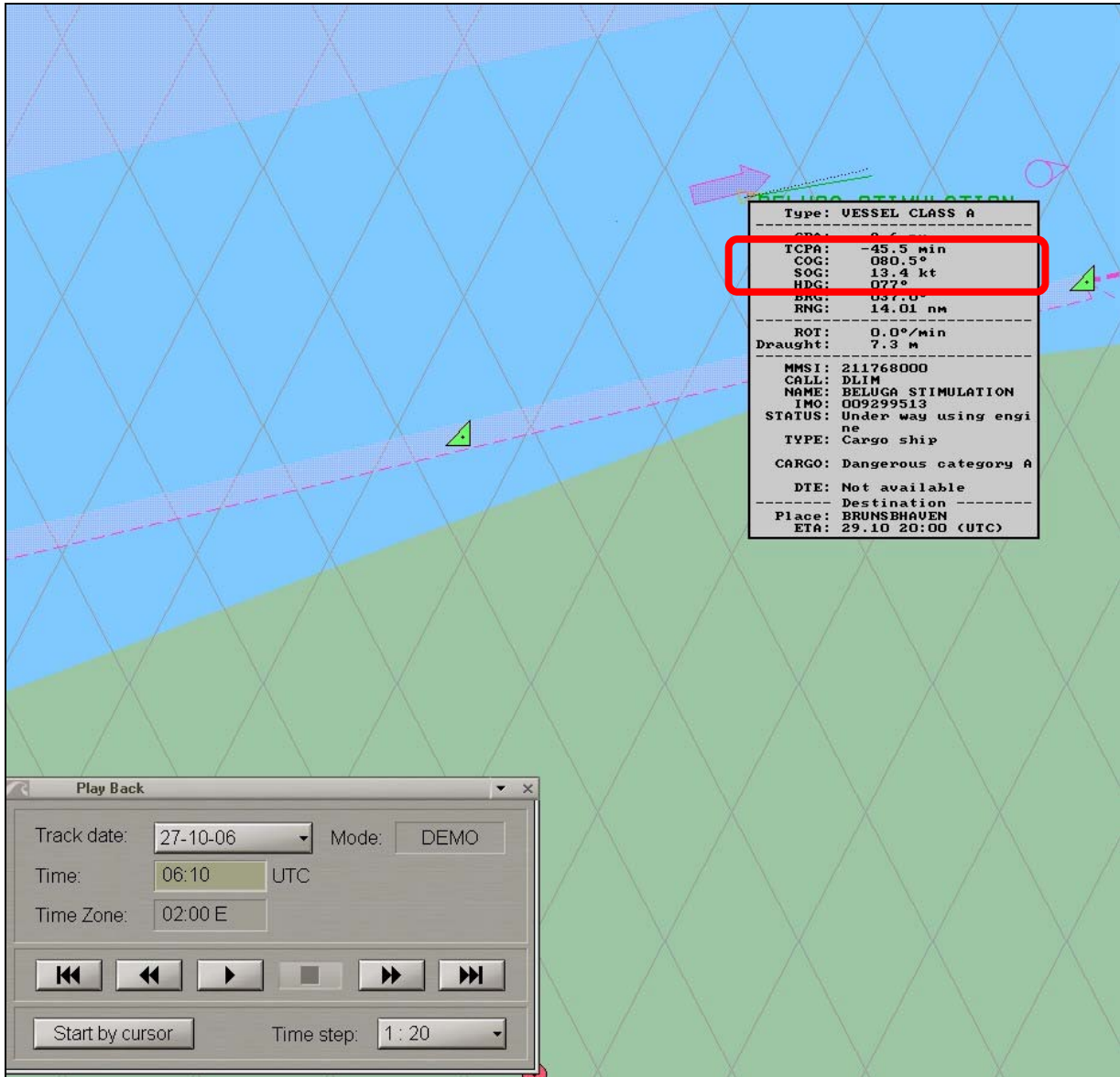


Abbildung 12: AIS-Daten von 08:10 Uhr

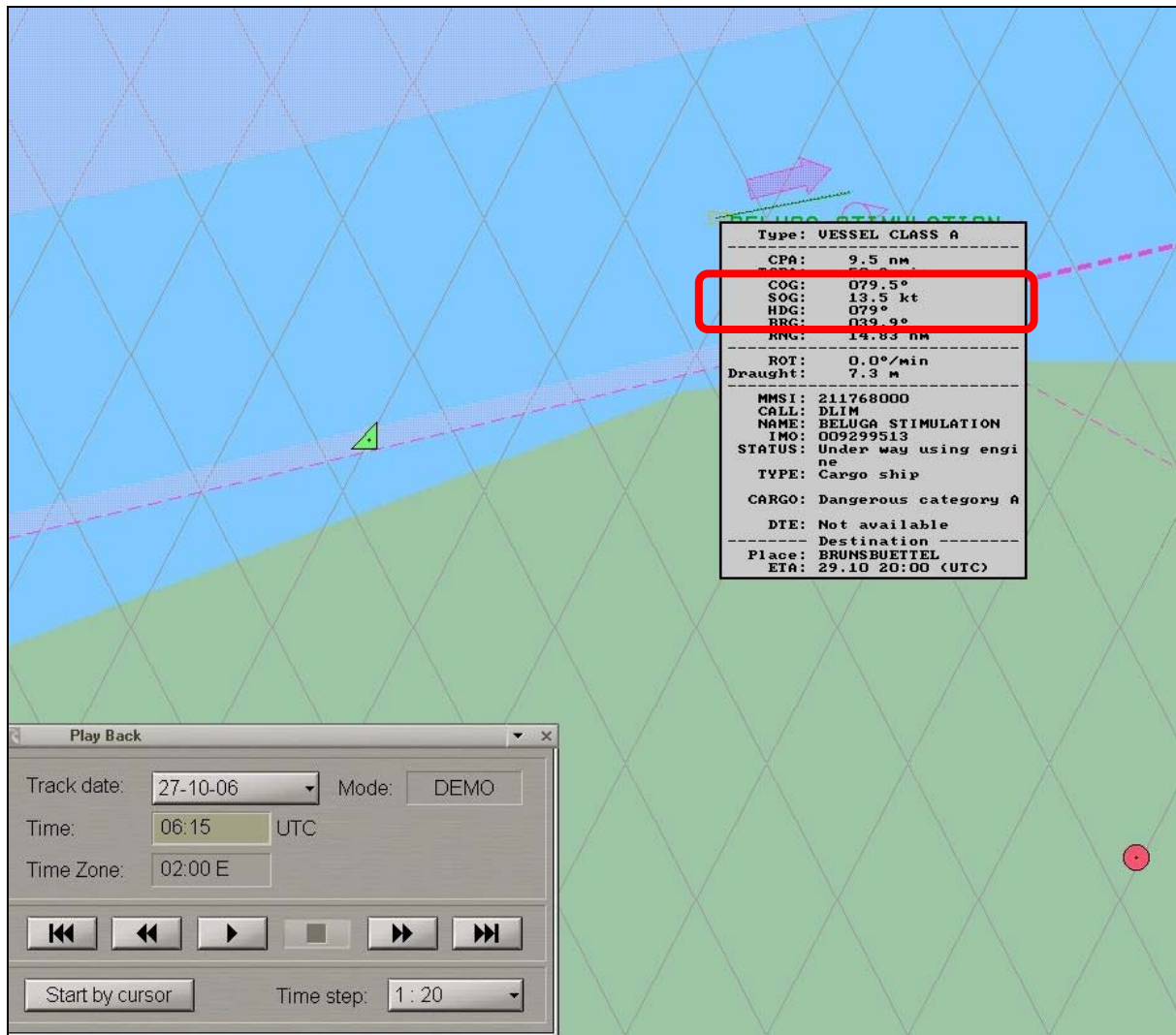


Abbildung 13: AIS-Daten von 08:15 Uhr

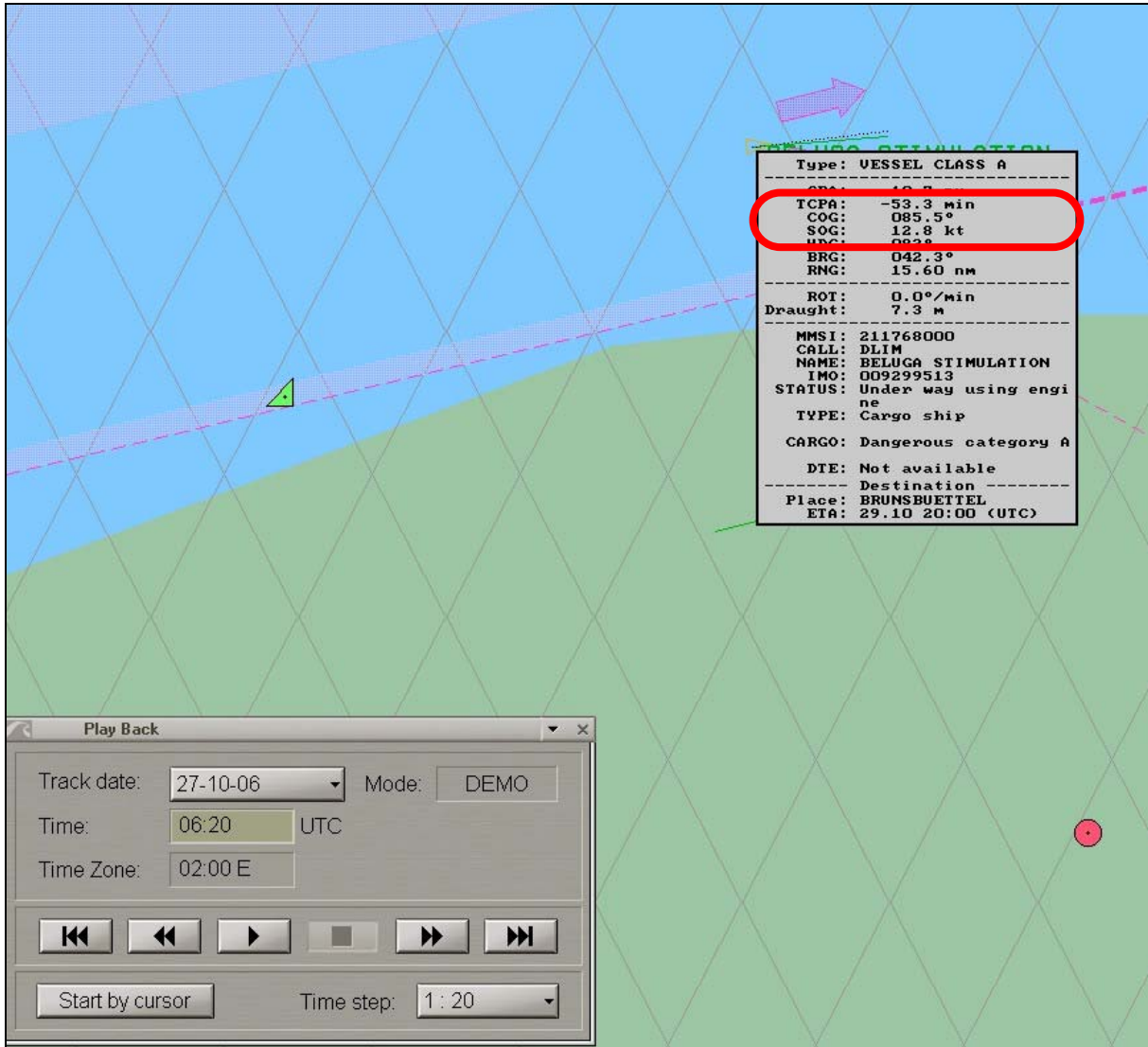


Abbildung 14: AIS-Daten von 08:20 Uhr

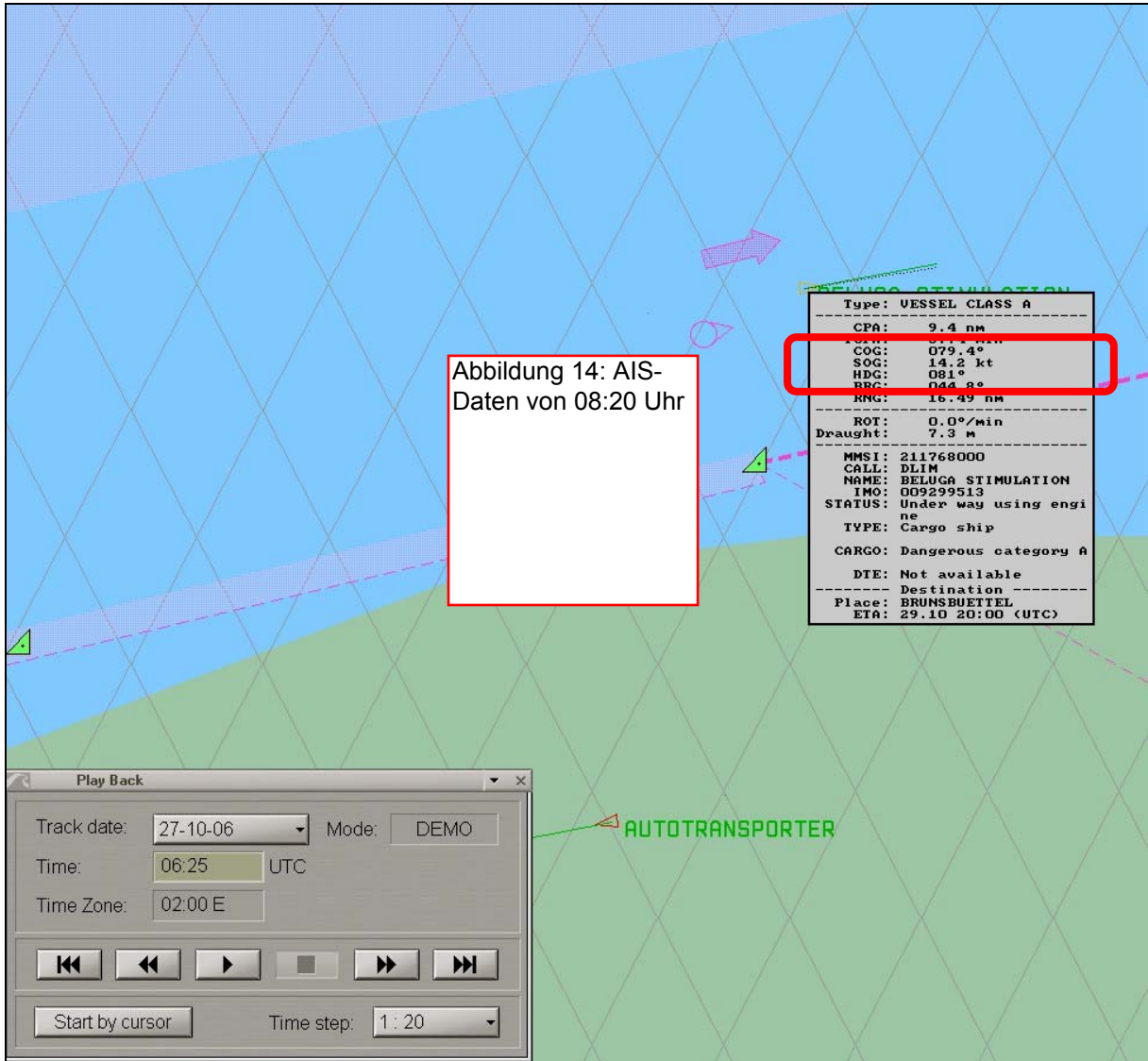


Abbildung 15: AIS-Daten von 08:25 Uhr

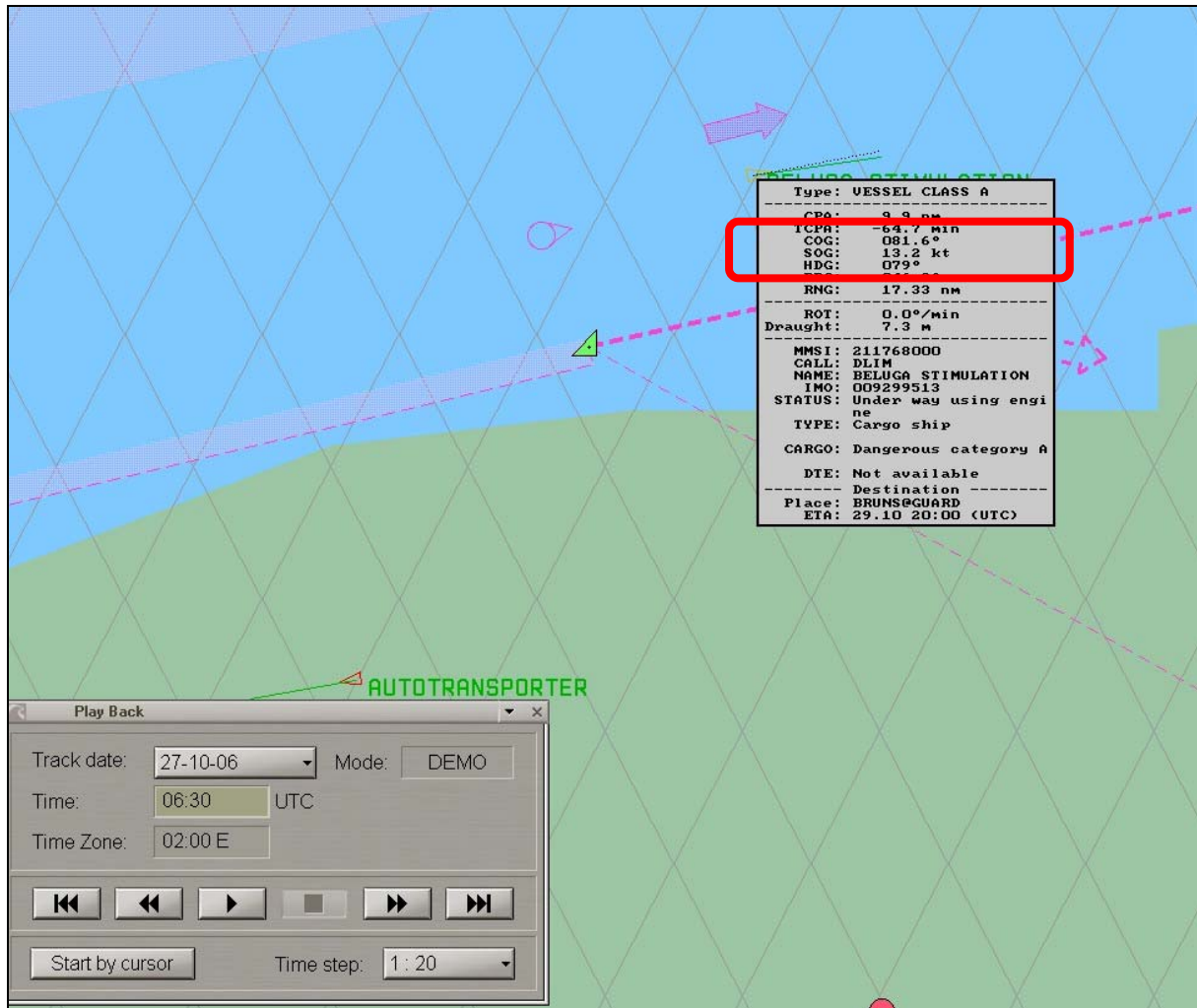


Abbildung 16: AIS-Daten von 08:30 Uhr

6.4 Rettung durch MRCC Bremen / DGzRS

In der Bundesrepublik Deutschland hat die Bundesregierung der Deutschen Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger (DGzRS) folgende Verpflichtungen und Verantwortlichkeiten einer Seenotleitung (Maritime Rescue Co-ordinating Center = MRCC) übertragen:

- Koordinierung und Durchführung von Suche und Rettung auf See und an den deutschen Küsten
- Überwachung der UKW-Kanäle, die für Notfälle und zu Sicherheitszwecken benutzt werden
- Medizinische Versorgung an Bord von Schiffen auf See oder Evakuierung von Personen mit kritischen Erkrankungen oder Schwerverletzten durch die DGzRS

Die DGzRS ist eine private, unabhängige und freiwillige Institution, welche sich selbst durch Spenden finanziert und keine finanzielle Unterstützung durch die Regierung erhält. Der Hauptsitz befindet sich in Bremen, wie auch das MRCC.

Die DGzRS verfügt über 54 Stationen und deckt damit die gesamte deutsche Küstenlinie ab. Die Flotte der DGzRS umfasst 21 Seenotkreuzer zwischen 23 m und 46 m Länge, die Tag und Nacht mit 184 hauptberuflichen Besatzungsmitgliedern betrieben werden, und 40 Rettungsboote zwischen 7 m und 12 m Länge, die durch über 800 Freiwillige besetzt werden. Der auf einer Station eingesetzte Typ eines Schiffes hängt vom Einsatzgebiet ab.

Die Seenotkreuzer und Rettungsboote wurden alle speziell für die DGzRS entwickelt. Sie sind selbstauffrichtend und für Feuerbekämpfung sowie Abschleppen ausgestattet und in der Lage, medizinische Hilfe anzubieten. Die Seenotkreuzer verfügen über unabhängige Tochterboote.

Die Schiffe der DGzRS können durch das MRCC oder eine SAR-Wache alarmiert werden, die dann verpflichtet ist, die Information direkt an MRCC zu übermitteln. Nach einer Alarmierung sind die Seenotkreuzer durchschnittlich innerhalb von 5 Minuten einsatzbereit. Die kleinen Rettungsboote reagieren innerhalb von 15 Minuten.

Zur Überwachung der UKW-Kanäle und für die Einsatzkommunikation besitzt die DGzRS ein Netz von Relaisstationen entlang der deutschen Küste. Zusätzlich wird die DGzRS von „SAR-Wachen“, den Verkehrszentralen an der deutschen Küste, unterstützt.

Für Such- und Rettungsoperationen auf See kooperiert die DGzRS mit den SAR-Lufteinheiten der deutschen Marine.

Am 27. Oktober 2006 erhielt die Seenotleitung Bremen um 08:28 Uhr von der VKZ Wilhelmshaven die Information über einen Person-über-Bord-Unfall der BELUGA STIMULATION. Neben der angenommenen Unfallposition wurde u.a. mitgeteilt, dass es sich um eine männliche Person handele, die einen orangefarbenen Eintauchanzug trage.

Das Wetter am Unfallort wurde wie folgt protokolliert: westlich 8 Bft, Orkanböen, 4-5 sm Sicht über 5 m, Wassertemperatur 13 °C.

Als Unfallzeitpunkt wurde von MRCC Bremen ca. 08:25 Uhr angenommen. Als erste Sucheinheit traf ein Hubschrauber um 09:03 Uhr am Unfallort ein.

Insgesamt wurden bis zur Rettung fünf Sucheinheiten in der Luft und neun Sucheinheiten auf dem Wasser koordiniert.

Um 10:08 Uhr konnte die Person durch einen der Seenotkreuzer geborgen werden. Der Gerettete wurde um 11:41 Uhr an Land gegeben und weiter in ein Krankenhaus transportiert.

7 Analyse

7.1 Beladungszustand

Bei dem Schiff handelt es sich um ein 750 TEU Containerschiff, Baujahr 2003, mit folgenden Hauptabmessungen und Antriebsdaten:

Länge ü.a.:	134,64 m
Länge p.p.:	125,66 m
Breite Spt.:	21,50 m
Seitenhöhe:	9,30 m
Tiefgang:	7,10 m
Freibord:	2,20 m
Tragfähigkeit (tdw):	9.180 t
Antriebsleistung:	7.200 kW
Geschwindigkeit:	18,3 kn

Bei einem mittleren Tiefgang von 6,94 m hatte das Schiff zum Zeitpunkt des Unfalls ein Displacement von 13.127,5 t. Die Schiffsgeschwindigkeit betrug 14 kn. Das Schiff fuhr laut Logbuchauszug einen Kurs über Grund von 076°. Das Schiff hat drei große Luken, ein langes Backdeck und zusätzlich eine Back sowie eine Poop. Der Klassenverlauf zeigt keine Besonderheiten. Das Schiff hatte gültige Papiere und war voll seetüchtig aus Rotterdam nach St. Petersburg via Nord-Ostsee-Kanal ausgelaufen.

Folgende Stabilitätsangaben vom 27. Oktober 2006 um 17:28 Uhr werden zugrunde gelegt:

Metazentrische Höhe:	$\overline{GM}_0 = 1,03m$
Hebelarm bei 30° Neigung:	$GZ(30^\circ) = 0,42m$
Maximaler Hebelarmumfang:	$\Phi_{\max} = 46,5^\circ$

Alle Werte sind günstiger als nach IMO Res. A167 vorgeschrieben. Ein zu erreichender Mindesthebelarmumfang wird nicht explizit vorgeschrieben, es werden aber Schiffe mit einem Hebelarmumfang kleiner als 45° im Allgemeinen nicht akzeptiert.

Das Schiff hat ein Verhältnis Breite zu Tiefgang von etwa $B/T = 3,0$ und ein Verhältnis Breite zu Freibord von etwa $B/Fb = 9,8$.

Typisch für Schiffe mit diesen Abmessungen, mit relativ großer Schiffsbreite, sind relativ große Werte von \overline{GM}_0 , auch in beladenem Zustand. Durch die großen Verhältnisse Breite zu Tiefgang bzw. Breite zu Freibord bedingt, besitzt die Hebelarmkurve einen max. Hebelarmumfang von 46,5°. Es sind zwar Mindesthebelarmumfänge nach den Vorschriften nicht festgelegt, aber dennoch wird unter Fachleuten ein Umfang von 46,5° als sehr gering angesehen. Die vorliegenden Hebelarmkurven beruhen auf der Annahme glatten Wassers und berücksichtigen keinerlei dynamische Effekte. Sie basieren auf der Annahme quasistatischen Gleichgewichts.

Daher sind die üblichen Stabilitätsangaben bei der Beurteilung des vorliegenden Falles in einem für das Schiff relativ groben Seegang nicht ausreichend.

Einen verbesserten Hinweis ausreichender Stabilität liefern quasistatische Berechnungen im regelmäßigen Seegang, wobei diese auch die Vertrimmung des Schiffskörpers berücksichtigen sollten. Die Aufteilung des Reserveauftriebs ist durch die Konzentration an den Schiffsenden gekennzeichnet. Daher ergeben sich bei dem hier zu betrachtenden Schiff extrem kleine aufrichtende Hebelarme GZ (Righting lever) im Falle, dass das Schiff sich auf einem Wellenberg befindet.

Wenngleich diese Berechnungen Hinweise geben können, ob solche Schiffe im nachlaufenden Seegang gefährdet sind, so beinhalten sie dennoch keine dynamischen Effekte und geben daher auch nicht das tatsächliche Verhalten in einem unregelmäßigen Seegang wieder. Mithilfe der rechnerischen Simulation lässt sich die Gefährdung im unregelmäßigen Seegang abschätzen, und in Polardiagrammen darstellen.

Es gibt zurzeit keine internationalen Vorschriften, die den Stand der Wissenschaft auf dem Gebiet der Voraussage des Kenterverhaltens in unregelmäßigem Seegang von Seeschiffen, wie des hier zu betrachtenden, beinhalten.

Zur überschlägigen Abschätzung des dynamischen Verhaltens des Schiffes wird die folgende Betrachtung angestellt:

Zur Berechnung der Stampfperiode kann näherungsweise die Begegnungsperiode eingesetzt werden:

$$T_{\psi} = \frac{T_m^2 \cdot g}{T_m \cdot g - 2\pi \cdot v_s \cdot \cos \mu}$$

bei mittlerer Periode $T_m = 7,7 \text{ s}$

Mit Begegnungswinkel $\mu = 25^\circ$ erhält man ⁴ $T_{\psi} = 16,8$.

Die Rollperiode kann mit $T_{\varphi} = (0,73 \div 0,91) \frac{B}{\sqrt{GM_0}}$ abgeschätzt werden.

Man erhält mit $B = 21,50 \text{ m}$ und der Metazentrischen Höhe von $\overline{GM_0} = 1,03 \text{ m}$

$$T_{\varphi} = 15,5 \div 19,0 \text{ s}^5$$

Es ist aus der neueren Literatur bekannt, dass Schiffe bei einem Verhältnis von

$$\frac{T_{\varphi}}{T_{\psi}} \cong 1,0$$

⁴ Meier-Peter, H.; Bernhard, F.: Handbuch der Schiffsbetriebstechnik, Seehafen Verlag, Hamburg 2006.

⁵ Das Zeichen „ \div “ steht für „einen Bereich von – bis“.

zu gekoppelten Stampf- und Rollschwingungen, und damit besonders bei achterlichem Seegang, zu extrem großen Rollwinkeln neigen. Schiffe mit ausfallenden Spantformen (bow flare) scheinen besonders zu diesen parametrischen Schwingungen zu neigen.

Alle diese Indikatoren: Nachlaufender Seegang, geringe Hebelarmkurven bei der Fahrt auf einem Wellenberg, ungünstiges Verhältnis zwischen Stampf- und Rollperiode sowie eine Wellenlänge, die in etwa der Schiffslänge entspricht, sind im Zeitraum des Unfalles vorhanden gewesen.

Seeschiffe dieser Größe müssen bei den zur Unfallzeit herrschenden schlechten, aber durchaus nicht extremen Wetterverhältnissen, uneingeschränkt manövrierfähig und damit auch zu Rettungsmanövern in der Lage sein; andererseits ist aber auch eine Gefährdung durch einen Stabilitätsunfall oder der Verlust von Containern in obiger Situation nicht auszuschließen.

Die Herstellung der Seetüchtigkeit dieses Schiffes setzt für die Schiffsführung die Erfüllung der IMO-Vorschriften voraus. Zugleich aber sind diese Vorschriften nicht in der Lage, eine zuverlässige Aussage darüber zu geben, ob dieses Schiff bei dem zum Unfallzeitpunkt herrschenden Wetter sicher hätte manövrieren können.

Die heutzutage übliche Containerverladung macht es den Schiffsführungen schwer, einschätzen zu können, wie ihr Schiff wirklich beladen ist.⁶ Neben einer Flut von Ladungspapieren für möglicherweise hunderte Container pro Hafen gibt es auch keine Sicherheit für die angegebenen Gewichte der geladenen Container. Im Fall der BELUGA STIMULATION soll es sogar keinen Ladeplan gegeben haben.

Die Problematik der unbekanntenen Containergewichte gerät inzwischen immer mehr in den Focus internationaler Seeunfalluntersuchungen. Eine praktikable Lösung sollte schnellstmöglich international durchgesetzt werden.⁷

7.2 Einschätzung der Gefährdung durch Seegang in Bezug auf Resonanz

Das Schiff befand sich zum Unfallzeitpunkt im Resonanzbereich für synchrone Resonanz. Unter solchen Umständen kann es schon bei anfangs kleinen Rollamplituden zur Anfachung der Roll-Schwingungen durch den herrschenden schräg achterlichen Seegang kommen. Es ist einzuschätzen, dass dies der Grund für die starken Rollschwingungen des Schiffes zum Unfallzeitpunkt gewesen sein wird, welche die Schiffsführung zu der Meinung veranlasste, dass sich das Schiff in einer unsicheren Situation befindet. Zusätzlich befand sich das Schiff für diesen Kurs und Geschwindigkeit in einem Zustand, in dem es beim Begegnen mit Wellengruppen (High Wave Group Encounter - successive high wave attack) sehr lange auf den Wellenbergen verweilt und dadurch nur eine sehr geringe Stabilität mit geringen aufrichtenden Hebelarmen hat.

Allerdings wären diese Gefahren durch Änderung (Verkleinerung) der Geschwindigkeit bzw. Kursänderung zu vermindern gewesen. Dazu wäre allerdings eine Entscheidungsunterstützung in Form einer Gesamtübersicht über potenzielle Gefahrenbereiche, z. B. in Form eines Polardiagramms, nötig, mit dem der Kapitän schnell entsprechende Informationen erhalten hätte.

⁶ Siehe dazu auch Bericht 187/05 – Seite 40

⁷ siehe dazu auch http://www.maib.dft.gov.uk/cms_resources/MSC%20Napoli.pdf

7.3 Freie Oberflächen

Der Einfluss von Wasser an Deck⁸ auf die Rollperiode in der Resonanz eines Schiffes kann wie folgt ermittelt werden:

Die Rollperiode wird mit $T = (0,73 \div 0,91) \frac{B}{\sqrt{GM_o}}$ abgeschätzt.

Wobei B = Schiffsbreite 21,5 m und \overline{GM}_0 = Metazentrische Höhe 1,03 m ist.

Man erhält damit eine Rollperiode von $T = 15,5 \div 19,0s$.

Durch Wasser an Deck und das Volllaufen des Bunkerraums kommt es zu einer Höhenverschiebung des Gewichtsschwerpunkts G nach G' . Diese Verschiebung kann man durch eine Momentenrechnung bestimmen:

$$\overline{KG} \cdot \Delta + h' \cdot \Delta' + h'' \cdot \Delta'' = (\overline{KG} + \overline{GG'}) \cdot (\Delta + \Delta' + \Delta'')$$

Wobei $\overline{KG} = 8,976$ m der Höhengewichtsschwerpunkt über Kiel des Schiffes ohne Wasser an Deck ist,

$h' = 9,55$ m der Höhengewichtsschwerpunkt über Kiel des Wassers an Deck,

$h'' = 3,10$ m der Höhengewichtsschwerpunkt über Kiel des Wassers im Bunkerraum,

$\Delta = 13127,5$ t das Displacement des Schiffes ohne Wasser an Deck,

$\Delta' = 26$ t das Gewicht des Wassers an Deck,

$\Delta'' = 21$ t das Gewicht des Wassers im Bunkerraum.

Die obige Gleichung nach $\overline{GG'}$ aufgelöst ergibt die Höhenverschiebung des Gewichtsschwerpunkts mit:

$$\overline{GG'} = \frac{\overline{KG} \cdot \Delta + h' \cdot \Delta' + h'' \cdot \Delta''}{\Delta + \Delta' + \Delta''} - \overline{KG}$$

$$\overline{GG'} = \frac{8,976 \cdot 13127,5 + 9,55 \cdot 21 + 3,10 \cdot 26}{13127,5 + 21 + 26} - 8,976$$

$$\overline{GG'} = -0,01$$

⁸ Das Wasser im Bunkerraum kann für die Berechnung der Rollperiode vernachlässigt werden, da die freie Oberfläche sehr klein war.

Durch die so genannten freien Oberflächen bedingt, kommt es zusätzlich zu einer Verschiebung des Höhenschwerpunkts mit

$$\overline{GG''} = \frac{i_w \cdot c}{(\Delta + \Delta')} \cdot \gamma_w,$$

wobei

$i_w = \frac{b^3 \cdot l}{12}$, das Flächenträgheitsmoment der freien Wasseroberfläche von einer Breite b und der Länge l ist.

γ_w = spezifisches Gewicht des Wassers 1,030 t/m³

c = Korrekturfaktor für Einbauten zwischen den Luken $c=0,8$.

An Deck zwischen den Luken stand zeitweise 0,5 m Wasser.

$b = 18,70m$,

$l = 6m = 2 \cdot 3m$

$$i_w = \frac{18,7^3 \cdot 6}{12} = 3270m^4$$

$\Delta' = 26 t$

Man erhält mit diesen Angaben eine Schwerpunktsverschiebung von

$$\overline{GG''} = \frac{3270 \cdot 0,8}{13127,7 + 26} \cdot 1,030 = 0,2m$$

Die prozentuale Änderung der Rollperiode des Schiffes mit Wasser an Deck T' gegenüber der Rollperiode des Schiffes ohne Wasser an Deck T ist dann:

$$\frac{T - T'}{T} \cdot 100 = \left(1 - \sqrt{\frac{\overline{GM}_0}{\overline{GM}_0 - (\overline{GG'} + \overline{GG''})}} \right) \cdot 100$$

Mit $\overline{GM}_0 = 1,03 m$ erhält man so eine prozentuale Erhöhung der Rollperiode mit

$$\begin{aligned} \frac{T - T'}{T} \cdot 100 &= \left(1 - \sqrt{\frac{1,03}{1,03 - (-0,01 + 0,20)}} \right) \cdot 100 \\ &= 10,7\% \end{aligned}$$

Das bedeutet, dass sich die Rollperiode mit Wasser an Deck so verändert, dass das Minimum von 15,5 Sekunden auf 17 Sekunden und das Maximum sich von

18 Sekunden auf 21 Sekunden verlängert. Um solche Änderungen festzustellen, bedarf es einer genauen Zeitmessung.

Der Einfluss auf die Stabilität des gesamten Schiffes ist dementsprechend mit gering einzuschätzen.

Gleichwohl wird das Ansammeln von Wasser im Quergang und das Nichtherstellen des Verschlusszustandes, trotz Schlechtwetterwarnung, als kritisch eingeschätzt.

7.4 Maschinenleistung

Das Schiff besitzt eine Hauptmaschine vom Typ Caterpillar Diesel 8M43 mit 7.200 kW und 500 Upm und erreicht damit eine max. Geschwindigkeit von 18,3 kn. Dabei ist die Propellerdrehzahl mittels eines Getriebes auf 140 Upm reduziert. Das Schiff besitzt einen Verstellpropeller. Zum fraglichen Zeitpunkt war die Geschwindigkeit des Schiffes 14 kn. Davon ausgehend, dass der durch den Seegang erhöhte Widerstand durch die Wellen und den Wind von Achtern in etwa kompensiert wurde, hat die Leistung

$$7200kW \cdot \left(\frac{14,0}{18,3}\right)^3 \approx 2500kW$$

betragen. Bei Berücksichtigung von 1000 kW für den Wellengenerator, verbleiben als Reserve noch 3700 kW, mehr als die für die Fahrt mit 14 kn notwendige Leistung, für ein Rettungsmanöver in schwerer See. Der Schiffsführung hätte somit bei einem Rückführmanöver ausreichende Antriebsleistung zur Verfügung gestanden.

7.5 Bunkerraum

Die Untersuchung der BSU ergab, dass bereits Monate vor diesem Unfall eine Ölverschmutzung in dem Bunkerraum entstanden war. Während der Raum insgesamt gereinigt wurde, blieb die Öffnung zur Bilge so verschmutzt, dass sie nicht funktionsfähig war. So konnte der jetzt eingetretene Wassereintrich nicht mittels der Bilgenpumpen ferngesteuert beseitigt werden.

Um nachvollziehen zu können, ob seitens der Schiffsführung die Notwendigkeit bestand, Besatzungsmitglieder bei schwerem Wetter zu diesem Bunkerraum zu schicken, wurde nachgerechnet, ob die erforderliche Treibstoffversorgung der Hauptmaschine hierzu Anlass gab.

Dazu wurden folgende Eckdaten berücksichtigt:

Leistungen:

Leistung der Hauptmaschine (HM = 100 %): 7.200 kW

Schlechtwetterfahrt: angenommen nicht mehr als 5.000 kW

2 Hilfsdiesel (HD), je 371 kW

durchschnittliche Bordnetzbelastung auf See: ca. 300 kW

1 Wellengenerator: 1.500 kVA

Tankvolumina:

2 Setztanks: nutzbares Volumen zusammen: 41,5 m³ - ca. 37,5 mt HFO

1 Tagestank: nutzbares Volumen: 21,4 m³ - ca. 19,2 mt HFO

2 MDO Tagestanks: nutzbares Volumen zusammen: 12,6 m³ - ca. 11,2 mt MDO

Spezifischer Verbrauch (Vortrieb und Hilfsdiesel) - sehr konservativ gemittelt:
180 gr/kWh

Daraus resultiert eine mögliche Verbrauchsdauer von etwa 39 Stunden, HM + HD Betrieb mit HFO, ohne dass Schweröl innerhalb des Schiffes transferiert werden muss, d. h. ohne dass, z. B. bei Schlechtwetter, eine Notwendigkeit besteht, den Bunkerraum zu begehen.

Umgekehrt kann man aus den Angaben der Reederei - bei 15,5 kn Reisegeschwindigkeit ca. 17 Stunden Fahrtsrecke von Rotterdam bis nach Brunsbüttel - errechnen, dass selbst die Füllung des HFO Setztanks 1 ausgereicht hätte, um den Brennstoffverbrauch für diese Strecke zu decken.

Abschließend kann festgestellt werden, dass während der hier in Frage kommenden Überreise von Rotterdam zum NOK keine Notwendigkeit bestand, insbesondere bei dem vorherrschenden Schlechtwetter, diesen Bunkerraum zu betreten. Dies gilt unter der Voraussetzung, dass die Maschinenbesatzung die HFO-Setztanks in Rotterdam aufgefüllt hat. Rechnerisch hätte auch die Kapazität des Schweröl-Tagestanks allein für diese Reise ausgereicht.

Grundsätzlich notwendig ist ein Betreten nur in dem Fall, dass die nicht vom MKR aus steuerbaren Bunkertank-Entnahmeventile umgestellt werden müssen (2 x Backbord- und Steuerbord-Hochtanks). Sobald ein Tankpaar ausgewählt ist, füllt die HFO-Transferpumpe 2 automatisch bei Unterschreitung des Minimum-Alarms im Setztank diesen wieder auf.

Ob insoweit ein täglicher Kontrollgang durch den Bunkerraum notwendig ist, erscheint zumindest zweifelhaft.

7.6 Arbeiten an Deck bei schwerer See

Als gegen 01:00 Uhr der erste Alarm aus dem Bunkerraum die Brücke und den MKR erreichte, schickte der wachhabende Nautische Offizier den Bootsmann nach vorn. Unabhängig davon sandte der 1. Ingenieur den 2. Ingenieur zum Bunkerraum. Der Bootsmann und der 2. Ingenieur wollen sich auch an Deck getroffen haben. Aber jeder ging allein und ohne Absicherung – weder persönliche Schutzausrüstung noch Sicherungspersonen wurden genutzt. Der 2. Ingenieur sei bewusst zwischen den Containern gegangen, da er so nicht über Bord gehen konnte.

Als morgens kurz nach 07:00 Uhr der zweite Alarm aus dem Bunkerraum kam, begab sich der 1. Ingenieur ebenfalls allein nach vorn. Allerdings will er bereits einen Eintauchanzug getragen haben. Zusätzlich sei er mit einer langen Leine vom Kapitän gesichert worden. Die erwähnten Schwierigkeiten mit einer derartig langen Sicherungsleine können nachvollzogen werden.

Kurz nach 08:00 Uhr begaben sich der 1. und 2. Ingenieur gemeinsam zum Bunkerraum. Jetzt war es hell, sie trugen Eintauchanzüge und eine gegenseitige Sicherung war möglich, wurde jedoch nicht genutzt. Die fehlende Sicherungsleine zwischen den beiden Ingenieuren trug maßgeblich zum Überbordgehen des 2. Ingenieurs bei.

Die Gänge an Steuerbord und Backbord wurden regelmäßig von grünem Wasser geflutet. Gleichwohl aber sah der Kapitän eine größere Gefahr in losem Laschmaterial, sodass er die Anweisung gab, nicht zwischen den Containern nach vorn zu gehen, sondern den Gang der Leeseite zu nutzen. Diese Risikoabschätzung berücksichtigte jedoch nicht die Frage, ob überhaupt die Notwendigkeit zum Betreten des Hauptdecks bestand.

Wenn es unvermeidbar wird, bei schlechtem Wetter Personen an Deck zu schicken, sollte diesen die Gefahr des Überbordgehens bewusst sein. Neben dem Tragen der persönlichen Schutzausrüstung, wie Arbeitsschuhe, Handschuhe und Arbeitshelm, müssen den Witterungsbedingungen entsprechende zusätzliche Sicherungselemente, wie z. B. Rettungsweste, Eintauchanzug und Sicherungsleine, als Schutz gegen das Überbordgehen bzw. zur Erhöhung der Überlebenschancen im Falle des Überbordgehens, situationsabhängig angeordnet werden.

Unverzichtbare Tätigkeiten an Deck sind darüber hinaus durch in gleicher Weise geschütztes Sicherungspersonal zu unterstützen. Des Weiteren sind Maßnahmen entsprechend guter Seemannschaft bei schwerer See durchzuführen, wie z. B. Geschwindigkeitsreduzierung, Beidrehen des Schiffes, Kommunikation zwischen allen Beteiligten u.ä.

7.7 Lotsenpforte

Besondere Bedeutung, aufgrund der Unfalldarstellungen, kam der auf Steuerbordseite des Hauptdecks befindlichen Lotsenpforte zu.

Die beiden Ingenieure hatten erst eine Abdeckung der Lukendeckelsteuerung geschlossen. Diese befindet sich bei Bay 25, in unmittelbarer Nähe zur Lotsenpforte. Anschließend hatten sie sich an der Reling festgehalten, als die nächste große Welle übers Deck gekommen sei. Die Lotsenpforte unterscheidet sich kaum von der eigentlichen Reling. Zum Abhalten eines Lotsenbootes unterhalb der Lotsenleiter befindet sich immer ein Leinenfender direkt neben der Lotsenpforte. Einen solchen Leinenfender (siehe Abb. 7) hatte der Verunfallte noch bei sich, als er vom Rettungskreuzer geborgen wurde. Es ist bekanntermaßen sehr schwierig, einem Überbordgefallenen einen rettenden Gegenstand so zuzuwerfen, dass er ihn erreicht; so hat der 2. Ingenieur in diesem konkreten Fall auch nicht den nachgeworfenen Rettungsring für sich nutzen können. Daher wird davon ausgegangen, dass er den Fender noch ergriffen hat, als er bereits außen an der Reling hing – oder eben sehr wahrscheinlich an der Lotsenpforte. Die BSU geht davon aus, dass der 2. Ingenieur sich an der Reling festhalten wollte, sich dabei aber unbeabsichtigt tatsächlich an der Lotsenpforte festhielt. Sein Körper stellte nun einen Widerstand für die anströmenden Wassermassen dar, sodass er mit der Lotsenpforte nach innen gedrückt wurde. Der Verschluss der Pforte lässt dies zu, da er nach innen hin öffnet (siehe Abb. 17). Das Schiff legte sich in diesem Moment auf seine Backbordseite. Dann rollte die BELUGA STIMULATION nach Steuerbord und die Lotsenpforte schlug mit viel Schwung an ihren Anschlag der Reling. Dieser Ruck ließ den 2. Ingenieur über die Lotsenpforte nach außenbords stürzen. Er konnte sich noch einen Moment halten und versuchte, sich hochzuziehen, dabei griff er den Leinenfender. Dieser hielt ihn nicht, und mit dem Fender fiel er ins Wasser.



Abbildung 17: Lotsenpforte - Verschluss

7.8 Rettungsmaßnahmen

Die BELUGA STIMULATION befand sich zum Unfallzeitpunkt in der Deutschen Bucht zwischen den Tonnen Weser 1 und 2.

Das Schiff war voll beladen und steuerte einen Kurs von 080° bis 085° mit einer Geschwindigkeit von 13 bis 14 kn bei nahezu achterlicher schwerer See. **Das GM lag bei 1,03 m. Dies entsprach einer guten Stabilität für ein Schiff dieser Größe und Beladung.**

Der Kapitän schätzte das Schiff bei Auslaufen dementsprechend richtig mit „seetüchtig in allen Belangen“ ein.

Um 08:25 Uhr ereignete sich ein Person-über-Bord-Unfall auf Position 53° 55,0'N 007° 37,6'E (nach Deck Log Book), 007° 37,8'E (nach Meldebogen und Info an die Verkehrszentrale Wilhelmshaven).

Diese Differenz hatte jedoch keinen Einfluss auf die folgende Suche nach dem Verunfallten.

Widersprüchlich sind die Angaben zur Wettersituation.

Dem Gutachten der Abteilung Seeschifffahrt des Deutschen Wetterdienstes zufolge, lagen die Wellenhöhen bei 3,5 bis 5 m.

Während alle beteiligten Fahrzeuge vor Ort Angaben zum Wetter bis maximal 8 Bft mit Seegang aus westlicher Richtung und Wellenhöhen von 5 bis 6 m, teilweise jedoch auch weniger, machten, nannte die Schiffsführung „nordwestliche Winde 9-10 und in Böen 11 Bft ... mit Wellenhöhen von 7-8 Metern“.

Daraus wurde die Entscheidung abgeleitet, wegen der angenommenen Gefahr für Schiff, Ladung und Besatzung kein Rückführmanöver einzuleiten und die Fahrt unvermindert fortzusetzen.

Hieraus ergibt sich die Fragestellung nach der Gefährdung des Schiffes zum Zeitpunkt des Unfalls.

Die Richtigkeit dieser Gefahrenbewertung wird durch das Verhalten der Schiffsführung teilweise widerlegt. Wäre die Gefährdung wie eingeschätzt gewesen, so ist unverständlich, warum Arbeiten an Deck durchgeführt wurden und der Kapitän nicht persönlich die Schiffsführung übernahm.

Offensichtlich vermutete die Schiffsführung eine Gefährdung, insbesondere infolge einer größeren Kursänderung bei großer Ruderlage. Die Stabilität des Schiffes ist jedoch groß genug gewesen, sodass eine solche Gefahr nicht vorhanden war.

Rückführmanöver oder größere Kursänderungen werden aus solchen Stabilitätsüberlegungen in der Praxis **oft mit geringerer Ruderlage** gefahren, was in diesem Falle als mögliche Lösung in Frage kam.

Zu solchen Rückführmanövern gibt es bereits Simulationsübungen des MSCW des FB Seefahrt Warnemünde⁹. Während zum Beispiel für einen Single Turn mit Hart Ruder eine Zeit von 6-7 Minuten benötigt wird, verlängert sich die Zeit mit 20° Ruderlage lediglich auf 7-8 Minuten (größerer Drehkreis, aber höhere Geschwindigkeit infolge geringerer Ruderlage). Dies gilt für die Rückführmanöver „Single Turn“ und „Scharnow Turn“. Für den von der Schiffsführung erwähnten

⁹ Maritime Simulation Centre Warnemünde (MSCW) am Fachbereich (FB) Seefahrt Warnemünde

„Williamson Turn“ sind die Zeitverhältnisse und die Genauigkeit der Rückführung bei geringerer Ruderlage jedoch wesentlich ungünstiger.

Warum im gegebenen Falle der „Williamson Turn“ in Betracht gezogen wird, ist nicht verständlich. **Generell sollte bei einem „sofort bemerkten PoB¹⁰-Unfall“ ein Single Turn und bei einer zeitlichen Verzögerung (wie im gegebenen Fall) ein Scharnow Turn gefahren werden, da die Rückführzeiten beider Manöver wesentlich kürzer sind.**¹¹

Ein „Williamson Turn“ ist von der Durchführung her komplizierter (zwei Hartruderlagen in kurzer Zeit), erreicht nur bei entsprechender Erfahrung aus praktischen Manövern die Gegenbahn und führt bei größeren Schiffen generell zum Verlust des Sichtkontaktes zum Verunfallten. Er wäre in diesem Falle nicht zu empfehlen gewesen.

Sofortmaßnahmen bei Person-über-Bord-Unfällen sind mit geringen Unterschieden, insbesondere in der Reihenfolge der Maßnahmen, eindeutig und international einheitlich formuliert, und werden sowohl in der Ausbildung als auch im Bordmanagement nach ISM-Code vermittelt, festgelegt und trainiert.

Maßnahmen des/der Unfallzeugen:

Ring werfen, Brücke informieren, Ausguck durchführen.

Maßnahmen der Brückenwache:

Person-über-Bord-Boje werfen (PoB-Boje), Alarm auslösen, Rückführmanöver einleiten, Position festhalten, Ausguck organisieren, externe Kommunikation, Dokumentation u. a.

Aufgaben des Kapitäns:

Entscheidung zum Rückführmanöver, externe Kommunikation, Entscheidung zur Aufnahmestrategie, Anforderung von Fremdhilfe, Entscheidung zum Abbruch einer Rettungsaktion u. a.

Unter Ausklammerung des Rückführmanövers durch die Brückenwache wären alle oben genannten Maßnahmen von der Besatzung zu erfüllen gewesen.

Das Werfen eines Rettungsringes sowohl vom Zeugen als auch vom Wachoffizier dient nicht nur der Sicherung des Verunfallten, sondern vor allem der Erkennung bei der späteren Suche. Diese wäre im gegebenen Fall durch die PoB-Boje von der Brücke voraussichtlich erleichtert und verkürzt worden.

Das Unterlassen vieler Sofortmaßnahmen durch die Besatzung zeigt, dass das Sicherheitsmanagement an Bord nach ISM-Code nicht wirksam umgesetzt ist.

Auch die später eingeleiteten Maßnahmen durch die Schiffsführung belegen, dass die Sofortmaßnahmen nicht hinreichend gefestigt oder nicht ausreichend verbindlich festgelegt sind.

¹⁰ PoB = „Person overboard“, dt. „Person über Bord“

¹¹ siehe dazu Handbuch Schiffssicherheit S. 453 ff.

Erster Adressat einer Unfallmeldung (hier „MAYDAY“¹²) hätte neben den Schiffen im Umkreis hier MRCC Bremen sein müssen. Außerdem wurden wichtige und notwendige Informationen zum Unfallhergang, zum Zustand der Person, deren Markierung im Wasser und vor allem zum Vorhaben des Schiffes, keine weitere Unterstützung zur Rettung des Verunfallten zu leisten oder leisten zu können, nicht übermittelt.

Dies führt noch kurz vor der Rettung zu unnötigen Nachfragen und erheblichen Unsicherheiten in der gesamten Rettungsoperation.

Noch um 10:03 Uhr erbittet die VKZ Cuxhaven Rückruf von der BELUGA STIMULATION wegen fehlender Informationen zu den näheren Unfallumständen, dem Zustand des Verunfallten und zu eingesetzten Markern.

Die Schiffsführung vermittelt so den Eindruck, sie hätte mit der Meldung an eine Verkehrszentrale ihrer Informationspflicht Genüge getan.

Das Unterlassen umfangreicher Information an die Rettungskräfte führte zu einem späteren Eintreffen der Retter bei dem Verunfallten und zu einem erheblich größeren Suchaufwand. Dies und die Fortsetzung der Fahrt sind für den Verunfallten zudem psychologische Faktoren, die seine Überlebenschancen erheblich negativ beeinflussen.

Die mögliche Annahme, der Verunfallte sei durch den Eintauchanzug ausreichend gesichert, ist grundsätzlich falsch. Ohne Rettungsweste wäre die Überlebenschance des Verunfallten bei einer Verletzung oder einer nur kurzzeitigen Ohnmacht minimal gewesen. Umso mehr waren durch die Schiffsbesatzung weitere Sicherungsmaßnahmen und eine möglichst schnelle und sichere Aufnahme durch Rettungskräfte dringend geboten. Dazu musste das Schiff möglichst in die Nähe des Unfallortes zurückgeführt werden.

Bei dem berichteten guten physischen Zustand des Verunfallten während der späteren Aufnahme wäre dann sogar der Versuch einer Eigenrettung durch das Schiff denkbar gewesen.

Die durchgeführten Maßnahmen der DGzRS sind positiv hervorzuheben. Trotz des relativ schlechten Wetters unterstützten zahlreiche Wasser- und Luftfahrzeuge verschiedener Größe die Suche.

7.9 Zusammenfassung

Der Wassereinbruch im Bunkerraum wurde möglich, da hier der Verschlusszustand nicht gegeben war. Das eingetretene Wasser konnte aus dem Bunkerraum nicht herausgepumpt werden, da die Bilgenöffnung nach einer Verschmutzung nicht gereinigt worden war. Die eingetretene Menge an Wasser bedrohte nicht die Stabilität des Schiffes.

Nach dem ersten Alarm wurde der Einstieg zum Bunkerraum kontrolliert. Dies geschah aber schon ohne wesentliche Sicherungsmaßnahmen für die kontrollierenden Personen und ohne vorherige Information des Kapitäns.

Das Schiff befand sich zum Unfallzeitpunkt im Resonanzbereich für synchrone Resonanz. Zusätzlich war es mit diesem Kurs und dieser Geschwindigkeit in einem

¹² siehe dazu Handbuch „Suche und Rettung“ Seite 83 – Hrsg. BSH 2007

Zustand, in dem es beim Begegnen mit Wellengruppen sehr lange auf den Wellenberg verweilt und dadurch nur eine sehr geringe Stabilität mit geringen aufrichtenden Hebelarmen hat. Allerdings wären diese Gefahren durch Änderung der Geschwindigkeit bzw. Kurses zu vermindern gewesen. Ein Rückführmanöver zur Rettung des 2. Ingenieurs hätte sich dementsprechend sogar günstig ausgewirkt.

Die Menge an direkt verfügbarem Treibstoff reichte mindestens bis zum Nord-Ostsee-Kanal. Es war insoweit nicht erforderlich, das Risiko einzugehen, Personen an Deck zu schicken.

Die Lotsenpforten an beiden Seiten der BELUGA STIMULATION unterscheiden sich kaum von der Reling. Die Verschlussbolzen der Lotsenpforten öffnen sich jeweils nach innen, was ein unbeabsichtigtes Lösen ermöglicht. Das hat den Unfall begünstigt.

Die durchgeführten Berechnungen der Intaktstabilität des Schiffes zum Unfallzeitpunkt als auch die Berechnungen der Freien Oberflächen durch zusätzliches Wasser an Deck zeigen, dass die Stabilität der BELUGA STIMULATION den Mindestanforderungen gut entsprach. Die Aussage, aufgrund des schlechten Wetters und des „weichen Schiffes“ nicht auch noch Besatzung und Schiff in Gefahr zu bringen, kann hierdurch nicht gestützt werden.

Selbstverständlich ist bei einem derartigen Rückführmanöver aber eine grundsätzliche Gefährdung der Besatzung und der Ladung gegeben. Auch ist das an Bord nehmen einer im Wasser treibenden Person bei grober See nicht ungefährlich. Dennoch darf man von der Schiffsführung erwarten, dass diese durch vorsichtiges Manövrieren zumindest versucht, die Gefährdung von Schiff und/oder Ladung festzustellen. Solche Gefährdung würde sich beim Manövrieren, z. B. durch extreme Rollbewegungen, bemerkbar machen. Wobei in diesem Fall schon stundenlang mit starkem Seegang aus achterlichen Richtungen gefahren wurde, es also nicht ungünstiger hätte kommen können. Zusätzlich wurde durch die BSU die verfügbare Leistung der Hauptmaschine berechnet und festgestellt, dass noch erhebliche Reserven zum Manövrieren in grober See vorhanden waren.

Die Möglichkeit, durch vorsichtiges Manövrieren in der Nähe des Überbordgegangenen zu bleiben, um so die Rettung durch besser geeignete Fahrzeuge als die BELUGA STIMULATION oder die DGzRS wirkungsvoll zu unterstützen, war in der Situation zum Zeitpunkt des Seeunfalls jedenfalls gegeben.

Erster Adressat einer Unfallmeldung hätte, neben der Schifffahrt im Umkreis, das MRCC Bremen sein müssen. Außerdem wurden wichtige und notwendige Informationen zum Unfallhergang und zum Zustand der Person nicht übermittelt.

Die durch die Schiffsführung durchgeführten Maßnahmen waren somit ungenügend.

8 Bereits durchgeführte Maßnahmen

8.1 Konstruktive Maßnahmen an Bord

Nach dem Unfall veranlasste die Reederei die Besatzung der BELUGA STIMULATION dazu, den Schwanenhals des Belüfters so zu verlängern, dass allein durch Wasser an Deck dieses nicht mehr in den Bunkerraum gelangen kann (siehe dazu auch Abb. 8).

8.2 Vorabsicherhaltungsempfehlung der BSU

Die BSU hat während der noch laufenden Untersuchung des Unfalls am 15. Februar 2007 gemäß § 9 Abs. 2 Nr. 2; § 15 Abs. 1 und 10 Seesicherheits-Untersuchungs-Gesetz (SUG) in Verbindung mit § 19 Flug-Unfall-Untersuchungs-Gesetz (FIUUG) wegen der im Rahmen der Unfalluntersuchung erkannten Gefahr im Verzug zur Verhütung künftiger Unfälle aus gleichem oder ähnlichem Anlass eine Sicherheitsempfehlung mit folgendem Wortlaut herausgegeben:

„Die Bundesstelle untersucht drei Unfälle des Jahres 2006 und einen Unfall aus dem Jahr 2007, bei denen Seeleute, bei zum Teil schwerem Wetter, von Berufsschiffen (Seeschiffe und Fischereifahrzeuge) über Bord fielen und in drei Fällen tödlich verunglückten.

Die Untersuchungsverfahren sind noch nicht abgeschlossen und werden wegen der Komplexität der Fälle voraussichtlich noch einige Zeit in Anspruch nehmen. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt geht die BSU allerdings davon aus, dass die nicht vorhandene oder unzureichende Sicherung der Seeleute zumindest mitursächlich für das Überbordgehen gewesen sein könnte.

Aufgrund der Häufung derartiger Unfälle an Bord von Berufsschiffen und der in Abhängigkeit von den Wetterbedingungen kurzen Überlebenszeiten überbordgefallener Personen, wendet sich die Bundesstelle deshalb an die Eigner und Betreiber aller Berufsschiffe und weist gem. § 15 Abs. 1 SUG i. V.m. § 19 FIUUG darauf hin, Folgendes an Bord ihrer Schiffe umzusetzen:

Ist es unvermeidbar, Personen an Deck zu schicken, sollte diesen die Gefahr des Überbordgehens bewusst sein. Neben dem Tragen der persönlichen Schutzausrüstung (Arbeitsschuhe, Handschuhe und Arbeitshelm), müssen den Witterungsbedingungen entsprechende zusätzliche Sicherungselemente, wie z. B. Rettungsweste, Eintauchanzug und Sicherungsleine, als Schutz gegen das Überbordgehen bzw. zur Erhöhung der Überlebenswahrscheinlichkeit im Falle des Überbordgehens, situationsabhängig angeordnet werden.

Unverzichtbare Tätigkeiten an Deck sind darüber hinaus durch in gleicher Weise geschütztes Sicherungspersonal zu unterstützen. Des Weiteren sind Maßnahmen entsprechend guter Seemannschaft bei schwerer See durchzuführen. (Geschwindigkeitsreduzierung, Beidrehen des Schiffes, Kommunikation zwischen allen Beteiligten u.ä.)

Abschließend ist nochmals zu betonen, dass die vorstehende Sicherheitsempfehlung zwar im unmittelbaren Zusammenhang mit der Untersuchung der eingangs

erwähnten Seeunfälle steht, aber keinesfalls als Vorwegnahme der Untersuchungsergebnisse missverstanden werden darf.

Insoweit verweist die BSU auf die zurzeit noch andauernden Untersuchungen und insbesondere auf die die Untersuchung abschließenden Berichte, die nach ihrer Fertigstellung veröffentlicht werden.“

9 Sicherheitsempfehlungen

Die folgenden Sicherheitsempfehlungen stellen weder nach Art, Anzahl noch Reihenfolge eine Vermutung hinsichtlich Schuld oder Haftung dar.

- 1) **Die Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung empfiehlt den Betreibern von Seeschiffen und Schiffsführungen** (entsprechend UVV See § 79):
Lenz- und Peileinrichtungen sind sauber und gebrauchsfertig zu erhalten. Jede wasserdichte Abteilung ist regelmäßig zu peilen. Bilgen und Brunnen sind lenz zu halten. Insbesondere sind Saugkörbe und Pumpen in geeigneter Weise vor Verstopfen zu schützen.
- 2) **Die Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung empfiehlt den Betreibern von Seeschiffen und Schiffsführungen** (entsprechend UVV See § 80):
Lüfter und Luftrohre müssen rechtzeitig geschlossen werden, wenn Gefahr droht, dass durch sie Wasser in größerer Menge in das Schiff gelangen kann.
- 3) **Die Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung empfiehlt den Betreibern von Seeschiffen und Schiffsführungen**, darauf zu achten, dass die Verschlussbolzen von Lotsenpforten nicht in die gleiche Richtung öffnen, in die auch die Pforte selbst sich öffnet. Im Bedarfsfall sollte dies geändert werden. **Werften und Klassifikationsgesellschaften** wird empfohlen, bereits bei dem Neubau eines Schiffes darauf zu achten.
- 4) **Die Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung empfiehlt den Betreibern von Seeschiffen**, ständige Fort- und Weiterbildung der Besatzungen durchzuführen, insbesondere für Sicherheitsmaßnahmen an Deck, Rückführmanöver des Schiffes bei Person-über-Bord-Unfällen, erste Maßnahmen der Besatzung, Suche und Rettung einer Person aus dem Wasser sowie Einschätzung und Vermeidung von Gefahren durch Seegang, speziell durch Resonanzen und andere Effekte.

10 Quellenangaben

- Ermittlungen Wasserschutzpolizei (WSP)
- Schriftliche Erklärungen/Stellungnahmen der
 - Schiffsführung
 - Reederei
 - Klassifikationsgesellschaft
- Zeugenaussagen
- Ausschnitt aus Seekarte INT 1045 und INT 1456 des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
- „Suche und Rettung“ – Herausgegeben vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) 2007 in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger (DGzRS) ISBN 978-3-89871-163-0
- Amtliches Wettergutachten Deutscher Wetterdienst (DWD)
- Radaraufzeichnungen der Verkehrszentrale (VTS) Wilhelmshaven
- Unterlagen der See-Berufsgenossenschaft (See-BG)
 - Unfallverhütungsvorschriften (UVV See)
 - Richtlinien und Merkblätter
 - Schiffsakten
- **Gutachten zur Intaktstabilität und zum Einfluss Freier Oberflächen**
erstellt von Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dr. h. c. Eike Lehmann
Institut für Konstruktion und Festigkeit der Schiffe, Technische Universität Hamburg-Harburg

Dieses bezieht sich auch auf:

Meier-Peter, H.; Bernhard, F.: Handbuch der Schiffsbetriebstechnik, Seehafen Verlag, Hamburg 2006.

- **Gutachten zur Intaktstabilität und zum Resonanzverhalten des Schiffes**
erstellt von Prof. Dr.-Ing. habil. Knud Benedict, Dr.-Ing. Michael Baldauf;
Prof. Dr.-Ing. Kapt. Thomas Böcker
Hochschule Wismar, Fachhochschule für Technik, Wirtschaft und Gestaltung
Bereich Seefahrt Warnemünde

Dieses bezieht sich auch auf:

- [1] France & William a.o. 2001. An Investigation of Head-Sea Parametric Rolling and its Influence on Container Lashing Systems. SNAME, Annual Meeting 2001.

- [2] IMO 1993. Code on Intact stability for all types of ships, Resolution. A.749 (18) Nov 1993
- [3] Code über Intaktstabilität aller in IMO-Regelwerken behandelten Schiffstypen; in Kraft getreten 1.1.2000, CD-ROM 06-2004 See-BG
- [4] IMO 1995. Guidance to the master for avoiding dangerous situations in following and quartering seas, MSC circular 707, adopted on 19. October 1995.
- [5] IMO 2007: REVISED GUIDANCE TO THE MASTER FOR AVOIDING DANGEROUS SITUATIONS IN ADVERSE WEATHER AND SEA CONDITIONS. MSC.1/Circ.1228, Jan 2007
- [6] IMO 2005. Paper: REVISION OF THE CODE ON INTACT STABILITY, Proposed revision of MSC/Circ.707: SLF 48/4/8, 10 June 2005 (Submitted by Germany)
- [7] Amersdorffer, R. 1998. Parametric excited Rolling Motion in bow and head seas (in German: Parametrisch erregte Rollbewegungen in längs laufendem Seegang). Schiff & Hafen Vol. 10-12, 1998.
- [8] BMVBS/See-BG 2004 - German Ministry of Transport: Guidelines for the onboard management of stability. Verkehrsblatt-Document Nr. B 8011; Release 2004
- [9] BMVBS/See-BG 2004 - German Ministry of Transport: Guidelines for the onboard management of stability. Verkehrsblatt-Document Nr. B 8011; Release 2006 – Vers. 01/07
- [10] Benedict, K., Baldauf, M, Kirchhoff, M. 2004. Estimating Potential Danger of Roll Resonance for Ship Operation. Schiffahrtsskolleg 2004, Proceedings Vol. 5, p. 67-93, Rostock 2004
- [11] Benedict, K., Baldauf, M, Kirchhoff, M. 2006. Estimating Potential Danger and Avoidance of Roll Resonance and Wave Impact On board Ships and for Education in MET Institutes. 3rd International Conference on Maritime Transport – Barcelona 16-19th May 2006, Proceedings.
- [12] Benedict K., Baldauf, M, Kirchhoff, M.: Decision support for avoiding roll resonance and wave impact for ship operation in heavy seas. Schiff & Hafen Vol. 8 Aug 2006. p.20-24
- [13] Internet: www.marsig.com
- [14] Hahne, J. (Hrsg.): Handbuch der Schiffssicherheit", Seehafen Verlag, Hamburg 2006, ISBN 3-87743-815-6)

- **Gutachten zu Rettungsprozeduren bei einem Person-über-Bord-Unfall**
erstellt von Dr.-Ing., Kpt. Horst Tober

Dieses bezieht sich auch auf:

- [1] Hahne, J.; Tober, H.; Brüche, B.: Rettung aus Seenot. - Dt. Kommunal-Verlag, 1997
- [2] IAMSAR-Manual (Volume 3) – International aeronautical and maritime search and rescue manual, London, IMO / ICAO, 1999
- [3] Tober, H.: Zu einigen Aspekten von „Mann über Bord“ – Unfällen. – Seewirtschaft 19 (1987) 19
- [4] Tober, H.: Ursachen, Folgen und Maßnahmen bei „Mann über Bord“ – Unfällen, IH für Seefahrt Warnemünde-Wustrow (unveröffentlicht)
- [5] Joachim Hahne (Hrsg.) Handbuch Schiffssicherheit, Seehafen Verlag GmbH, Hamburg, 2006