



Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung
Federal Bureau of Maritime Casualty Investigation
Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums
für Verkehr und digitale Infrastruktur



Untersuchungsbericht 342/13

Schwerer Seeunfall

**Stabilitätsunfall des MS ROSEBURG
in der Kieler Förde
am 5. November 2013**

20. Oktober 2014

Der folgende Bericht ist ein **gemeinsamer Bericht** der federführenden deutschen Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung und der Seeunfalluntersuchungsbehörde des Flaggenstaates Antigua & Barbuda. Beide Behörden haben die Untersuchung gemeinsam, entsprechend dem IMO Unfalluntersuchungs-Code (EntschlieÙung MSC.255(84)), durchgeführt. Arbeitssprache der gemeinsamen Untersuchung war Deutsch.

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, zuletzt geändert durch Art. 16 Abs. 22 des Gesetzes v. 19. Oktober 2013, BGBl. I S. 3836 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 (§ 9 Abs. 2 SUG).

Der vorliegende Bericht soll nicht in Gerichtsverfahren oder Verfahren der seeamtlichen Untersuchung verwendet werden. Auf § 34 Absatz 4 SUG wird hingewiesen.

Bei der Auslegung dieses Berichts ist die deutsche Fassung maßgebend.

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

Direktor: Volker Schellhammer
Tel.: +49 40 31908300
posteingang-bsu@bsh.de

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

Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG	6
2	FAKTEN.....	7
2.1	Foto	7
2.2	Schiffsdaten.....	7
2.3	Reisedaten	8
2.4	Angaben zum Seeunfall	8
2.5	Einschaltung der Behörden an Land und Notfallmaßnahmen	10
3	UNFALLHERGANG UND UNTERSUCHUNG	11
3.1	Unfallhergang	11
3.2	Untersuchung	12
3.2.1	Schäden	12
3.2.2	Ladungssicherung	15
3.2.3	AIS-Daten.....	16
3.2.4	Wettergutachten	18
3.2.4.1	Datengrundlage.....	18
3.2.4.2	Wetterlage in der Ostsee vom Samstag, 2. November bis Montag, 4. November 2013.....	18
3.2.4.3	Wetter- und Seegangsverhältnisse vom 2. November bis 4. November 2013 in der Ostsee	18
3.2.4.4	Wetterlage am 5. November 2013 17:00 MEZ	20
3.2.5	Stabilitätsgutachten	22
3.2.5.1	Schiff, Rumpfform und Beladungszustand	22
3.2.5.2	Referenz Ladefall aus dem Stabilitätsbuch	24
3.2.5.3	Ladefall bei Abfahrt aus Riga	24
3.2.5.4	Ladefall Ende der Reise nach Reedereiangabe	27
3.2.5.5	Zur Decksbeladung der MS ROSEBURG	30
3.2.5.6	Wahrscheinlichster Beladungszustand bei Abfahrt aus Riga	31
3.2.5.7	Dynamische Betrachtung der Rollbewegung zum Unfallzeitpunkt	33
4	AUSWERTUNG	38
5	SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	39
6	SICHERHEITSEMPFEHLUNG(EN).....	41
6.1	Schiffsmanagement Sirius Shipman Ltd.....	41
6.2	Schiffsführung des MS ROSEBURG zur Stabilität	41
6.3	Schiffsführung des MS ROSEBURG zur Ladungssicherung.....	41
7	QUELLENANGABEN.....	42

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schiffsfoto	7
Abbildung 2: Seekarte mit Fahrtverlauf	9
Abbildung 3: Schadensbild 1	12
Abbildung 4: Schadensbild 2	13
Abbildung 5: Schadensbild 3	13
Abbildung 6: Schadensbild 4	14
Abbildung 7: Schadensbild 5	14
Abbildung 8: Verknoteter Spanngurt.....	15
Abbildung 9: AIS-Daten 1	16
Abbildung 10: AIS-Daten 2	17
Abbildung 11: AIS-Daten 3	17
Abbildung 12: Windseevorhersage des globalen ECMWF-Modells für den 04.11.13, 18:00 UTC	20
Abbildung 13: Wetterkarte	21
Abbildung 14: Seitenansicht des Schiffes MS ROSEBURG	22
Abbildung 15: Spantriss der MS ROSEBURG nach Umbau.....	23
Abbildung 16: Berechnungsmodell für MS ROSEBURG.	23
Abbildung 17: Vergleich der hydrostatischen Kennwerte für den Ladefall	24
Abbildung 18: Ausdruck des Bordrechners bei Abfahrt der MS ROSEBURG	25
Abbildung 19: Hebelarmkurve für den Abfahrtszustand aus Riga	26
Abbildung 20: Hebelarmkurve für den Abfahrtszustand aus Riga nach Angaben des Bordrechners am 02.11.2013 mit für die Deckslast korrigiertem Schwerpunkt.....	27
Abbildung 21: Hebelarmkurve für Ladefall der MS ROSEBURG nach Angaben der Reederei von Riga nach Barrow Haven.	28
Abbildung 22: Ausdruck der Reederei zum Beladungszustand der MS ROSEBURG	29
Abbildung 23: Beladungsplan der MS ROSEBURG bei der Überfahrt von Riga nach Borrow Haven.....	30

Abbildung 24: Hebelarmkurve für den Abfahrtszustand aus Riga nach unseren Berechnungen.	32
Abbildung 25: Hebelarmkurve für den wahrscheinlichen Unfallzustand	33
Abbildung 26: Berechneter zeitlicher Verlauf des Rollwinkels für ein krängendes Moment von 28 mt (oben links) sowie von 24 mt (oben rechts) sowie Histogramm der Quereschleunigungen für ein krängendes Moment von 28 mt.....	35
Abbildung 27: Polardiagramm der benötigten signifikanten Wellenhöhen für das Erreichen einer Quereschleunigung von 4.5 m/s^2 bei kennzeichnenden Perioden von 7.5 s (links) und 8.5s (rechts).	37

1 Zusammenfassung

Das unter der Flagge von Antigua & Barbuda fahrende Schiff ROSEBURG erreichte am späten Nachmittag des 5. November 2013 die Reede von Kiel-Holtenau. Drei Tage zuvor hatte das Schiff den Hafen von Riga voll beladen mit Holz verlassen. Während der Seereise war es zu keinen Vorfällen gekommen.

Auf der Reede von Kiel-Holtenau sollte für eine Stunde geankert werden, um eine kleinere Reparatur im Maschinenraum durchzuführen, bevor die Passage durch den NOK begonnen werden sollte. Beim Eindrehen in die Ankerposition um 16:53 Uhr¹ legte sich die ROSEBURG plötzlich auf ihre Steuerbordseite. Die gesamte Decksladung geriet ins Rutschen, etliche Sicherungsgurte brachen und über die Hälfte der Holzpalletten fielen über Bord. Dadurch erhielt das Schiff kurzzeitig eine Schlagseite von bis zu 40 Grad. Der sich in der Steuerbordnock aufhaltende Chiefmate konnte sich nicht halten und stürzte ebenfalls ins Wasser. Er hielt sich an dem vorbeischwimmenden Holz fest, bis er von dem zu Hilfe geeilten Lotsenboot aufgenommen wurde.

Er wurde zur Beobachtung ins Krankenhaus gebracht, erlitt aber keine bleibenden Schäden. Das über Bord gefallene Holz wurde im Verlauf der folgenden Tage geborgen, musste aber als Ladungsschaden erklärt werden.

Da die ROSEBURG unter der Flagge von Antigua & Barbuda fuhr, wurde eine gemeinsame Untersuchung mit ADOMS IID² durchgeführt, die zu dem Ergebnis kam, dass ein Schiff seine Reise nicht beginnen darf, wenn es überladen ist und somit die Sicherheit des Schiffes und seiner Besatzung beeinträchtigt.

¹ Alle Uhrzeiten im Bericht sind, soweit nicht anders angegeben, Ortszeiten = UTC +1 h.

² ADOMS IID: **Antigua & Barbuda Department of Marine Services and Merchant Shipping Inspection & Investigation Division.**

2 FAKTEN

2.1 Foto

© Hasenpusch Production



Abbildung 1: Schiffsfoto

2.2 Schiffsdaten

Schiffsname:	ROSEBURG
Schiffstyp:	Frachter
Nationalität/Flagge:	Antigua & Barbuda
Heimathafen:	St. John's
IMO-Nummer:	8817370
Unterscheidungssignal:	V2PS2
Reederei:	Sirius Shipman Ltd.
Baujahr:	1990
Bauwerft/Baunummer:	Ferus Smit BV Foxhol
Klassifikationsgesellschaft:	Lloyds Register
Länge ü.a.:	82,05 m
Breite ü.a.:	12,57 m
Bruttoraumzahl:	1999
Tragfähigkeit:	3026 t
Tiefgang maximal:	4,94 m
Maschinenleistung:	1290 kW
Hauptmaschine:	CATERPILLAR 3606 DI-TA
Geschwindigkeit:	11,5 kn
Werkstoff des Schiffskörpers:	Stahl
Schiffskörperkonstruktion:	Doppelhülle

2.3 Reisedaten

Abfahrtshafen:	Riga, Lettland
Anlaufhafen:	Barrow Haven, Vereinigtes Königreich
Art der Fahrt:	Berufsschiffahrt International
Angaben zur Ladung:	3068 m ³ Holz geschnitten
Besatzung:	8
Tiefgang zum Unfallzeitpunkt:	5,0 m
Lotse an Bord:	Nein
Kanalsteurer:	Nein
Anzahl der Passagiere:	0

2.4 Angaben zum Seeunfall

Art des Seeunfalls:	Schwerer Unfall / Stabilitätsverlust mit Person über Bord
Datum/Uhrzeit:	05.11.2013 / 16:53 Uhr
Ort:	Kieler Förde
Breite/Länge:	φ 54°22,7'N / λ 010°10,7'E
Fahrtabschnitt:	Revierfahrt/Ankunft
Platz an Bord:	Hauptdeck/Brücke
Folgen (für Mensch, Schiff, Ladung und Umwelt sowie sonstige Folgen):	eine Person unterkühlt, Verlust an Ladung, leichte Schäden am Hauptdeck

2.5 Einschaltung der Behörden an Land und Notfallmaßnahmen

Beteiligte Stellen:	Verkehrszentrale Travemünde, MRCC Bremen, Wasserschutzpolizei Kiel, BG Verkehr
Eingesetzte Mittel:	Lotsenboot STEIN, MS SCHARHÖRN, Zollkreuzer SCHLESWIG-HOLSTEIN, Schlepper HOLTENAU, WSP-Boot NEUMÜHLEN, Seenotkreuzer BERLIN
Ergriffene Maßnahmen:	Die über Bord gefallene Person wurde durch die STEIN aufgenommen und von der NEUMÜHLEN an Land gebracht. Von dort fuhr sie ein Krankenwagen zur Klinik von Kiel. Die anderen Fahrzeuge sicherten das schwimmende Holz.
Ergebnisse:	Keine bleibenden Personenschäden. Das Holz wurde geborgen.

3 UNFALLHERGANG UND UNTERSUCHUNG

3.1 Unfallhergang

Am 2. November 2013 verließ die ROSEBURG voll beladen mit 3068,827 m³ Schnittholz und 16 Kabelrollen den Hafen von Riga, Lettland, mit dem Ziel Barrow Haven, Vereinigtes Königreich. 609,976 m³ Holz waren an Deck gestaut. Gelascht worden war die Ladung von der Schiffsbesatzung unter der Verantwortung des Chieftates. Laut der Aussage der Schiffsführung soll das GM³ bei 0,87 m gelegen haben. Der Tiefgang vorn habe 4,90 m und achtern 5,00 m betragen. Während der Reise über die Ostsee bis nach Kiel seien die Laschings regelmäßig vom Chieftate und der Besatzung kontrolliert und wenn erforderlich nachgezogen worden. Die Wetterbedingungen seien während der Reise moderat gewesen, so dass das Schiff kaum gerollt sei.

Am 5. November 2013 um 16:38 Uhr wurde Friedrichsort Leuchtturm passiert und Kontakt mit den Kieler Schleusen und den Lotsen aufgenommen. Die Schiffsführung bat darum, erst auf der Reede von Holtenau vor Anker gehen zu können, um eine Reparatur am Kühlsystem durchführen zu können. Wenig später erreichte die ROSEBURG den Ankerplatz. Auf der Brücke befanden sich der Kapitän und der Chieftate. Letzterer stand in der Steuerbordnock, als das Schiff den beabsichtigten Steuerborddreh aufnahm, um den Anker zu werfen. Nach Meinung der Schiffsführung habe eine plötzliche Windböe aus Südsüdost die ROSEBURG in eine Schräglage von 15° nach Steuerbord geneigt, so dass sich die Decksladung nach Steuerbord bewegt habe. Dadurch habe sich die Neigung erhöht, bis schließlich ungefähr 40° Schlagseite erreicht gewesen seien. In diesem Moment wären mehr und mehr Laschings gebrochen, so dass ein großer Teil der Decksladung ins Wasser rutschte.

Des Weiteren fiel der Chieftate aufgrund dieser plötzlichen starken Neigung aus der Nock ins Wasser. Im Wasser schwimmend konnte er sich an dem Holz festhalten.

Als die Decksladung von Bord war, richtete sich das Schiff wieder auf und blieb mit einer geringeren Neigung liegen. Diese Schlagseite konnte wenig später durch das Umpumpen von Ballastwasser ausgeglichen werden.

Der Kapitän meldete den Vorfall über UKW um 16:53 Uhr an die Kieler Verkehrszentrale, stoppte sofort die Hauptmaschine und ließ den Backbord-Anker fallen. Zahlreiche Fahrzeuge hörten mit und boten Hilfe an. Das Lotsenboot STEIN befand sich noch in der Nähe, weil es ursprünglich einen Lotsen zur ROSEBURG bringen wollte. Um 17:10 Uhr meldete es an die VkZ, dass der Über-Bord-Gefallene geborgen wurde. Das WSP-Boot NEUMÜHLEN übernahm den Verunfallten und brachte ihn an Land. Dort wurde er von einem Rettungswagen übernommen und in die Universitätsklinik von Kiel gebracht. Er erlitt keine bleibenden Verletzungen.

³ Die Strecke vom Massenschwerpunkt G bis zum Metazentrum M heißt metazentrische Höhe GM. Der Massenschwerpunkt G eines schwimmenden Körpers befindet sich senkrecht unterhalb des Metazentrums unter der Voraussetzung, dass keine äußeren Kräfte oder Momente auf den Körper einwirken. Das heißt: der Körper bewegt sich solange, bis diese Bedingung erfüllt ist. Die metazentrische Höhe ist für die Beurteilung der Stabilität bei kleinen Krängungswinkeln bedeutsam. Sie lässt sich durch einen Krängungsversuch ermitteln, so dass man die Lage des Massenschwerpunkts bestimmen kann. Eine Abschätzung der metazentrischen Höhe lässt sich auch aus der Rollperiode gewinnen (Rollversuch). (Quelle: Wikipedia vom 25.09.2014)

3.2 Untersuchung

Die Sicherheitsuntersuchung wurde gemeinsam mit der Seeunfalluntersuchungsbehörde des Flaggenstaates Antigua & Barbuda durchgeführt. Nach Absprache übernahm die BSU dabei die Rolle des federführenden Staates im Sinne des Unfalluntersuchungs-Codes der Internationalen Seeschiffahrtsorganisation (IMO)⁴ sowie des deutschen Seesicherheits-Untersuchungs-Gesetzes (SUG)⁵.

3.2.1 Schäden

Durch die plötzliche Schlagseite fiel der Chiefmate aus der Steuerbordnock ins Wasser. Er konnte sich dort an Teilen der ebenfalls ins Wasser gefallenen Holzladung fest halten, bis das Lotsenboot STEIN ihn fand und aufnahm. Er wurde zur Kontrolle ins Krankenhaus gebracht, erlitt aber keine bleibenden Schäden. Gleichzeitig mit dem Fall des Chiefmates waren zahlreiche Laschings der Decksladung gebrochen und ca. 75 % der Ladung ins Wasser gerutscht. Die Abbildungen 3 bis 7 verdeutlichen den Zustand am Tag nach dem Unfall.



© ADOMS IID

Abbildung 3: Schadensbild 1

⁴ Siehe Teil II, Kapitel 7 des „Code of the International Standards and Recommended Practices for a Safety Investigation into a Marine Casualty or Marine Incident“ (Casualty Investigation Code); *informelle Übersetzung*: Code internationaler Standards und empfohlener Verfahren für die Sicherheitsuntersuchung eines Seeunfalls oder eines Vorkommnisses im Seeverkehr (Unfalluntersuchungs-Code) vom 16. Mai 2008, Anhang zu Entschließung MSC.255(84).

⁵ Siehe § 16 des Gesetz zur Verbesserung der Sicherheit der Seefahrt durch die Untersuchung von Seeunfällen und anderen Vorkommnissen (Seesicherheits-Untersuchungs-Gesetz) vom 16. Juni 2002 in der Fassung vom 22. November 2011.



© WSP Kiel

Abbildung 4: Schadensbild 2



© WSP Kiel

Abbildung 5: Schadensbild 3



Abbildung 6: Schadensbild 4



Abbildung 7: Schadensbild 5

3.2.2 Ladungssicherung

Gemäß dem Timber Cargo Securing Manual (Holzladung Sicherungshandbuch) hätten 41 Polyestergurte mit einer Bruchlast von 15000 kg an Bord des Schiffes genutzt werden müssen. Bei der Besichtigung kurz nach dem Unfall am 5. November 2013 durch die Wasserschutzpolizei wurden jedoch nur 18 Gurte mit einer Bruchlast von 20000 kg sowie 17 Gurte mit einer Bruchlast von 5000 kg festgestellt. Von ersteren waren 6 Stück lediglich am Schiff verknötet und nicht eingehakt. An den kleineren Gurten konnten einige, bereits ältere, Schnitt- und Scheuerstellen festgestellt werden, so dass davon ausgegangen werden kann, dass diese nicht einmal eine Bruchlast von 5000 kg erreicht hätten.



© WSP Kiel

Abbildung 8: Verknöteter Spanngurt

3.2.3 AIS-Daten

Die ROSEBURG ist ein Frachter mit weniger als 3000 BRZ und deshalb entsprechend SOLAS Kapitel V Regel 20 nicht verpflichtet, einen Voyage Data Recorder (VDR) zu betreiben. Da sich auch keine elektronischen Aufzeichnungen an Bord befanden, griff die BSU auf die AIS-Aufzeichnungen⁶ der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung zurück. Abbildung 9 zeigt den größten Teil des Fahrtverlaufs der ROSEBURG von Riga nach Kiel. Die Positionen, verbunden mit Geschwindigkeit und Kurs, wurden in Beziehung gesetzt zu dem ausführlichen Wettergutachten unter Punkt 3.2.4 und beeinflussten so die abschließende Einschätzung des Stabilitätsgutachtens in Punkt 3.2.5.

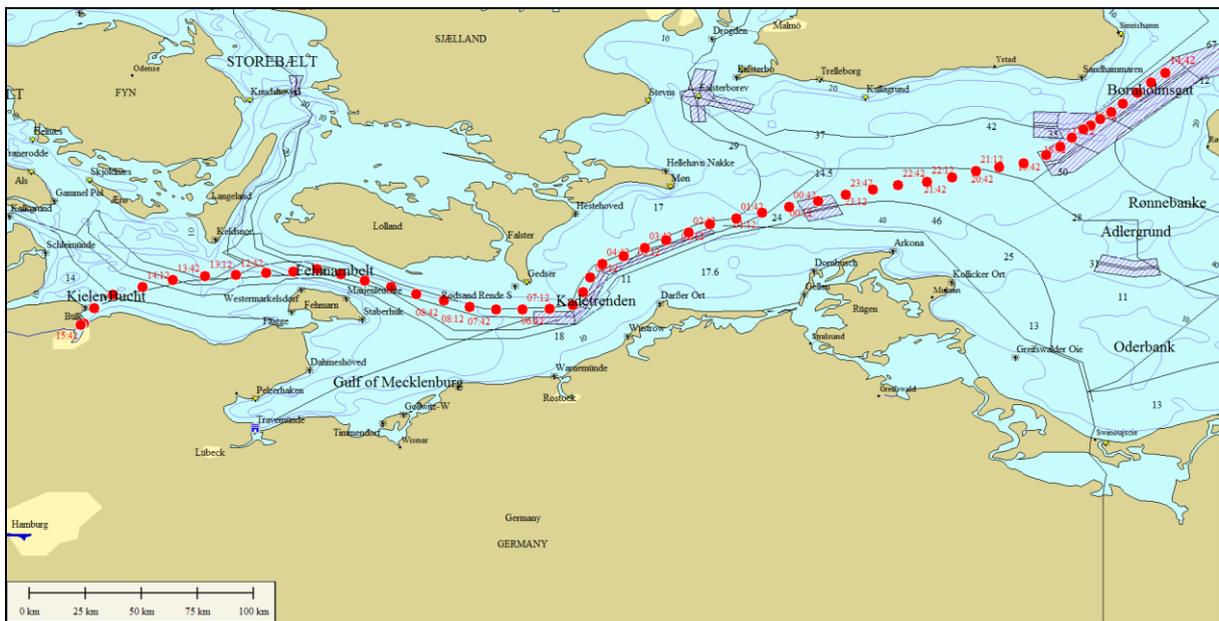


Abbildung 9: AIS-Daten 1

Alle Uhrzeiten beziehen sich in den Abbildungen 9 bis 14 auf UTC.

Abbildung 10 stellt das Erreichen der Kieler Förde dar. Das Ankermanöver mit dem Unfallzeitpunkt 15:53 UTC (16:53 LT) zeigt Abbildung 11.

⁶ AIS – Automatic Identification System (Automatisches Identifizierungssystem).

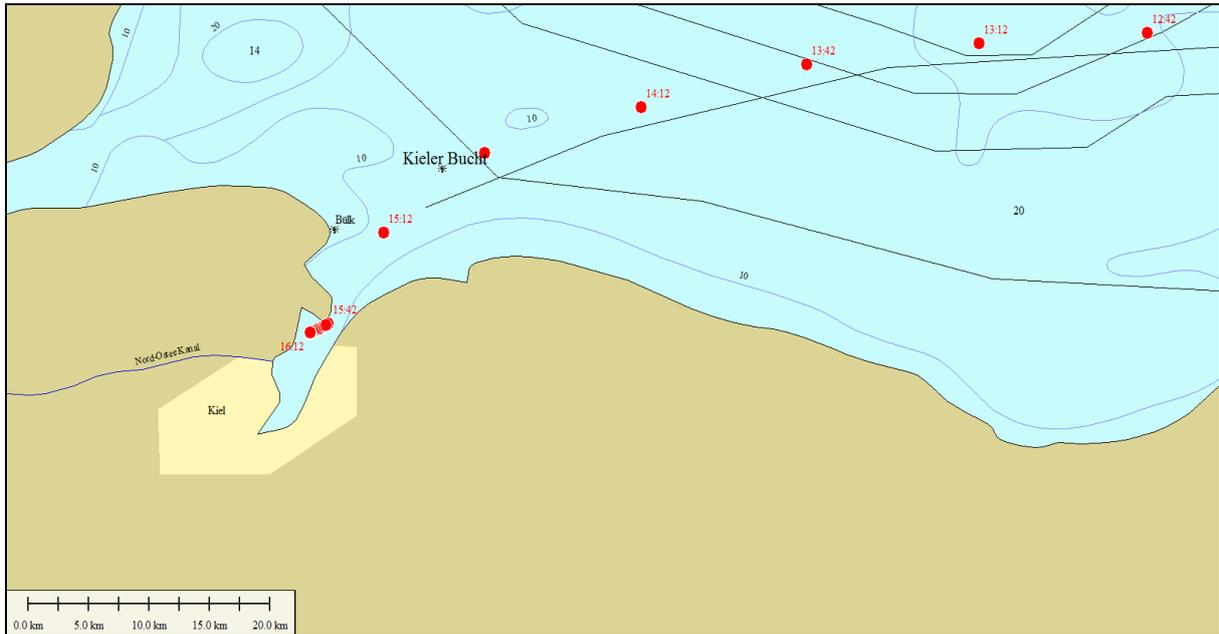


Abbildung 10: AIS-Daten 2

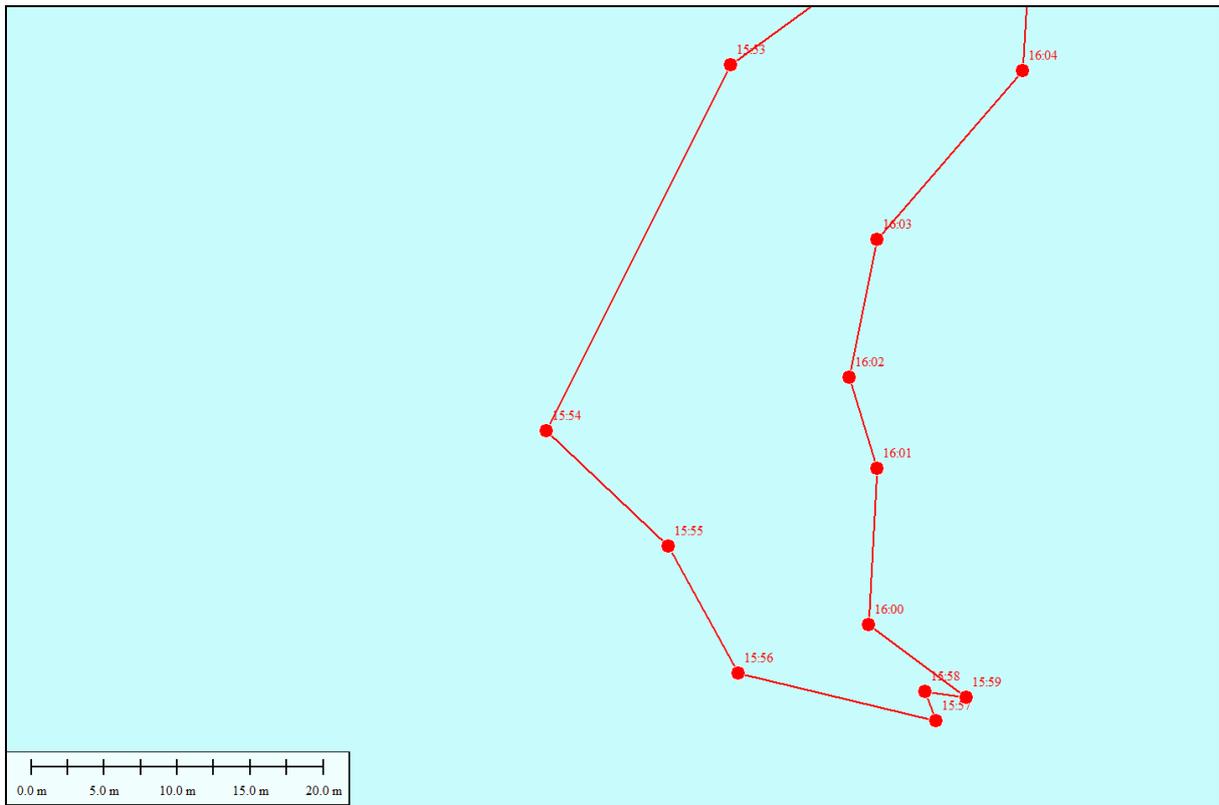


Abbildung 11: AIS-Daten 3

3.2.4 Wettergutachten

Die BSU beauftragte den Deutschen Wetterdienst (DWD), ein ausführliches Wettergutachten zu erstellen, welches die Bedingungen auf der Ostsee beschreibt, die die ROSEBURG vom Verlassen des letzten Ladehafens Riga bis zum Unfallzeitpunkt auf der Kieler Reede durchfahren musste. Dieses Gutachten fließt später in die Stabilitätsbewertung der TUHH mit ein und wird im Folgenden, redaktionell überarbeitet, wieder gegeben:

3.2.4.1 Datengrundlage

Für den Bereich der Ostsee stehen dem Deutschen Wetterdienst Messungen und Beobachtungen der umliegenden Stationen zur Verfügung. Teilweise bzw. zeitweise sind diese Stationen nicht mit Personal besetzt. Für die Beschreibung der Wetterlage wurden die Analysen des Deutschen Wetterdienstes in Offenbach und des amerikanischen Globalmodells GFS (Global Forecast System) herangezogen. Die Vorhersagen des globalen Wettervorhersagemodells des EZMW (Europäisches Zentrum für Mittelfristige Wettervorhersage, Reading, England), des globalen Wettervorhersagemodells GME des Deutschen Wetterdienstes sowie der regionalen Wettervorhersagemodelle COSMO-EU und COSMO-DE des Deutschen Wetterdienstes wurden berücksichtigt. Auch Satellitenbilder und Radiosondenaufstiege wurden analysiert.

3.2.4.2 Wetterlage in der Ostsee vom Samstag, 2. November bis Montag, 4. November 2013

Samstag, 2.11.2013

Ein schwacher Südrusslandhochkeil schwenkte im Tagesverlauf nach Nordosten. Ein Tief mit 999 hPa über der südlichen Nordsee zog bis zum Abend in die südöstliche Ostsee.

Sonntag, 3.11.2013

Dieses Tief bewegte sich über das Baltikum nach Weißrussland und füllte sich auf. Gleichzeitig lag ein schweres Sturmtief mit 975 hPa über der nördlichen Nordsee, das langsam in Richtung Norwegen zog. Sein zugehöriger frontaler Ausläufer schwenkte dabei bis zum Mittag in die Ostsee.

Montag, 4.11.2013

Nachfolgend bildete sich über Estland ein Tief mit 984 hPa. Am Südrand des Norwegensturmtiefs mit 977 hPa entstand ein weiteres Sturmtief mit 980 hPa in der südlichen Nordsee, das nachfolgend schnell über Norddeutschland hinweg bis in den Raum Stockholm zog. Im Tagesverlauf schwenkte vor allem über die zentralen Teile der Ostsee ein schwacher südosteuropäischer Hochkeil 990 hPa hinweg.

3.2.4.3 Wetter- und Seegangsverhältnisse vom 2. November bis 4. November 2013 in der Ostsee

Samstag, 2.11.2013

Wind/Seegang und Strömung:

Im Bereich der zentralen und nördlichen Ostsee wehte südwestlicher Wind mit Werten um 25 Knoten (Bft 6). Bis zum Abend nahm der Wind vor allem in der südlichen Ostsee mit umlaufenden Winden deutlich ab.

Der Seegang lag anfangs in der nördlichen Ostsee und in der Rigaischen Bucht bei 1.5 bis 2 m, nahm aber bis zum Abend auf teils unter 1 m ab. Er wurde hauptsächlich durch den Wind generiert, so dass die Dünung allgemein nicht von Bedeutung war. Die Strömung war zu vernachlässigen.

Wetter und Sicht:

Nur anfangs gab es in der zentralen und nördlichen Ostsee noch einige Auflockerungen. Doch rasch dominierten Wolken, die von Westen auch Regen und Sprühregen brachten. Allgemein lagen die Sichten im Bereich von 4 bis 10 km, jedoch wurden im Regen teils schlechte Sichten zwischen 1 und 4 km gemeldet.

Sonntag 3.11.2013

Wind/Seegang und Strömung:

Der Ausläufer des norwegischen Sturmtiefes bewegte sich in die westliche Ostsee. Dabei drehte der Wind in der Nord- und Osthälfte auf Ost bis Südost und nahm dabei teils auf 25 bis 30 Knoten (Bft 6 bis 7) zu. Es bildete sich eine See von 1.5 bis 2 m aus. In der restlichen Ostsee gab es anfangs Winde aus unterschiedlichen Richtungen mit 3 Bft, später drehte der Wind über Süd auf westliche Richtungen und frischte auf 30 bis 35 Knoten (Bft 7 bis 8) auf. In der westlichen Ostsee wurden Böen bis Stärke 10 Bft registriert.

Der Seegang nahm auf 2 m zu und wurde hauptsächlich durch den Wind generiert, so dass die Dünung nicht von Bedeutung war. Die Strömung ist zu vernachlässigen.

Wetter und Sicht:

Rasch zogen im Norden und Osten dichte Wolken mit einem Regenband auf, das sich langsam nach Osten ausbreitete. Gleichzeitig riss der Himmel im Westen wieder auf und es gab einen Übergang zu Schauerwetter. Die Sichten waren mit 10 bis 20 km meist gut, lediglich im Regenband gingen sie teils auf 4 km zurück.

Montag 4.11.2013

Wind/Seegang und Strömung:

Der westliche Wind mit 30 bis 35 Knoten (Bft 7 bis 8) setzte sich überall durch. Bis zum Abend drehte er auf südliche Richtungen. Lediglich in der westlichen Ostsee zeigten sich mit Annäherung des neuen Sturmtiefs 980 hpa über Norddeutschland Winde aus West bis Nordwest.

Der Seegang lag verbreitet bei 2 bis 3 m. Er wurde hauptsächlich durch den Wind generiert, so dass die Dünung nicht von Bedeutung war. Die Strömung war zu vernachlässigen. (siehe Abb. 12)

Wetter und Sicht:

Ein schwacher Hochkeil brachte in der Südöstlichen und Zentralen Ostsee etwas Sonnenschein. Nach Nordosten hielten sich noch dichte Wolken mit etwas Regen, die im weiteren Tagesverlauf nach Nordosten zogen. Gleichzeitig breiteten sich dichte Wolken mit Regen von der westlichen Ostsee langsam zur Zentralen Ostsee aus. Im Nordosten blieb es bis zum Abend noch weitgehend trocken. Die Sichten waren meist gut, lediglich in den Regengebieten sanken sie auf 2 bis 4 km.

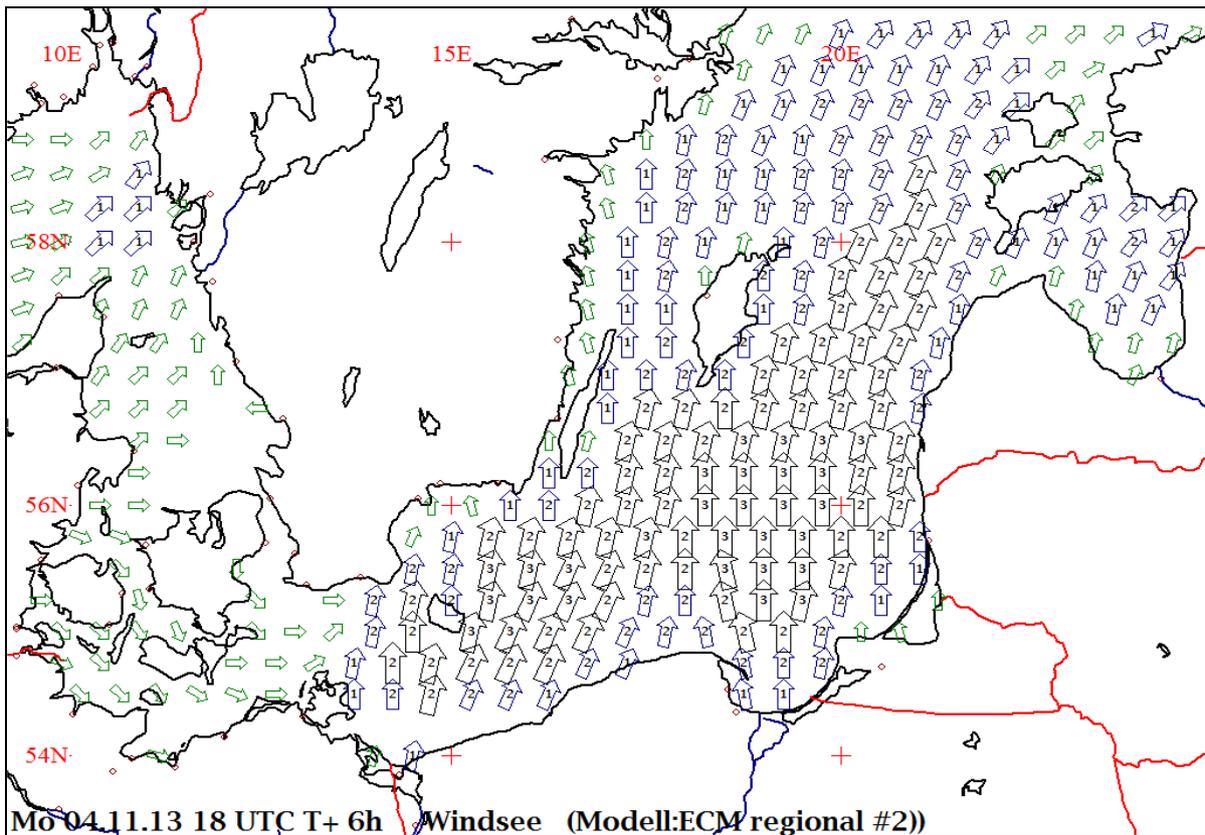


Abbildung 12: Windseevorhersage des globalen ECMWF-Modells für den 04.11.13, 18:00 UTC

3.2.4.4 Wetterlage am 5. November 2013 17:00 MEZ

Abbildung 13 zeigt Tief ‚GODEHARD 1‘ mit einem Kerndruck von 975 hPa und Tief ‚HORST‘ mit einem Kerndruck von 970 hPa. Das erst genannte Tief zieht bis zum Abend nach Südfinnland, während Tief ‚HORST‘ im Raum südwestlich von Island verbleibt. Dabei strömt kältere Luft in die Region, die kurzzeitig unter den Einfluss eines Zwischenhochkeils gerät, so dass eine leichte Wetterberuhigung einsetzt. Gleichzeitig erstreckt sich ein Ausläufer von Tief ‚HORST‘ in die westliche Nordsee. An diesem bildet sich im Raum Dover ein Randtief, das nachfolgend über die Nordsee zog.

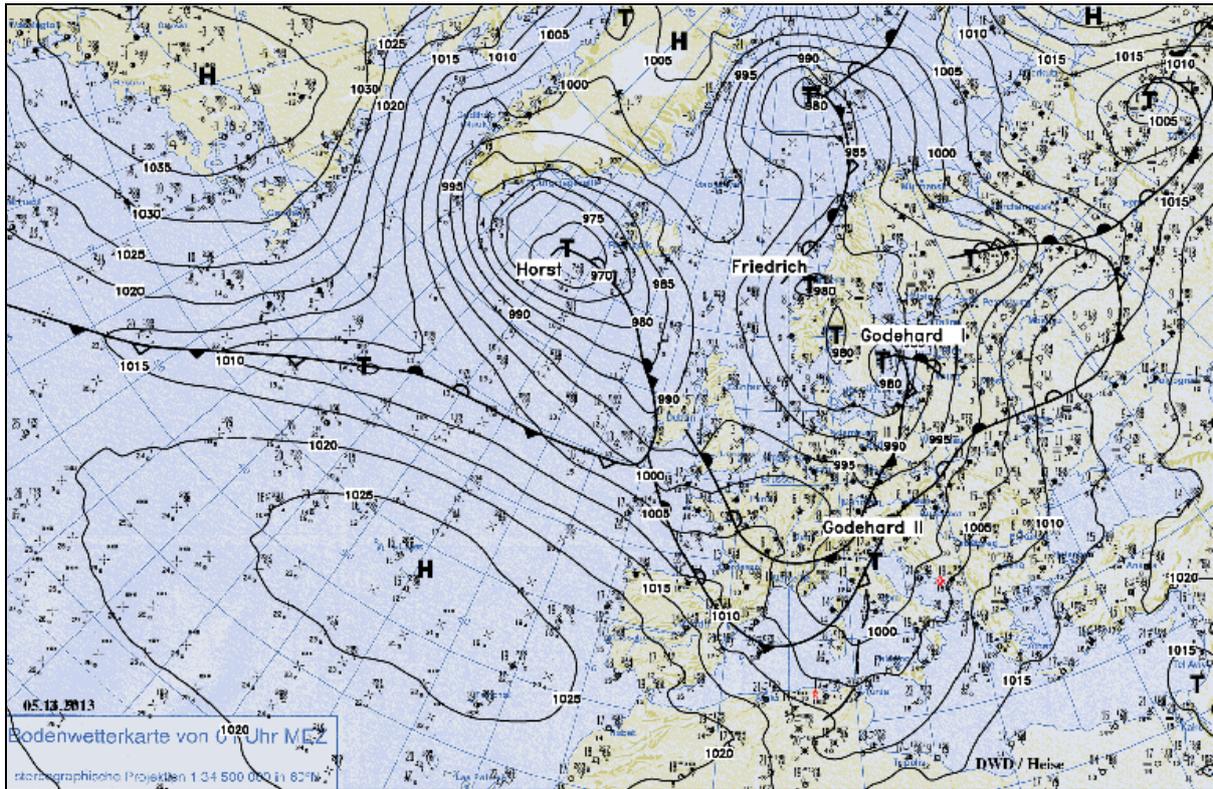


Abbildung 13: Wetterkarte

Wind:

Der Wind wehte im Bereich der Kieler Förde zum Unfallzeitpunkt aus Südwest, später aus Süd. In Kiel wurden 8 bis 10 Knoten (Bft 3 bis 4) gemessen, dagegen nahm der Wind über dem offenen Wasser etwas zu. Aus den Daten der Umgebung ergeben sich für den Bereich der offenen Kieler Förde 14 bis 16 Knoten (Bft 4 bis 5). Dabei traten verbreitet Böen von 25 bis etwa 30 Knoten (Bft 6 bis 7) auf.

Wetter und Sicht:

Zunächst schien am Vormittag des 5.11.13 noch ein wenig die Sonne, doch zum Unfallzeitpunkt war es meist stark bewölkt, Niederschlag fiel noch nicht. Regen kündigte sich bereits über Niedersachsen an, der zum Tief bei Dover gehörte. Die Sichtweite lag meist bei 20 bis 30 km.

Temperatur:

Die Lufttemperatur lag bei 8 bis 9 Grad. Dazu wurden Wassertemperaturen von 11 Grad gemessen.

Strömung:

Die Strömungsgeschwindigkeiten im Unfallgebiet lagen in der Schicht zwischen 0 und 5 m Wassertiefe zur Schadenszeit bei 0,1 bis 0,2 Knoten aus Westsüdwest.

3.2.5 Stabilitätsgutachten

Die BSU beauftragte das Institut für Entwerfen von Schiffen und Schiffssicherheit der TU Hamburg-Harburg (TUHH), durch theoretische Berechnungen den Unfallablauf zu erklären. Das erstellte Gutachten wird im Folgenden, redaktionell überarbeitet, dargestellt:

3.2.5.1 Schiff, Rumpfform und Beladungszustand

Der Mehrzweckfrachter MS ROSEBURG wurde im Jahre 1990 als MV BALTICBORG von der Schiffswerft FERUS SMIT B.V. in Hoogezand als Bau.-Nr. 257 abgeliefert. Das Rufzeichen des Schiffes lautet V2PS2. Die MS ROSEBURG ist bei Lloyd's Register, Rotterdam, klassifiziert. Das Schiff ist für Holz- und Getreideladung konzipiert und hat ein zulässiges Deadweight von 3005 t. Zum Unfallzeitpunkt war das Schiff in St. John's registriert.

Die Hauptabmessungen der MS ROSEBURG nach den vorliegenden Unterlagen lauten wie folgt:

Länge über Alles	: 78.00 m
Breite auf Spanten	: 12.50 m
Tiefgang auf Sommerfreibord	: 4.953 m
Seitenhöhe Freiborddeck	: 6.600 m

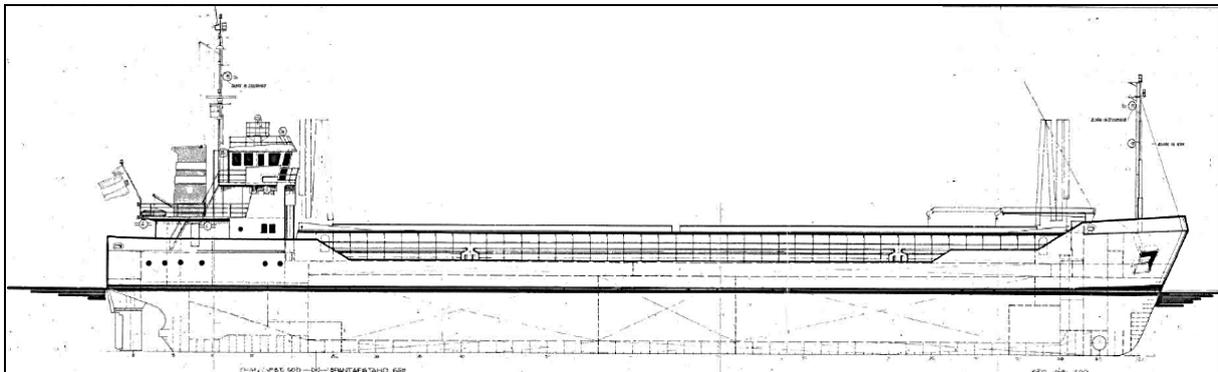


Abbildung 14: Seitenansicht des Schiffes MS ROSEBURG

Seitens der BSU wurden der Generalplan und das Stabilitätshandbuch des Schiffes vorgelegt, diese Daten wurde in die an unserem Institut vorhandene Berechnungssoftware E4 übernommen. Daraus wurde ein Berechnungsmodell für die relevanten schiffstheoretischen Fragestellungen generiert. Die folgende Abbildung zeigt das aus den vorgelegten Unterlagen generierte Rechenmodell von MS ROSEBURG:

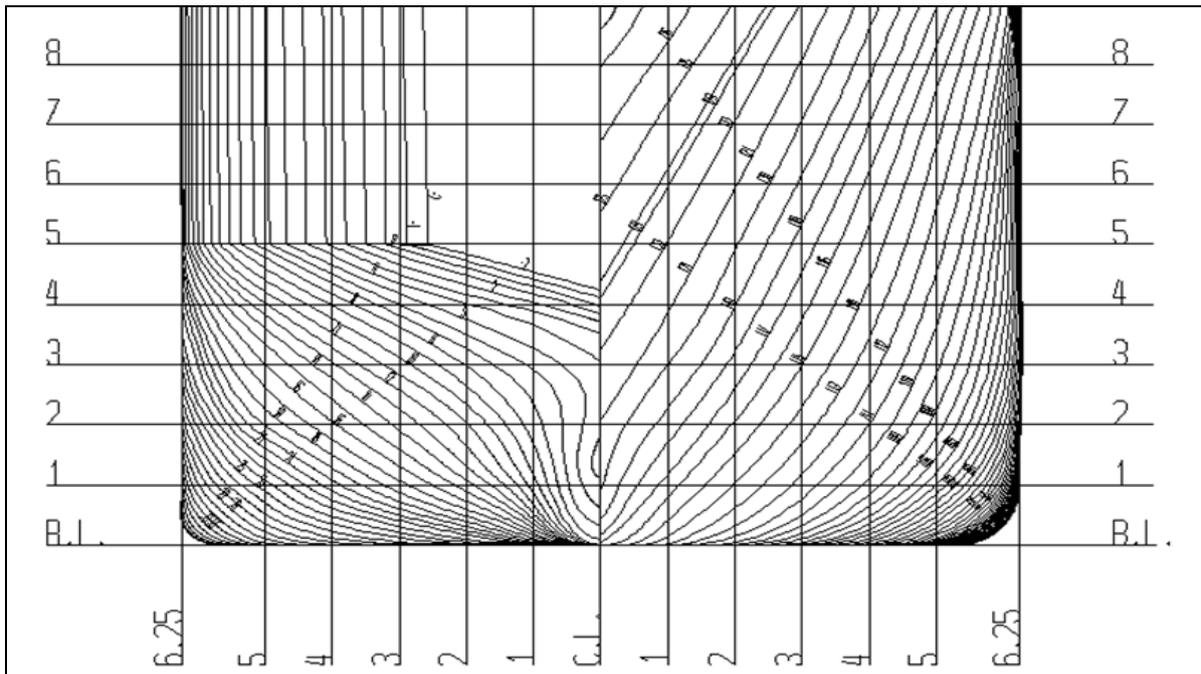


Abbildung 15: Spantriss der MS ROSEBURG nach Umbau

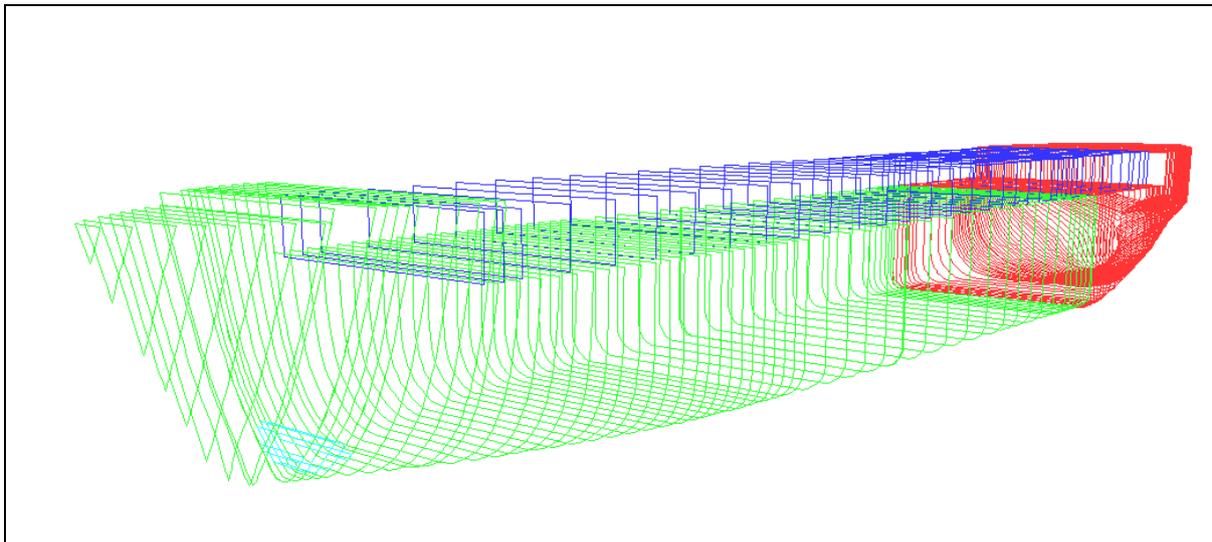


Abbildung 16: Berechnungsmodell für MS ROSEBURG.

Das Berechnungsmodell setzt sich aus der Vor- und Hinterschiffsgeometrie bis zu einer Höhe von 8.8 m (Höhe Lukendeckel) zusammen, wobei der Schergang nicht zum Auftrieb beiträgt. Das Deckshaus wird nicht berücksichtigt, da dieses erst bei einem Krängungswinkel von mehr als 45 Grad zu Wasser kommt und für die Unfalluntersuchung somit nicht relevant ist.

3.2.5.2 Referenz Ladefall aus dem Stabilitätsbuch

Zur Kontrolle haben wir den Ladefall „Timber length packages Departure“ aus dem Stabilitätshandbuch nachvollzogen, um einen Vergleich zwischen den berechneten und gegebenen hydrostatischen Kennwerten und Gewichtsschwerpunkten durchzuführen. Dabei kommen wir nahezu auf identische Werte der Gleichgewichtslage. Im Einzelnen ergab sich für den genannten Ladefall nach unseren Berechnungen sowie dem Stabilitätsbuch:

„Timber length packages Departure“ der MS ROSEBURG.

	TUHH	Stab.Buch
Verdrängung	4037,000 t	4037,070 t
Tiefgang am hinteren Lot	4,923 m	4,928 m
Tiefgang am vorderen Lot	4,949 m	4,950 m
LCG v. HL	39,742 m	39,739 m
VCG ü. Basis	4,922 m	4,931 m
GM	0,449 m	0,454 m
GG'	0,030 m	0,038 m

Abbildung 17: Vergleich der hydrostatischen Kennwerte für den Ladefall

Die Werte sind praktisch gleich, so dass davon ausgegangen werden muss, dass unser Modell die Verhältnisse korrekt wiedergibt.

3.2.5.3 Ladefall bei Abfahrt aus Riga

Zu dem Beladungszustand, mit dem die MS ROSEBURG den Hafen in Riga verlassen hat, liegt ein Ausdruck des Bordrechners vor (Abbildung 18). Dieser wurde durch den Besichtigter an Bord sichergestellt.

Az.: 342/13

M.v. "Roseburg" trim and stability									
VOY NR 33/13		from: Riga		to:		Borrow have CARGO: Sawm timber in packages			
DEPARTURE 02.11.2013		dockwater= 1		b		2232 mts			
						2440 packs - 3068,827,00 cbm			
Designation	Volume	Weight	LCG	P*LCG	VCG	P*VCG	IB*	gamma	status
Light ship		1032,880	35,87	37049,4	4,85	5112,6			
Ballast water	gamma = 1,000								
No.1 F.P.	0,089	64,27	0,09	0,09	75,30	6,7	4,25	0,4	38,0
No.2 Decptank	0,91	76,33	0,91	0,91	71,93	65,5	3,65	3,3	75,0
No.27 DB Tank 1 s	2,892	68,26	68,26	68,26	64,35	4392,5	0,34	36,9	0,0
No.28 DB Tank 1 p	2,892	68,26	68,26	68,26	64,35	4392,5	0,54	36,9	0,0
No.29 DB Tank 2 s	3,687	76,97	76,97	76,97	45,30	3563,7	0,46	35,1	0,0
No.30 DB Tank 2 p	3,687	76,97	76,97	76,97	45,30	3563,7	0,46	35,4	0,0
No.31 DB Tank 2 c	4,266	76,80	76,80	76,80	46,30	3555,8	0,45	34,6	0,0
No.32 DB Tank 3 s	2,833	67,61	67,61	67,61	25,44	1720,0	0,47	31,8	0,0
No.33 DB Tank 3 p	2,833	67,61	67,61	67,61	25,44	1720,0	0,47	31,8	120,0
No.35 DB Tank 4 c	2,620	51,72	51,72	51,72	20,00	1034,4	0,46	23,8	75,0
No.51 Lower Wing 1 s	1,299	100,67	1,30	1,30	56,36	73,7	3,40	4,4	76,0
No.52 Lower Wing 1 p	1,299	100,67	1,30	1,30	56,36	73,7	3,40	4,4	26,0
No.55 Lower Wing 3 s	1,241	99,57	1,24	1,24	24,65	30,6	3,41	4,2	26,0
No.56 Lower Wing 3 p	1,241	99,57	1,24	1,24	24,65	30,6	3,41	4,2	56,0
No82 AP	0,052	11,63	0,05	0,05	-0,47	0,0	4,80	0,2	56,0
No83 Tunnel tank	3,047	26,63	3,05	3,05	2,72	8,3	3,77	11,5	264,0
Total		1133,54		563,38	43,01	24231	0,53	299	813,0

Fuel Oil*	cbm	gamma =	Weight	LCG	Mx	VCG	Mz	GRAND TOTAL
No. 5 Fuel oil Fo/cle	1,39	1,1	1,00	74,55	74,0	7,63	3,0	0,0
No.53 st. Lower Wingtank	49,04	5,0	18,00	40,45	728,1	3,34	60,1	22,0
No.54 p. Lower Wingtank	49,04	5,0	17,00	40,45	687,7	3,34	56,8	22,0
No.77 Wingtank E.R. aft	31,14	0,0	0,00	6,64	0,0	4,15	0,0	8,0
No.78 Wingtank E.R. aft	31,14	2,5	4,50	6,64	28,9	4,15	18,7	2,0
No.79 Wingtank E.R. fwd	5,87	2,0	4,00	11,83	47,3	3,97	15,9	6,0
Gas oil total	167,5		44,50		1567,5		194,8	60,0

Lub.oil	gamma =	Weight	LCG	Mx	VCG	Mz		
No.80 ME oil tank	0,890	5,9	0,500	1,23	9,31	11,5	2,43	3,0
No.81 Dirty oil tank		5,8	0,500	0,45				
No.85 Oil tank aux.eng.		1,6	0,200	0,18				
Fresh Water	gamma = 1,000							
No.34 DB Tank 4 c		27,1	27,0	16,00	13,75	220,0	3,73	59,7
Const.		29,0	29,00	10,00	290,0	6,30	182,7	
Total FW/stors			46,85		510,0		242,4	4,0

CARGO	sf	0,66 t/m3	weight	LCG	Mx	VCG	Mz	GRAND TOTAL
GenCargo Deck		0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
GenCargo Hold		2151,000	0,0	30,00	0	9,00	0	
TOTAL		2232 Tons	2232,00	90642	11149	Disc 3920,8	4018,9	

	cbm	cbft	weight	LCG	Mx	VCG	Mz
Deck	609,876	0,000	0,000	0,0	0,00	0	0,00
		0,000	0,000	0,0	35,60	0	10,80
		0,000	0,000	87,0	31,00	2697	9,80
Hold	2458,981	42557	2151,000	2145,0	41,00	87945	4,80
		160378				10296	

phi	10*	20*	30*	40*	50*	60*
sin phi	0,174	0,342	0,500	0,642	0,766	0,866
Cross curve	0,941	1,857	2,687	3,532	4,190	4,530
KG* sin phi	0,792	1,556	2,275	2,921	3,485	3,940
h=hk-KGsinphi	0,149	0,301	0,412	0,61	0,711	0,590
surma li	0,149	0,600	1,314	2,337	3,659	4,960
0,0873xsum h	0,013	0,052	0,115	0,204	0,319	0,433

* - storage on arrival to discharging port

Abbildung 18: Ausdruck des Bordrechners bei Abfahrt der MS ROSEBURG

Bei dem Ladefall des Bordrechners hat das Schiff ein Deadweight von 2886 t, was unterhalb des zulässigen Deadweights von 3005 t liegt. Die zugehörige Hebelarmkurve ist in Abbildung 19 dargestellt. In diesem Zustand hat das Schiff eine ausreichende Stabilität. Die geltenden Intaktstabilitätskriterien werden eingehalten. Die Tiefgänge bei Anfahrt betragen nach Angaben des Bordrechners sowie unserer

eigenen Berechnungen hinten 5.00 m und vorne 4.90 m, der mittlere Tiefgang also 4.95 m. Danach wäre das Schiff gerade nicht überladen gewesen, denn der maximal zulässige Tiefgang hätte 4.953m betragen.

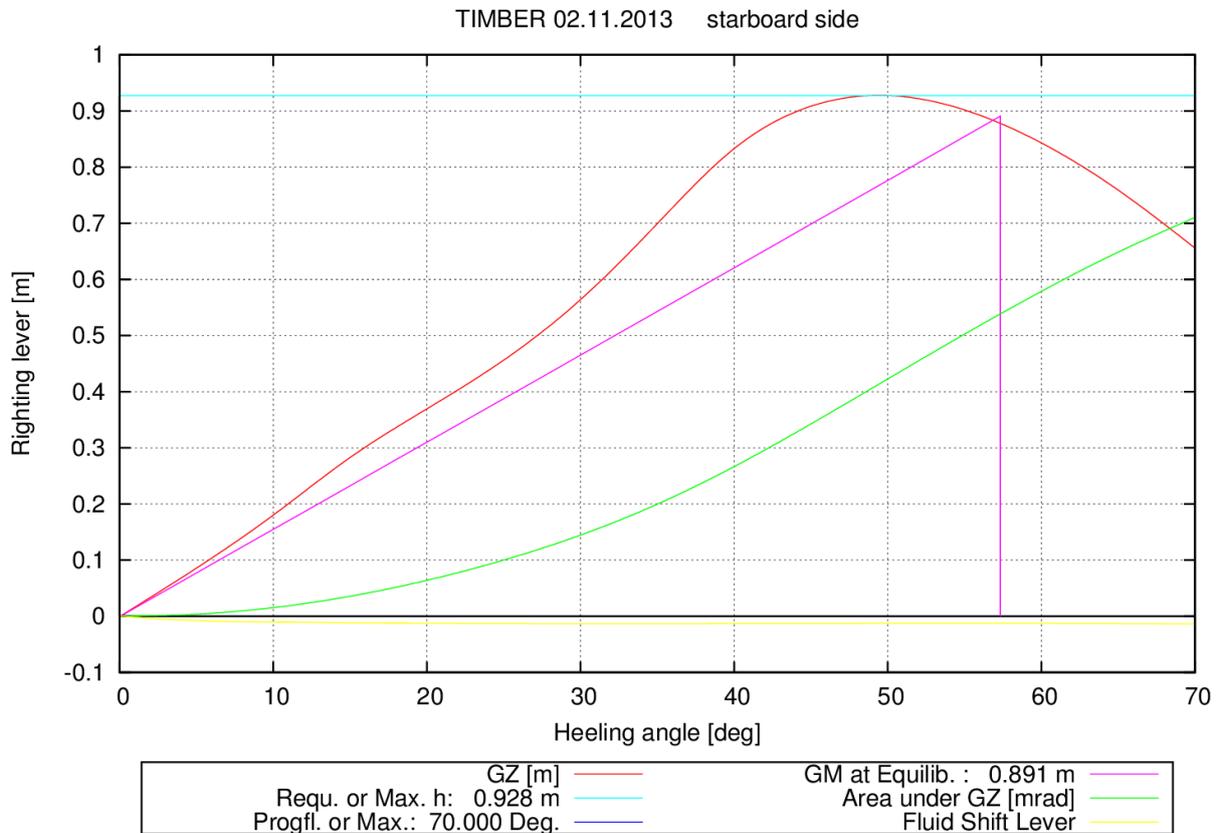


Abbildung 19: Hebelarmkurve für den Abfahrtszustand aus Riga

Bei den Angaben des Bordrechners zur Deckslast ist auffällig, dass diese nur mit einem Volumen, nicht aber mit einer Masse und Schwerpunkt angegeben ist. Aus den Unterlagen geht weiterhin hervor, dass die Deckslast in der für den **Laderaum** angegebenen Masse enthalten ist. Der zugehörige **Schwerpunkt** wurde aber **nicht für die Deckslast angepasst**. Der Schwerpunkt der Holzladung wird in dem Ladefall mit 4.8 m angegeben, das kann auf keinen Fall stimmen, weil ja noch Decksladung auf den Luken gestaut wurde. Die Schwerpunktsangabe der Ladung im Abfahrtsladefall ist daher auf jeden Fall falsch.

Daher haben wir eine neue Berechnung mit einem nun korrigierten Schwerpunkt für die Holzladung durchgeführt. Dabei werden zunächst 1845 t im Laderaum und 300 t auf Deck gefahren, dadurch reduziert sich die Anfangsstabilität des Schiffes von 0.891 m auf 0.412 m, vgl. dazu Abbildung 20 bzw. Abbildung 21. Auch unter diesen Annahmen erfüllt das Schiff nach unseren Berechnungen noch die geltenden Intakstabilitätskriterien, vgl. Abb. 21.

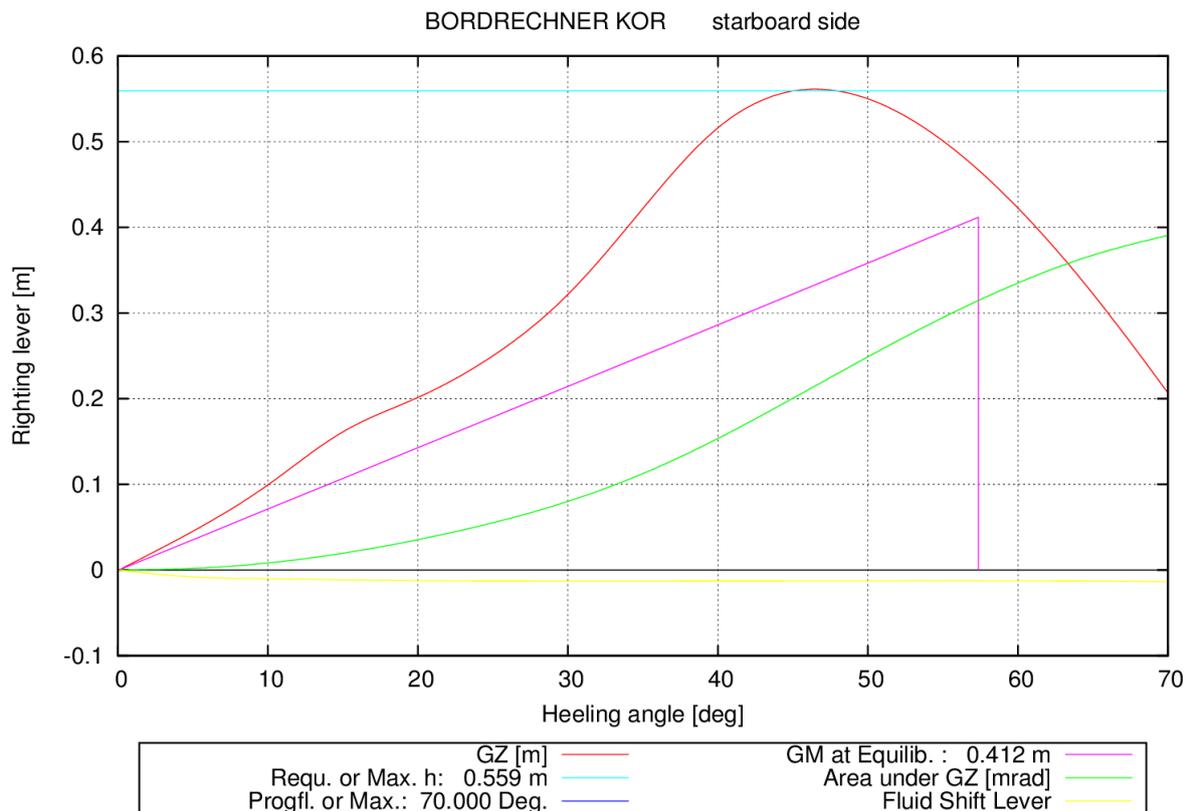


Abbildung 20: Hebelarmkurve für den Abfahrtszustand aus Riga nach Angaben des Bordrechners am 02.11.2013 mit für die Deckslast korrigiertem Schwerpunkt.

3.2.5.4 Ladefall Ende der Reise nach Reedereiangabe

Weiterhin hat die Reederei auf Nachfrage einen zusätzlichen Beladungszustand erstellt (Abbildung 22), der dem Zustand der Beladung bei **Ankunft** in der Kieler Bucht entsprochen haben soll. Diesen Ladefall haben wir ebenfalls untersucht. Er wurde nicht vom Besichtigter an Bord sichergestellt, sondern er ist von der Reederei später erzeugt worden.

Dabei ergibt sich, dass die angegebene Gesamtmasse der Holzladung von 2555 t bei diesem Ladefall der Reederei um 323 t größer als die Angabe des Bordrechners mit 2232 t ist. Die Angaben der Schwerpunkte sind hierbei sinnvoll und entsprechen den Werten des Vergleichsladefalles aus dem Stabilitätshandbuch. Danach hätte das Schiff aber ca. 323 t Deckslast mehr gefahren als nach dem Ladungsrechnerausdruck bei Antritt der Reise.

Als weiterer Unterschied zum Ladefall des Bordrechners fällt auf, dass die Ballastwassermenge nun nur noch 250 t statt zuvor 563 t beträgt. Die Differenz an Ballastwasser fehlt in den Doppelbodentanks. In diesem Ladefall betragen die Tiefgänge hinten 5.18 m und vorne 4.90 m. Der mittlere Tiefgang beträgt dann 5.04 m, das Schiff wäre also formal knapp überladen gewesen.

Die zusätzliche Decksladung und das Fortlassen des Ballastwassers haben aber gravierende Konsequenzen auf die Stabilität, wie Abb. 21 zeigt. Die geltenden

Intakstabilitätskriterien werden für diesen Ladezustand des Schiffes eindeutig nicht mehr eingehalten.

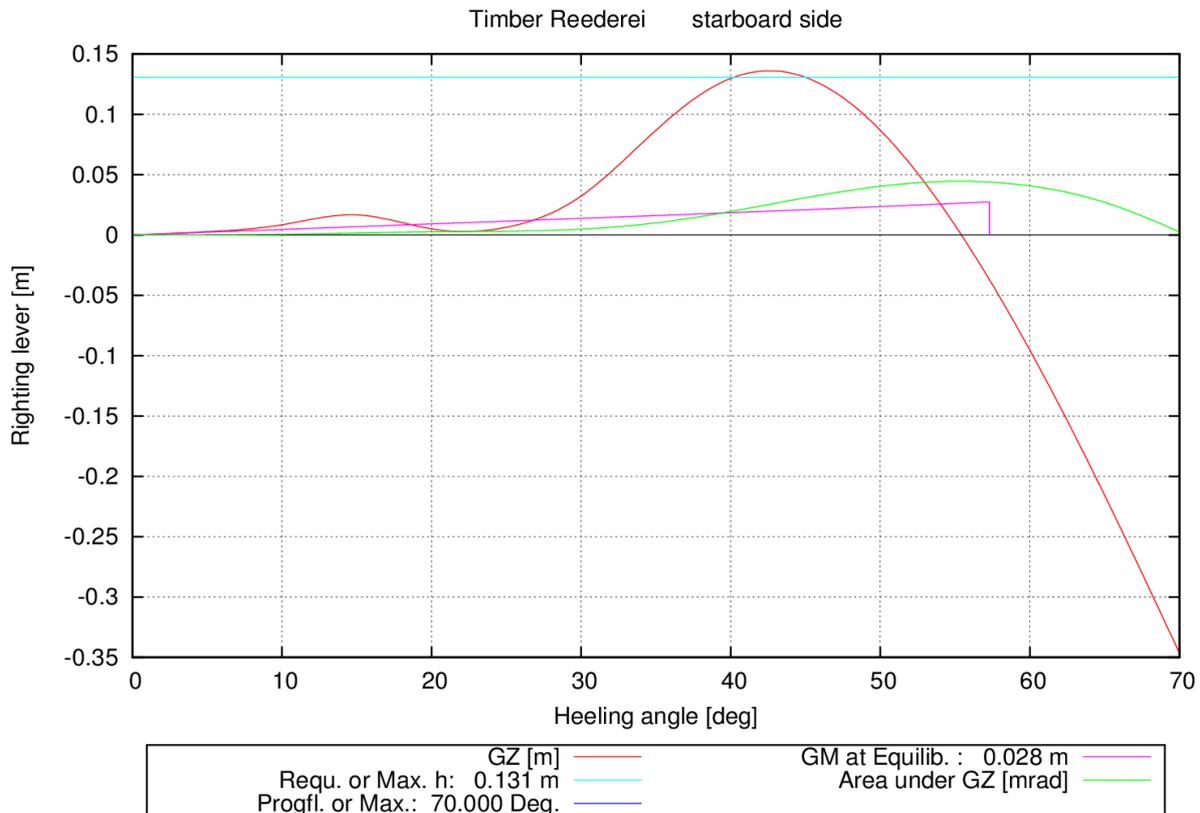


Abbildung 21: Hebelarmkurve für Ladefall der MS ROSEBURG nach Angaben der Reederei von Riga nach Barrow Haven.

Es ist nun sehr wahrscheinlich, dass der Stabilitätszustand wie in Abbildung 21 gezeigt, zu dem beobachteten Unfallverlauf geführt hat: Das Schiff hat eine gerade noch vorhandene positive Anfangsstabilität, aber bereits sehr geringe krängende Momente führen dazu, dass das erste lokale Maximum überschritten wird und sich dann eine Gleichgewichtslage von ca. 20 Grad einstellen würde. Wenn jetzt die Decksladung ins Rutschen kommt oder über Bord geht, würde sich das Schiff weiter neigen. Wenn ausreichend Decksladung über Bord gegangen ist, wird das Schiff stabiler, richtet sich dann teilweise wieder auf und bleibt schließlich in einer geneigten Lage liegen.

Daher nehmen wir aufgrund des Unfallablaufes als gegeben an, dass das Schiff etwa einen Stabilitätszustand gehabt haben muss, der dem von der Reederei angegeben Zustand entsprochen haben muss, anders ist der Unfallablauf technisch nicht darstellbar. Das wird auch durch die weiteren Untersuchungen deutlich.

Unklar bleibt, weshalb in der Stabilitätsbewertung dieses Zustandes durch die Reederei nicht aufgefallen ist, dass die Stabilität auf keinen Fall ausreichend war.

<i>m/v ROSEBURG</i>		<i>Voyage 39/13</i>				
Расчёт статической остойчивости						
<i>Voyage: Riga - Barrow haven - Guinness</i>				02.11.13		
<i>Cargo: Sawn Timber + Cable reels - 2555,957 mt, 3068,827 m³</i>				<i>Dfore= 4,9 m Daft= 5,18 m</i>		
Item	Weight,t(P)	LCG,m	VCG,m	P*LCG,t/m	P*VCG,t/m	FSM tm
Light ship	1032,88	35,87	4,97	37049,406	5133,414	
Crew and stores	5,00	5,00	5,50	25,000	27,500	
Constant	113,00	35,87	4,97	4053,310	561,610	
Fresh Water Tank						
34DBTank 3 Centr	21,00	31,35	0,38	658,350	7,980	33,16
M.D.O. Tanks(0,85 t/cbm)						
6 Fuel Oil tank Forecs.	0,00	74,55	7,05	0,000	0,000	
53 Lower Wingtank s/s	20,95	40,45	2,27	847,428	47,557	0,42
54 Lower Wingtank p/s	20,95	40,45	2,27	847,428	47,557	0,42
77 Sett1 E.R.aft p/s	0,00	6,64	4,15	0,000	0,000	
78 Sett1 E.R.aft s/s	0,00	6,64	4,15	0,000	0,000	
79Daily E.R.fwd p/s	5,60	11,83	4,99	66,248	27,944	0,12
Total:	47,50			1761,104	123,058	
Miscellaneous(0,92t/cbm)						
76 DBtank E.R.sewage	5,00	10,34	0,12	51,700	0,600	21,06
80Wing ER fwd Luboil	1,67	12,19	0,12	20,357	0,200	2,14
81 WingDirty oil tank p/s	0,00	12,03	1,91	0,000	0,000	
85Wing ER fwd Luboil	0,00	12,30	1,83	0,000	0,000	
Total:	6,67			72,057	0,800	
Ballast						
1 Fore peak	0,000	75,30	4,25	0,00	0,000	
2 Deep tank1	0,000	71,93	3,65	0,00	0,000	
27 DB tank1 s/s	0,000	64,35	0,54	0,00	0,000	
28 DB tank1 p/s	0,000	64,35	0,54	0,00	0,000	
29 DB tank2 s/s	0,000	46,30	0,46	0,00	0,000	
30 DB tank2 p/s	0,000	46,30	0,46	0,00	0,000	
31 DB tank2 center	76,800	46,30	0,45	3555,84	34,560	113,63
32 DB tank3 s/s	67,710	25,44	0,47	1722,54	31,824	119,98
33 DB tank3 p/s	67,710	25,44	0,47	1722,54	31,824	119,98
35 DB tank4 center	0,000	20,00	0,46	0,00	0,000	0,00
51 Lower Wingtank s/s	0,000	56,36	3,40	0,00	0,000	
52 Lower Wingtank p/s	0,000	56,36	3,40	0,00	0,000	
55 Lower Wingtank s/s	0,000	24,65	1,74	0,00	0,000	
56 Lower Wingtank p/s	0,000	24,65	1,74	0,00	0,000	
82 Afterpeak	11,630	-0,47	4,80	-5,47	55,824	53,48
83 Tunneltank	26,630	2,72	3,77	72,43	100,395	18,51
Total:	250,480			7067,88	254,427	
TOTAL SHIP:	1476,53			50687,11	6108,789	
Cargo holds						
Hold	1959,401	41,71	4,85	81726,62	9503,095	
Hatchcover	348,556	41,75	10,27	14552,21	3579,670	
	248,000	41,75	9,77	10354,00	2422,960	
				0,00	0,000	
Cargo:	2555,957			106632,83	15505,725	
Displacement	4032,49	39,013	5,360	157319,94	21614,514	482,90
GG' correction	0,12					
				Chief m		
				Master		

Abbildung 22: Ausdruck der Reederei zum Beladungszustand der MS ROSEBURG

3.2.5.5 Zur Decksbeladung der MS ROSEBURG

Aufgrund der Unstimmigkeiten über die Holzladung zwischen Angaben des Bordrechners und der Reederei ist das Heranziehen des Beladungsplans für den Beladungszustand des Schiffes von entscheidender Bedeutung. In Abbildung 23 ist der Beladungsplan dargestellt. Beim Vergleich der Unterlagen des Beladungsplans und den Angaben des Bordrechners kann zunächst festgehalten werden, dass hierbei keine Abweichung voneinander vorhanden ist. Die Decksladung wird auch hier bereits bei den Angaben der Ladung im Laderaum berücksichtigt. Dadurch wurde, wie zuvor festgestellt, der Schwerpunkt bei Abfahrt des Schiffes nicht korrekt berücksichtigt.

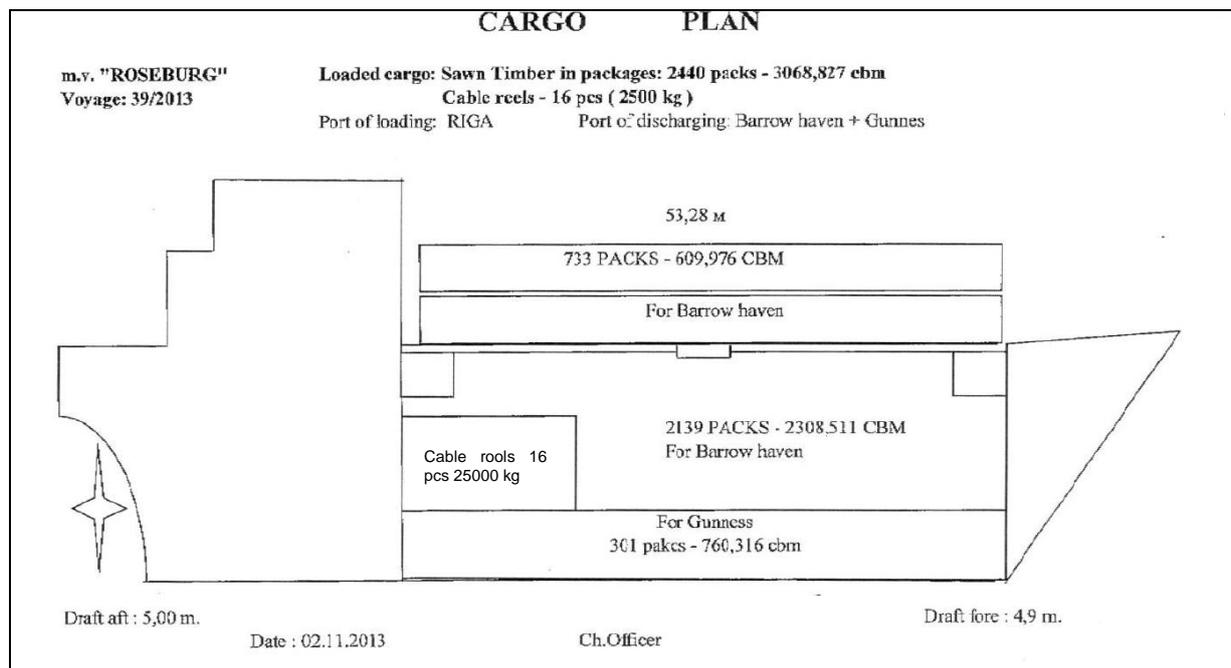


Abbildung 23: Beladungsplan der MS ROSEBURG bei der Überfahrt von Riga nach Borrow Haven

Aus den Unterlagen der BSU geht hervor, dass die Wasserschutzpolizei den Ladungsverlust mit etwa 700 Paketen Holz angegeben hat. Laut den Zeugenaussagen sind jedoch maximal 75 Prozent der Ladung über Bord gegangen. Daraus ergibt sich rechnerisch, dass dann mindestens 933 Pakete Holz auf dem Deck transportiert worden wären. Den Angaben des Beladungsplanes nach waren es jedoch nur 733 Pakete. Weiterhin gibt der verantwortliche Makler der Firma Sartori & Berger an, dass Holz mit einer Masse um 750 bis 800 t aus dem Wasser geborgen wurde. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass sich das geborgene Holz mit Wasser vollgesogen hat und damit etwa 1.7mal schwerer war als trockenes Holz, ergibt sich daraus ein Ladungsverlust von 440 bis 470 t. Wenn man nun wieder davon ausgeht, dass diese Masse der verlorenen Decksladung von etwa 75 Prozent entspricht, ergibt sich eine gesamte Decksladung von 587 bis 626 t. Die Größenordnung dieser Werte passt zu der angegebenen Masse der Decksbeladung vom Ladefall der Reederei mit 596 t.

Nach dem Beladungsplan (Abbildung 23) wird auf dem Deck ein Holzvolumen von 609 m³ angegeben. Das entspricht etwa einer Masse von 300 t. Daraus und aus den

obigen Überlegungen folgt unmittelbar, dass der Ladefallausdruck des Bordrechners nicht die gesamte Holzladung berücksichtigt haben kann, denn es fehlen etwa 300 t, die das Schiff zusätzlich auf Deck gefahren haben muss.

Daraus ergibt sich nun, dass das Schiff bei Antritt der Reise **überladen** gewesen sein muss, wenn die zusätzlich noch angegebene Menge an Ballastwasser mitgenommen worden wäre. Denn auch mit teilweise gelenzten Ballastwassertanks beim Einlaufen in die Kieler Förde war das Schiff noch knapp überladen. Es ist nämlich unwahrscheinlich, dass das Schiff mit einem Stabilitätszustand entsprechend Abbildung 22 tatsächlich ausgelaufen ist, sonst wäre ein Stabilitätsunfall viel früher eingetreten.

Wir werden diese Annahme im Folgenden überprüfen und stellen dazu den wahrscheinlichsten Ladefall bei Abfahrt und bei der Ankunft des Schiffes zusammen. Im Folgenden wird der Ladefall bei Abfahrt um die fehlende Decksladung von 323 t korrigiert. Der zuvor nicht korrekt angegebene Schwerpunkt der ursprünglich erfassten Decksladung wird ebenfalls korrigiert. Die angegebene Beballastung wird unverändert angenommen.

3.2.5.6 Wahrscheinlichster Beladungszustand bei Abfahrt aus Riga

Aus den zuvor genannten Überlegungen ergibt sich, dass die Decksladung nicht korrekt angegeben war, und zwar sowohl bezüglich Schwerpunkt als auch Masse. Daher wird der Ladefall, der dem Ausdruck des Bordrechners entspricht, nach den vorangegangenen Untersuchungen korrigiert. Dieser Ladefall gilt dann als wahrscheinlichster Beladungszustand bei der Abfahrt aus Riga.

Zu den Korrekturen zählen der richtige Schwerpunkt des Holzvolumens auf Deck und die fehlende Masse. Als Abschätzung wird eine zusätzliche Deckslast von zusätzlich 320 t angenommen werden. Dieser Wert ergibt sich aus der Differenz der Angaben zur Holzladung von der Reederei und dem Bordrechner. Weiterhin wurde zuvor über die verlorene Ladung berechnet, dass etwa diese Masse an Holz in den Angaben des Bordrechners fehlt. Der zugehörige Höhenschwerpunkt wird mit 10.27 m entsprechend dem Wert des Vergleichsladefalls festgelegt.

Unter Berücksichtigung dieser Ladung ergibt sich nun ein Deadweight von 3206 t. Das bedeutet, dass in diesem Beladungszustand das zulässige Deadweight der ROSEBURG von 3005 t um 201 t überschritten wurde, das Schiff war unter diesen Annahmen überladen. Die Tiefgänge betragen dann hinten 5.524 m und vorne 4.985 m, woraus sich ein mittlerer Tiefgang von 5.255 m ergibt. Der zulässige Tiefgang beträgt aber lediglich 4.953 m.

In Abbildung 24 ist die zugehörige Hebelarmkurve dargestellt. In diesem Zustand werden die geltenden Intaktstabilitätskriterien nicht eingehalten.

Folgende Kriterien werden nicht eingehalten:

- Der Hebel bei 30 Grad beträgt 0.18 m anstelle von 0.20 m
- Die Fläche bis 30 Grad beträgt nur 43 mm rad anstelle von 55 mm rad
- Die Fläche bis 40 Grad beträgt nur 85 mm rad anstelle von 90 mm rad

Damit hätte das Schiff die Reise auch aus Stabilitätsgründen **nicht antreten dürfen**.

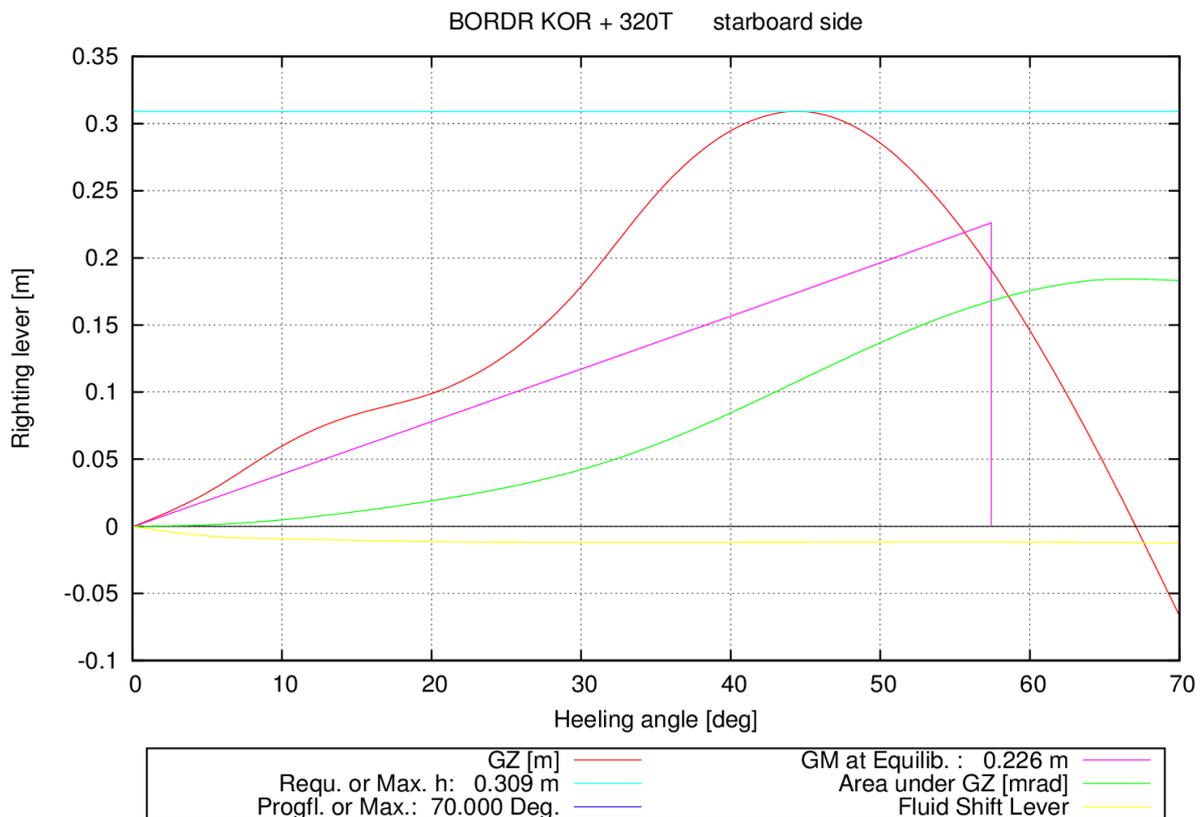


Abbildung 24: Hebelarmkurve für den Abfahrtszustand aus Riga nach unseren Berechnungen.

Nach dem zum Vergleich heranzuziehenden Ladefall des Stabilitätshandbuches (Timber lenght packages Departure) hätte das Schiff wie folgt beladen werden müssen, um alle Stabilitätsgrenzwerte einzuhalten und um gleichzeitig den maximalen Tiefgang nicht zu überschreiten:

Bezeichnung	M_{Stabbuch} [t]	M_{Ladefall} [t]	ZG_{Stabbuch} [m]	ZG_{Ladefall} [m]
Holz Laderaum	1694	1952	4.8	4.8
Holz Decksladung	532	600	10.46	10.69
Ballastwasser	564	563	0.49	0.49
Gesamtmasse	4037	4240	4.93	5.03

Man erkennt aus obiger Zusammenstellung, dass das Schiff mehr Verdrängung im Abfahrtszustand hatte bei einem um 10 cm höheren Schwerpunkt.

Im Folgenden wird jetzt durch dynamische Berechnungen des Rollverhaltens geprüft,

- ob sich der Unfall mit dem von uns ermittelten Stabilitätszustand so ereignet haben kann.
- ob das Schiff mit dem angenommenen wahrscheinlichsten Beladungsfall von Riga aus die Kieler Förde erreichen konnte, ohne dass es zu Ladungsverlusten oder sonstigen Stabilitätsbeeinträchtigungen gekommen wäre.

3.2.5.7 Dynamische Betrachtung der Rollbewegung zum Unfallzeitpunkt

Wir haben nun mittels einer dynamischen Berechnung der Rollbewegung zum Unfallzeitpunkt überprüft, ob der von uns ermittelte Stabilitätszustand zum Unfallzeitpunkt auch zum beobachteten Unfallverlauf führen konnte. Dazu haben wir ein Berechnungsmodell für Seegangsberechnungen erstellt und das Schiff im glatten Wasser frei rollen lassen, nachdem wir ein definiertes krängendes Moment aufgebracht haben. Abb. 25 zeigt dazu noch einmal die von uns ermittelte Hebelarmkurve im angenommenen Unfallzustand (die gleiche wie Abb. 21).

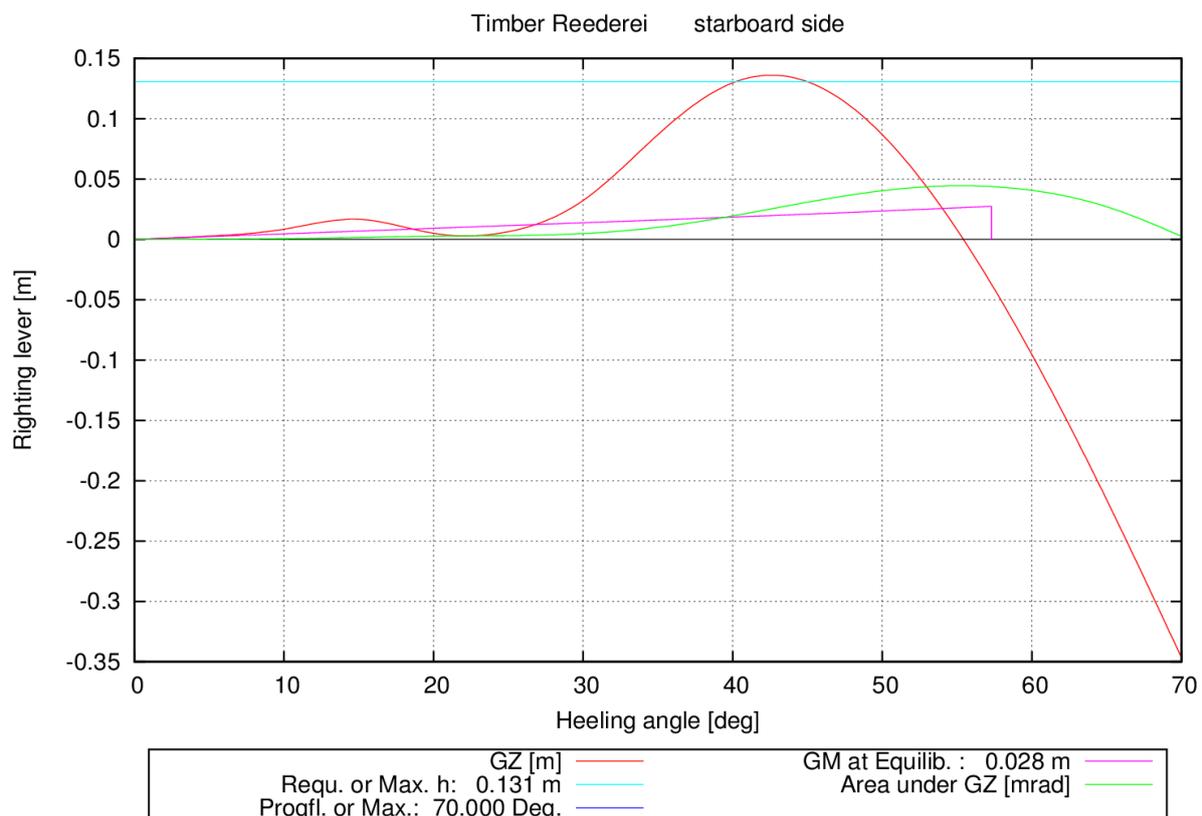


Abbildung 25: Hebelarmkurve für den wahrscheinlichen Unfallzustand

Darin erkennt man, dass sich das Schiff stabilitätsmäßig in einem Grenzzustand befindet: Ohne krängende Momente wird sich das Schiff in der aufrechten Lage halten können. Geringe krängende Momente führen zunächst dazu, dass das Schiff etwa um die aufrechte Lage schwingt. Dabei existiert ein krängendes Grenzmoment, bei dem das Schiff über die zunächst vorhandene positive Stabilität hinausrollt und dann eine Gleichgewichtslage um ca. 25 Grad einnimmt. Unter Ansatz dieses Stabilitätszustandes haben wir dieses Grenzmoment bestimmt, in dem wir ausgehend von der aufrechten Lage ein krängendes Moment aufgebracht haben. Damit haben wir dann die Rollbewegung des Schiffes berechnet. Als Ergebnis erhalten wir den maximal aufgetretenen Rollwinkel, die statische Endlage sowie die sich während der Rollbewegung ergebende maximale Beschleunigung. Das krängende Moment haben wir so aufgebracht, dass wir den Massenschwerpunkt des Schiffes transversal um d_{ycg} verschoben haben. Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

dycg [mm]	M_{kr} [mt]	Φ_{max} [Grad]	Φ_{stat} [Grad]	A_y [m/s²]
1	4	9.5	3.8	1.6
2	8	10.7	5.1	1.8
3	12	12.1	5.9	2.0
4	16	13.6	6.6	2.2
5	20	15.4	7	2.5
6	24	19.0	7.8	3.2
7	28	28.2	8.4	4.5
8	32	29.5	9	5.0
9	36	30.4	9.8	5.1
10	40	31.1	25.5	5.3
11	44	31.8	25.8	5.5

Die Ergebnisse bestätigen unsere vorher getroffenen Annahmen:

Bei Aufbringen geringer krängender Momente holt das Schiff zunächst mäßig über, die Beschleunigungen sind noch moderat. Ab einem krängenden Moment von 28 mt (7 mm laterale Schwerpunktsverschiebung) holt das Schiff dann stark über, weil das erste positive Stabilitätsniveau passiert wird. Das Schiff rollt dann aber wieder zurück und nimmt eine Gleichgewichtslage von 8.4 Grad ein, wenn die Ladung dabei nicht verrutscht. Dabei tritt eine Beschleunigung von 4.5 m/s² auf. Bei einem krängenden Moment von 40 mt (entsprechend 10 mm Schwerpunktsverschiebung) bleibt das Schiff dann bei 25 Grad statisch liegen. Die Beschleunigung nimmt dann aber nur noch mäßig zu, weil beim Überholen kein sehr viel größerer Krängungswinkel erreicht wird als vorher. Geht man davon aus, dass die Ladung ordnungsgemäß gesichert worden ist, dann entspräche die unter dem angenommenen krängenden Moment von 28 mt aufgetretene Rollbeschleunigung etwa den Belastungsannahmen für die Laschung. Es ist natürlich auch denkbar, dass die Laschung früher versagt hat, dann wäre das aufzubringende krängende Moment natürlich kleiner. Geht man von den Beobachtungen aus (erwähnt wird von den Zeugenaussagen eine statische Krängung von 10-15 Grad), dann hätte auch ein statisches Anfangsmoment von 20 mt ausgereicht, um den Unfall hervorzurufen, wenn bei einer Beschleunigung von 2.5 m/s² die Ladungssicherung versagt hätte. Wenn die Ladungssicherung versagt, dann richtet sich das Schiff natürlich nicht wie in unseren Berechnungen wieder auf, sondern neigt sich weiter.

Die Berechnungen zeigen aber eindeutig, dass der Unfall in jedem Fall unter dem angenommenen Stabilitätszustand genau so wie beobachtet abgelaufen wäre, wenn auf das Schiff ein krängendes Moment von mehr als 28 mt gewirkt hätte. Wir werden im Folgenden nun zeigen, dass ein solches Moment zum Unfallzeitpunkt mit hoher Wahrscheinlichkeit tatsächlich aufgetreten ist.

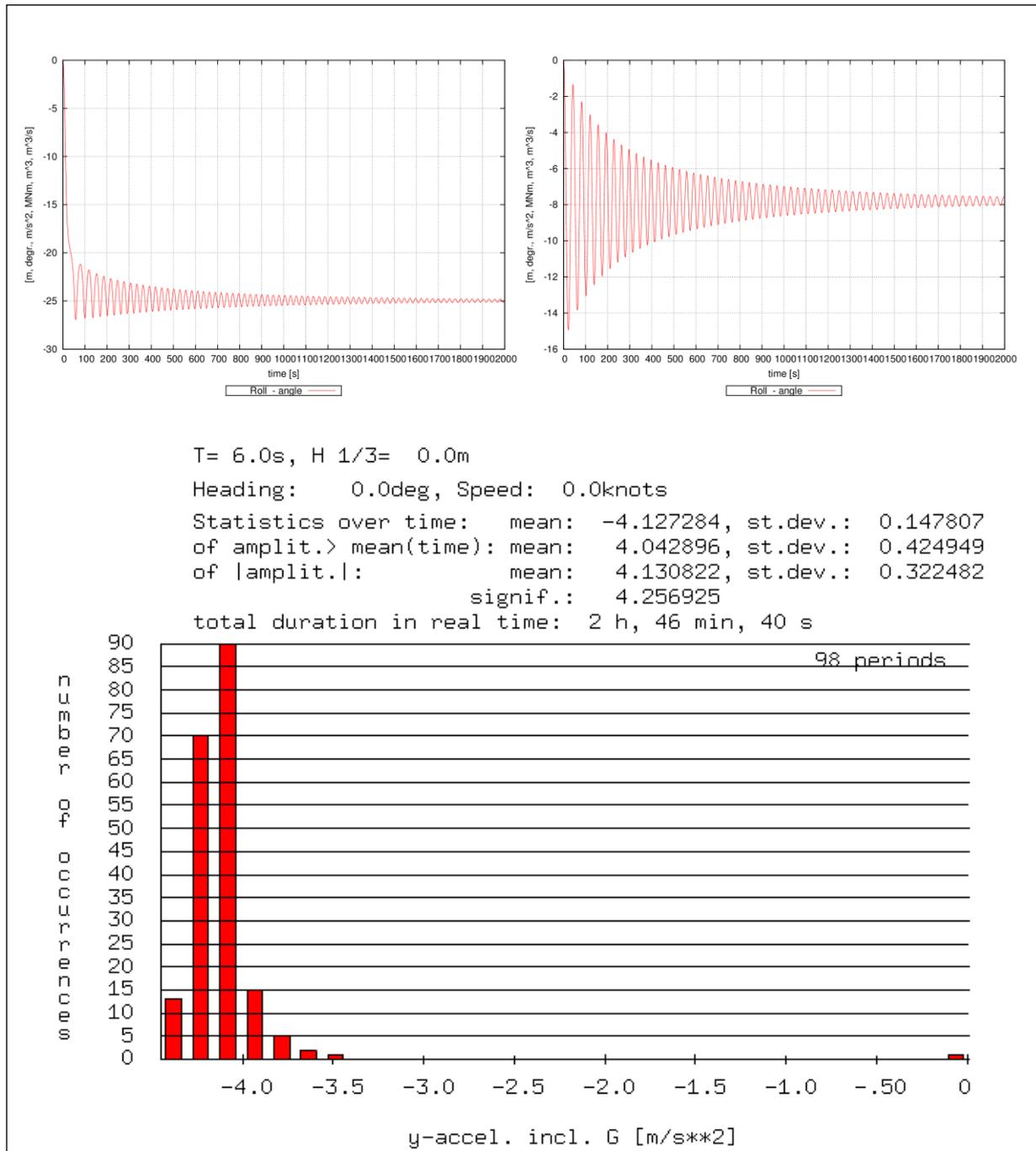


Abbildung 26: Berechneter zeitlicher Verlauf des Rollwinkels für ein krängendes Moment von 28 mt (oben links) sowie von 24 mt (oben rechts) sowie Histogramm der Querbeschleunigungen für ein krängendes Moment von 28 mt

Alle Informationen über den See- und Wetterzustand stammen aus dem durch die BSU beauftragten Wettergutachten des Deutschen Wetterdienstes für die Kieler Förde, das auf Messungen und Beobachtungen der umliegenden Stationen Leuchtturm Kiel, Brodersby, Hohwacht und Fehmarn beruht. Auch Schiffsmeldungen und Analysen von Satellitenbildern und Radiosondenaufstiege wurden berücksichtigt. Zum Unfallzeitpunkt wird die signifikante Wellenhöhe mit 0.5 m und

die Windstärke von 4 bis 5 BFT aus Richtung SSO angegeben, in Böen aber durchaus BFT 6-7. Eine Wellenperiode wird durch den DWD nicht angegeben.

Wir wollen zunächst das Windmoment auf das Schiff berechnen, auch weil die Besatzung ausgesagt hat, dass das Schiff von einer Windböe erfasst worden ist. Erschwerend wirkt sich dabei der Umstand aus, dass durch die zusätzliche Decksladung sowohl die Windlateralfäche des Schiffes vergrößert wird, als auch deren Schwerpunkt sich weiter nach oben verlagert. Wir haben die Windlateralfäche mit 490 m² ermittelt, deren Höhenschwerpunkt liegt bei 8.50 m über Basis, wenn das Schiff überhaupt keine Decksladung gehabt hätte. Mit Decksladung im Unfallzustand erhalten wir eine Windlateralfäche von 600 m² mit einem Schwerpunkt von 9 m über Basis, das ergibt einen Windhebelarm von 6.50 m, wenn der Unterwasserlateralschwerpunkt beim halben Tiefgang angenommen wird.

Daraus ergibt sich, dass das Grenzmoment von 28 mt allein durch seitlichen Winddruck erreicht wird, wenn die Windgeschwindigkeit 10.7 m/s beträgt. Das wäre bereits bei einer Windstärke von 5.5 Bft der Fall. Das Wettergutachten des DWD bestätigt dies. Würde man den Einfluss der Wellen oder sonstige Einflüsse berücksichtigen, wäre die nötige Windgeschwindigkeit natürlich kleiner.

Damit wurde gezeigt, dass der Unfall - bei ordnungsgemäßer Ladungssicherung - im angenommenen Stabilitätszustand, bei den herrschenden Umweltbedingungen, sehr wohl genau so auftreten konnte. Wenn die Ladungssicherung früher versagt hätte, wäre der Unfall natürlich auch so aufgetreten, dann aber bei einer geringeren Windgeschwindigkeit.

Aus diesen Berechnungen ergibt sich aber auch, dass das Schiff mit dem Stabilitätszustand der Unfallsituation die Reise nicht hätte durchführen können, denn es wären dann schon im Verlauf der Reise krängende Momente aufgetreten, die zum Verlust der Ladung geführt hätten.

Wir haben daher für den von uns als wahrscheinlich ermittelten Stabilitätszustand des Schiffes bei **Abfahrt**, Beschleunigungen im natürlichen Seegang gerechnet. Geht man davon aus, dass die Ladung bei einer Querbeschleunigung von 4.5 m/s² über Bord geht, dann lassen sich daraus Polardiagramme für die dazu nötigen signifikanten Wellenhöhen berechnen. Ein solches Polardiagramm ist in Abb. 27 beispielhaft für die kennzeichnenden Perioden von 7.5 s und 8.5 s dargestellt. Der Seegang wird dabei durch ein JONSWAP- Spektrum⁷ erzeugt.

⁷ JONSWAP-Spektrum: JOint North Sea WAve Project - Spektrum, das war der Name des Forschungsvorhabens, in dem das entwickelt worden ist.

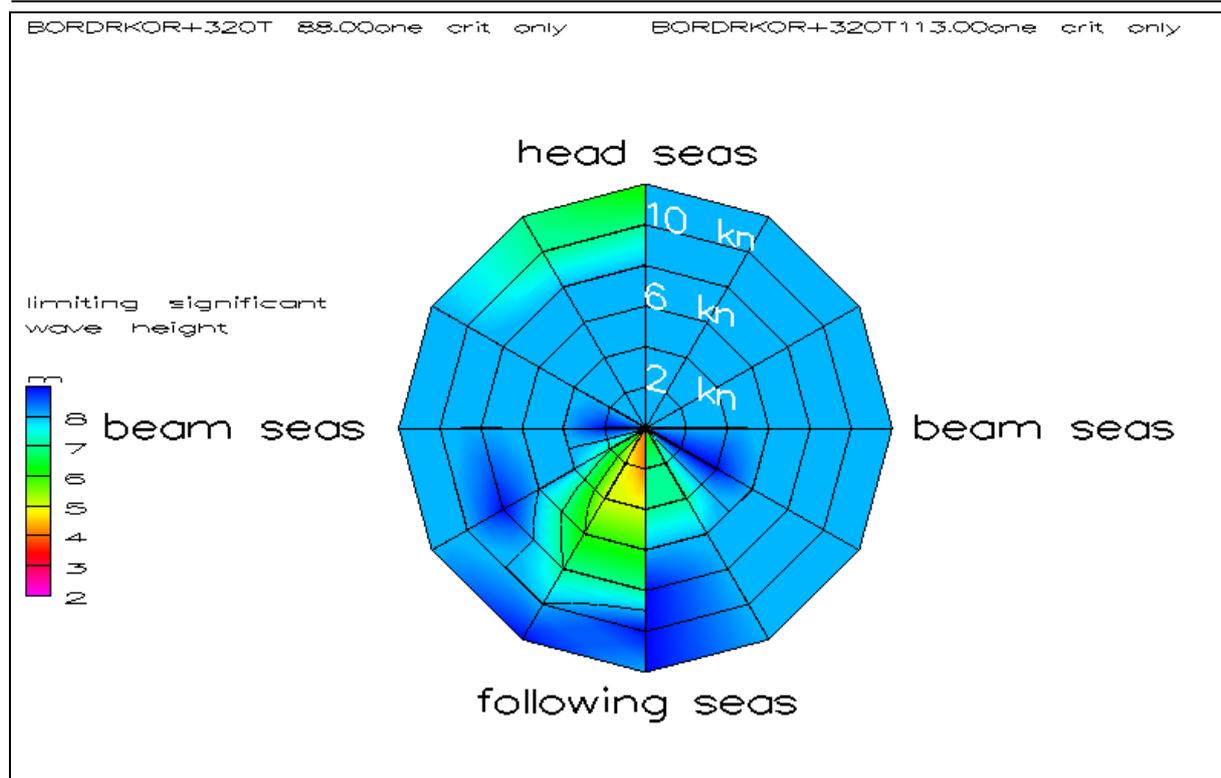


Abbildung 27: Polardiagramm der benötigten signifikanten Wellenhöhen für das Erreichen einer Querbeschleunigung von 4.5 m/s² bei kennzeichnenden Perioden von 7.5 s (links) und 8.5s (rechts).

Man erkennt, dass mindestens signifikante Wellenhöhen von 5 m aufgetreten sein müssten, um einen Ladungsverlust herbeizuführen, diese sind während der Reise höchstwahrscheinlich aber nicht aufgetreten. Das zeigt, dass das Schiff die Reise vermutlich mit Ballastwasser angetreten haben muss, denn im Unfallzustand wäre das Schiff niemals ohne Ladungsverlust bis in die Kieler Bucht gekommen.

Wir weisen aber in diesem Zusammenhang noch einmal darauf hin, dass nach unseren Berechnungen das Schiff im Abfahrtszustand wahrscheinlich überladen war und auch nicht die international geforderten Mindestwerte für die Stabilität erreicht hat.

4 AUSWERTUNG

Die Berechnungen haben ergeben, dass die MS ROSEBURG am Abend des 2. November 2013 den Hafen von Riga mit so viel Stabilität verlassen hat, dass die Reise bis in die Kieler Bucht ohne Zwischenfälle erfolgen konnte. Das geht aus der Analyse der vorgelegten Ladefälle hervor, auch wenn es Unstimmigkeiten in deren Dokumentation gibt. Mit dem ermittelten Ladefall bei Abfahrt des Schiffes war eine Überfahrt in die Kieler Bucht möglich, da die zugehörige Hebelarmkurve den Umständen nach eine ausreichende Schwimmstabilität gewährleistete, auch wenn die geltenden Intaktstabilitätskriterien bei Abfahrt nicht eingehalten wurden. Ursächlich für den Unfall war eine Überladung des Schiffes mit Deckslast, so dass die Stabilität nur hergestellt werden konnte, wenn Ballastwasser genommen wurde. Das führte aber bei Abfahrt des Schiffes zu einem Überschreiten des zulässigen Tiefganges.

Der wahrscheinlichste Unfallablauf ergibt sich daher aufgrund der Berechnungen wie folgt:

- Das Schiff verließ den Hafen von Riga mit etwa 300 t Deckslast zu viel. Um die Stabilität des Schiffes zu gewährleisten, wurde entsprechend der Vorgaben im Stabilitätshandbuch Ballastwasser an Bord genommen. Dadurch wurde allerdings mit hoher Wahrscheinlichkeit der zulässige Tiefgang bei der Abfahrt überschritten.
- Trotz Unterschreiten der geforderten Stabilitätswerte traten im Verlauf der Reise nach Kiel keine Krängungswinkel oder Lateralbeschleunigungen auf, die zu einem (teilweisen) Verlust der Ladung geführt hätten.
- Beim Einlaufen in die Kieler Bucht wurde nun Ballastwasser gelenzt, denn das Überschreiten des maximal zulässigen Tiefganges wäre beim Einlaufen in den Nord-Ostsee-Kanal auffällig geworden.
- Die Stabilität des Schiffes war mit gelenzten Ballastwassertanks nun so stark vermindert, dass die Anfangsstabilität gerade eben noch vorhanden war.
- Ein geringes krängendes Moment von 28 mt führte bei der verminderten Stabilität sofort zu einem Krängungswinkel von 28 Grad oder mehr.
- Dieses krängende Moment von 28 mt konnte durch die am Unfallort herrschenden Wetterbedingungen allein durch den seitlichen Winddruck in einer Böe von Bft 5.5 aufgebracht werden.
- Die Gurte zur Ladungssicherung sind infolge der auftretenden Krängung gerissen. Begünstigt wurde dies auch durch die teilweise falsch dimensionierten und improvisiert befestigten Gurte. Das Schiff krängte auf etwa 40 Grad weiter und verlor dabei einen Großteil der Decksladung.
- Durch den Verlust der Decksladung hatte das Schiff wieder ausreichend Stabilität und nahm eine stabile, allerdings gekrängte Schwimmlage ein.

5 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Der Unfall geht aufgrund der Berechnungen der TUHH eindeutig auf eine mangelhafte Stabilität des Schiffes zum Unfallzeitpunkt zurück. Die Stabilität war höchstwahrscheinlich auch schon bei Abfahrt des Schiffes bezüglich der vorgeschriebenen Grenzwerte nicht ausreichend, allerdings reichte die wahrscheinlich vorhandene Stabilität noch aus, um unter den gegebenen Wetterbedingungen sicher die Kieler Förde anlaufen zu können.

Die Stabilität des Schiffes war deshalb beeinträchtigt, weil die Besatzung so viel Decksladung mitgenommen hat, dass die Herstellung eines ordnungsgemäßen Stabilitätszustandes nur durch Ballastwasser möglich gewesen wäre, dadurch wäre das Schiff dann aber überladen gewesen. Es spricht sehr viel dafür, dass das Schiff bei Abfahrt in Riga einen größeren Tiefgang gehabt hat als zulässig gewesen ist. Denn die Besatzung muss deshalb Ballastwasser genommen haben, weil das Schiff sonst nicht ohne Ladungsverlust die Kieler Bucht erreicht hätte.

Die Überschreitung des zulässigen Tiefganges wäre aber bei der Einfahrt in die Kanalschleuse aufgefallen. Es liegt der Schluss nahe, dass die Besatzung versuchte, den Tiefgang durch Lenzen von Ballastwasser soweit zu reduzieren, dass das Schiff gerade nicht mehr überladen war.

Dabei ist dann ein Stabilitätszustand erreicht worden, der den eigentlichen Unfall ausgelöst hat: Irgendwann während des Lenzens ist ein geringes krängendes Moment durch den Winddruck aufgetreten, welches dann den Unfall ausgelöst hat. Begünstigt wurde der Unfall dadurch, dass die zusätzliche Decksladung sowohl die Windlateralfäche als auch den krängenden Windhebel vergrößert hat und das Schiff im Rahmen des Ankermanövers einen Halbkreis fuhr.

Hätte das Schiff zum Unfallzeitpunkt auch nur annähernd die geltenden Stabilitätsregeln erfüllt, wäre der Unfall mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit vermieden worden. Unfallursächlich ist daher die fehlerhafte Umsetzung der Stabilitätsvorgaben für das Schiff durch die Besatzung.

Die BSU weist ausdrücklich darauf hin, dass geltende Stabilitätsregeln durch die Besatzungen auch eingehalten werden müssen.

Denn es ist grundsätzlich nicht auszuschließen, dass das Schiff bei der Überfahrt in eine Situation hätte geraten können, die zu einer weitaus ernsteren Gefährdung von Schiff und Besatzung geführt hätte. Weiterhin ist nicht auszuschließen, dass es zum Verlust des Schiffes hätte kommen können, wenn die Decksladung nicht weitgehend über Bord gegangen wäre. Hätte sich die Decksladung nur verschoben, wäre das Schiff mit mehr als 28 Grad Schlagseite dauerhaft liegen geblieben, und es ist nicht sicher, ob der Verschlusszustand des Schiffes gewährleistet hätte, dass dieses dann nicht weiter vollgelaufen wäre. Der Stabilitätszustand des Schiffes in der Unfallsituation war jedenfalls ein extrem gefährlicher, und vergleichbare Stabilitätszustände haben in der Vergangenheit schon zum Verlust von Schiffen geführt. Grundsätzlich hätte ja auch während der Reise die Stabilität des Schiffes weiter vermindert werden können, wenn sich die Holzdeckslast mit Wasser vollgesogen hätte. Vergleichbare Fälle haben in der Vergangenheit ebenfalls zu schweren Stabilitätsunfällen geführt.

Einmal mehr ist die Schlussfolgerung zu ziehen, dass ein Schiff nicht auslaufen darf, wenn es überladen ist und somit direkt die Sicherheit des Schiffes und seiner Besatzung gefährdet.

Die BSU bedankt sich bei der Schiffsführung, dem Schiffsmanagement und der Seeunfalluntersuchungsbehörde von Antigua & Barbuda für die sehr gute Zusammenarbeit während der Aufarbeitung dieses Vorfalles. So wird dieser Bericht sicherlich dazu beitragen, derartige Vorkommnisse in Zukunft zu vermeiden.

6 SICHERHEITSEMPFEHLUNG(EN)

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

6.1 Schiffsmanagement Sirius Shipman Ltd.

Die Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung und ADOMS IID empfehlen dem Schiffsmanagement Sirius Shipman Ltd., ihre Schiffsführungen anzuhalten, in Übereinstimmung mit den von dem Schiffsmanagement vorgegebenen Verfahren und dem ISM-Code, keine Risiken einzugehen.

6.2 Schiffsführung des MS ROSEBURG zur Stabilität

Die Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung und ADOMS IID empfehlen der Schiffsführung des MS ROSEBURG, keine Risiken einzugehen und die Sicherheit des Schiffes an erster Stelle zu sehen. Dazu gehört insbesondere eine ausreichende Stabilität des Schiffes.

6.3 Schiffsführung des MS ROSEBURG zur Ladungssicherung

Die Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung und ADOMS IID empfehlen der Schiffsführung des MS ROSEBURG, keine Risiken einzugehen und die Sicherheit des Schiffes an erster Stelle zu sehen. Dazu gehört auch eine sichere Beladung und entsprechend der Vorgaben ausreichendes intaktes Laschmaterial.

7 QUELLENANGABEN

- Ermittlungen Wasserschutzpolizei (WSP)
- Schriftliche Erklärungen/Stellungnahmen
 - Schiffsführung
 - Schiffsmanagement
- Zeugenaussagen
- Seekarten und Schiffsdaten Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
- Amtliches Wettergutachten Deutscher Wetterdienst (DWD)
- AIS- und UKW-Aufzeichnungen der Schiffssicherungsdienste/Verkehrszentralen
- Stabilitätsgutachten über den Unfall des Mehrzweckfrachters MS ROSEBURG in der Kieler Bucht am 05.11.2013 erstellt durch Prof. Dr.- Ing. S. Krüger, Leiter des Institutes für Entwerfen von Schiffen und Schiffssicherheit und Adele Lübcke, M. Sc., Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Entwerfen von Schiffen und Schiffssicherheit