



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

**Untersuchungsbericht 160/13**

**Schwerer Seeunfall**

**Wassereinbruch auf dem Traditionsschiff  
RAKEL  
am 21. Juni 2013 auf der  
Nordsee ca. 10 sm S-lich Helgoland**

**25. Februar 2014**

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 in der bis zum 30. November 2011 geltenden Fassung 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 in der o. g. Fassung wird hingewiesen.

Bei der Auslegung des Untersuchungsberichtes 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](http://www.bsu-bund.de)

## Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG .....	5
2	FAKTEN.....	6
2.1	Foto .....	6
2.2	Schiffsdaten.....	6
2.3	Reisedaten .....	7
2.4	Angaben zum Seeunfall oder Vorkommnis im Seeverkehr .....	8
2.5	Einschaltung der Behörden an Land und Notfallmaßnahmen .....	9
3	UNFALLHERGANG UND WEITERER FAHRTVERLAUF .....	10
3.1	Unfallhergang .....	10
3.2	Weiterer Fahrtverlauf.....	11
4	UNTERSUCHUNG.....	12
4.1	Wettergutachten .....	12
4.2	Schiffsgeschichte .....	12
4.3	Zulassung.....	13
4.4	Unfallmeldungen mit Beteiligung der RAKEL .....	14
4.5	Untersuchung auf dem Slip in Cuxhaven nach dem Unfall .....	14
4.6	Besichtigung durch die BSU.....	17
4.6.1	Lenzpumpen.....	17
4.6.2	Elektrische Ausrüstung.....	20
4.6.3	Maschinenanlage .....	22
4.6.4	Schiffsrumpf .....	24
5	AUSWERTUNG .....	25
5.1	Umbau zur Ketsch.....	25
5.2	Gutachten Versicherung und Besichtigung BG Verkehr.....	26
5.3	Zulassung als Traditionsschiff .....	27
5.4	Besichtigung von Schiffskörper und Schotte .....	28
6	SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	29
6.1	Schiffszustand .....	29
6.2	Seetüchtigkeit.....	29
6.3	Ausrüstung und Maschinenanlage .....	30
6.4	Besichtigung der Traditionsschiffe.....	31
7	SICHERHEITSEMPFEHLUNG(EN).....	32
7.1	BMVI, BG Verkehr und GSHW .....	32
8	QUELLENANGABEN.....	33
9	ANHANG.....	34

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schiffsfoto .....	6
Abbildung 2: Seekarte .....	8
Abbildung 3: Kontrolliertes Trockenfallen in Helgoland .....	11
Abbildung 4: Strandung im Hafen.....	11
Abbildung 5: RAKEL ca. 1981 auf Slip .....	13
Abbildung 6: Draufsicht RAKEL.....	14
Abbildung 7: Plankenstöße mit Blech vernagelt .....	15
Abbildung 8: Plankenstöße.....	15
Abbildung 9: Verleimung von Holzleisten in Längsnähten .....	16
Abbildung 10: Angaben der Anprallstelle.....	16
Abbildung 11: Schwengelpumpe .....	17
Abbildung 12: Elektrische Membranpumpe .....	18
Abbildung 13: Ventilgruppe.....	18
Abbildung 14: 12 Volt Pumpen, Schläuche und Elektroverkabelung .....	19
Abbildung 15: 220 Volt Haushaltspumpen.....	19
Abbildung 16: 220 V Gartenpumpe und Benzingenerator .....	20
Abbildung 17: Batterie im Maschinenraum, Backbordseite .....	20
Abbildung 18: Lichtmaschine auf Fundament.....	21
Abbildung 19: Ladegeräte und Batterien, Steuerbordseite .....	21
Abbildung 20: Landstromanschluss.....	21
Abbildung 21: Blick auf Steuerbordseite Maschine.....	22
Abbildung 22: Backbordseite Maschine.....	22
Abbildung 23: Tankbefüllung und Entlüftung .....	23
Abbildung 24: Blick auf Maschinenraumtür.....	23
Abbildung 25: Verbolzte Außenhaut .....	24
Abbildung 26: Spanten Vorschiff .....	24
Abbildung 27: Messbriefzeichnung.....	25
Abbildung 28: Hauptniedergang Mittschiffs .....	30

## **1 Zusammenfassung**

Am 21. Juni 2013 gegen 16:30<sup>1</sup> Uhr kam es an Bord des Traditionsschiffes RAKEL auf der Fahrt von Bremerhaven nach Helgoland zu einem sehr starken Wassereinbruch. Gegen 18:30 Uhr wurde über Funk der Seenotrettungskreuzer HERMAN MARWEDE zu Hilfe gerufen. Mittels einer Eimerkette wurde das Schiff lenz gehalten und der Hafen Helgoland angelaufen. An Bord befanden sich 11 Personen, von denen acht vorsorglich in ärztliche Behandlung gebracht wurden. Eine Person erlitt eine Platzwunde am Auge, eine weitere erlitt eine Rippenprellung. Das Schiff wurde vorsorglich in Helgoland auf Grund gesetzt und von der Feuerwehr leer gepumpt.

---

<sup>1</sup> Alle Zeiten im Bericht in Mitteleuropäischer Sommerzeit = UTC + 2 Std

## 2 FAKTEN

### 2.1 Foto

© Hasenpusch Photo-Productions



Abbildung 1: Schiffsfoto

### 2.2 Schiffsdaten

Schiffsname:	RAKEL
Schiffstyp:	Traditionsschiff, Ketsch
Nationalität/Flagge:	Deutsch
Heimathafen:	Bremerhaven
MMSI-Nummer:	211379440
Unterscheidungssignal:	DLBG
Reederei:	Privat
Baujahr:	1896
Bauwerft/Baunummer:	Larvik (Norwegen), gebaut als Holz-Fischkutter
Klassifikationsgesellschaft:	Keine, Zulassung als Traditionsschiff
Länge ü. alles	28,00 m
Länge ü. Deck.:	19,00 m
Breite ü. alles	5,50 m
Tiefgang	2,50 m
Bruttoraumzahl:	42
Verdrängung:	50 Tonnen
Maschinenleistung:	112 KW (150 PS)
Hauptmaschine:	MWM D232, V 6
Werkstoff des Schiffskörpers:	Holz
Schiffskörperkonstruktion:	Karweelbau, Spanten mit Innenwegerung

### 2.3 Reisedaten

Abfahrtshafen:	Bremerhaven
Anlaufhafen:	Helgoland
Art der Fahrt:	Traditionsschiff, Nationale Fahrt, Charter
Besatzung:	11
Tiefgang zum Unfallzeitpunkt:	Vorne: 1,80 m, Hinten: 2,50 m
Geschwindigkeit zum Unfallzeitpunkt	7,5 kn
Lotse an Bord:	Nein
Kanalsteurer:	Nein

## 2.4 Angaben zum Seeunfall oder Vorkommnis im Seeverkehr

Art des Seeunfalls/Vorkommnis im Seeverkehr: **Schwerer Seeunfall**  
 Datum/Uhrzeit: **21.06.2013 gegen 16:30 Uhr**  
 Ort: **ca. 10sm S-lich Helgoland/ Nordsee**  
 Breite/Länge:  **$\varphi$  54° 07' N  $\lambda$  008° 01' E**  
 Fahrtabschnitt: **Küstenfahrt**  
 Platz an Bord: **Rumpf**

Folgen (für Mensch, Schiff, Ladung) **Schiff beschädigt, verletzte Personen**

Ausschnitt aus BSH Seekarte Nr.3014, Blatt 1, Helgoländer Bucht

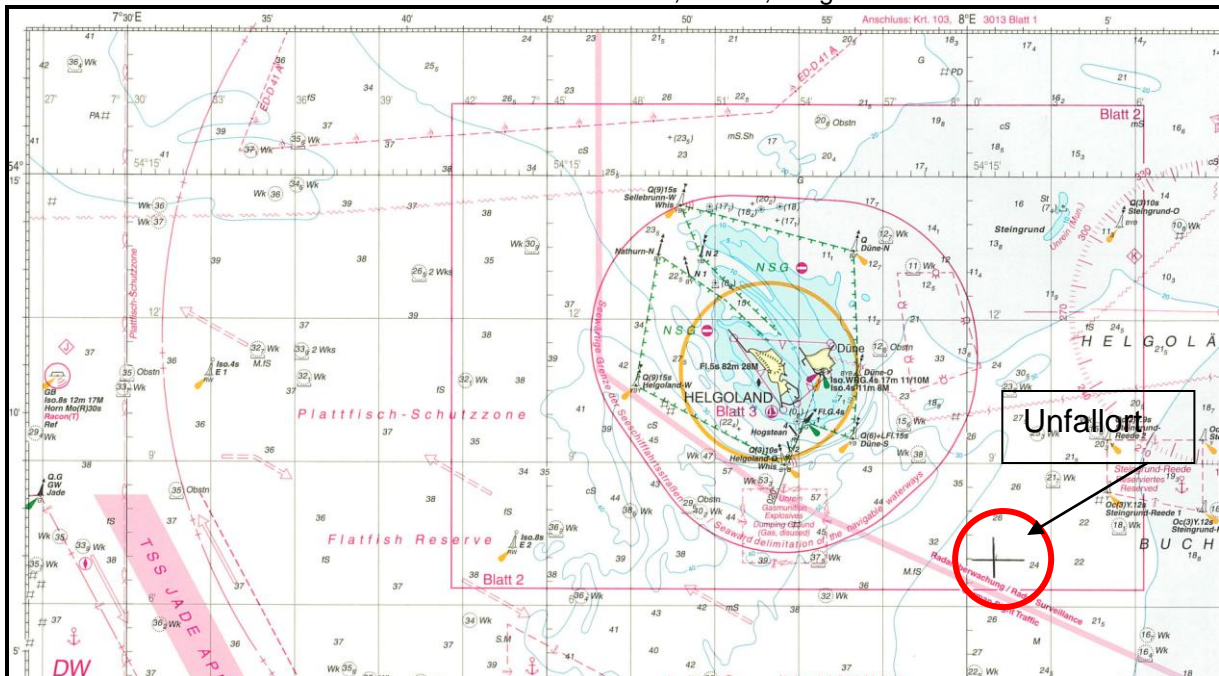


Abbildung 2: Seekarte



## 2.5 Einschaltung der Behörden an Land und Notfallmaßnahmen

Beteiligte Stellen:	WSP, DGzRS, Rettungswagen, Feuerwehr
Eingesetzte Mittel:	Wasserfahrzeuge, Pumpen
Ergriffene Maßnahmen:	Lenzen des Schiffes, Erstversorgung der Verletzten
Ergebnisse:	Schiff konnte lenz gehalten werden, keine bleibenden Verletzungen

### 3 UNFALLHERGANG UND WEITERER FAHRTVERLAUF

#### 3.1 Unfallhergang

Der nachfolgende Unfallhergang ist nach der schriftlichen Darstellung des Schiffsführers und den Einsatzprotokollen der DGzRS wiedergegeben.

Am 21. Juni 2013 gegen 12:50 Uhr legte die RAKEL mit 11 Personen an Bord in Bremerhaven ab. Die Besatzung der Raketel bestand aus neun Gästen und wurde vom Eigner, der im Besitz eines Sportseeschifferscheines ist, geführt. Als Vertreterin des Schiffsführers war eine Besitzerin des Sportbootführerscheins-See eingeteilt. Laut Auskunft des Eigners soll sich zusätzlich an Bord eine Person mit nautischem Patent und mehrjähriger Segelerfahrung befunden haben.

Aufgrund der Wettervorhersage wurde das 1. Reff ins Großsegel eingebunden. Um 16:05 Uhr passierte man den Leuchtturm Alte Weser und steuerte mit einem Kurs von 330 Grad nach Helgoland. Gegen 16:30 Uhr verspürte der Schiffsführer einen Stoß, den er nicht dem Seegang zuordnen konnte. Zu dem Zeitpunkt war die Bilge gelenzt. Um 17:00 Uhr liefen die beiden automatischen 12 Volt Yacht-Bilgepumpen auf Dauerbetrieb, die jedoch aufgrund des hohen Wasserstandes durch Kurzschluss versagten. Eine fest im Maschinenraum installierte elektrisch angetriebene Membranpumpe versagte ebenfalls. Der an Deck stehende Benzgenerator wurde angeworfen, um mit einer 220 V Tauchpumpe zu lenzen. Der Generator lief nur kurz an und versagte dann ebenfalls. Mit Hilfe der Gäste an Bord wurde eine Eimerkette gebildet und aus Sicherheitsgründen Bremen Rescue (MRCC) über Funk um 17:31 Uhr gerufen. Die Besatzung einer Motoryacht unterstützte die Seenotleitung, indem sie den Funkverkehr der kaum zu verstehenden RAKEL übermittelte. Um 17:58 Uhr war das Fischereiforschungsschiff WALTER HERWIG III und um 18:03 Uhr der Seenotrettungskreuzer HERMANN MARWEDE zur Unterstützung vor Ort. Vom Tochterboot VERENA wurde um 18:24 Uhr eine mobile Motorpumpe zur RAKEL übergeben. Diese Pumpe lief an, saugte jedoch nicht und konnte auch durch funktechnische Beratung nicht in Gang gesetzt werden, so dass erneut mittels Eimerkette das Wasser gelenzt wurde. (Laut Auskunft des Eigners wurde später festgestellt, dass der Impeller defekt war). Gegen 18:49 Uhr wurde der Vorhafen von Helgoland erreicht und um 19:04 Uhr kollidierte die RAKEL beim Anlegen mit dem Anlegesteg A im Helgoländer Hafen. Nach dem Festmachen wurden acht Personen der Besatzung ins Krankenhaus beordert. Eine der Personen hatte eine Platzwunde oberhalb vom Auge und eine zweite Person erlitt Rippenprellungen.

Gegen 20:30 Uhr verholte die RAKEL mit Hilfe der Feuerwehr an die ausgewiesene Trockenfallstelle im Vorhafen, und gegen 21:12 Uhr war der Einsatz für die DGzRS abgeschlossen. Bei Niedrigwasser wurde am 22. Juni 2013 eine Leckstelle an Backbordseite, knapp unter der Wasserlinie, nachkalfatert<sup>2</sup> und mit Bleistreifen vernagelt. Nach dem Aufschwimmen in der Nacht zu Sonntag missglückte das Verholmanöver. Die RAKEL kam erneut fest und strandete mit 45 Grad Schlagseite auf der Backbordseite liegend, so dass aufgrund des Wassereintruchs ein erneuter

---

<sup>2</sup> Beim Kalfatern wird in die Nähte von hölzernen Schiffs- oder Decksplanken Werk oder Baumwolle mittels eines Kalfateisen und Kalfathammer geschlagen und anschließend mit Pech oder spezieller Gummidichtmasse verschlossen.

Feuerwehreinsatz erforderlich wurde. Gegen 09:14 Uhr war das Tochterboot VERENA erneut bei der RAKEL, konnte dem Havaristen jedoch nicht mehr helfend zur Seite stehen, da dieser „komplett verrottet sei“. Allenfalls sei noch einmal Hilfeleistung zum Ausbringen von Ölsperren erforderlich. Erst am 23. Juni 2013 gegen 11:30 Uhr konnte die RAKEL aus eigener Kraft in den Südhafen verholen.



Abbildung 3: Kontrolliertes Trockenfallen in Helgoland



Abbildung 4: Strandung im Hafen

### 3.2 Weiterer Fahrtverlauf

Am 21. Juni 2013 wurde von der BG Verkehr eine Festhalteverfügung erlassen, die ein Auslaufen und die Weiterfahrt des Schiffes untersagte, da die Schwimmfähigkeit des Schiffes nach dem Wassereintrich nicht mehr gewährleistet sei. Diese Festhalteverfügung wurde am 28. Juni 2013, unter Auflagen für eine einmalige Überführung in eine Werft nach Cuxhaven, aufgehoben. Diese Überführung fand am

2. Juli 2013 ohne Probleme statt. Vom 3. Juli bis 16. Juli 2013 wurde die RAKEL bei der Boots- und Schiffswerft Cuxhaven aufgeslippt und eine Notreparatur durchgeführt. Eine weitere Überführung von Cuxhaven nach Bremerhaven konnte ebenfalls ohne Probleme durchgeführt werden, und die RAKEL wurde am 21. Juli 2013 gegen 22:00 Uhr sicher am Liegeplatz im Fischereihafen 1 vertäut.

## **4 UNTERSUCHUNG**

Der schwere Seeunfall wurde der Bundesstelle (BSU) am 21. Juni 2013 um 19 Uhr gemeldet.

Für die Untersuchungen der BSU standen die Aussagen des Eigners, die Einsatzberichte der DGzRS, Unterlagen der BG Verkehr, Gutachten der Versicherung und die eigenen Besichtigungsprotokolle zur Verfügung.

### **4.1 Wettergutachten**

Beim Deutschen Wetterdienst (DWD), Abteilung Seeschifffahrt, wurde ein amtliches Wettergutachten für die Wind- und Seegangsverhältnisse im Seegebiet Deutsche Bucht für den Zeitraum um 18 Uhr in Auftrag gegeben.

Zusammenfassung:

#### Wetterlage:

Aus einer markanten vorsommerlichen, heißen Gewitterlage über Mitteleuropa entwickelte sich zum Abend des 20. Juni 2013 das Tief „Norbert“. Es zog langsam nach Nordosten und lag am 21. Juni 2013 ca. 14 Uhr mit 1000 hPa in der Nordsee. Dabei kam es im südlichen Bereich des Tiefs zur Ausprägung eines markanten Sturmfeldes aus Südwest.

#### Wetterverhältnisse:

Mit den tatsächlich gemessenen Daten zeigt sich um 17 Uhr ein südwestlicher Wind der Stärke bis 9 Bft. Dabei wehte ein Mittelwind von 6 bis 7 Windstärken. Zum Zeitpunkt um 18 Uhr sind lokale Böen der Stärke um 10 Bft möglich gewesen.

Über den signifikanten Seegang liegen gemessene Wellenhöhen kaum vor. Einzelne Bojen registrierten Wellenhöhen von 1,5 bis 2 m.

Zum Unfallzeitpunkt war es meist stark bewölkt bis bedeckt mit schauerartigem Regen, vereinzelt blitzte und donnerte es auch.

Die Sichtweite lag bei 5- 8 km.

### **4.2 Schiffsgeschichte**

Die Gaffelketch ist im November 1896 unter dem Namen RAKEL in Larvik/Norwegen, als Fischereifahrzeug ohne Motor gebaut worden. Der jetzige Eigner kaufte das Schiff 1981 in Norwegen, als es unter der Bezeichnung NT362V als Motorfrachtschiff fuhr und baute es zu der jetzigen Ketch mit der Einrichtung unter Deck um.

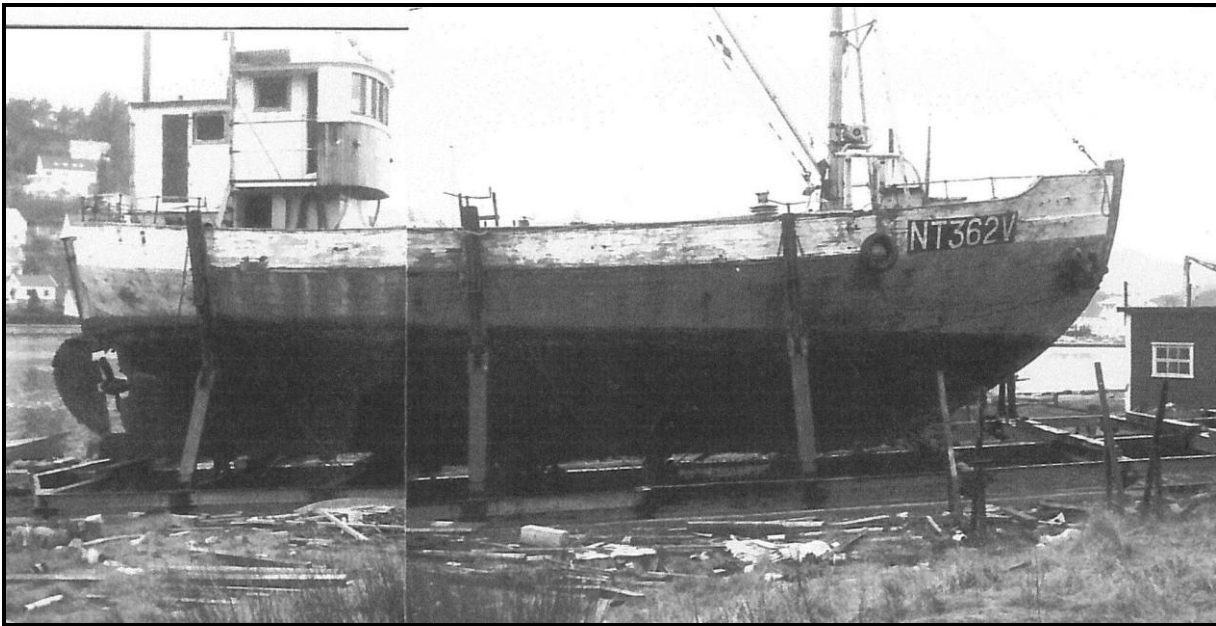


Abbildung 5: RAKEL ca. 1981 auf Slip

Nach den Angaben des Eigners wurden nach dem Umbau zum Segler neben den normalen Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen die folgenden Arbeiten durchgeführt:

- 1991 Austausch der Maschinenanlage gegen den jetzigen MWM Motor auf der Neptunwerft in Bremen
- 2001 Plankenwechsel auf der Deterswerft in Berne/Weser
- 2003 Neues Ruder auf der Werft Harmening in Bremen
- 2006 Restaurierung Vorschiff auf Backbordseite
- 2007 Deck auf Backbordseite neu
- 2008 Wegerung neu
- 2009 Abgasanlage neu durch Firma Mährländer Bremen

### 4.3 Zulassung

Nach den Akten der BG Verkehr erhielt die RAKEL 2003 erstmalig ein Sicherheitszeugnis als Traditionsschiff nach der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe. Der vereidigte Sachverständige für Traditionsschiffe bescheinigte für diese Zulassung im Juni 2002 „*dass das Schiff in Bezug auf den Schiffskörper, die Maschinenanlage und elektrische Anlage, die Navigations- und Funkausrüstung, den Brandschutz (Bau/Ausrüstung), ...den Sicherheitsrichtlinien der Traditionsschiffe Fahrzeuggruppe A entspricht*“. In den Bemerkungen zu dieser Bescheinigung führt der Sachverständige aus, dass der ehemalige Laderaum in Wohnraum, Maschinenraum sowie Pantry mit Kücheneinrichtung aufgeteilt ist. Der Maschinenraum mit einem eingekapselten Motor sei durch ein Leichtbauschott vom Wohnraum getrennt. Zusätzlich wurde die nachfolgende Skizze mit zur Begutachtung bei der Gemeinsamen Kommission für historische Wasserfahrzeuge e.V. (GSHW) eingereicht. Aufgrund der darauf erfolgten Stellungnahme der GSHW wurde von der See-BG (jetzt BG Verkehr) erstmalig 2003 das Sicherheitszeugnis für Traditionsschiffe für das Fahrtgebiet „Küstennahe Seegewässer / A1“ erteilt.

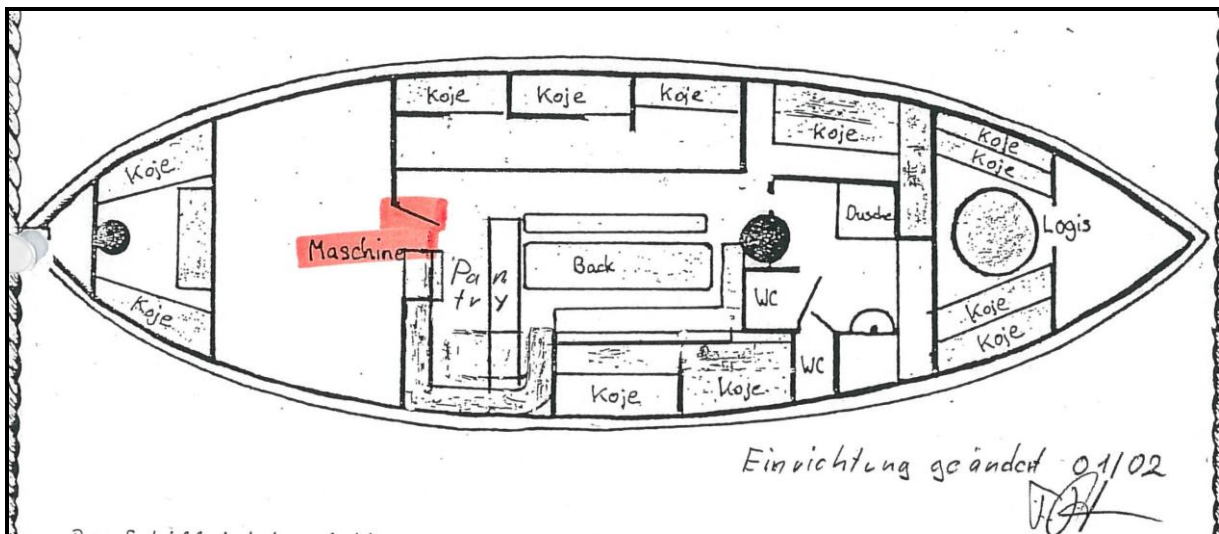


Abbildung 6: Draufsicht RAKEL

Die letzte Besichtigung fand am 14. Juni 2012 durch denselben anerkannten Sachverständigen für Traditionsschiffe statt. In diesem Gutachten vermerkt der Sachverständige, dass das Schiff sich in einem guten Pflegezustand befindet.

#### 4.4 Unfallmeldungen mit Beteiligung der RAKEL

In der Seeunfalldatenbank der BSU sind zwei Unfälle des Traditionsschiffes RAKEL gespeichert.

Die erste Meldung bezieht sich auf eine Anfahrung der RAKEL am Liegeplatz 90 in Rostock durch das Traditionsschiff FRIDTHJOF am 9. August 2007. Dabei wurden die Bugstagen beschädigt, der Klüberbaum stark überdehnt und das Deck angehoben sowie weitere Spätschäden befürchtet.

Bei der zweiten Meldung handelt es sich um eine Kollision am 8. August 2009 mit der Seequatze<sup>3</sup> OLL KORL im Seegebiet vor der Ostmole Warnemünde. Bei der Kollision fielen zwei Personen der OLL KORL ins Wasser, der Mast wurde zersplittert, das Schanzkleid zerstört und das Deck beschädigt. Bei der RAKEL war der Bugstegen leicht zerkratzt und das Wasserstag abgerissen.

#### 4.5 Untersuchung auf dem Slip in Cuxhaven nach dem Unfall

Am 3. Juli 2013 hat die BG Verkehr die RAKEL besichtigt. Aufgrund des Besichtigungsbefunds wurden auf der Boots- und Schiffswerft Cuxhaven folgende Arbeiten durchgeführt und bescheinigt:

- 1.) Sämtliche Stoßnähte der Planken wurden geöffnet, neu kalfatert und mit Bleistreifen vernagelt.
- 2.) An mehreren Plankenlängsnähten auf der Steuerbordseite vorne wurden die Plankenstöße nachgenagelt und im Bereich der Wasserlinie zusätzlich mit Blech vernagelt.
- 3.) Die Achterstegen-Sponung ist neu kalfatert und abgedichtet worden.

<sup>3</sup> Ein früher an der pommerschen Küste verbreiteter Typ von Transportbooten für lebende Fische (Quelle: Wikipedia)

- 4.) Alle Plankenlängsnähte im Unterwasserbereich sind überprüft und in Teilen neu kalfatert worden. In einigen Bereichen an Backborseite mittschiffs sind besonders große Plankennähte ausgeleitet und anschließend mit Blei vernagelt worden.
- 5.) Im Bereich der Vorpiek Bilge ist eine schon länger vorhandene Abdichtung mittels Bauschaum entfernt worden und eine beschädigte Planke fachgerecht abgedichtet worden.



Abbildung 7: Plankenstöße mit Blech vernagelt

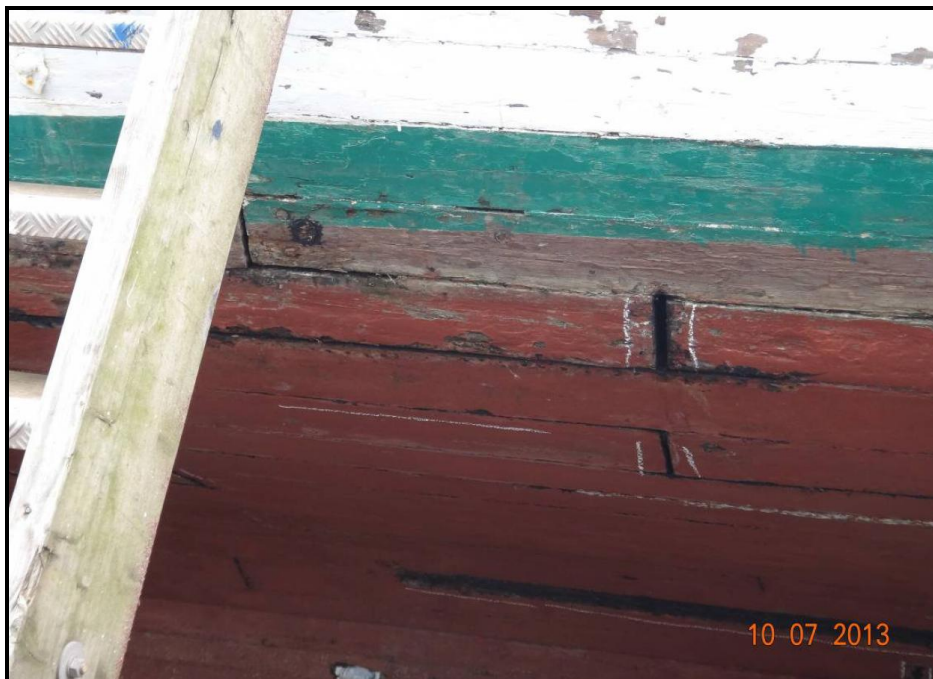


Abbildung 8: Plankenstöße



Abbildung 9: Verleimung von Holzleisten in Längsnähten

Der Sachverständige der Versicherung gibt die Anprallstelle eben unter der Wasserlinie an (roter Pfeil), die auf dem nachfolgenden Foto in der Nähe der Längsnaht zu sehen sein soll, die beim Trockenfallen auf Helgoland mit Blech zugenanagelt wurde. Laut Auskunft des Eigners soll die Anprallstelle mit einem unbekanntem Gegenstand die Stelle sein, die zwei Plankengänge tiefer zu sehen ist (schwarzer Pfeil).

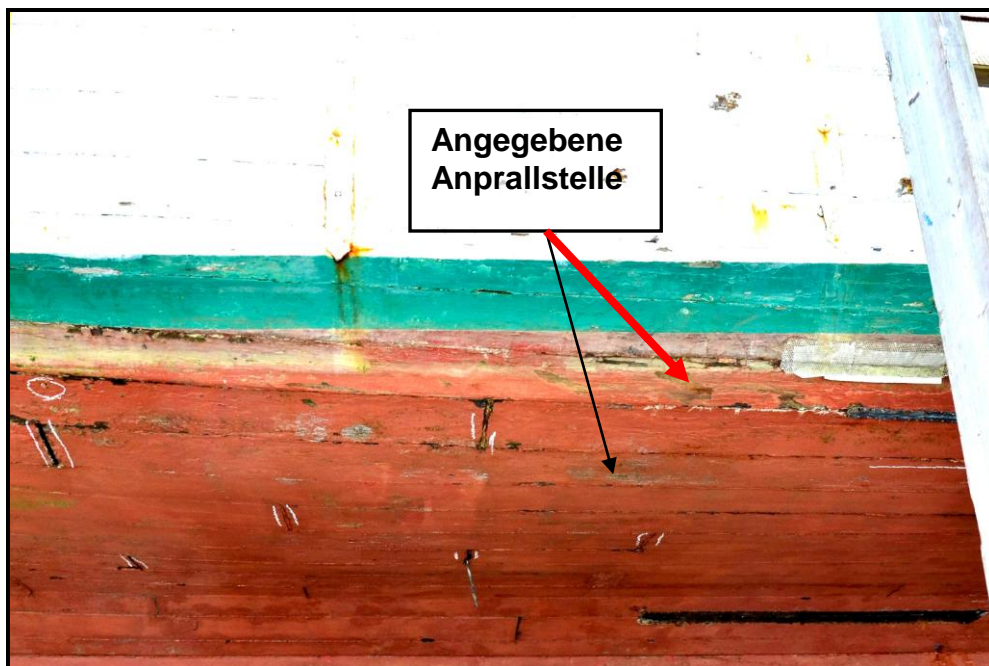


Abbildung 10: Angaben der Anprallstelle



## 4.6 Besichtigung durch die BSU

Die Schiffsbesichtigung durch zwei Mitarbeiter der BSU fand am 16. September 2013 in Bremerhaven im Fischereihafen am Liegeplatz der RAKEL statt. Da laut den Einsatzberichten der Wassereinbruch nicht gestoppt werden konnte, wurde besonders die technische Ausrüstung in Bezug auf Lenzpumpen, der Zustand der Maschinenanlage und der Schiffsrumpf untersucht.

### 4.6.1 Lenzpumpen

Sämtliche an Bord vorhandenen Pumpen bzw. das Lenzsystem haben versagt, so dass letztendlich nur mit Hilfe der vielen Personen an Bord mit einer Eimerkette gelenzt werden konnte.

#### **Schwengelpumpe**

Laut Angabe des Eigners wurde die an Deck stehende Schwengelpumpe 1990 installiert.



Abbildung 11: Schwengelpumpe

Diese einfachen Schwengelpumpen sind an Bord von Fischkuttern sehr effektiv, weil auch kleinere Verunreinigungen im Lenzwasser die Funktion der Pumpe nicht beeinträchtigen. An Bord der RAKEL war die Pumpe nicht funktionsfähig und außer Betrieb genommen. Der Pumpenschwengel war nicht mehr angebaut und die Membrane durch einen Holzklötz festgesetzt.

#### **Pumpe unter Deck im Maschinenraum**

Unter Deck im Maschinenraum ist eine elektrische Membranpumpe mit einer Pumpenleistung von ca. 2500 l/h am Maschinenraumschott angebracht. Über eine festverlegte Rohrleitung und Ventilgruppe kann aus verschiedenen Bereichen gelenzt werden.



Abbildung 12: Elektrische Membranpumpe



Abbildung 13: Ventilgruppe

Die Pumpe am Schott hat jedoch nicht funktioniert, weil der Bolzen, der den Schwengel mit der Pumpenmembrane verbindet, abgebrochen war.

### **12 Volt Yachtpumpen**

Unter den Bodenbrettern mittschiffs sind zwei 12 Volt Yachtpumpen mit mechanischen Schwimmerschaltern angebracht. Die Pumpenleistung der beiden Pumpen beträgt nach Auskunft des Eigners zusammen ca. 2600 l/h. Das Schaltrelais und die Stromverteilung für beide Pumpen in einer Hausverteilerdose sind auf Backbordseite unter den Bodenbrettern angebracht.



Abbildung 14: 12 Volt Pumpen, Schläuche und Elektroverkabelung

Beide Pumpen haben laut Auskunft des Eigners versagt da die Anschlüsse und ein Schaltrelais unter Wasser standen und somit ein Kurzschluss in der elektrischen Verkabelung erzeugt wurde.

### 220 Volt Pumpen

Bei der Besichtigung wurden an Bord drei 220 Volt Haushalts/Baumarktpumpen, zum Teil ausgerüstet mit Schwimmerschalter, inspiziert. Für die Stromerzeugung wird an Deck ein mobiler 2,5 kW Benzgenerator vorgehalten.



Abbildung 15: 220 Volt Haushaltspumpen



Abbildung 16: 220 V Gartenpumpe und Benzengenerator

Die drei 220 Volt Pumpen konnten nicht benutzt werden, da der Generator aufgrund eines abgeknickten Benzinschlauchs nicht lief. Der alte poröse Benzinschlauch wurde laut Auskunft vor dem Unfall ausgewechselt. Dabei wurde der Ersatzschlauch zu lang eingebaut, was zu einem Abknicken des Schlauchs im Betrieb führte und somit zur Unterbrechung der Benzinzufuhr.

#### 4.6.2 Elektrische Ausrüstung

Das bordseitige 12 Volt Stromnetz wird über Batterien und eine Lichtmaschine, sowie bei Landstromversorgung mit drei 220 Volt Ladegeräten, aufrechterhalten.

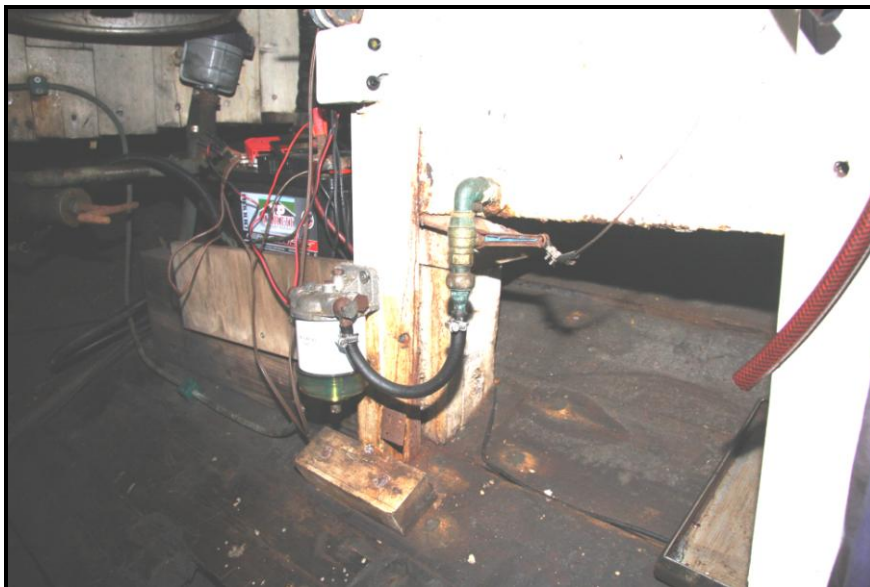


Abbildung 17: Batterie im Maschinenraum, Backbordseite

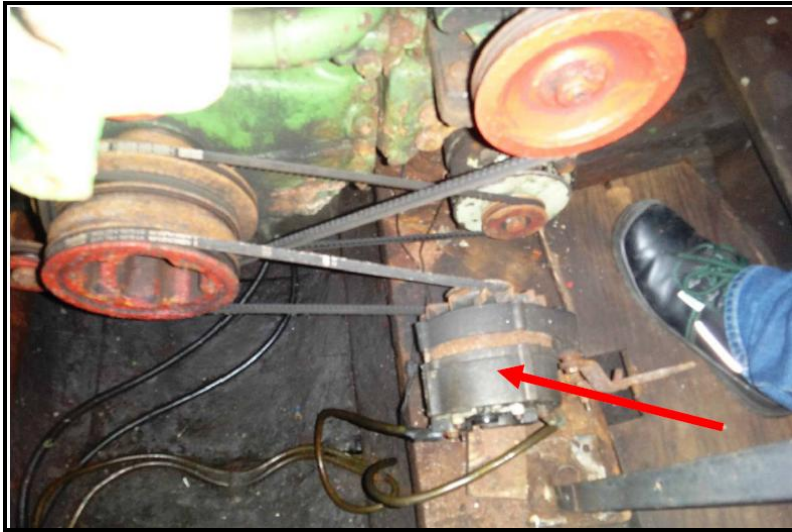


Abbildung 18: Lichtmaschine auf Fundament

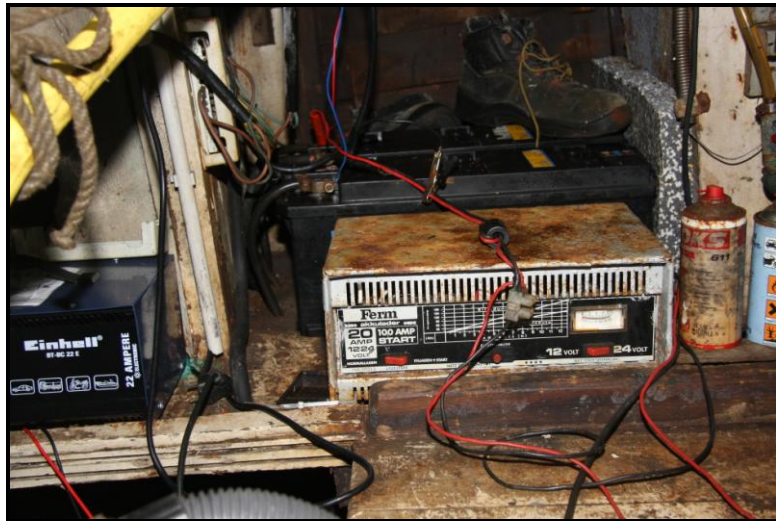


Abbildung 19: Ladegeräte und Batterien, Steuerbordseite



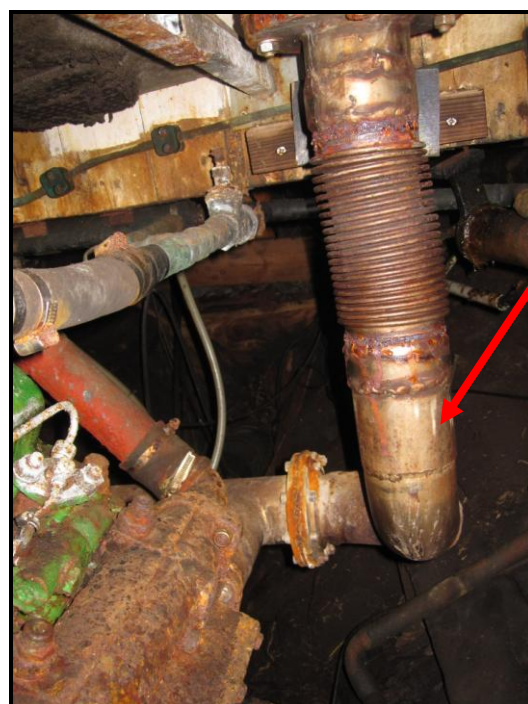
Abbildung 20: Landstromanschluss

### 4.6.3 Maschinenanlage

Bei der Besichtigung des Maschinenraums fiel auf, dass die Bodenwrangen und Spanten, die Holzwegerung sowie die Decksbalken und Decksplanken nicht mit schaumschichtbildender Farbe gestrichen sind, die im Brandfall eine isolierend wirkende Schutzschicht aufbauen sollen. Ebenso ist, anstelle der schaumschichtbildenden Farbe, keine nichtbrennbare Isolierung und auch keine Einkapselung der Hauptmaschine vorhanden. Es wurden auch keine Halterungen oder Befestigungslöcher für die Befestigung einer seitliche Isolierung und Einkapselung der Hauptmaschine gefunden. An der Hauptmaschine ist keine zusätzliche Lenzpumpe angehängt und die über Keilriemen angetriebene Lichtmaschine ist auf dem Maschinenfundament befestigt.



Abbildung 21: Blick auf Steuerbordseite Maschine



Keine Isolierung

Abbildung 22: Backbordseite Maschine

Die Abgasleitung hat keine ausreichende Isolierung und das Füllrohr der an Backbord und Steuerbord befindlichen Dieseltanks hat keine Verbindung mit den Einfüllstutzen an Deck:

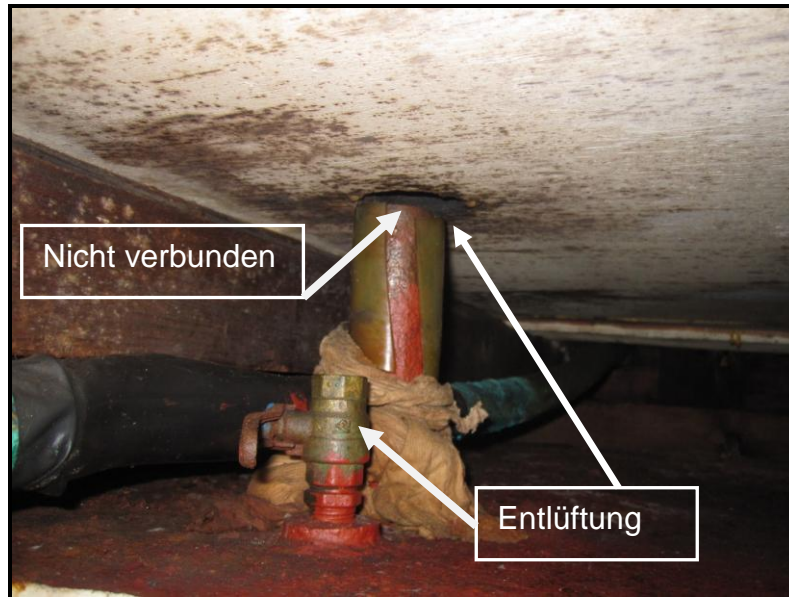


Abbildung 23: Tankbefüllung und Entlüftung

Die Dieseltanks entlüften in den Maschinenraum über die offenen Einfüllrohre bzw. auch über zusätzlich angebrachte Kugelhähne auf der Tankdecke. Der Füllstand der Tanks wird über andere Kugelhähne an den untersten Punkten der Tanks, die mit einem Schlauch für Peilzwecke versehen sind, ermittelt.

Der Maschinenraum ist lediglich durch ein Holzschott mit einer einfachen Holztür, die mit einem Drahtglasfenster versehen ist, vom Koch- und Wohnbereich abgeteilt. Zur Brandbekämpfung werden unter Deck und an Deck Feuerlöscher vorgehalten.



Abbildung 24: Blick auf Maschinenraurtür

#### 4.6.4 Schiffsrumpf

Eine Besichtigung des Schiffsrumpfes durch die BSU wurde im schwimmenden Zustand durchgeführt. Das Schiff hat fast komplett eine Innenwegerung. Der normale Spantstand soll 400 mm betragen, die Dicke der Planken und der Wegerung wurde nicht ermittelt. Die Außenhautplanken sind an mehreren Stellen durch die Spanten mit der Wegerung verbolzt, dabei sind zusätzliche Holzplatten und Stahlplatten unter die Muttern gelegt worden.

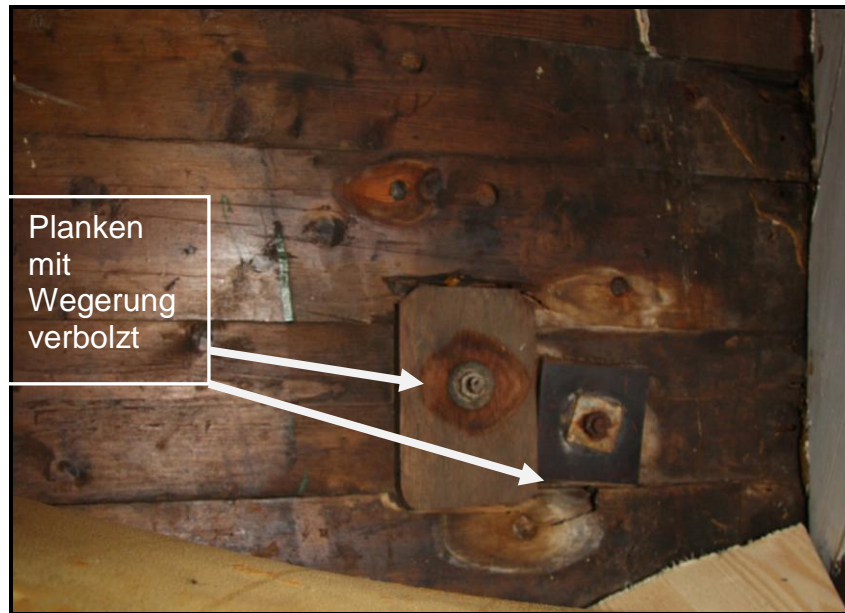


Abbildung 25: Verbolzte Außenhaut

Das Schiff hat keine Querschotte und der ganze Schiffskörper ist als eine Abteilung anzusehen. Im Vorschiff wurde die Stelle unter den Bodenwrangen inspiziert, die ursprünglich mit Bauschaum abgedichtet wurde. Ein verrotteter Spant auf Steuerbordseite ist hier durch neue Spantstücke gedoppelt worden:

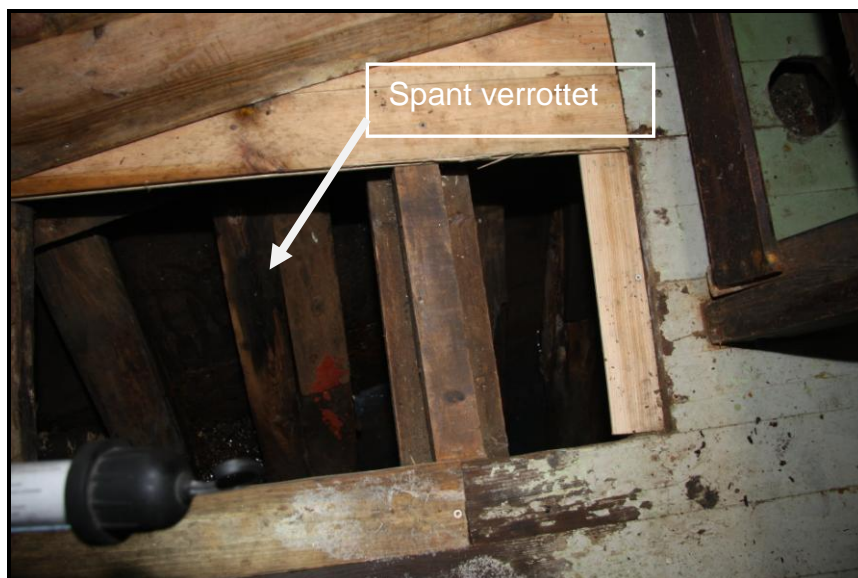


Abbildung 26: Spanten Vorschiff



## 5 AUSWERTUNG

### 5.1 Umbau zur Ketsch

In den Schiffsunterlagen beim Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie fand sich ein Messbrief aus dem Jahr 1948. Nach der Zeichnung im Messbrief hatte die RAKEL ein vorderes Maschinenraumschott, das gleichzeitig das hintere Laderaumschott war und ein Schott zum vorderen Wohnraum/Kabelgatt, als vorderes Laderaumschott.

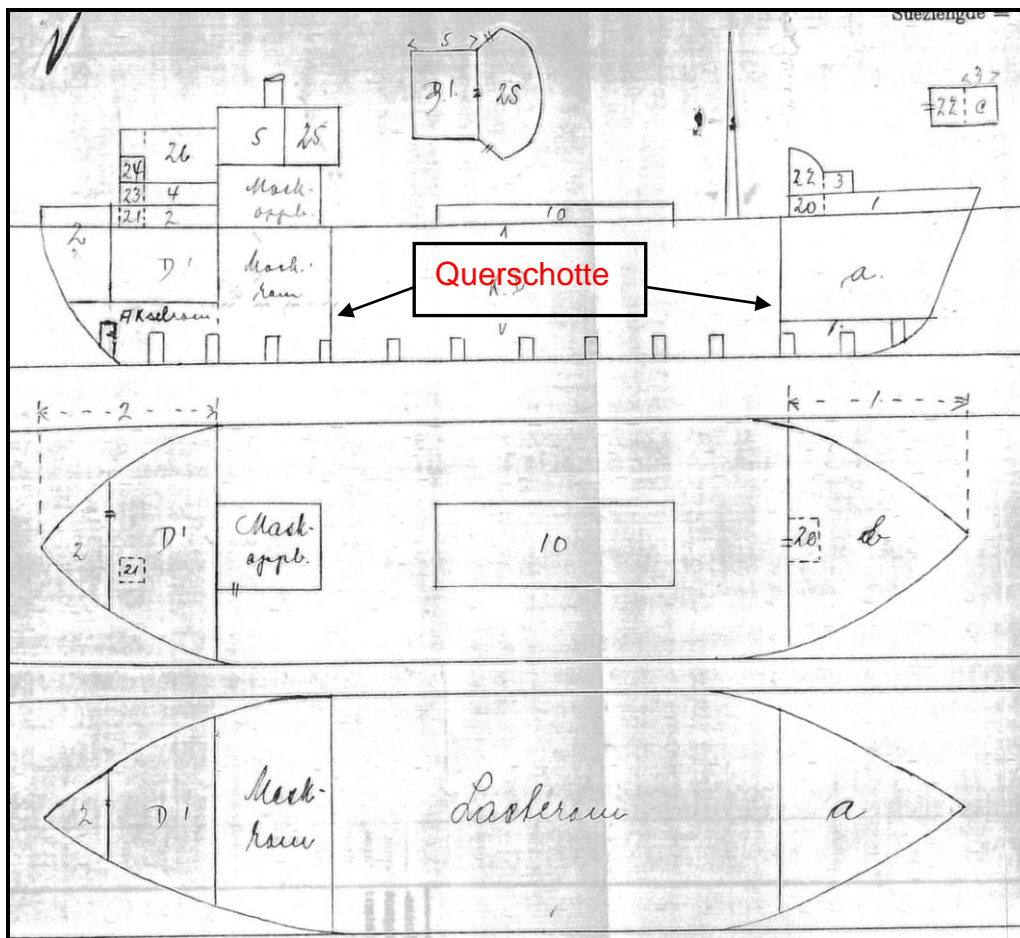


Abbildung 27: Messbriefzeichnung

Diese Querschotte teilten das Schiff in drei Abteilungen auf, und wenn jede Abteilung für sich zu lenzen ist, erhöht sich die Seetüchtigkeit im Leckfall. Die Querschotte sind jedoch seit dem Rückbau der RAKEL zur Gaffelketch nicht mehr in wasserdichter Ausführung, so dass nur eine Schiffsabteilung vorhanden ist.

In der Zeichnung, die 2003 zur Prüfung bei der GSHW eingereicht wurde, ist das vordere Schott als Schott eingezeichnet, und im hinteren Maschinenraumschott befindet sich eine Tür mit Fenster (siehe Abb. 6). Eine solche Tür in Holz Ausführung, ohne Vorreiber, in einem nicht wasserdichten Schott sowie mit dem Fenster in der Begrenzung vom Maschinenraum, ist nicht zulässig.

Der Hauptniedergang zum Wohnbereich enthält kein Süll und auch keine Steckschotte, so dass die Herstellung eines ausreichenden Verschlusszustandes aufgrund der Bauweise nicht herzustellen ist. Der Umbau und auch die Instandhaltungsarbeiten sind ohne Einschaltung einer Klassifikationsgesellschaft, der BG Verkehr oder eines anerkannten Sachverständigen für Traditionsschiffe durchgeführt worden.

Die elektrische 220 Volt Anlage und die 12 Volt Anlage der RAKEL entsprechen in Bezug auf Typprüfung, Verkabelung und Anordnung nicht dem Berufsschiffs- und auch nicht dem Yachtstandard.

Die Entlüftung von Dieseltanks in den Maschinenraum ist ebenso wie die unvollständige Verbindung von Füllleitungen mit den Dieseltanks und die Peilung der Tanks mit Schlauch und Kugelhahn nicht zulässig.

Die freiliegenden Hölzer von Maschinenräumen auf Holzschiffen sind vollständig mit schaumschichtbildender Farbe zu bestreichen oder mit nichtbrennbarer Isolierung zu versehen bzw. alternativ ist eine komplette Einkapselung des Motors mit einer Isolierung vorzusehen. Alle diese Brandschutzmaßnahmen sind auf der RAKEL nicht vorhanden.

Bauteile von Abgasleitungen, an denen Oberflächentemperaturen von mehr als 220 Grad Celsius auftreten, sind nach der Richtlinie für Traditionsschiffe vollständig zu isolieren. Die Abgasleitung der RAKEL ist nicht ausreichend isoliert.

Eine Inspektion der Spanten durch Sachverständige ist laut dem Eigner aufgrund der Weigerung schwer möglich und auch nie erfolgt.

Geprüfte Stabilitätsunterlagen und Anweisungen für Segelführung sowie Besetzung mit ausreichend Deckspersonal sind nicht vorhanden.

## **5.2 Gutachten Versicherung und Besichtigung BG Verkehr**

Das Schiff wurde nach dem Unfall von der BG Verkehr und einem Gutachter der Versicherung in Cuxhaven besichtigt.

Der Gutachter der Versicherung führt aus, dass es aufgrund der vorgefundenen frischen Schramme auf Backbordseite (siehe Abb. 10) durchaus denkbar wäre, dass eine Kollision mit Treibgut stattfand, die das Material so stauchte, dass die dahinter liegende Plankennaht aufsprang. Diese Undichtigkeit der Plankennaht von ca. 40 cm Länge, kurz unter der Wasserlinie, kann aber nicht die alleinige Ursache dafür gewesen sein, dass nicht gegen das Wasser angepumpt werden konnte. Der Gutachter geht davon aus, dass beim Segeln im Seegang bei 7 Bft nicht unerhebliche Kräfte auf die Konstruktion wirkten, und dass mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit an den senkrechten Plankenstößen, die auf dem Slip bis zu 20 mm offen waren, weiteres Wasser eindringen konnte. Der Gutachter geht davon aus, dass die RAKEL keine Längsfestigkeit mehr hat und macht das daran fest, dass auf dem Slip die Enden von dem Schiff auf dem Slipwagen lagen und in der Mitte zwischen Slipwagen und Kielschiene ein Spalt zu sehen war (sogenanntes Hogging).

Der Gutachter geht weiter davon aus, dass die festgestellten Mängel, insbesondere die mangelhafte Längsfestigkeit und damit verbundene Seeuntüchtigkeit, zum Zeitpunkt der letzten Besichtigung zur Erlangung des Sicherheitszeugnisses für Traditionsschiffe durch den anerkannten Sachverständigen für Traditionsschiffe bereits vorgelegen haben.

Aufgrund des Seeunfalls wurde die RAKEL erstmalig durch die BG Verkehr besichtigt. Der Besichtigter der BG Verkehr führt aus, dass sämtliche Längsnähte im Unterwasserbereich und im Überwasserschiff zu kontrollieren, gegebenenfalls zu kalfatern und neu abzudichten seien. An Steuerbordseite vorne lägen von drei Plankengängen die Stöße nicht an den Spanten an. Ca. 80 % der ausgeleisteten Stoßnähte der Planken seien undicht. Der Achterstevan solle nach Trocknung neu kalfatern und abgedichtet werden. Der Bauschaum in der Vorpiekbilge als Abdichtung einer Planke an Steuerbordseite sei zu entfernen und die Stelle fachgerecht herzurichten. Das Deck weise an vielen Stellen Undichtigkeiten auf und die Decksbalken in Mittschiffs- und Maschinenraumbereich seien feucht und hätten erste Aufweichungen. Das Ruderspiel sei zu groß und der Zapfen und das Lager seien zu erneuern.

### **5.3 Zulassung als Traditionsschiff**

Das Schiff hatte zum Unfallzeitpunkt ein Sicherheitszeugnis der BG Verkehr für Traditionsschiffe gemäß Absatz 1.1 der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe. Das Zeugnis war am 2. November 2012 mit einer Gültigkeit bis zum 30. Oktober 2014 ausgestellt worden. Das Schiff war als Segelschiff der Fahrzeuggruppe A für die Fahrt in küstennahen Gewässern für maximal 12 Personen an Bord zugelassen.

Die Zulassungsvoraussetzungen für Traditionsschiffe sind in der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe (Richtlinie nach § 6 Abs.1 der Schiffssicherheitsverordnung) geregelt. Gemäß Ziff. 1.4 entscheidet die See-BG<sup>4</sup> in Zusammenarbeit mit der Gemeinsamen Kommission für historische Wasserfahrzeuge (GSHW) auf der Grundlage vorgelegter Unterlagen des Antragsstellers, und bei Schiffen mit weniger als 80 Personen an Bord, außerdem auf der Grundlage eines Gutachtens eines Sachverständigen für das Sachgebiet Traditionsschiffe, ob die Voraussetzungen für die Erteilung eines Sicherheitszeugnisses für die Betriebsform „Traditionsschiff“ vorliegen. Der nach dem Schiffssicherheitsgesetz Verantwortliche, z.B. der Betreiber oder der Eigner, muss darüber hinaus erklären, dass er das Traditionsschiff nur zu ideellen Zwecken, zur maritimen Traditionspflege, zu sozialen und vergleichbaren Zwecken und nicht zum Zweck der nachhaltigen Gewinnerzielung betreiben wird.

Wenn der schriftliche Antrag für ein Schiff direkt bei der See-BG gestellt wird, führt die See-BG vor Ausstellung des Sicherheitszeugnisses eigene Feststellungen und Besichtigungen durch. Diese Feststellungen oder Besichtigungen durch die See-BG entfallen jedoch für Schiffe mit weniger als 80 Personen an Bord, wenn der Antrag auf Zulassung eines Traditionsschiffes der See-BG über die GSHW zugeleitet wird und die GSHW aufgrund eigener Nachprüfungen zu dem Ergebnis kommt, dass die Voraussetzungen für die Zulassung erfüllt sind. Dem entsprechend hat die GSHW bekannt gegeben:

---

<sup>4</sup> Heute Dienststelle Schiffssicherheit (DS) der BG Verkehr

„Ein Prüfungsausschuss der GSHW wird die Anträge auf Plausibilität prüfen und dann mit der Anweisung zur Ausstellung des Zeugnisses an die See-BG weitergeben. Die See-BG stellt das Zeugnis in ihrer Eigenschaft als Schiffssicherheitsbehörde des Bundes ohne weitere eigene Nachprüfungen aus.“<sup>5</sup>

Für die Zulassung als Traditionsschiff hat der Eigner der RAKEL den Weg über die Plausibilitätsprüfung durch die GSHW gewählt, und im Auftrag des Eigners wurde erstmals im April 2003 ein Gutachten durch einen öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen für das Sachgebiet Traditionsschiffe erstellt. Aufgrund dieses Gutachtens ist das Schiff in Fahrzeuggruppe A, zugelassene Personenzahl bis 12 und Rumpflänge kleiner 25 m, eingeteilt worden. Zusätzlich wurde vom Sachverständigen ein uneingeschränkter Seebetrieb in küstennahen Gewässern für die Durchführung von Tagesfahrten mit bis zu 25 Personen an Bord bescheinigt.

Das Schiff ist zu keiner Zeit durch einen Besichtiger der See-BG bzw. der BG Verkehr oder einer Klassifikationsgesellschaft besichtigt worden.

Der Sachverständige für Traditionsschiffe hat keine eigene Besichtigung der Spanten oder Bodenwrangen durchgeführt und wurde auch nicht während des Umbaus hinzugezogen. Im Rahmen der Untersuchung nach der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe hat er mehrfach Bescheinigungen ausgestellt, nach denen das Schiff in Bezug auf den Schiffskörper den Sicherheitsrichtlinien der Traditionsschiffe entspricht.

#### **5.4 Besichtigung von Schiffskörper und Schotte**

Art und Umfang der Besichtigung von gewerblich betriebenen Seeschiffen ist durch die Klassifikationsgesellschaften klar geregelt. Bei Stahlschiffen sind z.B. Dickenmessungen der Beplattung durchzuführen, um den allgemeinen und örtlichen Abrostungsgrad sicher beurteilen zu können. Die Schotte, Spanten, Spantanschlüsse und Bodenwrangen sind ebenfalls zu besichtigen, was jedoch zu Schwierigkeiten führen kann bzw. überhaupt nicht möglich ist, wenn die Bilgen bei ehemaligen Frachtschiffen, die als Traditionsschiffe betrieben werden, aus Stabilitätsgründen nachträglich mit Beton gefüllt wurden.

Die Besichtigung von hölzernen Berufsschiffen, z.B. Fischkutter, ist ebenfalls klar geregelt. Die Klassifikations- und Bauvorschriften des Germanischen Lloyd für hölzerne Seeschiffe geben z.B. für die Durchführung der Klassenerneuerungsbesichtigung für den Schiffskörper unter 4.5 klar vor: „*Die Wegerung und Isolierung der Räume ist nach Ermessen des Besichtigers an verschiedenen Stellen aufzunehmen*“

In dieser Vorschrift für hölzerne Seeschiffe steht zu wasserdichten Schotten unter Abschnitt 4 Regel 11, dass auf allen Schiffen der Maschinenraum, der Wohnraum und der Laderaum bzw. der Fischraum voneinander durch wasserdichte Schotte getrennt sein müssen. Auf Schiffen über 18 m Länge ist außerdem ein wasserdichtes Kollisionsschott vorzusehen.

Die RAKEL ist fast komplett mit einer Wegerung versehen und nach Meinung des Sachverständigen für Traditionsschiffe ist eine Besichtigung der Verbände daher nicht möglich gewesen. Querschotte und ein Kollisionsschott sind nicht vorhanden bzw. als nicht wasserdicht ausgeführt gewesen. Der Sachverständige für

---

<sup>5</sup> Informationsblatt der GSHW vom 23. Mai 2001 über Sicherheitszeugnisse für Traditionsschiffe

Traditionsschiffe hat das Fahrzeug in den letzten 10 Jahren auch nie unter Wasser besichtigt und trotzdem im Juni 2012 einen guten Pflegezustand bescheinigt.

Eine Rückfrage bei der BG Verkehr ergab, dass die Besichtigter der BG Verkehr nach den o.g. Vorschriften der Klassifikationsgesellschaften die Schiffe untersuchen und dass regelmäßig Bodenbesichtigungen durchgeführt werden. Diese Vorgehensweise ist nicht nach der Sicherheitsrichtlinie vorgeschrieben, aber technischer Standard bei der Untersuchung von Wasserfahrzeugen.

## **6 SCHLUSSFOLGERUNGEN**

### **6.1 Schiffszustand**

Das 117 Jahre alte Traditionsschiff RAKEL war bei dem schweren Seeunfall in einem nicht seetüchtigen Zustand. Als Hauptursache für den Wassereintrich sind die vielen nicht richtig verschlossenen Längsnähte und Querstöße der Außenhautbeplankung zu sehen. Die Breite der Nähte lässt darauf schließen, dass die Außenhaut allein durch das Aufquellen der Planken nicht mehr ausreichend zu dichten war. Eine einzelne Beschädigung, die alleine ursächlich für den Wassereintrich anzusehen ist, wurde nicht lokalisiert. Die angegebene Anstoßstelle an Backbordseite eben unter der Wasseroberfläche kann nicht alleine für den Wassereintrich verantwortlich gewesen sein. Diese Stelle würde erst bei einem Segeln auf Backbord-Bug bei erheblicher Neigung zu vermehrtem Wassereintrich führen. Es wurde aber auf Steuerbord-Bug gesegelt, so dass beim Segeln auf diesem Bug die Stelle auf Backbordseite überwiegend oberhalb der Wasseroberfläche blieb.

Ursächlich für den Wassereintrich scheinen auch die nicht bzw. nicht mehr mit den Spanten verbundenen Plankengänge zu sein. Die Verbolzung mit der Innenwegerung ist eine letzte Maßnahme, wenn Spanten bzw. Bodenwrangen marode oder nicht mehr vorhanden sind. Die Längsfestigkeit des Schiffsrumpfes ist somit nicht mehr gegeben, und verbunden mit einem harten Segeln werden die Querstöße der Planken undicht.

Wäre das Schiff nach den Vorschriften für Seeschiffe durch mehrere Querschotte in einzelne lenzbare Abteilungen unterteilt, hätte der Wassereintrich lokalisiert und die Lecksicherheit verbessert werden können.

Eine Besichtigung der Spanten und Verbände hinter den Planken, bzw. der Wegerung durch Sachverständige ist nicht durchgeführt worden und es ist nicht nachvollziehbar, warum der schlechte Zustand des Schiffes bei den Besichtigungen nicht bemängelt wurde.

Der Seenotfall hätte vermieden werden können, wenn die Längsfestigkeit noch ausreichend und der Schiffsrumpf dicht gewesen wäre.

### **6.2 Seetüchtigkeit**

Zur Seetüchtigkeit gehört unter anderem, dass an Zugangsöffnungen zu geschlossenen Aufbauten feste Abschottungen mit vorgegebenen Süllhöhen<sup>6</sup> vorhanden sein müssen. Die Herstellung eines ausreichenden Verschlusszustandes für den Hauptniedergang der RAKEL war nicht möglich, da hier gar kein Süll vorhanden war.

---

<sup>6</sup> Siehe Klassifikationsvorschriften, bzw. auch Gesetz zum Internationalen Freibordabkommen



Abbildung 28: Hauptniedergang Mittschiffs

Zur Seetüchtigkeit gehört auch, dass geprüfte Stabilitätsunterlagen und Angaben über die Besetzung mit ausreichend Decksleuten an Bord vorhanden sein sollten. Auf diese Problematik hat die BSU schon bei der Untersuchung von anderen Seeunfällen von Traditionsschiffen hingewiesen und dazu entsprechende Sicherheitsempfehlungen herausgegeben. Auf die Umsetzung dieser Sicherheitsempfehlungen wurde letztmalig am 19. Februar 2009 in einer bisher nicht veröffentlichten Untersuchung, die zweckmäßig und zielgerichtet an das BMVI<sup>7</sup>, die BG Verkehr und die GSHW geschickt wurde, hingewiesen. Im Anhang dieses Berichtes ist diese 2009 durchgeführte Untersuchung zur Stabilität von Traditionsschiffen mit den Sicherheitsempfehlungen wieder gegeben. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde auf verschiedene Unfälle von Traditionsschiffen hingewiesen und von Seiten des BMVI eine Überarbeitung der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe angekündigt. Das BMVI hat aus diesem Grund die Dienststelle für Schiffssicherheit bei der BG Verkehr beauftragt, einen ersten Entwurf zur Überarbeitung der Sicherheitsrichtlinie zu erstellen. Dieser Entwurf wird zur Zeit beim BMVI geprüft.

### 6.3 Ausrüstung und Maschinenanlage

Die Schiffsausrüstung, wie z.B. die Pumpen und die elektrische Anlage der RAKEL, befindet sich in einem Zustand, der nicht dem normalen Ausrüstungszustand für ein Seeschiff bzw. Traditionsschiff entspricht.

Die fest installierte elektrische Pumpe im Maschinenraum hat aufgrund technischer Fehler versagt und die Handpumpe an Deck war außer Betrieb gesetzt.

---

<sup>7</sup> Mit Organisationserlass vom 17.12.2013 erhielt das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) die Bezeichnung Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)

Die Verkabelung der 12 Volt Yachtumpfen unterhalb der Bodenbretter, und auch sonst, entspricht nicht dem Standard, so dass der elektrische Kurzschluss vorherzusehen war.

Die Benutzung der vielen an Bord befindlichen 220 Volt Baumarkt/Haushalts/Gartenpumpen hätte den Wassereinbruch stoppen können, jedoch konnten diese nicht betrieben werden, da der Benzingenerator an Deck aufgrund einer fehlerhaften Reparatur des Benzinschlauchs nach kurzer Zeit ausfiel. Die Maschinenanlage und der Maschinenraum sind in Bezug auf den Brandschutz nicht nach den Vorschriften für Seeschiffe und Traditionsschiffe ausgerüstet. Ein Brandschutz durch Farbanstriche bzw. Einkapselung der Hauptmaschine nach der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe ist nicht vorhanden. Eine Isolierung der Abgasleitung ist nicht ausreichend vorhanden. Diese Isolierung soll auf Bauteile von Abgassystemen bei Oberflächentemperaturen von über 220 °C, die bei dem eingebauten MWM-Motor noch höher sind, nach der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe angebracht werden. Diese vorgegeben Temperatur von 220 ° C ist die Zündtemperatur von Dieselkraftstoff, und der Grenzwert kommt aus den Klassifikationsvorschriften für Seeschiffe. Für einen Berührungsschutz, bzw. Personenschutz ist dieser Wert viel zu hoch angesetzt und es sollten bei engen Maschinenräumen, wie auf der RAKEL vorhanden, die Klassifikationsvorschriften für Wassersportfahrzeuge, nach denen Abgasleitungen mit einer Oberflächentemperatur von mehr als 80 ° C vollständig zu isolieren sind, angewendet werden.

Eine Entlüftung von Tanks in den Maschinenraum ist nach keiner Vorschrift zulässig.

Vor dem Hintergrund des Zustandes der Anlagen ist die Bescheinigung des Sachverständigen für Traditionsschiffe, dass die Maschinenanlage, Ausrüstung und elektrische Anlage den Sicherheitsrichtlinien für Traditionsschiffe entspricht, nicht nachvollziehbar.

#### **6.4 Besichtigung der Traditionsschiffe**

Die Untersuchung der BSU hat ergeben, dass im Besichtigungswesen keine einheitliche Vorgehensweise herrscht. Während die Besichtigter der BG Verkehr sich überwiegend an die Vorgaben der Klassifikationsgesellschaften halten, sind die freien Sachverständigen möglicherweise eher bereit, bestimmte sicherheitsrelevante Zustände zu tolerieren. Bei den von der BSU bereits untersuchten Unfällen von Traditionsschiffen, in denen sicherheitsrelevante Mängel in technischer Hinsicht bei den Fahrzeugen auftraten, sind diese Fahrzeuge stets von freien Sachverständigen besichtigt worden. Eine einheitliche Vorgehensweise im Sinne der Schiffssicherheit scheint erforderlich zu sein.

Die Sicherheitsrichtlinie gibt keine klare Anweisung, wie bei Nachbauten bzw. größeren Umbauten zu verfahren ist. Die BSU hat im Rahmen der Seeunfälle der GOTLAND (Az.: 49/02, veröffentlicht im Jahr 2003) und der LISA VON LÜBECK (Az.: 164/06, veröffentlicht im Jahr 2007) darauf hingewiesen, dass die Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe dahin gehend geändert werden sollte, dass größere Umbauten unter der Aufsicht und Genehmigung einer Klassifikationsgesellschaft, der BG Verkehr oder eines anerkannten Sachverständigen durchgeführt werden sollten (siehe Anlage zum Bericht).

## **7 SICHERHEITSEMPFEHLUNG(EN)**

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

### **7.1 BMVI, BG Verkehr und GSHW**

Die Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung empfiehlt dringend die Überarbeitung der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe und die Aufnahme folgender Regelungen:

1. Nachbauten und Umbauten von historischen Wasserfahrzeugen müssen unter der Zeichnungsprüfung und Bauaufsicht einer Klassifikationsgesellschaft oder eines anerkannten Sachverständigen durchgeführt werden.
2. Traditionsschiffe müssen geprüfte Stabilitätsunterlagen und Segelanweisungen an Bord haben. Diese Unterlagen müssen auf der Grundlage eines kombinierten Krängungs- und Schlingerversuchs nach den Vorgaben der Klassifikationsgesellschaften und unter der Aufsicht einer Klassifikationsgesellschaft oder eines anerkannten Sachverständigen, erstellt werden.
3. Für die Besichtigung der Traditionsschiffe ist eine einheitliche Vorgehensweise für die Besichtigter der BG Verkehr und die anerkannten Sachverständigen für Traditionsschiffe festzulegen.
4. Der Umfang der Besichtigung von Schiffbauverbänden, Außenhaut und Schotte ist einheitlich festzulegen. Es ist in die Richtlinie mit aufzunehmen, dass für die Besichtigung der Spanten, Bodenwrangen und Decksbalken ggf. Einbauten und Wegerungen partiell zu entfernen sind.
5. Zum Schutz von Personen sind Abgasleitungen mit einer Oberflächentemperatur von mehr als 80 ° C vollständig zu isolieren.



## 8 QUELLENANGABEN

- Ermittlungen Wasserschutzpolizei (WSP)
- Unterlagen der DGzRS / MRCC
- Schriftliche Erklärungen/Stellungnahmen
  - Eigner und Schiffsführer
- Unterlagen der BG-Verkehr
- Gutachten der Versicherung, Gutachter H.U. Brunner
- Seekarten und Schiffsdaten Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
- Amtliches Wettergutachten Deutscher Wetterdienst (DWD)
- Klassifikations- und Bauvorschriften des Germanischen Lloyd
  - .- Teil 1 Schiffstechnik ,
    - .- 0 Klassifikation und Besichtigung
    - .- Teil 3 Wassersportfahrzeuge
    - .- 13 Hölzerne Seeschiffe, Ausgabe 1994, Nachdruck 2008
- Richtlinien im Sinne des § 6 der Schiffssicherheitsverordnung zur Verbesserung der Sicherheit von Traditionsschiffen

## 9 Anhang



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

### **Stabilität von Traditionsschiffen**

#### **Untersuchung 2/2009**

19. Februar 2009

[www.bsu-bund.de](http://www.bsu-bund.de)

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.

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](http://www.bsu-bund.de)

## Inhaltsverzeichnis

1	VORWORT .....	5
2	GRUNDSÄTZLICHES ZUR STABILITÄT .....	5
3	STABILITÄTSBETRACHTUNGEN FÜR SEGELFAHRZEUGE MIT FRÜHEREN, „KLASSISCHEN“ METHODEN .....	6
3.1	Takelmaß .....	6
3.2	Middendorf Koeffizient $\epsilon$ .....	7
4	ANERKANNTE STABILITÄTSBERECHNUNG AUF DER BASIS EINES WERFTKRÄNGUNGSVERSUCHS .....	10
5	ROLLZEITMESSUNG .....	12
6	STABILITÄTSVORSCHRIFTEN .....	14
7	SEETÜCHTIGKEIT UND SEEMANNSCHAFT .....	18
8	VON DER BSU UNTERSUCHTE STABILITÄTSUNFÄLLE MIT SEGELSCHIFFEN .....	19
9	ANHANG .....	22
10	QUELLENANGABEN .....	33

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Tabelle von Timmermann .....	7
Abbildung 2: Skizze von Middendorf .....	8
Abbildung 3: Durchführung eines Krängungsversuchs.....	12
Abbildung 4: Aufzeichnung kombinierter Krängungs- und Schlingerversuch .....	14
Abbildung 5: GL-Hebelarmkurve .....	16
Abbildung 6: Segelanweisung „Amphitrite“ .....	17
Abbildung 7: Tallship MARQUES .....	20
Abbildung 8: PRIDE OF BALTIMORE .....	20

## 1 Vorwort

Die Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung hat anlässlich der Untersuchung über die Kenterung und das Sinken der GOTLAND (Bericht 49/02 vom 15. September 2003) erstmalig im Rahmen einer Sicherheitsempfehlung im April 2003 auf die unklaren und ungenauen Stabilitätsanforderungen in der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe hingewiesen.

Dem im Dezember 2008 in der Zeitschrift HANSA erschienen Artikel „Stabilität von traditionellen Segelschiffen“ (siehe Anhang) ist zu entnehmen, dass auch 5 Jahre nach dem Erscheinen dieser Sicherheitsempfehlung für viele Traditionssegler noch immer keine Stabilitätsberechnungen vorhanden sind.

Die Schlussfolgerung in diesem Artikel, die Beurteilung der Stabilität nach „klassischen Methoden“ durchzuführen, und nicht nach den anerkannten Regeln und dem Stand der Technik auf Basis von Krängungsversuchen und Kurvenblattberechnungen, stellt einen Rückschritt und eine Verschlechterung für die Sicherheit dar. Die BSU sieht sich daher veranlasst, entsprechend § 15 Abs. 1 SUG i.V.m. § 19 Abs. 2 und 3 FIUUG den nachfolgenden Untersuchungsbericht mit Empfehlungen an die zuständigen Stellen herauszugeben.

## 2 Grundsätzliches zur Stabilität

*„Stabilität ist die Fähigkeit eines Wasserfahrzeuges, sich aus einer geneigten Lage, nach Aufhören der neigenden Kraft, wieder selbsttätig aufzurichten.“<sup>1</sup>*

Bei der Untersuchung dieser *statischen* Stabilität wird nur die Größe und Richtung der krängenden und der aufrichtenden Momente betrachtet, ohne die Energiezufuhr durch Wind und Wellen zu berücksichtigen. Diese Betrachtung der *statischen* Stabilität wird auch Glattwasser-Stabilität genannt. Ein *statisch* stabiles Schiff kann im Seegang durch stetig wachsenden Rollwinkel *dynamisch* instabil werden, bis es schließlich kentert. Durch die Lehren aus Unfällen und jahrelange Erfahrung wird bei den Stabilitätsvorschriften / -kriterien dieser *dynamische* Einfluss durch entsprechenden Vorgaben (z. B. Stabilitätsumfang und erforderliche Flächen unter der berechneten Hebelarmkurve) mit berücksichtigt.

Folgende Faktoren beeinflussen die Stabilität eines Wasserfahrzeuges:

- ◆ Die Form des Fahrzeuges wie z.B. scharfe Hauptspantformen oder völlige Form
- ◆ Die Verhältnismerte der Hauptabmessungen wie B / T
- ◆ Die Lage des Gewichtsschwerpunktes. Ein tiefliegender Schwerpunkt macht das Schiff steif, ein hochliegender rank
- ◆ Äußere Einflüsse wie Drehkreismoment, seitlicher Winddruck oder Moment aus freien Oberflächen (Bilge- / Tankinhalte) oder Momente aus Verschieben der Ladung (Personenmoment)

<sup>1</sup> „Vom Riß zum Schiff“, Hans-Günter Portmann, Delius Klasing verlag

- ◆ Bei Segelschiffen unter Segeln muss ein größeres Maß an metazentrischer Höhe (MG) vorhanden sein als bei normalen Wasserfahrzeugen, da das aufrichtende Moment des Schiffes infolge des Winddrucks in den Segeln höher sein muss. Grundsätzlich ist aber eine geringe metazentrische Höhe und ein größerer Stabilitätsumfang besser als eine große metazentrische Höhe mit geringem Stabilitätsumfang.

Bei der Betrachtung der Stabilität können folgende Unterscheidungen getroffen werden:

- Eine Unterscheidung nach der Lage des Gewichts- zum Formschwerpunkt: Eine Formstabilität liegt vor, wenn sich der Gewichtsschwerpunkt über dem Formschwerpunkt befindet. Dagegen liegt Gewichtsstabilität vor, wenn sich der Gewichtsschwerpunkt unter dem Formschwerpunkt befindet.
- Eine Unterscheidung nach der Lage der Drehachse der Wasserfahrzeuge: Hierbei bezeichnet man die Querstabilität als die Stabilität um die Längsachse und die Längsstabilität als die Stabilität um die Querachse.
- Eine Unterscheidung nach der Art der wirkenden Kräfte und Kraftmomente: Hierbei ist die statische Stabilität das Kraftmoment, mit dem das Fahrzeug aus einer geneigten Lage, hervorgerufen durch ein Krängungsmoment, wieder in die aufrechte Schwimmlage zurückstrebt. Die dynamische Stabilität dagegen, ist die Arbeit, die aufgewendet werden muss, um das Fahrzeug bis zu einem bestimmten Winkel zu neigen.

### 3 Stabilitätsbetrachtungen für Segelfahrzeuge mit früheren, „klassischen“ Methoden

#### 3.1 Takelmaß<sup>2</sup>

Die Stabilität eines Fahrzeuges hängt von der Form und dem Schiffsgewicht ab. Aus der Unterwasserform und dem Gewicht resultiert die Wasserverdrängung. Setzt man nun die Verdrängung (D) und die Segelfläche (S) (für äußere Belastung) linear ins Verhältnis, so erhält man das Takelmaß (= Segeltragezahl)

$$\text{Takelmaß } T = \frac{\sqrt{S}}{\sqrt[3]{D}}$$

Timmermann hat für die Ermittlung des Takelmaßes 22 Liniennisse vom Pfahlewer, Besanewer, Segelkutter und Kriegsfischkutter ausgewertet, bei denen vorher ein Krängungsversuch durchgeführt wurde.

<sup>2</sup> Nach G.Timmermann: „Vom Pfahlewer zum Motorkutter“, 1957

Typ	Berechnungen von Liniennissen																																			
	Hauptabmessungen					Berechnungsergebnisse						Berechnungsergebnisse						Verhältniswerte																		
	$L_{sk}$	$L_{CR}$	$B_G$	$\beta_{CR}$	$T$	$H$	$\theta_L$	$\theta_S$	$D$	$L_p$	$R$	$F$	$\sigma_G$	$\sigma_L$	$J_B$	$M_{GP}$	$S$	$\sigma_S$	$L/B$	$B/T$	$\lambda$	$\nu$	$\beta$	$\sigma$	$\gamma$	$\delta$	$\epsilon$	$\eta$	$\theta$	$\rho$	$\sigma_{Red}$					
1 Pfahlwer 1899	18,56	13,16	5,47	3,82	0,90	1,86	47,04	2,94	28,83	11,82	0,69	0,35	+0,69	0,12	61,13	2,40	56,03	8,4	3,15	3,15	0,108	0,630	0,677	0,684	5,14	2,93	19,2	---	---	---	---	---				
2 " 1839	13,36	11,48	4,16	4,18	1,00	1,38	31,25	3,02	19,71	8,52	1,36	0,277	+0,35	0,35	31,14	1,58	63,20	7,67	2,74	4,18	0,411	0,651	0,723	0,568	4,25	2,89	26,9	24,5	---	---	---	---	---			
3 Boomer vor 1839	18,68	14,95	5,40	0,95	1,77	52,24	3,92	36,30	14,23	1,55	0,416	+0,77	0,166	190,27	2,76	65,88	8,64	2,77	5,69	0,473	0,647	0,765	0,618	4,32	3,87	31,8	23,7	---	---	---	---	---				
4 Bandkiewer 1876	18,70	16,00	5,76	3,50	1,06	1,91	58,57	4,34	39,93	17,87	---	0,085	+0,72	0,37	115,11	2,88	170,30	8,48	2,91	5,2	0,129	0,673	0,746	0,375	4,60	4,00	29,6	19,03	---	---	---	---	---			
5 Kielwer 1879	19,65	17,35	5,10	5,37	1,00	2,00	72,11	6,21	65,28	31,90	1,53	0,52	+0,10	0,81	126,87	1,94	188,32	6,78	3,23	3,51	0,166	0,777	0,773	0,603	4,31	3,42	22,6	22,4	---	---	---	---	---			
6 Boomer HF 72	20,10	17,00	5,74	---	1,00	1,90	76,35	5,74	60,99	27,30	2,04	0,55	+0,50	0,865	135,60	2,23	103,62	5,78	2,96	4,11	0,482	0,723	0,770	0,426	4,33	3,43	21,8	29,4	---	---	---	---	---			
7 Engl. Fischermak	23,10	20,09	5,88	3,73	2,55	3,15	92,09	9,52	120,09	19,80	1,26	0,513	+0,23	1,00	196,26	1,55	---	---	3,5	2,55	0,16	0,795	0,71	0,532	4,88	---	---	---	---	---	---	---	---			
8 Eiserkutter 1889	19,85	17,14	5,13	---	1,10	1,96	61,25	4,14	41,87	24,73	1,10	0,11	+0,76	0,54	98,13	2,33	195,13	8,54	3,16	4,91	0,108	0,654	0,693	0,589	4,95	4,05	36,0	24,9	---	---	---	---	---			
9 " "	19,82	17,66	5,64	3,41	1,14	2,00	68,90	4,58	49,84	23,98	1,19	0,15	+0,76	0,813	125,09	2,53	176,38	8,18	3,28	4,75	0,157	0,723	0,741	0,616	4,79	3,54	23,6	21,5	---	---	---	---	---			
10 Hochkutter 1885	21,10	18,00	5,36	3,72	1,37	2,15	73,19	5,43	61,00	31,63	2,73	0,18	0,30	0,91	132,58	2,50	210,22	8,54	3,15	4,17	0,112	0,729	0,693	0,623	4,50	3,69	18,9	18,1	---	---	---	---	---			
11 Dan. Fischerschiff 1888	13,90	11,35	4,66	3,13	1,15	2,07	46,87	4,84	36,40	26,60	1,66	0,167	0,21	0,973	56,89	1,56	181,21	7,96	3,23	3,06	0,365	0,690	0,620	0,581	4,31	4,04	28,5	14,6	---	---	---	---	---			
12 Hochkutter 1892	20,15	17,15	5,10	5,10	2,00	3,00	76,78	7,30	82,00	45,75	1,28	0,68	0,10	1,19	125,47	1,54	165,3	8,14	3,31	2,7	0,128	0,738	0,758	0,630	4,11	2,89	35,7	34,7	---	---	---	---	---			
13 " 1899	21,75	18,60	6,00	---	1,6	2,29	86,13	6,79	89,91	33,15	1,61	0,37	0,19	0,888	192,82	2,23	212,81	8,46	3,10	3,75	0,505	0,774	0,787	0,715	4,15	3,27	11,10	---	---	---	---	---	---			
14 " 1903	21,30	18,15	6,00	5,82	1,15	2,13	77,73	6,20	67,00	35,78	1,8	0,303	0,11	1,095	166,22	2,48	216,14	9,43	3,12	4,01	0,132	0,736	0,735	0,596	4,80	3,82	28,2	---	---	---	---	---	---			
15 " 1904	20,45	18,07	6,00	---	1,56	2,13	77,13	6,30	69,00	36,64	1,77	0,51	0,38	1,16	161,75	2,39	253,95	9,16	3,01	3,85	0,108	0,711	0,673	0,607	4,13	3,84	23,6	---	---	---	---	---	---			
16 " 1905	21,35	18,26	6,10	2,82	2,71	73,58	8,20	94,91	43,78	1,43	0,68	0,17	1,21	158,00	1,67	218,22	8,54	2,99	2,78	0,308	0,709	0,612	0,614	4,00	3,10	27,6	23,8	---	---	---	---	---				
17 " 1906	25,00	19,45	5,78	5,78	2,90	3,70	88,79	7,89	85,5	41,48	---	0,76	-0,10	1,29	158,00	1,83	275,25	9,33	3,42	1,962	0,268	0,728	0,476	0,558	4,43	3,76	23,3	21,7	---	---	---	---	---			
18 Doro-Kutter	18,27	15,60	5,10	---	1,50	3,00	62,50	6,23	28,2	24,44	1,88	0,576	0,36	0,873	116,18	1,996	156,10	6,91	2,89	3,60	0,407	0,72	0,411	0,728	4,83	3,23	19,8	---	---	---	---	---	---			
19 Hochkutter 1929	21,08	19,20	6,15	1,96	2,95	97,00	9,52	122,5	43,98	---	---	0,76	+0,14	1,10	213,00	2,88	143,80	7,10	3,12	3,14	0,53	0,821	0,792	0,689	3,87	2,39	4,03	---	---	---	---	---	---			
20 Kriegsdackkutter Spitzg.	21,10	20,57	6,10	6,25	2,11	2,90	98,5	9,76	123,13	46,5	---	0,78	-0,03	1,17	214,00	1,98	63,80	6,16	3,22	3,03	0,415	0,722	0,723	0,615	4,13	4,63	2,00	---	---	---	---	---	---			
21 Kriegsdackkutter Kreuzerf.	24,10	20,57	6,10	6,25	2,11	3,28	98,5	9,74	125,5	46,5	---	0,78	+0,16	1,17	214,00	1,98	74,00	6,39	3,22	3,03	0,428	0,722	0,693	0,605	4,12	4,72	4,28	---	---	---	---	---	---			
22 Entwurf Stockholm	23,00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Abbildung 1: Tabelle von Timmermann

Auf der Basis alter Erfahrungswerte und der obigen 22 untersuchten Schiffstypen wurde als „Grenz“-Takelmaß für segelnde Fahrzeuge die Zahl „4“ ermittelt. Fahrzeuge, deren Takelmaß höher als 4 ist, sind übertakelt und gelangen bei voller Besegelung leicht in die Gefahr des Kenterns. Das Takelmaß wird im Entwurfstadium als überschlägiger Vergleichswert und Anhaltspunkt benutzt, wie groß die Segelfläche sein darf.

Bei der Bestimmung des Takelmaßes finden die Massenverteilungen im Schiff, insbesondere die Lage vom Gewichtsschwerpunkt G zur Wasserlinie / Kiel, die Anfangsmetazentrische Höhe MGo und somit auch die Rolleigenperiode und die Rumpfform und damit verbunden die Formstabilität keine Berücksichtigung. Ein Mindestfreibord und genügend aufrichtende Hebelarme gegen Kenterung im Seegang werden ebenfalls nicht berücksichtigt.

**Die Ermittlung und Kenntnis des Takelmaß ersetzt auf keinen Fall genaue Stabilitätsberechnungen.**

**3.2 Middendorf Koeffizient  $\epsilon^3$**

F.L. Middendorf war von 1890 bis 1903 Direktor beim Germanischen Lloyd und nach seinem Tod 1903 wurde posthum das Standardwerk „Bemastung und Takelung der Schiffe“ veröffentlicht.

<sup>3</sup> Nach F.L.Middendorf: „Bemastung und Takelung der Schiffe“, 1903



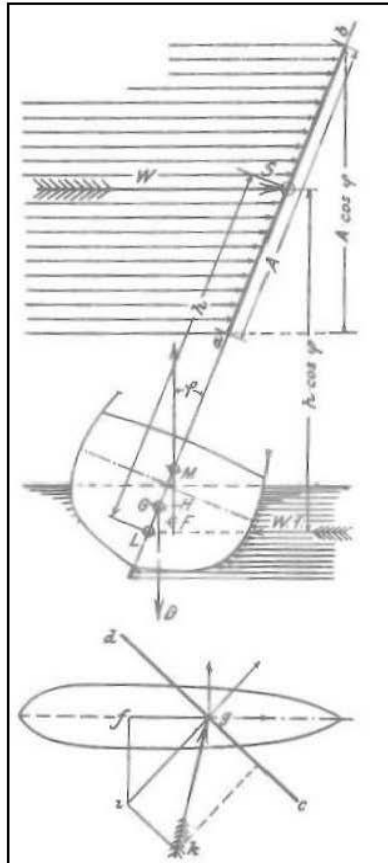


Abbildung 2: Skizze von Middendorff

„Weht nun der Wind mit einer konstanten Geschwindigkeit, ist also der Winddruck konstant, dann muß nach den Gesetzen der statischen Stabilität das Moment des Winddrucks = sein dem aufrichtenden Moment des Schiffes, d.h. es muß stattfinden :

$$p \times A \times h \times \cos^2 \varphi = D \times GH = D \times MG \sin \varphi \quad ^4$$

- p = Winddruck auf die Fläche A, konstant mit 5 kg/m<sup>2</sup>
- A = Fläche der Segel
- h = Schwerpunktabstand
- D = Verdrängung
- MG = metazentrische Höhe der Anfangsstabilität

Der Middendorff Koeffizient  $\varepsilon$  wird wie folgt ermittelt:

<sup>4</sup> aaO, S. 35 unten



Az.: Stabilität 2/2009

Stabilitätsbewertung mittels Middendorf Koeffizienten nicht beachtet. Middendorf geht von einer konstanten Windgeschwindigkeit aus, ein dynamischer Anteil Reststabilität um z.B. dem Einfall einer Böe zu widerstehen, ist nicht vorgesehen. Gerade hierin liegt eine erhebliche Gefährdung der Segelschiffe wie die Untersuchungen der BSU am Beispiel der GOTLAND (Bericht 49/03) und der SY DE HOOP (288/05) gezeigt haben.

Middendorf hat 1903 schon ganz klar erkannt, dass die metazentrische Höhe und der Umfang der Stabilität, d.h. der Bereich der Neigung, innerhalb welcher dem Schiff noch das Bestreben innewohnt, von selbst wieder in die aufrechte Lage zurückzukehren, sobald die überneigende Kraft aufhört zu wirken, in den meisten Fällen schon ein klares Bild von den Seeigenschaften eines Schiffes darstellt. Der Umfang der Stabilität sollte bei dieser Belastung nicht unter  $60^\circ$  liegen. Er führt daher aus :

***„Es ist deshalb sehr zu wünschen, daß, wo es nur irgend angängig, mit allen größeren Schiffen bei den verschiedenen Arten von Ladungen ein Krängungsversuch angestellt und darnach die metazentrische Höhe ermittelt wird. Der Schiffsführer würde sich dann mit Hilfe von Kurven ein klares Bild von den Seeigenschaften seines Schiffes verschaffen können...“<sup>6</sup>***

#### **4 Anerkannte Stabilitätsberechnung auf der Basis eines Werftkrängungsversuchs**

Will man die Stabilität eines Fahrzeugs, besonders eines Fahrzeugs unter Segeln, beurteilen, kann man mehrere Methoden anwenden. Die von der IMO (z.B. Code über Intakstabilität, Entschließung A.749(18)) und den Klassifikationsgesellschaften heute anerkannte Methode ist die Erstellung eines Stabilitätshandbuches, um dem Kapitän ausreichende Informationen für den Betrieb des Schiffes zur Verfügung zu stellen. Dieses Stabilitätshandbuch beruht auf der Berechnung eines Kurvenblattes und der Pantokarenen, der Ermittlung der Leerschiffsdaten auf der Grundlage eines Krängungsversuchs sowie der Erstellung der Hebelarmkurve und der Kurve der krängenden Einflüsse (z.B. der Windmomentkurve). Diese so berechnete Hebelarmkurve ist sehr genau, setzt aber die Kenntnis der exakten Lage des Gewichtsschwerpunktes des Schiffes voraus.

Das Format und der Inhalt des Stabilitätshandbuches hängen vom Schiffstyp und seinem Betrieb ab. Nachfolgend aufgeführte Informationen sollten aber entsprechend des obigen Codes berücksichtigt werden :

1. Allgemeine Beschreibung des Schiffes
2. Anleitung für den Gebrauch des Stabilitätshandbuches

---

<sup>6</sup> aaO, S. 39 vorl. Abs.

Az.: Stabilität 2/2009

3. Generalpläne, die die wasserdichten Abteilungen, Verschlüsse, Lüftungsöffnungen, Einströmwinkel, festen Ballast, zulässige Decksbelastung (Personenzahl) und Freibord aufzeigen
4. Hydrostatische Kurven oder Tabellen und Pantokarenen
5. Standard-Betriebsbedingungen (z.B. Segelführungen in Abhängigkeit der Windstärke) mit Tabellen über größtmöglichen Gewichtsschwerpunkt (KG-Grenzkurve) bzw. kleinstes MG
6. Allgemeine Vorkehrungen zur Verhinderung einer unbeabsichtigten Flutung sowie alle anderen notwendigen Hinweise für einen sicheren Schiffsbetrieb unter normalen und Notfallbedingungen
7. Bericht über den durchgeführten Krängungsversuch zur Ermittlung der Leerschiffsdaten des Schiffes und eine kurze Beschreibung der durchgeführten Stabilitätsberechnungen, einschließlich der Annahmen
8. Empfehlung für die Bestimmung der Stabilität des Schiffes mit Hilfe eines Betriebskrängungsversuches

**Die Aussage in der HANSA 12/08, man sollte keine direkten Handlungsanweisungen zur Segelführung in die Stabilitätsberechnungen für Segelschiffe mit aufnehmen, widerspricht sämtlichen nationalen und internationalen Vorschriften. Gerade heutzutage, wo die Erfahrung und Praxis in der Handhabung von Segelfahrzeugen nicht mehr zur Standardausbildung an den Seefahrtsschulen gehört, ist es unerlässlich den Schiffsführern berechnete und wissenschaftlich richtige Grenzbetrachtungen zur Sicherheit des Schiffes an die Hand zu geben.**

Um Fehler bei der Durchführung eines Krängungsversuches zu vermeiden, sollten die üblichen Grundsätze für Krängungsversuche der Klassifikationsgesellschaften und die Ausführungen im Anhang 1 der IMO Entschließung A.749(18) beachtet werden.

Wichtig ist die genaue Feststellung des Schiffzustandes mit Tankinhalten (Mehr- / Mindergewichte), der Tiefgänge, genaue Messung der Neigungen und der Verschiebewege der Krängungsgewichte.

Hinweis zu Krängungsgewichte:

*„Bei kleinen Schiffen können vollständig mit Wasser gefüllte Fässer benutzt werden. Die Fässer sollen normalerweise vollständig gefüllt und verschlossen sein, um eine genaue Gewichtsbestimmung durchführen zu können.“<sup>7</sup>*

Die Benutzung von offenen Behältnissen, bei denen freie Flüssigkeitsoberflächen vorhanden sind und deren Gewichtsschwerpunkt aufgrund der Geometrie schwer zu

<sup>7</sup> IMO Entschließung A.749(18) Anhang 1, Genaue Richtlinien für die Durchführung eines Krängungsversuches, Ausführung zu 2.3 Krängungsgewichte

Az.: Stabilität 2/2009

bestimmen ist, wie z.B. auf dem nachfolgenden Foto, aufgenommen beim Krängungsversuch mit einem Schoner zu sehen, ist nicht zulässig.



Abbildung 3: Durchführung eines Krängungsversuchs

## 5 Rollzeitmessung

Zwischen der metazentrischen Höhe  $MG$  und der Rollschwingungsperiode besteht ein physikalischer Zusammenhang, der mittels der Messung der Zeit für eine freie Schwingung zur Überprüfung des vorhandenen  $MG$  benutzt werden kann. Wenn der Trägheitsradius „ $i$ “ unter der Berücksichtigung der hydrodynamischen Masse bekannt ist, lautet die Formel mit ausreichender Genauigkeit für große  $MG$  Werte:

$$T = \frac{2 \times \pi \times i}{\sqrt[3]{g \times MG}}$$

$T$  = die Zeit für eine volle Eigenschwingung in sek. (von BB bis Stb)

Wird  $\pi \approx \sqrt[3]{g}$  gesetzt, kann man schreiben:

$$T = \frac{2 \times i}{\sqrt[3]{MG}} \quad \text{bzw. umgestellt : } MG = \left( \frac{2 \times i}{T} \right)^3$$

Az.: Stabilität 2/2009

Da  $i$  in erster Linie von der Schiffsbreite  $B$  in der Wasserlinie abhängig ist, wurde der Erfahrungswert / Rollzeitbeiwert „ $c$ “ eingeführt und man setzt:

$$MG = \left( \frac{c \times B}{T} \right)^2$$

Dabei ist :

$c$  = Rollzeitbeiwert in Abhängigkeit vom Schiffstyp und Beladungszustand

Die Rollzeitmessung wird daher als Stabilitätskontrolle bei in Fahrt befindlichen Schiffen durchgeführt. Eine Rollzeitmessung ist nur dann sinnvoll, wenn bei einem Werftkrängungsversuch das  $MG$  und der für das Schiff zugehörige Rollzeitbeiwert „ $c$ “ mittels eines Schlingerversuchs bestimmt / berechnet wurde. Wenn der Wert „ $c$ “, der oder auch der genau ermittelte Trägheitsradius  $i$  bekannt ist, kann das  $MG$  nach der obigen Rollzeitformel überprüft werden :

Erfahrungswerte für Berufsfahrzeuge :

- |                                |                  |
|--------------------------------|------------------|
| a) Schiffe voll beladen        | $c = 0,75 - 0,8$ |
| b) Schiffe leer                | $c = 0,88 - 0,9$ |
| c) Einschrauben Hafenschlepper | $c = 0,76$       |
| d) Breite Barkassen            | $c = 0,79$       |

Diese Konstante „ $c$ “ ist schiffsabhängig, also abhängig vom Völligkeitsgrad der Verdrängung, der Spantform und dem Breiten- Tiefgangsverhältnis. Runde Spanten vergrößern, gerade Spanten verringern den „ $c$ “-Wert; zu großen  $B/T$ -Werten gehören größere „ $c$ “-Werte; je nach Beladungszustand kann für baugleiche Schiffe der „ $c$ “-Wert verschiedene Beträge annehmen.

Da „ $c$ “ proportional zum Trägheitsradius des Schiffes ist, wirken alle Massen, die einen großen Abstand von der Drehachse haben, vergrößernd auf „ $c$ “ und alle Massen, die nahe der Drehachse liegen verringern „ $c$ “. D.h. nach größeren Umbauten, wie Aufbau von Deckshäusern, schweren Masten, Ballasteinbau oder Treibstofftanks im Doppelboden, sollte neben einem Krängungsversuch auch ein Schlingerversuch durchgeführt und der Rollzeitbeiwert neu berechnet werden.

**Die metazentrische Höhe  $MG$  mittels Rollzeitmessung und vermuteten (Erfahrungswert) -Rollzeitbeiwert zu bestimmen, ohne vorher einen kombinierten Krängungs- und Schlingerversuch zur exakten Bestimmung derselben durchgeführt zu haben, ist vor dem Hintergrund der oben erwähnten Parameter höchst fragwürdig und führt unter Umständen zu gefahrenträchtigen Betriebszuständen.**

Az.: Stabilität 2/2009

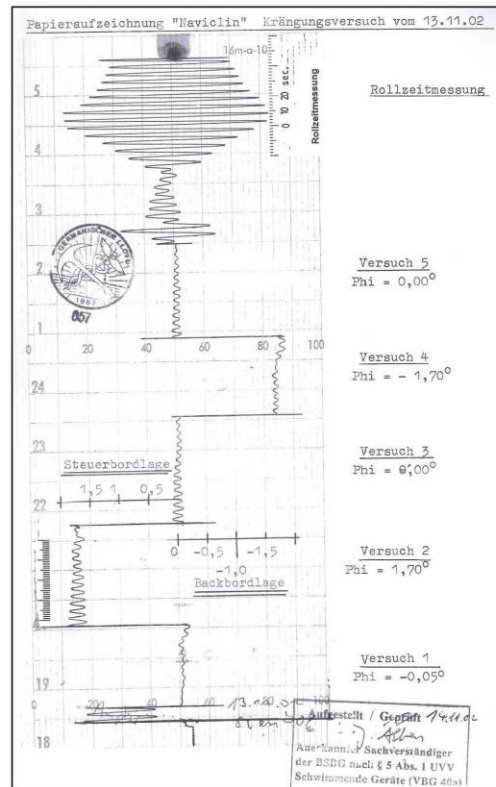


Abbildung 4: Aufzeichnung kombinierter Krängungs- und Schlingerversuch

Für ein Traditionsschiff, mit dem keine Ladung befördert werden darf, wird sich der mit einem Schlingerversuch ermittelte Rollzeitbeiwert nicht ändern, solange keine Umbauten durchgeführt werden.

## 6 Stabilitätsvorschriften

In dem IMO-Code über Intakstabilität aller in IMO-Regelwerken behandelten Schiffstypen<sup>8</sup> werden für Fracht – und Fahrgastschiffe folgende Stabilitätskriterien empfohlen:

Aufrichtender Hebelarm bei Neigung $\phi = 30^\circ$ :	$\geq 0,20 \text{ m}$
Maximaler aufrichtender Hebelarm:	$GZ_{\max}$ bei $\phi > 25^\circ$
MG korrigiert um freie Oberflächen:	$\geq 0,15 \text{ m}$

<sup>8</sup> EntschlieÙung A.749(18)

Fläche unter der Hebelarmkurve bis 30°:	≥ 0,055 m rad
Fläche unter der Hebelarmkurve bis 40° oder $\varphi_f$ :	≥ 0,090 m rad
Fläche unter der Hebelarmkurve zwischen 30°- 40° oder $\varphi_f$ :	≥ 0,030 m rad
Stabilitätsumfang:	keine Angabe <sup>9</sup>

Der Neigungswinkel  $\varphi_f$  kennzeichnet den Krängungswinkel, bei dem Öffnungen im Schiffskörper, in den Aufbauten oder Deckshäusern, die nicht wetterdicht verschlossen werden können, eintauchen.

Bei Fahrgastschiffen soll der Krängungswinkel infolge Drehkreisfahrt und auch infolge der auf der Seite zusammengedrückten Fahrgäste 10° nicht überschreiten.

Ergänzt wird noch, dass Einflüsse wie seitlicher Winddruck, Vereisung hoch liegender Teile, gestautes Wasser an Deck, Rolleigenschaften, nachlaufender Seegang usw. zu berücksichtigen sind.

Es muss eine Stabilitätsreserve für jeden Zeitpunkt der Reise vorgesehen werden. Dabei muss eine Gewichtszunahme, wie beispielweise durch Wasseraufnahme und Vereisung, sowie eine Gewichtsverminderung, wie beispielweise durch den Verbrauch von Vorräten und Treibstoff, berücksichtigt werden.

Der IMO-Code ist nicht ausdrücklich auf die Stabilitätsanforderungen von Segelschiffen ausgelegt. Von daher ist auf die Vorschriften der Klassifikationsgesellschaften, z.B. des Germanischen Lloyd zu verweisen.

**Die Vorschrift des GL für Wassersportfahrzeuge Teil 3, Abschnitt 3, Kap. 5 lautet:**

Aufrichtender Hebelarm im Maximum der Hebelarmkurve:	≥ 0,30 m
MG:	≥ 0,60 m
Stabilitätsumfang:	Fahrzeuge ohne Ballastkiel ≥ 60° Fahrzeuge mit Ballastkiel ≥ 90°

<sup>9</sup> In der inzwischen nicht mehr gültigen IMO-Resolution A.167 war ein Stabilitätsumfang ebenfalls nicht vorgeschrieben. Man konnte sich bei der IMO damals nicht einigen, ob ein Umfang von 60°, 70° oder sogar 80° vorgeschrieben werden sollte. Da die Schiffe in der Regel einen Stabilitätsumfang von mehr als 60° hatten, ohne dass dieses vorgeschrieben war, hat man diesen Punkt als untergeordnet eingestuft und keinen Stabilitätsumfang gefordert. In der ebenfalls nicht mehr gültigen SeeBG-„Bekanntmachung über die Anwendung der Stabilitätsvorschriften für Frachtschiffe, Fahrgastschiffe und Sonderfahrzeuge vom 24.10.1984“ war jedoch ein Stabilitätsumfang von 60° ( bzw. 50° wenn der Hebelarm bei 30° Neigung mindestens 0,30 m beträgt) vorgeschrieben.



Az.: Stabilität 2/2009

Statischer Neigungswinkel unter Segeln  $\leq 20^\circ$ , jedoch  
nicht mehr als Seite Deck zu Wasser

Fläche  $B+C \geq 1,4$  (Fläche  $A + B$ ), siehe Skizze

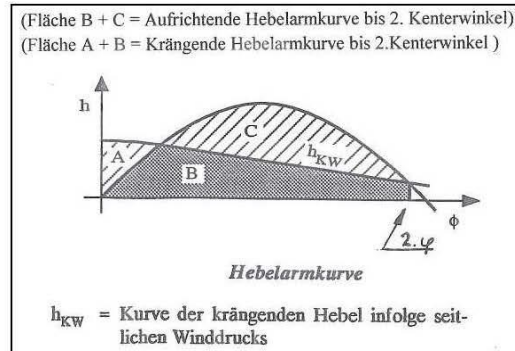


Abbildung 5: GL-Hebelarmkurve

Der Nachweis ausreichender Stabilität ist nach GL mindestens für das Fahrzeug mit

- Voller Besegelung
- Halber Besegelung
- Sturmbesegelung und mit
- Gestrichenen Segeln

zu führen, wobei jeweils diejenige Windgeschwindigkeit oder Windstärke zu ermitteln ist, bei der die durch die Kriterien gesetzte Grenze der Stabilität erreicht wird.

Der GL weist aber auch darauf hin, dass Fahrzeuge trotz Einhaltung der angegebenen Stabilitätsgrenzwerte unter ungünstigen Umständen stabilitätsgefährdet sein können.

**Gute Seemannschaft ist deshalb unerlässliche Voraussetzung für ein stabilitätssicheres Schiff.**

Dass diese GL-Vorschriften auch durchaus von Traditionsschiffen zu erfüllen sind, zeigt das nachfolgenden Stabilitätsblatt mit halber Besegelung eines 122 Jahre alten 3-Mastschoners. Der Stabilitätsumfang ist über  $90^\circ$ , wobei klar zu erkennen ist, dass die Aufbauten positiv als Reserveauftrieb mit in die Stabilitätsrechnung eingehen, wobei dies aber die Herstellung eines ausreichenden Verschluszustandes in allen Lagen bedingt. Um das Rigg und den alten Schiffsrumpf nicht über Gebühr zu belasten, hat der Betreiber neben der Anweisung für die Segelführung nach Stabilitätsbedingungen noch die „Festigkeits-Segelführung“ in dem Stabilitätshandbuch mit aufgenommen. Die Vorgabe solcher klaren Handlungsanweisungen zur Segelführung als Handwerkszeug der Schiffsführung erscheint gerade vor dem Hintergrund, dass Erfahrung und Praxis auf Segelfahrzeugen nicht zur Standardausbildung der Nautiker gehört, unerlässlich zu sein.

Az.: Stabilität 2/2009

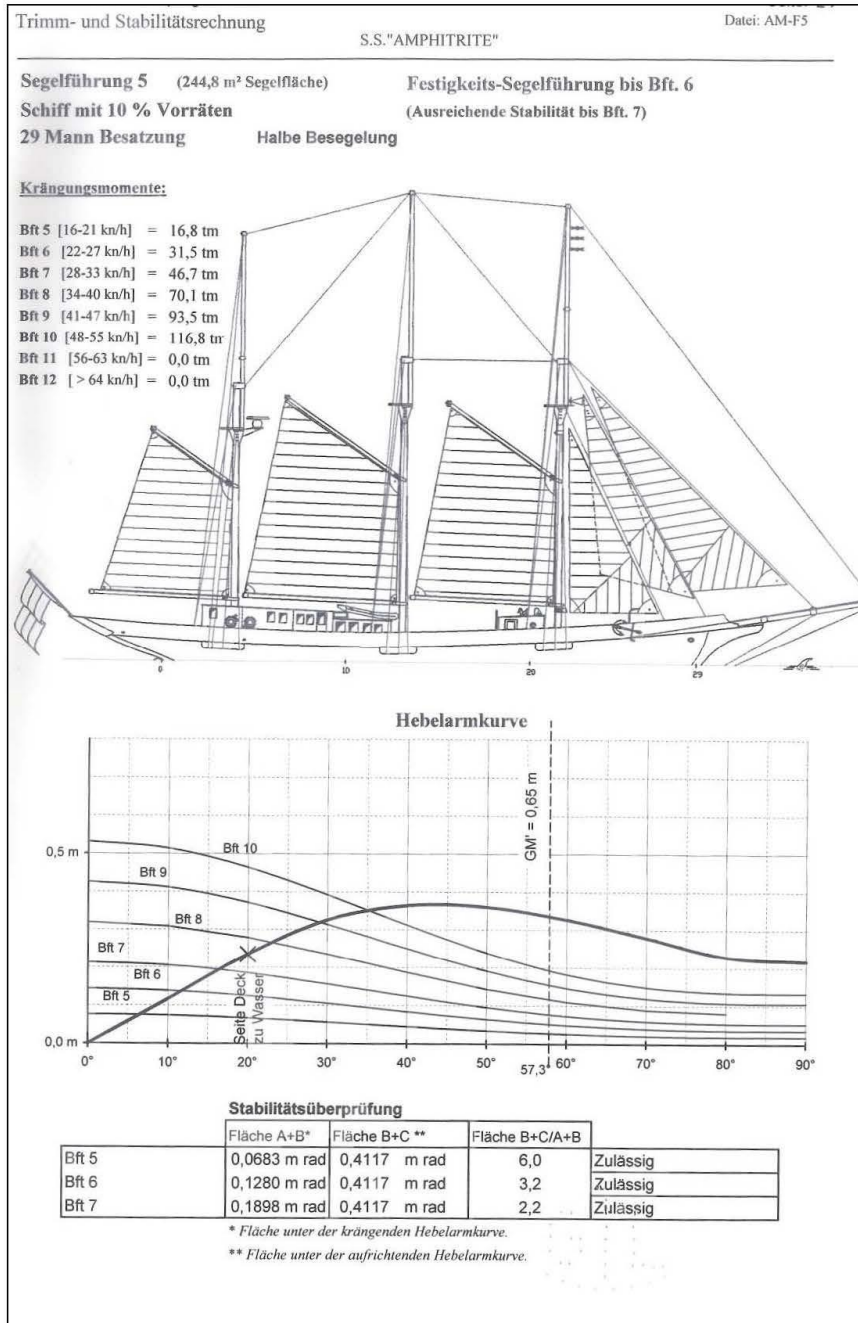


Abbildung 6: Segelanweisung „Amphitrite“

## 7 Seetüchtigkeit und Seemannschaft

Zur Einhaltung der Stabilität gehört, dass über den berechneten Stabilitätsumfang keine Öffnungen unbeabsichtigt zu Wasser kommen. Nach der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe ist ein Mindestfreibord einzuhalten und der Verschlusszustand muss einwandfrei sein. Zur Seetüchtigkeit gehört auch die seefeste Zurrung von Innenballast und Ausrüstungsteilen. Die Kenntnis über Verschlusszustand, Freibord und Ballast an Bord ist ebenso als Grundlage der Beurteilung der Seetüchtigkeit für den Schiffsbetreiber und Schiffsführer unerlässlich.

Zur Bedienung der Schiffe gehört neben der Regelbesatzung (Nautiker und Maschinisten) auch eine genügende Anzahl an qualifizierten Deckshänden / Schiffsleuten. Die Anzahl und Qualifikation der Regelbesatzung ist in der Sportseeschifferscheinverordnung festgelegt. Die BSU hat in den Untersuchungsberichten über Traditionsschiffsunfälle angeregt, die Besetzung von Traditionsschiffen mit Schiffsleuten in Abhängigkeit des Schiffstyps, der Schiffsgröße, Fahrtdauer und Fahrtgebiet zusätzlich zu regeln.

## 8 Von der BSU untersuchte Stabilitätsunfälle mit Segelschiffen

Die BSU hat zwei Kenterungen von Segelfahrzeugen untersucht, und bei zwei weiteren Fällen von Traditionsschiffen auf das Fehlen von Stabilitätsunterlagen hingewiesen. Nach heutigem Kenntnisstand sind diese Sicherheitsempfehlungen noch nicht, bzw. nicht ausreichend umgesetzt und die nachfolgenden Sicherheitsempfehlungen werden daher im Anhang nochmals aufgeführt :

1. Sinken der GOTLAND am 15. Juni 2002 bei Damp  
Sehr schwerer Seeunfall, Untersuchungsbericht 49/02 vom 15. September 2003

Aufgrund des Sinkens der GOTLAND wurde der See-BG, der GSHW und der BSU vom BMVBW, Az. LS 23/48.30.21/23 Va 03 am 17.9.2003 der nachfolgende Entwurf zur Überarbeitung der bestehenden Regelungen zur Stabilität von Traditionsschiffen übersandt :

### ENTWURF

#### **Stabilität von Traditionsschiffen**

Jedes Traditionsschiff soll nach der Fertigstellung / vor der Infahrtsetzung einem Krängungsversuch unterworfen werden, wobei die Kennwerte seiner Stabilität zu bestimmen sind. Wenn ein zuverlässiger Krängungsversuch nicht durchführbar erscheint, sollten das Leerschiffs-deplacement und die Lage des Massenschwerpunkts durch eine Leerschiffsvermessung und genaue Berechnung ermittelt werden.

Der Schiffsführer soll vom Eigner oder Betreiber mit zuverlässigen Angaben zur Stabilität des Fahrzeugs im Einklang mit anerkannten Standards ausgestattet werden. Die Angaben zur Stabilität sollen, bevor sie dem Schiffsführer ausgehändigt werden, einer anerkannten Klassifikationsgesellschaft zur Genehmigung eingereicht werden und Zusätze und Ergänzungen enthalten, die die Klassifikationsgesellschaft in jedem Einzelfall für notwendig hält.

Wenn irgendwelche Änderungen an dem Traditionsschiff vorgenommen werden, die Einfluss auf die dem Schiffsführer ausgehändigten Stabilitätsangaben haben, so sind ergänzende Angaben zur Stabilität zu liefern. Falls erforderlich, ist der Krängungsversuch zu wiederholen.

Ein Bericht über jeden im Einklang mit anerkannten Standards durchgeführten Krängungsversuch oder über jede Berechnung der Angaben zum leeren Schiff soll einer anerkannten Klassifikationsgesellschaft zur Genehmigung vorgelegt werden. Der genehmigte Bericht soll an Bord beim Schiffsführer oder beim Eigner aufbewahrt werden und alle Zusätze und Ergänzungen enthalten, die die Klassifikationsgesellschaft in jedem Einzelfall für notwendig hält.

2. Kenterung der SY DE HOOP<sup>10</sup> am 31. Juli 2005 im Fahrwasser Travemünde  
Schwerer Seeunfall, Untersuchungsbericht 288/05 vom 1. Dezember 2006
3. Festkommen des Traditionsschiffes ATLANTIC am 3. August 2005 im Peenestrom  
Schwerer Seeunfall, Untersuchungsbericht 293/05 vom 15. Mai 2006
4. Personenunfall an Bord des Traditionsschiffes LISA VON LÜBECK am 19. April 2006 im Hafen Hel/Danzig  
Schwerer Seeunfall, Untersuchungsbericht 164/06 vom 1. März 2007

<sup>10</sup> Die SY DE HOOP fuhr nicht als Traditionsschiff nach der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe

Die Folgen von Kenterungen und Untergängen von deutschen Fahrzeugen beschränkten sich bei den oben erwähnten Fällen nur auf Sachschäden, ohne dass Personen dabei ums Leben gekommen sind. Bei den nachfolgend angeführten zwei Seeunfällen, die ursächlich auf mangelnde Stabilität und Seetüchtigkeit zurückzuführen sind, waren leider in den 80er Jahren Tote zu beklagen.

1.) Sail Training Ship MARQUES, GB Flagge, gekentert am 3. Juni 1984, 19 Tote:



Abbildung 7: Tallship MARQUES

2.) PRIDE OF BALTIMORE, US Flagge, gekentert am 14. Mai 1986, 4 Tote:



Abbildung 8: PRIDE OF BALTIMORE

Die zuständige Behörde in England, Maritime and Coast Guard Agency (MCA) hat anlässlich des sehr schweren Seeunfalls der MARQUES, bei dem nur 9 Personen überlebten, ihre Vorschriften überarbeitet. Der überarbeitete MCA „Code of Practice for the Construction, Machinery, Equipment, Stability and Survey of Sail Training Ships between 7 metres and 24 metres in Length“ schreibt für die Stabilität vor:

Aufrichtender Hebelarm bei Neigung $\varphi = 30^\circ$ :	$\geq 0,20 \text{ m}$
Maximaler aufrichtender Hebelarm:	bei $\varphi > 25^\circ$
MG korrigiert um freie Oberflächen:	$\geq 0,15 \text{ m}$
Fläche unter der Hebelarmkurve bis $30^\circ$ :	$\geq 0,055 \text{ m rad}$
Fläche unter der Hebelarmkurve bis $40^\circ$ oder $\varphi_r$ :	$\geq 0,090 \text{ m rad}$
Fläche unter der Hebelarmkurve zwischen $30^\circ$ - $40^\circ$ oder $\varphi_r$ :	$\geq 0,030 \text{ m rad}$
Stabilitätsumfang:	$\geq 90^\circ$
Stabilitätsumfang $\leq 90^\circ$ möglich, wenn operative Einschränkungen gelten.	

**Vor diesem Hintergrund weist die BSU nochmals nachdrücklich auf die Beachtung der anliegenden Sicherheitsempfehlungen zur Überarbeitung der deutschen Vorschriften für Traditionsschiffe hin.**

## 9 Anhang

# Stabilität von traditionellen Segelschiffen

## Beurteilung mit klassischen Methoden

Michael vom Baur, Jan Fock  
Alexander Nürnberg

**T**raditionelle Segelschiffe prägen in den letzten Jahrzehnten zunehmend das Erscheinungsbild vieler Häfen in Europa. Museumshäfen und maritime Großveranstaltungen haben dabei eine besondere Wirkung auf die Öffentlichkeit entfaltet und ziehen viele »Schleute« an.

Der Betrieb solcher Schiffe, der übrigens nach einer Resolution der Parlamentarischen Versammlung des Europarates aus dem Jahre 2000 im öffentlichen Interesse ist und deshalb von den nationalen Regierungen erleichtert werden sollte, hat aber auch in großem Umfang dazu geführt, dass die dafür erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten als »traditionelle Seemannschaft« wieder Verbreitung gefunden und dazu geführt haben, dass neben der Berufs-

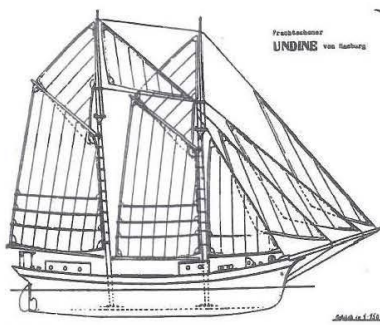
schifffahrt, in der die Qualifikation mit einem STCW-Zeugnis ganz anderen Anforderungen entsprechen muss, auch ein Befähigungsnachweis für die Traditionsschifffahrt erworben werden kann.

Die Fähigkeit zur Beurteilung der Stabilität unter Segel wird dabei vor allem mit Erfahrungen in der Praxis erworben. Die Autoren dieses Artikels, von der Ausbildung her Nautiker bzw. Schiffbau-Ingenieure, segeln seit mehr als 20 Jahren verantwortlich auf Traditionsschiffen.

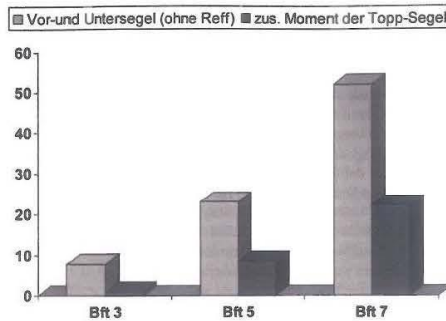
Die bestimmenden Faktoren für einen sicheren Betrieb sind die Segelführung in Abhängigkeit von den Windverhältnissen, vor allem eine rechtzeitige Anpassung der Segelfläche mit den dazu erforderlichen Manövern, sowie der Verschlusszustand des Schiffes bei Krängung. Letztlich ist also die Umsetzung guter Seemannschaft entscheidend, die keine theoretische Berechnung ersetzen kann. Stabilitätsrechnungen für Segelschiffe sind theoretische, auf bestimm-

ten Rechenannahmen basierende Grenzbeurteilungen zur Schiffssicherheit, aus demensicherfahrungsgemäß kaum realistische, im Bordbetrieb erlebbare Aussagen über das Verhalten des Schiffes, z.B. den zu erwartenden tatsächlichen Krängungswinkel bei gegebener Windstärke, ableiten lassen. Man sollte ihnen daher auch keine direkten Handlungsanweisungen zur Segelführung entnehmen. In der Praxis ermittelt man durch Beobachtung, welche Segel sicher unter welchen Bedingungen gefahren werden können. Ein definierter und zuverlässig herstellbarer Verschlusszustand mit Unterlagen über Rumpfdurchbrüche, Öffnungen im Wetterdeck und Informationen zu den entsprechenden Eintauchwinkeln ist dagegen eine wichtige Voraussetzung. Tatsächlich war bei den wenigen Unfällen, die in den letzten Jahrzehnten mit traditionellen Seglern unter Windwirkung zu verzeichnen waren, nahezu ausschließlich der Wassereintrich bei unzureichendem Ver-

Schiffbau | Stabilität



Frachtschoner mit Topsegel



schlusszustand die Ursache des Unterganges.

Die Mehrzahl der traditionellen Segler fand ursprünglich in der Frachtfahrt und in der Fischerei Verwendung. Sie fahren heute mit ähnlichem Rigg und ähnlicher Raumaufteilung, allerdings in den meisten Fällen ohne Ladung oder Fischlast und werden daher mit Ballast in eine Schwimmage im Bereich der Entwurfswasserlinie gebracht. Damit haben sie meist einen deutlich niedrigeren Gewichtsschwerpunkt als im früheren Einsatz, der kaum veränderlich ist, (in der Regel mit metazentrischen Anfangsstabilitäten von 0,80 bis 1,20 m) und oft auch einen größeren Freibord mit verbessertem Auftrieb bei Krängung (er liegt erfahrungsgemäß ebenfalls bei 0,80 bis 1,20 m). Alle diese Faktoren wirken sich positiv auf die Stabilität aus, sodass bei sachgemäßer Bedienung (»guter Seemannschaft«) grundsätzlich von sicheren Stabilitätsverhältnissen bei heutigen Traditionsegelern ausgegangen werden kann, sofern ihr Rigg nicht radikal gegenüber dem früheren Zustand verändert wurde. Das klassische Gaffelrigg, sei es als Kutter, Ewer, Galeass oder Schoner, führt je nach Schiffsgröße mit Abständen zwischen 6 bis höchstens 12 m zwischen Segelschwerpunkt und Lateral-schwerpunkt in der Regel auch nicht an Grenzen im Segeltragvermögen. Die wichtigste Einflussgröße auf die Stabilität von Traditionsschiffen unter Segeln ist das krängende Moment, das der Wind zusammen mit der aktuellen Segelfläche erzeugt. Die Art der Gaffeltakelung ist durch eine über Jahrhunderte bewährte und vielfältige Verteilung der Segelfläche charakterisiert. Ein Blick auf den Segelplan des Schoners »Undine« zeigt, dass der Seefahrer für die aktuelle Segelfläche bei gleichem Wind etliche Variationsmöglichkeiten mit deutlichem Einfluss auf das krängende Moment hat (z.B. Bergen von Toppsegeln, Einbinden

von Reffs etc.), die dennoch den Vortrieb und die Manövrierfähigkeit des Schiffes gewährleisten. Durch eine jeweils dem Wetter angepasste Segelführung sind zu große krängende Momente und damit eine Kentergefahr vermeidbar, oder, mit anderen Worten, mit zu viel Besegelung kann man bei starkem Wind jedes noch so gewichtsstabile Schiff umwerfen. Der Schoner »Undine« wurde nach seiner Restaurierung etliche Jahre im Rahmen von Jugendprojekten auch mit »Fracht« (z.B. Holz, Steine) betrieben. Mit einer Nachrechnung der krängenden Momente für einzelne Segel aus dem Stabilitätsbuch der »Undine« wurde z.B. der Einfluss der Toppsegel bei geborgenem Stengestagsegel aufgezeigt:

Die Toppsegel allein bringen bei Bft 7 ein krängendes Moment von mehr als 20 mit ein, soviel wie die gesamten Vor- und Untersegelfläche bei 2 Windstärken weniger (!), und vergrößern daher den Krängungswinkel deutlich. Bei Bft 5 würden die Toppsegel in diesem Rechenbeispiel bereits die Seite Deck zu Wasser bringen, was bei mangelndem Verschlusszustand Gefahr bedeuten würde!

In der Praxis würde dieser Zustand aber wohl erst bei ca. Bft 6 erreicht, die Berechnungsannahmen – wie z.B. der geforderte Segel-Widerstandsbeiwert 1,0 (Segel brettsteif quer zum Wind) – führen zu Überzeichnungen.

Der Einfluss einer Verschiebung des Gewichtsschwerpunktes ist bei gleichem Deplacement, gleichem Tiefgang und gleichem Freibord sehr viel geringer als die der Toppsegel. In einem weiteren Rechenbeispiel für die »Undine«, die ja tatsächlich mit unterschiedlichen Ladungen gefahren ist, wurde der Gewichtsschwerpunkt um ca. 10% niedriger, entsprechend dem Ersetzen einer Holzladung durch Ballast gleichen Gewichtes. Es zeigt sich, dass im Falle des niedrigeren Schwerpunktes ein um ca. 17% grö-

ßeres krängendes Moment notwendig wäre, um Seite Deck einzutauchen. Schon bei Bft 5 bringen Groß- und Schoner-Toppsegel ein etwa doppelt so großes Moment auf, das Schiff würde also mit gesetzten Toppsegeln bei Bft.5 (oder in der Praxis ~6) in jedem Falle Seite Deck eintauchen, nur ein rechtzeitiges Bergen der Toppsegel könnte das verhindern. Der niedrigere Schwerpunkt hat einen deutlich geringeren Einfluss auf den Krängungswinkel als eine wetterangepasste Segelführung! Diese Erkenntnis sollte für jede Diskussion über Stabilität von Segelschiffen maßgebend sein.

Dass für viele Traditionsegler keine Stabilitätsberechnungen vorliegen, hängt oft damit zusammen, dass für solche Fahrzeuge keine Zeichnungen existieren, weil sie nach Halbmodellen und auf Mallen gebaut wurden. Das gilt vor allem für die kleineren Segler. Vielfach fehlen auch dann Zeichnungen und Berechnungen, wenn ein von den Linien her geeigneter Rumpf später als Segelfahrzeug aufgebaut wurde. Bei Nachbauten und erheblichen Umbauten ist es sicher notwendig, sich ein genaueres Bild vom neuen Gewichtsschwerpunkt und dessen Einfluss auf die Stabilitätsverhältnisse zu machen. Vor allem, wenn das Schiff nach Umbau weit vom bewährten Ursprungszustand abweicht, wie etwa durch neue große Aufbauten, signifikante Veränderung (Vergrößerung) des Segelplans und den Einbau von Tanks mit großen freien Oberflächen, wird es unerlässlich, eine komplette, ingenieurmäßige Stabilitätsberechnung durchzuführen. Aus dem Vergleich mit den Rechenergebnissen für ähnliche Schiffe lassen sich so auch prinzipielle Aussagen über Stabilitätseigenschaften gewinnen.

Vor dem Hintergrund der oft nicht vorliegenden Pläne hilft ein Blick zurück, wie denn zum Ende des 19. und im Anfang des 20. Jahrhunderts, also in der Zeit, in der die charakteristischen Segler der Küstenfahrt



**Schiffbau | Stabilität**

und der Fischerei als Schiffstypen entwickelt wurden, die Fragen nach der Segeltragfähigkeit und des stabilen Betriebs unter Segel beantwortet wurden. Damals war es noch eher die Ausnahme, dass Krängungsversuche mit dem fertigen und ausgerüsteten Schiff vorgenommen wurden. Bevor die Höhenlage des Schiffsschwerpunktes einschließlich der Takelung mühsam berechnet werden konnte, war es aber für die Konstruktion unerlässlich, einen ungefähren Systemschwerpunkt anzunehmen. Dabei wurde auf Vergleichsschiffe zurückgegriffen und es wurden aus vorhandenen Schiffsdaten schlicht auch Mittelwerte gebildet und einer Neukonstruktion zugrunde gelegt. Insgesamt war die Datenlage für größere Segelschiffe eher dünn und für die kleinen nicht vorhanden. Sie wurde durch die Erfahrung des Schiffbaumeisters ersetzt, der die Ansprüche seiner Kundschaft und die Entwicklungen an den nordeuropäischen Küsten kannte. Ein typisches Beispiel dafür ist die Entwicklung von segelnden Fischkuttern aus den Ewern, über den Kutterewer mit Kahnplanke und ohne Bunn zum scharfen Kutter unter dem Einfluss der scharf gebauten britischen Smacks, die aus der wirtschaftlichen Notwendigkeit entstand, den Fang jahreszeitlich und über das Küstenvorfeld hinaus weiter nach See hin auszudehnen. Bei dem Entwurf der segelnden Küstenfrachter und Fischereifahrzeuge hat man sich auf langjährige und bestätigte Erfahrungen verlassen und die Ermittlung der Stabilität der Fahrzeuge aus Mangel an Daten und Methoden außen vor gelassen. Es spricht nichts dagegen, sich dieser Erfahrungen auch heute zu bedienen.

Die erste Kennzahl, die in Gebrauch kam, war die Bildung des linearen Verhältnisses aus Segelfläche A und Wasserverdrängung D, auch Takelmaß genannt, das auch für den Entwurf von Segelyachten angewendet wurde.

$$T = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt[3]{D}} \text{ Takelmaß nach Timmermann}$$

Aus der empirischen Anwendung werden Segelfahrzeuge mit einem Takelmaß von über 4 als übertakelt eingestuft, die unter voller Besegelung in die Gefahr des Kenterns kommen können. Es gibt aber auch Beispiele von Schoneryachten, die mit einem Takelmaß von fast 5 scharf und sicher gesegelt wurden. Der Richtwert für den Koeffizienten ist also vernünftigerweise nach der sicheren Seite hin angegeben. Er erlaubt es auch, für einen Entwurf mit einem geplanten Displacement die maximale Segelfläche überschläglich zu ermitteln und daraus eine gut handhabbare Verteilung des Segelplans abzuleiten.

22

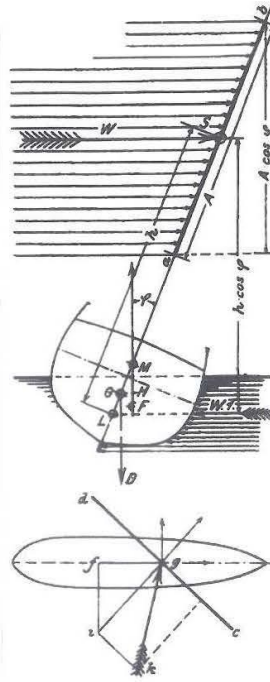


Fig. 11.

schematische Krängungsdarstellung

Eine detailliertere Methode, die lange in Gebrauch blieb, hat der damalige Direktor des Germanischen Lloyd, E.L. Middendorff, 1903 veröffentlicht. Mit einigen kleinen Vereinfachungen leitet er das Gleichgewicht aus Winddruck p, Segelfläche A sowie dem Abstand zwischen Segelschwerpunkt und Lateralschwerpunkt h und dem Displacement D, der Anfangsstabilität M0G mit dem Sinus des Krängungswinkels phi ab:

$$p \cdot A \cdot h = D \cdot MG \cdot \sin \varphi$$

Da die Werte für p und phi für alle Schiffe gleich sind, ergibt sich der Koeffizient

$$\epsilon = \frac{A \cdot h}{D \cdot M_0 G} \text{ Segelstabilität nach Middendorff}$$

als ein Wert zur Beurteilung der Segelstabilität eines individuellen Schiffes.

Da epsilon gleichzeitig =  $\frac{\sin \varphi}{p}$  also dem Quotienten aus Neigungswinkel und Winddruck ist, lässt sich daraus der

Krängungswinkel bei bestimmten Windstärken leicht bestimmen:  $\sin \varphi = \epsilon \cdot p$   
 Middendorff setzt dazu den Mittelwert für Beaufort 5 mit  $5 \text{ kg/m}^2$  ( $0,005 \text{ kg/mm}^2$ ) ein, da bei dieser Windstärke in der Regel die Obersegel geborgen werden und die Grenze für eine betrieblich gut akzeptable Krängung markiert wird. Dabei ergeben sich für einen Kutter oder einen Logger 50, für die Schoneryacht 160 Krängung. Die heute in Gebrauch befindliche Beaufort-Skala beschreibt Stärke 5 mit 8,1 - 10,6, im Mittel 9,35 m/sec und einem mittleren Staudruck von  $53,6 \text{ N/m}^2$ .

Bei der Analyse der Segelstabilität historischer Fischereifahrzeuge fällt auf, dass bei richtigem Takelmaß die Segelstabilität höher als bei den von Middendorff berechneten Beispielen ausfällt (sie liegt eher bei den Werten für Rahsegler) und doch der Krängungswinkel bei 5 Bft in verträglichen Grenzen bleibt. Es gilt eben das Prinzip der sicheren Seite und wie man sie eingrenzt. Das Beispiel der Schoneryacht macht deutlich, dass die Entwurfszahlen überschritten werden können und weist darauf hin, dass Middendorff immer von homogener Beladung mit Ausnutzung der Tragfähigkeit ausgegangen ist, und das ist insbesondere bei den Fischereifahrzeugen so nicht der Fall gewesen.

Da heute solche Schiffe fast immer keine Ladung, sondern in Ballast mit tiefem Gewichtsschwerpunkt und recht hoher Anfangsstabilität fahren, aber oft auch nicht bis zur alten Ladelinie eintauchen (eine geringere Verdrängung haben), fällt in der Gleichung

$$\epsilon = \frac{A \cdot h}{D \cdot M_0 G}$$

das Produkt im Nenner eher kleiner aus und es werden in der Regel größere Werte als bei den Typschiffen ermittelt, die Middendorff veröffentlicht hat. Das entspricht der Analyse bei historischen Fischereifahrzeugen. Für eine Anwendung zur Beurteilung von Stabilitätsverhältnissen ist von größerer Bedeutung, welcher Krängungswinkel sich bei Winddruck auf die volle Besegelung ergibt, also das Ergebnis des Produktes  $\sin \varphi = \epsilon \cdot p$ . Damit eine vernünftige Grenze gefunden werden kann, sollte der Winddruck bei »5 Bft« nicht im Mittel mit  $0,005 \text{ kg/mm}^2$  sondern an der Obergrenze mit  $0,007 \text{ kg/mm}^2$  angesetzt und der Krängungswinkel bis 150 zugelassen, es sollte also  $\epsilon = 35$  eingehalten werden. Middendorff setzt für große Rahsegler  $\epsilon = 22$  an. Bei  $0,005 \text{ kg/mm}^2$  wäre epsilon bis 50 zulässig. Die Betrachtung solcher Werte ist eine Grenzwertbetrachtung. In der Praxis muss nach den Anforderungen einer sicheren Segelführung gehandelt werden, und

Schiffbau | Stabilität

das heißt bei einer Gaffeltakelung bis auf wenige Ausnahmen, bei Bft 5 sind die Oberseegel, also Flieger, Toppsegel, Stengestagssegel oder auch Bramsegel, wegzunehmen.

Damit die Segelstabilität für traditionelle Segler als Beurteilungskriterium herangezogen werden kann, muss die Anfangsstabilität bekannt sein. Wenn das M, G nicht mit einem Betriebskrängungsversuch ermittelt wurde, kann es mit der von Dipl.- Ing. G. Weiss entwickelten Rollzeitformel

$$M_{0,G} = \left( \frac{f \cdot B}{t} \right)^2 \text{ [m]}$$

nach einem Rollversuch aus der Schiffsbreite B und der gemessenen Rollzeit t berechnet werden, wenn der Formbeiwert oder Rollkoeffizient f hinreichend bekannt ist. Dazu kann die IMO Resolution A.749(18) vom 4. November 1993 herangezogen werden (Code on intact stability for all types of ships covered by IMO instruments). In Kapitel 7 werden unter Tz 7.6 Vorgaben für die Anwendung von Rollversuchen zur Ermittlung der Stabilität bei Schiffen bis 70 m Länge gemacht. In einer Tabelle sind geeignete Rollkoeffizienten für Küstenschiffe und Fischerfahrzeuge aufgeführt und darunter wird für Schiffe in Ballast f mit 0,88 angegeben. Aus neun Nachrechnungen bei Traditionsegelern, für die Stabilitätsunterlagen vorliegen, hat sich erwiesen, dass f = 0,9 ein gut passender Wert ist.

Damit steht ein Datensatz zur Verfügung, aus dem mit einfachen Instrumenten historisch gewachsene Kriterien ermittelt werden können, mit denen die Segelstabilität traditioneller Segler in guter Annäherung auf kritische Grenzen überprüft werden kann, wie sie zum Teil auch vom Germanischen Lloyd (GL) für Segelschiffe vorgegeben werden:

- Takelmaß ≤ 4
- M, G ≥ 0,60 m (GL)
- Segelstabilität nach Middendorf  $\epsilon \leq 35$
- Krängungswinkel bei Bft 5 (p = 0,007 kg/mm<sup>2</sup> aus 10 m/sec Windgeschwindigkeit) mit Vollzeug am Wind  $\alpha \sin \varphi \leq 0,25$  und  $\varphi \leq 15^\circ$  (GL 20° bzw. Ecke Seite Deck zu Wasser).

Wird eines der Kriterien nicht eingehalten, so sollten eine Überprüfung

des Segelplanes und eine Stabilitätsberechnung vorgenommen werden. Werden die Kriterien eingehalten, so wird man, vor allem bei kleineren Schiffen, darauf verzichten können, mit großem Aufwand Aufmasse und Linienrisse neu zu erstellen, damit dann nach Berechnung der zugehörigen Kurvenblätter und Pantokarenen die Stabilitätsberechnungen ausgeführt werden könnten.

Mit einem Beispiel soll das vorgestellt werden. Für einen ehemaligen Lotsenschoner, Baujahr 1883, waren keine Risse mehr vorhanden. Das Fahrzeug war weitgehend unverändert erhalten geblieben, wenn man von dem Einbau einer Maschinenanlage absieht. Es war bekannt, dass der Segler eher

rank ist und es bestand die Absicht, auf Ta- gefahrten bis zu 50 Personen an Bord zu nehmen. Dazu war eine Risikoabschätzung erforderlich. Nach Durchführung eines Rollversuches ergab sich, dass die Anfangsstabilität und das Takelmaß eingehalten, aber die Segelstabilität mit  $\epsilon = 41,96$  und der Krängungswinkel mit 170 überschritten werden. Daraufhin wurden die Linien des Schiffes aufgenommen, die Berechnungsunterlagen angefertigt und ein Krängungsversuch durchgeführt. Nachstehend werden die Ergebnisse gegenübergestellt: (siehe Tabelle 1)

Es zeigt sich also, dass nach dem Aufmass auch die Segelstabilität und der Krängungswinkel nahezu eingehalten werden. Die



A hard hat, a flashlight and sound, professional judgement will always form the bedrock of effective classification services.

Setting the Standard for Service.

[www.eagle.org](http://www.eagle.org)



Az.: Stabilität 2/2009

**Schiffbau | Stabilität**

Kriterium	Rollversuch	Stabilitätsrechnung
D – Displacement		137 t
B – Breite	5,65 m	5,65 m
A – Segelfläche	351 m <sup>2</sup>	351 m <sup>2</sup>
h – Abstand Segel ⊕ – Lateral ⊕	12 m angenommen als Abstand bis OKK	10 m
f – Rollkoeffizient	0,9	0,91 nachgerechnet
t – Rollperiode	5,96 sec	im Mittel aus 18 Perioden
M <sub>1</sub> G	0,73 m	0,70 Ende und 0,74 m Anfang der Reise
T – Takelmaß	3,6	3,7
ε – Segelstabilität	41,96	38,5
φ – Krängungswinkel	17°	15,5°

Tab.1

Stabilitätsrechnung hat weiterhin ergeben, dass allen Kriterien des GL gefolgt wird, auch der Anforderung an Segelyachten mit Ballastkiel über einen Stabilitätsumfang von 90°. Bei dieser Krängung zeigt die Stabilitätskurve des Schoners noch 0,4 m aufrichtenden Hebelarm.

Abschließend soll die Brauchbarkeit der Methode anhand von zwei Fällen überprüft werden, bei denen jeweils ein Schiffsuntergang untersucht wurde.

Am 1. Juli 1990 war der Segelkutter »Seekuh« vor der Schleimündung in einer Gewitterbö unter Segel auf die Seite gedrückt worden und untergegangen. Das Schiff war aus dem Rumpf eines kleinen Fischkutters als Segler aufgebaut worden. Weil keinerlei zeichnerische oder rechnerische Unterlagen vorhanden waren, bestand die Vermutung, dass das Fahrzeug nicht über ausreichende Segelstabilität verfügte. Das Oberseeamt veranlasste zur Aufklärung des Unfalles die Aufmessung des Schiffes, das Zeichnen des Linienrisses und die Berechnung der Hydrostatik sowie nach Durchführung eines Krängungsversuches die Berechnung der Stabilität durch den GL.

Mit Anwendung von Takelmaß und Segelstabilität stellt sich das Ergebnis wie in Tabelle 2 aufgeführt dar.

Kriterium	
D – Displacement	22,14 t
B – Breite	4,65 m
A – Segelfläche	104,4 m <sup>2</sup>
h – Abstand Segel ⊕ – Lateral ⊕	5,62 m
f – Rollkoeffizient	0,9
t – Rollperiode	4,5 sec (nach gerechnet)
M <sub>1</sub> G	0,93 m
T – Takelmaß	3,7
ε – Segelstabilität	29,45
φ – Krängungswinkel	12°

Es wäre also auch möglich gewesen, im Vorhinein mit Takelmaß und Segelstabilität einzugrenzen, dass bei Beachtung von sicherer Segelführung und Verschlusszustand der Unfall nicht eingetreten wäre. Die Stellungnahme des GL lautete: »Die Stabilität des Schiffes ist gut. Die vom Germanischen Lloyd für Segelschiffe dieser Bauart für erforderlich gehaltenen Mindestwerte werden deutlich überschritten, so dass das Schiff bei guter Seemannschaft nicht als gefährdet anzusehen ist.« Das Bundesoberseeamt hat dann auch festgestellt, dass die mangelhafte Bedienung der Segel und der fehlende Verschlusszustand zum Untergang geführt haben.

In einem weiteren Fall war der zu einer Segelyacht umgebaute Gaffelsegler »De Hoop« am 31. Juli 2005 vor Travemünde bei südwestlichen Winden von 4–5 ft gekentert und gesunken. Das Fahrzeug war von einem Gaffelschoner zu einem hochgetakelten Stagsegelschoner (Wishbone-schooner) unter leichter Veränderung der Rumpfform umgebaut worden. Damit waren offenbar ein höherer Gewichtsschwerpunkt und eine größere Segelfläche verbunden. Die nachfolgenden Daten wurden dem Untersuchungsbericht 288/05 der Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung entnommen. Die Analyse nach den Kriterien von Takelmaß und Segelstabilität ergibt: Das Takelmaß ist überschritten, das

Kriterium	
D – Displacement	47 t
B – Breite	4,90 m
A – Segelfläche	236,4 m <sup>2</sup>
h – Abstand Segel ⊕ – Lateral ⊕	≈ 0,9 m
M <sub>1</sub> G	0,87 m
T – Takelmaß	4,27
ε – Segelstabilität	52,35
φ – Krängungswinkel	24°

Schiff ist keine Yacht mit Ballastkiel. Segelstabilität und Krängungswinkel werden deutlich überschritten. Mit Takelmaß und Segelstabilität wäre es möglich gewesen zu erkennen, dass das Fahrzeug kentergefahren war (Eine Anweisung zu dem begrenzten Segeltragvermögen war an Bord. Danach war nie ein Krängungswinkel von 150 zu überschreiten). Die Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung hat den Unfall entsprechend auf die nicht sichere Segelführung und die unzureichende Stabilität zurückgeführt (siehe Tabelle 3).

Beide Beispiele machen letztendlich klar, dass es für eine sichere Segelführung auf traditionellen Seglern vor allem darauf ankommt, erkannt und erfahren zu haben, welche Segelfläche das Schiff in Abhängigkeit von der Windwirkung tragen kann. Im Wesentlichen bestimmt eine der Situation angepasste Segelführung (d.h. letztlich gute Seemannschaft) die aktuelle Krängung. Hierzu könnte für jedes Schiff ein auf Praxisbeobachtungen beruhendes Segelführungshandbuch hilfreich sein. Der Nachweis eines ausreichenden Verschlusszustands, einschließlich entsprechender Pläne mit Grenzkängungswinkeln, sollte an Bord sein. Eine Grenzbetrachtung zu ausreichender Segelstabilität mit Hilfe von Takelmaß und maximalem Krängungswinkel ist einfach herstellbar und würde den Blick für gefahrenträchtige Betriebszustände schärfen.

**Schrifttum**

- [1] Bundesoberseeamt Spruch zum Untergang des Segelkutters »Seekuh« vom 25.02.1992 (W 19/91) mit Stellungnahme des Germanischen Lloyd vom 18.02.1992 (Dipl.-Ing. Wagner)
- [2] Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung Kenterung der SY »De Hoop« Untersuchungsbericht 288/05 vom 1.12.2005
- [3] IMO Resolution A.749(18) Code on intact stability for all types of ships covered by IMO instruments
- [4] Friedrich Ludwig Middendorf Bemastung und Takelung der Schiffe (Berlin 1903 – Nachdruck Horst Hamecher Kassel 1977)
- [5] G. Timmermann Vom Pfahlewer zum Motor-kutter – Berlin 1937 (Schriften der Bundesforschungsanstalt für Fischerei/Hamburg)
- [6] Resolution 1486(2000) Parlamentarische Versammlung des Council of Europe (www.coe.eu)

**Verfasser**

**Dipl.-Ing. Michael vom Baur**  
**Kapitän Jan Fock**  
**Dr.-Ing. Alexander Nürnberg**

Die Autoren haben 1990 maßgeblich an der Erarbeitung der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe durch das Bundesverkehrsministerium und die Gemeinsame Kommission für historische Wasserfahrzeuge mitgewirkt.

Az.: Stabilität 2/2009

GOTLAND

49/02

Sachverständigen vorliegt. Auch die GSHW macht im Regelfall keine eigenen Besichtigungen.

Fahrgastschiffe nach SOLAS müssen bei einer Abweichung von 2 % im Leerschiffsgewicht oder 1 % Änderung im Höhenschwerpunkt einen neuen Nachweis ausreichender Stabilität liefern. Das Schiffsgewicht wird alle fünf Jahre kontrolliert. Bei der GOTLAND hat sich das Leerschiffsgewicht um 7 % und der Höhenschwerpunkt um ca. 21 % erhöht, ohne dass die Stabilität ausreichend untersucht wurde.

### Sicherheitsempfehlungen

Wegen der unklaren und ungenauen Stabilitätsanforderungen der SIRI sowie der Verantwortung, die auf den Sachverständigen für Traditionsschiffe, Eigner und Schiffsführer fällt, hat die BSU im April 2003 die folgende Sicherheitsempfehlung herausgegeben.

Die Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung (BSU) gibt nach § 15 Abs. 1 und § 15 Abs. 10 Seesicherheits-Untersuchungs-Gesetz (SUG) vom 24. Juni 2002 in Verbindung mit § 19 Flug-Unfall-Untersuchungs-Gesetz (FIUUG) die nachfolgende Sicherheitsempfehlung heraus .

Die Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung (BSU) ermittelt im Fall einer Kenterung und anschließendem Untergang eines umgebauten Seglers im Genehmigungsverfahren zum Traditionsschiff im Jahr 2002 in der Ostsee vor Damp. Diese Untersuchung dauert noch an, jedoch kann zu dem jetzigen Zeitpunkt bereits gesagt werden, dass nach Umbauten mit hochliegenden Gewichten und durch Einbau von schweren Stahlmasten, verbunden mit einer Vergrößerung der Segelfläche, ein massiver Stabilitätsverlust sowie ein nicht ausreichender Verschlusszustand vor der Kenterung vorhanden war.

Nach Rücksprache mit der See-Berufsgenossenschaft (See-BG) und der Gemeinsamen Kommission für historische Wasserfahrzeuge e.V. (GSHW) wendet sich die BSU an die Eigner, Betreiber und Schiffsführer von bestehenden bzw. im Umbau befindlichen Traditionsschiffen sowie an die anerkannten Sachverständigen für Traditionsschiffe.

Da aufgrund der bevorstehenden Saison für Traditionsschiffe eventuell mit ähnlichen Unfällen zu rechnen ist und ggf. auch Menschenleben gefährdet sein könnten, weist die BSU gemäß § 15 Abs.1 SUG in Verbindung mit § 19 FIUUG auf Folgendes hin:

In der „Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe“ Anlage 4 - Seetüchtigkeit - steht bezüglich der Stabilität unter Punkt 6 :

**„Ausreichende Stabilität muss während der ganzen Reise bei vorhandenem Freibord und wechselnden Wetterlagen gewährleistet sein.“**

49/02

Verantwortlich für die Einhaltung der ausreichenden Stabilität sind die Eigner, Betreiber und Schiffsführer der Schiffe. Eine Prüfung sowie Bescheinigung, ob ausreichende Stabilität vorhanden ist, genau definierte Stabilitätskriterien, Stabilitätsgrenzkurven sowie das Vorhandensein von geprüften Stabilitätsbüchern, ist nach dem Leitfaden für die praktische Anwendung der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe nicht vorgesehen.

Bei ehemaligen Berufsschiffen, die ohne Umbauten jetzt als Traditionsfahrzeuge eingesetzt werden, sind in der Regel aus dem ersten Einsatz Stabilitätsunterlagen an Bord, die auf der Grundlage eines Wertkrängungsversuchs erstellt wurden. Bei größeren, schwerpunktverändernden Umbauten nach Außerdienststellung sollte das „Merkblatt zur Sicherstellung der Stabilität von Traditionsschiffen“ der GSHW beachtet werden sowie der Rat der Fachleute, wie zum Beispiel der Klassifikationsgesellschaften und der See-BG, eingeholt werden.

Die BSU empfiehlt daher Folgendes :

Die Eigner, Betreiber und Schiffsführer werden gebeten zu überprüfen, ob bei bestehenden bzw. noch im Umbau befindlichen Traditionsschiffen durch Umbauten mit veränderter Höhenlage des Gewichtsschwerpunktes Konsequenzen für die Stabilität der Schiffe entstanden sind, die zu einer Gefährdung von Schiff, Besatzung und sonstigen an Bord befindlichen Personen führen können.

(herausgegeben am 11. April 2003)

Nach dem Abschluss der Untersuchungen empfiehlt die BSU :

Zusätzlich zu dieser Sicherheitsempfehlung vom 11. April 2003 sollte die Sicherheitskommission nach der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe (SIRI) Abs. 5 „Anpassung der Richtlinie“ die folgenden Vorschläge für die Fortentwicklung der Richtlinie und ihre Anpassung an den jeweiligen Stand der Technik prüfen:

- Der Leitfaden für die praktische Anwendung der SIRI sollte unter der Ifd. Nr. 2.11 „Seetüchtigkeit“ derart überarbeitet werden, dass die Sachverständigen verpflichtet werden, das Vorhandensein von Stabilitätsunterlagen zu überprüfen, zu beurteilen und zu bescheinigen.
- Die See-BG bzw. die GSHW sollte vor der erstmaligen Erteilung des Schiffssicherheitszeugnisses und nach größeren Umbauten eine Schiffsbesichtigung durchführen.
- Die SIRI sollte eine Mindestbesatzung für jeden Schiffstyp festlegen.
- Es sollen konkrete Anforderungen für Stabilität, Leckrechnung, Verschlusszustand und das Genehmigungsverfahren bei Umbauten in der SIRI definiert werden.
- Größere Umbauten sollten unter der Aufsicht einer Klassifikationsgesellschaft, der See-BG oder eines anerkannten Sachverständigen durchgeführt werden.

SY DE HOOP

Az.: 286/05

## 7 Sicherheitsempfehlungen

### 7.1 Eigner, Betreiber und Schiffsführer

Die BSU empfiehlt den Eignern und Betreibern von nicht nach der CE-Richtlinie oder den Klassifikationsvorschriften gebauten Wassersportfahrzeugen, dass sie sich ausreichend mit den Stabilitätsverhalten ihrer Schiffe vertraut machen. Neben den Verhaltenspflichten aufgrund der Verkehrsvorschriften, hat jeder Führer eines Wassersportfahrzeuges die seemännischen Sorgfaltspflichten zu beachten, die der allgemeine Seemannsbrauch oder die Besonderheiten der Situation erfordern.

Diese seemännischen Sorgfaltspflichten erstrecken sich aber nicht nur auf das Verkehrsverhalten, sondern auch auf die Schiffsführung und die Schiffssicherheit. Eine der wichtigsten Regeln ist es, dass Wassersportfahrzeug vor Beginn der Seereise „seeklar“ zu machen, d.h.

- erforderliche Sicherheitsausrüstung einsatzfähig an Bord zu haben,
- die notwendige Stabilität zu überprüfen,
- den erforderlichen Auftrieb zu gewährleisten und,
- einen sicheren Verschlusszustand herzustellen.

### 7.2 Normgeber

Die BSU empfiehlt dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung zu prüfen, ob für Wassersportfahrzeuge verbindlich die Anwendung der Stabilitätsvorschriften des GL für Wassersportfahrzeuge über 10 m Länge vorgeschrieben werden kann, die nicht nach derzeitigen Regelungen, CE-Norm oder anderen Vorschriften, in Fahrt gebracht werden.

**ATLANTIC**

Az.: 293/05

## 7 Sicherheitsempfehlungen

### 7.1 Eigner , Betreiber und Schiffsführer

Die BSU empfiehlt allen Eignern und Betreibern von Traditionsschiffen, auf die Einhaltung des § 11 der Sportseeschifferscheinverordnung zu achten. Insbesondere sollte die für den sicheren Schiffsbetrieb erforderliche Besetzung mit nautischem und technischem Führungspersonal und die ausreichende Besetzung mit Schiff sleuten für die Bedienung des Schiffes festgestellt und umgesetzt werden.

Die Schiffsführer sind angehalten, darauf zu achten, dass die Verantwortlichkeiten an Bord klar geregelt sind, und besonders sollte ein qualifizierter Vertreter des Schiffsführers vor Fahrtantritt benannt werden.

### 7.2 Normgeber

Die BSU empfiehlt dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, die derzeitigen Regelungen für Traditionsschiffe kleiner 25 m Länge dahin gehend zu überprüfen, ob nicht für diese Fahrzeuge, wenn mehr als 12 Personen befördert werden, generell ein Praxisnachweis mit Zusatzeintrag für Traditionsschiffer nach § 1 Abs.5 der Sportseeschifferscheinverordnung gefordert werden sollte.

### 7.3 See-BG und GSHW

Die BSU empfiehlt der See-BG und der GSHW, verstärkt die Eigner und Betreiber von Traditionsschiffen auf Einhaltung der Sicherheitsrichtlinien in Bezug auf die maritime Traditionspflege zu überprüfen. Besonders sollte bei der Prüfung der Betreiberkonzepte darauf geachtet werden, dass die erzielten Einnahmen aus dem Betrieb der Restaurierung und Unterhaltung der historischen Wasserfahrzeuge dienen und dass auch der Betrieb selbst zu ideellen Zwecken stattfindet, z.B. zur Pflege und Förderung der auf den Fahrzeugen in seiner ursprünglichen Zweckbestimmung ausgeübten traditionellen Fertigkeiten und Seemannschaft.

Die Erteilung von Ausnahmegenehmigungen zu Tagesfahrten, bei denen eine höhere Personenzahl mitgenommen wird als in der entsprechenden Fahrzeuggruppe zulässig ist, sollte bei Einhaltung der derzeitigen Genehmigungspraxis mit Betriebsauflagen, Ausrüstungs-, und Sicherheitsauflagen sowie bei einer ausreichenden und qualifizierten Besetzung nicht mehr an einen Gültigkeitszeitraum zu einer bestimmten Anzahl von maritimen Veranstaltungen gekoppelt werden.

Die Besetzung von Traditionsschiffen mit Schiff sleuten sollte in Abhängigkeit des Schiffstyps, der Schiffgröße, Fahrtdauer und des Fahrtgebietes zusätzlich zur Regelbesetzung nach Anlage 4 zu § 11 Abs. 2 Sportseeschifferscheinverordnung festgelegt werden.

Die Besetzung der Traditionsschiffe mit nautischer und technischer Besatzung sowie mit Schiffsleuten sollte im Sicherheitszeugnis für Traditionsschiffe dokumentiert werden.

Die See-BG, die GSHW und die inzwischen eingesetzte Registerkommission werden aufgefordert, im Rahmen der Neufassung der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe zur Verbesserung der Sicherheit darauf zu achten, dass Stabilitätsunterlagen, insbesondere nach Umbauten, an Bord vorhanden sind.

Die BSU hat schon am 11. April 2003 dazu die nachfolgende Sicherheitsempfehlung herausgegeben:

*Die Eigner, Betreiber und Schiffsführer werden gebeten zu überprüfen, ob bei bestehenden bzw. noch im Umbau befindlichen Traditionsschiffen durch Umbauten mit veränderter Höhenlage des Gewichtsschwerpunktes Konsequenzen für die Stabilität der Schiffe entstanden sind, die zu einer Gefährdung von Schiff, Besatzung und sonstigen an Bord befindlichen Personen führen können.*

Die See-BG und die GSHW sind aufgefordert, Stabilitätskriterien für Traditionsschiffe zu definieren, damit entsprechend der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe nach Anlage 4 ausreichend Stabilität während der ganzen Reise bei vorhandenem Freibord und wechselnden Wetterlagen gewährleistet wird.



LISA VON LÜBECK

Az.: 164/06

## 7 Sicherheitsempfehlungen

### 7.1 Normgeber, See-BG und GSHW

Die BSU empfiehlt, bei der derzeit anstehenden Überarbeitung der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe (SiRi) Nachfolgendes mit aufzunehmen:

1. Nachbauten von historischen Wasserfahrzeugen und auch Umbauten zu Traditionsschiffen sollten unter der Zeichnungsprüfung und Bauaufsicht einer Klassifikationsgesellschaft oder eines anerkannten Sachverständigen durchgeführt werden.
2. Die Empfehlungen der BSU aus den Untersuchungsberichten 49/02 „Sinken der GOTLAND“, 293/05 „Festkommen des Traditionsschiffes ATLANTIC“ und der Analyse dieses Untersuchungsberichtes zu Stabilitätsunterlagen sind zu beachten.
3. Die Vermessung der Schiffslänge/Rumpflänge sollte nach einem klar definierten und leicht zu überprüfenden Verfahren, z.B. nach der DIN EN ISO 8666, von einem anerkannten Vermesser durchgeführt und bei der erstmaligen Erstellung eines Sicherheitsgutachtens durch einen Sachverständigen für Traditionsschiffe überprüft werden.

### 7.2 Eigner und Betreiber

Die BSU empfiehlt den Eignern und Betreibern des Traditionsschiffes LISA VON LÜBECK, in regelmäßigen Abständen die Befestigung der Druck-Zugkabel zu überprüfen. Der Fahrhebel auf dem Fahrstand ist getrennt von dem Deckel des Schaltpultes fest zu montieren, damit ein Abquetschen oder eine Knickbewegung der Druck-Zugkabel beim Öffnen und Schließen des Deckels vom Schaltpult vermieden wird.

Die Eigner und Betreiber der LISA VON LÜBECK werden aufgefordert, bei der Besetzung des Fahrzeugs die Vorschriften der Sportseeschifferscheinverordnung einzuhalten und die Regelbesatzung mit nautischen und technischen Befähigungsnachweisen einzusetzen, die erforderlich sind, entsprechend dem Fahrtbereich und für Fahrzeuge über 25 m Rumpflänge nach der SiRi.

Die Manöverstationen sind mit ausreichend Decksleuten beim An- und Ablegen zu besetzen.

## 10 Quellenangaben

- Friedrich Ludwig Middendorf , Bemastung und Takelung der Schiffe, Berlin 1903, ISBN 90 30296542
- G.Timmermann, Vom Pfahlewer zum Motorkutter, 1957, Schriftenreihe der Bundesforschungsanstalt für Fischerei, 3. Band
- University of Southamton, Dept. Of Ship Science, An Investigation into the Stability of Sailing Yachts in Large Breaking Waves, Jan. 1984, ISSN 01403818
- Edgar J. March, Sailing Trawlers, 1953, Percival Marshall and Company Ltd. London
- U. Fox, Sailing Seamanship and Yacht Construction, 1936, Scribner New York
- Diplomarbeiten:  
J.Albers , Formeinfluß auf die Intaktstabilität und Lecksicherheit bei Segelyachten, 1987, Uni Hamburg-Institut für Schiffbau Hamburg  
B. Schwebbach, Stabilität und Stabilitätsnachweis für Segelschiffe am Beispiel des Toppsegelschoners ALBATROS, 2003, Hochschule Bremen
- Fachseminare Yachtentwurf 1980, 1981,1984, 1987 , Hamburg Messe / DBSV
- C.A, Marchaj, Seaworthiness:The Forgotten Factor, ISBN-10:1888671092  
Aero-Hydrodynamics of Sailing, ISBN-10: 0877429936
- Marine Accident Report on the Capsizing and Sinking of The Unites States Sailing Vessel Pride of Baltimore in the Atlantic Ocean on May 14th, 1986. NTSB Report Number: MAR-87-01,
- The Report of the Formal Investigation into the Lost of the Auxiliary Barque MARQUES Under the Merchant Shipping Acts of 1894 and 1970, Report of Court No.8073, London 1987: Her Majesty's Stationery Office
- Maritime & Coastguard Agency, Research Project 482, Safety of Commencial Sailing Vessels Stability Information & Training for Watch keepers, 14.02.2003
- European Maritime Heritage , MoU Annex II „Standard upon Safe Operation of Traditional Ships ....“ mit bezug auf The Department of Transport, Marine Directorate UK „The Safety of Sail Training Ships – A Code of Practice and Stability Information Booklet“
- M vom Baur, J.Fock, A.Nürnberg, Stabilität von Traditionellen Segelschiffen, Beurteilung mit klassischen Methoden, HANSA Nr.12, Dezember 2008
- International Sail Training & Tall Ships Conference , Halifax Nova Scotia 11/2008  
John Lang, ex MAIB –UK, Incident Analysis  
Ken Potter, Transportation Safety Board of Canada, Accident Causation