



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

Untersuchungsbericht 288/05

Schwerer Seeunfall

Kenterung der SY DE HOOP am 31. Juli 2005 im Fahrwasser Travemünde

1. Dezember 2006

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.

Bei der Auslegung des Untersuchungsberichtes ist die deutsche Fassung maßgebend.

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

Leiter : Jörg Kaufmann
Tel.: +49 40 31908300, Fax.: +49 40 31908340
posteingang-bsu@bsh.de <http://www.bsu-bund.de>

Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG DES SEEUNFALLS.....	5
2	UNFALLORT.....	6
3	SCHIFFSDATEN.....	7
3.1	Foto SY DE HOOP.....	7
3.2	Daten.....	7
4	UNFALLHERGANG.....	8
4.1	Besatzung.....	8
4.2	Fahrtverlauf.....	8
5	UNTERSUCHUNG.....	9
5.1	Bergung.....	9
5.2	Schiffsgeschichte.....	9
5.3	Schiffsklassifizierung.....	11
5.4	Unfallhergang aus Sicht der Besatzung.....	11
5.5	Wind und Seegang.....	12
5.6	Schiffsneigung vor dem Unfall.....	12
5.7	Stabilität des Schiffes.....	14
5.8	Vorschriften.....	19
6	ANALYSE.....	20
6.1	Beurteilung der Stabilität.....	20
6.2	Beurteilung der Seemannschaft.....	21
7	SICHERHEITSEMPFEHLUNGEN.....	23
7.1	Eigner, Betreiber und Schiffsführer.....	23
7.2	Normgeber.....	23
8	QUELLENANGABEN.....	24

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Seekarte	6
Abbildung 2: SY DE HOOP (Foto Nils Bergmann)	7
Abbildung 3: Bergung am 2. August 2005	9
Abbildung 4: SY DE HOOP beim Ankauf	10
Abbildung 5: Kurz vor der Kenterung (Nils Bergmann).....	12
Abbildung 6: Projektive Umbildung des Neigungsmessers an der Rückwand Kajütaufbau/ Kartenhaus	13
Abbildung 7: Bildauswertung mit Hilfslinien	13
Abbildung 8: Stabilitätskurve vom 24. April 2003.....	14
Abbildung 9: Segeltragvermögen, Diagramm vom 24. April 2003	15
Abbildung 10: Lateralfäche zum Unfallzeitpunkt	17
Abbildung 11: Hebelarmkurve SDC	18

1 Zusammenfassung des Seeunfalls

Am 31. Juli 2005 kam es im Fahrwasser Travemünde auf der Position 53°58,9'N und 010°54,8'O um ca. 13:30 Uhr zur Kenterung der Segelyacht DE HOOP mit anschließendem Untergang.

Alle an Bord befindlichen sechs Personen wurden gerettet.

Der schwere Seeunfall, Kenterung und Untergang der Segelyacht DE HOOP, ist auf fehlerhafte Segelführung sowie auf konstruktiv bedingte fehlende Stabilitätsreserve des Schiffes zurückzuführen.

2 Unfallort

Art des Ereignisses: Schwerer Seeunfall, Kenterung und Untergang
Datum/Uhrzeit: 31. Juli 2005 ca. 13:30 Uhr MESZ¹
Ort: Travemünde
Breite/Länge: $\varphi 53^{\circ}58,9'N \quad \lambda 010^{\circ}54,8'O$

Ausschnitt aus Seekarte 3005, Blatt 2 BSH

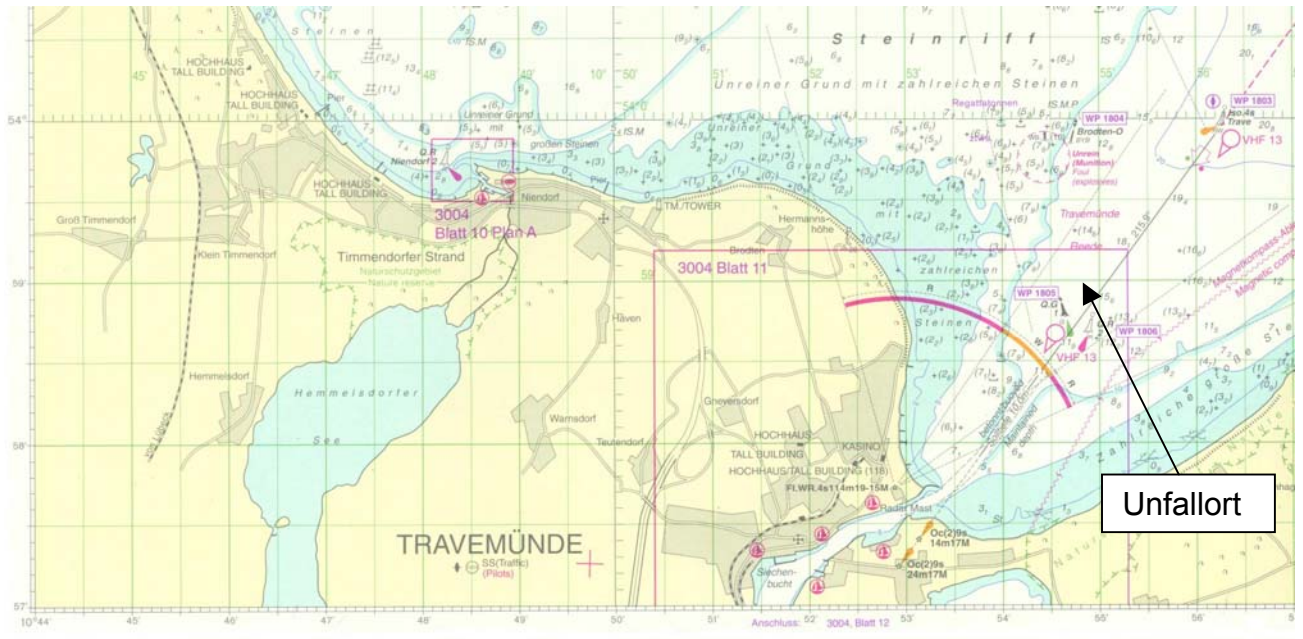


Abbildung 1: Seekarte

¹ Alle Zeiten in MESZ – Mitteleuropäische Sommerzeit

3 Schiffsdaten

3.1 Foto SY DE HOOP



Abbildung 2: SY DE HOOP (Foto Nils Bergmann)

3.2 Daten

Schiffsname:	DE HOOP
Schiffstyp:	Segelyacht/Wishbone-Schoner
Nationalität/Flagge:	Deutschland
Heimathafen:	Lübeck
Baujahr:	ca. 1922
Bauwerft/Bauort:	Ostende/Belgien
Länge ü.a.:	ca. 22,00 m
Länge über Deck:	20,60 m
Länge zwischen den Loten:	15,80 m
Breite ü.a.:	4,90 m
Tiefgang zum Unfallzeitpunkt:	2,65 m
Verdrängung:	ca. 47,0 t
Maschinenleistung:	180 PS
Hauptmaschine:	Deutz Diesel
Segelfläche Gesamt:	236,4 m ²
Segelfläche zum Unfallzeitpunkt:	159 m ²
Werkstoff des Schiffskörpers:	Holz
Anzahl der Besatzung:	6

4 Unfallhergang

4.1 Besatzung

Die Besatzung der SY DE HOOP bestand aus sechs Personen. An Bord waren der 63-jährige Eigner und Schiffsführer, seine Ehefrau und sein Sohn, alle im Besitz des Sportbootführerscheines-See, der verantwortliche Steuermann, ein 66-jähriger Kapitän zur See a.D., der das Sporthochseeschifferzeugnis Segel/Motor besaß, und auch zum Unfallzeitpunkt am Ruder stand, ein Fregattenkapitän a.D, ebenfalls im Besitz des Sporthochseeschifferzeugnisses, und eine Mitseglerin, die nicht im Besitz eines Segel- bzw. Sportbootführerscheines war.

4.2 Fahrtverlauf

Die Segelyacht DE HOOP nahm am 31. Juli 2005 an einer vereinsinternen Wettfahrt des Museumshafen Lübeck e.V. teil.

Die Wettfahrt wurde an der Travemündung um ca. 12:30 Uhr gestartet. Es wurde mit Raumschots-Kurs, 035° über Grund, in Richtung Ansteuerungstonne Trave unter Großsegel, Schonerstagesegel, Wishbone, Fockstagesegel, Klüversegel und Jager gesegelt. Der Wind kam zu diesem Zeitpunkt aus SzW² um 4 Bft. Vor der Halse, bei der Ansteuerungstonne, wurde das Wishbone- und Fockstagesegel geborgen. Nach der Halse wurde in Richtung der Untiefentonne Brodten Ost mit ca. 220° gesegelt. Auf diesem Kurs wurde das Großsegel um ca. 3,5 m eingerefft. Auf kreuzenden Am-Wind-Kursen sollte das Ziel die Nordmole der Traveinfahrt sein. Die durchschnittliche Leekrängung betrug 10° bis 15°. Sie erhöhte sich bei Einfall leichter Böen auf 20°. Das Schiff lief mit gerefften Großsegel, Schonerstagesegel sowie Klüversegel und Jager, ca. 60° am Wind, und mit einer Geschwindigkeit von etwa 4 kn. Es wurden einige Wenden gefahren, als das Schiff auf dem Bb.-Bug mit einem Kurs von etwa 130°, ca. 1 Kabellänge nördlich der Tn. 1, von einer starken Böe erfasst wurde. Ein Anluven bei Böeeinfall war nicht mehr möglich. Obwohl die Großschot losgeworfen wurde, erhöhte sich die Krängung schlagartig auf 40 bis 45°. Das Schiff wurde schnell vollends auf die Seite gedrückt und es war nicht mehr möglich, die in Lee unter Wasser befindlichen Schoten der drei Stagesegel loszuwerfen. Das Schiff lag jetzt mit 90° Krängung auf dem Wasser und durch das eindringende Wasser in die Maschinenraum- und Unterdecks-Belüftung, dem Heizungsschornstein und später auch dem Niedergang, sank das Schiff um 13:37 Uhr nach ca. 5 bis 6 Minuten.

Die Besatzung wurde, während das Schiff auf der Seite lag, durch ein Fahrzeug des Technischen Hilfswerkes und einem privaten Schlauchboot abgeborgen. Es entstanden keine Personenschäden.

² aus 191,25°

5 Untersuchung

Die Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung wurde am Unfalltag, um 20:44 Uhr von der WSP Lübeck-Travemünde über den Seeunfall informiert.

5.1 Bergung

Die Segelyacht DE HOOP wurde am 2. August 2005 durch einen Pontonkran an die Wasseroberfläche gehoben und mittels Tauchpumpen leergepumpt.



Abbildung 3: Bergung am 2. August 2005

Nach der Bergung wurde die SY zu einer Werft nach Marstal, DK geschleppt. Am 15. August 2005 wurde im Auftrag der Versicherungsgesellschaft von einem Schiffbausachverständigen mit der DE HOOP ein Krängungsversuch zur Ermittlung des Schiffsgewichtes und der Schwerpunkte durchgeführt.

5.2 Schiffsgeschichte

Nach Auskunft des Eigners wurde das Schiff ursprünglich 1922 als segelndes Fischereifahrzeug mit geradem Steven in Ostende/Belgien gebaut. Das Schiff war bis 1963 als Fischereifahrzeug im Einsatz.

Nach Umbaumaßnahmen zu einem Zweimast-Segel-Schoner mit Klüverbaum und Innenausbau zur Personenbeförderung wurde das Schiff unter holländischer Flagge von 1966 bis 1980 als Charterschiff betrieben. Vom jetzigen Eigner wurde die DE HOOP als Zweimast-Gaffel-Schoner mit 178 m² Segelfläche im September 1980 angekauft und nach Lübeck überführt.



Abbildung 4: SY DE HOOP beim Ankauf

Im Laufe der Jahre wurden mehrere größere Instandsetzungen und Umbauten durchgeführt. 1996 wurde der Löffelbug angebaut und 2000/2001 das Heck erneuert und verlängert. Das komplette Rigg wurde 1998/1999 zu einem Wishbone-Schooner umgebaut und die Masten, inklusive dem stehenden und laufenden Gut, erneuert. Bei diesem Umbau wurde der Außen- und Innenklüver, das Schoonerstagesegel, das Wishbone-Stagesegel und das Großsegel mit hydraulischen Rollstagen bzw. Großbaumrollreff ausgerüstet. Das Fockstagesegel und das Fisherman-Segel wurde weiterhin auf herkömmliche Weise am Stag hochgezogen. Die gesamte Segelfläche dieser sieben Segel, Großsegel (65,2 m²), Schoonerstagesegel (28,2 m²), Wishbone (36,6 m²), Fockstagesegel (12,6 m²), Innenklüver (30,4 m²) und Außenklüver (44,4 m²) und Fishermansegel (19,0 m²) betrug jetzt am Wind 236,4 m². Der letzte Umbau fand 2004 durch Verlängerung des hinteren Mastes um ca. 3,2 m statt.

5.3 Schiffsklassifizierung

In der Schiffunfallanzeige der WSP wird das Schiff als Traditionsschiff bezeichnet und auch der Eigner legt Wert auf die Bezeichnung „Traditionsschiff“.

Der Ausdruck „Traditionsschiff“ bezeichnet allerdings nach § 6 der Schiffssicherheitsverordnung (SchSV) nur Fahrzeuge, die nach der Sicherheitsrichtlinie für Traditionsschiffe definiert sind und entsprechende Kriterien in Bezug auf Einsatzzweck, Betreiberkonzept und Betrieb erfüllen. Diese Fahrzeuge müssen ein von der See-Berufsgenossenschaft (See-BG) gültiges Sicherheitszeugnis für Traditionsschiffe besitzen. Die SY DE HOOP hat ein solches Sicherheitszeugnis nicht, und es wurde diesbezüglich auch kein Antrag bei der See-BG gestellt.

In verschiedenen Presseberichten wird die SY DE HOOP als Atlantik-Schoner, Traditionssegler und historische Segelyacht bezeichnet. Auch die Bezeichnungen für ähnliche Fahrzeuge, wie z.B. historische Schiffe, Museumsschiffe oder traditionelle Schiffe sind keine Klassifizierung nach der SchSV.

Das Fahrzeug DE HOOP wird privat als Sportboot genutzt und die Bezeichnung Segelyacht trifft daher genauer den Schiffstyp und Einsatzzweck.

5.4 Unfallhergang aus Sicht der Besatzung

Kurz vor der Kenterung wurde auf Bb.-Bug hoch am Wind mit 50° bis 60° zum Wind und einer Geschwindigkeit von 4,8 kn bis 5 kn gesegelt. Die geschätzte Windgeschwindigkeit soll dabei ca. 4 Bft betragen haben. Die durchschnittliche Krängung betrug 10° bis 15°, die sich jeweils bei Einfall leichter Böen auf bis zu 20° erhöhen konnte.

Der Niedergang zum Kartenhaus war geöffnet, alle anderen Öffnungen im Schiffsrumpf, bis auf den Schornstein an der Bb.-Seite auf dem Aufbau, waren seefest verschlossen.

Eine Mitseglerin war in der Kajüte, die andere Mitseglerin stand im Niedergang. Die drei weiteren Segler befanden sich an Stb. auf der Luvseite.

Plötzlich einfallende Böen von 7 bis 8 Bft haben die Segelyacht auf die Seite gedrückt und der Steuermann hat sofort versucht in den Wind zu drehen, um den Winddruck aus den Segeln zu nehmen. Zeitgleich wurden die Mitsegler angewiesen, die auf dem Bb.-Schanzkleid auf den Winschen belegten Schoten loszuwerfen. Das gelang nicht, da diese sich in Lee bereits unter Wasser befanden. Der Steuermann hat daraufhin die Großschot losgeworfen. Das Schiff kam aber nicht wieder hoch, sondern schwamm stabil auf der Seite. Dies wurde vom Steuermann noch nicht als kritisch angesehen.

Die erste Überlegung war, das Schiff mit einer Leine durch Zuhilfenahme anderer Regattateilnehmer wieder aufzurichten. Nachdem das Schiff ca. 5 bis 6 min mit 90° Krängung auf der Seite gelegen hatte, war soviel Wasser in den Rumpf gelaufen, dass vorsichtshalber alle die SY verließen.

Das Schiff ging dann relativ schnell unter. Während dieses Untergehens richtete sich der Schiffsrumpf wieder auf und setzte auf dem Grund, bei ca. 16 m Wassertiefe, mit fast ebenem Kiel auf.

5.5 Wind und Seegang

Im Auftrag der BSU wurde vom Deutschen Wetterdienst (DWD) ein Gutachten über die Windverhältnisse vom 31. Juli 2005 erstellt. Danach zog in den frühen Nachmittagsstunden ein Tiefausläufer über das Fahrwasser Travemünde hinweg. Im Frontbereich frischte der aus SSO-licher Richtung wehende, bis dahin im Mittel nur mäßige Wind kräftig auf. Die Windverhältnisse zwischen 13:00 Uhr und 14:00 Uhr waren 4 bis 5 Bft im Mittel, aus SSO-licher Richtung und es war kurzzeitig, nach 15:00 Uhr, eine Winddrehung auf SW zu verzeichnen. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass der Unfallort bei südlichen Windrichtungen unter Landschutz liegt, kann man davon ausgehen, dass bei den angegebenen Windverhältnissen lediglich ein Seegang mit kennzeichnenden Wellenhöhen unter 0,5 m mit einer Periode von 2 bis 3 s aufgetreten ist.

Dieses Gutachten wird durch die Messungen der Windmessenanlage auf der Mole von Travemünde (Verkehrszentrale) bestätigt. Im Zeitraum der Kenterung von 13:30 Uhr bis 13:40 Uhr betragen die Windstärke zwischen 5,7 und 10,23/sec, also zwischen 4 und 5 Bft aus den Richtungen 157° bis 214°. Die höchste gemessene Windstärke betrug nach dem Untergang um 13:44 Uhr mit 11,74 m/sek (6 Bft) aus 177°.

5.6 Schiffsneigung vor dem Unfall

Kurz vor der Kenterung wurden vom Werbefotografen Nils Bergmann im Rahmen dieser Oldtimer Regatta Fotoaufnahmen von der SY DE HOOP gemacht.



Abbildung 5: Kurz vor der Kenterung (Nils Bergmann)

Auf der Grundlage der obigen Fotos hat die BSU den Auftrag zur Bestimmung des Krängungswinkels des Schiffes an das Institut für Photogrammetrie und Geoinformationen (IPI) in Hannover vergeben.

Die Photogrammetrie oder optische Messtechnik basiert auf der Messung von markierten identischen Objektpunkten in zwei oder mehr Situationsbildern, die aus unterschiedlichen Blickrichtungen aufgenommen wurden. Der auf dem obigen rechten Bild abgebildete Neigungsmesser am hinteren Aufbauschott wurde zur Überprüfung der Messergebnisse mittels Bildbearbeitungssoftware entzerrt:

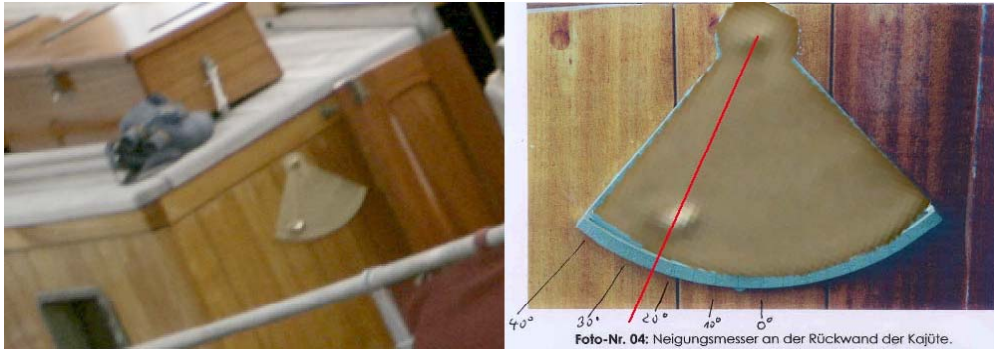


Abbildung 6: Projektive Umbildung des Neigungsmessers an der Rückwand Kajütaufbau/ Kartenhaus

Der Lichtreflex auf dem Pendel lässt die Stellung des Neigungsmessers angenähert erkennen. Aus der Auswertung der Entzerrung ergibt sich ein Winkel von ca. 24° . Die eigentliche photogrammetrische Auswertung ist auf dem nachfolgenden Foto dargestellt:



Abbildung 7: Bildauswertung mit Hilfslinien

Durch Messung der Winkel zwischen der Lotrichtung und Hilfslinien konnte der gesuchte Neigungswinkel mehrfach bestimmt werden.

Die Auswertung mit dieser Methode liefert als Mittelwert aus sechs unabhängigen Messungen einen Neigungswinkel von $25,5^\circ$ bei einer Standardabweichung des berechneten Winkels von $\pm 0,6^\circ$.

5.7 Stabilität des Schiffes

Stabilitätsunterlagen aus der Zeit, als das Schiff noch als Fischkutter in Fahrt war, und aus der Zeit vor dem Umbau zu einem Wishbone-Schoner sind nicht vorhanden. Am 24. April 2003 wurde im Auftrag der Werft ein Krängungsversuch durchgeführt. Folgende Schiffsdaten wurden ermittelt:

Leerschiffsgewicht (DSPL): 40,45 t
 Höhenschwerpunkt (KG³) 2,02 m (über Basislinie 1,5 m unter CWL)
 Metazentrische Höhe (MG⁴) 0,89 m

Der Höhenschwerpunkt (KG) der Berechnung von 2003 war mit 2,40 m angegeben, da die Stabilitätsberechnungen sich auf eine Basislinie von 1,88 m und der Konstruktionswasserlinie (CWL) bezog.

Bei den vom Gutachter der Versicherung 2005 erstellten Berechnungen und der in 2006 durchgeführten Berechnung, die im Auftrag der BSU vorgenommen wurde, wird mit einer Basislinie von 1,50 m unter CWL gerechnet.

Auf der Grundlage dieses Krängungsversuches vom 24. April 2003 wurde die nachfolgende Stabilitätskurve von der Werft berechnet:

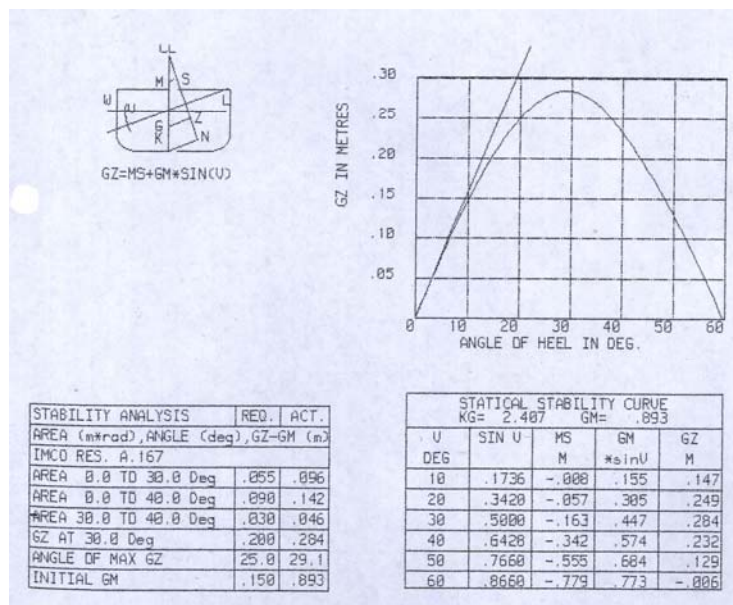


Abbildung 8: Stabilitätskurve vom 24. April 2003

Das nachfolgend an Bord gefundene Diagramm, „Steady Heeling as Function of Wind Speed“, über das Segeltragvermögen in Abhängigkeit von der Windstärke, wurde nach dem Krängungsversuch erstellt. Als Grenzwinkel ist offensichtlich der Neigungswinkel „Steady Heeling“ von 15° angegeben.

Erklärungen zum Gebrauch des Diagramms und weitere Beschreibungen zur Segelführung wurden an Bord nicht gefunden.

³ KG = Abstand des Gewichtsschwerpunktes

⁴ MG oder GM = Metazentrische Höhe (über KG)

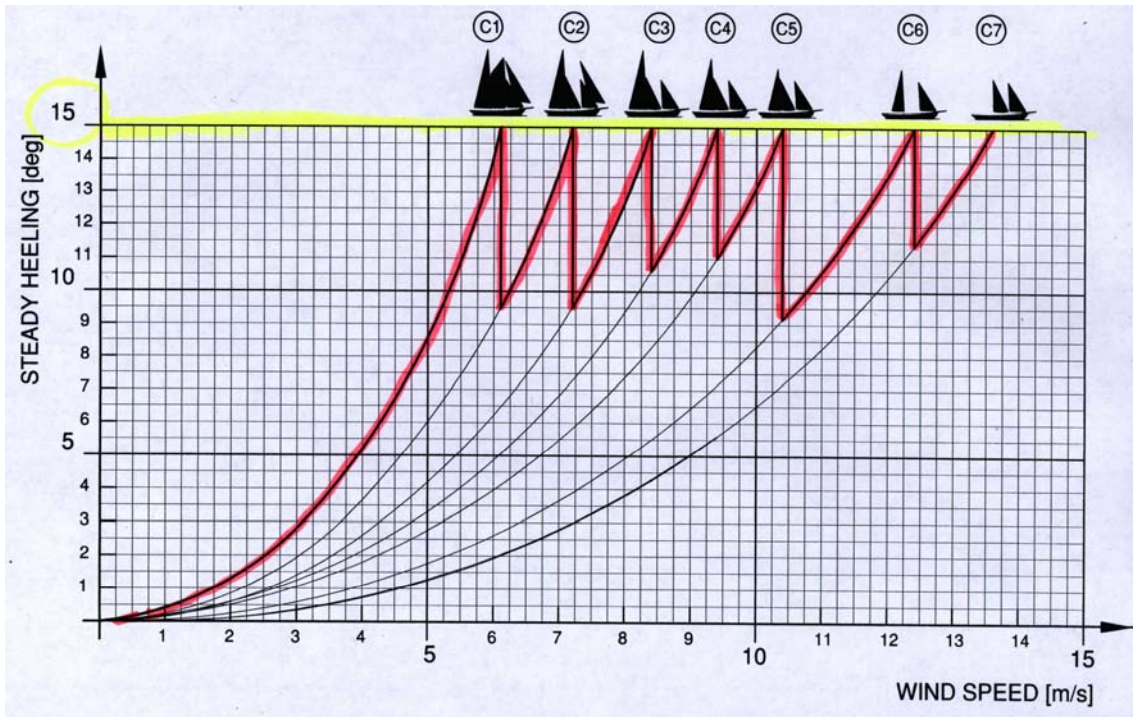


Abbildung 9: Segeltragvermögen, Diagramm vom 24. April 2003

Der Schiffsführung war dieses Diagramm bekannt. Es wurde aber nicht ständig an Bord benutzt. Die Schiffsführung ist durch die Werft auf den Zusammenhang zwischen der Stabilitätskurve und Besegelung in Abhängigkeit von der Krängung und Windgeschwindigkeit aufmerksam gemacht worden. Es hat Einweisungen in die Stabilitätsberechnung und den Gebrauch dieses Diagramms stattgefunden. Jedes Jahr, bei in Fahrt gehen des Schiffes, hat zusätzlich eine eintägige Einweisung in die Segelführung für den Eigener und die Mannschaft durch die Werft stattgefunden.

Nach der Bergung des Schiffes wurde im Auftrag der Versicherung mit dem Schiff ein Krängungsversuch durchgeführt, der folgende Werte ergab:

Leerschiffsgewicht (DSPL)	44,49 t
Höhenschwerpunkt (KG)	1,98 m (über Basislinie 1,5 m unter CWL)
Metazentrische Höhe (MG)	0,87 m

Der in beiden Krängungsversuchen ermittelte Höhengschwerpunkt und die Metazentrische Höhe stimmt sehr gut überein. Die Metazentrische Höhe (MG) beträgt bei 40,45 t = 0,89 m und bei 44,49 t = 0,87 m, so dass sich der Verdrängungsunterschied von ca. 4,0 t bei der Stabilitätsbetrachtung nur mit einer Differenz von 2 cm bemerkbar macht. Dieser 10 %ige Unterschied in der Verdrängung ist durch unterschiedliche Dichten des Seewassers bei den Krängungsversuchen, evt. nach 2003 zusätzlich eingebrachten Ballast und der Großmastverlängerung, sowie der unterschiedlichen Aufmessungen des Linienrisses und der Programme, mit denen die Formkurvenblattwerte berechnet wurden, zu erklären.

Im Auftrag der Versicherung wurde auf der Grundlage des letzten Krängungsversuches ein erstes Gutachten zu der Stabilität des Schiffes erstellt. Der Sachverständige der Versicherung greift in diesem und im Nachtragsgutachten unter anderem auf Vergleichswerte von F.L. Middendorf, Masting and Rigging of Sailing and Steamships zurück. Die in diesem Buch enthaltenen Vergleichswerte und Formwerte sind nicht auf alle Schiffe anwendbar.

Im Auftrag der Werft wurde ein Gegengutachten von dem dänischen Schiffbauingenieur erstellt, der schon 2003 die Stabilität berechnet hat.

Daraufhin wurde ein Nachtragsgutachten des Gutachters der Versicherung erstellt.

Diese Gutachten weichen voneinander ab, so dass die BSU bei der Ship Design & Consult GmbH (SDC) ein eigenes, unabhängiges Gutachten zu den Stabilitätsfragen in Auftrag gegeben hat.

Die Schiffsform wurde von der Firma SDC anhand des Linienrisses und des Segelplanes digitalisiert. Einige Abmessungen des Linienrisses wurden bei einer Besichtigung an Land überprüft. Die Schiffsbreite wurde z. B. mit 4,90 m gemessen, wohingegen die Breite nach dem Linienriss nur mit 4,88 m ausgewiesen wurde. Diese tatsächlichen Abmessungen wurden entsprechend bei der Digitalisierung berücksichtigt.

Die Berechnungen wurden mit dem von führenden Klassifikationsgesellschaften genutzten Programmsystem „NAPA“ berechnet. Dieses Programm berücksichtigt die freie Krängung und den freien Trimm sowie den Effekt der freien Oberflächen in teilgefüllten Tanks. Dies führt zu physikalisch korrekten, hydrostatischen Ergebnissen. Dynamische Effekte durch Wind und Wellen sind dabei nicht berücksichtigt worden.

Grundlage bei der Berechnung des vorhandenen krängenden Moments durch Wind sind die Lateralfächen der vorhandenen Besegelung, der Masten, der Verstagung, der Aufbauten und des Rumpfes oberhalb der aktuellen Wasserlinie.

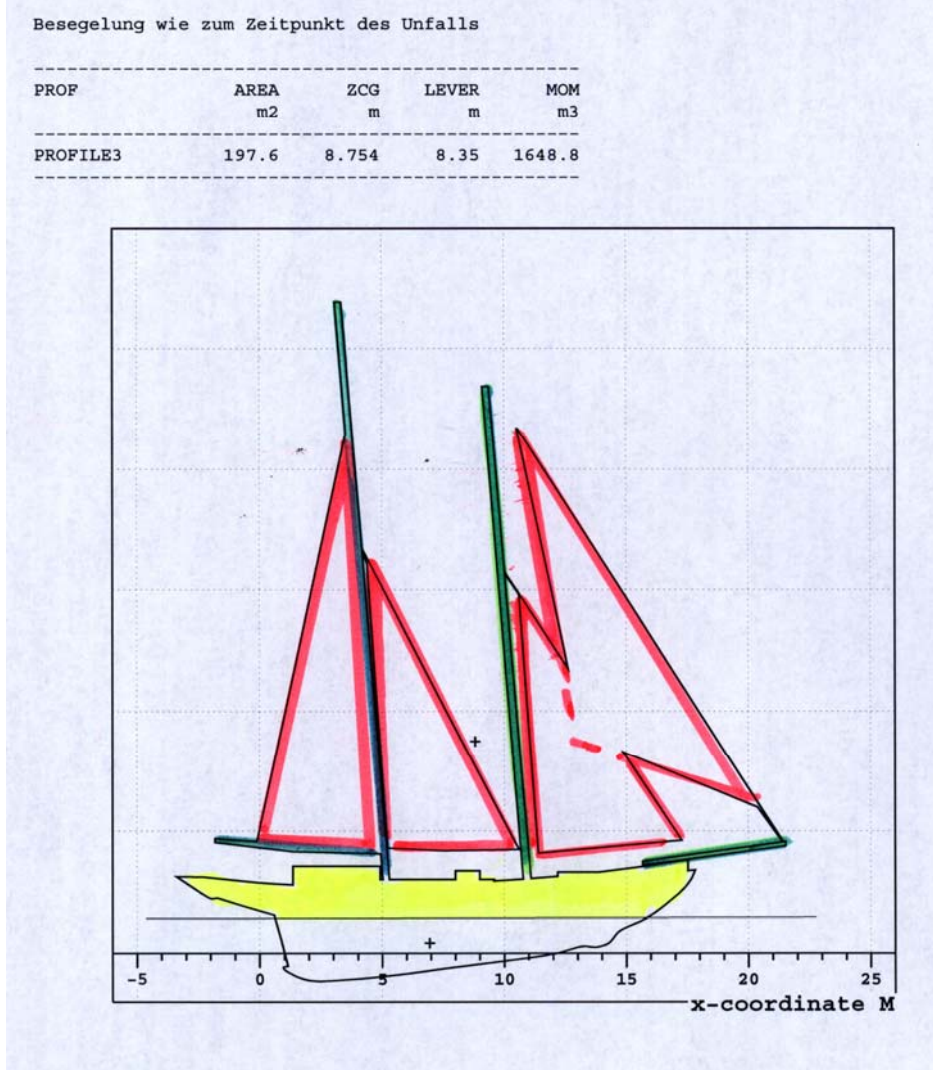


Abbildung 10: Lateralfäche zum Unfallzeitpunkt

Das krängende Moment M_k ergibt sich aus der folgenden Formel :

$$M_k = C_f * (A_w * H_w * P_w * (0.25 + 0.75 * \cos(\phi)^3))$$

Dabei sind:

C_f : Koeffizient zur Berücksichtigung des Wirkungsgrades der Segelfläche [-]

A_w : Überwasserlateralfäche [m²]

H_w : Hebelarm zw. den Schwerpunkten den Über- und Unterwasserlateralfächen [m]

P_w : Winddruck [t/m²]

ϕ : Krängungswinkel [°]

Diese Berechnung des Windmomentes erfolgte nach den Richtlinien über die Anwendung der Stabilitätsvorschriften der See-BG von 1984. Der C_f -Wert wird danach mit 1,0 angenommen. Das tatsächliche krängende Moment des Segels kann jedoch höher sein, und dies wird durch $C_f > 1$ berücksichtigt. Der Koeffizient C_f ist u.a. abhängig von der Segelform, Segelhöhe, scheinbare Windrichtung usw. und muss normalerweise experimentell ermittelt werden.

Im vorliegenden Seeunfall sind Windstärke (Winddruck), Segelfläche und der daraus resultierende Krängungswinkel aus der Windmessung von Travemünde, den Gutachten des DWD und des IPI der Universität Hannover bekannt. Unter der Berücksichtigung der zu diesem Zeitpunkt gefahrenen Segelfläche ergibt sich damit ein Cf-Wert von 1,9, der zu einer Krängung von 25,5° führt. Nach Aussage mehrerer Sachverständiger ist für diesen Schiffstyp der Cf-Wert 1,9 ein durchaus realistischer Wert. Zum Vergleich sind in dem nachfolgenden Diagramm die krängenden Hebelarme durch Wind für Cf = 1,0 und für Cf = 1,9 dargestellt.

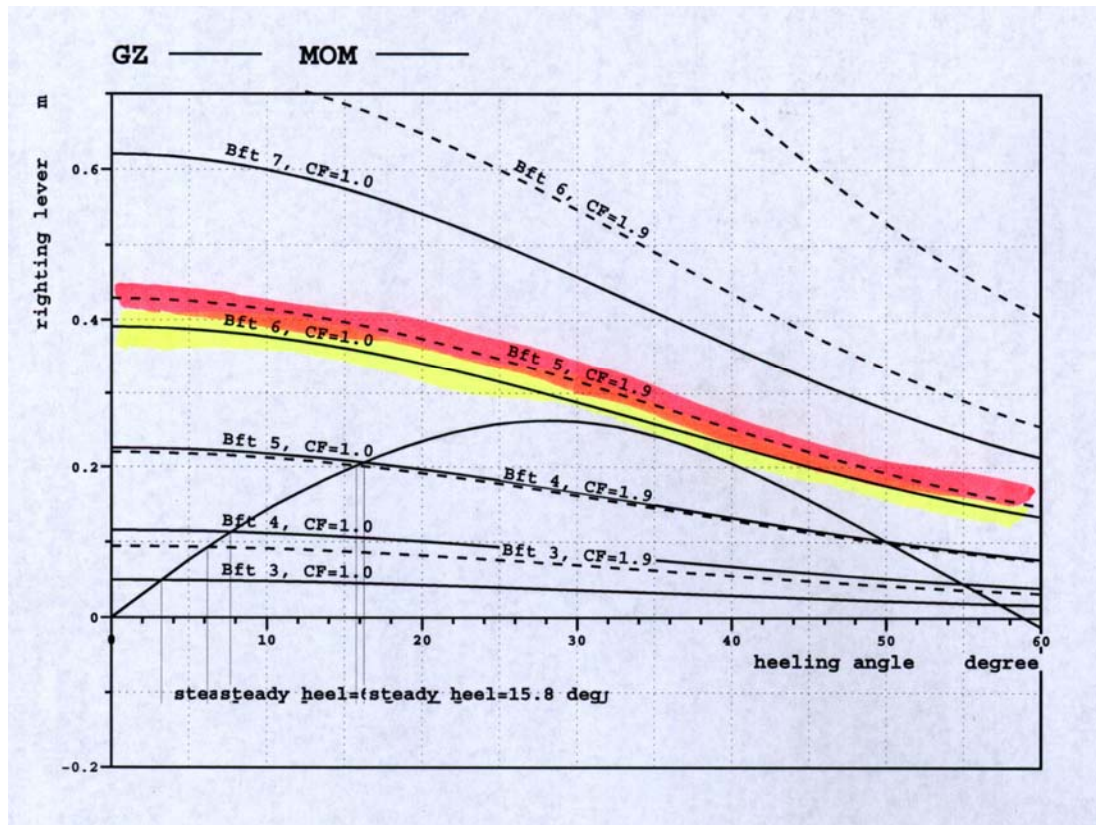


Abbildung 11: Hebelarmkurve SDC

Bei einem Cf-Wert = 1,0 ist ab 6 Bft und bei einem Cf-Wert = 1,9 ist schon ab 5 Bft kein Schnittpunkt mit der Kurve des aufrichtenden Hebelarms vorhanden. Es ist kein stabiles Gleichgewicht mehr gegeben. Die Kurven des krängenden Hebelarms aus der Windkraft liegen deutlich über der Kurve des aufrichtenden Hebelarms.

Die sich ergebende Kurve des aufrichtenden Hebelarms stimmt mit der von 2003 und der berechneten Kurve nach dem jetzigen Gutachten der Werft gut überein. Der Stabilitätsumfang bis zum „dynamischen Kenterpunkt“ oder auch Nulldurchgang beträgt 59,0° (Werftwert: 59,5°). Der „statische Kenterpunkt“ oder auch Scheitelpunkt liegt bei 28° (Werftwert: 29°) mit einem maximalen aufrichtenden Hebelarm von 0,26 m (Werftwert: 0,28 m)

5.8 Vorschriften

Mit der vorhandenen Rumpflänge von 20,60 m würde die SY DE HOOP unter die CE-Richtlinie 94/25/EWG und die Zehnte Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz (10. GSGV-Verordnung über das Inverkehrbringen von Sportbooten) fallen, aber nach § 1 (4) der 10. GSGV gilt diese Verordnung ausdrücklich nicht für:

- ... 5. *Originalfahrzeuge und vorwiegend mit Originalmaterialien angefertigte und vom Hersteller entsprechend gekennzeichnete einzelne Nachbauten von vor 1950 entworfenen historischen Wasserfahrzeugen....*
- ... 6.....
- . 7. *den Eigengebrauch gebaute Boote,.....*

Der Neubau, Umbau und die damit auch verbundene Stabilität solcher Fahrzeuge liegt somit im Eigenverantwortlichkeitsbereich des Eigners oder Betreibers. Weitere besondere Vorschriften sind nicht beschrieben.

Es gibt grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten, die Stabilität eines Schiffes zu beurteilen. Eine Möglichkeit für Yachten unter deutscher Flagge ist, sich an den Stabilitätskriterien des Germanischen Lloyds (GL, Teil 3, Wassersportfahrzeuge, Abschnitt 3) zu orientieren.

Die nachfolgenden guten GL-Anhaltswerte zur Beurteilung der Stabilität sind für Segelfahrzeuge, einschließlich Motorsegelfahrzeuge, mit einer Berechnungslänge ≥ 10 m, gedeckte Fahrzeuge und ohne Ballastkiel, anzuwenden :

- G'M muss größer sein als 0.6m (GM-0.6)
- Stabilitätsumfang mindestens 60° (RANGE-60)
- Maximaler aufrichtender Hebel größer als 0,30m (GZ-0.3)
- Statischer Krängungswinkel unter dem Windmoment soll kleiner sein als 20°, jedoch nicht mehr als Seite Deck zu Wasser (HEEL-BFTX)
- Fläche B+C soll größer sein als $1.4 \cdot (\text{Fläche A+B})$ (AREA-BFTX)

6 Analyse

Der schwere Seeunfall, Kenterung und Untergang der Segelyacht DE HOOP, ist auf fehlerhafte Segelführung sowie auf konstruktiv bedingte fehlende Stabilitätsreserve des Schiffes zurückzuführen.

6.1 Beurteilung der Stabilität

Es gibt verschiedene Möglichkeiten und Methoden die Stabilität eines Schiffes zu beurteilen. Die von der BSU gewählten Stabilitätskriterien des Germanischen Lloyd (GL) sind nur eine davon, die aber auf einem großen Erfahrungstand beruhen. Die Stabilitätskriterien unterscheiden sich in

- von der Segelfläche unabhängige, d.h. nur durch die Konstruktion (Schiffsform, Gewichtsschwerpunkt etc.) beeinflussbare und
- von der Segelfläche abhängige, d.h. von der Schiffsführung beeinflussbare Kriterien.

Zwei von drei, der von der Segelfläche unabhängigen Stabilitätskriterien des GL, werden nicht eingehalten. Der Stabilitätsumfang (RANGE-60) und der maximal aufrichtende Hebelarm (GZ-0.3) entsprechen nicht den GL Vorgaben. Wenn die erreichten Stabilitätskriterien auch nur knapp unter den geforderten Werten liegen, so sollte man bedenken, dass das Schiff mit leeren Tanks eventuell noch weniger Stabilität aufweist. Eine weitere Berechnung durch die Firma SDC für die Segelyacht ohne gesetzte Segel ergab, dass das Schiff bei 11 bis 12 Bft kentert. Damit entspricht das Schiff auch nicht dem weiteren Stabilitätskriterium des GL: *„Bei gestrichenen Segeln muss ein seitlicher Winddruck entsprechend Bft 12 ertragen werden können“*. Die Schiffsform mit der Verteilung der Gewichte und damit auch die Stabilität des Schiffes erfüllt diese wichtigen GL Kriterien nicht, und ist daher unsicherer, als vom GL zugelassene Schiffe. Dieser Umstand ist kein Resultat des Umbaus zum Wishbone-Rigg. Die Berechnungen ergaben, dass das Schiff auch mit seinem ursprünglichen Gaffel-Rigg nicht bei jeder Windstärke die segelunabhängigen Kriterien erfüllte.

Das von der Segelfläche abhängige Kriterium ergibt, dass die Schiffsführung ab einem Neigungswinkel von 15° die Segelfläche noch mehr hätte verkleinern müssen. Aus der Hebelarmkurve der Firma SDC ist deutlich zu ersehen, dass die Situation kurz vor dem Unfall an der Grenze der Stabilität war. Die vor dem Unfall durch die Photogrammetrie gemessene Krängung von 25,5° liegt deutlich über dem in der Segelanweisung empfohlenen Grenzwert von 15°. Es ist aus der Hebelarmkurve ersichtlich, dass eine Erhöhung der Windstärke um 1 bis 2 Bft in einer Böe zwangsläufig zu einer Kenterung führen musste.

Zum Unfallzeitpunkt herrschten Winde zwischen 4 bis 5 Bft und in Böen bis maximal 6 Bft. Das sind normale Windstärken, die ein Seeschiff im ungerefften Zustand ertragen können müsste. Die meisten anderen Fahrzeuge, die an dieser „Oldtimer-Regatta“ teilnahmen, fuhren mit Vollzeug.

Der Seeunfall macht deutlich, dass bei einem Umbau eines Segelschiffes immer der Einfluss auf die Stabilität untersucht werden sollte. Die Erhöhung der Masten und die Vergrößerung der Segelfläche hat immer einen negativen Einfluss auf die Stabilität. Stabilitätsverbessernde Maßnahmen sind z.B., die Veränderung der Schiffsform durch Verbreiterung in der Schwimmwasserlinie, oder die Veränderung des Schiffsschwerpunktes durch Verschiebung von Ballast zum Kielpunkt, oder der Einbau von zusätzlichem Ballast am Kiel.

Der Seeunfall ist bei nahezu Glattwasserbedingungen, ohne den Einfluß von Wellenberg und Wellental geschehen. Bei der Betrachtung der Einflüsse aus der Wellenbewegung und der dynamischen Stabilität sind die Stabilitätswerte noch bedeutend schlechter.

Der Verschlusszustand des Schiffes spielt in dem vorliegenden Stabilitätsunfall eine untergeordnete Rolle. Einen vollständigen Verschluss hätte die Kenterung nicht verhindert, sondern nur das Sinken des Schiffes eventuell verzögern können.

6.2 Beurteilung der Seemannschaft

Die SY DE HOOP war mit ausreichend qualifizierten Besatzungsmitgliedern besetzt. Die Besatzung bestand aus zwei Frauen und vier Männern, wobei die Männer die aktive Mannschaft zur Segelbedienung bildeten. Alle drei Stagesegel sowie das Großsegel konnten hydraulisch vom Steuerstand aus gerefft und ausgerollt werden. Nach Auskunft des Steuermannes, der fünf Jahre Erfahrung mit dem Schiff hatte, konnte mit dieser Einrichtung vom Steuerstand aus die Reffausrüstung theoretisch von einer Person bedient werden. Die Schoten der Vorsegel und des Schonerstagesegels wurden auf jeweils drei selbstholende Winschen auf der Bb. bzw. Stb.-Schanz gefahren. Das Großsegel wurde auf einer selbstholenden Winsch auf dem Kajütdach, Stb.-Seite neben dem Niedergang, gefahren.

Die Segelanweisung der Werft mit der Vorgabe, eine Neigung von 15° nicht zu überschreiten, befand sich an Bord und war auch der Besatzung bekannt. Die vorschriebene Neigung von 15° erschien der Besatzung als zu niedrig angesetzt zu sein, und es wurde daher mit einer Krängung um 15° gesegelt. Bei Einfall von Böen wurde sogar bis zu 20° Neigung in Kauf genommen.

Die Segelfläche hätte, bei Beachtung dieser Segelanweisung, mit einem Grenzkrängungswinkel von 15° schon frühzeitiger noch mehr gerefft werden müssen. Die Übertakelung des Schiffes war der Besatzung bewusst („das Schiff war rank“). Nach dem an Bord gefundenen Diagramm über die Segelführung hätte nur die Segelbedingung C5 (101 m²) mit gerefften Großsegel (37 m²), Schonerstagesegel (33 m²) und Klüversegel (31 m²) gefahren werden dürfen. Über eine Windgeschwindigkeit von 10,4 m/sek hätte nur mit einer Segelfläche von 68 m² (C6)

gefahren werden dürfen (Klüver 31 m² und Großsegel 37 m²), um die Neigung von 15° einhalten zu können.

Tatsächlich wurde aber bei mit einer Segelfläche von ca. 150 m² gefahren.

Durch aufmerksames Steuern des Rudergängers, mit rechtzeitigem Anluven bei Einfall einer Böe hätte der Winddruck aus den Segeln genommen werden können. Das Schiff luvte jedoch nicht rechtzeitig und ausreichend an, und als die Neigung vor der Kenterung noch mehr zunahm, wurde das Großsegel gefiert.

Die Besatzung fierte nur das Großsegel, da die selbstholenden Winschen der anderen drei Segel auf der Bb.-Schanz mittlerweile unter Wasser waren und nicht mehr gefahrlos erreicht und gefiert werden konnten. Dadurch, dass mit dem Großsegel das hinterste Segel des Schoners gefiert wurde, fehlte das Druckmoment, um das Schiff in dieser Situation anluven zu lassen. Das Schiff legte sich immer mehr auf die Seite, blieb dann mit 90° Schlagseite liegen und lief innerhalb kürzester Zeit voll Wasser.

Alle Besatzungsmitglieder, die ausnahmslos keine Rettungswesten trugen, wurden von kleineren Fahrzeugen gerettet.

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.

8 Quellenangaben

- Ermittlungen der Wasserschutzpolizei (WSP)
- Zeugenaussagen
- Seekarten und Schiffsdaten des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
- Stabilitätsberechnungen der Firma Ship Design & Consult GmbH (SDC)
- Gutachten des Instituts für Photogrammetrie und GeoInformation (IPI) der Universität Hannover, Dr.-Ing M. Wiggenhagen
- Fotos von Herrn Nils Bergmann, www.yachting-photos.com
- Klassifikations- und Bauvorschriften für Wassersportfahrzeuge des Germanischen Lloyd (GL)
- Amtliches Gutachten des Deutschen Wetterdienstes (DWD)