

**TUHH**

*Technische Universität Hamburg-Harburg  
Institut für Entwerfen von Schiffen und Schiffssicherheit*



# **Gutachten über die Havarie des Fischereifahrzeuges ORTEGAL UNO im Fangge- biet Gran Sol am 12.01.2010**

**Auftraggeber:  
Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung,  
Hamburg**

Prof. Dr.- Ing. S. Krüger, Leiter des Institutes für Entwerfen von Schiffen  
und Schiffssicherheit



# 1 Zusammenfassung

Das Fischereifahrzeug ORTEGAL UNO ist am Morgen des 12. Januar 2010 im Fanggebiet Gran Sol gegen 09.45 von schwerer See getroffen worden. Dabei wurde das Fahrzeug mehrfach überflutet und nahm dann eine Schlagseite von ca. 45 Grad ein. Die Besatzung hat daraufhin das Fahrzeug verlassen und wurde von dem in der Nähe operierenden Fischkutter ORTEGAL TRES aufgenommen. Nachdem die ORTEGAL UNO einige Zeit in dem sich dann allmählich bessernden Wetter trieb, ist sie dann am 13. Januar gegen 22.15 vermutlich gesunken. Menschen sind bei dem Unfall nicht zu Schaden gekommen. Durch die Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung wurde das Institut für Entwerfen von Schiffen und Schiffssicherheit der TU Hamburg-Harburg mit der Klärung der Umstände, welche zu der angegebenen Havarie der ORTEGAL UNO geführt haben, beauftragt. Dabei sollten folgende Fragestellungen geklärt werden:

- Führt eventuell eine zu geringe Stabilität der ORTEGAL UNO zu dem angegebenen Unfallverlauf?
- Das Schiff wurde 1991 sowie 1996 erheblich umgebaut, und zwar von der Langleinen- zur Stellnetzfisherei. Steht der Unfall in Zusammenhang mit den am Schiff mehrfach erfolgten Umbauten?
- Wie ist der Wassereintritt in das Schiff zu erklären, und wie erklärt sich, dass das Schiff nach Erreichen der Schlagseite noch sehr lange in dieser Lage geschwommen ist?
- Hätte die Besatzung Möglichkeiten gehabt, das Schiff noch zu retten bzw. den Untergang zu verhindern?
- Welche Empfehlungen sind ggf. aus dem Unfall abzuleiten?

Dazu stellt der Gutachter Folgendes fest:

Aufgrund der vorgelegten Dokumentation und der Berechnungen des Gutachters kann der Unfall zweifelsfrei physikalisch erklärt werden. Die Unfallursache liegt in einer Verkettung von Umständen, die insgesamt eine nicht ausreichend entwickelte Sicherheitskultur bei Umbau, Überwachung und Betrieb des Fahrzeuges aufzeigen.

Aus unten erläuterten und eindeutig belegbaren Gründen war die Intaktabilität des Schiffes gegenüber dem im Stabilitätshandbuch des Schiffes dokumentierten Fall erheblich vermindert, und zwar soweit, dass die gültigen und im Stabilitätsbuch abgeprüften Stabilitätsregeln nicht mehr eingehalten waren. Dadurch kam das Schiff mit einer zu geringen Intaktabilität beim Eintreffen in den Fanggründen in schlechtes Wetter.

Wegen der unzureichenden Stabilität des Schiffes im schweren Wetter rollte das Schiff schon im intakten Zustand ständig bei Fahrt gegen die See mit Rollwinkeln bis etwa 30 Grad.

Beim Ausbringen des Fischfanggerätes im schweren Wetter hat die Besatzung definitiv die auf Steuerbord gelegene Öffnung in den oberen Fischverarbeitungsraum offen gehabt. Dadurch konnte durch die Rollbewegung Wasser in den oberen Fischverarbeitungsraum eindringen.

Weil der obere Fischverarbeitungsraum definitiv keine Wasserablaufpforten hatte, konnte das eingedrungene Wasser den Raum nicht verlassen, erst recht nicht, nachdem sich eine Backbord- Schlagseite eingestellt hatte.

Die Berechnungen des Gutachters haben eindeutig ergeben, dass damit alleine das Schiff nicht gekentert wäre. Die Besatzung muss die wetterdichte Tür zwischen oberem Fischverarbeitungsraum und dem Aufbau offen gehabt haben, so dass Wasser in den Aufbau eingedrungen ist, als das Schiff im Seegang nach Steuerbord zurückgerollt ist. Dabei ist vorher in den Fischverarbeitungsraum eingedrungenes Wasser in den Aufbau gelaufen, und durch die seitliche Öffnung dann erneut Wasser in den Fischverarbeitungsraum.

In dieser Phase hätte das Schiff durchaus auch auf Steuerbord- Seite liegen bleiben können und wäre dann sofort vollgelaufen und versunken, wie die Berechnungen eindeutig ergeben haben. Dann hätte die Besatzung nach Auffassung des Gutachters keine Möglichkeit mehr gehabt, das Schiff verlassen zu können.

Danach blieb das Schiff auf Backbord- Seite liegen und nahm nur noch ganz geringe Mengen an Wasser im Seegang auf. Weil Bullaugen und Verschlüsse im Groben dicht waren und nur einen geringen Wassereinbruch zugelassen haben, ist das Schiff dann noch sehr lange Zeit in der geneigten Lage geschwommen, bis es dann gekentert und versunken ist.

Der Gutachter hat ferner festgestellt, dass die Unfallursache unmittelbar auf die verschiedenen baulichen Veränderungen am Schiff zurückgeht, sowie vor allem auf deren mangelhafte Dokumentation in den Unterlagen. Beim letzten Umbau des Schiffes hatte das Schiff eine Eismaschine erhalten, um bedarfsgerecht Eis herstellen zu können. Dabei wurde ein neues Stabilitätsbuch ausgefertigt und geprüft. Obwohl das Schiff bei Ausreise definitiv kein Eis im unteren Fischraum gefahren hat – es hatte ja eine Eismaschine erhalten – sind im entsprechenden Stabilitätsfall 25 t Eis im Laderaum angesetzt worden. Ferner wurde das Fischfanggerät in der Unfallsituation auf dem Backdeck gefahren, im Ladefall des Stabilitätsbuches wird dies aber auf dem tiefer gelegenen Hauptdeck angesetzt. Der Ladefall im Stabilitätsbuch weist 100% Bunkerfüllung aus, obwohl das Schiff bei



Eintreffen in den Fanggründen etwa ein Drittel seiner Bunker verbraucht hat. Dadurch war der Schwerpunkt des Schiffes deutlich höher als aufgrund der Stabilitätsunterlagen vermerkt, was dazu führte, dass die Stabilität definitiv nicht mehr den geltenden Regeln entsprochen hat.

Besonders fatal hat sich nach Auffassung des Gutachters der Umstand ausgewirkt, dass der obere Fischverarbeitungsraum keinerlei Wasserpforten hatte. So konnte Wasser, das in den Raum eingedrungen ist, diesen nicht mehr verlassen. Dadurch ist letztlich der Unfall ausgelöst worden. Auf den genehmigten Plänen des Schiffes sind Wasserablaufpforten vorhanden gewesen, diese wurden aber nicht eingebaut. Dadurch ergibt sich nach Auffassung des Gutachters ein Verstoß gegen die geltenden Sicherheitsregeln nach EU- Richtlinie 97/70/EG. Denn wenn der obere Fischverarbeitungsraum als geschlossen angesehen worden wäre, hätte die Flutung des Raumes bei Erteilung der Stabilität berücksichtigt werden müssen. Wäre er als offen angesehen worden, hätte er Wasserablaufpforten erhalten müssen. So kann der Gutachter nicht nachvollziehen, weshalb dem Schiff bei Neuausstellung des Fahrerlaubnisscheines attestiert worden ist, dass es sich im Einklang mit der EU- Richtlinie 97/70/EG befand.

Auch die Besatzung hat sich nach Auffassung des Gutachters nicht an die Regeln guter Seemannschaft gehalten. Denn die Tür vom Fischverarbeitungsraum zum Aufbau muss offen gewesen sein, weil sonst der Unfallablauf grundsätzlich nicht zu erklären ist. Das Schiff hätte nach alleiniger Flutung des oberen Fischverarbeitungsraumes wieder flottgemacht werden können, wenn das Lenzsystem funktioniert hat und entsprechend der Richtlinie 97/70/EG auch vorhanden gewesen ist.

Aufgrund der durch die BSU vorgelegten Fragestellungen kommt der Gutachter zu folgenden Empfehlungen für Fischereifahrzeuge aus dem vorliegenden Unfall:

- Bauliche Veränderungen am Schiff müssen ausreichend dokumentiert werden, und ihr Einfluss auf die Stabilität ist zu prüfen. Insbesondere sollte sichergestellt werden, dass der bauliche Zustand des Schiffes auch zu den genehmigten Stabilitätsfällen passt.
- Bei Fischereifahrzeugen sollte ein Ladefall „Eintreffen in den Fanggründen mit 70% Bunker und Stores“ nachgewiesen werden.
- Es sollte entsprechend der Richtlinie 97/70/EG nachgewiesen werden, dass Wasser aus nur teilweise geschlossenen Räumen durch geeignete Wasserablaufpforten ablaufen kann oder dass das Schiff eine Flutung des Raumes überstehen kann. Ggf. ist die Richtlinie diesbezüglich zu präzisieren.
- Ein wetterdichter Verschlusszustand muss im Seebetrieb gewährleistet sein, d. h. entsprechende Türen o. ä. sind verschlossen zu fahren.

# 1 Tatbestand

Der unten angegebene Tatbestand ergibt sich aus den durch die BSU vorgelegten Unterlagen wie folgt:

Das Schiff war an den Fanggründen angekommen und begann in schwerer See mit dem Ausbringen der Netze. Der Tiefgang des Schiffes beim Auslaufen wird mit etwa 3.8 m hinten und 2.4 m vorne angegeben. Über den Stabilitätszustand des Schiffes oder über dessen Beladung liegen keine Angaben vor.

Das Wetter war schwer mit Windstärken um 6-7 BFT, in Böen BFT 8 aus Richtung SO (lt. Wettergutachten) oder SSO (lt. Schiffsführung). Der Seegang war rau mit Wellenhöhen um 5-6 m, wobei sich Dünung und Windsee zu Kreuzseen überlagert haben können. Die Periode des Seegangs wird mit etwa 9-9.5 s für Windsee und Dünung angegeben. Das Schiff steuerte nach Angaben der Schiffsführung einen Kurs von SSO gegen die See mit der geringst möglichen Geschwindigkeit, um das Schiff gegen die See halten zu können.

Zum Unfallzeitpunkt gibt die Schiffsführung der ORTEGAL UNO an, dass das Schiff beim Ausbringen der Netze von überkommender See überflutet worden ist, was zu einer schlagartigen Krängung von 40-50 Grad geführt haben soll. Es ist dann nach Angabe der Schiffsführung zu einer weiteren Reihe von Seeschlägen gekommen, wodurch die Schlagseite des Schiffes auf 60-65 Grad zugenommen hat. Die Besatzung hat dann das Schiff verlassen und wurde vom in der Nähe operierenden Fischkutter ORTEGAL TRES aufgenommen. Die Schiffsführung gibt an, vor Verlassen des Schiffes lecksichernde Maßnahmen durchgeführt zu haben, wie das Blockieren des Maschinenraumes. Gegen 10.30 wurde die ORTEGAL UNO dann aufgegeben. Das Schiff trieb dann noch den ganzen 12. und 13. Januar in der See, bis es dann am 13. Januar gegen 22.15 vermutlich versunken ist. Laut Angabe der Schiffsführung war es weder am 12. noch am 13. Januar möglich, an Bord der ORTEGAL UNO gelangen zu können. Am 13. Januar erschien dann nach Absetzen des Notrufes ein Helikopter der Irischen Coast Guard, der einige Aufnahmen der ORTEGAL UNO in der inzwischen abgeflauten Wetterlage machen konnte. Zwei dieser Aufnahmen sind in den Abb. 1 und 2 wiedergegeben.



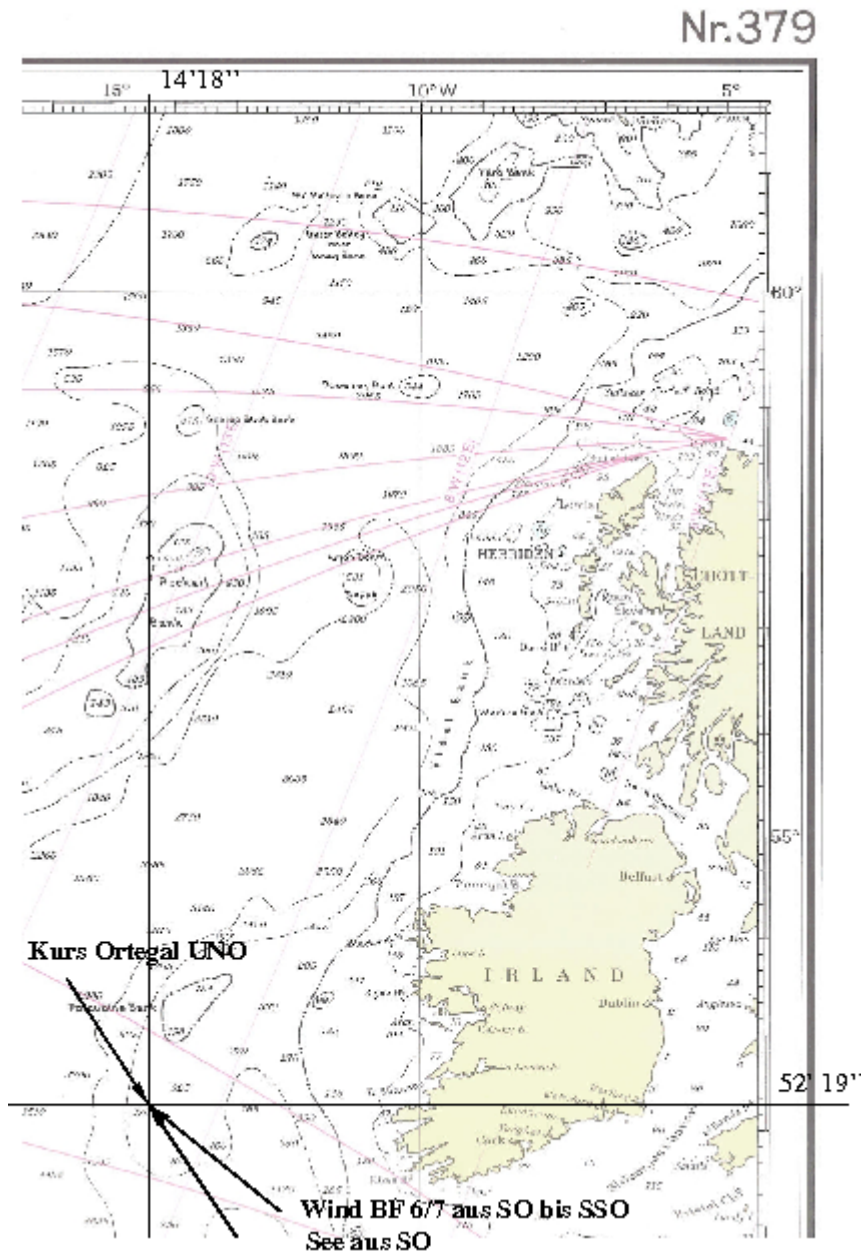
**Abbildung 1: Schwimmlage der ORENGAL UNO am Vormittag des 13. Januar 2010, Quelle: BSU/IRISH COAST GUARD**



**Abbildung 2: Schwimmlage der ORENGAL UNO und Zustand auf dem Deck am Vormittag des 13. Januar 2010, Quelle: BSU/IRISH COAST GUARD**



Die folgende Karte in Abb. 3 fasst ungefähr das Unfallgeschehen zusammen.



**Abbildung 3: Unfallort, Wetterlage und Kurs der ORTEGAL UNO am 12. Januar 2010 nach Angaben der Schiffsführung und des Deutschen Wetterdienstes. Quelle: BSU**



## 2 Durch die vorliegende Untersuchung zu klärende Fragestellungen

Durch die Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung, Hamburg, wurden dem Institut für Entwerfen von Schiffen und Schiffssicherheit der TU Hamburg-Harburg folgende Fragestellungen vorgelegt, welche durch entsprechende Berechnungen zu klären sind. Weil die Angaben der Besatzung sich nur sehr vage auf die eigentliche Unfallursache bezogen, und weil weitere Informationen zum Zustand des Schiffes nicht zu erhalten waren, sollte versucht werden, durch theoretische Berechnungen den Unfallablauf zu erklären. Im Einzelnen sollten folgende Fragestellungen durch das Gutachten geklärt werden:

- Führte eventuell eine zu geringe Stabilität der ORTEGAL UNO zu dem angegebenen Unfallverlauf?
- Das Schiff wurde 1991 sowie 1996 erheblich umgebaut, und zwar von der Langleinen- zur Stellnetzfisherei. Steht der Unfall in Zusammenhang mit am Schiff mehrfach erfolgten Umbauten?
- Wie ist der Wassereintritt in das Schiff zu erklären, und wie erklärt sich, dass das Schiff nach Erreichen der Schlagseite noch sehr lange in dieser Lage geschwommen ist?
- Hätte die Besatzung Möglichkeiten gehabt, das Schiff noch zu retten bzw. den Untergang zu verhindern?

Zur Klärung dieser Fragen wurden durch die BSU folgende Unterlagen vorgelegt:

- Generalplan, Linierriss, Stabilitätsbuch, Stahlplan des Schiffes sowie weitere genehmigte Bauzeichnungen
- Wettergutachten des Deutschen Wetterdienstes zu den Umweltbedingungen zum Zeitpunkt des Unfalles
- Zeugenaussagen der Schiffsführung zum Unfallhergang
- Handakte der SeeBG
- Fotogrammetrische Auswertung der Schwimmelage der ORTEGAL UNO, in Auftrag gegeben durch die BSU



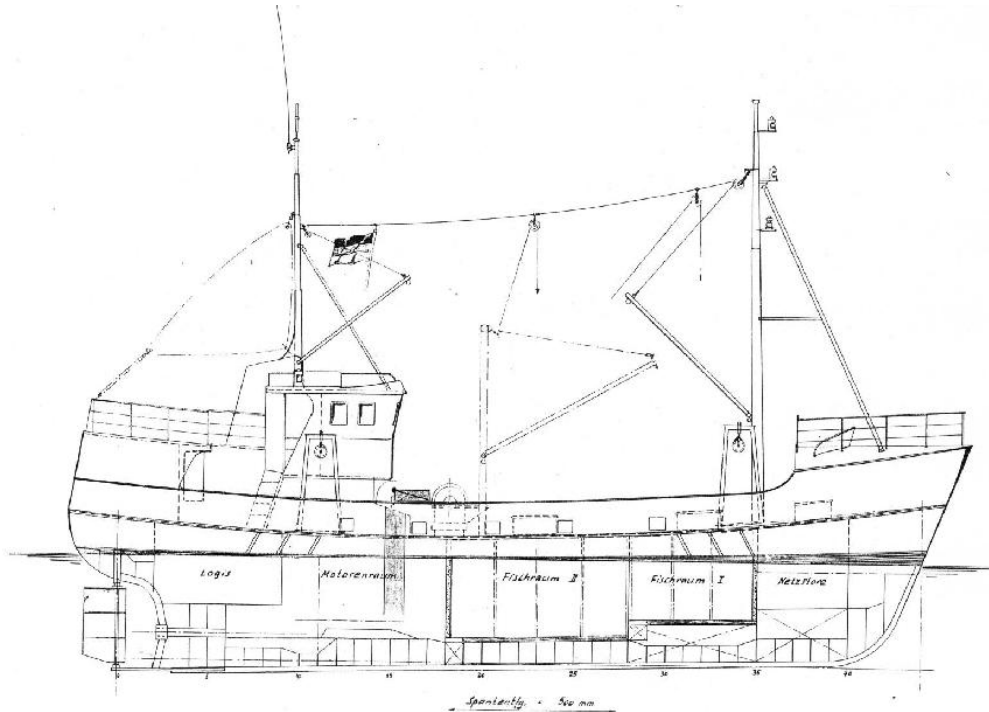


## 3 Schiff, Rumpfform und Beladungszustand

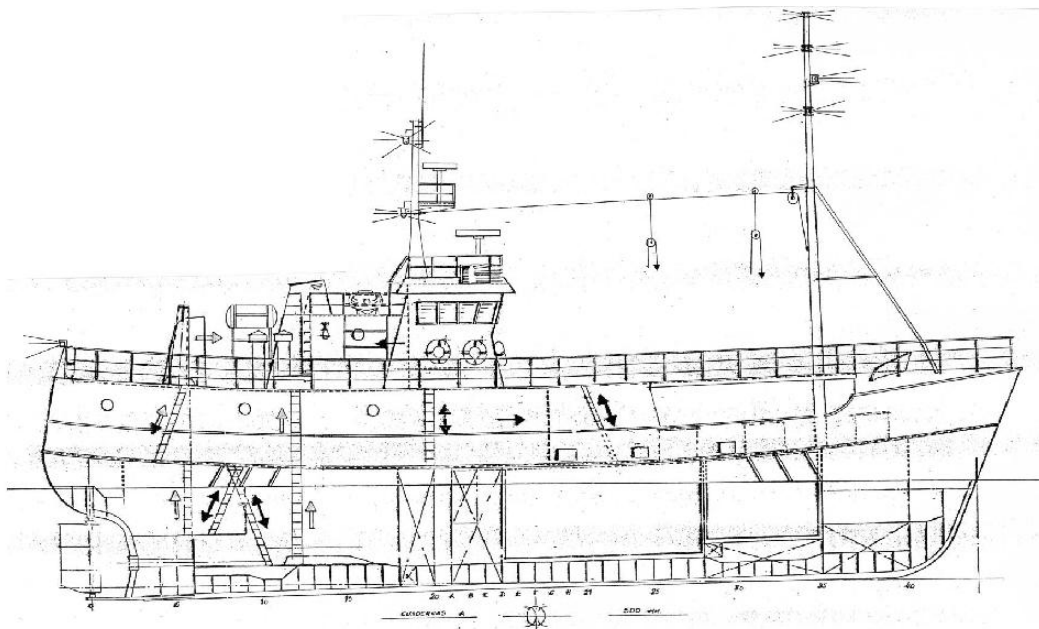
Das Fischereifahrzeug ORTEGAL UNO wurde im Jahre 1970 als Fischkutter INGRID von der Schiffswerft Julius Diedrich in Oldersum als Bau.-Nr. 110 abgeliefert. Die ORTEGAL UNO ist beim Germanischen Lloyd, Hamburg klassifiziert und führt das Klassezeichen 100 A4 „Nordsee“ Fischereifahrzeug. Das Rufzeichen des Schiffes lautet DFPH. Es wird von einem schnelllaufenden Dieselmotor KH Deutz SBF12 angetrieben, die Leistung wird mit 450 kW angegeben. Damit kann das Schiff etwa eine Geschwindigkeit von 12 kn laufen. In den Jahren 1991 bis 1996 ist das Schiff mehrfach umgebaut worden. Dabei wurde es 1991 vom Langleiner zur Stellnetzfisherei umgebaut. Es wurde dazu um 4.22 m verlängert, und zwar wurden zwischen Spant 20 und 21 wurde die Spanten A-H eingefügt. Das vorher offene Hauptdeck wurde zwischen Aufbau- Frontschott und Backendschott gedeckt, dabei entstand auf Steuerbord- Seite eine Öffnung in diesen Raum, durch den die Netze ausgebracht wurden. Aufbau und Haus wurden vollkommen umgestaltet, dabei wurde 1991 ein Krängungsversuch durchgeführt. Im Jahre 1996 wurde das Schiff erneut umgebaut, dabei wurde eine Kältemaschine eingebaut, um selbst Eis erzeugen zu können. Ferner erfolgten diverse kleinere Veränderungen. 1996 wurde kein Krängungsversuch mehr durchgeführt, sondern Gewicht und Schwerpunkt wurden aufgrund einer Differenzrechnung ermittelt. Nach dem TORREMOLINOS-Protokoll hätte das Schiff aber einen Krängungsversuch haben müssen, und dieser wurde laut SeeBG Handakte durch die SeeBG beim derzeitigen Eigner des Schiffes auch angefordert. Dort findet sich dann in der Handakte in handschriftlicher Eintragung der Hinweis: „Krängungsversuch nicht mehr nötig“ (weil das Schiff inzwischen gesunken war). Die wesentlichen Elemente der geschilderten Umbauten können den Abb. 4 und 5 entnommen werden, dort sind die Generalpläne des Schiffes im Urzustand 1970 sowie zum Unfallzeitpunkt dargestellt.

Die Hauptabmessungen des Schiffes nach dem letzten Umbau lauten wie folgt:

Länge über alles	: 29 m
Länge zwischen den Loten	: 26 m
Breite auf Spanten	: 6.40 m
Seitenhöhe	: 3.30 m

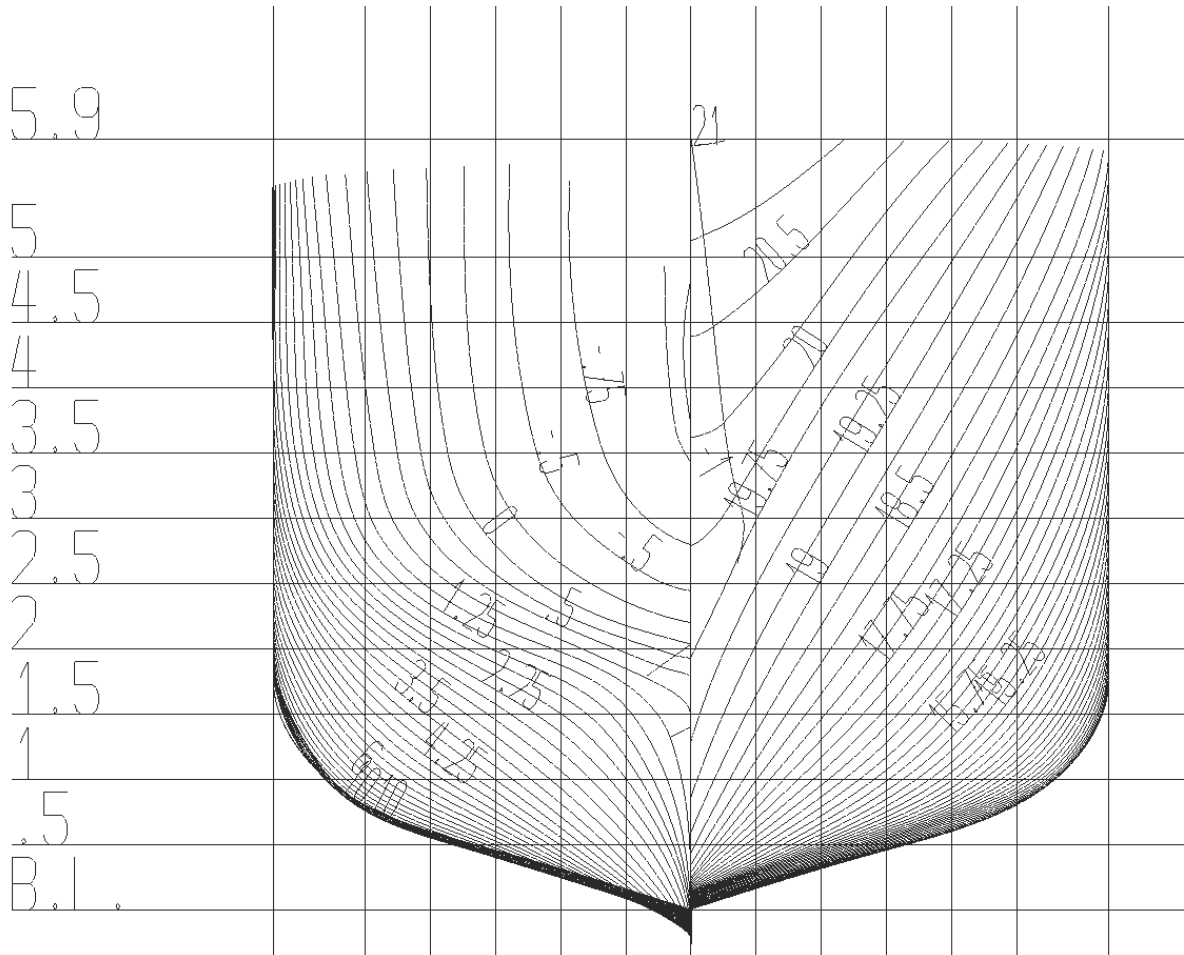


**Abbildung 4: Seitenansicht des Schiffes im Ablieferungszustand 1970 als FK INGRID**



**Abbildung 5: Seitenansicht des Schiffes im Unfallzustand 2010 als Hochseekutter ORTEGAL UNO**

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

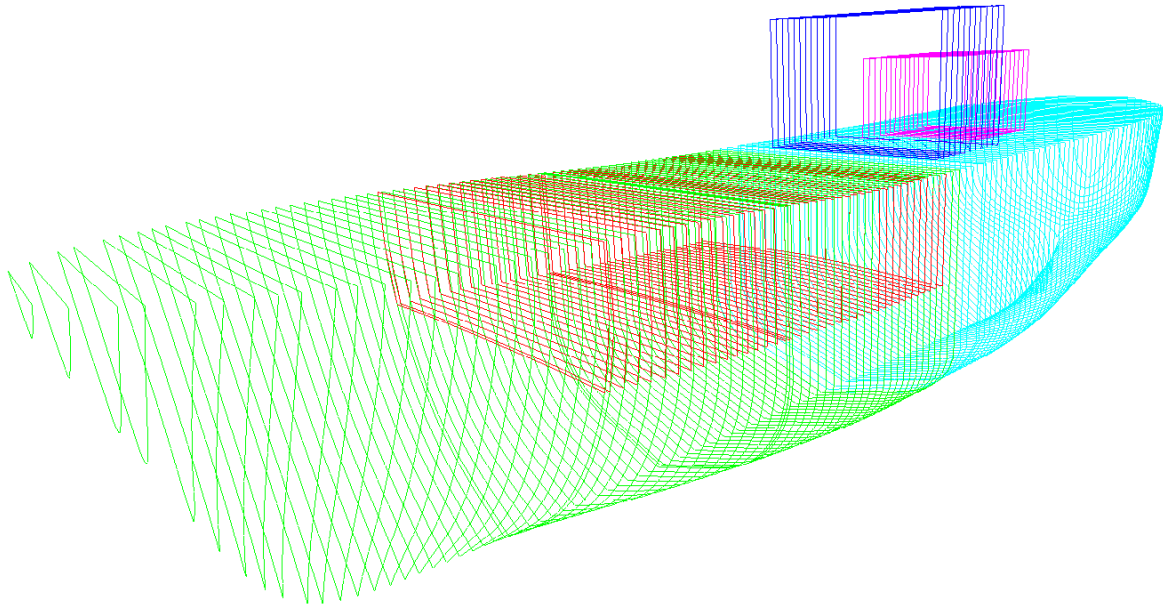


**Abbildung 6 : Spantriss der ORTEGAL UNO nach Umbau**

Dabei sind folgende Besonderheiten zu beachten: Bei der üblichen Berechnung der Schiffsstabilität werden nur die Teile des Schiffes herangezogen, die wasserdicht (für die Berechnung der Gleichgewichtslage) oder wetterdicht (für die Berechnung der Aufrichthebel) sind. Im vorliegenden Fall geht es aber auch darum, die Unfallursache nachvollziehen zu können, und auf den Fotos (s. auch Abb. 1 und 2) ist eindeutig zu erkennen, dass das Schiff definitiv auf Räumen schwimmt, die nicht in die Hebelarme eingerechnet worden sind. Das gilt für die nun überdachte Deckswanne zwischen Spt. G und Spt. 35 sowie für das Deckshaus. Deshalb wurden diese Bauteile mit modelliert, mit der Möglichkeit, diese an- und abschalten zu können. Somit war eine Berechnung nach Angaben des Stabilitätshandbuches möglich, als auch eine echte Berechnung der vorliegenden Gleichge-



wichtslage. Abb. 7 zeigt das hydrostatische Berechnungsmodell mit den relevanten Bauteilen.



**Abbildung 7: Berechnungsmodell für die ORTEGAL UNO mit nicht wetterdichten Teilen Deckswanne und Haus.**

Folgt man den Berechnungen im Stabilitätshandbuch des Schiffes, dann muss die Deckswanne (rot) abgezogen werden, und das Haus wird nicht berücksichtigt. Zur Kontrolle haben wir die Ahminge des Schiffes nach Ahmingplan eingegeben und den Krängungsversuch des Schiffes nach Stabilitätshandbuch nachgerechnet. Dabei kommen wir exakt auf die gleichen Werte wie das den Umbau begleitende Ingenieurbüro, obwohl wir eine genauere Theorie verwenden (Pantokarenen statt GM). Damit fanden wir zunächst bestätigt, dass unser Modell korrekt war und dass die Stabilitätsunterlagen des Schiffes soweit richtig waren. Im Einzelnen ergab sich für den Krängungsversuch von 1991 nach unseren Berechnungen sowie dem Stabilitätsbuch:

	TUHH	Stab. Buch
Verdrängung im Versuchszustand (TH= 2.90m, TV=2.057m)	236.2t	236.4 t
LCB v. HL	11.703m	11.757 m
KM über Basis	3.387m	3.386 m
KG über Basis	2.820m	2.819 m

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

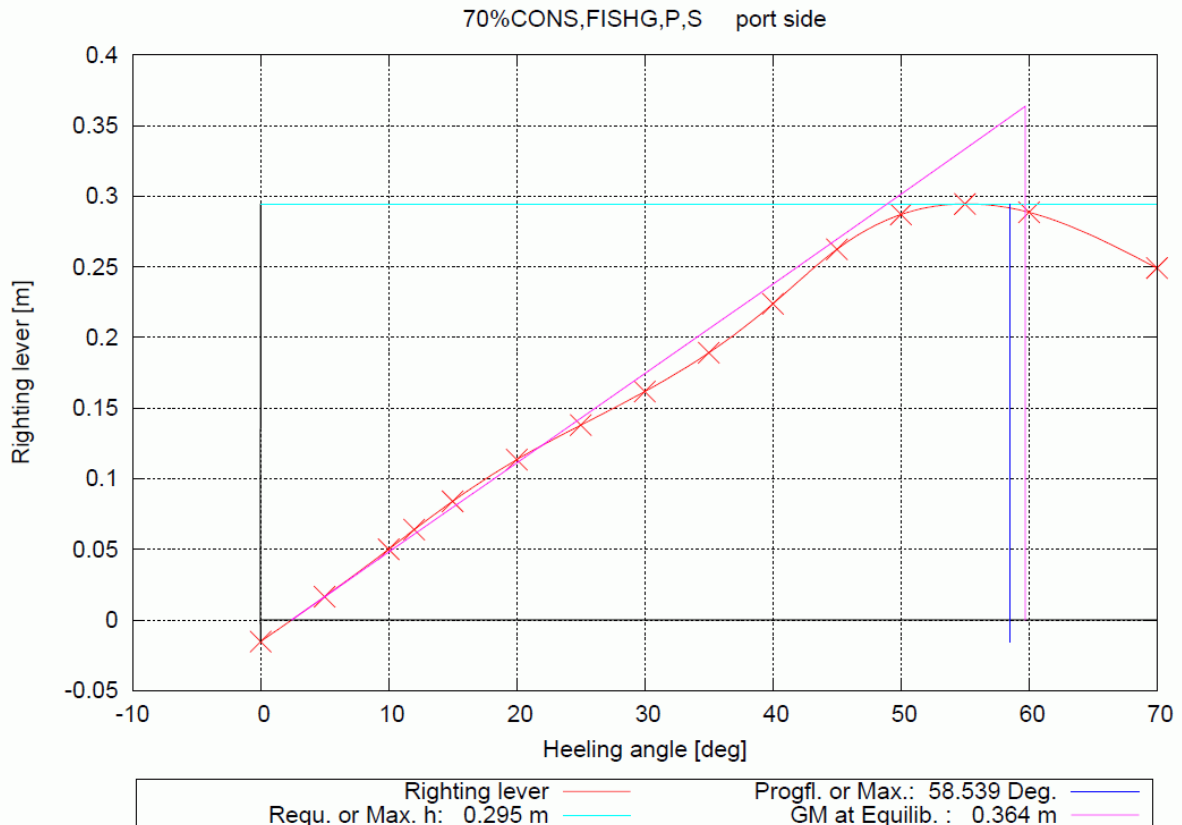


Bezüglich des Ladefalles, mit dem die ORTEGAL UNO dann verunfallt ist, gibt es keine zuverlässigen Angaben. Laut Aussage der Schiffsführung soll das Schiff den Hafen mit einem hinteren Tiefgang von etwa 3.80 hinten sowie etwa 2.40 vorne verlassen haben (in den ursprünglichen Angaben der Schiffsführung waren die Werte anders herum angegeben, aber so hätte das Schiff nicht schwimmen können, so dass wir davon ausgegangen sind, dass die Werte schlicht vertauscht waren). Es wird auch angegeben, dass die Tiefgänge nicht bekannt waren.

Im Stabilitätshandbuch des Schiffes wird der Ladefall C.I: „Departure from Port with 100% Consumes“ angegeben. Dieser soll uns im vorliegenden Fall als Richtwert dienen, um etwa den Stabilitätszustand des Schiffes beim Eintreffen in den Fanggründen ermitteln zu können. Danach hat das Schiff eine Gesamtmasse von 325 t mit Tiefgängen von 3.44 m hinten und 2.70 m vorne, das würde etwa zu den groben Angaben der Schiffsführung passen. Die zugehörige Hebelarmkurve hat einen Maximalhebel von 0.42 m bei einem GM von 0.56 m und erfüllt alle Vorschriften des Intaktstabilitätscodes. Ob der Zustand das Zusatzprotokoll nach Torremolinos erfüllt, hat der Gutachter aus Gründen, die weiter unten offensichtlich werden, nicht geprüft. Bei näherer Betrachtung der Unfallfotos sowie nach Auswertung der Angaben der Besatzung kommt der Gutachter aber zu gewissen Unterschieden in der tatsächlichen Beladung der ORTEGAL UNO und dem Ansatz im genehmigten Stabilitätshandbuch:

- Im Stabilitätsbuch werden für den Ladefall 25 t Eis im unteren Fischraum angesetzt. Das kann nicht sein, denn das Schiff hatte ja eine eigene Eismaschine an Bord und stellte Eis je nach Bedarf selbst her. Auch die Besatzung hat angegeben, dass kein Eis an Bord war. Dies hätte man nach Auffassung des Gutachters beim Prüfen der Stabilitätsunterlagen monieren müssen.
- Das Stabilitätshandbuch weist keinen Ladefall für für das Ankommen in den Fischgründen aus. Dann hat das Schiff etwa 1/3 der Vorräte verbraucht, weil etwa 1/3 für die Anreise, 1/3 für das Fischen und 1/3 für die Rückreise angesetzt werden. Dadurch vermindert sich aber die Stabilität, weil die Vorräte einen tief liegenden Schwerpunkt und möglicherweise freie Oberflächen haben.
- Das Stabilitätshandbuch weist in dem Ladefall aus, dass die Netze (Fishing Gear) auf dem Hauptdeck mit ZCG=4.40 m über Basis gestaut worden sind, der Transversalschwerpunkt wird symmetrisch mit YCG=0 angegeben. Aus Abb. 2 wird aber eindeutig ersichtlich, dass die Netze auf dem nun durchgezogenen Backdeck gefahren wurden, und zwar eher auf der Backbord- Seite. Dadurch wird die Stabilität gegenüber dem Ladefall im Stabilitätshandbuch weiter vermindert.

Insgesamt erhält man danach ein erheblich weiches Schiff als nach den Angaben im Stabilitätshandbuch. Der von uns aufgrund obiger Überlegungen angenommene Stabilitätszustand ist in der Tabelle auf der folgenden Seite zusammengefasst. Die zugehörige Hebelarmkurve ist in Abb. 8 wiedergegeben.



**Abbildung 8: Hebelarmkurve für den angenommenen Unfallzustand der ORTEGAL UNO nach unseren Berechnungen.**

Daraus ergibt sich eindeutig, dass die ORTEGAL UNO zum Unfallzeitpunkt die Stabilitätsanforderungen nach den Empfehlungen des Intaktstabilitäts-codes nicht mehr eingehalten hat. Das Schiff war also danach eindeutig mit zu wenig Stabilität unterwegs, und dies ergibt sich auch dann, wenn die eine oder andere Größe etwas anders geschätzt wird. Denn Eis war definitiv nicht an Bord, die Lage der Netze ist relativ klar aus Abb. 2 ersichtlich (wir haben Fläche und Schwerpunkt anhand der Deckspläne ausplanimetriert), und wir haben ferner angenommen, dass das Schiff wirklich mit vollen Bunkern losgefahren ist. Sonst wäre der Stabilitätsfall eher noch ungünstiger. Dazu passt auch, dass das Schiff nach Backbord gekentert ist, obwohl das Wasser über die Steuerbord-Seite in das Schiff eingedrungen sein muss. Die weiteren Berechnungen werden aber zeigen, dass der Unfall selbst bei dieser verminderten Stabilität nur sehr schwer darzustellen ist. Es kann also mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit festgestellt werden, dass der Stabilitätszustand des Schiffes im Unfallzustand nicht den gängigen Empfehlungen bzw. Regeln entsprochen hat.



Loading Condition: 70%CONS,FISHG GEAR P.S.

Light Ship's Weight:	218.639 t
long. centre of gravity:	11.800 m fr. AP
transv. centre of gravity:	0.000 m fr. CL
vertic. centre of gravity:	2.932 m fr. BL

Deadweight:	59.288 t
long. centre of gravity:	12.751 m fr. AP
transv. centre of gravity:	0.072 m fr. CL
vertic. centre of gravity:	3.132 m fr. BL

Total Weight:	277.927 t
long. centre of gravity:	12.003 m fr. AP
transv. centre of gravity:	0.015 m fr. CL
vertic. centre of gravity:	2.975 m fr. BL

Equilibrium Floating Condition of Case:  
 70%CONS,FISHG,P,S

Shell Plating Factor: 1.017 | Density of Sea Water: 1.025 t/m3

For the determination of the floating condition, the VCG is corrected for all partly filled tanks according to the initial free surface moment as stated in the Loading Condition item tables below.

Equilibrium Floating Condition :

Ships Weight	: 277.927 t
Longit. Centre of Gravity	: 12.003 m.b.AP
Transv. Centre of Gravity	: 0.015 m.f.CL
Vertic. Centre of Gravity (Solid)	: 2.975 m.a.BL
Free Surface Correction of V.C.G.	: 0.010 m
Vertic. Centre of Gravity (Corrected)	: 2.985 m.a.BL
Draft at A.P (moulded)	: 3.054 m
Draft at LBP/2 (moulded)	: 2.756 m
Draft at F.P (moulded)	: 2.458 m
Trim (pos. fwd)	: -0.596 m
Heel (pos. stbd)	: -2.424 Deg.
Volume (incl. Shell Plating)	: 271.163 m3
Longit. Centre of Buoyancy	: 11.974 m.b.AP
Transv. Centre of Buoyancy	: 0.068 m.f.CL
Vertic. Centre of Buoyancy	: 1.730 m.a.BL
Area of Waterline	: 148.863 m2
Longit. Centre of Waterline	: 11.829 m.b.AP
Transv. Centre of Waterline	: 0.137 m.f.CL
Metacentric Height	: 0.364 m
Metacentric Height required GMreq	: 0.537 m
Minimum Freeboard of	: 1.669 m
at Point (weathertight)	: Bulleye PS



Calculation of righting levers:

Trim chosen from Equilibrium condition.  
 Draft given at LbP/2 from A.P.  
 Not weathertight openings considered for Freeboard  
 Calculations only.

For the determination of the floating condition, the VCG is corrected for all partly filled tanks according to the initial free surface moment as stated in the Loading Condition item tables below.

Draft	Trim	Heel	Lever	Freeboard	Point Name
m.a.BL	m	Degree	m	m	
2.758	-0.596	-0.001	0.015	3.064	Eng. Vent PS
2.746	-0.594	-5.000	-0.016	2.862	Eng. Vent PS
2.710	-0.589	-10.000	-0.050	2.642	Eng. Vent PS
2.688	-0.586	-12.000	-0.064	2.549	Eng. Vent PS
2.650	-0.577	-15.000	-0.084	2.405	Eng. Vent PS
2.572	-0.544	-20.000	-0.113	2.151	Eng. Vent PS
2.475	-0.483	-25.000	-0.138	1.885	Eng. Vent PS
2.356	-0.401	-30.000	-0.162	1.611	Eng. Vent PS
2.213	-0.308	-35.000	-0.189	1.334	Eng. Vent PS
2.040	-0.211	-40.000	-0.224	1.059	Eng. Vent PS
1.841	-0.124	-45.000	-0.262	0.785	Eng. Vent PS
1.625	-0.062	-50.000	-0.287	0.501	Eng. Vent PS
1.398	-0.010	-55.000	-0.295	0.210	Eng. Vent PS
1.164	0.034	-60.000	-0.289	-0.087	Eng. Vent PS
0.680	0.106	-70.000	-0.249	-0.690	Eng. Vent PS

Characteristics of Righting Lever Curve :  
 Starboard side

Stability Requirement:	Actual	Limit	Val
ISC ALL GZ is 0.2 m at 30 Deg.	0.188	0.200	
ISC ALL Maximum GZ at 25 Deg.	0.254	0.000	
ISC ALL Area (0,30) = 0.055 m*rad	0.057	0.055	
ISC ALL Area (0,40) = 0.090 m*rad	0.094	0.090	
ISC ALL Area (30,40) = 0.030 m*rad	0.038	0.030	
ISC ALL WC Max. Wind Heeling angle	-0.005	0.000	
ISC ALL WC Area b-a = 0	0.029	0.000	
ISC FIS Initial GM is 0.35m	0.361	0.350	

Characteristics of Righting Lever Curve :  
 Port side

Stability Requirement:	Actual	Limit	Val
ISC ALL GZ is 0.2 m at 30 Deg.	0.162	0.200	
ISC ALL Maximum GZ at 25 Deg.	0.266	0.000	
ISC ALL Area (0,30) = 0.055 m*rad	0.042	0.055	
ISC ALL Area (0,40) = 0.090 m*rad	0.075	0.090	
ISC ALL Area (30,40) = 0.030 m*rad	0.033	0.030	
ISC ALL WC Max. Wind Heeling angle	-0.035	0.000	
ISC ALL WC Area b-a = 0	0.013	0.000	
ISC FIS Initial GM is 0.35m	0.361	0.350	





Components of Deadweight:

Payload Piecewise Items:

Item Designation	Mass	XCG	YCG	ZCG
t	m f. AP	m f. CL	m a. BL	
Crew and Effects	3.0	10.000	0.000	5.000
Provisions/Stores	3.0	11.750	0.000	4.600
Fishing Gear new	15.0	15.590	0.450	6.300
<b>Total Payload Pces</b>	<b>21.0</b>	<b>14.243</b>	<b>0.321</b>	<b>5.871</b>

Bunker Items:

Tank Designation	Fill	Rho	Mass	XCG	YCG	ZCG	FrS
%	t/m3	t	m f. AP	m f. CL	m a. BL	m	
Fueloil Tank No. 1	100.00	0.850	4.1	22.542	0.000	1.125	
Fueloil Tank No. 2	100.00	0.850	5.9	19.600	0.000	0.751	
Fueloil Tank No. 3 S	100.00	0.850	7.1	11.249	-2.004	1.951	
Fueloil Tank No. 3 P	60.00	0.850	4.2	11.246	1.947	1.424	
Fueloil Tank No. 5 P	100.00	0.850	5.5	5.830	2.275	2.292	
Fueloil Tank No. 5 S	100.00	0.850	5.5	5.830	-2.275	2.292	
Fueloil Tank No. 3 C	0.00	0.850	0.0	0.000	0.000	0.000	
<b>Sub Total</b>		<b>32.3</b>	<b>12.383</b>	<b>-0.183</b>	<b>1.672</b>		
Fresh Water Tank No.	69.99	1.000	3.8	9.503	1.960	1.546	
Fresh Water Tank No.	40.00	1.000	2.2	9.504	-1.866	1.140	
<b>Sub Total</b>		<b>6.0</b>	<b>9.503</b>	<b>0.569</b>	<b>1.398</b>		
<b>Total Bunker</b>		<b>38.3</b>	<b>11.933</b>	<b>-0.065</b>	<b>1.629</b>		



## 4 Einige Überlegungen zu dem statischen Krängungswinkel

Fakt ist, dass das Schiff am Vormittag des 13. Januar eine starke Backbord- Schlagseite hatte, als es von der Coast Guard fotografiert worden ist. Für die Rekonstruktion des Unfallablaufes ist es nun wesentlich, eine physikalische Erklärung für diese Schlagseite zu finden. Dazu muss ermittelt werden, welche krängenden Momente nötig gewesen sind, um diese Schlagseite erzeugen zu können. Dann kann ermittelt werden, wie und wodurch diese Momente möglicherweise aufgetreten sein können. Dabei sind folgende Fakten von wesentlicher Bedeutung:

- Das Schiff liegt eindeutig auf Backbord- Seite, das Wasser muss aber von Steuerbord in das Schiff eingedrungen sein, weil es nur über die seitliche Öffnung auf Steuerbord, über welche die Netze ausgebracht werden, eingedrungen sein kann.
- Das Schiff ist in dieser Lage mehrere Stunden stabil geschwommen. Also kann es nicht zu einem größeren Wassereintritt in dieser Zeit gekommen sein, denn sonst wäre das Schiff schnell versunken.
- In dieser Lage bringt der nicht wetterdichte Raum zwischen dem Hauptdeck und dem Wetterdeck auf Backbord- Seite vollen Auftrieb, das Gleiche gilt im Prinzip für das Deckshaus. Nicht wetterdichte Öffnungen kommen in der Lage gerade noch nicht zu Wasser.

Durch die BSU wurde eine fotogrammetrische Auswertung der Schwimm- lage in Auftrag gegeben. Diese Auswertung ergab einen Krängungswinkel von **42.8 Grad** in der fotografisch dokumentierten Unfallsituation. Im Folgenden werden Möglichkeiten untersucht, diese statische Gleichgewichts- lage herstellen zu können.

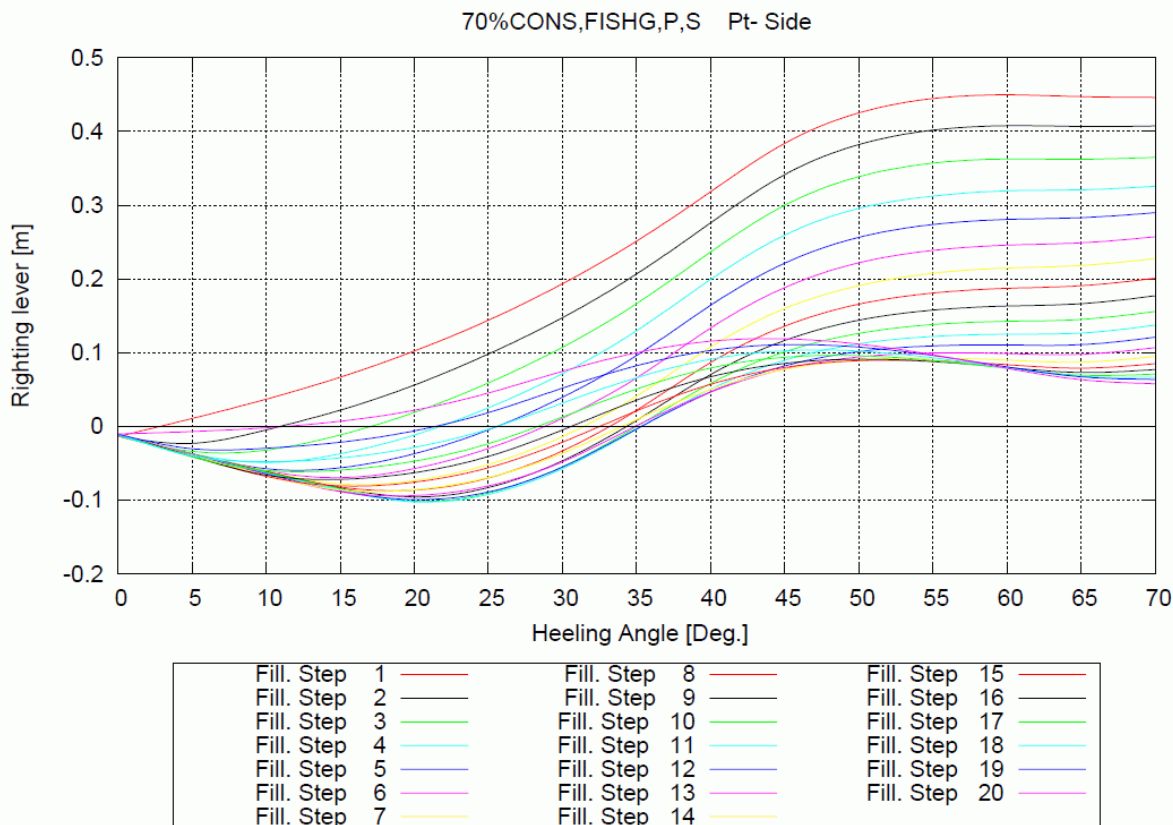


## 5 Ermittlung der Gleichgewichtsschwimmlage

Von dem angegebenen Stabilitätszustand vor Eintreten des Unfalles muss das Schiff durch äußere Umstände in die Gleichgewichtslage von etwa 43 Grad Backbord gekommen sein. Dieser Zustand ist aber stabil und auch nicht stark veränderlich, denn sonst wäre das Schiff nicht so lange in dieser (oder einer etwa vergleichbaren Lage) Lage geschwommen. Andererseits ist das Schiff gesunken, also muss es einen Effekt gegeben haben, welcher sehr langsam das Schiff zum Sinken gebracht hat. Geht man zunächst von einem gegebenen Intaktzustand des Schiffes vor dem Unfall aus, dann können große krängende Momente nur durch zwei Effekte aufgebracht werden: Einmal durch freie Flüssigkeitsoberflächen, die durch in das Schiff eingedrungenes Wasser entstehen können, und/oder durch massiv verschobene Gewichte im Schiff. Letzteres ist relativ unwahrscheinlich, weil nach Angaben der Besatzung kaum Gewichte an Bord waren, die hätten verschoben werden können (das Schiff war schließlich bis auf Vorräte und Fischfanggerät leer). Weil die Besatzung angegeben hat, dass das Schiff von einer großen Welle überflutet worden ist, wird zunächst dieses weiter untersucht. Dabei bieten sich folgende Möglichkeiten an: Wasser kann auf das Backdeck gelangt sein, und dadurch das Schiff zum Überholen gezwungen haben. Das Wasser würde dann aber bei großer Schlagseite wieder ablaufen, und es findet sich auf den Unfallfotos kein Hinweis darauf, dass sich Wasser in großen Mengen auf Deck befindet. Dann ist es denkbar, dass Wasser in den Raum zwischen dem ehemaligen Hauptdeck und dem neu aufgesetzten Wetterdeck gelaufen sein kann. Dieses wäre dann durch die auf Steuerbord befindliche Seitenpforte in den Raum eingedrungen und dann nach Backbord gelaufen, von wo es nicht wieder ablaufen kann (siehe dazu auch unten). Das wäre wahrscheinlich, wenn das Schiff mit einer Vorneigung nach Backbord gefahren wäre, was aufgrund der Lage des Fischfanggerätes relativ wahrscheinlich ist. In jedem Falle kann das Wasser von diesem Raum in der um 43 geneigten Gleichgewichtslage nicht in den Aufbau laufen, weil sich die Tür in den Aufbau auf Steuerbord-Seite befindet. Von diesem Raum aus hätte eventuell eingedrungenes Wasser auch nach unten in den Fischraum laufen können, allerdings ist die Luke in diesen Fischraum durch ein hohes Süll gesichert. Diese Luke war aber vermutlich nicht wasserdicht verschlossen. Es wird also zunächst untersucht, ob die angegebene Gleichgewichtslage von 43 Grad nach Backbord erreicht werden kann, wenn der Raum zwischen Hauptdeck und Wetterdeck vollläuft. Dazu muss aber angenommen werden, dass dieser Raum zum Aufrichthebel des Schiffes beiträgt. Dann wird dieser betrachtet wie ein teilgefüllter Tank, der mit Flüssigkeitsverschiebemomenten berechnet wird. Für den angenommenen Ladezustand im Intaktzustand wurden nun verschiedene Hebelarmkurven für verschiedene Tankfüllungen gerechnet, dabei gehen etwa 100 t Wasser in diesen Raum, wenn er zu 100% gefüllt ist. Abb. 9 zeigt die Hebelarmkurven



für verschiedene Füllzustände dieses Raumes an, die Hebel sind dabei auf die jeweilige momentane Masse bezogen.

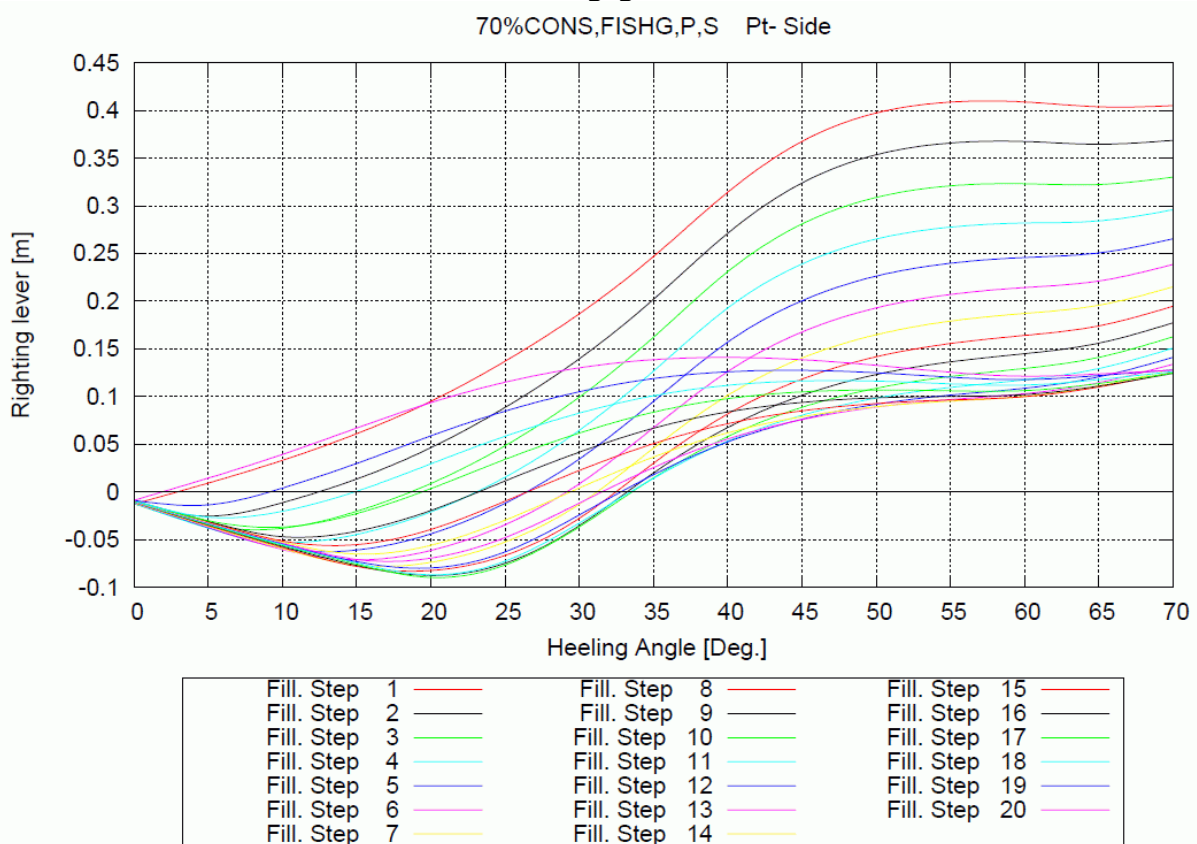


**Abbildung 9: Hebelarmkurven für den angenommenen Unfallzustand der ORTEGAL UNO nach Flutung des Raumes zwischen Haupt- und Wetterdeck für verschiedene Füllzustände. Wanne und Deckshaus sind in die Aufrichthebel mit eingerechnet. Füllstand 20 entspricht 100% Füllung von etwa 100 t, die Kurven inkrementieren also um etwa 5 t.**

Aus Abb. 9 wird ersichtlich, dass die Schwimmelage von 43 Grad bei dem angenommenen Stabilitätszustand durch alleiniges Füllen des genannten Raumes deutlich nicht erreicht wird. Es kann maximal eine Schlagseite von 35 Grad erreicht werden, dazu müssen ungefähr 55- 60 t Wasser in diesen Raum eingedrungen sein (Fill Steps 11-12). Bei geringeren Mengen wird zwar die Anfangsstabilität negativ, aber die Schlagseite liegt deutlich geringer. Bei größeren Füllungen wird dann das Flüssigkeitsverschiebemoment geringer, weil dann die Flüssigkeit früher an die Raumdecke schlägt. Durch das alleinige Füllen dieses Raumes ist also bei dem gewählten Stabilitätszustand die beobachtete Gleichgewichtslage nicht zu erreichen, unabhängig von der Frage, ob die benötigte Wassermenge von 55- 60 t überhaupt durch Schiffsbewegungen in den Raum gelangt sein kann. (Spätere Berechnungen zeigen eindeutig, dass das Schiff bei Eindringen von solch großen Wassermengen in diesen Raum vermutlich nach Steuerbord gekentert wäre.) Denn wenn das Schiff erst einmal eine große Backbord- Schlagseite hat, dann ist es extrem unwahrscheinlich, dass weiteres Wasser durch die an Steuerbord- Seite gelegene Seitenpforte in das Schiff eindringen kann. Von daher erscheint es dem Gutachter unwahrscheinlich, dass nur dieser eine Raum an dem Unfallablauf beteiligt war. Andererseits



wäre eine größere Schlagseite nach Backbord dann denkbar, wenn das Schiff im Intaktzustand noch weniger Stabilität gehabt hätte. Dann hätte es die geltenden Intaktstabilitätsregeln aber erst recht nicht eingehalten. Aus diesen Gründen wird jetzt noch untersucht, ob weiteres Wasser in das Schiff eingedrungen sein kann. Dabei ist es nach Auffassung des Gutachters am wahrscheinlichsten, dass auch der untere Fischraum vollgelaufen ist, denn dieser ist mit dem oberen Fischverarbeitungsraum nur über eine nicht wasserdicht verschlossene Luke zu verbunden, die allerdings ein hohes Süll hat, über welches das Wasser dann hätte hinüberlaufen müssen. Aber vor Klärung dieser Frage soll zu vorher soll der Effekt des zusätzlich gefluteten Fischraumes geklärt werden. Dazu werden jetzt Hebelarmkurven für beide gefluteten Räume berechnet, wobei in den unteren Fischraum etwa 80 t bei maximaler Füllung gehen können.

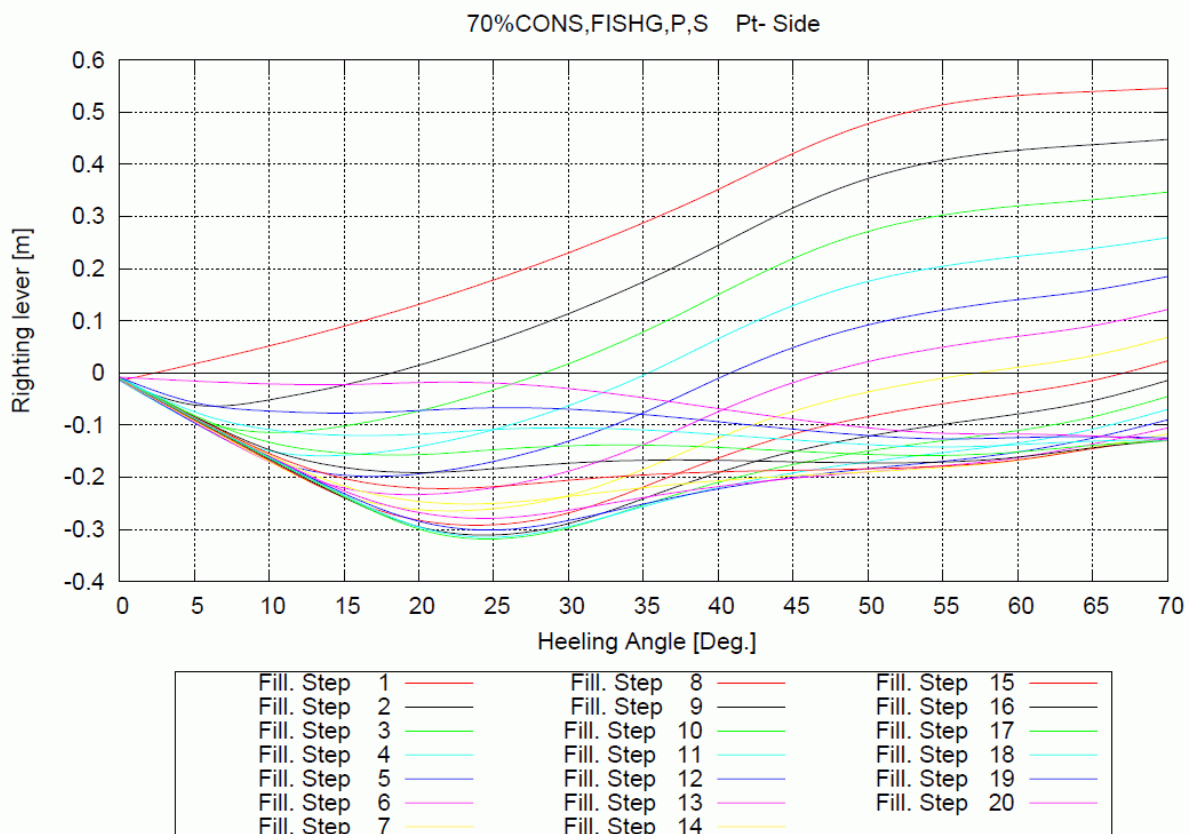


**Abbildung 10: Hebelarmkurven für den angenommenen Unfallzustand der ORTEGAL UNO nach gemeinsamer Flutung des Raumes zwischen Haupt- und Wetterdeck sowie dem unteren Fischraum für verschiedene Füllzustände. Wanne und Deckshaus sind in die Aufrichthebel mit eingerechnet. Füllstand 20 entspricht 100% Füllung von etwa 180 t, die Kurven inkrementieren also um etwa 9 t.**

Man erkennt aus Abb. 10, dass die zusätzliche Füllung des unteren Fischraumes bezüglich der Stabilitätssituation praktisch keinen Effekt hat: Die zusätzliche freie Oberfläche wird dadurch kompensiert, dass der Gewichtsschwerpunkt nach unten wandert. Die maximal mögliche Schlagseite wird etwas verringert, und es hätten etwa 90-100 t Wasser in das Schiff gelangen müssen. Weil dazu nur die Seitenpforte auf Steuerbord zur Verfügung stand, ist das auf jeden Fall erheblich unwahrscheinlicher als das alleinige Füllen des zuerst untersuchten Raumes. Für die weiteren Betrachtungen



kann also der untere Fischraum vernachlässigt werden. Analoge Betrachtungen können damit im Prinzip für alle unteren Räume des Schiffes angestellt werden, so dass man davon ausgehen kann, dass ein Wassereintrich in die unter dem Hauptdeck gelegenen Räume (wodurch auch immer) nicht zu der angegebenen Schwimmelage führt. Diese Ergebnisse führen nun dazu, den hinter dem früheren Frontschott gelegenen Aufbaubereich zu betrachten. Daher wird als nächstes eine Kombination aus geflutetem Wohnbereich zwischen Spant 6 und Spant G sowie des Raumes zwischen Haupt- und Wetterdeck betrachtet. Dabei könnten in den Wohnbereich etwa 140 t laufen. Die Ergebnisse sind in Abb. 11 zusammengefasst, und sie sind sehr aufschlussreich:

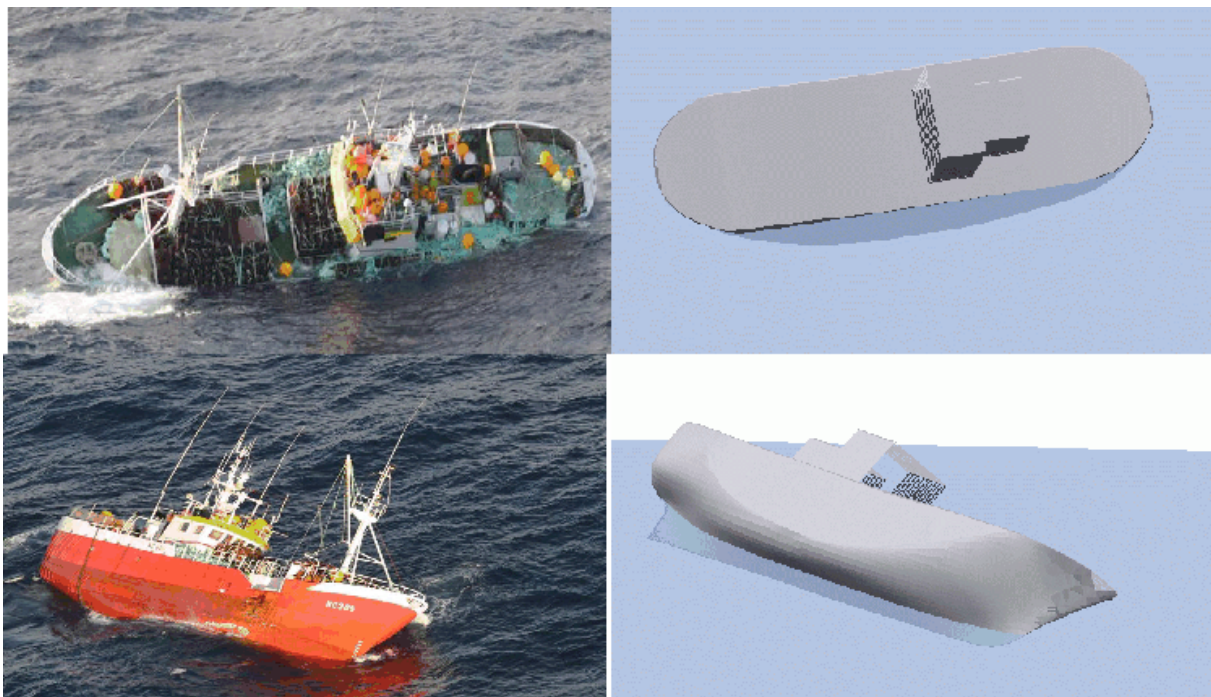


**Abbildung 11: Hebelarmkurven für den angenommenen Unfallzustand der ORTEGAL UNO nach gemeinsamer Flutung des Raumes zwischen Haupt- und Wetterdeck sowie dem zwischen Spant 6 und G gelegenen Aufbau für verschiedene Füllzustände. Wanne und Deckshaus sind in die Aufrichthebel mit eingerechnet. Füllstand 20 entspricht 100% Füllung von etwa 240 t, die Kurven inkrementieren also um etwa 12 t.**

Aus Abb. 11 wird sofort ersichtlich, dass die gemeinsame Flutung der beiden betrachteten Räume die beobachtete Gleichgewichtslage eindeutig erklären kann. Es sind alle Zustände möglich, bis zum vollständigen Kentern des Schiffes. Die angegebene Gleichgewichtslage von etwa 43 Grad wird für einen Füllstand zwischen den Füllständen zwischen 5 und 6 erreicht. Besonders interessant ist dabei, dass dann eine relativ geringe Erhöhung der Füllmengen ausreicht, um die Stabilität vollständig abzubauen, so dass das Schiff danach plausibel sinken bzw. kentern würde. Das passt sehr gut zu der Tatsache, dass das Schiff dann tatsächlich gesunken



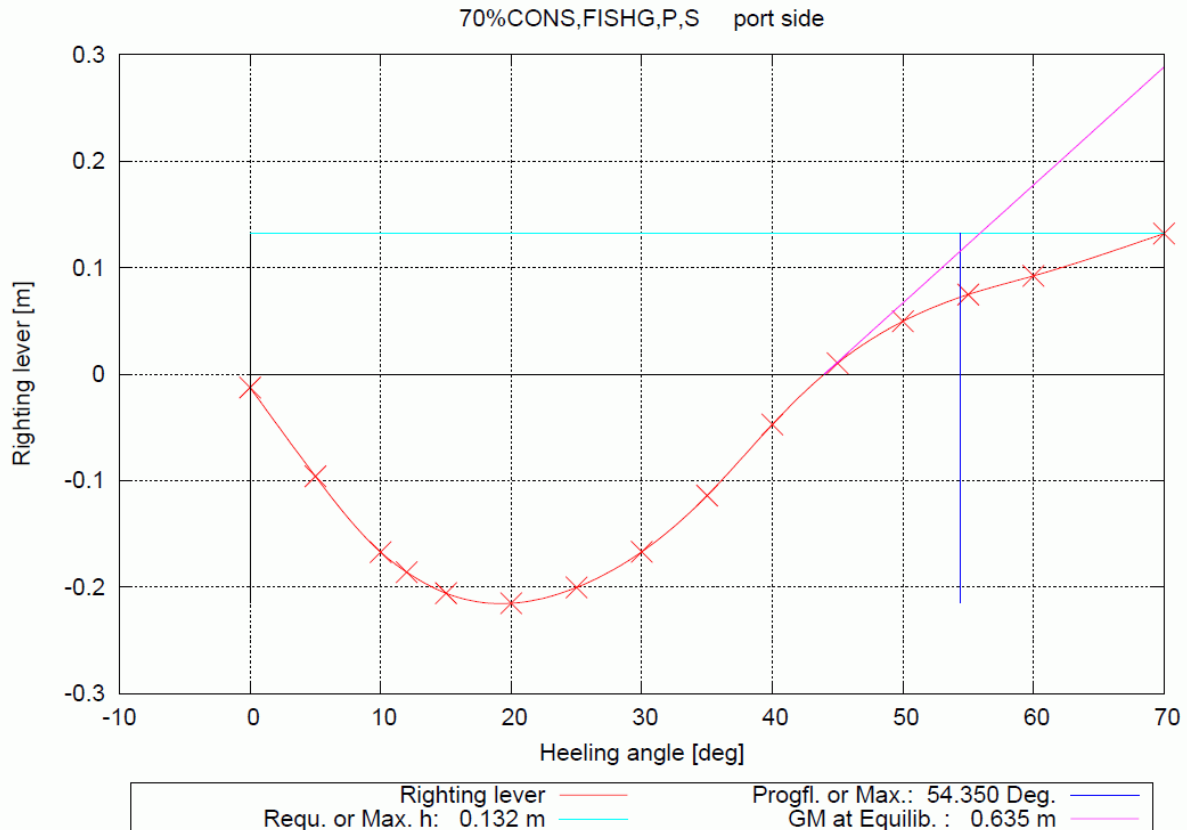
ist. Das war mit den anderen Szenarien bisher nicht darstellbar. Besonders gut passt es zu der Tatsache, dass das Schiff noch sehr lange in dieser Gleichgewichtslage verharret hat, bevor es dann schließlich gesunken ist. Dazu können – ausgehend von der fotografisch festgehaltenen Lage des Schiffes – nur noch relativ geringe Wassermengen sehr langsam in das Schiff eingedrungen sein, denn sonst wäre die sehr lange Zeit bis zum endgültigen Versinken des Schiffes nicht plausibel zu erklären. Dabei kann keine große Öffnung im Spiel gewesen sein, denn sonst wäre das Schiff ja schnell gesunken. Am wahrscheinlichsten scheint es dem Gutachter, dass die Bullaugen des Schiffes nicht wirklich wasserdicht waren, und dass – ausgehend von der fotografierten Gleichgewichtslage – Wasser ganz langsam durch die undichten Bullaugen in den Aufbau gelaufen ist. Weil diese statisch unter Wasser liegen, kann das Wasser in diesen Raum nur hineinfließen, aber nicht hinaus, wenn dieser Raum einmal unter Wasser liegt. Um diese Annahmen zu stützen, wurde eine Anzahl von weiteren Füllmengenkombinationen der beiden Räume etwa zwischen Füllstand 5 und 6 untersucht, und es wurde durch grafische Auswertung der berechneten Gleichgewichtslage geprüft, ob sich etwa eine Gleichgewichtslage wie auf den Fotos angeben ermitteln ließ. Einen Rückschluss auf die Verteilung in beiden Räumen ergab dabei der Trimm des Schiffes. Weil die Differenz zur Deckslinie trotz Seegang auf den Fotos relativ klar ist, haben wir für die Füllzustände von 35 t in dem Raum zwischen Haupt- und Wetterdeck sowie 25 t im Aufbau einen Zustand ermittelt, der den Fotos relativ ähnlich ist. Dieser Zustand ist im Folgenden wiedergegeben, und er passt gut zu den Abb. 1 und 2.



**Abbildung 12: Vergleich der berechneten und fotografierten Gleichgewichtslagen für den angenommenen Unfallzustand der ORTEGAL UNO**



Die Hebelarmkurve für den von uns als am dichtesten an den Fotos ermittelten Zustand ist in Abb. 14 wiedergegeben. Dabei befinden sich die Backbord- Bullaugen bereits 1.15 m unter Wasser.



**Abbildung 13: Hebelarmkurve für den angenommenen Unfallzustand der ORTEGAL UNO nach gemeinsamer Flutung des Raumes zwischen Haupt- und Wetterdeck mit 35 t sowie dem zwischen Spant 6 und G gelegenen Aufbau mit 25 t. Wanne und Deckshaus sind in die Aufrichthebel mit eingerechnet.**

Damit lässt sich jetzt aufgrund der Berechnungen zweifelsfrei ermitteln, warum das Schiff in der fotografierten Gleichgewichtslage schwimmt: Es muss auf jeden Fall Wasser sowohl in den zwischen Spant 6 und G gelegenen Aufbau als auch in den Raum zwischen Aufbau- Frontschott und Backendschott eingedrungen sein. Andere Möglichkeiten scheiden aufgrund der Physik kombiniert mit den näheren Begleitumständen des Unfalles aus. Denn ohne Wassereintrich in den Aufbau wäre das Schiff selbst bei extrem verminderter Stabilität nicht versunken, und wenn die Stabilität des Schiffes extrem vermindert wäre, hätte es in der Gleichgewichtslage nicht stabil geschwommen. Dabei ist bei einer angenommenen Flutung beider Räume relativ unerheblich, wie groß die Anfangsstabilität des Schiffes nun gewesen sein mag. Der Gutachter hat die gleichen Berechnungen wie in Abb. 11 auch für den Zustand exakt nach dem Stabilitätsbuch durchgeführt und dabei im Prinzip ein vergleichbares Ergebnis erhalten, allerdings wird dann die angegebene Gleichgewichtslage etwa bei dem Füllstand 7 erreicht. Trotzdem neigt der Gutachter wegen der oben angestellten Überlegungen zu der Auffassung, dass die Stabilität des Schiffes im Unfallzustand nicht den Stabilitätsregeln entsprochen haben kann.





Die Überlegungen bezüglich der Flutung der Räume gilt im Prinzip auch dann, wenn sich Gegenstände in den Räumen befunden und verschoben haben, denn die Füllung mit Wasser ist ja eher – auch Sicht des Erreichens der Gleichgewichtslage – der günstigere Fall, denn die möglicherweise verschobenen Gegenstände waren ja schon vorher an Bord, d. h. der Raum kann dann nicht mehr um dieses Volumen geflutet werden. Damit ist nun geklärt, warum das Schiff in der Gleichgewichtslage geschwommen ist und wie es dann versunken sein muss. Unklar ist, wie das Schiff überhaupt in diese Gleichgewichtslage gekommen sein kann. Wenn die Angaben der Schiffsführung den Unfallhergang korrekt wiedergeben sollen, dann muss das Schiff sehr schnell in diese Gleichgewichtslage gekommen sein. Eine schnelle Flutung kann aber – wenn überhaupt – nur für den Raum zwischen Aufbaufrontschott und Backendschott möglich sein, denn nur für diesen Raum gibt es eine entsprechend große Öffnung nach außen, durch die eine Flutung überhaupt möglich wäre. Ob dies auch wirklich im Rahmen der Umweltbedingungen möglich war, wird im Folgenden untersucht.

Völlig unklar ist aufgrund der bisher angestellten hydrostatischen Überlegungen, auf welche Weise das Wasser so in den zwischen Spant 6 und G gelegenen Aufbau gelangt sein soll, dass es zu den angegebenen und dokumentierten Begleitumständen des Unfalles passen kann. Dabei ist völlig klar, dass der Unfall ohne eine Flutung dieses Raumes nicht möglich sein kann. Außer den Bullaugen hat dieser Raum keine Verbindung nach außen. Weil das Schiff noch sehr lange in der beobachteten Gleichgewichtslage geschwommen ist, kann nur sehr wenig Wasser je Zeiteinheit durch eine mögliche Undichtigkeit der Bullaugen in diesen Raum eingedrungen sein, sonst wäre das Schiff ja sehr viel schneller gesunken. Auf keinen Fall kann daher über diesen Flutungsweg so viel Wasser in diesen Raum eingedrungen sein, dass es zu der von der Schiffsführung angegebenen schnell aufgetretenen Schlagseite von 40- 45 Grad gekommen ist. Dabei kommen die Bullaugen des Aufbaus ohne Flutung desselben erst bei ca. 27 Grad zu Wasser, wenn nur der vordere Raum geflutet wird. Selbst bei ungünstigster Flutungsannahme des vorderen Raumes kommen die Bullaugen dauerhaft nur mit 0.6m unter Wasser.

Die einzige Verbindung des Aufbaus laut vorliegenden Zeichnungen nach vorne ist eine Tür auf Steuerbord- Seite. Ansonsten muss das Aufbaufrontschott wetterdicht sein, denn der Aufbau wurde definitiv bei der Berechnung der Aufrichthebel im Stabilitätsbuch berücksichtigt. Weil der zwischen Aufbaufrontschott und Backendschott gelegene Raum definitiv nicht in die Aufrichthebel einbezogen worden ist (warum ist dem Gutachter aus weiter unten erkennbaren Umständen völlig unklar), muss also die Aufbaufrontwand wetterdicht gewesen sein. Ferner muss – gerade bei schwerem Wetter – ein entsprechender Verschlusszustand hergestellt werden, d. h. die auf Steuerbord- Seite gelegene (wetterdicht verschließbare) Tür hätte auf jeden Fall geschlossen sein müssen. Bei sachgerecht verschlossener Tür hätte also über den Fischverarbeitungsraum kein Wasser in den



Aufbau eindringen können, selbst wenn der Fischverarbeitungsraum vorher geflutet worden wäre. Aber selbst wenn die Tür in den Aufbau offen gewesen wäre, kann eigentlich hydrostatisch kaum Wasser in größeren Mengen über diese Tür in den Aufbau gelaufen sein, weil sich ja sofort – zumindest hydrostatisch – im Mittel eine Backbord- Schlagseite eingestellt hätte und dann kein Wasser über die Steuerbord- Tür in den Aufbau hätte laufen können. Schließt man aber bauliche Veränderungen am Schiff sowie Manipulationen der Besatzung einmal aus, dann kann de facto nur über diese offen gelassene Steuerbord- Tür überhaupt Wasser in den Aufbau gelangt sein. Damit müssen nun folgende Fragen geprüft werden:

- Kann Wasser über die Steuerbord- Seitenpforte sehr schnell in den zwischen Aufbaufrontschott und Backendschott gelegenen Raum gelaufen sein?
- Kann über die offen gelassene Tür auf Steuerbord- Seite so viel Wasser in den Aufbau gelaufen sein, dass schnell die angegebene Gleichgewichtslage etwa erreicht wird?

Nur wenn sich diese beiden Fragen eindeutig mit „ja“ beantworten lassen, ist der Unfall in Einklang mit den Aussagen der Schiffsführung zu bringen, denn nur dann wird einmal die angegebene Gleichgewichtslage auch erreicht sowie sichergestellt, dass das Schiff danach noch sehr lange schwimmt. Diese Fragen werden daher im Folgenden durch den Gutachter untersucht. Dazu muss das Seegangsverhalten des Schiffes in der Unfallsituation mit Wassereintrich in die relevanten Räume berechnet werden.



## 6 Kurze Beschreibung des verwendeten Simulationsprogramms E4ROLLS und der Berechnung der Flüssigkeitsbewegung in Räumen

Der unserer Seegangmethode zugrunde liegende Seegangscode ROLLS wurde am ehemaligen Institut für Schiffbau der Universität Hamburg im Rahmen der Untersuchung des Kenternfalls der E.L.M.A. TRES 1987 von Söding und Kröger entwickelt. Weil E4ROLLS speziell für die Berechnung großer Rollwinkel in (etwa) vorlichem oder achterlichem Seegang entwickelt wurde, wo es besonders auf das Erfassen der Nichtlinearitäten der Rollbewegung ankommt (würde man, wie z. B. in linearen Streifenmethoden üblich, die Rollbewegung linear erfassen, dann würde man die Hebelarmkurve des Schiffes durch eine Gerade der Gleichung  $h=GM*\varphi$  ersetzen, d. h. ein Kentern des Schiffes wäre schon vom Ansatz her ausgeschlossen), besteht das Konzept des Programms darin, die Bewegung des Schiffes zwar in allen 6 Freiheitsgraden zu beschreiben, dabei aber nur die Rollbewegung und die Längsbewegung nichtlinear anzusetzen. Die anderen Bewegungen, also Stampfen, Tauchen, Gier – und Querbewegung werden durch lineare Übertragungsfunktionen berechnet, die Kopplung mit den nichtlinearen Bewegungen wird aber beachtet. Die linearen Übertragungsfunktionen werden dabei mit einem Programm berechnet, das die hydrodynamischen Massen mit Hilfe von Rankine-Quellen nach Yeung berechnet. Der Aufrichthebel des Schiffes im Seegang wird dabei mit dem bewährten Konzept der äquivalenten Welle nach Grim berechnet. Dadurch ist das Programm extrem schnell, so dass eine Vielzahl von Situationen dadurch überhaupt erst berechenbar geworden ist. Weil die Quer- und Gierbewegung des Schiffes nur linear erfasst werden, kann E4ROLLS das Querschlagen des Schiffes nicht beschreiben. Aus dem gleichen Grund wird die Gefährdung des Schiffes quer zur See bei geringen Geschwindigkeiten durch E4ROLLS überschätzt, weil die durch den Seegang in das Schiff eingetragene Energie nicht ausreichend in eine Driftbewegung umgesetzt wird.

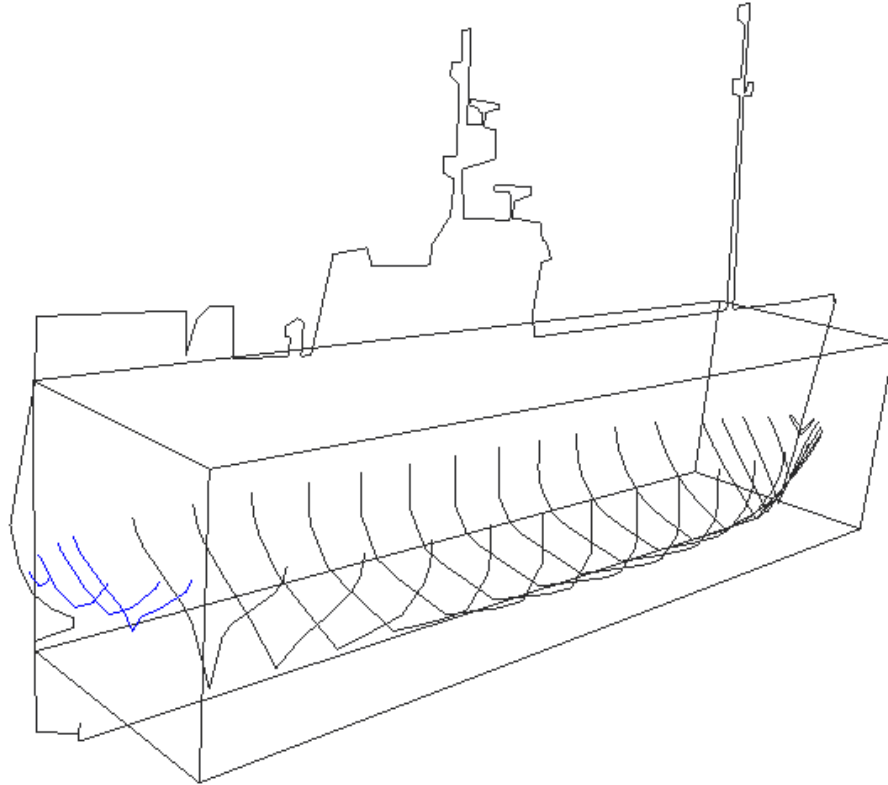
Im vorliegenden Kontext muss das Eindringen von Wasser in das Schiff durch Öffnungen berechnet werden. Dazu wurden in den 90er Jahren Flachwassergleichungen in das Programm implementiert, die es erlauben, die Flüssigkeitsbewegung in einfachen Räumen zu simulieren. Als Anwendungsfall stand das Eindringen von Wasser in RoRo- Fahrzeugdecks im Vordergrund. Die Flüssigkeitsbewegungen im Raum werden mit Hilfe der Flachwassergleichungen gelöst, wobei der Raum in diskrete Gewässerpaneele aufgeteilt wird. Aus der Lösung der Flachwassergleichungen folgt die momentane Kontur der Wasseroberfläche im Raum, aus der dann das momentan wirkende krängende Moment berechnet wird. Der Raum kann mit Öffnungen versehen werden, durch die das Wasser dann herein und herausfließen kann. Dabei wird die momentane Einflussrate aufgrund der momentan an der Öffnung wirkenden Druckbedingung ermittelt. Das Ver-



fahren berücksichtigt aber nicht die Kopplung der Flüssigkeitsbewegung im Raum mit den anderen Freiheitsgraden. Dadurch wird nicht erfasst, dass das Schiff durch die zusätzlichen Wassermassen schwerer wird und ggf. auch anders trimmt. Für RoRo- Schiffe sind diese Annahmen in der Anfangsphase der Flutung etwa zulässig, weil die in Frage kommenden Wassermengen klein sind gegenüber der Schiffsmasse. Das Verfahren wird aber bei großen Krängungen unzuverlässig. Validierungsrechnungen im Rahmen der EMSA- Studie zur Bewertung der Lecksicherheit von RoRo- Fahrgastschiffen haben im Vergleich mit Modellversuchen ergeben, dass die wesentlichen Effekte zwar im groben richtig vorhergesagt werden, dass aber die Flutung tendenziell zu schnell berechnet wurde. Im vorliegenden Fall der ORTEGAL UNO ist die Annahme, dass die in Frage kommenden Wassermassen gegenüber der Schiffsmasse klein sind, nicht wirklich gegeben. Daher können die Berechnungen nur einen Anhalt über die wirklichen Verhältnisse geben und müssen im Einzelfalle sorgfältig interpretiert werden. Eine generelle Aussage darüber, ob das schnelle Fluten eines Raumes überhaupt möglich ist, wird aber von dem Verfahren nach unseren bisherigen Erfahrungen bei korrekter Modellierung und Interpretation der Ergebnisse korrekt geliefert.

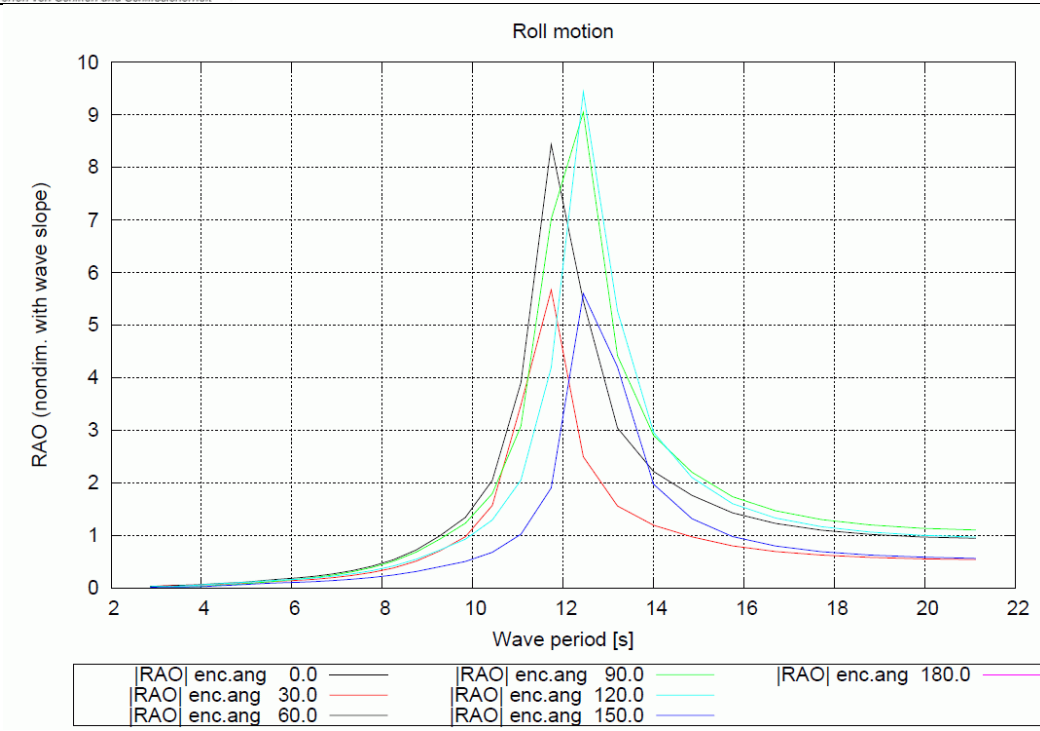


## 7 Einige Ergebnisse der linearen Streifenmethode

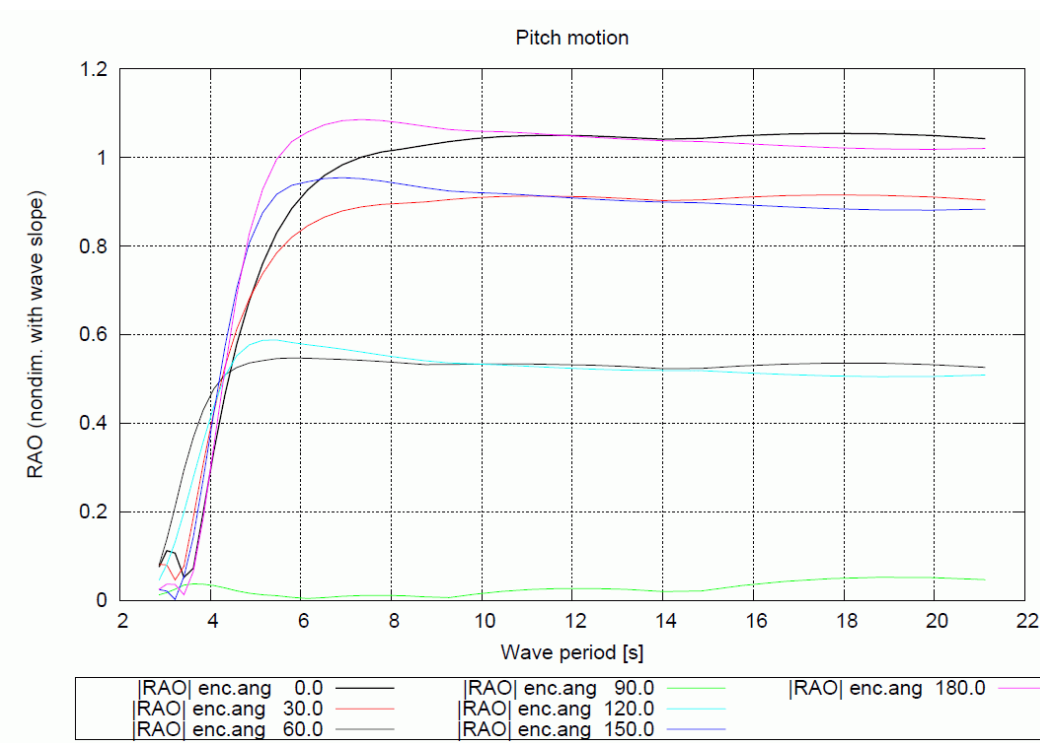


**Abbildung 14: Berechnungsmodell zur Ermittlung der linearen Übertragungsfunktionen. Der Quader entspricht einem Äquivalent, das gleiche Massenträgheitsmomente hat.**

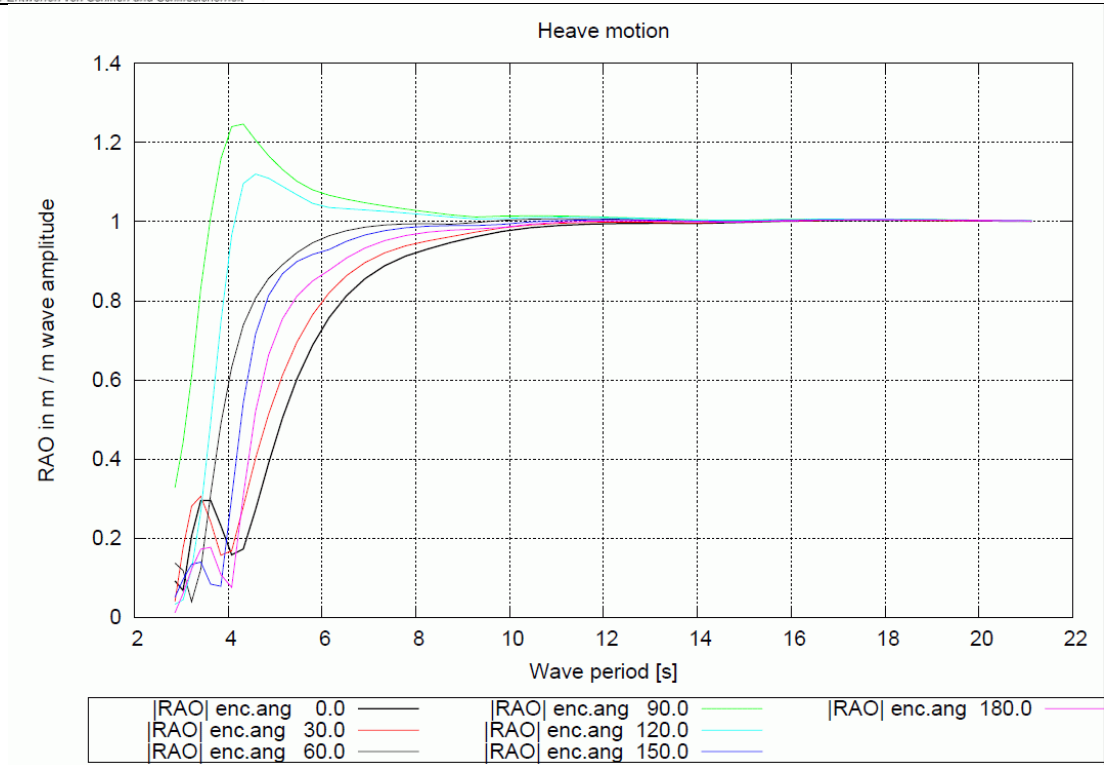
Aufgrund der Rumpfform sowie der angenommenen Ladungsverteilung des Schiffes wurden die linearen Übertragungsfunktionen berechnet. Danach ergeben sich für die OREGAL UNO ein Rollträgheitsradius von  $0.40 B$  trocken (d.h. ohne den Anteil der hydrodynamischen Massen) und  $0.42B$  einschließlich des Hydromassenanteils. Daraus sowie aus dem von uns ermittelten Stabilitätszustand ergibt sich eine Rollzeit im glatten Wasser von etwa  $12.1 \text{ s}$ , welche aufgrund der Hebelarmcharakteristik des Schiffes etwa bis etwa  $25 \text{ Grad}$  gültig ist. Oberhalb von  $20 \text{ Grad}$  bis nimmt die Rollzeit dann zu, weil die Hebelarmkurve unterhalb der Geraden  $h=GM*\varphi$  liegt. Diese Betrachtungen sind aber nur für glattes Wasser gültig und können im Seegang anders sein. Weil es sich bei der OREGAL UNO um ein kleines, relativ völligeres Schiff handelt, neigt die OREGAL UNO bei See von vorne zu relativ ausgeprägten Tauch- und Stampfbewegungen, wie man auch in den jeweiligen Übertragungsfunktionen sieht.



**Abbildung 15:** Lineare Übertragungsfunktionen der ORTEGAL UNO für die Rollbewegung für eine Schiffsgeschwindigkeit von 2 kn für verschiedene Begegnungswinkel. Resonanzen liegen bei einer Perioden von 11.7-12.3s bei einer Rolleigenfrequenz von 12.1 s



**Abbildung 16:** Lineare Übertragungsfunktionen der ORTEGAL UNO für die Stampfbewegung für eine Schiffsgeschwindigkeit von 2 kn für verschiedene Begegnungswinkel.



**Abbildung 17: Lineare Übertragungsfunktionen der ORTEGAL UNO für die Tauchbewegung für eine Schiffsgeschwindigkeit von 2 kn für verschiedene Begegnungswinkel.**



---

## 8 Zur Frage der anzusetzenden Umweltbedingungen

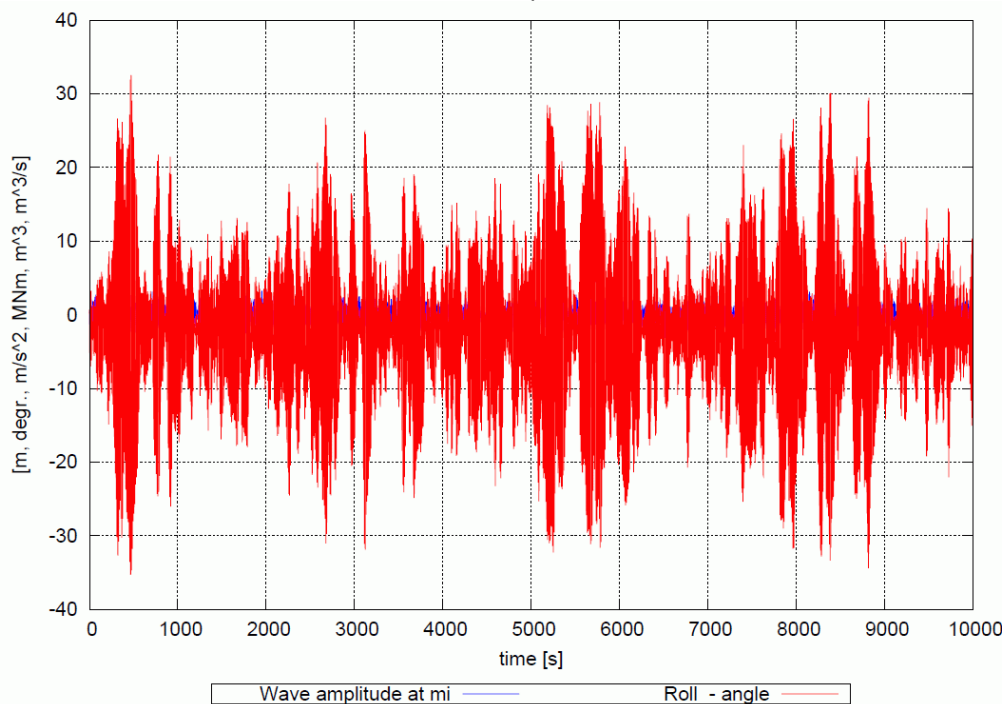
Alle Informationen über den See- und Wetterzustand stammen aus dem durch die BSU vorgelegte Wettergutachten des DWD, das auf Modellrechnungen für die Position 52 Grad 19 min N und 014 Grad 18 min W beruht. Danach herrschte eine Windsee von etwa 3- 6 m signifikanter Höhe. Zum Unfallzeitpunkt wird die Höhe der Windsee morgens mit 3 m angegeben, mittags mit 6 m. Vermutlich wird gegen 09.45 etwa eine signifikante Wellenhöhe von 4 -5 m geherrscht haben, bei kennzeichnenden Wellenlängen von 120-150 m, entsprechend Perioden von 8.7 s – 9.8 s. Für die Dünung wird eine Wellenlänge von etwa 180m angegeben. Die Seegangsrichtung war vorherrschend SO, erst gegen Nachmittag drehte das Wetter auf SW. Daher wird im Folgenden mit einer gewissen Bandbreite von Situationen gerechnet.





## 9 Ergebnisse der nichtlinearen See- gangsberechnungen für den Intaktfall

Durch die Besatzung wurde lediglich angegeben, dass das Schiff von heftigen Seeschlägen getroffen wurde und dass es nach Überfluten des Decks dann zu der großen Schlagseite gekommen sein soll. Das ist während des Ausbringens der Netze geschehen, und dabei war die auf Steuerbord gelegene seitliche Tür in den Raum zwischen Aufbaufrontschott und Backendschott (oberer Fischverarbeitungsraum) wohl offen. Dies bestätigte die Besatzung auf Nachfrage durch die BSU, die Tür soll dann aber verschlossen worden sein. Auf den Fotos der Irischen Coast Guard erkennt man definitiv, dass die Tür verschlossen ist. Nun kann der in Frage kommende Raum nur dynamisch durch die Schiffs- und Wellenbewegungen geflutet werden. Es ist daher in jedem Falle nützlich, vor Berechnungen des Flutungsvorganges einmal zu klären, welche Schiffsbewegungen überhaupt aufgetreten sind. Denn diese sind in jedem Falle Eingang für die weiteren Berechnungen. Daher wurden zunächst für verschiedene angenommene Situationen die Rollwinkel der ORTEGAL UNO berechnet. Es stellte sich heraus, dass das Schiff in allen untersuchten Situationen relativ heftig rollt. Abb. 18 zeigt hierzu den zeitlichen Verlauf des Rollwinkels und der Wellenhöhe am Hauptspant des Schiffes für eine Geschwindigkeit von 2kn. Begegnungswinkel 170 Grad, kennzeichnende Periode 9s, kennzeichnende Wellenhöhe 4m. Simulationsdauer 10000s. Nach Backbord wird ein maximaler Rollwinkel von 35.3 Grad erreicht, nach Steuerbord von 32.2 Grad.



**Abbildung 18: Berechneter Zeitschrieb des Rollwinkels für die ORTEGAL UNO für den angenommenen Stabilitätszustand in der Unfallsituation. Geschwindigkeit 2 kn, Begegnungswinkel 170 Grad, sign. Wellenhöhe 4m, kennzeichnende Periode 9s.**



Die folgende kleine Tabelle zeigt die Rollwinkel nach Backbord und Steuerbord für vergleichbare Situationen mit etwas anders gewählten Umweltvariablen:

Periode	H1/3	Begegn.	Winkel	V schiff	max. Bb	max Stb.
	S	m	Grad	kn	Grad	Grad
9	4	170	2	35.3	32.2	
9	5	170	2	38.7	31.9	
9	5	180	2	35.0	32.5	
9	4	180	2	34.5	33.8	
8.5	4	180	2	35.6	31.9	
9.5	4	180	2	30.5	25.6	
9	4	170	1	28.9	25.5	
9	4	170	1	32.8	29.0	
9	4	170	3	31.5	27.2	

Die Ergebnisse sind relativ ähnlich, wenn man berücksichtigt, dass der Seegang ja zufällig ist. Erwartungsgemäß kommen bei den längeren Wellen etwas geringere Rollwinkel heraus, gleiches gilt tendenziell auch, wenn das Schiff den Kurs mehr gegen die See nimmt. Trotzdem ergeben sich in allen Situationen Rollwinkel um etwa 30 Grad für das intakte Schiff in dem von uns angenommenen Stabilitätszustand der Unfallsituation. Insofern erscheint vor dem Hintergrund dieser Berechnungen die Aussage der Besatzung glaubhaft, dass das Schiff durch den Seegang heftig gerollt ist. Andererseits kann – wie oben ausgeführt – der Unfallzustand nur durch in das Schiff eingedrungenes Wasser herbeigeführt worden sein, und das muss zunächst durch die offene Steuerbord- Seitenpforte des oberen Fischverarbeitungsraumes erfolgt sein. Daher wird nun betrachtet, wie sich das Schiff verhält, wenn durch diese Öffnung Wasser in das Schiff eindringt.



## 10 Die Flutung des oberen Fischverarbeitungsraumes

Im Rahmen der Modellbildung wird der obere Fischverarbeitungsraum durch einen äquivalenten Quader modelliert. Das ist für die vorliegende Untersuchung ausreichend genau, und bei komplexeren Geometrien müsste man entsprechende Durchflussbedingungen ansetzen, wodurch das Modell anfälliger für numerische Fehler wird. In diesen Quader kann nun Wasser durch entsprechende Öffnungen sowohl hinein als auch wieder hinaus fließen. Die Öffnung des Raumes liegt an Steuerbord-Seite, und zwar hinter dem Schanzkleid, wie auf Abb. 19 zu sehen ist.



Abbildung 19: Zugang zum oberen Fischverarbeitungsraum auf Steuerbord-Seite. Die Öffnung liegt hinter dem Schanzkleid. Durch die vordere Öffnung wird das Netz ausgebracht, durch die hintere betritt man den Fischraum. Quelle: BSU

Danach kann in den Raum bei geöffneter Tür Wasser sofort eindringen, wenn es erst einmal über das Schanzkleid gelaufen ist. Weil es im Modell extrem schwierig ist, den Rezzess zu modellieren, wird eine gleich große Öffnung auf Höhe des Schanzkleides angebracht. Ist diese getaucht, kann Wasser in den Raum eindringen. Bei der Modellierung des Schiffes ist dem Gutachter aufgefallen, dass keine Möglichkeit vorgesehen ist, dass das Wasser aus dem Raum wieder nach draußen ablaufen kann, weil bis auf eine **keine** Wasserablaufporten existieren. Auf Abb. 19 erkennt man un-



mittelbar vor dem hintern Fenderreifen eine blau angestrichene Wasserablaufpforte. Diese dichtet gegen einlaufendes Wasser, und sie öffnet durch Schwerkraft bei Steuerbord- Rollwinkeln oder bei größerem Wasserdruck von innen. Diese Wasserablaufpforte lenzt aber nur den abgebildeten Rezzess, nicht aber den oberen Fischverarbeitungsraum. Auf Steuerbord- Seite sind keine weiteren Wasserablaufpforten vorhanden, das erkennt man eindeutig auf Abb. 1, in der die gesamte Steuerbord- Seite erkennbar ist. Auf Backbord- Seite ist überhaupt keine Wasserablaufpforte vorhanden, wie aus Abb. 20 zu erkennen ist.

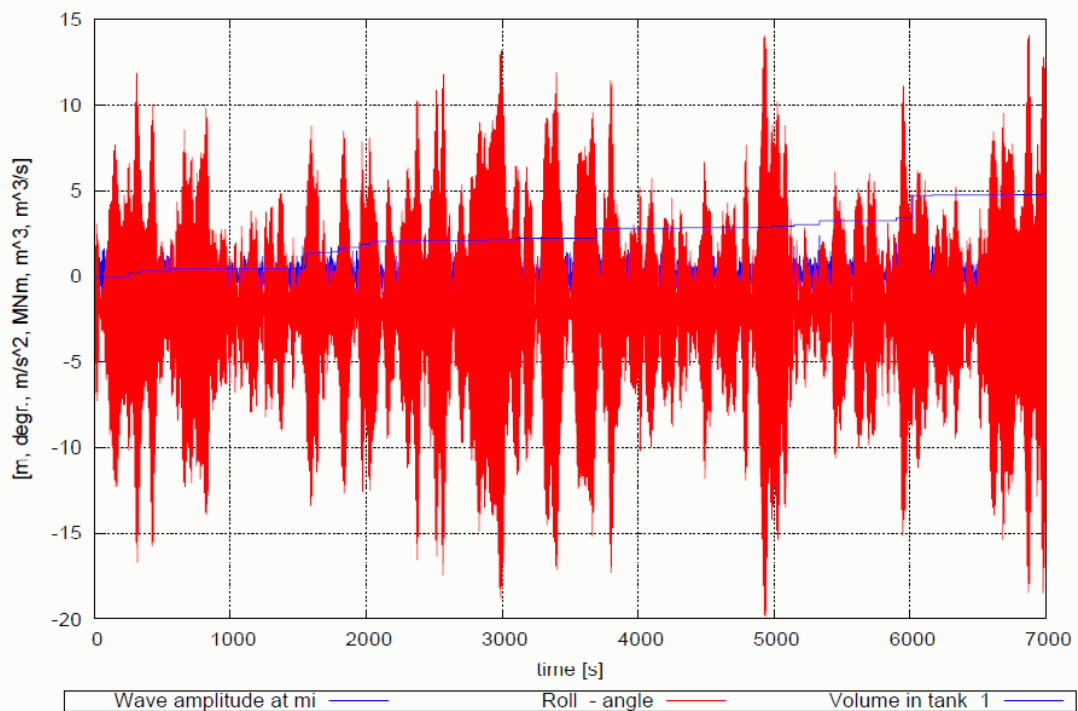


**Abbildung 20: Blick auf die BB- Seite der Ortegale UNO. Es ist keine Wasserablaufpforte zu erkennen, d. h. der obere Fischverarbeitungsraum kann nicht nach außen gelenzt werden.**

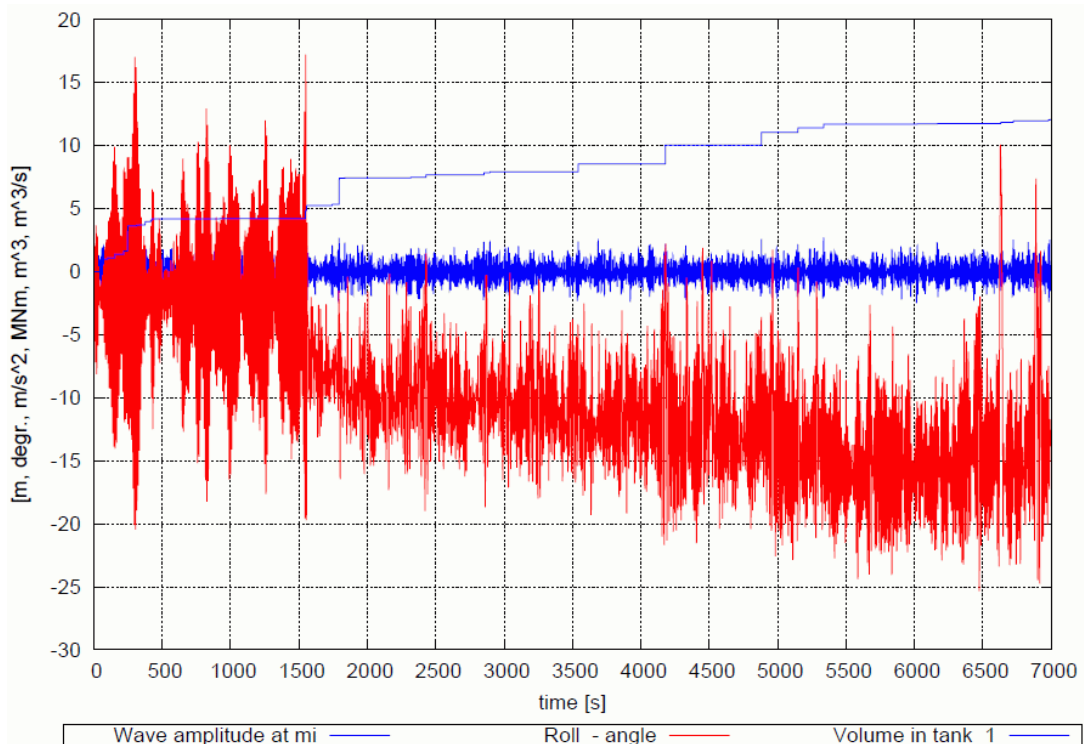
Nun ist auf Abb. 4 eindeutig zu erkennen, dass das Schiff im Originalzustand Wasserablaufpforten auf beiden Seiten gehabt hat. In der dem Gutachter vorliegenden Außenhautabwicklungszeichnung, genehmigt durch den Germanischen Lloyd am 07. Jan. 1970, heißt es explizit: „4 Wasserpforten 1250 x 250 jede Seite“. Im (nicht genehmigungspflichtigen) Generalplan der ORTEGAL UNO sind vier Wasserablaufpforten eingezeichnet, im (genehmigten) Brandschutz- und Sicherheitsplan (vgl. Abb. 3, die diesem Plan entnommen ist) immerhin noch drei. Es wurde beim Umbau des Schiffes aber keine weitere Wasserablaufpforte (außer der einen im Steuerbord- Rezzess gelegenen) eingebaut, obwohl in den Plänen welche vermerkt sind. Das Lenzsystem des Originalschiffes (zum Umbau liegen dem Gutachter keine Zeichnungen vor) weist einen Saugkorb im unteren Fisch-



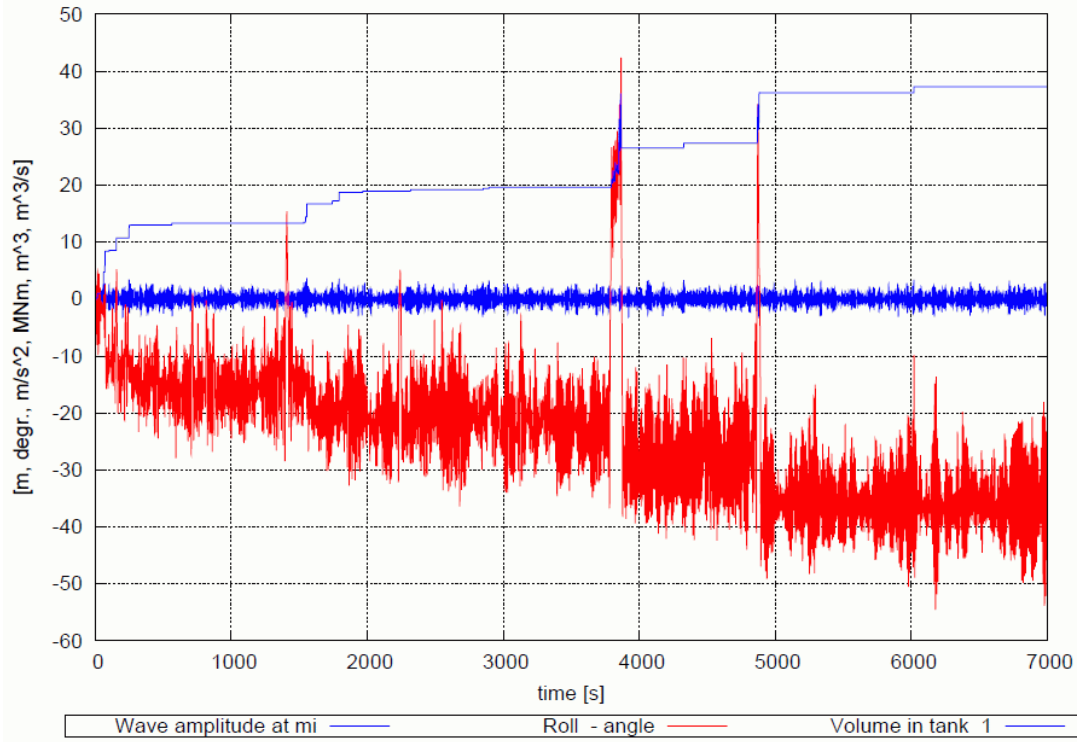
raum auf, damit muss das Wasser erst vom oberen Fischverarbeitungsraum in den unteren Fischraum laufen, damit es dann gelenzt werden kann. Das ist problematisch, weil die Luke in den unteren Raum eine Süllhöhe von etwa 500 mm hat. Somit ist für den Gutachter nicht ersichtlich, wie denn der obere Fischverarbeitungsraum im Falle eines Wassereintruchs hätte gelenzt werden können. Denn die offensichtlich einmal eingepflanzten Wasserablauföffnungen waren nicht eingebaut. Nun ist dem Schiff bei der letzten Besichtigung im Jahre 2009 im Rahmen der Verlängerung des Fahrerlaubnisscheines zertifiziert worden, dass „*das Fahrzeug den Anforderungen der Richtlinie 97/70/EG des Rats voll entspricht ..*“ Danach müssen Wasserablaufpforten bestimmter Abmessungen vorgesehen werden, wenn durch das Schanzkleid eine „Well“ gebildet wird. Ist der Raum geschlossen, dann muss eine ausreichende Kanalisation vorhanden sein, um Waschwasser und Fischabfälle entsorgen zu können (nicht aber größere Leckwassermengen). *Gleichzeitig* wird bei einem geschlossenen Fischraum aber gefordert, dass das Schiff auch nach Flutung eines solchen Fischraumes noch die Stabilitätskriterien einhalten muss, wenn nicht bestimmte Anforderungen an den Krängungswinkel der fortlaufenden Flutung gestellt werden. Die Berechnungen nach Abb. 9 haben nun eindeutig gezeigt, dass das Schiff mit geflutetem oberem Fischverarbeitungsraum keinesfalls die Stabilitätskriterien einhält. Andererseits kann der Raum die Bedingungen für Wetterdichtigkeit nicht erfüllt haben, denn sonst wäre er bei der Berechnung der Aufrichthebel mit hinzugezogen worden. Dann wiederum hätte er aus technischer Sicht Wasserablaufpforten erhalten sollen. Das Lenzsystem des Raumes kann auf keinen Fall dafür ausgelegt sein, größere Leckwassermengen außenbords zu pumpen, und die einzige Wasserablaufpforte befindet sich auf Steuerbord- Seite im Rezess. Damit ist nach Auffassung des Gutachters nicht sichergestellt, dass der Raum im Falle eines Wassereintruchs gelenzt werden kann (das ergibt sich ja auch eindeutig aus dem Unfallablauf), und der Gutachter bezweifelt, ob das Schiff in dieser Hinsicht sinngemäß den zitierten Regeln genügt hat. Das mag aber Auslegungssache sein, Fakt ist jedenfalls, dass das Wasser bei offener stehender Seitenpforte in den Raum eindringen kann, und dann keine Möglichkeit hat, wieder herauszulaufen. Wenn sich ergibt, dass der Unfall tatsächlich durch in den Raum eingedrungenes Wasser ausgelöst worden ist, dann wäre dieser auf jeden Fall vermeidbar gewesen, wenn das Wasser wieder hätte herauslaufen können. Daher wird nun für die angenommene Unfallsituation berechnet, wie viel Wasser in den Raum bei offener Seitenpforte eingedrungen sein kann. Die Ergebnisse sind in den folgenden Abbildungen dargestellt, wobei für die angenommene Unfallsituation mit 2kn Schiffsgeschwindigkeit, 170 Grad Begegnungswinkel und 9s Periode verschiedene signifikante Wellenhöhen durchgerechnet worden sind. Einmal, um das Modell auf Plausibilität prüfen zu können, und zum anderen, um zu untersuchen, wie die in den Raum möglicherweise eingedrungene Wassermenge von der Seegangssituation abhängt.



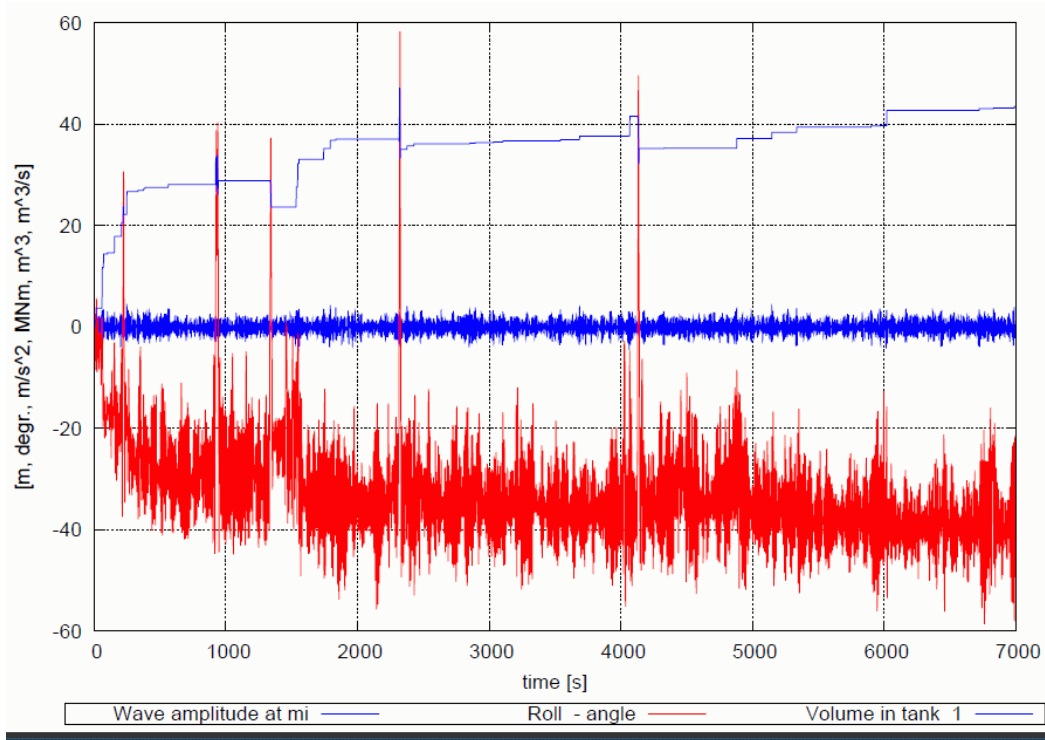
**Abbildung 21:** Zeitschrieb des Rollwinkels, der Wellenhöhe am Hauptspant sowie der in den Raum eingedrungenen Wassermenge. Geschwindigkeit 2kn, Begegnungswinkel 170 Grad, sign. Periode 9s, sign. Wellenhöhe 2.5m. Es laufen etwa 5t in den Raum.



**Abbildung 22:** Zeitschrieb des Rollwinkels, der Wellenhöhe am Hauptspant sowie der in den Raum eingedrungenen Wassermenge. Geschwindigkeit 2kn, Begegnungswinkel 170 Grad, sign. Periode 9s, sign. Wellenhöhe 3m. Es laufen etwa 12 t in den Raum.



**Abbildung 23: Zeitschrieb des Rollwinkels, der Wellenhöhe am Hauptspant sowie der in den Raum eingedrungenen Wassermenge. Geschwindigkeit 2kn, Begegnungswinkel 170 Grad, sign. Periode 9s, sign. Wellenhöhe 4m. Es laufen etwa 36 t in den Raum.**



**Abbildung 24: Zeitschrieb des Rollwinkels, der Wellenhöhe am Hauptspant sowie der in den Raum eingedrungenen Wassermenge. Geschwindigkeit 2kn, Begegnungswinkel 170 Grad, sign. Periode 9s, sign. Wellenhöhe 5m. Es laufen etwa 42 t in den Raum.**



Die Berechnungen haben ergeben, dass unterhalb einer signifikanten Wellenhöhe von 2 m keinerlei Wasser in den Raum eintritt. Bei 2.5 m signifikanter Wellenhöhe laufen dann nach 7000s (also etwa 2h) insgesamt etwa 5 t in den Raum, bedingt durch die wegen der Wellenhöhe größere Rollbewegung. Im Modell kann das Wasser nur durch die Eintrittsöffnung wieder abfließen, weil der Raum ja keine Wasserablaufpforten nach Backbord-Seite hat. Der Einfluss auf den Rollwinkel und die Stabilität ist sehr gering, es stellt sich eine leichte Backbord- Schlagseite ein. Vergrößert man jetzt die signifikante Wellenlänge auf 3 m, dann treten interessante Effekte auf: Das Schiff rollt zunächst etwa um die statisch nach Backbord vorgeneigte Lage. Nach etwa 1700 s wird das Schiff von einer größeren Wellengruppe getroffen, und durch die größere Rollbewegung tritt jetzt mehr Wasser in den Raum ein. Dadurch erhält das Schiff jetzt eine deutliche Schlagseite nach Backbord von etwa 7 Grad im Mittel. Die Wassermenge von etwa 5 t in dem Raum entspricht dabei dem Füllstand 1 aus Abb. 9, und man erkennt in dieser Abb. 9 sehr gut, dass diese Wassermenge zu einem vollständigen Abbau der Anfangsstabilität mit einer statischen Gleichgewichtslage von 7 Grad führt. Die Simulation ist also insoweit plausibel. Das Schiff rollt jetzt um diese Gleichgewichtslage und nimmt gelegentlich geringe Wassermengen in den Raum, wenn die Rollbewegung etwas heftiger wird. Weil die Stabilität des Schiffes relativ gering ist, führt schon die geringe Zunahme der Wassermenge in dem Raum zu einer sich allmählich vergrößernden Schlagseite. Weil sich dadurch der Freibord vergrößert, verlangsamt sich das stetige Schöpfen von Wasser. Gelegentlich kommt es bei höheren Wellen zu größeren Rollausschlägen, und dann nimmt der Raum wieder etwas mehr Wasser. Zweimal wird nach etwa 6500s das Schiff durch eine höhere Wellengruppe kurz nach Steuerbord übergeholt, ohne dass dadurch mehr Wasser in den Raum gelangt. Das Verhalten des Schiffes in dieser Situation wird also durch die Rechnung im groben plausibel wiedergegeben. Insgesamt sind nach 7000s etwa 12 t Wasser in den Raum eingedrungen. Vergrößert man jetzt die Wellenhöhe auf 4 m, ändert sich die Situation etwas: Bedingt durch die größeren Rollbewegungen läuft der Raum anfangs sofort soweit voll, dass das Schiff unmittelbar eine Backbord- Schlagseite von etwa 12 Grad im Mittel annimmt, um die es dann aber heftig hin und her rollt. Auch hier rollt das Schiff kurzfristig nach Steuerbord über, was wegen der verstärkten Rollbewegung aufgrund des höheren Seeganges auch plausibel ist. Nach etwa 3800 s wird das Schiff von einer höheren Wellengruppe getroffen, und/oder die Flüssigkeit im Raum befindet sich in einer ungünstigen Phasenlage. Dadurch rollt das Schiff jetzt nach Steuerbord und verbleibt eine kurze Zeit dort. In dieser Phase läuft sowohl Wasser in den Raum herein und auch wieder hinaus. Insgesamt dringt aber mehr Wasser in den Raum ein, und das Schiff rollt dann aber wieder nach Backbord und verbleibt dort in einer nun größeren Schlagseite. Eine ähnliche Situation findet man auch bei etwa 4800 s. Dass dieses Überrollen nach Steuerbord mit gleichzeitigem Verharren vorher nicht auftrat, liegt daran, dass die Rollbewegungen nun wegen des höheren Seeganges deutlich heftiger sind, so dass der Seegang das Schiff aus der stabilen Backbord- Lage nach Steuerbord überrollen kann. In-





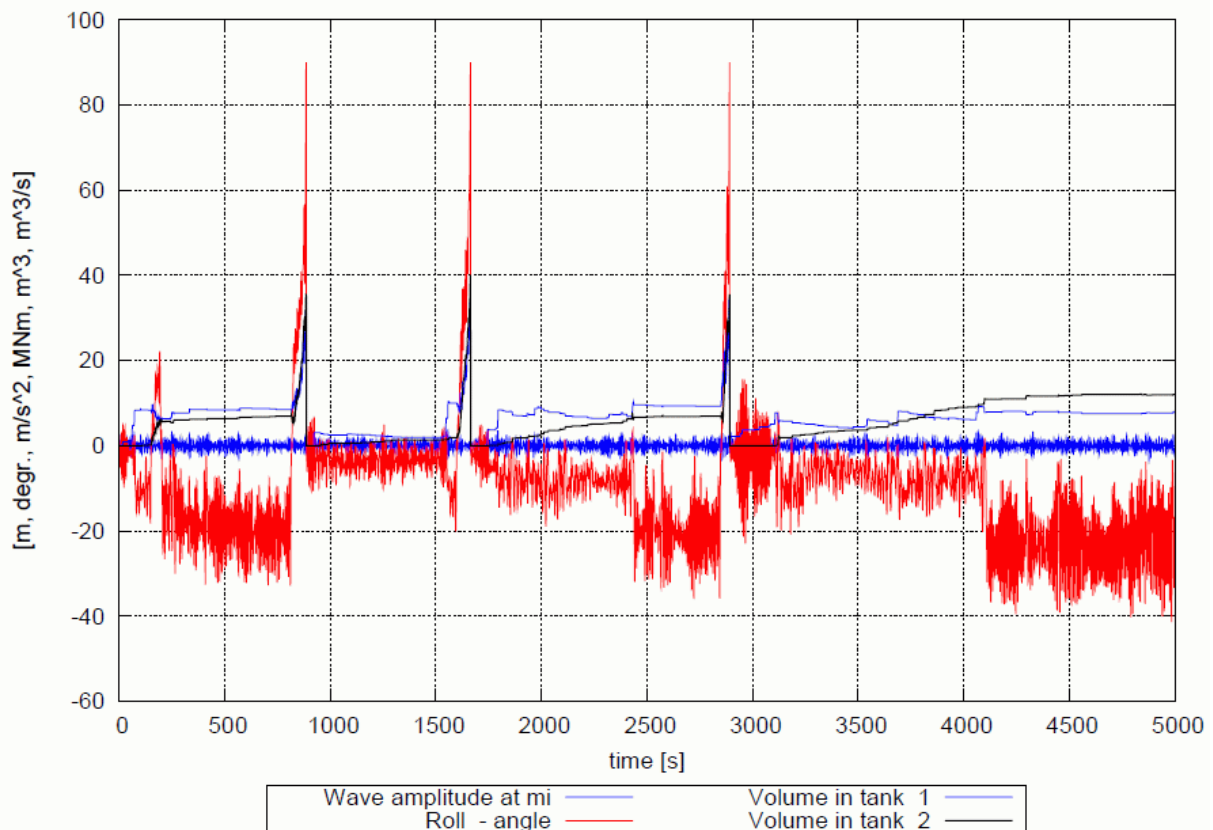
samt laufen etwa 36 t in den Raum. Das gleiche Verhalten findet man, wenn die signifikante Wellenhöhe auf 5 m gesteigert wird: Das Schiff wird sofort instabil, und es dringt schnell eine große Wassermenge in den Raum ein (ca. 25 t nach etwa 100 s). Das Schiff rollt jetzt durch die Gewalt des Seeganges mehrfach nach Steuerbord über, wodurch weiteres Wasser in den Raum eindringen kann. Es verbleibt aber nicht mehr auf Steuerbord, sondern rollt sofort zurück, weil die Gewalt des Überrollens jetzt sofort das Rückrollen erzwingt. Dadurch läuft beim Überrollen nach Steuerbord mehr Wasser heraus als herein, wodurch die Backbord-Schlagseite abnimmt.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass durch die Dynamik der Rollbewegung sehr wohl größere Wassermengen in kurzer Zeit in den Raum laufen können, wenn die Seitenpforte offen war. Wenn das Schiff dabei auch nach Steuerbord übergeholt ist, sind in kurzer Zeit Wassermengen in das Schiff eingedrungen, die zu einer großen Backbord-Schlagseite führen. In diesem Punkt ist die Darstellung der Schiffsführung absolut plausibel nachvollziehbar. Es ferner deutlich (darauf wird weiter unten noch eingegangen), dass das Nichtvorhandensein von Wasserablaufpforten eine schwere Beeinträchtigung der Sicherheit des Schiffes bedeutet, zumal eine Flutungsrechnung des Raumes – obwohl vom Torremolinos-Protokoll gefordert – nicht durchgeführt worden ist. Damit ist nach Auffassung des Gutachters die eigentliche Unfallursache klar, es ist allerdings noch offen wie es zu einer deutlichen Vergrößerung der Schlagseite kommen konnte. Denn nach Schließen der Steuerbord-Seitenpforte war das Schiff ja intakt und verfügte über noch ausreichende Stabilitätsreserven, und der Raum hätte im Prinzip über das Lenzsystem gelenzt werden können, wenn denn – entsprechend der Vorschriften des Torremolinos-Protokolls – ein solches Lenzsystem vorhanden und auch funktionsfähig gewesen wäre. Daher wird im folgenden geprüft, ob – wie vermutet – Wasser vom oberen Fischverarbeitungsraum über die möglicherweise offene Steuerbord-Tür in der Anfangsphase der Flutung gelaufen sein kann, als das Schiff heftig mehrfach nach Steuerbord gerollt ist.



# 11 Die Flutung des oberen Aufbaus

Oben wurde ausgeführt, dass sich der Unfall nicht plausibel erklären lässt, wenn kein Wasser in den Aufbau gedrungen ist. Als einzig möglicher Flutungsweg in diesen Aufbau wird die im Aufbaufrontschott auf Steuerbord-Seite angeordnete Tür angesehen, weil das Aufbaufrontschott wetterdicht sein muss. Daher werden die oben durchgeführten Berechnungen wiederholt, allerdings wird jetzt auch der zwischen Spant 6 und G gelegene Aufbau als Leckraum mit modelliert. In diesen kann das Wasser über die auf Steuerbord- angeordnete Tür fließen, die als offen angesehen wird. Die Ergebnisse der Berechnung sind in Abb. 25 für die als am wahrscheinlichsten angesehene Unfallsituation, die mit 4 m signifikanter Wellenhöhe angenommen wurde dargestellt.

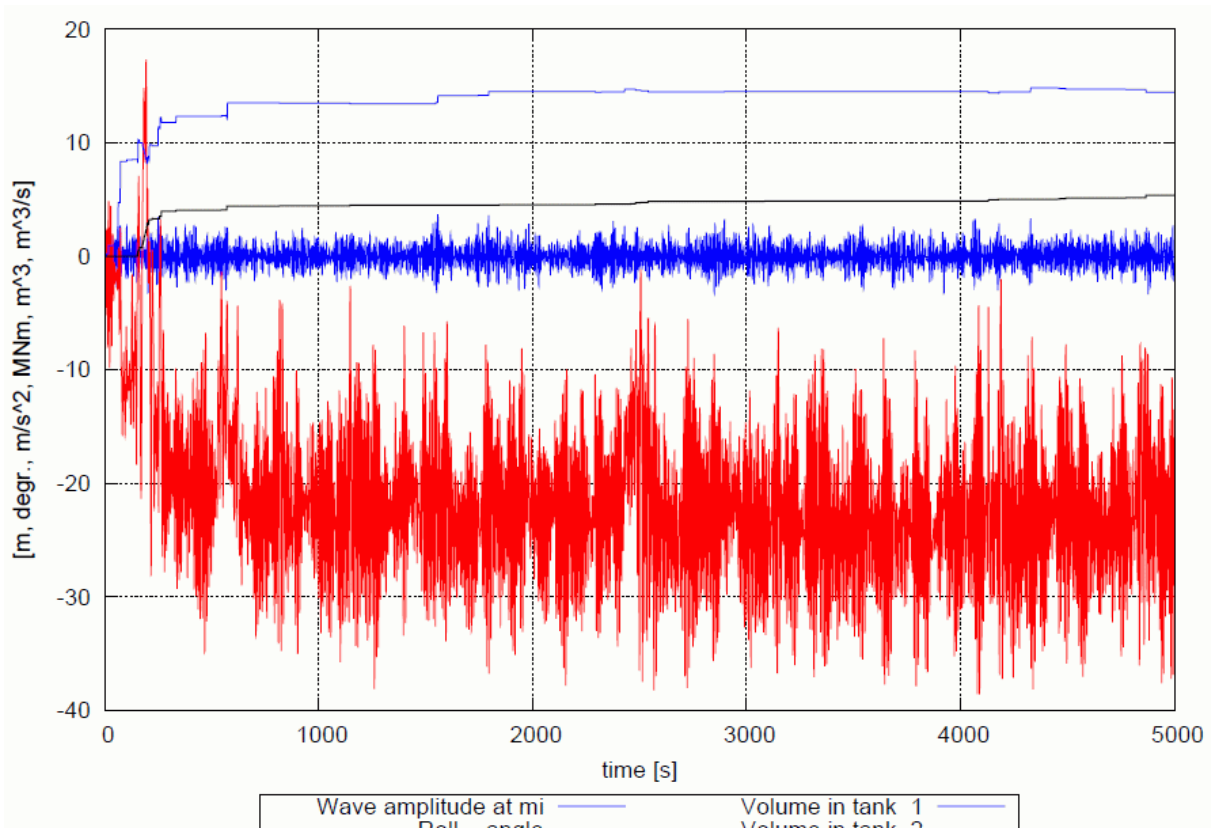


**Abbildung 25: Zeitschrieb des Rollwinkels, der Wellenhöhe am Hauptspant sowie der in die Räume eingedrungenen Wassermenge. Geschwindigkeit 2kn, Begegnungswinkel 170 Grad, sign. Periode 9s, sign. Wellenhöhe 4m. Die blaue Kurve zeigt die Wassermenge im Fischverarbeitungsraum, die schwarze die im Aufbau.**

Die in Abb. 25 dargestellten Ergebnisse sind in mehrfacher Hinsicht bemerkenswert: Wie vorher rollt das Schiff zunächst um die Ausgangslage und nimmt dabei Wasser in den Fischverarbeitungsraum. Es stellt sich wie vorher eine Backbord- Schlagseite ein. Dann rollt das Schiff nach etwa 50 s nach Steuerbord, wobei zunächst Wasser aus dem Fischverarbeitungsraum ausfließt. Das Schiff verharret aber kurz auf Steuerbord- Seite und nimmt jetzt über die Tür auch Wasser in den Aufbau. Dann rollt das Schiff nach Backbord und rollt dann wieder um die Backbord- Gleichgewichtslage.

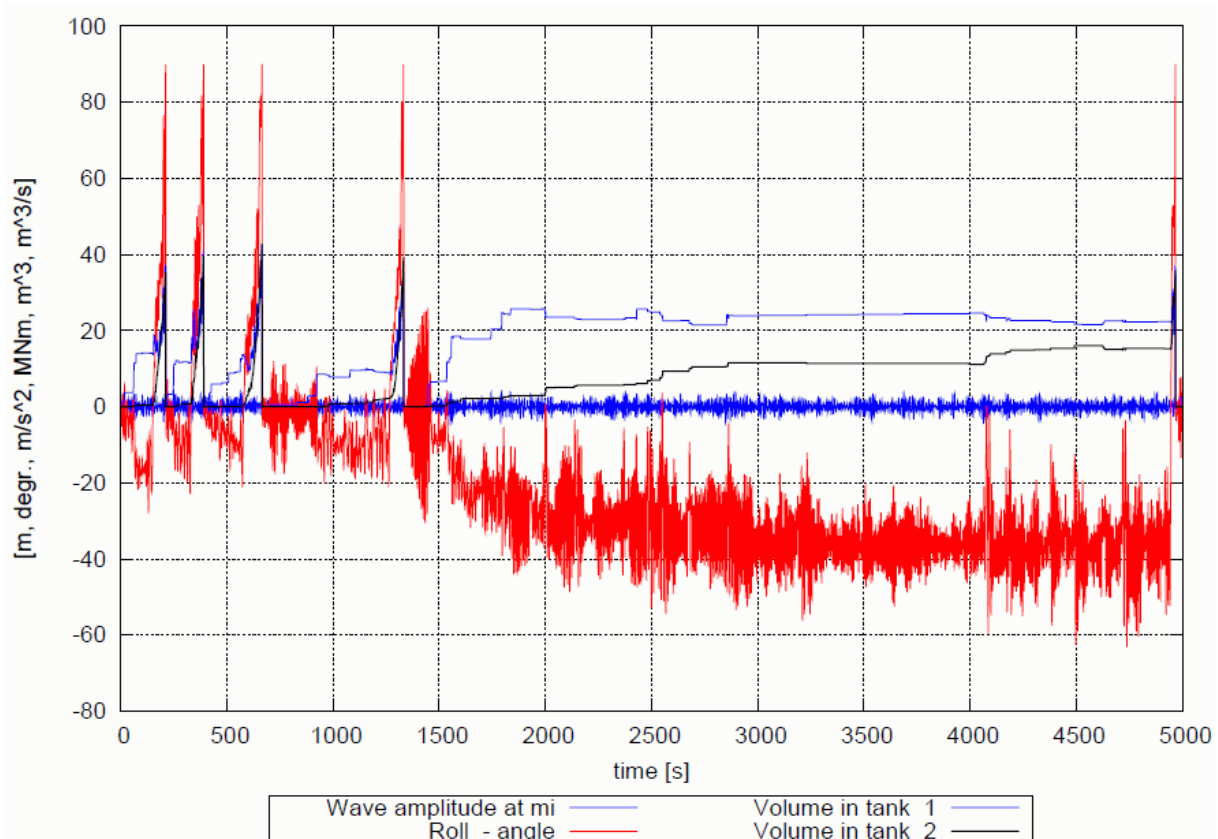


ge, die jetzt etwa 20 Grad beträgt. Nach ca. 800 s rollt das Schiff durch eine starke Wellengruppe heftig nach Steuerbord und verharnt dort. Nun fließt derartig schnell Wasser durch die Tür in den Aufbau, dass sich das krängende Moment erheblich vergrößert. Dadurch kommt jetzt die Öffnung in den Fischverarbeitungsraum zu Wasser und das Schiff kentert sofort nach Steuerbord. In der Simulation wird das Schiff jetzt wieder neu aufgestellt und es wird weitergerechnet. Der Vorgang wiederholt sich auf ähnliche Weise, bis das Schiff dann nach ca. 1600 s erneut auf die gleiche Weise nach Steuerbord kentert. Natürlich ist der zeitliche Verlauf etwas anders, weil ja der Seegang zufällig ist. Nach dem erneuten Aufstellen des Schiffes wiederholt sich der Vorgang erneut, bis das Schiff dann nach ca. 2800 s erneut nach Steuerbord kentert, diesmal hält es aber etwas länger durch. Erst danach folgt eine Sequenz, bei der das Schiff zügig Wasser in beide Räume nimmt und dadurch konsequent eine Backbord- Schlagseite aufbaut. Dabei laufen aber durch die offene Tür erhebliche Mengen in den Aufbau. Weil jetzt zwei freie Flüssigkeitsoberflächen die Rollbewegung dämpfen, ist nun die Rollamplitude insgesamt kleiner. Die Ergebnisse zeigen, dass sehr wohl über die offene Tür Wasser in den Aufbau eindringen kann, und sie zeigen auch, dass das Schiff hätte ohne weiteres sofort nach Steuerbord- Seite kentern können. Dies ist allerdings nicht passiert, denn das Schiff ist ja definitiv mit Wasser im Aufbau nach Backbord gekentert. Die Simulation zeigt aber eher ein sofortiges Kentern nach Steuerbord an, wenn durch übergehendes Wasser die Steuerbord- Öffnung zu Wasser kommt. Wir haben diese Simulationen mehrfach in anderen Zufallsseegängen wiederholt und immer gefunden, dass das Schiff in der überwiegenden Anzahl der Fälle nach Steuerbord kentert. Es drangen dabei immer merkliche Wassermengen in den Aufbau ein, und das ist auch begründbar, denn der Fischverarbeitungsraum kann ja bei Steuerbord- Krängungen durch die offene Tür nur in den Aufbau entwässern, da das Süll der Tür unterhalb der Höhe des Schanzkleides liegt. In dem Augenblick, in dem die Steuerbord- Öffnung verschlossen wird, kann der Fischverarbeitungsraum nur in den Aufbau entwässern (bei offener Tür). Die Ergebnisse sind also absolut plausibel, lassen aber einen völlig anderen Unfallablauf als wahrscheinlich vermuten, nämlich das sofortige Kentern nach Steuerbord. In den Berechnungen haben wir angenommen, dass die Tür vollständig offen stand und dass die gesamte Öffnung zur Verfügung stand. Wir haben daraufhin die Berechnungen noch einmal wiederholt unter der Annahme, dass die Tür nur teilweise offen war, so dass nicht der gesamte Querschnitt für die Flutung zur Verfügung stand. Die Ergebnisse sind in Abb. 26 in gleicher Weise dargestellt.



**Abbildung 26: Zeitschrieb des Rollwinkels, der Wellenhöhe am Hauptspant sowie der in die Räume eingedrungenen Wassermenge. Geschwindigkeit 2kn, Begegnungswinkel 170 Grad, sign. Periode 9s, sign. Wellenhöhe 4m. Die blaue Kurve zeigt die Wassermenge im Fischverarbeitungsraum, die schwarze die im Aufbau. Gleiche Situation wie Abb. 25, aber Tür nur teilweise geöffnet.**

Auch diese Ergebnisse sind in mehrfacher Hinsicht bemerkenswert: Wie in allen anderen Fällen auch kommt es in der Anfangsphase der Flutung zu einem Überholen nach Steuerbord. In dieser Phase fließt Wasser sowohl durch die Steuerbord- Seitenpforte in den Fischverarbeitungsraum als auch durch die teilgeöffnete Tür in den Aufbau. Das Schiff holt dann nach Backbord über und verbleibt wegen der deutlichen krängenden Momente durch beide freie Oberflächen auch auf Backbord. In den Aufbau läuft jetzt kein Wasser mehr. Durch hohe Wellen wird jetzt gelegentlich etwas Wasser in den Fischverarbeitungsraum geschöpft, es dringt aber kaum noch Wasser ein, und zwar deshalb nicht, weil das Schiff jetzt – wegen der größeren Rolldämpfung und wegen deutlich größerer krängender Momente – eindeutig auf der Backbord- Seite liegen bleibt. Das passt hervorragend zu den bekannten Unfallumständen. Nun nimmt das Schiff in dieser Rechnung nicht genug Wasser auf, um die später festgehaltene Gleichgewichtslage erreichen zu können. Wir haben daher die Berechnungen – wie vorher auch – mit anderen Wellenhöhen wiederholt. Die Ergebnisse für die signifikante Wellenhöhe von 5 m sind in Abb. 27 dargestellt.

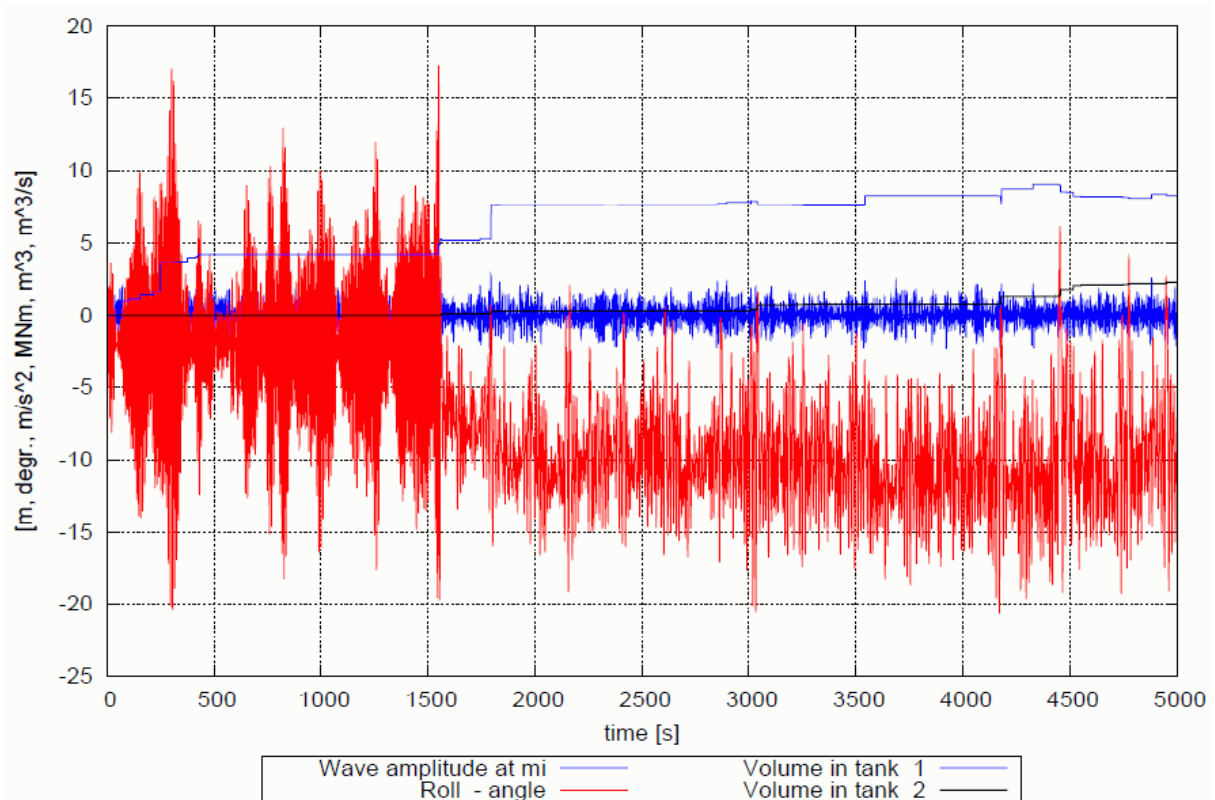


**Abbildung 27: Zeitschrieb des Rollwinkels, der Wellenhöhe am Hauptspant sowie der in die Räume eingedrungenen Wassermenge. Geschwindigkeit 2kn, Begegnungswinkel 170 Grad, sign. Periode 9s, sign. Wellenhöhe 5m. Die blaue Kurve zeigt die Wassermenge im Fischverarbeitungsraum, die schwarze die im Aufbau. Tür nur teilweise geöffnet.**

Die Ergebnisse sind wiederum denen mit 4m Wellenhöhe und voll geöffneter Tür ähnlich. Wegen der heftigen Seegangsbewegungen verbleibt das Schiff auf Steuerbord-Seite, wenn es in der Anfangsphase nach Steuerbord rollt, läuft dann sofort voll und kentert. Es ist aber auch eine Sequenz zu sehen (ab 1400s), bei der das Schiff nicht über Steuerbord kentert, weil es am Anfang nicht heftig genug nach Steuerbord rollt. Es baut sich ein stetiger Krängungswinkel nach Backbord auf, wobei gelegentlich Wasser vom Fischverarbeitungsraum in den Aufbau läuft, ohne dass von außen Wasser in das Schiff eindringt. Nachdem der Aufbau ausreichend vollgelaufen ist, kentert das Schiff am Ende nach Steuerbord, durch Volllaufen. Die Ergebnisse für die Wellenhöhe von 3 m mit teilgeöffneter Tür sind in Abb. 28 dargestellt. Es dringt kaum Wasser in das Schiff ein, und immer wenn das Schiff nach Steuerbord rollt, läuft Wasser in den Aufbau, allerdings nur geringe Mengen. Das Schiff erreicht bei dieser Wellenhöhe öfter einen Steuerbord-Rollwinkel, weil nicht so viel Wasser in den Räumen ist und sich damit nicht so eine große Backbord-Schlagseite einstellt. Die Ergebnisse zeigen insgesamt, dass sich das Schiff in einer extrem instabilen Situation befindet, die durchaus auch eine Kenterung nach Steuerbord sehr wahrscheinlich macht. Dass das Schiff nach Backbord gekentert ist und damit der Besatzung überhaupt die Möglichkeit gab, das Schiff



zu verlassen (nach Steuerbord wäre es sofort gekentert bzw. versunken) war offensichtlich

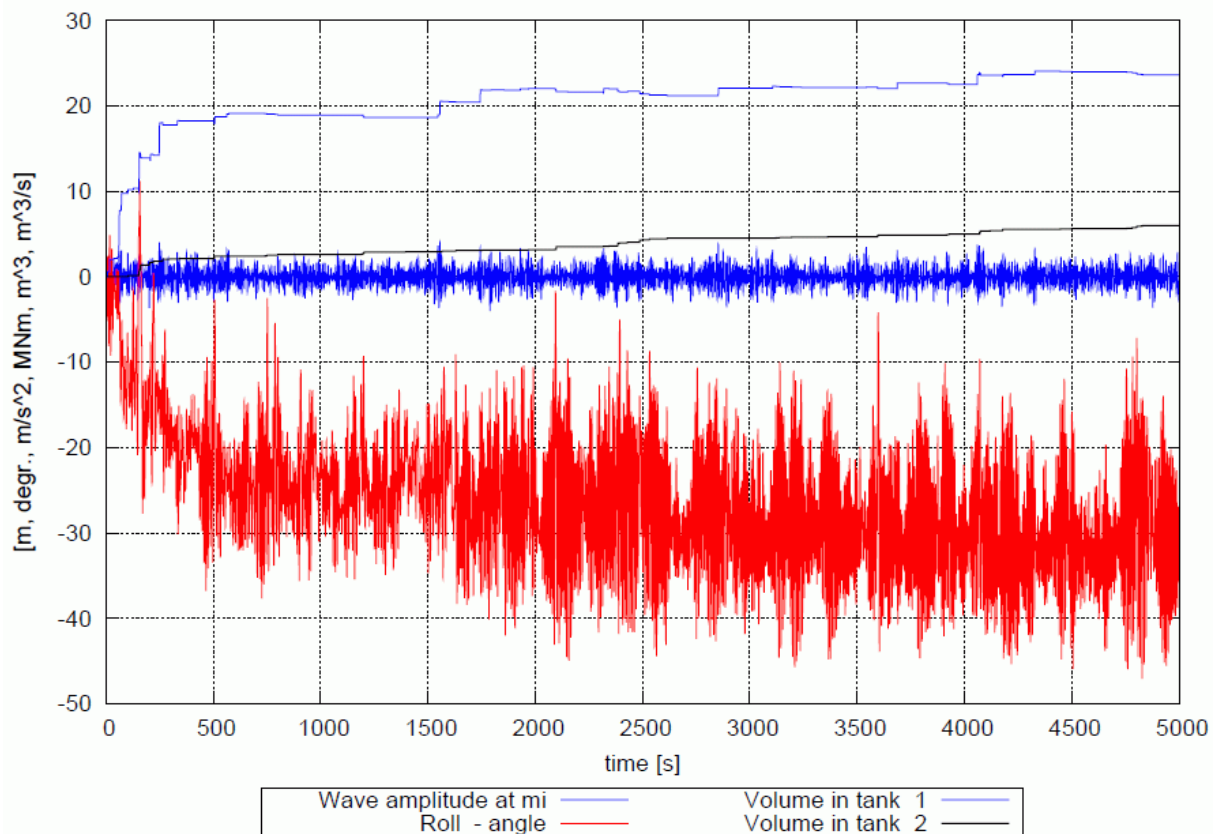


**Abbildung 28: Zeitschrieb des Rollwinkels, der Wellenhöhe am Hauptspant sowie der in die Räume eingedrungenen Wassermenge. Geschwindigkeit 2kn, Begegnungswinkel 170 Grad, sign. Periode 9s, sign. Wellenhöhe 3m. Die blaue Kurve zeigt die Wassermenge im Fischverarbeitungsraum, die schwarze die im Aufbau. Tür nur teilweise geöffnet.**

reiner Zufall und hing nur von den jeweils möglichen Durchflussmengen durch die definitiv offenen Öffnungen ab. Daher haben wir versucht, eine Parameterkombination von Seegangsbedingungen und Öffnungsgrad zu finden, die exakt zu dem dokumentierten Unfall führt. Es zeigte sich dabei, dass signifikante Wellenhöhen größer als 5 m praktisch immer zum Kentern nach Steuerbord führten. Dies war relativ unabhängig von der Durchflussrate durch die Tür, solange diese generell offen war. Andererseits führte bei Wellenhöhen deutlich unter 4.5 m eine zu geringe Durchflussrate durch die Tür dazu, dass die endgültige Gleichgewichtslage nicht erreicht wurde. Dazwischen kam es immer wieder einmal zu einer Kentern nach Steuerbord- Seite. Die Berechnungen zeigen also, dass die Gesamtsituation extrem instabil war. Die beste Annäherung an den Unfall wurde in Abb. 29 erreicht, mit einer Wellenhöhe von 4.5 m und einer halb offenen Tür. Die endgültige Gleichgewichtslage wird dabei knapp nicht erreicht, weil etwas weniger Wasser in den Räumen ist. Dies liegt nach Auffassung des Gutachters wahrscheinlich daran, dass der Durchfluss durch den Aufbau behindert ist. Daher läuft das Wasser nicht so schnell auf die Backbord-Seite, was dem Schiff beim Überholen nach Steuerbord die Möglichkeit gibt, mehr Wasser zu schöpfen. Trotzdem ist der Gutachter der Auffassung, dass der Unfall damit vollständig physikalisch erklärt werden



kann, und dass andere Möglichkeiten aufgrund der Berechnungen und dokumentierten Begleitumstände mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit auszuschließen sind. Dieser wahrscheinlichste Unfallverlauf ist in Abb. 29 zusammengefasst.



**Abbildung 29: Zeitschrieb des Rollwinkels, der Wellenhöhe am Hauptspant sowie der in die Räume eingedrungenen Wassermenge. Geschwindigkeit 2kn, Begegnungswinkel 170 Grad, sign. Periode 9s, sign. Wellenhöhe 4.5m. Die blaue Kurve zeigt die Wassermenge im Fischverarbeitungsraum, die schwarze die im Aufbau. Tür nur teilweise geöffnet.**



# 12 Möglichkeiten zur Vermeidung des Unfalles

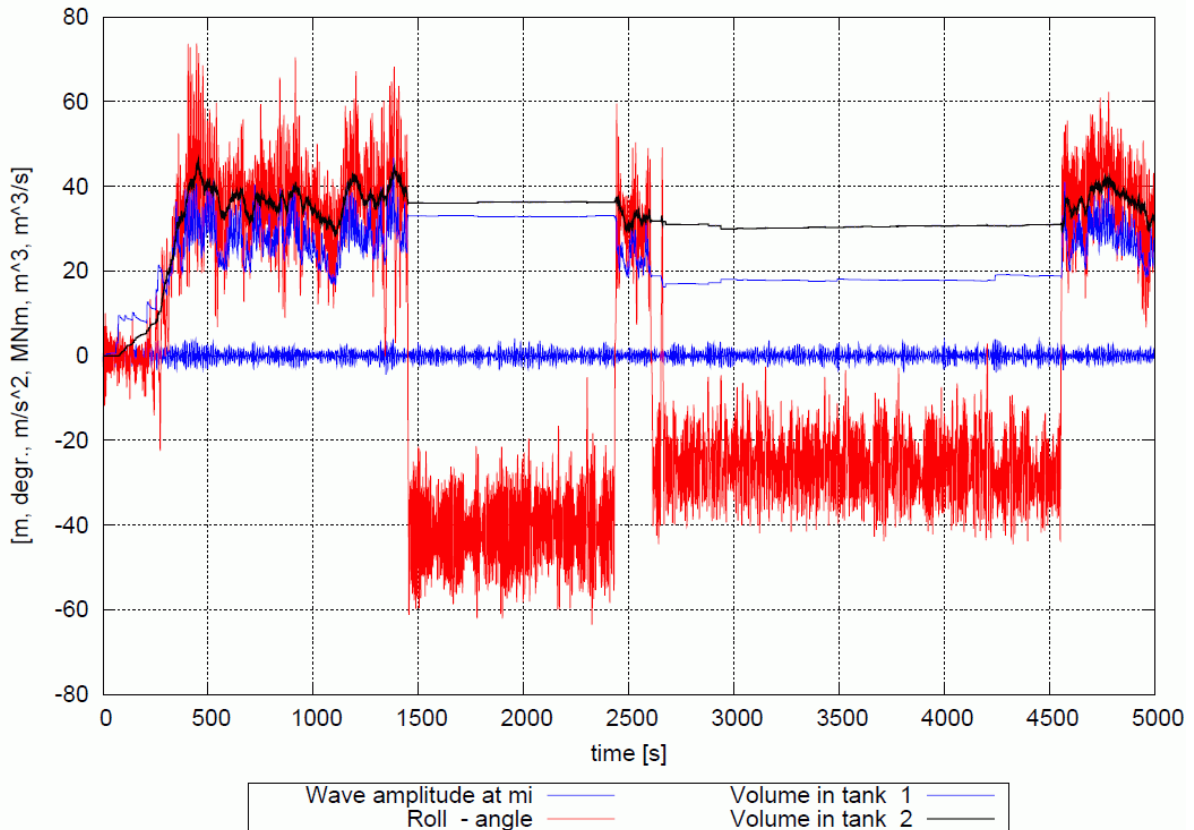
Das Schiff ist definitiv mit einer nicht ausreichenden Stabilität an den Fanggründen eingetroffen. Dies hat zu einer heftigen Rollbewegung geführt, wodurch der Unfall dann ausgelöst worden ist. Daher hat der Gutachter untersucht, was unter den oben gefundenen Bedingungen passiert wäre, wenn

- das Schiff ausreichende Stabilität gehabt hätte
- die Tür in den Aufbau geschlossen gewesen wäre
- das Wasser aus dem oberen Fischverarbeitungsraum wieder hätte ablaufen können

Dazu wurden alle Berechnungen noch einmal mit dem Stabilitätszustand nach Stabilitätsbuch für den Fall „C.I.- Departure from Port with 100% Consumes“ durchgeführt. Die Seegangsrechnung für das intakte Schiff ergab, dass das Schiff jetzt im Seegang nur etwa 17-20 Grad rollt, statt wie vorher bis etwa 30 Grad.

Abb. 30 zeigt dazu den Zeitschrieb für die gleiche Unfallsituation wie Abb. 29, jetzt allerdings mit der Stabilität entsprechend des Stabilitätsbuches.

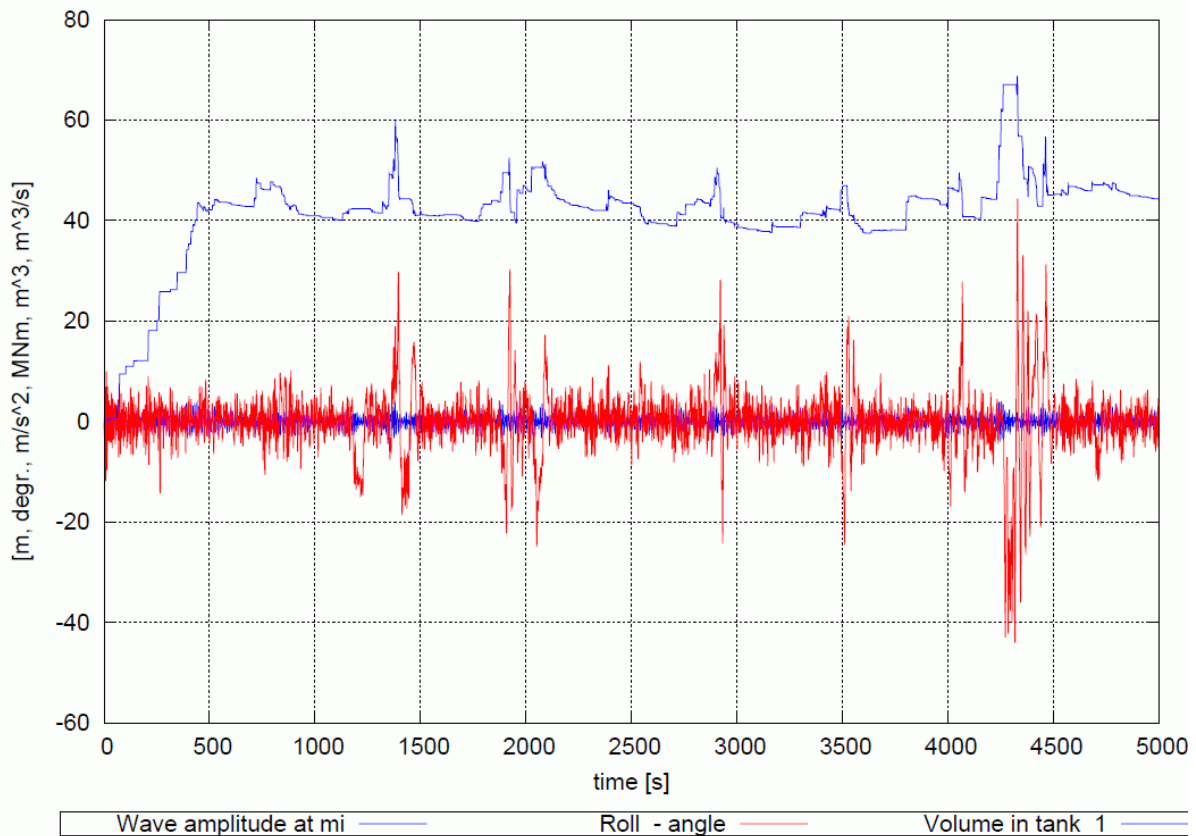




**Abbildung 30: Zeitschrieb des Rollwinkels, der Wellenhöhe am Hauptspant sowie der in die Räume eingedrungenen Wassermenge. Geschwindigkeit 2kn, Begegnungswinkel 170 Grad, sign. Periode 9s, sign. Wellenhöhe 4.5m. Die blaue Kurve zeigt die Wassermenge im Fischverarbeitungsraum, die schwarze die im Aufbau. Tür nur teilweise geöffnet, Stabilität nach Stabilitätsbuch.**

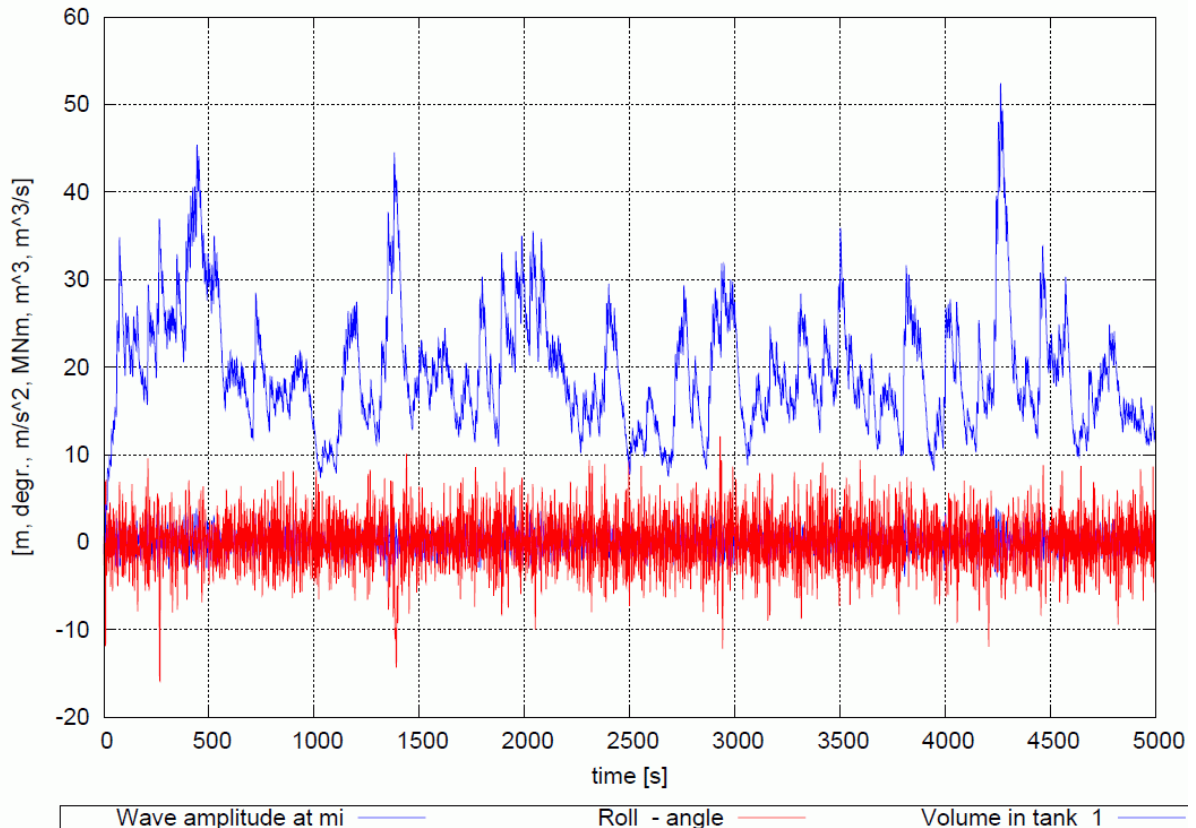
Die Ergebnisse zeigen, dass sich im Prinzip zunächst durch die höhere Stabilität nichts Grundlegendes ändert: Es laufen große Wassermengen in das Schiff herein und auch wieder heraus. Weil jetzt keine eindeutige Vorneigung des Schiffes nach Backbord vorhanden ist, fällt das Schiff sofort nach Steuerbord und verbleibt dort. Das Schiff nimmt große Wassermengen auf, kentert bzw. sinkt im Modell aber nicht, weil die Stabilität ausreichend ist.

Auch ein Überrollen nach Backbord ist möglich. Die Berechnungen bestätigen auch die vorher getroffene Feststellung, dass das Erreichen der dokumentierten Gleichgewichtslage bei höherer Stabilität möglich ist, wenn mehr Wasser in das Schiff eindringt. Das ist eindeutig der Fall, wie der zeitliche Verlauf der Füllmengen in den Räumen zeigt. Diese Annahme findet sich also bestätigt. In der Backbord-Lage sind jetzt etwa 30-35 t Wasser im Fischverarbeitungsraum, im Aufbau 18-30 t. Bei der geringeren Stabilität wäre das Schiff bei diesen Wassermengen auf jeden Fall sofort nach Steuerbord gekentert. Trotzdem wurde der Unfall natürlich durch die verminderte Stabilität begünstigt, auch wenn die zu geringe Stabilität nicht die alleinige Unfallursache ist.



**Abbildung 31: Zeitschrieb des Rollwinkels, der Wellenhöhe am Hauptspant sowie der in den Fischverarbeitungsraum eingedrungenen Wassermenge. Geschwindigkeit 2kn, Begegnungswinkel 170 Grad, sign. Periode 9s, sign. Wellenhöhe 4.5m. Die blaue Kurve zeigt die Wassermenge im Fischverarbeitungsraum. Stabilität nach Stabilitätsbuch. Tür in den Aufbau geschlossen.**

Die Ergebnisse bei geschlossener Tür in den Aufbau sind in Abb. 31 dargestellt. Man erkennt, dass das Schiff jetzt kaum noch rollt, weil die in den Raum eingedrungene Wassermenge die Rollbewegung stark dämpft. Das Schiff kommt bei ordnungsgemäßer Stabilität nur für sehr große Füllmengen zu einer negativen Anfangsstabilität, so dass es trotz großer Füllmengen immer um die aufrechte Lage rollt. Lediglich nach etwa 4200 kommt sehr viel Wasser in den Raum, wodurch die Anfangsstabilität vernichtet wird. Das Schiff rollt jetzt durch die See nach Backbord, so dass das Wasser einige Zeit im Raum verbleiben kann. Sowie das Schiff aber durch die See nach Steuerbord geworfen wird, läuft das Wasser wieder aus dem Raum heraus, die kritische Wassermenge wird unterschritten und das Schiff rollt wieder um die aufrechte Lage. Auch wenn gelegentlich einmal ein größerer Rollwinkel erreicht wird, ist das Schiff nicht wirklich gefährdet.



**Abbildung 32: Zeitschrieb des Rollwinkels, der Wellenhöhe am Hauptspant sowie der in den Fischverarbeitungsraum eingedrungenen Wassermenge. Geschwindigkeit 2kn, Begegnungswinkel 170 Grad, sign. Periode 9s, sign. Wellenhöhe 4.5m. Die blaue Kurve zeigt die Wassermenge im Fischverarbeitungsraum. Stabilität nach Stabilitätsbuch. Tür in den Aufbau geschlossen. Wasserablaufpforten 1000 mm x 300 mm auf beiden Seiten.**

Abb. 32 zeigt den zeitlichen Verlauf des Rollwinkels und die in den oberen Fischverarbeitungsraum eingedrungene Wassermenge, wenn die Tür in den Aufbau geschlossen ist und gleichzeitig Wasserablaufpforten vorhanden sind. Um den Effekt zu zeigen, wurde auf beiden Seiten je eine Pforte der Größe 1000 mm x 300 mm auf Höhe des Hauptdecks angeordnet. Anders als die reale Ausführung lassen die Pforten im Modell das Wasser in beide Richtungen durch, d. h. der Rückschlagdeckel ist nicht modelliert worden. So gelangt – anders als in realiter – eine erhebliche Wassermenge in den oberen Fischverarbeitungsraum, diese läuft aber auch wieder ab. Man erkennt, dass auch bei dieser extrem konservativen Modellierung keine großen Rollwinkel auftauchen. Das lässt aus Sicht des Gutachters folgende Schlüsse zu:

- Wenn der Fischverarbeitungsraum vorschriftenkonform hätte entwässert werden können, wäre es bei regelkonformer Stabilität nicht zu großen Rollwinkeln gekommen.
- Wäre die Tür in den Aufbau nicht zumindest teilweise offen gewesen, dann wäre auch bei großen Rollwinkeln das Schiff auch dann nicht gefährdet gewesen, wenn Wasser in den Fischverarbeitungsraum eingedrungen wäre. Denn ein Teil des eingedrungenen Wassers wä-



re durch die auf Steuerbordseite im Rezzess vorhandene Wasserablaufpforte ja bei Steuerbordkrängungen abgelaufen.

- Wäre die Stabilität entsprechend der Regeln gewesen, dann hätte das Schiff deutlich mehr Wasser im oberen Fischverarbeitungsraum ertragen können. Dabei hat die Vorneigung nach Backbord im Unfallzustand nach Auffassung des Gutachters dafür gesorgt, dass der Unfall noch relativ glimpflich abgelaufen ist. Wäre das Schiff nach der Steuerbordseite gefallen, dann wäre es sofort vollgelaufen, und die Besatzung hätte wahrscheinlich keine Möglichkeit mehr gehabt, das Schiff verlassen zu können.

Der Unfall ist also ursächlich auf eine Kausalkette von Umständen zurückzuführen, die nach Auffassung des Gutachters dadurch bedingt waren, dass zu viele sicherheitsrelevante Regeln von verschiedenen Beteiligten nicht eingehalten worden sind. Dabei ist es heute möglich, durch die Fortschritte in der Berechnungstechnik solche Unfälle eindeutig aufklären zu können.