

Simulation Study		Dipl.Naut. Captain Hermann von Morgenstern
„Offshore Terminal Bremerhaven S-01“		
Project : 949_BRP_Offshore Terminal S-01	Sachstand 18. Jan. 2011	Date: 20. Januar 2011

Zusammenfassung der Erkenntnisse aus den Simulationen

„Befahren des Blexer Bogens“ -Session 1a-

Abschlussgespräch am 18. Januar 2011

Veranlassung

In der im November 2010 durchgeführten Untersuchung hatte sich herausgestellt, dass das Durchlaufen des Blexer Bogens mit ausgehenden Massengutschiffen unter bestimmten Tidebedingungen mit dem eingesetzten groben Strömungsmodell als grenzwertig zu bezeichnen war und somit noch keine endgültigen und belastbaren Aussagen für beide Verkehrsrichtungen, sondern nur für den einkommenden Verkehr gemacht werden konnten.

Bei den im November gefahrenen ausgehenden Läufen mit Massengutschiffen, bei denen die Bahnführung in der östlichen Trassenhälfte des Blexer Bogens erfolgte, kam es zu den besagten grenzwertigen Bedingungen im Bereich des Übergangs des nördlichen Zufahrtstrichters und der Fahrrinne. Unabhängig von Windrichtung und -stärke konnte die notwendige Drehgeschwindigkeit nur mit „Hart-Ruderlage“ und teilweise Maschine „Voll Voraus“ nur mühsam aufgebaut werden.

Da dieses ein gravierender Einschnitt in die sichere Bahnführung wäre, verursacht durch die geplante Baumaßnahme, musste dieses Problem intensiv untersucht werden.

Eine Betrachtung der Strömungsvektoren in dem besagten Bereich zeigte, dass hierfür mit hoher Wahrscheinlichkeit das eingesetzte grobe Strömungsmodell ursächlich sein könnte.

Daher wurde entschieden, die ausgehenden Läufe erst nach Fertigstellung des Strömungsmodells auf Grundlage des verfeinerten Rasters in einem weiteren Untersuchungsabschnitt durchzuführen.

Dieses Strömungsmodell wurde von der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) Ende Dezember fertiggestellt und in das Simulationsmodell integriert.

Da keine weiteren Änderungen am Simulationsmodell vorgenommen wurden, wird in dieser Kurzfassung auf weitere Einzelheiten bezüglich der Realisierung der Untersuchungsumgebung verzichtet und auf die vom 6. November 2010 verwiesen.

Simulation Study		Dipl.Naut. Captain Hermann von Morgenstern
„Offshore Terminal Bremerhaven S-01“		
Project : 949_BRP_Offshore Terminal S-01	Sachstand 18. Jan. 2011	Date: 20. Januar 2011

Aufgabe dieser Simulationen (Session 1a)

Die Aufgabe dieser zweiten Simulationsreihe war wiederum die Durchführung, Dokumentation und Bewertung von nautischen Fahrversuchen zur Untersuchung

- a.) eines Layouts für die bauliche Gestaltung des Offshore-Terminals und
b.) den Auswirkungen auf den durchgehenden Schiffsverkehr.**

Die Aufgabenstellung der zwei angesetzten Untersuchungstage war dabei auf die Überprüfung des ausgehenden Verkehrs und zulässiger Begegnungen beschränkt.

Details:

- Durchführung von
 - Ausgehende Einzelfahrten verschiedener Schiffe zur Bestimmung des Flächenbedarfes und der machbaren Bahnführung
 - Begegnungsmanöver, soweit in diesem Bereich zulässig
- Mit verschiedenen Untersuchungsschiffen (Massengutschiffe unterschiedlicher Größen und Tiefgänge, sowie einem Autotransporter)
- Bei verschiedenen Wetter- und Umweltbedingungen
- Bei unterschiedlichen Tidebedingungen
- Mit Belegung des OTB und weiterer Pierplätze

Umsetzung und Durchführung

Zur Beantwortung der wesentlichen Fragestellungen hinsichtlich der Befahrbarkeit des Blexer Bogens bei ausgehendem Verkehr und Begegnungen unter Einbeziehung der Fahrrinnenverschwenkung und der momentanen Planungsgrößen des OTB wurden am 17. und 18. Januar 2011 (2 Simulationstage) insgesamt weitere 22 Versuchsläufe (30 Läufe in der November-Session) gefahren.

Die relativ hohe Anzahl von Versuchsläufen ergibt sich aus der Tatsache, dass in dieser Untersuchungsphase mit zwei Brücken gefahren werden konnte, d.h., es konnten sowohl zwei Läufe parallel (z.B. mit unterschiedlichen Umweltparametern) als auch zwei komplette Eigenschiffsmodelle für die Untersuchung der Machbarkeit von Begegnungsmanövern in einem Szenario gefahren werden.

Gerade Letzteres (Begegnungsmanöver) verlangt den Einsatz komplett gerechneter mathematischer Modelle, um den Effekt „Schiff-Schiff-Interaktion“ realistisch nachbilden zu können.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde in Abstimmung mit bremenports auch ein zukünftig zu erwartendes, von Brake ausgehendes Massengutschiff mit einem Tiefgang von 12.5 Meter

Simulation Study		Dipl.Naut. Captain Hermann von Morgenstern
„Offshore Terminal Bremerhaven S-01“		
Project : 949_BRP_Offshore Terminal S-01	Sachstand 18. Jan. 2011	Date: 20. Januar 2011

eingesetzt, für das die Tidebedingung so gewählt war, dass das Fahrzeug etwa 1 ½ Stunden nach Tidehochwasser –Alter Leuchtturm-, also bei Stauwasser und gerade einsetzender Ebbe den Blexer Bogen durchlief und für das die folgenden Kernergebnisse in gleicher Weise angesetzt werden können.

Erkenntnisse aus diesen Simulationsläufen (Session 1a)

In der Ergebnisdarstellung der Untersuchungsläufe vom November 2011 findet sich folgender Text:

- *Bei ausgehenden Läufen mit Massengutschiffen, bei denen die Bahnführung in der östlichen Trassenhälfte des Blexer Bogens erfolgte, kam es zu grenzwertigen Bedingungen im Bereich des Übergangs des nördlichen Zufahrtstrichters und der Fahrrinne. Unabhängig von Windrichtung und –stärke konnte die notwendige Drehgeschwindigkeit nur mit „Hart-Ruderlage“ und teilweise Maschine „Voll Voraus“ nur mühsam aufgebaut werden.*

Auf Grundlage der Ergebnisse der Läufe der Session 1a mit dem verfeinerten Strömungsmodell kann zunächst konstatiert werden:

- **Das gröbere Strömungsmodell der Session 1 war primär der ausschlaggebende Behinderungsfaktor der notwendigen sicheren Bahnführung der ausgehenden Massengutschiffe.**

Die Laufergebnisse der Session 1a zeigen, dass mit der Implementierung eines verfeinerten und damit auch realistischeren Strömungsmodells

- **eine sichere Bahnführung der ausgehenden Massengutschiffe realisierbar ist und**
- **dies auch unter dem Aspekt zulässiger Begegnungen**

Diese Kernaussagen bedürfen aber einer dezidierten Betrachtung, da gewisse Randbedingungen nicht nur eine Rolle für die hier untersuchten Fahrzeuge spielen, sondern in übergeordnetem Sinne auch für den Gesamtverkehr (Fähren, kleinere kommerzielle Fahrzeuge, sonstiger Individualverkehr usw.).

Die Betrachtungsgrößen die sich jetzt aus der Gesamtheit aller verfügbaren Simulationsläufe, sowohl der einkommenden (Session 1) als auch jetzt der ausgehenden (Session 1a), beziehen sich auf folgende Aspekte:

- **Bahnführungsstrategie**
- **Machbare bzw. erzielbare Bahnführungen**
- **Flächenverfügbarkeit und Flächenbedarf**
- **Verkehrsdichte**
- **Begegnungsmöglichkeiten und**
- **Einfluss von Störgrößen (Wind und Strom)**

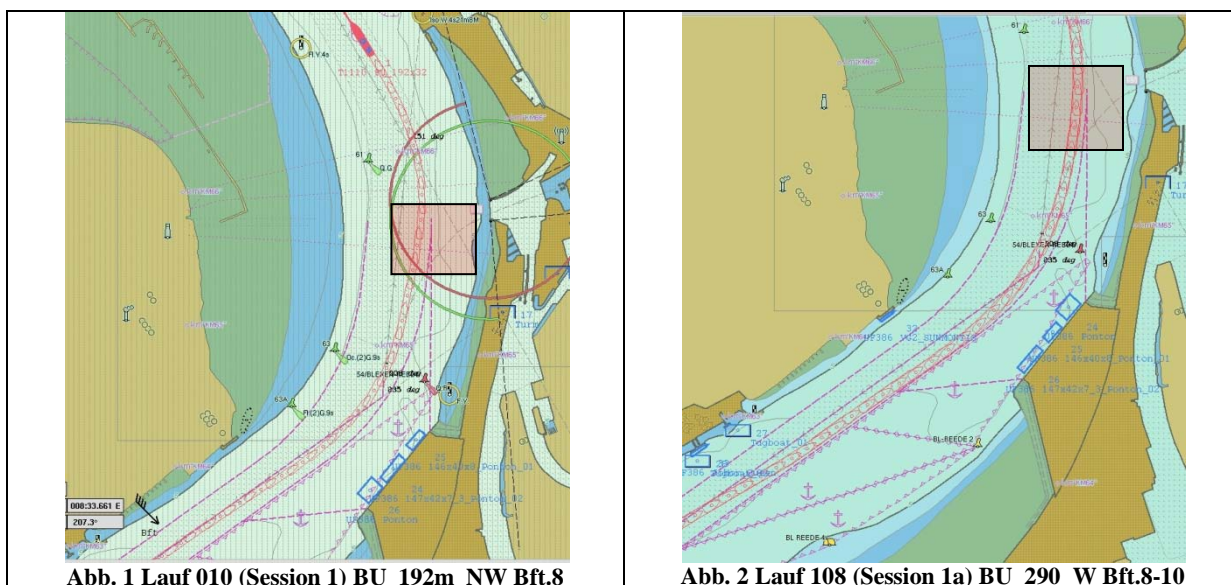
Simulation Study
„Offshore Terminal Bremerhaven S-01“

Dipl.Naut. Captain
Hermann von Morgenstern

Project : 949_BRP_Offshore Terminal S-01 **Sachstand 18. Jan. 2011**

Date: 20. Januar 2011

Die aufgeführten Betrachtungsaspekte können in dieser Kurzfassung der Ergebnisbewertung nur im Kern beleuchtet und beispielhaft angerissen werden. Eine ausführliche Evaluierung aller Simulationsläufe kann erst nach Vorliegen und Auswerten aller physikalischen Simulationsdaten erfolgen, was in dem noch zu erstellenden Abschlussbericht geschehen wird.



Die beiden obigen Abbildungen 1+2 aus den Sessions 1 und 1a zeigen beispielhaft unter den Aspekten **Bahnführung und Bahnführungsstrategie**, dass diese nahezu identisch sind, wobei in Lauf 108 ein um 100 Meter längeres Schiff zum Einsatz gekommen ist und die Störgröße Wind in Böen um 2 Beaufortstärken höher war. Der Tidezeitpunkt dagegen war bei beiden Läufen der gleiche, die Schiffe durchfuhren den Blexer Bogen zu Tidehochwasser - Bremerhaven Alter Leuchtturm, d.h., es setzte noch ein Flutstrom von etwa 1,5 bis 1,6 Knoten.

Obwohl die Bahnführung in beiden Läufen identisch war, so ist es von immenser Bedeutung die sichere Machbarkeit der Bahnführungen beider Schiffe zu betrachten.

- In Lauf 010 (Abb.1) konnte das Fahrzeug nur mit höherer Grundgeschwindigkeit (ca. 10 Knoten) und im eingezeichneten Problembereich nur unter zeitlich längerer Nutzung der maximalen Steuerkraft (Maschine auf „Voraus Voll“ und Hart-Ruderlage) die Bahnführung erreichen, muss also als grenzwertig bezeichnet werden.
- In Lauf 108 (Abb.2) konnte dagegen das selbst 100 Meter längere Fahrzeug sowohl mit einer geringeren Grundgeschwindigkeit (ca. 8 Knoten) als auch einer mit Reserven versehenen Steuerkraft (dosierter Einsatz der Maschine und/oder des Ruders) den Blexer Bogen durchlaufen.

Diese Laufergebnisse bestätigen die in Session 1 erwähnte Vermutung, dass das grobe Strömungsmodell die primäre Ursache der deutlich erschwerten ausgehenden Passage des Blexer Bogens in der Simulation darstellte.

Simulation Study		Dipl.Naut. Captain Hermann von Morgenstern
„Offshore Terminal Bremerhaven S-01“		
Project : 949_BRP_Offshore Terminal S-01	Sachstand 18. Jan. 2011	Date: 20. Januar 2011

Sowohl aus den Laufergebnissen als auch den De-Briefingsgesprächen kann unter dem Aspekt „**sichere Machbarkeit**“ ferner statiert werden, dass

- mit mittlerer Bahnführung und/oder einem Durchlaufen des Blexer Bogens zu einem späteren Tidezeitpunkt (bis etwa 1 – 1 ½ Stunden nach THW) und somit bei Stauwasser bzw. einsetzender Ebbe, die Bahnführung stetig vereinfacht wird und dadurch eine größere Fehlertoleranz besteht bzw. auf unvorhergesehenen Störungen (z.B. Zunahme der Windgeschwindigkeiten durch Böen) sicherer reagiert werden kann

Nach Aussage der beteiligten Lotsen ist die bevorzugte **Fahrstrategie** das Schiff nach Passieren der Tonne „56/Blexen Reede“ von der Trassenmitte in die Mitte der ausgehenden Trassenhälfte zu führen, es mindestens jedoch mit der Backbordseite an der Trassenmitte zu halten. Dieses um einerseits Begegnungsverkehr zu ermöglichen, andererseits vergrößert sich damit auch der Radius des abzulaufenden Bogens, was die Bahnführung in geringerem Umfang erleichtert.

Diese grundsätzliche Fahrstrategie, nämlich das Fahrzeug weiter im östlichen Teil der Trasse zu führen, unabhängig ob eine Begegnung im Blexer Bogen stattfindet oder nicht, hat im Zusammenhang mit dem **Flächenbedarf** zu beachtende Konsequenzen.

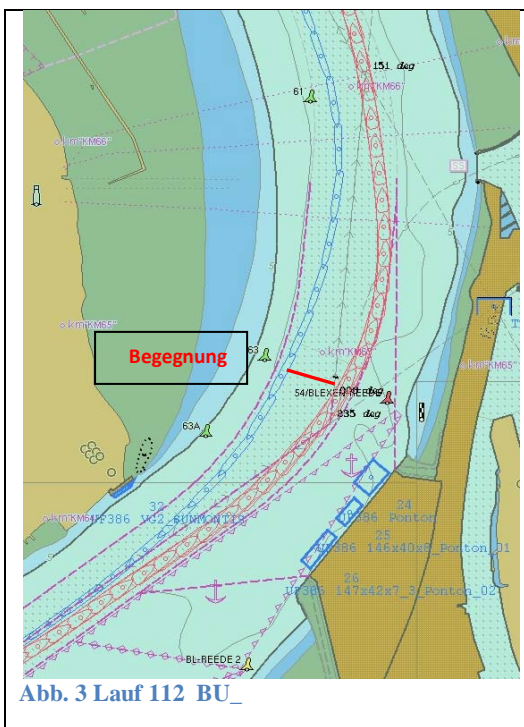


Abb. 3 Lauf 112 BU_

Im Verlauf des Durchfahrens des Blexer Bogens sind beide Schiffe in gewissen Bereichen dicht an den Trassenrand gekommen.

- Dadurch war in diesem Falle eine durch minimierte „Schiff-Schiff-Interaktion“ (nur das kleinere einkommende Schiff erfuhr ein leichtes Backbord-Drehmoment) sichere Passage möglich.

Allerdings zeigt dieser Lauf ebenso wie die anderen Läufe dieser Session auch, dass

- die in der Breite geplante verfügbare Trassenfläche in vollem Umfang vorhanden sein und vorgehalten werden muss, um sichere Bahnführungen inklusive Begegnungen im Blexer Bogen zu ermöglichen.

Daneben zeigt das Laufergebnis aus der Abb.3 als auch die der während dieser Session durchgeführten

Begegnungsmanöver, dass

- Begegnungsmanöver im Rahmen der bestehenden Regelungen und unter Beachtung einzelner Randbedingungen wie z.B. Bahnführung in der Wechselbeziehung zur verfügbaren Fläche, weiterhin mit der notwendigen Sicherheit im Blexer Bogen durchführbar sind.

Simulation Study		Dipl.Naut. Captain Hermann von Morgenstern
„Offshore Terminal Bremerhaven S-01“		
Project : 949_BRP_Offshore Terminal S-01	Sachstand 18. Jan. 2011	Date: 20. Januar 2011

Unter dem Aspekt **Störgrößen (Wind und Strom)** mit ihrem Einfluss auf die zu erhaltende Sicherheit der Bahnführung im Blexer Bogen kann zunächst grundsätzlich gesagt werden, dass

- **auch für das ausgehende Fahrzeug gilt, dass, ähnlich wie schon im vorangegangenen Protokoll für das einkommende erwähnt, eine direkte Wechselbeziehung zwischen beiden Störgrößen und der zu fahrenden Geschwindigkeit zur Erzielung einer sicheren Bahnführung im Blexer Bogen besteht.**
- **Bei Windstärken oberhalb Beaufortstärke 8 erfahren auch die Massengutschiffe deutlich spürbare Drehmomente (Giermomente), die mit einer adäquaten Steuerkraft kompensiert werden müssen.**
- **Die zusätzlich benötigte Steuerkraft muss dabei nicht nur durch größere Ruderlagen sondern durch erhöhte Propellerdrehzahlen mit einer daraus resultierenden Fahrterhöhung erzeugt werden.**

Wie schon an anderer Stelle gesagt, war es das Bestreben der Lotsen eine der Störkräfte angemessene Fahrgeschwindigkeit zu wählen, die es erlaubt, den Blexer Bogen ohne zeitlich längeren Einsatz der maximal verfügbaren Propellerdrehzahlen und der maximalen Ruderlage zu durchlaufen.

Diese Grundstrategie, die ausschließlich der Sicherheit der Bahnführung dient, führt zu einer Variation der Passiergeschwindigkeit des OTB in Abhängigkeit der Größe des jeweiligen Störfaktors.

Ohne jetzt schon auf genauere Zahlen zurückgreifen zu können, kann aus den Laufbeobachtungen abgeleitet werden, dass

- **mit einem Geschwindigkeitsprofil im Blexer Bogen und damit auch im Bereich des OTB gerechnet werden muss, welches in der Größenordnung von etwa 8 bis 12 Knoten durchs Wasser liegt und aus den besagten Gründen der sicheren Bahnführung von den Lotsen nicht unterschritten werden darf.**

Projiziert man das Geschwindigkeitsprofil der ausgehenden Schiffe auf ein Abstandsprofil (Distanz des ausgehenden Schiffes zu Fahrzeugen am OTB) zum OTB, so wird deutlich, dass die ausgehenden Schiffe bei einem ähnlichen Geschwindigkeitsprofil welches für die einkommenden Schiffe ermittelt wurde, das OTB jedoch deutlich dichter passieren.

Es gilt also hier in besonderem Maße zu prüfen.

- **inwieweit die auslaufende Massengutschiffe, die wegen der Windgeschwindigkeit und der angestrebten sicheren (östlichen) Bahnführung im Blexer Bogen zu fahren haben und gleichzeitig keine signifikante Fahrtreduzierung durchführen können, Einfluss auf Fahrzeuge, die am OTB festgemacht sind, nehmen können.**

Simulation Study		Dipl.Naut. Captain Hermann von Morgenstern
„Offshore Terminal Bremerhaven S-01“		
Project : 949_BRP_Offshore Terminal S-01	Sachstand 18. Jan. 2011	Date: 20. Januar 2011

Zu prüfen wären hier die möglichen Absunkgrößen sowie Längs- und Querschleunigungen dieser Fahrzeuge um daraus die Vertägungsgrundgrößen der Schiffe abzuleiten.

Während des Abschlussgespräches wurde von den beteiligten Experten einerseits bestätigt, dass

- **das Befahren des Blexer Bogens bei Realisierung des OTB und der östlichen Verlegung der Trasse sowohl einlaufend als auch auslaufend inklusive Begegnungen zulässiger Schiffsgrößen weiterhin machbar ist und somit das OTB keinen signifikant negativen Einfluss nimmt und dass**
- **das Durchlaufen des Blexer Bogens eine höhere Präzision der Bahnführung wegen z.B. fehlender Ausweichmöglichkeit auf die dann nicht mehr vorhandene „Blexen Reede“ verlangt.**

Allerdings wurde von den anwesenden Experten auch darauf hingewiesen, dass neben dem nautischen Prozess „Befahren des Blexer Bogens“, wie er in den beiden bisherigen Simulationsabschnitten zu bewerten war, weitere Randgrößen in die Gesamtbetrachtung zur Erhaltung der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs einzubeziehen, zu bewerten und abzuwägen sind.

Zu diesen Größen, die zusätzlich zu den bisher gewonnenen Erkenntnissen hinsichtlich der sicheren Befahrbarkeit des Blexer Bogens zu berücksichtigen sind, zählten:

- **Der Wegfall eines großen Teils der Blexen Reede und die dadurch entstehende**
- **Veränderung des Verkehrsflusses**

Es ist zu bedenken, dass durch eine Etablierung des OTB große Teile für kleinere Schiffe und solche mit geringerem Tiefgang befahrbare Wasserflächen (Blexen Reede) nicht mehr zur Verfügung stehen werden.

- **Dadurch wird die dann zu erwartende Verkehrsdichte im Blexer Bogen im Vergleich zur heutigen Situation bei mindestens gleicher Schiffsanzahl höher ausfallen, da alle Schiffe jetzt die verfügbare Fahrwasserfläche nutzen müssen, d.h. nicht nur die großen Seeschiffe der Simulationsuntersuchung sondern auch die kleineren kommerziellen Schiffe und jeder weitere Individualverkehr.**

Höhere Verkehrsdichten wurden in den Simulationsuntersuchungen nicht berücksichtigt, da zunächst die Frage der grundsätzlich sicheren Bahnführung großer Seeschiffe durch den Blexer Bogen unter Einbeziehung des geplanten OTB zu beantworten war.

Obgleich heutige Simulatoren in der Lage sind eine Vielzahl von Schiffen innerhalb eines Szenarios darzustellen, sind sie jedoch in der entscheidenden Anzahl individuell gesteuerter Eigenschiffe eingeschränkt. Je nach Simulator bewegt sich diese Zahl zwischen 1 bis 4, teilweise auch bis 8 Eigenschiffe. Diese Zahlen spiegeln die technische Realisierung wider, entscheidend

Simulation Study		Dipl.Naut. Captain Hermann von Morgenstern
„Offshore Terminal Bremerhaven S-01“		
Project : 949_BRP_Offshore Terminal S-01	Sachstand 18. Jan. 2011	Date: 20. Januar 2011

ist jedoch für solche Verkehrsuntersuchungen, wie viele Schiffsbrücken mit einem ausreichend großem Sichtsystem vorhanden sind.

Untersuchungen zu Fragen der sich verändernden Verhältnisse durch Veränderungen der Verkehrsdichte (z.B. durch Verkleinerung eines Fahrwassers oder erhöhtem Schiffsaufkommen) können mithilfe von Schiffsführungssimulatoren nur bedingt beantwortet werden. Variationen im Schiffsaufkommen, der Verkehrszusammensetzung und insbesondere die individuellen Verhaltensmuster verschiedenster Schiffsführer würden einerseits einen nicht mehr vertretbaren Zeit- und Kostenaufwand verursachen, andererseits ist trotzdem nicht garantiert, dass alle möglichen Kombinationen erfasst worden sind.

Wie eingangs schon erwähnt, zielen die in diesem Kurzbericht erwähnten Erkenntnisse und Kernaussagen primär auf die Untersuchung des ausgehenden Verkehrs ab und ergänzen damit den Kurzbericht des ersten Untersuchungsabschnitts dahingehend, dass jetzt Aussagen über den auslaufenden Verkehr und Begegnungen gemacht werden können.

Eine vertiefende Evaluierung aller Laufergebnisse sowie die über die grundsätzliche Fragestellung hinausgehenden Aspekte, wie oben angerissen, erfolgt nach Auswertung aller vorhandener Daten im Abschlussbericht.

Simulation Study		Dipl.Naut. Captain Hermann von Morgenstern
„Offshore Terminal Bremerhaven S-01“		
Project : 949_BRP_Offshore Terminal S-01	Sachstand 18. Jan. 2011	Date: 20. Januar 2011

Anlage 1 Laufübersicht Session 1a

Nr.	Schiffstyp L / B [m]	Tfg [m]	In out	Manöverart	Strom	Wind		Bemerkungen
						Rtg	Bft.	
101	BU_230_32	12,2	Out	Standard Auslaufen	F 2.2	W	7-9	
102	BU_230_32	12,2	Out	Standard Auslaufen	F 2.2	E	7-9	
103	BU_230_32	12,2	Out	Standard Auslaufen	F 2.2	E	7-9	
104	BU_230_32	12,2	Out	Standard Auslaufen	F 2.2	W	7-9	
105	BU_230_32	12,2	Out	Standard Auslaufen	F 2.2	W	5-7	
106	BU_230_32	12,2	Out	Standard Auslaufen	F 2.2	E	7-9	
107	BU_230_32	12,2		Begegnung	F 2.2	W	7-9	2.Schiff: BU_190_25
108	BU_290_46	12.9	out	Standard Auslaufen	F 2.2	W	7-9	
109	BU_290_46	12.9	out	Standard Auslaufen	F 2.2	E	7-9	
110	BU_290_46	12.9	out	Standard Auslaufen	nil	Nil	Nil	
111	BU_230_32	12,2	out	Standard Auslaufen	nil	Nil	Nil	
112	BU_290_46	12.9		Begegnung	F 2.2	E	7-9	2.Schiff: BU_190_25
113	BU_230_32	12,2	out	Standard Auslaufen	F 2.2	NW	7-9	
114	BU_230_32	12,2	out	Standard Auslaufen	F 2.2	E	7-9	
115	BU_270_32	11.9	out	Standard Auslaufen	F 2.2	NW	7-9	
116	BU_270_32	11.9	out	Standard Auslaufen	F 2.2	E	7-9	
117	BU_290_46	12.9	out	Standard Auslaufen	F 2.2	NW	8-10	
118	BU_290_46	12.9	out	Standard Auslaufen	F 2.2	E	8-10	
119	BU_230_32	12.5	out	Standard Auslaufen	E 1.1	NW	8-10	Neuer Brake-Max
120	BU_230_32	12.5	out	Standard Auslaufen	E 1.1	E	8-10	Neuer Brake-Max
121	BU_290_46	12.9		Begegnung	F 2.2	NW	8-10	2.Schiff: CC_229_32
122	BU_290_46	12.9		Begegnung	F 2.2	E	7-9	2.Schiff: CC_229_32

Anmerkungen:

Spalte Schiffstyp: BU -> Massengutschiff CC -> Autotransporter

Spalte Strom: F -> Flutstrom E -> Ebbstrom jeweils die Strömungsgeschwindigkeit zu Laufbeginn

Die Tidezeiten mit den jeweils resultierenden Strömen wurden entsprechend des gültigen Tidefahrplans gewählt.