

<b>Simulation Study</b>		<b>Dipl.Naut. Captain Hermann von Morgenstern</b>
<b>„Offshore Terminal Bremerhaven S-01“</b>		
Project : 949_BRP_Offshore Terminal S-01	<b>Sachstand 5. Nov. 2010</b>	Date: 6. November 2010

## **Zusammenfassung der Erkenntnisse aus den Simulationen**

### **„Befahren des Blexer Bogens“**

Abschlussgespräch am 5. November 2010

---

#### **Aufgabe dieser Simulationen**

Die Aufgabe dieser Simulationsreihe war 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.**

Hinsichtlich der Lage der Fahrrinne und der Wassertiefe war die derzeit von der WSV beantragte Fahrrinnenverschwenkung im Bereich des Blexer Bogens zugrunde zu legen (Planfeststellungsbeschluss wird im Herbst 2010 erwartet).

Im Rahmen dieser Simulationsstudie (Untersuchungsphase 1) sollten zunächst die Auswirkungen auf den durchgehenden Verkehr untersucht, beschrieben und bewertet werden.

#### **Details:**

- Durchführung von
  - Einzelfahrten verschiedener Schiffe zur Bestimmung des Flächenbedarfes und der machbaren Bahnführung
  - Überhol- und 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

#### **Realisierung der Simulationsumgebung**

Für die Fahrversuche wurde ein neues Untersuchungsgebiet des Weserrevis unter Berücksichtigung der geplanten Fahrrinnenverschwenkung im Blexer Bogen und dem momentanen Planungsstand des Offshore Terminals Bremerhaven (ZNR Lageplan 270m) erstellt.

Zur Ermittlung und Berechnung der hydraulischen/hydrodynamischen Größen wurde ein digitales Geländemodell auf Basis von Geländedaten der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) erstellt (Datenfile der BAW: grob\_OTB\_topoab\_tp.xyz).

<b>Simulation Study</b>		<b>Dipl.Naut. Captain Hermann von Morgenstern</b>
<b>„Offshore Terminal Bremerhaven S-01“</b>		
Project : 949_BRP_Offshore Terminal S-01	<b>Sachstand 5. Nov. 2010</b>	Date: 6. November 2010

Mithilfe des genannten Geländemodells, welches sowohl die Fahrrinnenverschwenkung als auch die Planungsgrößen des OTB enthält, wurde von der BAW ein Strömungsmodell einer kompletten Tide (mittlere Springtide) erstellt und dieses in die Simulation implementiert.

Die wegen der Fahrrinnenverschwenkung notwendig werdende Verlegung der Richtfeuer (OF) wurde vorgenommen.

Alle zum Einsatz gekommenen Schiffe wurden vor dem ersten Lauf zusammen mit den teilnehmenden Experten (Fahrlotsen) einer Prüfung hinsichtlich des Bewegungsverhalten unterzogen und den Erfahrungsgrößen der Lotsen entsprechend kalibriert (revierspezifische Anpassung des mathematischen Modells).

### **Umsetzung und Durchführung**

Zur Beantwortung der Fragestellungen hinsichtlich der Befahrbarkeit des Blexer Bogens unter Einbeziehung der Fahrrinnenverschwenkung und der momentanen Planungsgrößen des OTB wurden in der Zeit vom 1. November 2010 bis zum 5. November 2010 (5 Simulationstage) insgesamt 30 Versuchsläufe gefahren (Kalibrierungsläufe nicht eingeschlossen).

Um die Auswirkungen der einzelnen Störgrößen Wind und Strom bei den Standardläufen präziser einordnen zu können, wurden mehrere Referenzläufe gefahren, bei denen eine der beiden Größen abgeschaltet war. So war z.B. bei den Referenzläufen „Wind“ der Faktor „Strom“ ausgeschaltet und umgekehrt. Sofern keine Tidezeit vorgegeben war, wurde eine konstante Brutto-UKC eingestellt.

In der beigefügten Anlage 1 sind alle Läufe mit den wesentlichen Parametern zusammengestellt.

### **Erkenntnisse aus den Simulationsläufen**

Wie im Folgenden noch näher beschrieben wird, kann nach Abschluss dieser Simulationsphase noch keine endgültige und belastbare Aussage über mögliche Einflüsse des geplanten Terminals für alle Verkehrsabläufe im Blexer Bogen gemacht werden.

Zulässig und aussagekräftig ist nur die Bewertung der Ergebnisse der einkommenden Verkehre mit den eingesetzten Untersuchungsschiffen.

Aus den Laufergebnissen der einkommenden Läufe lassen sich folgende Kernaussagen für die Massengutschiffe herleiten:

- Die sichere Bahnführung der einkommenden Schiffe wird nicht erkennbar negativ durch die Planungsmaßnahme des OTB beeinflusst, sondern wird primär von den all-

<b>Simulation Study</b>		<b>Dipl.Naut. Captain Hermann von Morgenstern</b>
<b>„Offshore Terminal Bremerhaven S-01“</b>		
Project : 949_BRP_Offshore Terminal S-01	<b>Sachstand 5. Nov. 2010</b>	Date: 6. November 2010

gemeinen Störgrößen Wind und Strom bestimmt.

- Die Schiffe wurden von den Lotsen einkommend so gefahren, dass nach Laufbeginn (etwa Nordende CT3) die Fahrt für den Lotsenwechsel reduziert und danach wieder erhöht wurde. Eine weitere Fahrtreduzierung erfolgte dann im Blexer Bogen zur Vermeidung von Sog und Wellenschlag am OTB und im Weiteren für die Anlagen auf der Blexer Seite, wobei gleichzeitig eine möglichst westliche Bahnführung gewählt wurde.
- Diese Bahnführung würde auch weiterhin Begegnungen, sofern diese prinzipiell zulässig sind, ermöglichen.

*Die ausgehenden Läufe wurden in Hinblick auf Fahrtreduzierung, Lotsenwechsel usw. in gleicher Weise absolviert, stehen aber hier nicht zur Diskussion.*

- Die Laufergebnisse zeigen aber, dass mit Windgeschwindigkeiten oberhalb 38 Knoten (Beaufortstärke > 8) die Lotsen aus Sicherheitsüberlegungen heraus die Bahnführung der Schiffe weiter in die Mitte der Fahrrinne verlegt haben, um jederzeit auf unerwartete Bewegungsänderungen des Schiffes reagieren zu können.
- Hieraus vermindert sich die Möglichkeit zulässiger Begegnung, da neben der Verlegung der Bahnführung der verfügbare Raum für andere (abgehende) Schiffe durch das Steuern eines Vorhaltewinkels und daraus resultierenden vergrößerten Flächenbedarfs (Swept Path) verkleinert.
- Dieses kann jedoch nicht als Einfluss des OTB bezeichnet werden, sondern stellt eine grundsätzliche Fahrstrategie und Folge von nicht beeinflussbaren Störgrößen dar.
- Neben den Änderungen des Bahnführungsverlaufes in Abhängigkeit der herrschenden Windgeschwindigkeit ist auch eine Veränderung der Geschwindigkeitsprofile innerhalb des Blexer Bogens erkennbar, nämlich in der Art, dass die bei Windgeschwindigkeiten bis 38 Knoten realisierte Fahrtverminderung zur Vermeidung von Sog und Wellenschlag bei den höheren Windgeschwindigkeiten (> 38 Knoten) zur Erhaltung der sicheren Steuerfähigkeit nicht mehr ausgeführt werden kann.
- Die im Blexer Bogen beobachteten Geschwindigkeiten weisen ein Spektrum von ca. 7 bis 11.5 Knoten durchs Wasser auf.
- Bei einem Lauf mit Beaufort 10 und frühzeitiger Reduzierung der Fahrt im Blexer Bogen zum Schutz des OTB hat diese Fahrstrategie letztlich zu einer gefährlichen Situation im Bereich der Blexer Anlagen geführt.

<b>Simulation Study</b>		<b>Dipl.Naut. Captain Hermann von Morgenstern</b>
<b>„Offshore Terminal Bremerhaven S-01“</b>		
Project : 949_BRP_Offshore Terminal S-01	<b>Sachstand 5. Nov. 2010</b>	Date: 6. November 2010

- Die notwendige Fahrtreduzierung zum Schutze der Anlagen und Schiffe im Bereich Blexen und/oder Annahme der Schlepper kann jedoch weiterhin mit der notwendigen Sicherheit durchgeführt werden, wenn auch ein höheres Geschwindigkeitsprofil aus Sicherheitsgründen im ersten Abschnitt bzw. der Passage des OTB gewählt wird.

Aus der näheren Betrachtung der Geschwindigkeitsverläufe in Abhängigkeit der Windstärken lassen sich folgende Rückschlüsse ziehen:

- Bei Windgeschwindigkeiten oberhalb 38 Knoten (Beaufortstärke >8) muss der Lotsenwechsel so rechtzeitig erfolgen, dass noch eine sichere Geschwindigkeit zur Erzielung der notwendigen Steuerfähigkeit zum Eindrehen in den und zum Befahren des Blexer Bogens aufgebaut werden kann.
- Es wird dringend empfohlen zu prüfen, inwieweit einlaufende Massengutschiffe, die wegen der Windgeschwindigkeit eine mittige Bahnführung im Blexer Bogen zu fahren haben und gleichzeitig keine signifikante Fahrtreduzierung durchführen können, Einfluss auf Fahrzeuge, die am OTB festgemacht sind, nehmen können. Zu prüfen wären hier die möglichen Absunkgrößen sowie Längs- und Querbeschleunigungen dieser Fahrzeuge.

Hinsichtlich des untersuchten Autotransporters kann aufgrund der durchgeführten Läufe festgestellt werden, dass

- dieser auch weiterhin den Blexer Bogen unter heute praktizierten Bedingungen, sowohl einkommend als auch ausgehend befahren kann, d.h., dass hier kein negativer Einfluss des geplanten OTB erkennbar ist.

### **Problembereich**

Wie bereits eingangs erwähnt, können nach Abschluss dieser Simulationsphase noch keine endgültigen und belastbaren Aussagen über mögliche Einflüsse des geplanten Terminals für alle Verkehrsabläufe im Blexer Bogen gemacht werden. Dies betrifft im Wesentlichen den ausgehenden Massengutschiffsverkehr und damit einhergehend die Zulässigkeit von Begegnungen.

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.

<b>Simulation Study</b>		<b>Dipl.Naut. Captain Hermann von Morgenstern</b>
<b>„Offshore Terminal Bremerhaven S-01“</b>		
Project : 949_BRP_Offshore Terminal S-01	<b>Sachstand 5. Nov. 2010</b>	Date: 6. November 2010

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

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

Das zugelieferte Strömungsprofil verwendet Abstände zwischen den Strömungspunkten, die für eine präzise Berechnung der wirksamen Strömungskräfte am Unterwasserschiff zu weit auseinander liegen, zumindest in diesem Bereich. Im westlichen Bereich des Blexer Bogens erfolgt eine kontinuierliche Richtungsänderung der Strömungsvektoren, bedingt durch die Bathymetrie, während im östlichen Bereich die Aufweitung von der Fahrrinne zur Zufahrt erfolgt.

Um mit Sicherheit Aussagen darüber machen zu können, ob es sich hierbei um ein Datenproblem (Datendichte) oder gar einen negativen Einfluss der Baumaßnahme handelt, ist es unumgänglich mit einem verfeinerten Strömungsmodell zu fahren.

Aufgrund der gefundenen Erkenntnisse wurde auf die Untersuchung weiterer Begegnungsmanöver verzichtet, denn es ist davon auszugehen, dass mindestens eines der Schiffe, nämlich das abgehende, den Problembereich zu durchlaufen hat.

Da die so genannten Fremdschiffe in der Simulation nur partiell von Strom und Wind beaufschlagt werden, ist die Durchführung von Begegnungsmanövern unter Nutzung solcher Fremdschiffe bei Kenntnis des Problems mehr als fahrlässig, da falsche Ergebnisse in dem Fall produziert und bewertet würden, wenn ein solches Fremdschiff als abgehendes Begegnungsschiff fahren würde.

- Aus Versuchsläufen mit abgehenden Massengutschiffen hat sich gezeigt, dass eine mittige oder sogar leicht westliche Bahnführung das Problem negiert. Dies hätte allerdings zur Folge, dass Restriktionen für Begegnungen unumgänglich wären.

Um belastbare Aussagen über abgehende Verkehre und zulässige Begegnungen bei Vorhandensein des OTB machen zu können, wird dringend empfohlen,

- das bereits im Rechenmodell der BAW vorhandene verfeinerte Strömungsmodell zum Einsatz zu bringen und
- Untersuchungen mit abgehenden Massengutschiffen und Begegnungsverkehr ausschließlich mit dem verfeinerten Strömungsmodell durchzuführen.

Der notwendige Aufwand zur Erstellung der neuen Simulationsumgebung kann als relativ gering bezeichnet werden. Die Änderungen beziehen sich hierbei ausschließlich auf die Imple-

<b>Simulation Study</b>		<b>Dipl.Naut. Captain Hermann von Morgenstern</b>
<b>„Offshore Terminal Bremerhaven S-01“</b>		
Project : 949_BRP_Offshore Terminal S-01	<b>Sachstand 5. Nov. 2010</b>	Date: 6. November 2010

mentierung des neuen Strömungsmodelles, was innerhalb eines Tages umgesetzt werden kann.

### Weitere Empfehlungen

Auch wenn sich herausstellen sollte, dass das verfeinerte Strömungsmodell die vorher beschriebene Problematik erkennbar reduziert oder ausschließt, sollten Begegnungsmanöver ausschließlich mit komplett gerechneten Modellen (Eigenschiffe) gefahren werden, um somit auch den Aspekt „human factor“ in die Untersuchung mit einzubeziehen.

Ein weiterer Aspekt den es hier zu betrachten gilt und der sich aus den bisherigen Läufen ergeben hat, ist die Störfallbetrachtung. Diesem Aspekt sollte rechtzeitig Aufmerksamkeit geschenkt werden, um mittels Simulationen herauszufinden ob und bei welchen möglichen Störfällen (interne wie externe) besondere Gefährdungspotenziale für das Terminal bestehen.

Hierfür wäre es sinnvoll, dass von einem Expertengremium relevante Störfallgrößen definiert würden.

Auswirkungen interner Störfälle wie z.B. Ausfall der Maschine oder Ausfall/Fehler in den Steueranlagen können durchaus auf Klein-Simulatoren in Fast-Time untersucht werden, während externe Störfälle wie z.B. Sperrung des Fahrwassers unter Einbeziehung von Lotsen auf einem Schiffsführungssimulator durchzuführen wären.

<b>Simulation Study</b>		<b>Dipl.Naut. Captain Hermann von Morgenstern</b>
<b>„Offshore Terminal Bremerhaven S-01“</b>		
Project : 949_BRP_Offshore Terminal S-01	<b>Sachstand 5. Nov. 2010</b>	Date: 6. November 2010

## Anlage 1 Laufübersicht

Nr.	Schiffstyp L / B [m]	Tfg [m]	In out	Manöverart	Strom	Wind		Bemerkungen
						Rtg	Bft.	
001	BU_290_46	12.9	in	Referenz Strom	F 1.4	--	--	
002	BU_290_46	12.9	in	Referenz Wind	nil	NW	8	
003	BU_290_46	12.9	in	Standard Einlaufen	F 1.6	NW	8	
004	BU_190_25	10.5	in	Referenz Strom	F 2.4	--	--	
005	BU_190_25	10.5	in	Referenz Wind	nil	NW	8	
006	BU_190_25	10.5	in	Standard Einlaufen	F 2.4	NW	8	
007	BU_190_25	10.5	in	Standard Einlaufen	F 2.4	NW	8	Mit Begegnung
008	BU_190_32	11.1	out	Referenz Strom	F 2.2	--	--	
009	BU_190_32	11.1	out	Referenz Wind	nil	NW	8	
010	BU_190_32	11.1	out	Standard Auslaufen	F 2.2	NW	8	Problem bei OTB
011	BU_230_32	12,2	in	Referenz Strom	F 1.4	--	--	
012	BU_230_32	12,2	in	Referenz Wind	--	NW	8	
013	BU_230_32	12,2	in	Standard Einlaufen	F 1.8	NW	8	
014	BU_230_32	12,2	out	Standard Auslaufen	F 1.8	NW	8	Problem bei OTB
015	BU_230_32	12,2	out	Standard Auslaufen	F 1.8	NW	8	Ankunftszeit OTB später
016	BU_230_32	12,2	in	Standard Einlaufen	F 1.8	NW	10	mit Fahrtreduzierung OTB
017	BU_230_32	12,2	in	Standard Einlaufen	F 1.8	NW	10	ohne Fahrtreduzierung OTB
018	BU_230_32	12,2	in	Standard Einlaufen	F 1.8	NE	8	
019	BU_270_32	11,9	in	Standard Einlaufen	F 1.8	W	8	Kalibrierung zu positiv
020	BU_270_32	11,9	in	Standard Einlaufen	F 1.8	W	8	Mit geänderter Kalibrierung
021	BU_270_32	11,9	in	Standard Einlaufen	F 1.7	NW	10	
022	CC_229_32	7.8	in	Standard Einlaufen	F 2.2	NW	6	
023	CC_229_32	7.8	out	Standard Auslaufen	F 2.2	NW	6	
024	CC_229_32	7.8	out	Standard Auslaufen	E 2.4	NW	6	
025	CC_229_32	7.8	in	Standard Einlaufen	F 2.2	NW	8	
026	CC_229_32	7.8	out	Standard Auslaufen	E 2.4	NW	8	
027	CC_229_32	7.8	in	Standard Einlaufen	F 2.2	NW	10	grenzwertig
028	CC_229_32	7.8	out	Standard Auslaufen	E 2.4	NW	9	grenzwertig
029	BU_230_32	11,9	out	Cross-Check Strom	F 2.1	nil	nil	Zu weit mittig gekommen
030	BU_230_32	11,9	out	Cross-Check Strom	F 2.1	nil	nil	Zu weit mittig gekommen

### 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, daher bei den untersuchten Tiefgängen der Massengüter keine Läufe mit komplettem Ebbstrom.

Die beiden letzten Läufe (029 und 030) sollten nochmals als Vergleichsläufe des Strömungsproblems durch extreme östliche und normale mittige Bahnführung dienen. Die gewünschten Bahnführungen konnten jedoch nicht realisiert werden.