

# **e-Navigation: Ermittlung von Nutzeranforderungen an zukünftige bordseitige Systeme in der internationalen Schifffahrt**

**Sabine Höckel und Florian Motz**

*Schlüsselwörter: e-Navigation, Maritime Kommunikation, Fragebogenuntersuchung, Mensch-Maschine-Schnittstelle*

## **Zusammenfassung**

Zunehmendes Verkehrsaufkommen in der internationalen Schifffahrt und größer werdende Schiffe bedingen einen steigenden Bedarf an zuverlässiger Kommunikation und effizientem Datenaustausch mit der Landseite sowie modernen Brückensystemen, die eine aufgabenorientierte Präsentation der Informationen ermöglichen. Mit dem Ziel der Erhöhung der Sicherheit und Effizienz der Schifffahrt spricht die International Maritime Organization (IMO) diesen Bedarf nun im Rahmen des e-Navigation Konzepts an. Da das Konzept auf den Anforderungen der Nutzer basieren soll, wurden in einem ersten Schritt bis zum Sommer 2009 die Bedürfnisse der Nutzer an e-Navigation erhoben.

In einem Projekt für das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) wurden mit Hilfe von Interviews und einer weltweiten Fragebogenuntersuchung Nutzeranforderungen aus den Themenbereichen „Maritime Kommunikation“, „Mensch-Maschine-Schnittstelle“ und „Technische / Operationale Verbesserungen“ ermittelt. Der Beitrag fasst die Hintergründe des e-Navigation Konzepts zusammen, erläutert die zur Erhebung von Nutzeranforderungen angewendete Untersuchungsmethodik und stellt Ergebnisse der Untersuchung dar.

## **Abstract**

An increased amount of international shipping and the development of bigger vessels have lead to the necessity of modern bridge systems to allow for a task-oriented presentation of information and to provide enhanced reliability and usability in the communication and the exchange of data with the shore side. Hence, the International Maritime Organization (IMO) has developed the e-navigation concept for improved safety and efficiency of international shipping. The concept aims to harmonize maritime navigational systems and supporting services ashore based on the requirements of the users. Therefore, e-navigation user needs were collected until summer of 2009.

In the framework of a project for the German Ministry of Transport, Building and Urban Affairs (BMVBS) interviews and a world-wide questionnaire survey were conducted to collect user needs regarding “Maritime Communications”, “Human Machine Interface” and “Technical / Operational Enhancements”. The paper summarizes the background of the e-navigation concept, describes the used methods for the collection of user needs and illustrates some of the results.

## **Einleitung**

An Bord von Schiffen ist in den letzten Jahren der Anteil komplexer Informationssysteme deutlich gestiegen. Schiffsbrücken moderner Schiffe sind mehr und mehr zu hochautomatisierten Mensch-Maschine-Systemen geworden. Parallel bestehen jedoch weiterhin einfache Anzeigen und Kontrollsysteme, so dass Informationen auf separaten Geräten angezeigt werden oder nur als Ausdruck verfügbar sind (Grech, Horberry & Koester, 2008). Darüber hinaus be-

dingen zunehmendes Verkehrsaufkommen und größer werdende Schiffe einen steigenden Bedarf des Austauschs von Daten zwischen Systemen an Bord und der Landseite.

Damit der Nautiker auf der Schiffsbrücke die ihm übertragenen Überwachungs-, Entscheidungs- und Steuerungsaufgaben effektiv erfüllen kann, muss der Informationsfluss zwischen Mensch und Maschine an die menschlichen Fertigkeiten und kognitiven Fähigkeiten angepasst sein (Lützhöft, 2004). Lösungen müssen entwickelt werden, die die Interoperabilität unterschiedlicher Systeme und Sensoren auf der Schiffsbrücke gewährleisten und die Kommunikation zwischen Schiff und Landseite optimieren, so dass sich der Nautiker auf die sichere Navigation des Schiffes konzentrieren kann und unmittelbar jede sicherheitskritische Abweichung erkennt. Informationen unterschiedlicher Systeme müssen aufgabengerecht und ergonomisch sinnvoll kombiniert werden, um die Entscheidungsfindung des Nautikers in den verschiedenen Schiffsführungsaufgaben zu unterstützen.

Mit dem Ziel der Erhöhung der Sicherheit und Effizienz in der internationalen Schifffahrt werden diese Aspekte nun in dem von der International Maritime Organization (IMO) entwickelten e-Navigation Konzept berücksichtigt.

### **Das e-Navigation Konzept der International Maritime Organization (IMO)**

Die International Maritime Organization (IMO) ist eine Organisation der Vereinten Nationen deren Hauptaufgabe die Entwicklung und Überarbeitung rechtlicher Rahmenvorschriften für die internationale Schifffahrt ist. Dabei beschäftigt sie sich mit Umweltfragen, Rechtsangelegenheiten, technischer Kooperation, maritimer Sicherheit und Effizienz.



Abb.1: Moderne Schiffsbrücke

In den letzten Jahren wurde von der IMO das e-Navigation Konzept entwickelt – unter anderem mit dem Ziel, maritime Navigationssysteme auf den Schiffsbrücken und unterstützende Systeme auf der Landseite zu harmonisieren, um den Austausch von Daten zu erleichtern (Gale & Patraiko, 2007). e-Navigation wurde definiert als „[...] the harmonized collection, integration, exchange, presentation and analysis of marine information onboard and ashore by electronic means to enhance berth to berth navigation and related services for safety and security at sea and protection of the marine environment“ (IMO, 2007).

Kernelemente des e-Navigation Konzepts sind unter anderem:

- Integration und Präsentation von Informationen an Bord und an Land zur Erhöhung der Sicherheit der Navigation und Reduzierung der Wahrscheinlichkeit von Fehlinterpretationen durch den Nutzer,
- Integration und Präsentation von Informationen an Bord und an Land unter Berücksichtigung der Arbeitsbelastung und Motivation der Nutzer zur Unterstützung des Entscheidungsprozesses,
- Landseitige Beobachtung und Management des Schiffsverkehrs falls angebracht,
- Kommunikation einschließlich Datenaustausch zwischen Schiff-Schiff, Schiff-Land, Land-Schiff und Land-Land,
- Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung innerhalb der Transportkette,
- Unterstützung effektiver Organisationsstrukturen für Notfallmaßnahmen sowie für die Suche und Rettung auf See,
- Definition von Genauigkeits-, Integritäts- und Verlässlichkeitsanforderungen an ein sicherheitskritisches System.

Im Sommer 2008 wurde ein Strategiepapier mit dem Entwurf eines Zeitplans zur Implementierung des e-Navigation Konzepts verabschiedet. Da das Konzept auf den Anforderungen der Nutzer basieren soll, sieht der Zeitplan zur Implementierung in einem ersten Schritt die Spezifizierung von Nutzeranforderungen und damit verbundener technologischer Entwicklungen bis zum Sommer 2009 vor. Weitere Schritte bis 2012 beinhalten Untersuchungen zur notwendigen Architektur, Kosten-Nutzen-Analysen und Risikoanalysen.

Um den Prozess zu unterstützen, wurde von deutscher Seite ein Forschungsvorhaben durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) in Auftrag gegeben, dessen Ziel es ist, Nutzeranforderungen, die sich aus dem e-Navigation Konzept ergeben, zu ermitteln, und Lösungen zur Umsetzung dieser in die bordseitigen Schiffsführungselemente aufzuzeigen.

## **Projekt zur Erhebung von Nutzeranforderungen an das e-Navigation Konzept**

### **Untersuchungsmethodik**

Um Anforderungen der Nutzer an das e-Navigation Konzept zu ermitteln, wurde ein Fragebogen entwickelt. Dieser basiert auf den durch eine IMO-Arbeitsgruppe identifizierten Themen im Rahmen des e-Navigation Konzepts sowie Erkenntnissen aus diversen Interviews. Die Untersuchung umfasste potentielle Nutzer sowohl der Schiff- als auch der Landseite. Hierzu zählen unter anderem: Offiziere an Bord, Reedereien, Hafenadministrationen, Verkehrszentralen, Lotsenverbände und die Küstenwache.

Zunächst wurden an Bord zweier Containerschiffe und einer Passagierfähre Gespräche mit Nautikern durchgeführt, um erste Eindrücke hinsichtlich der Meinungen zu e-Navigation Themen und damit verbundenen Hoffnungen und Herausforderungen aus der Perspektive schiffsseitiger Nutzer zu gewinnen. Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen wurde ein erster Interviewleitfaden entwickelt. Dieser wurde durch Interviews mit potentiellen Nutzern der Landseite in drei Verkehrszentralen an der deutschen Küste evaluiert, überarbeitet und ergänzt. (Die Aufgabe der Verkehrszentralen sind Verkehrsinformation, -unterstützung und ggf. -regelung.) Schließlich wurden die entwickelten Fragen hinsichtlich internationaler Anwendbarkeit und Relevanz angepasst. In Zusammenarbeit mit Dr. Lee Alexander von der University of New Hampshire, USA, wurde der Fragebogen erneut überarbeitet und nach weiteren neun

Interviews mit potentiellen Nutzern sowohl von Schiff- als auch Landseite im Rahmen eines Mariners' Workshop in Montréal, Kanada, finalisiert.

Der entwickelte Fragebogen konnte auf drei verschiedenen Wegen bearbeitet werden:

- als Onlinefragebogen,
- als PDF-Formular (mit der Möglichkeit, das Dokument am Computer auszufüllen und per e-Mail einzusenden),
- als Ausdruck (Rücksendung per Post oder eingescannt per e-Mail).

Diese verschiedenen Teilnahmemöglichkeiten wurden eröffnet, damit möglichst viele Nutzer an der Befragung teilnehmen konnten. Insbesondere für Nautiker auf hoher See ist das Internet nur sehr eingeschränkt verfügbar, so dass Alternativen für diese Nutzergruppe angeboten werden mussten.

Der Fragebogen umfasste schließlich 17 Fragen in englischer Sprache – darunter drei offene Fragen. Die übrigen Fragen waren halboffen, das heißt, sie umfassten ein Rating auf einer Skala und zusätzlich jeweils die Möglichkeit, offene Anmerkungen abzugeben. Es wurden zwei Skalen verwendet: je nach Art der Frage eine vierstufige Skala zur Beurteilung der Bedeutsamkeit verschiedener Items („high degree“, „moderate degree“, „low degree“, „no problem / concerns“) oder eine fünfstufige Skala zur Ermittlung der Einstellung bspw. zu einem Konzept („in favor“, „rather in favor“, „neutral opinion“, „rather not in favor“, „not in favor“). Bei beiden Skalen war zudem die Angabe „no opinion“ möglich. Die Fragen waren in drei Themengebiete gegliedert:

1. Maritime Kommunikation,
2. Mensch-Maschine-Schnittstelle,
3. Technische / Operationale Verbesserungen.

Zudem wurden demographische Daten erhoben.

Mit Ausnahme einiger Fragen, die sich nur auf die Schiffsseite bezogen (z. B. Fragen hinsichtlich der Mensch-Maschine-Schnittstellen auf der Schiffsbrücke), wurden dieselben Fragen für Schiff- und Landseite verwendet. Im PDF-Formular wurden Fragen, die von der Landseite nicht ausgefüllt werden mussten, gesondert gekennzeichnet, im Onlinefragebogen wurden sie entsprechend den Angaben zur Person herausgefiltert, das heißt, nicht angezeigt. Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse aus Onlinefragebogen und PDF-Formular zu ermöglichen, wurde auf eine Rotation der Fragen im Onlinefragebogen verzichtet – allerdings wurden die einzelnen Items zu einer Frage online rotiert.

Per e-Mail wurden der Link zum Onlinefragebogen und das PDF-Formular (im Anhang) weltweit an potentielle e-Navigation Nutzer versandt. Die Verteilung des Fragebogens wurde dabei durch verschiedene Organisationen unterstützt: unter anderem das Nautical Institute, den Verband Deutscher Reeder, den Internationalen Lotsenverband, den Internationalen Reederverband und die Kanadische Küstenwache.

## **Untersuchungsergebnisse**

An der Fragebogenstudie nahmen insgesamt 353 Personen teil – 145 nutzten den Onlinefragebogen, 156 das PDF-Formular, 52 den Ausdruck.

Die Teilnehmer gehören 36 Nationalitäten aus der ganzen Welt an. Die größte Gruppe waren indische Teilnehmer (22%), gefolgt von Kanadiern (18%), Deutschen (10%), Briten (6%) sowie Australien, Filipinos und Finnen (jeweils 5%). Die durchschnittliche Erfahrung aller Teilnehmer als Seefahrer beträgt 16,6 Jahre. Bezogen auf die Altersverteilung bilden 26 bis 35 Jahre alte Teilnehmer die größte Gruppe (unter 26 Jahre: 7%, 26 bis 35 Jahre: 38%, 36 bis 45 Jahre: 21%, 46 bis 55 Jahre: 23%, 56 bis 65 Jahre: 10%, über 65 Jahre: 1%).

An der Untersuchung nahmen 97% Männer und 3% Frauen teil. Die Mehrzahl der Teilnehmer arbeitete zum Zeitpunkt der Untersuchung an Bord von Schiffen (88%) – die meisten von ihnen auf Tankern (25%), Massengutfrachtern (22%), Containerschiffen (12%) und Kreuzfahrtschiffen (11%). 27% der Teilnehmer waren erste Offiziere, 25% Kapitäne. Weitere teilnehmende Berufsgruppen waren zweite Offiziere (18%), dritte und vierte Offiziere (11%) und Lotsen (6%) sowie von der Landseite Operations Manager, Marine Superintendents, Simulator Instrukteure und Reeder.

Im Folgenden werden einige ausgewählte Ergebnisse der Untersuchung dargestellt.

### **Maritime Kommunikation**

Ein wichtiges Ergebnis der Fragebogenuntersuchung bezieht sich auf die bestehenden Meldevorschriften. Wie insbesondere auch aus den offenen Kommentaren zu verschiedenen Fragen deutlich wurde, besteht eine große Belastung der Brückenbesatzung durch die Notwendigkeit, dieselben Informationen an verschiedene landseitige Behörden zu senden, die unterschiedliche Formate verlangen. Die Meldebestimmungen erhöhen die Arbeitsbelastung und lenken von den eigentlichen Navigationsaufgaben ab. Dies ist von besonderer Bedeutung, da Meldungen vor allem beim Anlaufen eines Hafens in engem Seegebiet mit hohem Verkehrsaufkommen gefordert sind. Die Seefahrer wünschen sich standardisierte Meldeformulare, die für alle Behörden genutzt werden können. 74% befürworteten ein Konzept nach dem Schiffe die geforderten Informationen nur einmal senden und alle landseitigen Behörden Zugriff haben, so dass nur einzelne situationsspezifische Aspekte über den Sprechfunk kommuniziert werden müssen (17% „rather in favor“). Die Teilnehmer meinen, dass es Arbeitsbelastung minimieren, Zeit und Kosten sparen, Fehler verhindern und Sprechfunkkanäle frei halten würde für andere Kommunikation.

### **Mensch-Maschine-Schnittstelle**

Verbesserungsmöglichkeiten bezüglich der Mensch-Maschine-Schnittstelle an ihrem Arbeitsplatz sehen die meisten Teilnehmer bezogen auf die Themen Ergonomie und Standardisierung. Die Nautiker wünschen sich, dass die Systeme und Geräte an Bord einfach zu bedienen sind, Informationen leicht zugänglich sind und verständlich dargestellt werden. Es sollte möglich sein, von einem Ort, etwa über multifunktionale Displays, auf alle Informationen zuzugreifen. Die Bedienung von Geräten und die Präsentation von Informationen soll unabhängig vom Hersteller standardisiert werden. Auf IMO-Ebene wird seit einiger Zeit über die Einführung eines standardisierten Modus (S-Mode) diskutiert, der für alle Navigationsgeräte unabhängig vom Hersteller das schnelle Umschalten in eine standardisierte Darstellung und Menüführung ermöglichen würde (Norris, 2008). Die meisten Teilnehmer der Fragebogenstudie unterstützen diesen Ansatz (50% in favor, 30% rather in favor).

Weitere Verbesserungsvorschläge beziehen sich auf die Einführung eines zentralisierten Alarmmanagements mit einer einheitlichen Priorisierung der Alarme, sowie die Zuverlässigkeit der Kommunikationssysteme und angemessenes Training zur Bedienung der Geräte. Die Anpassung der Helligkeit der Bildschirmbeleuchtung an Tag/Nacht-Bedingungen sollte zentralisiert möglich sein, nicht nur separat für jedes Einzelgerät.

Darüber hinaus befürworteten die Teilnehmer die Präsentation unterstützender Informationen von der Landseite auf den Navigationsgeräten auf der Schiffsbrücke – bspw. Informationen bezüglich Schiffen in Seenot (78%), Windgeschwindigkeit und -richtung (75%), den Zustand von Navigationshilfen, wie z. B. Bojen, (74%) und vorübergehende Einschränkungen des Fahrgebiets (71%). Die Verfügbarkeit von Echtzeit-Informationen und ihre Darstellung auf den Navigationsgeräten wird als Entscheidungsunterstützung für den Nautiker betrachtet, die die Sicherheit der Navigation verbessert. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass Informations-

überflutung vermieden werden muss und die Darstellung der Informationen durch den Nutzer wählbar sein sollte.

### **Technische / Operationale Verbesserungen**

Die Mehrzahl befürwortet eine übergreifende strategische Koordinierung des Schiffsverkehrs durch die Landseite. Unterstützung findet insbesondere die Koordination des Verkehrs bei sehr großen und ungewöhnlichen Schiffsbewegungen (58% „in favor“, 31% „rather in favor“) und die Berücksichtigung der Verkehrsdichte (53% „in favor“, 35% „rather in favor“).

52% der Teilnehmer wünschen sich eine Bereitstellung der bisher in Papierform vorliegenden Informationen und Dokumente in elektronischer Form (31% „rather in favor“). Sie meinen, dadurch seien Informationen einfacher und schneller zu lokalisieren, z. B. mit Hilfe einer Suchfunktion, Aktualisierungen könnten automatisch erfolgen und es werde möglich, die Informationen in andere Systeme auf der Brücke zu integrieren.

### **Ausblick**

Die Ergebnisse der Untersuchung sind der IMO in einer Eingabe durch das BMVBS zur Verfügung gestellt worden (IMO, 2009). In einer Sitzung des Unterausschusses für die Sicherheit der Navigation im Sommer 2009 werden Entscheidungen über das weitere Vorgehen zur Umsetzung des e-Navigation Konzepts getroffen.

In der zweiten Jahreshälfte 2009 werden weitere Interviews durchgeführt, um einzelne Ergebnisse der Fragebogenuntersuchung detaillierter zu betrachten. Um Vorschläge und Anforderungen für eine aufgabenbasierte Integration zusätzlicher Funktionalitäten in die bordseitigen Navigationssysteme aufzuzeigen, wird die Kommunikationsinfrastruktur auf der Schiffsbrücke analysiert.

### **Danksagung**

Die Autoren bedanken sich bei allen Personen, die die Fragebogenuntersuchung unterstützt haben, bei allen Teilnehmern der Voruntersuchungen, Dr. Lee Alexander, Dr. Michael Baldauf und allen, die den Fragebogen ausgefüllt und eingesandt haben.

### **Literatur**

- Gale, H. & Patraiko, D. (2007). Improving navigational safety - The role of e-navigation. *Seaways* No. 7. The Nautical Institute: London.
- Grech, R.M., Horberry, T.J. & Koester, T. (2008). *Human Factors in the Maritime Domain*. Boca Raton, London, New York: CRC Press.
- IMO (2007). *Report of the Subcommittee on Safety of Navigation to the Maritime Safety Committee*. NAV 53/22. London: International Maritime Organization.
- IMO (2009). *Submission of Germany to NAV 55*. NAV 55/INF.9. London: International Maritime Organization.
- Lützhöft, M. (2004). *The Technology is great when it works - Maritime Technology and Human Integration on the Ship's bridge*. Dissertation No. 907, Linköping Studies in Science and Technology. Sweden, ISBN 91-85295-78-7.
- Norris, A. (2008). S-Mode and user needs. *Digital Ship* Vol. 9 No.3 (p.31). Stuart Fryer:London.