



Deutsche  
Verkehrswissenschaftliche  
Gesellschaft e.V.

# Journal für Mobilität und Verkehr

**Künstliche Intelligenz und Digitalisierung  
in Verkehr und Logistik**



# Inhaltsverzeichnis

Herausforderungen beim erstmaligen Einsatz von KI in KMUs <i>Christoph Lüth</i>	1
Digitale Disruption und Seeleute – Die Auswirkungen autonomer Schifffahrt auf die Arbeit auf See, die Rolle der Seeleute und der Schifffahrtsindustrie <i>Dirk Max Johns</i>	4
Real Time Traffic Information from Ferries to Optimise Intermodal Transport Chains <i>Nina Vojdani</i>	16
Stauwarnungen für Schiffe – Wie eine echtzeitbasierte Seeverkehrsvorhersage helfen kann, maritime Warenströme effektiver zu gestalten <i>Dana Meißner</i>	20
Blockchain-Technologie in der maritimen Logistik – Anwendungspotentiale und Herausforderungen <i>Daniel Gerhardt, Kerstin Lange</i>	25
Augmented Reality auf der Schiffsbrücke <i>Uwe Freiherr von Lukas, Kristine Bauer, Arne Petersen, Jörg Eichholz</i>	32
Implementation of Master programme in Smart Transport and Logistics for Cities within the Erasmus+ programme: the case of O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv <i>Antonio Comi, Norbert Gruenwald, Oleksii Lobashov, Mariia Olkhova, Dmytro Roslavtsev, Kateryna Vakulenko</i>	37
Experimental research of digital filtering in the separation of breathing signals and heart contractions to assess the control of the driver's condition <i>Mykhailo Nosach</i>	45

## Herausforderungen beim erstmaligen Einsatz von KI in KMUs

Christoph Lüth\*

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Forschungsbereich Cyber-Physical Systems, Bibliothekstraße 1, 28359 Bremen  
Universität Bremen, FB 3 – Mathematik und Informatik, Bibliothekstraße 1, 28359 Bremen, Deutschland

### Abstract

Künstliche Intelligenz (KI) ist aufgrund spektakulärer Erfolge zunehmend im Fokus der Öffentlichkeit, und gilt als wichtiger Treiber von softwaregestützter Innovation in den nächsten Jahren. Dieser Artikel untersucht das Potenzial beim Einsatz von KI-Techniken in kleinen und mittelständischen Unternehmen. Ausgehend von den Grundlagen werden mögliche Einsatzgebiete vorgestellt, und anhand einiger Beispiele konkretisiert.

Schlagwörter/Keywords:

Künstliche Intelligenz, Schwache KI, Potenziale der KI, Grenzen der KI

### 1. Einleitung

Künstliche Intelligenz (KI) ist seit einigen Jahren zunehmend im Fokus der Öffentlichkeit, mit spektakulären Erfolgen in den Bereichen der Bilderkennung und der Sprachverarbeitung. Im März 2016 wurde der zu jener Zeit weltweit am stärksten eingeschätzte Go-Spieler, Lee Sedol, von dem Programm AlphaGo geschlagen, das von der Firma DeepMind (die seitdem von Google übernommen wurde) entwickelt wurde; dabei galt Go bis dato auf Grund seiner enormen Komplexität (Anzahl der möglichen Spiele) als für Computer nicht beherrschbar. Auf kommerzieller Seite entstehen Firmen wie Amazon und Google, die mit neuartigen, KI-basierten Geschäftsmodellen zu globalen Konzernen aufsteigen. Wir müssen uns also mit diesem Thema auseinandersetzen, und dieser Artikel will hierzu einen Beitrag leisten. Wir werden dabei zuerst die Grundlagen klären (was ist eigentlich KI), um dann Potenziale und Beschränkungen zu untersuchen. Wir werden die Hürden beim Einsatz der KI darstellen, und Wege aufzeigen, wie man sie überwinden kann.

### 2. Was ist KI?

Die Künstliche Intelligenz ist entgegen der öffentlichen Wahrnehmung kein neues Feld. Als Geburtsstunde der KI

gilt ein Seminar im Sommer 1956 am Dartmouth College, Hannover (NH, USA). Hier tauschten sich Mathematiker, Physiker und Psychologen darüber aus, ob man Computer „intelligent“ machen könne, und was das vor allem bedeutet. Schon in dieser Anfangszeit deuteten sich verschiedene Richtungen an, in denen sich die Forschung entwickeln würde.

Da ist zum einen die Frage, ob das Ziel ist, eine möglichst menschenähnliche Intelligenz zu konstruieren, die selbstständig dazulernen kann und nicht auf ein Gebiet beschränkt ist. Dieses wird als *starke KI* bezeichnet. Davon abgegrenzt versucht die *schwache KI*, einzelne Tätigkeiten und Fertigkeiten auf dem Computer nachzubilden, denen wir beim Menschen Intelligenz zuschreiben – beispielsweise Sprechen und Sprachverständnis und damit die Fähigkeit zum Dialog, Bilderkennung, Spiele wie Mühle oder Schach, welche nicht auf Glück sondern Planung und Intuition beruhen, oder Roboter, welche anspruchsvolle Tätigkeiten autonom erledigen können.

Ein zweiter grundlegender Unterschied ist die Herangehensweise. Wir können einerseits versuchen, existierende Algorithmen weiter zu verfeinern, so dass sie die oben beschriebenen Probleme lösen können. Algorithmen sind in einer von einem Computer ausführbaren Sprache (einer Programmiersprache) geschriebene Handlungsanweisungen, die *a priori* alle möglichen Eventualitäten behandeln müssen, um aus einer Eingabe eine Ausgabe zu berechnen. Hier wird das Wissen (Ein- und Ausgaben des Programmes) explizit reprä-

\* Korrespondierender Autor.

E-Mail: [christoph.lueuth@dfki.de](mailto:christoph.lueuth@dfki.de) (Ch. Lüth)

sentiert – wir kodieren beispielsweise ein Bild als eine Matrix von Farbwerten. Deshalb sprechen wir von *symbolischen* Verfahren. Demgegenüber stehen andererseits Verfahren, welche die Arbeitsweise des menschlichen Gehirns auf unterster Ebene zu imitieren versuchen, indem künstliche Neuronen in Software simuliert und zu größeren Netzen zusammengeschaltet werden. Diese Netze assoziieren Eingabedaten mit einer jeweiligen Ausgabe: in einer initialen *Trainingsphase*, in der einer Menge von Eingabedaten jeweils eine gewünschte Ausgabe zugeordnet wird, passen sich die neuronalen Netze so an, dass sie in der folgenden *Arbeitsphase* vorher unbekannte Eingabewerte einer Ausgabe so zuordnen, wie es den bisherigen Eingaben am ähnlichsten ist. In diesen Netzen ist das Wissen über Ein- und Ausgabe über die Neuronen im Netz verteilt, und zwar in einer von außen nicht nachvollziehbaren Weise. Man spricht daher von *subsymbolischen* Verfahren.

Die angesprochenen, spektakulären Erfolge der KI der letzten Jahre lassen sich der schwachen KI zuordnen, und beruhen zum größeren Teil auf subsymbolischen Verfahren. Die Erfolge beruhen auf der sprunghaft gestiegenen verfügbaren Rechenleistung und (durch das Internet) verfügbaren Datenmengen – denn subsymbolische Methoden werden je besser je mehr Daten sie zur Verfügung haben.

### 3. Potenziale und Grenzen

Als generelle Einsatzgebiete nennt beispielsweise die KI-Strategie der Bundesregierung<sup>2</sup> unter anderem den Beweis der Korrektheit von Hardware und Software, Systeme zur Modellierung und Erhebung von Wissen („Expertensysteme“), Musteranalyse und Mustererkennung, autonome Steuerung von Robotik-Systemen, und Analyse und „Verstehen“ von Sprache, Bildern, Gestik und anderen Formen menschlicher Interaktion. Aufgrund der vielfältigen Einsetzbarkeit sind hier große wirtschaftliche Potenziale. In einer Studie unter *early adaptors* von KI-Technologien sehen 83% einen moderaten oder substantiellen Vorteil durch den Einsatz von KI-Techniken (Locker, et al., 2018). Eine andere Studie prognostiziert ein Drittel zusätzliches KI-induziertes Wachstum (31,8 Mrd €) bis 2023 im produzierenden Gewerbe (Seiffert, et al., 2018).

Nicht verschwiegen seien allerdings auch die momentanen Beschränkungen der KI. So haben die oben angesprochenen, sehr erfolgreichen subsymbolischen Verfahren das grundsätzliche Problem, dass wir keine Garantien über ihr Verhalten jenseits der definierten Trainingsdaten machen können. Schon kleinste Veränderungen an Eingabedaten können gravierende Änderungen an der Ausgabe nach sich ziehen, und zwar in unvorhersehbarer und nicht nachvollziehbarer Weise.

Des Weiteren gibt es für den Einsatz von KI-Techniken sehr wenig regulatorische Vorgaben. Während die Entwicklung von Software im sicherheitskritischen Bereich durch viele Normen und Standards reguliert wird, gibt es für KI-Techniken keine entsprechenden Regularien. Die Norm IEC 61508:3

<sup>2</sup> [http://www.bmbf.de/files/Nationale\\_KI-Strategie.pdf](http://www.bmbf.de/files/Nationale_KI-Strategie.pdf)

schließt beispielsweise die Anwendung von selbstlernenden KI-Techniken für Systeme hoher Kritikalität explizit aus. Das ist auch einer der Gründe, warum das autonome Fahren noch weit von einer generellen Zulassungsfähigkeit entfernt ist, da beim autonomen Fahren subsymbolische Techniken der Bildverarbeitung beispielsweise für das Erkennen von Hindernissen und der Fahrbahn eine Schlüsselrolle spielen. In diesem Bereich sind die Regularien zurzeit noch sehr im Fluss.

Darüber hinaus ist Interaktion mit dem Menschen keine Stärke der KI. Solange den Nutzern klar ist, dass sie mit einer KI interagieren, kann das produktiv sein, weil es schnelle Verfügbarkeit und Antwortzeiten garantiert, aber es ist mit dem jetzigen Stand der Technik nicht nützlich, menschliche Kommunikation vorzutauschen.

### 4. Hürden beim Einsatz

Ein kleines oder mittelständisches Unternehmen (KMU), welches die Potenziale der KI-Techniken für sich heben will, um Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen und seine Marktposition zu stärken, sieht sich drei wesentlichen Problemen gegenüber.

Da ist zum ersten ein genereller Mangel an kompetentem Personal. Obwohl KI wie oben beschreiben keine neue Technik ist, gehören die meisten KI-Techniken nicht zum verpflichtenden Standard-Curriculum an Hochschulen und Universitäten. Da es bisher nur wenige Anwendungen gibt, ist dieses Wissen auch in den Firmen bisher wenig verbreitet.

Demgegenüber stehen zweitens Ängste und Bedenken gegenüber neuen KI-Techniken. Einer prominenten Studie zufolge sind 47% der Arbeitsplätze in den USA infolge der Digitalisierung (und damit zuvorderst der KI) gefährdet (Frey, et al., 2017). Auch wenn diese Studie auf Grund ihrer Methodologie als sehr umstritten gilt, können solche Zahlen natürlich ein wenig produktives Klima der Angst in Firmen erzeugen.

Und drittens können dem Produktiveinsatz von KI-Techniken technische Probleme im Wege stehen. Zwar gibt es einige Werkzeuge, welche KI-Techniken implementieren (wie beispielsweise TensorFlow<sup>3</sup> und darauf aufbauend Keras), aber diese sind bisher in ihrer überwiegenden Mehrheit Forschungswerkzeuge und keine anwendungsfertigen Standardapplikationen. Darüber hinaus ist die benötigte Hardware nicht immer kostengünstig (für realistische Anwendungen muss man mit deutlich fünfstelligen Summen für einen Server rechnen), und zum Schluss ist nicht klar, ob gerade kleinere Firmen die für KI-Anwendungen benötigten Datenmengen überhaupt generieren können.

### 5. Was tun?

Um das Potenzial der KI zu realisieren, sollten KMUs schrittweise vorgehen. Als erster Schritt bietet sich ein F&E-Projekt in Zusammenarbeit mit einer in dem Bereich profilierten Uni-

<sup>3</sup> <http://www.tensorflow.org>

versität, einem hierauf spezialisierten Start-Up oder einem Forschungsinstitut an. Hier gibt es vielfältige öffentliche Förderungen, welche die Kooperation zwischen Unternehmen der privaten Wirtschaft und Universitäten oder Forschungsinstituten fördern.

Zuerst einmal muss analysiert werden, wo mögliche Einsatzgebiete für KI-Techniken im eigenen Unternehmen liegen. Die potenziellen Einsatzmöglichkeiten für KI lassen sich annäherungsweise wie folgt charakterisieren (siehe auch (Seiffert, et al., 2018)):

- KI-Techniken können nicht nur mit umfangreichen Daten umgehen, sie benötigen sie sogar.
- Da wir über schwache KI reden, benötigen KI-Techniken ein geschlossenes Weltbild, d.h. einen festen Wissensrahmen innerhalb dessen sie sich bewegen. So lässt sich beispielsweise ein Dialogsystem konstruieren, welches natürlichsprachlich gut über die Fehler und Wartung von Fotokopierern eines Herstellers kommunizieren kann, aber es wird keine darüberhinausgehenden Gespräche führen können.
- Allgemein lassen sich die meisten subsymbolischen KI-Techniken als „verallgemeinerte Mustererkennung“ charakterisieren. Während Bilderkennung Muster in zweidimensionalen Bildern erkennt, können die gleichen Techniken auch in wesentlich höherdimensionalen Räumen Muster erkennen.

Ein häufiger *Fehler* beim Einsatz von KI ist es jedoch, möglichst viele Daten zu sammeln und zu hoffen, dass die KI daraus auf magische Art und Weise einen Mehrwert produziert, ohne eine Ahnung oder Intuition zu haben, woraus dieser Mehrwert bestehen oder wie er gefunden werden könnte.

Als Beispiel für Projekte mögen hier drei Projekte dienen, die wir in Bremen am Forschungsbereich Cyber-Physical Systems in Zusammenarbeit mit unseren Partnern aus der Industrie zurzeit durchführen:

1. *Projekt ModEst*: Nutzer von Rollatoren nehmen oft eine falsche Haltung ein, beispielsweise indem sie sich zu sehr auf den Rollator stützen. Im Projekt ModEst ist deshalb ein Modul entwickelt worden, welches die Haltung des Nutzers aus sechs einfachen Entfernungsmessungen zum Rollator bestimmt, bewertet, und direkte Rückkopplung gibt. Hierzu werden die Messdaten mittels eines entsprechend trainierten neuronalen Netzes ausgewertet. Die Auswertung läuft auf einem Kleinstrechner, der in den Rahmen des Rollators integriert wird, und so als Zusatzmodul zu gängigen Rollatoren vermarktet werden kann. Das Projekt wird zusammen mit der Budelmann Elektronik, welche das Elektronikmodul konzipiert und konstruiert, der Firma Topro als Rollatorproduzent, und dem Klinikverbund Gesundheit Nord für die Evaluation durchgeführt.
2. *Projekt ConTexT*: Hier ist das Ziel, connecting textiles zu entwickeln wie beispielsweise eine „intelligente Tapete“, die darauf frei platzierbare IoT-Geräte mit Strom versorgt und Interaktion via Berührung oder Darüberstreichen

ermöglicht, und damit eine Grundlage für intelligente und interaktive Assistenzen bildet. Neben anderen Forschungsinstituten arbeiten wir hier mit der Peppermint Holding aus Berlin und Norafin aus Mildenau zusammen.

3. *Projekt KI-Suche/KI-Staging*: Die Firma ePhilos aus Bremen entwickelt und vertreibt e-Procurement-Systeme. In Zusammenarbeit mit dem DFKI wurde eine Erweiterung der Suchfunktionalität entwickelt, welche es erlaubt, Suchanfragen in natürlicher Sprache zu stellen. Da diese Erweiterung von den Kunden der ePhilos sehr gut aufgenommen wurde, haben ePhilos und das DFKI in einem Folgeprojekt die automatische Erstellung der nötigen Datenbasis durch KI-Techniken implementiert.

Diesen drei Projekten ist gemein zum einen eine Vermarktungsperspektive der mittelständischen Industriepartner, sowie zum anderen ein forschungsnaher Teil, den diese alleine nicht hätten erbringen können. Derartige Projekte tragen über das direkte Ergebnis heraus auch immer zu einen Wissens- und Technologietransfer von der Forschungseinrichtung oder Universität zum Industriepartner bei.

## 6. Abschließende Bemerkungen

Die künstliche Intelligenz erlebt zurzeit eine Hochphase, in der viele Versprechen gemacht und Hoffnungen geweckt werden. Einige dieser Versprechungen sind übertrieben und werden durch die Wirklichkeit eingeholt werden, aber die Techniken der KI sind wissenschaftlich ausgereift, haben sich fest etabliert und bieten auf eng umrissenen Gebieten ein enormes Potenzial. Die Herausforderung ist es, diese Gebiete im eigenen Anwendungsgebiet zu finden und nutzen zu können. Dabei helfen Kontakte zu Forschungseinrichtungen und Universitäten. Nichts zu tun und zu hoffen, dass diese Mode wieder verschwindet, ist jedenfalls keine Option.

## Referenzen

- Frey, Carl Benedikt und Osborne, Michael. 2017. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*. 2017, Bd. 114, S. 254- 280.
- Locker, Michal, Sallomi, Paul und Loucks, Jeff. 2018. *Technology, media and telecom get smarter*. Deloitte Insights, 2018.
- Seiffert, Inessa, et al. 2018. *Potenziale der Künstlichen Intelligenz im Produzierenden Gewerbe in Deutschland*. Berlin: it- Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation+Technik GmbH, 2018.

## Digitale Disruption und Seeleute – Die Auswirkungen autonomer Schifffahrt auf die Arbeit auf See, die Rolle der Seeleute und der Schifffahrtsindustrie

Dirk Max Johns\*

Professor Maritime Management, HSBA Hamburg School of Business Administration, Alter Wall 39, 20457 Hamburg, Deutschland

### Abstract

Dieses Papier beschäftigt sich mit den sozialen und praktischen Folgen der autonomen Schifffahrt und Digitalisierung für Seeleute.<sup>1</sup> Ziel ist es, eine Grundlage für weitere Diskussionen, Forschung und Strategieentwicklung zu bieten. Die Auswirkungen der Digitalisierung und insbesondere der autonomen Schifffahrt auf Seeleute sollen in den weiteren Kontext des Schiffsbetriebs gestellt werden und dabei die Digitalisierung von Schiffen und deren Systemen, die digitale Transformation des Schiffsbetriebs, die größere Autonomie der Schiffe und ihrer Systeme, den sich neu abzeichnenden Trend zur Zusammenarbeit zwischen landgestützten Betriebszentren (Remote Operating Centers, ROCS) und schiffszentrierten Input berücksichtigen und in einen Zusammenhang bringen.

<sup>1</sup> Dieses Papier ist in ähnlicher Form als Studie im Auftrag der Internationalen Seeschiffahrtskammer (ICS) von der Hamburg School of Business Administration (HSBA) erstellt und in englischer Sprache publiziert worden.

Schlagwörter/Keywords:

Autonomie, Schifffahrt, Digitalisierung, Disruption, Unbemannt

### Wesentliche Definitionen

Dieses Papier produziert keine neuen Definitionen, sondern greift auf bestehende Arbeiten zurück. In den letzten 48 Monaten ist die Zahl der Artikel und Präsentationen zu den Themen "Autonome Schifffahrt", digitale Disruption und digitale Transformation in der Schifffahrt gestiegen. Dabei sind neue Begriffsbestimmungen entstanden, die hier genutzt werden können.

Die Schifffahrtsindustrie befindet sich, wie viele andere Branchen und insbesondere alle anderen Verkehrssektoren, in einem Zustand des digitalen Wandels. Ein Teil dieser Transformation beruht auf der Erwartung eines autonomen Betriebs des Schiffes als System. In diesem Artikel wird darauf hingewiesen, dass "Autonomie" nicht unbedingt "unbemannt" bedeutet und dass Autonomieebenen nicht statisch sein werden (Maersk 2017).

Als Ausgangspunkt verwendet dieser Bericht die Definition von "Autonomieebenen", die von Lloyds Register entwickelt wurde (Lloyds Register 2016), (Lloyds Register 2017). Dieser Ansatz definiert in seinen ShipRight-Verfahrenshinweisen sechs Ebenen für autonome Schiffe und nimmt in

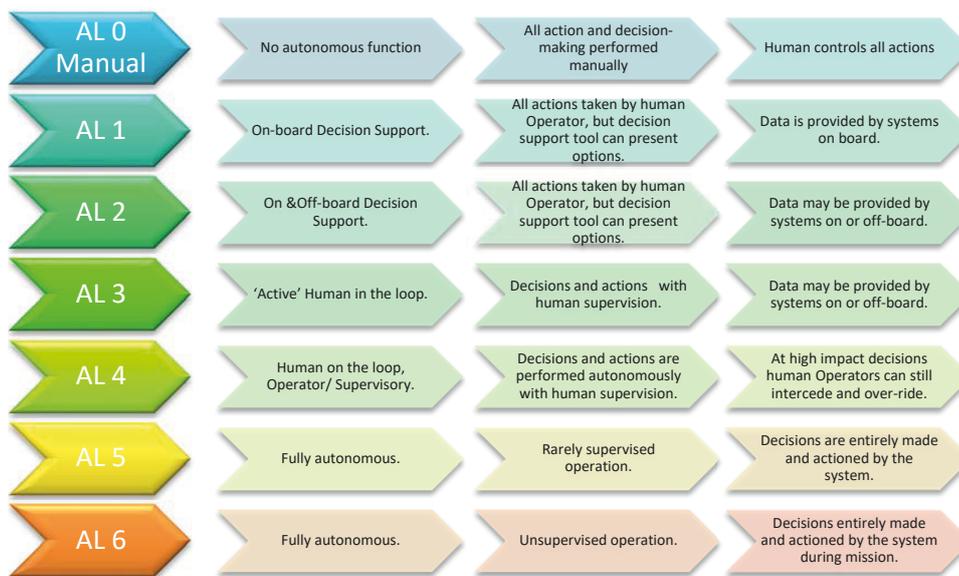
der späteren Version insbesondere die Fernsteuerung in den Fokus (Lloyds Register 2017). Das System beschreibt Autonomieebenen (AL), die von "AL 1" bis "AL 6" reichen, wobei letzteres ein völlig autonomes Schiff ohne Zugang während einer Reise bezeichnet. Die Definition ist nur eine von vielen angebotenen (Finland 2018), bietet aber einen hilfreichen Rahmen für diesen Bericht zum Verständnis und zur Kartierung der Folgen des menschlichen Aspekts des Seehandels und der Seeschifffahrt<sup>2</sup>. Zugleich ist die Definition illustrativer als der zuletzt im Rahmen der IMO gewählte Ansatz der vier Stufen („Degrees“), der in MSC 100 im Dezember 2018 gefunden wurde.

Die Identifizierung der verschiedenen Kontrollstufen im Schiffsbetrieb ist wichtig und hat zu den sechs oben genannten "Autonomy Levels" (AL) geführt. Auch wenn das vorgeschlagene Modell der Autonomieebenen auf einer eher klassischen Definition des Begriffs "Besatzung" beruht als "... angemessen zertifiziertes Personal, das sich physisch an Bord des Schiffes befindet, gemäß dem Minimum Safe Manning Certificate des Schiffes und in Überein-

<sup>2</sup> Alternative definitions are given by SINTEF et.al. (SINTEF 2017).

\* Korrespondierender Autor.

E-Mail: [max.johns@hsba.de](mailto:max.johns@hsba.de) (D. M. Johns)



Source:  
Eigene Grafik nach Lloyds Register

stimmung mit dem STCW-Übereinkommen" (Lloyds Register 2017), und es sich als ein Nachteil erweisen kann, dass es einen hierarchischen und kumulativen Entwicklungsprozess impliziert, so kann dieses Konzept dennoch als gedanklicher Ausgangspunkt dienen.

Darüber hinaus wurde in der IMO (MSC 99) vereinbart, dass sich eine Facharbeitsgruppe mit den Definitionen der Autonomie und dem für die Durchführung einer regulatorischen Bestandsaufnahme (Scoping) (IMO 2018/May) erforderlichen Rahmen befasst. Dies ging auf einen Vorschlag von SMA et.al. zurück (Danish Maritime Authority DMA 2017)<sup>3</sup>.

Ein System mit höherer Autonomieebene (AL) kann ein System mit niedrigerer AL als Teil verwenden, und ein komplexes System kann eine Kombination aus mehreren Systemen auf verschiedenen Ebenen sein. In den meisten Phasen sind die Schiffe nicht völlig autonom, sondern werden von Menschen an und von Bord ferngesteuert und/oder geführt und/oder unterstützt.

Andere Definitionen legen einen etwas anderen Schwerpunkt auf die Rolle der Autonomie- und Besatzungsebene, die Interaktion zwischen Bord- und Landpersonal und die Kontrollebenen (Rødseth, MASRWG 2017).

### Status der Digitalisierung

Die überwiegend anglophone Forschung unterscheidet semantisch zwischen zwei grundlegend unterschiedlichen Formen der „Digitalisierung“, die sich im Deutschen nicht nachbilden lassen: „Digitization“ und „Digitalization“.

„Digitization“ beschreibt lediglich die Transformation von analogen Mitteln zu digitalen. Das Scannen eines Papiers oder einer Fotografie ist ein Prozess dieser Digitalisierung.

<sup>3</sup> Vorgeschlagen von DMA in MSC 98.

Das Transformieren einer Seekarte vom Originalpapier in das ECDIS-System der elektronischen Seekarten gehört zur gleichen Sphäre.

Die „Digitalization“ beschreibt die Transformation von Prozessen und Modellen durch digitale Veränderungen und Störungen. Wenn ein nautischer Schiffsoffizier ECDIS nutzen kann und zusätzliche Unterstützung durch ergänzende Daten und entscheidungsrelevante Informationen (Wetterdaten, Strömungen etc.) erhält, wird der Prozess digitalisiert.

Der zunehmende Einsatz von digitalen Elementen an Bord von Schiffen ermöglicht es Maschinen, sich intensiver auszutauschen und unabhängiger zu agieren. Dies kann die bisher bekannten Grenzen der menschlich gesteuerten Entscheidungsprozesse auf SOLAS-Schiffen sprengen. Ein Teil der bislang Menschen vorbehaltenen Entscheidungen wird zwangsläufig auf Maschinen übertragen. Diese Entwicklung bietet Möglichkeiten für mehr Sicherheit (Kollisionsvermeidung, verbesserte Sicht usw.), und zugleich die Besatzung entlasten (Krohne 2017). Digitale Management-Tools können die Geräte zuverlässiger machen, wenn Methoden wie die vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance) und detaillierte Überwachung der Material- und Systemzustände eingesetzt werden. Gegenargumente, die bei der erhöhten Verwendung von Maschinenintelligenz neue Gefahren für die Schiffssicherheit sehen, gehen meist auf das Cyber-Risiko ein, das mit erhöhtem finanziellen und personellen Aufwand eingedämmt werden kann.

Aber Herausforderungen gehen über die Cybersicherheit hinaus. Kann ein Unternehmen beispielsweise ein sicheres Arbeitsumfeld für das Personal an Bord garantieren, wenn die Leistungsfähigkeit der Technologie noch nicht langfristig erwiesen ist? Schließlich werden lernende Maschinen in der Lage sein, eigene und menschliche Erfahrungen aufzunehmen und zu bündeln. Maschinen können diese Erfahrungsdaten auf eine Weise kombinieren, die über die menschliche Leistungsfähigkeit hinausgeht.

Schließlich kann der Schiffsbetrieb in einer vernetzten Umgebung effizienter werden. Daten aus dem eigenen Schiff können mit vielen anderen Datenquellen kombiniert werden und führen bei korrekter Berechnung zu einem reduzierten Treibstoffverbrauch, optimierten Hafenanläufen und Routen, wie dies im Flugbetrieb bereits seit Jahren praktiziert wird.

Wenn Maschinen zentral lernen und auf einer Vielzahl von Erfahrungen aufbauen, können sie exponentiell voranschreiten, während menschliche Erfahrungen immer wieder neu erworben werden müssen und naturgemäß reduziert bleiben.

Der Schiffsbetrieb in einer vernetzten Umgebung kann schließlich den Übergang zu einer zentraleren Planung von Schiffsbetrieb und -bewegungen ermöglichen, die auf einer Vielzahl von Daten basiert, die von der Planung in der gesamten Logistikkette bereitgestellt werden, wobei sowohl historische als auch vorhersagende Daten berücksichtigt werden. Dieser Informationsfluss wird eine größere Transparenz zwischen dem Charterer und dem Reeder ermöglichen. Es ist unklar, inwieweit dies im derzeitigen Wettbewerbsumfeld der Schifffahrt realisiert werden kann.

Digitalisierung verlangt nach der Beherrschung von immer größeren Datenmengen. Die Verarbeitung dieser Daten kann überwiegend in größeren Einheiten stattfinden und befördert daher grundsätzlich eine erhöhte Konzentration der Schifffahrtsunternehmen.

Die zunehmende Nutzung digitaler Elemente an Bord von Schiffen ist ein Schlüsselthema, das beispielsweise Martin Stopford in der Theorie des "Smart Shipping" verwendet. Er sagt, dass die Industrie die digitale Technologie in den Mittelpunkt stellen werde, um ihr Wachstum und ihre Effizienz noch einmal voranzubringen. Wie beschrieben, schafft Digitalisierung die Fähigkeit, den laufenden Betrieb besser zu überwachen und die im Rahmen der ex-post Analyse gesammelten Daten können dazu beitragen, zukünftige Ausfälle und Betriebsunterbrechungen gezielt zu verhindern (Eason 2016). Auf der anderen Seite: Mit Hilfe der Technologie können zunächst repetitive Erfahrungen gespeichert und Möglichkeiten geschaffen werden, über den persönlichen Horizont der einzelnen Seeleute hinaus von ihnen zu lernen. Gemäß der autonomen Stufen AL 0-6 wird die Lernerfahrung speziell von Schiffstypen und Handelsrouten abhängen, insbesondere in folgenden Kontexten:

- Wie viel Besatzung wird noch an Bord benötigt.
- Wo wird ergänzende Besatzung benötigt, z.B. besonders nahe am Ufer, und wo kann sie besonders gezielt und punktuell eingesetzt werden.
- Welche Teile der Besatzung mit Qualifikationen nach STCW in ihrer derzeitigen Form werden benötigt.
- Werden Brücken- und Maschinenfunktionen getrennt entwickelt und werden ganz neue – vermutlich IT-getriebene – Funktionen geschaffen.
- Welche Besatzungsfunktionen können ganz oder teilweise zu landgestützten Einrichtungen wechseln.

Als häufigste Fehlerquelle und Unfallursache an Bord werden menschliche Fehler genannt. Es wäre jedoch trivial anzunehmen, dass es beim „menschlichen Element“ um das Scheitern geht. Unzählige sichere Reisen und vermiedene Unfälle sind auf den positiven Beitrag des Menschen zurückzuführen. Insbesondere kreative Lösungen komplexer situativer Zusammenhänge sind bislang nur durch menschliches Eingreifen möglich gewesen. Menschen an Bord ermöglichen es Schiffen bislang, überhaupt in Fahrt zu sein, sie dürfen nicht als „Problem“ missverstanden werden. Es muss auch berücksichtigt werden, dass Autonomie niemals "menschliches Versagen" vollständig beseitigen wird, da sie es lediglich auf andere Bereiche wie die landseitigen Controller und die Hard- und Softwareentwickler verlagern könnte. Es ließe sich sogar argumentieren, dass dies zu einer potenziell steigenden Wahrscheinlichkeit menschlichen Versagens führen könnte, da diese Menschen über wesentlich weniger maritime Erfahrung verfügen, was ihr Handeln in Bezug auf Schiffe potenziell risikofälliger macht. Gleichwohl ist zu konstatieren, dass der Mensch für die zuverlässige Ausführung repetitiver Aufgaben einerseits und die vorhersehende Steuerung mehrerer Systeme (Schiffe) potentiell weniger geeignet ist als Maschinen.

Das Humankapital wird besser investiert, um die Produktivität durch die Interpretation von Daten zu steigern, wiederholte Aufgaben zu vermeiden und die Auswirkungen menschlicher Fehler auf die Produktivität zu reduzieren.

Schließlich muss jede zusätzliche Autonomieebene wirtschaftlich sinnvoll sein. Die Redundanz der festen Besatzung an Bord, zusätzliche Nutzlast und reduzierte Sicherheitsmerkmale müssen zusätzliche technische Ausrüstung und Konnektivität sowie potenzielle Kosten für den Umbau oder Bau neuer Schiffe ausgleichen (Stones 2016).

### Status der autonomen Schifffahrt

Derzeit befinden sich alle Verkehrsmittel in einer beschleunigten Entwicklung hin zu Autonomie und automatisierten Bewegungen. Ein besonderes Augenmerk lag dabei lange Zeit auf dem Schienenverkehr und der Luft- und Raumfahrt. Mit großer öffentlicher Aufmerksamkeit wird aktuell die Entwicklung autonomer Fahrzeuge im Straßenverkehr verfolgt, während die maritime Industrie weniger im öffentlichen Fokus steht. Vertikal hat sich die Automatisierung an verschiedenen Stellen der Logistikkette etabliert, insbesondere in der Lagerhaltung.

Derzeit (im Frühjahr 2019) ist die autonome Schifffahrt bereits über die theoretische Stufe hinausgekommen. Demonstrationen und reale Umsetzungen nehmen zu. Einige Systeme von kleinen Schiffen unter 24 Metern haben ihre zweite, dritte oder spätere Generation erreicht (Dan Hook 2017), insbesondere im Bereich der ferngesteuerten Schiffe. Die ersten voll-autonomen Schiffe sollen in einem überschaubaren Zeitrahmen eingesetzt werden. Einige Stake-

holder behaupten, bereits autonome Schiffe in Betrieb zu haben (Paton 2018). Manche argumentieren, dass gemäß den LR-Definitionen alle schwimmenden Schiffe ein gewisses Maß an Autonomie bereits in sich tragen, so dass technisch – teilweise – autonome Schiffe bereits in verschiedenen Inkarnationen in Betrieb sind.

Unterstützende digitale Elemente haben eine lange Tradition an Bord von Handelsschiffen. Die meisten Autoren nehmen an, dass sie das Gleichgewicht immer weiter in Richtung Autonomie und ferngesteuerte Schiffe lenken werden. Einige Beobachter sehen bereits 2022 "groß angelegte, minimal bemannte und unbemannte Schiffe auf See" (Dan Hook 2017), insbesondere als standardmäßige Systeme im Offshore-Bau und in der Vermessung sowie für wissenschaftliche Zwecke. Andere Gruppen sehen bis 2025 ein "funktionierendes autonomes maritimes Ökosystem" (DIMECC 2016).

Eine gewisse Vorsicht vor der Extrapolation der bisherigen Entwicklungen auf die globale Flotte ist angesichts der erheblichen Unterschiede in den Merkmalen der verschiedenen Sektoren und Gewerke geboten. Auch ist aus ökonomischer Sicht ein gewisses Maß an Vorsicht geboten: die meisten Projekte für die autonome Schifffahrt werden von Herstellern und Technologieanbietern vorangetrieben. Erfolgreiche Versuche sind zugleich Verkaufsplattformen. Auffallend wenige klassische Reedereien beteiligen sich in vorderster Reihe an den jüngsten Projekten.

Linienreedereien (insbesondere Maersk, CMA CGM und Hapag-Lloyd) sowie Kreuzfahrtunternehmen (bspw. Carnival in Hamburg) haben seit einigen Jahren für ihre Schiffe Remote Operating Centers (ROCS) etabliert. Diese sammeln mindestens so viele Daten wie auf der Brücke in Echtzeit gesammelt werden können und unterstützen die Besatzungen an Bord. Die Hilfe kann bereits jetzt tief in AL 3 und sogar AL 4 vordringen. Es braucht nicht viel Phantasie, um sich einen Wechsel in der operativen Tätigkeit vorzustellen: Die landgestützten Zentren könnten Routinebetriebe des Schiffes übernehmen, während das schiffgestützte Personal assistiert und überwiegend für anspruchsvolle Situationen eingesetzt wird. Nach SOLAS wäre eine solche Aufteilung bislang nicht erlaubt. Daher sind die ROCS bislang auf Hilfestellung reduziert.

Auch das Militär setzt unbemannte Fahrzeuge in den maritimen Theatern ein. Von den weniger ausgeklügelten Versuchen der Houthis im Jemen bis hin zum Programm der US Navy auf unbemannten Schiffen wie dem Sea Hunter-Projekt (DARPA- <https://www.darpa.mil/news-events/2018-01-30a>). Allerdings hatten einige frühere Studien etwas weniger euphorische Ausblicke geliefert, wie das MUNIN-Projekt (MUNIN 2016).

In mehreren Ländern bildet die Industrie Gruppen und Forschungsallianzen, um mögliche disruptive Veränderungen in der Schifffahrtsindustrie gemeinsam anzugehen, z.B. in China (Yan 2018), Australien (Judson 2017), Finnland (DIMECC 2016), Norwegen (NTNU AMOS 2016), Großbritannien (UK-MIA 2014) und international (Rødseth, INAS International

Network for Autonomous Ships 2017). In Deutschland fehlt ein derartiger branchenübergreifender Ansatz bislang.

Mehrere Länder haben Testgebiete für Seeveruche ausgewiesen (Norwegen, China et.al.), andere beabsichtigen dies zu tun (Deutschland et.al.). Südkorea und Dänemark haben eine Vereinbarung unterzeichnet über die Zusammenarbeit und Förderung der elektronischen Navigation und die Entwicklung fortschrittlicher Technologien, die von autonomen Schiffen genutzt werden sollen. Japan plant, ab 2025 unbemannte Schiffe in größerem Umfang zu vermarkten, um den Mangel an Seeleuten zu umgehen (Nikkei 2017). Testgebiete können bislang nur in nationalen Gewässern ausgewiesen werden und unterliegen dann der nationalen Hoheit.

Der Automatisierungsschub wird von der Industrie angeführt, aber von den Regierungen stark unterstützt, die sich von der Förderung neuer Technologien die Gründung neuer Unternehmen, Arbeitsplätze und Kapital erwarten. In Europa gibt es Testgebiete in Norwegen, Finnland und Großbritannien, während China das größte Testgebiet mit 771 Quadratkilometern Fläche umrissen hat (Chen 2018).

Eines der bekanntesten Projekte der autonomen Schifffahrt ist die "Yara Birkeland", das Schiff, das bis 2020 kommerziell betrieben werden soll. Ein weiteres viel zitiertes Projekt ist ASTAT in Trondheimsfjorden, Hrönn und eine Personenfähre im Trondheimer Hafen. Auch die chinesische Allianz für unbemannte Schiffe erwartet, dass sie im Oktober 2021 das erste kommerziell nutzbare unbemannte Schiff in Betrieb nehmen wird.

Schon heute zeigen die Tests, dass das Interesse an der autonomen Schifffahrt bei nicht-klassischen Reedern besonders groß ist. Komponentenhersteller können insbesondere in Verbindung mit Datenaggregatoren und Datenbesitzern Chancen und Möglichkeiten sehen und damit klassische Reedereien, die als Produzenten und Anbieter solcher Daten gelten können, überholen (GMF 2018).

Gemeinsames Eigentum an Schiffen in neuartigen Partnerschaften erscheint wahrscheinlich. Getrennte Eigentumsstrukturen an verschiedenen Schiffskomponenten und dann auch der auf diese Einzelteile fokussierte technische Betrieb erscheinen ebenso denkbar. Service und Leasing verschiedener Hightech-Komponenten können wichtige Rollen auf und um Schiffe neu definieren. Wie die Tests der Yara Birkeland zeigen, bei denen ein globales Agrarunternehmen jene Partei ist, die das Projekt in Auftrag gegeben hat und leitet, besteht das Potenzial, dass der Einstieg in die Automatisierung den Charakter der verantwortlichen Spieler in der Schifffahrt verändern wird. Dies könnte zu einem Szenario führen, in dem die Einführung von Technologie in die Schifffahrtsindustrie von Herstellern und Frachtheignern diktiert wird, die dann auch zu Teil-Eignern werden.

Diese neuen und wiederkehrenden Akteure könnten zunächst die Bedürfnisse und Anliegen bestimmter Interessengruppen übersehen oder übergehen, die direkt von der Automatisierung betroffen sein werden – wie z.B. Seeleute. Ihr natürlicher Fokus wird nicht auf der Beteiligung bisheri-

ger Stakeholder am laufenden Betrieb technischer Anlagen liegen. Wenn man sich auf die Auswirkungen automatisierter Schiffe auf die Seeleute konzentriert, ist es wichtig, einen Paradigmenwechsel zu berücksichtigen, der durch neue Eigentümerstrukturen an den Schiffen ausgelöst wird. Sie können eine völlig neue Perspektive in die Gleichung zwischen technischem Vermögen und menschlicher Bedienung einbringen, weg von Routineaufgaben und hin zur Problemlösung und Bewältigung ungewöhnlich komplexer Situationen auf hohem technischen Niveau.

Die Missachtung der traditionellen Rolle von Seeleuten mit einem disruptiven Ansatz ist für Start-ups und Newcomer einfach. Wenn Unternehmen mit einer Beschäftigungstradition von Seeleuten in etablierten Rollen einen disruptiven Ansatz in Betracht ziehen, müssen sie Rollen neu definieren, kommunizieren, ihre Mitarbeiter schulen und umqualifizieren. Sie müssen auch die wirtschaftliche Tragfähigkeit von technisch disruptiven Projekten sorgfältig vergleichen.

Diejenigen, die den Einsatz von Automatisierung in der Industrie fördern wollen, müssen sich mit den Vorbehalten der Interessengruppen befassen, die dem technologischen Wandel misstrauen. Ein gutes Beispiel dafür liefert der „Nautilus Telegraph“, der in seiner Ausgabe vom Februar 2018 über das Feedback berichtete, das er auf eine Umfrage mit über 1.000 Mitgliedern aus 21 Gewerkschaften erhalten hatte. Die Mehrheit der Rückmeldungen deutete darauf hin, dass die Automatisierung eine gefühlte Bedrohung für die Arbeitsplätze der Seefahrer darstellt und dass unbemannte/ferngesteuerte Schiffe ebenso eine gefühlte Sicherheitsbedrohung auf See darstellen (Hand 2018) (Nautilus 2018). Die aus der Umfrage abgeleitete Studie argumentierte, dass der Ansturm von Herstellern und maritimen Nationen auf Investitionen in Kapital und Zeit für die Erforschung autonomer Systeme und die Digitalisierung von Schiffen dazu geführt hat, dass bisher wichtige soziale und menschliche Themen und Fähigkeiten vernachlässigt wurden. Der Artikel endet mit der Forderung, dass zusätzliche Arbeiten durchgeführt werden sollten, um zu prüfen, wie maritime Kompetenzen durch neue Technologien geschützt und verbessert werden können (Linnington 2018) statt sie lediglich zu ersetzen.

Die Haltung der Gewerkschaften spiegelte sich zunächst auch in der IMO im Rahmen von MSC 99 wider, als die International Transportworkers Federation (ITF) in Zusammenarbeit mit der International Federation of Shipmasters' Associations (IFSMA) das Papier 99/5/1 veröffentlichte. Dieses Papier nimmt eine sehr kritische Sicht auf die Autonomie ein, wie der Vorschlag 8 aus dem Dokument am ehesten zeigt. Er fordert: "Zum Schutz der Sicherheit der Schifffahrt und der Meeresumwelt vor dem Risiko unregelmäßiger Tätigkeiten sowie vor dem Risiko von Kollisionen zwischen konventionellen Schiffen und ferngesteuerten oder unbemannten Schiffen, soll die IMO schriftlich oder in anderer geeigneter Weise bestätigen, dass ferngesteuerte oder unbemannte Schiffe nicht den geltenden internationalen Vorschriften entsprechen und nicht auf internationaler Fahrt eingesetzt werden dürfen,

bis ein internationaler Rechtsrahmen für ihren Betrieb angenommen wurde und in Kraft ist". (ITF/IFSMA 2018). Dieser Vorschlag wurde von der Mehrheit der anwesenden Delegierten abgelehnt, hat aber den kulturpessimistischen Ansatz gezeigt, den die Gewerkschaften in Bezug auf die Autonomie möglicherweise verfolgen werden.

In der zitierten Studie äußern mehr als 80% der Seeleute ihre Besorgnis über mögliche Arbeitsplatzverluste mit dem Aufkommen der Automatisierung. Einen neuen Ansatz haben die Gewerkschaften offenbar auf Basis der durch die World Maritime University (WMU) erstellten Untersuchung eingenommen. Darin stellt die WMU fest, dass Arbeitsplätze auf See zunächst nicht in nennenswerter Anzahl gefährdet sein werden. Arbeitsplatzverluste werden eher im Hafengebiet gesehen (WMU World Maritime University 2019).

Eine weitere Herausforderung wird die Akzeptanz der autonomen Schifffahrt in der Öffentlichkeit sein. Dies wird entscheidend dazu beitragen können, die Entscheidungen von Gesetzgebern und Regulierungsbehörden bei der Schaffung und Änderung von Vorschriften zu beeinflussen, die bestimmen werden, wie die Autonomie in der internationalen Hochseeschifffahrt umgesetzt wird. Nicht unwesentlich werden dabei auch die Erfahrungen mit der Regulierung anderer Verkehrsträger sein.

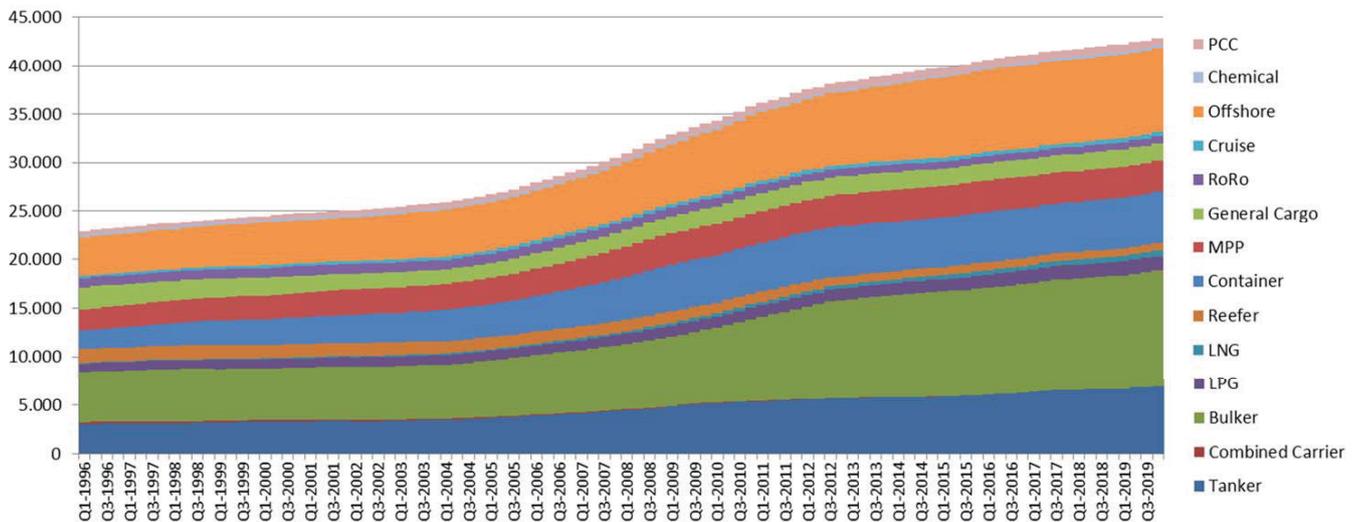
Interessanterweise räumte die Nautilus-Studie jedoch ein, dass viele (etwa zwei Drittel) der Befragten der Ansicht sind, dass neue Technologien die Sicherheit und die Arbeitsbedingungen verbessern könnten, indem sie die Arbeitsbelastung verringern, den Verwaltungsaufwand zurückfahren, die vorbeugende Instandhaltung gezielt verbessern und Offizieren mit umfassenden Informationen eine bessere Entscheidungsgrundlage anbieten. Gleichwohl hält sich die eher anekdotische Ansicht, dass "neue Technologien selten eingesetzt wurden", um die Arbeitsbelastung der Besatzung zu bewältigen: "häufiger tragen sie lediglich zum Problem bei" (KNect365 2018).

Die strenge globale Regulierung der Schifffahrt, das rigorose Kontrollnetz und die umfassende Akzeptanz der internationalen Konventionen legen nahe, dass die Schifffahrt in der Lage sein wird, irrationale Fehler der Vergangenheit zu vermeiden, wie der sprichwörtliche Einsatz des Heizers auf der E-Lok, als Diesellokomotiven noch Jahrzehnte nach der Aufgabe von Dampfmaschinen durch Heizer begleitet werden mussten (UPI 1985), (Reynolds and Schansberg 1991).

### Scenarioanalyse: Arbeitsmarkt der Seeleute

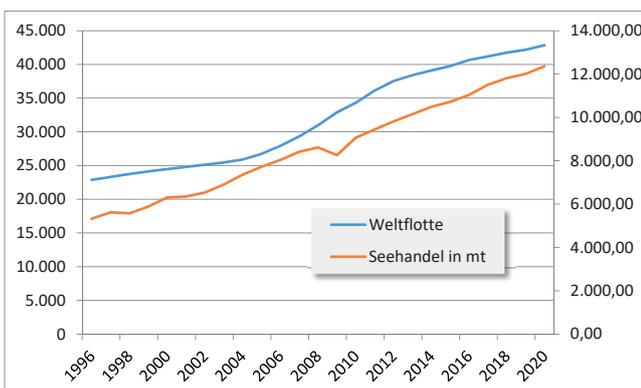
Die wesentliche Frage im Rahmen der autonomen und zunehmend digitalisierten Schifffahrt, die sich für Seeleute, Reeder und Crew Manager stellt, ist, ob und wie sich der Bedarf an qualifizierten Seeleuten ändern wird. Es ist darüber hinaus wichtig zu verstehen, welche Qualifikationen künftig benötigt werden. Als Ausgangspunkt ist die Gesamtzahl der weltweit eingesetzten Seeschiffe zu betrachten.

### Flotte, weltweit (> 500 gt)



Source: Clarksons Research, November 2019

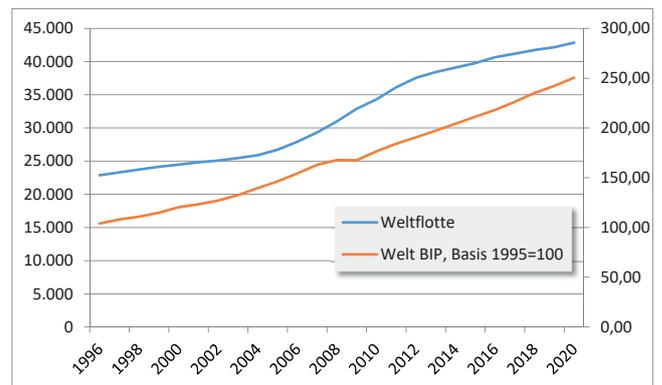
Die Grafik veranschaulicht, dass in etwas mehr als zwei Jahrzehnten die absolute Anzahl der Schiffe um mehr als 80% gestiegen ist. Der offensichtliche Zusammenhang mit dem Welt-BIP, dem Welthandel und dem Seehandel im Allgemeinen wurde für einige spezifische Märkte wie Containerschifffahrt untersucht. Die folgende Grafik zeigt das Flottenwachstum und den Seehandel:



Source: Clarksons Research, November 2019

Die nahezu perfekte Korrelation ist bemerkenswert, da das Wachstum pro Schiff oft als maßgeblicher Einfluss angesehen wird. Da der Seehandel bis 2021 voraussichtlich um fast 4 Prozent p.a. wachsen wird, ist davon auszugehen, dass sich der Trend auch im Flottenwachstum fortsetzen wird.

Die Korrelation der durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten des Welt-BIP (1995 indexiert als 100) zeigt den erwarteten Effekt des Schiffswachstums grafisch stärker:



Source: Clarksons Research, November 2019

Das Hauptergebnis ist jedoch eine sehr starke Korrelation zwischen den wichtigsten wirtschaftlichen Trends und dem Flottenwachstum in absoluten Zahlen.

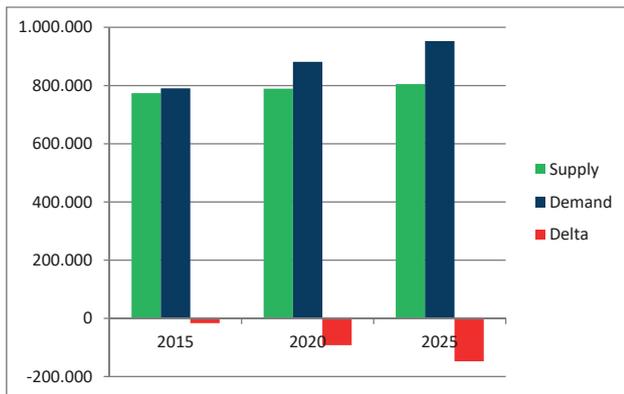
Der nächste wichtige Datensatz ist die Anzahl der Seeleute, die die wachsende Flotte benötigen wird, und das Angebot an Seeleuten in der Vergangenheit und Zukunft. Der ICS/BIMCO Manpower Report liefert die Daten in diesem Bereich und wird seit 1990 durchgeführt. Die bislang letzte Ausgabe der Fünfjahresstudie wurde 2016 veröffentlicht (ICS/BIMCO 2016).

Dem Bericht zufolge wird das prognostizierte Wachstum der Welthandelsflotte in den nächsten zehn Jahren und die erwartete Nachfrage nach Seeleuten den Trend einer allgemeinen Verknappung des Angebots an Offizieren wahrscheinlich fortsetzen. Dies geschieht trotz intensiverer Rekrutierungsanstrengungen und einer Verringerung der

frühen Abgänge von Offizieren in den letzten fünf Jahren. Der Bericht prognostiziert einen Mangel an 147.500 Offizieren im Jahr 2025, was mehr als 18% der weltweiten Nachfrage nach Offizieren auf Schiffen entspricht.

Die Zahlen aus dem Bericht zeigen deutlich, dass diejenigen Seeleute mit höherer Qualifikation in eine sehr komfortable Arbeitsmarktsituation geraten werden, in der die Nachfrage das Angebot deutlich übersteigt.

Bei den Ratings ist die Situation weniger klar, da es ab dem Jahr 2015 Anzeichen für einen zumindest ausgeglichenen Markt, wenn nicht gar ein Überangebot an Ratings auf globaler Ebene gab.



Source: ICS/BIMCO Manpower Report 2015

Die zugrunde liegende Analyse von ICS/BIMCO geht davon aus, dass die Nachfrage nach Offizieren alle fünf Jahre um rund 10 Prozent steigen wird, während das Angebot relativ stagniert. Eine vorhersehbare fast 20-prozentige Unterversorgung an Offizieren ist objektiv kein Grund, sich um die Arbeitsplatzsicherheit zu sorgen.

Wie beschrieben, deuten selbst optimistischere Szenarien darauf hin, dass in den nächsten Jahren lediglich eine geringe Anzahl von hybriden, ferngesteuerten oder autonomen Schiffen im kommerziellen Schiffsbetrieb zu erwarten ist. Realistisch gesehen wird die Zahl der autonomen oder halbautomatischen Schiffe eher klein sein und sich vornehmlich auf streng kontrollierte Gewässer in Küstennähe konzentrieren und zudem oft per Fernsteuerung unterstützt werden.

Auch wenn in einem sehr optimistischen Szenario bis Ende 2020 (in weniger als zwei Jahren) etwa 100 Schiffe autonom betrieben werden, hat dies keine messbaren Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt.

Wenn bis 2025 etwa 1.000 Schiffe vollständig autonom und etwa 2.000 weitere teilautonome Schiffe in Betrieb sein werden, könnte dies möglicherweise die Nachfrage nach Seeleuten um 30.000- 50.000 verringern. Gleichzeitig wird jedoch der Bedarf an hochqualifizierten Fernoperatoren, Lotsen neuer Art und Riding Gangs benötigt, um die Schiffe betriebsbereit zu halten.

Wie Kevin Tester es ausdrückte: "Autonome Schiffe verändern eher Arbeitsplätze, als sie zu beseitigen, und das wird in

Verbindung mit der Schaffung neuer Arten von Arbeitsplätzen langfristig zu mehr Wohlstand führen." (Tester 2017)

### Das regulatorische Umfeld

Es herrscht weitgehend Einigkeit darüber, dass die Digitalisierung der maritimen Industrie einen starken oder sogar disruptiven Wandel bringen wird, der auf verbesserter Vernetzung von "Dingen" beruht und somit auf technischen Entwicklungen auf und um die Schiffe herum und letztlich zu erhöhter und möglicherweise vollkommener Autonomie der Schiffe führt.

Bevor eine derartige Entwicklung wie die zunehmende autonome Schifffahrt in den jeweils nächsten größeren Stufen das geschützte Testgelände verlassen kann, ist ein zuverlässiges Regelungsumfeld zu schaffen (Lakeman 2017). Dies ist nicht zuletzt wichtig, um die Versicherung von Vermögenswerten zu ermöglichen. Die kanadische Regierung hat den IMO-Rechtsausschuss gebeten, einen Überblick über die bisherige Regulierung zu erstellen (IMO 2018). Diese Übung wird durch eine Einreichung beim MSC durch die internationale Schifffahrtskammer ICS (ICS 2018) unterstützt.

Die Regulierungsbehörden müssen die Gleichwertigkeit zwischen menschlichem Handeln und maschinengesteuertem Handeln definieren. Es gibt Ähnlichkeiten mit der rechtlichen Diskussion über den Straßenverkehr, nur dass die Seefahrt global durch die IMO<sup>4</sup> (Veal, Unmanned Ships on the IMO Work Agenda. 2017) geregelt werden muss. Lediglich nationale Pilotprojekte können eine relativ hohe Flexibilität gestatten. Insofern ist die global zu regelnde Schifffahrt vor einer größeren multilateralen Herausforderung als andere Verkehrsträger.

Es scheint auch, dass die Automatisierung des Straßenverkehrs trotz des sich abzeichnenden Potenzials für Arbeitsplatzverluste mit weitaus größerem Optimismus vorangetrieben wird. Das US-Verkehrsministerium definiert seine Arbeit in einer Untersuchung über das autonome Fahren im Straßenverkehr: "Leben retten, Verletzungen vermeiden und wirtschaftliche Kosten durch Verkehrsunfälle senken, durch Bildung, Forschung, Sicherheitsstandards und Durchsetzungsmaßnahmen" (Transportation 2017). Kaum eine maritime Behörde würde sich derartige Leitsätze einer zügigen Regulierung zu eigen machen.

Neben den offensichtlichen technisch bedingten Auswirkungen muss das regulatorische Umfeld auch internationale maritime Übereinkommen wie STCW und MLC, 2006, berücksichtigen und ggf. kohärent anpassen. Besondere Überlegungen sind zu wesentlichen Begriffen wie "Seeleuten" anzustellen, wenn die Grenzen zwischen land- und bordgesteuerten Schiffen zunehmend verschwimmen (Veal and Tsimplis, The integration of unmanned ships into the lex maritima 2017).

<sup>4</sup> Die Kanzlei Ramboll Core wurde mit einem solchen Überblick von DMA beauftragt. Erste Ergebnisse in: (Core 2017).

Das Comité International Maritime (CMI) hat mit seinen nationalen Tochtergesellschaften das derzeitige Regelungsumfeld für autonome Schiffe eingehend untersucht und der 99. Tagung des Maritime Safety Committee der IMO ein Informationspapier vorgelegt (CMI 2018). Die Übersicht über die Rechtslage befasst sich mit Fragen, was ein Schiff ausmacht, den Vollmachten und der Stellung des Kapitäns und entsprechend der Verantwortung der Besatzung. Kann jemand, der gründlich in den Betrieb des Schiffes (durch Fernsteuerungen) eingebunden ist, dauerhaft oder vorübergehend Teil der Besatzung werden? Weiterhin ist zu beachten, dass unter künftigen herstellergetriebenen Leasingmodellen möglicherweise systemkritische Teile des Schiffes in unterschiedlichem Besitz und in unterschiedlicher Betreuung sind. Die Einheit der für das Schiff zuständigen Besatzung zerfällt möglicherweise in unterschiedlich angebundene land- und seegestützte Teile.

Im Mittelpunkt mehrerer Fragen steht bis heute die Idee der "Besatzung", die in einer Vielzahl von maritimen Konventionen und zeitgenössischen Anwendungen verankert ist. Darüber hinaus werden sich Personalstärke, Verantwortlichkeiten des Kapitäns und die Anwesenheit von Personen an Bord auf die bestehenden Versicherungsregime und die Anwendung von Regulierungsrahmen wie Hague und Hague-Visby Rules auswirken (Carey 2017).

Zahlreiche nationale Gruppen des CMI haben auf eine mögliche Offenheit im regulatorischen Umfeld hingewiesen und verlangt, dass das "unbemannte Schiff mindestens so sicher sein muss wie Schiffe, die von einer qualifizierten Besatzung betrieben werden" (CMI 2018, p. 8). Dies ist zwar eine berechtigte Vorsicht, aber es kann genauso gut zu früh sein, um davon auszugehen, dass das aktuelle Sicherheitsniveau der geeignete Mindeststandard ist.

Die IMO hat auch angekündigt, dass sie eine Task Force des Sekretariats beauftragt hat, die vier Ausschüsse (LEG, MSC, MPEC und FAL) umfasst, um die Autonomie zu untersuchen.

Während das Thema an Fahrt gewinnt, beziehen sich die nationalen Regierungen in der Regel auf die IMO als die Instanz, die die jeweiligen Regeln erarbeitet. In diesem Zusammenhang hat die Bundesregierung eine Anfrage einiger Parlamentarier beantwortet (Germany 2018).

### **Wohlfahrt und soziale Fürsorge**

Ein Bereich, der aufgrund der Neuartigkeit der Automatisierung in der Schifffahrt derzeit nur begrenzt Beachtung findet, umfasst die Auswirkungen, die diese auf das mentale und physische Wohlergehen von Seeleuten haben kann. Die Vorstellung, dass die Autonomie zu einer Erhöhung der Sicherheit führt und die Zahl der Unfälle auf See verringert, wodurch möglicherweise Leben gerettet werden, ist eines der Hauptargumente für die Autonomie von Schiffen. Zugleich formulieren insbesondere Gewerkschaften die Sorge, dass die psychische Seite nicht berücksichtigt wird.

Es ist anzunehmen, dass mit noch weiter abnehmender Anzahl von Menschen an Bord die intellektuellen Anforderungen steigen werden. Weniger soziale Interaktionen zwischen den Verbleibenden führt möglicherweise aber zu Problemen wie Einsamkeit und Depressionen (Adamson and et.al. 2018). Elektronisch basierte soziale Medien können für mangelnde menschliche Interaktion nur ein begrenzter Ausgleich sein.

Darüber hinaus besteht die Befürchtung, dass dieser kontinuierliche technologische Fortschritt zu einem Rückgang der Besatzung führt, was das Potenzial hat, die Mindestanforderungen an die noch als sicher geltende Besatzungsstärke (Safe Manning) zu beeinflussen (Grey 2018). Jede Anpassung der Personalstärke würde jedoch sorgfältig durch internationale Gremien gefiltert und von einer Vielzahl von Interessengruppen genau überwacht. Die Arbeits- und Ruhezeiten würden weiterhin durch MLC, 2006, nationale Gesetze und Tarifverträge geregelt.

Viele Seeleute aus Entwicklungsländern haben es möglicherweise schwer, in ihren Heimatländern Arbeit an Land zu finden. Ratings und Offiziere haben sich bislang auf die vergleichsweise hohe Vergütung an Bord verlassen, um ihre Karriereplanung so zu gestalten, dass sie sowohl für ihre unmittelbaren als auch für ihre Großfamilien sorgen können. Es besteht hier besonders bei Ratings die Sorge, dass bei einer Reduzierung von einfachen Arbeitsplätzen an Bord soziale Strukturen nicht weiter unterstützt werden können. Viele Seeleute treten mit der Berufswahl in die Fußstapfen ihrer Eltern und Großeltern und sind daher besorgt, dass dieser Karriereweg für ihre Nachkommen in Zukunft möglicherweise nicht mehr möglich ist. Es ist entsprechend wichtig, die Entwicklung der autonomen Schifffahrt realistisch zu betrachten, um gerade diesen Stakeholdern zu versichern, dass an Bord noch Arbeit zur Verfügung stehen wird, die ihre zukünftigen Familienmitglieder ausführen können. Gleichwohl gilt es noch mehr als bislang zu beachten, dass sich die Art der verfügbaren Arbeit von derjenigen unterscheiden kann, die heute existiert.

### **Erfahrungen aus anderen Industrien**

Zahlreiche Forschung beschäftigt sich mit der Zukunft der Arbeit im digitalen Kontext. Die inhärente Debatte konzentriert sich auf den Arbeitsaufwand, der für den Menschen bleibt, seine Schwierigkeitsgrade und seine Verteilung. Ein Papier der University of Oxford hat die jüngste Debatte mit dem starken Argument geprägt, dass Automatisierung zu weniger Arbeit führen wird (Frey and Osborne 2017). Andere argumentieren, dass die Automatisierung sogar zu mehr Arbeit führen kann (Nedelkoska and Quintini 2018).

Seeleute stellen ihre Fähigkeiten einem globalen Markt zur Verfügung. Sie werden im grenzüberschreitenden Wettbewerb eingesetzt, da es ein global definiertes Qualifikationsniveau gibt. Der rechtliche Rahmen wird durch

internationale Übereinkommen wie STCW und MLC, 2006, vorgegeben.

Studien von Cameron (Cameron 1987) und Rodrik (Rodrik 1999) haben ergeben, dass die Menschen eher bereit sind, auf offenen Märkten zu konkurrieren, wenn sie auf ein soziales Sicherungsnetz zurückgreifen können. Dies kann aus einem nationalen Netz mit Arbeitslosenunterstützung bestehen, wie es einige europäische Staaten anbieten. Es kann auch aus einer vergleichsweise hohen Qualifikation bestehen, die Beschäftigungsmöglichkeiten außerhalb der ursprünglichen Branche bietet. Letzteres würde für viele Seeleute aus so genannten „Labour Supply Countries“ wie den Philippinen, Myanmar, Indien, der Ukraine und China gelten.

Die Analyse historischer Vorläufer hilft zu verstehen, was passieren kann, wenn Automatisierung und Maschinenautonomie ganze Branchen erreicht. Gut dokumentiert sind die massiven Arbeitsplatzverluste im Automobilbau, die durch neue und höher qualifizierte Arbeitsplätze ersetzt werden konnten. Oftmals gingen neue Beschäftigungsmöglichkeiten jedoch nicht an jene Menschen, die zuvor ihren Arbeitsplatz verloren hatten.

In Deutschland, wo 2018 rund 1,7 Mio. Menschen in der Automobilindustrie arbeiten, ist diese Zahl mit zunehmender Tendenz in den letzten vier Jahrzehnten stabil geblieben. Gleichzeitig wurde seit den ersten Produktionsrobotern im Jahr 1972 eine groß angelegte Automatisierung und Roboterproduktion eingeführt (Fersen 1986). Die öffentliche Debatte und der Diskurs zwischen den Sozialpartnern benutzt oft die "unbemannte Fabrik" als Metapher für erhebliche Arbeitsplatzverluste. Wie ähnliche Statistiken für andere Automobilproduzenten zeigen, hat der Automatisierungsgrad die Arbeitsplätze nicht zerstört, sondern verschoben.

Ein Bericht von Ficci-Nascom und EY schätzt, dass im boomenden indischen Automobilsektor 2022 14,3 Mio. Arbeitsplätze verfügbar sein werden (Ficci-Nascom, EY 2017). Allerdings werden 60-65% dieser Arbeitsplätze im Vergleich zu 2017 völlig neue Fähigkeiten erfordern. Eine weitere Studie (MHP Management, Hochschule Reutlingen 2017) kommt zu ähnlichen Ergebnissen und schätzt, dass bis 2030 rund 46% aller Arbeitsplätze (2017) in der Automobilindustrie in neuartige Bereiche verschoben sein werden.

Ebenso schienen Büroangestellte kurz vor dem Aussterben zu stehen, als Computer in den 1980er Jahren in großem Stil eingeführt wurden. Dieser Trend der "Dematerialisierung" ist jedoch nicht in der vorgesehenen Form eingetreten. Computer sind vielmehr zu einem Fenster zum Internet geworden und haben unter anderem einen Paradigmenwechsel hin zur vernetzten Wirtschaft ermöglicht.

Etwa ein Viertel aller aktuellen Stellenprofile und fast die Hälfte der Arbeitsplätze in allen Branchen waren akut gefährdet, erkannten Frey und Osborne 2013 (Carl Benedikt Frey 2013). Sie konzentrierten sich insbesondere auf den Fortschritt der künstlichen Intelligenz in einer Vielzahl von nicht-routinemäßigen kognitiven Aufgaben und schlossen:

"Unser Modell prognostiziert, dass die meisten Arbeitnehmer in Transport- und Logistikberufen sowie der Großteil der Büro- und Verwaltungshilfskräfte und die Arbeitnehmer in Produktionsberufen gefährdet sind." Gleichzeitig sehen sie aber neue Arbeitsplätze, allerdings mit einer starken Ausrichtung auf die extremen Enden der Qualifikationsleiter: mehr hoch qualifizierte und weniger qualifizierte Arbeitsplätze, so das Fazit: "Damit die Arbeiter das Rennen gewinnen, müssen sie kreative und soziale Fähigkeiten erwerben." (Carl Benedikt Frey 2013, 45).

Guy Ryder, Leiter der Internationalen Arbeitsorganisation in Genf, ist optimistisch, was die Balance zwischen gewonnenen und verlorenen Arbeitsplätzen angeht, wenn er eine historische Lehre aus der Automatisierung zieht: "... wir wissen, dass wir nach einer Zeit der Turbulenzen und Anpassungen tatsächlich besser dran waren, als wir angefangen haben – mehr Arbeitsplätze, bessere Qualität der Arbeitsplätze, höherer Lebensstandard." (Ryder 2018)

### Konsequenzen für Arbeitgeber und Seeleute

Der digitale Wandel für Seeleute wird keine Null-Eins-Szenarien bringen. Aktuelle Trends und Entwicklungen deuten auf eine allmähliche Verschiebung von Arbeitsplatzprofilen hin. Gleichwohl zeigen Erfahrungen aus anderen Branchen, dass sich die Arbeit an vielen Arbeitsplätzen gravierend ändern wird.

Zusätzliche Automatisierung wird eher nicht disruptiv sein, sondern eine Weiterentwicklung auf einem Kontinuum, wie es seit Jahrzehnten in der Schifffahrt praktiziert wird. Die Besatzungen an Bord können schrumpfen, nur verschwindend wenige Schiffe werden im kommerziellen aber in den nächsten zehn oder zwanzig Jahren völlig autonom sein. Mit einer Gesamtzunahme der Weltflotte wird zumindest die Zahl der an Bord befindlichen Offiziere stabil bleiben. Gleichzeitig wird die Zahl der "Crew" an Land in unterstützenden Funktionen steigen, möglicherweise deutlich.

Dies lässt wertvolle Zeit, um die Ausbildungsmuster anzupassen und erfahrene Seeleute mit digitalen Kompetenzen neu auszubilden. Die Boston Consulting Group (BCG) hat ein Rahmenwerk für Reedereien entwickelt, um die Digitalisierung zu unterstützen. Sie betonen die Notwendigkeit, "ein starkes digitales Fundament in der gesamten Organisation einzuführen dies öffentlich zu machen ... um die richtigen digitalen Talente in der Schifffahrt anzuziehen, damit das Unternehmen effektiver wachsen und funktionieren kann". (BCG 2018)

Obwohl das Hauptziel der BCG-Studie die Digitalisierung der Landorganisation ist, deutet sie darauf hin, dass der see-seitige Talentpool für eine erfolgreiche digitalisierte Reederei entscheidend sein wird. Nur ein Teil der Transformation wird die reine technische Umsetzung der Automatisierung sein. Der andere Teil wird ein tiefgreifendes Change-Management durch Kommunikation sein.

Ein Teil dieser Kommunikation kann in formalen sozialpartnerschaftlichen Beziehungen erfolgen, der größte Teil muss in jedem Unternehmen stattfinden. Eine groß angelegte Umfrage des britischen Instituts für Meerestechnik, Wissenschaft und Technologie (IMarEST) in der Branche zeigt, dass derzeit nur 15% der Befragten glauben, dass die Besatzungen auf die autonomen Elemente von "Smart Shipping" vorbereitet sind (Tester 2017).

Die zunehmend autonome Schifffahrt hat das Potenzial, die Sicherheit für Besatzungen und Passagiere weiter zu erhöhen und die Umwelt zu schützen. Die Schifffahrt birgt aufgrund der besonderen Art der Arbeiten an Bord ein substantielles Arbeitsrisiko. Auch wenn diese Berufsrisiken genau untersucht und erfolgreich eingegrenzt werden, um Unfälle zu reduzieren, kann davon ausgegangen werden, dass weniger Besatzung an Bord weniger Menschenleben gefährden wird.

Die technische Umsetzung und Integration der digitalen Technologie und ihrer rechtlichen Rahmenbedingungen erscheinen heute nur noch als Formsache unterschiedlicher und komplexer Ausprägung, die eher früher als später gelöst sein werden.

Die kommerzielle Umsetzung der autonomen Schifffahrt wird von der Tragfähigkeit der Geschäftsmodelle abhängen, die auf mehr Technologie und weniger Beteiligung der Personen an Bord basieren.

Im Umgang mit dem "menschlichen Element" an Bord zeigt dieses Papier erste Antworten auf die ersten Fragen:

- Die digitale Transformation wird eher ein nahtloser als ein disruptiver Prozess sein.
- Es wird in absehbarer Zeit keinen Mangel an Arbeitsplätzen für Seeleute geben.
- Es wird erhebliche zusätzliche, neuartige Arbeitsplätze an Land geben.
- Es wird einen erheblichen Ausbildungsbedarf geben.

Die folgenden Fragen werden jedoch im Mittelpunkt der zukünftigen Diskussionen stehen:

1. Welche Arbeit muss an Bord geleistet werden?
2. Welche Arbeiten können aus der Ferne durchgeführt werden?
3. Wo sollten größere Datenmengen gesammelt werden, an Land oder an Bord?
4. Welche Arbeit erfordert festes Personal an Bord?
5. Welche Arbeit kann durch temporäre Teams (Riding Gangs) geleistet werden?
6. Worin bestehen die Unterschiede zwischen Schiffstypen und Trades (z.B. Shortsea, Deepsea, Hafeneinsatz, Fähren, Kreuzfahrt)?
7. Sind die heutigen Mitarbeiter für neue elektronische und datengesteuerte Aufgaben an Bord geeignet?
8. Wie können die Mitarbeiter geschult werden, um neue Fähigkeiten zu erwerben?
9. Muss die bestehende Denkweise/Kultur innerhalb der Branche hinterfragt und verändert werden?

10. Wird es möglich sein, bestehende Fähigkeiten an eine neue Generation weiterzugeben, um die Erosion der Fähigkeiten zu vermeiden?
11. Wird die obligatorische Seezeit für die Seeleute weiterhin relevant sein?
12. Wie stark muss die Besatzung in Bezug auf die Cybersicherheit sensibilisiert werden?
13. Welche Auswirkungen hat die zunehmend autonome Schifffahrt auf kollektive Arbeitsverträge und die Arbeitsbeziehungen im Allgemeinen?
14. Müssen Tarife und Lohnlogik neu definiert werden?
15. Welche Schutzvorkehrungen sollten für das Wohlergehen der Seeleute getroffen werden?
16. Welche Auswirkungen wird es auf die psychische Gesundheit der Seeleute haben, wenn die Besatzungszahl sinkt?
17. Werden die von SOLAS und dem MLC festgelegten Safe Manning Levels betroffen sein?
18. Inwieweit wird die Autonomie von den Reedereien tatsächlich gefordert bzw. benötigt?

## Quellen

Adamson, Roger, and et.al. Crew Connectivity 2018. Report, London: future nautics, 2018.

BCG. Digital Transformation in the Shipping Industry. 04 2018. <https://www.bcg.com/industries/transportation-travel-tourism/center-digital-transportation/shipping.aspx> (accessed 05 14, 2018).

Cameron, David. "The Expansion of the Public Economy: A Comparative Analysis." *American Political Science Review* 72., 1987: 1243-61.

Carey, Luci. "All Hands off Deck? The Legal Barriers to Autonomous Ships." NUS Centre for Maritime Law Working Paper., 2017: 33.

Chen, Cichen. "China to build testbed for autonomous ships." *Lloyds List*. February 13, 2018. <https://lloydslist.maritimeintelligence.informa.com/LL1121349/China-to-build-testbed-for-autonomous-ships> (accessed April 19, 2018).

CMI. "Regulatory Scoping Exercise for the Use of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS). Work conducted by the CMI International Working Group on Unmanned ships. Submitted by CMI." MSC 99/INF.8. 02 13, 2018. [www.imo.org](http://www.imo.org) (accessed 05 01, 2018).

Core, Bjarke Holm Hansen / Ramboll. "Autonomous Ships. How to clear the regulatory barriers." [www.dma.dk](http://www.dma.dk). November 14, 2017. <https://www.dma.dk/Vaekst/autonomeski-be/Documents/Bjarke%20Holm%20Hansen%20CORE%20>

Law%20Firm%20and%20S%C3%B8ren%20Have%20Ramb%20Consulting%20-%20Regulatory%20scoping%20project,%20Autonomous%20ships%20.pdf (accessed 04 22, 2018).

Dan Hook, ASV. "MASS- The Reality Today." UK Maritime Alliance. 11 17, 2017.

Danish Maritime Authority DMA. DMA. 2017. <https://www.dma.dk/Vaekst/autonomeskibe/Documents/Ashok%20Mahapatra%20Maritime%20Autonomous%20Surface%20Ships.pdf> (accessed April 18, 2018).

Dickinson, Mark. "Listen to the People." LinkedIn. February 2018. <https://www.linkedin.com/pulse/listen-people-mark-dickinson> (accessed April 19, 2018).

DIMECC. One Sea Ecosystem. 2016. [www.oneseaeosystem.net](http://www.oneseaeosystem.net) (accessed April 19, 2018).

Eason, Craig. "What is Smart Shipping?" Lloyds List. May 03, 2016. <https://lloydslist.maritimeintelligence.informa.com/LL021679/What-is-smart-shipping> (accessed April 19, 2018).

Frey, Carl Benedikt, and Michael Osborne. "The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?" Oxford: Oxford Martin School, 17 09 2017.

Grey, Michael. "Racing to the Bottom." Lloyds List. February 15, 2018. <https://lloydslist.maritimeintelligence.informa.com/LL1121368/Racing-to-the-bottom>. (accessed April 18, 2018).

Hand, Marcus. "Nautilus survey finds 85% see autonomous shipping as a threat to safety at sea." Seatrade Maritime News, 05 09, 2018.

ICS. Regulatory Scoping Exercise for the Use of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS). 05 25, 2018. [www.imo.org](http://www.imo.org) (accessed 05 25, 2018).

ICS/BIMCO. "BIMCO/ICS Manpower Report." [www.bimco.org](http://www.bimco.org). 05 17, 2016. [https://www.bimco.org/news/press-releases/20160517\\_bimco\\_manpower\\_report](https://www.bimco.org/news/press-releases/20160517_bimco_manpower_report) (accessed 05 12, 2018).

IMO. MSC 99/J/5. Paper, London: IMO, 2018/May.

—. "Proposal for a regulatory scoping exercise and gap analysis respecting Maritime Autonomous Surface Ships (MASS)." LEG 105/11/X. 04 2018. [www.imo.org](http://www.imo.org) (accessed 05 01, 2018).

ITF/IFSM. MSC 99/5/1. Paper, London: IMO, 2018.

Judson, Grant. "Group, Autonomous Vessels Regulatory Working." Group, Autonomous Vessels Regulatory Working. 2017. [https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=2ahUKEwi-6P70w9PIAhUQEVAk-HfweCC0QFjACegQIBBAC&url=http%3A%2F%2Fcode4.co%2Fpapers2019%2FSession-15-Grant-Judson.pdf&usq=AOvVaw3Pl\\_L5zWIMf7Xz7Gymd29M](https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=2ahUKEwi-6P70w9PIAhUQEVAk-HfweCC0QFjACegQIBBAC&url=http%3A%2F%2Fcode4.co%2Fpapers2019%2FSession-15-Grant-Judson.pdf&usq=AOvVaw3Pl_L5zWIMf7Xz7Gymd29M) (accessed 05 11, 2019).

KNect365. "Why it's time to pull maritime safety out of the dark ages." Pushing the Envelope, 04 2018: p. 3.

Krohne, Ute. "Wir können offen reden." SicherheitsProfi, 04 2017: p. 28.

Lakeman, Ringo. "UK Marine Alliance." April 2017. [http://www.ukmarinealliance.co.uk/sites/default/files/MASRWG2017/4\\_R%20Lakeman%20Speech%20on%20the%20IMO%20Regulatory%20Scoping%20Exercise%20final.pdf](http://www.ukmarinealliance.co.uk/sites/default/files/MASRWG2017/4_R%20Lakeman%20Speech%20on%20the%20IMO%20Regulatory%20Scoping%20Exercise%20final.pdf) (accessed April 19, 2018).

Linnington, Andrew. "Listen to the people." Nautilus Telegraph, 02 2018: 32-35.

Lloyds Register. "Cyber-enabled ships. ShipRight procedure assignment for cyber descriptive notes for autonomous & remote access ships. Version 2.0." Lloyds Register. 12 2017. [www.lr.org/cyber](http://www.lr.org/cyber) (accessed 05 01, 2018).

—. "LR defines 'autonomy levels' for ship design and operation." 2016. <http://www.lr.org/en/news-and-insight/news/LR-defines-autonomy-levels-for-ship-design-and-operation.aspx> (accessed April 18, 2018).

Maersk. "Maersk Presentation at MASRWG Conference." November 17th, 2017. [http://www.ukmarinealliance.co.uk/sites/default/files/MASRWG2017/12\\_Simon\\_Bergulf\\_Maersk%20MASRWG%20presentation.pdf](http://www.ukmarinealliance.co.uk/sites/default/files/MASRWG2017/12_Simon_Bergulf_Maersk%20MASRWG%20presentation.pdf) (accessed April 18., 2018).

MUNIN. 2016. <http://www.unmanned-ship.org/munin/> (accessed 04 22, 2018).

Nautilus. Nautilus urges IMO to take heed of human factors in 'smart ship' review. 05 09, 2018. <https://www.nautilusint.org/en/news-insight/news/nautilus-urges-imo-to-take-heed-of-human-factors-in-smart-ship-review/> (accessed 05 10, 2018).

Nedelkoska, Ljubica, and Glenda Quintini. "Automation, Skills Use and Training." Paris: OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 202, 2018.

Nikkei. Japan aims to launch self-piloting ships by 2025. 06 08, 2017. <https://asia.nikkei.com/Tech-Science/Tech/Japan>

[aims-to-launch-self-piloting-ships-by-2025](#) (accessed 05 01, 2018).

NTNU AMOS. 2016. [www.ntnu.edu/amos](http://www.ntnu.edu/amos) (accessed 04 22, 2018).

Paton, Graeme. "UK's first fully autonomous vessel the C-Worker 7 is launched." *The Times*, 03 2018.

Reynolds, Morgan, and D. Eric Schansberg. "At Age 65, Retire the Railway Labor Act." *Regulation*, Summer 1991: p. 85-90.

Rodrik, Dani. "Democracies Pay Higher Wages." *Quarterly Journal of Economics*, 08 1999.

Rødseth, Ørnulf Jan. INAS International Network for Autonomous Ships. 10 30, 2017. <http://www.autonomous-ship.org> (accessed 04 22, 2018).

—. "MASRWG." NFAS. 11 2017. <http://nfas.autonomous-ship.org/resources/autonom-defs.pdf> (accessed 04 22, 2018).

Ryder, Guy, interview by Euronews Denis Loctier. *New technology: destroyer or creator of jobs?* (01 16, 2018).

SINTEF. "MASRWG Conference." 11 17, 2017. <http://nfas.autonomous-ship.org/conferences-en.html> (accessed November 05, 2019).

Stones, Hannah. "Objective and subjective safety in unmanned shipping,." *Shipping & Trade Law*, 11 2016: 16.

Tester, Kevin. *Technology in Shipping. The Impact of Technological Change on the Shipping Industry*. Report, London: Clyde & Co, 2017.

Transportation, U.S. Department of. "Automated Driving Systems 2.0: A vision for Safety." Washington, D.C.: [www.transportation.gov](http://www.transportation.gov), 11 2017.

UKMIA. Maritime Autonomous Systems Regulatory Working Group. 2014. <https://www.maritimeuk.org/media-centre/publications/maritime-autonomous-surface-ships-uk-code-practice/> (accessed 05 11, 2019).

UPI. "End Of The Line For Railroad Firemen?" *Chicago Tribune*, 09 1985: 1.

Veal, Robert. "Unmanned Ships on the IMO Work Agenda." *Shipping & Trade Law*, 06 2017: 17.

Veal, Robert, and Michael Tsimplis. "The integration of unmanned ships into the lex maritima." *Lloyd's Maritime and Commercial Law Quarterly*, 2017: 303.

Yan, Xinping. "Wuhan City of Technology." *Developments of Smart Ships in China and Thoughts on the Safety of Smart Ships*. 03 21, 2018. [https://d1rkab7tlqy5f1.cloudfront.net/Websections/Delft%20Safety%20and%20Security/IS-SAV2018%20%28P2%29\\_Yan.pdf](https://d1rkab7tlqy5f1.cloudfront.net/Websections/Delft%20Safety%20and%20Security/IS-SAV2018%20%28P2%29_Yan.pdf) (accessed 04 22, 2018).

---

## Real Time Traffic Information from Ferries to Optimise Intermodal Transport Chains

Nina Vojdani\*

*University of Rostock, Chair of Production Organisation and Logistics, Richard-Wagner-Str. 31, 18119 Rostock, Germany*

---

### Abstract

The Baltic sea traffics are in particular characterized by ferry and RoRo traffic. Numerous ferry connections link the neighboring countries and thus allow for an exchange of goods. The use of real time information still has untapped potential so that the respective initial and terminal hauls as well as port-related transshipment processes can be matched to the ferry traffic as a major part of journey in multimodal transport chains. In this way, to provide dispatchers with decision-relevant real time information enables timely decision-making, not only with regard to efficient fleet management, but also with a view to a better customer service.

Schlagwörter/Keywords:

ferry traffic, Real Time Traffic Information, intermodal transport chain

---

### 1 Introduction

The transport system of the Baltic Sea depends on well-functioning ferry connections. In the Baltic Sea, ferries for passengers and freight represent bridges without alternative between individual regions. For example, numerous islands in Norway are connected via ferry lines of only a few kilometers. Moreover, ferry connections are used as an alternative to onshore transports. The Baltic Sea offers a wide network of cross-country routes, which can take a few hours to days. For both, passenger and freight, ferry connections are usually part of a multimodal transport chain. In order to increase the efficiency of these complex logistics systems, cross-company cooperation within the multimodal transport chains is imperative. The recording and provision of up-to-date information on punctuality, delays, disturbances or cancellations is necessary to precisely plan the transport modes of multimodal transport chains. So it is expected that a permanent monitoring of the arrival of the ferries in real time leads for example to lower waiting times and thus streamlined processes for logistics service providers (LDL) as well as to increased transparency and improves the customer satisfaction (Vojdani 2016, Vojdani & Uhlich 2019).

To date, the information-based ferry connection to land-based transport modes has had a clear deficit. In the ma-

ritime transport sector the potentials of real time information is hardly developed. Up to now only one project for the intermodal real time passenger information system has been carried out, the Rostock- Gedser travel chain (VVW 2015).

This article reports on the project “RTF- Using ferry real time information to optimise intermodal transport chains in the Baltic Sea Region” which fosters the utilization of ferry real time information to optimise intermodal transport chains for goods and people in the Baltic Sea Region. It explores which stakeholders from logistics can use ferry real time information to improve their own processes and to fine-tune the processes of other partners in multimodal transport chains and regarding the public transport make it possible for passengers to improve their journey planning. Within the framework of this contribution, benefits of real time information of ferries for the logistics sector will be presented.

### 2 Processes in the port

The operators of a multimodal transport chain with an integrated ferry service are represented by ferry operators, logistics providers and hauliers, port authorities, terminals for combined transportation (CT terminals), stevedoring companies, booking offices, train operators and optionally marshalling yards.

---

\* Korrespondierende Autorin.

E-Mail: [nina.vojdan@uni-rostock.de](mailto:nina.vojdan@uni-rostock.de) (N. Vojdani)

The planning and execution of the port processes in the ferry terminal are initiated on the basis of the Scheduled Time of Arrival (STA). Stevedoring companies use the STA to plan the staff and the means of transport in order to avoid waiting times. In addition, the harbor office plans the deployment of the mooring services at the STA. The STA is also used for the deployment and capacity planning of logistics warehouses in ports.

Goods transportation by ferry can be accompanied or unaccompanied, that is, after passing a trailer gate, the truck travels with trailer onto the ferry or sets its trailer on pre-determined parking lots to allow it to be transported to the ferry by stevedoring companies. The allocation of the trailers to corresponding parking spaces is made when booking the ferry transport and is determined by a port information system.

If trailers reach the port area by freight train, then CT terminals are responsible for the handling of the trailers on the port's parking spaces. The CT terminals carry out their import and export processes depending on the timetables of freight trains and ferries.

A marshalling yard can be connected to the CT terminals. Employees of the CT terminal transfer the information about cargo transported by the freight train into the port information system. The port information system serves as the interface between the stevedoring companies, the CT terminal, booking offices, ferry shipping companies and the port office. The booking office creates loading lists for the ships by means of booking information. These are sent to a stevedoring company, which transports the trailers onto the ferry.

For import processes, logistics service providers, hauliers or train operators use the schedules of the ferries for timely provision of trucks, drivers and wagons at the port terminal. In the accompanied transport, the truck driver accompanies

the load and drives the truck out of the ferry or from the port. In the unaccompanied transport (RoRo traffic) the loading unit is not accompanied by a driver, hence the ship is unloaded by a stevedoring company providing the trailers on import parking lots, which are picked up by a logistics service provider and are forwarded. If transported by train, the CT terminal takes responsibility of the loading of the trailers on a freight train.

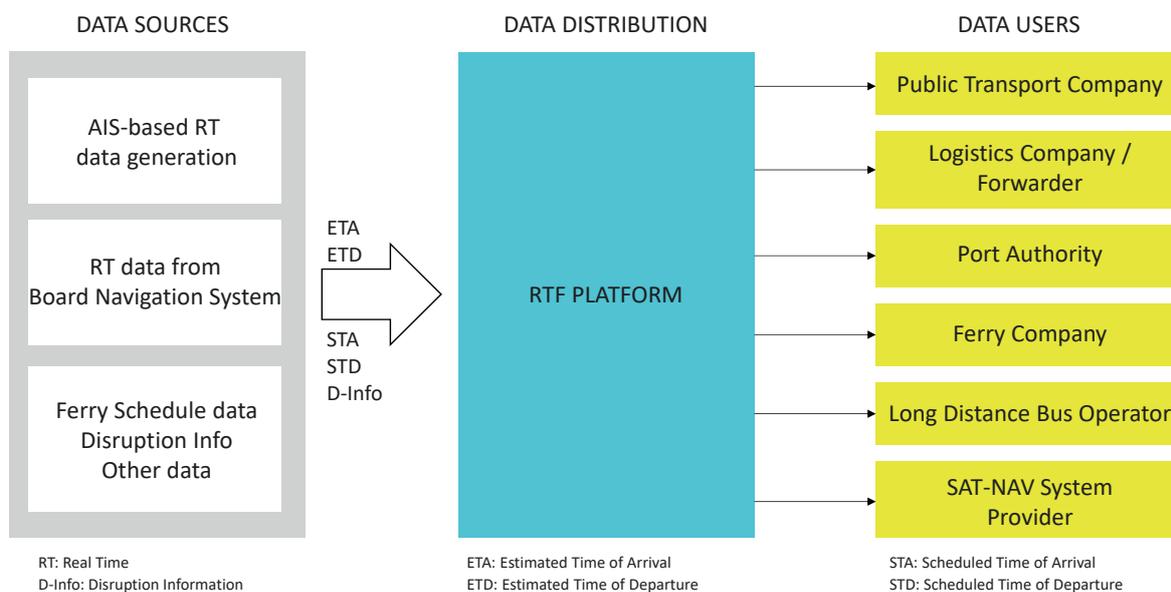
Ferry lines are operated with defined timetables (STA). The exact journey time of a ferry is dependent on numerous factors, such as the weather. In particular, long ferry connections are subject to major deviations of the ferry arrival time from the STA, which the actors of the transport chain have to take into account in their planning.

These factors can lead to deviations from the schedule. The captain shall notify the shipping company about any changes in the arrival time from the scheduled arrival time (STA) and shall forward the estimated time of arrival, the so-called ETA (Estimated Time of Arrival). The shipping company informs the parties concerned. The information is transmitted via e-mail, telephone or short messages and has the effect that the information reaches the actors with a delay and thus reduces the chances of a situation-based rescheduling.

### 3 Real time information in maritime transport chains

The aim of the RTF project is to develop a platform for real time ferry information to provide logistics and public transport companies with real time data. It will be tested by implementing several use cases related to logistics and public transport using selected ferry lines. This makes it possible for example, for the passengers to see for selected Baltic Sea

Figure 1: Real Time Information System – System Architecture, source: c.f. Vojdani & Uhlich 2019



ports appropriate public transport connections in case of a ferry delay and for the logistics companies for example, to get information about delay or cancellation of ferries.

The provision of the ferry real time data is ensured by different methods which are applicable to a wide variety of data sources, e.g. AIS (Automatic Identification System) and weather data.

On the one hand the ETA can be calculated with the help of forecasting procedures based on planned data, weather data and AIS data, and on the other hand by directly retrieving the data from the navigation system of the ferries and transmission to RTF Platform (Fig. 1) via web providers.

In order to actively use the determined real time ETA as well as the accompanying data, these must be loaded into a data hub and compared with the planned (scheduled) data of the respective ferry. In the future, RTF Platform participants involved in a maritime transport chain should be automatically informed about the ETA of the ferries and deviations from planned data in real time. The information transfer to the transport management system (TMS) of the logistics service providers e.g. takes place by using push notifications.

#### 4 Potentials of real time information for logistics sector

The following potentials can be exploited by means of real time information about delays, disturbances or cancellations of ferry connections:

- stevedoring company is enabled to provide trailers to be transported synchronously on the parking lots in front of

the incoming ship.

- Port Authorities use the real time information to better plan the mooring staff and allocation of berths.
- Train operators can, in coordination with the CT terminal, supply trains for the port at the right time in order to have the trailers on the wagons JIT-picked up from the stevedoring company.
- The integrated cooperation in export processes will lead to a reduction of the overall average laytime of the trailers on the parking spaces of the CT terminal.
- In terms of staff and capacity planning, as well as waiting times, the stevedoring companies were able to achieve positive effects.
- Logistics service providers are enabled to improve planning along the entire supply chain thanks to an early provision of information.
- A better service is provided by automatic and timely notification of the customer about the delivery status and the arrival times.
- Information about ETA will be provided and, if necessary, the re-routing of lorries on the way to the port will be initiated.
- An optimized allocation of waiting and traffic areas at the port can be achieved.
- Ferry capacities can be used alternatively in case of truck delays.

The following table summarises the benefits for some stakeholders of a maritime transport chain.

**Table 1:** Stakeholders with their respective benefits, source: c.f. Vojdani & Uhlich 2019

Stakeholder	Benefits
Logistics companies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• information as a most important intangible good</li> <li>• improvement of planning process along the whole supply chain</li> <li>• improvement of customer service</li> <li>• increase of customer satisfaction</li> <li>• improvement of capacity utilization</li> <li>• reduction of overtimes of warehouse staff</li> <li>• reduction of waiting times of lorry driver</li> <li>• harmonizing of dashboards and uniform measurement of KPI</li> <li>• Improvement of Supply Chain Visibility (standardized rules and methods)</li> </ul>
Stevedoring companies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• improvement of capacity utilization</li> <li>• reduction of overtimes of staff</li> </ul>
consignees	<ul style="list-style-type: none"> <li>• real time data about the delivery status</li> <li>• further processing of information into different areas like warehouse, production, customer service, etc.</li> </ul>

## 5 Conclusion

This article discusses the need for real time information in the Baltic Sea's ferry service. For this purpose, the import and export processes in ferry and RoRo ports are described in order to show the effects of the deviations from ferry arrival times on the maritime transport chain operators concerned. If there are significant delays or cancellations, the actors must be notified in real time via push notification about ETA and other accompanying data. In addition, potentials for companies in the logistics sector are presented by using the ferry real time information. In this context, the existing processes can be made lean and the customer service can be improved. Moreover, real time information can be made available to public transport or integrated into their travel planning systems. The listed benefits show that the Baltic Sea-wide implementation of a real time information system has a positive impact on the processes of the logistics companies involved.

## 6 Acknowledgements

The research project RTF is partly financed by EU Programme Interreg Baltic Sea Region.



## References

VVW (2015): Verkehrsverbund Warnow GmbH, Final Conference EU project INTERFACE PLUS & Opening ceremony for the cross-border real time passenger information system Rostock (DE) - Gedser - Nykøbing Falster (DK) on 26 March 2015, URL: [http://www.interfaceproject.eu/fileadmin/user\\_upload/Meetings/IF\\_PLUS\\_2015\\_03\\_25\\_26\\_FINAL\\_CONFERENCE/Press\\_release\\_EN.PDF](http://www.interfaceproject.eu/fileadmin/user_upload/Meetings/IF_PLUS_2015_03_25_26_FINAL_CONFERENCE/Press_release_EN.PDF) (30.10.2019).

Vojdani, N. (2016): Nutzung der Echtzeitinformationen von Fähren in maritimen Transportketten. In: Vojdani, N. (Hrsg.) 16. Rostocker Logistik Forum, Innovationen in der Logistik, Proceedings, 21.-22. Juni 2016, Rostock: Hahn Media + Druck.

Vojdani, N.; Uhlich, J.-U. (2019): Bedeutung der Echtzeitinformationen von Fähren für intermodale Transportketten. In: Vojdani, N. (Hrsg.) 19. Rostocker Logistik Forum, Innovationen in der Logistik, Proceedings, 22.-23. Mai 2019, Rostock: Hahn Media + Druck.

## Stauwarnungen für Schiffe – Wie eine echtzeitbasierte Seeverkehrsvorhersage helfen kann, maritime Warenströme effektiver zu gestalten

Dana Meißner\*

Leiterin Forschung und Entwicklung, Institut für Sicherheitstechnik / Schiffsicherheit e.V., Friedrich-Barnewitz-Str. 4c, 18119 Rostock-Warne-  
münde, Deutschland

### Abstract

Innerhalb des im Sommer 2019 begonnenen Forschungsprojektes PRESEA soll eine echtzeitbasierte Seeverkehrsvorhersage entwickelt werden. Im Unterschied zu bereits existierenden Systemen, die die Position von Schiffen zum Zeitpunkt der Abfrage darstellen, soll es möglich sein, für ein beliebiges Seegebiet auf der Welt nach dem zu erwartenden Schiffsaufkommen in den kommenden Tagen zu fragen – dabei soll der Vorhersagezeitraum bis zu zwei Wochen in der Zukunft liegen können. Eine solche Seeverkehrsvorhersage kann die Abstimmung von Warenketten aufeinander effektiver, aber auch die Planungen von Personal, Versorgungseinrichtungen sowie Umweltschutz- und Sicherheitsmaßnahmen unterstützen.

Schlagwörter/Keywords:

Seeverkehrsvorhersage, AIS, Warenkette

### Einleitung

Für die Planung von längeren Autofahrten ist es heutzutage hilfreich, dass es Systeme gibt, die Vorhersagen des Verkehrsaufkommens für einige Tage im Voraus ermöglichen [1], [2]. So bieten der Routenplaner von Google maps oder der ADAC die Berechnung von Reisezeiten in der Zukunft an, wobei der Nutzer selbst die zu fahrende Route und die gewünschte Abfahrtszeit eingeben kann. Berücksichtigung finden bei diesen Prognosen für die kommenden Tage bekannte Baustellen oder Sperrungen, aber auch Termine wie der Ferienbeginn in einzelnen Bundesländern. Der Autofahrer hat dadurch die Möglichkeit, Strecken, auf denen Stau prognostiziert wird, von vornherein zu vermeiden oder Fahrtzeiten zu wählen, die nicht mit dem hohen Verkehrsaufkommen zusammenfallen.

Wie sieht es aber mit dem Schiffsverkehr aus? Moderne Technologien ermöglichen bereits heute die Darstellung von Schiffsbewegungen in Echtzeit auf digitalen Plattformen. Dabei werden die AIS-Daten der Schiffe ausgewertet. Derzeit werden jedoch nur die gerade jetzt aktuellen Schiffspositionen angezeigt und der Fokus liegt auf der Bestimmung des genauen Standortes eines ausgewählten Schiffes und der Abschätzung seiner Route für wenige Stunden im Voraus.

Vorhersagen für ein beliebiges Seegebiet zum gesamten Schiffsverkehrsaufkommen für die kommenden Stunden oder Tage gibt es jedoch noch nicht. Das im Sommer 2019 gestartete Forschungsprojekt PRESEA hat es sich zum Ziel gestellt, eine solche echtzeitbasierte Vorhersage auch für den Schiffsverkehr verfügbar zu machen. Die im Projekt zu entwickelnde Software soll es also möglich machen, für ein beliebiges Seegebiet auf der Welt den dort in den kommenden Tagen zu erwartenden Schiffsverkehr zu berechnen. Der Vorhersagezeitraum soll vom Nutzer frei wählbar sein und sich bis etwa 14 Tage in die Zukunft erstrecken. Eine Anfrage an das System könnte z.B. sein, die in 8 Tagen in der Kadettrinne zu erwartenden Schiffe anzuzeigen.

AIS steht für Automatic Identification System. Es wurde im Jahr 2000 durch die International Maritime Organisation (IMO) als verpflichtender Standard für (fast) alle Schiffe eingeführt, insbesondere um Kollisionen zu vermeiden und generell die Sicherheit der Seefahrt zu erhöhen. Mit Hilfe des AIS überträgt ein Schiff permanent in kurzen zeitlichen Abständen per Funk „persönliche“ Daten, wie z.B. seinen Namen oder die aktuelle Position. Diese Daten werden von anderen Schiffen empfangen und an Bord in eine elektronische Seekarte (ECDIS) integriert, was es jeder Schiffsführung möglich macht, die sie umgebenden Schiffe zu identifizieren

\* Korrespondierende Autorin.

E-Mail: [d.meissner@schiffssicherheit.de](mailto:d.meissner@schiffssicherheit.de) (D. Meißner)

und die gesamte navigatorische Lage besser einschätzen zu können. Gleichzeitig können die AIS-Daten auch von Satelliten bzw. Landstationen empfangen und von entsprechenden Anbietern zusammengeführt und visualisiert werden. So wird eine weltweite Darstellung aller Schiffsbewegungen in Nahe-Echtzeit möglich. Allgemein zugängliche Systeme wie FleetMon, vesselfinder oder marine traffic stellen entsprechende Übersichten zur Verfügung.

Der Inhalt der durch AIS minimal zu übermittelnden Daten ist international vorgeschrieben und umfasst:

- Statische Daten: IMO-Nummer, Schiffsname, Rufzeichen, MMSI-Nummer, Schiffstyp, Abmessungen des Schiffes
- Dynamische Schiffsdaten: Navigationsstatus, Schiffsposition mit Uhrzeit, Kurs über Grund, Geschwindigkeit über Grund, Vorausrichtung, Kursänderungsrate
- Reisedaten: aktueller Tiefgang, Gefahrgutklasse der Ladung, Reiseziel, geschätzte Ankunftszeit (ETA – estimated time of arrival)

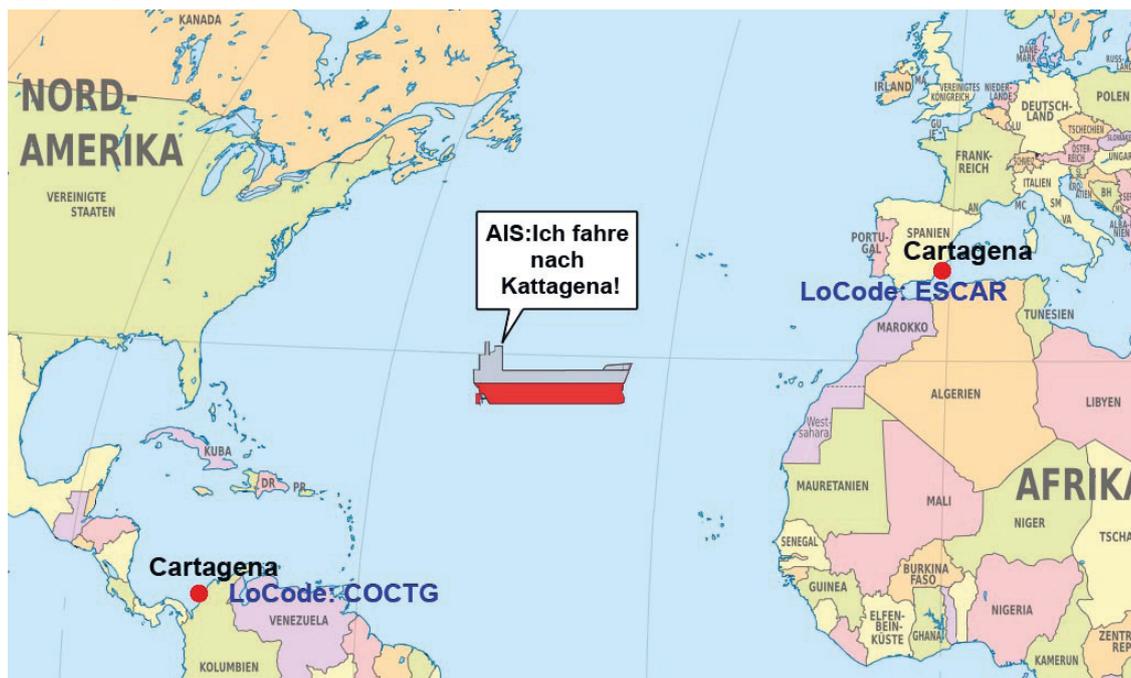
### Fährt ein weißes Schiff nach Hongkong? – die Bestimmung des Zielhafens

Die AIS-Daten der Schiffe enthalten also die geplante Ankunftszeit und den jeweiligen nächsten Zielhafen, welcher auf den meisten Schiffen durch den nautischen Offizier per Hand in ein Freifeld eingegeben und dann über AIS mitgesendet wird. Idealerweise wird dabei der so genannte LoCode (Location Code) verwendet – eine eindeutige Kodierung aller Häfen, um den gemeinten Hafen eindeutig zu beschreiben. Eine

solche Kodierung ist aus vielerlei Hinsicht sinnvoll, u.a. dafür, gleich benannte Hafenstädte unterscheiden zu können. Durch den LoCode kann auf diese Weise z.B. die Hafenstadt Cartagena (LoCode COCTG) in Kolumbien von dem Cartagena in Spanien (LoCode ESCAR) unterschieden werden.

Bei der Eintragung der Zielhäfen werden diese LoCodes jedoch häufig nicht verwendet, verwechselt oder falsch geschrieben. Die Bestimmung der genauen Destination ist dann falsch oder nicht möglich. Derzeit trifft dies für ca. 10 – 20 % aller Schiffe zu. Um hier im Sinne der angestrebten Vorhersage eine Verbesserung zu erreichen, soll innerhalb des Projektes ein selbstlernender Algorithmus entwickelt werden, der fehlerhaften Zielhafenbeschreibungen den tatsächlich gemeinten LoCode zuordnet. Grundlage für diese Aufgabe ist zunächst eine strukturierte Darstellung aller möglichen Zielhäfen mit ihren zugehörigen Subports. Im zweiten Schritt muss eine Art Übersetzungstabelle geschaffen werden zwischen Falscheintragungen und dem korrekt zugehörigen LoCode. Aber woher weiß man, welcher Zielhafen tatsächlich gemeint ist? Bei ausgeschriebenen Hafenstadtnamen kann man in den meisten Fällen auf die tatsächlich gemeinte Stadt schließen. Als Beispiel sei wieder Cartagena genannt, welches man auf verschiedene Arten falsch schreiben und dennoch mit hoher Wahrscheinlichkeit den Rückschluss auf die richtige Stadt ziehen kann. Diese Falschreibungen kann ein Algorithmus lernen und selbst berichtigen. Ist jedoch ein falscher LoCode eingetragen, so kann es hilfreich sein, die Route des Schiffes in der Vergangenheit zu verfolgen und daraus auf die Zukunft zu schließen: Wo kommt es her? Fährt es im Liniendienst? Kann seine Ladung in dem angegebenen

**Abbildung 1:** Problem der genauen Zielhafenbestimmung: a) falsche Schreibweisen, b) gleich bzw. ähnlich benannte Hafenstädte – wohin möchte das Schiff tatsächlich fahren?



Quelle: erstellt durch D. Meißner unter Verwendung von: TUBS- "Politische Weltkarte aller Staaten" (Lizenz CC BY-SA 3.0)

Hafen überhaupt gelöscht werden? Dieser Fall wird sehr schnell zu einem Big-Data-Problem, bei dem viel Daten sinnvoll miteinander verknüpft werden müssen. Für diese Aufgabe können auch Methoden aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz genutzt werden.

### Wir lagen vor Madagaskar – Faktoren, die die Reisezeit beeinflussen

Viele Faktoren können dazu führen, dass die geplante oder übliche Reisezeit nicht eingehalten werden kann [3], [4]. Auch die Zeiten des Be- und Entladens unterliegen verschiedenen Umgebungsbedingungen. So kann z.B. Nebel Be- und Entladevorgänge erheblich verzögern [5], [6]. Neben den Wetterbedingungen spielt das Zusammenspiel der gesamten Logistik-Kette eine wichtige Rolle für die Abfertigungszeit im Hafen [7]. In vergleichenden Untersuchungen zur Effizienz in der Abfertigung für verschiedene Häfen weltweit [8], [9], [10] wurde ermittelt, dass die durchschnittliche Hafendurchlaufzeit in Europa zwischen 0 und 1,5 Tagen liegt, in Afrika aber bis zu 9 Tagen betragen kann. Eine Seeverkehrsvorhersage sollte solche Parameter bis zu einem bestimmten Grad berücksichtigen.

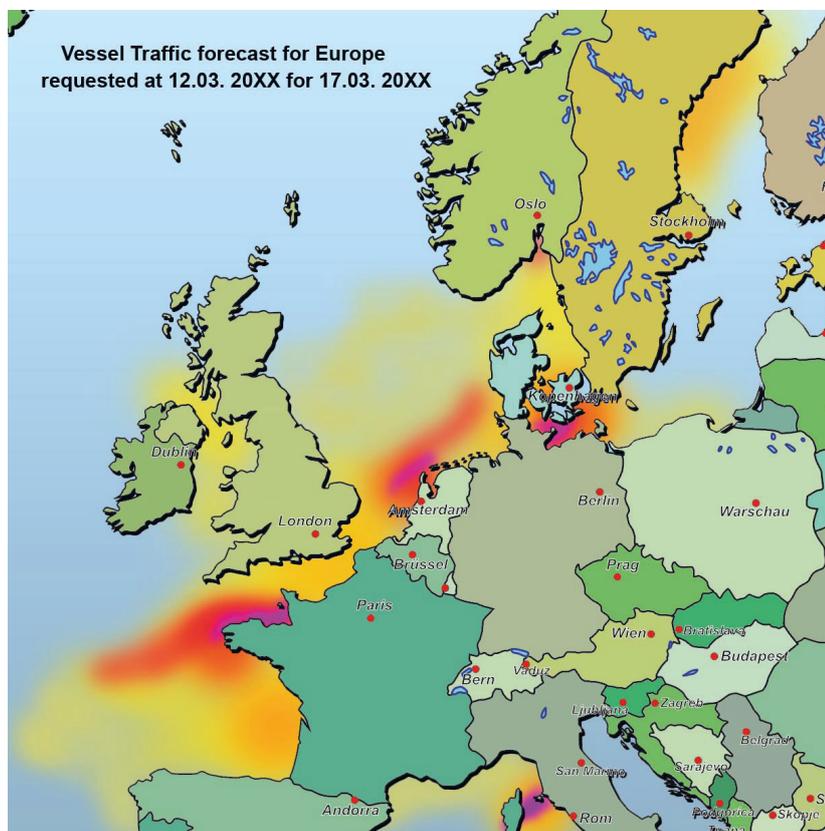
Eine wesentliche Forschungsaufgabe für das Projekt PRE-SEA besteht daher in der Erfassung und Bewertung der den

Seeverkehr beeinflussenden Faktoren. Dabei soll möglichst quantifiziert beschrieben werden, wie sich diese Faktoren auf die Reisezeiten oder Reiserouten auswirken. Typische externe Faktoren sind z.B. Wetterphänomene oder geografische Besonderheiten (Meerenge). Interne Faktoren resultieren aus der Schifffahrt selbst und meinen sowohl schiffsspezifische Merkmale (z.B. Tiefgang) oder Eigenschaften der maritimen Infrastruktur (z.B. Brückenhöhen). Für beide Faktorengruppen gibt es einerseits statische Parameter, mit deren Eintreffen relativ sicher gerechnet werden kann (z.B. Gezeiten, Linienverkehre) und andererseits dynamische Ereignisse, die plötzlich und unerwartet eintreten (z.B. Sturm, Schiffshavarie). All diese Faktoren sollen ermittelt, mögliche gegenseitige Beeinflussungen festgestellt und deren Relevanz in Bezug auf das angestrebte Projektziel bewertet werden. Auch hier ist die Auswertung großer Datenmengen Teil der Aufgabenstellung.

### Der Kanal ist voll!? – Anwendungsfelder für das PRE-SEA-System

Eine Vorhersage-Darstellung des Schiffsverkehrs, beginnend vom gerade gültigen Zeitpunkt bis etwa 14 Tage im Voraus, z.B. in Form von farblich abgestuften Heatmaps, könnte ein wichtiges Hilfsmittel für die gesamte maritime Branche sein.

**Abbildung 2:** Beispiel einer „Heatmap“-Darstellung: je dichter der Schiffsverkehr, je dunkler das Rot auf der Karte, die letztendlich umzusetzende Darstellungsform ist mit den Endnutzern zu verifizieren



Quelle: erstellt durch D. Meißner unter Verwendung von <http://www.kostenlose-landkarten.de/bilder/Europa-karte.png>

Durch die Kenntnis des zu erwartenden maritimen Verkehrsaufkommens in den kommenden Tagen kann u.a. die Routenplanung eines Schiffes verbessert werden. Ist z.B. einem Schiff auf dem Weg zum Nord-Ostsee-Kanal (NOK) heute bereits klar, dass übermorgen dort mit längeren Wartezeiten zu rechnen ist, so kann es seine Fahrt treibstoffsparend verlangsamen oder die Route kann komplett umgeplant werden, wenn das hohe Verkehrsaufkommen absehbar über eine längere Zeit anhalten wird. Eine Abschätzung des zu erwartenden Schiffsverkehrs für Tage im Voraus erleichtert zudem die Personalplanung für Lotsen, Schlepperreedereien, Logistik-Unternehmen und viele andere.

Durch die Vorhersage konkreter Waren- und Personenströme können bestimmte Versorgungsketten besser aufeinander abgestimmt werden. Genannt seien hier beispielhaft Bunkervorräte für Schiffe, Kühlkapazitäten und Gefahrgutlagerplätze. Auch im Zusammenhang mit der zunehmend diskutierten autonomen Schifffahrt kann es von Nutzen sein, günstige Zeitfenster für solche Verkehre auszuwählen, um die Kollisionsgefahr möglichst gering zu halten.

Neben wirtschaftlichen Aspekten kann es auch von sicherheitspolitischer Bedeutung sein, Schiffsverkehrsstärken pro Zeiteinheit (Fhrz/ h) und Meeresgebiet vorausschauend darzustellen, z.B. wenn es um die Vorhaltung von Versorgungseinrichtungen, Infrastrukturen und Sicherheitsmaßnahmen geht. Eine Filterung der Vorhersage nach Schiffstypen könnte zusätzliche Informationen liefern. Wenn man also genauer wüsste, wann und wo in den nächsten Wochen besonders viel bzw. welcher Schiffsverkehr zu erwarten ist, könnte man entsprechend mit organisatorischen und technischen Maßnahmen darauf reagieren. Da geplant ist, nicht nur die Anzahl der Schiffe, sondern auch die ganz konkret in einem Seegebiet zu erwartenden Schiffe vorherzusagen, könnte dadurch im Falle von Havarien die Lenkung des Schiffsverkehrs, z.B. im Ein-Wege-System an einer Gefahrenstelle vorbei, deutlich erleichtert werden. In einem solchen Fall könnten die Reedereien bzw. die Verkehrsleitzentralen rechtzeitig im Voraus die entsprechenden Schiffe kontaktieren.

Nicht zuletzt werden auch in der Seefahrt zunehmend Umweltschutz-Aspekte eine Rolle spielen. Es ist denkbar, dass in absehbarer Zeit bestimmte empfindliche Seegebiete, z.B. die polaren Regionen, immer nur von einer maximalen Anzahl von Schiffen gleichzeitig befahren werden dürfen. Eine Seeverkehrsvorhersage kann dann ein wichtiges Instrument für die Planung sein.

Es ist davon auszugehen, dass die einzelnen Zielgruppen das zu entwickelnde System für unterschiedliche Anwendungen nutzen möchten und die Ansprüche daran daher verschieden sind. Logistikdienstleister werden vielleicht primär an der Identifizierung von Liniendiensten interessiert sein, Sicherheitsbehörden an der Anzahl erwarteter Tankschiffe in einem bestimmten Seegebiet und Umweltorganisationen an der Gesamtzahl der Schiffe zu einem bestimmten Zeitpunkt. Dementsprechend ergeben sich gewünschte Funktionalitäten für das zu entwickelnde System wie z.B. Skalierbarkeit und

Filterfunktionen (z.B. nach Schiffstyp oder Schiffsgröße) oder auch für Warneinstellungen, wenn in einem bestimmten Gebiet ein besonders hohes Verkehrsaufkommen zu erwarten ist. Entsprechend sollen potentielle Endnutzer von Anfang an in die Projektarbeit integriert werden, um möglichst zielsicher auf ein marktfähiges Produkt hinzuarbeiten.

## Das Projekt

Das Verbundprojekt PRESEA wird innerhalb der Förderbekanntmachung „Echtzeittechnologien für die Maritime Sicherheit“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie gefördert und durch den Projektträger Jülich betreut. Das Konsortium besteht aus den direkten Partnern JAKOTA Cruise Systems GmbH und dem Institut für Sicherheitstechnik / Schiffssicherheit e.V. sowie den assoziierten Partnern Reederei F. Laeisz GmbH, die Synfioo GmbH, die Klassifikationsgesellschaft DNV-GL und die Daimler AG.

Die JAKOTA Cruise Systems GmbH (JCS) mit dem Markenprodukt FleetMon ist einer der Weltmarktführer im Bereich des Tracking und der Positionsbestimmung von Schiffen. Dazu werden mehrere tausend Landstationen betrieben, die über AIS-Satelliten das Lagebild auf der hohen See abbilden und ergänzende Reiseinformationen darstellen. Durch diese Infrastruktur werden täglich mehr als 400.000.000 AIS-Datensätze empfangen, verarbeitet und in verschiedenen Produkten in nahezu Echtzeit zur Verfügung gestellt. Der Markt für derartige Angebote ist relativ klein, aber hoch spezialisiert. So wurde faktisch jeder deutsche Offshore-Windpark unter Verwendung von FleetMon Daten geplant oder gebaut. JCS unterhält u.a. Partnerschaften zum Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt und zum Fraunhofer Zentrum für Maritime Logistik. So wird ein permanenter wissenschaftlicher Austausch zu Fragen des Empfangs und der Verarbeitung von Satellitendaten sichergestellt. Verschiedene erfolgreiche Industrieforschungsprojekte, z.B. mit DHL / Deutsche Post führten 2017 zur Auszeichnung mit dem Ludwig-Bölkow-Technologiesonderpreis.

Das Institut für Sicherheitstechnik / Schiffssicherheit e.V. (ISV) ist eine BVQI-zertifizierte außeruniversitäre Einrichtung, die mit eigener wissenschaftlicher Arbeit sowie Aus- und Weiterbildung Beiträge zur Erhöhung der Schiffssicherheit und des maritimen Umweltschutzes leistet. Die Mitarbeiter des Institutes sind ausgewiesene Wissenschaftler auf dem Gebiet der Schiffssicherheit. Spezielle Kenntnisse liegen u.a. auf den Teilgebieten:

- Sicherheitsanalysen, Sicherheitsmanagement für Schifffahrtsunternehmen
- Gefahrguttransport auf Seeschiffen
- Konzipierung von Schiffssicherheitstechnik
- Berufsbegleitende Qualifizierung von Führungspersonal im maritimen Bereich sowie für seefahrendes Personal
- Entwicklung von computergestützten Lehr- und Lernsystemen

Das ISV ist seit vielen Jahren in maritimen Forschungsprojekten sowohl als Koordinator als auch als Partner aktiv. Durch die vielfältigen Kontakte zu Reedereien, Hafenbetreibern, Zulieferbetrieben, aber auch zu maritimen Bildungseinrichtungen wie der Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt, besteht eine Besonderheit der Geschäftspraxis des ISV darin, dass aktuelle Ergebnisse aus Forschungsprojekten direkt in die Aus- und Weiterbildung übernommen werden können.

Die Partner haben für das Projekt eine intensive Zusammenarbeit vereinbart. Die Projektlaufzeit erstreckt sich vom Juni 2019 bis November 2021.

## Literatur

- [1] <http://www.gpskoordinaten.de/routenplaner>
- [2] [https://www.adac.de/reise\\_freizeit/verkehr/wochenendprognose/default.aspx](https://www.adac.de/reise_freizeit/verkehr/wochenendprognose/default.aspx)
- [3] C. S. Nilsson „The Effect of Weather on a ship’s speed“, Department of Defence and technology Organisation, RARNL Technical Note 4/77, Commonwealth Australia 1977
- [4] T. Szelangiewicz, B. Wiśniewski, K. Żelazny, „The influence of wind, wave and loading condition on total resistance and speed of the vessel“, Polis Maritime Research, 3(83) 2014 Vol. 21; pp. 61-67
- [5] T. Stanivuk, T. Tokić “How to predict cargo handling times at the sea port affected by weather conditions”, Croatian Operational Research Review (CRORR), Vol. 3, 2012, pp. 103-112
- [6] “Report on Environmental Factors Affecting Safe Access and Operations within New Zealand Ports and Harbours”, Maritime Safety Authority of New Zealand, 2005
- [7] C.C. Chung, C.H. Chiang “The Critical Factors: An Evaluation of Schedule Reliability in Liner Shipping”, International Journal of Operations Research, Vol. 8 (4), 2011, pp. 3-9
- [8] N. Kutin, T. T. Nguyen, T. Vallee, “Relative Efficiencies of ASEAN Container Ports based on Data Envelopment Analysis”, The Asian Journal of Shipping and Logistics, Vol 33(2), 2017, pp. 67-77
- [9] C. Ducruet, H. Itoh, O. Merk „Time Efficiency at World Container Ports“, International Transport Forum, Discussion Paper 08, 2014
- [10] M. Herrera Dappe, A. Suárez-Alemán “Competitiveness of South Asia’s Container Ports”, International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2016

## Blockchain-Technologie in der maritimen Logistik – Anwendungspotentiale und Herausforderungen

Daniel Gerhardt\*, Kerstin Lange

Jade Hochschule, Fachbereich Seefahrt und Logistik, Weserstr. 52, 26931 Elsfleth, Deutschland

### Abstract

Die Blockchain-Technologie gilt mittlerweile als eine der größten Erfindungen und Innovationen der letzten Jahre und nicht zuletzt sehen Experten in ihr das Potential, eine Vielzahl von Industrien, wie auch die Schifffahrtsindustrie, nachhaltig zu verändern. Inhalt des vorliegenden Beitrags ist es zu erläutern, was die Blockchain-Technologie ist und wie ihre Möglichkeiten in der maritimen Logistik genutzt werden könnten. Neben der detaillierten Darstellung zu den Anwendungsmöglichkeiten in der Schifffahrtsindustrie werden zudem die Risiken sowie Probleme bei der praktischen Umsetzung untersucht.

#### Schlagwörter/Keywords:

Blockchain, Maritime Logistik, Schifffahrt, Digitalisierung, Innovation, Start-ups

### Einleitung

Die weltweit größte Reederei Maersk und das IT-Unternehmen IBM arbeiten an einem gemeinsamen Blockchain-Projekt. Als diese Nachricht Mitte 2017 die Welt erreicht hatte, waren die Neugierde und die Erwartungen groß. Nicht wenige waren der Meinung, dass diese Offensive die Schifffahrtsbranche revolutionieren könnte. Investitionen in Blockchain-Projekte schossen in die Höhe. Auch in der Forschung herrscht ein zunehmendes Interesse an dieser neuen Technologie.

Nach dem anfänglichen Hype wurde jedoch schnell deutlich, dass die Veränderungen nicht ganz so einfach und so schnell durchzuführen sind wie erwartet. Viele der Pilotprojekte hatten nur einen geringen Mehrwert, z.B. gegenüber Cloud-Lösungen, und führten in einigen Fällen zu mehr Fragen als Antworten. Es entstanden auch Zweifel an dem kommerziellen Nutzen und es gab wenig Anzeichen für Kosteneinsparungen oder zusätzliche Einnahmen. Noch immer stehen Unternehmen der Weitergabe ihrer Daten skeptisch gegenüber, die bei unternehmensübergreifenden Softwaresystemen, wie auch bei Blockchain-Anwendungen, notwendig ist. Wenige Unternehmen sind bereit, mit der Konkurrenz zu kooperieren oder gar eine Lösung zu entwickeln, von der die gesamte Branche profitieren würde.

In diesem Artikel soll die Frage beantwortet werden, ob diese Zweifel noch berechtigt sind oder ob es nur darum geht, dass die Entwicklung der Blockchain in der Schifffahrt langsamer verläuft als erwartet. Um diese Frage zu beantworten, werden ausgewählte aktuelle Projekte vorgestellt, welche die Blockchain in der Schifffahrtsindustrie implementieren. Vorab werden kurz die Prinzipien der Blockchain-Technologie beschrieben.

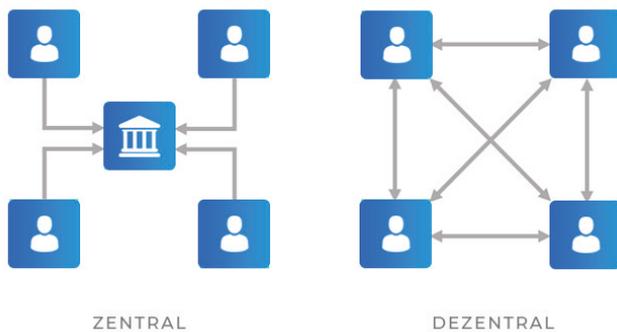
### Blockchain

Vereinfacht gesagt ist die Blockchain eine auf mehreren Rechnern verteilte Datenbank, die mit Hilfe von kryptographischen und mathematischen Methoden vor Manipulationen geschützt wird. Von traditionellen Datenbanken unterscheidet sich die Blockchain vor allem durch Dezentralisierung, Transparenz und Manipulationssicherheit. Bei traditionellen Datenbanken werden die Informationen üblicherweise auf einem zentralen Server abgespeichert und von einer einzelnen Partei verwaltet. Bei der Blockchain hingegen werden die Informationen auf mehreren Servern verschiedener Parteien verteilt gespeichert. So sind Informationen, wie beispielweise „welche Reederei besitzt welches Schiff“, nicht auf einem einzigen Server, sondern auf hunderten von Servern verteilt abgespeichert. Außerdem wer-

\* Korrespondierender Autor.

E-Mail: [daniel.gerhardt@student.jade-hs.de](mailto:daniel.gerhardt@student.jade-hs.de) (D. Gerhardt)

**Abbildung 1:** Traditionelle zentrale Datenverwaltung vs. dezentrale Datenverwaltung (Quelle: Cryptolist, kein Datum)



den die Informationen in der Datenbank zeitgleich auf allen Servern aktualisiert, d.h. jeder Teilnehmer besitzt zu jedem Zeitpunkt dieselben Informationen. Zusätzlich dazu werden die abgespeicherten Informationen mit Hilfe von kryptographischen und mathematischen Methoden verschlüsselt. Dadurch, dass jeder Teilnehmer dieselben Informationen abgespeichert hat, werden die Datenbank und die darin enthaltenen Daten vor Veränderungen und Manipulationen geschützt. Würde eine Partei versuchen, Informationen in der Blockchain zu verändern, wie beispielsweise den Besitz eines Schiffes fälschlicherweise auf sich zu übertragen, würde diese Veränderung der Datenbank von allen anderen Teilnehmern im Netzwerk erkannt werden.

Die erste Anwendung des Prinzips der Blockchain-Technologie war die Übertragung von virtueller Währung in Form von Bitcoin. Was hier gemacht wurde, war vereinfacht dargestellt die dezentrale, transparente und fälschungssichere Darstellung und Übertragung von Informationen wie „wer besitzt welche Anzahl von Bitcoin“. Mittlerweile hat das Prinzip der Blockchain eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten gefunden. So kann die Blockchain für die Speicherung und Übertragung von unterschiedlichsten Informationen genutzt werden, wie z.B. „welche Person besitzt zu welchem Zeitpunkt welches Zertifikat oder Dokument“ oder „welche Partei besitzt welche Immobilie, Container oder Schiff“. Die

Blockchain erweitert das Internet von einer Plattform des Kopierens und Teilens in eine Plattform, welche die Herkunft und den Besitz von Werten nachvollziehbar und transparent protokolliert. Rechte an realweltlichen Werten können nun auch digital abgebildet und übertragen werden. Daher wird die Blockchain häufig auch als das Internet-der-Werte genannt und als Ergänzung des bisherigen Internet-der-Informationen angesehen (Fraunhofer IML, 2017).

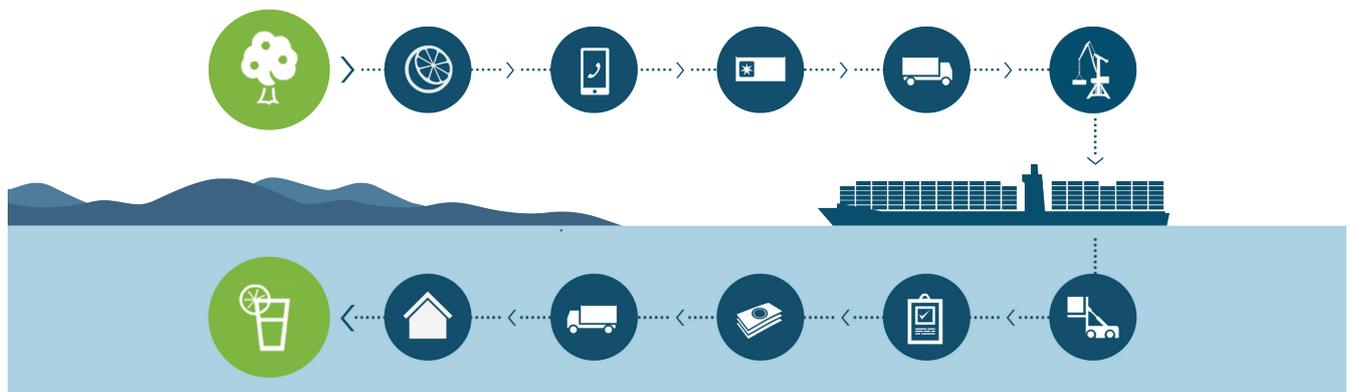
Probleme wie der anfänglich hohe Stromverbrauch, die unzureichende Privatsphäre oder die fehlende Möglichkeit, in die Datenbank einzugreifen und Fehler rückgängig zu machen, werden mittlerweile durch fortgeschrittenere Blockchain-Technologien beseitigt. So gibt es inzwischen eine Vielzahl von unterschiedlichen Blockchain-Systemen mit unterschiedlichen Anwendungsfeldern und Eigenschaften, wovon einige speziell für die Bedürfnisse der Wirtschaft konzipiert wurden. Wichtig ist hierbei die Unterscheidung zwischen privaten und öffentlichen Blockchains. Während bei einer öffentlichen Blockchain die Daten für alle zugänglich sind, lassen sich bei privaten Blockchains die Zugriffsrechte steuern.

Im Folgenden werden nun einige ausgewählte aktuelle Projekte vorgestellt, welche das Prinzip der Blockchain in der Schifffahrtsindustrie implementieren.

**TradeLens**

Die Reederei Maersk und der IT-Dienstleister IBM schlossen sich Mitte 2017 zusammen, um ein gemeinsames Blockchain-Projekt für die Schifffahrtsbranche ins Leben zu rufen. Bei diesem Projekt unter dem Namen TradeLens geht es darum, den Dokumentenfluss zu optimieren und somit Kosten und Zeit zu sparen. Hintergrund des Projekts war, dass Maersk im Jahr 2014 herausgefunden hatte, dass eine einfache Lieferung von Kühlgütern aus Kenia nach Rotterdam fast 30 Personen und Organisationen involviert und mehr als 200 verschiedene Interaktionen erfordert hat (Schultze, 2019). Maersk hat sich durch dieses Projekt erhofft, die Kosten und die Komplexität des Handels erheblich zu reduzieren und Transparenz zwischen den Parteien zu schaffen.

**Abbildung 2:** Mit TradeLens möchten Maersk und IBM die Prozesse in der Supply-Chain digitalisieren (Quelle: TradeLens, 2019)



Maersk hat es geschafft, ein beachtliches Netzwerk um sich herum zu schaffen. So sind PSA, APM Terminals, ZIM Line und noch 60 weitere Partner dem TradeLens-Netzwerk beigetreten, mit der Hoffnung von der Lösung zu profitieren. Jedoch hat sich die Adaption als schwieriger dargestellt als zunächst gedacht. Im Herbst 2018 gab Maersk bekannt, dass sie Probleme haben, weitere Partner zu bekommen. Einige Parteien, vor allem Reedereien, sind skeptisch und werfen dem Projekt mangelnde Neutralität vor. Nach Meinung des Geschäftsführers von Hapag-Lloyd, Rolf Habben Jansen, ist das Projekt „technisch gesehen eine gute Lösung“, jedoch in der jetzigen Form nicht nutzbar, da die gesammelten Daten und Eigentumsrechte bei Maersk und IBM liegen. Eine kritische Masse zu erreichen ist für das Projekt jedoch unabdingbar, um von den notwendigen Netzwerk-Effekten profitieren zu können. Will man den Dokumentenfluss über die gesamte Handelskette optimieren und digitalisieren, so ist es notwendig, dass so viele Teilnehmer wie möglich dem Netzwerk beitreten. Als ein Wendepunkt könnte sich hier der im Sommer 2019 bekanntgewordene Beitritt der Reedereien CMA CGM, MSC, Hapag-Lloyd und ONE darstellen. Der Einfluss dieses Beitritts auf die Entwicklung der Plattform wird mit Spannung zu beobachten sein. Die Plattform TradeLens ist seit Ende 2018 zur Nutzung verfügbar und wird fortlaufend optimiert.

### Global Shipping Business Network

Als Antwort auf das Blockchain-Projekt von Maersk und IBM wurde im November 2018 das Global Shipping Business Network (GSBN) gegründet. Gestartet wurde diese Initiative von einem internationalen Konsortium bestehend aus den Reedereien CMA CGM, COSCO, Hapag-Lloyd, OOCL, den Terminalbetreibern DP World, Hutchison Ports, PSA, dem Hafen von Shanghai sowie dem IT-Unternehmen CargoSmart (CargoSmart, 2019).

Ziel dieses Konsortiums ist es, eine gemeinsame Plattform zu schaffen, die alle Interessensgruppen wie Reeder, Verfrachter, Terminals sowie Behörden miteinander verbindet. Es sollen Blockchain-Anwendungen entwickelt werden, die Kooperation, Transparenz sowie Vertrauen schaffen. Zusätzlich dazu hat das Konsortium sich zur Aufgabe gemacht, gemeinsame Standards in Bezug auf die Blockchain-Technologie und deren Anwendungen zu entwickeln. Eine führende Rolle innerhalb des GSBN wird das IT-Unternehmen CargoSmart mit Sitz in Hong Kong übernehmen. CargoSmart wird die technische Expertise in den Bereichen Blockchain, Big Data und dem Internet of Things (IoT) bereitstellen und dabei vor allem für die technische Umsetzung der einzelnen Anwendungen verantwortlich sein.

Die erste Blockchain-Anwendung, welche im Rahmen des GSBN entwickelt werden soll, bezieht sich auf die Digitalisierung von Gefahrgutdokumenten. So sollen die Nutzer in der Lage sein, ihre Gefahrgutdokumente zu digitalisieren,

um sie mit allen relevanten Parteien, wie beispielsweise Behörden, teilen zu können. Es sollen dadurch die Kosten sowie der administrative Aufwand innerhalb der Handelskette gesenkt werden. Mit Hilfe der Blockchain-Technologie soll die benötigte Transparenz sowie Manipulationssicherheit gewährleistet werden. Neben der Digitalisierung von Gefahrgutdokumenten plant das GSBN weitere Blockchain-Anwendungen, wie beispielweise für die Erstellung von automatisierten Rechnungen oder die Optimierung von Ladeoperationen.

### Blockshipping – Global Shared Container Platform

Im Frühjahr 2018 wurde von dem dänischen Unternehmen Blockshipping das Projekt Global Shared Container Platform (GSCP) ins Leben gerufen. Die Idee hinter der Global Shared Container Platform ist, dass weltweit erste Containerregister auf Basis der Blockchain-Technologie zu entwickeln (Blockshipping, 2018). Durch die Registrierung der Container in einem auf Blockchain-basierten Register soll ein eindeutiger Eigentumsnachweis ermöglicht werden. Die Eigenschaften der Blockchain-Technologie ermöglichen es, dass zu jedem Zeitpunkt eindeutig ist, welche Partei welchen Container besitzt. Dass ein Eigentumsnachweis für Container notwendig ist, zeigte unter anderem der Investmentskandal der P&R-Gruppe im Jahr 2018. Das Unternehmen hatte über eine Million Container an private Investoren verkauft. Das Problem bei diesem Geschäft war, dass diese Container nicht existierten. Durch den fehlenden Eigentumsnachweis entstand ein Schaden in Höhe von 3,5 Milliarden Euro (Nagel, 2019).

Neben der Entwicklung eines globalen Containerregisters plant das Unternehmen, weitere Dienstleistungen auf der Global Shared Container Platform anzubieten. So sollen auf Basis des Containerregisters Funktionen wie Container-Sharing oder die Echtzeit-Verfolgung von Containern ermöglicht werden. Durch die gemeinsame Nutzung von Containern soll eine bessere Auslastung und eine Reduktion von Leercontainerfahrten erreicht werden.

Trotz einiger Bedenken seitens der Reedereien, wie der mögliche Verlust des Wettbewerbsvorteils, sieht der CEO und Gründer der Global Shared Container Platform Peter Ludvigsen der Zukunft positiv entgegen. Für ihn ist die gemeinsame Nutzung von Containern nur der nächste logische Schritt auf dem Weg der Optimierung des Transportwesens. „Seit Jahren werden Schiffe und Terminals von Reedereien gemeinsam genutzt, und jetzt ist es an der Zeit, dass sie auch Containerkapazitäten gemeinsam nutzen.“

Derzeit befindet sich die Plattform noch in der Entwicklung. Erste Tests sollen voraussichtlich Ende dieses Jahres stattfinden. Gemäß Ludvigsen hat sich bereits einer der Top 10 Containerreedereien dazu bereit erklärt, die Plattform zu nutzen.

### CargoX – Smart B/L

Smart B/L ist ein Projekt des slowenischen Unternehmens CargoX, das 2016 von Stefan Kukman gegründet wurde. Ziel des Projekts ist es, eine Plattform für den Austausch von Frachtpapieren (engl. Bill of Lading) zu schaffen, die auf dezentralen und offenen Blockchain-Protokollen basiert. Mit Hilfe der Blockchain-Technologie sollen Bill of Lading (B/L)-Dokumente digital, sicher und ohne Fälschungen zwischen Importeuren und Exporteuren ausgetauscht werden können.

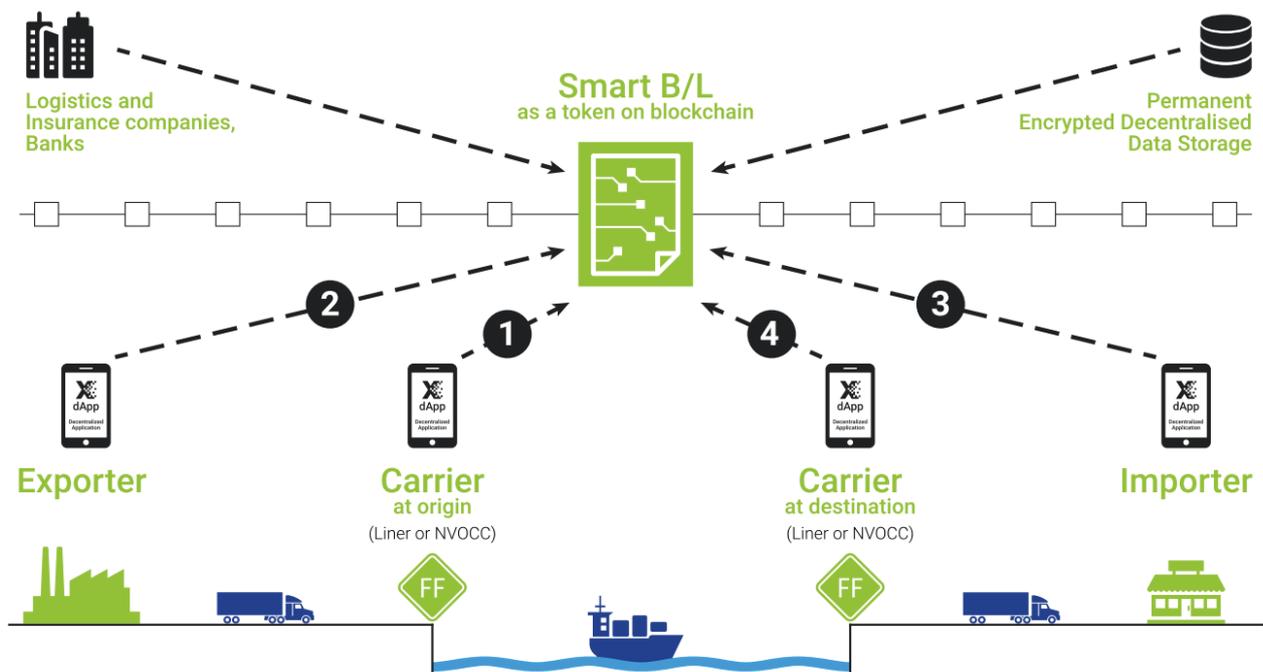
Hierzu hat CargoX ein eigenes auf der Ethereum-Blockchain basierendes Ökosystem entwickelt. Zentrales Element ist die B/L-Austauschplattform, die den Teilnehmern eine dezentrale verschlüsselte Datenspeicherung sowie die Erstellung und den Austausch von B/L-Dokumenten ermöglichen soll. Bei der Erstellung und Übertragung der B/L-Dokumente wird die Blockchain-Technologie verwendet. Dabei werden die Dokumente mit Hilfe von kryptografischen und mathematischen Verfahren so verarbeitet, dass Manipulationen oder Betrug unmöglich sein sollen. Durch die Speicherung des B/L auf der Blockchain ist zu jedem Zeitpunkt eindeutig, welche Partei welches B/L besitzt. Die Blockchain-Technologie ermöglicht damit eine sichere Übertragung und Speicherung von B/L-Dokumenten auf dem digitalen Weg. Probleme, wie der hohe Kosten- oder Zeitaufwand bei der analogen Übermittlung, sollen durch die digitale Übertragung beseitigt werden. Mit Hilfe von dezentraler Datenspeicherung wird zudem das Problem des Verlusts von Dokumenten oder der Archivierung von Daten gelöst (CargoX, 2018).

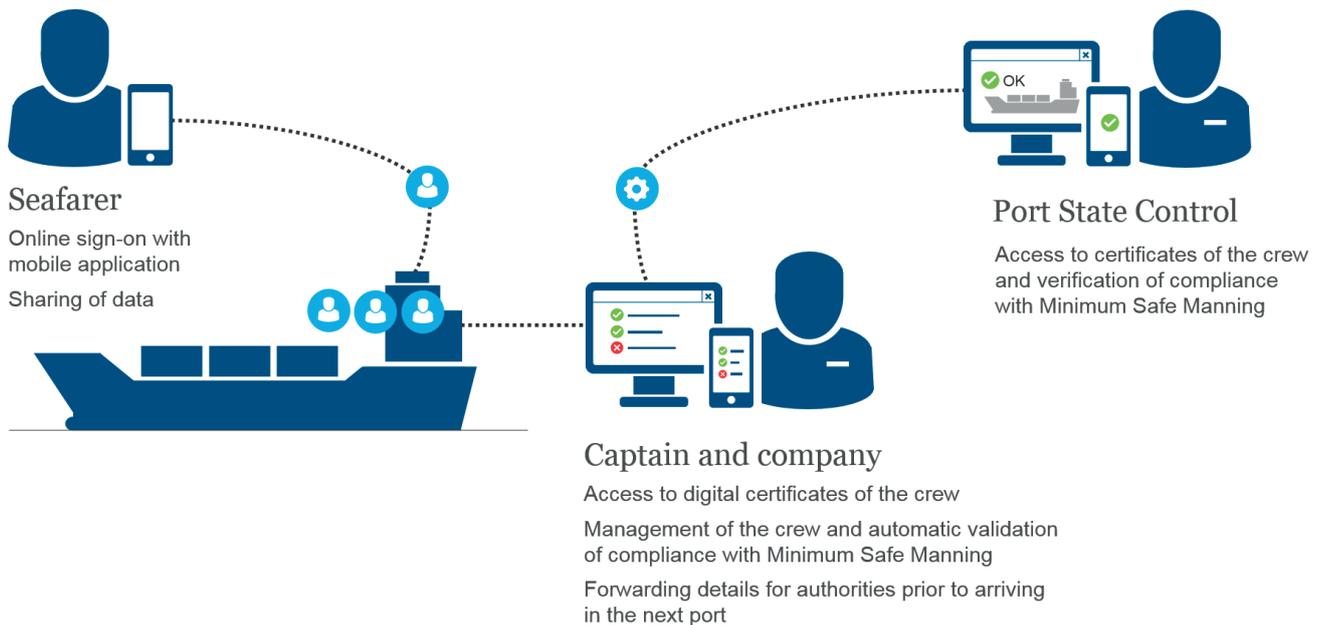
Jedoch hat auch dieses Projekt einige Hindernisse zu bewältigen. Ähnlich wie bei den anderen vorgestellten Anwendungsbeispielen hat CargoX Schwierigkeiten damit, ausreichend Nutzer für seine Plattform zu erhalten. Da es notwendig ist, dass alle in der Lieferkette beteiligten Parteien das System von CargoX verwenden, erweist es sich als besonders wichtig, ein ausreichend großes Netzwerk an Nutzern zu haben. Derzeit wird die B/L-Plattform schon von einigen Verfrachtern, Spediteuren und Logistik-Plattformen verwendet. Bis zum Oktober 2019 wurden bereits mehr als 3.500 elektronische auf der Blockchain basierende B/L-Dokumente erstellt und abgewickelt.

### Weitere Blockchain Anwendungen

Neben den beschriebenen Anwendungsbeispielen gibt es noch weitere Projekte, welche die Implementierung der Blockchain-Technologie in der Schifffahrtsbranche vorantreiben. Eines dieser Projekte wird vom dänischen Unternehmen BLOC in Kooperation mit Lloyds Register entwickelt. Hierbei geht es um die Verwendung der Blockchain-Technologie zur Sicherstellung der Gültigkeit von Befähigungszeugnissen und anderen relevanten Dokumenten von Seeleuten. Für die Umsetzung dieses Projekts arbeitet BLOC unter anderem mit Maersk, der Crewing-Agentur PTC sowie mit der dänischen Behörde und Seemannsmission zusammen (BLOC, 2019). Im Juli 2019 fand ein erster offizieller Pilotversuch dieses Projekts statt. Im Rahmen des Tests wurde ein Schiff der Reederei Maersk mit digitalen Zertifikaten aus-

Abbildung 3: Die Blockchain-Technologie soll die Digitalisierung von B/L's ermöglichen (Quelle: CargoX, 2018)



**Abbildung 4:** Die Digital Crew Certificates werden bereits von dänischen Behörden getestet (Quelle: Danish Maritime Authority, 2019)

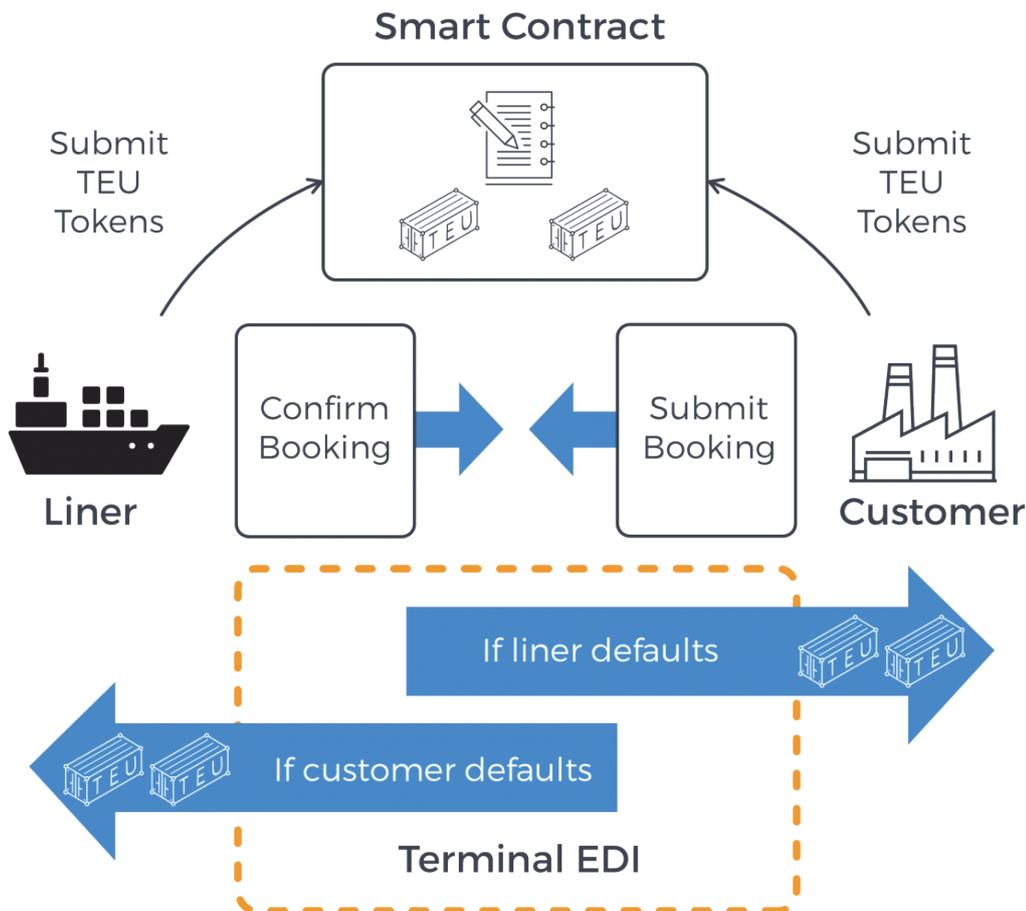
gestattet. Während der Reise von Europa nach Asien sollten Daten und Erfahrungen über die Verwendung digitaler Zertifikate gesammelt werden. Der Test hat gezeigt, dass digitale Zertifikate das Potential haben, Hafenstaatkontrollen und ähnliche Inspektionen für alle Beteiligten einfacher und effizienter zu gestalten. Während des Tests wurde eine offizielle Hafenstaatkontrolle an Bord des Schiffes durchgeführt, wobei ausschließlich digitale Zertifikate verwendet wurden. Die gesamte Inspektion wurde erfolgreich durchgeführt, ohne dass ein einziges Papierzertifikat vorgelegt werden musste (Danish Maritime Authority, 2019). Zuvor hatte BLOC an einem weiteren Blockchain-Projekt unter dem Namen BunkerTrace gearbeitet. Hier wurde die Blockchain-Technologie verwendet, um die Qualität von Schiffskraftstoffen transparent nachvollziehbar protokollieren zu können. Erste erfolgreiche Tests wurden im September 2019 durchgeführt (Smart Maritime Network, 2019).

Ein weiteres Blockchain-Projekt wird derzeit von dem in Hong Kong basierten Unternehmen 300cubits entwickelt. Hintergrund des Projekts ist das langjährige Problem von nicht eingehaltenen Transportvereinbarungen in der Schifffahrtsbranche. Um einen garantierten Transport zu einem gewünschten Zeitpunkt zu erhalten, buchen Exporteure mehrere Ladeplätze auf mehreren Containerschiffen. Um dieses Problem wiederum zu kompensieren, versuchen Containerreedereien ihre Flächen zu überbuchen und die Frachtraten zu senken, je näher es zum Abfahrtszeitpunkt kommt. Durch No-Shows auf der einen Seite und Cargo Rolling auf der anderen Seite entsteht ein Teufelskreis, unter dem beide beteiligten Parteien leiden. Reedereien betreiben Schiffe, die nicht voll ausgelastet sind, während Exporteure sich darum bemühen müssen, alternative Vereinbarungen zu treffen, um ihre Ladung pünktlich zum Bestimmungsort zu bringen

(300cubits, 2017). Laut Schätzungen verursachen No-Shows und Cargo Rolling Kosten in Höhe von 23 Mrd. USD pro Jahr. Gelöst werden soll dieses Problem durch eine von 300cubits entwickelte Buchungsplattform. Ziel des Unternehmens ist es, mit Hilfe der Blockchain-Technologie und dem Einsatz von digitalen Währungen das No-Show-Management innerhalb der Schifffahrtsbranche zu verbessern. So sollen auf der Ethereum-Blockchain basierende digitale Token als Kautions auf einem sogenannten Smart Contract hinterlegt werden. Im Falle von No-Show oder Rolling sollen die beteiligten Parteien die hinterlegten Token dann automatisch als Entschädigung für die nicht eingehaltene Transportvereinbarung erhalten. Somit sollen Reedereien und Exporteure vor Ausfällen geschützt werden.

Im Oktober gab das Unternehmen bekannt, dass der Betrieb der Buchungsplattform eingestellt wird. Trotz fortlaufender Gespräche und vorhandener Kunden wie MSC, CMA CGM, BASF oder REWE ist es dem Projekt nicht gelungen, genügend Nutzer und Transaktionsvolumen für einen Fortbestand der Plattform zu erreichen. Neben allgemeiner Zurückhaltung gegenüber der Blockchain-Technologie hat sich die ungewisse Regulierung von digitalen Token als das Hauptproblem herausgestellt (300cubits, 2019).

Neben vielen internationalen Projekten gibt es auch einige interessante Blockchain-Projekte, welche in Deutschland entwickelt werden. Eines davon ist die Initiative Hanseblock, bei der mehrere norddeutsche Unternehmen sowie die TU Hamburg zusammenarbeiten. Das Forschungsprojekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und nimmt sich als Ziel, den Austausch und die Übertragung von Transportpapieren, Frachtbriefen und Zolldokumenten über den digitalen Weg fälschungssicher zu ermöglichen (Logistik-Initiative Hamburg, 2018).

**Abbildung 5:** Die auf der Blockchain basierende Buchungsplattform sollte Reeder und Exporteure vor Ausfällen schützen (Quelle: 300cubits)

Ein ähnliches Ziel verfolgt das Forschungsprojekt HAPTİK unter Leitung des Zentrums für Recht der Informationsgesellschaft (ZRI) der Universität Oldenburg. Mit Hilfe der Blockchain-Technologie sollen Bill of Ladings (B/L) digitalisiert und damit der Dokumententransfer innerhalb der Logistikbranche beschleunigt werden. Durch die juristische Begleitung des Projekts soll sichergestellt werden, dass das digitale B/L den rechtlichen Vorgaben entspricht (Universität Oldenburg, 2019).

### Fazit

Um die Frage zu beantworten, ob die eingangs erwähnten Zweifel noch berechtigt sind, lässt sich folgendes sagen: Einige der Zweifel waren oder sind berechtigt.

Wie die Anwendungsfälle gezeigt haben, befindet sich die Implementierung der Blockchain-Technologie in die Schifffahrt noch am Anfang ihrer Entwicklung. Viele der versprochenen Vorteile und Verbesserungen konnten nur zum Teil umgesetzt werden. Die Gründe, warum die Blockchain noch nicht ihr volles Potential ausschöpfen konnte, sind vielfältig. Ein Grund ist dem derzeitigen technischen Zustand der Technologie geschuldet. Die Blockchain ist zum Teil langsam, teu-

er und kompliziert in der Entwicklung. Es wird gut ausgebildetes und spezialisiertes Personal für die Implementierung dieser Anwendungen benötigt. Zudem ist die Nutzerfreundlichkeit für Kunden sowie für Entwickler noch nicht befriedigend. Ein weiterer Grund ist, dass sich viele der vorher genannten Projekte noch in der Pilotphase befinden. Viele der angekündigten Funktionen befinden sich noch in der Entwicklung. Somit wird der endgültige Erfolg dieser ersten Anwendungen erst in den kommenden Jahren abschätzbar sein.

Einer der Hauptgründe, warum die Blockchain-Technologie in der maritimen Wirtschaft noch nicht ihr volles Potential ausschöpfen konnte, liegt an der verhaltenen Adaption durch die Schifffahrtsindustrie. Traditionelle Denkweisen und ein mangelndes Bewusstsein für diese Technologie führen dazu, dass bereits entwickelte Anwendungen noch nicht genügend Nutzer haben, wodurch die benötigten Netzwerkeffekte nicht eintreten können. Unternehmen stehen der Blockchain-Technologie, insbesondere der dezentralen Datenspeicherung, oft noch kritisch gegenüber und verkennen die Vorteile, die durch eine kollaborative Arbeits- und Denkweise entstehen können. Dies bestätigen auch die vorgestellten Anwendungsbeispiele. Eine Container-Sharing-Plattform samt Containerregister kann nur dann ihr volles Potential er-

füllen, wenn viele Parteien ihre Container registrieren und sie zur gemeinsamen Nutzung zur Verfügung stellen. Ein elektronisches B/L macht nur dann Sinn, wenn es auch von allen Parteien in der Handelskette akzeptiert und genutzt wird. Dasselbe gilt für digitale Befähigungszeugnisse, die nur dann Vorteile bringen, wenn auch alle Agenturen, Behörden und Reedereien sie verwenden. Solange nur einzelne Unternehmen eine Pionierrolle übernehmen, werden die Hürden größer sein als die erzielten Vorteile und Ersparnisse.

Abschließend lässt sich feststellen, dass die Blockchain-Technologie noch am Anfang ihrer Entwicklung steht. Wie bei so vielen Technologien vor der Blockchain, wie z.B. auch der Cloud oder dem 3D-Druck, werden ihre Potenziale kurzfristig überschätzt und langfristig unterschätzt. So muss noch weitere Forschung betrieben werden, um eine erfolgreiche Anwendung in Branchen wie der Schifffahrt zu ermöglichen. Zusätzlich müssen sowohl technische als auch rechtliche Hürden überwunden werden, bevor es zu einem verbreiteten Einsatz kommen kann. Somit bleibt der nachhaltige Einfluss der Technologie noch abzuwarten. Dennoch lässt sich sagen, dass die vielen interessanten Anwendungsmöglichkeiten ein vielversprechendes Zukunftsbild für die Verwendung der Blockchain in der Schifffahrtsindustrie zeigen.

## Literaturverzeichnis

- 300cubits. (2017). 300cubits Whitepaper. Hongkong.
- 300cubits. (30. September 2019). 300cubits Newsletter September 2019. Von [https://mailchi.mp/686ac491208e/announcement20190930?e=\[UNIQID\]](https://mailchi.mp/686ac491208e/announcement20190930?e=[UNIQID]) abgerufen
- BLOC. (2019). Conceptual Framework: Crew Certificate Management. Kopenhagen.
- Blockshipping A/S. (2018). Blockshipping ICO Whitepaper. Kopenhagen.
- CargoSmart Ltd. (12. July 2019). Blog. Abgerufen am 23. August 2019 von CargoSmart: <https://www.cargosmart.ai/en/blog/cargosmart-and-maritime-industry-operators-commit-to-transforming-the-shipping-industry/>
- CargoX. (2018). CargoX Whitepaper. Ljubljana.
- Cryptolist. (kein Datum). Was ist Blockchain. Abgerufen am 02. April 2019 von Cryptolist: <https://www.cryptolist.de/was-ist-blockchain>
- Danish Maritime Authority. (2019). Updates on pilot project on digital certificates. Abgerufen am 07. September 2019 von Danish Maritime Authority: <https://www.dma.dk/SoefarendeBemanding/SoefartsbogBeviser/DigitaleBeviser/UpdatesDigitalCertificates/Sider/default.aspx>
- Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML. (2017). Blockchain und Smart Contracts. Dortmund: Fraunhofer-Gesellschaft.
- Logistik-Initiative Hamburg. (2018). Hanseatische Blockchain-Innovationen für Logistik und Supply Chain Management. Abgerufen am 07. Oktober 2019 von Logistik-Initiative Hamburg: <https://www.hamburg-logistik.net/unsere-aktivitaeten/projekte/hansebloc/>
- Nagel, L. M. (29. April 2019). Steuern+Recht. Abgerufen am 29. April 2019 von Handelsblatt: <https://www.handelsblatt.com/finanzen/steuern-recht/recht/pundr-container-pundr-insolvenzverwalter-schlaegt-anlegern-einen-vergleich-vor/24267832.html?ticket=ST-36484943-P5C4Y53Gbk06xJRI3bnt-ap1>
- Schultze, C. (2019). Business Update on TradeLens. Global Liner Shipping Conference 2019, (S. 4-18). Hamburg.
- Smart Maritime Network. (8. Oktober 2019). Marine fuel tracing blockchain completes trials. Abgerufen am 09. Oktober 2019 von Smart Maritime Network: <https://smartmaritimenetwork.com/2019/10/08/marine-fuel-tracing-blockchain-completes-trials/>
- TradeLens. (2019). Update on TradeLens. Global Liner Shipping Conference 2019, (S. 12). Hamburg.
- Universität Oldenburg. (15. Januar 2019). Blockchain für Frachtpapiere. Abgerufen am 09. Oktober 2019 von Universität Oldenburg: <https://www.presse.uni-oldenburg.de/mit/2019/017.html>

## Autorenhinweise

*Daniel Gerhardt*

Student im Fach International Maritime Management  
Jade Hochschule  
Fachbereich Seefahrt und Logistik  
Weserstraße 52, 26931 Elsfleth  
[daniel.gerhardt@student.jade-hs.de](mailto:daniel.gerhardt@student.jade-hs.de)

*Prof. Dr. Kerstin Lange*

Professorin für Transportwirtschaft und Projektlogistik  
Jade Hochschule  
Fachbereich Seefahrt und Logistik  
Weserstraße 52, 26931 Elsfleth  
[kerstin.lange@jade-hs.de](mailto:kerstin.lange@jade-hs.de)

## Augmented Reality auf der Schiffsbrücke

Uwe Freiherr von Lukas, Kristine Bauer\*, Arne Petersen, Jörg Eichholz

siehe Autorenangaben

### Abstract

Innovative Visual-Computing-Technologien tragen zu einer effektiveren und nachhaltigeren Erforschung der Meere bei. Das Rostocker Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD ist auf die Entwicklung solcher Technologien spezialisiert. Die Forscherinnen und Forscher arbeiten dort u.a. intensiv an der Verbesserung von Mensch-Maschine-Schnittstellen sowie an der intelligenten Auswertung von Sensordaten. So werden in Zukunft durch intelligente Projektions-Fenster mittels Augmented Reality Informationen interaktiv erfasst und visualisiert.

Schlagwörter/Keywords:

Visualisierung, intelligente Schiffsfenster, Augmented Reality, smarte Schiffsführung, maritime Assistenzsysteme

*Hinweis: Dieser Artikel wurde bereits in Schiff&Hafen (06/2019) veröffentlicht.*

Gemeinsam mit den Partnern Fehrmann GmbH, Wärsilä SAM Electronics GmbH und dem Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISIT) erarbeitet das Fraunhofer IGD im Rahmen des Forschungsprojektes „Smart Window“ intelligente Lösungen, um zukünftig alle relevanten Daten für den Schiffsbetrieb zu verarbeiten, zu filtern und in einem Augmented Reality (AR) Display darzustellen. Die Einbettung in ein Fenster bietet dabei die Möglichkeit, eine Vielzahl von Informationen direkt im Blickfeld des Schiffsführers darzustellen. Fehler durch zu viele Informationen auf zu vielen Monitoren mit eigenen Darstellungskonzepten können damit vermieden werden. Das „Smart Window“ revolutioniert die Informations- und Datenströme auf der Schiffsbrücke und trägt damit maßgeblich zur Sicherheit im Schiffsverkehr bei.

### Hintergrund

Mit fortschreitender Globalisierung und immer stärker verflochtenen Wirtschaftsräumen steigen die Anforderungen an die benötigte Transport- und Versorgungsinfrastruktur. Die Schifffahrt spielt hierbei eine besondere Rolle,

da sich die systeminhärenten räumlichen Einschränkungen stark von denen der Luftfahrt sowie dem Schienen- und Straßenverkehr unterscheiden. Während letztere direkt an die Infrastruktur der Straßen bzw. Schienen gebunden sind, wird der Luftverkehr strikt und zentral überwacht und gesteuert. Die Schifffahrt hingegen ist zwar an Wasserstraßen gebunden, wird durch diese aber weniger eingeschränkt als der Schienen- bzw. Straßenverkehr. Im Vergleich zur Luftfahrt werden Schiffe weniger überwacht und sind außerhalb von Hafengebieten häufig „auf sich allein gestellt“. Hieraus ergeben sich deutlich höhere Anforderungen an die eigene Entscheidungskompetenz und an vorausschauende Planung.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, kommen immer öfter Sensornetze und computergestützte Assistenzsysteme zum Einsatz. Sie ermöglichen es, aus den vielfältigen Sensordaten aufgearbeitete Informationen zu generieren, welche informativ und trotzdem leicht visuell zu erfassen sind. Die erhaltenen Informationen erlauben es dem Schiffsführer, die aktuelle Situation korrekt einzuschätzen und so richtig zu reagieren und voraus zu planen. Insbesondere aktuelle Informationen zur Navigation, dem Wetter und lokalen Besonderheiten, wie kreuzende Schiffe, sind sehr umfangreich und müssen in Echtzeit verfügbar sein. Des Weiteren muss der technische Status des Schiffes und die Funktionsfähigkeit vieler Subsysteme, wie etwa Kühlaggregate für verderbliche Fracht, fortwährend überwacht

\* Korrespondierende Autorin.

E-Mail: [kristine.bauer@igd-r.fraunhofer.de](mailto:kristine.bauer@igd-r.fraunhofer.de) (K. Bauer)

**Abbildung 1:** Schifffahrt im „Internet of Things“, ©Wärtsilä



werden. Aus dieser Menge an Daten aus vielfältigen Quellen (lokale Sensornetze, Positionierungssysteme, zentrale Informationsdienste etc.) muss der Schiffsführer die aktuell wichtigsten extrahieren.

**Besondere Herausforderungen für einen besonderen Arbeitsplatz**

Neben den klassischen Informationen zur Schiffführung bieten neue Technologien im Bereich der Sensorik, der Digitalisierung und der Displaytechnik Potenziale, die Sicherheit

des Seeverkehrs weiter zu steigern. Dabei gilt es, die neuen Möglichkeiten, welche sich aus der Verbindung physischer Produkte und digitaler Daten ergeben, optimal zu kombinieren, wobei die speziellen Anforderungen der maritimen Branche in besonderem Maße für die Technologien beachtet werden müssen. Diese liegen zum einen in den teilweise äußerst rauen Umgebungsbedingungen, wie sie etwa auf hoher See herrschen. Zum anderen ist die Verbindung zum Internet bislang nur sehr eingeschränkt vorhanden. Eine weitere Herausforderung sind die starken Reglementierungen bei der Zulassung neuer technischer Systeme in der Nautik – gerade auch auf der Schiffsbrücke.

**Abbildung 2:** Die Schiffsbrücke und die mögliche Sicht des intelligenten Fensters in Augmented Reality, ©Wärtsilä



## Wie aus einem Fenster ein AR-Display wird

Eine Augmented Reality-Ansicht entsteht durch das komplexe Zusammenspiel von Datenaufbereitung, Sensorik und Visualisierung, welche meist speziell für einen Blickwinkel erstellt wird. Um dem Benutzer Informationen so in sein Sichtfeld einzuspielen, dass diese die Realität gezielt anreichern, muss das digitale Modell der Welt mit der Realität in Deckung gebracht werden (Overlay). So sind globale Daten aus externen Quellen, etwa Positionsdaten aus dem elektronischen Seekartendarstellungssystem, und lokale Daten aus schiffseigenen Sensoren, etwa Radar, zu fusionieren und relativ zum Betrachter wiederzugeben. Das erfordert insbesondere Informationen über das Blickfeld des Nutzers, so dass die eingeblendeten Daten aus dessen Sicht klar den realen Objekten zugeordnet werden können (wie in Abb. 2 veranschaulicht). Bewegt sich der Nutzer, muss dies in Echtzeit nachvollzogen und das virtuelle Bild entsprechend nachgeführt werden. Diese Tracking-Funktion muss auch bei den schwachen Lichtverhältnissen auf einer nächtlichen Schiffsbrücke robust und exakt funktionieren, um die Position des Overlays nicht zu verfälschen. Weitere Herausforderungen ergeben sich aus der Informationsauswahl und -aufbereitung für die Augmentierung: Die Auswahl darf keine kritischen Informationen, wie etwa Kollisionswarnungen, verwerfen oder verfälschen. Dennoch sollen dem Nutzer nur die derzeit relevanten Daten übersichtlich aufgearbeitet visualisiert werden. Für die Projektion der Daten in das Sichtfeld des Beobachters ist die Wahl der verwendeten Symbole und Animationen entscheidend. Diese dürfen den Blick auf die Realität nicht zu stark abdecken, müssen aber auch hinreichend groß, intuitiv erfassbar und kontrastreich sein, um vom Benutzer schnell erkannt und interpretiert zu werden. Auch wenn ein solches AR-Display im ersten Schritt für einen einzelnen Nutzer entwickelt wird, soll im Forschungsprojekt „Smart Window“ auch das komplexere Problem der Berücksichtigung von mehreren parallelen Nutzern adressiert werden. Dabei ist die größte Herausforderung, mehrere Blickwinkel gleichzeitig zu erfassen und getrennte Visualisierungen her- und darzustellen. In diesem Projekt wird diesbezüglich untersucht, inwieweit die einzelnen Systeme sich gegenseitig beeinflussen und wie diese Störungen aufgelöst werden können.

Ein zentrales Element für das neuartige AR-Display ist das Laserprojektionssystem. Für diese spezielle Projektionsform

müssen elektronische Regel- und Steuerelemente bereitgestellt werden. Zur Erzeugung eines großen Projektionsbildes werden mehrere Einzelsysteme miteinander verbunden.

Kernstück des Laserprojektionssystems ist ein Mikrospiegel aus Silizium, wie ihn die Abbildung 3 links zeigt. Der eigentliche Spiegel selbst ist als Kreis im Zentrum zu sehen und ist an zwei senkrecht zueinander stehenden Achsen aufgehängt, die man einmal direkt an den Spiegel grenzend und außen unscharf im Bild erkennen kann. Um diese Achsen kann der Spiegel, angeregt durch elektrostatische Kräfte, schwingen. Wird Laserlicht auf den Spiegel geworfen, kann mit einem solchen Spiegel ein beliebiges Bild projiziert werden. Damit der Spiegel große Ablenkwinkel erreichen kann und nicht verschmutzt wird, wird er mit einem Glasdeckel bei geringem Innendruck auf Waferebene verkapselt, wie in der Abbildung in der Mitte zu sehen ist. Ein mögliches farbiges Laserprojektionssystem ist im rechten Bild als Tachometerdarstellung zu sehen. Dabei lassen sich mit Lasern unterschiedlicher Wellenlänge beliebige Farben darstellen.

Ein weiterer wichtiger Baustein sind geeignete Glaslamine für die Fenster. Diese müssen aus normgerechten Einzelgläsern bestehen, die mit Folien zu einem Laminat verbunden sind. Es gilt, Folien zu identifizieren und zu testen, die einerseits zum Einsatz für Projektionssysteme kommen, andererseits den spezifischen Anforderungen an Glaslamine in Schiffsfenstern gerecht werden. Schiffsfenster sind Sicherheitsbauteile und haben daher besondere Anforderungen an Gläser, die sowohl die Standhaftigkeit gegen Drucklasten betreffen, als auch Voraussetzungen wie die Eignung in maritimer Umgebung (Dichtigkeit, Hygroskopie etc.)

Neben der Entwicklung einer geeigneten Projektionseinheit muss insbesondere sichergestellt sein, dass die projizierten Informationen perspektivisch korrekt dargestellt werden. Während in einem Heimkino lediglich das Bild „rechteckig“ bleiben muss, benötigt eine Augmentierung eine Anpassung der Perspektive des Overlays. In Abhängigkeit des Sichtfelds des Nutzers muss das Sichtfeld des generierten Overlays angeglichen werden. Dazu wird zu jedem Zeitpunkt die Position des Betrachters (genauer die seiner Augen) auf der Brücke benötigt. Eine Ausstattung der Personen mit aktiver Positionierungssensorik, etwa Inertialsensoren oder Funkpeilern, im Schulter- oder Kopfbereich ist nicht erwünscht für ein praxistaugliches Produkt. Sie würden

**Abbildung 3:** Links: Mikrospiegel aus Silizium; Mitte: seitliche Ansicht eines Silizium-Wafers mit Mikrospiegeln, die mit einem schrägen Glasdeckel im Waferverbund gekapselt wurden; Rechts: Tachometerdarstellung mit Hilfe eines Laserprojektionssystems, ©Fraunhofer ISIT



zum Beispiel den Wechsel des Schiffsführers verlängern und seine Aktionsfreiheit einschränken. Daher werden passive Verfahren benötigt, welche lediglich brückenseitige Sensoren, insbesondere Kameras, verwenden und den alltäglichen Betrieb nicht stören. Auf einer Schiffsbrücke sind dabei besondere Bedingungen zu beachten. Standard-Tracking-Lösungen für den Innenbereich, wie es sie zum Beispiel für Spielekonsolen gibt, sind auf einer Schiffsbrücke nur bedingt einsetzbar. So sind sie nicht robust genug verwendbar, da sie meist mit aktiven Sensoren arbeiten und die Stahlumgebung die nötigen Signale mehrfach reflektiert oder abdämpft. Des Weiteren befinden sich mehrere Personen in einer Arbeitssituation, weshalb eine Einschränkung der Bewegungen nicht stattfinden darf. Ein weiterer Punkt ist die stark variierende Beleuchtung von sehr reflektierender Sonneneinstrahlung, schnell wechselnden Hell-Dunkelverhältnissen bis hin zu Nachtsituationen. Aus diesen Gründen ist es notwendig, eine neue Methode speziell für die Schiffsbrücke zu entwickeln. Insbesondere diese Positionsbestimmung und die Aufarbeitung der verfügbaren Daten für die Visualisierung sind Teil der zentralen Herausforderungen des Projektes und werden durch das Fraunhofer IGD bearbeitet.

### Das richtige Sichtfeld ist entscheidend

Die Verwendung von RGB-D Kameras (Farbbilder und 3D-Struktur als Tiefenkarte, siehe Abb. 4) erlaubt es, die Positionierung des Nutzers relativ zur Kameraposition durchzuführen. Dazu wird der Nutzer in der Tiefenkarte (heller = weiter entfernt) erkannt und so seine 3D-Position bestimmt.

Für die korrekte Visualisierung ist es weiter notwendig, diese Position relativ zum darstellenden Display zu interpretieren. Hierzu müssen zumindest ein dreidimensionales Modell der Projektionsfläche, hier dem Schiffsfenster, die Position/Orientierung der Projektionseinheit in Relation zum Schiffsfenster sowie Abbildungsfehler des Projektors und die Position/Orientierung der Kamera relativ zum Projektor berücksichtigt werden. Um die Informationen im Schiffsfenster darzustellen, ist immer die Position/Orientierung des Betrachters zu berücksichtigen. Generell ist dabei die Aufgabe, für jeden Pixel des AR-Fensters das passende Element

der realen Welt zu finden, welches der Nutzer durch eben diesen Punkt sieht. Daraus kann dann die gewünschte Information abgeleitet, zum Beispiel der Kurs eines kreuzenden Schiffes, und am korrekten Punkt der Projektionsfläche abgebildet werden. Wird dies an jedem Punkt der Projektionsfläche durchgeführt, erscheint für den Betrachter eine korrekte Augmentierung über der Wirklichkeit. Anders gesagt, wird das zu projizierende Bild so verzerrt, dass der Nutzer ein Bild aus seinem Blickwinkel erhält anstatt dem des Projektors. Um dies leisten zu können, werden neben der Positionsbestimmung räumliche Beziehungen zwischen dem Projektor und der Projektionsfläche, also dem intelligenten Fenster benötigt. Die Bestimmung dieser Parameter, oft als Kalibrierung bezeichnet, soll zunächst statisch erfolgen und dann Schritt für Schritt automatisiert werden. Hierzu kommen insbesondere iterative Algorithmen in Betracht, die das projizierte Bild mittels einer Kamera aufnehmen und die korrekten Parameter für die Abbildung identifizieren.

Für die erfolgreiche Umsetzung des Projekts ist eine enge Zusammenarbeit aller Teilnehmer notwendig. Die aufbereiteten Informationen im erstellten AR-Bild müssen auf dem neu entwickelten Projektor schnell und mit hoher Qualität dargestellt werden, was eine enge Verbindung der Abbildungs-Software und Hardware erfordert.

Die Integration des AR-Moduls in ein Brückensystem, welches nach Möglichkeit auch als Nachrüstung für bestehende Brücken verfügbar sein sollte, ist eine weitere Herausforderung, welche nur in enger Zusammenarbeit erfolgen kann.

In naher Zukunft werden mit den Ergebnissen des Projektes neue Möglichkeiten für die Kommunikation, Lageerfassung und Navigation bereitgestellt werden können.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Projektpartner: Fehrmann GmbH, Wärtsilä SAM Electronics GmbH, Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISIT)

**Abbildung 4:** Abbildung einer Tiefenschätzung; Links: Tiefenbild mit Farbkodierung Hintergrund hell und Vordergrund dunkler, Rechts: Herausstellung der Personennumrisse in Echtzeit, ©Fraunhofer IGD



## **Autorenangaben**

*Prof. Dr.-Ing. Uwe Freiherr von Lukas*  
Standortleitung Rostock, Maritime Graphics  
Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD  
Joachim-Jungius-Straße 11  
18059 Rostock  
[uwe.von.lukas@igd-r.fraunhofer.de](mailto:uwe.von.lukas@igd-r.fraunhofer.de)

*Dr.-Ing. Kristine Bauer*  
Leitung Projektbüro Kiel  
Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD  
Schauenburgerstr. 116  
24118 Kiel  
[kristine.bauer@igd-r.fraunhofer.de](mailto:kristine.bauer@igd-r.fraunhofer.de)

*Dr.-Ing. Arne Petersen*  
Projektbüro Kiel  
Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD  
Schauenburgerstr. 116  
24118 Kiel  
[arne.petersen@igd-r.fraunhofer.de](mailto:arne.petersen@igd-r.fraunhofer.de)

*Jörg Eichholz*  
Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT  
Fraunhoferstraße 1  
25524 Itzehoe  
[joerg.eichholz@isit.fraunhofer.de](mailto:joerg.eichholz@isit.fraunhofer.de)

## Implementation of Master programme in Smart Transport and Logistics for Cities within the Erasmus+ programme: the case of O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

Antonio Comi, Norbert Gruenwald\*, Oleksii Lobashov, Mariia Olkhova, Dmytro Roslavtsev, Kateryna Vakulenko  
*see list of authors*

### Abstract

The paper presents the upgrading process of Master curriculum, designed and implemented in O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv within the E+-KA2-CHBE Programme. In particular, how the local conditions and needs as well as the results of the international reviews on which the curricula were built are described. Finally, some indications for process transferability are provided.

#### Schlagwörter/Keywords:

SmaLog, smart transport, smart logistics, curriculum development, internationalization

### Introduction

In the European educational programmes, city transport and logistics are considered on a systemic way: transportation systems consist not only of the physical and organizational elements that interact with each other to produce transportation opportunities, but also of the demand that takes advantage of such opportunities to travel from one place to another. This travel demand, in turn, is the result of interactions among the various economic and social activities located in a given area. Unlike existing Master programmes in Ukraine are based on separate branches of transport systems. The general approach used was to isolate and hence to study the elements most relevant and to neglect the relationships between them within the whole analysis systems. Therefore, the developed educational modules, based on smart technology and environment (which exploit these neglected relationships) have not yet presented in the current curricula of Ukrainian Master programmes in transport systems. There is a shortage in the application of systemic modelling tools and decision making in transport systems that are widely used in Europe and worldwide.

Europe needs more cohesive and inclusive societies which allow citizens to play an active role in democratic life. Education and youth work are key to promote common European values, foster social integration, enhance intercultural understanding and a sense of belonging to a community, and

to prevent violent radicalisation. Therefore, the Programme Erasmus+ is an effective instrument to promote the inclusion of people with disadvantaged backgrounds, including newly arrived migrants (Erasmus+, 2016). In this context, some Ukrainian and Georgian universities worked together for developing an E+ proposal. The germinated proposal (Master in transport and logistics for cities – SmaLog) was positively evaluated by EU and was selected for funding within the framework of the Erasmus+ Capacity Building in the Higher Education programme in 2017. The project started in October 2017 and will end in October 2020.

During the proposal stage, the joint analysis carried out in cooperation also with Ukrainian and Georgian stakeholders highlighted that there is a need to strengthen the role of research for improving educational programmes and to start managing transport and logistics exploiting the opportunities offered by telematics. For this reason, the SmaLog project aims at transferring to Ukraine and Georgia the most recent knowledge and good practices developed in the European Union in the field of smart transport and logistics for cities and Ukrainian and Georgian Universities are the key actors to start this process (Gruenwald et al., 2008 and 2010; Comi et al., 2018). The consortium is composed of four EU universities, four Ukraine and two Georgian universities, and one institute of advanced studies.

Starting from these concepts and knowledge developed by the European partners, the project aims to:

\* Korrespondierender Autor.

E-Mail: [norbert.gruenwald@hs-wismar.de](mailto:norbert.gruenwald@hs-wismar.de) (N. Gruenwald)

- develop and test in Ukraine and Georgia a 2-year University Master programme according to the Bologna process standards;
- “Train the Trainer” supporting Ukrainian and Georgian academics in defining and delivering the Masters;
- provide each Ukrainian and Georgian University with a laboratory dedicated to smart transport and logistics for cities;
- disseminate through newsletters, events, workshops and seminars the importance of research in the field of smart transport and logistics for cities;
- set up a national coordinated network of Universities, public bodies, private companies and NGOs on smart transport and logistics for cities involving Ukrainian and Georgian Universities in the wider European network of research centres.

With reference to the definition of effective and useful Master curricula on smart transport and logistics, two pre-conditions were identified as necessary for reaching the above aims: there is a need to clearly understand local conditions and needs both in terms of research and teaching on such a topic; on the other hand, the need to review and analyse the most relevant and recent experiences and tools in the field of smart transport and logistics for cities available at international level. This analysis, started at the beginning (from SmaLog proposal design), was deepened in the first months of project life and highlighted several important aspects.

Some gaps also emerged. For example, there is a problem of isolation from the international research world that leads:

- a need to update contents and methods of courses (and subsequent modules) for students;
- a need to update research topics in the field of smart transport and logistics for cities;
- a need to adequate technical equipment in the laboratories.

Finally, the preparatory analysis allowed user needs to be identified and to point out that, while Master on transport field are already available both in Ukraine and Georgia, there is not a specific Master that prepare technicians (or researchers) in exploiting the new opportunities offered by telematics. Besides, not almost all local partners are fully research experience in smart transport and logistics within cities.

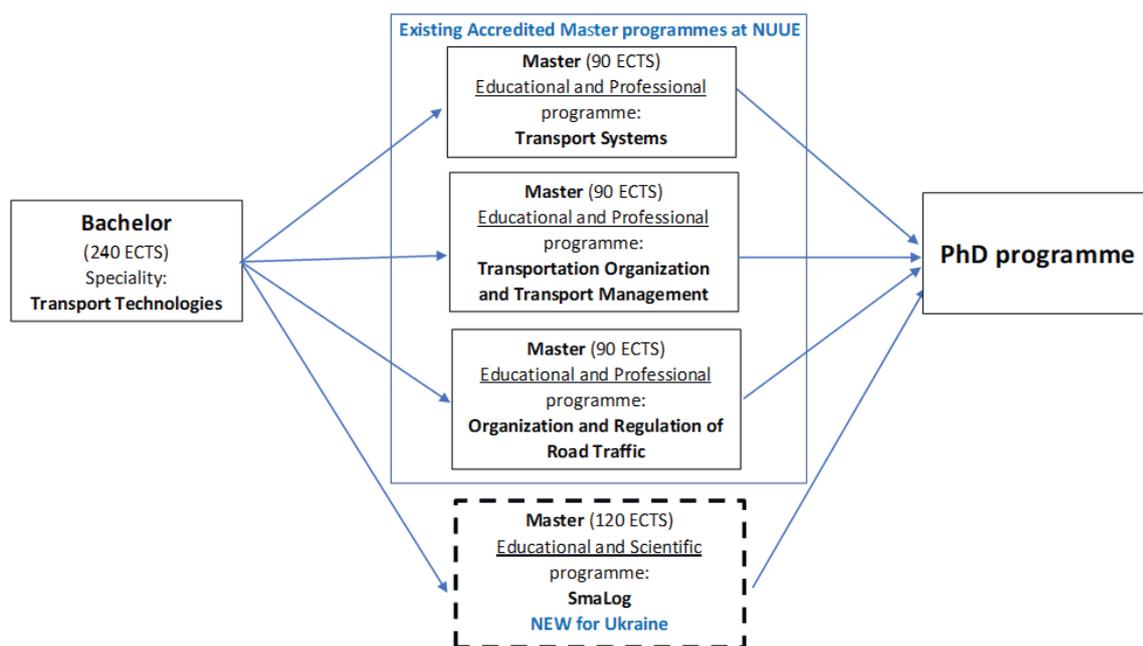
Therefore, the main objective of paper germinates, i.e. to present the curriculum process development of Master in Smart Transport and Logistics for Cities in one of the partner institutions involved in SmaLog (O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv – Ukraine) in order to point out how this experience can be useful for improving master curricula including more and updated challenges in other Ukrainian or Georgian universities.

The paper is structured as follows. Section 2 presents the structure of master programme, while Section 3 recalls the main opportunities offered to students. Finally, some conclusions and the road ahead are drawn in Section 4.

### Master Programme Structure

Existing curricula of Master Programmes are based on separate branches of transport systems in O. M. Beketov

Figure 1: Educational path at Department of Transport Systems and Logistics of NUUE



National University of Urban Economy in Kharkiv (NUUE). European educational and scientific programmes consider city transport on a systemic way as well as do not point out that city transport systems concern many different stakeholders, which takes into account while developing sustainable transport system (NUUE, 2019). In particular, the existing curricula in NUUE have not presented such approach yet. Educational modules, based on smart technology, which pays attention to environment, have not yet presented in the current curricula of master's programmes. There is a shortage in the application of systematic modelling tools and decision making in transport systems that are widely used in EU and in the world. Simultaneously, the current curricula of master's programmes in EU partner-universities include modules addressed to meet the requests of operators and users, with the aim to build competences for future city needs. They are more devoted to the management and control of the current transport services with telematics. EU partners, which have significant experience in this field, hence help to create the methodological support, strengthen the internationalization of HEIs and the capacity to be network effectively in research, scientific and technological innovation.

Existing Master programmes at NUUE are shown on the Figure 1.

Master programme SmaLog is relating to educational and scientific programme unlike with existing programmes are educational and professional. According to the Standard of the specialty (SHEU, 2016) number of programme credits is 120, if the programme relates to the educational and scientific. Due to this, the programme includes professional mo-

dules that provide full student training concerning current smart transportation technologies and logistics issues.

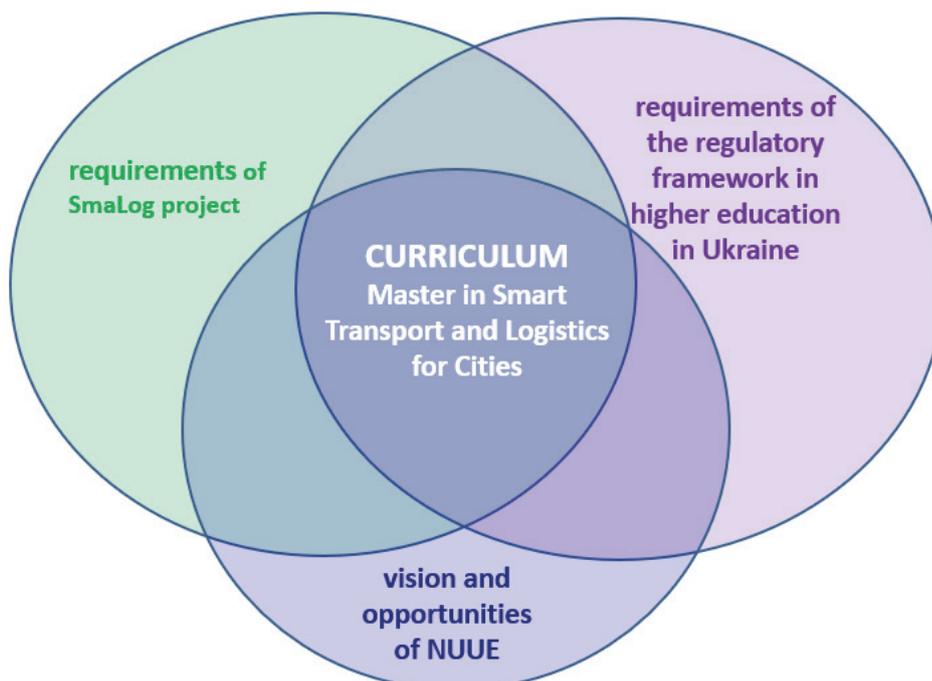
#### *Programme overview and objectives*

The Educational and Scientific Master programme SmaLog meets to The Standard of Higher education in Ukraine refers to Specialty 275 Transport Technologies and corresponds to: the National Qualifications Framework – Level 8; the Framework for Qualifications for the European Higher Education Area FQ-EHEA – Second cycle; the European Qualifications Framework for lifelong learning in the EQF-LLL – Level 7. The approach of curriculum formation based on requirements of the regulatory framework in higher education in Ukraine, requirements of SmaLog project and vision and opportunities of NUUE, is plotted in Figure 2.

The Master programme will be defined as 2 years and 120 ECTS credit with transparent quality assured contents in accordance with the Bologna process that will allows the course/programme to be recognised within the Lisbon Convention and on par with the European Area of Higher Education. The Master programme consists of:

- 10 ECTS for modules that characterize general competence;
- 48 ECTS for modules that characterize professional and practical training;
- 32 ECTS for elective professional modules (students' free choice);
- 6 ECTS for Specialized Pre-diploma Training;
- 24 ECTS for Master thesis.

**Figure 2:** The approach of curriculum formation at NUUE



SmaLog programme includes modules of professional and practical, social and humanitarian, fundamental, natural science and general economic training, which are of an integrative nature, the content orientation of special courses and subjects of free choice of students. Professional modules are organized in four main study areas of transport, Table 1:

- passenger transportation: methods and models for supporting the assessment and the implementation of new actions for the improvement of urban passenger transport;
- freight transportation: methods and models for supporting the assessment and the implementation of new actions for the improvement of urban freight transport;
- traffic: methods and models for simulating city traffic and related impacts;
- smart: how telematics can drive and support improving city sustainability and liveability.

The educational objectives are to obtain theoretical knowledge, skills and competencies sufficient to develop new ideas, solve complex problems in the field of transport technologies, which study the laws that determine the conditions for the rational organization of transport services and transport processes and encompass problems of building and ensuring the effective operation of transport components, development of its material and technical base.

Learner must satisfy the programme requirements in the programme specification, which includes theoretical classroom instruction on subjects (lectures, seminars and practical studies), consultations and student independent work, including fulfilment of a course project and paper on speciality; pre-diploma training and defence thesis.

Credits are awarded based on student's successful passing of written/oral tests and exams in subjects, defence of

a course project, and defence of a report on the training, defence of Master's thesis.

#### Objectives

The aim of the educational program is to obtain competences sufficient to solve complex problems in the field of transport systems of urbanized territories based on best practices and technologies developed in European countries in the field of intelligent urban transport and logistics.

Based on results of the User Needs Analysis and on discussions with Ukrainian local experts and stakeholders a set of "core competencies" for technical SmaLog professionals has been identified. These competencies are intended to provide a broad framework for educating SmaLog professionals. They represent a fundamental set of knowledge, skills, and abilities needed to effectively function as a professional in smart transport and logistics for cities. Graduates will have the competencies:

- for increasing the efficiency of city logistics, traffic and passenger transportation within the city using based on a systematic way and exploiting the opportunities of intelligent transport systems;
- for analysing city transport systems, in particular using smart transport systems and information communication technologies;
- for research, assessment and management of the operation of transport systems in the cities;
- for the management of freight, passenger transportation, traffic control within the city;
- for the implementation of Information Communication Technologies and Intelligent Transport Systems in the city contexts.

**Table 1:** Professional modules of Master programme SmaLog

Module	Credits, ECTS
<b>1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> semesters, September 2018 – June 2019</b>	
MODULE 1. Smart Transport and Logistics for Cities	5
MODULE 2. Traffic Flows Simulating and Management	5
MODULE 3. Traffic Control	5
MODULE 4. City Passenger Transport	4
MODULE 5. Freight Transportation Simulation	6
MODULE 6. Smart Transport	5
MODULE 7. Integrated Transport Systems in City Logistics	5
MODULE 8. Smart Transport and Logistics for Cities Project	3
<b>3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> semesters, September 2019 – June 2020</b>	
MODULE 9. Human and Environmental Impacts, Safety and Sustainability	5
MODULE 10. Traffic Flows Management in the City Center	5
MODULE 11. Efficiency of Cities Transport Systems	5
MODULE 12. Master Thesis	24

### *Learning outcomes*

Learning outcomes of Master SmaLog are defined with the five Dublin descriptors.

#### 1) Knowledge and understanding:

- parameters modelling of transport processes and systems in the cities with particular attention to smart technologies;
- planning, organization, control of transport processes in the cities taking into account environmental impact and sustainability;
- the economic, environmental substantiation of decisions on the organization of transportation in the cities, namely city logistics measures;
- conditions of efficient integration of international transport systems in the cities including intelligence transportation system;
- design of warehousing by cargo delivery, system planning of logistics transport systems;
- organization of professional safety management.

#### 2) Applying knowledge and understanding:

- to be able to formalize and determine the parameters of the transport processes models and systems to form a strategy for transport processes management with particular attention to ITS;
- to be able to choose models, types and the number of vehicles for technical support transportation, form of transportation routes, schedule vehicle movements at cargo transportation, develop the technology of transporting in main communication, choose the forms and methods of control over the implementation process due to achieving sustainable transportation system in the cities;
- to be able to analyse the existing situation, to choose the strategic directions of the city passenger transport development based on transit oriented methods and ICT;
- to be able to implement modern approaches to traffic management, to assess the effectiveness of the implementation of measures of improving road safety in the cities.
- to be able to justify and consult on the economic expediency of transport efficiency in the cities, city logistics applications;
- to perform design of warehousing system of cargo delivery, city logistics systems;
- to assess, monitor and formulate a system of professional safety management.

3) Making judgments. Ability to perform scientific and research and design works dealing with the problems of traffic, passenger transportation and city logistics with particular attention to smart cities.

4) Communication skills. The ability to relate and work in groups, in a professional context both nationally and internationally, are taken into account throughout the course of

study. Communication skills are first and foremost evaluated during the checks on both the final exam and the courses required by the curriculum. All the orientations promote activities such as curricular internships, internships and projects (including interdisciplinary) in companies of products and services, in which the student is placed in a position to measure himself with interlocutors at different levels of specialization and with different cultural backgrounds.

5) Learning skills. The structure of the teachings and of the other formative activities, foreseeing in most cases secondary components, of bibliographic research and planning, makes the master's degree able to: read, understand and use a scientific text (also not applicable to specific areas of mathematics, physics and industrial engineering) at university and post-university level; use reference manuals for the practices in use in the different industrial realities concerning specific problems; autonomously use manuals for the use of software of different types and applications; proceed autonomously to your professional and cultural updating; undertake post-graduate studies.

The learning ability of the graduating student is verified through the specific tests for the courses which, in their different modalities, therefore remain the essential tool for the measurement of this capacity.

### *Studying process*

In accordance with the Enrolment Conditions approved by Ministry of Education and Science of Ukraine (Entrance, 2019), to be admitted to a Master's degree course, students must have at least a Bachelor degree. The procedure for admission to Master degree based on the students rating and examination. Rating includes average grade according to Bachelor diploma. Examination procedure includes two exams: professional entrance examination in a specialty and foreign language. The dates of admission procedure from July to August, each year.

Department of Transport Systems and Logistics is owned Laboratory "Ergonomic and Transport Problems" and "Information Technologies" that students use during studying. The classes are also held in the laboratory of "Automated Control Systems on Transport" of NUUE.

The tutoring activity is one of the institutional tasks of professors and researchers, as an integral part of their teaching commitment aimed at guiding students' cultural education and studying support. The tutoring activities are scheduled by the Faculty at the beginning of each academic year. Each student has a tutor, who can be consulted for evaluations and general suggestions regarding the progress of the student's study activities.

The achievement of the Master's degree involves defence of the thesis. Students begin to write thesis and defend in

4th semester. Master thesis includes 24 ECTS. Before starting to develop a thesis, student has to pass all modules of Master programme and Specialised Pre-diploma Training. For defence of the thesis student develops thesis on a topic proposed by a professor of Transport Systems and Logistics Department. The Master's degree sessions are set by Head of Educational and Methodological Department within the time intervals set in the curriculum. Examination Commission for thesis defence consists of 5 representatives – at least one external expert from industry, others are professors of Department. Examination Commission process are public and open for all stakeholders.

There are two options to finance students studying: government payment (budgetary) and own student payment (contract). For budgetary payment Ministry of Education and Science of Ukraine offers different number of places each year. Number of contracts from student are limited by number of licences from Ministry of Education and Science of Ukraine.

A unique opportunity of the project is the additional mobility within the framework of the project both for students and teachers, i.e. Special Mobility Strand. Students can study for one full semester in the four involved programme country universities. Thus, they will get acquainted with the peculiarities of the educational process in EU universities, attend the class and pass the exams in accordance with the agreed learning agreements as currently occurs for EU students. This will significantly increase the level of training of students and the professional knowledge of teachers.

#### *Equipment and material*

There are categories of equipment and material that support students and teachers in providing studying and teaching process:

- computers, software packages and peripherals equipment;
- multimedia equipment which is going to be used for visualization and direct presentation during auditorium classes;
- special technical equipment which will be used during practical training and laboratory works;
- teaching materials which is up-to-date and support Master/PhD students training;
- special software which has been revised to improve the quality of SmaLog training.

Special software which has been revised to improve the quality of SmaLog training consists of:

- Statgraphics 18 Academic license;
- Visum Academic version for Educational and Commercial Use;
- AnyLogic University Researcher.

To assess the environmental consequences the COPERT and COPERT Street level (trial) program solution are used. Also, the Ant-logistics software solution, which is used as a tool for routing and modeling the movement of trucks, has gained wider application.

Equally important are the books and pedagogical materials that includes:

- Urban Transportation and Logistics: Health, Safety, and Security Concerns;
- Public Transit Planning and Operation: Modeling, Practice and Behavior, Second Edition;
- Modelling Intelligent Multi-Modal Transit Systems;
- Transportation Systems Analysis.

The basis for improving the content of the master's program was the results of teachers' internships and free access to the scientific databases Scopus and Web of Science.

#### **Employment opportunities**

Large cities of Ukraine are in the stage of rapid development of modern Intelligent Transportation Systems and their implementation, so the transport industry is in urgently need of qualified specialists. Working places for graduates could be universities or scientific organizations, scientific positions in communication, transportation, management, state institutions, private companies, consulting etc. Teachers' positions in the institutions of higher education could be a work opportunity, too. The detailed list of employment opportunities is presented in Table 2.

In order to improve the employment opportunities at local level of the Masters' graduates, the academics from local technical universities suggest focusing first on technical and practical skills, on the use of innovative software programmes and on the international overview of the courses.

#### **Conclusions**

The paper presented the developing process implemented at O.M Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv. The implementation of SmaLog Master programme will allow to update topics and methods of courses for students with the most recent international experiences; to update research topics in the field of smart transport and logistics for cities with the most recent international experiences; to involve teachers in the international research networks.

Curriculum of SmaLog Master programme will be basic Master programme at Transport Systems and Logistics Department of O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, that will replace existing Master programme in Transport Systems.

**Table 2:** Employment opportunities

Indicator	Description
Positions that can be held by a graduate	director of a transport company, head of the transport department, transportation manager, transport engineer, urban planning engineer, traffic service manager, inspector, design engineer, new equipment and technology introduction engineer other.
Possible place of work	public authority, department of infrastructure, transport enterprises, research and design institutes, etc.
Areas of activity	the implementation of organizational and management activities in the state transport administration, transport departments of local governments and in transport enterprises of various forms of ownership.
Tasks that can perform	city logistics measures of optimisation, road traffic measures of optimisation, passenger measures of optimisation, possession of the regulatory framework for the functioning of the transport management system, the economy and the principles of conducting commercial work in transport, organizing the interaction of different types of transport, the basics of foreign economic relations.

Using the thorough knowledge, European and world experience in urban transport functioning, graduates of the programme can be employed for key posts in transport for developing of sustainable transport system in Ukrainian cities.

### Acknowledgement

The authors acknowledge the support of the Erasmus+ KA2 for the opportunity to develop the new Master programme "Smart Transport and Logistics for Cities" (Project Number 585832-EPP-1-2017-1-ITEPPKA2-CBHE-JP), and the SmaLog partners for their activity in developing and implementing the project.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

### References

Comi, A., Buttarazzi, B. & Schiraldi, M. (2018). Smart urban freight transport: tools for planning and optimising delivery operations. *Simulation Modelling Practice and Theory* 88. Elsevier Ltd, pp. 48-61.

Comi, A., Zhuk, M., Kovalyshyn, V. and Hilevych, V. (2018). Master Program SmaLog: An Integrated Vision for Improving Transport in Cities, 11th ICEBE & 7th ICIE & PEESA III. pp. 35-40. Wismar: Robert-Schmidt-Institut.

Entrance (2019). The Enrolment Conditions (2019). Ministry of Education and Science of Ukraine. Retrieved July

5, 2019, from <https://mon.gov.ua/ua/news/vstup-2019-zatverdzheno-umovi-prijomu-do-vishiv-na-vstupnikiv-chekeyut-zmini-u-tvorchih-konkursah-prohidnih-balah-ta-pilgah>

Erasmus (2016). Erasmus+ - Programme Guide. European Commission, Brussels.

Gruenwald, N., Klymchuk, S., Zverkova, T. and Sauerbier, G. (2010). University students' difficulties in solving application problems in calculus: Student perspectives. *Mathematics Education Research Journal* 22(2), pp. 81-91.

Gruenwald, N., Klymchuk, S., Zverkova, T., and Sauerbier, G. (2008). Increasing engineering students' awareness to environment through innovative teaching of mathematical modelling. *Teaching Mathematics and its Applications* 27(3), pp. 123-130.

NUUE (2019). Master Curricula development and implementation at O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv – NUUE. [www.smalog.uniroma2.it](http://www.smalog.uniroma2.it).

Russo, F. & Comi, A. (2018). From city logistics theories to city logistics planning. *City Logistics 3 – towards sustainability and liveable cities*, Taniguchi E. and Thompson, R.G. (eds), ISTE Ltd, John Wiley and sons, London, UK, pp. 329-348.

SHEU (2016). The Standard of Higher Education in Ukraine. Specialty 275 Transport Technologies (by mode) (2016). Ministry of Education and Science of Ukraine. Retrieved July 5, 2019, from [https://mon.gov.ua/storage/app/media/vyshcha/naukovo-metodychna\\_rada/proekty\\_standartiv\\_VO/275-transportni-texnologiyi-magistr-11.042.017.docx](https://mon.gov.ua/storage/app/media/vyshcha/naukovo-metodychna_rada/proekty_standartiv_VO/275-transportni-texnologiyi-magistr-11.042.017.docx)

SmaLog (2017). Master in smart transport and logistics for cities (2017). Summary. University of Rome Tor Vergata. Retrieved July 1, 2019, from <http://smalog-2017.uniroma2.it/>

### List of authors

*Antonio Comi*  
University of Rome Tor Vergata  
Rome, Italy  
[comi@ing.uniroma2.it](mailto:comi@ing.uniroma2.it)

*Norbert Gruenwald*  
Wismar University  
Wismar, Germany  
[norbert.gruenwald@hs-wismar.de](mailto:norbert.gruenwald@hs-wismar.de)

*Oleksii Lobashov*  
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv  
Kharkiv, Ukraine  
[lobashov61@gmail.com](mailto:lobashov61@gmail.com)

*Mariia Olkhova*  
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv  
Kharkiv, Ukraine  
[olhovamv@gmail.com](mailto:olhovamv@gmail.com)

*Dmytro Roslavtsev*  
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv  
Kharkiv, Ukraine  
[d.roslavtsev@kname.edu.ua](mailto:d.roslavtsev@kname.edu.ua)

*Kateryna Vakulenko*  
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv  
Kharkiv, Ukraine  
[vakulenko.e@ukr.net](mailto:vakulenko.e@ukr.net)

## Experimental research of digital filtering in the separation of breathing signals and heart contractions to assess the control of the driver's condition

Mykhailo Nosach\*

*Department of Biomedical Engineering and Telecommunications, State University «Zhytomyr Polytechnic», Chudnivska St., 103, Zhytomyr, 10005, Ukraine*

### Abstract

The article is devoted to the research of the method of digital filtering of a mixture of signals at ultra-low frequencies. A mathematical model of the system has been developed that includes an adequate signal model that really brings the result. The type of filter and the window function that is included in it were selected, and an algorithm for digital filtering of the signal mixture was developed that allows the most accurate selection of the received signal parameters. The obtained research results confirmed the efficiency of the mathematical model and the filtering algorithm of the signal mixture, and also proved their practicality in use.

#### Schlagwörter/Keywords:

digital filtering, harmonious compensator, breathing heartbeat

### Introduction

According to statistics, one of the most common causes of car accidents is driver fatigue. Studies have shown that after just four hours of driving, the reaction speed, as a rule, is reduced by half, and already eight hours of travel show completely catastrophic results – a slowdown of the reaction by six times. And since every car manufacturer has always sought to make their products as safe as possible, after research, active development of a special sensor that determines the level of driver fatigue has begun.

Today, the most common are two types of system implementation. The first case involves measuring the behavior of the sensor on the road, which includes such characteristics as the pressure on the brake and gas pedals, as well as the range of motion of the steering wheel. This type of system is used by Volkswagen, Mercedes, Volvo and Skoda. If we talk about the Japanese market segment, then a slightly different method is used here. That is why the most attention is paid to the psycho-emotional indicators of the driver of the vehicle. For monitoring, sensors are used that are designed to monitor facial expressions, changes in heart rate and breathing. Remote determination of the parameters of the heartbeat and breathing of a living organism is the main task of diagnosis. This problem can be solved by

creating a fairly sensitive radar sensor and developing algorithms for filtering background reflections that can mask a useful signal.

### Literature analysis and problem statement

Nowadays, interest in the use of methods and means of radar diagnostics of vital indicators of living organisms has sharpened. This problem can be solved with the help of radar tools operating at wavelengths in the range of 3-30 cm (1-10 GHz). In this case, by subtracting the signals reflected from stationary objects, one can achieve high sensitivity when detecting objects whose boundaries are subject to mechanical vibrations. When the probe signal is reflected from the moving boundary, the phase of the signal will change, it can be fixed in one way or another.

From the data available in the literature, the sensitivity of this method, when registering mechanical vibrations in the radio range, can reach 10<sup>-9</sup> meters. The causes causing mechanical vibrations of objects are probed, can have a different nature. These fluctuations can be forced, that is, they can be caused by an external source, or be spontaneous, as in the case of contractions of the heart muscle or respiratory movements of the chest. In a person subject to

\* Korrespondierender Autor.

E-Mail: [boyka79@ukr.net](mailto:boyka79@ukr.net) (M. Nosach)

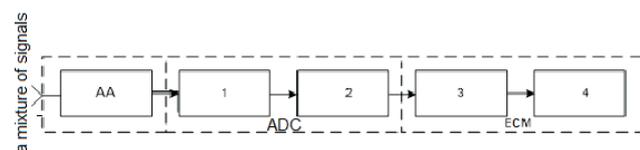
more or less periodic fluctuations, there is a contraction of the heart muscle (frequency in the range of 0.8-2.5 Hz) and chest oscillations during breathing (frequency in the range of 0.2-0.5 Hz). The amplitude of the component of the heart rhythm in the registered signal is small and does not exceed 5% of the amplitude of the respiratory component.

Remote determination of the parameters of the heartbeat and respiration of a living organism is the main diagnostic task. This problem can be solved provided that a sufficiently sensitive radar sensor is created and algorithms for filtering background reflections are developed that can mask a useful signal.

The main goal of the work is to highlight the rhythms of breathing and heartbeat. For this purpose, a mathematical model of the signal processing system was developed in order to obtain the necessary spectrograms. This enables an in-depth analysis of both harmonics and their mixed works (intermodulation). The importance of a complete analysis is proved below, since the large amplitude of the harmonics of respiration, and sometimes of mixed derivatives, makes it difficult to measure the heart rate, especially when they are close to its frequency range.

## Materials and methods for researching a mixture of a biometric signal

Signal parameters due to respiration and heartbeat are significantly different. The developed algorithm for processing the generated signal and the information that it carries uses these differences. Signal processing is divided into analog and digital stages (Fig. 1).



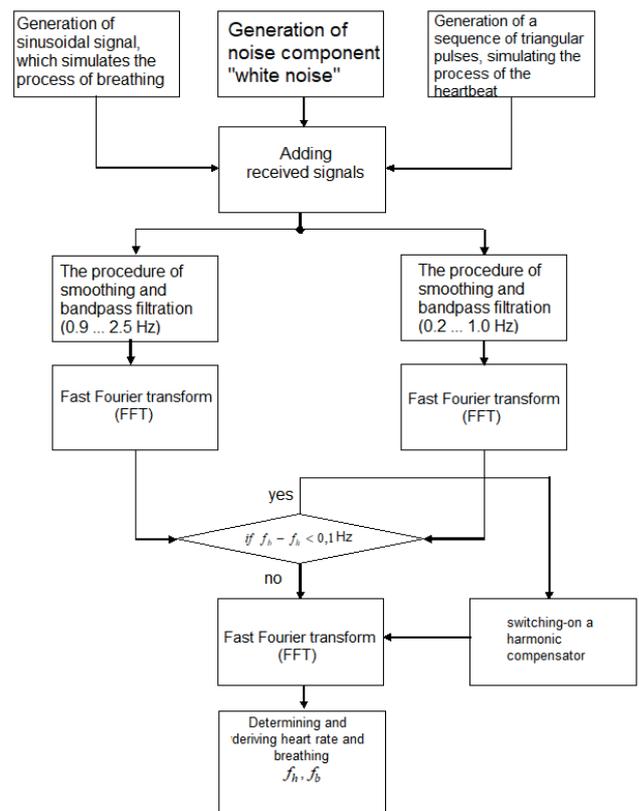
**Figure 1:** The block diagram of the signal processing: AA – analog amplifier; 1, 2 – analog and digital part of the analog-to-digital converter; 3 – software driver; 4 – work program (ECM – Electronic Computing Machine)

Analog processing consists in double frequency conversion, broadband amplification and filtering, distribution on two channels, and their conversion to digital form.

Digital signal processing is performed in the ADC (Analog-to-digital converter) unit and the computer. At the same time, the computer allows you to apply signal processing algorithms that cannot be implemented in the analog path (for example, logical processing of measurements and analysis of measured results).

The algorithm for processing a mixture of low-frequency signals with subsequent digital processing is shown in Fig. 2.

At the first stage, signals with specified parameters are generated that simulate the process of respiration and heartbeat, as well as some obstacle in the form of noise.



**Figure 2:** Algorithm for digital filtering of a mixture of bio signals

At the second step, a mixture of signals is obtained that simulates a biometric signal received from a bio-radar. At the third stage, band-pass filtering is performed in order to isolate the components of respiration and heartbeat from the general signal. Further spectral analysis of the received signals allows us to determine the frequency and conduct a comparative analysis of frequencies. This signal also includes a heartbeat signal, which is visible in the spectrum, although it is not so clearly highlighted in the spectrogram compared to the breathing signal. At the fourth stage, additional band-pass filtering is performed to isolate the components of the heartbeat. In the event that the respiration rate, as well as its higher harmonics, falls into the passband of this filter, the so-called harmonic compensator is turned on, the task of which is to shift the spectral components of respiration and its harmonics. Next, a spectral analysis of the received signal is carried out in order to determine the heart rate.

## Results of modeling and processing a mixture of a biometric signal

The biometric signal was determined during research simulating a mixture of low-frequency signals. The following simulation (modeling) parameters have been performed in the next way:

- the amplitude and frequency of respiration respectively  $m_b = 0.005$  m and  $f_b = 0.3$  Hz;

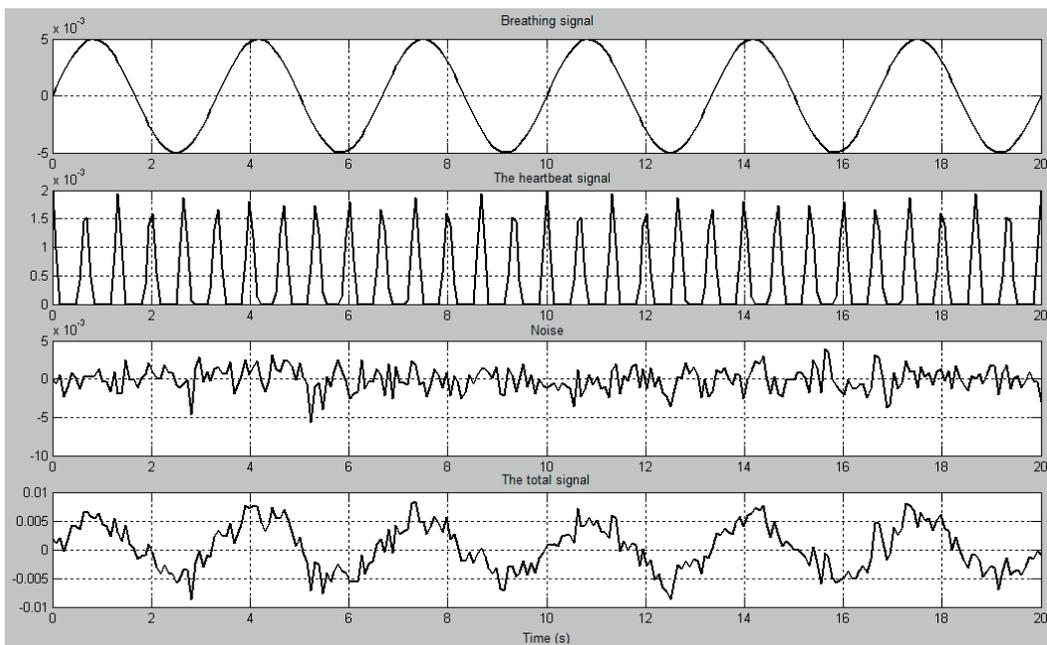


Figure 3: Results of biometric signal modeling

- heart rate and heart rate respectively  $m_h = 0.0005$  m and  $f_h = 1.5$  Hz;
- duration of heartbeat  $\tau = 0.3$  s;
- the maximum noise amplitude is 30% of the specified amplitude of the respiratory component.

The simulation results are shown in Fig. 3.

Examples of practical studies of the real mixture of ultra-low frequency signals are shown in Fig. 4.

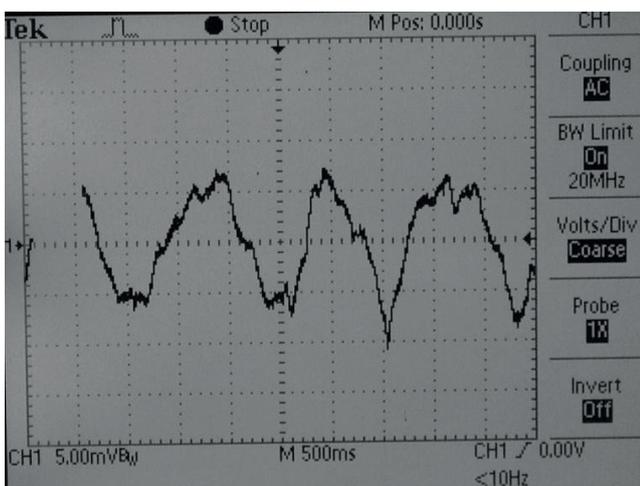


Figure 4: Practical registration of cardiac and breathing activity

Comparative analysis of Fig. 3 and Fig. 4 shows that the shape of the simulation signal generated in the simulation qualitatively in shape coincides with the practically investigated signal. Also, in the study, the time characteristics of the signal at the output of the FIR filter (Finite Impulse Response filter) were studied for various types of window functions.

The parameters of bandpass filters and simulations are as follows:

- passband: 0.2-1.0 Hz (for filtering breathing) and 0.9-2.5 Hz (for filtering the heartbeat);
- weight function: Blackman-Harris window length  $M = 256$  in both cases;
- sampling frequency:  $F_d = 12.8$  Hz;
- research time:  $T_{max} = 20$  s.

#### Investigation of frequency allocation by the spectral method

The influence of the structure of the window function on the quality of the filtration, can be more qualitatively evaluated not with time characteristic but with the help of spectral analysis.

In Fig. 5 shows the spectrum of the resulting filtering of the signal, which shows that the application to the resulting mixture of signals (Fig. 3) of the selected window function followed by FFT, allows you to distinguish the respiratory rate, which is clearly expressed by a burst at the corresponding frequency of the spectrogram.

After further filtration and FFT, the heart rate spectrogram will also be shown in Fig. 5. Initial modeling conditions:

- passband: 0.2-0.8 Hz (for breathing filtration) and 0.9-2.5 Hz (for heartbeat filtration)
- weight function: Blackman-Harris window, Barlett window, rectangular window in both cases;
- sampling frequency:  $F_d = 12.8$  Hz;
- research time:  $T_{max} = 20$  s;
- FFT bit = 4096.

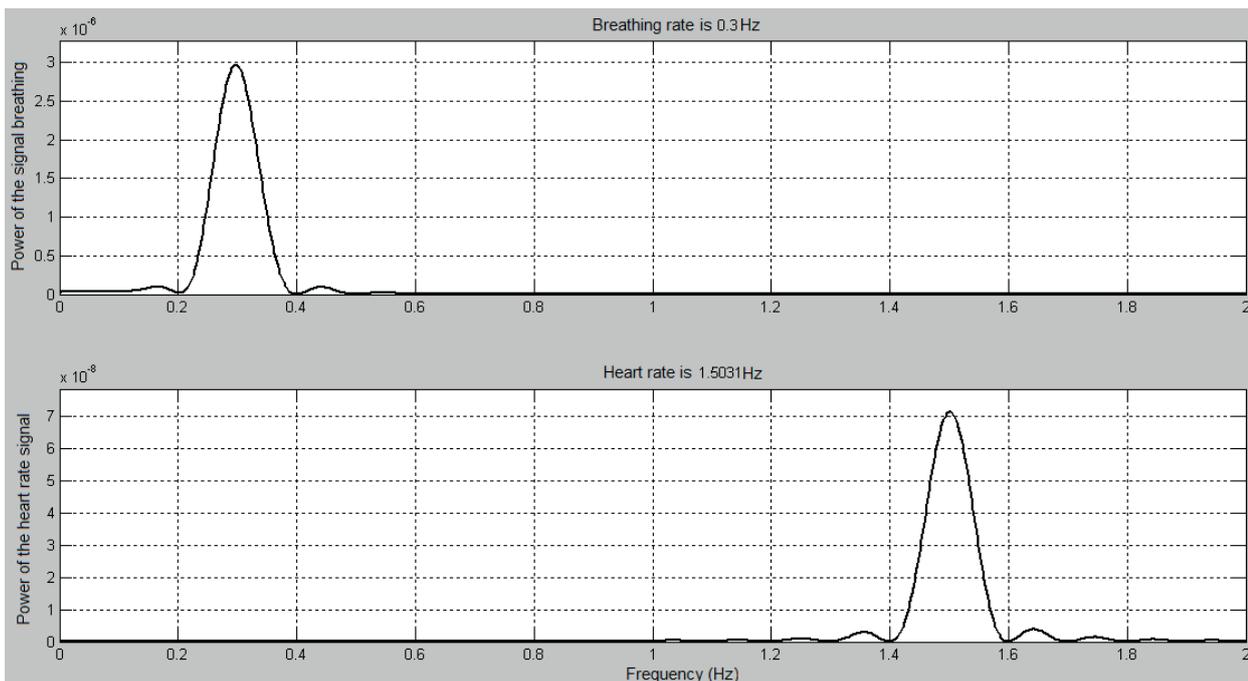


Figure 5: Spectrograms of breathing and heartbeat using the Blackman-Harris window

All of the above allows us to talk about the effectiveness of using this technique.

**Research of the principles of using the compensator**

Consider the case when the respiratory rate approaches the heartbeat, that is, falls into the passband of the band-

pass filter, which is responsible for filtering the heartbeat signal. Let us simulate the case under consideration for given values of the respiration and heart rate, equal to 0.95 Hz and 1.2 Hz, respectively (Fig. 6).

In this case, a harmonious compensator is included in the operation. In Figure 7 shows a graph of the signal (Fig. 6) with preliminary filtering, after passing it through a second-order harmonious compensator.

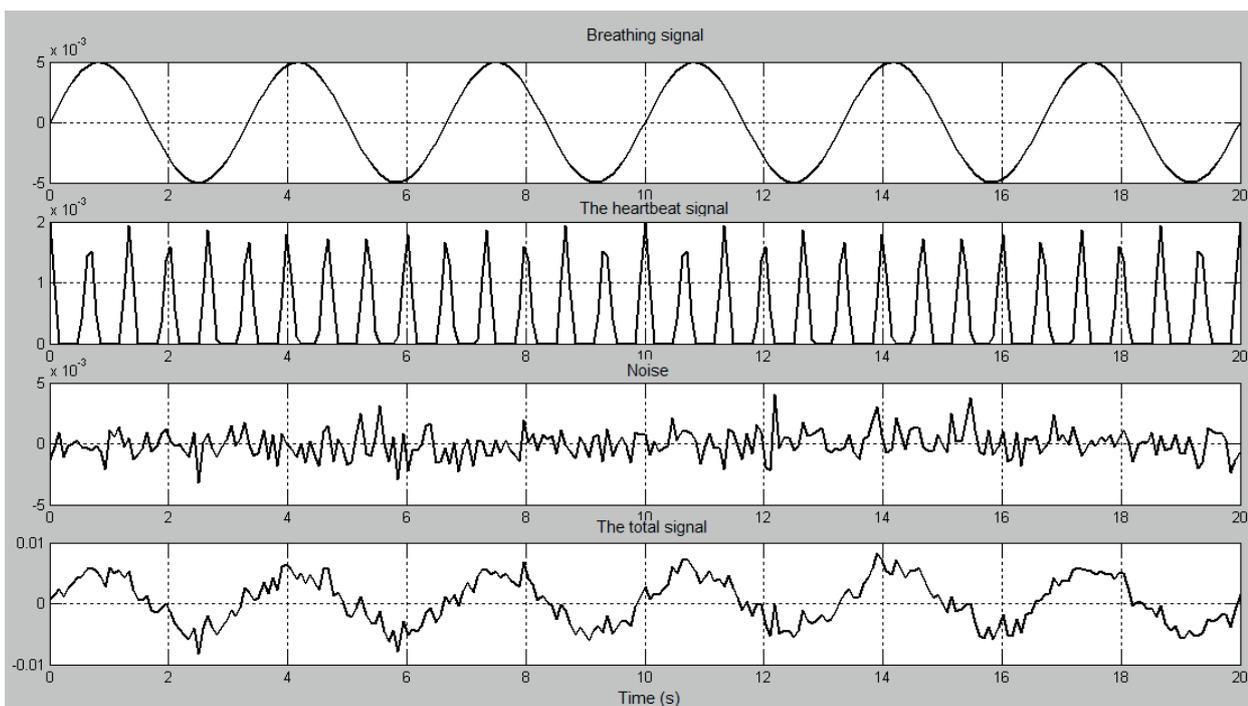


Figure 6: The dependence of the components of breathing, heartbeats and their mixtures on time at frequencies of 0.95 Hz and 1.2 Hz

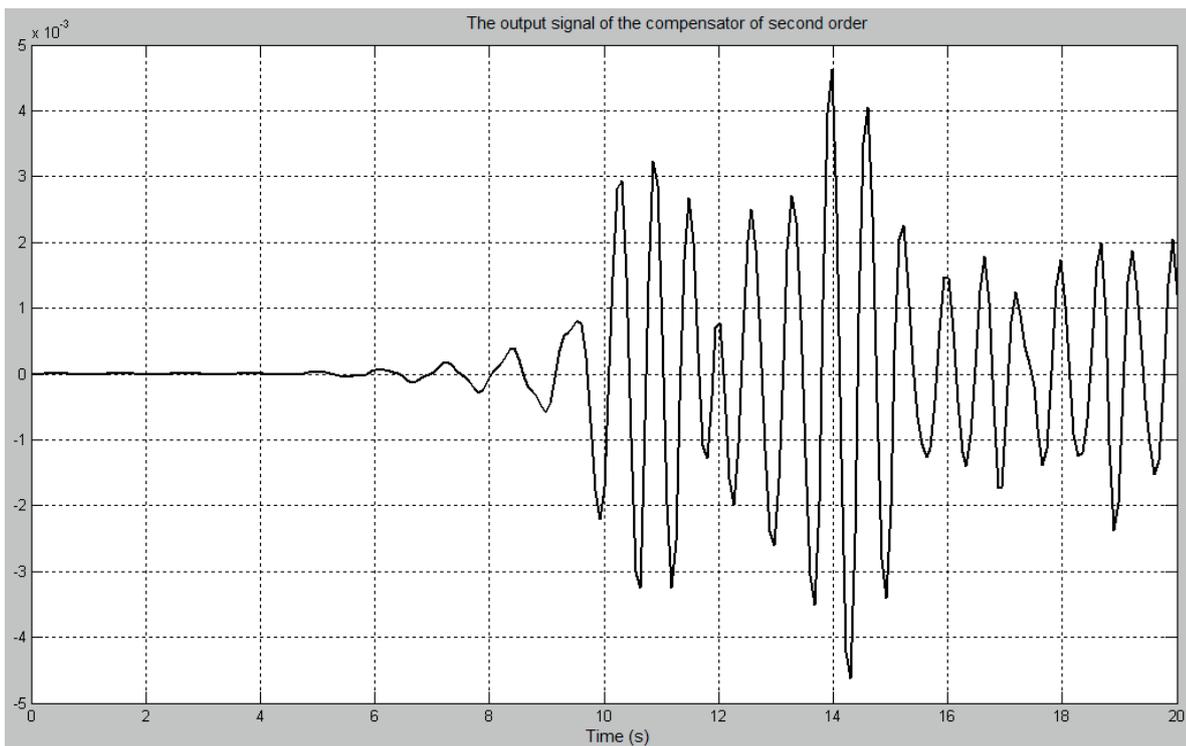


Figure 7: The output signal of the harmonious compensator

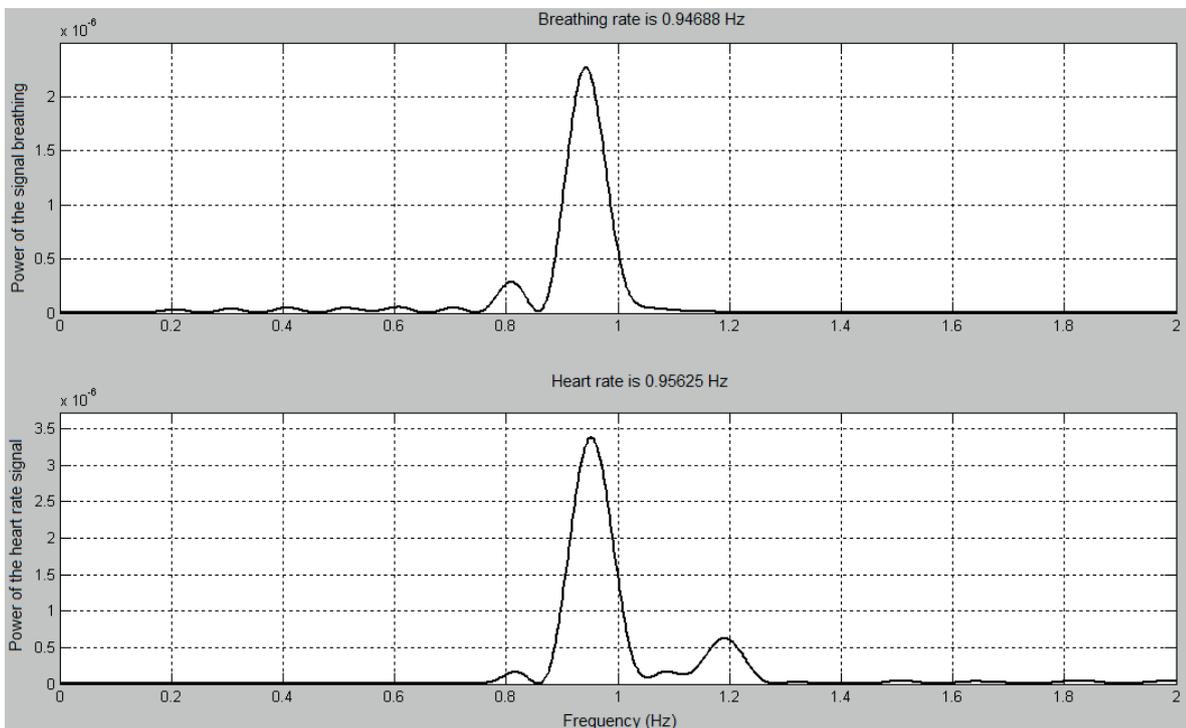


Figure 8: Spectrogram components of breathing and heartbeat to the use of a harmonic compensator

As can be seen from Fig. 8, the breathing signal does not fall into the passband of the first filter and only unfiltered noise components and higher harmonics remain in it (upper graph). However, this signal is fully manifested in the passband of the additional filter, therefore, the component

of the heartbeat practically does not stand out against the background of the intermodulation components caused by respiration. This leads to an incorrect determination of the heart rate, for which the value of the respiratory rate is perceived (Fig. 8, lower graph).

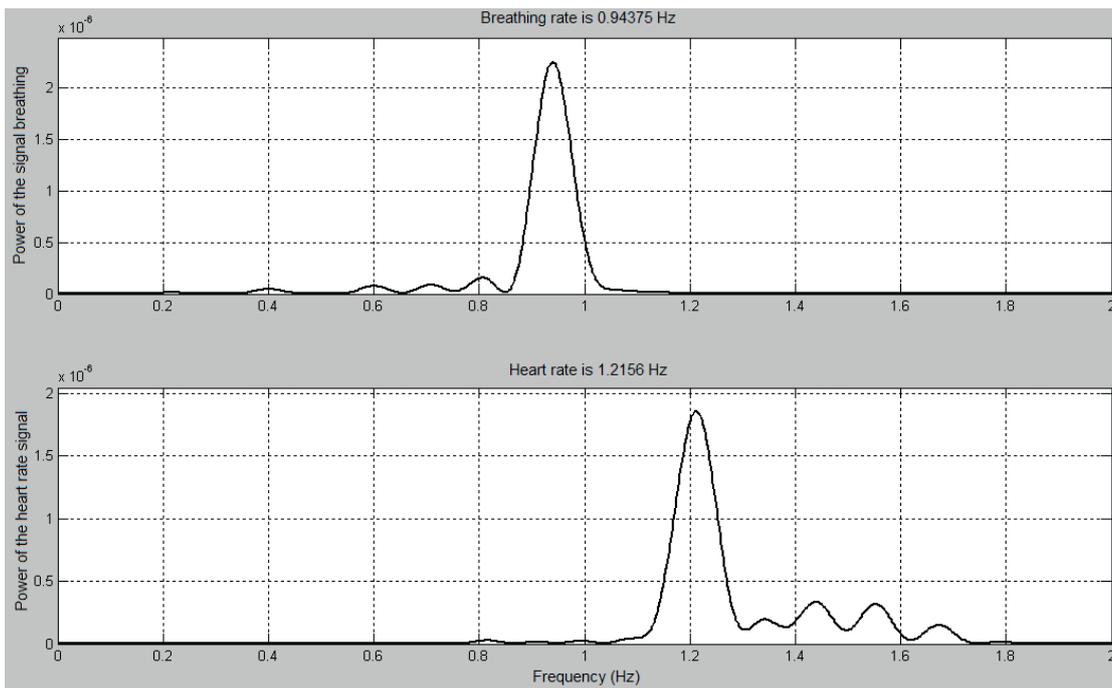


Figure 9: Spectrogram of signal after application of the harmonic compensator

It can be concluded that the presence of a harmonic compensator deprives the signal from harmonics with frequencies of  $n \cdot f_b$  and  $(n \cdot f_b)^2$ , where  $n$  is the serial number of the harmonics of the breathing signal and/or intermodulation components with frequencies, which are multiples of  $f_b$ .

The result allows us to conclude that it is advisable to use a harmonious compensator in order to isolate the heart rate from the received signal, if the respiratory rate approaches the heart rate.

**Discussion of research results**

To check the reliability of the results of measurements of respiration and heartbeat parameters, a bioradiolocator was used and developed at the Department of Biomedical Engi-

neering and Telecommunications of State University «Zhytomyr Polytechnic».

It was used to compare data processed on a computer with a bioradiolocator (Fig. 10) and simulated signals in the Matlab system.

To measure the intervals between peaks (approximately 4 cycles) using the scaling tools, a data window is set up. Using the I-shaped cursor, the segment is highlighted inside the segment from the beginning of the cycle to its end (total duration of the respiratory cycle). After that, the frequency and amplitude are determined.

The measurements were carried out in three independent cycles in each segment. From the above example, we can conclude that the developed program allows with high probability to reproduce information on human cardiac activity obtained by remote radar method.

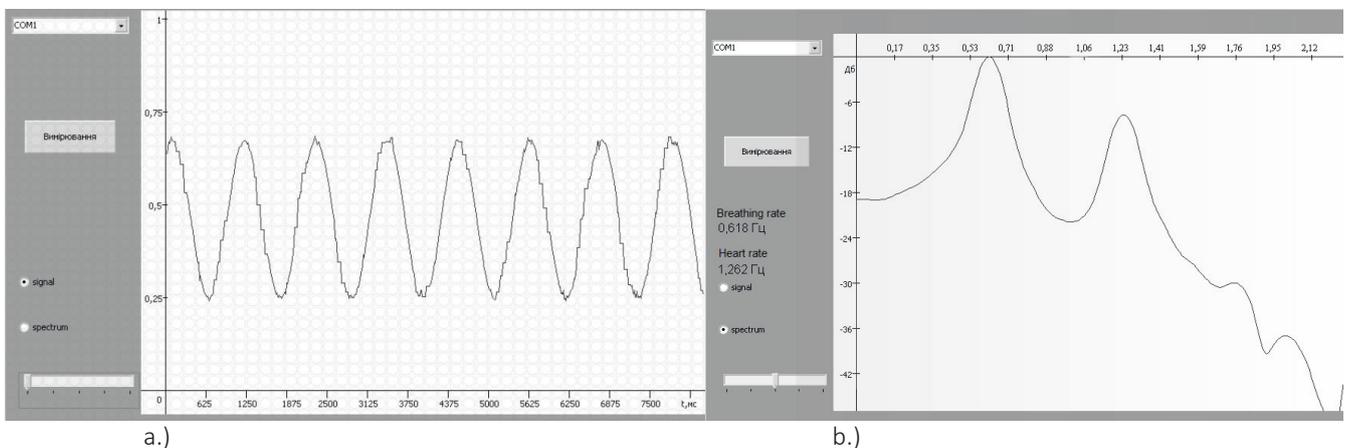


Figure 13: a) received signal; b) spectrogram

## Conclusions

The main target of this work was to highlight breathing rate and heart rate from the signal of bioradiolocator. For this purpose, was developed a mathematical model of the signal mixture, which took into account the effect of interference and various frequency ratios of signal components to more accurately determine their parameters.

Having considered all the known methods for separating a mixture of ultra-low frequency signals such as analog, filtering and spectral, the most appropriate method was chosen for each task separately. The filtering method was used to separate the signal mixture, and the spectral method was used to measure the frequency of the signals.

The article presents an algorithm for processing a mixture of low-frequency signals with their subsequent digital processing. Signal parameters due to respiration and heartbeat are significantly different. The developed algorithm for processing the generated signal and the information that it carries uses these differences. Signal processing is divided into analog and digital stages.

Using the Matlab software environment, processing was simulated and the mixture of signals from the influence of interference was separated. The filtering procedure was also described and the choice of the type of filter was justified (non-recursive FIR filter, with the Blackman-Harris window), an algorithm for digital filtering of the signal mixture was developed, which allows the most accurate selection of the received signal parameters.

## References

1. Bugaev A.S., Chapursky V.V., Ivashov S.I. Mathematical simulation of remote detection of human breathing and heartbeat by multifrequency radar on the background of local objects reflections // 2005 IEEE International Radar Conference, Arlington, Virginia, USA. – 2005. – 359-364. – doi:10.1109/RADAR.2005.1435851. – ISBN 0-7803-8881-X.
2. Ivashov S.I., Razevig V.V., Sheyko A.P., Vasilyev I.A. Detection of human breathing and heartbeat by remote radar // Progress in Electro-magnetics Research Symposium (PIERS 2004), Pisa, Italy. – 2004. – 663-666.
3. Bugaev A.S., Chapursky V.V., Ivashov S.I. Through wall sensing of human breathing and heart beating by monochromatic radar // Proceedings of the Tenth International Conference on Ground Penetrating Radar (GPR'2004), Delft, The Netherlands. – 2004. – Vol. 1. – 291-294. – ISBN 90-9017959-3.
4. Bugaev A.S., Vasil'ev I.A., Ivashov S.I. Distantionnyy kontrol' parametrov kardiorespiratornoy sistemy cheloveka s pomoshch'yu radiolokatsionnykh sredstv // Biomeditsinskoye tekhnologii i radioelektronika. – 2004. – № 10. – P. 24-31. ISSN 1560-4136.
5. Bugaev A.S., Vasil'ev I.A., Ivashov S.I. Obnaruzhenie i distantionnaya diagnostika lyudey za prepyatstviyami s pomoshch'yu RLS // Radiotekhnika. – 2003. – № 7. – P. 42-47.
6. Biomedical technology and devices. Handbook / Ed. by J. Moore, G. Zouridakis. – Boca Raton: CRC Press, 2004. – 750 p. – ISBN 0-8493-1140-3.
7. Through Wall Sensing of Human Breathing and Heart Beating by Monochromatic Radar /A.S. Bugaev [et al.] // Proceedings of the Tenth International Conference on Ground Penetrating Radar, GPR'2004, Netherlands. 2004. Vol. 1, 291–294.
8. Fedotov A.A. Izmeritel'nye preobrazovately biomeditsinskikh signalov sistem klinicheskogo monitoringa / A. Fedotov, S Akulov. – M.: Radio i svyaz', 2013. – 250 p. – ISBN 978-5-89776-016-9.
9. Kalakutskiy L.I. Apparatura i metody klinicheskogo monitoringa / L.I. Kalakutskiy, E.S. Mannelis. – M.: Vyssh.shk., 2004. – 156 p.
10. Khomenko Zh.M. Metodi viznachennya traektorii rukhu tsi pri pobudovi medichnikh radariv // Vostochno-evropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy. – 2012. – № 6/11 (60). – C. 56-59. ISSN 1729-3774.
11. Zito F., Zito D., Pepe D. UWB 3.1-10.6 GHz CMOS transmitter for system-on-a-chip nano-power pulse radars (Proceedings of the 3rd Conference on Ph.D. Research in Microelectronics and Electronics (PRIME '07)). Bordeaux, France, 2007, 189-192.
12. Fedorov V.A. Radiotekhnicheskie metody v funktsional'noy diagnostike cheloveka / V.A. Fedorov; pod red. S.M. Smol'skogo. – M.: Izdatel'skiy dom MEI, 2008. – 128 p.
13. Immoreev I. Practical application of ultra-wideband radars (Proc of ultrawideband and ultrashort impulse signals). 2006, 44-49.
14. Li C., Xiao Y., Lin J. Optimal carrier frequency of non-contact vital sign Detectors (Proceedings of IEEE Radio and Wireless Symposium). 2007, 281- 284.
15. Khomenko Zh.M., Zlepko S.M., Timchik S.V. Distantsiynaya diagnostika stanu lyudini z vikoristannyam zasobiv tsifrovoi obrobki signaliv // Mizhnarodniy naukovy-tekhnichniy zhurnal «Vimiryuval'na ta obchislyuval'na tekhnika v tekhnologichnikh protsesakh». – 2012. – № 2. – C. 128-135. ISSN 2219-9365.

## Über die DVWG

Die Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft e. V. (DVWG) ist eine unabhängige und föderal strukturierte, gemeinnützige Vereinigung von Verkehrsfachleuten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Verwaltung. Seit über 100 Jahren verfolgt die DVWG das Ziel, aktuelle und perspektivische Fragestellungen im Verkehr aufzugreifen, zu diskutieren und zu publizieren. Dabei befasst sie sich als neutrale Plattform Verkehrsträger übergreifend mit allen Belangen des Verkehrs und orientiert sich an einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung.

Die DVWG wirkt im besonderen Maße für die Förderung des Nachwuchses über das Junge Forum und verleiht verkehrswissenschaftliche Nachwuchspreise. Auf europäischer Ebene widmet sie sich der Zusammenführung von Verkehrsfachleuten aus allen europäischen Staaten unter dem Dach einer Europäischen Plattform der Verkehrswissenschaften (EPTS).

Mitglieder der DVWG sind Studierende und junge Akademiker, Berufstätige und Senioren, aber auch Ingenieurbüros, Verkehrsverbände, Klein- und Mittelstandsunternehmen der Transport- und Verkehrswirtschaft, Kommunen sowie Verwaltungs-, Bildungs- und Forschungseinrichtungen. Den Mitgliedern der DVWG bieten sich hervorragende Möglichkeiten für einen fachspezifischen Informations- und Wissensgewinn, für berufliche Qualifizierung und Weiterbildung und nicht zuletzt auch für den Auf- und Ausbau von Karriere-, Berufs- und Partnernetzwerken.

## Impressum

Herausgeberin:  
Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft e.V.  
Hauptgeschäftsstelle  
Weißener Str. 16  
13595 Berlin

Tel.: 030/ 293606-0  
Fax : 030/ 293606-29  
E-Mail: [hgs@dvwg.de](mailto:hgs@dvwg.de)  
Internet: [www.dvwg.de](http://www.dvwg.de)

Präsident:  
Prof. Dr. Jan Ninnemann

Vereinsregister Amtsgericht Berlin-Charlottenburg VR 23784 B  
USt.-IdNr.: DE 227525122

Inhaltlich Verantwortlicher dieser Ausgabe:  
Carsten Hilgenfeld

Redaktionell Verantwortlicher dieser Ausgabe:  
Thomas Jerger

Kontakt Redaktion:  
E-Mail: [journal@dvwg.de](mailto:journal@dvwg.de)