



Abb. 1: Vorstellung des Assistenzsystems „MTCAS – Elektronische Maritime Kollisionsverhütung“ in Wilhelmshaven

Foto: Daniel Clören

# MTCAS – Ein Assistenzsystem zur Kollisionsverhütung auf See

**PROJEKTVORSTELLUNG** Das steigende Unfallrisiko erfordert die Verbesserung der Kollisionsverhütung auf See. Das nun der Öffentlichkeit vorgestellte „Maritime Traffic Alert and Collision Avoidance System“ (MTCAS) ist ein innovatives Assistenzsystem und unterstützt Navigatoren dabei, Unfälle zu verhüten. Entwickelt wurde MTCAS von einem Konsortium bestehend aus dem Oldenburger OFFIS – Institut für Informatik, Raytheon Anschütz, Airbus, der Hochschule Wismar und dem Institut für Kommunikation und Navigation des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR).

Dr.-Ing. Christian Denker, Prof. Dr.-Ing. Axel Hahn

Der anhaltende Trend, immer größere Schiffe zu bauen im Hinblick auf die Kapazitäten für Fracht und Passagiere, scheint zur Erhöhung des Unfallrisikos auf See beizutragen: Seit Jahren steigt die Anzahl der Schiffsunfälle. Allein im Jahr 2017, so berichtete es die European Maritime Safety Agency im August 2018 (EMSA Facts & Figures 2017), waren 1204 Schiffe in europäischen Gewässern in navigatorische Unfälle verwickelt. 2015 waren es um die 1000 Unfälle, die sich in den Kategorien Strandung, Kollision mit Schiffen und Kontakt widerspiegeln (EMSA Marine Casualties and Incidents 2016). Traut man den Statistiken und wagt eine Interpretation, so könnte man schlussfolgern: Die Verkehrsdichte nimmt zu, der Raum für Manöver nimmt ab und infolgedessen kommt es zu mehr Unfällen. Die

Auftragsbücher für Neubauten sind gut gefüllt und es wurden in der jüngsten Vergangenheit weniger Schiffe abgewrackt als neu gebaut (Jahresbericht Deutsche Marine 2015). In naher Zukunft ist dadurch eine noch höhere Verkehrsdichte zu erwarten. Unter anderem wird der Verkehr auch durch weitere Offshore-Tätigkeiten, wie die Errichtung von Windparks, weiter verdichtet. Neben der Einschränkung des Schifffahrtsraums wird diese Gesamtentwicklung ein Umdenken bei bestehenden Systemen erfordern.

In Wilhelmshaven wurde nun mit „MTCAS – Elektronische Maritime Kollisionsverhütung“ ein Assistenzsystem zur vorausschauenden und kooperativen Kollisionsverhütung der Öffentlichkeit vorgestellt (Abb. 1). MTCAS hilft Navigatoren dabei, trotz der steigenden Verkehrsdichte, sicher und effizient zu na-

vigieren. MTCAS adaptiert die Grundidee der Einführung des Airborne Collision Avoidance System (ACAS) und dessen Implementierung TCAS aus der Luftfahrt. MTCAS zielt darauf ab, den Wachoffizier auf der Kommandobrücke eines Schiffes bei der Erkennung und Lösung von kritischen Situationen mit anderen Schiffen unter Berücksichtigung der vorherrschenden Umwelt- und Verkehrsumstände zu unterstützen, aber auch relevante Regelwerke und Vorschriften, die Bathymetrie sowie den Vessel Traffic Service (VTS) einzubeziehen. MTCAS greift nicht automatisch in die Steuerung eines Schiffes ein, sondern unterstützt die Seeleute dabei, gemeinsam sichere und effiziente Ausweichmanöver zu finden. Dies ist ein Hauptunterschied zum TCAS aus der Luftfahrt, das verpflichtende Manöveranweisungen an die Piloten in einer kritischen Situation gibt. Wie das TCAS besteht auch das MTCAS aus zwei wesentlichen technischen Komponenten, zum einen aus der Kollisionsdetektion und zum anderen der Kollisionsauflösung. MTCAS ist das Ergebnis eines vom BMWi geförderten Verbundprojektes.

### Kollisionsdetektion – Verbesserte Alarme durch Vorhersagetechnologien

Die Kollisionsdetektion wird heutzutage auf Basis der Berechnung des sogenannten Closest Point of Approach (CPA) durchgeführt. Dieser Punkt definiert die Position, an der sich das eigene Schiff in Zukunft am nächsten zu einem bestimmten anderen Schiff befindet. Auch das Fremdschiff hat einen CPA zum Eigenschiff. Die Distanz zwischen beiden CPAs wird CPA Distance (CPAd) genannt und die Zeit, die es dauert, bis das eigene Schiff am CPA angekommen ist, heißt CPA Time (CPAt). In der Praxis gibt es diverse technische Systeme, die die Navigatoren bei der Berechnung des CPA unterstützen und automatisch Alarme generieren, sobald die definierten Limits für CPAd und CPAt unterschritten werden. Die Limits werden typischerweise von der Schiffsführung vorgegeben. Kommt ein Fremdschiff dem eigenen Schiff zu nah, alarmiert zum Beispiel ARPA- bzw. die ATT-Funktionalität im Radar. Diese automatisierte Berechnung nimmt Navigatoren viel Arbeit ab. Bei einer hohen Verkehrsdichte jedoch kann die Alarmierung zu einem lästigen Unterfangen für die Brückenbesatzung werden. Der Grund dafür ist, dass nicht alle Alarme tatsächlich kritisch sind. Die CPA-Berechnung ist eine lineare Vorauszextrapolation auf Basis eines Schnappschusses der aktuellen Positionen, Geschwindigkeiten und Kurse von zwei Schiffen. In der Praxis bekommt der Navigator daher auch viele unrealistische CPA-Alarme, zum Beispiel für Begegnungen auf Land, für Schiffe, die hinter einer Mole im Hafenbecken liegen, für Schiffe, die abseits von No-go Areas sind oder auch abseits der eigenen Route. Das zentrale Alarmmanagement des Brückensystems sorgt durch Alarmsignale dafür, dass die Crew die Alarme bemerkt. Verständlicherweise schwindet mit jedem nutzlosen und von der Navigation ablenkenden Alarm das Vertrauen in das System, das für jeden Alarm ein Acknowledgement durch die Navigationscrew verlangt, um das Piepen und Blinken einzustellen. Wie wird sich der Navigator hier langfristig verhalten, wird er in bestimmten Seegebieten gegenüber diesem System seine Ignoranz aufbauen oder gar die Lautsprecher des Alarmsystems ausbauen? Es läuft auf die Frage hinaus: Wie könnte intelligenter alarmiert werden? MTCAS zielt darauf ab, die Alarme durch neue Vorhersagetechnologien zu verbessern und überflüssige CPA-Alarme werden durch MTCAS' Kollisionsdetektion verhindert. MTCAS unterstützt den Navigator durch die Methoden a) Prä-

diktion von Schiffsbewegungen anhand eines Wegenetzes, die die Entwicklung einer Verkehrssituation präzisiert, und durch eine b) COLREGs-basierte Manöverprädiktion für zukünftige Schiffsbegegnungen, die Aussagen darüber trifft, welche Manöver sich begegnende Schiffe höchstwahrscheinlich durchführen werden. Beide Methoden wurden vom OFFIS entwickelt und konnten in den ersten Evaluationsexperimenten in mehr als 80 Prozent der Fälle korrekte Vorhersagen über Zielhäfen, Trajektorien und Manöver bei Begegnung von Schiffen treffen und die Alarmgenerierung verbessern. Die Prädiktionmethoden erlauben einen Blick in die zukünftige Entwicklung einer Verkehrssituation zu werfen und erlauben Navigatoren, sich darauf vorzubereiten. Beide Methoden bedürfen noch weiterer Forschung und Entwicklung, um deren Verlässlichkeit auszubauen.

MTCAS kategorisiert jede Begegnung zwischen zwei Schiffen anhand einer Abstandsfunktion in einen von fünf Escalation States, die den Grad der Eskalation einer Begegnung beschreiben. Ist der Abstand zu einer Kollision sehr hoch und damit keine Kollisionsgefahr gegeben, wird die Begegnung als Clear State kategorisiert. Kommen sich die Schiffe näher, wird die Begegnung als Recommendation State kategorisiert, indem MTCAS den Navigator bei der taktischen Anpassung seines navigatorischen Verhaltens in einem Seegebiet unterstützt. Im Recommendation State sind die Schiffe zeitlich und räumlich so weit getrennt, dass die Wegerechtsobligationen zwischen den Schiffen noch nicht beachtet werden müssen. Falls sich die Kollisionssituation weiterentwickelt hat, sodass die



www.kloska.com





Ein Unternehmen der Kloska Group

**Seenot- und Rettungsmittel**  
 Verkauf und Wartung

- Tragbare Feuerlöscher
- Feste Brandschutzsysteme
- Nieder- und Hochdruck
- CO2-Anlagen
- FM-200-Löschanlagen
- Schaumanlagen
- Wasserdampfeinrichtungen

- Tragbare Gaswarngeräte
- Atemluftgeräte und Kompressoren
- Notfall-Atemschutzgeräte
- Rettungssinseln
- Überlebensanzüge
- Aufblasbare Rettungswesten
- Chemikalienschutzanzüge
- Persönliche Schutzausrüstungen



**MK-MARINE GmbH SOLAS-Range Services**  
 Büro: Riedemannstraße 30 · 27572 Bremerhaven  
 Service: Westkai 50 · Tel.: +49 471 - 93220-584  
 Email: contact.mk-marine@kloska.com  
 Internet: www.mk-marine.net & www.kloska.com





durchführen zu lassen. Diese gibt Auskunft über die aktuelle Verkehrssituation und berechnet ein COLREG-konformes Ausweichmanöver, das No-go Areas der beiden Schiffe mit einbezieht. Die Funktion berechnet zunächst die Wegerechtsobligationen für Frontal-, Überhol- oder Kreuzungssituationen, die auf Grundlage der in den internationalen Kollisionsverhütungsregeln definierten Peilungen zum Fremdschiff in einer relativen Annäherung berechnet werden. Der im nächsten Schritt von MTCAS ermittelte Manörovorschlag kann damit entweder eine Kursänderung oder das Beibehalten des aktuellen Kurses (im Recommendation State oder Danger State) sein. Der Algorithmus zur Berechnung des Manörovorschlags berechnet das minimale Manöver unter Einbeziehung der Schiffskörper, deren Bewegung und des Mindestpassierabstands für ein sicheres und effizientes Manöver. Zur Definition eines Mindestpassierabstands wurde im Projekt eine Analyse von historischen Schiffsbewegungsdaten durchgeführt. Das Ergebnis der Analyse ist eine statistische Methode, die auf Basis der Längen der bei-

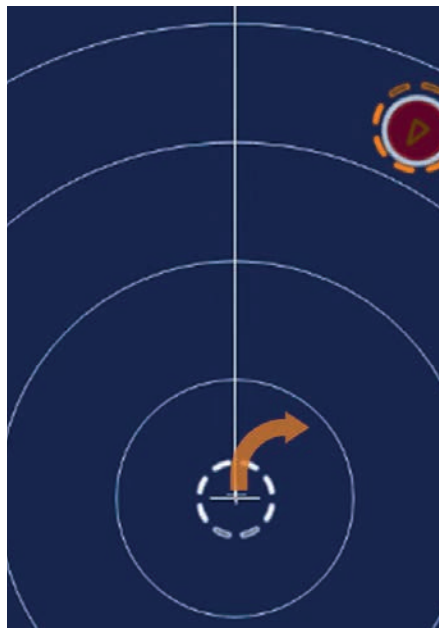


Abb. 3: Visualisierung eines Verhandlungsergebnisses im MTCAS Display Prototyp – das Fremdschiff (oben) ist Kurshalter (rote Markierung), das Eigenschiff (unten) ist ausweichpflichtig. Allen Navigatoren werden die vorgeschlagenen Ausweichmanöver (oranger Pfeil) angezeigt.

den Schiffe den in der Vergangenheit eingehaltenen Mindestpassierabstand für Schiffe in einem Seegebiet berechnen kann. MTCAS kann somit Manöver und Kurs lokal berechnen, die in der Vergangenheit nicht zu Kollisionen geführt haben.

In Situationen, in denen alle an einer potenziellen Kollisionssituation beteiligten Schiffe mit MTCAS ausgestattet sind, kann die zweite Assistenzfunktion dafür genutzt werden, einen Vorschlag zur Auflösung der Kollisionssituation semi-automatisiert zu verhandeln (Abb. 3). Der Navigator startet die Assistenzfunktion zur Verhandlung von Ausweichmanövern. MTCAS bezieht alle von der kritischen Situation betroffenen Schiffe mit in die Verhandlung ein und berechnet rundenbasiert, automatisch und dezentral mögliche konsistente Ausweichmanöver und verteilt diese an die Navigatoren an Bord der beteiligten Schiffe. Hierfür beziehen alle MTCAS-Systeme die lokal auf dem Schiff vorliegenden No-go Areas mit ein. Weiter erwirkt der Verhandlungsalgorithmus, dass das Verhandlungsergebnis COLREG-konform ist. Falls es aber keine strikt COLREG-konforme Lösung >

## Gefahrgut 2019

Monika Krautwurst	Teil 1 Allg. Vorschriften	1
	Teil 2 Klassifizierung	2
	Teil 3 Packungs- und Sondervorschriften	3
<b>ADR 2019</b> mit Gefahrvorschriftensammlung Gefahrgut Straße	Verwendung Teil 4 von Verpackungen und Tanks	4
	Teil 5 Versandvorschriften	5
	Bau und Prüfung von Verpackungen und Tanks	6
	Teil 7 Gefahrgut- vorschriften	7
	Fahrerhaltung Teil 8 Auslastung und Be- lastung der Fahrzeuge	8
	Vorschriften für den Bau und die Zulassung der Fahrzeuge	9
	RL-Binnenland	10
	GGBeG	11
	GGVSEB	12
	RSEB	13
	GGAV	14
	GGV	15
1. Auflage	GGKerStV	16
	GGV GGKerStV	17

Bestell-Nr. 11132

Staffelpreise

1 Stück	43,00 €
ab 5 Stück	40,00 €
ab 10 Stück	38,00 €
ab 25 Stück	35,00 €
ab 50 Stück	33,00 €

Michaela Rosen	Teil 1 Allg. Vorschriften	1
	Teil 2 Klassifizierung	2
	Teil 3 Sondervorschriften und Ausnahmen	3
	Verwendung Teil 4 von Verpackungen und Tanks	4
	Teil 5 Versandvorschriften	5
	Bau und Prüfung von Verpackungen und Tanks	6
	Teil 7 Vorschriften für die Beförderung	7
	Anhang A Liste der technischen Namen	8
	Anhang B Glossar der Bezeichnungen	9
	INDEX Alphabetisches Verzeichnis der Stoff- und Gegenstände	10
	GGBeG	11
	GGV	12
	GGVSee	13
	MoU	14
	CTU-Code	15

Bestell-Nr. 11720

Staffelpreise

1 Stück	135,00 €
ab 5 Stück	127,50 €
ab 10 Stück	120,00 €
ab 25 Stück	112,50 €
ab 50 Stück	105,00 €

Michaela Rosen	Teil 1 Allg. Vorschriften	1
	Teil 2 Klassifizierung	2
	Teil 3 Güterverzeichnis Packungs- und Sondervorschriften	3
	Verwendung Teil 4 von Verpackungen, Tanks und CTU	4
	Teil 5 Versandvorschriften	5
	Bau und Prüfung von Verpackungen, Tanks und CTU	6
	Vorschriften für das Teil 7 Laden, Befüllen, Lüften und Sonstige Maßnahmen	7
	Vorschriften für die Teil 8 Beförderung, die die Lösung der Beförderung und die Übernahmen	8
	Teil 9 Bauvorschriften	9
	Auszug aus dem ADR Teil 4.4 Kapitel 7.3, 7.4 und 8.5	10
	Auszug aus dem IMDG Abschnitt 4.2.5 und 4.2.6	11
	Inhalt des ADN-Dauerzettels	12
	GGVSEB	13
	RSEB	14

Bestell-Nr. 11702

Staffelpreise

1 Stück	75,00 €
ab 5 Stück	71,25 €
ab 10 Stück	67,50 €
ab 25 Stück	63,75 €
ab 50 Stück	60,00 €

Erhältlich bei VERKEHRSVERLAG FISCHER

Telefon: 0211-99193 0 · vvf@verkehrsverlag-fischer.de  
www.verkehrsverlag-fischer.de

Wegerechtsobligationen zum Tragen kommen, befindet sich die Begegnung zweier Schiffe im Escalation State Danger State: Der Ausweichpflichtige hat dem Kurshalter bei einer Begegnung entsprechend der Regularien die Vorfahrt zu gewähren. Der intelligente CPA des MTCAS integriert No-go Areas, die geplante Route des eigenen Schiffs und die verbesserte Genauigkeit der Positionen mittels resilienter PNT-Datenprozessierung des DLR in die Berechnung. Im Gegensatz zum klassischen CPA wird bei der Berechnung des intelligenten CPA eine sogenannte Critical Ship Pose (CSP) ermittelt. Die CSP ist die Pose (Latitude, Longitude, Heading) der nächsten Annäherung eines Fremdschiffes an das eigene Schiff. In die Berechnung werden Position sowie Kurs und Geschwindigkeit über Grund als auch die jeweiligen Abweichungen, die durch die PNT-Datenprozessierung ermittelt wurden, mit einbezogen. Stark vereinfacht ergeben sich hieraus zwei trichterförmige Bereiche, die mögliche zukünftige Aufenthaltsorte der Schiffe darstellen, wie die Abb. 2 (links) darstellt. No-go Areas, die diese Bereiche schneiden, reduzieren dessen Größe. In dem Fall, dass die No-go Area so gelegen ist, dass die Schiffe sich gegenseitig nicht erreichen können, wird die CSP unterdrückt und nicht angezeigt (Abb. 2, rechts). Gleiches gilt, wenn die Route des Eigenschiffes nicht in den Bereich der CSP führt. Wenn sich der klassische CPA beispielsweise erst in zwölf Minuten ergeben würde, die nächste Etappe der Route aber nicht in dessen Nähe kommt, weil das Eigenschiff in einer Minute den Wheel-over-Point erreicht, so wird kein Alarm für diese vermeintliche Begegnung generiert.

Sind beide Schiffe weitergefahren und keiner der Navigatoren leitet ein Ausweichmanöver ein, so eskaliert die Begegnung der Schiffe weiter in den Last Minute Manoeuvre (LMM) State. In diesem State greift Regel 17 b) der internationalen Kollisionsverhütungsregeln: Auch der Kurshalter muss ein Manöver einleiten, um die Kollision zu vermeiden. Das Manöver des letzten Augenblicks und wann dieses eingeleitet werden muss, ist stark abhängig von den hydrodynamischen Eigenschaften des jeweiligen Schiffes. Auf Basis einer Fast Time Simulation der Hochschule Wismar berechnet MTCAS anhand eines Dynamikmodells des Eigenschiffes die sogenannte „Last Line of Defence“ (LLoD). Dies ist die Position des Eigenschiffes in der Zukunft, an der ein



Abb. 2: Die Critical Ship Pose (CSP) zeigt die Pose der dichtesten Annäherung auf Basis von Positionsgenauigkeit, Kursschwankung und Geschwindigkeitsschwankung (links). Die CSP wird aufgrund von No-go Areas und/oder der Route unterdrückt. Es wird kein Alarm ausgelöst (rechts).

hart Steuerbord oder hart Backbord Manöver die Kollision mit dem Fremdschiff noch abwenden könnte. MTCAS alarmiert rechtzeitig vor der LLoD, sodass der Navigator Zeit hat, das richtige Manöver einzuleiten. Überschreitet das Eigenschiff die LLoD, ohne dass ein Manöver eingeleitet wurde, befindet sich die Begegnung im Accident State und damit außerhalb der Systemgrenzen des MTCAS. Eine Kollision kann im Accident State höchstwahrscheinlich nicht mehr verhindert werden. Wie die Schiffe kollidieren sollten, um Schäden gering zu halten, ist Gegenstand anderer Systeme und Projekte.

### Kollisionsauflösung – Reduktion von Missverständnissen durch Verhandlung

MTCAS erkennt kritische Situationen in den drei Escalation States Recommendation, Danger und LMM. MTCAS alarmiert zuverlässig und dem Navigator obliegt die Entscheidung über die nächsten von ihm einzuleitenden Schritte: Wie kann er die Situation klären? Kann er sie durch ein einfaches Manöver im Rahmen seiner Ausweichpflicht entschärfen? Oder hat er durch die lokalen Gegebenheiten eventuell gar keine Manöveroptionen und ist dies dem Navigator des Fremdschiffs bewusst? Muss er eine Absprache mit einem oder mehreren Fremdschiffen treffen, um die Situation zu lösen? Typischerweise sollte der Navigator eine Absprache starten, wenn

die Situation unklar ist, zum Beispiel das Fremdschiff noch nicht reagiert hat und es doch eigentlich ausweichpflichtig wäre. Ein Grund hierfür kann sein, dass die Situationswahrnehmung aus der Perspektive des jeweiligen Schiffes unterschiedlich ist. Dann gilt es, für Klarheit zu sorgen – gemeinsam eine Lösung zu finden. Klassisch findet dafür eine Absprache über Seefunk (VHF) zwischen den Navigatoren statt. Englisch ist hierbei häufig die Zweitsprache zum Austausch zwischen den beteiligten Schiffen, die von Navigatoren aus aller Welt navigiert werden. Man stelle sich zum Beispiel einen moldawischen Kapitän im asiatischen Seeraum vor. Mögliche Sprachbarrieren und unzulängliche Akustik können zu folgenschweren Missverständnissen führen. Besonders dann, wenn der Stresspegel steigt, kann es leicht zum „Human Error“ kommen. Wie können Kollisionssituationen missverständnisfrei aufgelöst werden?

Im MTCAS Projekt wurden zur Missverständnis freien Auflösung von Kollisionssituationen zwei Assistenzfunktionen entwickelt: erstens zur Begegnungsevaluation für den Navigator und zweitens zur Verhandlung von Ausweichmanövern zwischen mehreren Navigatoren auf unterschiedlichen Schiffen.

Befinden sich zwei Schiffe in einer potenziellen Kollisionssituation und ist nur eines der beiden mit MTCAS ausgestattet, so hat der Navigator die Möglichkeit, eine Begegnungsevaluation von MTCAS





Abb. 4: Während der Systemtests auf der Jade im Juli 2018 kamen sich die mit MTCAS ausgestatteten Schiffe „Senckenberg“ und „Zuse“ recht nah

Foto: Daniel Clören

gibt, wird eine Lösung mit wenigen, nicht konformen Manövern gefunden. Als Zwischenergebnis der Verhandlung wird der durch den Verhandlungsalgorithmus ermittelte Vorschlag auf einem MTCAS-Display dargestellt, sodass ein einheitliches Lagebild für jeden Navigator auf jedem Schiff entsteht. Im Projekt wurden hierzu die Funktionalitäten eines MTCAS-Displays in eine kommerzielle Radar-Software integriert. Auf Basis des Vorschlags auf dem Display kann der Navigator jedes Schiffes über die Annahme oder Ablehnung des Manörovorschlags entscheiden. Durch eine Ablehnung besteht die Möglichkeit, zusätzliches Wissen, das dem System nicht vorliegt („Eisberg voraus“), mit in den Verhandlungsprozess zu integrieren.

Einen Einsatz findet MTCAS nicht nur auf der Brücke, sondern auch im Vessel Traffic Service (VTS) System, in dem der Verkehr beobachtet wird. Auch hier kann MTCAS die Alarmgenerierung verbessern. Abstimmungen zwischen Seeschiffen werden auch im VTS System angezeigt: Die Information über Annahme oder Ablehnung des Manörovorschlags wird transparent an alle an der Verhandlung beteiligten Navigatoren und auch an das VTS verteilt. Sobald alle Einheiten den Manörovorschlag angenommen haben, sollte dieser ausgeführt werden, um die Situation zu entschärfen; anders als in der Luftfahrt ist dies jedoch nicht verpflichtend. Wird der Manörovorschlag abgelehnt, empfiehlt MTCAS einen Rückfall auf die klassische VHF-Funkkommunikation.

Durch Airbus und Raytheon Anschütz wurden Entwicklungsprototypen des MTCAS konzipiert und umgesetzt und nun im Testfeld eMIR ([www.emaritime.de](http://www.emaritime.de)) mit der Technologieentwicklungsumgebung des ACTRESS-Projektes erprobt.

MTCAS wurde fortlaufend in Simulatoren und auf See getestet und erprobt. Für die Systemtests wurde zu Projektbeginn ein Szenarienkatalog erstellt, der Testläufe in unterschiedlichen Seegebieten (freier Seeraum, Küstengebiet, Linienrevier), mit und ohne Vessel Traffic Service (VTS) und Verkehrstrennungsgebiet (VTG), mit unterschiedlichen Schiffsausstattungsgraden (mit und ohne MTCAS-Ausstattung) sowie einer Differenzierung der anzuwendenden Kollisionsverhütungsregeln vorsieht. Die Szenarien wurden in den Simulator des eMIR-Testbeds programmiert und dazu genutzt, den Prototypen zu validieren und zu verifizieren. Die Assistenzfunktionen zur Verbesserung der Alarme durch Vorhersagetechnologie und zur Reduktion von Missverständnissen durch Verhandlung wurden erfolgreich simulativ und auch an Bord von realen Schiffen in unterschiedlichen Ausbaustufen erprobt. Das Ziel hierbei war es, die Praxistauglichkeit der erforschten Funktionalitäten in der Realität sicherzustellen. Hierfür kamen das OFFIS-Forschungsboot „Zuse“ und der Forschungskutter „Senckenberg“ zum Einsatz. Beide Schiffe wurden mit MTCAS ausgestattet und fuhren definierte Begegnungssituationen. Die Abb. 4 zeigt die Schiffe während einer Begegnungssituation im Sommer 2018. MTCAS und ACTRESS sind Projekte des BMWi. Unter dem Shortlink <https://is.gd/MTCAS> ist das MTCAS-Projektvideo zu sehen.

Die Autoren:

Dr.-Ing. Christian Denker (Cooperative Mobile Systems/Senior Researcher) und Prof. Dr.-Ing. Axel Hahn (Vorstand; Bereichsvorstand Verkehr), OFFIS e.V. – Institut für Informatik, Oldenburg