



**ECHTZEITDIENSTE
FÜR DIE MARITIME
SICHERHEIT** security

Schlussbericht

Teilvorhaben: Weiträumige luftgestützte AIS Erfassung

Förderkennzeichen 13N12745

Birgit Suhr, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Raumfahrtsysteme

2017

Inhaltsverzeichnis

1	KURZE DARSTELLUNG	2
1.1	AUFGABENSTELLUNG	2
1.1.1	Gesamtziele des Vorhabens	2
1.1.2	Teilvorhabensziele	2
1.2	VORAUSSETZUNGEN, UNTER DENEN DAS VORHABEN DURCHGEFÜHRT WURDE .	3
1.3	PLANUNG UND ABLAUF DES VORHABENS	4
1.4	WISSENSCHAFTLICHEM UND TECHNISCHEM STAND	6
1.5	ZUSAMMENARBEIT MIT ANDEREN STELLEN	7
2	EINGEHENDE DARSTELLUNG.....	7
2.1	VERWENDUNG DER ZUWENDUNG UND DES ERZIELTEN ERGEBNISSES IM EINZELNEN	7
2.1.1	Bedrohungsanalyse	7
2.1.2	Maßnahmenforschung.....	9
2.1.2.1	Weiträumiges Seemonitoring (Marine Radar, AIS)	10
2.1.2.2	Flugverfahren und Verbunddienste	18
2.1.3	Validierung	20
2.1.3.1	Validierungskonzept	21
2.1.3.2	Versuchsdurchführung	23
2.1.3.3	Wissenschaftliche Auswertung	28
2.2	VERÖFFENTLICHUNGEN DER ERGEBNISSE.....	41
3	KURZBERICHT.....	43

1 KURZE DARSTELLUNG

1.1 AUFGABENSTELLUNG

1.1.1 GESAMTZIELE DES VORHABENS

Das maritime Verkehrssystem, die maritime Wirtschaft sowie die marine Umwelt sind heutzutage einer steigenden Anzahl von Gefahren ausgesetzt. Die zunehmende Verkehrsdichte der Berufsschifffahrt erhöht das Kollisionsrisiko auf vielbefahrenen Seeschiffahrtstrassen sowie in Häfen stetig. Im Zuge des regionalen und globalen Handels werden auf See verschiedenste Güter, wie Öl, Gas, Kohle, Treibstoffe, radioaktive und sonstige Sonderabfälle sowie Chemikalien transportiert, welche bereits per se als Gefahrenquelle anzusehen sind oder sich im Fall einer Havarie zu einer ersten Gefahr für die Umwelt sowie die Sicherheit und das Leben von Besatzungen, Helfern sowie der Bevölkerung entwickeln können.

Der schnelle Ausbau von Offshore-Windparks mit einer Vielzahl von Windenergieanlagen sowie eine weitere Verkehrszunahme bei Bau, Betrieb und kontinuierlicher Wartung der Anlagen, steigern das Risiko von Havarien zusätzlich. Aktuell befinden sich allein im deutschen Zuständigkeitsbereich der ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) und der Küstenmeere sieben große Windenergieparks in Nord- und Ostsee im Bau. Über 100 weitere Windparkprojekte sind genehmigt oder befinden sich in der Vorplanung. Auch bei gewissenhafter Einhaltung von Sicherheitsstandards- und -regeln ist daher zukünftig mit einer deutlichen Häufung von Helfer-, Not- und Rettungseinsätzen im Bereich der Offshore-Anlagen zu rechnen. Da Nord- und Ostsee bereits heute zu den am dichtesten befahrenen Seegebieten der Welt gehören, ist auch bei gewissenhafter Einhaltung von Sicherheitsstandards- und -regeln daher zukünftig mit einer deutlichen Häufung von Helfer-, Not- und Rettungseinsätzen, auch im Bereich der Offshore-Anlagen, zu rechnen. Die Deutsche Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger (DGzRS) führt im Auftrage der Bundesregierung Such- und Rettungsdienste auf See durch [1], daher sollen in enger Zusammenarbeit mit dem DGzRS mögliche Optimierungspotentiale identifiziert und erarbeitet werden.

Seit Januar 2007 laufen die Aufgaben einzelner operativer Stellen (z.B. der Bundespolizei, des Zoll, der Wasserschutzpolizei) zum Teil gebündelt im Maritimen Sicherheitszentrum (MSZ) in Cuxhaven zusammen mit der Zielstellung einer integrierten Seeraumüberwachung. Das Havariekommando ist darüber hinaus Deutschlands einzige Einsatzorganisation für maritime Großschadenslagen und bündelt die Kompetenzen des Bundes und der Küstenländer. Aus den periodisch zur Verfügung stehenden Daten entsteht ein maritimes Lagebild, welches jedoch besonders aus technologischen und strukturellen Gründen hinsichtlich Datengenauigkeit, -verfügbarkeit, -aktualität und -integrität sowie hinsichtlich der Nutzerintegration und -bedienung, nicht das mögliche Optimum darstellt.

Übergeordnetes Ziel der Aktivitäten dieses Verbundprojektes ist es die zumeist behördlichen Endnutzer in ihrem breiten Aufgabenspektrum zu unterstützen, indem die benötigten Lagebild Informationen zu schneller verfügbar und effizienter angefordert werden können um so einen Beitrag zur Verbesserung der Eindeutigkeit, Daten- sowie Echtzeitverfügbarkeit komplexer maritimer Lagebilder zu leisten.

1.1.2 TEILVORHABENSZIELE

Die übergeordnete Zielsetzung des Teilvorhabens (TV) „Weiträumige luftgestützte AIS Erfassung“ ist es, Methoden bzw. Verfahren zu identifizieren und zu entwickeln,

- die eine Optimierung von Reaktionszeiten bei Seeunfällen auf hoher See ermöglichen und

- die ein stetiges Überwachen erlauben, um eine schnellere Identifikation von kriminellen Handlungen, Havarien/Kollisionen oder Naturkatastrophen zu unterstützen.

Im Vordergrund des TVs stehen die Optimierungsmöglichkeiten der Rettungskette von Verunglückten auf See. Die Zielsetzung der Verfahren fokussieren auf eine schnelle Identifikation eines Notfalls sowie die Optimierung des Rettungsablaufes, um verunglückte Personen schneller bergen und versorgen zu können.

Da sicherheitsrelevanten Einsätze in der Regel zeitkritisch sind, brauchen die Einsatzkräfte als Entscheidungshilfe ein möglichst genaues Lagebild in naher Echtzeit. Vor diesem Hintergrund werden in diesem Teilvorhaben Verfahren und Methoden identifiziert, bei denen räumlich und zeitlich hochauflösende luftgestützte AIS Daten zu einer schnelleren Erkennung und Beurteilung einer Havarie/eines Rettungsfalls oder einer kriminellen Handlung beitragen.

Im Rahmen dieser Aktivitäten soll aufgezeigt werden, wie eine weiträumige luftgestützte AIS Erfassung den Gesamtverbund unterstützen und ergänzen kann.

1.2 VORAUSSETZUNGEN, UNTER DENEN DAS VORHABEN DURCHGEFÜHRT WURDE

Das 2007 gegründete Institut für Raumfahrtsysteme in Bremen analysiert und bewertet komplexe Systeme der Raumfahrt in technischer, wirtschaftlicher und gesellschaftspolitischer Hinsicht. Es entwickelt Konzepte für innovative Raumfahrtmissionen mit hoher Sichtbarkeit auf nationalem und internationalem Niveau. Das Institut setzt Projekte mit raumfahrtgestützte Anwendungen für den wissenschaftlichen, kommerziellen und sicherheitsrelevanten Bedarf, in Kooperation mit Forschung und Industrie, um.

Eines der Projekte ist „AISat“, welches auf Basis eines Nano-Satelliten Automatic Identification Signals (AIS) Daten aus dem All empfängt. Dieses Projekt umfasste die Entwicklung, den Start und den Betrieb des Satelliten. Der Satelliten wurde am 30. Juni 2014 gestartet und war bis zum 30. Juni 2016 im Betrieb. Die Schwerpunkte der Arbeiten für den Themenbereich AIS liegen bei der Entwicklung von Nutzlasten, Methoden und Verfahren zur Datenverarbeitung mit dem Ziel der Gewinnung von Zusatzinformationen.

Darüber hinaus gehört das Institut, zusammen mit dem Institut Methodik der Fernerkundung, zur Bremer DLR Forschungsstelle „Maritime Sicherheit“, welches zusammen mit drei anderen Forschungsstellen im DLR einen virtuellen Verbund bildet. Schwerpunktmäßig arbeitet das Institut auf dem Themengebiet AIS.

Das Teilvorhaben des DLR Instituts für Raumfahrtsysteme (DLR RY) liefert einen technischen und wissenschaftlichen Beitrag zu den globalen Herausforderungen, die im Rahmenprogramm des Bundes „Forschung für die zivile Sicherheit 2012-2017“ formuliert wurden [2]. Die adressierten Programmziele sind der Schutz und die Rettung von Menschen sowie die Sicherung von Infrastrukturen. Die im TV angestrebte luftgestützte AIS Erfassung erlaubt es, großflächig, räumlich und zeitlich hoch aufgelöste Schiffsinformationen zu erfassen, aufzubereiten, zu analysieren und somit einen Beitrag zu folgenden Forschungsthemen zu leisten:

- Intelligente Systeme zur Entscheidungsunterstützung / Lagedarstellung:

durch die Bereitstellung von aktuellen AIS Schiffpositionen und möglichen Verhaltensanomalien (z.B. weicht stark vom Kurs ab, schickt keine AIS Meldungen mehr).

- Vernetzte Lagebilddarstellung
Die luftgestützten AIS Informationen liefern im Gesamtverbund wichtige Informationen zur Erhöhung der Eindeutigkeit von identifizierten Objekten aus Radar-, SAR-, optische Daten. Insbesondere in Bereichen fernab von AIS Küstenstationen oder in Gebieten, wo keine AIS Meldungen vom Satelliten empfangen werden.
- Autonome Rettungs- und Hilfsmittel zur Personensuche
Identifikation von Verfahren zur Optimierung der Rettungskette mit dem Ziel einer automatisierten Selektion, Verarbeitung und Weiterleitung von AIS-SART Nachrichten an die entsprechenden Rettungskräfte in Gebieten außerhalb der Empfangsmöglichkeiten von AIS Bodenstationen und von AIS Satelliten Empfang.
- Sicherheit von Infrastrukturen
durch die Bereitstellung von aktuellen AIS Informationen und Identifikation von Verhaltensanomalien

1.3 PLANUNG UND ABLAUF DES VORHABENS

Dieses Teilvorhaben ist in drei von vier Hauptarbeitspaketen des EMSec Verbundprojektes eingebunden (Abbildung 1). Auf Basis der Ergebnisse aus der Bedrohungsanalysen (AP0000) werden in der Maßnahmenforschung – Luftgestützte Dienste (AP1300) Arbeiten zur Realisierung der vollständigen funktionalen Prozesskette zur weiträumigen, luftgestützten AIS-Erfassung durchgeführt. Die Validierung der Prozesse aus der Maßnahmenforschung werden im Validierungsarbeitspaket (AP2100), unter realen repräsentativen Bedingungen, verifiziert. Gegenüber dem ursprünglichen Projektantrag wurden die beiden beschriebenen Szenarien wurden zusammengefasst und in vier Fälle (Natürliche Anomalie, Alarm Anomalie, Rettung und Gefahrstoff Richtung Küste) aufgeteilt.

Das DLR Institut für Raumfahrtsysteme (DLR RY) leistet Beiträge in drei Arbeitspakete (hervorgehoben in Abbildung 1):

- Bedrohungsanalyse für eine Havarie / Kollision eines Schiffes (AP 0200)
- Maßnahmenforschung im Bereich der luftgestützten Dienste (AP 1300)
- Validierung der Maßnahmen anhand von Szenarien (AP 2100)

EMSec - Echtzeitdienste für die Maritime Sicherheit – Security Schlussbericht

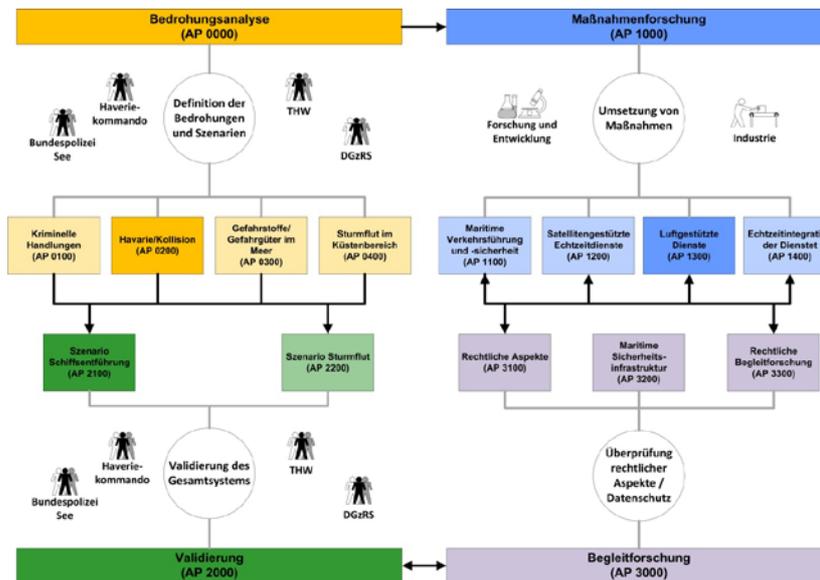


Abbildung 1: Aufbau des EMSec Verbundprojektes sowie der DLR RY Arbeitspakete (hervorgehoben)

Das Teilvorhaben „weiträumige luftgestützte AIS Erfassung“ konzentriert sich im Rahmen des Verbundes auf die Erfassung, Verarbeitung und Bereitstellung von AIS Daten. Die Abbildung 2 erläutert die Einbindung dieses Teilvorhabens „luftgestützte AIS Erfassung“ in die „luftgestützten Dienste (AP1300)“. Das DLR RY ist im Verbund mit einem großen Anteil der Arbeiten an den Arbeitspaketen AP1310 „Weiträumiges Seemonitoring“ und AP1320 „Flugverfahren und Verbunddienste“ beteiligt. Die Aktivitäten erfolgen in enger Zusammenarbeit mit dem Industriepartner Airbus DS Airborne Solutions (ADAS). Die Bereitstellung der Informationsprodukten erfolgt über das „Realtime Maritime Situationell Awareness System (RMSAS)“ des AP1410, Anfragen der Endnutzer werden über das AP1420 „Nutzerintegration & -sicht“ weitergeleitet.

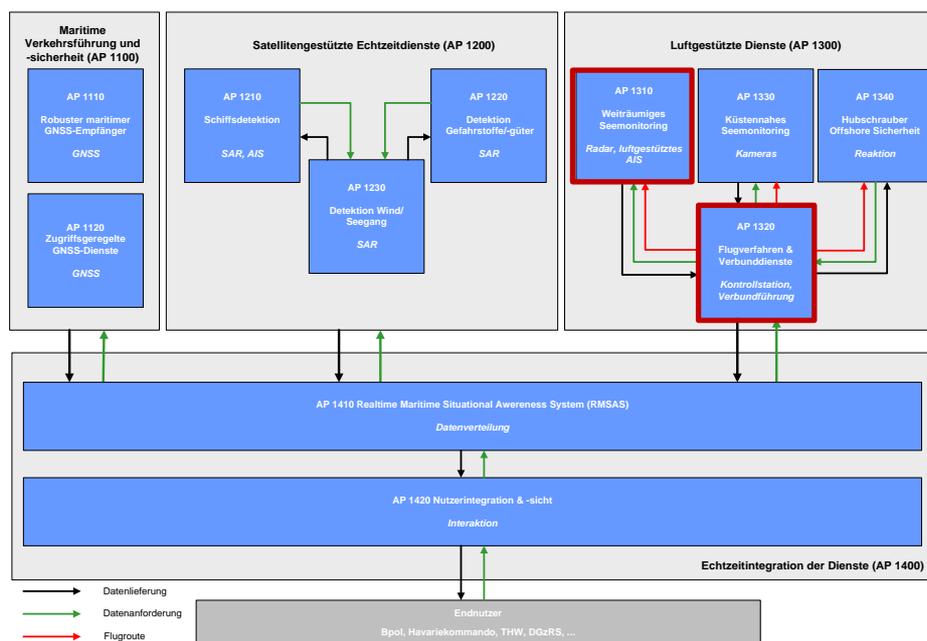


Abbildung 2: Einbindung des Teilprojektes in die Maßnahmenforschung AP1000

Das Teilvorhaben wurde für eine Laufzeit von 36 Monaten geplant. Der Projektstart wurde gegenüber der Projektbewilligung drei Monate später begonnen (1.1.2014) und kostenneutral verlängert mit der tatsächlichen Laufzeit vom 1.1.2014 bis zum 31.12.2016.

1.4 WISSENSCHAFTLICHEM UND TECHNISCHEM STAND

Die Globalisierung führt zu immer höherer Schiffsverkehrsdichte auf den Ozeanen. Um gleichzeitig die Sicherheit im Seeverkehr zu erhöhen und zur Überwachung des Verkehrs, wurde für größere Schiffe das Schiffsidentifizierungssystem „Automatic Identification System (AIS)“ 2002 verpflichtend vorgeschrieben. Dieses System versendet Schiffsinformationen, welche von anderen Schiffen in der Nähe, von Bodenstationen oder aber auch von Satelliten empfangen werden können. Die existierenden AIS Satelliten ermöglichen den Empfang von AIS Nachrichten auch in küstenfernen Regionen. In dicht befahrenen Gebieten stoßen sie jedoch an ihre Grenzen aufgrund der Vielzahl von Schiffsmeldungen.

Das von der Abteilung Satellitensysteme im Institut für Raumfahrtssysteme in Bremen geleitete Projekt „AISat“ verfolgte das Ziel, einen Nano-Satelliten zum Empfang von AIS Schiffsmeldungen zu entwickeln, zu starten und zu betreiben. Am 30. Juni 2014 wurde der AISat Satellit des Institutes mit einer indischen Trägerrakete in den Orbit gebracht. Der Satellit ist ein AIS Technologiedemonstrator, der als Besonderheit mit einer 4 m langen Hochgewinn-Helix-Antenne ausgestattet ist. Diese soll einen verbesserten Datenempfang ermöglichen, insbesondere in dicht befahrenen Gebieten. Ausgelegt ist der Satellit für den Empfang der standardmäßigen AIS Kanäle (AIS 1) und (AIS 2), über die die AIS Transmitter an Bord ihre Schiffe die relevanten Schiffsinformation versendet. Darüber hinaus sollte untersucht werden, in wieweit auch Signale der Seenotrettungstranspondern (AIS-SART) empfangen werden können. Die aus dem AISat Projekt gewonnen Ergebnisse sollten mit in das Vorhaben einfließen.

Als Vorabtest zur generellen Abschätzung der Empfangsmöglichkeiten wurde daher 2010 eine kleine Testkampagne mit einem handelsüblicher AIS Empfänger für Sportboote auf einem kleinen Sportflugzeug durchgeführt. Während des Testfluges in 2 km Höhe über der Deutschen Bucht konnten AIS Nachrichten in einem Umkreis von ca. 240 km von mehr als 900 verschiedenen Schiffen empfangen werden. Eine Validierung der empfangenen Daten konnte jedoch nicht durchgeführt werden, da Vergleichsdaten nicht zur Verfügung standen. Dieses ist unter anderem ein Punkt der in dem Vorhaben näher zu untersuchen ist.

Zur Gewinnung von Vergleichsdaten hat das Institut 2011 damit begonnen ein eigenes AIS Referenznetz mit Bodenstationen entlang der Deutschen Bucht aufzubauen. Dieses Referenznetzwerk war ein Bestandteil dieses Vorhabens, das es als Basis für die Bereitstellung von AIS Daten genutzt wurde und entsprechend der Anforderungen zu erweitern war.

Während der Projektlaufzeit bestand ein, über die Bundesnetzagentur beantragter, FTP Zugang zur (International Telecommunication Union) ITU MARS (maritime mobile Access and Retrieval System) Datenbank. Diese Datenbank beinhaltet Zusatzinformationen zu Schiffen, die über die statischen Informationen aus dem AIS hinausgehen. Die Nutzung umfasste nur einen eingeschränkten Teil der verfügbaren Informationen (z.B. Inmarsat Nummern, Anzahl Rettungsboote, Schiffsklassifizierung, etc.) die dann in die DLR RY Schiffsdatenbank mit eingeflossen sind.

Für die Durchführung des Teilvorhabens wurden keine bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte verwendet.

1.5 ZUSAMMENARBEIT MIT ANDEREN STELLEN

Innerhalb des Verbundprojektes gab es eine direkte Zusammenarbeit mit folgenden Partnern:

- DLR – Institut für Flugführung (FL)
- DLR – Institut für Flugsystemtechnik (FT)
- DLR – Institut für Methodik der Fernerkundung (MF)
- DLR – Institut für Kommunikation und Navigation (KN)
- DLR – Institut für Optische Sensorsysteme (OS)
- Airbus DS GmbH (formals ASTRIUM GmbH)
- Airbus DS Airborne Solutions (formals Cassidian Airborne Solutions GmbH)
- ATLAS Elektronik GmbH
- Ostseeinstitut für Seerecht, Umweltrecht und Infrastrukturrecht, Universität Rostock
- Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW)

Des Weiteren waren noch die Bundespolizei See und die Wasserschutzpolizei als assoziierte Partner sowie die Deutsche Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger (DGzRS) als eigener Unterauftragnehmer beteiligt.

Während der Enddemonstration gab es darüber hinaus noch einen Austausch und eine Beteiligung mit dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie aus Hamburg.

2 EINGEHENDE DARSTELLUNG

2.1 VERWENDUNG DER ZUWENDUNG UND DES ERZIELTEN ERGEBNISSES IM EINZELNEN

Dieses Kapitel stellt die Arbeitsinhalte der einzelnen Arbeitspakete dar, an denen das DLR RY gearbeitet hat und beschreibt detailliert die erreichten Ziele.

2.1.1 BEDROHUNGSANALYSE

Mehr als ein Drittel des weltweiten Frachtaufkommens werden über die Weltmeere transportiert. Daher ist die Gewährleistung der maritimen Sicherheit und die Aufrechterhaltung der Schifffahrt ein zentrales Thema der hierfür zuständigen landes- und Bundesbehörden. Neben der Gefährdung durch *kriminelle Handlungen, Havarien und Kollisionen*, bedrohen auch *Gefahrstoffe* oder *Naturereignissen* die maritime Sicherheit.

Die Bedrohungsanalyse stellt den Ist-Zustand für die Nord- und Ostseegebiete hinsichtlich der aktuellen und möglichen zukünftigen Bedrohungen dar. Die Analyse basiert auf Nutzerbefragungen, Recherchen nationaler und internationalen Projekten, Unfall- und Kriminalstatistiken, Medienberichten sowie rechtlichen Rahmenbedingungen. Die Analyse umfasst qualitative und quantitative Aussagen über die unterschiedlichen Gefahren in Bezug auf ihre Eintrittswahrscheinlichkeit und wird durch Nutzung von

Szenarien und einer Risikomatrix dargestellt. Das Ergebnis der Bedrohungsanalyse beinhaltet, je Bedrohungsart, eine Abschätzung der Relevanz und der vermuteten Risiken, eine Beschreibung der technologischen Fähigkeits- und Informationslücken, sowie eine Darstellung der Bedarfe der jeweilig zuständigen Behörden.

Die Ergebnisse der Bedrohungsanalyse dienen als Basis für die Ableitung von Maßnahmen zur Verbesserung der maritimen Sicherheit und zur Definition von Szenarien für die Enddemonstration. Sie fließen somit in die nachfolgenden Arbeitspakete mit ein.

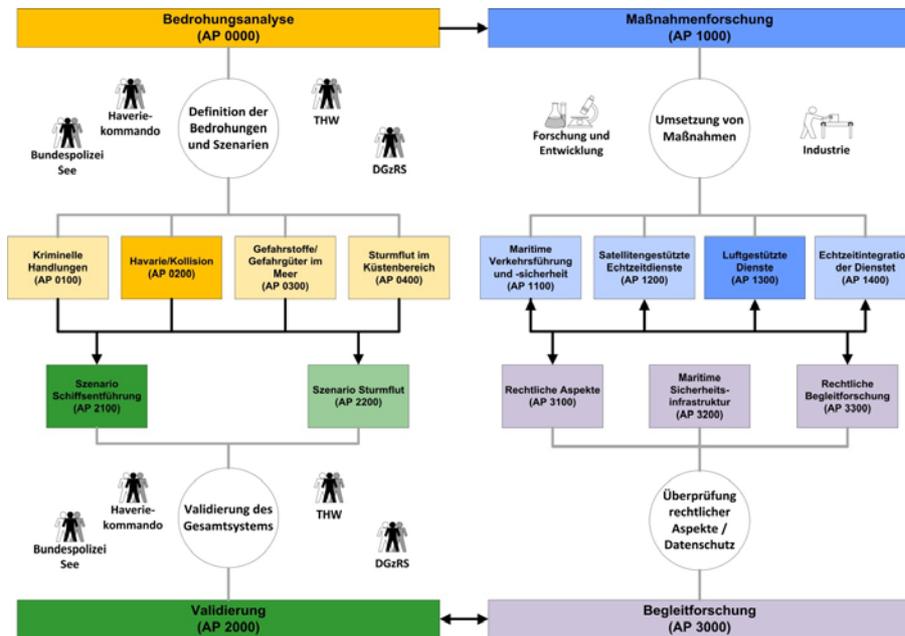


Abbildung 3: Arbeitspaketstruktur

Das DLR RY ist an dem AP 0200 Havarie/Kollision beteiligt und hat für dieses Arbeitspaket die Leitung übernommen.

Havarie und Kollision

Im Rahmen des Unterarbeitspaketes wurden verschiedene Nutzerbefragungen durchgeführt. Unter anderem mit Vertretern von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) im Maritimen Sicherheitszentrum in Cuxhaven, die ihre Aufgaben und Handlungsabläufe geschilderten. Es wurden erste Ansätze für denkbare Szenarien diskutiert. Wesentliche Erkenntnisse waren:

- Die verschiedenen Behörden nutzen jeweils ihre eigenen Daten für die Darstellung eines maritimen Lagebildes. Dies gilt auch für die Nutzung von AIS Daten. Die Nutzung weiterer Datenquellen, wie etwa Schiffs-Positionsmeldungen der Fischereibehörden (VMS Daten) oder LRIT (Long-Range Identification and Tracking) Daten können nicht von allen gemeinsam genutzt werden. Informationen über Gefahren von der EMSA z.B. zu SafeSeaNet oder CleanSeaNet können nicht direkt in einem Lagebild dargestellt werden.
- Viele der notwendigen Arbeitsabläufe sind manuell durchzuführen und bedürfen eines hohen Rechercheaufwandes z.B. im Internet und in verschiedenen dezentralen Datenquellen.

Im Rahmen des Arbeitspaketes gab es mehrere Befragungen des DGzRS bezüglich deren Aufgaben und Arbeitsabläufen. Seitens der DGzRS wurden uns die Unfallstatistiken der letzten Jahre ausgehändigt, die dann vom DLR-RY analysiert wurden und in die Bedrohungsanalyse eingeflossen sind.

Ein weiterer Beitrag zum Teilarbeitspaket konnte aus den Statistiken der Bundesstelle für Seeunfalluntersuchungen (BSU) entnommen werden. Die verschiedenen Jahresberichte wurden hierzu gesichtet und in Statistiken zusammengefasst. Eine Unterteilung in die verschiedenen Arten und Ursachen einer Havarie wurde zusammengestellt sowie die Auswirkungen von Havarien und Kollisionen erläutert.

Auf EU Level wurden die Statistiken und Untersuchungen der EMSA aufbereitet und in die Bedrohungsanalyse übernommen.

Das DLR-RY hat auf Basis von Internet-Recherchen einen Beitrag zu den verschiedenen Verkehrsteilnehmern und Infrastrukturen geleistet.

2.1.2 MAßNAHMENFORSCHUNG

In diesem Arbeitspaket wurden die beiden Themenbereiche „Weiträumiges Seemonitoring“ und „Verbunddienste“ vom DLR-RY bearbeitet. Der Forschungsschwerpunkt des DLR-RY liegt bei der Entwicklung AIS Empfangseinheiten und der Nutzung der Daten für spezielle Applikationen.

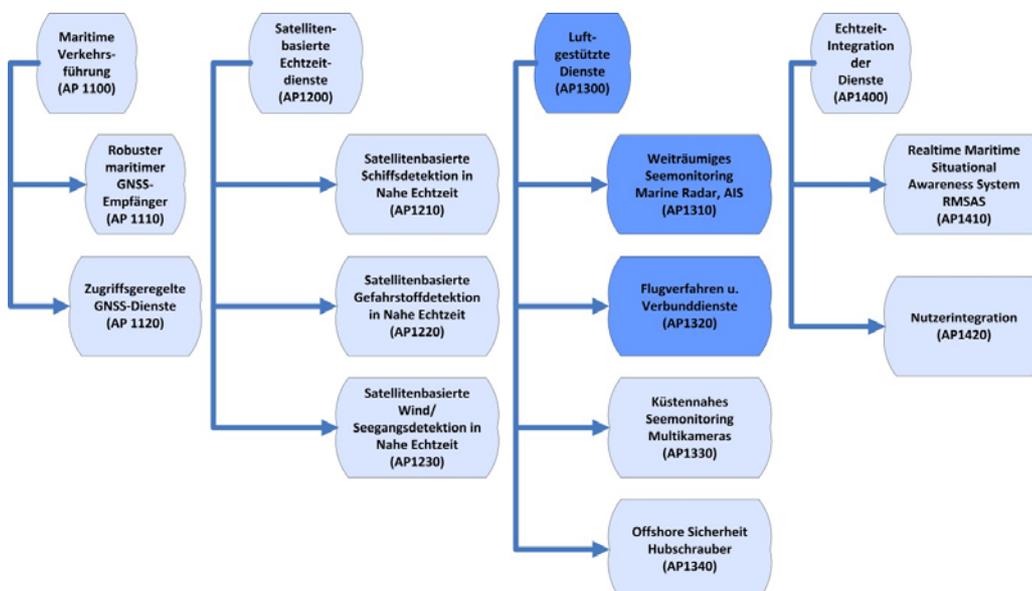


Abbildung 4: Arbeitspaketstruktur des Hauptarbeitspaketes AP 1000 – Maßnahmenforschung

Im Rahmen der Maßnahmenforschung hat das Teilvorhaben Beiträge zu dem AP1300 „luftgestützte Dienste“ in den zwei Unterarbeitspaketen AP1310 – „weiträumiges Seemonitoring“ und AP1320 – „Flugverfahren und Verbunddienste“ geleistet. Im Rahmen des Verbundes ist es das Ziel, dem Endanwender eine Gesamtsicht über das aktuelle Geschehen in Form eines integrierten Lagebildes bereitzustellen.

Ein Schwerpunktthema des APs war die weiträumige luftgestützte AIS Erfassung mit den folgenden Hauptaufgaben:

- Die Entwicklung eines Hardware Demonstrators für die luftgestützte AIS Erfassung zur räumlich und zeitlich hochaufgelösten Erfassung von luftgestützten AIS Daten in Echtzeit.
- Die Kombination der luftgestützten Daten mit terrestrischen AIS Daten und weiteren Informationsquellen (Radar- und optischen Objekten) zur Entwicklung von Mehrwertdiensten als Beitrag zum Verbund-Lagebild.

2.1.2.1 WEITRÄUMIGES SEEMONITORING (MARINE RADAR, AIS)

Im Rahmen der Aufgabenstellung „Weiträumiges Seemonitoring“ mit der Unteraufgabe „weiträumige luftgestützte AIS Erfassen“ wurden die verschiedenen technologischen Maßnahmen definiert und umgesetzt, um zu dem übergeordneten Verbundziele

- der Vollständigkeit, Eindeutigkeit und Echtzeit eines zu erstellenden Lagebildes und
- Verfahren zur schnelleren und effizienteren Erkennung von Gefahren- und Schadenslagen

beizutragen.

Die untergeordneten Ziele des Teilvorhabens waren die Erhöhung der Reaktionszeit bei Seeunfällen, die Identifikation von Anomalien, die Verbesserung der Eindeutigkeit sowie die Schaffung einer AIS Informationsdatenbasis für den Verbund.

An Vorarbeiten wurden Vorabuntersuchungen durchgeführt, um ein Gesamtnutzerkonzept zu erstellen, welches die Belange der Flughardware und der Datendienste, die in der Bedrohungsanalyse identifiziert wurden, optimal umzusetzen.

Vorabuntersuchungen

Für ein echtzeitfähiges und vollständiges Seeverkehrsmonitoring ist ein ständiges Erfassen der Seeverkehrsteilnehmer von hoher Bedeutung. Hierzu eignen sich vor allem AIS (Automatic Identification System) Daten, die unter anderem von terrestrischen Empfangsstationen in Küstennähe in Echtzeit empfangen werden. Die zuständigen Behörden nutzen diese Daten unter anderem um ihre Aufgabe des Seemonitorings wahrnehmen zu können. Neben AIS stehen den Behörden noch VMS (Vessel monitoring system) und LRIT (long-range identification and tracking) Daten zur Verfügung. Beide Datenquellen bieten jedoch nicht die zeitlichen Meldeintervalle, mit denen AIS Schiffspositionen gesendet werden oder sie sind entsprechend kostenintensiv.

Das LRIT System ist ein von der IMO (International Maritime Organization) festgelegtes satellitenbasierendes System zum „Tracken“ von Schiffen der IMO Mitgliedsstaaten (www.navcen.uscg.gov). VMS ist ein satellitenbasierendes Fischerei Monitoring System für größere Fischereifahrzeuge (<https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/control/technologies>). Beides sind aktive Systeme, die in regelmäßigen Abständen automatisiert ihre Schiffsinformationen versenden. Diese Informationen können dann in Abhängigkeit der Nutzungsbestimmungen von den berechtigten Behörden abgerufen werden.

Im Gegensatz zu den anderen beiden oben genannten Systemen versenden AIS Transmitter Navigationsdaten (Position, Geschwindigkeit, Kurs) und andere relevante Schiffsinformationen (Namen, Rufzeichen, Länge und Breite, etc.) über bestimmte VHF Kanäle aus dem UKW-Seefunkbereich. Im Jahre 2000 hat die IMO AIS System als neue Anforderung für bestimmte Schiffstypen, zur Informationsübertragung für andere Schiffe und Behörden aufgestellt. Seit Dezember 2004 sind alle Schiffe mit mehr als 300 BRZ auf internationaler Fahrt oder Frachtschiffe mit mehr als 500 BRZ oder

Passagierschiffe mit entsprechender Größe mit AIS Transmittern auszustatten (www.imo.org). Bei diesen Schiffstypen handelt es sich um sogenannte Klasse A-Transceiver. Darüber hinaus gibt es noch Klasse B Transmitter, die überwiegend für nicht ausrüstungspflichtige Freizeitboote eingesetzt werden.

Die Reichweite solcher Transmitter beträgt in etwa 20 NM zwischen einer Schiffs- zu Schiffsverbindung. Von Küstenstationen können auch weiter entfernte Signale empfangen werden, dieses hängt jedoch von der Antennenhöhe und Antennenauslegung ab. Ein Bodenstationsnetzwerk reicht jedoch für eine lückenlose Überwachung nicht aus, da somit nicht die gesamten Ozeanflächen abgedeckt werden können. Ein Empfang von AIS Daten im All ist zwar möglich, stößt jedoch bei dicht befahrenen Seeschiffahrtswegen auf technische Probleme aufgrund von Signalkollisionen, aufgrund des um ein vielfaches größeren Empfangsbereichs in dem eine Vielzahl von Schiffe gleichzeitig Signale versenden. Eine solche dicht befahrene Region ist z. B. die Deutsche Bucht.

Darüber hinaus hängt des Empfangsintervalls für AIS Satelliten Daten von der Verfügbarkeit von Satelliten in dem jeweiligen Bereich und von der „Revisit“ Zeit der vorhandenen Satelliten ab. Somit können Satelliten AIS nur bedingt genutzt werden und für das Projekt wurde auf luftgestützte AIS Daten zurückgegriffen, um die Bereiche außerhalb der Reichweiten der terrestrischen Bodenstationen, abzudecken. LRIT und VMS Daten können nur von Behörden genutzt werden und wurden daher nicht weiter betrachtet. Für dieses Projekt wird daher auf eine luftgestützte AIS Erfassung zurückgegriffen, die zur Ergänzung und Erweiterung des terrestrischen DLR-RY AIS Bodenstationsnetzwerkes genutzt wurden.

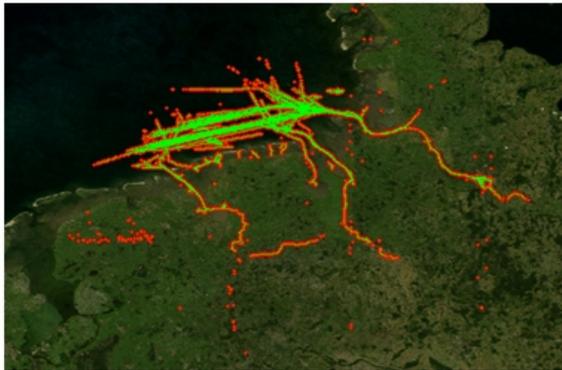
Das DLR-RY AIS Bodenstationsnetz verfügte zu Beginn des Projektes über mehrere Empfangsstationen und wurde während des Projekt um drei zusätzliche Einheiten erweitert. Alle Stationen befinden sich entlang der Deutschen Bucht.

Im Rahmen des Projektes wurde von OSU ein Gutachten zu den relevanten Rahmenbedingungen zur Nutzung von AIS erstellt. Folgende Ergebnisse lassen sich aus der Untersuchung ableiten:

- Die Erhebung von AIS Daten obliegt den zuständigen Behörden des Bundes. Zu Forschungszwecken oder mit einvernehmen der zuständigen Behörden können diese jedoch auch von anderen Institutionen erhoben werden.
- Bei AIS Daten handelt es sich im weiteren Sinne um personenbezogene Daten, die somit dem Datenschutz unterliegen.
- AIS Daten dürfen zu Forschungszwecken erfasst, gespeichert und analysiert werden. Die Weitergabe von AIS Daten an Forschungspartner ist im Rahmen des Forschungsprojektes erlaubt.

Im Rahmen der Vorabuntersuchung wurden auf Basis der Archivdaten aus dem terrestrischen DLR AIS Netzwerk folgende Untersuchungen durchgeführt:

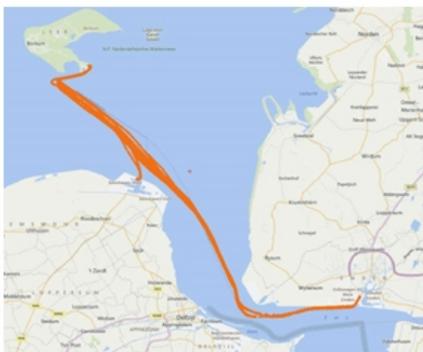
- Durchschnittliche Verteilung der Schiffstypenklassen zur Erfassung der Anteile Berufsschiffahrt zu Freizeitskippern.
- Verteilung der Nachrichtentypen zur Identifikation der Typen mit einem hohen Datenaufkommen, für eventuell notwendige Datenreduktionen der luftgestützten Daten
- Häufigkeitsverteilung der Schiffstypen, die sich in der Deutschen Bucht aufhalten
- Häufigkeitsverteilung der Reporting Intervalle innerhalb bestimmter Schiffstypen zur Identifikation von Datenlücken und Qualitätsmerkmalen.



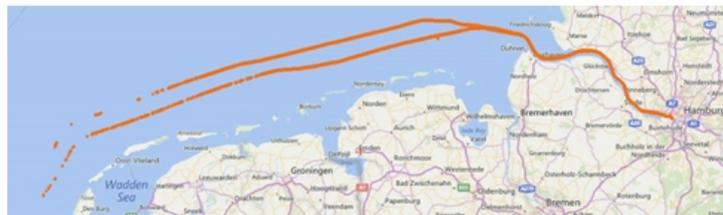
Schiffsrouten in der Deutschen Bucht



Anzahl Positionsmeldungen / Raster



Fahrverhalten einer einzelnen Fähre



Fahrverhalten eines Containerschiffs

Abbildung 5: Ergebnisse aus den Vorabuntersuchungen

Folgende Ergebnisse ergaben sich aus den durchgeführten Analysen auf den historischen AIS Daten des Bodenstationsnetzwerkes im Betrachtungszeitraum von April bis September 2014:

- Bei Betrachtung der Verteilung nach AIS Nachrichtentypen zeigt sich deutlich, dass die Anzahl von Positionsmeldungen (1,2 und 3) 75% aller Meldungen beträgt. 5% der Meldungen sind statische Schiffsmeldungen, weitere 5% stammen von den Basisstationen. Der Anteil der Positionsmeldungen von Freizeitschiffen (sogenannte Class B) liegt bei 0,15% aller Meldungen.
- Durchschnittlich halten sich täglich etwa 1.800 Schiffe in der Deutschen Bucht auf und es werden täglich mehr als 3 Mio. AIS Nachrichten empfangen. An manchen Tagen sind es sogar mehr als 4.500 Schiffe und 4,5 Mio. Meldungen. Eine Zunahme der Schiffe/Positionsmeldungen in den Sommermonaten ist jedoch nicht zu erkennen.
- Eine exemplarische Untersuchung hinsichtlich der Verteilung von Positionsmeldungen in Abhängigkeit zu der Geschwindigkeit hat ergeben, dass 58% aller Positionsmeldungen eine Geschwindigkeit über Grund (SOG) von < 3kn angegeben hatte. 29% aller Positionsmeldungen hatten eine Geschwindigkeit zwischen 3 und 14 Knoten (~3400 Schiffe). Bei 12% der Positionsmeldungen lagen die Geschwindigkeiten zwischen 14 und 23 Knoten (> 650 Schiffe). Etwa 1% der Positionsmeldungen war fehlerhaft.
- Bei der Verteilung nach Navigationsstatus für die Positionsmeldungen, deren Geschwindigkeit <3 Knoten betragen, fuhren etwas mehr als 50% der Schiffe unter Motor, 140 Schiffe ankerten, mehr als 590 Schiffe waren vertäut und 155 Schiffe (~5%) haben gefischt. 13% der Positionsmeldungen (> 410 Schiffe) hatten keinen Navigationsstatus.

- Bei der Betrachtung der Anzahl Positionsmeldungen pro Schiff mit einer Geschwindigkeit < 3 Knoten gab es für 1045 der Schiffe (36%) nur 1 Positionsmeldung und 367 Schiffe (20%) hatten Meldungen zwischen 1.000 und 5.000 Positionen.
- Folgende Gründe für fehlerhafte AIS Nachrichten, bezogen auf Positionsmeldungen und statische Informationen, wurden identifiziert:
 - ✓ die empfangenen Positionsdaten enthalten nur die voreingestellten (default) Werte
 - ✓ die Positionsangaben sind fehlerhaft, da sie nicht im Empfangsbereich des terrestrischen Empfängers liegen
 - ✓ der Navigationsstatus passt nicht zu der angegebenen Geschwindigkeit
 - ✓ bei den statischen Daten fehlen die Angaben für Name, Rufzeichen, MMSI, Länge, Breite und das Ziel oder sie sind nachweislich falsch
 - ✓ In den historischen Daten wurden Nachrichten vom Typ 27 empfangen, dieses sind Nachrichten, die eigentlich nur über die speziellen VHF Kanäle verschickt werden dürfen, wurden aber in diesem Fall über die Standard AIS Kanäle 1 & 2 versendet.

Hardware- und Software Entwicklung

AIS Nutzlasten

Die Kernaufgaben des Arbeitspaketes umfassten die Konzeption und die Fertigstellung der AIS Flughardware. Für den Einsatz im Flugzeug wurden verschiedene AIS Empfänger vorgesehen. Neben einem kommerziellen Empfänger wird noch eine Eigenentwicklung auf Basis eines SDR (Software Defined Radio) zum Einsatz kommen. Abbildung 1 erläutert das Konzept für die Eigenentwicklung und umfasst die Hard- und Softwarekomponenten.

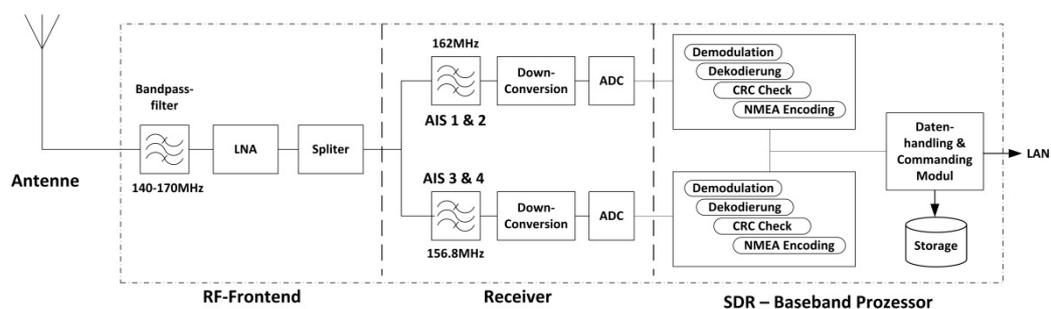


Abbildung 6: SDR Konzept

Der zusätzliche kommerzielle Empfänger wird direkt mit dem Maritimen Radar verbunden und dient darüber hinaus als Referenz für die Eigenentwicklung. Aufgrund der Vorabuntersuchungen wurde entschieden neben den Standard AIS Daten der Empfangskanäle 1 und 2 auch die Satelliten AIS Kanäle 3 und 4 zu empfangen. Alle größeren Schiffe sind laut SOLAS Vorschrift mit AIS 1 & 2 Transpondern ausgestattet. Seit Ende 2012 gibt es neue AIS Geräte, die zusätzlich mit zwei neuen Frequenzen ausgestattet sind, die in Küstennähe die AIS Nachrichten über die Kanäle 1 & 2 und fernab der Küste zusätzlich über die Kanäle 3 & 4 versenden. Einer der wesentlichen Unterschiede zu den Standard Sendern sind die Reporting Intervalle dieser Kanäle, die drei Minuten betragen und nicht wie für die AIS Kanäle 1 & 2 drei Sekunden bei einem Schiff unter Fahrt und bei Kursänderungen.

Beide Datenströme, die vom Empfänger des Maritimen Radars und die Daten des eigenen Empfängers, werden über einen Datenlink zur CAS Bodenstation übertragen, von dort an das RMSAS weiter geleitet und von der DLR-RY-Bodenstationssoftware entgegengenommen (siehe Abbildung 10: Technische Verbundstruktur).

Zur Gewährleistung der einwandfreien Funktionsfähigkeit der Hardware wurden umfangreiche Funktionaltests durchgeführt. Die verschiedenen Tests erfolgten in enger Zusammenarbeit mit dem Industriepartner Airbus DS Airborne Solutions, da die RY AIS Flughardware in deren Flugzeug integriert und betrieben wurde. Während der verschiedenen Testphasen (Labor, Flugzeug, Bodenstation, Gesamttest) wurde die vollständige Prozesskette, vom Empfang der AIS im Flugzeug über die Weiterleitung der kontinuierlich aufkommenden Datenpakete von dort an die CAS Bodenstation bis hin zur RY Bodenstation, überprüft und hinsichtlich des Echtzeitfähigkeitsaspektes optimiert.

Während der CAS Kampagne fuhr das DGzRS zwei Mal von Bremerhaven aus Richtung Nordsee und hat die Dummies ausgesetzt. Leider konnte der CAS Flieger aufgrund der Wetterlage einige Befliegungen in zeitgleich mit dem DGzRS durchführen.

AIS Dienste

Eines der Hauptziele des Verbundprojektes war die Bereitstellung eines ganzheitlichen maritimen Lagebildes in naher Echtzeit, in welches Daten aus verschiedensten Informationsquellen einfließen. Der Beitrag des Teilvorhabens war die Bereitstellung von AIS Daten von Bodenstationen und vom Flugzeug in Form von Mehrwertdiensten sowie die Kombination mit Zusatzinformationen aus verschiedenen Datenquellen (z.B. Schiffsdatenbank, identifizierte Objekte vom maritimen Radar).

Eines der umfangreichsten Themenbereiche des Teilvorhabens war die Erfassung und Bereitstellung von AIS Daten in Form von Diensten, die unterschiedliche Funktionen abdeckten, damit diese einen Beitrag zum maritimen Lagebild leisten können. Die Einbindung der verschiedenen Dienste erfolgte nicht direkt an die ATLAS Schnittstelle, sondern über das Realtime Maritime Situation Awareness System (RMSAS) von Airbus DS (siehe Abbildung 10: Technische Verbundstruktur). Folgende Dienste wurden entwickelt:

- *AIS-Lage*: Als permanenter Datenstrom wurden für alle Schiffe deren aktuellste Position und Zusatzdaten kombiniert, um so die wichtigsten spezifischen Schiffsinformationen bereitzustellen (Beitrag zur AIS Lage).
- *Maritime Lage*: Während der Flugversuche wurden zusätzlich die detektierten Objekte vom maritimen Radar mit ihrer aktuellen Position als kontinuierlicher Datenstrom aufbereitet und bereitgestellt (Beitrag zum maritimen Lagebild).

Neben den kontinuierlichen Diensten gibt es noch Event-Dienste, die unmittelbar nach der Identifikation eines bestimmten Ereignisses, alle notwendigen Informationen sofort an das RMSAS weitergeben. Hierfür wurden verschiedene Applikationen entwickelt, die stetig die aktuellen AIS Daten auf das Vorkommen gewisser Ereignisse durchsuchen und dann einen Event erzeugen. Die umgesetzten Dienste umfassen die Identifikation bestimmter Schiffe,

- die plötzlich drastisch ihre Geschwindigkeit um ± 5 Knoten ändern,
- die mit einer Geschwindigkeit von mehr als 25 Knoten fahren,
- die plötzlich vom Kurs um ± 30 Grad abweichen,
- die gemonitort werden und von ihrer sonst üblichen Fahrroute abweichen (z.B. für eine Fähre, die vom Festland zu einer der Inseln fährt).

Eine Herausforderung, war die Bereitstellung der Dienste und der damit verbundenen Datenprodukte in naher Echtzeit. Dieses bedeutete für die Aufbereitung und Übermittlung der Daten, dass dieses innerhalb weniger Sekunden geschehen muss, um eine fließende Darstellung der Objekte (Schiffe) über die Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMS) von ATLAS ELEKTRONIK gewährleisten zu können. Um dieses zu gewährleisten wurde für jeden Dienst ein eigener Prozessor entwickelt und die relevante Datenbasis soweit wie möglich reduziert. Die verschiedenen Dienste verfügen über Einstellungsoptionen für die Auslösung eines Alarms, wie z.B. die Geschwindigkeit, eine Gebietseinschränkung, Schiffstypenbegrenzung oder die zu betrachtende rückliegende Zeitspanne.

Zusätzlich können Anfragen vom ATLAS Interface über das RMSAS an die RY Request Applikation gestellt werden. Umgesetzt wurden hier Module zur Bereitstellung von

- allen verfügbaren Informationen aus der RY Schiffsdaten zu einem bestimmten Schiff oder einer Reihe von Schiffen
- allen Schiffen mit ihren letzten Positionsangaben, die sich in einem definierten Gebiet und in einem bestimmten Zeitraum befanden
- allen Positionsdaten eines Schiffes in einem bestimmten Zeitraum

Um die Funktionalität der oben genannten Dienste und deren Zusammenspiel mit dem RMSAS und dem MMS Interface von ATLAS Elektronik ausgiebig zu jeder Zeit testen zu können, verfügen alle Dienste über eine Simulationsfunktion. Hierzu können für selektierbare Zeiträume historische Daten an die RMSAS Dienste Schnittstelle übergeben werden.

Neben den oben genannten Modulen war eine zentrale Aufgabe die Entwicklung eines Prozessors der die Flugzeugdaten empfängt, aufbereitet und dem RMSAS in naher Echtzeit bereitstellt. Der Datenstrom vom CAS Flugzeug beinhaltet neben denen an Bord aufgezeichneten AIS Daten von vier Empfängern noch die erfassten Objekte vom maritimen Radar sowie die Flugzeugpositionsdaten (ADS-B).

Search and Rescue

Ein wesentliches Ziel im Search und Rescue Umfeld lag auf der Verkürzung der Bereitstellungszeiten von AIS SART Meldungen an das DGzRS zur Optimierung der SAR Rettungskette. Hierzu wurden in enger Zusammenarbeit mit dem DGzRS Anforderungen/Maßnahmen definiert:

- Untersuchungen zum Treibverhalten einer Person im Wasser
- Definition und Fertigstellung eines Drift-Dummies (Fertigstellung durch das DGzRS)
- Überprüfung von eingehenden AIS SART Meldungen auf Korrektheit
- Unmittelbare Weiterleitung der Meldung ans DGzRS
- Erstellung einer Liste von Schiffen, die sich in der Nähe befinden (auf Abruf)

Drift-Dummies:

Um Untersuchungen zum Treibverhalten einer Person im Wasser durchführen zu können, ohne hierbei auf reale Personen zurückgreifen zu müssen, werden in der Regel hierfür Drift-Dummies eingesetzt. Um dieses umzusetzen, wurde daher in Zusammenarbeit mit dem DGzRS eine Spezifikation des Drift-

Dummies definiert, bestehend aus einer Feststoffweste, einem Schwimmkörper, einem Nachtlit sowie einer Halterung für den AIS SAR Transponder. Fertiggestellt wurde der Dummy im Rahmen des Teilvorhabens durch das DGzRS. Dem Projekt standen als Leihgabe für die verschiedenen Kampagnen mehrere AIS S.A.R Transponder von der Firma WeatherDock AG zur Verfügung.

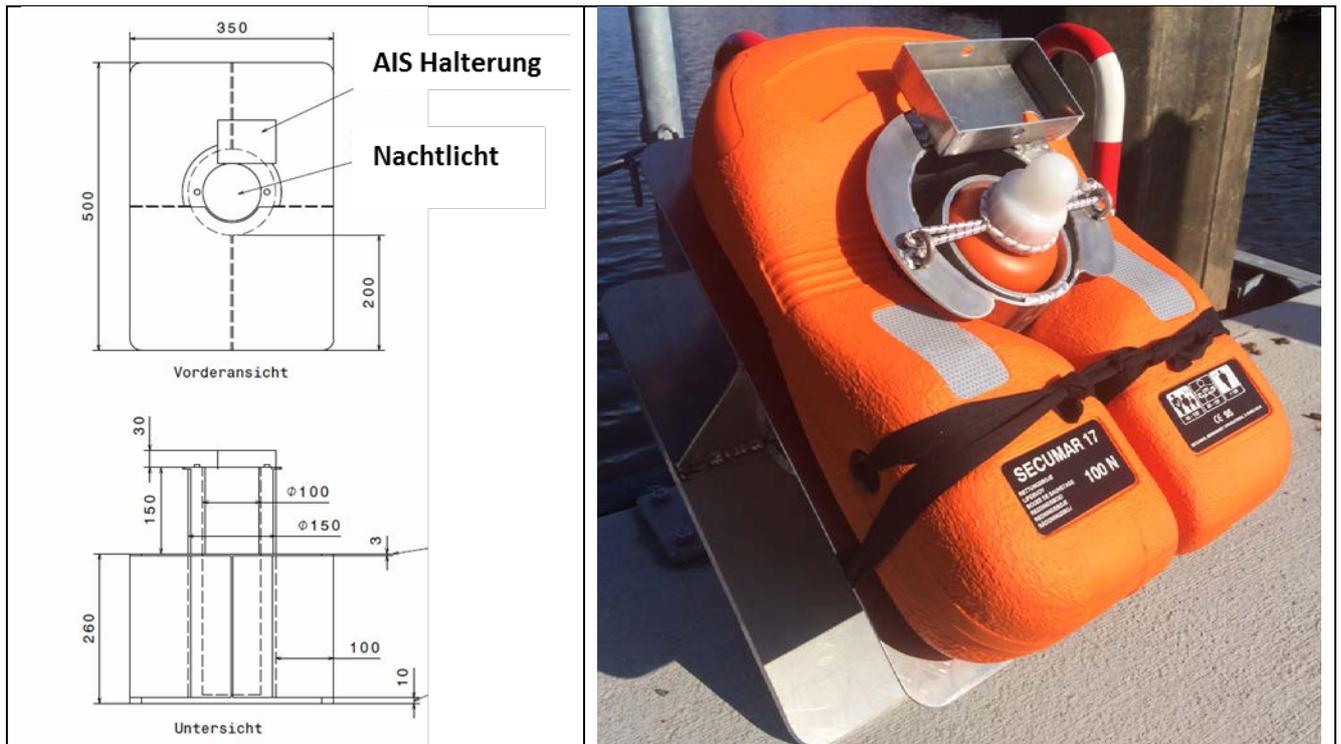


Abbildung 7: Drift Dummy

Als zusätzlicher Treibkörper wurde für die Enddemonstration noch ein Drift-Dummy von der Firma Weatherdock AG (Leihgabe) mit eingesetzt. Der Treibboje besteht aus zwei schwimmfähigen Kunststoffteilen und einem AIS Track-Transponder, der spezielle VHF Bänder für die Aussendung der Position nutzt. Das Gehäuse besteht aus schwimmfähigen Kunststoffteilen und einem AIS SART, der automatisch anfängt zu senden, wenn er mit Wasser in Kontakt kommt. Während der Kampagnen wurde nur der untere Teil der Boje als Dummy genutzt.

Breite: 25 cm
Höhe: 20 cm
Gewicht: 540 g
Sendeleistung: 2 Watt

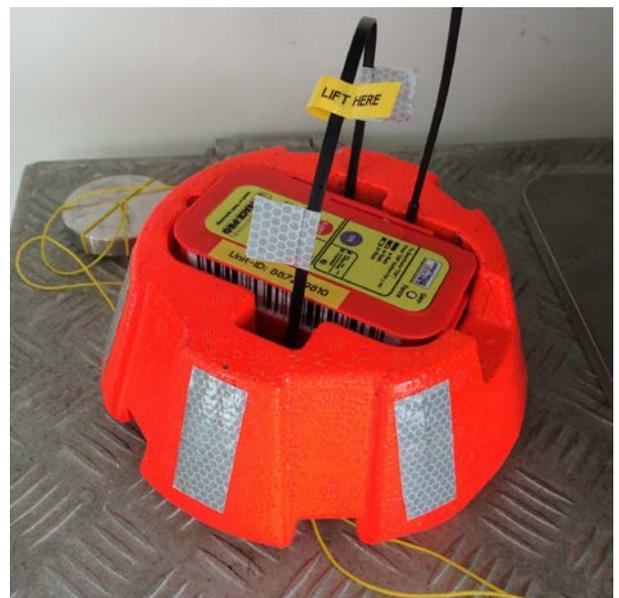


Abbildung 8: Kleiner Drift-Dummy

Search und Rescue Dienste

Damit die Positionsdaten der AIS Track Transponder mit im Gesamtlagebild erscheinen, mussten einige der Dienste entsprechend angepasst und neue Software Module entwickelt werden. Im *AIS-Lage* Modul wurden diese neuen Positionsdaten mit in den Datenstrom integriert, aber nicht als SART gekennzeichnet und es wurden auch keine SAR Event Alarm generiert. In der Abbildung 9 sind beispielhaft die Routen der Drift-Dummies aus einem der Enddemonstrationskampagnen dargestellt. Die „echten“ SAR Transponder, die ihre Positionsdaten über die AIS Frequenzbänder verteilen, werden als SARTs (rote Rauten) dargestellt, wohingegen die AIS Track Transponder mit einer grünen Raute im MaSiMMI gekennzeichnet sind.

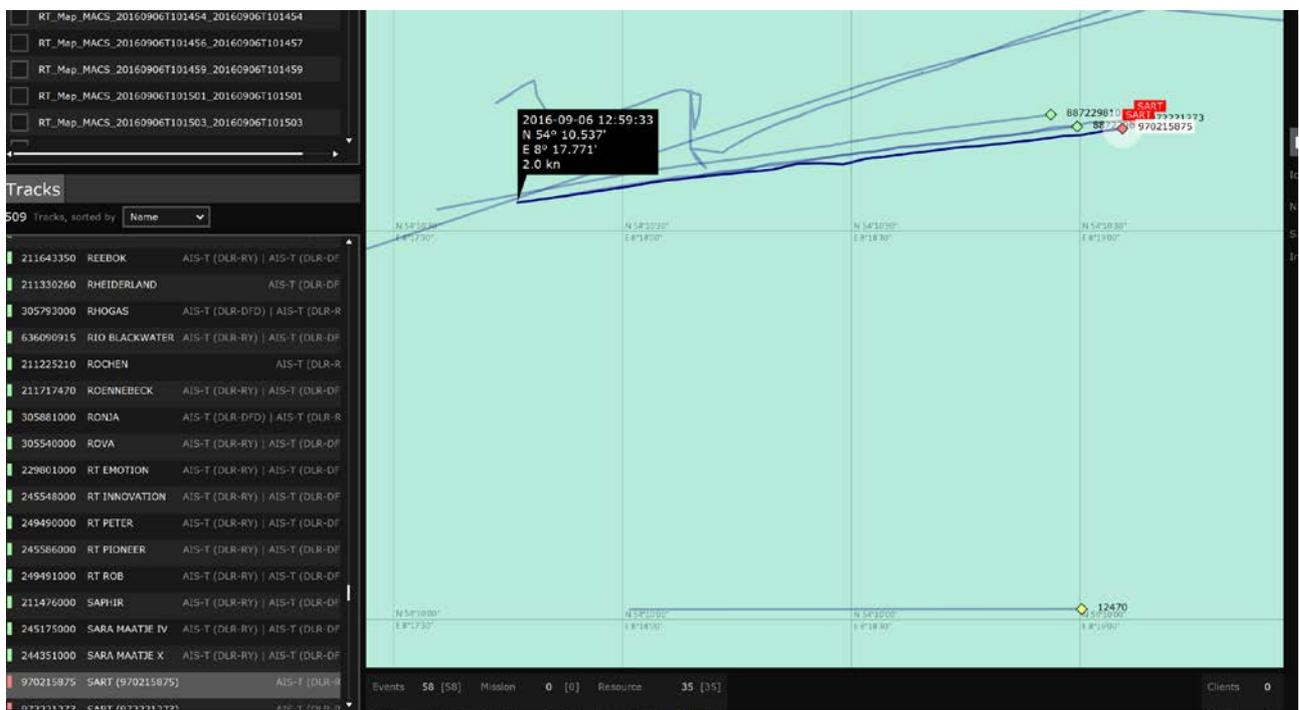


Abbildung 9: Routen der Drift-Dummies am 6. Sept. 2016 im MaSiMMI (@ATLAS)

Einer der wichtigsten Event-Dienste ist der Search- und Rescue Alarm, dessen Ziel die unmittelbaren Weiterleitung und Prüfung von eingehenden AIS S.A.R. Meldungen ist.

Als zusätzliches Service Modul wurde ein Request-Dienst für die Bereitstellung einer Liste mit allen Schiffen, die sich in der Nähe eines Search und Rescue Transponders befinden mit wichtigen Informationen (Schiffsname, Rufzeichen, Länge und Breite des Schiffes, MMSI-Nr., IMO Nr., aktuelle Geschwindigkeit und Kurs, Schiffstyp, Navigationsstatus, Entfernung zum SAR Transponder in nm, etc.).

Tabelle 1: Beispiel einer Schiffsliste (enthält nicht alle Spalten)

longitude	latitude	width	length	sog	cog	distance (nm)	distance (km)
8.31655	54.1795017	6	23	2.2	79.3	0.14676711	0.27184526
8.45518167	54.177915	5	20	16.3	97.2	4.87071459	9.02164472
8.10016667	54.2458333	18	118	15	159	8.66095359	16.0420088
8.15265	54.0664833			0	245	8.80702119	16.3125584
8.18448667	54.049245	16	112	0	0.1	8.98405289	16.6404604
8.194375	54.0399517			0	250	9.299787	17.2252701
8.16413333	54.0493367	16	117	0	160.9	9.37142227	17.3579545
8.1295	54.0656667	18	100	0	301	9.39726549	17.4058219
8.1097	54.0671283	20	113	0	203.2	9.83985578	18.2255973

Für die Aufbereitung und Bereitstellung der Suchroute vom DGzRS für die MASiMMI Einsatz- und Kontrollkomponente entstand ein Konvertierungsmodul, welches die Suchroute entsprechend der Schnittstellenvorgabe aufbereitet (siehe hierzu z. B. Abbildung 14 – Darstellung der Suchroute im MaSiMMI).

2.1.2.2 FLUGVERFAHREN UND VERBUNDDIENSTE

Im Rahmen des Verbundvorhabens umfasst dieses Arbeitspaket solche Tätigkeiten, die sich mit der Bereitstellung von Daten über dedizierte Schnittstellen befassen. Als ursprünglicher zentraler Knotenpunkt war hier die Bodenstation „Luftgestützte Dienste“ des DLR Institutes für Flugführung vorgesehen. Im Laufe des Projektes wurde einheitlich entschieden, dass diese Kern-Komponente das Realtime Maritime Situation Awareness System (RMSAS) von Airbus DS übernimmt.

Inhaltliche Aufgaben dieses TV waren die Definition und Festlegung der Schnittstellen und Kommunikationswege sowie die Datenformatbeschreibungen für die Interaktion mit dem RMSAS. Die Entwicklung und Umsetzung der Dienste sind im AP 1310 näher beschrieben.

Die nachfolgende Grafik gibt einen Überblick der technischen Integration der TV bezogenen Komponenten (gelbe Kästen) in den Gesamtverbund. Der Block A besteht zum einem aus dem DLR RY AIS Netzwerk mit verschiedenen terrestrischen AIS Empfangsstationen und zum anderen aus der DLR RY Bodenstation, die aus verschiedenen Prozessoren/Dienste sowie einer AIS Datenbank besteht. Die Dienste übernehmen hierbei die Kommunikationsschnittstellen zum RMSAS. Eine Kommunikationsschnittstelle zur Bodenstation „Luftgestützte Dienste“ von FL entfällt somit.

Der Block B beinhaltet im oberen Kasten die RY AIS Flughardware. Darüber hinaus sind die verschiedenen Kommunikationsschnittstellen innerhalb der beiden Blöcke sowie zu den anderen Verbundkomponenten dargestellt.

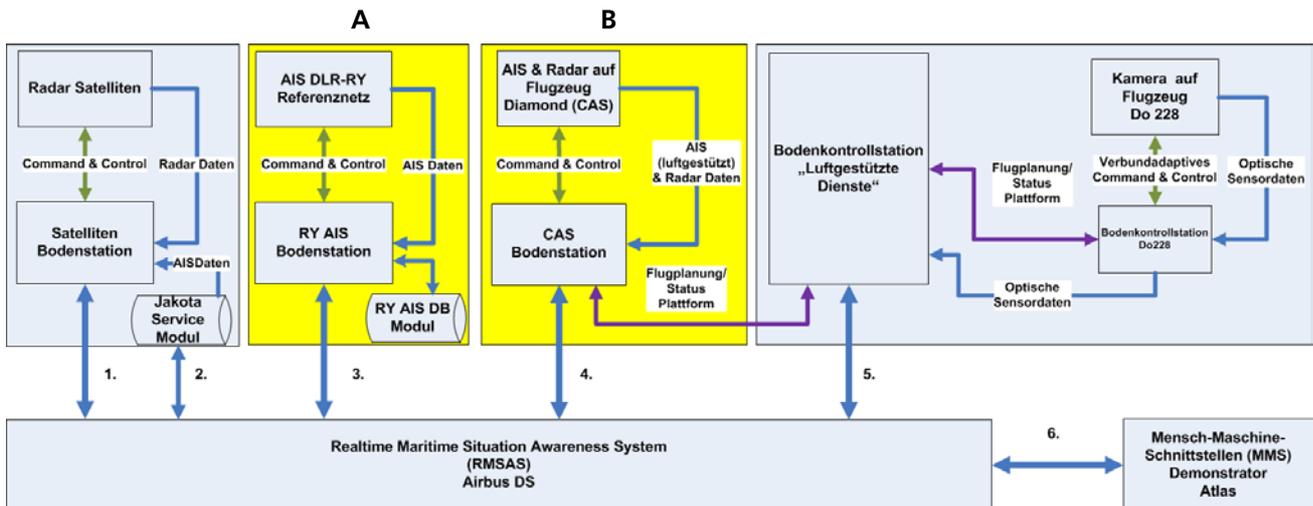


Abbildung 10: Technische Verbundstruktur

Die relevanten Verbindungen zum RMSAS sind:

(3) Bereitstellung der verschiedenen AIS Dienste für das RMSAS. Entgegennahme und Beantwortung von Anfragen, die von der Mensch-Maschine-Schnittstelle von ATLAS an das RMSAS (6) gestellt werden.

(4) Die aufgezeichneten AIS Daten (Flugzeug) werden an die CAS Bodenstation gesendet und durch CAS ans RMSAS weitergeleitet. Von dort gelangen die CAS Datenpakete über das RMSAS an die RY Dienste-Schnittstelle der RY-Bodenstation. Hier werden die Radar- und AIS Daten in die Datenbank des RY-Referenznetzes integriert, aufbereitet und über die verschiedenen Dienste dem RMSAS bereitgestellt.

Im Rahmen des Verbundes ist es das Ziel, dem Endanwender eine Gesamtsicht über das aktuelle Geschehen in Form eines integrierten Lagebildes bereitzustellen, daher war eines der Ziele, die Search und Rescue Aufgaben des DGzRS als Dienst mit zu integrieren.

Auf Basis der DGzRS Nutzerbefragung ergab sich folgender zeitlicher Ablauf: Nach Eingang einer Notfallmeldung wird mit einem speziellen standalone Programm der DGzRS das Suchgebiet und das Suchmuster ermittelt. Das Programm benötigt hierzu die Position an der die Person zuletzt gesehen wurde, die Angabe welche Schiffe an der Suche teilnehmen sowie die tagesaktuellen prognostizierten Wind und Strömungsdaten des BSHs. Neben diesen Daten können noch aktuelle Vorort Wetter- und Seegangsbedingungen mit erfasst werden (wie z.B. die Sichtverhältnisse oder die Wellenhöhe), falls diese vorliegen.

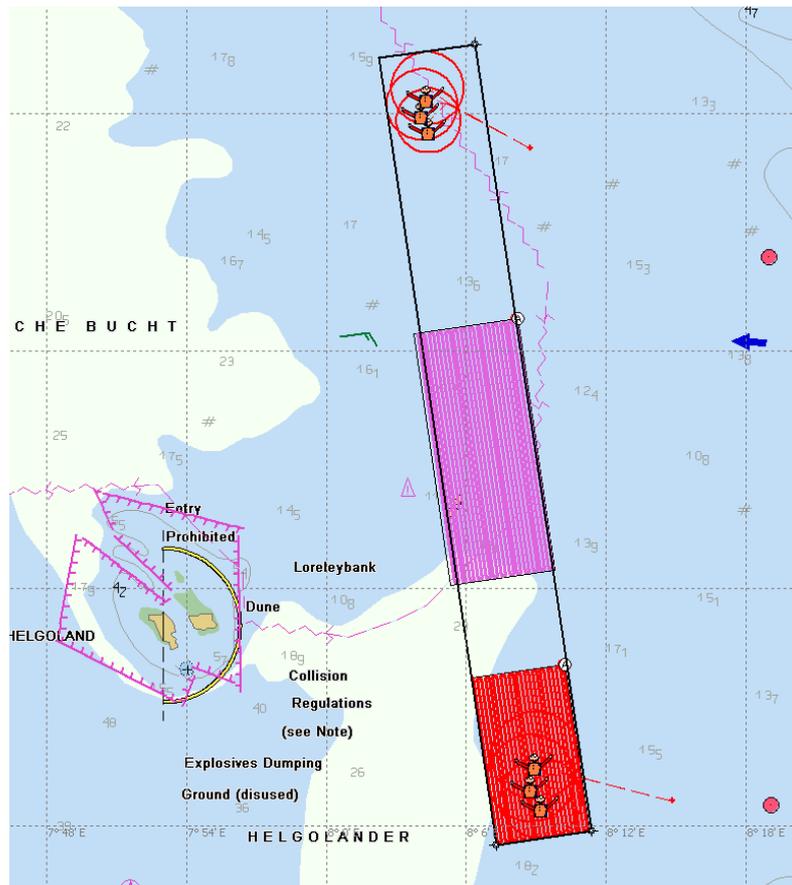


Abbildung 11: Beispiel eines berechneten Suchtracks (Quelle: DGzRS)

Abbildung 11 zeigt eine beispielhafte Suchroute (rosa) bestehend aus einzelnen vertikalen Suchlinien, die je nach Schiffstyp unterschiedlich sein können. Das Programm erzeugt Grafiken und Textdateien, die dann ausgedruckt und weitergegeben werden können.

Im Rahmen des Verbundprojektes sollte das Suchmuster und das DGzRS als Service mit in das Nutzerinterface von ATLAS integriert werden. Um dieses umzusetzen bot sich die Möglichkeit, die RMSAS internetfähige Einsatzplanungs- und Koordinierungskomponente zu nutzen. Das MaSiMMI verfügt, als Gegenpart zur RMSAS-Einsatzplanungs-Komponente, über eine Nutzerkomponente, die es dem Endnutzer ermöglicht, auf die verschiedenen Einsatz-Services zuzugreifen. Erscheint ein Search und Rescue Alarm kann der Endnutzer über dieses Interface das DGzRS mit den verschiedenen Aufgaben beauftragen (Erstellung des Suchmusters, Durchführung der Suche etc.).

2.1.3 VALIDIERUNG

Dieses Arbeitspaket diente der Überprüfung der identifizierten Maßnahmen aus AP 1300 sowie der Validierung der einzelnen Systeme und Dienste aus dem Arbeitspaket. Es besteht aus drei Unterarbeitspaketen.

2.1.3.1 VALIDIERUNGSKONZEPT

Für die Enddemonstration hat der EMsec Verbund sich im Vorfeld darauf geeinigt, die beiden im Antrag beschriebenen Szenarien zusammenzuführen und einen Fall in einem fiktiven Seegebiet als Basis für die Szenarien Planung zu nutzen. Ziel der Enddemonstration war, die verschiedenen Maßnahmen zu zeigen, die dem Endnutzer unterstützten eine nutzerabhängige, effiziente, situationsbedingte Lageerfassung und Entscheidungsfindung zu ermöglichen.

Zur Validierung der Forschungsergebnisse fand zum Ende der Projektlaufzeit eine Abschlussdemonstration statt. Die Planung der Demo erfolgte auf Basis eines fiktiver Falls „Schiffsentführung (Personenfähre) in der Deutschen Bucht und deren Folgen“ unterteilt nach Phasen und in verschiedenen Szenarien/Fällen. Im Rahmen des Verbundes wurden folgende Phasen definiert:

- Monitoring der aktuellen Lage
- Eine Personalfähre wird entführt und weicht von ihrer üblichen Route ab
- Detektion von Anomalien / Routenabweichung → unmittelbare Alarmierung über MaSiMMI
- MaSiMMI Nutzer bewertet und entscheidet, welche Maßnahmen getroffen werden sollen
- Beauftragung der verschiedenen Dienste (Satelliten- und Luftaufklärung, Suche und Rettung von Personen)
- Detektion der Fähre, des Gefahrstoffes und der „Personen“ über die verschiedenen Dienste
- Rettung der „Personen“, Bekämpfung des Schadstoffes durch die entsprechenden Behörden → kein aktiver Part des Verbundes

Das Gesamtszenario des fiktiven Falls ist eine täglich verkehrende Personenfähre, die vom Festland zu einem der Insel fährt, entführt wird und scheinbar in Richtung Windpark abdriftet. Während der Irrfahrt gehen Personen über Bord und es treten Schadstoffe aus. Da es sich hier um ein sehr langes Gesamtszenario handelt, wurde es in Themen bezogene Einzelfälle unterteilt, die dann an mehreren Tagen demonstriert wurden:

Fall 1: Die Fähre befindet sich auf normaler Fahrt, weicht einem Fischkutter aus und erzeugt somit eine Anomalie.

Fall 2: Die Fähre wird entführt und die Fähre weicht immer weiter von seiner normalen Route ab.

Fall 3: Personen geraten in Panik und springen von der Fähre. Ein Search und Rescue Fall wird ausgelöst.

Fall 4: Vom Schiff wird ein Verschmutzungsteppich ausgebracht, der in Richtung Küste driftet.

Anhand der vorab skizzierten Fälle wurde eine detaillierte Kampagnenplanung erstellt. Auf DLR RY Seite floss hierzu das vorab erstellte RY Validierungskonzept mit ein, in welchem die verschiedenen RY Aufgaben in Form von Hardware- und Software Lösungen sowie die DGzRS Versuchsdurchführung näher beschrieben wurden.

AIS Dienste

Search- und Rescue

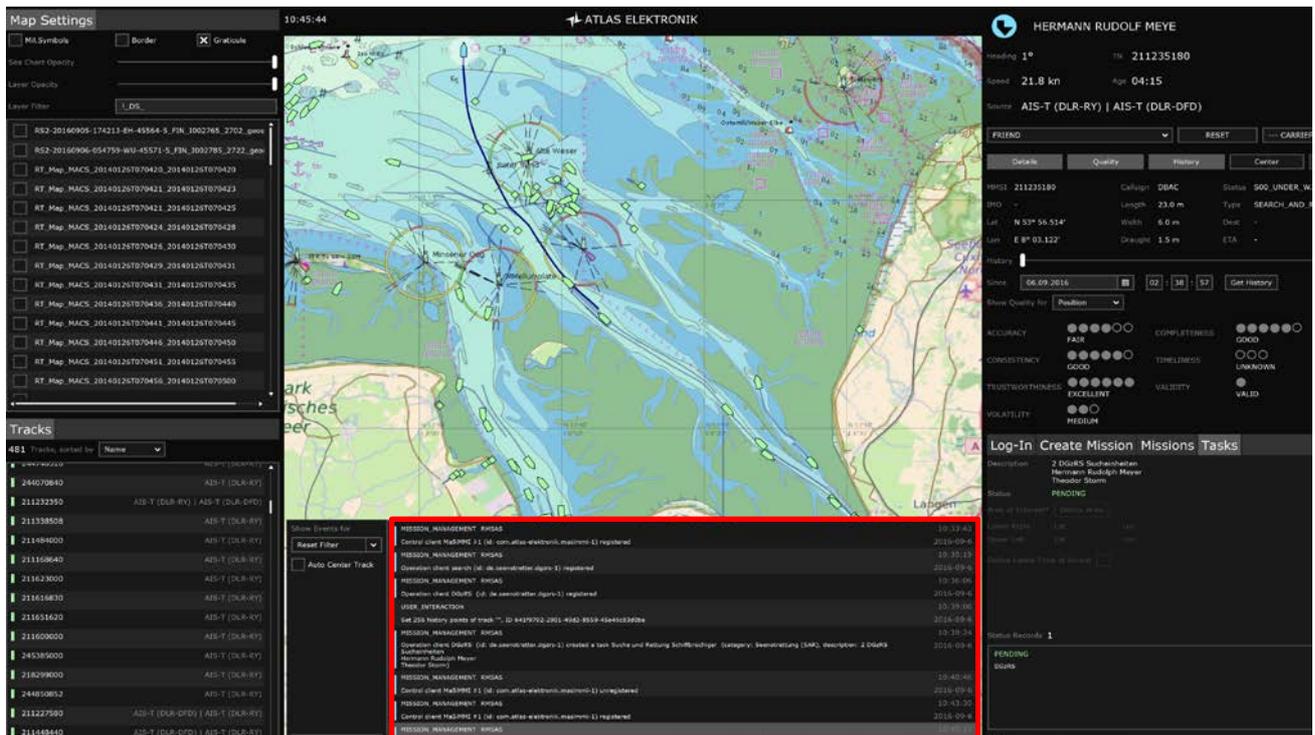
Für die Planung der Generalproben und der Enddemonstration gab es verschiedene Abstimmungsmeetings mit dem DGzRS hinsichtlich dessen, welche Stationen mit welchen Schiffen beteiligt werden können unter Berücksichtigung der geplanten Flüge mit dem Airbus DS Airborne Solutions Flieger. Es erfolgte eine detaillierte Beschreibung der Versuchsabläufe in dem Validierungs- und Kampagnenplänen, welche Informationen der DGzRS Leitstelle wie bereitgestellt werden und welche von dort zurückkommen, um diese im ATLAS User Interface darstellen zu können.

Zum Thema der Optimierungsmöglichkeiten der Rettungskette von Verunglückten auf See, in Zusammenarbeit mit dem DGzRS, wurden im Rahmen des Teilvorhabens verschiedene Versuche mit den Drift-Dummies in Kombination mit den AIS SARTs geplant. Um die Suche möglichst realistisch zu gestalten, wurden für die Suchübungen eine spezielle AIS Hardware ausgewählt, die zum einem AIS Positionsmeldungen versendet, aber zum anderen keine AIS Alarmmeldungen auf den Schiffsbrücken und Vesseltraffic Systemen auslöst. Diese Hardware nutzt hierfür spezielle VHF Frequenzen und ist ansonsten vom Handling und den Maßen identisch mit den anderen AIS SARTs. Damit während der Übungen die Position der Drift-Dummies mit den speziellen AIS Sendern in der Gesamtlage verfolgt werden konnten, wurden hierfür eine zusätzliche Flughardware und umfangreiche Anpassungen an den Dienste-Modulen geplant.

Zusätzlich zu den vom DGzRS erstellten Drift-Dummy ergab sich im letzten Projektjahr die Möglichkeit einen Drift-Dummy von der Firma Weatherdock AG während der Enddemonstration zu nutzen und mit in den Kampagnenplanungen einzubeziehen, mit dem Ziel dessen Driftverhalten mit dem des DGzRS Dummies zu vergleichen. Das besondere des Drop Dummies ist, dass er zum einem sehr klein und leicht ist und zum anderen von einem Flugzeug oder Hubschrauber aus abgeworfen werden kann, mit dem Ziel eine Person oder ein Objekt im Wasser zu monitoren. Während der Enddemonstration wurde aus Koordinationsgründen auf das Abwerfen des Drop Dummies vom Flugzeug aus verzichtet und stattdessen das Search und Rescue Szenario so geplant, dass alle Dummies, mit einem geringen zeitlichen Abstand dazwischen, vom DGzRS Schiff aus ausgesetzt wurden.

Es wurde darüber hinaus noch geplant, mit dem kleinen Drop Dummy (Leihgabe der Firma Weatherdock AG) Verschmutzungsteppichs (Fall 4 – simuliert durch Popcorn) zu monitoren und um im Nachgang das Driftverhalten des Dummies mit der ermittelten Popcorn Driftroute vom BSH zu vergleichen.

Für die Integration des DGzRSs in die Einsatzplanungs- und Koordinierungskomponente (siehe Abbildung 12) wurde hierfür eine Mission-Service-Prozedur entwickelt und mit dem DGzRS getestet. Diese Prozedur besteht aus verschiedenen Teilaufgaben: Anmelden des Search- und Rescue Services, Bekanntgabe der Sucheinheiten (Schiffe/Hubschrauber), Erzeugung und Bereitstellung der Suchmuster, Durchführung der Suche sowie Bergung der Person. Die Planung auf MaSiMMI Seite sah hierzu die Beauftragung der Suchmustererstellung und Rettung vor.



MISSION_MANAGEMENT RMSAS	10:33:43
Control client MaSiMMI #1 (id: com.atlas-elektronik.masimmi-1) registered	2016-09-6
MISSION_MANAGEMENT RMSAS	10:35:19
Operation client search (id: de.seenotretter.dgzs-1) registered	2016-09-6
MISSION_MANAGEMENT RMSAS	10:36:06
Operation client DGZRS (id: de.seenotretter.dgzs-1) registered	2016-09-6
USER_INTERACTION	10:39:06
Set 256 history points of track "", ID 641f9792-2901-49d2-8559-45e46c83d0be	2016-09-6
MISSION_MANAGEMENT RMSAS	10:39:24
Operation client DGZRS (id: de.seenotretter.dgzs-1) created a task Suche und Rettung Schiffbrüchiger (category: Seenotrettung (SAR), description: 2 DGZRS Sucheinheiten Hermann Rudolph Meyer Theodor Storm)	2016-09-6
MISSION_MANAGEMENT RMSAS	10:40:46
Control client MaSiMMI #1 (id: com.atlas-elektronik.masimmi-1) unregistered	2016-09-6
MISSION_MANAGEMENT RMSAS	10:43:30
Control client MaSiMMI #1 (id: com.atlas-elektronik.masimmi-1) registered	2016-09-6
MISSION_MANAGEMENT RMSAS	10:45:13

Abbildung 12: MaSiMMI Oberfläche mit Einsatzplanungskomponente(oben) und DGZRS Dienst (unten) (Quelle: ATLAS Elektronik)

2.1.3.2 VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

Das Institut für Raumfahrtsysteme war an allen Phase und Fällen mit seinen Diensten und Equipment beteiligt. Je nach Fall kamen unterschiedliche Lösungen zum Einsatz. Während der gesamten Enddemonstration fand eine stetige Bereitstellung in naher Echtzeit der AIS Daten von den terrestrischen Empfangsstationen über den RY Dienst „AIS-Lage“ statt. Darüber hinaus erfolgte ein stetiges Monitoring der AIS Lage durch die RY Event-Dienste hinsichtlich Ereignissen, wie die Erkennung von Anomalien (starke Kurs- der Geschwindigkeitsabweichungen) oder die Auslösung eines Search und Rescue Alarmen (siehe II.1.2.1 – Maßnahmenforschung, weiträumiges Seemonitoring). Während der Flugversuche wurden die Daten des DLR RY Bodenstationsnetzwerkes noch durch die Daten der AIS

Flughardware ergänzt sowie ein zusätzlicher Datenstrom für die Objekte vom maritimen Radas von Airbus DS Airborne Solutions in naher Echtzeit bereitgestellt (*Maritime Lage Dienst*).

Das Hotel Donner diente während der Enddemonstration als zentrale Basisstation für alle Aktivitäten. Von Institutsseite wurden neben der temporären terrestrischen AIS Empfangseinheit für die drei AIS Nachrichtentypen (AIS 1 & AIS 2, Satelliten AIS und „blindes“ AIS) und der luftgestützten AIS Hardware noch mehrere Rechner mit die verschiedenen RY Dienste Module und für die DGzRS Einsatzplanungskomponente eingesetzt. Darüber hinaus war die RY Bodenkontrollstation in Bremen mit dem terrestrischen AIS Netz sowie den AIS Datenbankmodulen und AIS Dienste-Modulen während der gesamten Demonstrationswoche im 24 Stundeneinsatz.

Fall1: Fähre weicht aus - Anomalie Detektion & Abweichung von der Route

In diesem Fall weicht eine bestimmte Fähre, simuliert durch ein Schiff der Bundespolizei, von seiner üblichen Route ab, da es einem anderen Schiff ausweichen muss. Für diesen Fall kommen zum einen der RY Anomalie Event Dienst sowie der RY Schiffsmonitoring Dienst zum Einsatz. Erster meldete eine starke Abweichung vom Kurs und letzterer das Abweichen von der normalen Route. Vorab wurde für diesen Dienst, auf Basis von historischen Daten, der Routenverlauf einer Personenfähre, die täglich nach Helgoland verkehrt, erstellt. Diese Route dient als Vergleichsgrundlage für die aktuelle Fahrtroute. Der Dienst teilte dem MaSiMMI so lange einen Hinweis über einen Event mit, wie die Fähre sich außerhalb der Vergleichsroute befand. Während dieser Demonstration kam auch die Flughardware zu Einsatz.

Fall2: Fähre wird „entführt“ - Anomalie Detektion & Abweichung von der Route

Der zweite Fall ist ähnlich dem Ersten, zuerst wird das Schiff merklich schneller und weicht dann noch von seiner Route ab, jedoch kehrt es nach einer gewissen Zeit nicht wieder auf seine normale Route zurück. Zusätzlich wurden für dieses Schiff dann auch keine AIS Nachrichten mehr empfangen, es war aber weiterhin auf den Radaren zu erkennen. Zu Aufklärungszwecken wurde daher noch der luftgestützte Dienst beauftrag, sodass neben den AIS Daten von der Flughardware auch noch maritime Objekte vom Airbus DS Radar aufgezeichnet wurden. Für diesen Fall konnte RY mit dem Anomalie und Schiffsmonitoring Event Diensten sowie der maritime Lagebild für die Radarobjekte beitragen. Sowohl der Anomalie Event Dienst als auch der Schiffsmonitoring Dienst haben eine Alarm ausgelöst.

Fall3 – Search und Rescue

Dieser Fall wurde am zweiten Tag der Enddemonstration in der Zeit zwischen 11:45 h und 13:00 h lokaler Zeit demonstriert. Aus DLR RY Sicht waren an der Kampagne beteiligt:

- Das DGzRS mit verschiedenen Schiffen
- Missionsmanagement Dienst für das DGzRS
- 3 Drift-Dummies mit vier verschiedenen SAR Transmittern
- RY Flughardware auf dem Airbus DS Airborne Solutions Flieger
- terrestrischen DLR-RY AIS Netzwerk plus zwei zusätzliche temporäre AIS Empfänger in Cuxhaven
- DLR RY EMSec Dienste

Die zwei zusätzlichen AIS Empfänger in Cuxhaven wurden eingesetzt, zum einen zur Erweiterung des Empfangsbereich um Cuxhaven zu erweitern und zum anderen wurde für den zusätzlichen Drift-Dummy von WeatherDock ein SAR Transpondern genutzt, der auf anderen VHF Frequenzen die AIS Daten versendet und für den Empfang der Daten ein anderen Empfänger benötigt wurde.

Dieser simuliert den Teil des Gesamtszenarios nachdem die Fähre „entführt“ wurde und „Personen“ sich mit einem Sprung über Bord retten wollten. Da man hierfür keine echten Personen einsetzen kann, übernahmen diese Aufgabe die Drift-Dummies. Insgesamt haben drei verschiedene Dummies mit vier verschiedenen AIS Sendern an der Demonstration teilgenommen. Neben einem alten Dummy vom DGzRS wurden der vom DGzRS fertiggestellte Dummy sowie ein sehr viel kleinerer Drift-Dummy von der Firma Weatherdock AG eingesetzt (siehe Abbildung 13).

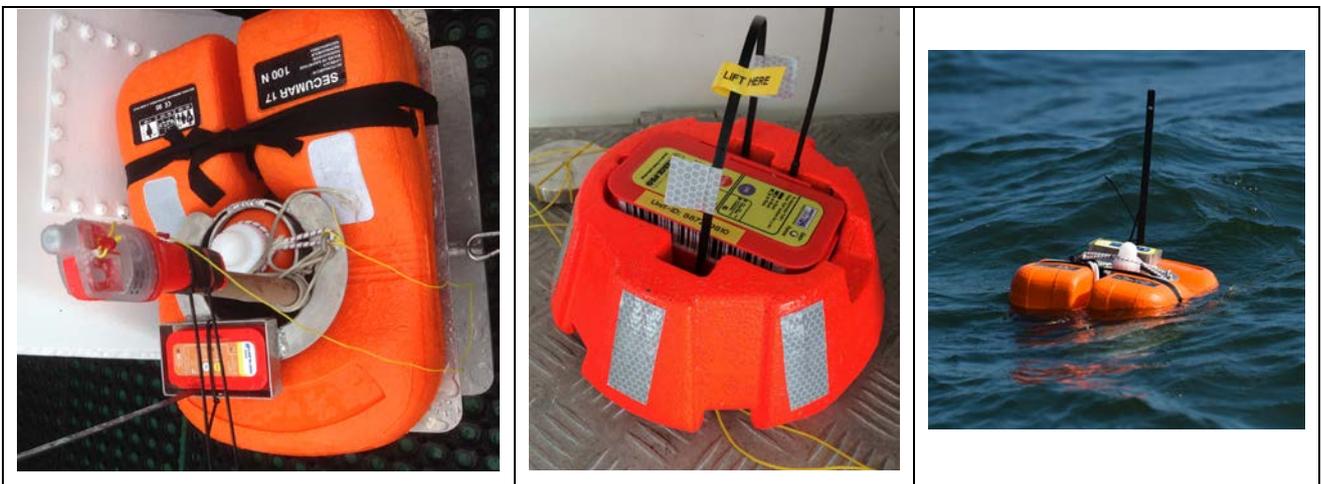


Abbildung 13: Drift-Dummies im Einsatz während der Enddemonstration

Von den vier Sendern waren zwei echte SARTs und zwei der Sender waren AIS Tracker, die für die Übermittlung der Positionsdaten eine andere Frequenz genutzt haben. Um Letztere empfangen zu können, bedurfte es einer zusätzlichen AIS Flughardware sowie einer zusätzlichen temporären terrestrischen Empfangseinheit in Cuxhaven, aufgebaut auf dem Dach des Hotels.

Nach dem Empfang der ersten AIS S.A.R. Alarme wurden für die zwei echten S.A.R. Transponder Search und Rescue Alarme ausgelöst während für die beiden anderen Dummies mit AIS Trackern nur die Positionsmeldungen an das RMSAS weitergegeben wurden. Zusätzlich wurden automatisch für die echten AIS S.A.R.Ts die Schiffslisten mit denen in der Nähe befindlichen Schiffe generiert. Insgesamt befanden sich 37 Schiffe innerhalb eines Umkreises von 20 nm zu den ersten Positionsmeldungen der beiden SARTs.

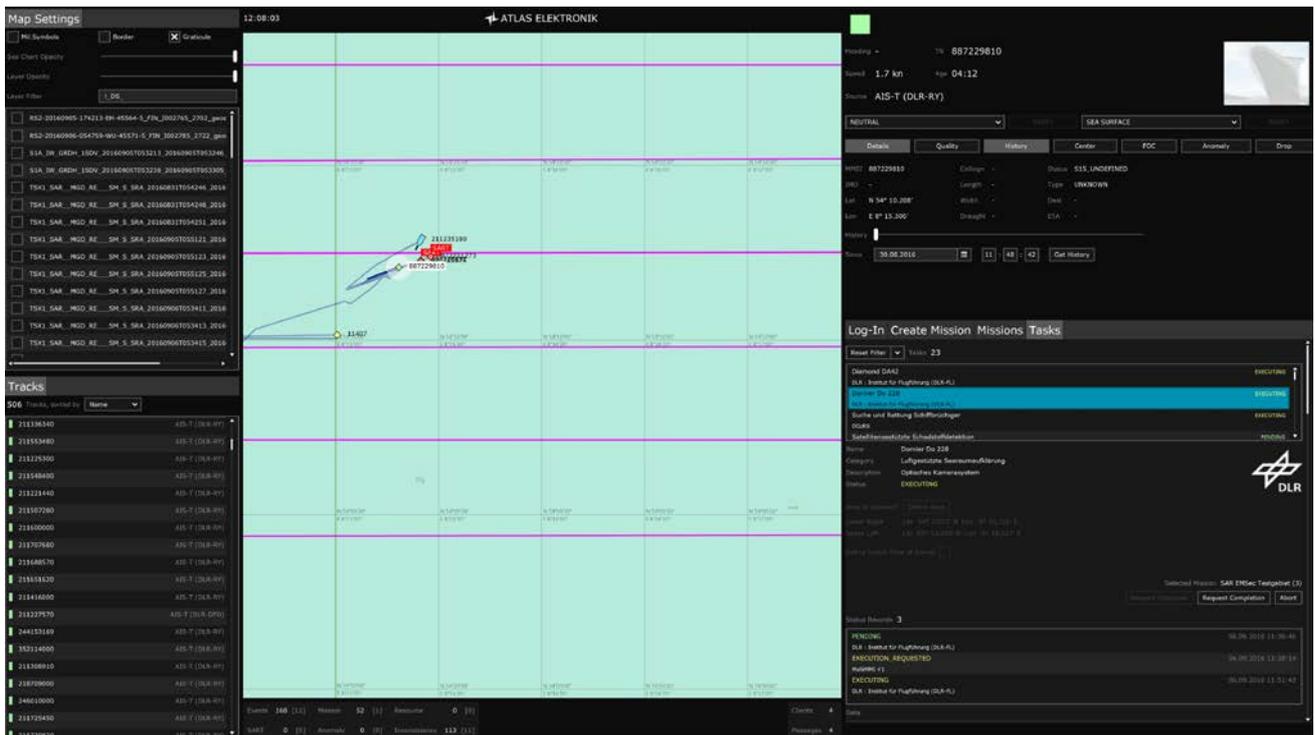


Abbildung 14: SART Route im MaSiMMI (Quelle: ATLAS Elektronik)

Nach dem Eingang des ersten S.A.R. Alarms wurde vom Endnutzer das DGzRS beauftrag, Suchrouten zu erstellen, welche dann konvertiert an das Einsatzplanungsmodul von RMSAS weitergegeben wurden (siehe Abbildung 15). An der Demonstration waren zwei Schiffe vom DGzRS beteiligt, sodass pro Schiff eine Suchroute ermittelt wurde in Abhängigkeit vom Schiffstyp, Geschwindigkeit und Ausstattung. Des Weiteren erhielt das DGzRS den Auftrag zur Suche und Bergung der über Bord gegangenen Personen (simuliert durch die vier Dummies). Die Suche endete nach etwa 105 Minuten durch die Bergung der Dummies.

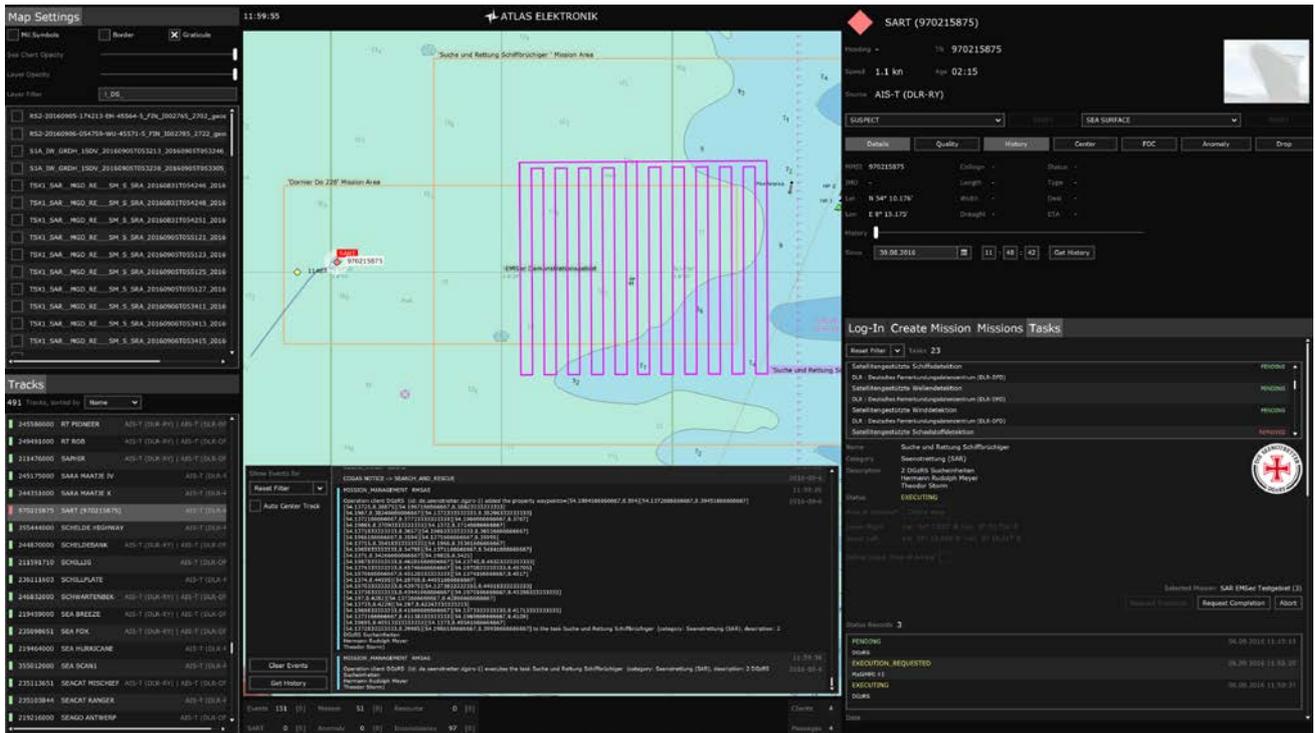


Abbildung 15: SAR Suchroute im MaSiMMI (Quelle: ATLAS Elektronik)

Fall4: Verschmutzungsteppich

Fall 4 simuliert das Austreten von Schadstoffen, simuliert durch das Ausbringen von Popcorn, mit dem Ziel die Verdriftung des Teppichs zu untersuchen. Zur Markierung des Teppichs wurde der kleine Drop Dummy zusammen mit dem Popcorn vom Schiff aus ausgebracht. Somit war es möglich, die aktuelle Position des Dummies / Popcon Teppich im MaSiMMI zu monitoren und später mit der Driftvorhersage vom BSH zu vergleichen. Abbildung 16 zeigt den kleinen Dummy in der Mitte des Popcon Teppichs.



Abbildung 16: AIS AirDrop im Popcorn Teppich

2.1.3.3 WISSENSCHAFTLICHE AUSWERTUNG

Dieses Arbeitspaket gibt die Analyse- und Validierungsergebnisse auf Basis der durchgeführten Szenarien während der Enddemonstration wider. Hierzu wurden die verschiedenen AIS Datenquellen (terrestrisch vs. luftgestützt) sowie die identifizierten Objekte der anderen Sensoren (maritimes Radar und optische Daten) untereinander verglichen und die Unterschiede aufgezeigt. Die schwerpunktmäßigen Untersuchungen bezogen sich auf die Themen:

- Search und Rescue Maßnahmen
- Einsatz der DLR RY AIS Dienste
- Eignung der eingesetzten Sensorik
- Echtzeitfähigkeit und Identifikation von Lücken

Dieser Bericht stellte nur einige der Ergebnisse dar, die im Rahmen des Arbeitspaketes durchgeführt wurden. Die Validierung erfolgte auf Basis der durchgeführten Kampagnen, welche sich an den vorab definierten Fällen orientiert haben. Die hier dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf Fall1 – Anomalie Detektion und auf Fall 3 – Search und Rescue.

Fall 1 – Anomalie Detektion

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse zu den Untersuchungen der RY AIS Diensten anhand von Beispielen zur Anomalie-Detektion beschrieben.

Die folgende Grafik zeigt ein Lotsenschiff, welches sich im Gebiet zwischen Helgoland und Scharnhörn, im Einsatz befand. Für dieses Schiff wurden während der ersten Kampagne 45 einzelne Anomalien detektiert. Für das Schiff wurden regelmäßig Positionsmeldungen (mehr als 1400) von den terrestrischen Stationen Helgoland und Wilhelmshaven sowie von der luftgestützten Hardware empfangen. Es gab lediglich eine kleine Zeitspanne zwischen 6:25 und 6:30 UTC für die keine Daten empfangen wurden.



Abbildung 17: Fahrtroute eines Lotsenschiffes, für das eine 105 Anomalie ausgelöst wurde (5.9.2016, zwischen 7:45 h und 9:00 h) (Kartendaten: Google, Image)

Die folgende Grafik zeigt das Lotsenschiff im AIS Lagebild mit anderen Schiffen, die sich in dem gleichen Zeitraum in dem Verkehrstrennungsgebiet „Elbe Approach“ befinden.

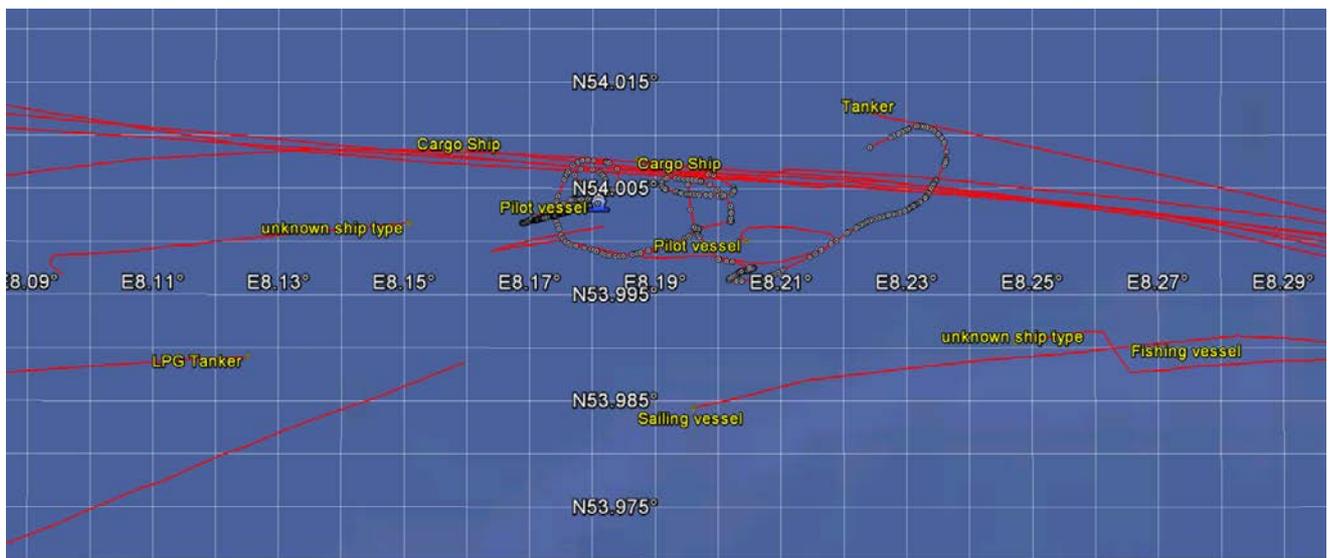


Abbildung 18: Fahrtroute eines Lotsenschiffes im Kontext seiner Umgebung (5.9.2016 zwischen 7:45 h und 9:00 h) (Kartendaten: Google, Image)

Bei näherer Betrachtung fällt das zweite Lotsenschiff (grüne Linie) unterhalb des ersten Lotsenschiffes (rote Linie) auf. Das zweite Schiff startet zeitgleich mit dem Ersten und befindet sich ab dann unterhalb des ersten Lotsenschiffes. Zum Ende der Route nimmt die Dichte der Positionspunkte zu, da das Schiff hier nur mit wenig Knoten fährt (~3 kn). Wohingegen das erste Schiff mit mehr als 10 kn fährt. Die folgende Grafik zeigt beide Schiffe. Der Start um 5:45 UTC ist durch die beiden blauen Schiffssymbole gekennzeichnet. Hier fahren die Schiffe nur mit geringer Geschwindigkeit von 2-3 kn.

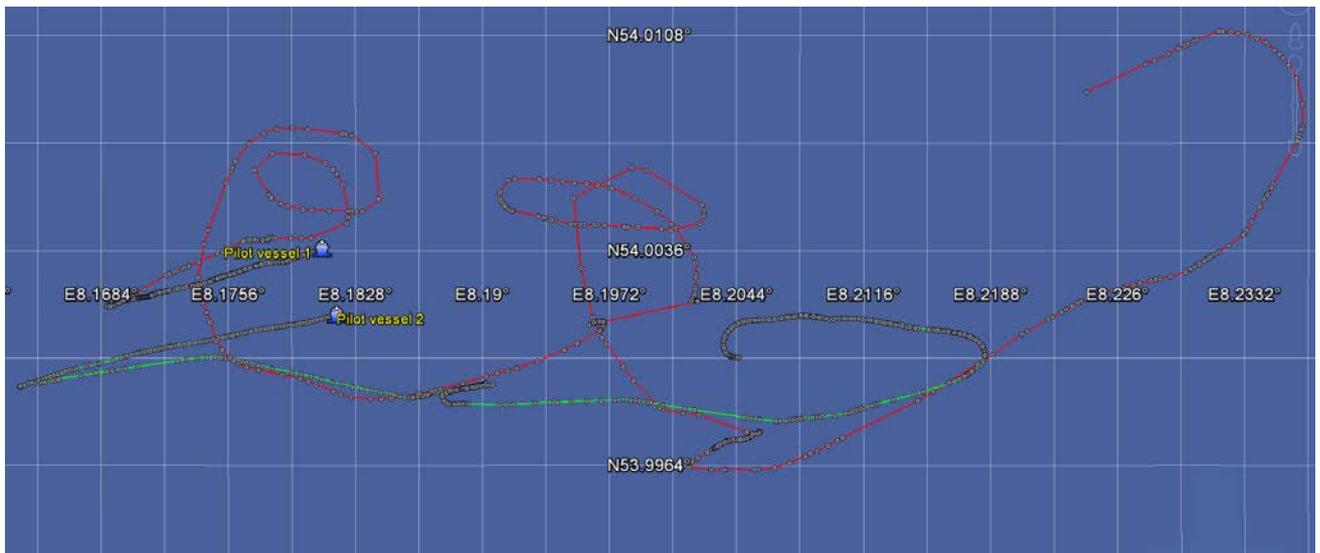


Abbildung 19: Fahrtroute des Lotsenschiffes im Kontext seiner Umgebung (5.9.2016 zwischen 7:45 h und 9:00 h) (Kartendaten: Google, Image)

Die nachfolgenden Grafiken zeigt die Fahrtroute eines Schiffes der Küstenwache, welches die einzelnen Liegeplätze im Vorhafen von Wilhelmshaven abfährt. Der Hafen gehört mit zum Marine-Stützpunkt Heppenser Groden.

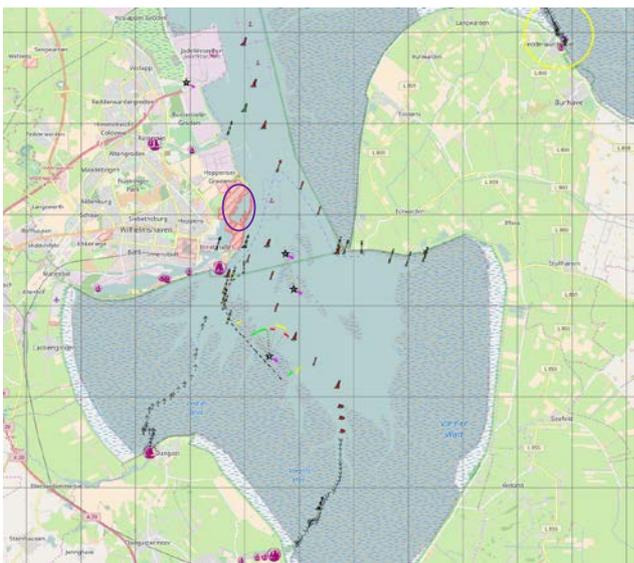


Abbildung 20: OpenSeaMap Kartenausschnitt des Jadebusens bei Wilhelmshaven mit der schraffierten Fläche des Hafenbereichs (Kartendaten: Google, Image)

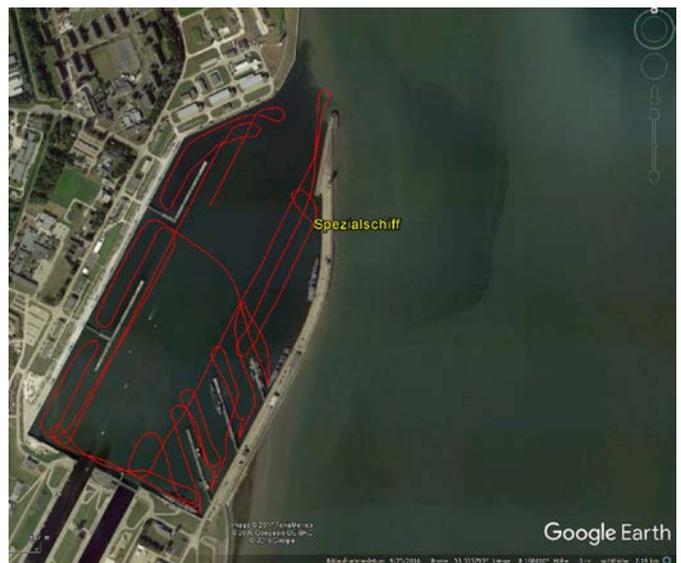


Abbildung 21: Fahrtroute der Küstenwache im Vorhafen von Wilhelmshaven (5.9.2016 5:45 – 7:04 UTC) (Kartendaten: Google, Image)

Die folgende Grafik zeigt ein Lotsenschiff (rote Linie) oberhalb von Wangerooge und unterhalb eines Bereiches in dem mehrere Fracht- und Containerschiffe ankern. Ein weiteres Lotsenschiff (blau grüne Linie) befindet sich in unmittelbarer Nähe des ersten Lotsenschiffes.

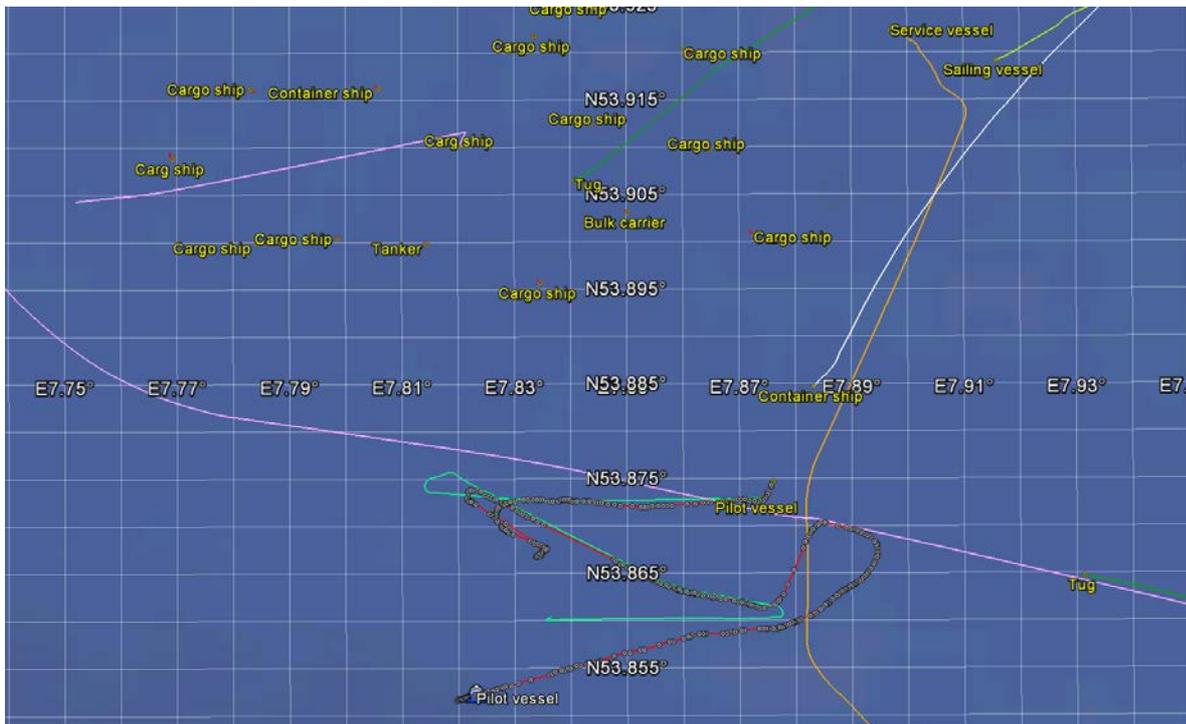


Abbildung 22: Fahrtroute eines detektierten Lotsenschiffes oberhalb von Wangerooge (5.9.2016, 5:45 – 7:05 UTC) (Kartendaten: Google, Image)

Die folgende Grafik zeigt ein weiteres Beispiel einer ausgelösten Anomalie aufgrund von starken Kursänderungen. In diesem Fall handelt es sich um ein Forschungsschiff vor Bremerhaven.

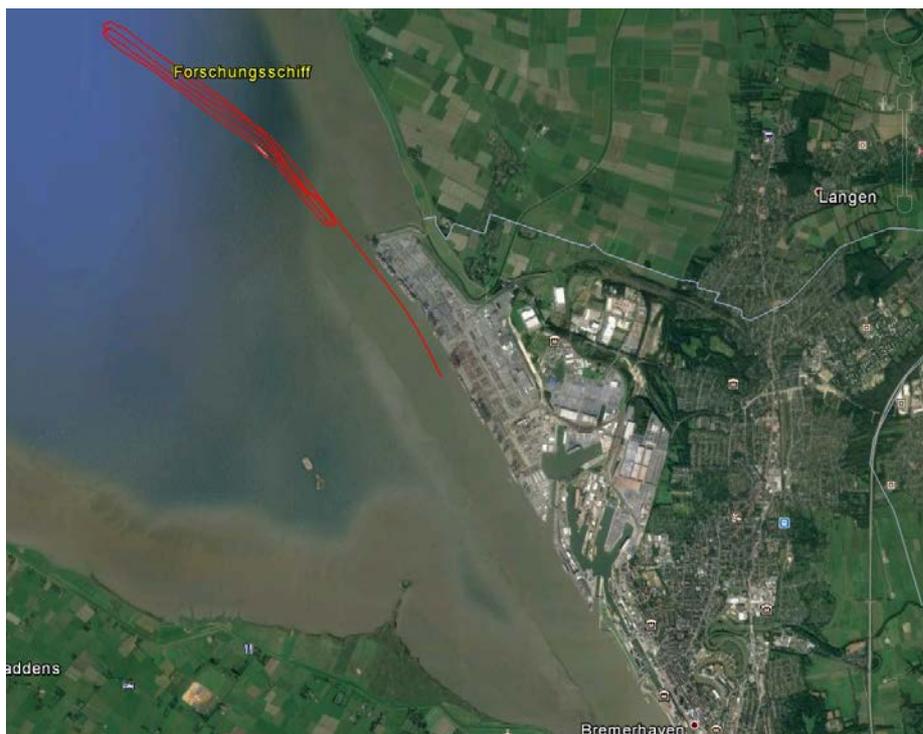


Abbildung 23: Fahrtroute eines Forschungsschiffes in der Weser von Bremerhaven Richtung Robbenplate (5.9.2016) (Kartendaten: Google, Image)

Fall 3 – Search und Rescue

Für diesen Fall hat die Besatzung des DGzRS Schiffes „Herman Rudolf Meyer“ die drei Drift-Dummies, ausgestattet mit vier verschiedenen S.A.R. Transponder, in dem definierten Demonstrationsgebiet ausgesetzt. Nach dem Aussetzen der Dummies erhielt das DGzRS Lagezentrum einen „Notruf“, über eine im Wasser treibende Person. Die Weitergabe des Notfalls über die RMSAS-Einsatzplanungs-Komponente erfolgte dann unmittelbar über das DGzRS, woraufhin der MASiMMI Nutzer eine Suchaktion einleitete, mit der Beauftrag der luftgestützten Dienste und dem DGzRS.

Analyse der Ergebnisse

Die folgenden Abbildungen zeigen die Routen der Dummies sowie der S.A.R. Schiffe, die sich im Demonstrationsgebiet zur Zeit der Kampagne befunden haben (blau=Herman Rudolf Meyer, gelb=Herman Marwede, orange=Theodor Storm, Abbildung 24). Die „Herman Marwede“ war nicht an der Suche beteiligt, sondern hat die Dummies an die „Herman Rudolf Meyer“ übergeben.

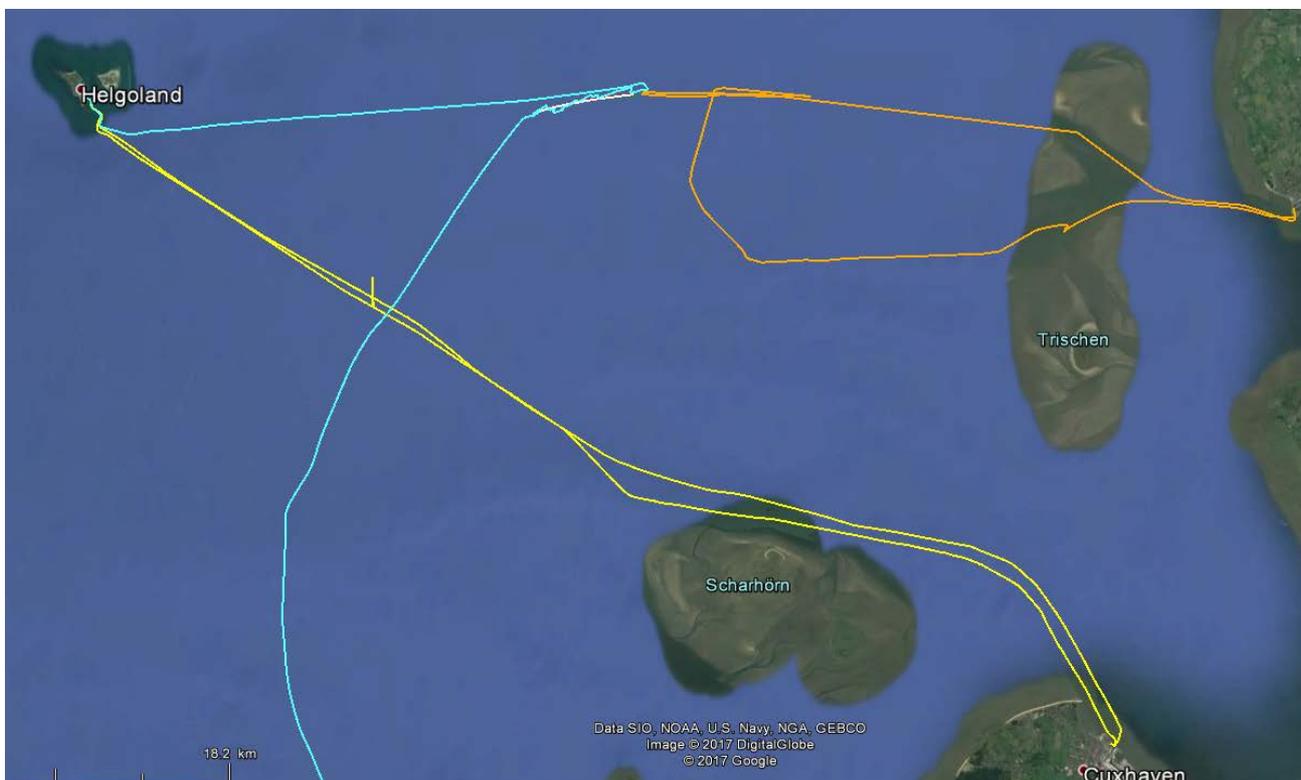


Abbildung 24: Routen der S.A.R. Schiffe und Dummies während der Kampagne (Kartendaten: Google, Image)

Abbildung 25 zeigt einen Ausschnitt der Abbildung 24, der die Drift-Routen der Dummies (rote, grüne und lila Linie) sowie die Route der „Herman Rudolf Meyer“ (blaue Linie). Nach dem Aussetzen der Dummies hat die „Herman Rudolf Meyer“ sich treiben lassen und die Dummies beobachtet.

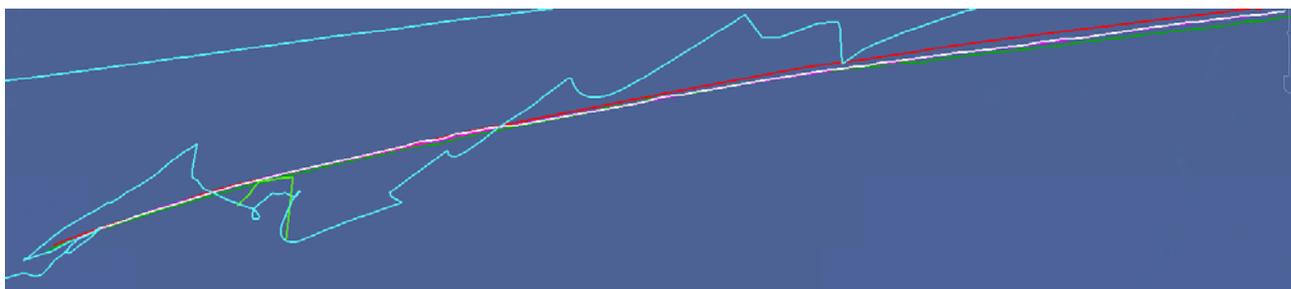


Abbildung 25: Vergrößert Ausschnitt der Abb. 25 – grüne Linie = Tochterboot der „Herman Rudolf Meyer“ (Kartendaten: Google, Image)

Die eigentliche Suchaufgabe übernahm die „Theodor Storm“, die von Büsum aus in Richtung des Suchgebiets gefahren ist (untere orange Route) und dann das Suchmuster abgefahren hat (Schleifen oberhalb der Rückfahrtroute, siehe Abbildung 26). Aufgrund der guten Wetter- und Seegangsbedingungen konnten die Dummies relativ schnell gefunden und geborgen werden, sobald sich das DGzRS Schiff in Sichtweite der Dummies befand.

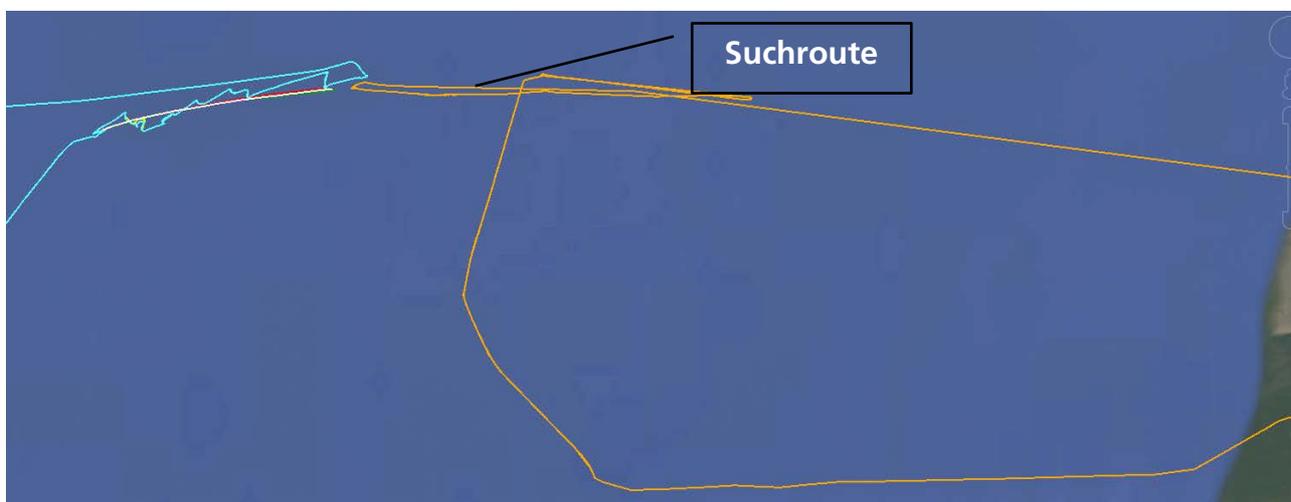


Abbildung 26: Routen der Drift-Dummies (links) und des Suchbootes „Theodor Storm“ (Kartendaten: Google, Image)

Die Routen der vier S.A.R. Transponder verliefen relativ dicht beieinander (siehe Abbildung 27). Zwei der Linien (rosa und lila) liegen nahezu übereinander, da sich zwei der Transponder auf dem neu entwickelten und vom DGzRS gebauten Dummy befanden. Dafür war der EasyONE SART von WeatherDock oberhalb des restlichen Dummies an einer Stange montiert. Die rote Linie entspricht der Route der kleinen Schwimmboje von Weatherdock und die grüne Linie stammt vom zusätzlichen DGzRS Dummy. Zum Ende der Kampagne, nach etwa 105 Minuten, betragen die Abstände zwischen den Routen etwa 25 Meter.

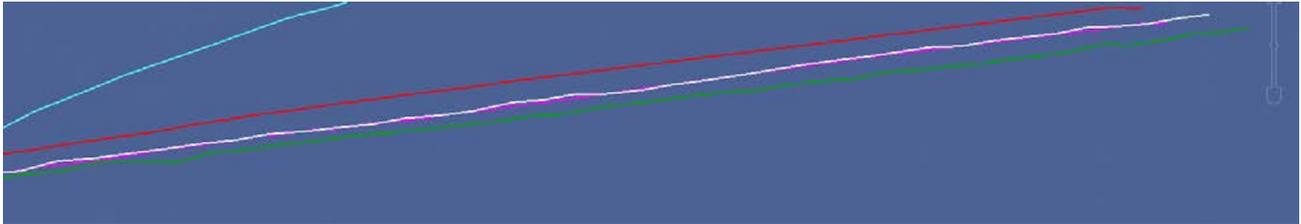


Abbildung 27: Routen der drei Drift-Dummies (rot=Schwimmboje, rosa und lila = alter DGzRS Dummy, grün= DGzRS Dummy)
(Kartendaten: Google, Image)

Eine Analyse der Daten ergab, dass für den gelber EasyRESCUE SART von WeatherDock im Mittel alle 20 Sekunden eine Positionsmeldung von den beiden luftgestützten Empfängern angenommen wurden. Bei dem roten SART (EasyONE) lag der Mittelwert bei 26 Sekunden, da es einen größeren Zeitraum gab, in dem keine Daten empfangen wurden. Neben den Positionsmeldungen werden von den S.A.R. Transpondern noch sicherheitsrelevante Nachrichten (Typ 14) mit einem größeren Zeitintervall gesendet, die Auskunft darüber geben, ob das Gerät im Testmodus oder im Echtbetrieb genutzt wird. Diese Information wurden von dem DLR RY SAR Dienst genutzt, um Testalarme von der Weiterleitung auszuschließen.

Während der Kampagne gab es für die beiden S.A.R. Transponder Sicherheitsmeldungen in der Zeitspanne zwischen 4 und 8 Minuten von der Flughardware. Die errechneten Intervallzeiten, ermittelt auf Basis der empfangenen Nachrichten, liegen über den Vorgaben laut Spezifikation (6-mal pro Minute für die Position, alle 4 Minuten für die Sicherheitsmeldung).

Das durchschnittlich errechnete Zeitintervall für den AIS Tracker auf dem DGzRS Dummy betrug 32 Sekunden. Von der Driftboje wurden sehr viel weniger Positionsmeldungen empfangen, sodass der Mittelwert für das Intervall bei 154 Sekunden lag. Die Geschwindigkeiten der drei Drift-Dummies variierten zwischen 0,4 Knoten und 2,7 Knoten und lag im Mittel bei ~1,5 Knoten.

Eignung der Sensorik

Eine Auslösung des DLR SAR_Dienstes erfolgte erst nach dem Einsatz der luftgestützten Dienste. Von den terrestrischen Empfängern gab es nur eine einzige Meldung von der Anlage auf Helgoland, zeitgleich nach dem sich die luftgestützte AIS Hardware über dem Untersuchungsgebiet befand, in einer Entfernung von ~13 Seemeilen. Laut Spezifikation des SAR Transponders können AIS Notfallmeldungen in einer Entfernung bis zu 10 Seemeilen empfangen werden. Die Station auf Helgoland hat darüber hinaus nur noch Positionsmeldungen von Klasse A Schiffen in einer Entfernung von ~30 Seemeilen empfangen. Hierbei handelt es sich um AIS meldepflichtige Schiffe der Berufsschiffahrt. Solche Schiffe haben in der Regel Sender, die mit einer höheren Sendeleistung (12.5 W) ausgestattet sind als SAR Transponder, die mit nur 2 Watt senden, analog zu den Klasse B Sendern für Freizeitboote. Alle weiteren terrestrischen Stationen haben keine Positionsmeldungen der SARTs empfangen, da die Stationen weiter entfernt waren.

Die Nutzung der Drift-Dummies mit AIS Trackern auf Basis der Versendung von Positionsmeldungen über die Frequenzen der maritimen Bänder, hat sich für die Optimierung der Search- und Rescue Aktivitäten als durchaus sinnvoll erwiesen, da die Transponder keine Alarme auf Schiffsbrücken produzieren, sie jedoch jederzeit durch die Nutzung der zusätzlichen Empfänger geortet werden konnten. Die zu Beginn des Projektes konzipierte Flughardware konnte kurz vor der Enddemonstration ohne großen Aufwand für den Empfang der Daten der AIS Tracker erweitert werden. Dieses galt auch für die temporäre Erweiterung des DLR RY AIS Bodenstationsnetzwerkes um die Empfänger auf dem Hoteldach in Cuxhaven.

Positiv war darüber hinaus auch die Nutzung des Drop Dummies für die Kennzeichnung des Verschmutzungsteppichs während der „Popcorn“ Kampagne. Ein Vergleich der BSH Driftvorhersage mit der aufgezeichneten Route des Drift-Dummies auf Basis der AIS Daten zeigte eine gute Übereinstimmung.

Echtzeitfähigkeit

Bei der Betrachtung der Echtzeitfähigkeit des DLR RY AIS-SART Dienstes betrug die Zeitspanne vom Empfang einer SAR Meldung bis zur Auslieferung der Daten an die RMSAS Schnittstelle um die 5 Sekunden. Der Verarbeitungsprozess umfasste folgende Kommunikationswege und Verarbeitungsschritte:

- Empfang des Signals von der Flugzeughardware
- Weiterleitung der Daten vom Flugzeug per Funkstrecke an die CAS Bodenstation
- Weiterleitung der Daten von der CAS Bodenstation zum Airbus Routing-Server
- Weiterleitung der Daten von Airbus zum DLR AIS Empfangsrechner (Bremen)
- Separation der empfangenen Rohdaten (AIS, ADS-B, maritimes Radar)
- Konvertierung der Daten
- Erkennung eines SART Events und
- Weiterleitung des Events ans RMSAS

Diese Zeitspanne könnte man sicherlich noch reduzieren, da die genutzten verschiedenen Übertragungswege, aufgrund der Demonstrationsbedingungen (Life Demo im Hotel, verschiedene Kommunikationswege, Funkstrecke, etc.) nicht optimal waren.

Eindeutigkeit

Ein exemplarischer Vergleich der verschiedenen Datenquellen untereinander zeigt die Notwendigkeit der Kombination möglichst vieler Datenquellen, um erstens ein allumfassendes Lagebild erstellen zu können und zweitens um die Identifikation der Eindeutigkeit zu erhöhen. Ausgewählt wurde hierzu ein Schiff, für das von möglichst vielen Empfängern (terrestrisch und luftgestützt) Daten vorlagen. Das Küsten-frachtschiffs (120m Länge, 22m Breite) fuhr oberhalb der Insel Scharnhörn östlich an Helgoland vorbei in Richtung Dänemark.

Die Abbildung 28 stellt die verschiedenen AIS Routen des Schiffes für die einzelnen Empfänger dar. Die weiße Linie zeigt den Verlauf der Fahrtroute, wenn alle Positionsmeldungen kombiniert werden. Bei Betrachtung der einzelnen Routen zeigen die Fahrtrouten für die Cuxhaven Empfänger (orange und gelbe Linie) einen anderen Verlauf haben, als bei der Kombination aller Empfänger (weiße Linie). Der untere Teil der beiden Routen (orange Linie liegt über der gelben) sind nahezu identisch, für den oberen Teil gibt es nur von einem Empfänger Datenpositionen.

Würde man ab dem ersten Knick nur die orange Linie als Routenverlauf nutzen, hätte das Schiff eine abweichende Fahrtroute zu der tatsächlichen gefahrenen. Die Abweichung an der breitesten Stelle zwischen den beiden Linien beträgt ~1,7 Seemeilen. Der Grund für die „andere Fahrtroute“ sind fehlende Positionsmeldungen von den terrestrischen Empfängern für einen längeren Zeitraum, in dem nur Daten von den luftgestützten Empfängern vorlagen. Die roten Punkte entsprechen den Positionen, an denen das maritime Radar ein Schiff identifiziert hat.

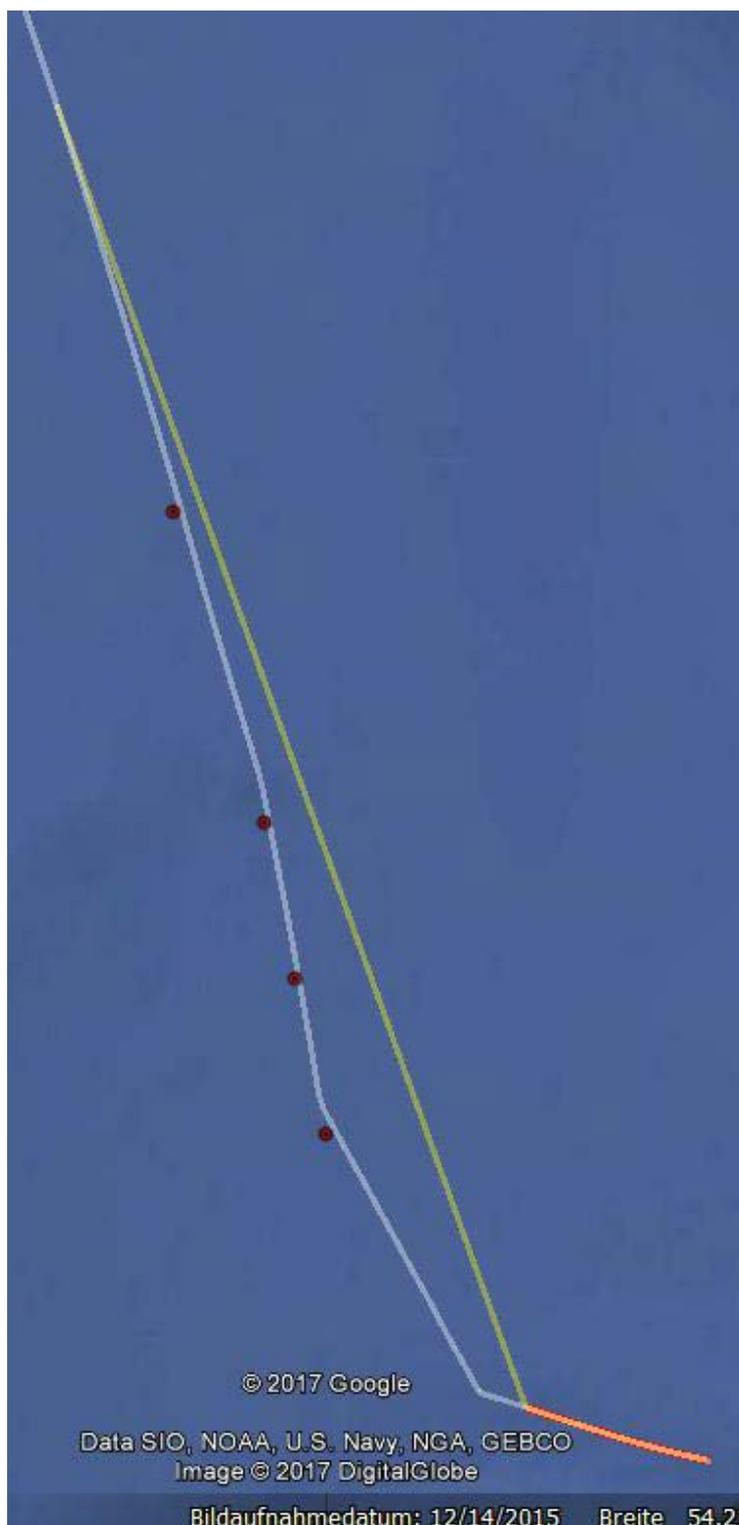


Abbildung 28: Fahrtroute eines Frachtschiffes (Kartendaten: Google, Image)

Erst eine Kombination aller empfangenen Positionsmeldungen gibt eine sehr viel genauere Fahrtroute des Schiffes. In dem gezeigten Beispiel wurden viele Positionsmeldungen entlang der weißen Route von mehreren Empfängern zeitgleich empfangen und somit konnten diese Positionen dann im DLR AIS-Lage Dienst mit einer von der Zuverlässigkeit höher eingestuft werden.

Lückenlosigkeit

Für das EMSec Projekt wurde das terrestrische DLR RY AIS Netzwerk um eine zusätzliche Station auf Helgoland sowie um zwei temporäre Empfänger auf dem Hoteldach in Cuxhaven ergänzt um den Empfangsbereich in Richtung Demonstrationsgebiet zu erweitern.

Während der Search und Rescue Kampagne (Fall 3), befanden sich in dem Zeitraum von 105 Minuten 1099 verschiedenen Schiffe in der Deutschen Bucht (aufgezeichnet vom DLR RY AIS Netzwerk). Die beiden zusätzlichen temporären Empfänger in Cuxhaven haben 40 Schiffe empfangen, die von den anderen terrestrischen Empfängern nicht „identifiziert“ wurden. Ein Vergleich der beiden Cuxhaven Empfänger untereinander ergab, dass diese nicht die gleichen Schiffe gesehen haben und Lücken vorhanden waren (fehlende Schiffe: 4 und 6). Die Helgoland Station hat 24% aller Schiffe in dem Zeitraum empfangen (siehe Abbildung 30).

Ein Vergleich der luftgestützten Empfangseinheit mit den terrestrischen Daten ergab eine Lücke von 134 Schiffen, die nur von den Empfängern im Flugzeug empfangen wurden. Insgesamt betrachten haben die terrestrischen Empfänger 84% aller Schiffe registriert. Weitere fünf Schiffe wurden nur von den beiden Cuxhaven Empfängern registriert.

Abbildung 29 stellt die prozentualen Anteile aller empfangenen Positionsmeldungen pro einzelnen Empfänger dar.

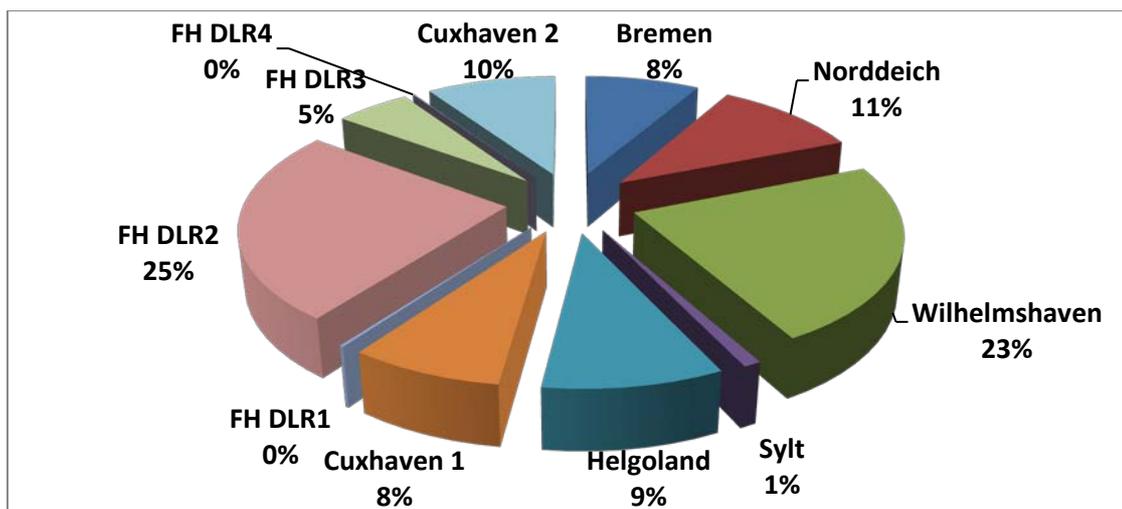


Abbildung 29: Verteilung der Positionsmeldungen pro Empfangseinheit

Die folgende Abbildung beinhaltet neben der Anzahl empfangener Schiffe pro Empfangsstation noch den Prozentanteil der Empfangseinheit (rote Prozentangaben) an der Summe aller Schiffe, die von allen Empfängern zusammen empfangen wurden. Der luftgestützte Empfänger (FH DLR2) hat fast $\frac{3}{4}$ aller Schiffe empfangen, wohingegen der FH DLR4 nur auf den Empfang der Daten von den zwei AIS Tracking Bojen eingestellt war. Die größte Reichweite aller terrestrischen Empfänger stellt die

Empfangseinheit in Wilhelmshaven dar. Bei der Empfangseinheit auf Sylt ist die Antenne aufgrund von Gebäuden etwas abgeschattet und empfängt daher weniger Schiffssignale.

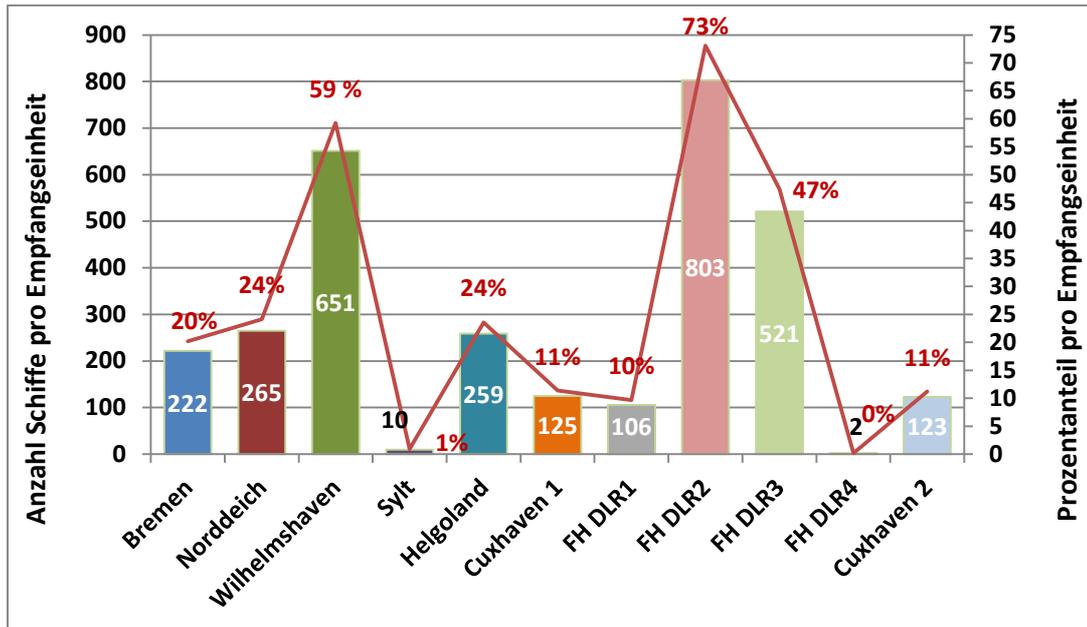


Abbildung 30: Verteilung der Anzahl Schiffe pro Empfangseinheit

Kombination von detektierten Objekten (Kamera) mit AIS Daten

An den Kampagnen nahm, neben dem maritimen Radar von Airbus DS Airborne Solutions, noch das Institut für Optische Sensorsysteme mit einer optischen Kamera teil. Diese lieferte während der Überflüge Bilder und detektierte Objekte mit den Angaben für deren Position, Länge und Breite. Im Rahmen der wissenschaftlichen Auswertung wurden hierzu exemplarisch 17 Objekte untersucht, ob sich zeitgleich zu den detektierten Objekten jeweils eine entsprechende AIS Positionsmeldung in der Nähe befand, bei dem die im AIS angegebene Größe des Schiffes in etwa den Längen und Breitenangaben entsprachen. Nachfolgend die Ergebnisse zu dem Vergleich der aufgezeichneten Daten vom zweiten Demonstrationstag.

- Für neun Objekte konnten AIS Positionsmeldungen in der Nähe identifiziert werden. Zwei der Objekte lagen direkt auf den Fahrtrouten eines Passagierschiffes und eines Seglers. Bei den restlichen sieben Objekten befanden sich AIS Meldungen in unmittelbarer Nähe, mit einem Abstand zwischen 2m und 12 m. Die Längen und Breitenangaben der optischen Daten weichen nur gering von den tatsächlichen Schiffsgrößen aus der Schiffsdatenbank ab. Lediglich beim Vergleich der Zeitstempel ergaben sich Unterschiede von unter 30 Sekunden.
- Für acht der Objekte war keine Zuordnung zu einem AIS detektiertem Schiff möglich, da sich keine entsprechenden AIS Meldungen in der näheren Umgebung befanden. Da die ermittelten Längen und Breitenangaben der Objekte eher kleiner waren, könnte es sich hierbei um nicht AIS ausrüstungspflichtige Schiffe handeln. Während der Kampagne waren die Objekte der optischen Kamera im Lagebild gesondert gekennzeichnet. Eine nähere Betrachtung der Bilder durch den Endnutzer ist hier notwendig, um nicht identifizierte Objekte, welches kleine Schiffe sein könnten, genauer zu betrachten und eventuell Maßnahmen zur Identifizierung einleiten zu können.

Ein Beispiel für solch ein nicht zuordenbares Objekt zeigt das folgende Bild, in dem sich zwei Objekte mit den Nummern 16 und 17 befinden. Für Objekt Nr. 16 gibt es keine Zuordnung (Maße: ~11,5m x ~4m), wohingegen das Objekt Nr. 17 einer AIS Positionsmeldung eines Schiff der Küstenwache zugeordnet werden konnte (Abbildung 32).



Abbildung 31: Bild der optischen Kamera mit zwei Objekten (links unten = 16, Mitte = 17)

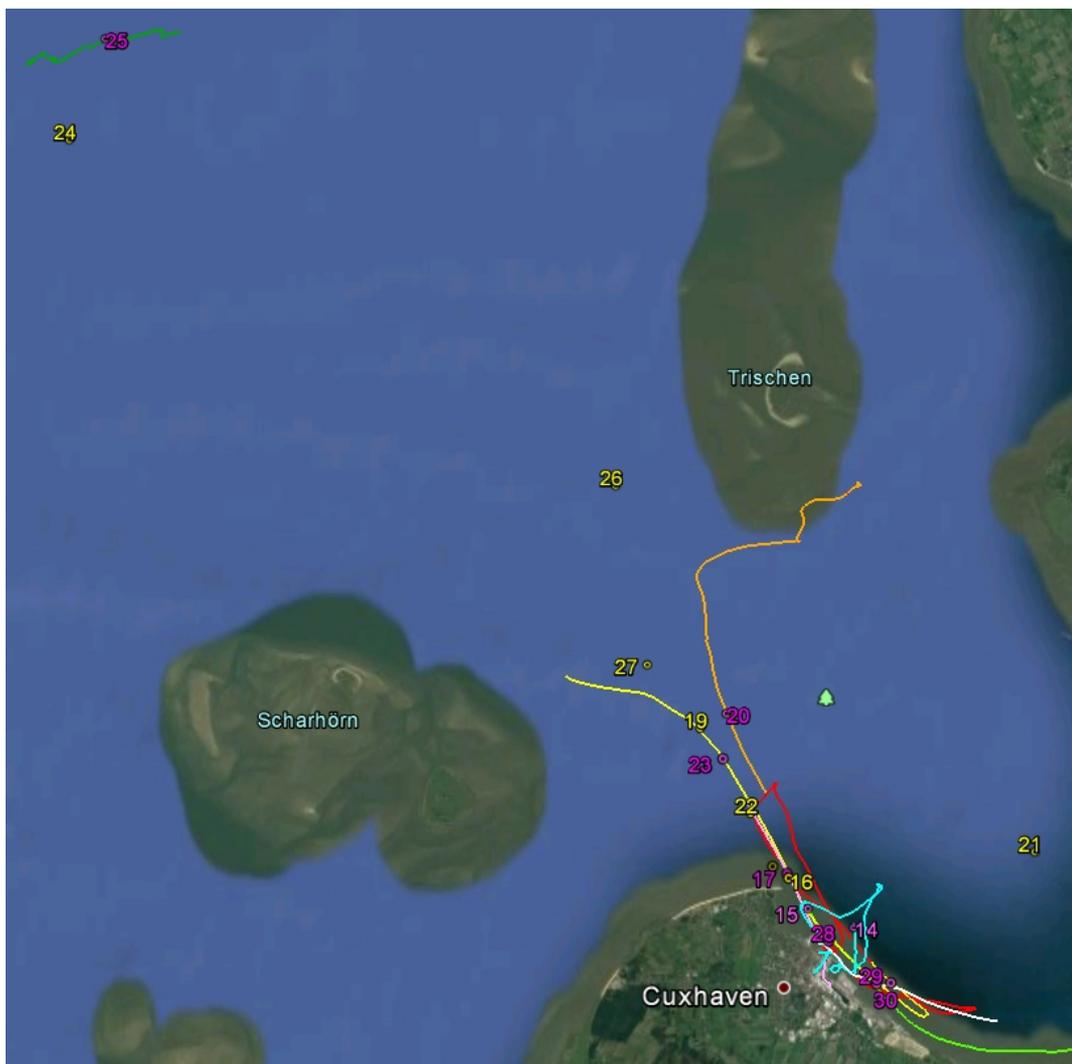


Abbildung 32: Kombination der optischen Objekte mit AIS (Kartendaten: Google, Image)

Abbildung 32 veranschaulicht die oben genannten Ergebnisse. Objekte, die nicht zugeordnet werden konnten sind gelb gekennzeichnet, wohin gegen die magentafarbenen Objekte AIS Positionsmeldungen zuzuordnen waren. Die verschiedenen Schiffsroutenfarben symbolisieren die verschiedenen Schiffstypen: Türkis = Passagierschiff, orange = Offshore Versorgungsschiff, gelb = Baggerschiff, hellgrün = Frachtschiff, weiß = Segelboot, dunkelgrün = SAR Schiff. Bei den Objekten 21 und 26 handelt es sich um Fischerboote.



Abbildung 33: Kombination der AIS Routen mit den detektierten Objekten der Kamera (Ausschnitt aus Abb. 23) (Kartendaten: Google, Image)

Neben der oberhalb der Grafik aufgeführten Farbdefinition entsprechen die roten Linien AIS Routen, für die keine entsprechende Zuordnung möglich war, die sich jedoch in der Nähe eines Objektes befanden.

2.2 VERÖFFENTLICHUNGEN DER ERGEBNISSE

Im Rahmen des Projektes wurden keine Veröffentlichungen nach Nr.11 eingereicht und auch keine gewerblichen Schutzrechte angemeldet. Im Folgenden wird eine Auswahl wissenschaftlicher Veröffentlichungen aufgelistet, welche während der Projektlaufzeit eingereicht wurden und einen thematischen Bezug zum Teilvorhaben aufweisen:

Masterarbeiten

Christian Otte, „Entwicklung und Implementierung eines AIS-Transceiver-Systems basierend auf einer Xilinx Zynq7000-Plattform“, Hochschule Bremen, 2015.

Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Jan Budroweit, “Software-defined radio with flexible RF front end for satellite maritime radio applications”. CEAS Space Journal, 8 (3), Seiten 201-213. DOI: 10.1007/s12567-016-0121-9, May 2016.

Philipp Hagel, Birgit Suhr: „Technologieerprobung zur qualitativen Untersuchung von AIS Signalen“. Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress (DLRK) der DGLR, 22. - 24. Sept. 2015, Rostock.

Otte, Christian: „Entwicklung eines AIS Transceivers für die Anwendung im Seefunk basierend auf einem Xilinx Zynq7000 SoC“. Deutsche Luft- und Raumfahrtkongress (DLRK), 09. - 13. Sept. 2016, Braunschweig.

Suhr, Birgit und Lange, Alexander-Thomas und Mohrs, Ruben: „Automatische Detektion von AIS Auffälligkeiten in naher Echtzeit“. Deutsche Luft- und Raumfahrtkongress (DLRK), 09. - 13. Sept. 2016, Braunschweig.

Suhr, Birgit und Heidecker, Ansgar und Jetzschmann, Michael: „AISat-1: Analysis Results“. Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress (DLRK) der DGLR, 22. - 24. Sept. 2015, Rostock.

Suhr, Birgit und Behrens, Jörg: “Maritime Surveillance from Space”. Space Tech EXPO Europe, 18. Nov. 2015, Bremen.

3 KURZBERICHT

Ziele des Teilvorhabens war die Entwicklung eines Demonstrator zur weiträumigen luftgestützten AIS (Automatic Identification System) sowie die Entwicklung von Software Modulen, die großflächig, räumlich und zeitlich hoch aufgelöste AIS Schiffsinformationen erfassen, analysieren und bereitstellen. Das DLR Institut für Raumfahrtssysteme liefert hiermit einen technischen und wissenschaftlichen Beitrag zu den globalen Herausforderungen, die im Rahmenprogramm des Bundes „Forschung für die zivile Sicherheit 2012-2017“ formuliert wurden. Die adressierten Programmziele sind der Schutz und die Rettung von Menschen sowie die Sicherung von Infrastrukturen.

Die im Rahmen des Teilvorhabens entwickelten Module (Hard- und Software) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Spezifikation und Entwicklung eines AIS Demonstrators, bestehend aus einem Flug- und Bodensegment, welcher einen konfigurierbaren, automatisierten Betrieb ermöglicht. Die Flughardware umfasst Empfangsmöglichkeiten von allen derzeit vorhandenen AIS Frequenzen (AIS1, AIS2, AIS3, AIS4, maritime Bänder).
- Entwicklung einer Prozesskette für eine terrestrische und weiträumige luftgestützte AIS Erfassen in naher Echtzeit vom Empfang der Signale bis zur nutzergerechten Aufbereitung der Daten.
- Umsetzung von Verfahren zur Optimierung der Rettungskette durch den Einsatz der luftgestützten Hardware, spezieller SAR Dienste und die Integration des DGzRS über die Einsatzplanungs-Komponente von Airbus DS. Für Search und Rescue Trainingsaspekte wurde ein spezieller Dummy in Zusammenarbeit mit dem DGzRS entwickelt sowie ein zusätzlicher AIS Transmitter eingesetzt, der auf speziellen maritimen Frequenzen Positionsmeldungen im AIS Format verschickt, die jedoch keine AIS Notfallmeldungen produziert und somit nicht die anderen Verkehrsteilnehmer stört.
- Implementation von ausgewählten Diensten zur Identifikation von Verhaltensanomalien im Seeverkehr (drastische Änderung des Kurses oder der Geschwindigkeit, Geschwindigkeiten > 25 Knoten, Monitoring von Schiffen, die eine „feste“ Route fahren und von dieser Abweichen) sowie deren Weiterleitung in naher Echtzeit an die Dienste-Schnittstelle des Projektpartners Airbus DS zur Unterstützung des Endnutzers im Havarie/Rettungsfall oder bei kriminellen Handlungen.
- Implementation eines AIS Lage Dienstes, der in naher Echtzeit permanent die aktuellen Schiffposition mit Zusatzinformationen aus der Schiffsdatenbank und Qualitätsmerkmalen hinsichtlich der Eindeutigkeit versieht. Hierzu werden die Positionsdaten der verschiedenen Quellen (AIS terrestrisch und luftgestützt, Objekte vom maritimen Radar), kombiniert und abgeglichen.
- Sämtliche AIS Dienste-Module verfügen über einen Simulationsmodus, der es ermöglicht, jederzeit auf Basis von historischen Positionsmeldungen, die entsprechenden Daten aufbereitet und der Dienste-Schnittstelle bereitstellt.

- Implementation einer Schiffsdatenbank unter Nutzung von Zusatzinformationen aus der ITU-MARS Datenbank.
- Entwicklung von Software-Modulen zur Generierung von Schiffsdichte- und Routenkarten.

Alle oben beschriebenen Module wurden im Rahmen einer großen Validierungskampagne zum Ende des Projektes hin validiert. Hierzu wurde vorab ein Validierungskonzept anhand von vier Fallbeispielen erarbeitet, die dann an mehreren Tagen im Rahmen von Kampagnen umgesetzt wurden.

Folgenden Ergebnisse können zusammengefasst werden:

- Die verschiedenen Anomalie-Dienste haben entsprechend ihrer Vorgaben (Fähre weicht von der Route ab, Identifikation von Schiffen mit großen Kurs- und Geschwindigkeitsänderungen) in naher Echtzeit entsprechende Alarme ausgelöst. Dieses gilt ebenso für die Auslösung von Search und Rescue Alarme.
- Eine Integration des DGzRS über die Einsatzplanungskomponente konnte erfolgreich demonstriert werden.
- Durch die Erweiterung, über die Standard AIS Frequenzen (AIS1 & AIS2) hinaus, war die Flughardware in der Lage Satelliten AIS Signale zu empfangen. Somit konnten auch von solchen Schiffen Signale empfangen werden, die mit neueren AIS Transceivern ausgestattet sind, die außerhalb der Küstenempfangsstationen auf den AIS3 und AIS4 Frequenzen ihre Position versenden.
- Erst durch den Einsatz der luftgestützten Hardware war ein Empfang der AIS SART Meldungen während der Enddemonstration möglich, da die Reichweiten solcher SARTs aufgrund ihrer Sendeleistung begrenzt sind, das Demonstrationsgebiet zu weit von der Küste entfernt lag und somit die AIS Bodenstationen keine SART Signale empfangen haben.
- Aufgrund der existierenden Simulationsfunktionalität der Dienste konnten für Testzwecke jederzeit Daten generiert und die Schnittstellen getestet werden.
- Nutzung eines AIS Trackers zur Kennzeichnung eines Verschmutzungsteppichs sowie die Nutzung der aufgezeichneten Daten für die Verifikation von Driftvorhersagen.

Die entwickelten Maßnahmen des Verbundes wurden den assoziierten Partnern (Bundespolizei See, Wasserschutzpolizei und der Deutsche Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger (DGzRS) im Rahmen eines internen Workshop vorgestellt und diskutiert sowie in den verschiedenen Kampagnen während der Validierungskampagne erfolgreich demonstriert. Die erzielten Ergebnisse können nun für weitergehende Forschungsaktivitäten in zukünftigen Projekten genutzt werden.

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel <b style="text-align: center;">EMSec - Echtzeitdienste für die Maritime Sicherheit - Security <b style="text-align: center;">Teilvorhaben: Weiträumige luftgestützte AIS Erfassung	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Suhr, Birgit	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.12.2016
	6. Veröffentlichungsdatum 30.06.2017
	7. Form der Publikation Schlussbericht
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. Institut für Raumfahrtssysteme Robert-Hooke-Straße 7 28359 Bremen	9. Ber. Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen 13N12745
	11. Seitenzahl 42
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. Literaturangaben
	14. Tabellen 1
	15. Abbildungen 33
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)	
18. Kurzfassung Ziele des Teilvorhabens war die Entwicklung eines Demonstrator zur weiträumigen luftgestützten AIS (Automatic Identification System) sowie die Entwicklung von Software Modulen, die großflächig, räumlich und zeitlich hoch aufgelöste AIS Schiffsinformationen erfassen, analysieren und bereitstellen. Die im Rahmen des Teilvorhabens entwickelten Module (Hard- und Software) lassen sich wie folgt zusammenfassen: <ul style="list-style-type: none"> • Spezifikation und Entwicklung eines AIS Demonstrators, bestehend aus einem Flug- und Bodensegment, welcher einen konfigurierbaren, automatisierten Betrieb ermöglicht. • Entwicklung einer Prozesskette für eine terrestrische und weiträumige luftgestützte AIS Erfassen in naher Echtzeit • Umsetzung von Verfahren zur Optimierung der Rettungskette durch den Einsatz der luftgestützten Hardware, spezieller SAR Dienste und die Integration des DGzRS über die Einsatzplanungs-Komponente • Implementation von ausgewählten Diensten zur Identifikation von Verhaltensanomalien • Implementation einer Schiffsdatenbank Die entwickelten Maßnahmen des Verbundes wurden den assoziierten Partnern (Bundespolizei See, Wasserschutzpolizei und der Deutsche Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger (DGzRS) im Rahmen eines internen Workshop vorgestellt und diskutiert sowie in den verschiedenen Kampagnen während der Enddemonstration erfolgreich demonstriert.	
19. Schlagwörter Maritime Sicherheit, Seemonitoring, Lagebild, AIS, luftgestützte Dienste, AIS-SART	
20. Verlag	21. Preis