

Schlussbericht zum Verbundprojekt

„Einsatzunterstützungssystem für Feuerwehren zur Gefahrenbekämpfung an Bord von Seeschiffen“ EFAS

Teilvorhaben: Informations- und Kommunikationssystem für Hafenfeuerwehren
(FKZ: 13N14058)

Fördergeber:



Projektträger:



Projektlaufzeit:

01. 09. 2016 – 30. 11. 2019

Zuwendungsempfänger:

Institut für Sicherheitstechnik / Schiffssicherheit e.V.
Friedrich Barnewitz- Str. 4c
18119 Rostock Warnemünde
www.schiffssicherheit.de

Inhalt

Abschnitt I – Ziele, Voraussetzungen und Herangehensweise	3
1. Hintergrund und Aufgabenstellung.....	3
2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	4
3. Planung und Ablauf des Vorhabens, Zusammenarbeit	4
3.1 Konsortium	4
3.2 Projektplanung und Projektablauf - inhaltlich	5
3.3 Zusammenarbeit – Partner- und Arbeitstreffen, Workshops, Veranstaltungen.....	7
4. Stand von Wissenschaft und Technik zu Projektbeginn bezogen auf das Teilprojekt	8
Abschnitt II – Eingehende Darstellung der Projektarbeiten und -ergebnisse	11
AP 1 - Analyse des Nutzungskontextes	11
Analyse von Schiffshavarien	11
Szenarien	15
AP 2 Technologien zur Gefahrenbekämpfung	20
Informationen zur Unfallbekämpfung an Bord -Handbuch für Feuerwehren	20
Handlungsempfehlungen	24
AP 3 – Aus- und Weiterbildung zur Gefahrenbekämpfung	30
Analyse derzeitiger Ausbildungsinhalte	30
Decksmodell	32
LNG-Bunker-Simulation.....	36
AP 4 – Untersuchungen und Feldtests	39
Konzipierung der Szenarien und Versuche	39
Abschlussübung.....	40
AP 5 – Begleitforschung	47
Leistungsgrenzbereiche des menschlichen Körpers bei unterschiedlichen Umgebungs- /Umweltbedingungen in Bezug auf Feuerwehr-Szenarien bei der Schiffsbrandbekämpfung.....	47
Schadstoffe – Gefahrgüter, giftige Stoffe, Brandgase	49
Sensorik in / an der Einsatzkleidung.....	52
Messwertdarstellung – Sensor-Werte-Pfad	55
Zusammenfassung.....	57
Anlagen.....	58

Abschnitt I – Ziele, Voraussetzungen und Herangehensweise

1. Hintergrund und Aufgabenstellung

Das Gesamtvorhaben „EFAS“ (Einsatzunterstützungssystem für Feuerwehren zur Gefahrenbekämpfung an Bord von Seeschiffen) wurde im Themenfeld „Zivile Sicherheit – Innovative Rettungs- und Sicherheitssysteme“ im Rahmen des Programms „Forschung für die zivile Sicherheit 2012-2017“ der Bundesregierung durchgeführt. Im Fokus des Projektes stand die Erhöhung der Sicherheit und Effektivität von Feuerwehrkräften bei der Gefahrenbekämpfung an Bord von Seeschiffen in Häfen durch den Einsatz technologischer Neuentwicklungen sowie bessere vorbereitende Qualifikation.

Anders als bei Havarien auf See werden bei Havarien von Schiffen in Häfen die landseitigen Feuerwehren eingesetzt. Diese Einsatzkräfte besitzen jedoch nur eine geringe schiffahrtsspezifische Ausbildung. Zudem ist eine Übertragung von landseitigen Unterstützungsmaßnahmen und -systemen auf die schiffsseitige Gefahrenbekämpfung nur bedingt möglich. Durch schiffsspezifische Besonderheiten (bspw. Gefahrgüter), entsteht ein erhöhtes Risiko für die Einsatzkräfte. Eine sichere Gefahrenbekämpfung ist jedoch nicht nur für die Einsatzkräfte, sondern darüber hinaus auch für bewohntes Umland, die Umwelt und infrastrukturelle Einrichtungen von hoher Bedeutung.

Im Verbundprojekt sollte ein innovatives Gesamtkonzept mit folgenden Einzelkomponenten entwickelt werden:

- LTE-System zur Datenübertragung aus dem Schiff heraus;
- Systeme zur Ortung von Feuerwehrleuten im Einsatz;
- ein Lagedarstellungssystem mit einem Entscheidungsunterstützungsmodul für die Einsatzzentrale,
- ein Informations- und Kommunikationssystem;
- innovative Schutzkleidung mit Sensorik zur Datenübertragung an die Einsatzzentrale
- Lehrmaterialien zur Qualifikation der Einsatzkräfte für den Einsatz an Bord

Innerhalb des Teilvorhabens sollten zunächst die schiffsspezifischen Besonderheiten, die während einer Brand- und Gefahrstoffbekämpfung relevant sind, erfasst und aufgearbeitet und diese Informationen den zuständigen Land- und Hafenfeuerwehren für die möglichst intuitive und einfache Nutzung zur Verfügung gestellt werden. Diese schiffsspezifischen Besonderheiten umfassen konstruktive sowie sicherheitstechnische und organisatorische Faktoren, die sowohl für einen effektiven Einsatz an Bord als auch für die Sicherheit der beteiligten Feuerwehrleute von entscheidender Bedeutung sind. Zudem sollten Lehrmaterialien erarbeitet werden, die es ermöglichen, die Feuerwehren bereits im Vorfeld eines Einsatzes auf die Bedingungen an Bord vorzubereiten.

Die im Teilprojekt erarbeiteten Ergebnisse sollten in verschiedenen Szenarien gemeinsam mit den Komponenten der anderen Teilprojekte evaluiert und ggf. optimiert werden. Ein wesentlicher Aufgabenbereich des ISV bestand dabei in der Planung und Durchführung der verschiedenen Übungsszenarien.

2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Institut für Sicherheitstechnik / Schiffssicherheit e.V. (ISV) ist ein gemeinnütziger Verein mit dem Satzungszweck der Verbesserung der Schiffssicherheit. Mit diesem Ziel betreibt das ISV Forschung zu den verschiedensten Aspekten der Sicherheit an Bord und auf See. Die ca. 10 fest angestellten Mitarbeiter des Institutes sind Spezialisten aus den Bereichen Nautik, Schiffsbetriebstechnik, Seerecht, Naturwissenschaften und Elektrotechnik. Seit 1992 wurden mehr als 47 Forschungsprojekte bearbeitet. Zudem führt das Institut Weiterbildungskurse als berufliche Qualifizierungsmaßnahmen für maritimes Personal durch. Diese Lehrgänge dienen im Wesentlichen dem Arbeits- und Gesundheitsschutz auf Seeschiffen sowie dem Notfallmanagement in Havariesituationen. Sie sind durch staatliche Behörden zertifiziert. Um einen hohen Standard der Lehrgänge zu gewährleisten, hat das Institut ein breites Netzwerk von ca. 40 Experten, die als Honorarkräfte je nach gefordertem Fachgebiet angefragt werden können. Circa 600 Lehrgangsteilnehmer im Jahr sorgen für einen stetigen Kontakt zur Praxis und die Kenntnis der Herausforderungen in der maritimen Branche.

Die Frage der Schiffsbrandbekämpfung stand von Beginn an im Fokus der Arbeiten am Institut. Entsprechend bestehen sehr gute Kontakte zu den landseitigen Feuerwehren, insbesondere in Rostock und Hamburg, sowie zum Havariekommando, welches bei einer Schiffshavarie die verschiedenen Brandbekämpfungseinheiten koordiniert.

Durch die vielfältigen Kontakte zu Reedereien, Hafenbetreibergesellschaften und Behörden hat das ISV die Möglichkeit, Übungen real an Bord von Schiffen bzw. in Hafenanlagen zu organisieren und durchzuführen, um entwickelte Forschungsergebnisse zu testen.

Durch die parallel laufenden Tätigkeitsfelder Forschung und Weiterbildung ist das ISV in der besonderen Lage, einerseits früh sicherheitstechnische Probleme in der Seefahrt zu erkennen und andererseits neue Forschungsergebnisse schnell an die Schiffsbesatzungen weiterzugeben.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens, Zusammenarbeit

3.1 Konsortium

Das Verbundprojekt wurde gemeinsam mit folgenden Projektpartnern bearbeitet:

- Fraunhofer FKIE, Wachtberg (Koordination)
- ATS Elektronik GmbH, Wunstorf
- Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf
- MARSIG GmbH, Rostock
- S-GARD Schutzkleidung Hubert Schmitz GmbH, Heinsberg

Als assoziierte Partner waren beteiligt:

- Feuerwehr Wilhelmshaven
- Hafen- und Seemannsamt Rostock
- Verband Deutscher Reeder
- E.R. Schifffahrt GmbH & Co KG

Projekträger

VDI Technologiezentrum GmbH

3.2 Projektplanung und Projektablauf - inhaltlich

Die Aufgabenplanung des Verbundvorhabens war in insgesamt 5 Arbeitspaketen festgelegt. Das ISV hat dabei in seinem Teilprojekt in allen fünf Arbeitspaketen Unterarbeitspakete bearbeitet.

<p>AP 1</p>	<p>Analyse des Nutzungskontexts / Identifizierung der Anforderungen</p> <p><i>1.1 Spezifizierung des Nutzungskontextes</i> Als Basis für die Erfassung des Nutzungskontextes wurde eine umfassende Analyse von bisher in Häfen weltweit geschehenen Havarien durchgeführt. Dafür wurden Berichte in den Medien, vor allem aber offizielle Unfallberichte der in den betroffenen Ländern zuständigen Behörden über den Zeitraum der vergangenen 15 Jahre ausgewertet. Verschiedene Auswertekriterien wurden erarbeitet, u.a. Art des Unfalls, Art der Beteiligung durch die Feuerwehren oder andere Hilfskräfte, entstandene Schäden, ggf. betroffene Personen, lessons learnt.</p> <p><i>1.10 Auswahl, Abgrenzung und Beschreibung der Szenarien</i> Aus der Analyse ergab sich, welche Unfalltypen besonders häufig auftreten und was typische Gefährdungen für die Einsatzkräfte bei diesen Unfalltypen sind. Dabei wurde der Fokus auf die Besonderheiten an Bord gelegt, die sich für die Einsatzkräfte anders darstellen, als sie es von ihren Landeinsätzen gewohnt sind. Diese Gefahren wurden strukturiert erfasst und priorisiert, um für die weitere Projektbearbeitung relevante Szenarien festlegen zu können.</p>
<p>AP 2</p>	<p>Technologien zur Gefahrenbekämpfung</p> <p><i>2.3.1 Erfassung und Aufarbeitung schiffsspezifischer Brandbekämpfungssysteme</i> Ziel des Projektes EFAS war es, den Hafen- bzw. Landfeuerwehren die für die Unfallbekämpfung an Bord wichtigen Informationen in einer verständlich aufbereiteten Form zur Verfügung zu stellen. Ein wesentlicher Bestandteil dieser Informationen ist z.B., welche Löschanlagen an Bord vorhanden sind und wie diese ggf. mit in die Brandbekämpfung integriert werden können. Die an Bord vorhandene Lösch- und Sicherheitstechnik ist, je nach Schiffstyp, unterschiedlich. Dies wurde für alle Schiffstypen (Containerschiff, Öltankschiff, Gastankschiff, Massengutfrachter, RORO-Schiff, Kreuzfahrtschiff,...) gesondert aufgearbeitet. Es gibt verschiedene internationale Regelungen, die vorschreiben, wie welches Schiff ausgerüstet sein muss. Diese Aspekte wurden erfasst und übersichtlich in das im Projekt entstandene „Handbuch für Feuerwehren“ integriert.</p> <p><i>2.3.2 Erfassung und Aufarbeitung schiffsspezifischer Sicherheitssysteme</i> Neben den Löschanlagen spielen weitere Faktoren an Bord eine wichtige Rolle für die Brandbekämpfung. So kann z.B. eine CO₂-Gaslöschanlage nur funktionieren, wenn der betroffene Raum komplett verschlossen ist (Verschlusszustand). Man muss wissen, wie das erreicht werden kann (automatisches bzw. manuelles Schließen von Schotten und Luken), Ventilations- und Lüftungssysteme müssen entsprechend abgeschaltet werden. Oft ist eine Havarie mit einem Stromausfall verbunden. Dann ist es wichtig, zu wissen, welche sicherheitsrelevanten System an Bord wie lange noch mit Notstrom versorgt werden. Diese</p>

	<p>Informationen wurden erfasst und übersichtlich in das im Projekt entstandene „Handbuch für Feuerwehren“ integriert.</p> <p><i>2.4.1 Einteilung von Brandzonen und Brandlasten</i> In AP 2.4.1 ging es darum, den Einsatzkräften mehr Informationen zu den einzelnen Bereichen an Bord zu geben. Welche Brandlasten sind wo zu erwarten? Wo werden Gefahrstoffe an Bord aufbewahrt? Wo befinden sich gefährliche Anlagen (z.B. große rotierende Teile)? Diese Aspekte wurden spezifisch für die einzelnen Schiffstypen erfasst und übersichtlich in das im Projekt entstandene „Handbuch für Feuerwehren“ integriert.</p> <p><i>2.4.2 Analyse und Integration alternativer Schiffsbrennstoffe</i> Mit der Einführung alternativer Brennstoffe werden die möglichen Szenarien bei einer Havarie noch komplexer. Viele Schiffe werden in der Zukunft mit so genannten Dual-Fuel Motoren ausgerüstet sein, die sowohl mit LNG als auch mit Diesel o.ä. betrieben werden können. In der Regel befinden sich dann auch beide Treibstoffarten an Bord. Havariekonzepte müssen entsprechend angepasst werden. Eine vergleichende Darstellung konventioneller und alternativer Schiffsbrennstoffe wurde in das im Projekt entstandene „Handbuch für Feuerwehren“ aufgenommen.</p> <p><i>2.4.3 Ermittlung und Bewertung von Parametern</i> In AP 2.4.3 wurden alle erfassten Parameter zueinander in Beziehung gesetzt und die gegenseitigen Beziehungen beschrieben. Es wurde festgelegt, welche dieser Faktoren in ein Entscheidungsunterstützungssystem einfließen sollten und können. Letzteres hängt u.a. davon ab, ob und wie diese Parameter schnell erfasst und an ein EUS weitergeleitet werden können. Es erfolgte eine entsprechende Zuarbeit an die MARSIG GmbH.</p> <p><i>2.4.4 Erarbeitung von Handlungsempfehlungen</i> <i>2.4.5 Algorithmen zur Entscheidungsunterstützung</i> In AP 2.4.4 wurden verschiedene Brandszenarien entwickelt und deren Bekämpfung als Handlungsempfehlung entwickelt. Dabei waren die in AP 2.4.3 erarbeiteten Faktoren zu berücksichtigen. Hier ergab sich eine direkte Überleitung zu AP 2.4.5, in dem in enger Zusammenarbeit mit MARSIG die Verknüpfung von Algorithmen, Handlungsempfehlungen und Benutzeroberfläche erfolgte. Dabei war es wichtig, Reihenfolgen für Handlungen festzulegen oder bestimmte Zeitfenster zu definieren, in der manche Handlungen vollzogen werden sollten, um noch sinnvoll wirken zu können.</p>
<p>AP 3</p>	<p>Aus- und Weiterbildung zur Gefahrenbekämpfung</p> <p><i>3.1. Analyse derzeitiger Ausbildungsinhalte</i> In AP 3 ging es darum, die Qualifikation von Land- und Hafenfeuerwehren für den Spezialfall Schiffsbrandbekämpfung zu verbessern. Dafür wurden zunächst die derzeit üblichen Trainings- und Weiterbildungsmaßnahmen analysiert sowie erfasst, welche Qualifikationsmaßnahmen aus Sicht der Feuerwehren besonders wünschenswert wären. Im Ergebnis entstand eine Agenda mit priorisierten Empfehlungen für die zukünftigen Weiterbildungskurse und Qualifizierungsmaßnahmen.</p>

	<p><i>3.2 Entwicklung eines erweiterten Aus- und Weiterbildungskonzeptes</i></p> <p>Für diese Trainingsmaßnahmen wurden spezifische, möglichst anschauliche Lehrmaterialien erarbeitet. Die assoziierten Partner, insbesondere die Berufsfeuerwehren in Wilhelmshaven, Hamburg und Rostock waren stark in dieses AP integriert, um deren Trainingsbedarf und die Trainingsmöglichkeiten konkret zu berücksichtigen.</p>
AP 4	<p>Untersuchungen und Feldtests</p> <p><i>4.1 Einsatzszenarien, Schwerpunkt Brandcontainer</i> <i>4.2 Einsatzszenarien, Schwerpunkt Schiff</i> <i>4.3 Einsatzszenarien, Schwerpunkt Hafen</i></p> <p>AP 4 fokussierte sich auf die Planung, Durchführung und Auswertung von Tests und Übungen zur Evaluation der Ergebnisse. Dabei wurden für verschiedene Übungsumgebungen (Brandcontainer, Schiff, Hafen) Szenarien und Abläufe festgelegt (z.B. was brennt, wieviel Einsatzkräfte sind involviert, was soll wo gemessen werden). Die Evaluationsumgebungen wurden organisiert und entsprechend präpariert sowie beteiligte Einsatzkräfte gebrieft. Die erfassten Messgrößen und der Verlauf der Übungen wurden in Bezug auf verschiedene Faktoren ausgewertet und aus den Ergebnissen weitere Verbesserungen und Optimierungen abgeleitet.</p>
AP 5	<p>Begleitforschung</p> <p><i>5.4 Betrachtung zukünftiger Gefahrenlagen</i></p> <p>In AP 5.4 wurde analysiert, wie sich die Schifffahrt und die Schnittstelle Schiff/Hafen in den nächsten 20 Jahren entwickeln werden, insbesondere im Hinblick auf neue Antriebskonzepte und den damit verbundenen alternativen Kraftstoffen. Daraus wurde abgeleitet, welche möglichen neuen Gefahren entstehen können und inwieweit man bereits in naher Zukunft mit entsprechenden Abwehrmaßnahmen, sowohl technischer als auch organisatorischer Art, beginnen sollte.</p> <p><i>5.5. Empfehlungen für ausrüstungstechnische Weiterentwicklungen</i></p> <p>In AP 5.5 wurden, unter Einbeziehung der Versuchsergebnisse aus AP 4, Empfehlungen erarbeitet, inwieweit die im Projekt entwickelten Systeme oder Maßnahmen für die weitere Arbeit der Feuerwehren empfehlenswert sind. Dafür wurde untersucht, welche Grenzparameter (Temperaturen, Druck, Gefahrstoffkonzentrationen) in Entscheidungsunterstützungssystemen bzw. in intelligenter Kleidung eingestellt werden sollten, um eine sichere Umgebung für Einsatzkräfte zu garantieren.</p>

3.3 Zusammenarbeit – Partner- und Arbeitstreffen, Workshops, Veranstaltungen

Bei der Projektarbeit war über den gesamten Projektverlauf eine enge Zusammenarbeit zwischen den Projektpartnern, assoziierten Partnern, Unterauftragnehmern sowie dem Projektträger notwendig. Entsprechend fanden regelmäßig Projekt- und Arbeitstreffen statt (Tabelle 1).

Wann	Was
28. 09. 2016	Kick-off-Veranstaltung in Rostock Vorstellung des Projektes und der beteiligten Partner, Abstimmung erster Arbeiten
25./26.10.2016	Auftaktveranstaltung des BMBF „Innovative Rettungs- und Sicherheitssysteme“ innerhalb des Sicherheitsforschungsprogramms, Berlin
01./02. 11. 2016	Interview mit verschiedenen Mitarbeitern der Feuerwehr Wilhelmshaven, Gespräch mit der Werksfeuerwehr des Ölterminals
9./10. 11. 2016	Workshop aller Projektpartner mit der Feuerwehr Wilhelmshaven in Wilhelmshaven, Besichtigung des Brandcontainers und des Schiffes „Mellum“
02. 03. 2017	Interview mit E.R. Schifffahrt in Hamburg über Havarien an Bord und die an Bord üblichen Bekämpfungsmethoden sowie die Zusammenarbeit mit landseitigen Feuerwehren
24./26. 04. 2017	Partnertreffen in Denkendorf am Institut für Textil- und Verfahrenstechnik
02. 08. 2017	Interview mit der Feuerwehr Rostock über die Qualifizierung der FW-Leute in Bezug auf Einsätze an Bord, Zusammenarbeit mit dem Havariekommando
17./18.10.2017	Partnertreffen bei ATS in Wunstorf
14. 02. 2018	Interview mit der Feuerwehr Hamburg über die Qualifizierung der FW-Leute in Bezug auf Einsätze an Bord, Zusammenarbeit mit dem Havariekommando
27./28. 02. 2018	Meilensteintreffen bei FKIE in Wachtberg
19./20. 06. 2018	Teilnahme am BMBF Innovationsforum in Berlin
06. 09. 2018	Besuch der SMM Hamburg, Treffen mit Herstellern von Feuerwehrbekleidung und Löschsystemen
26./27. 09. 2018	Partnertreffen bei S-Gard in Heinsberg
06./07. 11. 2018	Teilnahme Seeschiffsicherheitskonferenz, Berlin
26. 03. 2019	Partnertreffen auf dem Traditionsschiff in Rostock, erste Besichtigung zur Vorbereitung der Abschlussübung
23. 04.2019	Interview mit dem Hafenkaptän Rostock zu sinnvollen Übungsszenarien und die Rolle des Hafens bei Havarien an Bord
03. 09. 2019	Workshop mit der Feuerwehr Rostock zur Vorbereitung der Abschlussübung
23./24. 09. 2019	Abschlussübung auf dem Traditionsschiff in Rostock mit Beteiligung aller Partner und der assoziierten Partner sowie der Feuerwehr Rostock
13./14. 11. 2019	Abschlussveranstaltung in Esslingen, Präsentation der Ergebnisse

Tabelle 1: Partnertreffen, Arbeitstreffen, Workshops und Übungen mit Beteiligung des ISV während der Projektlaufzeit

4. Stand von Wissenschaft und Technik zu Projektbeginn bezogen auf das Teilprojekt

Zu Beginn des Teilprojektes 2016 gab es in Deutschland erste Initiativen, Rettungskräfte und Feuerwehren bei ihren Einsätzen zu unterstützen, indem man ihnen einsatzrelevante Informationen

zur Verfügung stellt. Dazu gehörte z.B. das System GeoFES [1], das Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben unterstützen soll. Dabei stellt diese Software vor allem geografische Daten zur Verfügung, die zur Lageerkundung im Vorfeld geeignet sind. Ein komplexes digitales Einsatzunterstützungssystem für den Landbereich wurde durch die niederländische Firma „CityGIS“ entwickelt. Dieses System kann u.a. in einem Kartensystem bestimmte Straßen für eine schnelle Anfahrt priorisieren [2], [3]. Nach Erreichen der Einsatzstelle werden dem Einsatzleiter der Übersichtsplan des Gebäudes mit allen allgemeinen Informationen, wie z.B. Zugänge zum Gebäude, Löschwasser-Einspeisestellen, Anzahl der dort wohnenden / arbeitenden Personen und eventuell im Gebäude vorhandene Gefahrgüter, zur Verfügung gestellt.

Ähnliche Systeme für den Einsatzort Schiff waren zu Projektbeginn nicht bekannt, u.a. da die Übertragbarkeit der Technik auf den Bordeinsatz nicht problemlos möglich ist: Während die Geometrie und die Daten von Gebäuden an Land bekannt sind und sich für Jahre nicht ändern, ändern sich die im Hafen liegenden Schiffe und die sich darauf befindlichen Ladungen täglich. Daraus ergeben sich immer wieder unterschiedlichste räumliche Gegebenheiten sowie variierende situationsabhängige Bedingungen. Ein weiterer wesentlicher Unterschied zu Gebäuden an Land ist zudem die stählerne Umgebung auf Schiffen, wodurch sich z.B. andere Wärmeleitungseigenschaften ergeben.

Seit 2016 wird in Umsetzung der EU-Richtlinie 2010/65/ EU auch in Deutschland das National Single Window System etabliert, welches die zeitnahe Bereitstellung von schiffs- und reisebezogenen Informationen zu Seeschiffen in europäischen Gewässern zwischen den EU-Mitgliedsstaaten bei besonderen Ereignissen und im Havariefall zum Ziel hat [4]. Es nutzt u.a. die Daten aus dem Zentralen Meldesystem der Bundesrepublik Deutschland für Gefahrgut und Schiffsverkehre (ZMGS). Diese Daten (u.a. Länge, Breite u.a., Gefahrgut an Bord ja/nein) sind wichtig für die Planung von Erstmaßnahmen, aber für die Bewältigung eines Schiffsbrandes bei weitem nicht ausreichend, da sie zu allgemein sind. Andere Plattformen, wie z.B. fleetmon [5] oder vesseltracker [6] geben ähnlich allgemeine Informationen aus, die zwar eine grundsätzliche Orientierung: Was kommt da auf uns zu? ermöglichen, aber kein fundiertes: Wie gehen wir da ran?

Im Jahr 2016 existierende Sicherheitssysteme (Safety) für den Einsatz an Bord von Seeschiffen waren bspw. „MARTEC – Safety Monitoring and Control System“ [7], ein zentrales Notfall-Monitoringsystem für Brände, Rauch-/Gasaustritt und Leckagen, und „NAPA – Emergency Computer“ [8], das u.a. nach einem Wassereintritt die Stabilität eines Schiffes berechnet. Diese Systeme wurden jedoch ausschließlich für die interne Nutzung durch die Schiffsführung in Zusammenarbeit mit der Reederei in so genannten Fleet Operation Centern entwickelt und dementsprechend nicht für die Nutzung durch externe Helfer konzipiert und stehen diesen in der Regel auch nicht zur Verfügung.

Um umgehend an Informationen zu Gefahrgütern bspw. bei Unfällen zu gelangen, standen und stehen Datenbanken bzw. Applikationen (bspw. „Gefahrgut-Helfer“) zur Verfügung [9]. Hierüber kann sich der Benutzer über Eigenschaften chemischer Stoffe informieren, und es werden Maßnahmen für den Fall eines unkontrollierten Austritts vorgeschlagen. Auch hier gilt, dass die Angaben für den Einsatzfall eines Schiffsbrandes zu unkonkret bzw. ggf. nicht sinnvoll sind, da z.B. die Empfehlung „Löschen mit reichlich Wasser“ allein aus Stabilitätsgründen auf einem Schiff nicht uneingeschränkt umsetzbar ist.

Das BMBF-Forschungsprojekt KOMPASS befasste sich zur Zeit des Projektbeginns von EFAS mit Havarien an Bord, bei denen viele Verletzte auftreten können. Dabei wurden alle in einem solchen Fall zuständigen Behörden und Institutionen aufgeführt und deren Beziehungen untereinander dargestellt [10]. Es zeigte sich, dass mehr als 30 Behörden usw. in einen solchen Notfall involviert

sein können, woraus sich durchaus Missverständnisse und Konflikte ergeben können, die eine effektive Notfallbewältigung beeinträchtigen. Dies gilt ebenso für das Szenario eines Brandes im Hafengebiet. So wurden z.B. in einem Bericht der Bundesstelle für Seeunfalluntersuchungen (BSU) problematische Situationen aufgezeigt, die u.a. durch Unklarheiten bzw. Missverständnisse bei der Zuweisung von Verantwortlichkeiten entstanden sind [11]. Die übersichtliche Darstellung eines Lagebildes für alle Beteiligten mit der Möglichkeit einer standardisierten Kommunikation stellte sich daher als eine wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche Bewältigung eines Notfalls dar. Ein konkret für Feuerwehren zugeschnittenes Informationssystem zur effektiven Schiffsbrandbekämpfung, welches z.B. Angaben über die Löschanlagen, Wasseranschlüsse und Brennstoffsysteme an Bord enthält, gab es gemäß den Recherchen unseres Institutes zu Projektbeginn nicht.

Quellen

- [1] <https://www.esri.de/produkte/geofes>
- [2] http://www.fwnetz.de/2010/06/15/interschutz_software_zur_einsatzunterstuetzung/
- [3] <http://www.citygis.nl>
- [4] https://info.national-single-window.de/doc/Vortrag_Infoveranstaltung.pdf
- [5] www.fleetmon.com
- [6] www.vesseltracker.com
- [7] <http://www.martec.it/>
- [8] <https://www.napa.fi/>
- [9] https://www.gefährgut-online.de/gefährgut-app-1653035.html?gclid=EAlaIQobChMlxcOr2uLL5wIVwrHtCh3wxQK9EAAAYASAAEgJ38vD_BwE
- [10] <http://www.kompassprojekt.de/plakat-aufbauorganisation/>
- [11] https://www.bsu-bund.de/SharedDocs/pdf/DE/Unfallberichte/2012/UBericht_515_10.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Abschnitt II – Eingehende Darstellung der Projektarbeiten und -ergebnisse

AP 1 - Analyse des Nutzungskontextes

Analyse von Schiffshavarien

In diesem Arbeitspaket ging es zunächst darum, die typischen Havarien auf Seeschiffen und vor allem die dabei häufig auftretenden Gefahrenquellen zu erfassen, um eine Grundlage für die Erstellung von Szenarien zu haben, für die die im Projekt zu entwickelnden Technologien einsetzbar sein sollten. Dazu wurden bisherige Schiffshavarien, die sich weltweit in Hafenbereichen ereigneten und bei denen landseitige Feuerwehrrkräfte beteiligt waren, ausgewertet. Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich von 2000 – 2016. Für die Aufstellung wurden Berichte in den Medien sowie Untersuchungsberichte der zuständigen Behörden in Deutschland (BSU) bzw. anderer Staaten ausgewertet. Es erfolgte eine Gliederung nach der Art der Havarie (Brand, Gewässerverschmutzung, Gefahrstoffaustritt, Arbeitsunfall, Wassereintritt) und eine Zuordnung relevanter Aspekte (Schiffstyp, Ladungsart, Alarmkette, Ursache der Havarie, getroffene Maßnahmen, Probleme der Feuerwehrrkräfte, entstandene Schäden). Insgesamt wurden 390 Unfälle erfasst, von denen die meisten Vorfälle solche waren, bei denen es zu einer Gewässerverschmutzung kam. Bei diesen Vorfällen ist das Eingreifen der Feuerwehren in der Regel nicht mit einem Einsatz an Bord verbunden (Häufig ist der Verursacher gar nicht bekannt oder schon aus dem Hafengebiet verschwunden), daher wurden sie in der Regel nicht näher untersucht. Bei den verbleibenden Fällen handelte es sich in der Mehrzahl um Brände. Für das Projekt wurde 45 Vorfälle detaillierter ausgewertet, da sie von besonderer Relevanz erschienen. Dabei wird deutlich, dass neben Bränden besonders Arbeitsunfälle an Bord schwere Unfälle darstellen – häufig mit tödlichem Ausgang. Für jeden dieser Unfälle wurde ein Extra-Datenblatt angelegt, um alle Informationen übersichtlich und vergleichbar mit den anderen Unfällen zur Verfügung zu haben. Ein solches Datenblatt ist in Tabelle 2 beispielhaft dargestellt.

- *Die gesamte Aufstellung der näher untersuchten Unfälle ist diesem Bericht als pdf-Datei Anhang Nr. 1 „Analyse Schiffsunfaelle“ in digitaler Form beigelegt.*

Für eine bessere Übersichtlichkeit wurden die für die Feuerwehr interessanten Probleme bei der Havarie nochmal in einer Extra-Übersicht zusammengefasst (siehe Tabelle 3). Es zeigte sich, dass die Unkenntnis über die an Bord vorhandene Ladungen und Betriebsstoffe bzw. über deren Eigenschaften ein großes Problem bei der Entscheidungsfindung für die Bekämpfungsmaßnahmen darstellten. Hinzu kommt, dass die Lagererkundung auf einem für die Feuerwehrleute unbekanntem und unübersichtlichen Schiff häufig (zu) lange gedauert hat. Auch Probleme mit der Bedienung der Brandbekämpfungsanlagen an Bord oder die Inkompatibilität von Land- und Schiffs-Ausrüstung führten zum Verlust von wertvoller Zeit.

Schiff (IMO Nr.)	DEUTSCHLAND (9141807)		
Abmessung	175,49 m x 23,0 m	Art	Fahrgastschiff
Baujahr	1998	Flagge	Deutschland
Ladung	606 Personen -365 Passagiere & 241 Crew	Betriebsstoffe	Keine Angaben
Havarie	Feuer im Maschinenraum		
Hafen	Eidfjord / Norwegen		
Zeit	23.05.2010 um 12:26		
Alarmkette	<p>12:26 Entdeckung Feuer und Informationsweitergabe an Brücke 12:29 Auslösung Generalalarm, Aktivierung Notfeuerlöschpumpe, Schließen Feuertüren, Stoppen der Treibstoffzufuhr für alle Maschinen, Alarmierung Brandbekämpfungstrupps 12:37 Meldung des Feuerlöschteams, dass ein Löschen vor Ort nicht möglich ist 12:43 Alarmierung der örtlichen Feuerwehr 12:45 Fluten des Maschinenraums mit CO₂ 12:51 Evakuierung aller Passagiere von Bord in ein nahegelegenes Hotel 14:03 Evakuierung nicht notwendiger Besatzung vom Schiff 15:00 Eintreffen von Spezialisten aus Bergen, Untersuchung der Brandstelle von außen mit Wärmebildkameras 15:21 Öffnen eines Schotts und Erkundung des Maschinenraumes 15:27 Meldung vom Sicherheitsoffizier: „Feuer gelöscht“ und Einschalten der Ventilatoren im Maschinenraum 16:00 Einstellung aller Kühlmaßnahmen 18:32 Meldung: „Maschinenraum CO₂-frei“</p>		
Ort an Bord	Hilfsdieselraum im Maschinenraum		
Ursache	Austritt von Kraftstoff durch Undichtigkeiten an Kraftstoffleitungen, durch Einwirkung der Wärmeenergie der Motorblöcke bildete sich ein „kritisches“ Gasgemisch, welches später durch „Selbstentzündung“ den Brand auslöste.		
Einsatzkräfte	Norwegische Feuerwehr, Besatzung		
Maßnahmen	Evakuierung aller Personen und Kühlen des Maschinenraums von außen		
Probleme	Eingeschlossene Passagiere in den Fahrstühlen sowie vermisste Crewmitglieder, was das Auslösen von CO ₂ verzögerte		
Schäden	Schwere Beschädigungen an beiden Dieselmotoren der Generatoren sowie deren Leitungssysteme, durch Ruß- und Wärmeentwicklung wurden Schiffskörper teilweise sowie Räumlichkeiten im Deckbereich oberhalb des Maschinenraums sowie im Maschinenraum selber in Mitleidenschaft gezogen Beschädigung der Telefon- und Videoanlage, verschiedene elektrische Schaltschränke und Leitungen beschädigt		
Quelle:	Unfallbericht Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung Nr. 216/10		

Tabelle 2: Beispielhaftes Datenblatt zur Analyse von Unfällen auf Seeschiffen im Hafenbereich

	Ursache	T	V	Maßnahmen der Feuerwehr	Probleme bei der Havariebewältigung	EFAS
Gewässer- verschmut- zung > 30	gerissene Schläuche			Austritt stoppen / Leck abdichten	Unkenntnis der Ladung bzw. deren Eigenschaften	
	Overflow			Ölsperren legen		
	beschädigter Gefahrguttransporter			Schadstoff aufnehmen		
	Einleiten von öligen Abwassern					
Gefahr- stoff- austritt/ Gasver- giftung 11	undichter/beschädigter Container		27	Rettung von Personen aus Gefahrenzone	Unkenntnis der Ladung und deren Eigenschaften	
	Kollision			Container an Land setzen, Austritt stoppen	Freisetzung explosiver/giftiger Gase	
	Reaktion der Ladung			Fahrzeug von RORO-Schiff holen, Austritt stoppen	Bestimmung von Gasart und Gaskonzentration	
	schlechte Ventilation (im MR)			Verletztenversorgung (an Bord)	Beschädigter Container / beschädigtes Fahrzeug schlecht zugänglich	
	Geplatzter Schlauch			Schadstoffe binden und entsorgen		
Wasser- Einbruch / Stabilitäts- verlust 7	Kollision mit anderen Schiffen			Stabilisierung durch Entladen von Containern	schlechte Zugänglichkeit des Lecks (unter Wasser)	
	Kollision mit Anlagen am Ufer			Stabilisierung durch Abpumpen	Unkenntnis der Lenzmöglichkeiten an Bord	
	Undichtes Ventil			Abdichten des Lecks	Fehleinschätzung der Schiffsstabilität	
	falsches Ballasten			Umpumpen von Ballastwasser		
	Ladungsverlust					
Arbeits- unfall 10	Sturz (in Ladeluke)	6	9	Bergung aus der Tiefe	Verletzte Person schwer zugänglich	
	Leinenbruch			Verletztenversorgung (an Bord)	Installation von Rettungsgeräten schwierig	
	Verpuffung			Freischneiden des Verletzten	Boarding schwierig (über Lotsenleiter)	
	Ausbringen der Gangway			Rettung/Bergung aus dem Rettungsboot		
	umstürzender Container			Rettung/Bergung aus dem Wasser		
	Person über Bord					

	Absturz Rettungsboot bei Übung					
						EFAS
Brand 23	Entzündung von Ölen im Maschinenraum 6	3	33	Herstellen Verschlusszustand	Glühende/brennende Ladung musste aus Schiff gebaggert werden, konnte erst an der Pier gelöscht werden	
	Schweißarbeiten 5			Auslösen Feuerlöschanlagen	Absetzen von Einsatzkräften auf Havaristen auf See	
	Selbstentzündung der Ladung 4			Konventionelle Löschmaßnahmen	Gefahrgut in der Nähe des Brandherdes	
	defekter PKW auf RORO-Schiff 4			Kühlung von Außenhaut / Laderäumen	Unsicherheiten beim Umgang mit bordeigener Gaslöschanlage	
	Brandausbruch im Container 2			Entladung von Ladung / Gefahrgut	Hydranten/Schlauch-System von Schiff und Land nicht kompatibel	
	def. elektr. Gerät in Aufbauten			Evakuierung von Personen	Blackout an Bord, kein Strom	
	Brand im Hafen (Paraffintanks) 1			Lokalisierung Brandherd (mit Wärmebildkameras)	Kommunikation zwischen Schiff und Hafenfeuerwehr (technische, inhaltliche, sprachliche Probleme)	
					Stabilitätsprobleme durch Löschwasser	
					schlechte Zugänglichkeit auf See durch starken Rauch bzw. extreme Hitze	
					schlechte Zugänglichkeit im Hafengebiet	
					Verschlusszustand nicht komplett	
					Wasser aufgrund der Ladung nicht als Löschmittel einsetzbar	
					Unkenntnis der Ladung und deren Eigenschaften	
					Unklarheit in Bezug auf Personenfreiheit	
					Schlecht erkund- und einsehbarer Einsatzort	
		Extreme Hitze				
		Freisetzung explosiver/giftiger Gase				
		zeitaufwendige Lageerkundung				
		Zu wenig Personal				

Tabelle 3: AP 1.1.: Zusammenfassung der detailliert untersuchten Vorfälle, Bewertung der Relevanz für das Projekt

T: Tote, V: Verletzte, EFAS: Relevanz für das EFAS-Projekt

Eine dunklere Schattierung bedeutet immer „Mehr“: tritt häufiger auf, wird öfter gemacht, hat höhere Schäden, ist relevanter usw.

Szenarien

Auf Basis der Unfallanalyse wurden die Szenarien „Brand“ und „Gefahrstoffaustritt“ als einerseits besonders häufige und andererseits als besonders relevante Szenarien für das EFAS-Projekt ermittelt. Diese beiden Havariearten wurden in Form konkretisierter Modellvorfälle ausgearbeitet, die die typischen Herausforderungen für die landseitigen Feuerwehren beinhalten und für die weitere Projektarbeit als Gedankengrundlage fungieren sollten.

Szenario Brand

Ausgangslage:

Das RoRo-Fahrgastschiff „Calypso“ hat um 17:30 mit der Steuerbordseite an der Pier festgemacht. Der Zugang zum Schiff befindet sich auf Deck 3 [G] und findet über eine landseitige Gangway statt. Um 17:48 Uhr läuft auf der Brücke an der Brandmeldeanlage ein Alarm auf. Gleichzeitig ist aufsteigender Rauch aus den Lüfterklappen [L] des Fahrzeugdecks (Deck 3) zu erkennen und es gehen über die Bordtelefone Anrufe von Passagieren ein, dass sich auf diesem Deck in den öffentlichen Bereichen starke Rauchentwicklung [R] zeigt. Die Rauchentwicklung durch die Lüfterklappen [L] am Deck 3 wird kurze Zeit später von der Hafenbehörde wahrgenommen und diese alarmiert umgehend die Feuerwehr. Um 18:00 Uhr treffen die ersten Feuerwehreinheiten auf der Pier vor der „Calypso“ ein. Zu diesem Zeitpunkt sind alle Passagiere vom Schiff evakuiert.

Im „Air Condition Room“ befindet sich keine festverbaute Löschanlage. Eine konventionelle Brandbekämpfung durch die Besatzung konnte nicht durchgeführt werden, da auf Grund des dichten Rauches ein Vordringen zum Einsatzort nicht gelang. Die Lüfterklappen wurden nicht geschlossen. Nach Übernahme der Einsatzleitung durch die landseitigen Einsatzkräfte begibt sich ein erstes Brandbekämpfungsteam über die Gangway auf Deck 3 an Bord. Auf Grund der defekten wasserdichten Tür [T] zum Fahrzeugdeck (Ebenfalls Deck 3 – weder elektrisch noch mechanisch zu öffnen) muss nach einem alternativen Weg geschaut werden (zum Beispiel über das vordere Treppenhaus [VT] und über das darunterliegende Deck 2 zu den hinteren Treppenhäusern [HT]).

Aufgaben der Feuerwehr / Übungsziele EFAS

- Zugang zum Schiff festlegen und absichern
- Erkundung der Lage
- Lesen von Schiffsplänen / Sicherheitsplänen
- Erstellung eines aktuellen Lagebildes auf Basis der Pläne
- Auswahl geeigneter PSA
- Zusammenarbeit/Kommunikation mit der Schiffsführung / ggf. mit weiteren Beteiligten
- Ermittlung von möglichen/alternativen Wegen zum Brandort
- Messung von Umgebungsbedingungen (z.B. Umgebungstemperatur, Atmosphäre, Gase, Gefahrstoffe) durch Sensorik an der Kleidung
- Sicherheit der Einsatzkräfte
- Kommunikation mit allen Einsatzkräfte an Bord / Lokalisierung der Personen
- Effektive Brandbekämpfung

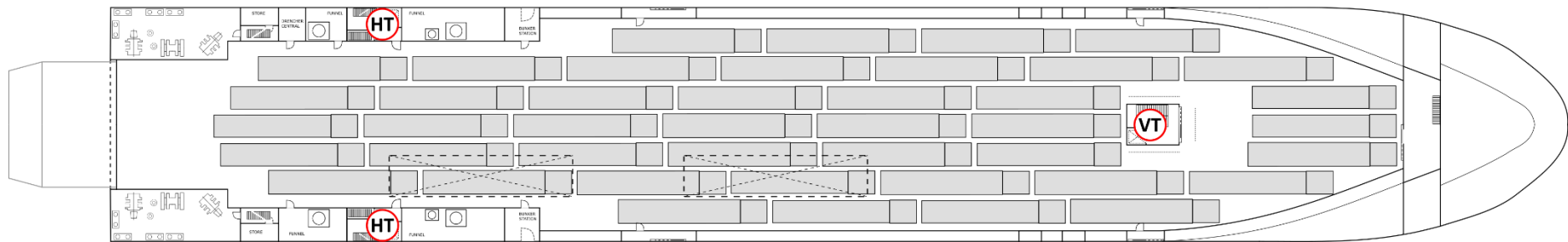
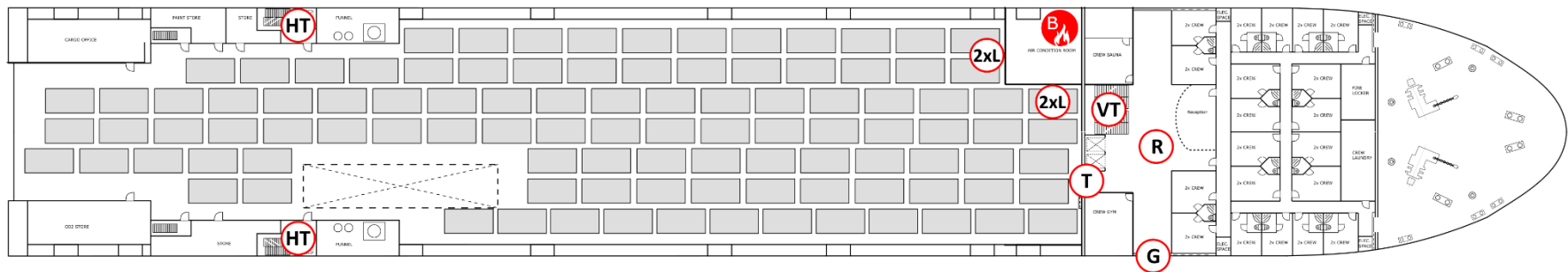


Abbildung 1: Szenario Brand, Decksplan

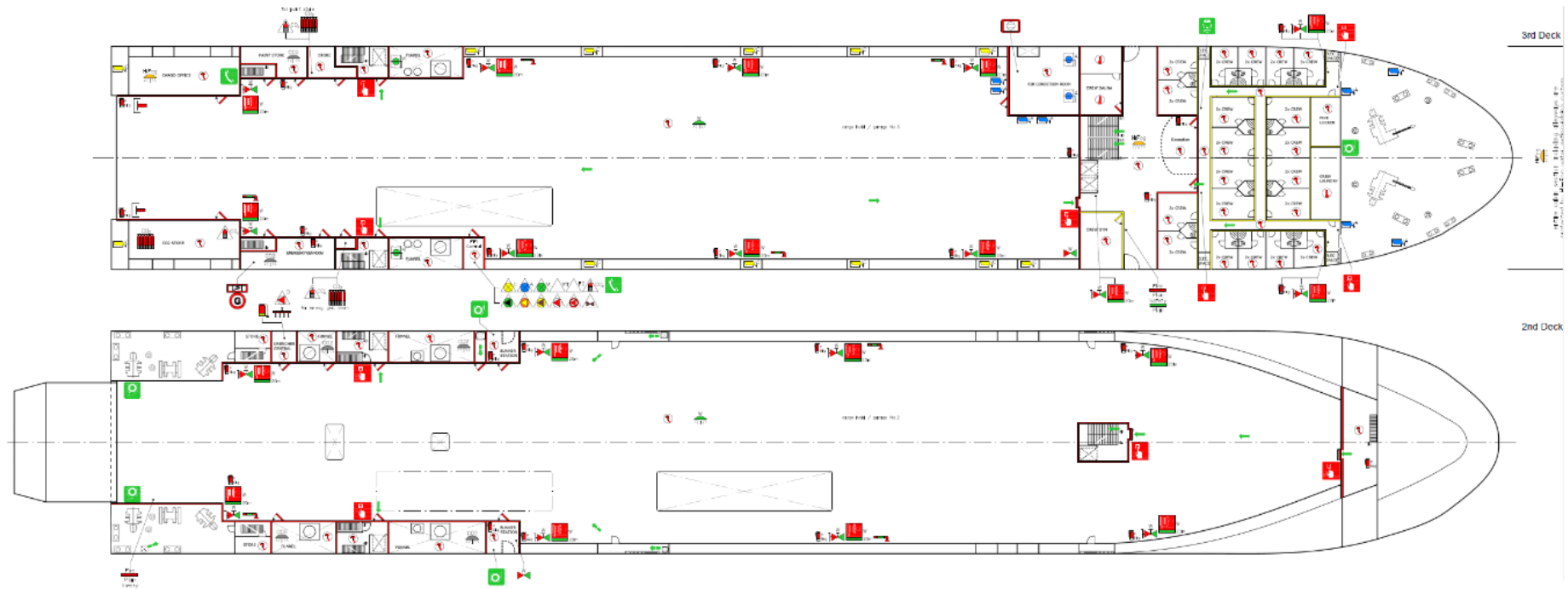


Abbildung 2: Szenario Brand, Sicherheitsplan Deck 2 und 3

Szenario Gefahrstoffaustritt

Ausgangslage

Kurz vor dem Anlegen befindet sich ein Besatzungsmitglied auf dem Weg durch das vordere Treppenhaus [VT] zur hinteren Manöverstation, um beim Anlegemanöver die Festmacherwinden zu fahren. Dabei bemerkt das Besatzungsmitglied ätzenden Geruch [ÄG] und kurze Zeit später Unwohlsein. Er informiert darüber sofort die Brücke, welche dies den Hafenbehörden meldet, da sich auf den Fahrzeugdecks 2 und 1 Gefahrgüter in LKWs bzw. Trailern befinden. Gleichzeitig lässt der Kapitän alle Ablüfter [L] der entsprechenden Decks starten, um ein weiteres Vordringen der Gerüche in die Aufbauten zu vermeiden. Nachdem die Hafenbehörden informiert sind und diese die Informationen an die zuständige Feuerwehr weitergeleitet haben, macht das Schiff um 17:30 mit der Steuerbordseite an der Pier fest. Der Zugang zum Schiff befindet sich auf Deck 3 [G] und findet über eine landseitige Gangway statt. Je nach Bedarf können aber auch die Laderampe [LR] oder die vier Lotsentüren [LT] (von See oder von Land) als Zugänge zum Schiff genutzt werden. Der Ort und die Art des Gefahrgutaustrittes konnte von der Besatzung nur auf die Decks 2 und 1 eingegrenzt werden. Aufgrund mangelnder Chemikalienschutzanzüge an Bord wurde keine weitere Erkundung vorgenommen.

Aufgaben der Feuerwehr / Übungsziele EFAS

- Zugang zum Schiff festlegen und absichern
- Erkundung der Lage
- Lesen von Schiffsplänen / Sicherheitsplänen
- Erstellung eines aktuellen Lagebildes auf Basis der Pläne
- Auswahl geeigneter PSA
- Zusammenarbeit/Kommunikation mit der Schiffsführung / ggf. mit weiteren Beteiligten
- Ermittlung von möglichen/alternativen Wegen zum Schadensort
- Messung von Umgebungsbedingungen (z.B. Umgebungstemperatur, Atmosphäre, Gase, Gefahrstoffe) durch Sensorik (an der Kleidung)
- Sicherheit der Einsatzkräfte
- Kommunikation mit allen Einsatzkräfte an Bord / Lokalisierung der Personen
- genaue Lokalisierung des Gefahrstoffaustrittes
- Bestimmung der Art des ausgetretenen Gefahrstoffes
- Ableitung nachfolgender Maßnahmen

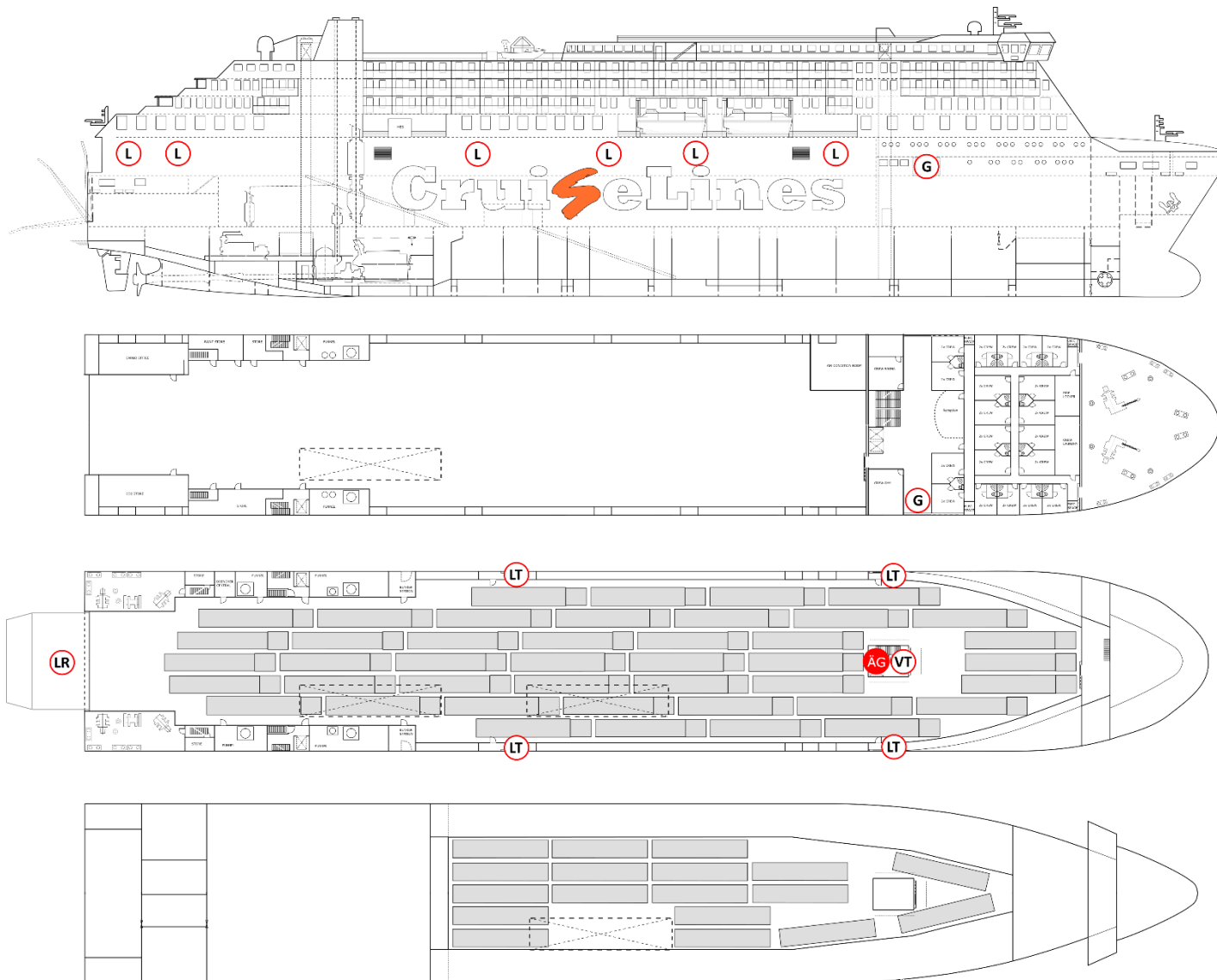


Abbildung 3: Szenario Gefahrstoffaustritt, Decksplan

AP 2 Technologien zur Gefahrenbekämpfung

Informationen zur Unfallbekämpfung an Bord - Handbuch für Feuerwehren

Ziel des Projektes EFAS, und insbesondere des Teilprojektes des ISV, war es, den Hafen- bzw. Landfeuerwehren die für die Unfallbekämpfung an Bord wichtigen Informationen in einer verständlich aufbereiteten Form zur Verfügung zu stellen. Diese Informationen sollten unter anderem über ein durch die Projektpartner zu entwickelndes Entscheidungsunterstützungssystem abrufbar sein. Aufgabe des ISV in AP 2 war es, diese Informationen zu sammeln und didaktisch strukturiert aufzuarbeiten. Da sich bei der Befragung von mehreren Feuerwehren die klare Aussage ergab, dass es kein übersichtliches Lehrwerk für Landfeuerwehren zur Bekämpfung von Schiffshavarien gibt, wurden die innerhalb dieses Arbeitspaketes aufgearbeiteten Informationen auch in Form eines Buches „Handbuch für Feuerwehren“ zusammengefasst. Die im Folgenden nur sehr kurz aufgeführten Inhalte sind ausführlich im Buch dargestellt.

Dabei ging es zunächst um die **Vermittlung seemännischer und bordspezifischer Fachbegriffe**, um die Grundlage für eine funktionierende Kommunikation zwischen Einsatzkräften der Feuerwehr und der Schiffsführung zu schaffen. Dementsprechend wurden grafisch illustrierte Erklärungen erstellt, um die Sachverhalte übersichtlich darzustellen.

Ein wichtiger Aspekt bei der Lageerkundung und der Erstellung des Lagebildes ist die Kenntnis über die **Struktur und die Inhalte von Schiffsplänen und Sicherheitsplänen**. Entsprechend wurden die verschiedenen Arten der Pläne und die darauf verwendeten Symbole, z.B. für die Brandschutztechnik, erklärt.

Weiterhin sollten Informationen hinsichtlich **technischer schiffsspezifischer Besonderheiten** erfasst und strukturiert für die Feuerwehrleute aufgearbeitet werden, insbesondere solche, die für die Gefahrenbekämpfung relevant sind, u.a.:

- Baulicher Brandschutz auf dem Schiff, Hauptbrandabschnitte, besonders abgesicherte Bereiche
- **Löschanlagen an Bord**, ihre Funktionalität, Auslösevorrichtungen, Auslegung, Wirksamkeit
- Eigenschaften der **Löschmittel an Bord**, insbesondere Gaslöschmittel
- Wasserdichte Schotten, automatische bzw. manuelle Bedienung
- **Ventilation**

Dafür war es zunächst wichtig, die für verschiedene Schiffstypen gesetzlich geforderten Sicherheitssysteme und –maßnahmen zu ermitteln. Hierfür wurde eine umfangreiche Aufstellung erarbeitet, die die Forderungen der SOLAS (International Convention for the Safety of Life at Sea), des FSS-Codes (Fire Safety Systems), des LSA- Codes (Life Saving Appliance), des ISPS-Codes (International Ship and Port Facility Security) sowie zahlreicher IMO-Circulars zusammenfassen.

➤ *Diese Aufstellung ist diesem Abschlussbericht in Form einer Excel-Tabelle als Anhang 2 „Gesetze Sicherheitssysteme“ in digitaler Form beigelegt.*

Für einen effektiven Feuerwehreinsatz ist es auch wichtig, die **Organisationsstruktur an Bord** zu kennen, sprich welche Funktionen gibt es üblicherweise in einer Schiffsführung und welche Aufgaben

werden von diesen Personen in einem Havariefall übernommen. Eine entsprechende Auflistung wurde angefertigt.

Wichtig in einem Havariefall ist zudem, dass zunächst eine sichere **Evakuierung von Personen** durchgeführt wird. Je nach Art des Schiffes (Frachtschiff, RORO-Fähre, Kreuzfahrtschiff, ...) ist das eine Aufgabe unterschiedlicher Komplexität mit verschiedenen zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln. Die einzelnen kollektiven bzw. individuellen Rettungsmittel und ihre Kapazitäten wurden aufgelistet und ihre Funktionalitäten sowie Aussetzmechanismen beschrieben.

Jedes Schiff beherbergt in der Regel größere Mengen an **Treib- und Betriebsstoffen**, von denen Brand- und Explosionsgefahren sowie Gesundheits- und Umweltgefahren ausgehen können. Es wurde zusammengefasst, welche Stoffe an Bord üblicherweise zu erwarten sind und welche besonderen Aspekte bei einer Havarie bei Anwesenheit dieser Stoffe zu beachten sind.

An Bord eines Schiffes gelten besondere grundsätzliche **Maßnahmen im Brandfall**, diese unterscheiden sich nach dem Ort, an dem das Feuer ausgebrochen ist (Aufbauten, Maschinenraum, Ladungsbereich). Entsprechend wurde nach diesen Bereichen strukturiert die prinzipiellen Brandbekämpfungsmaßnahmen dargestellt, ohne zu tief auf taktische Handlungsempfehlungen einzugehen.

Die angesprochenen Themen und weitere wurden im „Handbuch für Feuerwehren – Notfallbewältigung auf Seeschiffen“ zusammengefasst. Im Folgenden ist das Inhaltsverzeichnis des Buches aufgeführt.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Schiffskunde
 - 2.1. Grundlegender Schiffsaufbau
 - 2.2. Seemännische Fachbegriffe
3. Besatzung
 - 3.1. Offiziere - Aufgabenbereiche
 - 3.2. Mannschaften - Aufgabenbereiche
 - 3.3. Kleine Schiffe, kleine Besatzungen
4. Schiffspläne
 - 4.1. Brandschutz- und Sicherheitsplan
 - 4.2. Symbole aus dem Brandschutz- und Sicherheitsplan
 - 4.3. Notfallpläne
 - 4.3.1. Typische Notfälle an Bord
 - 4.3.2. Notfallbewältigung
5. Schiffsarten
 - 5.1. Containerschiffe

- 5.1.1. Containertypen
- 5.1.2. Stauplan
- 5.1.3. Gefahrgutcontainer
- 5.1.4. Besondere Gefahren
- 5.2. Öl- und Produktentanker
 - 5.2.1. Besondere Gefahren
- 5.3. Chemikalentanker
 - 5.3.1. Besondere Gefahren
- 5.4. Gastanker
 - 5.4.1. Besondere Gefahren
- 5.5. Massengutschiffe
 - 5.5.1. Besondere Gefahren
- 5.6. RoRo-Schiffe
 - 5.6.1. Besondere Gefahren
- 5.7. Fahrgastschiffe
 - 5.7.1. Besondere Gefahren
- 6. Baulicher Brandschutz auf Seeschiffen
 - 6.1. Trennflächen
 - 6.2. Baulicher Brandschutz auf Fahrgastschiffen
 - 6.3. Baulicher Brandschutz auf Frachtschiffen
 - 6.4. Baulicher Brandschutz auf Tankschiffen
- 7. Kraft- und Betriebsstoffe
 - 7.1. Kraftstoffe
 - 7.1.1. Kraftstoffe auf Mineralölbasis
 - 7.1.2. Gase als Kraftstoffe
 - 7.1.3. Alkohole als Kraftstoffe
 - 7.2. Betriebsstoffe
 - 7.2.1. Betriebsstoff-Abfälle
- 8. Löschanlagen an Bord
 - 8.1. Hydrantensystem, Seewasserlöschanlage
 - 8.2. Wasserbasierte Sprühanlagen
 - 8.2.1. Sprinkleranlage
 - 8.2.2. Sprühflutanlage
 - 8.2.3. Wassernebelanlage

8.3. Gaslöschanlagen

8.3.1. Kohlendioxid-Löschanlage

8.3.2. Sicherheitsvorkehrungen nach Auslösen einer Kohlendioxid-Anlage

8.3.3. Inertgas-Löschanlage

8.3.4. Löschanlage mit perfluorierten Kohlenwasserstoffen

8.4. Schaumlöschanlagen

8.5. Pulverlöschanlagen

9. Evakuierung

9.1. Persönliche Rettungsmittel

9.1.1. Rettungsring

9.1.2. Rettungsweste

9.1.3. Arbeitssicherheitsweste

9.1.4. Schutzanzüge, Wärmeschutzhilfsmittel

9.2. Kollektive Rettungsmittel

9.2.1. Rettungsboot

9.2.2. Freifallrettungsboot

9.2.3. Rettungsfloß

9.2.4. Schiffsevakuierungssystem

9.2.5. Bereitschaftsboot

9.3. IMO-Symbole für Rettungsmittel (Gesamtübersicht)

9.4. Evakuierungsprozess

9.4.1. Alarmer

9.4.2. Menschliches Verhalten im Seenotfall

9.5. Notsignale

10. Sicherheitsrelevante Systeme an Bord

10.1. Zugänge zum Schiff

10.1.1. Seitenpforten, Tenderpforten

10.1.2. Lotsenpforte

10.1.3. Gangway, Landgang, Fallreep

10.1.4. Lotsenleiter

10.2. Türen, Schotten, Einstiegsluken

10.3. Spannungsversorgung, Notstromversorgung

10.4. Kennzeichnung von Rohrleitungen

10.5. Ventilation

11. Feuer an Bord

11.1. Besonderheiten bei Schiffsbränden

11.2. Brände in speziellen Schiffsbereichen

11.2.1. Brände im Maschinenraum

11.2.2. Brände in den Aufbauten

12. Wasser im Schiff

12.1. Stabilität mit Löschwasser

12.2. Wassereinbruch

13. Abkürzungsverzeichnis

14. Abbildungsverzeichnis

15. Tabellenverzeichnis

16. Literaturverzeichnis

Tabelle 4: Inhaltsverzeichnis des im Projekt entstandenen Buches „Handbuch für Feuerwehren – Notfallbewältigung auf Seeschiffen“

- *Das Buch „Handbuch für Feuerwehren – Notfallbewältigung auf Seeschiffen“ ist diesem Bericht als Anhang 3 in digitaler Form (pdf) beigefügt.*

Das Handbuch wurde dem Havariekommando vorgestellt, welches die Ausbildungsinhalte von Feuerwehrleuten, die auf Seeschiffen eingesetzt werden, festlegt und entsprechende Weiterbildungen fordert bzw. organisiert. Das Buch wurde von der zuständigen Abteilung für Brandbekämpfung und Verletztenversorgung sehr positiv bewertet: *„Ihnen ist es gelungen, einige relevante Themen im Zusammen der Notfallbewältigung auf Seeschiffen für ein fachfremdes Publikum gut verständlich und ansprechend aufzubereiten. Als Ausbildungsunterlage bzw. ergänzende Literatur sehe ich das Buch innerhalb der sogenannten Grundausbildung in den Standorten für geeignet an. Insbesondere die Themen der Kapitel 2,3,4,8,9 und 11 sind hier Bestandteil unserer Curricula. Gerne nehmen wir ihr Buch als Literaturempfehlung in unsere Lehrgänge auf (z.B. Einsatzlehrgänge) und stellen es allen Feuerwehren in unserer nächsten gemeinsamen Arbeitsgruppe vor.“*

Handlungsempfehlungen

Für die Integration in das Entscheidungsunterstützungssystem wurden einzelne Handlungsempfehlungen nochmals separat aufgearbeitet. Dafür wurden zunächst Baumstrukturen angelegt, entlang denen eine Menüführung möglich wäre und die einen Nutzer schrittweise zu den von ihm gesuchten Informationen leitet (Abbildung 4). Beim Anklicken der einzelnen Felder könnten dann im EUS die jeweils hinterlegten Informationen erscheinen, z.B. bezogen auf das Beispiel in Abbildung 4:

Brand Tankschiff Allgemein:

- Oft Intensive Rauchentwicklung durch unvollständige Verbrennung
- Rasante Rauchausbreitung durch Gänge, Treppen und Schächte über das gesamte Schiff
- Schnelle Brandausbreitung durch Wärmestrahlung und Wärmeleitung
- Brandausbreitung durch Bersten von Leitungen und Tanks möglich
- große Brennstoffmengen auf engstem Raum

- Im Maschinenraum sich in Kraft und Arbeitsmaschinen kreuzende Stoff- und Energiebahnen
- hohe Drücke und ggf. Flussraten in Leitungen und Tanks
- Temperaturen oft oberhalb der Flammpunkte der Betriebsstoffe
- Transport-Temperaturen oft oberhalb der Flammpunkte der (flüssigen) Ladung
- Luftüberschuss durch Lüftungsanlagen
- begrenzte Angriffsflächen und Rückzugsmöglichkeiten
- Fluchtwege führen nach oben in die Rauchzone
- Keine rauchdichten Evakuierungsräume
- Keine ausreichende Distanz zum Brandereignis möglich
- Bei Alarm im Terminal alle Lade-, Bunker- und Ballastoperationen auf dem Schiff stoppen
- Hauptmotor und Ruder in Stand-by-Stellung bringen
- Lade- und Bunkeroperationen stoppen, ggf. auch auf angrenzenden oder nahe gelegenen Schiffen

Besonderheiten Öltanker

- Schaum ist ein effizientes Mittel zum Löschen der meisten Ölbrände. Er sollte so eingesetzt werden, dass er gleichmäßig und ununterbrochen über die brennende Oberfläche fließt.
- Wasser darf bei Ölbränden immer nur in der Form von Spray oder Nebel eingesetzt werden! Der Löschversuch mit einem direkten Wasserstrahl kann zu gefährlichem Verspritzen von Öl und somit zu einer Ausbreitung des Feuers führen! Ein Wasserstrahl kann jedoch sinnvoll für die Kühlung von heißen Oberflächen eingesetzt werden.
- Kleinere Feuer leichtflüchtiger Flüssigkeiten und begrenzte Sprayfeuer können mit Wasserdampf oder Wasserspray gelöscht werden.
- Auch Löschpulver ist effektiv bei der Bekämpfung solcher Brände.
- Die Gefahr der Rückzündung eines Ölfeuers ist insbesondere in Verbindung mit heißen Stahlteilen nicht auszuschließen. Daher ist es notwendig, Kühlmaßnahmen auch nach Verlöschen weiterzuführen und ggf. sogar auf angrenzende Bereiche auszudehnen, um eine Rückzündung bzw. Brandausbreitung zu verhindern.
- Nach dem Löschen eines Ölbrandes muss der Bereich überwacht und die noch verfügbaren Löschsysteme in Einsatzbereitschaft gehalten werden. Erst wenn zweifelsfrei ein unkritisches Temperaturniveau in allen relevanten Bereichen festgestellt wurde, darf der Kühleinsatz reduziert werden.

Brand im Maschinenraum

- Rasanter Temperaturanstieg über 1000°C innerhalb von Sekunden
- Starke Verqualmung des gesamten Bereiches
- Thermische Belastung von Anlagen und Maschinenteilen im Brandbereich, dadurch Öffnen von Stoffbahnen (z.B. Kraftstoffleitungen)
- Brandausbreitung durch Wärmeleitung und Strahlung
- Zerstörung von Maschinen und Aggregaten
- Innerhalb kürzester Zeit (Minuten) Zerstörung der Strom – und Informationskabel unter der Decke und im unmittelbaren Brandbereich

- Die Brandausbreitung in den Ladungsbereich eines Öltankers muss verhindert werden. Dabei ist das Hauptproblem die Brandausbreitung durch Wärmeleitung über die Schiffsverbände. Einzige Barriere ist der vorgeschriebene Kofferdamm zwischen Maschinenraum und Ladetank.
- Die Kommunikation nach außen ist vom Maschinenraum aus durch die Lage des Maschinenraumes im Schiff und die vielen kompakten stählernen Anlagen stark eingeschränkt!

Löschanlagen im Maschinenraum:

Hydrantensystem

Der Maschinenraum ist mit einem Hydrantensystem ausgerüstet, welches über eine Notfeuerlöschpumpe mit Seewasser gespeist wird.

Raumschutz

Maschinenräume sind häufig mit Kohlendioxidlöschanlagen abgesichert. Ein Einsatz dieser Raumschutzanlage ist jedoch nur einmalig möglich, dann ist das CO₂ verbraucht. Es ist bei der Schiffsleitung des Havaristen zu erfragen, ob und ggf. wann dieser Einsatz bereits erfolgte.

Einsatz bereits erfolgt:

- Betreten des Raumes nur mit Atemschutz
- Betreten des Raumes erst nach ausreichender Abkühlzeit, sonst Rückzündung durch erneute Sauerstoffzufuhr möglich!
- Raum vor Betreten ggf. erst von außen kühlen, bei zu starker Kühlung Entstehung von Unterdruck im Maschinenraum und dadurch Ansaugung von externer Luft, dann Gefahr der Rückzündung
- Temperaturen im Maschinenraum kontinuierlich messen, wenn Personeneinsatz möglich, Betreten des Raumes mit Atemschutz, um Zündquellen / Glutnester zu eliminieren.

Einsatz noch nicht erfolgt,

- Personenfreiheit im Maschinenraum sicherstellen!
- Maschinen stoppen, um das Ansaugen von Luft aus der Umgebung zu stoppen
- Verschlusszustand herstellen
- Gaslöschanlage auslösen

Objektschutz

In Maschinenräumen von Öltankschiffen sind die wichtigsten Anlagen im Maschinenraum (Zylinderkopfstation, Brennstoffseparator, Kessel) mit Objektschutzanlagen abgesichert. Dies sind automatisch auslösende Wassersprühanlagen, die auch manuell vom Maschinenkontrollraum oder der Brücke aus aktiviert werden können. Sie werden mit von der Notstromanlage versorgt und können eine längere Zeit laufen. Bei einem Brand im Maschinenraum sollten diese Anlagen aktiviert sein, da sie für eine interne Kühlung sorgen.

Brennstoffzufuhr

Bei einem Motorenbrand im Maschinenraum sollte situationsbedingt versucht werden, die Brennstoffzufuhr für den betreffenden Motor zu stoppen. Das ist automatisch von der Brücke aus oder direkt außerhalb des Maschinenraumes manuell an den Schnellschlussventilen möglich. Es ist

jedoch zu beachten, dass dann die Manövrierfähigkeit und reguläre Energieversorgung auf dem Schiff nicht mehr gewährleistet sind.

Ventilation

Bei einer geplanten Flutung des Maschinenraumes mit Löschgas muss die Ventilation ausgeschaltet werden.

Die Motoren saugen die Verbrennungsluft aus dem Maschinenraum an. Bei Herstellung des Verschlusszustandes und Ausschalten der Ventilation ist daher damit zu rechnen, dass die Motoren nach einer gewissen Zeit ausgehen, was ebenfalls zum Ausfall der Antriebskraft und der Stromversorgung auf dem Schiff führt. Strom muss dann extern bereitgestellt werden.

Aufbautenbrand

- Entwicklung giftiger Rauchgase innerhalb weniger Minuten
- bereits nach 2- 6 Minuten starke Sichteinschränkung
- nach 4 - 10 Minuten starke Temperaturerhöhung

Die Brandausbreitung durch Konvektion aus den brennenden Aufbauten auf den Ladungsbereich sollte durch nautische Manöver und das Kühlen des angrenzenden Decks minimiert werden.

Ladungsbrand

Im Ladebereich sollten ggf. die an Bord vorhandenen Löschmittel (Schaum) baldmöglichst eingesetzt werden. Nach dem schnellen Aufheizen des Stahls im Brandbereich auf über 1000°C ist der Schwertschaum in seiner Wirkung stark reduziert. bzw. kann auch durch die Thermik nicht mehr löschwirksam aufgebracht werden.

Besonderheiten Gastanker

Je länger der Tanker brennt, umso größer ist die Gefahr der Zerstörung bzw. der Überhitzung der Ladetanks und damit des Austretens der gesamten Ladung. Die über Lecks bzw. Ventmastsysteme austretende Ladung kann sich bei einem offenen Decksbrand entzünden bzw. explodieren. Auch ein begrenzter, andauernder Gasbrand ist ein ökologisches Problem durch große Mengen an toxischen und klimaschädigenden Brandgasen.

Ladungsbrand

- Das Hauptproblem bei Gastankern ist die Temperaturanfälligkeit der Ladung. Durch Wärmeleitung und Wärmestrahlung wird die Gasladung erwärmt und dehnt sich schnell aus. Es erfolgt bei resultierendem Druckanstieg im Tank ein Abblasen der Ladung über die P/V Ventile und Ventmastsysteme. Damit entsteht im Decksbereich innerhalb kürzester Zeit eine sehr gefährliche Situation.
- Im Ladebereich ist bei der Brandbekämpfung darauf zu achten, so schnell wie möglich die vorhandenen Schutzsysteme (Sprühwasser) effektiv einzusetzen, um der schnellen Aufheizung des Stahls im Brandbereich entgegenzuwirken. Bei Lokalisierung der Austrittsstelle kann folgend Pulver effektiv zum Löschen von Gasbränden eingesetzt werden.
- Es ist unbedingt erforderlich, die Kühlmaßnahmen auch nach Verlöschen der Gasfeuer weiterzuführen und ggf. auf angrenzende Bereiche auszudehnen, um eine Rückzündung bzw. Brandausbreitung zu verhindern. Erst wenn zweifelsfrei ein unkritisches Temperaturniveau in allen relevanten Bereichen festgestellt wurde, kann der Kühleinsatz reduziert werden.

- Bei Feststellung nicht verschließbarer Lecks ist ggf. eine Ablösung der Gasbrände auszusetzen und der Tank kontrolliert abzufackeln, um die unkontrollierte Bildung explosiver Gemische durch unverbrannte Gase zu verhindern.

Havarie beim Be- und Entladen

Alle Gastanker sind mit einem Notstoppsystem ausgerüstet. Dieses System bezeichnet man als ESD System (Emergency Shut Down). Es stoppt bei Gefahr automatisch Be- und Entladeprozesse.

Das ESD

- wird automatisch aktiviert durch Temperatursensoren an Deck, durch High High Level Alarm oder durch den Ausfall des Bordnetzes.
- kann auch manuell von Notschaltern betätigt werden, welche an spezifischen Stellen auf dem Schiff verteilt sind.
- schließt fernbediente Ventile im Tankdom (bei Drucktanks) und an den Manifolds. Gleichzeitig stoppt es Ladungspumpen und Kompressoren.
- ist im Hafen mit den Landanlagen verbunden.
- arbeitet in zwei Notfall - Stufen: 1. Herunterfahren des Systems, 2. Trennen der Ladearme.

Ladungsaustritt im Deckssystem

- in Kooperation mit der Schiffsbesatzung Pulverlöschsystem an Bord in Bereitschaft bringen und Deckssprühsystem aktivieren
- unbedingt Zündquellen vermeiden
- ggf. nautische Manöver zur Lenkung der Gaswolke in ungefährliche Bereiche
- falls möglich, Schließen der Leckage bzw. der Stoffströme
- bei Tank-Leckage kontrolliertes Abblasen ggf. über Ventmast

Ladungsaustritt und Brand im Deckssystem

- in Kooperation mit der Schiffsbesatzung Pulverlöschsystem ausrichten und aktivieren (bei lokalisierter Austrittsstelle)
- nicht verschließbare Leckagen kontrolliert abfackeln lassen!!!
- Aktivierung Deckssprühsystem
- Kühlung der angrenzenden Bereiche
- ggf. nautische Manöver zur Lenkung der Gaswolke in ungefährliche Bereiche
- falls möglich, Schließen der Leckage bzw. der Stoffströme

Explosion, Brand im Ladetank

- in Kooperation mit der Schiffsbesatzung Aktivierung des Deckssprühsystems
- ggf. nautische Manöver zur Lenkung der Gaswolke in ungefährliche Bereiche
- nicht verschließbare Leckagen kontrolliert abfackeln lassen!!!
- Ein Löschen der Gasflamme mit Pulver nach einer Explosion ist nahezu ausgeschlossen.
- Das direkte Löschen des Brandes im Tank ist nicht realisierbar.
- Bei Mitführung eines Stickstoff-Vorratstanks kann ggf. Stickstoff eingeblasen werden.
- Kühlung der angrenzenden Bereiche

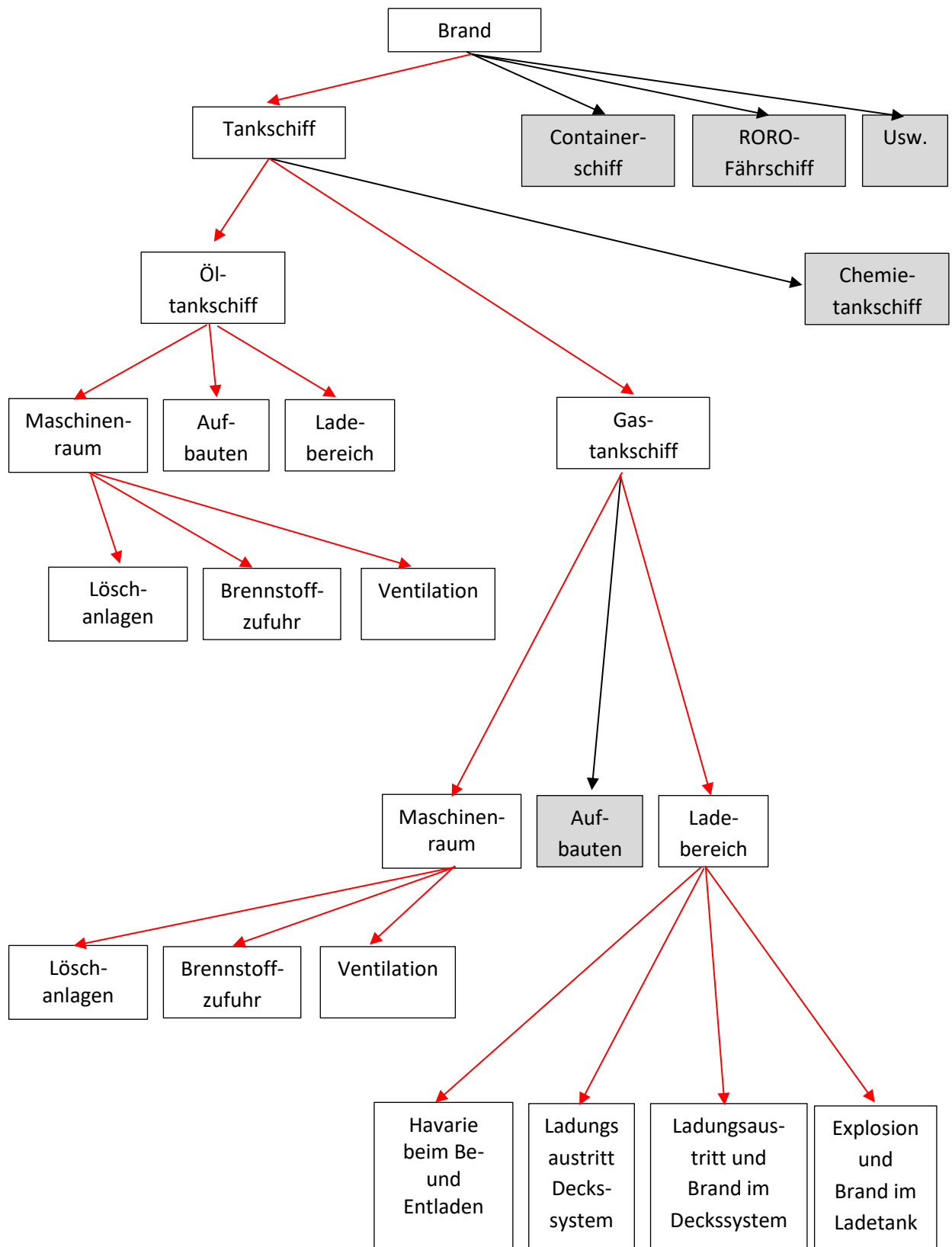


Abbildung 4: Baumstruktur für den Fall „Brand auf einem Tankschiff“ zur Integration in ein Entscheidungsunterstützungssystem

AP 3 – Aus- und Weiterbildung zur Gefahrenbekämpfung

Analyse derzeitiger Ausbildungsinhalte

Zur Ermittlung der derzeit bei den Landfeuerwehren praktizierten Ausbildungsthemen und der für die Zukunft gewünschten Inhalte wurde ein Fragebogen erarbeitet, der die wesentlichen Inhalte der notwendigen Qualifikationen für eine Havariabewältigung an Bord von Seeschiffen umfasst (Tabelle 5).

Vorschlag für Weiterbildungs-Inhalt	Kommentare, wie z.B. wird regelmäßig geübt, machen wir, aber zu selten; wäre dringend notwendig, nur für Führungskräfte ...weiteres
<p>Genereller Aufbau verschiedener Schiffstypen (Massengutschiff, Stückgutschiff, Containerschiff, Öltankschiff, Chemietankschiff, Gastankschiff, Fahrgastschiff, ...) und mögliche Gefahren auf den einzelnen Schiffstypen (z.B. Absturz in Laderäume, Verrutschen von Ladung, begaste Container/Laderäume usw.)</p>	
<p>Lokalisierung und Funktion sicherheitsrelevanter Systeme auf Schiffen (z.B. Einteilung eines Schiffes in Brandabschnitte und wasserdichte Abteilungen, Steuerung von brandschutz- und wasserdichten Türen, Brandmeldeanlagen, Ventilationssysteme, Inertgassysteme, Hebezeuge, ...)</p>	
<p>Funktion und Aufbau von Löschanlagen auf verschiedenen Schiffstypen (technische Ausstattung: Löschpumpen, Notstromversorgung, Lokalisierung an Bord, automatische /manuelle Auslösung, Löschmittel, Löscheffekte, technische Daten – Druck/Förderleistung, Wurfweite, Löschkonzentration usw.)</p>	
<p>Eigenschaften typischer Ladungen auf Tankschiffen (Ölladungen, Chemikalien, Gasladungen) hinsichtlich Brand- und Explosionsgefahr, Giftigkeit, Verhalten bei Kontakt mit Wasser/Luft/Metallen/Licht usw., (rev. International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC-Code))</p>	
<p>Eigenschaften typischer Ladungen auf Massengutschiffen (Kohle, Getreide, Erze, Schrott, Zement/Gips, Mehl, ...) hinsichtlich Brand- und Explosionsgefahr, Giftigkeit, Verhalten bei Kontakt mit Wasser/Luft/Metallen/Licht usw. (ggf. Veränderung des Aggregatzustandes (Verflüssigung)) (rev. International Maritime Solid Bulk Cargoes (IMSBC)-Code / Cargo Cat.: A, B, C)</p>	
<p>Eigenschaften typischer Kraft- und Betriebsstoffe an Bord (Dieselkraftstoff, Schweröl, Schmieröl, Kühlmittel, Inertgas,...) hinsichtlich Brand- und Explosionsgefahr, Giftigkeit, Verhalten bei</p>	

Kontakt mit Wasser/Luft/Metallen/Licht usw., Verhalten bei Erwärmen, bzw. in kaltem Zustand (Schweröl)...	
Eigenschaften alternativer Kraftstoffe (LNG, Methanol,...) hinsichtlich Brand- und Explosionsgefahr, Giftigkeit, Verhalten bei Kontakt mit Wasser/Luft/Metallen/Licht usw., Verhalten bei Erwärmen (gekühlte Gase) oder Expansion (komprimierte Gase)...	
Prozesse und Gefahren beim Bunkern von alternativen Kraftstoffen , insbesondere LNG, in Hafenbereichen Bunkerprozess und -technik, tiefkaltes Flüssiggas, Maßnahmen in Havariesituationen, vorgeschriebene Absicherungsmaßnahmen, Löschbereitschaft während des Bunkerns	
Wassereinbruch / Löschwasser im Schiff Ursachen und Wirkungen, Stabilitätsbetrachtungen, mögliche bordeigene Maßnahmen, mögliche externe Maßnahmen	
Alternativ betriebene Fahrzeuge Umgang mit Elektrofahrzeugen, Fahrzeugen mit Erdgas-/Autogasantrieb auf RORO-Schiffen / RoRo-Fahrgastschiffen/ in Hafengebieten im Fall von Havarien	
Umgang mit Gasmesstechnik (Typen von Messgeräten, Messung von explosiven / giftigen Gasen, Alarmschwellen, Kalibrierung, Messfehler, usw.)	
Maritimer Arbeitsschutz (Stolper- und Sturzgefahr bei Nässe und Seegang, Arbeiten mit elektrischen Geräten in nasser und metallischer Umgebung, Arbeiten in engen Räumen, Gefahrstoffe an Bord, Schleppverbindung, Übergang von Schiff zu Schiff, Personenrettung aus engen Räumen, Betreten verschlossener Räume (Atmosphäre), ...)	
Lesen von Schiffsplänen Arten von Schiffsplänen (ggf. getrennt in Schiffssicherungsplan, Fluchtwegeplan, ...), Symbolik und was steckt dahinter, Schiffsunterteilungen (A-, B-, C-Trennung), ggf. Erklärung zum Brandbekämpfungs-Organisationsaufbau an Bord	
Kommunikation, Digitalfunk, Seefunk (zur Info: Seefunk nur informativ, Seefunk darf nur mit Befähigung genutzt werden)	
Evakuierung von Personen menschliches Verhalten im Seenotfall, psychologische Aspekte, Führung von Menschenmengen in Krisensituationen	
Umgang mit Wärmebildkameras	
Maritimes Deutsch (typische maritime Begriffe, Backbord, Steuerbord usw...)	
Maritimes Englisch (IMO-Standardphrasen)	
...weitere Wünsche:???	

Tabelle 5: Fragebogen zur Ermittlung der derzeitigen und zukünftig gewünschten Aus- und Weiterbildungsinhalte

Der Fragebogen wurde an die Feuerwehren Wilhelmshaven, Rostock und Brunsbüttel verschickt. Aus den rücklaufenden Antworten wurde eine zusammenfassende Tabelle erstellt, die die Notwendigkeit und Nachfrage nach den gewünschten Weiterbildungsinhalten zusammenfasst.

Platz	Thema	Bedarfs- bewertung
1	Wassereinbruch / Löschwasser im Schiff	10
2	Evakuierung von Personen	9
3	Eigenschaften alternativer Kraftstoffe (LNG, Methanol,...)	8
	Prozesse / Gefahren beim Bunkern alternativer Kraftstoffe (LNG)	8
4	Lesen von Schiffsplänen	7
	Kommunikation, Digitalfunk, Seefunk	7
	Maritimes Englisch	7
5	Eigenschaften typischer Ladungen auf Massengutschiffen	6
	Alternativ betriebene Fahrzeuge	6
	Maritimer Arbeitsschutz	6
6	Genereller Aufbau verschiedener Schiffstypen	5
	Lokalisierung / Funktion sicherheitsrelevanter Systeme auf Schiffen	5
	Eigenschaften typischer Ladungen auf Tankschiffen	5
	Eigenschaften typischer Kraft- und Betriebsstoffe an Bord	5
	Maritimes Deutsch	5
7	Umgang mit Gasmestechnik	4
	Funktion und Aufbau von Löschanlagen auf Schiffen	4
8	Umgang mit Wärmebildkameras	3

Tabelle 6: Zusammengefasste Auswertung der Antworten auf den Fragebogen (siehe Tabelle 5)

Daraus ergab sich, dass besonders alle Fragen im Zusammenhang mit Wassereinbruch, der Evakuierung von Personen sowie dem Einsatz alternativer Kraftstoffe in Zukunft häufiger und intensiver in Weiterbildungsangeboten vermittelt werden sollten. Auch das Lesen und Bewerten von Schiffsplänen für eine schnelle Lagererstellung und Maßnahmenplanung wurde deutlich als notwendiger Weiterbildungsbedarf bewertet, ähnlich wie Fragen im Zusammenhang mit der Kommunikation zwischen allen Beteiligten und dem maritimen Englisch.

- *Die ausführlichen Antworten der Feuerwehren sind diesem Abschlussbericht in Form einer Excel-Tabelle als Anhang 4 „Auswertung_Fragebogen_FWen“ in digitaler Form beigelegt.*

Decksmodell

Für eine zügige Lagererstellung und eine sichere Kommunikation mit allen Beteiligten, ist das Lesen von Schiffsplänen und die Projektion dieser Schiffspläne auf die realen Gegebenheiten eine wichtige Voraussetzung. Um diese Kompetenz bei den Feuerwehren zu schulen, wurde ein praktisches

Lehrmaterial konzipiert und gebaut, welches die Pläne der einzelnen Decks eines Schiffes in der korrekten dreidimensionalen Anordnung darstellt (Abbildung 5).

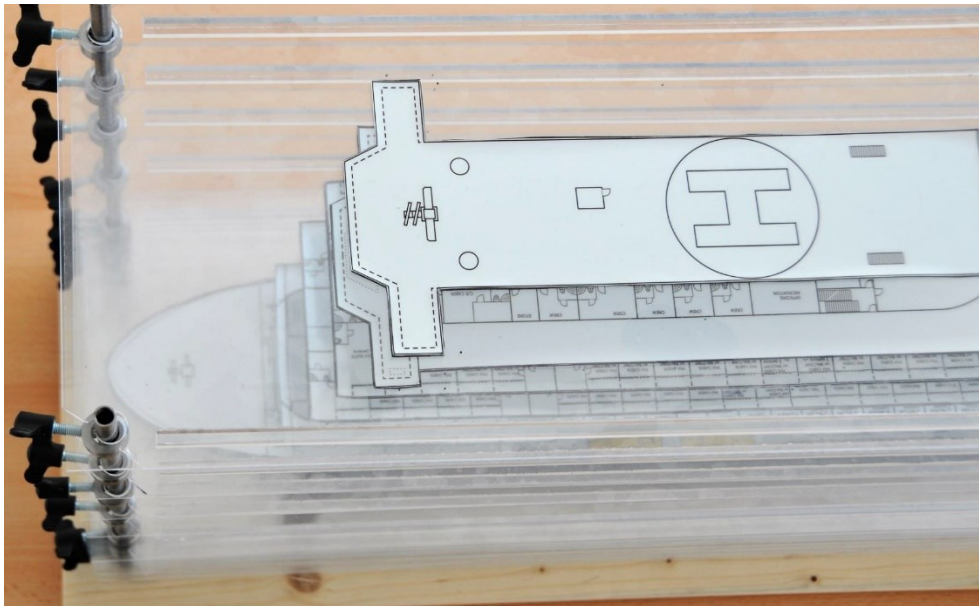


Abbildung 5: dreidimensionales Decksmodell

Dieses Modell soll die räumliche Vorstellung für die Anordnung der einzelnen Decks und die auf ihnen vorhandenen Sicherheitssysteme verbessern.

Die einzelnen Decks sind auf Plexiglas-Unterlagen fixiert und können einzeln abgenommen werden (Abbildung 6). Eine mögliche Aufgabe in einer Schulung wäre z.B. das richtige Zusammensetzen der Schiffsdecks in der korrekten Reihenfolge - bei einem Kreuzfahrtschiff mit bis zu 17 Decks durchaus eine Herausforderung.

Zugleich kann das Decksmodell auch für Planspiele eingesetzt werden. Hierfür wurde spezielles Zubehör entwickelt, wie z.B. Fahrzeuge in verschiedenen Größen zur Darstellung der Beladung eines Fahrzeugdecks auf einem RORO-Schiff oder Rettungsboote (Abbildung 7). Eine Havarie kann so schnell veranschaulicht werden und anhand des Modells können z.B. mögliche Angriffsrouten für die Einsatzkräfte diskutiert werden.



Abbildung 6: flexibel übereinander stapelbare Einzeldecks

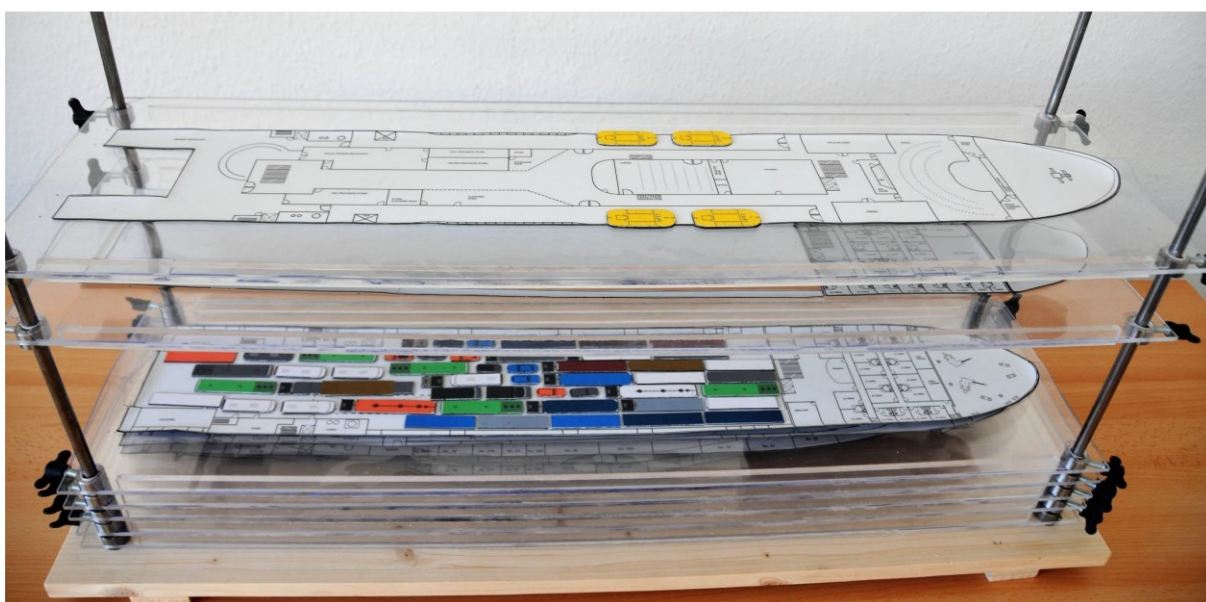


Abbildung 7: Zubehör zur konkreten Darstellung einzelner Lagen

Auch die Darstellung von Schräglage (sowohl Trimm als auch Krängung) ist möglich, um zum Beispiel die Einsetzbarkeit von Rettungsmitteln richtig bewerten zu können (Abbildung 8).



Abbildung 8: Umsetzung von Krängung bzw. Trimm am Decksmodell

Das Decksmodell kann für folgende Schulungszwecke verwendet werden:

- Durchführung von komplexen Planspielen
- Familiarization
- Einsatzvorbereitung
- Lagebilddarstellung in realen Unfallszenarien
- Nachbesprechung von Einsätzen
- Lesen von Schiffsplänen

und kann damit für folgende Zielgruppen hilfreich sein:

- Maritimes Personal
 - Schiffsbesatzungen
 - Reedereivertreter
 - Hafenpersonal
 - Behörden
 - Klassifikationsgesellschaften
- Rettungs- und Hilfsorganisationen
 - Feuerwehr
 - Technisches Hilfswerk
 - Rettungsdienste

Mögliche zu übenden Szenarien sind u.a.:

- Brandbekämpfungsszenarien
- Evakuierung von Personen, Finden alternativer Fluchtwege in Gefahrensituationen
- Ablauf von Stellübungen, Lenken großer Menschenmengen
- Darstellung von Gefahrgutunfällen auf RoRo-bzw. RoPAX-Fährschiffen
- Darstellung von Wassereintrich an Bord mit Schräglage bzw. Trimm als Konsequenz
- Security-Szenarien, Piraterie und Terrorismusabwehr

Das ISV setzt das Decksmodell u.a. erfolgreich bei den „Crowd & Crisis“ – Lehrgängen ein.

LNG-Bunker-Simulation

Liquefied Natural Gas (LNG) gehört zu den stark aufkommenden alternativen Kraftstoffen in der Seefahrt. Bei einer Havarie bzw. einem Brand auf einem Seeschiff müssen daher auch Feuerwehren und Rettungskräfte darauf eingestellt sein, diesen Kraftstoff in großen Mengen an Bord vorzufinden.

LNG, dessen Hauptbestandteil Methan ist, hat deutlich andere Eigenschaften als die konventionellen Kraftstoffe wie Marinediesel oder Schweröl. Da LNG als tiefkaltes Flüssiggas gebunkert wird, müssen bereits beim Bunkervorgang bestimmte Sicherheitsmaßnahmen beachtet werden, um einerseits Erfrierungen und andererseits das Freisetzen von LNG und damit das Entstehen von explosiven Gaswolken zu verhindern. Die Bebungung erfolgt im Hafen, entweder von Landanlagen auf das Schiff oder von Schiff zu Schiff. Wenn bei einem Bunkervorgang eine Gefahrensituation auftritt, sind also mit hoher Wahrscheinlichkeit landseitige Einsatzkräfte in die Abwehrmaßnahmen involviert. Es ist daher wichtig, dass diese mit dem Medium LNG sowie mit dem Bunkersystem vertraut sind.

Für entsprechende Schulungen wurde innerhalb des EFAS-Projektes ein Bunkersimulator konzipiert und umgesetzt, der die Bebungung von einem Truck zu einem Schiff simulieren soll (Abbildung 9). Dabei wurden die beiden Anschlussstationen einerseits des Trucks und andererseits des Schiffes mit den dazugehörigen Ventilen und Armaturen sowie den Kopplungsschläuchen als Standplatten aufgebaut (Abbildung 10).

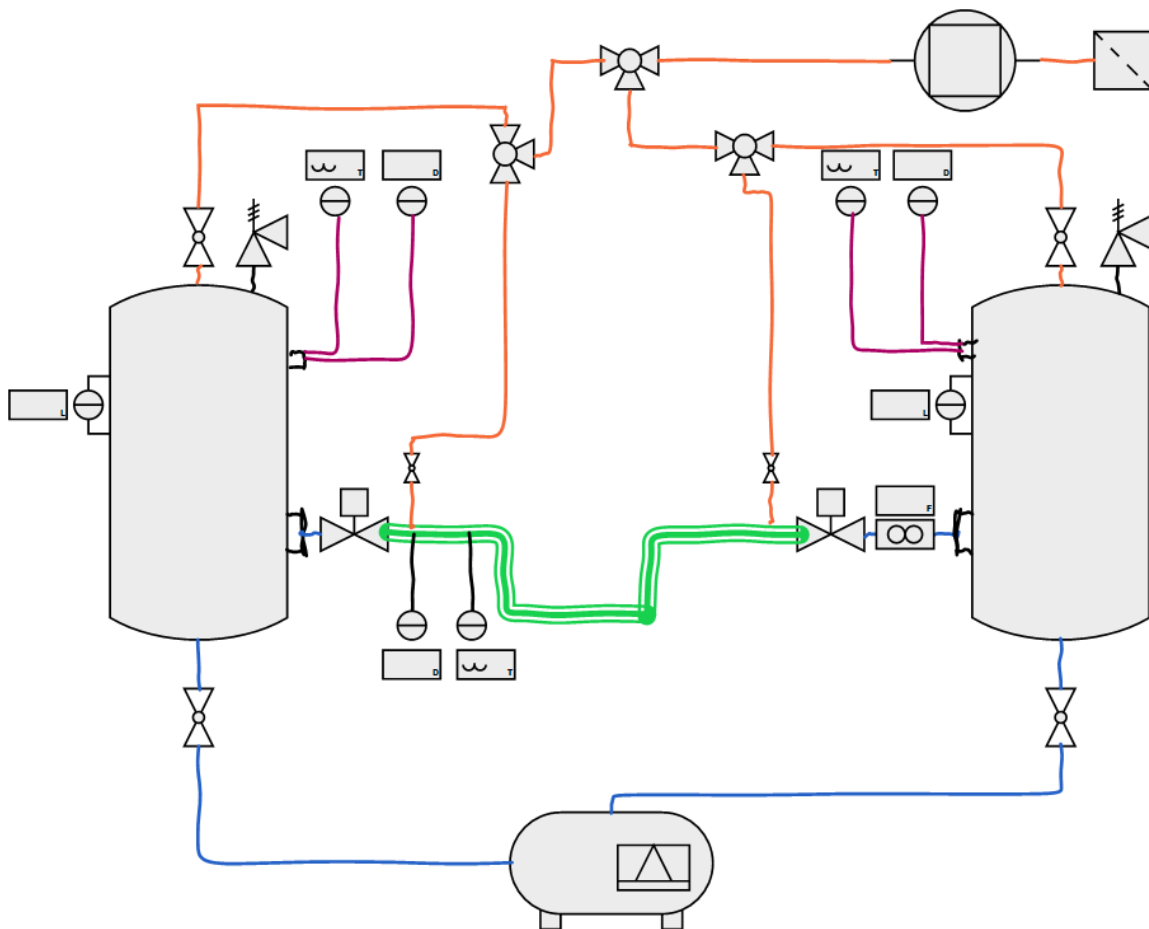


Abbildung 9: Funktionsschema der aufzubauenden LNG- Bunker-Simulation



Abbildung 10: LNG-Bunker-Simulator, links: Anschlussstation des Trucks, rechts: Anschlussstation des Schiffes, Kopplungsschlauch, im Hintergrund Kompressor

Mit diesem Bunkermodell können die korrekten Checklisten zur Vorbereitung eines Bunkervorganges abgearbeitet, die richtige Reihenfolge während des Bunkerns und das Durchspülen der Schläuche und das Abschlagen am Ende des Bunkervorgangs an Originalteilen geübt werden (der Bunkerschlauch ist ein Original-Bunkerschlauch für den maritimen Bereich). Das System ist mit einem Kompressor verbunden, wodurch das Medium LNG durch komprimierte Luft dargestellt werden kann. So ist es möglich, falsche Verbindungen oder Undichtigkeiten tatsächlich während der Handling-Simulation festzustellen.

Die dazugehörigen Checklisten und Abläufe wurden ebenfalls erarbeitet und so aufgearbeitet, dass sie in einem Weiterbildungs-Kurs eingesetzt werden können (Abbildung 11).

- *Die ausführliche Bunker-Checkliste ist diesem Abschlussbericht als pdf-Datei als Anhang 5 „LNG_Bunker_Checklist“ in digitaler Form beigefügt.*

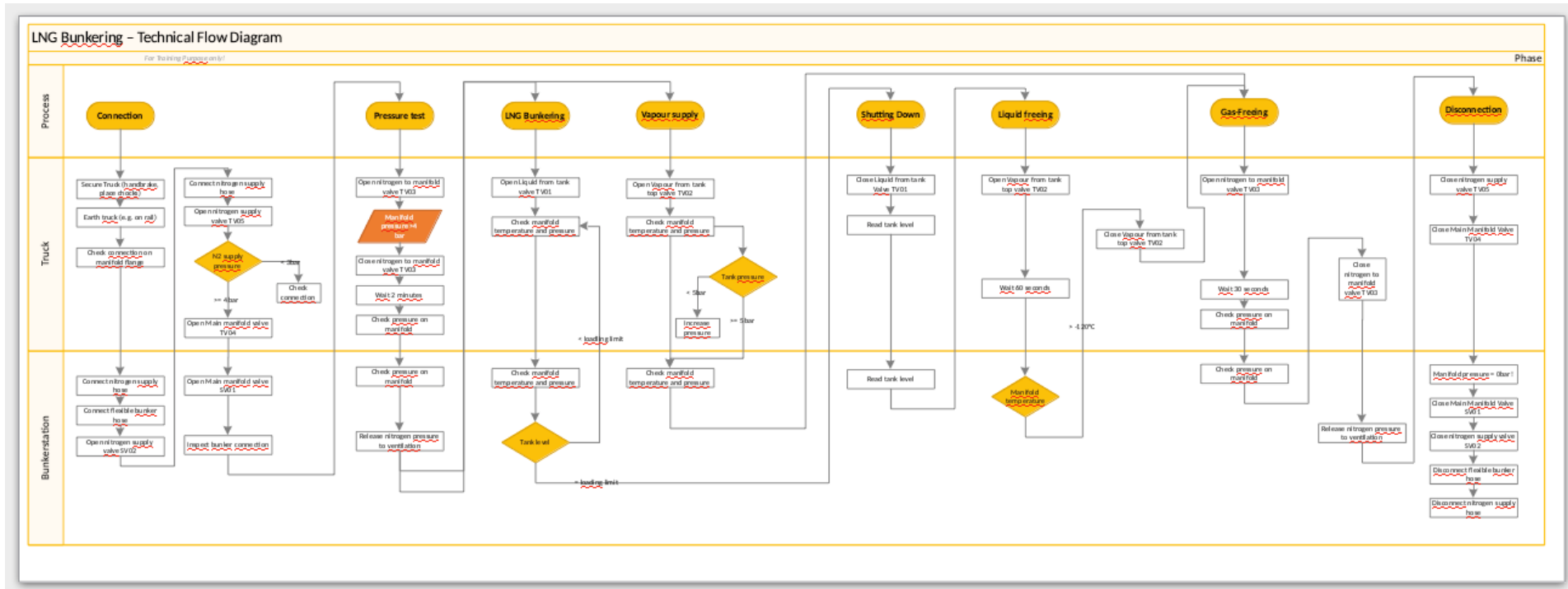


Abbildung 11: Flussdiagramm für den Bunkerprozess

AP 4 – Untersuchungen und Feldtests

Konzipierung der Szenarien und Versuche

Für die Vorbereitung und Durchführung von Funktionstest und Übungen musste zunächst erfasst werden, welche Bedarfe die einzelnen Partner hinsichtlich der Tests ihrer jeweiligen Komponenten haben. Für eine entsprechende Abfrage wurde gemeinsam mit FKIE, ein Fragebogen entwickelt:

Fragebogen zu den Anforderungen an die Evaluation, jeweils für AP 4.1, 4.2 und 4.3 von einzelnen Verbundpartnern zu beantworten inkl. der jeweiligen Wunsch- und Minimalanforderung

Gegenstand der Evaluation

- Was soll getestet werden (Technische Komponente, Arbeitsablauf, Software-System...)?

Allgemeine Anforderungen an das Szenario

- Anzahl der Szenarien?
- Mindestdauer Szenario? Höchstdauer Szenario?
- Möglichkeit der Unterbrechung/Wiederholung des Szenarios?
- Gesamtdauer der Evaluation (u.a. relevant für benötigte Verfügbarkeit des Brandcontainers/Schiffs/Hafens)?

Inhaltliche Anforderungen für den Test der Ortungstechnik

- Beachtung von mindest- oder maximal- Weg-Längen (Reichweite der Technik?)
- Beachtung von gleichzeitiger Ortung mehrerer hintereinander/ nebeneinander gehender Personen bzw. überhaupt: Ortung mehrerer Personen in einem Szenario gewünscht? Wieviele?
- Ortungsversuche ggf. erst einmal ganz ohne Brand, ohne / mit Atemschutz, nur mit Verrauchung, nur mit eingeschaltetem Sprinkler...(langsame Steigerung der Anforderungen)
- Szenarien über zwei Decks erwünscht?
- Einbau von Kriechstrecken, Niedergängen, Leitern in das Ortungsszenario?

Inhaltliche Anforderungen an das Szenario Brand

- Welche Personen sind beteiligt (als Realpersonen oder simuliert?) (Brandbekämpfungstrupp, Einsatzleiter, Schiffsführung,...), Vorversuche zunächst nur mit der intelligenten Kleidung an einem Dummy oder immer schon mit realen Personen?
- Welche Temperaturen sollen min/max erzeugt werden?
- Welche Brandlasten sollen verwendet werden?
- Welche Löschtechnik soll verwendet werden (Wasser, Pulver, Kohlendioxid,...) Hintergrund: Die Sensorik reagiert möglicherweise verschieden auf den Einsatz von Wasser, Pulver oder Gas...
- Welche Vorereignisse sollen simuliert werden (z.B. Explosion, dann starke Verrauchung, Auslösen der Sprinkleranlage, dann nasse Wände,...)
- Welche Aufgaben sollen integriert werden (z.B. Auffinden und Melden einer verletzten Person, wichtig ggf. für die Kommunikation)
- Einbau von Kriechstrecken, Niedergängen, Leitern in das Szenario?
- Szenario über mehrere Decks erwünscht?
- Wie wetterfest ist die Technik? Durchführung an einem sehr regnerischen/stürmischen Tag möglich? Gibt es hier Begrenzungen seitens des Brandcontainers (z.B. hinsichtlich Sturm?)

Welche (begleitenden) Messgrößen sollen erfasst werden? z.B.

- Temperaturen im Raum (ggf. in verschiedenen Bereichen)
- Temperaturen an der Person (durch Sensor innen / außen an der Kleidung)
- Luftfeuchtigkeit im Raum
- Gaskonzentrationen (welcher Gase?)
- Strömungsgeschwindigkeiten

Anforderungen an Infrastruktur

- Anzahl Stromzugänge?
- Wasseranschluss notwendig?
- Internet-Zugang? W-LAN?
- Notwendige Fläche zur Vorbereitung?
- Anzahl Tische/Stühle?

Anforderungen an die organisatorischen Rahmenbedingungen

- Welche EFAS-Systemkomponenten anderer Partner (ELW, Software, Technische Systemkomponenten...) müssen in die Evaluation einbezogen werden?
- Wunschzeitraum der Evaluation?
- Notwendige Anzahl und Anforderung an Probanden?
- Zusätzlich notwendiges Personal (zusätzlich zu Probanden: z.B. technisches Personal der Feuerwehr)?
- Anforderungen an die Feuerwehr?
- Wunsch-Schiffstyp (für AP 4.2 und AP 4.3)?
- Wunsch-Hafen (für AP 4.3)?

Tabelle 7: Fragebogen zur Erfassung der Bedarfe für Funktionstests und Übungen

Auf Basis der von den einzelnen Partnern eingegangenen Rückmeldungen und in Zusammenarbeit mit den assoziierten Partnern sowie der Feuerwehr Rostock wurden mehrere praktische Funktionstests von Einzelkomponenten im Brandcontainer in Wilhelmshaven durchgeführt.

Abschlussübung

Das Institut für Sicherheitstechnik / Schiffssicherheit hat vor allem die Vorbereitung und Durchführung der Abschlussübung des Projektes auf dem Traditionsschiff in Rostock Schmarl (Abbildung 12) übernommen. Diese Übung hatte zum Ziel, alle Einzelkomponenten im Zusammenspiel zu testen sowie die Nutzbarkeit und Bedienerfreundlichkeit durch reale Einsatzkräfte bewerten zu lassen.

Bei umfangreichen Evaluationen über mehrere Tage müssen u.a. folgende Aspekte beachtet werden:

- möglichst effiziente Zeitplanung, wann müssen welche Materialien und Partner vor Ort sein
- was ist im kleineren Rahmen oder unabhängig evaluierbar
- für welche Tests gelten welche Randbedingungen (z.B. Personal, Materialverfügbarkeit, Infrastruktur)
- wie können die Anliegen der einzelnen Projektpartner optimal koordiniert werden

- Zeitversatz in den einzelnen Zuarbeiten
- Asynchronität im Entwicklungs- und Informationsstand bei einzelnen Beteiligten.
- eingeschränkte Erreichbarkeit einzelner Beteiligter
- Datenschutz

Als Einsatzkräfte konnte die Feuerwehr Rostock gewonnen werden, die mit 11 Personen an der Übung teilnahm. Vier dieser Personen wurden mit den im Projekt von S-Gard und dem Institut für Textil- und Verfahrenstechnik entwickelten Overalls ausgerüstet, zudem wurden an den Schuhen die Ortungssensoren der ATS GmbH angebracht (Abbildung 13). Zudem übernahmen zwei Feuerwehrleute die Einsatzleitung an Bord bzw. im Einsatzleitwagen, der vor dem Schiff geparkt war (Abbildung 14). Darin war das Lagedarstellungssystem (MARSIG GmbH) installiert, mit dem es möglich sein sollte, die Einsatzkräfte an Bord zu orten (Abbildung 15).



Abbildung 12: Traditionsschiff in Rostock Schmarl



Abbildung 13: Ausrüstung mit Overall und Ortungssensor am Schuh



Abbildung 14: Einsatzfahrzeuge vor dem Schiff, vorn rechts der Einsatzleitwagen



Abbildung 15: Blick in den Einsatzleitwagen, ausgerüstet mit dem im Projekt durch die Partner entwickelten Lagebild- / Ortungssystem

Durch das ISV wurden die einzelnen Evaluationsszenarien entwickelt:

Test-Szenario 1: Reichweiten Sprechfunk und Datenübertragung

Fragestellung:

- Gelingt eine sichere Kommunikation (Sprechfunk) und sichere Datenübertragung (Sensoren an der Kleidung) zwischen auf dem Schiff verteilten Personen und dem ELW an Land?
- Gibt es Einflüsse auf die Verbindungsqualität durch den Standort der Personen an Deck/ im Schiff/ über der Wasserlinie/ unter der Wasserlinie?
- Sollte die Verbindung zu allen möglichen Einsatzstellen an Bord möglich sein: Wie weit kann dann der ELW für eine sichere Kommunikation entfernt sein?

Nötiges Material: Sprechfunk-App / Daten-App (Lex), ELW

Nötiges Personal: 3 Personen (1 x ELW, 2 x an Bord (mobil + Brücke))

Testläufe / Szenarien: Leistungs- und Reichweitenprüfung

für alle Tests: EL auf der Brücke (Referenz), ELW direkt vor der Gangway (außer 1.2 o)

1.1 Leistungstest

- a) Sprechfunk: Verbindungstest bei gleichzeitigem Senden (zwei Personen auf der Brücke)
- b) Sprechfunk: Verbindungstest selektives Gespräch / Gruppengespräch

1.2 Eine Person wird nacheinander Stationen auf dem Schiff ablaufen und die Kommunikation (Sprechfunk) und die Datenübermittlung testen (Stationen siehe auch Markierungen im Schiffsplan):

- a) Kommandobrücke, außen, Brückennock, landseitig
- b) Kommandobrücke, außen, Brückennock, seeseitig
- c) oberes Brückendeck, vor Raum 106/108, Aufbauten, landseitig
- d) oberes Brückendeck, am Kreiselkompass, Aufbauten, seeseitig
- e) Hauptdeck, außen, Reling, landseitig
- f) Hauptdeck, außen, Reling, seeseitig
- g) Hauptdeck, innen, achtere Aufbauten, Gang-Kreuzung, landseitig
- h) Hauptdeck, innen, achtere Aufbauten, vor Raum 609/613, seeseitig
- i) 2. Deck, innen, achtern, achterlich des Wasserbeckens
- j) 3. Deck, innen, Maschinenraum, Maschinensteuerstand
- k) Stauung, innen, Maschinenraum, zwischen Maschinen (Wasserlinie, stehend ca. Bauchtief)
- l) Stauung, innen, Vorschiff, vor dem Treppenhaus / „Werft-Ausstellung“ (Wasserlinie, stehend ca. halstief)
- m) 3. Deck, innen, Vorschiff, vor dem Treppenhaus / „Torpedo-Ausstellung“
- n) 2. Deck, innen, Vorschiff, vor dem Treppenhaus / hinterer Bereich Foyer, seeseitig
- o) ggf. Reichweitentest LTE-Zelle; eine mobile Einheit an Oberdeck, der ELW entfernt sich schrittweise bis Verbindungsabbruch Sprechfunk und bis Verbindungsabbruch Datenverkehr

Szenario 2: Personenortung

Fragestellung:

- Können vier auf dem Schiff befindliche Personen in das System eingebunden und ihre Positionen im Lagebildsystem dargestellt werden?
- Wird die Position auf dem digitalisierten Schiffsplan so dargestellt, wie es der realen Position an Bord entspricht?
- Wie viele Personen können zeitgleich initialisiert und dargestellt werden (min 1, max. 4)

Nötiges Material: 4x Tracking-Device, 4x Sendeeinheit (Lex), Tablet/ELW

Nötiges Personal: 2 Person (EAL und EL oder FÜA /ELW), 2 Trupps (T1, T2)

Testläufe / Szenarien: *Verortung der Personen (fester Standort) und Darstellung im Lagebild*

2.1 Initialisierung an Hand zweier Referenzpunkte

Es wird ein weiterer Truppmann im System angemeldet, seine Position verortet, seine Bewegungsausrichtung initialisiert und der Maßstab zwischen Bewegung und Karte kalibriert.

2.2 weiterer Durchlauf mit zwei anders gelegenen, alternativen Initialisierungs-Referenzpunkten

Szenario 3: Verfolgen der Personen

Fragestellung:

- Können auf dem Schiff verteilte Personen getrackt, also ihre Bewegung verfolgt werden und die Position nach dem Zurücklegen bestimmter Wegstrecken und Zeitdauern auf dem digitalisierten Schiffsplan korrekt dargestellt werden?
- Wie viele Personen können gleichzeitig getrackt und dargestellt werden (min 1, max. 4)
- Über welche Wegstrecken und Zeiträume können mit einer hinreichenden Genauigkeit die Aufenthaltsorte der Personen dargestellt werden? (Abweichung in drei Ebenen x, y, z)

- Kann der Wechsel auf ein höheres oder tieferes Deck im Lagebildsystem klar nachvollzogen werden? (Darstellung Ebenenwechsel)
- Wie weit wirkt sich die Bewegungsform (Kriechen, Hockgang, ...) und das Mitführen von Ausrüstung (Atemschutzgerät) auf die Genauigkeit aus? (veränderte Bewegungsabläufe)

Nötiges Material: 4x Tracking-Device, 4x Sendeeinheit (Lex), Tablet/ELW

Nötiges Personal: 1 Person (EAL mit Tablet vor Ort), 2 Trupps (T1, T2)

Testläufe / Szenarien: *Verfolgen der Personen (in Bewegung) und Darstellung im Lagebild*

Jeweils vor Durchführung eines Durchlaufes: Initialisierung der Position durchführen

3.1 eine Person bewegt sich ...

... auf dem Hauptdeck entlang einer vermessenen, geraden Strecke A, wird getrackt und am Ende die aktuelle Position der Person zu der des Avatar im Lagebild um die Abweichungen in X, Y, Z verglichen (mehrmalige Durchführung, 50% in inverser Richtung)

... auf dem Hauptdeck entlang einer vermessenen, Rundstrecke B, wird getrackt und am Ende die aktuelle Position der Person zu der des Avatar im Lagebild um die Abweichungen in X, Y, Z verglichen (mehrmalige Durchführung, 50% in inverser Richtung)

... entlang einer vermessenen, möglichst geraden, aber durch mehrere Decks führende Treppenstrecke C, wird getrackt und am Ende die aktuelle Position der Person zu der des Avatar im Lagebild um die Abweichungen in X, Y und Z verglichen (mehrmalige Durchführung, je 33% abwärts/aufwärts, 34% vom-Startpunkt-zum-Startpunkt)

3.2 zwei Personen bewegen sich ... analog zu 3.1

3.3 zwei Trupps (also 4 Personen) bewegen sich ... analog zu 3.1 (Bewegung gegenläufig)

3.4 veränderter Bewegungsablauf: eine Person bewegt sich auf dem Hauptdeck entlang der Strecke A/D auf unterschiedliche, Fw-typische Bewegungsarten, wird getrackt und am Ende die aktuelle Position der Person zu der des Avatar im Lagebild um die Abweichungen in X, Y, Z verglichen (mehrmalige Durchführung, Richtung beibehalten, Arten: Kriechen, Gehen in der Hocke, Laufen, „blinde Raumdurchsuchung“, Leiter auf/ab)

3.5 Wiederholung 3.4 mit aufgesetztem Atemschutzgerät

3.6 Anzug-Trageergonomie-Evaluation

Szenario 4: Informationseingabe in das Lagebildsystem und Evaluation des Gesamtsystems EFAS

Fragestellung:

- Können Angaben zur Situation vor Ort (z.B. Feuer, Gefahrstoff, ...) in das Lagebildsystem korrekt eingespeist werden?
- Können Feuerwehkräfte in der Einsatzabarbeitung und Kommunikation das EFAS-System zum Lagebildaufbau und -erhalt und zum Austausch von Informationen, zur Entscheidungsunterstützung und zur Protokollierung erfolgreich einsetzen?

Nötiges Material: EFAS-Anzug, Apps/Device, ELW [Stationäres System, Tablet]
Fw: Einsatz-/Führungsmaterialien für „klassisches Szenario“
Darstellungsmaterial: Brand, Gefahrstoff, Warnschild Ggk 4.3 III (4.1)
1-2 Schlauchlängen, Strahlrohr, Gefahrstofftüte

Nötiges Personal: 2 Personen (1xEL, 1xAL), 2 Trupps (T1/T2); Schiffsführung

Testläufe / Szenarien: *Lagebildaufbau und -erhalt, Einspeisen von Angaben zur Situation vor Ort, Kommunikationsunterstützung*

Kompletter Einsatzdurchlauf von Alarm/Anrücken über Erkunden und Abarbeiten bis Einsatzende mit zwei Gefahren (Gefahrstoffbeseitigung/Brand) und zwei Trupps (T1, T2)
Lagebilderstellung und -bearbeitung, Informationsübermittlung

4.1 klassisch, ohne EFAS: Die entworfene Lage wird mit den der Feuerwehr derzeit zur Verfügung stehenden Führungsmitteln abgearbeitet.

4.2 mit EFAS-Unterstützung: Die entworfene Lage wird unter Benutzung des EFAS-Systems als Führungsunterstützung von der Feuerwehr abgearbeitet.

Grober/möglicher Ablauf:

EL und Schiffsführung im ELW (ELW stellt Brücke da). AL, Trupps T1, T2 an Bord.

1. Brandort {an Luke 3 (mittlere)} wird kommuniziert {Kpt>EL}.
2. EL eröffnet einen Abschnitt mit den Einsatzkräften vor Ort, bestimmt eine sichere Plattform {Fahrstuhlausgang Hauptdeck/Unterstand Hauptdeck Aufbautenausgang Seeseite} und markiert den Brandort. AL bekommt die sichere Plattform mitgeteilt. Er nimmt mit seinem Angriffstrupp T1 und T2 Position auf der sicheren Plattform ein.
3. EL definiert einen Angriffsweg auf dem Schiffsplan. AL bekommt den Angriffsweg mitgeteilt und kommuniziert ihn an T1.
4. T1 geht zur Brandbekämpfung vor, AL startet Zeitmessung.
5. T1 kommt am Ziel/Brandbekämpfungsort an, meldet dies dem AL, AL markiert die Stelle in der Karte / dem System. T1 entdeckt am Brandort einen verpackten Gefahrstoff, der mit 4.3 III {4.1} markiert ist und meldet dies dem AL. T1 beginnt Brandbekämpfung.
6. AL markiert den Fund im Plan/dem System und kommuniziert es zum EL. AL informiert EL über die Gefahrstoffmarkierung. EL bestimmt T2 zur Sicherung des Gefahrstoffes in Form von Umverpacken und kommuniziert den Angriffsweg an AL, damit T2 nicht die Brandbekämpfungsmaßnahmen einschränkt.
7. T2 bekommt den Angriffsweg, Verpackungsmaterial zur Gefahrstoffsicherung und geht vor. Der AL startet die Einsatz-Zeit-Uhr.
8. T2 kommt am Ziel/Gefahrstoffort an, meldet dies dem AL, AL markiert die Stelle in der Karte/dem System.
9. Gefahrstoffsicherung und Brandbekämpfung abgeschlossen, T1 und T2 Rückzug, Ende Zeitnahme bei Erreichen der sicheren Plattform durch AL.
10. Einsatzende durch EL.

Szenario 5: Temperatursensoren

Fragestellung:

- Wie reagieren die Temperatursensoren in den Anzügen auf thermische Einflüsse in der Nähe und wird die Reaktion der Sensoren im Lagebildsystem korrekt dargestellt?

- Welche Entfernung der Person bis zur Hitzequelle und welche Einwirkdauer ist minimal erforderlich, damit es zu einem Reagieren der Sensoren kommt?
- Wie und wo reagieren (die Temperatursensoren) die Anzeigen?
- Inwieweit stimmt die durch die Sensoren angezeigte Temperatur mit der tatsächlich vor Ort vorhandenen Temperatur überein? (Die Temperatur der Heizung wird begleitend gemessen.)
- Inwieweit ist die Lage der Hitzequelle relativ zur Bewegungsrichtung der Person relevant?

Nötiges Material: EFAS-Anzug, Daten-App/Device (Lex), ELW/Tablet, Elektro-Heizung, Referenz-/Kontrollthermometer

Nötiges Personal: 1 Person (EAL oder EL oder FÜA /ELW), 1 Truppmann

Testläufe / Szenarien: *Temperatursensorik und Verarbeitung*

5.1 Passieren: Eine Person bewegt sich „im Einsatztempo „Erkunden““ längs an einer Hitzequelle vorbei; die Person verringert die Abstände zur Hitzequelle (z.B. 2m, 1m, 0,5 m, 0,2 m) und verharrt im Wirkungsbereich der Hitzequelle für 0, 5, 15, 30 sec.

- a) Hitzequelle steht auf dem Boden
- b) Hitzequelle steht in Brusthöhe

5.2 frontales Zugehen: Wiederholung des Versuches 5.1 aber mit frontalem Zugehen auf die Hitzequelle – ab welchem Abstand reagieren die Sensoren?

Die Evaluation wurde erfolgreich mit allen Partnern durchgeführt. Ein zusammenfassendes Video wurde durch den Projektpartner S-Gard erstellt:

<https://www.youtube.com/watch?v=J4lsULCljrg>

Die Bewertung der Übungsergebnisse erfolgt jeweils durch die einzelnen Partner selbst für ihre jeweiligen Teilsysteme.

AP 5 – Begleitforschung

Innerhalb der Begleitforschung hatte das ISV vor allem die Aufgabe, Empfehlungen zu erarbeiten, wie die im Projekt entwickelten Systeme oder Maßnahmen einsetzbar sind. Dafür wurde u.a. untersucht, welche Grenzparameter (Temperaturen, Druck, Gefahrstoffkonzentrationen) in Entscheidungsunterstützungssystemen bzw. in intelligenter Kleidung eingestellt werden sollten, um eine sichere Umgebung für Einsatzkräfte zu garantieren. Entsprechend müssten dann durch die technologischen Komponenten (Vor)Alarmer generiert werden. Diese Arbeit ist im Folgenden zusammengefasst.

Leistungsgrenzbereiche des menschlichen Körpers bei unterschiedlichen Umgebungs-/Umweltbedingungen in Bezug auf Feuerwehr-Szenarien bei der Schiffsbrandbekämpfung

Schwell- und Grenzwerte

Zur Festlegung von Schwell- und Grenzwerten kann es nur Empfehlungen geben. Eine verbindliche Festlegung der Werte für die Arbeit mit dem System muss jede Feuerwehr, Einsatzleitung oder betroffene Person, je nach überwachtem Wert, überprüfen und individuell festlegen. Diese Werte

können in Abhängigkeit stehen zu verwendeten Materialien, Einsatz-Philosophien und -Strategien, zum individuellen Leistungsvermögen und -bereitschaft der Einsatzkraft und weiterem. Die Wertvorgaben im System werden vorerst mit einer großen Sicherheitsspanne vereinbart.

Temperatur - Die Körper-Kerntemperatur

Die Reaktionen im menschlichen Körper sind auf eine Kerntemperatur von 37°C eingestellt, mit einer Toleranz von etwa +/- 0,5 Kelvin (Grad). Am wärmsten ist es in der Leber und in der Niere, wo die intensivsten chemischen Reaktionen ablaufen, am kältesten ist die Haut, die etwa 4 bis 7 Kelvin (Grad) kälter ist. Der Mensch ist gegenüber inneren Temperaturschwankungen sehr empfindlich. Das empfindlichste Organ beispielsweise, das Gehirn, bricht bei Temperaturen oberhalb von 40,5°C und unterhalb von 35°C zusammen. Ab einer Temperatur von 41°C beginnen sich die Eiweißstrukturen zu verformen und das Gewebe zu zerstören. Bei einer Temperatur von 34 °C lässt die Aufmerksamkeit nach und man verliert die Sprache. Unterhalb von 33 °C wird der Stoffwechsel reduziert und die Fähigkeit der Thermoregulation geht verloren. Es besteht dann Lebensgefahr. Bei 27°C wird man bewegungsunfähig und bei 25 °C tritt als Folge ungenügender Atmung der Tod ein. [1]

Für den Feuerwehrmann ist die obere Temperaturgrenze relevant, wenn er sich im Einsatz zur Brandbekämpfung befindet. Die untere Grenze kann aber auch eine Rolle spielen, z.B. bei technischen Hilfeleistungen, Außeneinsätzen in kalten Jahreszeiten oder bei direktem und langem Kontakt mit kühlem Wasser. Aus den maximalen Grenzen für das empfindlichste Organ, das Gehirn, lassen sich allgemeine Grenzwerte ableiten. Im Rahmen von Aufnahme und Messtoleranz werden für das EFAS-Projekt die Grenzwerte der Körper-Kerntemperatur auf 36 bis 39°C empfohlen. Zur weiteren Verarbeitung sind noch Messungenauigkeiten und Temperaturdifferenzen zum Messwertaufnahmeort zu bedenken.

Druck – Körperinnendrucke und Atmosphärendruck [2]

Hierbei ist zum einen der zeitliche Verlauf der Druckänderung relevant, zum anderen, ob es sich um eine absolute Druckänderung handelt oder ob es sich um Druckdifferenzen in unterschiedlichen Systemen (Geweben, Hohlräumen) handelt. Bei einem langsamen Verlauf von Druckänderung ist es meistens möglich, dass sich der Körper darauf einstellt. Dann hält der Körper wesentlich stärkere Druckschwankungen aus als bei plötzlichen, schnellen Änderungen. Kritische Bereiche entstehen bei langsamen Änderungen und langen Druckphasen eher durch chemisch-physikalische Effekte, z.B. in Bezug auf Löslichkeit von Gasen im Blut, Sättigungsvermögen oder Atemvolumen. Bei plötzlichen und schnellen Druckänderungen kann es auf Grund von Kompression/Stauchung oder Ausdehnung/Zerrung zu sehr ernsthaften Verletzungen bis hin zum Tod kommen.

Im Ohr gibt es mehrere, relativ gekapselte Hohlräume, die zum Teil mit sehr dünnen Häuten versehen sind. Diese Häute werden bei fehlendem Druckausgleich stark beansprucht. Das Trommelfell verursacht bei äußerem Überdruck ab ca. 0,1 bar Druckdifferenz erste Schmerzen, ab 0,3 bar kann es reißen. Bei äußerem Unterdruck kann es bei Differenzdrücken von 0,3 bis 0,9 bar zu einem Trommelfellriss kommen. Die Trennhaut zum Mittelohr, das „runde Fenster“, kann bei einem starken, schnellen Druckausgleich reißen.

Nasennebenhöhlen können bei Verstopfung der Durchgänge, z.B. in Folge von Erkältung, Polypen, Schwellung der Schleimhäute, keinen oder nur langsam einen Druckausgleich herbeiführen. Schon ein leichter Unterdruck von 0,025 bar kann zu Schleimhautschwellung und Ausschwitzen von

Gewebsflüssigkeit führen, ab 0,07 bar kommt es zur Blutüberfüllung des Gewebes. Ab 0,35 bis 0,5 bar Unterdruck kann es zur Blutung in den Nasennebenhöhlen kommen.

Ein schnell und stark auftretender Unterdruck kann sich ggf. auch auf **die Haut**, die Gesichtshaut unter der Atemmaske oder auf die Augen auswirken und Blutgefäße anschwellen oder platzen lassen.

Zu einer **Dekompressionserkrankung** kann es nach einem längeren Aufenthalt bei größeren Umgebungsdrücken (>5 bar) mit einer entsprechenden Stickstoffaufsättigung kommen. Kehrt die Person zu schnell zum Normaldruck zurück, kommt es zur Bildung von Stickstoffblasen in Blut und Gewebe. Die Folge können Schmerzen und/oder neurologische Ausfälle sein.

Bei einer wesentlich **schnelleren Druckabnahme** kann es zu einer Überdehnung der Alveolen oder sogar zu einem Lungenriss kommen, wenn keine Möglichkeit des (langsamen) Abatmens besteht oder die Leichtigkeit durch Verschleimung (z.B. in Folge Erkältung) oder in Folge Nikotinkonsums reduziert ist. Dabei ist es nur relevant, unter welchem Druck eingeatmet wurde, nicht wie lange der Druck vorher bestand. Schon bei einer Druckdifferenz von 0,05 bar kann es zu Kreislaufstörungen und Schwindelanfällen kommen. Ab Differenzen größer 0,07 – 0,1 bar können mindestens feine Gefäßrisse in der Lunge entstehen und Atemgasembolien hervorrufen. Die Folge eines Lungenrisses kann von der Behinderung der Atmung mit Atemnot über Ausfall von Teil-Blutkreisläufen mit entsprechendem Funktions-/Organausfall bis zum Tod bei beidseitigen Lungenrissen führen.

Schadstoffe – Gefahrgüter, giftige Stoffe, Brandgase

Die gefährlichen Eigenschaften von giftigen und sonstigen gefährlichen Stoffen können sehr unterschiedlich sein. Oft hat ein Stoff auch mehrere gefährliche Eigenschaften auf einmal. Neben der Gefährdung durch Kontakt oder Aufnahme bestehen noch Gefahren durch Brand, Explosion oder anderen Reaktionen mit Auswirkungen auf die Umwelt. Wichtig ist es auf jeden Fall, den Stoff bestmöglich zu identifizieren und die mit ihm in Verbindung zu bringenden Gefahren zu berücksichtigen.

Beurteilungswerte sind für die Lagebeurteilung nur dann sinnvoll, wenn die zugrundeliegenden Konzentrationswerte an der Einsatzstelle zeitnah auch ermittelt werden können. Beurteilungswerte können herangezogen werden zur Abschätzung der

- Explosionsgefahr
 - o Prozentwert der unteren Explosionsgrenze in Luft (%-UEG)
- Gefahr durch ionisierende Strahlung
 - o Dosis, Dosisleistung und Kontamination (Feuerwehr-Dienstvorschrift FwDV 500 „Einheiten im ABC – Einsatz“)
- Gesundheitsgefahr durch C-Gefahrstoffe
 - o Einsatztoleranzwerte (ETW) nach vfdb-Richtlinie 10/01
 - o Störfall-Konzentrationsleitwerte (AEGL-Acute exposure guideline levels): AEGL-2 für einen Expositionszeitraum von 4 h oder Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) nach TRGS 900.

Die Beurteilung der Gefahr durch chemische Stoffe wird bei der Feuerwehr laut ihrer FwDV 500 „Einheiten im ABC – Einsatz“ in einer Einsatzvorbereitung in drei allgemeine Gefahrengruppen vorgenommen. Dabei geht es um Risiken, denen voraussichtlich mit Standardmitteln der Feuerwehr (Löschzug) zu begegnen ist; diese sind der Gefahrengruppe IC zugeordnet. Risiken, welche voraussichtlich eine zusätzliche Sonderausrüstung erfordern, sind der Gefahrengruppe IIC zugeordnet. Risiken, welche voraussichtlich nur mit Sonderausrüstung und einer externen Fachberatung beherrschbar sind, sind in die Gefahrengruppe IIIC eingeordnet.

Die Gefährdung der Einsatzkräfte hängt dabei von einer Vielzahl von Faktoren ab, die erst aufgrund des eingetretenen aktuellen Ereignisses zu erkunden und abschließend zu beurteilen sind. Als Einflussgrößen gelten dabei:

- Art und Aggregatzustand der aktuell vorhandenen Chemikalien;
- Menge der freigesetzten chemischen Stoffe und Freisetzungsrate;
- Temperatur und Verdünnungsgrad der Stoffe;
- Brand des Stoffes oder Umgebungsbrand;
- Explosionsgefahr oder Gefahr einer heftigen chemischen Reaktion;
- Ausbreitung einer Kontamination (z. B. durch Löschwasser) und Gefährdung weiterer Bereiche.

Schadstoffe – Gruppierung und Bewertung

Die Feuerwehr ordnet nach FwDV 500 – 4.3.2.3 chemische Stoffe nach ihrer Art und Eigenschaft sogenannten Maßnahmengruppen (MG) zu, um daraus spezielle (gruppenspezifische) Maßnahmen ableiten und planen zu können. Die Einteilung ist dabei deutlich an die allgemeine Gefahrgut-Klasse-Einteilung angelehnt.

Somit ist in folgenden Maßnahmengruppen zu planen:

MG	Bezeichnung
1	Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff
2	Gasförmige Stoffe
3	Entzündbare flüssige Stoffe
4	Sonstige entzündbare Stoffe
5	Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe
6	Giftige Stoffe
8	Ätzende Stoffe
9	Verschiedene gefährliche Stoffe und Gegenstände

Tabelle 8: Eingruppierung von Gefahrstoffen

Eine Verknüpfung zu Unterstützungsfunktionen im EFAS-System in Form von automatisierten Gruppierungs- und Maßnahmenvorschlägen wäre zukünftig denkbar.

Bewertungskriterien

Die gegenwärtig international bedeutendsten Beurteilungswerte zur Wertung einer Gefahrstoff-Situation sind die AEGL-Werte (Acute exposure guideline levels / Störfallbeurteilungswerte). Sie beurteilen drei verschiedene Effekte/Schweregrade für fünf Expositionszeiträume. National und international hat sich auf den ersten Blick eine verwirrende Vielfalt von ähnlichen Werten ergeben, die scheinbar in Konkurrenz zu den AEGL-Werten stehen. Tatsächlich handelt es sich hierbei oft um Vorläuferwerte oder Parallelwerte, auf die solange zurückgegriffen werden kann, bis AEGL-Werte etabliert sind. Zu diesen verwandten Werten gehören:

- IDHL (Immediately Dangerous to Life and Health)
- ERPG (Emergency Response Planning Guidelines)
- TEEL (Temporary Emergency Exposure Limits)
- EEI (Emergency Exposure Indices)
- ARE (Acute Reference Exposure)
- ETW Einsatztoleranzwerte

Die ETW sind bzw. werden gegenwärtig den AEGL-Werten angepasst. Heute werden nur noch ERPG-Werte entwickelt, für die keine AEGL-Werte geplant sind. Ähnlich versteht sich das TEEL-Konzept, ausdrücklich als Ansatz zu schnellen und nur vorläufigen Festlegungen von Werten, die an anderer Stelle genauer abzuleiten und zu begründen sind.

Es wird abgeraten, für die Beurteilung einer Gefahren- bzw. Störfallsituation Arbeitsplatzgrenzwerte zu nutzen. Stehen allerdings keine besseren Beurteilungswerte zur Verfügung, muss auf diese zurückgegriffen werden.

Brandgase

Eine wesentliche Gefährdung der Einsatzkräfte besteht in einer Brandgas-Atmosphäre durch Sauerstoffmangel bzw. durch die Giftigkeit der sich entwickelnden Gase. Bei einem typischen Brand im Maschinenraum bzw. in den Aufbauten eines Schiffes sind u.a. folgende giftige Gase zu erwarten: HCN (Cyanwasserstoff, Blausäure), CO (Kohlenmonoxid), CO₂ (Kohlendioxid), NO_x (Stickoxide), H₂S (Schwefelwasserstoff), NH₃ (Ammoniak), SO₂ (Schwefeldioxid), Cl₂ (Chlor), PH₃ (Phosphorwasserstoff), HCl (Chlorwasserstoff bzw. Salzsäure), HCOH (Formaldehyd), COCl₂ (Phosgen).

Als erste Messung in einem Rauchgasgemisch wird die Erhebung von sogenannten Leitsubstanzen empfohlen [3]. Die derzeitigen empfohlenen Leitsubstanzen zur ersten Bestimmung von Gefahren sind: Kohlenstoffmonoxid, Blausäure, Salzsäure und- Formaldehyd sowie die Temperatur des Rauches und sein Sauerstoffgehalt.

Aus der vfdb-Richtlinie 10/01 [4] lassen sich zu den Leitsubstanzen diese Grenzwerte entnehmen:

Wertangaben in ppm	1. Stufe (max. 4h Exposition)	2. Stufe (max. 1h)	100% UEG Vol.%	G = Gefahr der Geruchsgewöhnung H = Hautresorptiver Gefahrstoff
Kohlenstoffmonoxid	33	83	11,3	
Blausäure	3,5	7,1	5,4	G, H
Salzsäure	11	22	-	
Formaldehyd	1	nicht festgelegt	7	

Tabelle 10a: Einsatzgrenzwerte für Leitsubstanzen

Für eine weitere Gefährdungsanalyse bei Brand empfiehlt sich die Prüfung auf und Alarmierung bei:

Wertangaben in ppm	1. Stufe (max. 4h Exposition)	2. Stufe (max. 1h)	100% UEG Vol.%	G = Gefahr der Geruchsgewöhnung H = Hautresorptiver Gefahrstoff
Stickoxid (Nitrose-Gase)	8,2	12	-	
Ammoniak	110	160	15,4	
Schwefeldioxid	0,75	0,75	-	
Chlor	1	2	-	
Schwefelwasserstoff	20	27	4,3	
Phosgen	0,08	0,30	-	
Phosphorwasserstoff	0,5	2	1,0	

Tabelle 10b: Einsatzgrenzwerte für andere Brandgase

Gefahrgutunfälle

Bei Gefahrgutunfällen entsteht die Gefährdung z. B. vorrangig durch Lösemittel oder andere organische Dämpfe. Hier ist das Messen von:

- Ketonen
 - Aromaten
 - Alkoholen
 - aliphatischen Kohlenwasserstoffen
 - chlorierten Kohlenwasserstoffen
- angezeigt.

Viele brennbaren Gase und Dämpfe wirken auf den Menschen toxisch, lange bevor sie die untere Explosionsgrenze erreichen. Daher ist eine zusätzliche Messung von flüchtigen organischen Substanzen im ppm-Bereich mit einem PID-Sensor eine wertvolle Ergänzung zum Personenschutz.

Sensorik in / an der Einsatzkleidung

Die Sensorik der Einsatzkleidung soll in der ersten Ausführung des EFAS-Systems Temperaturen aufnehmen und auswerten. Eine Schad- und Gefahrstoff-Analyse wird durch ein externes Gerät realisiert, welches Daten zu bestimmten Gefahren an das System zur Auswertung zurückmeldet oder ggf. selbst Alarm schlägt.

Festgelegte Sensorik

Anzugoberflächentemperatur Sensoren:

TA1 – rechte Schulter außen

TA2 – linke Schulter außen

TA3 – Brust

Objektoberflächentemperatur (IR) Sensoren:

TO1 – rechter Raumbereich

TO2 – linker Raumbereich

TO3 – vorausliegender Raumbereich

TO4 – abwärts, rechtes Bein

TO5 – abwärts, linkes Bein

Körpernahe Temperatur Sensoren

TI6 – Brust/Technik

TI7 – Bauch/Körperkern

Eingangswerte:

Temperatur Tx1 – Tx7; Grad

Zeit, fortlaufend Zf; Sekunden

Zeitpunkt Zfx; Sekunden

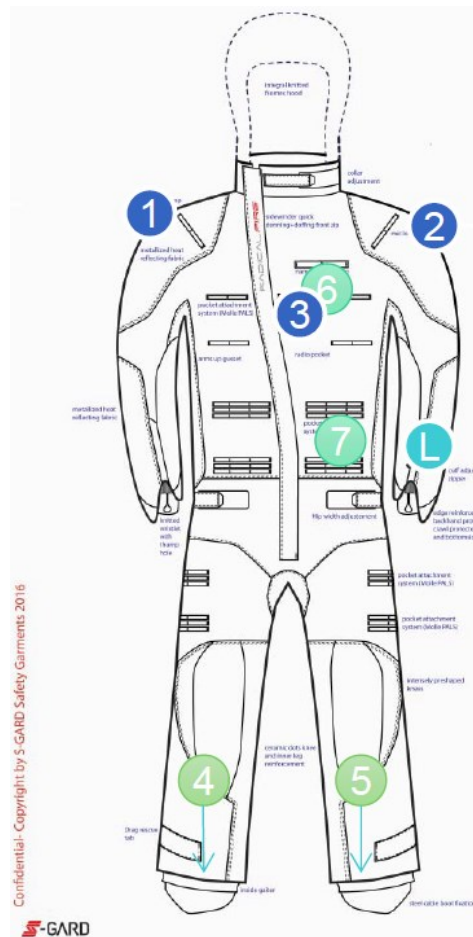


Abbildung 16: Verteilung der Sensoren am durch den Partner S-Gard entwickelten Overall

Bewertung der Einzelsensoren

- TI6: Temperatursensor an der Brust unter der Kleidung

Bei TI6 $\geq 43^\circ\text{C}$ besteht die Gefahr von Verbrennungen 1. Grades [5]. Die Sensorik sollte eine dringende Beobachtung dieser Einsatzkraft empfehlen. Die weitere Entwicklung ist dann sehr von der Kontaktdauer abhängig.

Bei einer Temperatur von TI6 $\geq 46^\circ\text{C}$ beginnt nach 60 Sek. die Gefahr von Verbrennungen 2. Grades. Die Sensorik sollte (dem Einsatzleiter oder der Einsatzkraft selbst) einen schnellen Rückzug empfehlen.

Die Temperatur wird im Textilgewebe über der Haut gemessen, d.h. zwischen Haut und heißer Oberfläche gibt es noch eine textile Barriere. Da diese im Einsatzfall voraussichtlich mindestens schweißnass sein wird, ist von einem guten Temperaturübergang, einer guten Wärmeleitung durch den Schweiß auf die Haut auszugehen.

- TI5: Temperatursensor zur Überwachung der körperkernnahen Hauttemperatur. Die Einflussgrößen der thermischen Belastung auf den menschlichen Körper sind neben Lufttemperatur auch Luftfeuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit, ausgesetzte Wärmestrahlung, energetische Arbeitsbelastung, Wärmeisolation der Bekleidung und die Expositionszeit [6]. Viele diese Größen fehlen oder werden nicht aussagekräftig kontinuierlich erfasst. Nicht zuletzt sind die schnell und stark wechselnden Bedingungen in einem Einsatz kontraproduktiv in der

Belastungsbeurteilung. Viele Beurteilungssysteme gehen von einer kontinuierlichen Last, bzw. kontinuierlichen Klimabedingungen aus. Ein verlässlicher Schutz der Einsatzkraft vor thermischer Überlastung durch diesen Sensor, bzw. das EFAS-System kann daher nicht gewährleistet werden.

- Externes Explosionsgrenzen-Warngerät
Katalytisches Wärmetönungsmessgerät zur Messung der Unteren Explosionsgrenze (des vermutlich „unsensibelsten“ Stoffes; „breitbandige“ Absicherung)
In Kombination mit einem Sauerstoffsensoren, zur Absicherung der Funktionsfähigkeit
- Externes Elektrochemisches Messgerät
Zur kontinuierlichen Gefahrstoffmessung (meist anorganischer) Gefahrstoffe
Zur Messung des Sauerstoffgehalts
„Breitbandige“ Kombinations-/Mult-Messgeräte möglich
- Externer Photoionisationsdetektor
Zur kontinuierlichen Messung meist organischer Gase/Dämpfe

Abhängig von den Messorten, bzw. den Aufenthaltsorten der Personen, die die Sensorik tragen, kann die Messqualität und somit auch deren Aussagekraft z.B. durch zunehmende Verschmutzung der Messsensorik abnehmen. Falls keine Sensorik den Anteil von Rauchgaspartikeln und ähnlichen, verschmutzenden Atmosphärenbestandteilen überwacht, sollten die jeweiligen Messergebnisse auch mit einer Startzeit oder Laufzeit der aktuellen Messreihe versehen sein.

Gefahrstoff-Schwellwerte sind oft um einen vielfachen Faktor geringer, als das Gefahrstoff-Vorkommen bei fast jedem Brand im Rauchgas ist. Durch die hohe Belastung, wenn der Sensor hohen Konzentrationen ausgesetzt wird, wird er zeitweise unbrauchbar oder oft zerstört. Eine Brandgas-Atmosphäre ist oft mit Schmutzpartikeln wie Ruß durchsetzt. Dadurch werden Sensoren, selbst wenn sie nicht mit einem Gefahrstoff reagieren, schnell blind, liefern falsche oder gar keine Ergebnisse. Für die von einigen potenziellen Nutzern gewünschten Gase sind noch geeignete Sensoren zu finden. Nichtsdestotrotz sind Einsatzkräfte in der Brandgas-Atmosphäre mit Umluft-unabhängigem Atemschutz vor den meisten Gefahrstoff-Gefahren im Angriffsfall ausreichend geschützt.

Für die Grundabsicherung der Einsatzkräfte ohne Umluft-unabhängigen Atemschutz empfiehlt sich eine Ausstattung zur kontinuierlichen Überwachung der Leitsubstanzen und automatischen Alarmierung (Einsatztoleranzwerte ETW-4 vfdb 10/01 (Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V.)) bei

- Explosionsgefahr
- einem Sauerstoffgehalt von weniger als 17 Vol.-%
- einem Kohlenstoffmonoxid Vorkommen von mehr als 33 ppm
- einem Blausäure (Cyanwasserstoff) Vorkommen von mehr als 3,5 ppm
- einem Salzsäure (Chlorwasserstoff) Vorkommen von mehr als 11 ppm
- einem Formaldehyd Vorkommen von mehr als 1 ppm

Quellen:

- [1] Der Mensch als wärmetechnisches System (17.05.2005) - Prof. Dr.-Ing. E. Specht - Institut für Strömungstechnik und Thermodynamik - Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- [2] <https://www.ifm.uni-hamburg.de/education/diver/documents-diver/ft-book/kap4-auswirkungendrucke.pdf> (Lehrbuch für Forschungstaucher (Juni 2007), Peter König, Andreas Lipp, Institut für Meereskunde, Hamburg)
- [3] Abschätzung von gesundheitlichen Folgen bei Großbränden, Literaturstudie, Teilbereich Toxikologie - Band 25 Zivilschutz-Forschung; Schriftenreihe "Zivilschutzforschung" Ergebnis der Forschungsvorhaben Nr. 230 "Entwicklung von Verfahren zur Abschätzung von gesundheitlichen Folgen bei Großbränden"; Erscheinungsjahr: 1997; Autoren: Klaus Buff, Helmut Greim
- [4] <http://www.ref10.vfdb.de/richtlinien/10-01-einsatz-toleranzwerte-etw/>
- [5] https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefaehrdungsbeurteilung/Expertenwissen/Thermische-Gefaehrdungen/Heisse-Medien/Heisse-Medien_dossier.html?pos=2
- [6] https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physikalische-Faktoren-und-Arbeitsumgebung/Klima-am-Arbeitsplatz/_functions/BereichsPublikationssuche_Formular.html?nn=8630236

Messwertdarstellung – Sensor-Werte-Pfad

Zur Darstellung des Aufenthaltsortes der Einsatzkräfte ist die zusätzliche Darstellung des zurückgelegten Weges naheliegend. Analog zur einfachen Darstellung der vergangenen Aufenthaltsorte als Bewegungspfad ist die Darstellung der dort gemessenen Temperatur-Sensorwerte als Pfad eine gute Option zur deutlichen Aufwertung des Lagebildes und eine innovative Unterstützung des Einsatzleiters bei der Lagebeurteilung (Abbildung 17) .

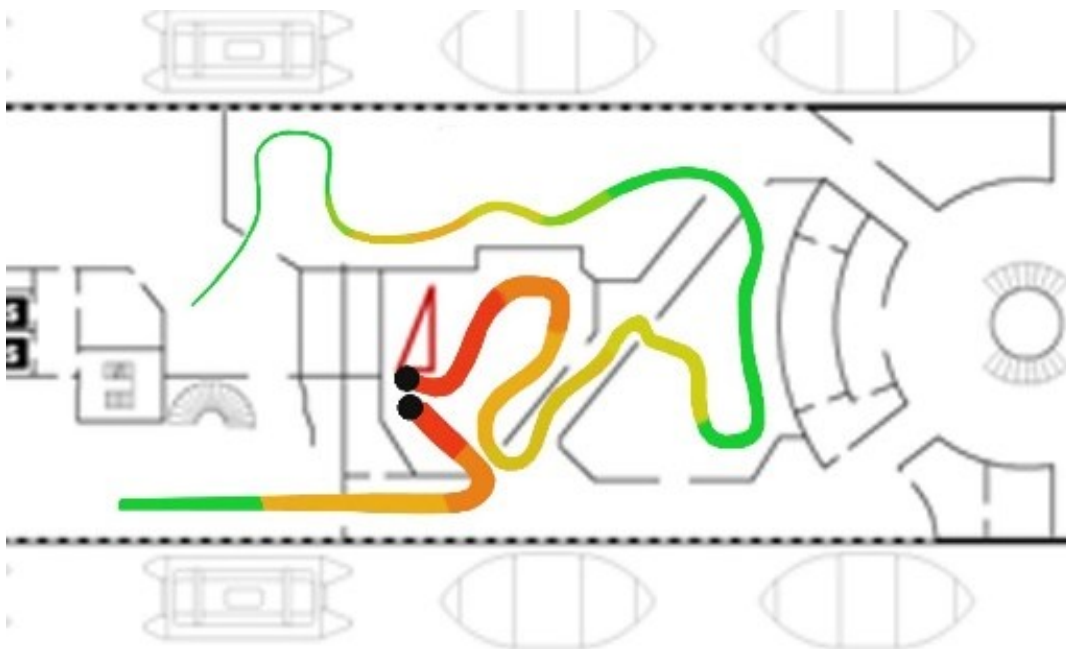


Abbildung 17: Idee der Nutzung der Sensorwerte als Bewegungspfad

Maßgeblich für die Darstellungsart als durchgängigen Pfad oder als vereinzelte Situationsdarstellung ist das Messintervall der Sensorwerte und der Lokalisation zu diesen. Je nach Werteauswahl ist ggf. auch eine kombinierte Darstellung von unterschiedlichen Werten sinnvoll: z.B. die gemeinsame Darstellung der drei Objekttemperaturen seitlich und voraus aus „dreispuriger Pfad“ (Abbildung 18).

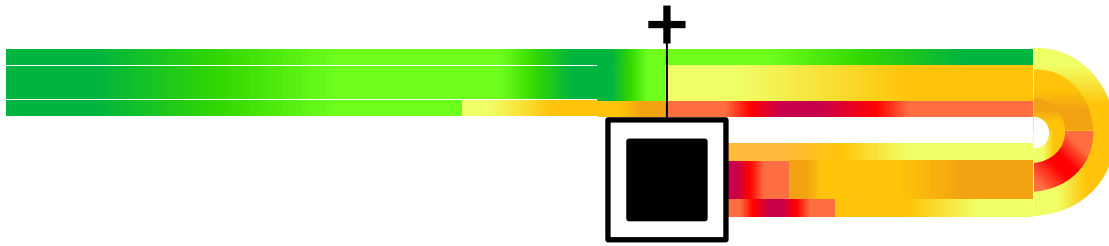


Abbildung 18: Idee der Nutzung der Sensorwerte als dreispuriger Pfad

Sinnvoll für die Auswertung wäre zudem der zeitliche Bezug und die sinnvolle Verbindung der Farbgebung der Werte mit relevanten Wertebereichen. So sollte ein Zeitwert einfach erfassbar sein, z.B. durch eine deutliche Pfadverjüngung pro vergangener Zeiteinheit. (Abbildung 19).

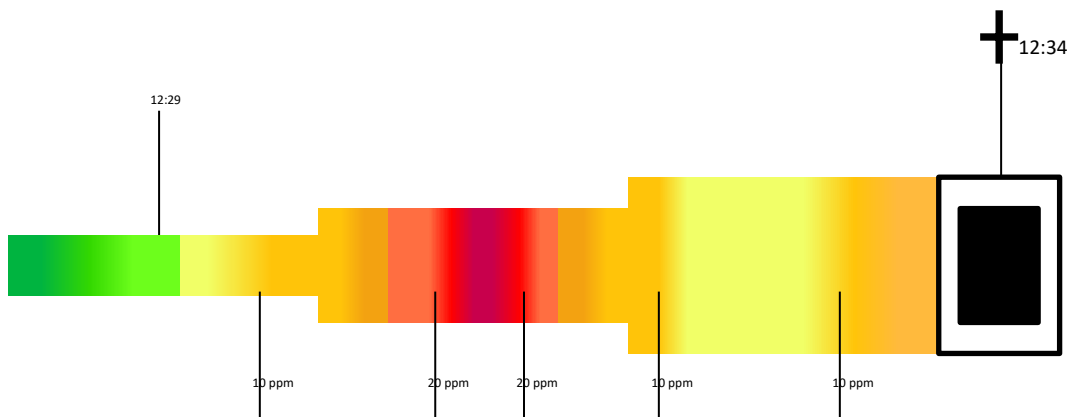


Abbildung 19: Kombination der Temperaturwerte und des Zeitstempels zu einem sich verjüngenden Bewegungspfad – ein vor längerer Zeit zurückgelegter Pfad wird immer dünner, je länger die Erfassung der Sensorwerte her ist

Die Untersuchungen erbrachten, dass es verschiedene Möglichkeiten gibt, um über physikalische Messwerte eine Beurteilung der Umgebungsbedingungen einer Einsatzkraft zu ermöglichen. Obwohl die Medizin und die Arbeitsmedizin durchaus Grenzwertintervalle für maximale Belastbarkeiten definieren kann, ist der individuelle Faktor für verschiedene Personen hoch, so dass die Festlegung auf ganz konkrete Werte schwierig ist. Im Gespräch mit den Feuerwehren kam daher immer wieder die Diskussion auf, inwieweit das Wissen um den Zustand des Feuerwehrmannes dem Einsatzleiter Vorteile bringt oder ob dadurch nicht eher (Gewissens)konflikte verursacht werden können: Hätte man Person xy eher zurückrufen müssen, weil die Temperaturen zu hoch waren? Oder hat man sie zu früh zurückgerufen, obwohl sie den Einsatz problemlos hätte weiterführen können? Letztendlich muss diese Entscheidung vermutlich immer bei der Einsatzkraft selbst liegen. Auch bei dieser stellt sich jedoch die Frage, inwieweit ihr das Wissen um physikalische Werte im direkten Einsatz hilft oder nicht möglicherweise zusätzliche Ängste auslöst. Zu diesen Themen muss weitere Forschung betrieben werden.

Zusammenfassung

Das Teilvorhaben des Institutes für Sicherheitstechnik / Schiffssicherheit e.V. innerhalb des Verbundprojektes EFAS hatte im Wesentlichen die Zusammenstellung und strukturierte Aufarbeitung von schiffsspezifischen Informationen zum Ziel. Diese sollten einerseits in ein Entscheidungsunterstützungssystem integriert werden und andererseits als Basis für Lehrmaterialien für Hafenfeuerwehren dienen, um die Feuerwehrleute besser auf einen effektiven Einsatz bei der Bekämpfung von Gefahrenlagen an Bord von Seeschiffen vorzubereiten.

Um die Art der benötigten Informationen einzugrenzen, wurde zunächst eine Analyse der Schiffsunfälle in Hafengebieten in den letzten Jahren durchgeführt. Dadurch war es möglich, typische Havariearten zu identifizieren und den Fokus auf die Bewältigung der besonders häufig auftretenden Gefahrenlagen zu setzen. Dabei kristallisierten sich vor allem Brände, Austritt von Gefahrstoffen und Arbeitsunfälle heraus. Zudem wurde eine Umfrage durchgeführt, welche Themen aus Sicht der Feuerwehren in der Zukunft mehr geschult und trainiert werden sollten. Es ergab sich ein Bedarf vor allem bei Fragen im Zusammenhang mit Wassereinbruch, Evakuierung von Personen sowie Umgang mit alternativen Kraftstoffen und das Lesen von Schiffs(sicherheits)plänen.

Innerhalb des Projektes wurden folgende Lehrmaterialien entwickelt:

- das „Handbuch für Feuerwehren – Notfallbewältigung auf Seeschiffen“ – ein Kompendium für Feuerwehren über die spezifischen Bedingungen an Bord und die Besonderheiten der Sicherheitssysteme auf verschiedenen Schiffstypen. Das Buch wurde dem Havariekommando vorgestellt und dort als sehr gutes Lehrmaterial bewertet.
- ein Decksmodell zur anschaulichen Darstellung von Schiffsplänen sowie zur Nutzung bei der Lagebilderstellung oder bei Planspielen
- ein LNG-Bunker-Simulations-Modell zur praktischen Übung der Handlungsabläufe vor, während und nach dem Bunkern von Liquefied Natural Gas

Das Institut führte zudem umfangreiche Untersuchungen zu Grenzwerten verschiedener physikalisch / chemischer Größen hinsichtlich der maximalen Belastbarkeit des menschlichen Körpers durch. Dies sollte genutzt werden, um für die in die Schutzbekleidung integrierte Sensorik sinnvolle Alarmschwellen festzulegen.

Während der Projektlaufzeit wurden gemeinsam mit den anderen direkten bzw. assoziierten Partnern verschiedene kleinere Feldtest für Funktionsprüfungen vorbereitet. Diese fanden im Brandcontainer in Wilhelmshaven statt.

Zudem wurde eine umfangreiche Abschluss-Evaluation auf dem Traditionsschiff in Rostock-Schmarl organisiert, bei der es um das Testen des Zusammenspiels aller, von den einzelnen Partnern entwickelten, Teiltechnologien ging. Dabei konnte die Feuerwehr Rostock als testender Anwender gewonnen werden. Die Übung wurde erfolgreich am 23.09.2019 durchgeführt.

Die im Projekt erzielten Ergebnisse und erstellten Lehrmaterialien werden in den verschiedenen Lehrgangsangeboten des ISV genutzt bzw. es werden neue Kursangebote auf Basis der Projektergebnisse entwickelt.

Rostock, Februar 2020

Anlagen

- Handbuch für Feuerwehren – Notfallbewältigung auf Seeschiffen
- Erfolgskontrollbericht
- Berichtsblatt
- Document Control Sheet
- Kurzzusammenfassung
- Liste der Veröffentlichungen

Diesem Abschlussbericht sind folgende Anlagen auf digitalem Datenträger beigefügt:

- Abschlussbericht EFAS
- Anhang 1 „Analyse Schiffsunfaelle“
- Anhang 2 „Gesetze Sicherheitssysteme“
- Anhang 3 „Handbuch für Feuerwehren – Notfallbewältigung auf Seeschiffen“
- Anhang 4 „Auswertung Frageboegen FWen“
- Anhang 5 „LNG_Bunker_Checklist“