



## **AGaPaS - Autonome Galileo-gestützte Personenrettung auf See**



# **Abschlussbericht**

---

**Erarbeitung von Anforderungen an den Prozess automatischer  
Personenrettung bezogen auf die Rettungssystemkonfiguration**

---

*Rostock, den 30.04.2012*

**Institut für Sicherheitstechnik / Schiffssicherheit e. V. (ISV)  
Friedrich – Barnewitz – Straße 3  
18119 Rostock - Warnemünde**

**Schlussachbericht**

Verbundvorhaben:

**„Autonome Galileo-gestützte Personenrettung auf See“**

Akronym:

**AGaPaS**

Teilvorhaben:

**Erarbeitung von Anforderungen an den Prozess automatischer  
Personenrettung bezogen auf die Rettungssystemkonfiguration**

Förderkennzeichen:

**03SX259B**

Laufzeit:

01.07.2008 bis 31.12.2012

Bearbeiter:

Dirk Sedlaček,

Jan Sommer,

Ulrich Fielitz

Rostock, 30.04.2012

## Inhaltsverzeichnis

A	Einleitung.....	7
B	Kurzdarstellung des Projektes.....	8
B.1	Aufgabenstellung .....	8
B.2	Ausgangslage sowie wissenschaftlicher und technischer Stand.....	8
B.3	Ablauf des Teilprojektes ISV .....	11
B.4	Zusammenarbeit mit projektinternen und projektexternen Personen und Organisationen.....	14
C	Darstellung der fachlichen Projektarbeit.....	15
C.1	Rettungsprozess .....	15
C.1.1	Prozessbeschreibung des „Mensch über Bord“ – Unfalls in der Seeschifffahrt (Dokument Prozessbeschreibung MüB-Unfall 30.9.2008) [AP1001.].....	15
C.1.1.1	Einleitung .....	15
C.1.1.2	Ursachen und Folgen von MüB – Unfällen.....	17
C.1.1.3	Medizinische Aspekte beim MüB – Unfall .....	21
C.1.1.4	Einflussfaktoren beim MüB – Unfall .....	26
C.1.1.4.1	Einflussfaktoren aus der Sicht des Verunfallten .....	26
C.1.1.4.2	Einflussfaktoren aus der Sicht der Retter .....	26
C.1.1.5	Heutige Verfahrensweise an Bord bei einem MüB – Unfall.....	28
C.1.1.5.1	Charakteristischer Handlungsablauf bei sofort bemerkten MüB – Unfall.....	28
C.1.1.5.2	Charakteristischer Handlungsablauf bei später bemerkten MüB – Unfall.....	29
C.1.1.5.3	MüB – Unfall in besonderen Situationen .....	29
C.1.1.5.4	Allgemeiner charakteristischer Handlungsablauf eines MüB – Unfalls.....	30
C.1.1.5.5	Typischer Informationsfluss beim MüB - Unfall .....	31
C.1.1.6	Aufnahme eines Verunfallten .....	31
C.1.1.7	Erkannte Schwachstellen im Rettungsprozess des MüB - Unfalls .....	33
C.1.1.8	Ausgewählte reale anonymisierte Unfallszenarien.....	34
C.1.2	Prozesszielstellung [AP 1002, 1004, 1009].....	40
C.1.2.1	Ziel und Aufgabe des Rettungsprozesses.....	40
C.1.2.2	Leitgedanken zur Entwicklung des Rettungsprozesses .....	40
C.1.2.3	Einsatzumgebung für den zu entwickelnden Rettungsprozess .....	42
C.1.3	Entwickelter Rettungsprozesses [AP 1002, 1004, 1009].....	43
C.1.3.1	Vorbemerkungen zur Entwicklung des Rettungsprozess .....	43
C.1.3.2	Darstellung des entwickelten Rettungsprozesses.....	44
C.1.3.3	Die technischen Hauptsysteme des Rettungsprozesses in den jeweiligen Prozessphasen ...	49
C.1.4	Die Relevanz von Informationen über die Vitalfunktionen der POB während des Rettungsprozess .....	59
C.1.5	Der Faktor Zeit im Rettungsprozess „AGaPaS“.....	62
C.1.5.1	Zeitlicher Ablauf bei einem beispielhaften bisherigen Rettungsprozess .....	63
C.1.5.2	Zeitlichen Ablauf bei dem neuen „AGaPaS“ - Rettungsprozess.....	72
C.2	Pflichtenheft .....	80
C.3	Alarmierung, Prozessauslösung, Notsignalsender [AP 2003, 2004] .....	81
C.3.1	Aufgaben, Funktion und Ziele des Notsignalsender im Rettungsprozess .....	81
C.3.2	Diskussion zur technischen Realisierung der Erfassung und Übertragung von Vitalfunktionen ..	83
C.3.3	Diskussion zur Wahl und zum Ausschluss von Notsender bzw. Notsendertypen .....	87
C.3.4	Verwendete Notsignalsender .....	97
C.3.4.1	Grundsätzliche Aufgabe eines AIS-SART:.....	98
C.3.4.2	Angeschaffte Systeme für das Notsignal .....	99
C.3.4.3	Funktionsbeschreibung des Notsenders Tron AIS SART von der Firma Jotron .....	100
C.3.4.4	Funktionsbeschreibung des Notsenders easyRESCUE A von der Firma Weatherdock .....	104

C.3.4.5	Vorversuche mit dem Notsignalsender .....	105
C.3.4.6	Einzel-/Gemeinschaftsversuche.....	108
C.3.5	Verschiedene diskutierte Aspekte zum Notsender .....	113
C.3.5.1	Möglichkeiten verunfallte Personen mit der Rettungstechnik von AGaPaS zu retten, ohne dass die Person einen Notsender trägt.....	113
C.3.5.2	Plausibilitätsprüfung.....	114
C.3.5.3	Empfang vom Notsignal auf dem Eigenschiff und auf Drittschiffen.....	115
C.3.5.4	Anbringung des Notsenders an der POB.....	116
C.3.6	Zusammenstellung eines idealen Notsenders.....	117
C.4	Rettungsweste und Schutzausrüstung [AP2003,2004] .....	122
C.4.1	Die Rettungsweste im Rettungsprozess „AGaPaS“ .....	122
C.4.2	Bauweise von Rettungswesten .....	124
C.4.3	Aufblasbare Rettungsweste Alpha 3D von Secumar.....	125
C.5	Rettungsfahrzeug, Personenaufnahmeeinheit, Überlebensraum [AP 1011, 2001,2002] .....	128
C.5.1	Grundsätzliche Überlegungen und Forderungen an die Rettungstechnik .....	128
C.5.2	Entwicklung eines Konzeptes für ein Rettungsfahrzeug.....	130
C.5.2.1	Vorüberlegungen .....	130
C.5.2.2	Technische Konzeptvarianten.....	132
C.5.3	Überlebensraum für das Rettungsfahrzeug.....	138
C.6	Patenterstellung .....	143
C.7	Literaturverzeichnis .....	146
D	Weiterführende Informationen zur Projektarbeit des ISV.....	147
D.1	Nutzen und Verwertbarkeit.....	147
D.2	Öffentlichkeitsarbeit.....	148
E	Kurz gefasster Erfolgskontrollbericht .....	149
E.1	Bezug der Ergebnisse zum förderpolitischen Ziel .....	149
E.2	Ergebnisse des Teilprojektes .....	150
E.3	Fortschreibung des Verwertungsplans.....	151
E.3.1	Erfindungen /Schutzrechanmeldungen .....	151
E.3.2	Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) .....	152
E.3.3	Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit für eine mögliche nächste Phase bzw. die nächsten innovativen Schritte zur erfolgreichen Umsetzung der Ergebnisse.....	152
E.4	Die Einhaltung der Ausgaben und Zeitplanung.....	153

### **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1	Arbeitsablauf.....	11
Abbildung 2	Überlebensübersicht bei Aufenthalt im Wasser .....	23
Abbildung3	Überlebensfaktoren .....	26
Abbildung4	umstandsbedingte Erkennungsreichweiten .....	27
Abbildung 5	Fließdiagramm für den Fall Mensch über Bord.....	30
Abbildung6	Typischer Informationsfluss im Prozess eines „Mensch über Bord Unfalls“ .....	31
Abbildung 7	Lage einer Person im Wasser bei ca. 30° bis 60° zur Waagerechten .....	43
Abbildung 8	Prozessphasen des Rettungsprozess für den POB-Unfall im Projekt AGaPaS.....	44
Abbildung 9	Prozessablauf des Rettungsprozesses mit den entsprechenden Prozessphasen Teil 1 .....	45
Abbildung 10	Prozessablauf des Rettungsprozesses mit den entsprechenden Prozessphasen Teil 2.....	46
Abbildung 11	Charakteristischer Ablauf des Teilprozesses MüB.....	47
Abbildung 12	Schematische Kommunikationswege während des Rettungsprozess .....	49
Abbildung 13	Selbstkontrolle des Rettungssystems in der „Ruhephase“ .....	50



Abbildung 55 doppelte Rahmenkonstruktion mit nicht verlängerter vorderer Stirnseite und eine angedeutete aufblasbare Wulst, die den Raum zwischen Dach und Rettungskorb verschließt .....	140
Abbildungen 56 Funktionsnachweis der aufblasbaren Schutzmatte.....	141
Abbildungen 57 verschiedene patentierte Lösungen.....	145

### **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1 zeitlicher Ablauf des Rettungsprozesses .....	76
Tabelle 2 Vergleich der Rettungsprozesse .....	77
Tabelle 3 Darstellung der Einflusszeit $T_{12}$ .....	78
Tabelle 4 Einfluss der Geschwindigkeit des RF auf die zeitlichen Abläufe während des Rettungsprozesses .....	79
Tabelle 5 Senderrhythmus des AIS-SART bestehend aus vier Sendezyklen (ein Sendezyklus pro Minute); nach dem vierten Sendezyklus beginnt der Senderrhythmus von vorn .....	102
Tabelle 6 Aufgaben und Funktionen eines idealisierten Notsenders .....	119
Tabelle 7 Anforderungen an einen Notsender .....	121
Tabelle 8 Liste der Hauptbestandteile des Überlebensraums mit überschlägig ermittelten oder geschätzten Maßen, Gewichten und Kosten .....	142

## **A Einleitung**

Das Projekt verband das Wissen sehr unterschiedlicher Fachgebiete. Das Resultat des Verbundes wird durch die Erprobung des Gesamtsystems unter realen Bedingungen gezeigt und im Bericht untermauert sowie bildhaft dargestellt. Ohne die uneigennützigte Hilfe verschiedener Organisationen und Einrichtungen wären die Erprobungen nicht möglich gewesen. Unser besonderer Dank gilt der Reederei TT-Line, die uns eine Reichweitenerprobung des Notsenders auf der „Tom Sawyer“ ermöglichte, dem Wasser- und Schifffahrtsamt Stralsund, das uns die Abschlusserprobung/-vorführung des Gesamtsystems auf dem Gewässerschutzschiff ARKONA durchführen ließ. Weiterhin haben wir ausdrücklich dem Unternehmen Weatherdock AG, das uns freundlicherweise den neuentwickelten Notsender „easyRescue“ für Erprobungszwecke kostenlos zur Verfügung stellte, zu danken. Außerdem gilt unser Dank der Aus- und Fortbildungszentrum Rostock GmbH (AFZ), die uns mit ihrem Equipment für die Versuchsdurchführungen inkl. Manpower unterstützte.

In der Literatur werden für den Vorgang einer über Bord gefallenen Person unterschiedliche Abkürzungen verwendet, die sich in den nachfolgenden Ausführungen wiederfinden:

<b><u>MüB</u></b>	Mensch über Bord
<b><u>MüB</u></b>	Mann über Bord (ältere Schreibweise)
<b><u>PoB</u></b>	Person over Board
<b><u>POB</u></b>	Person over Board

## **B Kurzdarstellung des Projektes**

### **B.1 Aufgabenstellung**

Das Verbundforschungsprojekt „AGaPaS - Autonome Galileo-gestützte Personenrettung auf See“ thematisiert die Rettung von über Bord gegangenen Personen. Die allgemeine Aufgabenstellung des Verbundforschungsprojektes besteht aus dem Vorhaben die Voraussetzungen für einen weitestgehend automatisierten und verbesserten Rettungsprozess zu schaffen indem ein zu entwickelndes autonom arbeitendes Rettungssystem die Rettung durchführt. Um die erarbeiteten Ansätze und Ergebnisse zu erproben, ist die Realisierung eines Funktionsmusters vorgesehen.

Innerhalb dieses Verbundforschungsprojektes wird das ISV die Beschreibung des gesamten Rettungsprozesses bei einem POB-Unfall erstellen. Hierbei ist der derzeitige Rettungsprozess zu analysieren und zu dokumentieren, um auf dieser Basis einen verbesserten neuen Rettungsprozess mit dessen Teilprozessen unter Beachtung der Aufgabenstellung des Verbundprojektes zu entwickeln. Es gilt unter anderem, die einzelnen Zeitabschnitte innerhalb des Rettungsprozesses so weit wie möglich zu verkürzen, um die Überlebenschance der verunfallten Person zu erhöhen. Im nächsten Schritt sollen das Zusammenspiel der Teilprozesse und der technischen Systemelemente analysiert und die Anforderungen für den Rettungsprozess und für die Systemelemente in einem allgemeinen Anforderungskatalog und einem detaillierteren Pflichtenheft zusammengefasst werden.

Weiterhin übernimmt das ISV die Bereitstellung eines Positionssignals von der verunfallten Person sowie einige Konzeptentwicklungen und einige unterstützende Entwicklungsaufgaben für die verschiedenen technischen Systeme, die durch die Projektpartner konstruiert und gebaut werden. Auch die Integration aller Systeme und die Durchführung der Großversuche werden vom ISV begleitet und unterstützt in dem Know How, Arbeitskräfte und die angeschafften Systemkomponenten und Schutzausrüstung mit eingebracht werden.

### **B.2 Ausgangslage sowie wissenschaftlicher und technischer Stand**

Anfangsbedingungen zu Beginn des Projektes, an die durch das ISV angeknüpft wurden:

Die Ausgangslage zu Beginn des Projektes ist bestimmt durch das Wissen und die Erfahrungen des ISV und der allgemeine wissenschaftliche und technische Stand. Das Wissen und die Erfahrungen an die das ISV in diesem Projekt anknüpfen konnte, lassen sich vor allem durch folgende drei Punkte kennzeichnen:



1. der fachliche Wissensstand und die Erfahrung des ISV im Bereich der Thematik „person over board“ bzw. der Rettung von im Wasser befindlichen Personen. Der Wissensstand und die Erfahrungen wurden über Jahr hinweg in anderen FuE wie beispielsweise "Automatisches Rettungssystem (Rettungsdelphin)" (1996) und „Galileo augmented Rescue“ (2006) erworben.
2. das Wissen und die Erfahrungen des ISV über die Anforderungen an Rettungssysteme in der maritimen Industrie durch die Tätigkeiten des ISV auf dem Gebiet „Überleben auf See“ und „menschliches Verhalten in Gefahrensituationen“.
3. die Kenntnisse des ISV über die Praxis in der maritimen Industrie durch die Tätigkeit als Ausbildungsstätte für Schiffsbesatzungen und Ansprechpartner vieler Reedereien bei sicherheitstechnischen Problemen.

#### Wissenschaftlicher und technischer Stand der zu Beginn des Projektes bekannt war:

Der wissenschaftliche und technische Stand der zu Beginn des Projektes auf dem Gebiet der autonomen und automatisierten Rettung von über Bord gegangenen Personen bekannt und vorhanden war, wurde im Vorfeld des Projektes erfasst und ist wie im Folgenden beschreibbar.

Die Grundidee der autonomen und automatisierten Rettung von über Bord gegangenen Personen wurde bereits 1977 in der Deutschen Demokratischen Republik durch den Gründer des ISV, Herrn Prof. Hahne und einigen weiteren Personen, patentiert.

1. Patentschrift 126 004, 08.06.1977 Deutsche Demokratische Republik; Hahne, Joachim; Schulze, Reinhard; Freimuth, Jörg

Im Jahr 1994 reichten Herr Prof. Hahne und weitere Personen mit einer erweiterten Idee zu dieser Problematik über die Deutsche Aerospace AG ein weiteres Patent ein. Diese Patentanmeldung ging jedoch nicht über eine Offenlegungsschrift hinaus.

2. Offenlegungsschrift DE 43 11 473 A1, Offenlegungstag 13.10.1994, Anmelder: Deutsche Aerospace AG

Weiterhin wurde vom ISV in dem

3. F&E Projekt "Automatisches Rettungssystem (Rettungsdelphin)" von 10/94-05/96 ein erster technischer Ansatz zur Umsetzung der Grundidee einer autonomen und automatisierten Rettung von über Bord gegangenen Personen erforscht. Aus diesem Rettungsdelphin wurde dann in dem

4. F&E-Projekt Verbundprojekt „MESSIN“ von 01/98-06/2000 ein ferngesteuertes Messfahrzeug für sehr flache Gewässer weiterentwickelt.

Vor dem Projekt AGaPaS wurde ebenfalls vom ISV und dem Unterauftragsnehmer Uni Rostock eine Machbarkeitsstudie mit dem MESSIN zur Thematik „Rescue“ durchgeführt.

5. F&E Projekt „Galileo augmented Rescue (GAR)“

Bezüglich der Erkennung und Alarmierung des POB-Unfalls wurden viele verschiedene bestehende Systeme mit vielen unterschiedlichen Systemtypen erfasst. Im Folgenden werden einige für die jeweiligen Systemtypen repräsentative Systeme beispielhaft aufgeführt.

6. AquaFix PLB von der Firma ACR
7. Sea Marshall von der Firma Marine Rescue Technologies Ltd
8. Autotether von der Firma Autotether, Inc.

Der wissenschaftliche und technische Stand stellt aber nicht die bisherige allgemeine Praxis dar. In der Praxis ist die Rettung von über Bord gegangenen Person geprägt durch die Erkennung des POB-Unfalls durch ein Besatzungsmitglied und die Rettung des verunfallten durch die Verwendung eines herkömmlichen Rettungsbootes bzw. Fast Rescue Boat. Diese Praxis weist viele gravierende Nachteile gegenüber dem angestrebten autonomen und autonomen Rettungsprozess und dessen Rettungssystemen auf, welche im Projekt diskutiert wurden und in der Beschreibung des Projektes an den spezifischen Stellen deutlich werden.

Wissenschaftlicher und technischer Stand der während des Projektes bekannt wurde bzw. sich verändert hat:

Der wissenschaftliche und technische Stand veränderte sich im Laufe des Projektes und wurde während des Projektes berücksichtigt.

Bezüglich des Rettungsfahrzeuges und der Personenaufnahmeeinheit sind vor allem bei der Konzepterstellung für den Rettungsprozess und das Rettungsfahrzeug sowie während der Patentrecherche, die im Vorfeld der Patentanmeldung erfolgt ist, Fortschritte auf dem Stand der Wissenschaft und Technik bekannt geworden. Alle Fortschritte beziehen sich jedoch nur auf Teilaspekte des Projektes AGaPaS und erfüllen nicht die Bedingung des Projektes AGaPaS, bewusstlose Personen ohne eine aktive Rettungsperson zu retten. Daher sollen an dieser Stelle auf die Fortschritte bezüglich des Rettungsfahrzeugs und der Personenaufnahmeeinheit nicht weiter eingegangen werden und es sei auf die Inhalte der eingehenden fachlichen Darstellung des Projektes hingewiesen und insbesondere auf die Entgegenhaltungen bei der Patenterstellung.

Bezüglich des Notsenders hingegen wurden während des Projektes neue Entwicklungen in der Industrie und neu zugelassene technische Systeme festgestellt, die eine große Relevanz für das Projekt AGaPaS haben. Daher wurden die neuen Entwicklungen und neuen Zulassungen von Notsendern umfassend in der eingehenden Beschreibung der fachlichen Bearbeitung des Projektes dargestellt.

Auch im Bereich der Rettungswesten hat es eine Neuentwicklung gegeben, die während des Projektes berücksichtigt wurde. Hier sei auf die Diskussion zur Anschaffung der Rettungswesten hingewiesen.. Dort wird eine neuartige Rettungsweste vorgestellt, die ein verbessertes Drehverhalten aufweisen soll und deren Form eine bessere Positionierung der Notsenderantenne ermöglicht.

Weitere Fortschritte die für die Kernaufgaben des Teilprojektes des ISV zutreffen sind nicht bekannt geworden.

### B.3 Ablauf des Teilprojektes ISV

Der schematische Ablauf des Projektes mit dem Fokus auf die Arbeiten des ISV ist gut durch die folgende Grafik beschreibbar.

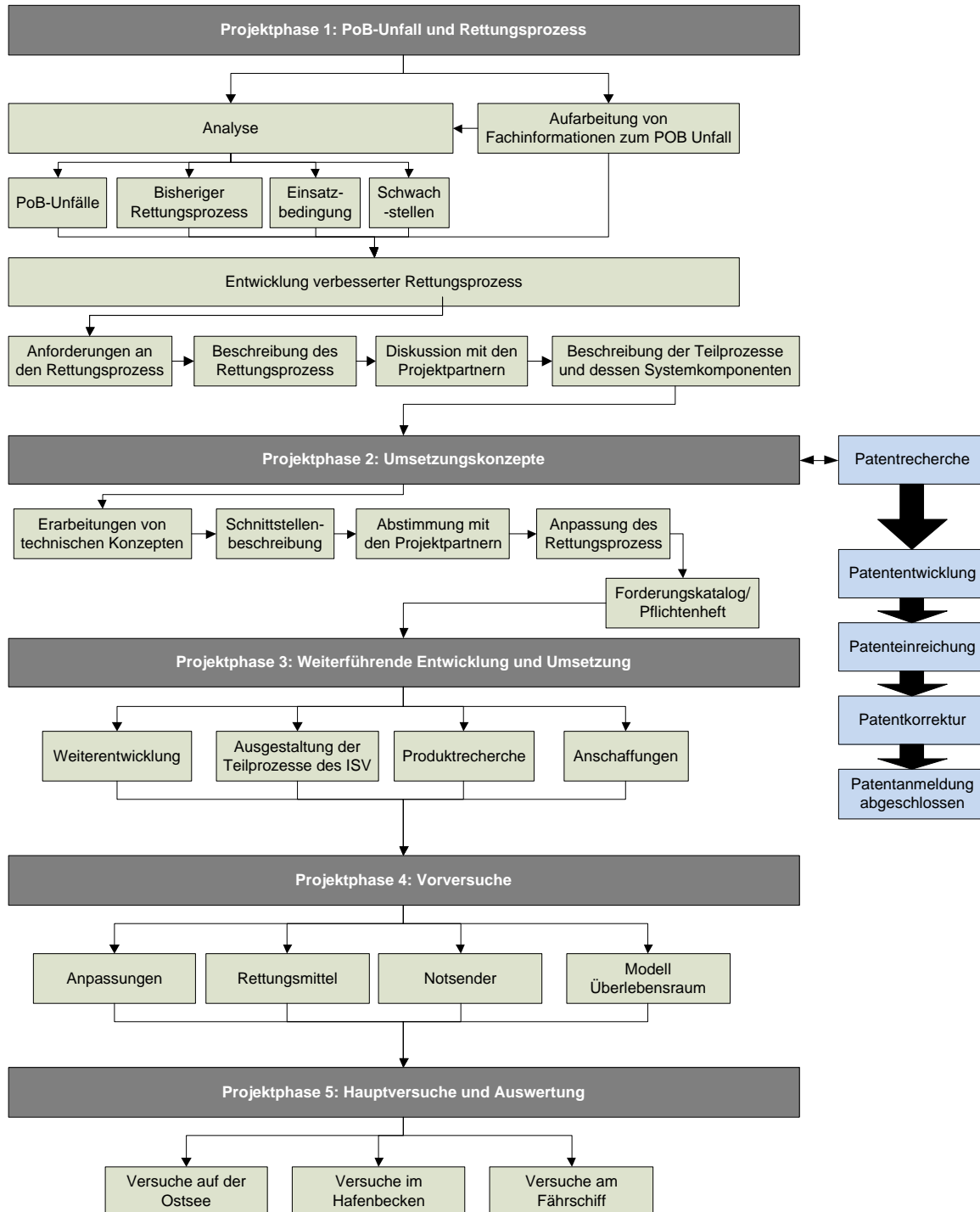


Abbildung 1 Arbeitsablauf

**In der ersten Projektphase** wurden zunächst verschiedene aufgetretene POB-Unfälle sowie der bestehende Rettungsprozess bei einem POB-Unfall analysiert. Aufgebaut wurde dabei auf Fachinformationen aus der Literatur und auf die Erfahrungen und das Wissen von zwei, dem ISV angehörigen, Experten auf diesem Gebiet. Insbesondere wurden die Schwachstellen bzw. verbesserungswürdigen Aspekte im bisherigen Rettungsprozess hervorgehoben. Weiter hat eine Ermittlung der Einsatzbedingungen bestehend aus beispielweise dem Zustand der verunfallten Person sowie den hydrometrologischen und den technischen/technologischen Bedingungen stattgefunden. Ebenfalls wurden relevante Erkenntnisse zum Überleben im Wasser recherchiert und betrachtet. Die wichtigsten Ergebnisse und die wichtigsten zusammengetragenen Fakten sind als allgemeines Grundlagenpapier „Prozessbeschreibung des ‘Mensch über Bord’ - Unfalls in der Seeschifffahrt“ zur Thematik PoB-Unfall dokumentiert und mit anonymisierten realen Unfallabläufen ergänzt worden.

Auf der Basis dieser Ergebnisse und der in diesem Dokument festgehaltenen Fakten konnten erste allgemeine Anforderungen an einen verbesserten Rettungsprozess und dessen Systemkomponenten erarbeitet werden, die die darauf folgende Entwicklung eines neuen verbesserten Rettungsprozesses maßgeblich beeinflusst haben. Der Rettungsprozess wurde für eine weitestgehend automatische Rettung entwickelt unter Verwendung eines autonomen Rettungsfahrzeugs. Außerdem wurde beachtet, dass der entwickelte Rettungsprozess schwerwiegende Schwachstellen bei der bisherigen Rettung verbessert bzw. beseitigt. So wurde der Prozessverlauf der Rettung zeitlich, technologisch und verfahrenstechnisch optimiert ausgearbeitet um eine für die verunfallte Person optimalen Rettungsprozess zu erlangen. Dieser Prozessablauf diente als Grundlage für weitere Arbeiten aller Projektpartner und wurde deshalb ausführlich mit den Projektpartnern diskutiert und entsprechend den Diskussionsergebnissen angepasst. Zusätzlich wurde die allgemeinen Aufgaben der Teilprozesse und der technischen Systemkomponenten beschrieben.

**In der zweiten Projektphase** sind eigene und von den Projektpartnern entwickelte grundsätzliche Ansätze bezüglich der technischen Umsetzung des geplanten Rettungsprozesses und dessen Systemen entworfen und zusammengetragen worden. Diese Ansätze wurden dann bezüglich der Realisierbarkeit des Rettungsprozess durch die gesammelten technischen Erkenntnisse zusammengefasst und analysiert. Durch die Entwicklung von realen technischen Ansätzen entstanden neue Sichtweisen, die teilweise in Abstimmung mit den Projektpartnern zur Revidierung von Bestandteilen des geplanten Rettungsprozess geführt haben.

Weiter sind in dieser Projektphase die Verknüpfungen und Abhängigkeiten der einzelnen Prozessschritte untereinander herausgestellt und deren Schnittstellen verdeutlicht worden.

Nach der Abstimmung und Diskussion der bisherigen Ergebnisse mit den Projektpartnern wurden Definitionen, Annahmen und Forderungen bezüglich des Rettungsprozesses und der Bestandteile des Rettungssystems getroffen und in einem Forderungskatalog/Pflichtenheft gebündelt.

Zudem wurde in der zweiten Projektphase eine gezielte Patentrecherche vom ISV, in Vorbereitung auf die Erstellung einer Patentschrift, durchgeführt. Die danach ausgearbeitete Patentschrift enthält ein Verfahrenspatent mit entsprechender Vorrichtung unter dem Patenttitel „Verfahren und Vorrichtung zur Rettung von Personen im Wasser“. Die Patenterstellung und Patentkorrekturen erfolgten über einen längeren Zeitraum bis in die letzten Projektphasen.

**In der dritten Projektphase** wurden auf Grundlage der bisher erzielten Ergebnisse weitere Entwicklungsschritte des Rettungssystems vorangetrieben. Insbesondere sei hier das Teilsystem „Ortung der Person“, dies beinhaltet Rettungsweste und Notsender, und das Teilsystem „Personenaufnahmeeinheit“, ehemals Bergungseinheit, erwähnt. Andere Teilsysteme wurden nun schwerpunktmäßig von den Projektpartnern bearbeitet. Bezüglich der beiden aufgeführten Teilsysteme wurde eine umfangreiche Aktualisierung, der im Vorfeld des Projektes statt gefundenen Rechercharbeiten, durchgeführt. Diese Aktualisierung wurde notwendig, da sich zu Beginn bzw. während des Projektes herausgestellt hat, dass vor allem im Bereich der Rettungsweste und Notsender größere Neuentwicklungen in der Welt aktuell diskutiert werden. Weiter blieb festzustellen, dass diesbezüglich die ersten Exemplare mit grundsätzlich neuen Ansätzen während des Projektes auf dem Markt eingeführt bzw. parallel zum Projekt entwickelt wurden. Diese neuen Ansätze und Entwicklungen wurden analysiert und deren zugehörigen Systeme genauer betrachtet, um die Auswirkungen auf das Projekt betrachten zu können. Die ermittelten Informationen und gewonnenen Erkenntnissen mit Blick auf die Ergebnisse aus der ersten und zweiten Projektphase führten zu der Anschaffung eines während des Projektes eingeführten Notsenders.

Zu dem Teilsystem „Personenaufnahmeeinheit“ wurden in der dritten Projektphase die Ideen und Ansätze aus der zweiten Projektphase weiter vertieft und Überlegungen zur technischen Umsetzung und Ausführungen durchgeführt. Zur besseren Veranschaulichung wurden hierzu kleine zweidimensionale Modelle angefertigt. Zu diesem Teilsystem aber auch zu den anderen Teilsystemen des Projektes hat das ISV grundsätzliche Gesichtspunkte mit den Projektpartnern ausgetauscht.

**In der vierten Projektphase** lag die Haupttätigkeit in der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Vorversuche sowie in der Anpassung der Materialien und Geräte für die Versuchsdurchführung. Für die Versuche wurden in dieser Projektphase ebenfalls weiter notwendige Anschaffungen getätigt wie beispielsweise Rettungsmittel und Zubehör.

Vorversuche fanden mit dem Notsignalsender und den Rettungsmitteln statt, um Funktion und Eigenschaften zu testen. Ebenfalls erfolgte eine Abstimmung der vom ISV ausgearbeiteten Ergebnisse und angeschafften Gerätschaften mit dem in die Teilsysteme der Projektpartner, um alle Systeme miteinander zu verknüpfen und in den Rettungsprozess zu integrieren.

Ebenfalls wurde ein Modell gebaut um die Herstellung eines Überlebensraums für die Person nach der Aufnahme zu erproben.

**In der fünften Projektphase** wurde der geschaffene gesamte Rettungsprozess unter Verwendung der angeschafften Technik und in Kooperation mit der Technik der anderen Projektpartner nahezu vollständig unter möglichst realistischen Einsatzbedingungen getestet. Abschließend fand eine Auswertung der Versuchs- und Projektergebnisse statt.

#### **B.4 Zusammenarbeit mit projektinternen und projektexternen Personen und Organisationen**

Eine Zusammenarbeit zwischen dem Bearbeitungsteam des ISV und projektexternen Kräften hat vor allem in Form von fachlichen Gesprächen stattgefunden. So wurden unter anderem Gespräche mit Vereinsmitgliedern des ISV geführt, die aufgrund ihrer Erfahrung und Tätigkeiten qualifizierte Anmerkung oder Antworten zu einzelnen Fachthemen innerhalb des Projektes geben konnten. Ebenfalls haben Gespräche mit verschiedenen Herstellern von Notsendern und Experten wie Mitarbeiter der HS Wismar oder der Bundesnetzagentur stattgefunden um einzelne Fachfragen zu diskutieren.

Eine längere und intensive Zusammenarbeit fand mit einer Patentanwaltskanzlei statt, um eine Patentanmeldung voranzutreiben.

Ebenfalls sei dankend erwähnt, dass das AFZ durch die kostenlose Nutzung ihrer Krananlage am Hafenbecken und die HS Wismar Fachbereich Seefahrt kostenlose Daten zu Wendemanövern von Schiffen die Projektarbeit des ISV hilfsbereit unterstützten.

Auch die Kooperation mit der Weatherdock AG, die uns ihren neuentwickelten Notsender easyRESCUE Automatik kostenlos vor den Großversuchen zur Verfügung gestellt hat, sei entsprechend gewürdigt.

Eine fortlaufende Zusammenarbeit hat ebenfalls mit den Projektpartnern innerhalb des Verbundprojektes stattgefunden um fachliche und organisatorische Schnittpunkte abzustimmen und gemeinsam verschiedene Fragestellungen zu bearbeiten. Auch wurde sich gegenseitig unterstützt, wenn es erforderlich war.

Beispiele für die Zusammenarbeit mit den Projektpartnern:

- Konzeptgespräche mit der TUB zum Thema Rettungsfahrzeug, Personenaufnahmeeinheit und Überlebensraum
- Konzeptgespräche mit der URO zum Thema Notsender, Alarmierung, Vitalfunktionen
- Vorversuche mit der URO mit dem Notsender, Rettungsmitteln und zur Aufnahme der Vitalfunktionen
- Weitergabe von Informationen des ISV an alle Projektpartner Prozessanalyse und -beschreibung, Prozesskette mit Schnittstellen, Pflichtenheft, Anforderungskatalog
- Fortlaufender Austausch relevanter Informationen
- Projekttreffen

## **C Darstellung der fachlichen Projektarbeit**

### **C.1 Rettungsprozess**

Die Arbeiten zu dem Projekt „AGaPaS“ haben im Institut für Sicherheitstechnik/ Schiffssicherheit e.V. mit der Analyse und Beschreibung des Rettungsprozesses bei „Person over Board“ - Unfällen begonnen. Hierbei wurden Daten und Fakten aus der Literatur, aus recherchierten Unfallberichten und Erfahrungen aus Gutachten bezüglich POB-Unfällen, erstellt, durch Mitarbeiter des ISV, zusammengetragen und analysiert.

Die detaillierten Ergebnisse dieser Analyse wurden den Projektpartner als Grundlagedokument zur Verfügung gestellt und sind nachfolgende in diesem Bericht unter Kapitel A.1 zu finden.

#### **C.1.1 Prozessbeschreibung des „Mensch über Bord“ – Unfalls in der Seeschifffahrt (Dokument Prozessbeschreibung MüB-Unfall 30.9.2008) [AP1001,]**

##### **C.1.1.1 *Einleitung***

Der „Mensch über Bord-Unfall“ stellt einen Sonderfall im Komplex der Rettung aus Seenot dar. Verschiedene Statistiken weisen aus, dass nur etwa 5 – 10% der so Verunfallten lebend nach einem solchen Unfall gerettet werden konnten.

Seine Bedeutung als Unfallart in der internationalen Schifffahrt wird durch Zahlen über den tödlichen Ausgang solcher Unfälle unterstrichen, die in der gleichen Größenordnung wie Personenverluste infolge Schiffsuntergängen liegen. Werden die Todesfälle, infolge von Schiffsuntergang und Mensch über Bord, über ein Jahrzehnt gemittelt, beziffert sich die Anzahl der Personenverluste je Unfallart auf ungefähr 1000 pro Jahr.

Als Grundlage für dieses Dokument sollen Analysen aus realen MüB – Unfällen dienen sowie die Erfahrungen aus einigen verfassten Gutachten. Zur Darstellung von realen Unfallszenarien wurden einige wenige Beispiele aus den Analysen anonymisiert und in der Anlage in ihrem zeitlichen und schematischen Ablauf beschrieben. Aus den gesammelten und ausgewerteten Daten lassen sich grundlegende Besonderheiten des MüB – Unfalls ableiten. Sie bestehen vor allem darin, dass sich solche Unfälle entweder für alle Beteiligten überraschend und unvorhergesehen ereignen oder von der Besatzung über eine längere Zeit unbemerkt geblieben sind. Die Überlebenschancen für den Verunfallten sind damit von vornherein äußerst ungünstig.

Es bestehen zwei prinzipielle Problemkreise im täglichen Schiffsbetrieb:

- 1. Grundsätzlich ist diese Art des Unfalls im täglichen Schiffsbetrieb nicht auszuschließen.*
- 2. Selbst bei einer optimalen Handlungsfolge aller Beteiligten ist die Überlebenschance des Verunfallten bisher gering.*

Es gibt in der internationalen Schifffahrt seit langem nahezu einheitliche und oft erprobte Verfahren und technische Ausrüstungen auf Schiffen zur möglichst schnellen Aufnahme solcher verunfallten Personen wie z.B.

- die „Mensch über Bord-Rolle“
- Optimale Rückführmanöver für das Schiff
- Suchmethoden nach IAMSAR
- Regelungen zu Informationsprozeduren
- Rettungstechnik wie Rescue und Fast Rescue Boote
- Maßnahmen hinsichtlich Unterstützung durch Dritte

Diese Verfahren und Mittel zur Aufnahme haben aber überwiegend nur in solchen Fällen zum Erfolg geführt, in denen günstige Bedingungen für den Verunfallten bestanden, der Unfall sofort oder relativ frühzeitig bemerkt und die Maßnahmen ohne Verzug, fachlich exakt und schnell eingeleitet und durchgeführt wurden.

Die Analyse vieler MüB-Unfälle zeigt Ursachen, die auch bei relativ günstigen Bedingungen eine erfolgreiche Rettung verhindert haben:

- Der Unfall wurde zwar sofort bemerkt, die unmittelbare Gefahr für den Verunfallten wurde jedoch wegen der ungünstigen hydrometeorologischen Bedingungen unterschätzt. Die Maßnahmen waren deshalb dem Gefährdungsgrad nicht angemessen, insbesondere in der Phase der Aufnahme. (s. Unfallszenario 1)
- Der Unfall wurde als solcher nicht eindeutig erkannt (vermuteter Unfall/Vermisstenmeldung). Zeitaufwändige Durchsuchungen des Schiffes bis zur eindeutigen Klarheit über den Unfall führten zu erheblich verspäteten Maßnahmen. (s. Unfallszenario 2)



- Der Unfall wurde erst später bemerkt. Die Voraussetzungen und Bedingungen für ein Auffinden des Verunfallten (Erkennungsreichweiten von Personen im Wasser, Driftunterschiede zwischen Personen im Wasser und Schiffen, die Genauigkeit einer Rückführung) wurden nicht hinreichend beachtet oder waren nicht ausreichend bekannt. (s. Unfallszenario 2)
- Die hydrometeorologischen Bedingungen waren so ungünstig, dass eine Aufnahme nach herkömmlicher Technologie (Einsatz des Rettungsbootes oder des Rescue-Bootes) nicht oder nicht schnell genug gelang. (s. Unfallszenario 3)
- Es bestand ständig Sichtkontakt zum Verunfallten bei günstigen hydrometeorologischen Bedingungen. Das Rückführen des Schiffes zum Unfallort war jedoch so ungenau, dass sowohl Korrekturmanöver durch das Schiff als auch ein Aussetzen des Bootes in einem zu großen Abstand zum Verunfallten zu wesentlichen Zeitverzögerungen führten. (s. Unfallszenario 4)
- Sofortmaßnahmen der Unfallzeugen und Maßnahmen der Brückenwache waren nicht umfassend genug bzw. wurden verspätet und teilweise falsch eingeleitet, so dass ein zu großer Zeitverzug eintrat. (s. Unfallszenario 4)
- Bei dem Unfall waren mehrere Personen betroffen. Von den Anforderungen her wurden hierbei die Grenzen klassischer Prozeduren und technischer Möglichkeiten deutlich überschritten. (s. Unfallszenario 5)
- Die Schiffsleitung informierte über den sofort bemerkten Unfall nur den regionalen Rettungsdienst und ergriff selbst keine Maßnahmen zur Rettung des Verunfallten. Daraus resultierten ein erheblicher Zeitverzug und eine umfangreiche Suche nach dem Verunfallten durch externe Rettungskräfte. (s. Unfallszenario 6)

#### **C.1.1.2 Ursachen und Folgen von MüB – Unfällen**

Zu den Ursachen von „Mensch über Bord-Unfällen“ gibt es in Statistiken unterschiedliche Angaben. Es lassen sich daraus etwa folgende prozentuale Bereiche angeben:

- Arbeitsunfälle	30 ... 50 %
- Unfälle infolge Alkoholmissbrauchs	25 ... 35 %
- Suizid	20 ... 40 %

Für die Herausarbeitung von spezifischen Merkmalen und Besonderheiten, aber auch von Gemeinsamkeiten der o.g. Untergruppen von Unfällen ist es angebracht, den Unfall in einzelne Phasen zu unterteilen.

1. Phase: Das Ereignis, welches zum Sturz außenbords geführt hat
2. Phase: Der Sturz vom Schiff oder einem Boot in das Wasser
3. Phase: Die Phase des Aufenthaltes im Wasser bis zur Aufnahme durch Retter

## Arbeitsunfälle:

### 1. Phase:

Auslöser oder Ursache sind überwiegend mechanische Einwirkungen auf den Verunfallten wie Stöße, Schläge, überkommene Brecher oder ein Sturz durch Verlust des Gleichgewichtes. Was sehr oft mit Verletzungen des Betroffenen verbunden ist. Wesentliches negatives Merkmal dieser Untergruppe wäre damit eine Primärverletzung und somit die Vorschädigung des Verunfallten. Weitere Merkmale sind:

- Unfälle treten in der Regel unvorhersehbar und überraschend ein.
- Das Schreckerlebnis kann zu erheblichen Einschränkungen der Leistungsfähigkeit der Person führen. Sehr wahrscheinlich ist ein Schockzustand. Die psychische Belastung ist außerordentlich hoch.

### 2. Phase:

- Infolge des Arbeitsunfalls können bereits Verletzungen und/oder eine Ohnmacht beim Sturz ins Wasser bestehen, der Sturz wäre dann durch den Verunfallten unkontrollierbar.
- Extreme Krafterwirkungen auf die Person infolge des Aufschlages auf das Wasser sind möglich, insbesondere beim Aufschlagen mit dem Rücken.

### 3. Phase:

Mit Beginn des Aufenthaltes im Wasser wirken alle Faktoren wie Wassertemperatur, der Zeitfaktor, physische und psychische Faktoren sowie Gefahren durch Raubfische u.a.

- Vorteil wäre, dass bei solchen Unfällen Schutzkleidung und eine Rettungsweste getragen werden. Damit werden wesentliche Faktoren in ihrer Wirkung erheblich abgeschwächt.
- Ein weiterer wesentlicher Aspekt wäre, dass solche Unfälle überwiegend sofort bemerkt werden. Der Zeitfaktor reduziert sich damit auf ein kalkulierbares Maß.

Die Kategorie Arbeitsunfall ist gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- es werden Schutzkleidung und Rettungsweste getragen,
- der Unfall wird von der Brückenwache/von Unfallzeugen sofort bemerkt,
- es tritt in der Regel kaum ein Zeitverzug in der Rettungskette ein,
- es besteht überwiegend Sichtkontakt zum Verunfallten, der bei korrekter Wahl und Ausführung des Rückführmanövers ständig erhalten bleibt,
- erschwerend wirkt, dass oft eine Primärverletzung vorliegt und
- die Kenntnisse zum physischen und psychischen Zustand des Verletzten nur auf optischen Beobachtungen „per distance“ basieren.

Eine weitere Unterscheidung bei MüB-Unfall wird vorgenommen hinsichtlich des Zeitpunktes des Informationseinganges auf der Brücke (sofort bemerkt/später bemerkt). Das ist sinnvoll

und erforderlich, da wesentliche Merkmale beider Unfallkategorien differenzierte Maßnahmen erfordern.

Es soll im Weiteren die Einschränkung gelten, dass ausschließlich der Arbeitsunfall betrachtet wird. Auch wenn bei dieser Unfallkategorie die Aussage getroffen wurde, dass solche Unfälle in der Regel sofort bemerkt werden, kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein Teil solcher Unfälle über längere Zeit von der Besatzung unbemerkt bleibt.

#### Wesentliche Aspekte beim sofort bemerkten MüB - Unfall:

- Das gesamte Verfahren zur Rettung des Verunfallten wird bei Bemerken/bei Meldung sofort gestartet (nach Notfallplan).
- Das Verfahren zur Rettung des Verunfallten ist primär orientiert auf: Sicherung der Person, Markierung der Unfallposition, optimaler Rückführung des Schiffes und Vorbereitung der Aufnahme und/oder der Anforderung fremder Hilfe.
- Der Sichtkontakt bleibt bei optimaler Manöverwahl und -ausführung erhalten oder kann bei Sichteinschränkungen wieder hergestellt werden.
- Die sichtbaren Maßnahmen des Schiffes tragen zur psychischen Stabilisierung des Verunfallten bei.
- Die Erkennungsreichweiten für Personen im Wasser (s. Tabelle) führen nur bei Sichteinschränkungen zum Verlust des Sichtkontaktes.
- Der Zeitaufwand wird auch bei einem optimalen Rückführmanöver zu einer lebensgefährlichen Einschränkung der physischen Leistungsfähigkeit der MüB führen. ( z.B. Unterkühlung)

#### Wesentliche Aspekte beim später bemerkten Unfall:

- Das gesamte Verfahren zur Rettung des Verunfallten wird bei Bemerken/bei Meldung erst gestartet, wenn relative Klarheit über einen Unfall besteht (nach Notfallplan). Ein zwingender Start unmittelbar bei Meldung ist nicht vorgesehen.
- das Verfahren ist primär orientiert auf: optimale Rückführung des Schiffes und Vorbereitung der Suche und Aufnahme und/oder der Anforderung fremder Hilfe unter Berücksichtigung von Drifteinflüssen
- der Sichtkontakt muss unter Beachtung der Erkennungsreichweite in geeigneten Suchverfahren hergestellt werden.
- die in der Regel nicht erkennbaren Maßnahmen des Schiffes beeinträchtigen die psychische Verfassung (z.B. den Überlebenswillen) des Verunfallten negativ.
- Die anschließende Suche hängt von der seit dem Unfall vergangenen Zeit ab. In ungünstigen Fällen kann ein Einzelschiff eine solche Suche objektiv allein nicht realisieren.

In der Rettungskette zum Arbeitsunfall soll das Projekt AGaPaS die erkannten und bestehenden Lücken und Defizite durch ein technisches System, für einen automatisch ablaufenden Rettungsprozess, schließen.

Bei den Unfallkategorien „Unfälle infolge Alkoholmissbrauchs“ und „Suizid“ kann und soll die angestrebte Lösung nur bedingt wirksam werden. Dies ist begründet in der Tatsache, dass bei Alkoholmissbrauch bzw. Suizid vermutlich die Rettungsweste nicht getragen wird und somit das Initiale- und Positionssignal für die automatische Rettungskette fehlt. Da eine bedingte Nutzung des angestrebten Rettungssystems auch bei Alkoholmissbrauch und Suizid gegeben ist, sollen im Nachfolgenden bestimmte Aspekte zu diesen beiden Unfallkategorien ebenfalls aufgeführt werden. Die oben bereits angeführten Aspekte hinsichtlich der Unterscheidung von sofort und später bemerktem Unfall, gelten ebenfalls bei den Unfallkategorien „Unfälle infolge Alkoholmissbrauchs“ und „Suizid“.

#### Unfälle infolge Alkoholmissbrauchs:

##### *1. Phase:*

Mechanische Einwirkungen und daraus folgende Verletzungen sind möglich, jedoch nicht typisch. Weitere Merkmale sind:

- Unfälle treten in der Regel unvorhersehbar und überraschend ein.
- Das Schreckerlebnis kann relativ klein sein. Einschränkungen der Leistungsfähigkeit der Person werden in der Regel vorliegen. Die psychische Belastung ist eher gering.

##### *2. Phase:*

- Infolge des alkoholbedingten Unfalls können bereits Verletzungen beim Sturz ins Wasser bestehen, sie sind jedoch nicht typisch. Der Sturz ist mit großer Wahrscheinlichkeit durch den Verunfallten nicht kontrollierbar.
- Extreme Krafteinwirkungen auf die Person infolge des Aufschlages auf das Wasser sind möglich, insbesondere beim Aufschlagen mit dem Rücken.

##### *3. Phase:*

Mit Beginn des Aufenthaltes im Wasser wirken alle Faktoren wie Wassertemperatur, der Zeitfaktor, physische und psychische Faktoren sowie Gefahren durch Raubfische u.a.

- Nachteil wäre, dass bei solchen Unfällen keinerlei Schutzkleidung und keine Rettungsweste getragen werden. Damit sind wesentliche Faktoren in ihrer Wirkung uneingeschränkt vorhanden.
- Ein weiterer wesentlicher Aspekt wäre, dass solche Unfälle überwiegend nicht sofort bemerkt werden. Der Zeitfaktor ist damit unkalkulierbar.

## Suizid:

### 1. Phase:

Mechanische Einwirkungen und daraus folgende Verletzungen sind eher unwahrscheinlich. Der Sprung wird in der Regel bewusst und mit den Füßen voran erfolgen. Weitere Merkmale sind:

- Unfälle dieser Art bleiben größtenteils unbemerkt.
- Das Schreckerlebnis kann relativ klein sein. Einschränkungen der Leistungsfähigkeit der Person werden in der Regel vorliegen. Die psychische Belastung ist eher gering.

### 2. Phase:

- Infolge des Suizidunfalls können bereits Verletzungen beim Sprung ins Wasser bestehen, sie sind jedoch nicht typisch. Der Sturz ist mit großer Wahrscheinlichkeit durch den Verunfallten noch kontrollierbar.
- Krafteinwirkungen auf die Person infolge des Aufschlages auf das Wasser sind möglich, ein Aufschlagen mit dem Rücken ist eher unwahrscheinlich.

### 3. Phase:

Mit Beginn des Aufenthaltes im Wasser wirken alle Faktoren wie Wassertemperatur, der Zeitfaktor, physische und psychische Faktoren sowie Gefahren durch Raubfische u.a.

- Nachteil wäre, dass bei solchen Unfällen keinerlei Schutzkleidung und keine Rettungsweste getragen werden. Damit sind wesentliche Faktoren, die negativ auf die Überlebenschance einwirken, in ihren Wirkungen uneingeschränkt vorhanden.

## Fazit zu „Unfällen infolge von Alkoholmissbrauchs“ und „Suizid“:

Alkoholbedingte Unfälle sowie Suizide weisen einige Übereinstimmungen auf.

- keine Schutzkleidung, keine Rettungsweste,
- Unfälle werden selten sofort bemerkt,
- eine Primärverletzung ist überwiegend nicht vorhanden,
- erheblicher Zeitverzug durch oft nicht bekannten Unfallzeitpunkt,
- keine Kenntnisse zum physischen und psychischen Zustand des Verunfallten.

### **C.1.1.3 Medizinische Aspekte beim MüB – Unfall**

Es werden ausgewählte medizinische Aspekte in gebotener Straffheit aufgeführt, die bei der Entwicklung der Personenaufnahmeeinheit zu beachten sind.

#### **Reflextod**

Kaltes Wasser im Temperaturbereich von 0°C bis 10°C ist für die Thermorezeptoren der Haut ein außerordentlich starker und spezifischer Reiz, der eine Reihe reflektorischer Vorgänge bewirkt. Bei untrainierten und nicht abgehärteten Personen kann ein so genannter „Kälteschock“ ausgelöst werden.

Beim Eintauchen ins Wasser mit Temperaturen unterhalb 4°C ist ein Reflextod möglich. Mit steigender Wassertemperatur nimmt die reflektorische Wirkung des Kaltwasserreizes ab und die auskühlende Wirkung rückt in den Vordergrund.

### **Mittelbarer Reflextod** (nachfolgendes Ertrinken)

Diese Reflexe sind Schutzreflexe, die durch das Eintauchen ins Wasser, bzw. durch das Eindringen von Wasser in den Mund und / oder in die Atemöffnungen ausgelöst werden. Sie sind nur von wenigen Personen willensmäßig zu unterdrücken, z.B. Husten-, Schluck-, Stimmritzenreflex. Da diese Reaktionen im Wasser bzw. mit dem Kopf unter Wasser ablaufen, sind die Folgen fatal: Atemstörung - Sauerstoffmangel des Blutes – Sauerstoffmangel des Gehirns – Bewusstlosigkeit – **Ertrinken**.

Die größte Bedeutung hat der so genannte Wind – und Wetter-Reflex (Ebbecke Reflex).

### **Ertrinken** (primär und sekundär)

#### ► *Primäres Ertrinken, unmittelbares Ertrinken*

Definition: Ersticken durch Untertauchen in einer Flüssigkeit

Grundsätzlich kann folgende Einteilung vorgenommen werden:

- Tiefe Einatmung und Atemanhalten nach dem Untergehen für 20 bis 30 Sekunden
- Einsetzen der Atmung unter Wasser (Atemzwang durch Reizung des Atemzentrums)
- Erstickungskrämpfe für mehrere Minuten
- Atempause, Schnappatmung, Tod

Bis zum Atemstillstand vergehen etwa 4 bis 5 Minuten, den die Herztätigkeit noch 2 bis 3 Minuten überdauert. Danach bestehen Zeichen des klinischen Todes.

#### ► *Sekundäres Ertrinken, „Beinahe-Ertrinken“, Near Drowning*

Definition: Alle Fälle in denen der akute Ertrinkungsunfall mindestens 24 Std. überlebt wird.

Personen, die den akuten Ertrinkungsunfall überlebt haben, sind nicht außer Gefahr. Bei einem Teil der „Beinahe-Ertrunkenen“ entwickelt sich nach der Primärrettung ein schweres Lungenödem als Folge des in die Lungen eingedrungenen Wassers. Es besteht ein freies Intervall von Stunden oder Tagen.

Symptome: Es ist stets von einem „Beinahe-Ertrinken“ auszugehen, wenn der Verunglückte

- mit einem Atemstillstand im Wasser treibt
- bewusstlos im Wasser treibt oder wenn
- nach erfolgreicher Primärrettung eine Verschlechterung des Allgemeinbefindens eintritt.

### **Hypothermie**

Definition: Der Abfall der Körperkerntemperatur unter 36°C (35.5) wird als Hypothermie bezeichnet. Bei der Zuordnung der Temperatur zu den Unterkühlungsstadien ist für praktische Belange jedoch die Angabe der Körpertemperatur gebräuchlich. Synonym werden

die Begriffe Auskühlung, akzidentielle Unterkühlung, oder Unterkühlung verwendet. Die Hypothermie ist für Schiffbrüchige die häufigste Todesursache.

Zahlreiche Tabellen listen die Überlebenszeiten im Wasser in Abhängigkeit von der Wassertemperatur und anderer Parameter auf. Diese Werte sind Richtwerte, es gibt zahlreiche Beispiele für das Überschreiten und Unterschreiten dieser Zeiten. Erwiesen ist, dass bei ungeschütztem Nacken die Zeit bis zum Eintreten der Bewusstlosigkeit deutlich verkürzt wird, ebenso beeinflussen positive oder negative Emotionen die Überlebenszeit, z.B. nahende Rettung oder nicht erkennbare Rettungsabsicht (vorbeifahrendes Schiff).

Wasser-temperatur in °C	Zeit bis zum Eintreten des Bewusstseinsverlustes	Zeit bis zum Eintreten des Todes
0 bis 4 *	15 Minuten	15 bis 60 Minuten
4 bis 10	30 bis 60 Minuten	1 bis 2 Stunden
10 bis 15	2 bis 4 Stunden **	6 bis 8 Stunden
15 bis 20	3 bis 7 Stunden**	nicht bestimmt
20 bis 25	12 Stunden	nicht bestimmt

**Abbildung 2 Überlebensübersicht bei Aufenthalt im Wasser**

\* **Reflextod möglich** ; \*\* **bei ungeschütztem Nacken kürzere Zeiten** (Tabelle nach German, verändert)

#### *Zeit bis zum Eintreten des Bewusstseinsverlustes*

Unbeeinflusst führt die allgemeine Unterkühlung über sechs verschiedene Phasen der Körperreaktionen zum Tod. Die Todesursachen bei der Unterkühlung sind:

- „Fading away“, d.h. Reduktion des Zellstoffwechsels durch Unterschreitung des Reaktionsoptimums der lebenswichtigen Fermentsysteme bis zum Erlöschen aller Lebensprozesse
- Abnahme der Erregbarkeit der Hirnzentren bis zum Erliegen ihrer Funktion
- Herzrhythmusstörungen, Herzkammerflimmern ab 29 °C Bluttemperatur
- Herzstillstand in Systole (beim Zusammenziehen), so genanntes „Stoneheart“, das Stoneheart ist nicht reanimierbar
- Herzleistungsschwäche infolge der stark erhöhten Blutviskosität

Für praktische Zwecke wird deshalb eine Einteilung der Hypothermie in drei Stadien vorgenommen. Einige Autoren benennen den Scheintod (vita minima) als viertes Stadium.

#### **Stadium 1 der Hypothermie, Körpertemperatur 35,5 °- 34°C**

- Frösteln
- blaurote Verfärbung der Lippen
- blasse Haut der Hände und des Gesichts
- Muskelzittern
- Schmerzempfindungen in den Füßen, in den Knien und im Genitalbereich

Physiologisch ist dieses Ausmaß der Unterkühlung unbedenklich. Beim Aufenthalt in kaltem Wasser entsteht jedoch eine mittelbare Lebensbedrohung durch die Einschränkung der Greiffunktion der Hände und des kältebedingten Nachlassens der groben Kraft. Die sich

ausbildende Fingersteifigkeit führt zum Verlust der Fähigkeit feinmotorische und zielgerichtete Bewegungen auszuführen. Die Bewegungsabläufe sind verlangsamt. Die Selbst- und gegenseitige Hilfe ist in diesem Stadium nur noch in geringem Umfang bzw. nicht mehr möglich. Angebotene Hilfsmittel oder Rettungseinrichtungen können gegebenenfalls nicht mehr benutzt werden. Die allgemeine Aktivität des Unterkühlten kann nach kurzer Zeit bereits vermindert sein.

### ***Stadium 2 der Hypothermie, Körpertemperatur 34°- 30°C [34 bis 24]***

- Leitsymptom ist das Aufhören des Muskelzitterns und eine beginnende Muskelsteifigkeit. Es besteht eine gesteigerte Schmerzempfindlichkeit im Kopf und Nacken, sowie starke Gelenk- und Muskelschmerzen.
- Atemrhythmusstörungen (Muskelsteifigkeit der Atemmuskulatur)
- Sprachstörungen (Muskelsteifigkeit der Gesichtsmuskeln)
- Bei einer Körpertemperatur von 32°C lässt die Schmerzempfindung nach.
- Es entwickelt sich eine durch nichts zu überwindende Müdigkeit und eine zunehmende Teilnahmslosigkeit als Ausdruck einer beginnenden Bewusstseinsstrübung.
- Durch die tiefgreifenden Störungen des Zellstoffwechsels ist die Bildung körpereigener halluzinogener Substanzen möglich (Adrenochrom und Adrenolutin). In diesem Falle entsteht das Bild des „Kälteirrsinns“ bzw. der „Kälte-Idiotie“  
Schiffbrüchige, die ohne Hilfsmittel im Wasser treiben, ertrinken in diesem Stadium.

### ***Stadium 3 der Hypothermie, Körpertemperatur weniger als 30°C***

- Tiefe Bewusstlosigkeit (Koma)
- Die Schmerzempfindung ist aufgehoben („Kältenarkose“)
- Voll ausgebildete Muskelsteifigkeit
- Ohne apparative Hilfsmittel sind keine aktiven Lebensfunktionen mehr nachweisbar
- Dieser Zustand wird auch als „Scheintod“ bezeichnet „Vita minima“.

### **Lokale Erfrierungen:**

Bei im Wasser treibenden Schiffbrüchigen sind bereits bei Umgebungstemperaturen um 10°C und geringen Windgeschwindigkeiten Kälteschäden des Gesichts, besonders der Nase und der Ohren möglich.

### **Weitere verschiedene Aspekte:**

Erste Untersuchungen sagen aus, dass bei Wassertemperaturen von +30 bis +33 °C nach 6 Std. keine gefährdende Erhöhung relevanter Körperzustände zu verzeichnen ist.

Der Seegang nimmt beim Aufenthalt im Wasser vor allem über die Beschleunigung und das mögliche Überfluten der Personen Einfluss. Direkte Kinetosesymptome konnten bei Versuchen unter Realbedingungen bis Seegang der Stärke 3 auch nach mehreren Stunden nicht festgestellt werden.



Nur wenige Typen von Rettungswesten und Kälteschutzanzügen gewährleisten bisher einen sicheren Schutz gegen das mögliche periodische Überspülen der Atemöffnungen handlungsunfähiger Personen. Positiv wirkt sich eventuell die Verteilung der Windangriffsflächen an Kälteschutzanzügen mit großvolumigen Rettungskragen aus, die zu einer Lage mit den Füßen nach Luv und damit zu einem gewissen Überflutungsschutz führt. Die Änderung der Forderung nach einem automatischen Drehen in die Rückenlage hat jedoch zu wesentlich kleineren Auftriebskörpern an Kälteschutzanzügen geführt, so dass dieser Effekt kaum noch vorhanden ist. Der Überflutungsschutz bleibt damit ein nach wie vor zu lösendes Problem.

Auch können beim Aufenthalt im Wasser durch intensive Sonneneinstrahlung auf ungeschützte Körperteile Verbrennungen eintreten. Dieser Gefahr, vor allem im Gesichtsbereich, unterliegen handlungsunfähige Personen ohne entsprechende Kleidung/Schutzmittel.

Zusätzliche Gefahren beim Aufenthalt im Wasser entstehen durch ausfließende Treibstoffe und Öle, durch gefährliche Güter, Treibgut und Eis. Hierfür gibt es durch den Kälteschutzanzug bisher nur eingeschränkte Schutzmöglichkeiten. Auch hier besteht noch Entwicklungsbedarf.

Vor allem in tropischen Seegebieten besteht beim Aufenthalt im Wasser eine potenzielle Gefahr durch Raubfische und Seevögel. Gesicherte Angaben zu diesen Gefahren und zu möglichen Schutzmaßnahmen sind nicht bekannt.

Mit der Einführung der Kälteschutzanzüge wurde insbesondere der Unterkühlungsgefahr von Personen im Wasser entgegengewirkt. Die eingearbeiteten/unterzuziehenden Isoliermaterialien haben zusammen mit dem Anzug ein hohes Wärmerückhaltevermögen und verlängern die möglichen Aufenthaltszeiten erheblich. Bekannte und untersuchte Modelle gewährleisten folgende Bedingungen:

- Wassertemperatur 0-2°C → Verringerung der Körpertemperatur, weniger als 2°C nach 6 Stunden
- Wassertemperatur 8-9°C → Handlungsfähigkeit für mindestens 12 Stunden

Bei niedrigen Wassertemperaturen wird das Wärmerückhaltevermögen des Kälteschutzanzuges durch seinen hohen Überwasseranteil zusätzlich verbessert. Andererseits stellt dieser hohe Überwasseranteil bei hohen Lufttemperaturen und intensiver Sonneneinstrahlung (Tropengebiete) möglicherweise ein zusätzliches Problem dar. Im Zusammenwirken mit entsprechend hohen Wassertemperaturen, mit den isolierenden Materialien und dem dichten Abschluss des Anzuges könnte es zu Wärmestauwirkungen kommen.

### **C.1.1.4 Einflussfaktoren beim MüB – Unfall**

#### **C.1.1.4.1. Einflussfaktoren aus der Sicht des Verunfallten**

Grundsätzlich besteht die Fähigkeit zum Überleben der Person im Wasser aus sehr unterschiedlichen und zahlreichen verschiedenen Faktoren. Diese Faktoren sollen im folgendem unter dem Begriff Leistungspotential zusammengefasst werden. Dieses Leistungspotential ist der einzige Faktor, der das Überleben der Person im Wasser bei einem MüB- Unfall bestimmt. Wird das Leistungspotential nach einer bestimmten Zeit überschritten ist die Leistungsgrenze erreicht und führt zwangsläufig zum Tod der Person im Wasser. Somit gilt:

Zeit bis zur Leistungsgrenze > Zeit bis zur Rettung = Person überlebt

Zeit bis zur Leistungsgrenze < Zeit bis zur Rettung = Person verstirbt

Die Zeit, die benötigt wird um die Leistungsgrenze zu erreichen bzw. zu überschreiten, ist von sehr vielen physischen und psychischen Faktoren abhängig und somit auch sehr stark situationsbedingt. Beispiele von grundsätzlichen Faktoren, die diese Zeit verkürzen bzw. verlängern können sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

<b>Zeit reduzierende Faktoren:</b>	<b>Zeit gewinnende Faktoren:</b>
Keine Rettungsweste	Angelegter Kälteschutzanzug
Niedrige Wasser- und Lufttemperatur	Mäßige bis hohe Wasser- und Lufttemperatur
Eingeschränkter physischer Zustand durch z.B. Verletzungen, schlechte körperliche Fitness	Guter physischer Zustand
Schreckerlebnis / Schockzustand	Guter psychischer Zustand
Verzögerter Anlauf der Rettungsmaßnahmen	Für den Verunfallten erkennbar eingeleitete Rettung
Überspülen des Kopfes	Spritzschutzhaube
Starker Seegang	Kein Seegang/mäßiger Seegang
Regen/Schnee	Kein Niederschlag
Eingeschränkte Sicht durch z.B. Nebel	Gute Sichtbedingungen

#### **Abbildung3 Überlebensfaktoren**

Hierbei gilt weiterhin, dass die Gegenteile von den Zeit reduzierenden Faktoren Zeit gewinnende Faktoren sind. Diese Logik gilt ebenfalls für die Zeit gewinnenden Faktoren.

Um eine stark vereinfachte Ermittlung der Zeit bis zur Überschreitung der Leistungsgrenze vorzunehmen, werden die Zeit reduzierenden Faktoren von den Zeit gewinnenden Faktoren subtrahiert.

#### **C.1.1.4.2. Einflussfaktoren aus der Sicht der Retter**

Die grundsätzliche Leistungsfähigkeit der Personen zur Rettung der MüB setzt sich aus den allgemeingültigen Möglichkeiten der Sinne des Menschen, vor allem der Augen, sowie die technischen und organisatorischen Möglichkeiten der suchenden Personen zusammen.

Die technischen Möglichkeiten sind definiert durch die Verfügbarkeit der Ausrüstung zur Rettung, z.B. Rescue-Boat, oder durch die Verfügbarkeit von zur Rettung unterstützender Ausrüstung, z.B. Wärmebildkamera.

Die organisatorischen Möglichkeiten sind definiert durch den Ausbildungsstand der Personen zur Rettung der MüB und der Anzahl dieser bzw. der Anzahl der technischen Einheiten (Hubschrauber, Flugzeug, Schiff) zur Rettung.

Bei der Personensuche sind vor allem die Möglichkeiten der Sehleistung des Menschen von entscheidender Bedeutung, die im Hinblick auf die Erkennungsreichweiten (ERW) von Personen im Wasser auf offener See sehr begrenzt sind. Nachfolgend sind Erkennungsreichweiten dargestellt:

Beobachtungsobjekt	Hydrometeorologische Bedingungen	Tageszeit	ERW in sm
Person ohne Hilfsmittel	gut	Tag	0,45
Person mit Rettungsring	gut	Tag	0,50
<b>Person mit Rettungsweste</b>	<b>gut</b>	<b>Tag</b>	<b>0,68</b>
Person ohne Hilfsmittel	mäßig	Tag	0,27
<b>Person mit Rettungsring</b>	<b>mäßig</b>	<b>Tag</b>	<b>0,26</b>
<b>Person mit Rettungsweste</b>	<b>mäßig</b>	<b>Tag</b>	<b>0,41</b>
Person mit Rettungsweste und AS-Helm	mäßig	Tag	0,44
Person mit AS-Helm	mäßig	Tag	0,51
Person mit Rettungsring und AS-Helm	mäßig	Tag	0,65
Person ohne Hilfsmittel	mäßig	Dämmerung	0,12
Person ohne Hilfsmittel	gut	Nacht	0,05
Person ohne Hilfsmittel, Scheinwerfer	gut	Nacht	0,13
Person mit AS-Helm, Scheinwerfer	gut	Nacht	0,21
<b>Person mit Rettungsweste und Nachrettungsleuchte</b>	<b>gut</b>	<b>Nacht</b>	<b>0,65</b>
Person mit Rettungsring und Notblinkleuchte	gut	Nacht	1,36
Person ohne Hilfsmittel, Scheinwerfer	mäßig	Nacht	0,11
<b>Person mit AS-Helm, Scheinwerfer</b>	<b>mäßig</b>	<b>Nacht</b>	<b>0,16</b>
Person mit Rettungsweste und Nachrettungsleuchte	mäßig	Nacht	0,58
Person mit Rettungsring und Notblinkleuchte	mäßig	Nacht	0,95

#### Abbildung4 umstandsbedingte Erkennungsreichweiten

*Durchschnittlich maximale Erkennungsreichweite von Personen im Wasser bei „Suchfahrt“ in Abhängigkeit von verschiedenen Bedingungen*

*Erläuterung:*      **gute Bedingungen:**      Sichtweite<sup>1</sup> 96-97      Wind Bf 3      Seegang 3  
**mäßige Bedingungen:**      Sichtweite 95      Wind Bf 4-5      Seegang 4-5

Nachts kommt zu den Erkennungsreichweiten erschwerend hinzu, dass das Auge eine Adaptionzeit von 20 min benötigt. Außerdem tritt zwischen der 3. und 10. Minute der Anpassungszeit ein Rückgang des Adaptionsniveaus auf und beeinflusst so negativ die

<sup>1</sup> Nach FM 13

Erkennungsreichweiten. Dieses kann zu einem plötzlichen Verlust des Sichtkontaktes zur verunfallten Person führen obwohl sich der Abstand zwischen dem Verunfallten und dem Suchenden nicht geändert hat.

### **C.1.1.5 Heutige Verfahrensweise an Bord bei einem MüB – Unfall**

#### **C.1.1.5.1. Charakteristischer Handlungsablauf bei sofort bemerkten MüB – Unfall**

1. Werfen eines Rettungsringes; er dient als Markierung der Unfallposition zur Aufrechterhaltung des Sichtkontaktes und zur Sicherung des Verunfallten
2. Information der Brückenwache mit Ansage der Richtung des Unfallortes
3. Auslösung eines weiteren Rettungsringes mit Rauchsignal und Nachrettungslicht (Mensch über Bord-Boje)
4. Schiffsposition festhalten
5. Einleitung des Rückführmanövers. Bei einem frei fahrenden Frachtschiff mit normalen Manövriereigenschaften kommt als optimales Rückführmanöver unter den Bedingungen eines Sichtkontaktes nur der Single Turn (270°-Manöver) in Frage.
6. Auslösen der Rolle (Generalalarm oder eine andere festgelegte Rolle) durch Alarmanlagen und Typhon. Letzteres hat insbesondere Bedeutung als Information für den Verunfallten sowie für andere in der Nähe befindliche Fahrzeuge und Verstärkung in der Beobachtung.
7. Vorbereitung der Aufnahme und Erstversorgung des Verunfallten
8. Weitere Beobachtung des Verunfallten mit Hinweis auf die Richtung des Verunfallten
9. Information an den Reeder und ggf. an die Schifffahrt, wenn z.B. Hilfeleistung erbeten wird
10. Wenn der Sichtkontakt verloren gegangen ist, Festlegung des Suchgebietes und der Suchmethode
11. Schiff in der Nähe des Verunfallten aufstoppen. Möglichst unter  $v < 5$  kn reduzieren, bei der das Aussetzen eines Rescue-Bootes möglich ist
12. Besetzen des Rescue-Bootes und Fahrt zum Verunfallten
13. Aufnahme des Verunfallten in das Rescue- Boot und Fahrt zum Schiff
14. Aufnahme des Rescue- Bootes an Bord
15. Aufnahme und Erstversorgung des Verunfallten
16. Beratung mit dem zuständigen RCC (Rescue Co-ordination Centre) und nach Abstimmung mit dem Reeder auch über den Abbruch einer erfolglosen Suche zu entscheiden.
17. Aufnahme des Dienstbetriebes

#### C.1.1.5.2. Charakteristischer Handlungsablauf bei später bemerkten MüB – Unfall

1. Einleitung der Rudermanöver zur Bahnrückführung des Schiffes. Im Gegensatz zur Zielfahrt beim sofort bemerkten Unfall geht es hier um eine schnelle und exakte Rückführung des Schiffes mit Gegenkurs auf der gleichen Bahn.
2. Auslösen der Rolle (Generalalarm o.a.) mit den Schwerpunktaufgaben, die Suche durch die Organisierung der Beobachtung sowie die Aufnahme durch Klarmachen der technischen Mittel vorzubereiten und zu sichern.
3. Information an die Schifffahrt und das zuständige RCC. Diese Information muss verbunden sein mit der Bitte um Hilfeleistung bei der Suche (PAN PAN).
4. Festlegung der Suchmethode. Dabei wird in Abhängigkeit von der möglichen Genauigkeit bei der Ermittlung der Unfallposition sowie der Anzahl der Sucheinheiten eine Suchmethode festgelegt, die die größte Wahrscheinlichkeit des Auffindens des Verunfallten garantiert.
5. Markierung der Position. Bei Erreichen der wahrscheinlichen Unfallposition wird eine Markierung durch einen Rettungsring o.a. geeignete Schwimmkörper mit möglichst guten Erkennungs- und Ortungseigenschaften ausgebracht, deren Drift etwa der eines Menschen im Wasser entsprechen sollte.
6. Durchführung der Suche. In der Regel wird es sich bei einem später bemerkten Mensch über Bord - Unfall im Vergleich zum sofort bemerkten Unfall mit Verlust des Sichtkontaktes um ein wesentlich größeres Suchgebiet handeln. Es müssen deshalb andere Suchmethoden angewandt werden (z.B. Methode des vergrößerten Rechtecks oder kombinierte Methoden mit Luftfahrzeugen).
7. Aufnahme des Verunfallten wie bei einem sofort bemerkten Unfall.
8. Abbruch der Suchaktion. Eine Suchaktion wird abgebrochen unter Beachtung der medizinisch möglichen Überlebenswahrscheinlichkeit. Sie erfolgt grundsätzlich in Abstimmung mit dem zuständigen RCC.

#### C.1.1.5.3. MüB – Unfall in besonderen Situationen

##### *Fischereifahrzeug mit ausgebrachtem Fanggerät:*

Eine Besonderheit besteht in der Rückführung des Schiffes. Bei der relativ geringen Fahrstufe und in Abhängigkeit von den Manövriereigenschaften sowie infolge der Behinderung durch das ausgebrachte Fanggerät, ist das Aufstoppen des Schiffes mit evtl. zusätzlichem Hieven des Gerätes das optimale Manöver. Die Aufnahme erfolgt entsprechend den Bedingungen. Günstig ist in der Regel der Einsatz eines Einsatzbootes.

##### *Fahren im Konvoi:*

Wegen der Manövrierbehinderung im Konvoi wird nach sofortiger Information an den Chef des Konvois durch diesen ein geeignetes Fahrzeug mit der Aufnahme des Verunfallten beauftragt. Bei Konvoifahrt im Eis hat es sich bewährt, alle Fahrzeuge durch Ausscheren in

die Eiskante aufzustoppen. Weiteren Maßnahmen zur Aufnahme sind entsprechend den hier herrschenden Bedingungen (besonders Zeitfaktor) und den technischen Möglichkeiten einzuleiten. Bei einem später bemerktem Unfall wird ebenfalls auf Anweisung des Chefs des Konvois nach dem im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Verfahrensweg vorgegangen. Am effektivsten ist in solchen Situationen der Einsatz eines Helikopters.

#### C.1.1.5.4. Allgemeiner charakteristischer Handlungsablauf eines MüB – Unfalls

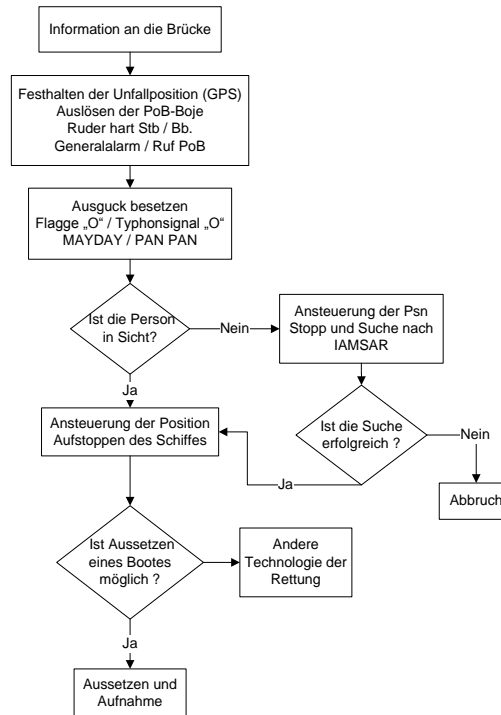
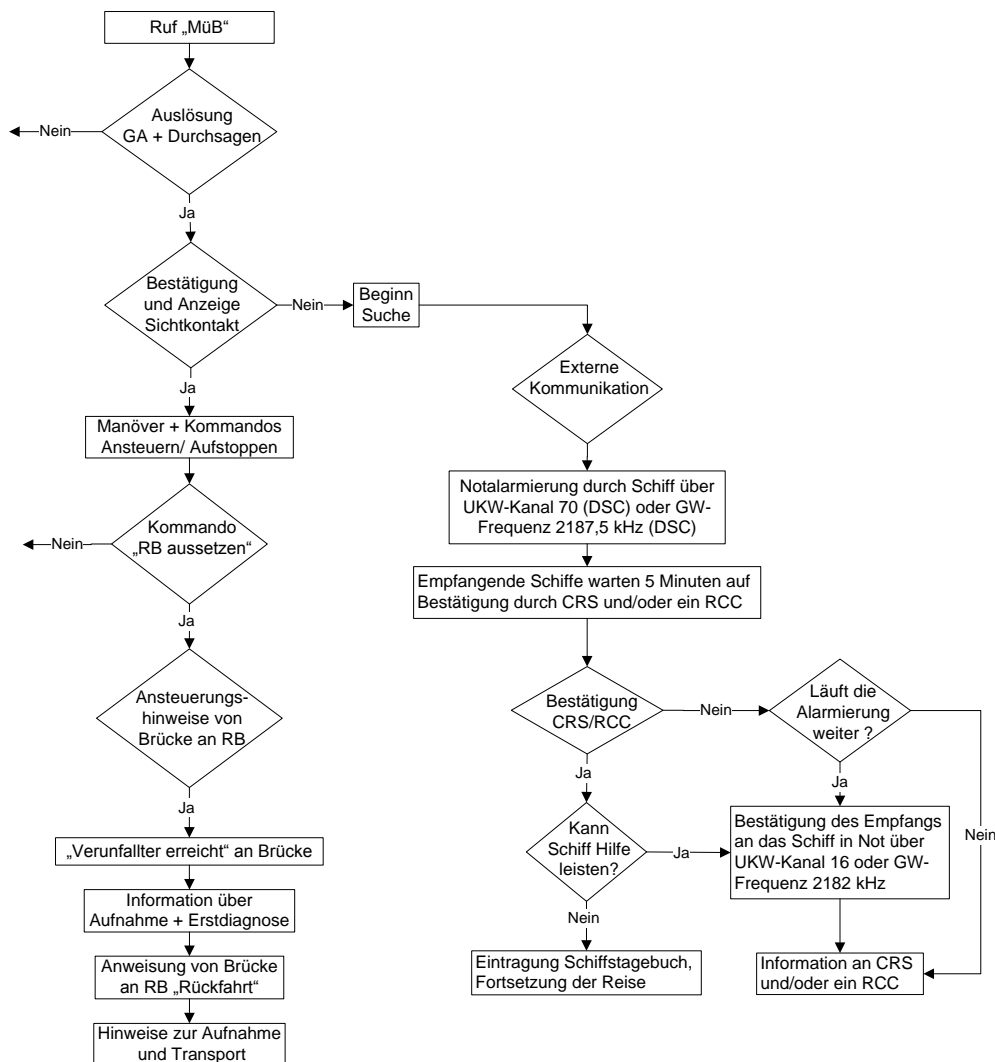


Abbildung 5 Fließdiagramm für den Fall Mensch über Bord

### C.1.1.5.5. Typischer Informationsfluss beim MüB - Unfall



**Abbildung6 Typischer Informationsfluss im Prozess eines „Mensch über Bord Unfalls“**

#### C.1.1.6 Aufnahme eines Verunfallten

Bei Sichtkontakt bzw. beim Auffinden besteht die Aufgabe, den Verunfallten schnell, entsprechend den herrschenden Bedingungen mittels geeigneter Technologie und unter Beachtung medizinischer Aspekte sicher aufzunehmen. Die bisher praktizierte Standardmethode auf Großschiffen sieht grundsätzlich den Einsatz eines Rettungsbootes, Rescue-Bootes oder auch Schlauchbootes vor, wobei ein direktes Ansteuern des Verunfallten und in der Regel dessen aktive Mitwirkung bei der Aufnahme Voraussetzung ist. Die Auswertung zahlreicher Unfälle hat ergeben, dass solche Manöver mit Booten oft nicht zum Erfolg führten oder nur durch aktive Mithilfe des Verunfallten erfolgreich beendet werden konnten. Ursachen für den Misserfolg waren:

- Ungenügende Erfahrungen des Bootsführers im Umgang mit dem Boot
- Die Drifteigenschaften wurden falsch eingeschätzt oder wurden nicht beachtet. Beim Ansteuern mussten Korrekturen vorgenommen werden.

- Es gelang objektiv nicht, in die Nähe des Verunfallten zu manövrieren. Die Manövriereigenschaften des Bootes waren dazu nicht geeignet, insbesondere bei Rückwärtsmanövern und bei mittleren bis schweren Seebedingungen.
- In der Nähe des Verunfallten wurden weitere Mittel wie Reserveantrieb, Leinen, Ringe u.a. nicht ausreichend genutzt, um die Aufnahme schnell abzuschließen.

Diese genannten Probleme bei der Aufnahme durch Boote haben sich mit der Einführung geschlossener Rettungsboote noch verstärkt. Wesentlich Gründe dafür sind:

- Die eingeschränkte Sicht für den Bootsführer
- Die größere Driftgeschwindigkeit infolge der großen Windangriffsfläche und der leistungsstärkere Antrieb gestatten kaum noch eine direkte Ansteuerung des Verunfallten und eine unmittelbare Aufnahme durch die Bootsbesatzung.
- Für den Verunfallten besteht die Gefahr von Verletzungen bzw. des Überlaufens.
- Bei Einhaltung eines notwendigen Sicherheitsabstandes zum Verunfallten infolge schneller Drift und Drehung des Bootes beim Aufstoppen ist sehr schnell eine Distanz erreicht, die entweder von der Besatzung oder vom Verunfallten schnell zu überwinden ist.

Hier ergibt sich ein Unsicherheitsbereich beim Einsatz von Booten, der unbedingt auszuschalten ist. Bedenkt man weiterhin, dass der Verunfallte psychisch und physisch stark belastet ist, sind Fehlverhaltensweisen nicht auszuschließen. Er mobilisiert dann unter Umständen seine letzten Kraftreserven, um sich aus dieser für ihn lebensbedrohlich erscheinenden Situation schnell zu befreien. Die Folge kann ein plötzlicher Zusammenbruch aller Kräfte sein.

Bei bestimmten hydrometeorologischen Bedingungen ist dann oft nur noch eine Sicherung des Verunfallten mit Hilfe eines Einsatzschwimmers möglich.

Der Einsatz eines Rettungsschwimmers ist in Erwägung zu ziehen, wenn wegen zu schwerer See das Aussetzen von Booten nicht mehr möglich ist. Eine Aufnahme des Verunfallten erfolgt durch den Einsatz des Rettungsschwimmers auf der Lee-Seite des Schiffes. Es ergibt sich dadurch selbst bei schwierigen hydrometeorologischen Bedingungen, bei denen bisher kaum eine Überlebenschance für Verunfallte bestand, eine beherrschbare und vertretbare Variante der Aufnahme.



### **C.1.1.7      *Erkannte Schwachstellen im Rettungsprozess des MüB - Unfalls***

Bei der Bewertung von generellen Defiziten derzeitiger Abläufe soll nachfolgend der sofort bemerkte MüB-Unfall infolge eines Arbeitsunfalls betrachtet werden.

Generelle Defizite sind:

1. Eine Alarmierung erfolgt in der Regel über Unfallzeugen, die durch Ruf, persönliche Meldung oder über Kommunikationsmittel den Unfall zur Brücke melden. Das führt in der Mehrzahl der Fälle zu einer Informationsverzögerung und zu Informationsdefiziten bezüglich des Unfallhergangs.
2. Der einzige Informationsweg zwischen Verunfalltem und Schiff ist der Sichtkontakt. Der Sichtkontakt zum Verunfallten wird zunächst nur von den Unfallzeugen und erst verzögert von der Brückenwache hergestellt. Gegebenenfalls ist ein Typhonsignal als Information an den Verunfallten zu werten.
3. Erstmaßnahmen durch den Unfallzeugen und durch die Brückenwache, wie Werfen eines Rettungsringes zur Sicherung des Verunfallten, erfolgt zeitlich verzögert. Das Erreichen des Rettungsringes ist für den Verunfallten in den meisten Fällen unrealistisch.
4. Die interne Kommunikation und Orientierung der Besatzung auf den Notfall erfolgt über den Generalalarm (außer Marineeinheiten). Der Start aller Maßnahmen zur Rettung ist daher nur über Zusatzinformationen (Durchsage) möglich.
5. Die Zeit zur Rückführung des Schiffes und das Aufstoppen in unmittelbarer Nähe des Verunfallten liegt in Abhängigkeit von der Schiffgröße und den Manövriereigenschaften in einer Größenordnung von 5 bis 20 Minuten. Dabei ist die Bedingung einzuhalten, dass das Rescue Boot nur bei  $V_s < 5\text{kn}$  ausgesetzt werden kann.
6. Eine unmittelbare Rückführung des Schiffes kann unter bestimmten Umständen wie Seegang, Verkehrslage, Fahrwasserbedingungen u.a. behindert oder unmöglich sein.
7. Das Aussetzen eines Rescue Bootes zur Aufnahme des Verunfallten hat bei extremen Seegangsbedingungen objektive Grenzen, die jedoch durch subjektive Faktoren (Entscheidung des Kapitäns, Ausbildungs- und Trainingsstand u.a.) variieren.
8. Eine Aufnahmetechnik und –technologie oberhalb der Einsatzgrenzen von Booten existiert an Bord von Schiffen derzeit nicht. (außer Rettungsschwimmer auf Marineeinheiten)
9. Eine sofortige externe Information (Notfallalarmierung) erfolgt erst auf Entscheidung des Kapitäns. Dies geschieht in der Regel erst bei Verlust des Sichtkontaktes, der eine anschließende Suche nach dem Verunfallten erfordert bzw. wenn eine Aufnahme der MüB durch das Schiff nicht möglich ist.
10. Die Hinführung externer Retter zum Verunfallten gestaltet sich besonders schwierig, wenn das eigene Schiff nicht in unmittelbarer Nähe des Verunfallten positioniert werden kann.

### C.1.1.8 *Ausgewählte reale anonymisierte Unfallszenarien*

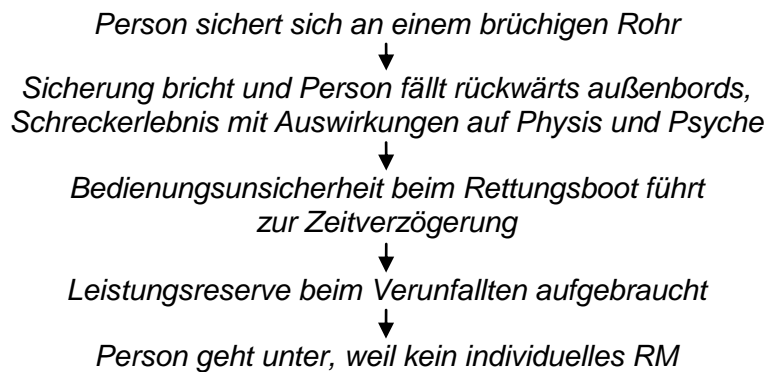
#### **Szenario 1:**

Randbedingungen: Frachtschiff  
 Freier Seeraum, Kapitän, Wachoffizier u. Matrose auf der Brücke  
 Wind Bf 2; See 2; Sicht 10 sm  
 Wassertemperatur 16 °C

#### Ereignisablauf:

*Zeit: Ereignis*

- 12.30 Arbeitsunfall - eine Person fällt vom Brückendeck außenbords  
 Ruf „Mann über Bord - Steuerbord“  
 WO schaltet Ruder auf Handbetrieb  
 Abwurfeinheit ausgelöst  
 Kapitän übernimmt und weist „Hart Steuerbord“ an  
 „Mann über Bord-Rolle“ ausgelöst
- 12.32 Drehkreis zur Hälfte durchlaufen  
 Verunfallter ist zu erkennen - ruhige Schwimmbewegungen  
 Rettungsringe sind 40 bzw. 100 m entfernt vom Verunfallten
- 12.33 Reduzierung der Fahrt auf VL
- 12.35 Schiff wird aufgestoppt durch ZV
- 12.35 Rettungsboot ausgesetzt
- 12.37 Boot legt ab - Entfernung vom Verunfallten ca. 50 m
- 12.39 Kurz vor dem Verunfallten  
 Beim Umsteuern des Motors fällt der Motor aus  
 Das Boot treibt am Verunfallten vorbei, Abstand 2m  
 Riemen unklar; Rettungsring mit Sicherheitsleine unklar  
 Einsatz von gesicherter Person wird vom Bootsführer untersagt
- 12.40 Springt eine Person von Bord, um zu helfen  
 Der Verunfallte geht plötzlich unter
- 12.55 Dringlichkeitsmeldung
- 13.30 Suche in der Nähe der Rettungsringe  
 bis
- 14.30
- 16.00 Boot an Bord genommen  
 Suche bis zur Dämmerung dann Abbruch

Ursache-Wirkungs-Kette:**Szenario 2:**

Randbedingungen: Freier Seeraum  
Wind Bf 2  
Strom 0,2 sm  
Wassertemperatur 16 °C

Ereignisablauf:

*Zeit: Ereignis*

02.12 Ausguck meldet Hilfeschreie – zwei Schreie hintereinander  
Meldung der Schreie an WO  
Anweisung an Ausguck: Umgebung mit Taschenlampe absuchen

02.14 Anweisung vom WO: Jede Kammer überprüfen, ob einer fehlt

02.16 Kapitän auf Brücke  
Ergebnis der Vollzähligkeitskontrolle: Ein Crewmitglied fehlt!

02.30 Befehl vom Kapitän: Auf Gegenkurs gehen - Williamson-Turn

02.33 Auf Gegenkurs

02.38 MüB-Manöver ausgelöst

02.47 Boot klar zum aussetzen

02.50 Position erreicht: Maschine Stopp; Scheinwerfer an; vergrößernde Drehkreise gefahren

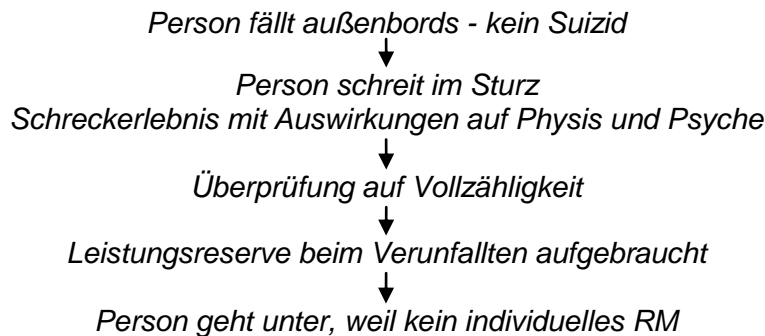
03.37 Sicherheitsmeldung abgesetzt; Brest Radio bestätigt

06.45 Suchflugzeug auf Position

09.25 Suchflugzeug stellt Suche ein

09.39 Ein an der Suche beteiligtes Schiff auf Position

11.30 Suche wird eingestellt

Ursache-Wirkungs-Kette:**Szenario 3:**

Randbedingungen: Tankschiff (84.000 tdw)  
 Freier Seeraum – Mittelmeer  
 Wind: Bf 8-9 mit starker Dünung  
 Brecher gehen über Back und Tankdeck  
 Fahren unter erhöhtem Verschlusszustand

Ereignisablauf:

*Zeit: Ereignis*

09.35 Rettungsfloß Achterkante Back wird durch überlaufende See aus der Halterung gerissen

09.45 Schiff wird begedreht, See kommt von achtern, Schiff liegt ruhig, 1. Offz.; Bootsmann und 2 Matrosen zum Sichern des Rettungsfloßes beordert

10.08 Plötzlich eine hohe See von achtern - ein Matrose wird außenbords gespült  
 Abstand vom Schiff 30 bis 40 m

10.10 Mann über Bord-Rolle ausgelöst und Verständigung zum Verunfallten mit Handzeichen

10.11 Schiff wird gedreht und Ring geworfen  
 Verunfallter erkennt zwar den Ring, kann ihn aber wegen der Drift nicht erreichen

10.13 Dringlichkeitsmeldung mit Bitte um Hilfeleistung

10.25 Boot 1 wird besetzt und ausgeschwungen

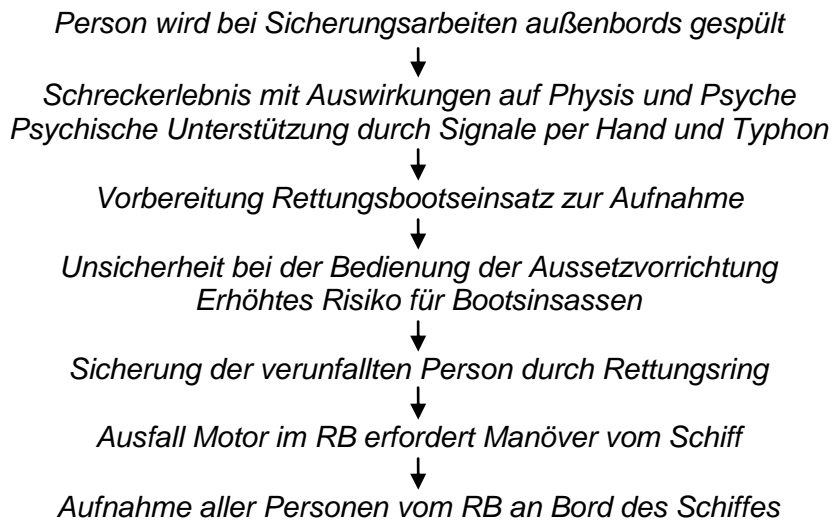
10.28 Position des Verunfallten erreicht und Boot zu Wasser gelassen. Es werden zwei Ringe geworfen, der Verunfallte erreicht einen Ring!  
 Das Boot ist mit 7 Personen besetzt - es wird mit laufendem Motor gefiert  
 Vorderer Heißhaken wird zu früh ohne Kommando vom Bootsführer gelöst – Boot nimmt Wasser - Motor fällt aus. Achtern Heißhaken gelöst - Boot treibt achteraus – Motor wieder gestartet

11.05 Verunfallten erreicht und aufgenommen - Motor fällt wieder aus  
 Tanker manövriert an das Rettungsboot heran - Verbindung mit Wurfleine

11.17 Rettungsboot achtern längsseits  
 Bootsinsassen werden vor Übernahme mit Leinen gesichert  
 Boot wird an der Bordwand stark beschädigt

11.35 Verunfallter und Bootsbesatzung vollzählig an Bord, Boot kann nicht an Bord eingeholt werden und geht verloren

11.40 Manövrierende und Fortsetzung der Reise

Ursache-Wirkungs-Kette:**Szenario 4:**

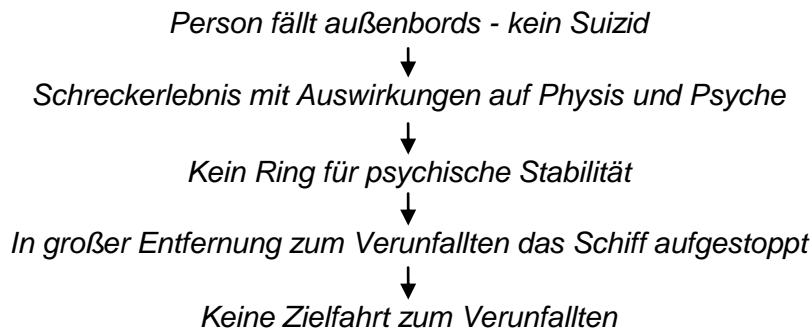
Randbedingungen: Frachtschiff  
 Freier Seeraum  
 Wind: Bft 0-2; Dünung mit ca. 2 m quer zum Wind  
 Wassertemperatur 28 °C  
 Lufttemperatur 30 °C

Ereignisablauf:

Bei einer Kontrolle nach dem Manöver wird festgestellt, dass an der Motorbarkasse einige kleine Reparaturen durchzuführen sind. Dazu gehört die Reparatur an der Notreling. Das beauftragte Crewmitglied führt zunächst aber noch andere Arbeiten weiter aus. Plötzlich stellt man fest, dass die Notreling außenbords hängt. Ein Matrose entdeckt eine achteraus treibende Person.

Ein Matrose lief daraufhin zur Brücke, um den Vorfall zu melden, kehrte aber wieder um und lief nach achtern. Seine Absicht, einen Ring zu werfen, führte er nicht aus, da nach seiner Ansicht der Verunfallte bereits zu weit entfernt vom Schiff war. Der hinzukommende Bootsmann meldete den Vorfall über Funk zur Brücke.

<i>Zeit:</i>	<i>Ereignis:</i>
10.45	WO löst Alarm „Mensch über Bord“ aus
10.46	Kapitän übernimmt die Leitung; Einleitung Rückführmanöver
10.52	Schiff ist auf Gegenkurs
11.00	Verunfallter gesichtet an Steuerbord voraus ca. 1000 m Barkasse ausgesetzt
11.03	Ausguck erkennt weiterhin die Person und will die Barkasse lenken Barkasse reagiert nicht Schiff nimmt Kurs in Richtung Verunfallten, Person außer Sicht
11.25	Person wieder entdeckt 500 m an Steuerbord querab Nochmals die Barkasse und ein Rettungsboot zum Verunfallten beordert Ausguck erkennt die Person in 400 m Steuerbord in Richtung 45 Grad Als die Boote die Unfallstelle annähernd erreicht hatten, war die Person außer Sicht.
11.45	Dringlichkeitsmeldung abgesetzt
12.00	Boote wieder an Bord genommen
12.00	Suche bis Einbruch der Dunkelheit

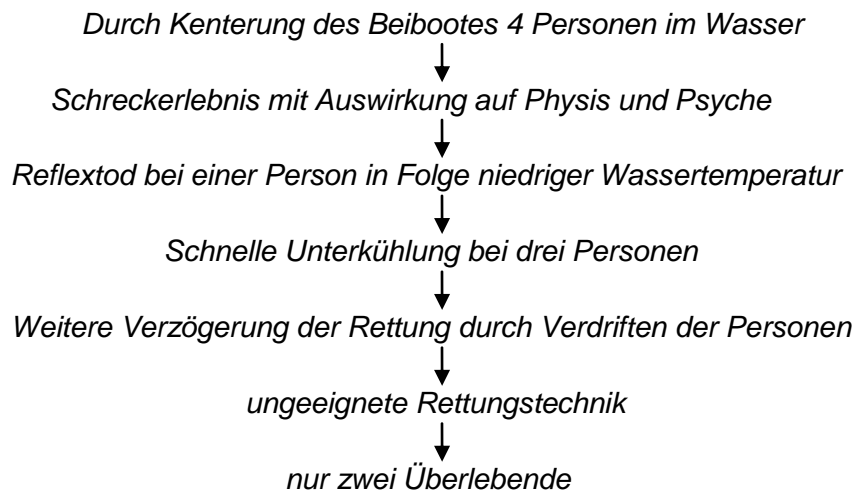
Ursache-Wirkungs-Kette**Szenario 5:**

Randbedingungen: Freier Seeraum, Ostsee  
 Sichtweite: 2 Seemeilen  
 Wellenhöhe: 1,5m bis 2m  
 Wind: um 7 Bf  
 Wassertemp.: 3°C-3,5°C  
 Lufttemp.: 4,5°C

Situation: Zwei Personen mit Schwimmweste sollen mit einem Beiboot von Schiff A zu Schiff B übergesetzt werden. Das Beiboot wird von zwei Personen gefahren. Somit sind vier Personen im Beiboot. Zum Zeitpunkt des Unfalls war Schiff B ca. 400m von der Unfallstelle entfernt.

Ereignisablauf:

<u>Zeit:</u>	<u>Ereignis</u>
13.00/	Beiboot kentert beim Besetzen unmittelbar am Schiff A
13.01	4 Personen treiben im Wasser auf Schiff A wird „Mann über Bord“ - Alarm ausgelöst auf Schiff B wird die Besatzung über „Mann über Bord“ informiert und einige Stationen besetzt; jedoch ohne die „Mann über Bord“ - Rolle auszulösen
13.11/	Motorrettungsboot auf Schiff B voll besetzt und zum Aussetzen bereit, es wird aber
13.13	wegen der oben genannten Wetterbedingungen nicht ausgesetzt
13.17	Eine Person wird vom Rettungsschwimmer des Schiffes A bewusstlos geborgen
13.19	Eine weitere Person wird mit Hilfe von Rettungsschwimmern aus dem Wasser gerettet, er ist am Ende seiner physischen Kräfte
13.20	Eine Person treibt ab und wird winkend von Schiff B gesehen
13.21	Eine weitere Person wird mit Hilfe von Rettungsschwimmern aus dem Wasser gerettet
13.25	Ein Rettungshubschrauber trifft an der Unfallstelle ein
13.27	Ein Rettungsschwimmer des Hubschraubers bereitet sich für die Rettung der abgetriebenen scheinbar bewusstlosen Person vor.
13.36	Die abgetriebene Person wird vom Hubschrauber aus dem Wasser aufgenommen.

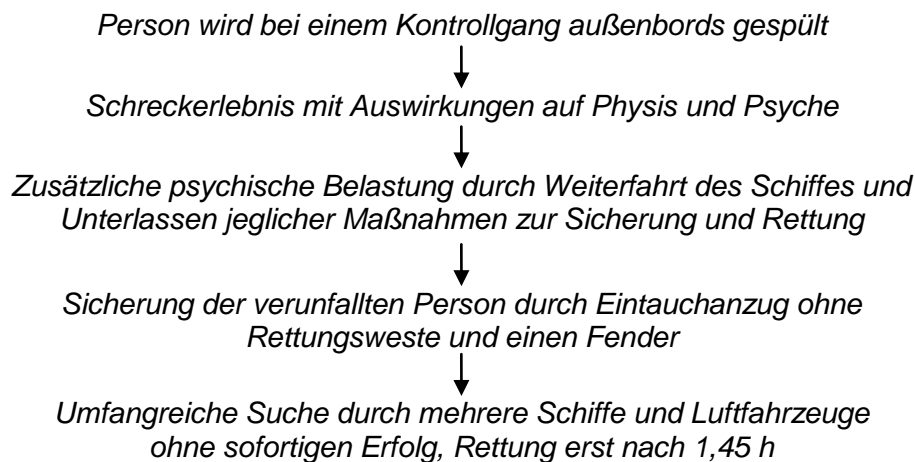
Ursache-Wirkungs-Kette:**Szenario 6:**

Randbedingungen: Frachtschiff  
 Freier Seeraum –Deutsche Bucht zwischen Weser 1 und 2  
 Wind: 7-8 Bft  
 Schiff läuft in achterlicher See  
 Nimmt ab und zu Wasser an Deck

Ereignisablauf:

*Zeit: Ereignis*

- 07.10 Nach Alarmauslösung im Bunkerraum erfolgt eine Kontrolle durch den 1. Ing unter Anleitung des Kapitäns. Der 1. Ing trägt einen Eintauchanzug ohne Rettungsweste
- 08.00 Es erfolgt eine zweite Kontrolle durch 1. und 2. Ing. Beide tragen Eintauchanzüge ohne Weste. Eine gegenseitige Leinensicherung erfolgt nicht.
- 08.25 Auf dem Rückweg wird der 2. Ing. außenbords gespült. Der 1. Ing. wirft einen Rettungsring und informiert umgehend den Kapitän.  
 Mann über Bord-Rolle wird nicht ausgelöst, die MüB-Boje wird nicht ausgelöst  
 Schiff setzt seine Fahrt unvermindert fort  
 Verunfallter erreicht den Rettungsring nicht, hält sich an einem mitgerissenen Fender fest
- 08.28 Information an Verkehrszentrale Wilhelmshaven über den MüB-Unfall. Diese empfiehlt Meldung an das MRCC Bremen und informiert das MRCC selbst mit Angaben zur Person und deren Ausrüstung.
- 09.03 Erster Hubschrauber trifft am Unfallort ein  
 Position des Verunfallten ist nicht exakt bekannt. Es werden insgesamt bis zur Rettung 9 Sucheinheiten auf dem Wasser und 5 Sucheinheiten in der Luft vom MRCC koordiniert.
- 10.08 Verunfallter wird von einem Seenotkreuzer erreicht und aufgenommen.
- 11.41 Der Verunfallte wird an Land gegeben und in ein Krankenhaus gebracht. Sein Zustand war gut. Er konnte nach wenigen Tagen wieder seinen Dienst an Bord antreten.

Ursache-Wirkungs-Kette:**C.1.2 Prozesszielstellung [AP 1002, 1004, 1009]**

Die Prozesszielstellung ergibt sich aus der Analyse und der anschließenden Beschreibung des bisherigen Prozess beim Person über Bord Unfall und den damit verbundenen wissenschaftlichen und praktischen Erkenntnissen.

**C.1.2.1 Ziel und Aufgabe des Rettungsprozesses**

Das grundsätzliche Ziel des Rettungsprozesses ist die Erhöhung der Überlebenswahrscheinlichkeit einer verunfallten Person bei einem Person über Bord Unfall. Um dieses grundsätzliche Ziel zu erreichen kann *die Aufgabe* des Rettungsprozesses unter zwei Hauptgesichtspunkten wie folgt beschrieben werden:

- Der Rettungsprozess soll eine schnelle automatische und fernsteuerbare Zuführung von Rettungstechnik vom Mutterschiff zur verunfallten Person ermöglichen sowie
- die Überlebensbedingungen der Person gewährleisten bis die Rettungstechnik mit dem Verunfallten durch das eigene Schiff oder durch externe Rettungskräfte aufgenommen wurde.

**C.1.2.2 Leitgedanken zur Entwicklung des Rettungsprozesses**

Aus der Prozessanalyse wurden die offensichtlich für das Überleben der Person wichtigsten Aspekte im POB-Rettungsprozess ermittelt. Mit diesen Aspekten und der allgemeinen Zielstellung und Aufgabe des Projektes konnten Rahmenbedingungen bzw. Grundziele für den Rettungsprozess festgehalten werden, die für die Entwicklung des Prozessablaufs als Leitgedanke beschrieben werden sollen:

*Leitgedanken zur nennenswerten Erhöhung der Überlebenswahrscheinlichkeit durch ...:*

- ... hohe Zuverlässigkeit im Auffinden der Person mit der Rettungsweste durch das Rettungsfahrzeug bei unterschiedlichen hydrometrologischen Bedingungen
- ... schnellstmögliche Rettung bzw. schnellst mögliche Verhinderung weiterer Unterkühlung der verunfallten Person



- ... Minimierung der Dauer des gesamten Rettungsprozesses (z.B. schnelle Zuführung der Überlebenstechnik; nahezu zeitgleiche Auslösung der Technik mit dem Unfalleintritt)
  - ... optimale Aufnahme der Person auf das Rettungsfahrzeugs unter Berücksichtigung der medizinischen Anforderungen
  - ... die erhebliche Verkürzung der Aufenthaltszeit der verunfallten Person im Wasser
  - ... die wesentliche Reduzierung der physischen und psychischen Belastungen und Beanspruchung durch den Aufenthalt der Person in dem Rettungsfahrzeug
  - ... die waagerechte Lage der verunfallten Person während des gesamten Rettungsprozesses
  - ... Weitestgehende Autonomisierung und Automatisierung des Rettungsprozesses
  - ... Schaffung von Überlebensbedingung bis zur Aufnahme des Verunfallten auf ein Schiff
- Bei der Entwicklung und Realisierung des Rettungsprozesses und der Rettungstechnik sind ebenfalls die Bedingungen der Zukünftigen Zielgruppe zu beachten. Aus Erfahrungen mit dem Verhalten und Denken von Reedereien bzw. Besatzungen bezüglich Sicherheitstechnik und Rettungstechnik im Bereich der Seefahrt sollen einige Leitgedanken bezüglich der Praxis in der Seefahrt formuliert werden.

*Leitgedanken zu nennenswerte technische und ökonomische Randbedingungen der Seeschifffahrt:*

- Die mit der Rettungskette verbundene Technik stellt eine nicht geforderte Ausrüstung über die bestehende Pflichtausrüstung laut SOLAS dar. Damit ergeben sich zwangsläufig hohe Anforderungen an das zusätzliche Rettungsmittel. Das zu entwickelnde Rettungsmittel muss eine hohe spezifische Leistungsfähigkeit besitzen und eine kostenoptimale Lösung darstellen.
- Verantwortliche in der Seeschifffahrt sehen eine praxisrelevante Einführung dann, wenn die Kosten für das zusätzliche Rettungssystem in der Größenordnung eines Fast Rescue Boats liegen. Aus der Sicht dieser Personen sollte aber der Platzbedarf geringer sein. Weiterhin besteht die Auffassung, dass eine Zulassung des Rettungssystems durch die Aufsichtsbehörden positiv wäre, wenn dadurch auf ein anderes Rettungsmittel verzichtet werden kann (z.B. zweites Fast Rescue Boats).
- Die technischen Parameter wie Masse, Platzbedarf, Wartungskosten sollen die vergleichbaren Kriterien von Pflichtausrüstung deutlich unterschreiten.
- Die zunächst im Leitantrag ausgewiesene Einführung des Rettungsmittels auf Schiffen wie beispielsweise Yachten- und Forschungsschiffen wird für Schiffe von mindestens 50m Länge angenommen. Diese Zielgruppe von Schiffstypen führt zu weiteren schiffsspezifischen Forderungen.
- Um eine hohe Akzeptanz in der Seeschifffahrt zu erreichen, sollen bewährte Prinzipien aus der Schifffahrt in Kombination mit innovativen Lösungen genutzt werden.

- Die prinzipiellen Lösungen des angestrebten Labormusters sollten die Grundlage für die Entwicklung eines Prototypens darstellen, um die mittelfristige Einführung der Technik zu ermöglichen.

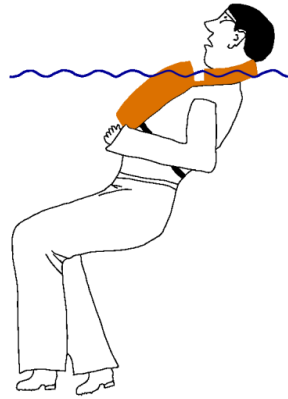
### **C.1.2.3      *Einsatzumgebung für den zu entwickelnden Rettungsprozess***

Für die weiteren Projektarbeiten wurde eine mögliche zukünftige Einsatzumgebung und anzustrebende maximale Einsatzbedingungen, bei denen der Rettungsprozess und die gesamte Rettungstechnik gerade noch funktionieren sollen, diskutiert. Diese Diskussion hat auf der Basis möglicher realer Bedingungen im zukünftigen Einsatz stattgefunden. Dabei wurde der zukünftige Einsatz für den Rettungsprozess und die Rettungstechnik vor allem in der maritimen Industrie und in professionellen maritimen Organisationen betrachtet:

- Marineschiffe
- Tanker
- Fahrgastschiffe
- RoRo-Fahrgastschiffe
- Offshore-Anlagen
- SAR-Schiffe
- Spezialeschiffe
- evtl. Containerschiffe

Die Ergebnisse der Diskussion um die Einsatzumgebung und die maximalen Einsatzbedingungen sind in einer beispielhaften Ausgangssituation beschrieben worden, die in den folgenden Punkten festgehalten wurde und bei allen weiteren Projektarbeiten berücksichtigt werden sollte.

1. Die Unfallursache ist ein Arbeitsunfall.
2. Eine Person fällt im Arbeitsprozess spontan rückwärts aus der Höhe von  $H \approx 10\text{m}$  außen Bords (beliebiger Ort über die Schiffslänge)
3. Der Verunfallte ist mit einer Rettungsweste mit automatischem Prozessauslösemechanismus und Ortungssystem versehen.
4. Wahrscheinlicher psycho-physischer Zustand der Person:
  - Variante 1:* Die Person treibt passiv im Wasser (offensichtlich ohnmächtig)
  - Variante 2:* Die Person ist bei Bewusstsein, treibt im Wasser und besitzt eingeschränkte Handlungsfähigkeit.
5. Die Person befindet sich mit Hilfe der RW in einer stabilen Rückenlage (Winkel von ca. 30-60 Grad zur Normalen) und die Atemwege sind über der Wasseroberfläche (ableitbar aus SOLAS Forderungen für die Rettungsweste)



**Abbildung 7 Lage einer Person im Wasser bei ca. 30° bis 60° zur Waagerechten**

6. Personengewicht: bis 150 kg
7. Körpergröße: bis 2,20 m
8. Mögliche hydrometeorologischen Bedingungen während des Unfalls:
 

See $\approx$ 6 – 7	Wassertemperatur $>$ 3°C
Wind $\approx$ 7 Bft	Lufttemperatur $>$ 3°C
Sicht: verminderte Sicht bei Tag und Nacht	
9. Das Schiff befindet sich im weltweiten Einsatz bei beliebiger Tages- und Jahreszeit.
10. Die Schiffsgeschwindigkeit zum Unfalleintritt  $v_s$  beträgt  $v_s=0 - 22$  kn.
11. Über das GALILEO Satelliten-Navigations-System wird eine permanente Positionsbestimmung von Rettungsweste, Rettungsfahrzeug und SAR-Station gewährleistet.

### **C.1.3 Entwickelter Rettungsprozess [AP 1002, 1004, 1009]**

#### **C.1.3.1 Vorbemerkungen zur Entwicklung des Rettungsprozess**

Ausgehend von der Aufgabe, eine schnelle Zuführung der Überlebenstechnik und die Schaffung von Überlebensbedingungen bis zur Aufnahme des Verunfallten durch das eigene Schiff oder durch externe Rettungskräfte zu sichern, sind folgende grundlegende Überlegungen bei der Gestaltung des Rettungsprozesses beachtet worden:

1. Aus den Bedingungen, die sich aus dem Unfall für die Person ergeben (s. Dokument Teil 1 Arbeitspaket 1001 „Prozessbeschreibung des MüB-Unfalls in der Seeschifffahrt“ des ISV vom 30.09.2008), wurde der vorliegende Entwurf für den geplanten Rettungsprozess abgeleitet.
2. Die Erhöhung der bisher erreichten Überlebenswahrscheinlichkeit soll die primäre Aufgabe des Projektes sein.
3. Das subjektive Leistungsvermögen des Verunfallten hat einen herausragenden Stellenwert, weil sich daraus eine Vielzahl von variablen Anforderungen für die technische Entwicklung ableitet.

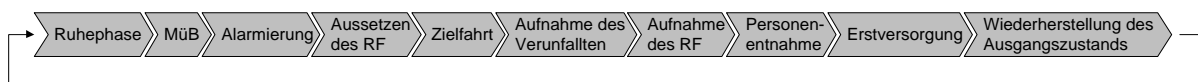
4. Die Ziele für den Rettungsprozess sind nur durch eine optimale Verknüpfung der einzelnen Systemelemente zu erreichen.
5. Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der einzelnen technischen Systemelemente haben eine hohe Bedeutung.

### **C.1.3.2 Darstellung des entwickelten Rettungsprozesses**

Der entwickelte Rettungsprozess erfolgt unter Verwendung von fünf technischen Hauptsystemen:

- Rettungsweste (RW) mit Notsender
- Rettungsfahrzeug (RF) mit Personenaufnahmeeinheit (PAE)
- SAR-Steuerstation (SAR-Station) mit Fernbedienungsmodul
- SAR-Brückensystem
- Aussetz- und Aufnahmeeinheit

Die allgemeinen Aufgaben der fünf technischen Hauptsysteme werden deutlich bei der Betrachtung des entwickelten Rettungsprozess der in seinen Prozessphasen dargestellt ist.



**Abbildung 8 Prozessphasen des Rettungsprozess für den POB-Unfall im Projekt AGaPaS**

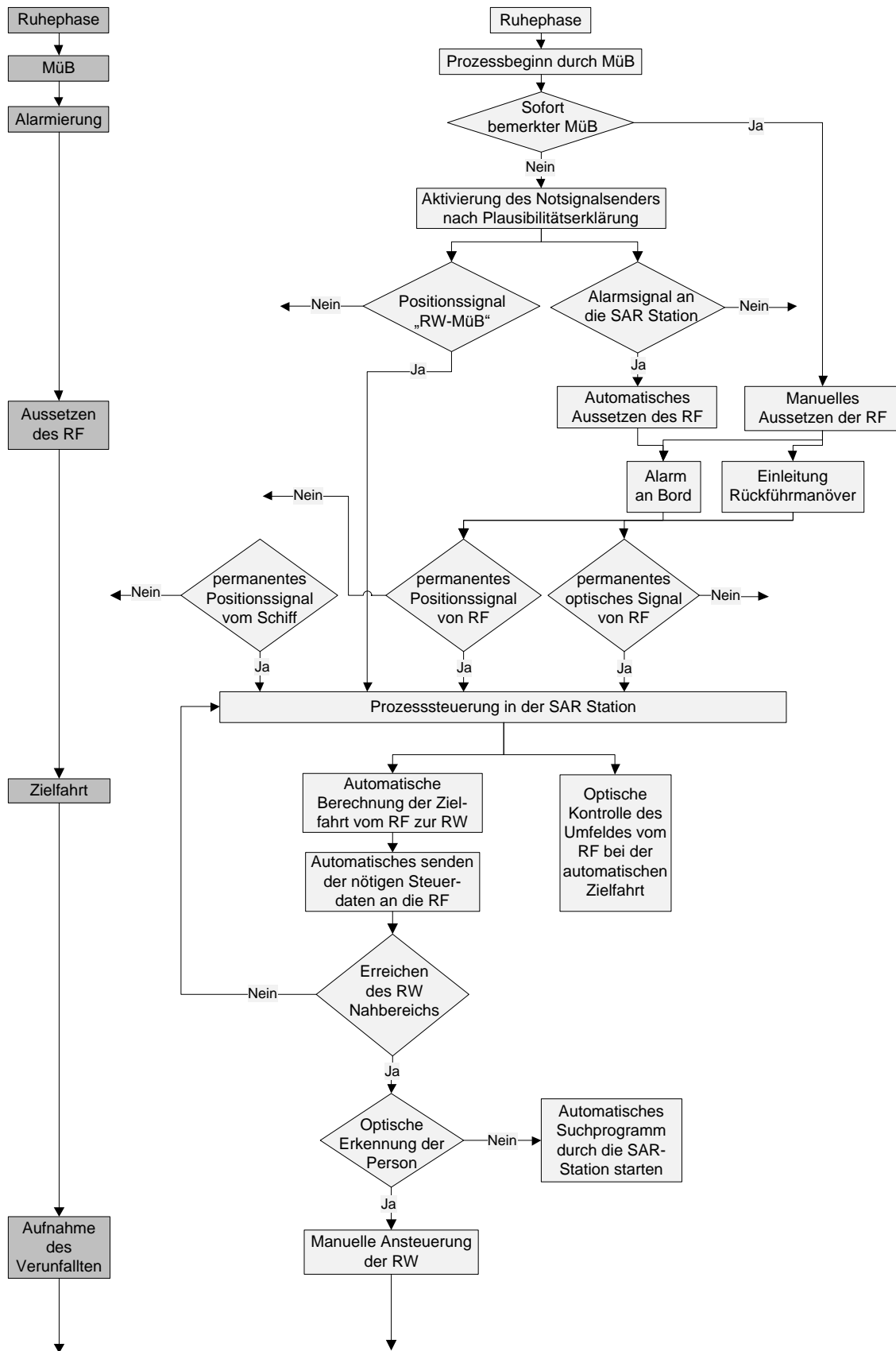


Abbildung 9 Prozessablauf des Rettungsprozesses mit den entsprechenden Prozessphasen Teil 1

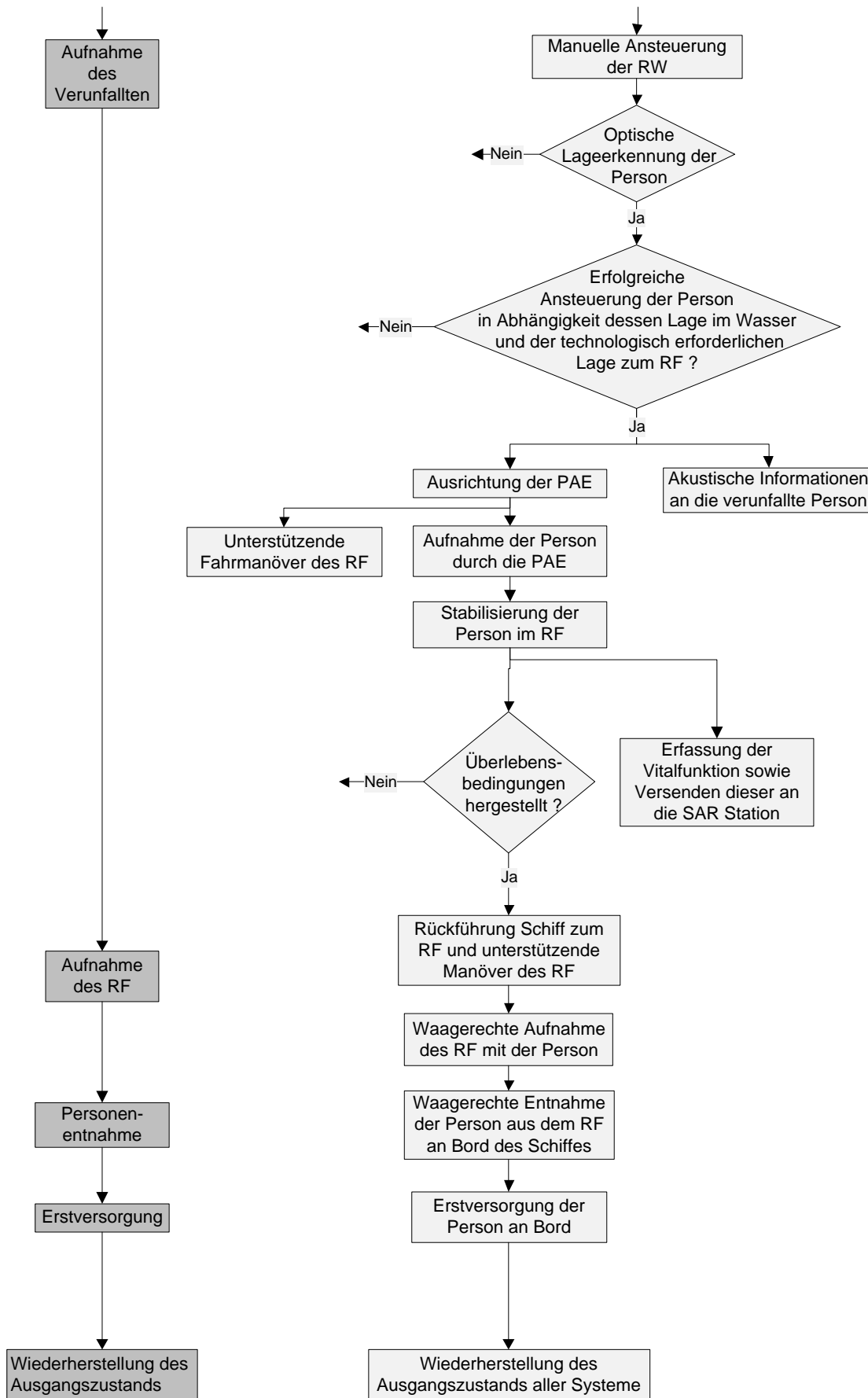
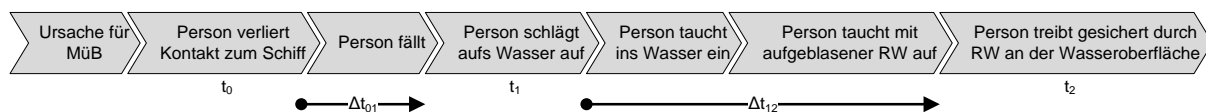


Abbildung 10 Prozessablauf des Rettungsprozesses mit den entsprechenden Prozessphasen Teil 2

Die **Ruhephase** kennzeichnet den Zeitraum, in dem der Rettungsprozess einsatzbereit ist aber noch nicht ausgelöst wurde. Hier wird durch die SAR-Steuerstation eine permanente Überwachung aller technischer Systeme durchgeführt, in dem die einzelnen Systeme in regelmäßigen Abständen automatisch hinsichtlich ihrer Funktionsfähigkeit getestet werden und Systeme wie beispielsweise Batterien durch gezieltes Laden gewartet werden. Bis auf die SAR-Steuerstation befinden sich alle technischen Systeme im Bereitschaftszustand und warten auf ihre Aktivierung durch die Vorgänge in der Auslösephase infolge eines MüB-Unfalls.

Tritt der **MüB**-Unfall ein, findet ein zeitlicher Ablauf statt, der in der folgenden Abbildung charakterisiert wird.



**Abbildung 11** Charakteristischer Ablauf des Teilprozesses MüB

Jeder MüB-Unfall erfolgt unvorhergesehen aus einer bestimmten Situation mit einer bestimmten Ursache. Die Situation und die Ursache sind maßgeblich dafür verantwortlich, in welchem Zustand sich die Person im Wasser befinden wird. Ist die Ursache für den MüB-Unfall eingetreten kommt der Zeitpunkt  $t_0$  ab dem der Fall über Bord beginnt und in dem kein Kontakt mehr zwischen Schiff und Person besteht. Die Person fällt dann eine endliche Zeit  $\Delta t_{01}$  bis zum Aufschlag auf dem Wasser zum Zeitpunkt  $t_1$ . In der Zeit des Falls  $\Delta t_{01}$  ergibt sich für die Person eine resultierende Fallgeschwindigkeit  $v_1$  aus der senkrechten Fallgeschwindigkeit  $v_2$  und der Eigengeschwindigkeit der Person  $v_3$ , die hauptsächlich aus der auf die Person gewirkte Geschwindigkeit (Fahrtgeschwindigkeit des Schiffes) besteht.

Nach dem Aufschlag auf das Wasser folgt eine Tauchphase  $\Delta t_{12}$  in der die Person sich unter Wasser befindet. Nach dem Auftauchen, zum Zeitpunkt  $t_2$ , treibt die Person gesichert durch die RW in einer nach SOLAS bzw. LSA Code definierten Lage im Wasser. Die Atemöffnungen befinden sich damit einige Zentimeter oberhalb der Wasserlinie.

Die **Alarmierung** beginnt, sobald die Sensoren am Notsender in der Rettungsweste einen MüB-Unfall erkennen und der Notsender ein Alarmsignal an die SAR-Steuerstation sendet.. Hierbei soll die Alarmierung erst nach einer Plausibilitätsüberprüfung im Notsender erfolgen, wenn die Plausibilitätsprüfung nicht in der SAR-Steuerstation erfolgt. Ist ein einziges Signal von den eben erläuterten Signalen in der SAR-Steuerstation aufgelaufen, erhält die Brücke automatisch eine Information. Parallel dazu beginnt, wenn notwendig, eine Plausibilitätsprüfung in der SAR-Steuerstation.

Die **Aussetzphase** beginnt, sobald die SAR-Steuerstation ein geprüftes Signal vorliegen hat. In diesem Fall beginnt die SAR-Steuerstation das automatische Aussetzen des Rettungsfahrzeugs zu initiieren. Weiterhin wird in diesem Moment ein Alarm an Bord ausgelöst und die Besatzung aufgefordert das Rückführmanöver unverzüglich einzuleiten. Ist

der Sichtkontakt vor der automatisch ermittelten Plausibilität hergestellt, kann das Aussetzen des Rettungsfahrzeugs manuell gestartet werden. Nach dem Aussetzen des Rettungsfahrzeugs müssen die Positionssignale von der Rettungsweste, vom Schiff und von dem Rettungsfahrzeug sowie das optische Signal von den Kameras des Rettungsfahrzeugs in der SAR-Steuerstation als Grundlage für die Prozesssteuerung empfangen werden.

Die **Zielfahrt** des Rettungsfahrzeugs zur Rettungsweste (zur verunfallten Person) erfolgt dann automatisch auf Grundlage der von der Prozesssteuerung errechneten Daten, die sich aus den eingehenden jeweiligen Positionssignalen ergeben. Die automatische Zielfahrt zur Rettungsweste wird durchgeführt, bis ein definierter Nahbereich (Sicherheitsabstand zur Person) erreicht wurde. Ist zu diesem Zeitpunkt eine optische Erkennung der Person möglich, folgt die Aufnahme des Verunfallten. Ist noch keine optische Erkennung der Person möglich, kann ein Suchprogramm gestartet werden.

Die **Aufnahme des Verunfallten** erfordern die manuelle Ansteuerung des Rettungsfahrzeugs und die Ausrichtung der Personenaufnahmeeinheit. Für die manuelle Ansteuerung des Rettungsfahrzeugs ist der Sichtkontakt durch die Kameratechnik am Rettungsfahrzeug zur verunfallten Person notwendig. Ist dies gewährleistet, muss eine Person an Bord des Eigenschiffs den Rettungsprozess auf manuelle Steuerung umschalten und mit dem Fernbedienungsmodul die Ansteuerung der Person fortsetzen. Die Ansteuerung sollte auf die Funktionsweise der Personenaufnahmeeinheit abgestimmt sein. Bei dem entwickelten Rettungsfahrzeug und der entwickelten Personenaufnahmeeinheit sollte die Ansteuerung möglichst gegen den Wind und von hinten an die Person heran erfolgen. Weiter ist die Ausrichtung der Personenaufnahmeeinheit erforderlich. Ist dies erfolgt kann die Person durch die Personenaufnahmeeinheit und unterstützenden Fahrmanöver des Rettungsfahrzeugs aufgenommen und im Rettungsfahrzeug waagrecht positioniert werden. Dann kann ein Überlebensraum durch aufblasbare Körper geschaffen werden um die Überlebensbedingungen der Personen weiter zu erhöhen. Außerdem sind zusätzliche Maßnahmen wie z.B. Funkkontakt im Rettungsfahrzeug möglich um die Person psychisch zu stabilisieren. Parallel zur Aufnahme wird die verunfallte Person über den Beginn und die Vorgehensweise bei der Aufnahme über ein Kommunikationssystem fortlaufend informiert. Im Gesamtsystem integrierte Sensoren überprüfen die Vitalfunktionen und übermitteln sie zur SAR-Steuerstation.

Die **Aufnahme des Rettungsfahrzeugs** ist möglich sobald sich die Person im Rettungsfahrzeug und das Eigenschiff sich in der Nähe des Rettungsfahrzeugs befindet. Zu diesem Zeitpunkt kann das Rettungsfahrzeugs mit unterstützenden Fahrmanövern durch die Aussetz- und Aufnahmeeinheit wieder auf das Eigenschiff gehievt werden. Bei der Aufnahme des Rettungsfahrzeugs bleibt dies in der waagerechten Position, um die Person in der Horizontalen zu halten und keinen Bergetod zu riskieren



Anschließend erfolgt an Bord die waagerechte **Entnahme der Person** aus dem Rettungsfahrzeug, um unmittelbar danach eine **medizinische Erstversorgung** durchzuführen.

Abgeschlossen wird der gesamte Rettungsprozess mit der **Wiederherstellung des Ausgangszustands** aller Systeme sowie der Rückführung des Rettungsprozesses in die Ruhephase.

### C.1.3.3 Die technischen Hauptsysteme des Rettungsprozesses in den jeweiligen Prozessphasen

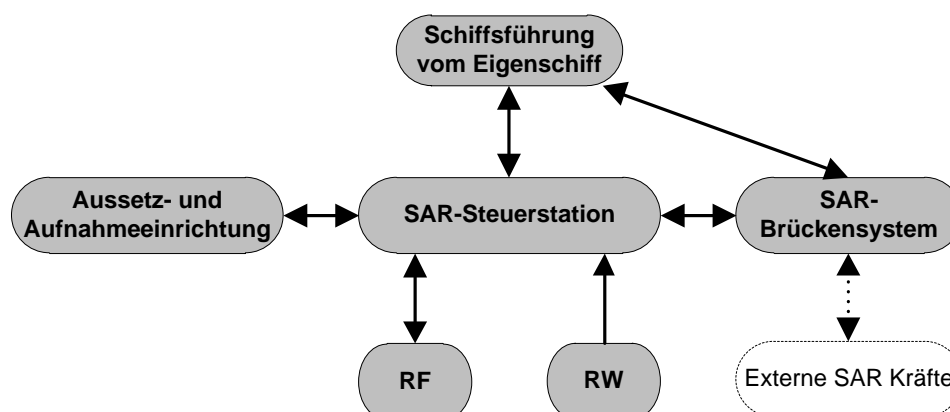
In diesem Kapitel werden die technischen Hauptsysteme des Rettungsprozesses

- die Rettungsweste (RW) mit Notsender,
- das Rettungsfahrzeug (RF) mit Personenaufnahmeeinheit (PAE),
- die SAR-Steuerstation (SAR-Station) mit Fernbedienungsmodul,
- das SAR-Brückensystem und
- die Aussetz- und Aufnahmeeinheit

in grafischen Darstellungen genauer spezifiziert. Diese genauere Spezifizierungen sind in grafischen Darstellungen festgehalten und geben Information über die allgemeinen Aufgaben und Funktionen der einzelnen technischen Hauptsysteme sowie über deren Zusammenwirken.

Eine wichtige Aufgabe in dem Rettungsprozess ist die Koordinierung und Steuerung aller technischen Systeme. Dies erfolgt zentral von der SAR-Steuerstation. Außerdem erfolgt ein stetiger Informationsaustausch zur Schiffsführung des Eigenschiffes. Die dadurch während des gesamten Rettungsprozesses entstehenden notwendigen Kommunikationswege zwischen den einzelnen Hauptsystemen sind in der Abb. 12 schematisch dargestellt.

Ergänzend wird der Kommunikationsweg mit möglichen externen SAR Kräften aufgezeigt.



**Abbildung 12 Schematische Kommunikationswege während des Rettungsprozess**

Die verschiedenen Aufgaben und Funktionen sowie die auszutauschenden Informationen, die über die aufgeführten Kommunikationswege gesteuert und koordiniert werden, sind in den folgenden Abbildungen dargestellt. Die Aufgaben, Funktionen und Informationen sind

für jede einzelne Prozessphase aufgeführt, so dass auch die Schnittstellen zwischen den Systemen im Laufe des Rettungsprozesses erkennbar sind.

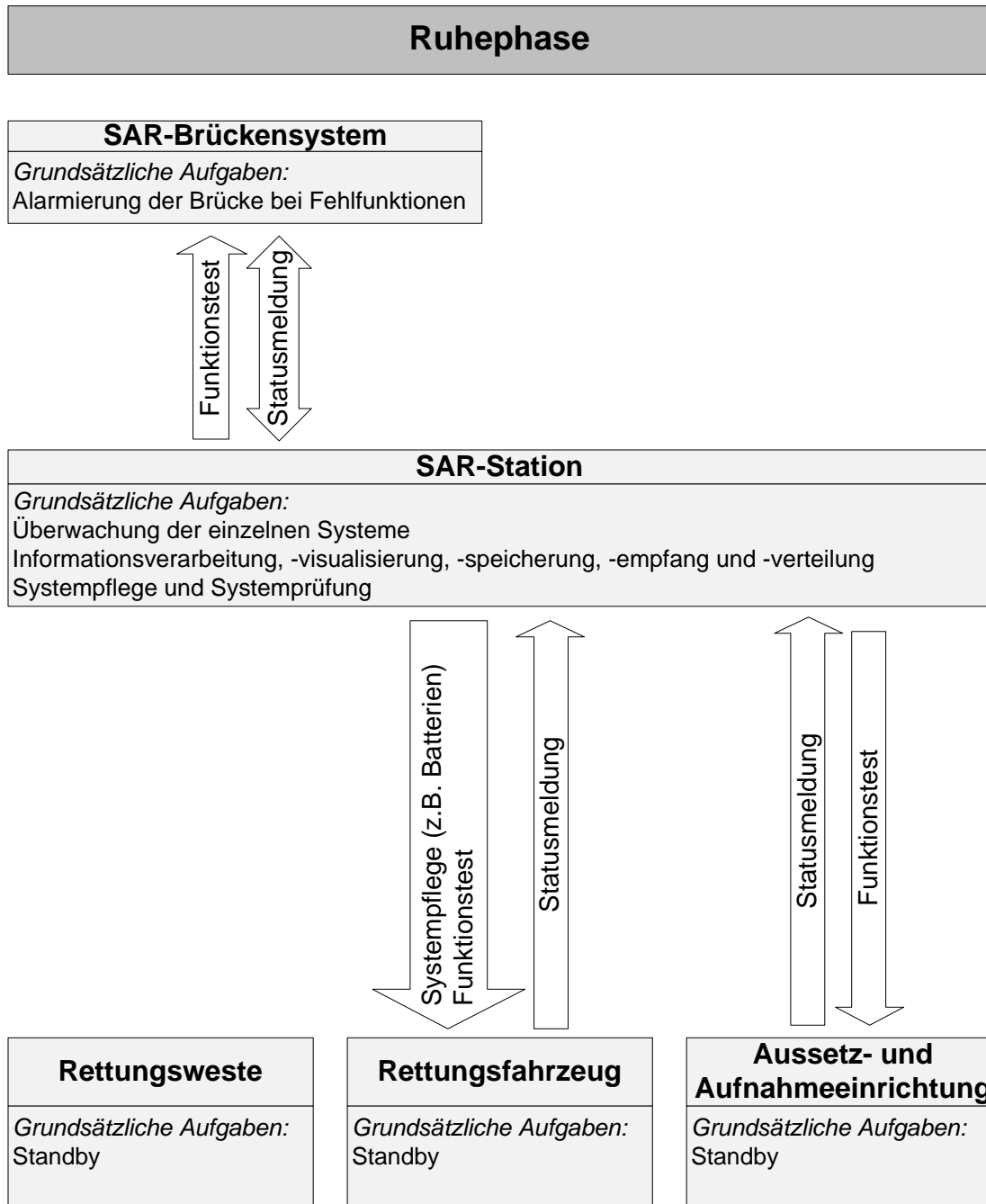


Abbildung 13 Selbstkontrolle des Rettungssystems in der „Ruhephase“

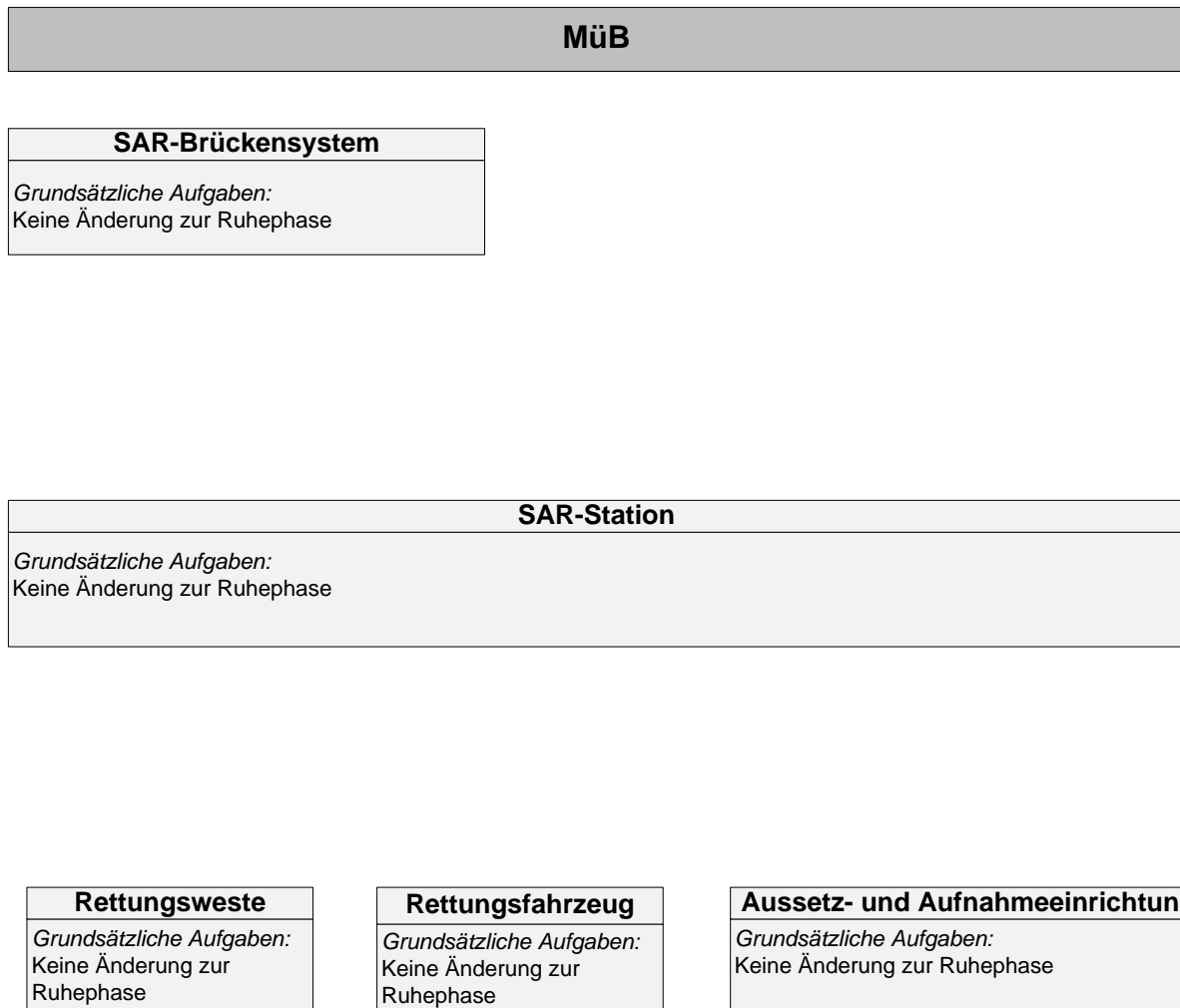


Abbildung 14 Aufgaben der Einzelsysteme in der „Ruhephase“

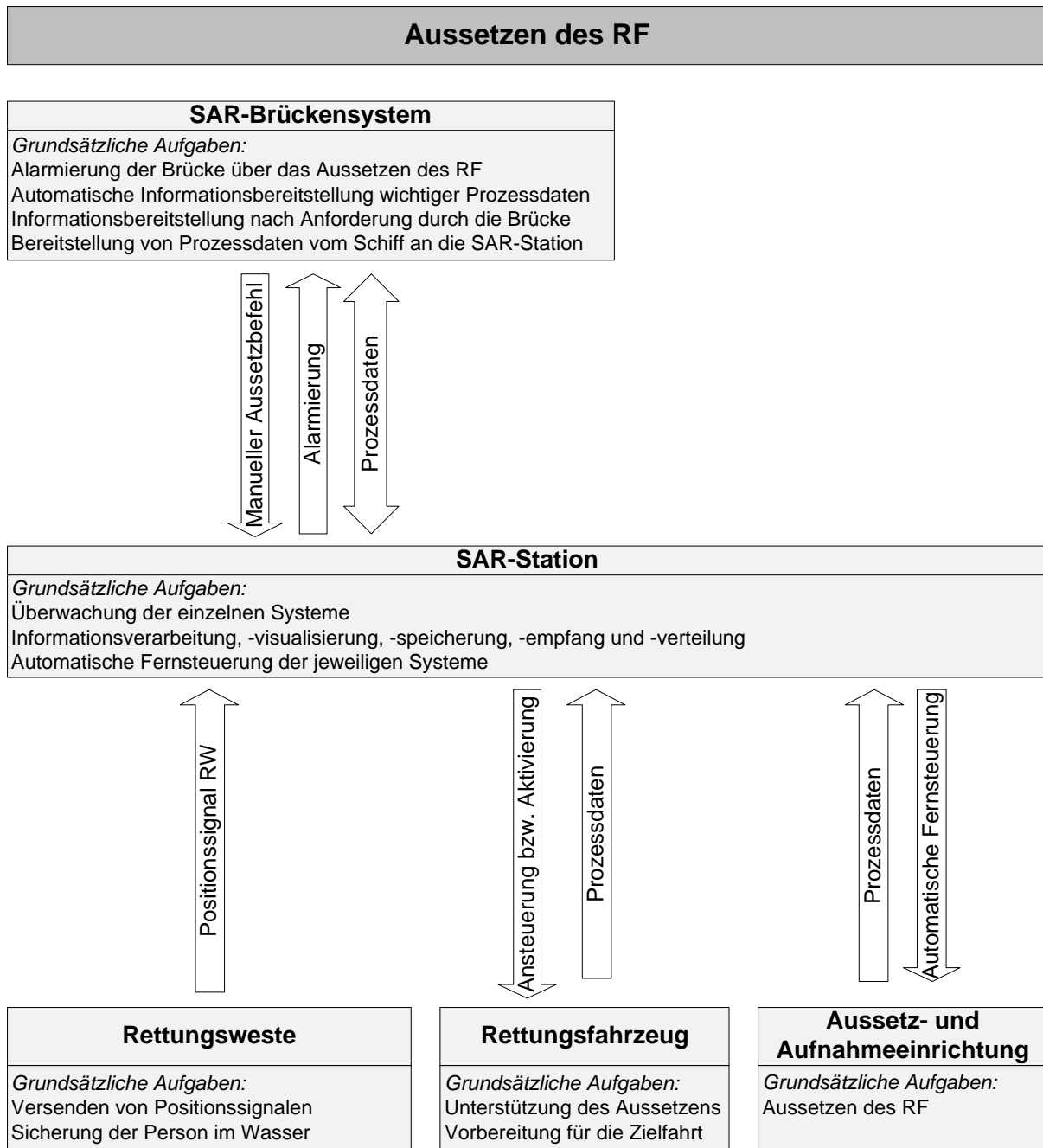


Abbildung 15 Aufgaben der Systeme und deren Kommunikationswege bei Beginn des Ereignisfalles

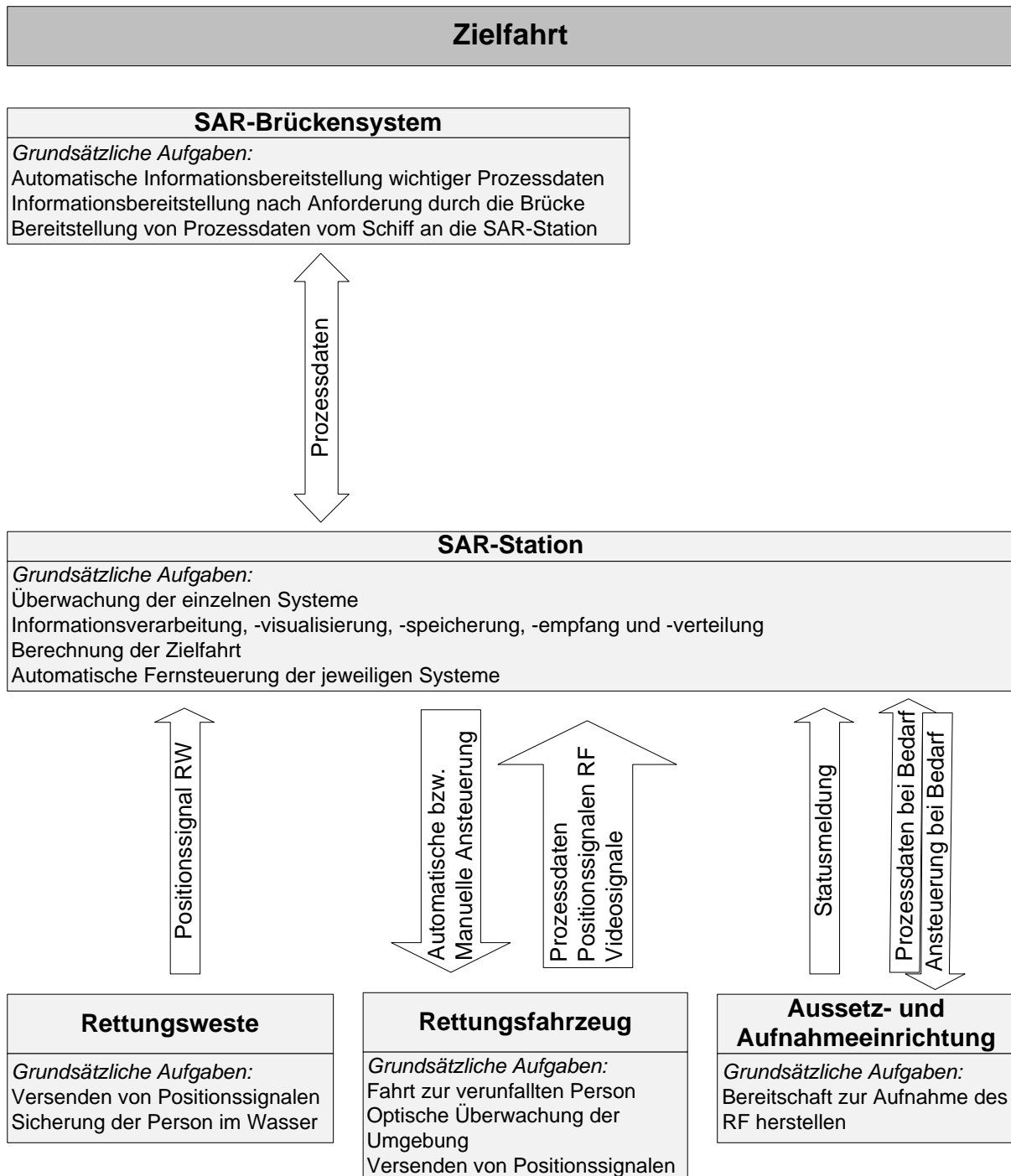


Abbildung 16 Aufgaben der System und deren Kommunikationswege während der Zielfahrt

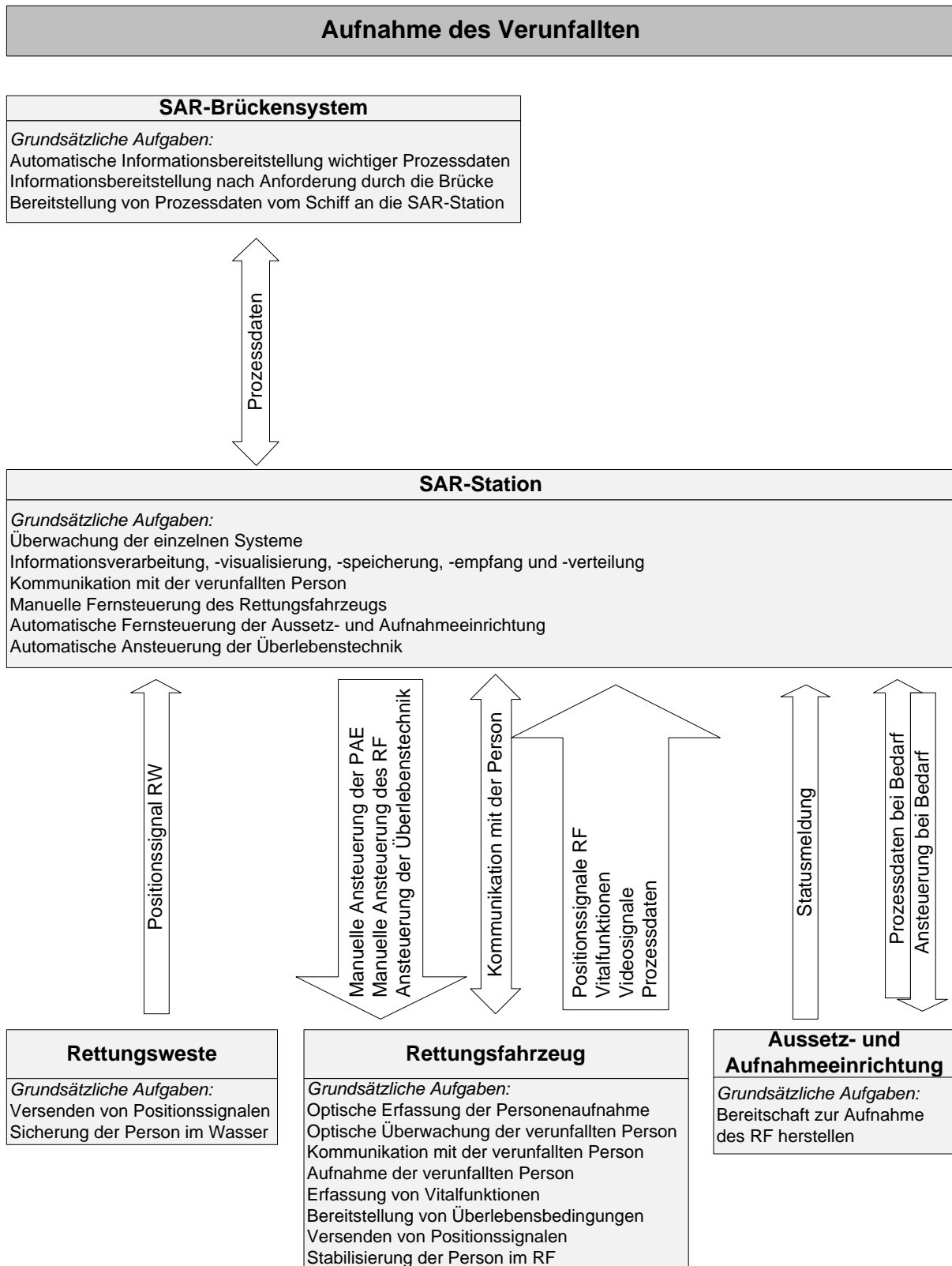


Abbildung 17 Funktionen und Kommunikation der Systeme während und nach der Personenaufnahme

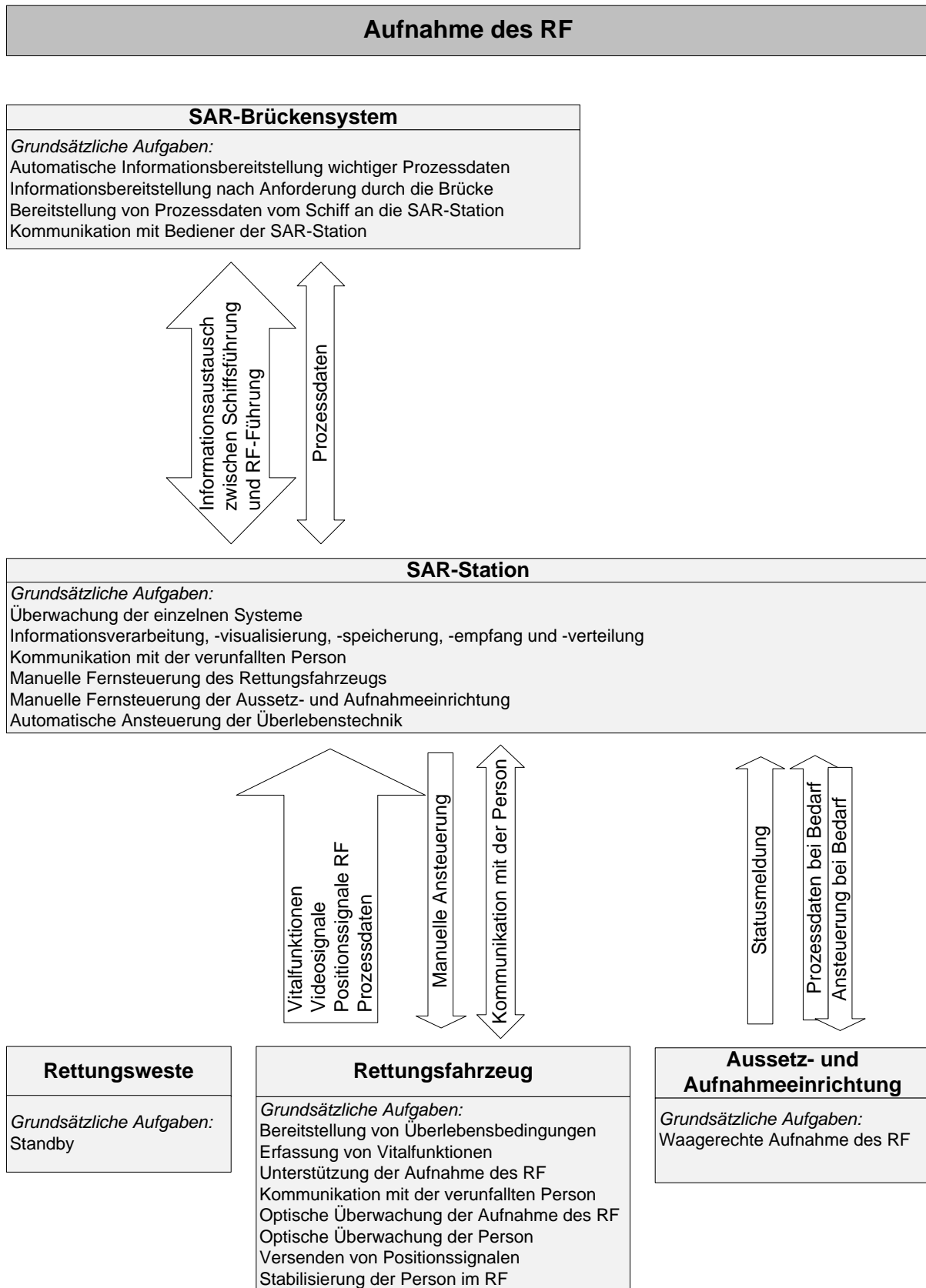
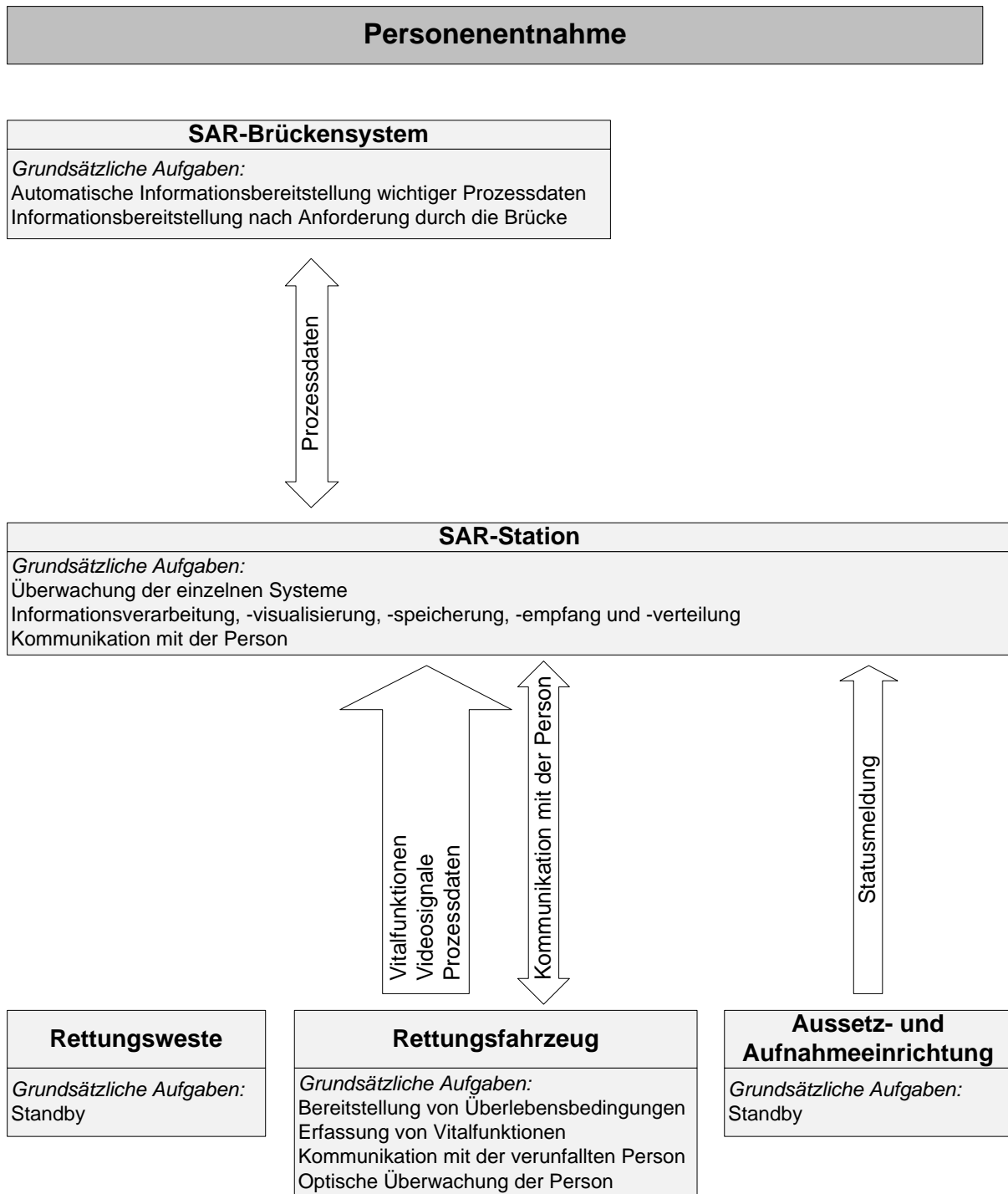


Abbildung 18 Funktions- und Kommunikationsübersicht der Systeme bei der Aufnahme am Mutterschiff



**Abbildung 19 System- und Kommunikationsanforderungen bei der Entnahme der Person aus der Aufnahmeeinheit**



**Erstversorgung****SAR-Brückensystem***Grundsätzliche Aufgaben:***SAR-Station***Grundsätzliche Aufgaben:***Rettungsweste***Grundsätzliche Aufgaben:***Rettungsfahrzeug***Grundsätzliche Aufgaben:***Aussetz- und  
Aufnahmeeinrichtung***Grundsätzliche Aufgaben:***Abbildung 20** Erstversorgung

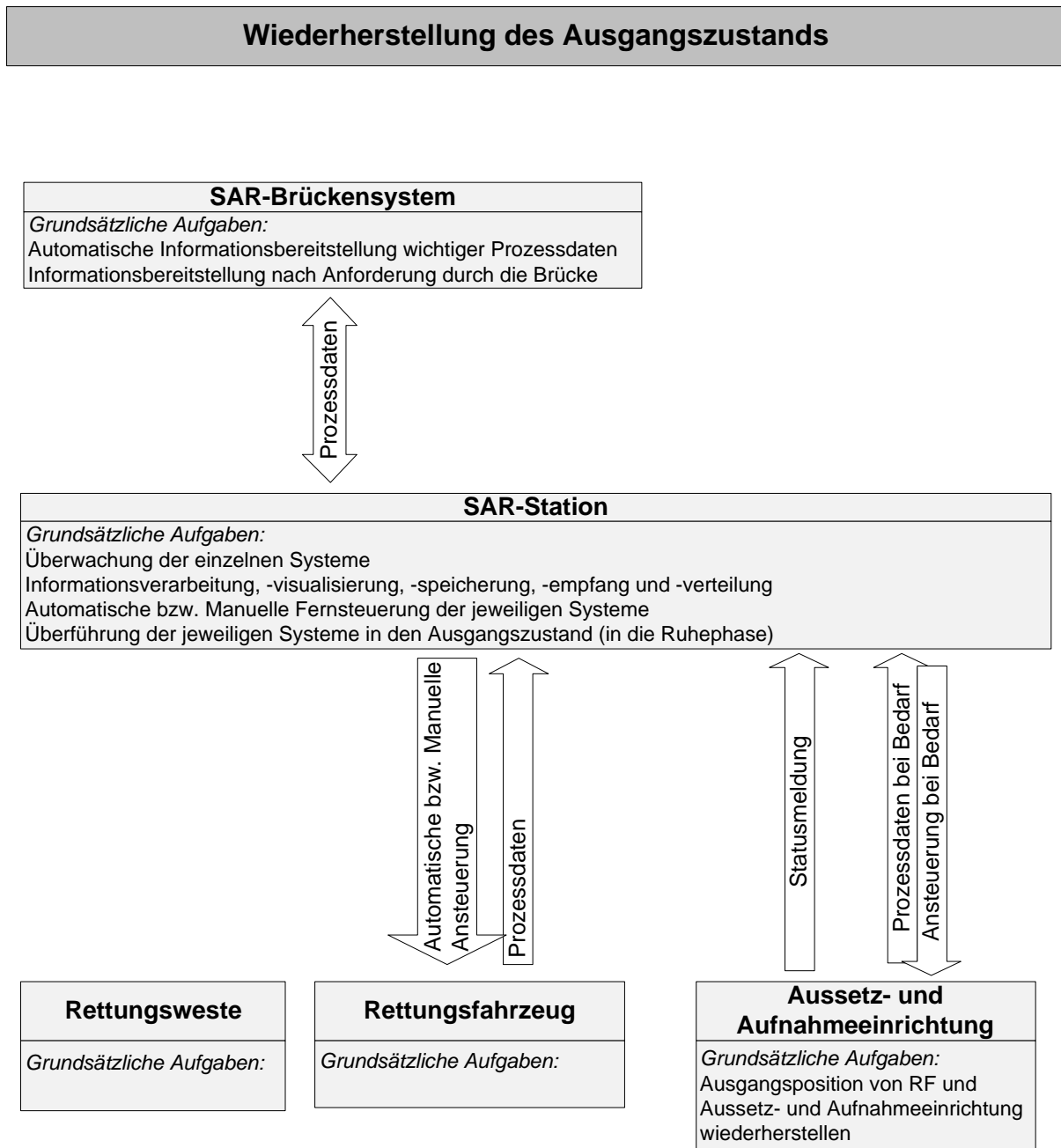


Abbildung 21 Wiedererreichen des „Ruhezustandes“

### **C.1.4 Die Relevanz von Informationen über die Vitalfunktionen der POB während des Rettungsprozess**

Nach dem Projektantrag soll eine Möglichkeit erarbeitet werden wie die Vitalfunktionen der verunfallten Person im Wasser erfasst und an die Besatzung übermittelt werden kann.

Dieser Aufgabe hat zu umfassenden Überlegungen und Diskussionen während der Projektarbeit geführt.

Bezüglich der Relevanz der Informationen über Vitalfunktionen der verunfallten Person innerhalb des Rettungsprozess wurden drei unterschiedliche Fälle diskutiert. Diese Fälle sind nach der Verfügbarkeit der Daten im zeitlichen Verlauf des Rettungsprozess beschrieben und haben unterschiedliche Auswirkungen auf den Rettungsprozess und somit auch unterschiedlichen Nutzen oder Nachteile für den Rettungsprozess.

Die Informationen (die Daten) über die Vitalfunktionen von der verunfallten Person können verfügbar sein, wenn

Fall I: die verunfallte Person im Wasser ist,

Fall II: die verunfallte Person im Rettungsfahrzeug ist

Der grundsätzlich mögliche Nutzen für den Rettungsprozess, der bei diesen drei Fällen auftreten kann, wurde wie folgt ermittelt:

- a. Leichtere Entscheidung über die Priorität der Rettung bei mehreren Personen im Wasser
- b. Motivationssteigerung bei der Besatzung (Rettungskräften) durch das Wissen, dass die Person lebt
- c. Bessere Vorbereitung an medizinischen Maßnahmen an Bord des Schiffes
- d. Gezielte Einstellung der Überlebensbedingungen im Rettungsfahrzeug in Abhängigkeit der Vitalfunktionen

Wobei in Fall I der mögliche Nutzen a, b, c und d von Interesse ist und in Fall II wäre der mögliche Nutzen b, c und d interessant.

In der Diskussion um die Bewertung des grundsätzlich möglichen Nutzen für den Rettungsprozess, in Folge der drei möglichen Fälle der Verfügbarkeit von Information über die Vitalfunktionen der verunfallten Person, wurden neben den ISV internen Überlegungen auch Aspekte aus Gesprächen mit Ärzten und Experten auf dem Gebiet der Wiederbelebung und Hypothermie berücksichtigt sowie die Überlegungen einiger Projektpartner.

Ein wesentlicher Aspekt, der in der Diskussion berücksichtigt werden muss, ist die genaue und richtige Erfassung von Vitalfunktionen bei unterkühlten Personen. Aus medizinischer Sicht bestehen sehr große Problematiken und Unsicherheitsfaktoren bei der Erfassung von Vitalfunktionen bei unterkühlten Personen. In Fachkreisen geht man davon aus, dass selbst erfahrende Notärzte bei unterkühlten Personen Schwierigkeiten bei der Erfassung der Vitalfunktionen von unterkühlten Personen bekommen können. Insbesondere gilt dies für

den Puls der unterkühlten Person und somit für eines der wichtigsten Lebenszeichen. Dies liegt hauptsächlich an der Tatsache, dass je kühler der menschliche Körper wird desto mehr reduziert der Körper seine Funktionen auf die lebenserhaltene Funktionen um das Überleben der Person zu sichern. Hierbei wird unter anderem die Blutversorgung in den Extremitäten stark reduziert, so dass an den allgemein bekannten Körperstellen nur schwer bzw. kein Puls festgestellt werden kann.

Auf Grund dieser Erfahrungen in der Notfallmedizin stellt sich die Frage, wie sehr darf man sich auf eine Sensorik verlassen, die bei unterkühlten Personen im Wasser die momentane gesundheitliche Verfassung bestimmen soll?

Im Extremfall könnte die Sensorik den Tod bzw. einen nicht überlebendfähigen Gesundheitszustand der Rettungsmannschaft signalisieren. Hierbei ist zu erwarten, dass diese Informationen sich negativ auf die Motivation der Besatzung, die verunfallte Person zu retten, niederschlägt.

Darüber hinaus ist bei einem Unfall mit mehr als einer Person im Wasser denkbar, dass die Rettungsmannschaft mit Hilfe der Informationen der Sensorik entscheiden will oder entscheiden muss, welche Person zuerst gerettet wird und welche Person für Tod oder für nicht überlebendfähig erklärt wird. Diese Entscheidung und viele andere Entscheidungen für den Rettungsprozess müssen sehr schnell getroffen werden, da bei der Rettung von Personen im Wasser Sekunden entscheiden und keine langen Überlegungen möglich sind, in denen entschieden werden kann welche Person zuerst gerettet wird.

Weiter muss beachtet werden, dass es sich bei der Rettungsmannschaft im angestrebten Rettungsprozess um die Schiffsbesatzung handelt, die nicht ausgebildet sind für die Auswertung bzw. Bewertung solcher ausführlichen Informationen und für das Treffen solcher Entscheidungen. Zusätzlich sei bemerkt, dass an Land nur Ärzte einen Menschen für Tod erklären dürfen.

Wird der Extremfall „mehrere Personen im Wasser“ betrachtet, zwingt sich folgender beispielhafter Gedanke auf:

Person A ist in sehr schlechter medizinischer Verfassung und Person B in einer momentan guten medizinischen Verfassung. Nun ist zu beurteilen ob Person A zuerst gerettet werden soll, bei der man nicht sicher sein kann, dass sie selbst bei sofortiger Rettung überlebt oder ob Person B zuerst gerettet werden soll, da diese in jedem Fall überleben würde. Wird aber Person A zuerst gerettet, könnte in der verstrichenen Zeit Person B ebenfalls in einen lebensbedrohlichen Zustand übergegangen sein.

Auch könnte sich bei der Entscheidung gegen Person A und für Person B sich der Gesundheitszustand von Person B schnell ändern und so zum Tod von Person B führen.

Diese Entscheidungen der Besatzung, mittels zur Verfügung gestellter medizinischer Informationen, aufzuzwingen, ist aus der Sicht des ISV ethisch sehr fragwürdig. Zumal die Zuverlässigkeit der Erfassung der Vitalfunktionen bei unterkühlten Menschen nach Stand der Technik in Frage gestellt werden muss und die richtige Bewertung der Information über den gesundheitlichen Zustand, ausschließlich aufgrund von automatisch erfassten Daten nur sehr schwer zu bestimmen ist. Aus diesen Gründen ist der Nutzen von den Informationen über die Vitalfunktionen bezüglich der Möglichkeit bei der Rettung von mehreren Personen eine Rettungspriorität festzulegen nicht geeignet.

Der Diskussion um den Nutzen, dass die Motivation der Besatzung gesteigert werden kann, wenn bekannt ist, dass der Verunfallte noch lebt, beinhaltet gleichermaßen den Aspekt, dass das Wissen über den wahrscheinlichen Tod bzw. nicht überlebenden Gesundheitszustand die Motivation senken wird. Die Informationen, die verfügbar wären sind nicht zuverlässig, wie bereits erläutert wurde, um diese für Motivationsaspekte zu nutzen. Selbst wenn garantiert werden kann, dass die Sensorik richtige Informationen übermittelt und man sich demnach scheinbar etwas zeitlassen kann, weil der Verunfallte gute medizinische Wert aufweist, ist zu beachten, dass die Analyse von Unfällen gezeigt hat, dass bei Person über Bord Unfällen sich die Situation der Person im Wasser schlagartig auch zum Negativen verändern kann. Wurde in solch einem Fall zu Beginn des Rettungsprozess Zeit verschwendet, kann diese fehlen, wenn sich die Situation des Verunfallten schlagartig ändert. Jeder POB-Unfall, egal wie harmlos dieser scheinbar ist, sollte immer ernst genommen und der Rettungsprozess mit größtmöglicher Schnelligkeit durchgeführt werden.

Der diskutierte Nutzen sich an Bord besser auf die Behandlung des Verunfallten vorbereiten zu können ist nicht gegeben, da es immer sinnvoll ist alle erdenklichen Vorbereitungen an Bord zutreffen, um auf plötzliche Änderungen im Gesundheitszustand reagieren zu können. Weiter ist das Bordhospital nicht mit Mitteln ausgestattet, die umfangreiche Vorbereitungen in Abhängigkeit des detaillierten Gesundheitszustandes erfordern. Für die Vorbereitungen, die an Bord getroffen werden können, reichen die Erfahrungen und das Wissen aus der Ausbildung und den Sicherheitsrollen für den POB Unfall aus. Somit sind keine weiteren Informationen über die Vitalfunktionen für die Vorbereitung an Bord nötig.

Der Nutzen der unter bestimmten Voraussetzungen bestätigt werden kann, ist die gezielte Einstellung der Überlebensbedingungen im Rettungsfahrzeug in Abhängigkeit der Vitalfunktionen. Hiermit kann eine Optimierung der Überlebensbedingung im Rettungsfahrzeug erlangt werden, vorausgesetzt das Rettungsfahrzeug kann solche Mittel vorhalten. Beispielweise darf eine Person nicht ohne direkte menschliche Aufsicht erwärmt werden, da bei einer Erwärmung Komplikationen auftreten können. Um dieses im Rettungsfahrzeug zu verhindern, wäre eine Überwachung der Vitalfunktionen sinnvoll um die Umgebung im Rettungsfahrzeug nicht zu stark aufzuwärmen.

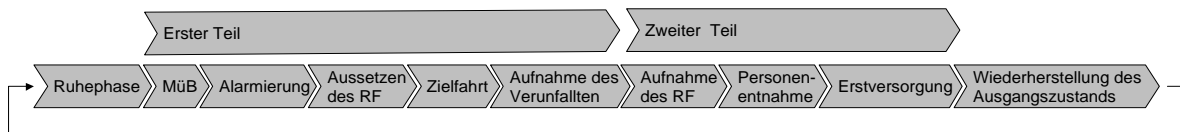
Durch die Diskussion ist das ISV zu der Auffassung gekommen, dass eine Übertragung von Vitalfunktion bzw. andere medizinische Informationen von der verunfallten Person im Wasser an die Besatzung bzw. allgemein an die Rettungskräfte nicht sinnvoll ist.

### **Grundlegende schlussfolgernde Erkenntnis**

**Es würde nach Auffassung des ISV den eigentlichen Rettungsprozess eher verzögern und im Nachhinein bei tödlich verlaufenden Rettungsaktionen rechtliche und ethische Diskussionen um die Schuldfrage auf der Grundlage von nicht zuverlässigen Informationen verursachen.**

### **C.1.5 Der Faktor Zeit im Rettungsprozess „AGaPaS“**

Der Faktor Zeit im Rettungsprozess einer PoB ist sehr wichtig für die Überlebenschance der Person im Wasser. Diese Relevanz ergibt sich daraus, dass die größte Gefahr für eine mit einer Rettungsweste gesicherten Person im Wasser die Unterkühlung ist. Wie bereits dargestellt, ist der Wärmeverlust bzw. die Beanspruchung durch die Belastung Wärmeverlust einer Person von verschiedenen Faktoren abhängig. Einer der wichtigsten Blickwinkel und gleichzeitig der Aspekt, den der entwickelte Rettungsprozess maßgeblich beeinflussen kann, ist die Zeit bis die Person wieder auf dem Eigenschiff ist. Dabei kann der Rettungsprozess in zwei für die Rettung wichtige Zeiträume geteilt werden.



**Abbildung 22 zeitliche Untergliederung des Rettungsprozesses**

Der erste Zeitraum beginnt mit dem Eintritt eines PoB-Unfalls und endet mit der Aufnahme der Person in das Rettungsfahrzeug und dessen Schutz vor einer weiteren schnellen Auskühlung.

Der zweite Zeitraum beginnt mit der Aufnahme des Rettungsfahrzeugs inklusive der aufgenommenen Person und endet mit der Erstversorgung der Person an Bord des Eigenschiffes.

Bei dieser Einteilung werden die Prozessphasen Ruhephase und Wiederherstellung des Ausgangszustands nicht berücksichtigt, da diese Phasen gegenüber dem Ziel die Person zu retten, keinem zeitlichen Zwang unterliegen.

Insbesondere im ersten Zeitraum ist eine schnelle Durchführung (wenige Minuten) der Prozessphasen notwendig. Dies begründet sich in der Tatsache, dass die Person bei kaltem Wasser einer sehr schnell abkühlenden Umgebung ausgesetzt ist und daher im Wasser nur wenige Minuten eine gesicherte Überlebenschance besitzt. Deshalb ist das Ziel des Rettungsprozesses die schnelle Sicherung der Überlebensbedingungen im Rettungsfahrzeug.

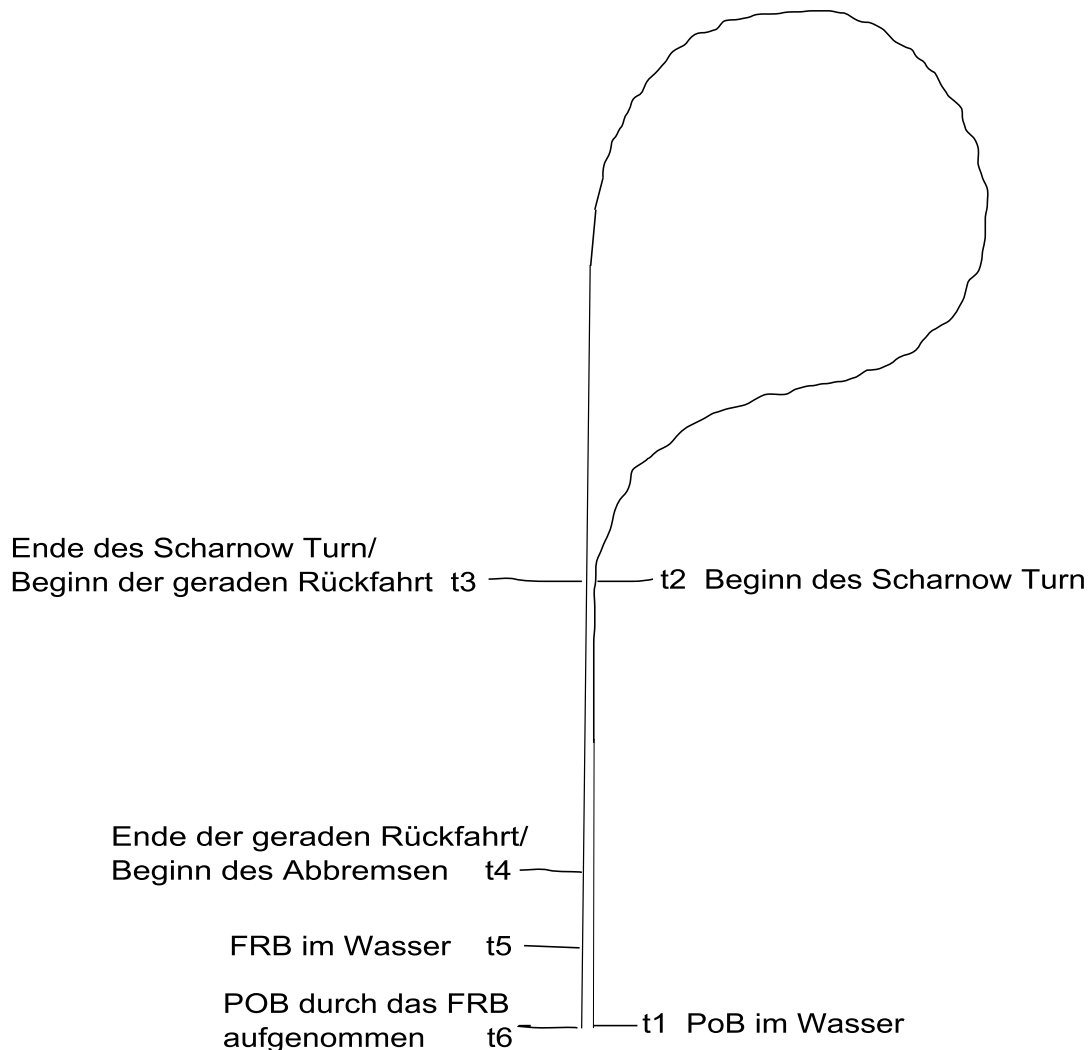
Im zweiten Zeitabschnitt befindet sich die Person geschützt vor Wind und Umspülung im Rettungsfahrzeug. Dadurch schreitet die weitere Abkühlung langsamer voran bzw. wurde auf eine nicht gefährliche Geschwindigkeit reduziert.

Die Dauer des Rettungsprozess setzt sich aus den benötigten Zeiten in den einzelnen Prozessphasen zusammen. Aufgrund der Relevanz des ersten Zeitraumes wurde der erste Zeitraum genauer analysiert. Zum Vergleich wurde die Dauer des ersten Zeitraumes vom zu entwickelnden Rettungsprozess und vom bisher üblichen Rettungsprozess schematisch dargestellt und berechnet.

#### **C.1.5.1 Zeitlicher Ablauf bei einem beispielhaften bisherigen Rettungsprozess**

Der bisher übliche Rettungsprozess weist zum entwickelten Rettungsprozess unterschiedliche Prozessphasen auf, die nicht alle direkt verglichen werden können. Dahingegen ist das Ziel des ersten Zeitabschnitts - Aufnahme des Verunfallten – beim bisherigen und zukünftigen Rettungsprozess gleich. Gleichzeitig ist dies das Ziel, dass in kürzester Zeit erreicht werden muss. Daher werden der bisherige und zukünftige Rettungsprozess bis zum Zeitpunkt – Person ist im Rettungsfahrzeug bzw. FRB aufgenommen- dargestellt und verglichen.

Die Zeitabschnitte, die der bisherige Rettungsprozess beinhaltet, sind in Abbildung 21 dargestellt. Bei dem hier schematisch aufgeführten bisherigen Rettungsprozess wird von dem Rückführmanöver „Scharnow-Turn“ nach Eintritt des Unfalls und einer anschließenden Aufnahme der POB durch das FRB ausgegangen. Andere Rückführmanöver, je nach Situation, sind ebenfalls möglich.



**Abbildung 23 Rückführmanöver „Scharnow Turn“ nach einem PoB Unfall**

In der Abbildung 22 sind die wichtigsten Zeitpunkte mit  $t_i$  gekennzeichnet. So ergeben die Zeiten:

- $T_{12}$  = Zeit von PoB im Wasser bis Beginn des Rückführmanövers Scharnow-Turn
- $T_{23}$  = Zeit von Beginn bis Ende des Scharnow-Turns
- $T_{34}$  = Zeit vom Beginn bis Ende der geraden Rückfahrt zur PoB
- $T_{45}$  = Zeit vom Beginn der Geschwindigkeitsreduzierung auf eine Geschwindigkeit, die zum Aussetzen des FRB geeignet ist, bis zum Zeitpunkt FRB im Wasser
- $T_{56}$  = Zeit vom FRB im Wasser bis PoB aufgenommen durch das FRB

Eine exakte allgemeingültige Berechnung der Zeit ist auf Grund der vielen verschiedenen Parameter (z.B. Schiffstyp, Wetter, Reaktion der Besatzung, Fähigkeiten der Besatzung), die auf die Dauer des ersten Zeitabschnittes einwirken, nicht möglich. Um dennoch eine zeitliche Größenordnung für den ersten Zeitabschnitt zu erhalten wurden grobe Überschlagsrechnungen durchgeführt, Annahmen getroffen und Daten vom Schiffs-Simulator der HS Wismar FB Seefahrt (MSCW) in Rostock Warnemünde ausgewertet. Die Daten vom Schiffs-Simulator enthalten ein gefahrenes Rückführmanöver und ein gefahrenes



Crashstopp Manöver, die jeweils mit vier verschiedenen Schiffstypen gefahren wurden. Bei dem gefahrenen Rückführmanöver handelte es sich um den Scharnow-Turn.

### **Bestimmung von $T_{12}$ = Zeit von PoB im Wasser bis Beginn des Rückführmanövers**

#### **Scharnow-Turn**

Diese Zeit ist maßgeblich davon abhängig, ob der Unfall von Besatzungsmitgliedern unmittelbar bemerkt oder verspätet bemerkt wird.

Wenn der Unfall sofort bemerkt wird und die Brücke zügig z.B. mittels Handfunkgerät informiert wird, ist es möglich, dass das Rückführmanöver innerhalb von 60 Sekunden begonnen werden kann.

Wird der Unfall später bemerkt, ist es wahrscheinlich, dass Minuten bzw. Stunden vergangen sind seit die Person ins Wasser gefallen ist und somit auch kein Sichtkontakt zur Person besteht. Dieser Fall soll bei der Bestimmung der Zeit nicht berücksichtigt werden, da bei einem später bemerkten Unfall logisch gefolgert, gesagt werden kann, dass der gesamte bisherige Rettungsprozess sehr lang dauern wird und somit kein berechneter Vergleich zu dem schnellen entwickelten Rettungsprozess nötig ist.

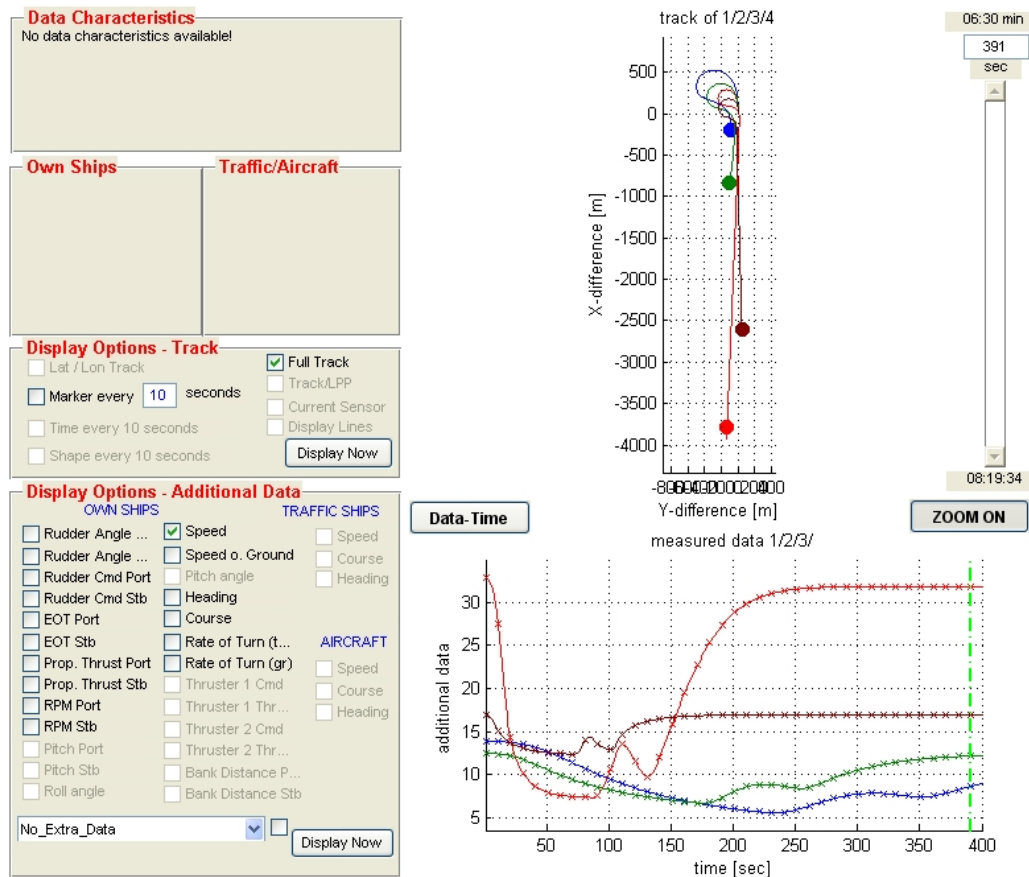
Aus diesen Gründen wird für  $T_{12}=60s$  angenommen.

### **Bestimmung von $T_{23}$ = Zeit von Beginn bis Ende des Scharnow-Turns**

Die Ergebnisse der Simulation vom Scharnow-Turn sind in der folgenden Abbildung dargestellt. Insgesamt sind die Manöver von vier verschiedenen Schiffstypen dargestellt, die hier durch die vier verschiedenen Farben zu erkennen sind.

- grün → Greta - kleines Frachtschiff (Länge 95m)
- blau → Celina - Bulkcarrier (Länge 108 m)
- braun → Oceanic – Offshoreversorger (Länge 87 m)
- Rot → F123 - Fregatte (Länge 139 m)

Die Schiffe sind alle mit ihrer maximal Geschwindigkeit während des gesamten Rückführmanövers gefahren. Weiter wurde glatte See und Windstille angenommen. Durch die Wahl dieser Rahmenbedingungen wurden die Bedingungen gewählt, die eine schnellst mögliche Rettung mit dem Scharnow-Turn zulässt.



**Abbildung 24 Zeit-Geschwindigkeits-Diagramm vom Scharnow-Turn mit 4 unterschiedlichen Schiffstypen und dessen unterschiedlichen Ausgangsgeschwindigkeiten mit dem Streckenverlauf in Meter**

Das untere „Zeit-Geschwindigkeit“ Diagramm zeigt auf der vertikalen Achse die Geschwindigkeitsänderungen, die ausschließlich in Folge der Widerstandsänderungen während der Kurvenfahrt erzeugt werden.

Im oberen Diagramm sind die gefahrenen Manöver mit ihrem Streckenverlauf in Draufsicht in Meter angegeben. Die Schiffe sind mit ihrem jeweiligen  $v_{max}$  beim Streckenverlauf „0“ mit der Fahrt begonnen und sind unmittelbar das Manöver gefahren. Mit diesem Wissen ist zu erkennen, dass sobald die Geschwindigkeit nach der Geschwindigkeitsreduzierung wieder konstant ansteigt die Kurvenfahrt beendet ist und das Schiff wieder geradeaus fährt. So ist ungefähr abzulesen, wie lange für das eigentliche Rückführmanöver benötigt wird. Es sagt noch nichts darüber aus, ob das Schiff in dieser Zeit wieder bei der POB sein kann, da unbekannt bleibt, wie lange das Schiff nach dem überbordgehen der POB noch geradeaus gefahren ist und diese Strecke auch wieder zurück legen muss. Die folgenden im Zeit-Geschwindigkeitsdiagramm abgelesenen Zeiten geben nur eine Größenordnung an, wie lange das Schiff für das Wenden bei  $v_{max}$  benötigt.

- Für das blaue Schiff Celina mit einer Anfangsgeschwindigkeit von ca. 14 kn ergibt sich eine Dauer für das Wenden des Schiffes von ca. 380 Sekunden.
- Für das grüne Schiff Greta mit einer Anfangsgeschwindigkeit von ca. 13 kn ergibt sich eine Dauer für das Wenden des Schiffes von ca. 280 Sekunden.

- Für das braune Schiff Oceanic mit einer Anfangsgeschwindigkeit von ca. 17 kn ergibt sich eine Dauer für das Wenden des Schiffes von ca. 110 Sekunden.
- Für das rote Schiff F123 mit einer Anfangsgeschwindigkeit von ca. 32 kn ergibt sich eine Dauer für das Wenden des Schiffes von ca. 140 Sekunden.

Diese sehr unterschiedlichen Zeiten entstehen durch die sehr unterschiedliche Manövrierbarkeit der jeweiligen Schiffstypen sowie durch die unterschiedlichen Ausgangsgeschwindigkeiten. Im Realfall käme erschwerend hinzu, dass eher selten glatte See bzw. Windstille vorhanden ist. Beide Faktoren würden das Wendemanöver zeitlich gesehen weiter negativ beeinflussen. Somit kann für das Wenden des Schiffes keine allgemeingültige Zeit ermittelt werden.

Aus diesem Grund wird bei allen weiteren Berechnungen  $T_{23}=150$  sec. für das Rückführmanöver des Schiffes angenommen, mit dem Wissen, dass diese Zeit oft deutlich überschritten und bei manchen Schiffen etwas unterschritten werden kann.

### **Bestimmung von $T_{34}$ = Zeit vom Beginn bis Ende der geraden Rückfahrt zur POB**

Um die Zeit  $T_{34}$  zu ermitteln muss zunächst die Strecke ermittelt werden, die während  $T_{12}$  zurückgelegt wurde. Da zu Beginn des Scharnow-Turns also am Ende von  $T_{12}$  die Schiffe mit voller Geschwindigkeit gefahren sind, wird auch bei der Berechnung der zurückgelegten Strecke während  $T_{12}$  davon ausgegangen, dass die Schiffe mit voller Geschwindigkeit fahren. Mit den angenommenen 60 s für  $T_{12}$  ergeben sich für die jeweiligen Schiffe nach Eintritt des Unfalls bis zum Beginn des Rückführmanövers folgende zurückgelegte Strecken:

Blau:  $v=14\text{kn} = 7,2 \text{ m/s} \rightarrow 432 \text{ m}$

Grün:  $v=13\text{kn} = 6,7 \text{ m/s} \rightarrow 402 \text{ m}$

Braun:  $v=17\text{kn} = 8,7 \text{ m/s} \rightarrow 522 \text{ m}$

Rot:  $v=32\text{kn} = 16,5 \text{ m/s} \rightarrow 990 \text{ m}$

Nach der Festlegung der Zeiten ist erkennbar, dass der Scharnow-Turn bezüglich seiner Position dort endet, wo er auch begonnen hat. So kann gesagt werden, dass die Strecke, die sich das Schiff von der POB während  $T_{12}$  entfernt hat, in  $T_{34}$  wieder zur Person hingefahren werden muss.

Jedoch wird angenommen, dass das Schiff die Strecke mit der reduzierten Geschwindigkeit nach dem Scharnow-Turn zur POB zurück fährt.

Es wurden folgende Geschwindigkeiten der Schiffe nach dem Scharnow-Turn ermittelt:

F123  $\rightarrow v = 9,85 \text{ kn} = 5,1 \text{ m/s}$

Oceanic  $\rightarrow v = 12,85 \text{ kn} = 6,6 \text{ m/s}$

Celina  $\rightarrow v = 7,28 \text{ kn} = 3,7 \text{ m/s}$

Greta  $\rightarrow v = 8,42 \text{ kn} = 4,3 \text{ m/s}$

Mit dieser Geschwindigkeit benötigen die Schiffe für die zurück zufahrende Strecke die Zeit  $T_{34}$ , die mit der folgenden Formell ermittelt werden kann.

$T_{34} = \text{Strecke von } T_{12} / \text{Geschwindigkeit nach Scharnow-Turn}$

F123 →  $T_{34} = 194 \text{ s}$

Oceanic →  $T_{34} = 79 \text{ s}$

Celina →  $T_{34} = 116 \text{ s}$

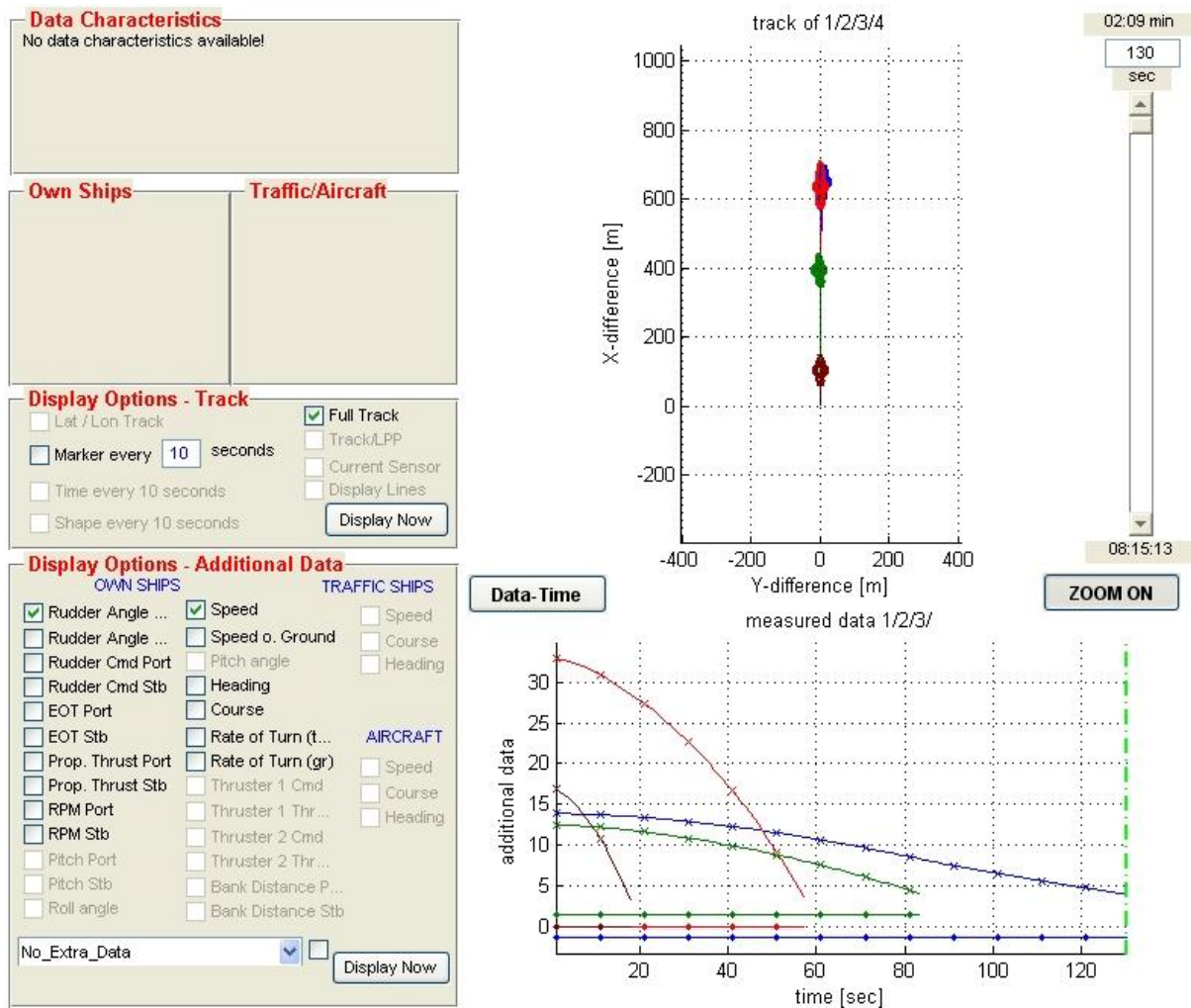
Greta →  $T_{34} = 93 \text{ s}$

Auf Grund der großen Unterschiede wird auch hier eine Annahme nötig. So soll für weitere Berechnungen  $T_{34} = 120 \text{ s}$  sein.

### **Bestimmung von $T_{45}$ = Zeit vom Beginn der Geschwindigkeitsreduzierung auf eine Geschwindigkeit, die zum Aussetzen des FRB bis zum FRB im Wasser**

Die Zeit  $T_{45}$  besteht aus zwei Teilzeiten. Zum einen ist es die Zeit die benötigt wird um die Geschwindigkeit nach dem Scharnow-Turn soweit zu reduzieren, dass das FRB ausgesetzt werden kann und zum anderen ist es die Zeit, die benötigt wird um das FRB auszusetzen.

Aus den vorliegenden Daten zu einem Crashstopp Manöver können die Zeiten ermittelt werden, die benötigt werden um das Eigenschiff auf eine Geschwindigkeit zu bringen, bei der das FRB ausgesetzt werden kann.



**Abbildung 25 Crash Stopp Manöver**

Das simulierte Crash Stopp Manöver wurde aus voller Fahrt begonnen. Jedoch ist nach dem Scharnow-Turn das Schiff nicht mehr bei voller Geschwindigkeit, weshalb im unteren Diagramm die Zeit erst ab der Geschwindigkeit nach dem Scharnow-Turn abgelesen werden darf. Weiter kann das FRB bei einer Geschwindigkeit unter 5 kn (moderne Davitanlagen unter 8kn, vergl. TKMS Dokument 5100 Prozessanalyse) in der Regel bereits ausgesetzt werden. Für die folgenden Berechnungen wird von einer mittleren Geschwindigkeit beim Aussetzen des FRB von 4kn ausgegangen. Deshalb wird die Zeit bis das jeweilige Schiffe eine Geschwindigkeit von 4 kn erreicht hat ermittelt. So ergibt sich für

F123 Rot = eine Abbremszeit von 6,0 sec (Reduzierung von 9,85kn auf 4kn)

Oceanic Braun = eine Abbremszeit von 9,3 sec (Reduzierung von 12,85kn auf 4kn)

Celina Blau = eine Abbremszeit von 36,4 sec (Reduzierung von 7,28kn auf 4kn)

Greta Grün = eine Abbremszeit von 28,0 sec (Reduzierung von 8,42kn auf 4kn)

Somit ist auch die Zeit zur Geschwindigkeitsreduzierung sehr vom Schiff abhängig und soll daher bei weiteren Berechnungen mit 20 sec. Gewählt werden.

Diese Werte sind jedoch von einem Crashstopp, also Bremsvorgang mit voll zurück, entnommen worden. Dieser Crashstopp wird aber in der Realität nur äußerst ungern durchgeführt, da dies nicht risikolos für die Maschine ist und die Gefahr besteht einen Maschinenschaden zusätzlich zu erhalten.

Aus diesem Grund sind diese 20 s ein theoretischer idealer Wert der in der Praxis kaum einzuhalten ist.

Die Zeit für das Aussetzen des FRB ist ebenfalls sehr unterschiedlich und hängt stark von der vorhandenen Davitanlage und den Fähigkeiten der Besatzung ab. Als Richtwert kann folgende Aussage verwendet werden. „Im ‚Mann über Bord Manöver‘ benötigt eine geübte Crew eines Containerschiffes (CS2700) zwei Minuten vom Zeitpunkt des Alarms bis zur Fahrbereitschaft des Rettungsboots im Wasser. Der reine Ausbringvorgang dauert dabei ungefähr 30sec.“ [Quelle: Dokument von TKMS 5100 Prozessanalyse vom 08.12.2008]

Um auch weiterhin von idealen Werten auszugehen, wird angenommen, dass die Vorbereitungen zum Ausbringen des FRB vollständig während des Rückführmanövers erfolgt sind und für die Bestimmung von  $T_{45}$  nur die 30sec. für das Aussetzen des FRB berücksichtigt werden müssen.

So ergibt sich aus der Zeit für das Reduzieren der Geschwindigkeit auf 4 kn und aus der Zeit für das Aussetzen des FRB

$$T_{45} = 20 \text{ s} + 30 \text{ s} = 50 \text{ s}$$

#### **Bestimmung von $T_{56}$ = Zeit vom FRB im Wasser bis Aufnahme der POB**

Um weiterhin den idealen Fall zu verfolgen wird bei der Bestimmung von  $T_{56}$  davon ausgegangen, dass das Eigenschiff zum Zeitpunkt ‚FRB im Wasser‘ in der Nähe der Person ist und somit das FRB nur eine kurze Strecke zur Person fahren muss. Weiter ist bei gutem Wetter damit zu rechnen, dass die eigentliche Aufnahme der Person in wenigen Sekunden erfolgt. Auf Grund dieser Annahmen wird für  $T_{56}$  eine Pauschale von 90 Sekunden angenommen.

#### **Bestimmung von $T_{\text{ges}}$ = Zeit für den bisherigen Rettungsprozess von PoB Eintritt bis PoB Aufnahme durch das RF**

Aus den bereits beschriebenen Gründen wird für die beispielhafte Berechnung der Dauer eines bisherigen Rettungsprozesses unter Verwendung eines Scharnow-Turns, bei glatter See und Windstille sowie ausgehend von einem sofort bemerkten PoB-Unfall folgende Zeiten angenommen:

$T_{12} = 60 \text{ s} \rightarrow$  Zeit von PoB im Wasser bis Beginn des Rückführmanövers Scharnow-Turn

$T_{23} = 150 \text{ s} \rightarrow$  Zeit von Beginn bis Ende des Scharnow-Turns

$T_{34} = 120 \text{ s} \rightarrow$  Zeit vom Beginn bis Ende der geraden Rückfahrt zur PoB

$T_{45} = 50 \text{ s} \rightarrow$  Zeit vom Beginn der Geschwindigkeitsreduzierung auf eine Geschwindigkeit, die zum Aussetzen des FRB bis zum FRB im Wasser benötigt wird

$T_{56} = 90 \text{ s} \rightarrow$  Zeit vom FRB im Wasser bis Aufnahme der PoB

Dann ergibt sich bei einem sofort bemerkten Unfall die gesamte Zeit  $T_{\text{ges}}$  für den bisherigen Rettungsprozess von PoB Eintritt bis PoB Aufnahme durch das FRB

$$T_{\text{ges}} = T_{12} + T_{23} + T_{34} + T_{45} + T_{56} = 60 + 150 + 120 + 50 + 90 = 470 \text{ s} = 07:50 \text{ min}$$

$T_{45}$  dürfte im Hinblick auf die Strecke nicht einfach addiert werden. Mit der Berechnung von  $T_{34}$  das Eigenschiff bereits bei der PoB ist und mit  $T_{45}$  das Eigenschiff wieder vorbei fährt. Es hat sich aber gezeigt, dass die Schiffe wenn sie von der Geschwindigkeit nach dem Scharnow-Turn mit einem Crashstopp bis auf 4kn abbremsten, dass die benötigte Zeit und somit die zurückgelegte Strecke ein Maß aufweist, das sehr leicht vom FRB überwunden werden kann. Weshalb diese Ungenauigkeit für eine schematische Rechnung, wie hier durchgeführt, akzeptiert wird.

$T_{\text{ges}}$  ist als eine rein theoretische Größe zu betrachten und das auf Grund der Auswahl der idealen Randbedingung bestmögliche Ergebnis welches mit dem Scharnow-Turn erzielt werden kann.

Bereits gering verschlechterte Änderungen der Randbedingungen können diesen Wert sehr stark verändern. Die wohl wichtigsten Randbedingungen, die diesen Wert maßgeblich ändern können sind:

- Verspätet bemerkter PoB Unfall (Folgen sind zeitliche Verzögerungen von Minuten und Stunden oder ein nicht wieder Auffinden der Person)
- Nicht optimal bzw. nicht richtig bzw. nicht ausgeführte Handlungen z.B. beim Rückführmanöver oder beim Aussetzen des FRB (Folgen sind zeitliche Verzögerungen und Verlust des Sichtkontakts zur Person)
- Schlechte Wetterbedingungen (Folgen sind zeitliche Verzögerungen durch schlechte Manövrierfähigkeit, Verlust des Sichtkontakts)
- Verlust des Sichtkontaktes (Folgen sind ein notwendiges Suchmanöver und somit zeitliche Verzögerungen im Bereich von Minuten und Stunden oder ein nicht wieder Auffinden der Person)
- Kein Crashstopp zum Abbremsen des Schiffes (Folgen sind zeitliche Verzögerungen)

Praktische Erfahrung und die zu Beginn des Abschlussberichts analysierten Unfälle haben gezeigt, dass diese verschlechterten Randbedingungen im bisherigen Rettungsprozess in der Regel eintreten. Aus diesem Grund sind die berechneten Zeiten für  $T_{\text{ges}}$  voraussichtlich in der Praxis nicht erreichbar.

So ist beispielsweise ein Crashstopp-Manöver zum Abbremsen des Schiffes in der Praxis unwahrscheinlich, da es immer die Gefahr beinhaltet den Schiffsantrieb zu beschädigen. Nach den Erfahrungen des ISV in der Praxis sind realistische Zeiten für den bisherigen Prozess 2 bis 6 fach so groß anzunehmen wie die hier ermittelten theoretischen Zeiten oder

auch um ein vielfaches größer, wenn z.B. der Unfall nicht bemerkt wurde, die Person nicht gefunden wird oder falsch gehandelt wird.

Dennoch ist die durchgeführte Berechnung von Interesse, da die theoretischen Zeiten eine minimale Grenze erkennen lassen für die Dauer des bisherigen Rettungsprozesses.

Als Ergänzung zu dem gemittelten  $T_{ges}$  von 07:50 min für den sofort bemerkten Unfall unter idealen Bedingungen werden die benötigten Gesamtzeiten für die jeweiligen Schiffe dargestellt.

<b>F123:</b>	<b>Oceanic</b>	<b>Celina</b>	<b>Greta</b>
$T_{12} = 60 \text{ s}$	$T_{12} = 60,0 \text{ s}$	$T_{12} = 60,0 \text{ s}$	$T_{12} = 60 \text{ s}$
$T_{23} = 140 \text{ s}$	$T_{23} = 110,0 \text{ s}$	$T_{23} = 380,0 \text{ s}$	$T_{23} = 280 \text{ s}$
$T_{34} = 194 \text{ s}$	$T_{34} = 79,0 \text{ s}$	$T_{34} = 116,0 \text{ s}$	$T_{34} = 93 \text{ s}$
$T_{45} = 36 \text{ s}$	$T_{45} = 39,3 \text{ s}$	$T_{45} = 66,4 \text{ s}$	$T_{45} = 58 \text{ s}$
$T_{56} = 90 \text{ s}$	$T_{56} = 90,0 \text{ s}$	$T_{56} = 90,0 \text{ s}$	$T_{56} = 90 \text{ s}$
<u><math>T_{ges} = 520 \text{ s}</math></u>	<u><math>T_{ges} = 378,3 \text{ s}</math></u>	<u><math>T_{ges} = 712,4 \text{ s}</math></u>	<u><math>T_{ges} = 581 \text{ s}</math></u>
<u><math>T_{ges} = 08:40\text{min}</math></u>	<u><math>T_{ges} = 06:18\text{min}</math></u>	<u><math>T_{ges} = 11:52\text{min}</math></u>	<u><math>T_{ges} = 09:41\text{min}</math></u>

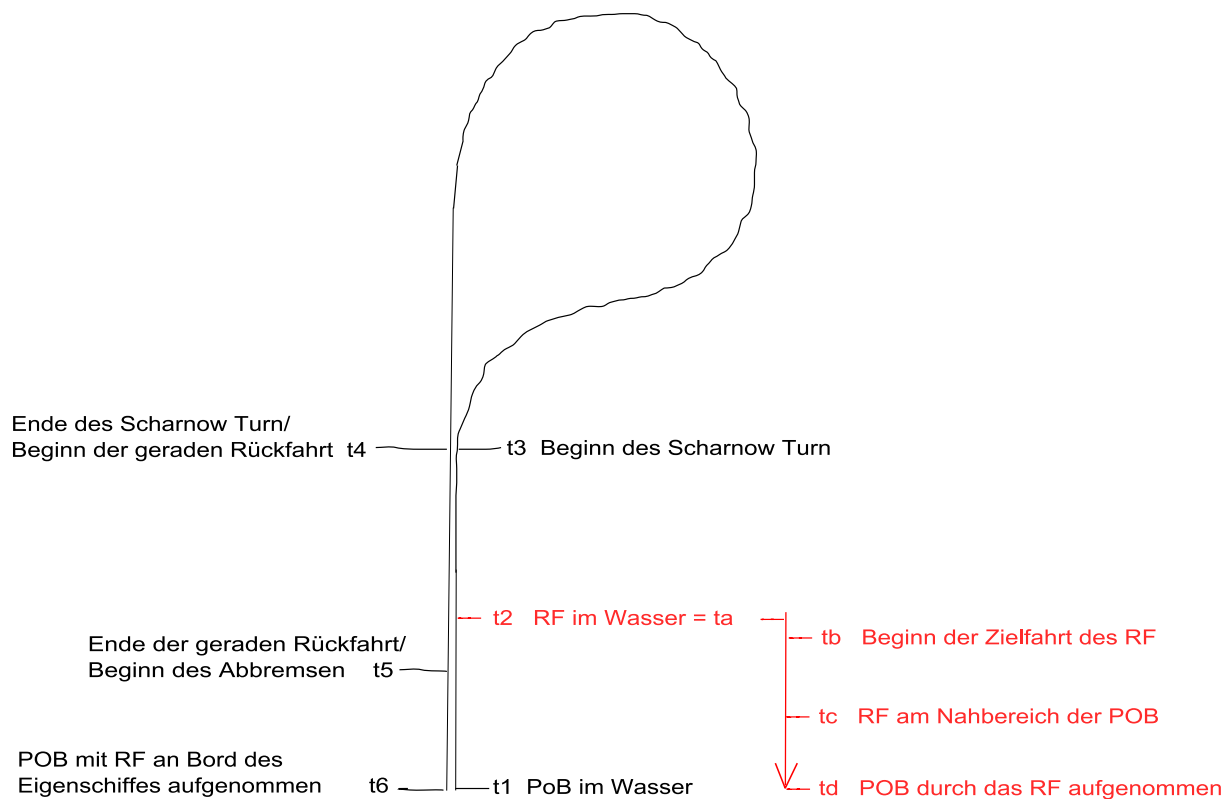
### **C.1.5.2 Zeitlichen Ablauf bei dem neuen „AGaPaS“ - Rettungsprozess**

Wie bereits zu Beginn des vorherigen Kapitels erläutert sollen die Zeiten des bisherigen und zukünftigen Rettungsprozesses bis zum Zeitpunkt - Person im RF bzw. FRB aufgenommen – dargestellt und verglichen werden.

Der Hauptunterschied beider Prozessabläufe besteht darin, dass beim bisherigen Rettungsprozess die Prozessschritte nacheinander erfolgen und beim zukünftigen Rettungsprozess bereits zu Beginn des Rettungsprozess viele Prozessschritte zeitgleich ablaufen. Beispielsweise wird beim bisherigen Rettungsprozess das FRB erst nach dem Rückführmanöver und beim zukünftigen Rettungsprozess das RF bereits vor dem Rückführmanöver ausgesetzt. Hierdurch erfolgt beim zukünftigen Rettungsprozess die Aufnahme der Person parallel zu dem Rückführmanöver des Eigenschiffes (siehe folgende Abbildung 25 rot eingetragener Prozess). Somit hat das Rückführmanöver hier keinen zeitlichen Einfluss auf die Dauer des Prozesses bis zum Zeitpunkt -Person im RF-.

Die Dauer des Rückführmanövers des Eigenschiffs ist im bisherigen und zukünftigen Prozess bis auf den entscheidenden Zeitpunkt des Beginnens des Rückführmanövers vergleichbar. Der Beginn des Rückführmanövers ist abhängig von der Alarmierung und erfolgt beim zukünftigen Rettungsprozess erheblich schneller durch die automatische Alarmierung.





**Abbildung 26 künftiger Rettungsprozess**

Um das Ziel des ersten Zeitraumes – Aufnahme des Verunfallten - zu erreichen sind die Zeitpunkte von  $t_1$  bis  $t_2$  sowie der Prozess des Rettungsfahrzeugs mit den Zeitpunkten  $t_a$  bis  $t_d$  entscheidend. Es handelt sich hierbei um folgende Zeitabschnitte:

$T_{12}$  = Zeit von „PoB im Wasser“ bis „RF im Wasser“ ist

$T_{ab}$  = Zeit von „RF im Wasser“ bis „Beginn der Zielfahrt des RF“

$T_{bc}$  = Zeit von „Beginn der Zielfahrt des RF“ bis „RF am Nahbereich“

$T_{cd}$  = Zeit von „RF am Nahbereich“ bis „PoB durch das RF aufgenommen“

$T_{ges} = T_{12} + T_{ab} + T_{bc} + T_{cd} =$  Zeit von „PoB im Wasser“ bis „PoB durch das RF aufgenommen“

### **Bestimmung von $T_{12}$ = Zeit von „PoB im Wasser“ bis „RF im Wasser“**

Die Zeit  $T_{12}$  beinhaltet die Zeit vom Zeitpunkt des eingetretenen Unfalls mit dem Sturz der Person ins Wasser bis zur Alarmierung der SAR-Steuerstation und die Zeit vom Beginn des Aussetzens des Rettungsfahrzeugs bis das Rettungsfahrzeug im Wasser ist.  $T_{12}$  beschreibt gleichzeitig die Zeit in der sich das Rettungsfahrzeug noch an Bord des Eigenschiffes befindet und sich von der POB entfernt.

Für den Sturz ins Wasser und für das Wiederauftauchen der Person werden Pauschal 5 Sekunden festgelegt. Für die Aktivierung eines Notsenders z.B. durch Wasserkontakt werden nur ca. 2 Sekunden benötigt und das anschließende Versenden eines Alarmsignals ist zeitlich nur von der Software des Notsenders abhängig. Die Verarbeitung des Alarmsignals in der SAR-Steuerstation ist eine reine Softwareverarbeitung und erfolgt in

wenigen Sekunden. Das Aussetzen des RF erfolgt im freien Fall und benötigt daher ebenfalls nur wenige Sekunden.

Aus diesen Gründen soll für die Zeit vom Unfall, also vom Zeitpunkt des Falls ins Wasser bis Zeitpunkt RF im Wasser eine Zeit von  $T_{12}=15$  sec. pauschal angenommen werden.

#### **Bestimmung von $T_{ab}$ = Zeit von „RF im Wasser“ bis „Beginn der Zielfahrt des RF“**

Die Zeit  $T_{ab}$  beinhaltet die Wartezeit auf das Positionssignale und die Steuersignale sowie das vollständige Aktivieren aller notwendigen Systeme.

Bei der heutigen GPS Satelliten Navigationstechnik benötigt der GPS Empfänger ca. 30-60 Sekunden bis die ersten Positionskordinaten bestimmt wurden. Unter Umständen kann es auch länger dauern. Galileo und modernere Empfangschips könnten die Zeit für die erste Positionsbestimmung verkürzen. Da der Notsender in den Annahmen für  $T_{12}$  bereits 8 Sekunden ( $15s - 5s - 2s = 8s$ ) aktiviert ist soll davon ausgegangen werden, das nach weiteren 45 Sekunden warten bei  $T_{ab}$  eine Position ermittelt und versendet werden kann, wenn die Software entsprechend programmiert ist.

Die Aktivierung aller notwendiger Systeme sollten innerhalb dieser 45 sec. erfolgt sein und die wichtigsten Steuersignale sollten in dieser Zeit vorliegen, so dass die Annahme  $T_{ab}=45$  s ein realistischer Wert ist und für weitere Berechnungen angenommen werden soll.

Hinzuzufügen ist, dass die lange Wartezeit hauptsächlich durch die benötigte Zeit für die Positionsbestimmung mittels Satelliten bestimmt wird. Wird die Hardware diesbezüglich verbessert, was anzunehmen ist, kann auch  $T_{ab}$  verkürzt werden. Weiter könnte  $T_{ab}$  auch verkürzt werden, wenn zunächst die Position durch das RF angesteuert wird, die das Eigenschiff beim Empfangen des Alarmsignals hatte.

#### **Bestimmung von $T_{bc}$ = Zeit von „Beginn der Zielfahrt des RF“ bis „RF am Nahbereich“**

Die Zeit  $T_{bc}$  beinhaltet die Zeit, die für die Fahrt zum Nahbereich der Person benötigt wird sobald das RF abfahrbereit ist. Der Nahbereich der Person kennzeichnet dabei einen Sicherheitsabstand zur verunfallten Person, der durch die Ungenauigkeiten der Positionssignale notwendig wird. Die benötigte Zeit für die Fahrt hängt von der möglichen Geschwindigkeit des RF und von der Entfernung, die das Rettungsfahrzeug zum Nahbereich der Person zurücklegen muss ab.

Die Geschwindigkeit des RF ist wiederum abhängig vom RF und seinen Eigenschaften sowie von den Wetterbedingungen. Für die Geschwindigkeit wird die als Zielstellung angenommene Marschgeschwindigkeit von 3 kn bei schlechtem Wetter verwendet.

Die Entfernung, die das Rettungsfahrzeug zurücklegen muss, hängt wiederum davon ab wann das Rettungsfahrzeug im Wasser ist und wie schnell das Eigenschiff sich von der Person im Wasser entfernt hat. Die Zeit bis das RF im Wasser ist wurde mit  $T_{12}$  bereits festgelegt und die Geschwindigkeit mit der sich das Eigenschiff von der Person entfernt hat, ist durch die Anfangsgeschwindigkeit der verwendeten Schiffsdaten bei der Berechnung der

Zeit des bisherigen Rettungsprozesses gegeben. Somit ist die anzunehmende Geschwindigkeit für die jeweiligen Schiffe

- Celina → ca. 14kn
- Greta → ca. 13kn
- Oceanic → ca. 17kn
- F123 → ca. 32kn

Der Mittelwert aller vier Schiffsgeschwindigkeiten beträgt 19 kn.

Die eigentliche Berechnung von  $T_{bc}$  erfolgt in der Tabelle zur Berechnung von  $T_{ges}$  für die verschiedenen Schiffe.

#### **Bestimmung von $T_{cd}$ = Zeit von „RF am Nahbereich“ bis „POB durch das RF aufgenommen“**

Die Zeit  $T_{cd}$  beinhaltet die Zeit, die benötigt wird um den Nahbereich zu überwinden und die Person in einer für die Aufnahme geeigneten Weise anzusteuern sowie eigentliche Personenaufnahme.

Der Nahbereich befindet sich nur wenige Meter z.B. 20m um die Person herum und kann deshalb sehr schnell überwunden. Während des Hineinfahrens in den Nahbereich wird das RF für die Aufnahme bereits ausgerichtet und die eigentliche Aufnahme ist ebenfalls sehr schnell durchführbar.

Insbesondere Wetterbedingungen und der Bediener der Fernsteuerungen beeinflussen diesen Zeitabschnitt und können bisher nicht Vorausgesehen werden. Daher sollen pauschal 60 sec angenommen werden. Diese Annahme muss durch weitere Feldversuche präzisiert werden.

#### **Bestimmung von $T_{ges}$ = Zeit von „PoB im Wasser“ bis „PoB durch das RF aufgenommen“**

$T_{ges}$  beschreibt die Zeit, die nach dem Fall der Person ins Wasser benötigt wird um die verunfallte Person ins Rettungsfahrzeug aufzunehmen.

Rechnerisch ergibt sich diese Zeit aus  $T_{12} + T_{ab} + T_{bc} + T_{cd} = T_{ges}$ . Da bisher nicht alle Teilzeiten vollständig berechnet bzw. festgelegt wurden und um verschiedene Varianten der Zeiten besser darstellen zu können, ist im Nachfolgenden eine Excel Tabelle mit den notwendigen Berechnungen aufgeführt.

Schiffsname	Schiffsgeschwindigkeit		Zeit bis "RF im Wasser"	zurückgelegte Strecke bis "RF im Wasser" $Vs * \Delta T1 = S1$	Zeitabstand zwischen "RF im Wasser" und "Beginn der Zielfahrt"	Durchschnittsgeschwindigkeit des RF		benötigte Zeit für die Zielfahrt RF-RW $S1/Va = Tbc$	Zeit bis Nahbereich erreicht $T12 + Tab + Tbc$	Zeit der Personaufnahme und Sicherung	Zeit bis Person im RF ist $\Sigma(\Delta Tn)$	Tges Umrechnung von s in min
	Vs [kn]	Vs [m/s]	$\Delta T12$ [s]	S1 [m]	$\Delta Tab$ [s]	Va [kn]	Va [m/s]	$\Delta Tbc$ [s]	$\Delta TNahb.$ [s]	$\Delta Tcd$ [s]	Tges [s]	Tges [min]
<b>Celina</b>	14	7,20	15	108,0	45	3	1,54	70	<u>130</u>	60	<u>190</u>	<b>03:10</b>
<b>Greta</b>	13	6,69	15	100,3	45	3	1,54	65	<u>125</u>	60	<u>185</u>	<b>03:05</b>
<b>Oceanic</b>	17	8,74	15	131,2	45	3	1,54	85	<u>145</u>	60	<u>205</u>	<b>03:25</b>
<b>F123</b>	32	16,46	15	246,9	45	3	1,54	160	<u>220</u>	60	<u>280</u>	<b>04:40</b>
<b>Mittelwert</b>	19	9,77	15	146,6	45	3	1,54	95	<u>155</u>	60	<u>215</u>	<b>03:35</b>

Tabelle 1 zeitlicher Ablauf des Rettungsprozesses

Anmerkungen zur Tabelle:

Die grüne Spalte beinhaltet festgelegte Werte und die rote Spalte errechnete Werte. Vernachlässigt wurde der Abstand zwischen dem RF an Bord des Eigenschiffes und der Position der Person auf dem Eigenschiff. Die Berechnung setzt voraus, dass das RF achtern ausgesetzt wird.

Um T<sub>ges</sub> für den bisherigen Rettungsprozess und für den zukünftigen Rettungsprozess besser zu vergleichen werden nachfolgend die Werte gegenübergestellt.

	Bisheriger Rettungsprozess [s]	Zukünftiger Rettungsprozess [s]	Zeitliche Verbesserung durch den zukünftigen Rettungsprozess [s]	Zeitliche Verbesserung durch den zukünftigen Rettungsprozess [mm:ss]
<b>Celina</b>	712,4	190	522,4	08:42
<b>Greta</b>	581	185	396	06:36
<b>Oceanic</b>	378,3	205	173,3	02:53
<b>F123</b>	520	280	240	04:00
<b>Mittelwert</b>	470	215	255	04:15

**Tabelle 2 Vergleich der Rettungsprozesse**

Damit ist der zukünftige Rettungsprozess gegenüber dem theoretisch idealen bisherigen Rettungsprozess um mindestens 2:53 min bis 8:42 min schneller.

Betrachtet man die verschiedenen Zeitabschnitte fällt auf, dass insbesondere die Zeit bis das Rettungsfahrzeug im Wasser ist ( $T_{12}$ ) einen hohen Einfluss auf die gesamte Prozessdauer hat. Dieser Einfluss entsteht dadurch, dass während  $T_{12}$  die Strecke bestimmt wird, die vom Rettungsfahrzeug zurück zur Person gefahren werden muss. Da das Rettungsfahrzeug jedoch viel langsamer bei der Fahrt zur Person ist als das Eigenschiff während es sich von der Person entfernt, erhöht sich  $T_{ges}$  nicht nur durch die Tatsache, dass der Rettungsprozess später begonnen werden kann sondern auch dadurch, dass die Fahrt des Rettungsfahrzeug verlängert wird. Jede Sekunde die während  $T_{12}$  benötigt wird, verursacht eine Verzögerung innerhalb  $T_{ges}$  von  $>1s$ . Somit erhält die Zeit  $T_{12}$  bis das RF im Wasser ist einen besonders hohen Stellenwert für  $T_{ges}$ .

Aus diesem Grund ist es sehr wichtig, die Alarmierung und das Aussetzen des Rettungsfahrzeugs so schnell wie möglich auszuführen.

Einen Eindruck wie hoch der Einfluss dieser Zeit, ist verschafft, die folgende Tabelle in der  $T_{12}$  um lediglich 5 Sekunden verlängert wurde aber im Ergebnis  $T_{ges}$  sich um bis zu 58s für F123 vergrößert.

Schiffsname	Schiffsgeschwindigkeit		Zeit bis "RF im Wasser"	zurückgelegte Strecke bis "RF im Wasser" $Vs * \Delta T1 = S1$	Zeitabstand zwischen "RF im Wasser" und "Beginn der Zielfahrt"	Durchschnittsgeschwindigkeit des RF		benötigte Zeit für die Zielfahrt RF-RW $S1/Va = Tbc$	Zeit bis Nahbereich erreicht $T12 + Tab + Tbc$	Zeit der Personaufnahme und Sicherung	Zeit bis Person im RF ist $\Sigma(\Delta Tn)$	Tges Umrechnung von s in min
	Vs [kn]	Vs [m/s]	$\Delta T12$ [s]	S1 [m]	$\Delta Tab$ [s]	Va [kn]	Va [m/s]	$\Delta Tbc$ [s]	$\Delta TNahb.$ [s]	$\Delta Tcd$ [s]	Tges [s]	Tges [min]
<b>Celina</b>	14	7,20	20	144,0	45	3	1,54	93	<u>158</u>	60	<u>218</u>	03:38
<b>Greta</b>	13	6,69	20	133,7	45	3	1,54	87	<u>152</u>	60	<u>212</u>	03:32
<b>Oceanic</b>	17	8,74	20	174,9	45	3	1,54	113	<u>178</u>	60	<u>238</u>	03:58
<b>F123</b>	32	16,46	20	329,2	45	3	1,54	213	<u>278</u>	60	<u>338</u>	05:38
<b>Mittelwert</b>	19	9,77	20	195,5	45	3	1,54	127	<u>192</u>	60	<u>252</u>	04:12

Tabelle 3 Darstellung der Einflusszeit  $T_{12}$ 

Sobald das Rettungsfahrzeug im Wasser ist, ist einer der wichtigsten Teilprozesse des Rettungsprozesses für den Einfluss auf  $T_{ges}$  abgeschlossen.

Ein weiterer wichtiger Faktor bezogen auf den Einfluss auf  $T_{ges}$  ist die Durchschnittsgeschwindigkeit des RF, bei der das RF zur Person fährt. Den Einfluss der Geschwindigkeit auf  $T_{ges}$  ist an der nachfolgenden Tabelle erkennbar, in der die Durchschnittsgeschwindigkeit des RF lediglich um 2kn erhöht wurde; bezogen auf die vorherige Tabelle. Hierdurch kann  $T_{ges}$  z.B. für F123 bis zu 1:25 min signifikant reduziert werden.

Schiffsname	Schiffsgeschwindigkeit		Zeit bis "RF im Wasser"	zurückgelegte Strecke bis "RF im Wasser" $Vs \cdot \Delta T1 = S1$	Zeitabstand zwischen "RF im Wasser" und "Beginn der Zielfahrt"	Durchschnittsgeschwindigkeit des RF		benötigte Zeit für die Zielfahrt RF-RW $S1/Va = Tbc$	Zeit bis Nahbereich erreicht $T12 + Tab + Tbc$	Zeit der Personaufnahme und Sicherung	Zeit bis Person im RF ist $\Sigma(\Delta Tn)$	Tges Umrechnung von s in min
	Vs [kn]	Vs [m/s]	$\Delta T12$ [s]	S1 [m]	$\Delta Tab$ [s]	Va [kn]	Va [m/s]	$\Delta Tbc$ [s]	$\Delta TNahb.$ [s]	$\Delta Tcd$ [s]	Tges [s]	Tges [min]
<b>Celina</b>	14	7,20	20	144,0	45	5	2,57	56	<u>121</u>	60	<u>181</u>	03:01
<b>Greta</b>	13	6,69	20	133,7	45	5	2,57	52	<u>117</u>	60	<u>177</u>	02:57
<b>Oceanic</b>	17	8,74	20	174,9	45	5	2,57	68	<u>133</u>	60	<u>193</u>	03:13
<b>F123</b>	32	16,46	20	329,2	45	5	2,57	128	<u>193</u>	60	<u>253</u>	04:13
<b>Mittelwert</b>	19	9,77	20	195,5	45	5	2,57	76	<u>141</u>	60	<u>201</u>	03:21

Tabelle 4 Einfluss der Geschwindigkeit des RF auf die zeitlichen Abläufe während des Rettungsprozesses

## C.2 Pflichtenheft

Bei der Abstimmung und Festlegung von konkreten Rahmenbedingungen für den Rettungsprozess sowie für dessen Teilprozesse und technischen Systemkomponenten sind erhebliche Unterschiede in den Ansichtsweisen und Vorstellung der Projektpartner aufgetreten. Diese Unterschiede hatten wegweisenden Charakter für das Projekt und wurden somit stark diskutiert. Die strittigsten Parameter waren die Wetterbedingungen bei den das Rettungsfahrzeug noch zuverlässig arbeiten soll (konkret Wind und Wellen) und die maximalen Außenmaße, das maximale Gewicht des Rettungsfahrzeug sowie die grundsätzliche Rumpfform mit der Gestaltung der Personenaufnahmeeinheit.

Um einen einheitlichen fachlichen Rahmen für die Arbeiten aller Projektpartner zu erhalten, mussten die unterschiedlichen fachlichen Auffassungen in Kompromisse überführt werden. Bei der Kompromissfindung in der Diskussion und Abstimmung mit den einzelnen Projektpartnern wurden der erarbeitete Rettungsprozess, die Teilprozesse und die Schnittstellen berücksichtigt.

Die festgehaltenen Kompromisse sind in einem Pflichtenheft zusammengefasst worden und haben so einen einheitlichen fachlichen Rahmen vorgegeben, dem alle Projektpartner folgen konnten. Dieses Pflichtenheft enthält Pflichten und Anforderungen für alle Arbeitspakete des Verbundprojektes. Somit werden Angaben zum

- Prozess
- Rettungssystem
- Steuerstation
- Brückensystem
- Aussetz- und Aufnahmeeinrichtung

festgehalten.

In der Diskussion um die Pflichten und Anforderungen hat das ISV die eigenen entwickelten Vorstellungen, Ideen und Konzepte zur technischen Umsetzung der einzelnen Systemkomponenten mit eingebracht. Im Weiteren dieses Abschlussberichtes wird jedoch vor allem auf die Hauptarbeiten des ISV der Prozess und das Rettungssystem eingegangen.



### **C.3 Alarmierung, Prozessauslösung, Notsignalsender [AP 2003, 2004]**

#### **C.3.1 Aufgaben, Funktion und Ziele des Notsignalsender im Rettungsprozess**

##### Aufgaben:

In den o.g. Ausführungen wurde bereits erläutert, in welchem Zusammenhang der Notsignalsender im Rettungsprozess nach AGaPaS verwendet wird. Aus diesen Beschreibungen sind zwei ganz allgemeine Aufgaben für den Notsender im Rettungsprozess zu entnehmen.

So dient der Notsender im gesamten Rettungsprozess des Projektes AGaPaS

- als Prozessstarter und
- als das vom Rettungsfahrzeug zu findende Objekt bzw. Positionsgeber der POB

einzuordnen.

Somit besitzt der Notsender zwei für den Rettungsprozess zwingende Aufgaben.

##### Funktionsbeschreibung:

Sobald eine Person, die einen Notsender trägt, von Bord ins Wasser gefallen ist, wird der Notsender als Prozessstarter in der Alarmierungsphase des Rettungsprozesses aktiv. In dieser so begonnen Alarmierungsphase erkennt der Notsender, dass sich eine Person unfreiwillig im Wasser befindet.. Wurde dies erkannt wird ein Alarmsignal automatisch versendet und es wird gleichzeitig mit der Bestimmung der eigenen Position des Notsenders und somit mit der Bestimmung der Position der verunfallten Person begonnen. Wird ein Alarmsignal an Bord des Mutterschiffes empfangen, beginnt die Prozessphase Aussetzen des Rettungsfahrzeugs in der alle Schritte zum Aussetzen des Rettungsfahrzeugs vorbereitet werden und sobald eine Plausibilität des Alarms nachgewiesen werden kann, ausgesetzt wird. Während dieser Phase ändert sich in der Aufgabe des Notsenders nichts. Erst wenn die Position im Notsender bestimmt wurde ändert sich die Aufgabe des Notsenders von der Versendung von Alarmsignalen hin zum Versenden von Informationssignalen unter anderem mit unter anderem den Positionskordinaten. Nun gilt für den Notsender, die Position in regelmäßigen Abständen zu aktualisieren und mit weiteren Informationen in einem bestimmten Rhythmus zu versenden damit das Rettungsfahrzeug eine bestmögliche Zielfahrt vornehmen kann. Diese Aufgabe ist fortlaufend vom Notsender über den weiteren Rettungsprozess auszuführen.

Zu den entscheidenden Eigenschaften des Notsenders in Bezug auf die Auswirkung auf den gesamten Rettungsprozess gehört die **Zeit**, bis der Notsender die verschiedenen Signaltypen versendet, sowie die **Zuverlässigkeit** und die **Qualität** mit denen die Signale gesendet werden.

Die Relevanz der Zeit, bis der Notsender die verschiedenen Signaltypen versendet, wurde bereits gesondert betrachtet..

Die Relevanz der Zuverlässigkeit mit denen die Signale gesendet werden, beschreibt die Wahrscheinlichkeit mit der der Sender die Signale wie programmiert wirklich absendet. Weiterhin soll hier aber auch der Begriff Zuverlässigkeit so verstanden werden, dass die Signale in einem Rhythmus gesendet werden müssen bei dem mit hoher Wahrscheinlichkeit so viele Signale wie möglich nicht vom Wellenberge ab geschirmt werden. Dies wird relevant der die Person und somit auch der Notsender mit den Wellen sich bewegt und in den Extrempositionen sich im Wellental oder Wellenberg befindet. Der Senderrhythmus muss so programmiert sein, dass diese Problematik bestmöglich berücksichtigt wird damit die Signale mit einer hohen Wahrscheinlichkeit am Empfänger eintreffen. Dies kann erreicht werden, wenn die Signale auf dem Wellenberg gesendet werden.

Erreichen eine nicht ausreichende Anzahl pro Zeiteinheit von Signalen den Empfänger kann das Rettungsfahrzeug nicht zuverlässig zu der Person fahren. Dies ist vor allem in zwei möglichen Problemen in Folge zu wenigen Signalen in einem bestimmten Zeitraum begründet:

- Die Person bzw. der Notsender haben ihre Position während des letzten empfangenen Signals verändert.
- Die Rettungskette wird nicht bzw. verspätet ausgelöst.

Sollte sich die Position der Person in einem Maß verändert haben, in der Zeit in der kein Signale empfangen wurden, führt dies wahrscheinlich dazu, dass das Rettungsfahrzeug in eine falsche Richtung fährt bzw. das Rettungsfahrzeug die Person überfahren könnte. Sollte die Rettungskette verspätet oder gar nicht ausgelöst werden, verlängert sich die Zeit, die die verunfallte Person im Wasser verbleibt und somit den bereits beschriebenen Problemen wie Überspülung und Unterkühlung ausgesetzt ist.

Die Relevanz der Qualität der Signale beschreibt die Informationen, die mit den Signalen mit gesendet werden und deren sachliche Richtigkeit. Hierzu gehören z.B. die richtige UTC und die richtigen und möglichst genauen Positionskordinaten. Ist die UTC oder die Position falsch oder zu ungenau übermittelt, stimmt es nicht mit der tatsächlichen Position der Person überein und es kommt hier zu der gleichen Problematik wie bei der Zuverlässigkeit, dass das Rettungsfahrzeug die Person überfahren könnte bzw. in eine falsche Richtung fährt.

#### Ziele des Notsenders

Aus den Aufgaben und der Funktionsbeschreibung des Notsenders lassen sich Ziele formulieren, die der Notsender erfüllen soll:

- Automatische Auslösung und Inbetriebnahme (z.B. auch aufrichten der Antenne) des Notsenders
- Automatische Versenden von Alarmsignalen unmittelbar nach der Auslösung

- Positionsermittlung der verunfallten Person mit Hilfe des Galileo- Navigationssystems
- Positionsübertragung

### **C.3.2 Diskussion zur technischen Realisierung der Erfassung und Übertragung von Vitalfunktionen**

Im Kapitel A4 wurde bereits die mögliche Relevanz von Informationen über Vitalfunktionen der verunfallten Person innerhalb des Rettungsprozess diskutiert. Dabei wurde festgestellt, dass eine zuverlässige Erfassung von Vitalfunktion bei unterkühlten Personen beim derzeitigen Stand der Technik als sehr schwierig anzusehen ist. Weiter ist der Nutzen von Informationen über die Vitalfunktionen während die Person noch nicht an Bord des Mutterschiffes ist, aus der Sicht des ISV, gering und beinhaltet auf Grund vieler ungelöster technischer Probleme und offenen rechtlichen und ethischen Aspekten das Potential den Rettungsprozess negativ zu beeinflussen bzw. die Besatzung in eine ethische und rechtliche graue Situation zu führen.

Um dennoch technische Umsetzungsmöglichkeiten vorzustellen sowie auf einige technische Probleme hinzuweisen, soll eine technische Umsetzung der Erfassung und der Übertragung von Vitalfunktionen diskutiert werden.

Bezüglich des angestrebten Rettungsprozesses kann die Erfassung der Vitalfunktionen und die Übertragung dieser Informationen **in drei verschiedene technische Umsetzungsmöglichkeiten unterschieden werden:**

1. Erfassung durch Sensoren an der POB  
Übertragung durch ein Sendemodul für lange Strecken (mehrere Meilen) an der POB
2. Erfassung durch Sensoren an der POB  
Übertragung durch ein Sendemodul für kurze Strecken (<10m) an der POB
3. Erfassung durch Sensoren integriert im Rettungsfahrzeug  
Übertragung durch ein Sendemodul des Rettungsfahrzeugs

**Die technische Umsetzungsmöglichkeit 1** ist erforderlich, wenn die Vitalfunktionen der Besatzung zur Verfügung stehen sollen, sobald sich die POB im Wasser befindet. In dieser Situation muss die Erfassung sowie die Übermittlung der Vitalfunktionen bereits während die Person noch im Wasser ist durchgeführt werden. Somit muss die Person bevor sie ins Wasser fällt Sensorik und ein Sendemodul mit sich führen.

Es ist denkbar, dass die Erfassung der Vitalfunktionen durch eine Sensorik

- im Notsender selbst oder
- außerhalb des Notsender

erfolgen.

Wie die Sensorik für eine Erfassung der Vitalfunktionen technisch umgesetzt werden kann ist Gegenstand der Forschungsarbeit des Projektpartners Institut für Präventivmedizin von der Universität Rostock.

Idealerweise ist es möglich die Sensorik direkt in den Notsender bzw. in die Rettungsweste einzubauen, um keine zweite technische Apparatur außerhalb des Notsenders an der Rettungsweste, an der Kleidung oder direkt an der Person befestigen zu müssen. Eine Sensorik, die zusätzlich zum Notsender bzw. zur Rettungsweste von der Person angelegt werden muss ist für den praktischen Schiffsalltag, durch die mit hoher Wahrscheinlichkeit fehlende Akzeptanz der Besatzung, nicht möglich.

Sensorik, die zusätzlich angelegt werden muss bzw. auch Sensorik die in die Rettungsweste aber nicht in den Notsender integriert ist, birgt die Problematik der Datenübertragung von der Sensorik zum Sendemodul. Da davon auszugehen ist, dass im Fall der technischen Umsetzungsmöglichkeit 1 die Sensorik permanent und sehr häufig von Wasser umgeben ist, ist eine Funkübertragung der Vitalfunktionen zum Sendemodul nicht möglich. Somit ist aus heutiger technischer Sicht nur eine Übertragung von der Sensorik zum Sendermodul durch Datenleitungen wie z.B. elektrische Leiter oder Lichtleiter möglich.

Bei der Übertragung der Vitalfunktionsdaten von der Person zum Empfänger auf dem Schiff sind theoretisch drei Möglichkeiten vorhanden:

- Übertragung durch das vorhandene Sendemodul im Notsender
- Übertragung durch ein zweites Sendemodul im Notsender
- Übertragung durch ein zweites Sendemodul außerhalb des Notsenders

Unbenommen dessen, ob es sich um eine Sensorik innerhalb des Notsenders oder außerhalb des Notsenders handelt, muss ein Sendemodul vorhanden sein, dass die Informationen der Vitalfunktionen über eine lange Strecke (mehrere Meilen) übertragen kann. Dies ist durch die maximal mögliche Entfernung zwischen Mutterschiff und POB begründet.

Idealerweise befindet sich dieses Sendemodul mit in dem Notsender oder es wird das im Notsender vorhandene Sendemodul, vorhanden für das Alarmsignal und Informationssignal, auch für die Übertragung der Informationen der Vitalfunktionen verwendet.

Die Übertragung der Vitalfunktionsdaten durch ein zweites Sendemodul im Notsender kann sinnvoll sein, wenn eine sehr große zu übertragende Datenmenge vorliegt bzw. wenn sich die Form der Übertragungsart von Alarm und Informationssignal sich nicht für die Übertragung der Vitalfunktionsdaten eignet.

Ein zweites Sendemodul außerhalb des Notsenders stellt wieder die Problematik eines zusätzlichen technischen System an der Person, an der Kleidung oder an der Rettungsweste dar mit den gleichen Problemen wie auch bei einer Sensorik außerhalb des Notsenders.

Erschwerend kommt bei dem Sendemodul für die Übertragung der Daten von der Person zum Schiff hinzu, dass diese nur mittels Funkverbindung realisierbar ist und somit die Antenne dieses Sendemoduls zuverlässig über der Wasseroberfläche gehalten werden muss. So müssen gleich zwei Systeme, der Notsender und das Sendemodul für die

Vitalfunktionsdaten, mindestens mit ihren Antennen über der Wasseroberfläche gehalten werden, was zu Problemen im Tragekomfort und Montage führen wird.

Konkret für technische Umsetzung im Rahmen der Versuche des Projektes liegt bei der technischen Umsetzungsmöglichkeit 1 ebenfalls das Problem vor, dass kein Notsender im Handel existiert der über eine Schnittstelle für externe Sensoren verfügt. Das bedeutet eine Kommunikation zwischen Sensoren und Notsender ist im Rahmen der Versuche nicht möglich gewesen und es hätte ein komplett neuer Notsender entwickelt werden müssen bzw. ein neues zweites Sendemodul gefunden bzw. gebaut werden müssen, dass den Bedingungen der technischen Umsetzungsmöglichkeit 1 gerecht wird. Das Projekt ist von Seiten des ISV finanziell mit existierenden Notsendern geplant worden und daher konnte eine Neuentwicklung eines Notsenders mit einer externen Schnittstelle bzw. ein Kauf bzw. Entwicklung eines zweiten Sendemoduls nicht erfolgen.

**Die technische Umsetzungsmöglichkeit 2** ist möglich wenn die Vitalfunktionen der Besatzung zur Verfügung stehen sollen, sobald sich die POB im Rettungsfahrzeug befindet (siehe auch Fall II in Kapitel XY). Hier ist jedoch auch die technische Umsetzungsmöglichkeit 1 möglich, aber nicht nötig.

Sobald sich die POB im Rettungsfahrzeug befindet, kann bei dieser technischen Umsetzungsmöglichkeit die Vitalfunktionen, durch die von der Person mitgeführten Sensoren, erfasst und durch ein Sendemodul für kurze Strecken von der Person zum Rettungsfahrzeug übertragen werden. Grundsätzlich gibt es nur zwei gravierende Unterschiede zwischen dieser technischen Umsetzungsmethode und der technischen Umsetzungsmethode 1. Der erste Unterschied ist die Tatsache, dass die Sensoren nicht direkt im Wasser die Vitalfunktionen erfassen müssen, aber nach wie vor in einer nassen Umgebung durch nasse Kleidung etc. funktionieren müssen. Der zweite Unterschied ist die Tatsache, dass das Sendemodul der Sensoren keine große Entfernung überbrücken muss, da es im Rettungsfahrzeug die Daten direkt an das Rettungsfahrzeug senden kann und so maximal eine Entfernung von 3-4 Metern zu überbrücken hat. Die Daten können dann vom Sendemodul des Rettungsfahrzeugs weiter zum Mutterschiff gesendet werden. Aspekte bezüglich der Anbringung von Sensoren und Notsender sowie Sendemodul sind identisch mit den aufgeführten Aspekten bei der technischen Umsetzungsmöglichkeit 1.

**Die technische Umsetzungsmöglichkeit 3** ist möglich wenn die Vitalfunktionen der Besatzung zur Verfügung stehen sollen, sobald sich die POB im Rettungsfahrzeug befindet. Hier ist jedoch auch die technische Umsetzungsmöglichkeit 2 möglich, jedoch ist diese durch das extra Sendemodul an der Person für kurze Strecken und der Sensoren, die durch die Person mitgeführt werden müssen, organisatorisch aufwendiger.

Bei der technischen Umsetzungsmöglichkeit 3 muss die Person weder ein Sendemodul für die Sensorik noch die Sensorik selbst bei sich führen. Die Sensorik ist hier direkt im Rettungsfahrzeug integriert und kann so auch die erfassten Daten direkt an das Sendemodul des Rettungsfahrzeugs senden, das die Daten dann zum Mutterschiff überträgt.

Grundsätzlich Ideen zur **technischen Funktionsweise der Sensoren** zur Erfassung der Vitalfunktionen wurden ebenfalls im Rahmen der ISV internen Arbeiten und auch in Kooperation des zuständigen Projektpartners diskutiert:

Recherchen von Projektpartnern und vom ISV haben ergeben, dass bestehende freizugängliche Sensorik zur Erfassung von Vitalfunktionen direkten Kontakt zur nackten Haut von der Person benötigen bzw. in verschiedenste Körperöffnungen wie z.B. Rektal, oral oder in den Gehörgang bzw. Nasenöffnungen eingeführt werden müssen.

Es wurde diskutiert wie unter den vorhandenen schwierigen Umweltbedingungen beim POB-Unfall ein direkter Kontakt von Sensorik zu der Haut der POB hergestellt werden kann.

Eine Überlegung bezog sich auf die Integration der Sensorik in den Kragen der Rettungsweste, um die Sensoren am Hals des Opfers zu positionieren. Die ist aber als unrealistisch eingestuft worden, weil durch feste Wetterkleidung wie Regenmantel mit hohem Kragen oder ein Schal um den Hals eine geeignete Positionierung der Sensoren auf der Haut am Hals verhindern würden.

Es wurde ebenfalls über Systeme diskutiert, die durch die Kleidung in die Haut stechen. Hier fehlte aber die konkrete, sichere und zuverlässige technische Lösung um einen Kontakt zwischen Haut und Sensorik herzustellen aber gleichzeitig keine schwerwiegenden Verletzungen verursacht.

Weiter darf keine Sensorik Vitalfunktionen an den Extremitäten erfassen, da bei unterkühlten Personen die Extremitäten vom Körper unterversorgt werden um Energie zu sparen. Somit kann man an den Extremitäten keine zuverlässigen Daten der Vitalfunktionen erfassen.

Eine Berührungslose Ermittlung von bestimmten Vitalfunktionen ist nach den Rechercharbeiten offenbar nur mit der Entwicklung des Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik (Projektpartner vom Verbundprojekt Vesper) möglich. Hierbei handelt es sich um ein System, das z.B. den Herzschlag eines Menschen auch in einer gewissen Entfernung hinter verschlossenen Wänden erfassen kann ohne jeglichen direkten Kontakt zum Menschen zu haben. Dieses System ist jedoch nicht in der Umgebung von Wasser getestet worden. Es wäre noch viel Forschungs- und Entwicklungsarbeit vorhanden, die von dem zuständigen Projektpartner nicht geplant wurden. Aus diesem Grund wurde das berührungslose arbeitende System zur Erkennung von Menschen und dessen Herzschlag von der aufgeführten Firma nicht weiter verfolgt.

### **Entscheidung zum Thema Vitalfunktionen:**

Aus allen Diskussionen um die Aufnahme und Übertragung von Vitalfunktionen an das Mutterschiff während des Rettungsprozess ist deutlich geworden, dass das Nutzen-Aufwand-Verhältnis nicht stimmig ist. Die größte erkennbare Problematik liegt in der zuverlässigen Erfassung der Vitalfunktionen unter den durch den gegebenen Prozess schwierigen Bedingungen und in der ethischen und rechtlichen Frage von Entscheidungen aufgrund dieser Informationen.

Dennoch ist aus Sicht des ISV und des zuständigen Projektpartners weiter Forschung in diesem Bereich sinnvoll, um die Möglichkeit der Benutzung von eventuell zukünftigen Sensoren zur Erfassung der Vitalfunktionen im Wasser zu testen. Die verfolgte Sensorvariante des Projektpartners muss zurzeit unter der Kleidung direkt auf der Haut des Brustkorbes zusätzlich angebracht werden, kann aber zukünftig in Kleidung eingewebt werden, um so den Nachteil des zusätzlichen Anlegens zu umgehen. Um auf einen solchen Einsatzfall vorbereitet zu sein, ist es wichtig bereits jetzt zu erforschen, wie die Erfassung von Vitaldaten durch Sensoren die in ein Hemd eingewebt werden könnten im Wasser bzw. unter nasser Kleidung funktionieren. Aus diesen Gründen wurde sich für eine Sensorik entschieden, die eine Art Brustgurt darstellt mit Gewebesensoren, die zukünftig in Kleidung gewebt werden könnten, und einer Bluetooth-Schnittstelle.

Da eine Kommunikation zwischen Sensorik und Notsender nicht möglich ist wurde sich für die technische Umsetzungsmöglichkeit 2 entschieden, wo die vorhandene Bluetooth-Schnittstelle direkt mit dem Rettungsfahrzeug kommunizieren kann.

### **C.3.3 Diskussion zur Wahl und zum Ausschluss von Notsender bzw. Notsendertypen**

Bevor die Diskussion zur Wahl und zum Ausschluss von Notsender bzw. Notsendertypen begonnen hatte, wurde eine Recherche bezüglich der gegenwärtigen Alarmierung und vorhandene technischen Systemen bei einem POB-Unfall durchgeführt.

Derzeit besteht keine Pflicht für Technik, die eine automatische Erkennung und Alarmierung bei einem PoB- Unfall erfolgt. Da die wenigsten Schiffe über solche System verfügen, erfolgt heutzutage meist die Erkennung und Alarmierung bei einem PoB-Unfall durch Beobachtungen und Ausrufe der Besatzungsmitglieder.

Die allgemeine Notfallalarmierung in der Schifffahrt unabhängig vom PoB-Unfall ist über das weltweite Seenot- und Sicherheitsfunksystem GMDSS - Global Maritime Distress and Safety System – organisiert.

Das GMDSS System wurde im Jahr 1999 durch die IMO eingeführt. Technische sicherheitsrelevante Kommunikationsausrüstung an Bord von Seeschiffen und die Kommunikation mit Dritten während eines Seenot- und Sicherheitsereignisses sind im GMDSS festgehalten. So werden beispielsweise technische Systeme und Methoden im

Geltungsbereich des GMDSS vorgeschrieben. Somit beugt GMDSS Missverständnisse, unnötige Zeitverlusten und der Nichtalarmierung von Rettungskräften, Dritten oder das Schiff über einen Notfall bzw. eine Sicherheitsmeldung vor.

Da das GDMSS System sich mit der Kommunikation mit Dritten beschäftigt und das Rettungssystem des Projektes AGaPaS ein bordinternes Rettungssystem sein soll ist es nicht notwendiger Weise erforderlich, dass der Notsignalsender von AGaPaS in das GDMSS eingebunden ist.

Notwendig sind allerdings folgende Aspekte:

1. Geringe Zeit bis zum Empfang des Alarm- bzw. Positionssignal
2. Empfang des Notsignals an der SAR-Station
3. Übermittlung von Galileo-Positionskoordinaten
4. Positionsgenauigkeit
5. Keine Alarmierung Dritter

Ein Notsender für die Versuche im Rahmen des Projektes AGaPaS muss diese Aspekte bestmöglich erfüllen. Daher wurden diese Aspekte bei der Diskussion zur Anschaffung eines Notsenders beachtet.

Der Aspekt 5 „Keine Alarmierung Dritter“ ist während der Versuche besonders wichtig, um kein Verwirrung bzw. unnötigen Alarmierung externen Hilfskräften während der Versuche zu provozieren. Im realen Einsatz des Notsenders kann der Aspekt 5 anders diskutiert werden.

Grundsätzlich muss gesagt werden, dass die Projektplanung von einer Anschaffung eines im Handel erhältlichen Notsenders ausgeht. Der geplante Notsender ist jedoch für den nun entwickelten Rettungsprozess und dessen Anforderungen an den Notsender nicht geeignet. Dies liegt vor allem an der benötigten langen Zeit für die Alarmierung, an der Alarmierungsart, mit der kein Alarmsignal direkt an der SAR-Station empfangen werden kann und an der Tatsache, dass der Hersteller eine Neutralisierung des Alarmsignals erst ab 500 Stück durchführen würde. Die Neutralisierung des Alarmsignals ist erforderlich um im Versuchsbetrieb die externe Rettungskette nicht zu alarmieren.

Nach dem nun festgestellt wurde, dass das geplante System nicht geeignet ist, wurde intensiv nach verschiedenen im Handel erhältlichen Notsendern bzw. nach anwendungsfremden Systemen, die als Notsignalsender ersatzweise verwendet werden könnten, recherchiert. Da weder die finanziellen Mittel, zeitlichen Ressourcen noch das Know-How für die eigene Entwicklungen eines Notsender geplant waren, war einen Eigenbau nicht möglich.

Bei den Rechercharbeiten wurde weiter festgestellt, dass die derzeit erhältlichen Sendersysteme, die Positionskoordinaten bestimmen und versenden können, noch nicht für Galileo Signale ausgelegt sind. Es existieren zwar die ersten Chipsätze, die in solchen Sendersystemen verbaut werden könnten und von ihrer Hardware Galileo fähig sind aber



von der Software noch die letzten Einstellungen benötigen und somit derzeit nicht mit Galileo-Signalen arbeiten können.

Nach Gesprächen mit verschiedensten Experten z.B. EADS, Herstellern von Sendersystemen stellte sich aber heraus, dass in der Entwicklung der Trend eine kombinierte Nutzung von Galileo und GPS Signalen in der gleichen Technik verfolgt wird, da sie von der Funktionsweise sehr ähnlich sind. Außerdem tauschen sich nach Aussagen der Experten, die Entwickler von Galileo mit denen von GPS aus wodurch die Technik die Ähnlichkeit erhält.

Im Projekt war man aus den verschiedenen Gründen gezwungen auf Sender mit GPS Technik zu nutzen. Dies aber durch die ähnliche Funktionsweise von GPS und Galileo nicht weiter negativ auf das Projekt auswirkte. Es werden ausschließlich Unterschiede in der Positionsgenauigkeit erwartet, die aber während des Forschungsprojekts keine Probleme darstellen sollten.

Bei den Recherchen wurden unterschiedlichste Positionssender und Notsendersysteme gefunden, die alle ihren speziellen Anwendungsbereich haben. Wird das Funktionsprinzip der jeweiligen Positionssender und Notsender in Bezug auf die Übertragungsart der Signale betrachtet, ist zu erkennen, dass viele Systeme das gleiche Funktionsprinzip, jedoch mit teilweise unterschiedlichen Konfigurationen bzw. Eigenschaften für den jeweiligen Vorlieben oder Anwendungsfällen, verwenden.

Es ließen sich einige grundlegende Funktionsprinzipien ermitteln mit denen die Notsender arbeiten. Zu jedem Funktionsprinzip sind im Handel verschiedene Notsender von verschiedenen Herstellern erhältlich. Die erfassten grundlegenden technischen Funktionsprinzipien sollen wie folgt genannt werden:

- Peilung
- Cospa-Sarsat
- Telefonsysteme: Mobilfunksysteme bzw. Satellitentelefonssysteme
- LRIT (Long Range Identification and Tracking)
- Funknetzwerk, wie ein W-Lan System
- DSC (Digital Selective Calling)
- AIS (Universal Shipborne Automatic Identification System)
- Freie bzw. speziell reservierte Frequenz

**Peilung:** Bei der Peilung sendet der Notsender ein Signal über eine bestimmte Frequenz, die in der Regel die 121,5 MHz (andere Frequenzen sind aber auch möglich) ist und Homing Frequenz genannt wird. Zum Auffinden des Notsenders wird dieses Signal angepeilt. Das Problem dieses Verfahren ist, dass dieses Signal nur von einem speziellen Peilantennensystem angepeilt werden kann und das hierbei keine Koordinaten übermittelt werden, die den Empfänger wissen lassen, wo sich die Person genau befindet. Bei der

Anpeilung erhält man „nur“ die Richtung aus der das Signal gesendet wird. Ein deutscher Hersteller von einem etablierten Peilnotsender (Rhotheta RT-B77 "HELB") hat sich dahingegen telefonisch geäußert, dass sie nicht angedacht haben, diesen Peilsender mit einem GPS bzw. Galileo Signal zu erweitern. Somit scheidet das Prinzip Peilung für das Projekt aus, da im Projekt eine Positionsbestimmung über Galileo bzw. ersatzweise GPS gefordert wird. **Für das Projekt nicht geeignet!**

**Cospa-Sarsat:** Cospa-Sarsat ist ein Satellitensystem, das die internationale Notfunkfrequenz 406 MHz bereitstellt, über die Notrufsignale abgewickelt werden. Notsender, die mit 406 MHz arbeiten sind international genormt und werden von den verschiedensten Herstellern angeboten. Sie werden in der Schifffahrt bei Schiffsunfällen als EPIRB - Emergency Position Indicating Radio Beacon bezeichnet. In miniaturisierter Form bezeichnet man die EPIRB als PLB - Personal Locator Beacon. Die EPIRB und PLB unterscheiden sich hauptsächlich in ihrer Größe. Die PLB ist für das Tragen an einer Person konzipiert, die sich auf See oder an Land befindet. In der Luftfahrt wird für die EPIRB auch die Bezeichnung ELT-Emergency Locator Transmitter verwendet. Abweichend von der bisherigen Funktionsweise einer EPIRB oder PLB ist zu ergänzend zu erwähnen, dass derzeit EPIRBs mit AIS getestet und diskutiert werden. (siehe Working Paper ICAO/IMO JWG-SAR/17-WP.18 vom 10.09.2010)

Geräte (EPIRB und PLB), die die 406 MHz verwenden, senden ein Notrufsignal mit GPS Koordinaten und zukünftig vermutlich auch mit Galileo Koordinaten über das Satellitensystem Cospa-Sarsat direkt an die Rettungsleitstelle und nicht zu den Einheiten in der nahen Umgebung des Notsenders. Dies führt dazu, dass die nahen Einheiten und das eigene Schiff erst nach Weiterleitung des Alarms durch die Rettungsleitstelle an Land. Weiter kann bei diesem Prinzip durch die jeweilige Stellung der Satteliten zu dem aktivierten Notsender eine Verzögerung in der Notrufübermittlung von 15 Minuten bis 4 Stunden auftreten. [[http://www.epirb.de/deutsch/epirb\\_406.htm](http://www.epirb.de/deutsch/epirb_406.htm)] Andere Quellen sprechen von wenigen Minuten bis über eine Stunde Verzögerung. [<http://www.epirb.org/comparison/index.htm>] Egal wie viel es nun wirklich ist, beide Zeitangaben sind für AGaPaS wesentlich zu langsam, da sich das Schiff und somit das Rettungsfahrzeug sich in mehreren Minuten erheblich von der verunfallten Person entfernt hat und so den gesamten Rettungsprozess erheblich verlängert. Aus diesem Grund und der fehlenden Möglichkeit das Notsignal direkt an das eigene Schiff zu senden ist Cospa-Sarsat **für das Projekt nicht geeignet!**

**Telefonsysteme:** Es gibt verschiedenste Geräte auf dem Markt die GPS-Koordinaten über öffentliche Mobilfunknetze bzw. Satteliteltelefonnetze automatisch versenden können. Die Zwecke hierfür sind sehr unterschiedlich und reichen von Diebstahlsicherungen, allgemeinen Trackingsysteme bis hin zu Notrufsender für den Outdoor und Wandersport. Hierbei besteht die Problematik, dass die Weiterleitung der Signale über eine privaten Netzanbieter

verlaufen und das auch hier die Zeit bis die Telefonverbindung steht und die Koordinaten versendet werden können zu lange ist. Eine sehr schnelle Alarmierung ist somit nicht möglich. Daher ist ein Notsender mittels „Telefonsysteme“ **für das Projekt nicht geeignet!**

**LRIT:** Das „Long Range Identification and Tracking“ System ist ein von der IMO neu eingeführtes Identifikationssystem, das die aktuellen Positionskordinaten alle sechs Stunden an den Flaggenstaat senden muss. Somit ist dieses System **für dieses Projekt nicht geeignet!**

**Funknetzwerk, wie ein W-LAN System:** Andere Notsender benötigen ein an Bord des Schiffes installiertes Funknetzwerk, z.B. ein W-LAN System, in dem alle einzelnen Notsender registriert und überwacht werden. Sobald ein Notsender dieses Netzwerk verlässt erkennt dies das Netzwerk und gibt Alarm auf dem Schiff. Gleichzeitig hält das Netzwerk die aktuelle Position des Schiffes fest um den Ort zu speichern an dem der Notsender aus dem Netzwerk gegangen ist. Dieses Netzwerk ist so konzipiert, dass es das gesamte Schiff abdeckt und wenn ein Notsender sich aus dem Netzwerk entfernt, er mit voraussichtlich der Person über Bord gefallen ist, die diesen Notsender trägt, auf dem Schiff ein Alarm erzeugt. Sobald der Notsender im Wasser ist hat er keine Funktion mehr und sendet somit auch keine aktuellen Koordinaten der Person an das Schiff. Das System kennt nur die Position, an der die Person über Bordgegangen ist. Durch Strömung und Wind kann die Person aber je nach Wetterlage sehr schnell verdriften und sich von der gespeicherten Position, dem Unfallort, entfernen.

Positiv an diesem System ist die schnelle Alarmierung aber ohne die genaue Position der Person ist diese Art von Systemen **für dieses Projekt nicht geeignet!**

**DSC:** Das Digital Selective Calling System ist ein normiertes Funksystem welches auf normaler UKW Funktechnik basiert und ein Anrufverfahren darstellt. Mit dem Anrufverfahren DSC werden gespeicherte bzw. variable eingegebenen Nachrichten an alle bzw. gezielt an einen Teilnehmer des Seefunks auf Knopfdruck verschickt. In diesem genormten Anrufverfahren sind auch Distress-Meldungen möglich. Für diese Notfallmeldungen gibt es in der Regel eigene Notknöpfe die bei Aktivierung eine Distress-Meldung aussenden mit aktuellen Positionskordinaten, Schiffsdaten und dem Vermerk, dass es sich um einen Notfall handelt.

Das DSC Verfahren und dessen Distress-Meldungen wurde bereits in Notsendern für den POB-Unfall realisiert. Wird der Notsender ausgelöst, manuell oder automatisch durch beispielsweise Wasserkontakt, sendet es eine Distress-Meldung aus mit dem Vermerk für einen POB-Unfall, mit den aktuellen Positionskordinaten sowie zusätzliche Informationen wie z.B. MMSI.

Vom Grundgedanken her ist DSC als reines Anrufverfahren konzipiert und ausgelegt. Dies bedeutet, dass man über die versendete Mitteilung nur einen Kontakt herstellen soll oder kurze Informationen austauscht. Jede weiterführende Kommunikation soll dann wieder auf

anderen Funkkanälen stattfinden und außerhalb des DSC Systems. Somit existieren auch Regeln wie oft eine DSC Mitteilung gesendet werden darf und dies geschieht im mehreren Minutentakten.

Es kann zwar die Koordinaten übermitteln aber es ist nicht dafür gedacht in einer hohen Taktfrequenz die Koordinaten zu versenden. Für Notsender, die „nur“ Alarmieren und einen ungefähre Position übermitteln sollen, ist DSC geeignet. Für Notsender, wie er für die Steuerung des RF benötigt wird, die mit hoher Senderate eine sehr genau Position übertragen muss, um eine automatische Zielfahrt ermöglichen zu können, ist DSC nur bedingt geeignet und somit auch nur **bedingt für dieses Projekt geeignet!** Grundsätzlich hat es gegenüber AIS in Bezug auf unsere Anwendung keine Vorteile, weshalb bei ähnlichen Notsendern AIS vorzuziehen ist.

**AIS:** Das Universal Shipborne Automatic Identification System - AIS ist ebenfalls ein normiertes Funksystem welches wie DSC auf der technischen Basis von normalen UKW Funktechnik aufgebaut ist. Mit Hilfe des AIS Verfahrens ist eine Verbesserung der Navigation möglich. So dient AIS als automatisches Schiffsidentifikationssystem „mit dessen Hilfe sich Schiffe sofort über Identität, aktuelle Fahrdaten und Manöver anderer Schiffe informieren können, die dieses System ebenfalls installiert haben. AIS eröffnet auch neue Möglichkeiten zur Überwachung des Verkehrsgeschehens, indem Verkehrszentralen ihre Informationen über AIS-Landstationen erhalten.“<sup>2</sup> AIS sendet in Abhängigkeit von Schiffstyp und Manöververhalten von ca. allen 3 Sekunden bis alle 3 Minuten<sup>3</sup> die aktuellen Positionskordinaten und weitere Informationen wie z.B. angelegter Kurs, Schiffstyp oder Notfallmeldung. Somit ist die Technik optimal dafür geeignet auch in kurzen Abständen von wenigen Sekunden Koordinaten von einem Notsender zu versenden und somit **für dieses Projekt geeignet!**

**Allgemein ist zu AIS und DSC** zu sagen, dass beide Verfahren erst seit kurzer Zeit für Notfallsender eingesetzt werden. So darf beispielsweise AIS erst seit dem 01.01.2010 für Notsender verwendet werden. Auf Grund der jungen Diskussion zur Anwendung von AIS und DSC für Notsender im Umfeld des Einsatzgebietes GMDSS und SAR sind Experten der Meinung, dass die Diskussion um die Nutzung von AIS und DSC eventuell irgendwann weitere Anwendungsmöglichkeiten von DSC und AIS zugelassen werden<sup>4</sup>. Hinzu zufügen ist auch, dass bisher AIS-Signale zur direkten Kommunikation zwischen AIS-Sender und AIS-Empfänger auf der Erde gedacht waren und daher nur eine begrenzte Reichweite hatten. Eine unbegrenzte Reichweite ist jedoch möglich, wenn Sattelitensysteme die AIS-Signale ebenfalls empfangen und weiterleiten. Dies ist grundsätzlich technisch möglich aber

<sup>2</sup> [<http://www.bsh.de/de/Schifffahrt/Berufsschifffahrt/AIS-Schiffsidentifikationssystem/index.jsp> Stand 24.11.2010]

<sup>3</sup> [AIS in Theorie und Praxis, Rüdiger Hirche2009]

<sup>4</sup> [Telefongespräch 03.06.2009 mit Bundesnetzagentur Herr Peters]

noch nicht technisch ausgereift. Daher wird der Empfang von AIS-Signalen über Satelliten derzeit erprobt und weiterentwickelt<sup>5</sup>.

#### **Freie bzw. speziell reservierte Frequenz:**

Das Prinzip freie Frequenz benutzt, wie der Name schon sagt, von der Netzagentur freigegebenen Frequenzen, die jeder Nutzen kann wie er möchte. Unter dieses Prinzip fallen aber auch Notsendersysteme, die sich eine Frequenz speziell nur für den Notsender reserviert haben. Bei beiden Varianten frei Frequenz bzw. speziell reservierte Frequenz entzieht sich das Notsendersystem jeglicher Normierung und somit jeglicher Funktionseinschränkungen. Es kann der funktionell optimale Notsender für den POB-Unfall gebaut werden. Hierbei ist zu beachten, dass nur ein speziell auf den Notsender abgestimmter Empfänger die Signale des Notsenders empfangen kann. Wenn dies kein Problem darstellt ist dieses Prinzip **für dieses Projekt geeignet!** Technisch gesehen könnten bei der Variante mit freier Frequenz Störungen auftreten, da jeder Hersteller von Funksystemen diese Frequenz nutzen kann.

Generell ist zu beachten, dass auch Kombinationen von den eben vorgestellten Prinzipien denkbar sind. So ist zwar das Prinzip der Peilung nicht geeignet für das Projekt aber es kann auch Geräte existieren die Peilung und ein weiteres geeignetes Prinzip verwendet. In diesem Fall schließt die zusätzlich Verwendung des Prinzips Peilung nicht die Verwendung des Gerätes aus.





Für die Auswahl eines Notsignalsenders muss der Anwender den voraussichtlichen Einsatzfall des Notsignalsenders bestimmen, um den geeignetsten Notsignalsender für den Anwender auszuwählen. Dieses Vorgehen ist notwendig, da es verschiedenste Notsignalsender im Handel existieren mit den unterschiedlichsten Funktionsweisen und Eigenschaften und somit für den jeweiligen Anwendungsfall unterschiedliche Vor- und Nachteile aufweist.

In der nachfolgenden Tabelle sind fünf Notsender aufgeführt, die in Vorbereitung der Anschaffung eines Notsenders zu den fünf favorisierten Notsendern gehörten. Grundsätzlich können alle fünf Notsender ein Notfallsignal mit Positionskordinaten übermitteln und sind für die Bedingungen auf See ausgelegt.

Anschließend wird kurz dargestellt werden, welche Hauptgründe zur Nichtanschaffung bzw. Anschaffung des jeweiligen Notsenders geführt haben.

---

<sup>5</sup> [<https://www.ohb-system.de/ais.html>]

	GNSS	Funktionsprinzip Positionübertragung	Hersteller/ Produkt	Kurzbeschreibung	Vorteile	Nachteile	Kosten
<b>Die drei geeignetsten Zum Zeitpunkt der Anschaffung auf dem Markt vorhandenen Systemen</b>							
	GPS	AIS	Jotron/ AIS-Sart	~manuelle Aktivierung ~jede Minute 8 Signal innerhalb von 14 sec. ~ 4 Signale jeweils auf Kanal A und B ~jede 4 Minute 4 Notfall-Messages	~ AIS geeignet Positionsgeber mit hoher Senderate ~akzeptable Senderate	~Testfrequenz erforderlich ~Alle AIS SART haben die gleiche ID was bedeutet wir können die Person von z.B einem Rettungsfloß nicht unterscheiden ~zu groß für die Rettungsweste ~manuelle Auslösung	<i>unangepasst:</i> ca. 1000€ + Empfänger + Antenne + <300€ Testfreq. <i>Angepasst auf eine spezielle Frequenz:</i> Empfänger + Sender 2880€ + <300€ Testfreq. (Anfang 2010)
	GPS / (Galileo)	Freie Frequenz  869,525 MHz	Seareq/ ENOS	~manuelle Aktivierung ~Alarmierung und Positionübertragung nach unseren Wünschen eingestellt	~kann nach unseren Wünschen angepasst werden	~Preis ~Keine Anpassung an die Schifffahrt ~Keine automatische Aktivierung	<i>unangepasst:</i> Empfänger ca. 2.800€ Sender ca. 700€ <i>angepasst:</i> Variante 1: 11.000€ Variante 2: 21.000€
	GPS	DSC	Mobilarm/ VPIRB V100	~autom. Aktivierung ~Alarmierung durch Sprachmitteilung und Textmitteilung ~alle 5 Min. in den ersten 30 Min. danach alle 10 Min.	~autom. Aktivierung ~ geeignete Größe	~Testfrequenz erforderlich ~Funkzeugnis für Empfänger ~DSC als Positionsgeber mit hoher Senderate in der Normung nicht vorgesehen ~DSC ist ein reines Anrufverfahren ist ~Geringe Senderate	<i>unangepasst:</i> Sender: 550€/0€ Empfänger: 200€ Testfreq. <300€ <i>angepasst:</i> Sender? Empfänger? Testfreq. < 300€
<b>Geeignete Notsender die zum Zeitpunkt der Anschaffung nicht auf dem Markt erhältlich waren</b>							
	GPS	AIS	Weatherdock/ easyRescue	wie Jotron AIS SART	~ AIS geeignet Positionsgeber mit hoher Senderate ~akzeptable Senderate ~Geeignete Größe ~autom. Aktivierung in Kombination mit RW	~Testfrequenz erforderlich	Unangepasst: ca. 350€ Angepasst: ca. 680€



	GPS	AIS	KANNAD SafeLink R10	wie Jotron AIS SART	~ AIS geeignet Positionsgeber mit hoher Senderate ~akzeptable Senderate ~Geeignete Größe ~autom. Aktivierung in Kombination mit RW	~Testfrequenz erforderlich	Ca. 330 €
	GPS/ (Galileo)	Freie Frequenz  869,5 MHz (zurzeit 433MHz or 868MHz)	Sci-Tech System	~autom. Aktivierung ~das Schiff speichert die Position und gibt visuellen und akustischen Alarm ~Antenne richtet sich auf ~Position wird in Intervallen gesendet	~autom. Aktivierung ~Sehr gute Funktionsweise ~geeignete Größe ~	Noch in der Entwicklung	

Abbildung 27 Notsenderübersicht GNSS=Global Navigation Satellite System; AIS= Universal Shipborne Automatic Identification System; DSC=Digital Selective Calling

Der Notsender **V100 VPIRB von Mobilarm** wurde aufgrund seines Funktionsprinzip DSC **nicht angeschafft**. (siehe Funktionsprinzipbeschreibung) Dieses Gerät ist nur in die engere Auswahl gekommen, da es Vorteile in der technischen Anpassung an unseren Prozess hat wie z.B. automatische Auslösung und geeignete Größe.

Der Notsender **ENOS von Seareq** wurde aufgrund der extrem hohen Anschaffungskosten **nicht angeschafft**. Weiter konnte es von seiner Funktionsweise gegenüber anderen Systemen nicht überzeugen. Der Notsender ist vor allem wegen der Bereitschaft des Herstellers das Gerät an unsere Bedürfnisse anzupassen in die engere Auswahl gelangt. Weiter besitzt das Gerät einen GPS Chip der bereits jetzt von der Hardware her für Galileo geeignet ist. Jedoch fehlt die softwarespezifische Anpassung an Galileo weshalb keine Nutzung des Galileo Testfelds im Rostocker Hafen möglich ist.

Der Notsender **Sci-Tech von der Firma Sci-Tech Systems** wurde aufgrund seiner im Entwicklungsstadium befindlichen Technik **nicht angeschafft**. Von der Beschreibung und den Vorstellungen des Herstellers her ist dieser Notsender bezüglich seiner Funktionsweise und technischen Umsetzung am besten auf den Rettungsprozess im Projekt abgestimmt. Jedoch konnte der Hersteller uns keinen Prototypen im Zeitraum des Projektes zum Testen zur Verfügung stellen oder verkaufen.

Der Notsender **easyRESCUE von der Firma Weatherdock** wurde **nicht angeschafft**, da zum Zeitpunkt des Kaufs dieser Notsender, den man zu den PLB's Personal Locate Bacon zählen kann, noch nicht bekannt war. Die Firma Weatherdock wurde in die Recherchearbeiten mit einbezogen jedoch zu einem Zeitpunkt der Anschaffung, hat diese Firma noch keine Informationen über den neu entwickelten easyRESCUE veröffentlicht. Die Veröffentlichung erfolgt erst kurz nach der Anschaffung eines anderen Systems. Somit wurde ein anderer Notsender angeschafft bevor der easyRESCUE veröffentlicht wurde. (siehe auch Kaufbegründung von AIS-Sart von Jotron). Das easyRESCUE ist durch seine geringe Größe besser geeignet für das Projekt als der angeschaffte Notsender. Ein weiterer Vorteil für die Projektdurchführung wäre die Tatsache gewesen, dass die Firma Weatherdock aus Deutschland kommt und somit eine bessere Kommunikation möglich gewesen wäre. Bezüglich der Funktionalität des Notsender easyRESCUE gibt aber so gut wie keine Unterschiede zu dem angeschafften Notsender von der Firma Jotron und die automatische Auslösung der Notsender fehlt bei beiden Notsendern.

Der Notsender **Notsender SafeLink R10 von der Firma Kannad** wurde **nicht angeschafft**, da dieser zum Zeitpunkt der Anschaffung noch nicht existierte. Dieser Notsender wurde zum Ende des Projektes (Februar 2011) herausgebracht. Bezüglich der Funktionsweise und im Vergleich zum angeschafften Notsender Tron AIS SART gelten die Erläuterung wie zum gleichwertigen Notsender easyRESCUE.



Der **Notsender Tron AIS SART von der norwegischen Firma Jotron** wurde aufgrund der gut geeigneten prinzipiellen Funktionsweise (AIS) und des zu dem Zeitpunkt besten Gesamtpakets **angeschafft**. Die prinzipielle Funktionsweise ist gut für die Versuche in diesem Projekt geeignet und die technische Umsetzung des Notsenders für Versuche auf einem akzeptablen Niveau. Allerdings hat auch dieser Notsender Eigenschaften, die für das Projekt AGaPaS nicht geeignet sind. Hierbei handelt es sich vor allem um dessen nicht geeignete Baugröße und die fehlende automatische Auslösung. Diese negativen Eigenschaften wurden aber auf Grund der guten Funktionalität des Notsenders durch die Verwendung von AIS für die Versuche im Rahmen des Projektes akzeptiert. Diese negativen Eigenschaften wurden auch akzeptiert, weil die AIS SART Technik erst seit dem 1.1.2010 zugelassen ist<sup>6</sup>] und daher damit zu rechnen war, dass auch künftig ein kleinerer Notsender zu erwarten ist. Außerdem existieren automatische Auslösungen für Notsender auf dem Markt und müssen nur mit der AIS-Sart Technik kombiniert werden.

Diese Annahme, dass ein AIS-SART Gerät deutlich kleiner gebaut werden kann hat sich kurz nach dem Kauf des Notsenders von Jotron mit dem easyRESCUE von Weatherdock bewahrheitet. Auf Grund der kleinen Bauweise des easyRESCUE kann dieser Notsender in die Rettungsweste integriert werden. Auch die Annahme, dass diese Notsender mit einer automatischen Auslösung kombiniert werden können, hat sich bewahrheitet. Zum Ende des Projektes AGaPaS und ein Jahr nach der Einführung des Notsenders easyRESCUE hat die Firma Weatherdock Versuche veröffentlicht, in denen ihr Notsender easyRESCUE durch das Aufblasen einer Rettungsweste ausgelöst wird. Dies erfolgt durch einen magnetischen Kontakt der durch das Aufblasen der Rettungsweste von dem Notsender abgezogen wird. Der SafeLink R10 funktioniert ebenfalls auf der Basis von AIS-SART ist jedoch kleiner als der easyRESCUE und leichter. Auch hier besteht die Möglichkeit durch das Aufblasen der Rettungsweste den Notsender automatisch auszulösen.

Warum sich die Funktionsweise AIS-SART gut für die Versuche in diesem Projekt und auch für eine mögliche zukünftige Anwendung mit dem Rettungsfahrzeug eignet, wird deutlich an dem angeschafften Beispiel Tron AIS-SART der Firma Jotron.

### **C.3.4 Verwendete Notsignalsender**

Vorab wird darauf hingewiesen, dass mit der Abkürzung SART zwei technisch unterschiedliche funktionierende Systeme gemeint sein können, die aber die gleichen grundsätzlichen Aufgaben erfüllen. Daher soll für diese Ausarbeitung gelten, dass immer wenn die Abkürzung SART genutzt wird der Search and Rescue Transmitter gemeint ist. Wenn der Search and Rescue Radar Transponder gemeint ist, der ebenfalls mit SART

---

<sup>6</sup> [IMO Resolution A.246 (83) im Buch Performance Standards for Shipborne Radiocommunications and Navigational Equipment, Edition 2008 von der IMO

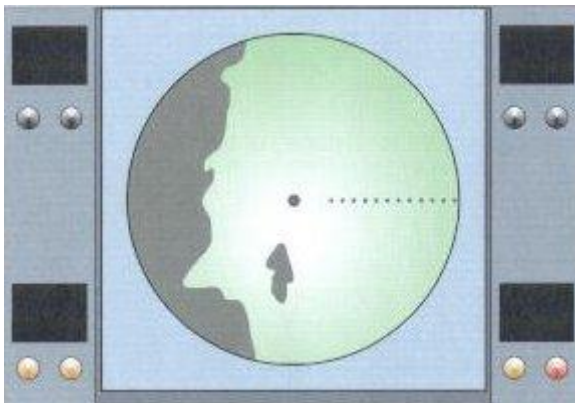
abgekürzt werden kann, wird diese Bezeichnung ausgeschrieben oder mit Transponder umschrieben.

#### **C.3.4.1 Grundsätzliche Aufgabe eines AIS-SART:**

Der angeschaffte Notsignalsender Tron AIS-SART der Firma Jotron gehört, wie der Name schon aussagt, zu der Notsenderkategorie AIS-SART. Dieser Notsendertyp ist ein Search and Rescue Transmitter (SART) der sich in das Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS) einfügt und die gleichen grundsätzlichen Aufgaben hat wie die bisherigen Search and Rescue Radar Transponder.

Diese grundsätzlichen Aufgaben bestehen darin andere in der Nähe befindliche maritime Einheiten oder Rettungskräfte während eines Notfalls zu alarmieren und die Position des Notfalls zu kennzeichnen.

Dies geschieht beim Search and Rescue Radar Transponder dadurch, dass der Transponder auf Schiffs- und Flugzeugradar antwortet und so auf dem jeweiligen Radar eine Linie mit 12 Punkten von der Position des Transponder zum Radar Bildschirmrand hin erzeugt<sup>7</sup>.



**Abbildung 28 Darstellung des Signals eines Search and Rescue Radar Transponder**

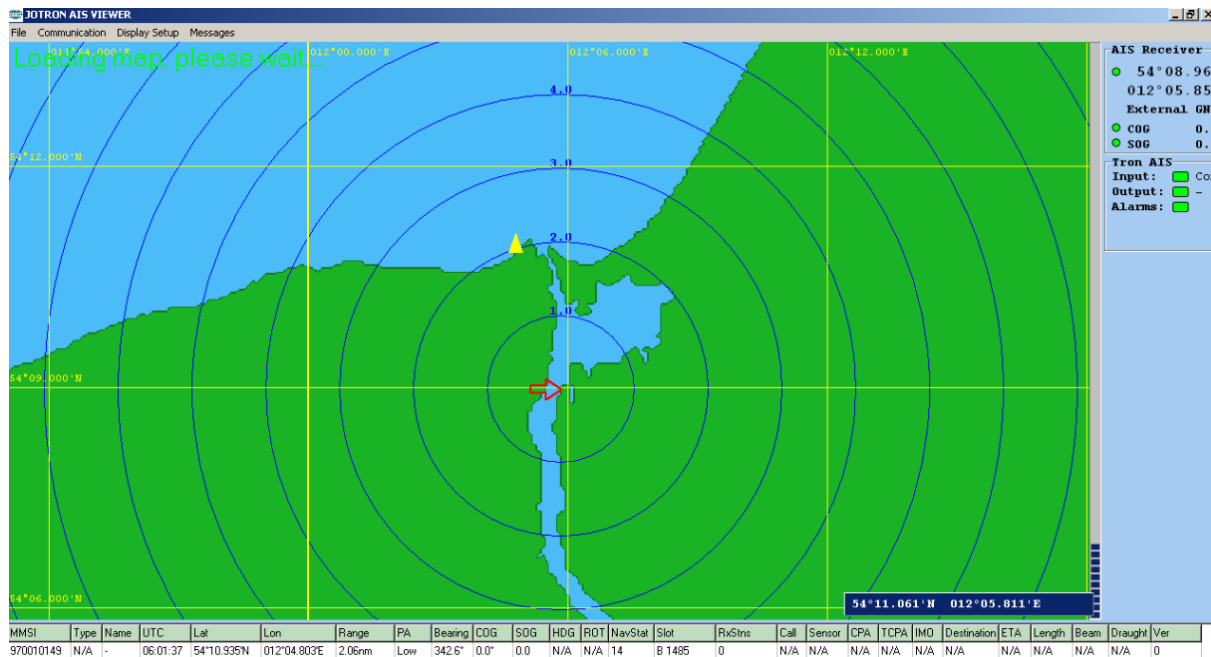
Der Search and Rescue Radar Transponder selbst funktioniert auf der Basis von 9GHz Radar Systemen und wird vom Radar maritimer Einheiten als eine Objekt in Not erkannt. Somit ist eine Alarmierung erfolgt<sup>8</sup>. Das Auffinden des Transponders ist dann durch das Verfolgen des Radarsignals möglich.

Im Gegensatz dazu ermittelt das AIS-SART Gerät seine eigene Person selbst über GPS oder zukünftig über Galileo. Die ermittelten Positionskordinaten sendet das AIS-SART mit einer spezifischen Notfallkennzeichnung aus und alle AIS-Empfänger von Schiffen, SAR-Kräften oder Landstationen in der näheren Umgebung (bis 5 nm)<sup>9</sup> empfangen dieses Signal. Dieses Signal wird dann auf den AIS-Empfängern angezeigt und, wenn vorhanden, auf dem Kartenplotter oder entsprechender AIS Software auf dem Monitor dargestellt.

<sup>7</sup> [<http://www.mrcc.dgzs.de/pages/sar-einsatzplan/sar-kommunikation/gmdss/sart.php> ]

<sup>8</sup> [In Anlehnung Sea Survival Handbook, Keith Colwell, RYA, 2008 Seite 88-89]

<sup>9</sup> [MSC 83/28/Add. 3 Annex 18]

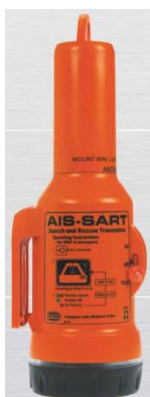


**Abbildung 29** Darstellung des AIS-SART (gelber Pfeil) und der Position des AIS-Empfängers (roter Pfeil) in dem AIS-Viewer für den PC der Firma Jotron

Um die beschränkte Reichweite aufzuheben wird derzeit der Empfang von AIS-Signalen durch Sattelliten getestet und diskutiert. Grundsätzlich ist es technisch möglich, jedoch noch nicht ausgereift<sup>10</sup>. Klassisch werden Search and Rescue Radar Transponder für beispielsweise Rettungsflöße und Rettungsboote verwendet. Auch die AIS-SART Technik findet hier ihre Anwendung, jedoch existieren mittlerweile Notsender mit AIS-SART Technik, die eine sehr kleine Baugröße aufweisen und deshalb auch für die Anwendung als persönlicher Notsender einer Person in Rettungswesten Anwendung finden können..

**C.3.4.2 Angeschaffte Systeme für das Notsignal**

Von der Firma Jotron wurden der Notsender, den Tron AIS-SART, und ein entsprechender AIS-Empfänger, den RA-2500.



**Abbildung 30** Notsender: „Tron AIS-SART“



**Abbildung 31** AIS-Empfänger: „RA-2500“

<sup>10</sup> (siehe Working Paper ICAO/IMO JWG-SAR/17-WP.18 vom 10.09.2010)

Der Notsender sendet im realen Betrieb auf den offiziellen Frequenzen 161.975 MHz und 162.025 MHz. Da innerhalb des Forschungsprojektes Versuche durchgeführt werden sollten, durfte der Notsender jedoch keine offiziellen Funkfrequenzen nutzen, da sonst ein offizieller Alarm ausgelöst wird. Um dies zu vermeiden hat die Firma Jotron den angeschafften Notsender auf die Versuchsfrequenz 160,675 MHz programmiert, die bei der Bundesnetzagentur beantragt wurde. Die Programmierung wurde so vorgenommen, dass der Notsender ausschließlich auf dieser Frequenz sendet. So ist es möglich den Notsender zu aktivieren ohne einen offiziellen Alarm auszulösen. Um die Kosten gering zu halten, wurden am Tron AIS-SART keine weiteren Änderungen vorgenommen. Dadurch wurde beispielsweise eine automatische Auslösung oder eine geeignete Größe des Notsenders für das Tragen an Rettungswesten nicht realisiert.

In den letzten Monaten des Projektes wurde vom Hersteller ein zweiter Notsender kostenlos zur Verfügung gestellt. Hierbei handelt es sich um den Notsender „easyRESCUE A“ von der Firma Weatherdock AG. Die Funktionsweise ist fast identisch zum „AIS-SART Tron“ der Firma Jotron und auf verschiedene kleiner Unterschiede in der Funktionsweise wird gesondert hingewiesen. Der Hauptunterschied des easyRESCUE zum AIS-SART Tron ist die deutlich geringere Baugröße und die automatische Auslösung.

Der angeschaffte AIS-Empfänger kann auf verschiedenen Kanälen mit verschiedenen Frequenzen AIS-Signale empfangen. Diese Möglichkeit verschiedene Frequenzen zu empfangen war wichtig, da die Versuche mit einer Versuchsfrequenz durchgeführt werden, die ebenfalls empfangen werden muss. Die empfangenen Signale können vom Empfänger direkt auf einem integrierten Display angezeigt werden und an ein externes Geräte weiter gesendet werden. So ist es möglich, dass die empfangenen Signale vom AIS-Empfänger an die SAR-Steuerstation oder an einen Computer mit einer Empfängersoftware übertragen werden. Eine Veränderung des AIS-Empfängers in Form von Umprogrammieren oder Hardwareänderung war nicht notwendig, da die Frequenzen an diesem Gerät nach Bedarf eingestellt werden können.

#### **C.3.4.3 Funktionsbeschreibung des Notsenders Tron AIS SART von der Firma Jotron**

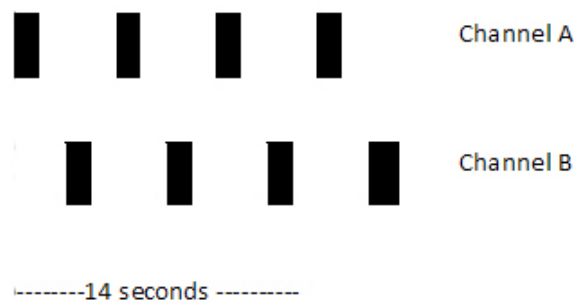
Ganz allgemein kann die Funktion eines AIS SART wie folgt umschrieben werden: „Mobile equipment to assist homing to itself (i.e. life boats, life raft). An AIS SART transmits a text broadcast (message 14) of either 'SART TEST' or 'ACTIVE SART'. When active the unit also transmits a position message (message 1 with a 'Navigation Status' = 14) in a burst of 8 messages once per minute.“<sup>11</sup>

<sup>11</sup> <http://www.navcen.uscg.gov/?pageName=typesAIS>

Diese allgemeine Funktionsbeschreibung findet sich in der folgenden detaillierteren Funktionsbeschreibung des Tron AIS SART wieder. Ausgelöst wird der Notsender Tron AIS SART manuell durch ziehen eines Splintes. Wurde der Splint gezogen, schnellst ein mit einer Federung vorgespannter Schalter in die Aktivierungsposition und der Notsender beginnt zu arbeiten. Weiter signalisiert der Notsender dem Bediener den Status des Notsenders über farbige und blinkende LED Leuchten. Wie fast alle drahtlosen Sendersysteme muss auch dieser Notsender sich bei der Bestimmung der Positionskordinaten und beim Versenden der verschiedenen Signale soweit wie möglich über der Wasseroberfläche befinden. Die Bauart und die technischen Merkmalen entsprechenden gegenwertigen Vorschriften der IMO.

Wurde der Notsender manuell, wie beschrieben, aktiviert, beginnt der Notsender ein Signal nach ca.30 sec. [siehe Versuche] bzw. mindestens, wie gefordert, innerhalb der ersten Minute nach Aktivierung<sup>12</sup> zu senden.

Der Tron AIS-SART beginnt nach der genannten Zeit bestimmte Signale in einem bestimmten Rhythmus zu senden. Allgemein besteht der Senderrhythmus aus einem Sendezyklus mit 8 Signalen, der einmal in der Minute gesendet werden. Innerhalb der Minute werden die 8 Signal in einem Zeitfenster von 14 Sekunden gesendet. Dabei werden 4 Signale auf Kanal A und 4 Signale auf Kanal B gesendet wie auch in folgender Grafik zu erkennen ist.



**Abbildung 32 Ein Sendezyklus mit 8 Signalen innerhalb von 14 Sekunden [Dokumente Jotron]**

Hinzu zu fügen ist, dass die zwar achtmal in der Minute ein Signal gesendet wird jedoch nur einmal in der Minute die Positionskordinaten aktualisiert werden.

Zu den Signalen in den Sendezyklen ist zu sagen, dass diese aus zwei verschiedenen genormten Messages, Message Nr. 1 und Message Nr. 14, bestehen. Im aller ersten Sendezyklus und dann immer in jedem vierten Sendezyklus, also alle vier Minuten, werden 2 Signale des Typs Message Nr.1 durch zwei Signale des Typs Message Nr. 14 ersetzt.

<sup>12</sup> [siehe MSC 246 (83) Punkt 2.6 bzw. IMO Resolution A.246 (83) im Buch Performance Standards for Shipborne Radiocommunications and Navigational Equipment, Edition 2008 von der IMO]

Die mit den Messages verschieden zusammengesetzten Sendezyklen werden in der folgenden Reihenfolge ausgesendet:

Signal 1 → Message 1 Signal 2 → Message 1 Signal 3 → Message 1 Signal 4 → Message 1 Signal 5 → Message 14 Signal 6 → Message 14 Signal 7 → Message 1 Signal 8 → Message 1	Signal 1 → Message 1 Signal 2 → Message 1 Signal 3 → Message 1 Signal 4 → Message 1 Signal 5 → Message 1 Signal 6 → Message 1 Signal 7 → Message 1 Signal 8 → Message 1	Signal 1 → Message 1 Signal 2 → Message 1 Signal 3 → Message 1 Signal 4 → Message 1 Signal 5 → Message 1 Signal 6 → Message 1 Signal 7 → Message 1 Signal 8 → Message 1	Signal 1 → Message 1 Signal 2 → Message 1 Signal 3 → Message 1 Signal 4 → Message 1 Signal 5 → Message 1 Signal 6 → Message 1 Signal 7 → Message 1 Signal 8 → Message 1
1. Sendezyklus	2. Sendezyklus	3. Sendezyklus	4. Sendezyklus

**Tabelle 5 Senderrhythmus des AIS-SART bestehend aus vier Sendezyklen (ein Sendezyklus pro Minute); nach dem vierten Sendezyklus beginnt der Senderrhythmus von vorn**

Nach dem 4. Sendezyklus wiederholt sich diese Reihenfolge der vier Sendezyklen beginnend mit Sendezyklus 1.

Die vom AIS-SART verwendeten Messages Nr. 1 und Nr. 14 haben unterschiedliche Aufgaben. So ist Message Nr. 1 zuständig für die Positionsübertragung und Message 14 für die Notfalltextmeldung. Beide Message-Typen sind mit ihren Inhalten im AIS-System genormt.

Die Normierung der Messages ist in Recommendation ITU-R M.1371-4 (04/2010) festgelegt.

**Message Nr. 1 → Position Report - Scheduled position report (regulärer Positionsreport)**

In der Message NR. 1 sind verschiedene genormte Inhalte enthalten. Die wohl wichtigsten Inhalte für das Projekt AGaPaS sind die Positionskordinaten, die UTC, die MMSI und der Navigationsstatus „14“. Weitere Inhalte sind vorhanden und können in ITU-R M.1371-4 (04/2010) nachgelesen werden.

Die Positionskordinaten sind elementar um die Position des AIS-SART bzw. der Person zu bestimmen.

Die UTC ist die koordinierte Weltzeit (UTC-Universal Time Coordinated). Diese Zeit ist einheitlich auf der ganzen Welt. So ist es möglich, dass jeder den Zeitpunkt, an dem die Nachricht empfangen wurde; genau bestimmen kann. So kann beispielsweise am Receiver bzw. an der Steuerstation ein Positionsverlauf über die Zeit ermittelt werden und somit die Driftgeschwindigkeit und Driftrichtung bestimmt werden.

Durch die MMSI ist die eindeutige Zuordnung des Signals zu einem bestimmten Notsender möglich. So können bei mehreren Notsendern die Signale unterschieden werden. Außerdem ist anhand der MMSI eindeutig zu erkennen, dass das Signal von einem AIS-SART stammt. Dies ist möglich, da jedes AIS-SART eine MMSI besitzt, die nach Recommendation ITU-R M.1371-4 (04/2010) mit 9 Ziffern enthält. Die ersten drei Ziffern sind mit 970 definiert, so dass jede MMSI eines AIS-SART mit 970 beginnt. Die MMSI muss in jeder Message angegeben werden.

Der genaue Aufbau der MMSI ist:

970xyyyy

xx = manufacturer ID 01 to 99;

yyyy = the sequence number 0000 to 9999

Der Navigationsstatus ist bei einem AIS-SART (siehe Recommendation ITU- R M.1371-4) immer mit der Nummer 14 gekennzeichnet und bedeutet „AIS-SART active“. Somit kann nicht nur über die MMSI sondern auch über den Navigationsstatus ein Notsignal einem AIS-SART Gerät zugeordnet werden. Dies schließt aus, dass ein AIS-SART Signal als AIS-Schiffssignal verwechselt werden könnte.

**Message Nr. 14** → Safety related broadcast message - Safety related data for broadcast communication (sicherheitsrelevante(r) Rundspruch oder Rundsendung)

Die Message 14 enthält ebenfalls unter anderem die UTC, die MMSI und eine Textmeldung mit dem Inhalt SART ACTIVE. [nach Recommendation ITU-R M.1371-4 (04/2010)] Die Darstellung der Message 14 im AIS Viewer, die von der Firma Jotron mitgelieferte AIS Software, ist in Abbildung 32 zu sehen.

Sender	Name	Message.	UTC
970010149	-	SART ACTIVE	02.06.10 08:49:33
970010149	-	SART ACTIVE	02.06.10 08:49:31
970010149	-	SART ACTIVE	02.06.10 08:45:33
970010149	-	SART ACTIVE	02.06.10 08:45:31
970010149	-	SART ACTIVE	02.06.10 08:41:38
970010149	-	SART ACTIVE	02.06.10 08:41:36
970010149	-	SART ACTIVE	02.06.10 08:37:21
970010149	-	SART ACTIVE	02.06.10 08:37:19

**Abbildung 33 Message „SART ACTIVE“: Empfangene Messages Nr.14**

Bei Reichweitenversuchen mit dem Tron AIS SART Notsender (Radiated power (e.i.r.p) → 1W (30dBm ± 3dB)) auf offener See und bei einer Position der Empfangsantenne von ca. 15-17m über der Wasseroberfläche wurden von der Firma Jotron folgende Ergebnisse erzielt. [Quelle: Datei AIS SART 2009 presentation (2)]

## AIS SART – Detection on board M/V Pole Star

Table 1, Test results, AIS-SART to vessel (Oban Bay, Scotland)  
Distances detected are in nautical miles (NM)

Unit type	ID	EIRP (dBm)	UNIT Height (m)	Max Range (NM)	Notes
AIS-SART	9709900001	27	0.2	4.2	Mounted on a floating survival suit to simulate a person in the water.
AIS-SART	9709900002	26	0.5	6.8	Floating, mounted on a pole 0.5m high.
AIS-SART	9709900003	29	0.5	8.4	Floating, mounted on a pole 0.5m high.
AIS-SART	9709900004	28	1.0	8.1	Floating, mounted on a pole 1.0m high.
AIS-SART	9709900007	28	1.0	9.5	Floating, mounted on a pole 1.0m high.
AIS-SART	9709900008	27	1.0	8.8	Floating, mounted on a pole 1.0m high.
9 GHz SART		26	1.0	6-7	Floating, mounted on a pole 1.0m high.
9 GHz SART		26	0.5	5-6	Floating, mounted on a pole 0.5m high.

### Abbildung 34 Reichweiten – Angaben der Fa. Jotron

Bei einem Reichweitenversuch der Firma Jotron mit der Empfangsantenne auf einem Fast Rescue Boat (Empfangsantenne ca. 2 m über der Wasseroberfläche) und der Notsender an einer im Wasser treibenden Person konnte eine Reichweite von 1,4 nm erreicht werden. Von der IMO werden mindestens 5nm gefordert, jedoch wird da auch davon ausgegangen, dass das AIS-SART mindestens 1m über der Wasseroberfläche sich befinden muss<sup>13</sup>. Dies ist bei einer Standardrettungsweste nicht möglich und zeigt, dass diese Technik offiziell bisher nur für Rettungsmittel wie Rettungsboot oder Rettungsfloß angedacht ist.

#### **C.3.4.4 Funktionsbeschreibung des Notsenders easyRESCUE A von der Firma Weatherdock**

Kurz vor Projektende hat die Firma Weatherdock AG dem ISV den Notsender easyRESCUE A für Versuchszwecke und Vorführungszwecke überlassen. Dadurch war es möglich, einen zweiten Notsender zu testen und zu nutzen, der offensichtlich besser für das Projekt AGaPaS angepasst ist. Die grundsätzliche Funktion des easyRESCUE ist mit der Funktion des AIS-SART Tron identisch, da beide Geräte der gleichen Normung unterliegen. Beide Notsender sind AIS-SART Geräte und unterscheiden sich deshalb nur geringfügig. Doch diese geringfügigen Unterschiede sind für das Projekt wichtig und begründen die bessere Anpassung des easyRESCUE an das Projekt AGaPaS.

Im Nachfolgenden sollen nur die relevanten Unterschiede für das Projekt kurz erläutert werden, da die grundsätzliche Funktionsweise eines AIS-SART Notsenders bereits durch die Erläuterungen vom AIS-SART Tron dargestellt wurde.

<sup>13</sup> [ IMO Resolution A.246 (83) im Buch Performance Standards for Shipborne Radiocommunications and Navigational Equipment, Edition 2008 von der IMO]



Der easyRESCUE kann automatisch in zwei Varianten und manuelle ausgelöst werden. Die automatische Auslösung erfolgt nach 2 sec. Wasserkontakt über zwei elektrische Kontakte (eine Schraube auf der Rückseite des Notsenders und die Achse der Antenne), die durch das Wasser 2sec elektrisch verbunden werden müssen. In der 2. Variante wird ein Read-Relais über einen Magneten aktiviert, so dass die entsprechende Spannungsversorgung gewährleistet ist. Der Magnet ist über eine Schnur mit der Rettungsweste verbunden. Beim automatischen Aufblasen der Weste wird der Magnet vom Read Relais weggezogen, so dass sich die Kontakte schließen.

Nach der Aktivierung erfolgt eine Zeitspanne von 60sec, in der das Signal bei Bedarf manuell wieder deaktiviert werden kann. Erfolgt keine Deaktivierung, werden nach diesem Zeitraum die Messages versendet wie bei allen AIS-SART Notsendern (siehe AIS-SART Tron). Im Gegensatz zum AIS SART Tron enthält die erste Message des easyRESCUE in der Regel bereits Positionskordinaten.

Weiterhin ist in den ersten 15min beim easyRESCUE der GPS-Empfänger permanent aktiviert und aktualisiert die Position des Notsenders permanent, auch während der 8 Messages pro Minute. Erst nach 15 min wird der easyRESCUE in einen Energiesparmodus geschaltet und der easyRESCUE aktualisiert seine Position wie der AIS SART Tron einmal in der Minute. Die Aktualisierung der Position erfolgt beim easyRESCUE nach den ersten 15 min unmittelbar vorm Versenden der Messages.

Außerdem ist der Notsender easyRESCUE deutlich kleiner gebaut als der Notsender AIS-SART Tron und kann somit in der Rettungsweste integriert werden.

#### **C.3.4.5 Vorversuche mit dem Notsignalsender**

In Vorbereitung auf die Großversuche mit allen technischen Systemen des gesamten Rettungsprozesses wurden viele verschiedene kleinere und größere Vorversuche mit den vorhandenen Notsendern durchgeführt. Insbesondere sind folgende Vorversuche zu nennen:

- AIS-SART; Aktivierung und Empfang an Land
- AIS-SART; Aktivierung am Strand und Empfang auf einem Fährschiff
- easyRESCUE; Aktivierung und Empfang an Land
- Bestimmung der Positionsgenauigkeit von beiden Notsender
- easyRESCUE; Aktivierung in der Ostsee und Empfang an Land

Die wichtigsten Aspekte und Ergebnisse dieser Vorversuche werden hier kurz dargestellt. Ausführlichere Darstellungen der Vorversuche und dessen Inhalte und Ergebnisse sind protokollarisch erfasst.

Der Vorversuch „AIS-SART; Aktivierung und Empfang an Land“ besteht aus verschiedenen Versuchen, die an mehreren Tagen durchgeführt wurden. Zur vereinfachten Darstellung sollen diese Versuche aber als ein Vorversuch betrachtet werden. Stattgefunden hat dieser Vorversuch auf dem Gelände der Gesellschaft für Sicherheitstechnik/Schiffssicherheit

Ostsee mbH in Rostock. Bei diesem Vorversuch sollte vor allem die Funktion und die Eigenschaften des Notsenders AIS-SART Tron der Firma Jotron ermittelt werden. Information über den zeitlichen Senderrhythmus, die Inhalte der Signale und die Positionsgenauigkeit wurden gesammelt sowie die Bedienung der Notsender, Empfänger und notwendigen PC-Programmen erprobt. Die Ergebnisse dieses Vorversuches finden sich in der Funktionsbeschreibung der AIS-SART Technik und im speziellen in der Beschreibung des AIS-SART Tron der Firma Jotron wieder und sollen daher nicht wiederholt werden. Hingewiesen werden soll jedoch darauf, dass teilweise große Abweichungen in der Positionsgenauigkeit festgestellt wurden. Mit den Erfahrungen aus anderen Versuchen ist, davon auszugehen, dass die Positionsgenauigkeiten durch die Umgebung, bestehend aus hohen Wänden und Häuserfassaden, entstanden ist. Diese Beobachtung könnte von Interesse sein, wenn eine Person im Hafen zwischen hohen Bordwänden über Bord fällt oder die Person sich noch in der Nähe des Eigenschiffes befindet.

Der Vorversuch „AIS-SART; Aktivierung am Strand und Empfang auf einem Fährschiff“ wurde zur Kontrolle der Reichweite bzw. zur Kontrolle der Angaben des Notsenderherstellers zur Reichweite des Notsenders AIS-SART Tron der Firma Jotron durchgeführt. Der Notsender stand während diesem Vorversuch in Warnemünde an der Wasserlinie am Strand, um den Notsender möglichst direkt über der Wasseroberfläche zu positionieren. Der Empfänger befand sich auf dem Peildeck des Fährschiffes „Tom Sawyer“ der Reederei TT-Line während dieses auf die Ostsee gefahren ist. Hierbei konnte eine Reichweite des Notsenders von >14nm erreicht werden. Bei dieser Entfernung wurde der Versuch beendet, da die erreichte Sendedistanz hinreichend erscheint. Es ist davon auszugehen, dass bei fortlaufendem Versuch auch eine größere Reichweite noch ermittelt hätte werden hätte können. Im Ergebnis des Versuches ist es wichtig gewesen zu erkennen, dass die Reichweitenangaben des Herstellers glaubhaft sind. Außerdem ist für den schnell ablaufenden Rettungsprozess lediglich eine Reichweite ca. 5500m (2,97nm) erforderlich, so dass ausreichend Reichweitenreserve vorhanden ist. Des Weiteren konnte eine sehr geringe Positionsstreuung der 82 Positionssignal in einem Radius von lediglich 4-5m Radius festgestellt werden.

Der Vorversuch „easyRESCUE; Aktivierung und Empfang an Land“ hat auf dem Gelände der Gesellschaft für Sicherheitstechnik/Schiffssicherheit Ostsee mbH in Rostock stattgefunden. Bei diesem Vorversuch sollte vor allem die Funktion und die Eigenschaften des Notsenders easyRESCUE der Firma Weatherdock AG ermittelt werden. Ebenfalls wurden Information über den zeitlichen Senderrhythmus, die Inhalte der Signale und die Positionsgenauigkeit gesammelt und die automatische Aktivierung getestet. Weiter wurde der Notsender easyRESCUE gleichzeitig mit dem AIS-SART Tron aktiviert, um den gleichzeitigen Betrieb

mehrerer Notsender zu testen. Anschließend hat ein Vergleich der beiden vorhandenen Notsender stattgefunden.

Die Ergebnisse zur Funktionsweise, Eigenschaften und den Unterschieden bzw. Gemeinsamkeiten beider Notsender sind bereits in den entsprechenden Kapiteln dieses Abschlussberichtes enthalten und sollen daher hier nicht weiter erläutert werden. (siehe Kapitel B.3.4.4 Funktionsbeschreibung des Notsenders easyRESCUE)

Der Vorversuch zur „Bestimmung der Positionsgenauigkeit von beiden Notsender“ wurde auf dem Dach der Uni Rostock am Standort Technologie Zentrum Warnemünde durchgeführt. Dieser Versuch diente vor allem dazu, die Herstellerangaben zur Positionsgenauigkeit der Notsender überschlägig zu überprüfen. Am genannten Standort besitzt die Uni Rostock eine GPS Referenzantenne dessen Position relativ genau, mit einem Fehler  $<1\text{m}$ , bestimmt wurde. Beide Notsender wurden abwechselnd neben diese Referenzantenne gestellt um die dann von den Notsendern empfangenen Positionsdaten mit der Position der Referenzantenne zu vergleichen.

Die empfangenen Positionssignale des easyRESCUE haben sich in einem Umkreis von  $<4\text{m}$  um die Position der Referenzantenne herum befunden. Somit kann gesagt werden, dass die angegebene Positionsgenauigkeit des Herstellers von 3-15m zutrifft.

Die empfangenen Positionssignale des AIS-SART Tron haben sich in einem Umkreis von  $<2\text{m}$  um die Position der Referenzantenne herum befunden. Somit ist festzustellen, dass die angegebene Positionsgenauigkeit des Herstellers von ca. 10m zutrifft.

Der Vorversuch „easyRESCUE; Aktivierung auf der Ostsee und Empfang an Land“ hat auf der Ostsee vor Börgerende stattgefunden. Hierbei sollte vor allem der Aufblasvorgang der Rettungsweste mit integriertem easyRESCUE getestet werden, die Positionsgenauigkeit des easyRESCUE und des AIS-SART Tron bei simulierter Drift durch das Schleppen der Person im Wasser überprüft werden und der Einsatz der Notsender in realen Einsatzumgebungen genutzt werden. Das automatische Aufblasen der Rettungsweste mit dem integrierten Notsender easyRESCUE erfolgt ohne Probleme. Auch im weiteren Verlauf der Versuche hat sich die Montage des easyRESCUE an der Rettungsweste unter realen Einsatzbedingungen bewährt. Jedoch sind Schwierigkeiten bei der automatischen Auslösung des Notsenders aufgetreten, weil dieser nicht ausreichend mit Wasser umspült wurde (Problem vom Hersteller gelöst). Bei den Schleppversuchen, Person trieb 10m hinterm Boot, konnte keine signifikante Verschlechterung der Positionsgenauigkeit bei beiden Notsendern festgestellt werden. Befand sich der AIS-SART Tron direkt neben dem Boot, von dem aus die Versuche durchgeführt wurden, ist der Abstand zwischen den Positionssignalen des Bootes und des Notsender signifikant gestiegen. Die Vermutung liegt nahe, dass die Bordwand die Positionsbestimmung stört oder der Notsender das GPS-Gerät vom Boot stört. Auch der easyRESCUE weist eine ähnliche Änderung des Abstands zwischen den Positionen des

Bootes und des Notsenders auf, nur kann es hier zeitlich einem bestimmten Geschehen nicht eindeutig zugeordnet werden.

### **C.3.4.6 Einzel-/Gemeinschaftsversuche**

Die Versuche untergliederten sich in spezielle Funktionstests, um schrittweise die Einzelkomponenten des Rettungsfahrzeuges im Zusammenspiel mit den übrigen Modulen zu prüfen und in den Abschlussversuch, bei dem die Kombination aller Einzelmodule im Komplex getestet wurden.

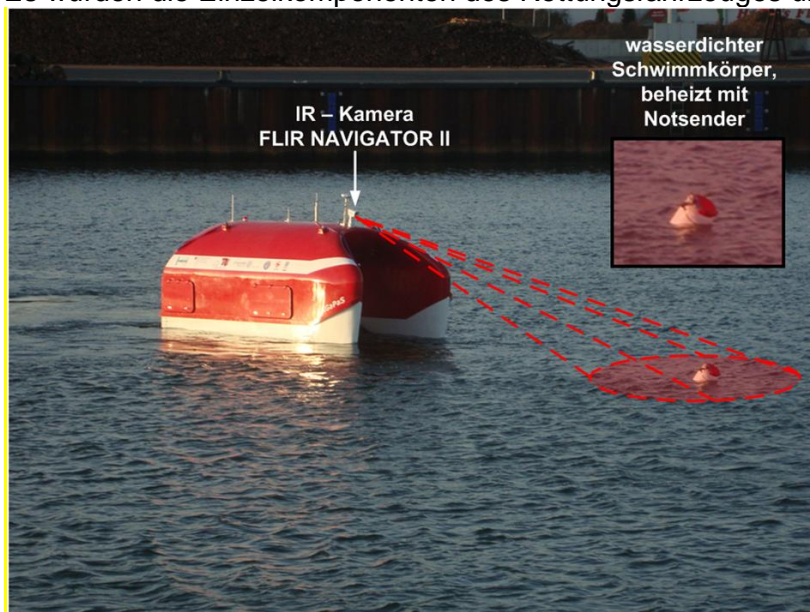
Als Vorbemerkung ist zu erwähnen, dass in jedem Falle der Notsender mit seinem GPS-Empfangsmodul sowie seinem VHF- Sender (Versuchsfrequenz 160,675 MHz), auf offenem Gewässer problemlos funktionierten. Die Signalkette – Empfang der GPS-Daten, deren Umsetzung in den VHF-Bereich, Empfang durch den AIS Receiver und Weiterverarbeitung bis zur Übergabeschnittstelle – arbeitete ohne Beanstandung.

Bei dieser sehr störanfälligen Übertragungsfrequenz im VHF- Bereich waren einige Besonderheiten zu beachten:

- Es muss „Sichtkontakt“ zwischen Sendeantenne und Empfangsantenne gewährleistet sein.
- Die Sendeantenne darf sich nicht unter der Wasserlinie befinden.

#### **Einzelversuche**

Es wurden die Einzelkomponenten des Rettungsfahrzeuges und die Funkstrecken getestet.



**Abbildung 35 Test der Manövrierfähigkeit des Rettungsfahrzeuges**

Besonderes Augenmerk wurde auf die Manövrierfähigkeit des Rettungsfahrzeuges im Handsteuerungsmodus und die Bildübertragung der IR- Kamera gelegt.



**Abbildung 36 Wärmequelle mit integriertem Notsender im wasserdichten Fass**

In dem Fass (Plastwerkstoff) wurde eine Wärmequelle in Form einer 100W- Lampe mit der notwendigen Stromquelle sowie der Notsender Untergebracht. Somit waren zwei Voraussetzungen zur Auffindung eines Objektes gegeben:

- Die Infrarotstrahlung
- Die Übertragung der Positionsdaten

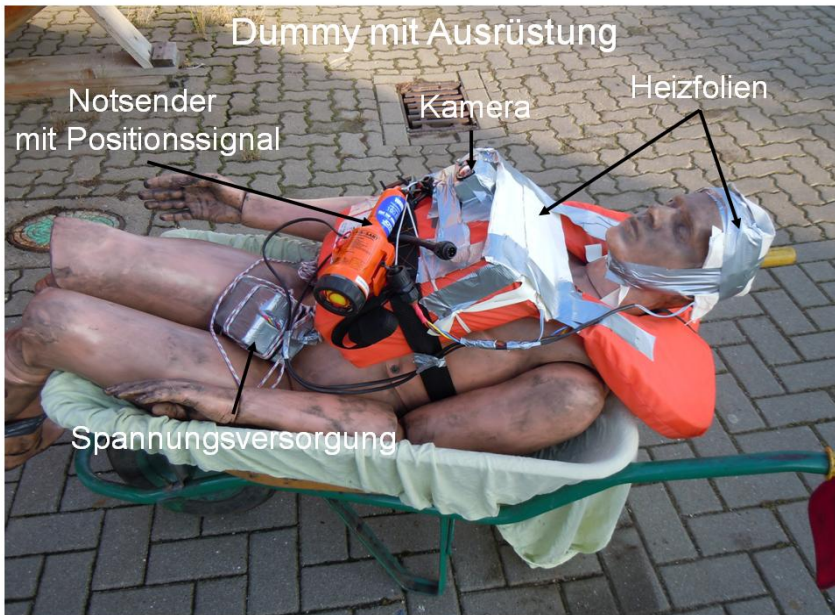


**Abbildung 37 Funktionstest der Aufnahmeeinheit**

Die Aufnahmeeinheit arbeitete entsprechend den geplanten Anforderungen.

Im Anschluss wurde das Fass von der Aufnahmeeinheit geborgen.

Nach dem ersten Versuch mit einem Dummy wurde festgestellt, dass eine entsprechend präparierte Puppe (75kg) die Anforderungen dahingehend nicht erfüllte; dass sie aufgrund der zusätzlichen Gewichtsbelastung mit dem Körper größtenteils unter die Wasseroberfläche tauchte. Demzufolge befand sich die Sendeantenne des Notsenders unter der Wasseroberfläche, was keinen Signalempfang zur Folge hatte (auf eine aufblasbare Weste wurde deshalb verzichtet, da bei eventueller Beschädigung der Rettungsweste ein Totalverlust des Dummies inkl. Equipment auftreten würde).



**Abbildung 38 Dummy mit Ausrüstung**



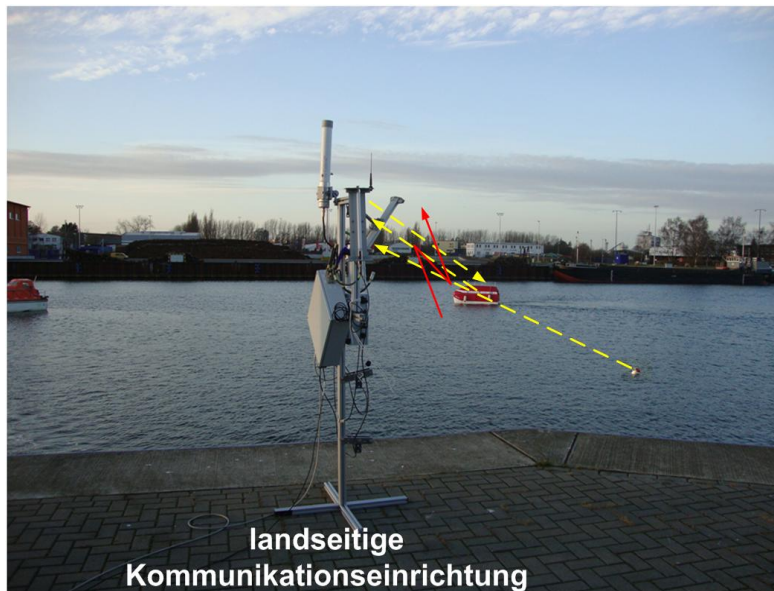
**Abbildung 39 aufgenommener Schwimmkörper**

Der Funktionstest der Aufnahmeeinheit im Zusammenhang mit der Handsteuerung wurde mit einer „Realrettung“ erfolgreich fortgeführt.



**Abbildung 40 Aufnahme einer POP**

Die Kommunikationserprobung erfolgte unterbrechungsfrei und entsprach den Vorgaben.



**Abbildung 41 Kommunikationswege**

Die Kommunikation zwischen der „Zentrale“, der Rettungseinheit sowie der POB erfolgte über mehrfach redundante Kanäle (siehe auch Bericht UNI Rostock).

In einer mobilen Zentrale wurden die Informationen zusammengefasst sowie für die Steuerung und Visualisierung aufbereitet und umgesetzt.



**Abbildung 42 Visualisierungs- und Bedieneinheiten**

Nach mehrfachen Erprobungen und Tests bei denen technische Unwägbarkeiten weitestgehend ausgeräumt wurden, fand eine Komplexerprobung von Bord des Gewässerschutzschiffes Arkona statt.

Es wurden die Merkmale der Rettungseinheit

- automatische Zielfahrt bis in unmittelbare Nähe des Verunfallten,
- Umschaltung auf Handsteuerung,
- Aufnahme der verunfallten Person,
- Rückfahrt

im Komplex erfolgreich getestet.



**Abbildung 43 Zielfahrt**





Abbildung 44 handgesteuerte POB Aufnahme



Abbildung 45 handgesteuerte Rückfahrt

### C.3.5 Verschiedene diskutierte Aspekte zum Notsender

In diesem Kapitel sollen verschiedene diskutierte Aspekte zum Notsender aufgefasst werden, die für einen idealen Notsender interessant sind und bisher in diesem Abschlussbericht nicht weiter erläutert wurden.

#### ***C.3.5.1 Möglichkeiten verunfallte Personen mit der Rettungstechnik von AGaPaS zu retten, ohne dass die Person einen Notsender trägt.***

Derzeitig ist der entwickelte Prozess im Projekt AGaPaS abhängig von einem Notsender an der PoB, der ein Alarmsignal und ein Positionssignal sendet. Dies setzt voraus, dass jede Person an Bord einen Notsender ständig bei sich führt. Dies ist nicht immer in allen Bereichen praktisch umsetzbar. So ist es z.B. nicht möglich jeden Passagier auf einem Cruise Liner mit einem Notsender, wie für AGaPaS erforderlich, zu bestücken.

Daher wurden einige Ideen angedacht, wie eine Anwendung des AGaPaS-Rettungsprozesses auch ohne einen Notsender mit Alarm- und Positionssignal an der POB möglich ist.

Für das aller erste Alarmsignal, dass nach wenigen Sekundenbruchteilen nach dem Beginn des freien Falls der Person den Rettungsprozess auslöst, wäre alternativ zu der ersten Alarmierung über einen Notsender an der Rettungsweste auch eine Alarmierung über das Bordsystem des Schiffes denkbar. Dieses setzt voraus, dass das Schiff über eine automatische Erkennungstechnik von Personen für das „Über Bord gehen“ verfügt, wie sie z.B. vom Projekt „Adoptman“ angedacht wird. In diesem Projekt sollen Detektoren erprobt werden, die fest am Schiff montiert sind und das über Bord fallen einer Person erkennen können. In diesem Projekt werden vor allem Radar und Infrarot Systeme erprobt.

Für die Erkennung sind beispielsweise automatische Infrarotsysteme denkbar, die die Wärmesignatur der PoB automatisch verfolgen und über Peilung und der damit verbunden Bestimmung von Richtung und Entfernung zum Schiff mit den Positionskordinaten des Schiffes die Positionskordinaten der POB im Wasser berechnen können.

Um eine größere Anwendungsmöglichkeit des Rettungsprozesses nach AGaPaS zu ermöglichen, ist es sinnvoll mit weiterer Forschungsarbeit für die Zukunft Alarmierungs- und Positionssysteme zu entwickeln, die auch ohne einen Notsender an der PoB auskommen.

### **C.3.5.2 Plausibilitätsprüfung**

Die Plausibilitätsprüfung im Rettungsprozess kann folgende zwei unterschiedliche Aufgaben beinhalten:

1. Verhindern einer fehlerhaften Auslösung des Notsenders
2. Überprüfen der Alarmierung

Beide Aufgaben haben das übergeordnete Ziel ein unnötiges Aussetzen des Rettungsfahrzeugs zu vermeiden. Dieses Ziel setzen die beiden Aufgaben aber auf unterschiedliche Weise um.

Die erste Aufgabe muss direkt am Notsender umgesetzt werden, da die Umstände fordern, dass der Notsender mit einer hohen Wahrscheinlichkeit nur bei einem Unfall auslöst. Ist die automatische Auslösung des Notsenders beispielsweise wird über einen Wasserkontakt realisiert. Er darf nicht durch Wassertropfen auslösen, da der Notsender im Alltag auch mit überkommender See oder Regen in Berührung kommen kann.

Ideen für technische Umsetzungsmöglichkeiten für Aufgabe 1 sind den Wasserdruck zu erkennen beim Eintauchen ins Wasser, die Beschleunigungskräfte während des Falls oder beim Aufprall aufs Wasser zu registrieren oder eine auflösende Tablette oder elektrischer Kontakt, die eine bestimmte Wassermenge bzw. Umspülungszeit benötigen.

Ist eine dieser Möglichkeit oder auch eine andere Möglichkeit im Notsender verbaut, wird die Aufgabe 1 erfüllt. Sind zwei oder mehrere dieser Möglichkeiten im Notsender verbaut, ist es möglich, dass die zweite technische Möglichkeit für die Aufgabe 2 verwendet wird. So könnte mit der ersten technischen Möglichkeit der Notsender ausgelöst werden und bei der

Auslösung der zweiten technischen Möglichkeit am Notsender ein Plausibilitätsbestätigungssignal an das Eigenschiff gesendet werden.

Die zweite Aufgabe kann aber auch direkt am Schiff mit verschiedenen technischen Möglichkeiten realisiert werden. Hierzu ist eine Plausibilitätsprüfung durch das Eigenschiff denkbar indem eine Entfernungszunahme der Person zum Schiff entsprechend der Schiffsgeschwindigkeit festgestellt wird. Hierzu wäre ein sehr schnelles Galileo bzw. GPS Signal notwendig das vom Notsender ausgesendet wird. Auch könnte eine Entfernungszunahme durch ein automatisches Infrarotsystem erfolgen, welches die Wärmesignatur der Person verfolgt und die Entfernung misst.

Weiter ist es denkbar, dass jeder Notsender mit einem System ausgestattet ist, das an Bord geortet werden kann. Sobald das System nicht mehr an Bord geortet werden kann und gleichzeitig der Notsignalsender alarmiert, wäre eine Plausibilität für einen PoB-Unfall gegeben.

### **C.3.5.3      *Empfang vom Notsignal auf dem Eigenschiff und auf Drittschiffen***

Im Rettungsprozess des Projekt AGaPaS ist es in jedem Fall erforderlich, dass das Alarmsignal und die Positionssignale des Notsenders an das Eigenschiff gesendet werden müssen. Zusätzlich besteht aber die Möglichkeit Notsender zu verwenden, die eine Sendetechnik wie AIS oder DSC verwenden, bei denen alle Schiffe in einem bestimmten Umkreis die Signale empfangen können. Für den Rettungsprozess nach AGaPaS ist die Information Dritter durch den Notsender nicht erforderlich. Aus dem Grund ist zu diskutieren, ob eine Alarmierung Dritter Vorteile oder sogar Nachteile mit sich bringt.

Da das Rettungssystem nach AGaPaS eine Alarmierung nach wenigen Sekunden erhält ist es äußerst unwahrscheinlich, dass Dritte dichter an der verunfallten Person sind als das Eigenschiff. Mit der vorhandenen Rettungstechnik ist das Eigenschiff fähig die Person in kürzester Zeit eigenständig ohne Hilfe Dritter zu retten, weshalb Unterstützung nicht erforderlich ist.

Sollte es dennoch nötig sein Dritte zu alarmieren z.B. weil sie den eigenen Kurs kreuzen, ist aufgrund der schnelle Alarmierung genügend Zeit dies auch über Sprechfunk durchzuführen oder mit einem manuellen Absenden einer gespeicherten DSC Mitteilung.

Somit sind keine Vorteile durch eine automatische Alarmierung Dritter durch den Notsender erkennbar.

Dahingegen sind Nachteile erkennbar, die darin bestehen, dass nun Anfragen von mehreren anderen Schiffen eintreffen könnten bezüglich Informationsweitergabe zu einer Situation die sowieso allein bewältigt werden kann. Dies verzögert den Rettungsprozess eher, als dass dieser unterstützt wird.

Weiter birgt es die Gefahr das Dritte bei einem mögliche Fehllalarm auch alarmiert werden.

Fazit: Es ist kein Nutzen für die automatische Alarmierung von Dritten zu erkennen unter der Verwendung von den Systemen des Projekt AGaPaS, weshalb eher gilt, dass die automatische Alarmierung durch den Notsender eher zu Problemen führt.

#### **C.3.5.4 Anbringung des Notsenders an der POB**

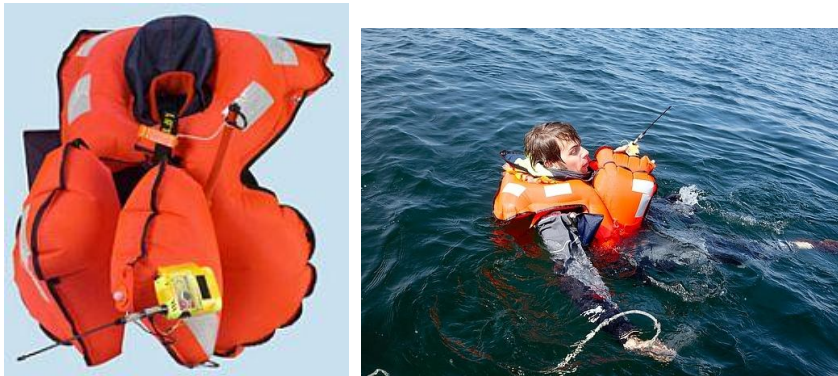
Die Anbringung des Notsenders an der POB erfordert nach heutigem Stand der Technik, dass die Signale so weit wie möglich über der Wasseroberfläche versendet werden müssen. Dies ist zum einen darin begründet, dass übliche Sendetechnik keine Signale unter Wasser versenden kann und zum Anderen, dass die Reichweite des Signals zunimmt mit dem größer werdenden Abstand zwischen Wasseroberfläche und Versandposition.

Dies bedeutet, dass in jedem Fall mindestens die Antenne des Notsenders so weit wie möglich aus dem Wasser herausragen muss.

Aus dieser Bedingung und mit dem Wissen über die Lage einer Person im Wasser bei angelegter Rettungsweste lässt sich schlussfolgern, dass die Antenne des Notsenders sich

- Oberhalb der Schultern an der Person befestigt sein muss,
- an einer Position am Rettungswestenkörper, der über der Wasseroberfläche ist, oder
- an der Person oder Rettungsweste so befestigt ist, dass die Antenne nach dem Sturz ins Wasser frei aufschwimmen kann und dennoch nahe an der Person bleibt.

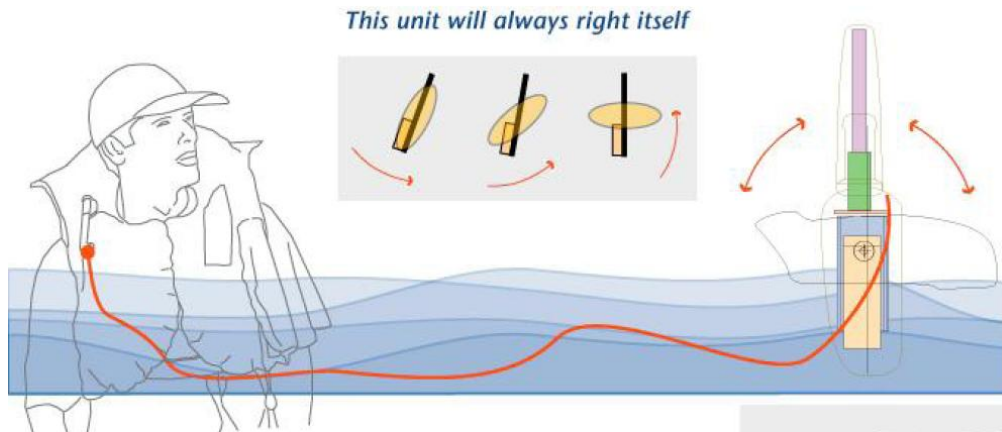
Ein technisches Beispiel für eine gute Position an einer aufblasbaren Rettungsweste ist die SECUMAR SCOUT.



**Abbildung 46 Darstellungen der Rettungsweste SECUMAR SCOUT<sup>14</sup>**

Ein technisches Beispiel für gute aufschwimmende Variante ist Sci-Tech.

<sup>14</sup> [http://www.boatingbusiness.com/\\_\\_\\_data/assets/image/0005/550445/Ultra-Scout-382.jpg](http://www.boatingbusiness.com/___data/assets/image/0005/550445/Ultra-Scout-382.jpg)



**Abbildung 47 Beispiel des Aufschwimmens einer Antenne**

Eine diskutierte Variante den Notsender in eine Armbanduhr oder ähnliche Gebrauchsgegenstände am Körper zu positionieren ist nur möglich, wenn gewährleistet werden kann, dass eine Sendeantenne sich über Wasseroberfläche befindet.

Im Allgemeinen sollte favorisiert werden, dass der Notsender fest mit der Rettungsweste montiert ist. Andere Möglichkeiten zur Anordnung des Notsenders wären in weiteren Untersuchungen und Studien bei gleichzeitiger Zuverlässigkeit der Signalübertragung zu ermitteln.

### **C.3.6 Zusammenstellung eines idealen Notsenders**

Auch wenn der eigentliche POB- Unfall immer ähnlich ist, unterscheiden sich die Randbedingungen wie beispielsweise Schiffstyp, Fahrtgebiete. Dadurch sind unterschiedliche Anforderungen an einen Notsender gestellt. Ein für jeden Anwendungsfall universeller und idealer Notsender existiert nicht und wird es aus Kostengründen vermutlich nicht geben. Jedoch soll im Folgenden ein für das Projekt AGaPaS idealer Notsender beschrieben werden. Deshalb gilt, **wird in diesem Dokument bzw. im Zusammenhang mit dem Projekt AGaPaS von idealem Notsender gesprochen, ist immer der ideale Notsender für das Projekt AGaPaS gemeint.**

Grundlegendes zu den Aufgaben eines Notsenders im Projekt AGaPaS ist bereits beschrieben. Zusammenfassend und ergänzend sollen hier alle relevanten Fakten zu einem idealen Notsender in Stichworten festgehalten werden.

Die beschriebenen Aufgaben sind auf unterschiedlichste Art und Weise durch unterschiedliche Funktionen technisch und organisatorisch umsetzbar. Hier werden nur die für das Projekt AGaPaS idealen Art und Weisen aufgeführt. Zunächst wird der ideale Notsender, in einer Tabelle mit Stichwörtern in seinen Hauptaufgaben und Zusatzfunktionen gegliedert, vorgestellt. Anschließend wird der Notsender ausführlich erläutert mit Beispielen zur technischen Umsetzung.

**Beschreibung von Aufgaben und Zusatzfunktionen des idealen Notsenders**

	Anforderungen	Anmerkungen
<b>Hauptaufgaben:</b>		
<i>Auslösung des Notsenders</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Automatisch, spätestens 5 Sekunden nach Wiederauftauchen der Person</li> <li>– Manuell, als Redundanz</li> <li>– zuverlässige Auslösung</li> <li>– geschützt vor Falschauslösung (hohe Wahrscheinlichkeit, dass es kein Fehlalarm ist)</li> </ul>	
<i>Versenden eines Alarmsignals</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– automatisch</li> <li>– unmittelbar nach Auslösung, spätestens nach 5-10sec.</li> <li>– hohe Senderate bis gewährleistet werden kann, dass mit einer hohen Wahrscheinlichkeit mindestens ein Alarmsignal erfolgreich empfangen werden konnte</li> <li>– Das Versenden des Alarmsignals muss auf einer Art und Weise erfolgen, so dass das Signal auf dem Eigenschiff empfangen werden kann</li> <li>– permanente Alarmierung mindestens bis das Informationssignal regelmäßig gesendet wird</li> <li>– Mindestangabe in dem Signal: Notsender XY ist aktiv</li> <li>– das Signal muss auf dem Mutterschiff und von SAR-Kräften in Reichweite empfangbar sein (siehe Hardwareanforderungen)</li> </ul>	<p>zusätzlich kann das Signal, muss aber nicht von anderen Schiffen empfangbar sein; eventuell ist dies sogar nicht sinnvoll;</p>
<i>Positionsbestimmung</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– schnellstmögliche Positionsbestimmung, auch beim Kaltstart</li> <li>– weltweite Positionsbestimmung mittels Galileo</li> <li>– bei jeder Positionsbestimmung auch die dazugehörige UTC festhalten</li> <li>– Aktualisierung der Position ausreichend oft um die automatische Ansteuerung zu gewährleisten</li> <li>– Zeit vom Auftauchen bis zur Positionsbestimmung &lt;60s</li> <li>– Positionstoleranz: 10 m (abhängig von der Reichweite der Kameras; abhängig von der schnellst möglichen Driftgeschwindigkeit der Person (auch Versatz der Person durch Wellenbewegungen) und der letzten Positionsaktualisierung)</li> </ul>	<p>Die Positionsaktualisierung muss experimentell und durch Simulationen ermittelt werden. Wird die Position zu selten aktualisiert und die Person könnte schon an einem ganz anderen Ort sein, zu oft und es wird jede Bewegung durch Wellen angezeigt. Bei größeren Wellen kann sich die Person eh in wenigen Sekunden um viele Meter bewegen</p>

<p><i>Versenden eines Informationssignal</i></p>	<p>– sobald die Position bestimmt wurde, soll diese mit einem Informationssignal versendet werden</p> <p>– Versenden in einem geeigneten Rhythmus (Sicherstellung des zuverlässigen Versenden, Ausreichend Signale für die automatische Ansteuerung)</p> <p>– Inhalt dieses Signal soll mindestens sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Inhalt des Alarmsignals</li> <li>○ UTC</li> <li>○ Positionskordinaten</li> </ul> <p>das Signal muss auf dem Mutterschiff und von SAR-Kräften in Reichweite empfangbar sein (siehe Hardwareanforderungen)</p> <p>– Das Versenden des Informationssignal muss auf einer Art und Weise erfolgen, so dass das Signal auf dem Eigenschiff empfangen werden kann</p>	<p>Versenden des Informationssignal abstimmen mit der vorhandenen Positionsaktualisierung</p>
<p><i>(Plausibilitätserklärung)</i></p>	<p><i>wenn diese nicht im Empfänger stattfindet bevor das Fahrzeug zu Wasser gelassen wird oder wenn die geschützte Auslösung nicht ausreicht</i></p>	
<p><b>Erforderlich bzw. dringend empfohlene Zusatzfunktionen</b></p>		
<p><i>Information über die Notsenderaktivierung am Notsender</i></p>	<p>Lichtsignal oder akustisches Signal für den Verunfallten</p>	
<p><i>Information über den Beginn des Rettungsprozess durch das Mutterschiff</i></p>	<p>Erfordert einen Empfänger im Notsender, um eine Bestätigung vom Mutterschiff zu empfangen</p>	<p>Kann weg fallen, wenn beispielsweise Signale mit dem Nebelhorn des Mutterschiffes gegeben werden sobald der Rettungsprozess beginnt</p>
<p><i>Information über Batteriestatus</i></p>	<p>bei Anforderung des Senderträgers, automatisch bei Spannungsverlust im Stand-by</p>	
<p><i>Information über Betriebsstatus (Betriebsaktivitäten)</i></p>	<p>permanent während des Betriebs</p>	
<p><b>Denkbarer Zusatzfunktionen</b></p>		
<p><i>Vitalfunktionsaufnahme</i></p>		<p>Futuristisch, weil nicht klar, ob erforderlich und wirtschaftlich sowie ethisch vertretbar</p>
<p><i>Lautsprecher zum Ansprechen der Person</i></p>		

**Tabelle 6 Aufgaben und Funktionen eines idealisierten Notsenders**

Aus der tabellarischen Beschreibung der Hauptaufgaben und Zusatzfunktionen geht hervor, dass der Notsender zwei verschiedene Signaltypen senden muss. Das erste Signal ist ein Alarmierungssignal und das zweite Signal ein Informationssignal.

**Alarmsignal:** Das Alarmsignal soll eine reine Alarmierung darstellen, mit der der automatische Rettungsprozess gestartet und die Besatzung über einen POB-Unfall informiert wird. Hierzu muss das Alarmsignal lediglich einige wenige Informationen enthalten, die nicht variabel sind während des Einsatzes. Hierzu gehören ein Alarmstichwort und die Notsenderkennung. So kann der Rettungsprozess gestartet werden und die Besatzung des Mutterschiffes ist informiert, dass ein Notsender ausgelöst hat und um welchen Notsender es sich handelt.

Der Notsender sollte in den ersten zwei Minuten nach der Auslösung jede zweite Sekunde ein Alarmsignal senden um die Wahrscheinlichkeit möglichst hoch zu halten, dass ein Signal unmittelbar nach dem POB-Unfall empfangen wird. Sobald eine Position ermittelt wurde und ein Informationssignal gesendet werden kann, ist es möglich, die hohe Senderate des Alarmsignals auch vor Ablauf der zwei Minuten abubrechen. Jedoch soll zur Sicherheit ein Abbruch der hohen Senderrate nicht vor Ablauf einer Minute nach dem Auslösen stattfinden. Kann die Position auch nach den genannten zwei Minuten nicht gefunden werden kann die Senderate des Alarmsignals gekürzt werden bzw. das Alarmsignal eingestellt werden und nur das Informationssignal, auch wenn es noch keine Positionskoordinaten enthält, gesendet werden. Da das Informationssignal auch über die Inhalte des Alarmsignals verfügen soll, kann es das Alarmsignal nach den genannten zwei Minuten ersetzen. So wird nach den zwei Minuten nach Auslösung nur noch ein Informationssignal gesendet.

**Informationssignal:** Das Informationssignal enthält Informationen über die aktuelle Position des Notsenders, und somit über die aktuelle Position der verunfallten Person sowie weiterführende Informationen wie z.B. MMSI, Uhrzeit etc. Auch sind in dem Informationssignal die Inhalte des Alarmsignals enthalten. Die Senderate des Informationssignals ist so zu gestalten, dass die Bedingungen des Wellengangs optimal berücksichtigt werden und eine möglichst aktuelle Positionsverfolgung des Notsenders verfolgt werden kann. Somit muss die Senderate des Informationssignals auch auf die Aktualisierungsrate der Positionskoordinaten abgestimmt werden. Das Versenden des Informationssignals soll aber ebenfalls erfolgen auch wenn keine Positionsaktualisierung erfolgen konnte. Ist dies der Fall, muss im Informationssignal erkennbar sein, wann die letzte Positionsaktualisierung erfolgte.

Allgemein gilt für beide Signalarten, dass bei der **Einstellung des Sendeintervalls** beider Signale auch Wellenbewegungen berücksichtigt werden müssen. So ist damit zu rechnen, dass die Signale, die aus einem Wellental gesendet werden, nur unzuverlässig empfangen werden können und die Signale, die von einem Wellenberg gesendet werden, zuverlässig



empfangen werden können. Dies entsteht durch den Abschirmungseffekt des Wassers. Die Hersteller behaupten, dass die Senderate 8 Signale in 14 Sekunden eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit erzeugt, mindestens ein Signal auf einem Wellenberg gesendet zu haben.

Der ideale Notsender muss weiterhin auch einige rein technische Anforderungen erfüllen, die im Folgenden dargestellt werden sollen.

**Hardwarebeschreibung des idealen Notsenders**

Anforderungen	Anmerkungen
Wasserdicht, bis 10m	Ist die übliche Tiefe die auch von anderen Herstellern beziffert wird und bei einem idealen Sprung ins Wasser (Turmspringen) von einem Mensch voraussichtlich nicht mehr zu erreichen ist
Eigener positiver Auftrieb	Der Notsender muss auch unabhängig von Rettungsweste oder anderem Schwimmkörpern an der Wasseroberfläche mit freier Antenne treiben können
Anbringbar an eine Aufblasbare Rettungsweste	Größe, Gewicht, Konstruktion etc. muss geeignet sein um den Notsender an einer aufblasbaren und an einer Feststoffrettungsweste zu montieren.
Notsender und Antenne darf den Träger nicht stören, behindern oder verletzen	Die Größe und Gewicht sollte daher auf ca. Mobiltelefongröße beschränkt sein. Es darf beim Fall ins Wasser und beim aufblasen der Rettungsweste keine Verletzungsgefahr vom Notsender ausgehen.
Wartungsarm	Der Wartungsintervall soll nicht kleiner als 2 Jahren sein
Energie für mindestens 24 Stunden	Diese hohe Stunden Zahl soll gewährleisten, dass falls die Person aus irgendwelchen Gründen doch nicht gleich aufgenommen werden kann, sie dennoch über einen gewissen Zeitraum geortet werden kann
Selbständiges Ausrichten im Wasser	Falls der Notsender von der Rettungsweste abfällt bzw. ganz bewusst nicht an der Rettungsweste befestigt wird, muss der Notsender sich im Wasser ohne Hilfe von anderen Körpern so positionieren, dass er senden kann
Funktionserhalt des Notsenders auch unter Einfluss der alltäglichen Belastungen beim Tragen	Verschiedenste Wetter- und Klimaverhältnisse, Stöße und extreme Bewegungen, Sonneneinstrahlung, See-Klima usw.
Sturzfestigkeit	Er muss kleinere Stürze aus 1-2 m Höhe auf festen Untergrund wie Stahl standhalten. Er muss größere Stürze aus bis zu 30 m Höhe ins Wasser standhalten und bei gleichzeitiger Geschwindigkeit horizontal zur Wasseroberfläche von ca. 30 kn
Ausreichend Sendeleistung	Zur Gewährleistung der geforderten Sendeaufgaben
Systemtestfunktion	
Einfache manuelle Bedienung	
Reichweite	> 5,5 km

**Tabelle 7 Anforderungen an einen Notsender**

## **C.4 → Rettungsweste und Schutzausrüstung [AP2003,2004]**

### **C.4.1 Die Rettungsweste im Rettungsprozess „AGaPaS“**

#### **Aufgaben der Rettungsweste im Rettungsprozess**

Die grundsätzlichen Aufgaben der Rettungsweste im Projekt sind „Schutz vor Ertrinken“ und „Trägerkörper für den Notsender“. „Schutz vor Ertrinken“ ist die grundsätzliche Aufgabe für die eine Rettungsweste existiert. Die Aufgabe der Rettungsweste als „Trägerkörper für den Notsender“ zu dienen ist eine Aufgabe, die der Rettungsweste durch das Ziel des Projektes aufgetragen wird. Diese beiden Aufgaben werden im Folgenden kurz erläutert.

Eine Rettungsweste ist ein Basisschutz, vergleichbar mit einem Autosicherheitsgurt, der, unabhängig von anderen Rettungssystemen, immer getragen werden sollte. Es ist möglich und auch wahrscheinlich, dass eine ins Wasser gefallene Person die Atemwege nicht aus eigenen Kräften über Wasser halten kann. Hierfür sind verschieden Gründe denkbar wie beispielsweise Benommenheit durch den Aufprall aufs Wasser, Verletzung oder Ohnmacht durch Ereignisse an Bord vor dem Fall oder Schockzustand im Wasser. In dem Fall, dass die Atemwege nicht aus eigener Kraft über Wasser gehalten werden können, ist das Tragen einer Rettungsweste unerlässlich. Auch wenn das Rettungssystem aus AGaPaS vorhanden ist, da dieses Rettungssystem wenige Minuten bis zur verunfallten Person benötigt und diese Zeitspanne bereits für eine Person ohne Rettungsweste zu lang sein kann. Aus diesen Gründen soll auch im Rettungsprozess von einer verunfallten Person mit Rettungsweste ausgegangen werden.

Im Rettungsprozess von „AGaPaS“ wird die Rettungsweste zusätzlich als Trägerkörper für den Notsender verwendet. Grundsätzlich ist es auch möglich, dass die Person den Notsender unabhängig von der Rettungsweste trägt, jedoch würde dies bedeuten, dass zwei Systeme angelegt werden müssten statt eines. Dies wäre zusätzlicher Aufwand für die Person und reduziert die Akzeptanz des Notsenders. Somit ist es sinnvoll, die Rettungsweste als Träger für den Notsender zu verwenden, um nur ein System, Rettungsweste mit integriertem Notsender, anlegen zu müssen statt zwei Systemen, Rettungsweste und Notsender. Weiterhin hat der Notsender durch die Montage an der Rettungsweste einen festen Platz und kann so nicht vergessen werden. Außerdem ermöglicht die Montage des Notsenders an der Rettungsweste eine bessere und einheitliche Position in Bezug auf bestmögliche Position zum Senden der Signale. Es kann garantiert werden, dass der Notsender sich nach dem Sturz ins Wasser etwas erhöht über der Wasseroberfläche befindet. Muss der Notsender zusätzlich als zweites System getragen werden, besteht die Gefahr, dass der Notsender z.B. an der Hüfte getragen wird und somit nicht aus dem Wasser heraus kommt um seine Signale senden zu können.

### ***Pflichten der RW in unserem Projekt***

Aus diesen Aufgaben und den Randbedingungen des Rettungsprozesses ergeben sich einige Pflichten, die die Rettungsweste zu erfüllen hat.

Die Pflichten für die Aufgaben „Schutz vor Ertrinken“ sind ausreichend Auftrieb und ausreichend Drehvermögen für Personen mit schwerer Arbeitskleidung.

Die Pflichten für die Aufgabe „Trägerkörper für den Notsender“ können stichpunktartig in drei Pflichten gegliedert werden:

1. geeignete Fläche und Möglichkeit für die Montage des Notsenders
2. geeignete Position während eines POB-Unfalls
3. geeignete Position während üblicher Arbeiten an Bord
4. sicheres automatisches in Betrieb setzen nach dem Auftreffen auf dem Wasser

Die erste Pflicht für die Aufgabe „Trägerkörper für den Notsender“ ist die Bereitstellung einer geeigneten Fläche und Möglichkeit für die Montage des Notsenders. Hierbei ist es wichtig, dass eine ausreichende Montagefestigkeit ermöglicht wird sowie eine geeignete Position im Notfall und während der üblichen Arbeiten an Bord. Die Montagefestigkeit muss für einen Sturz ins Wasser und Stöße bei der Arbeit an Bord ausgelegt sein sowie langzeitigen Belastungen durch die Größe und das Gewicht des Notsenders widerstehen.

Die zweite Pflicht für die Aufgabe „Trägerkörper für den Notsender“ ist eine geeignete Position während des POB-Unfalls für den Notsender bereitzustellen. Während des POB-Unfalls ist die beste Position für den Notsender die Position, in der sich die Antenne des Notsenders am höchsten oberhalb der Wasseroberfläche befindet und der Notsender gleichzeitig, bei einem Wasserkontaktauslöser, zur Auslösung notwendiger Wassermenge ausgesetzt wird (4.). Weiter muss die Position während des POB-Unfalls so sein, dass durch den Notsender keine Verletzungsgefahr, z.B. in Folge von Wellenschlag, für die Person entsteht. Die dritte Pflicht ist die geeignete Position während der üblichen Arbeiten bereitzustellen. Hierbei ist zu beachten, dass der Notsender den Träger der Rettungsweste nicht in seinen üblichen Arbeiten an Bord beeinträchtigen und belästigen darf.

Weiter besteht aufgrund der Randbedingung des Projektes eine weitere Pflicht, die unabhängig von den Aufgaben erfüllt sein muss. Da im Projekt von einem Arbeitsunfall ausgegangen wird, muss die Rettungsweste auch von den Maßen, vom Gewicht und Tragekomfort her für Arbeiten an Bord geeignet sein.

Alle diese Pflichten müssen für die Position des Notsenders an der Rettungsweste zutreffen, um ein Versetzen des Notsenders je nach Situation zu verhindern. Aus diesem Grund werden voraussichtlich Kompromisse zwischen den Pflichten nötig sein.

## C.4.2 Bauweise von Rettungswesten

Grundsätzlich sind Rettungswesten in ihrer Bauweise in Feststoff und aufblasbare Rettungsweste zu unterscheiden.

Hinsichtlich der Pflichten für die grundsätzliche Aufgabe „Schutz vor Ertrinken“ kann kein allgemeiner Unterschied zwischen Feststoffrettungswesten und aufblasbaren Rettungswesten definiert werden. Beide Rettungswestenarten müssen nach dem LSA-Code zertifiziert sein und erfüllen somit beide die Mindestanforderungen nach dem LSA-Code. Daher kann bezüglich des Schutzes vor Ertrinken zunächst kein Unterschied gemacht werden.

Hinsichtlich der Pflichten für die grundsätzlichen Aufgabe „Trägerkörper für den Notsender“ sind Feststoff und aufblasbare Rettungsweste geeignet. Es ist denkbar den Notsender in den Körper der Feststoffrettungsweste einzuarbeiten oder mittels Tasche an der aufblasbaren Rettungsweste zu befestigen. In beiden Fällen wird eine geeignete Größe des Notsenders vorausgesetzt. Beide Varianten sind möglich wobei die Variante mit der aufblasbaren Rettungsweste beinhaltet, dass der Notsender und seine Befestigung auch für den Aufblasvorgang und den damit verbundenen Bewegungen der Rettungsweste geeignet sein muss.

Hinsichtlich der Pflichten bezüglich der Ausgangssituation Arbeitsunfall und der damit verbundenen lange Tragezeit vor dem Unfall bei Arbeiten an Bord sind jedoch zwischen Feststoffrettungswesten und aufblasbaren Rettungswesten große Unterschiede festzustellen. Die Feststoffrettungswesten sind durch ihren starren Auftriebskörper sperriger und unbequemer zu tragen als aufblasbare Rettungswesten, die erst nach Aktivierung ihre volle Größe erreichen. Dies erhöht die Akzeptanz der Besatzung, bezüglich des Tragens von Rettungswesten, erheblich. Aus diesem Grund ist die aufblasbare Rettungsweste deutlich besser geeignet für Decksarbeiten als die Feststoffweste. Somit soll auch im Projekt AGaPaS mit einer aufblasbaren Rettungsweste gearbeitet werden.

Ganz allgemein soll ergänzend zu der Bauweise von Rettungsweste auf ein seit Jahren bekanntes Problem von allen Rettungswesten bezüglich des Drehvermögens hingewiesen werden. Das Drehvermögen der Rettungswesten ist bei Personen mit schwerer Arbeitskleidung, mit Überlebensanzug oder in einer ungünstigen Position (gespreizte Arme) nur bedingt geeignet, um die ohnmachtsichere Lage zu gewährleisten. Es können sich Lufteinschlüsse in schwerer Arbeitskleidung und im Überlebensanzug bilden, die Auftriebskräfte entwickeln, die eine Drehung in die ohnmachtsichere Lage erschweren bzw. verhindern können. Auch bei Personen, die einfache Kleidung tragen flach und ruhig mit vom Körper abgespreizten Armen auf dem Bauch im Wasser liegen ist es problematisch, die ohnmachtsichere Lage nur durch das Drehvermögen der Rettungsweste zu erlangen.

Dieser Problematik soll die Neuentwicklung von 3D Körpern an der Rettungsweste, die einen größeren Hebelarm im Wasser aufweisen, entgegen wirken. Somit ist die Vermutung naheliegend, dass wenn diese 3D Körper den versprochen Sicherheitsgewinn wirklich haben, diese Körper in Zukunft Standard werden sollten. Da der Rettungsprozess auch beim Tragen schwerer Kleidung oder Überlebensanzug die Person retten und der Prozess auch auf zukünftige Bedingung konzipiert werden soll, ist es sinnvoll eine dieser neuartigen Rettungswesten zu benutzen.

#### **C.4.3 Aufblasbare Rettungsweste Alpha 3D von Secumar**

Für das Projekt „AGaPaS“ wurde aus den genannten Gründen im Kapitel „Bauweisen der Rettungsweste“ entschieden, eine Rettungsweste mit 3D Körpern anzuschaffen. Da bisher nur die Firma Secumar diese 3D Körper produziert, wurde von dieser Firma eine Rettungsweste mit 3D Körpern angeschafft. Gleichzeitig bietet die Firma die 3D Körper als aufblasbare Rettungsweste an, was der Forderung nach einer aufblasbaren Rettungsweste im Kapitel „Bauweisen der Rettungsweste“ entspricht. Dieser Rettungswestentyp wird von der Firma Secumar in unterschiedlichen Varianten angeboten.

Vor allem aus Kostengründen wurde die Arbeitsschutzweste „Alpha 3D“ von Secumar angeschafft. Andere 3D Rettungswesten unterscheiden sich nur in Ihrer zusätzlichen Ausstattung wie beispielsweise Stroboskop Licht, Sprayhood, Tasche für einen Peilsender und der doppelten Auftriebskammer. Eine Rettungsweste mit diesem Zubehör; die Scout 3D von Secumar ist auf folgenden Fotos zu sehen:





**Abbildungen 48 Rettungsweste Scout 3D von Secumar**

Für die Versuche in der Ostsee hat das ISV neben der Rettungsweste weitere Schutzausrüstung in Form von Kälteschutz für den Probanden im Wasser angeschafft. Hierbei war das Ziel eine Schutzausrüstung zu erwerben, mit der eine möglichst reale Position einer verunfallten Person im Wasser simuliert werden kann und gleichzeitig einen bestmöglichen Kälteschutz für einen Aufenthalt im Wasser von ca. 15 min bis 60 min aufweist. Weiter sollte es möglich sein über der Schutzausrüstung normale Kleidung zu tragen, um auch bei Vorführungen einen normalen Arbeitsunfall darzustellen.

Recherchiert wurden verschiedenen Möglichkeiten aus dem Sport- und Berufsbereich, um der Versuchsperson einen Kälteschutz zu bieten. Diskutiert wurden folgende Möglichkeiten:

- Floating Anzug (z.B. Angler)
- Trockenanzug aus dem Segelsport
- Trockenanzug aus dem Tauchsport
- Nass oder halbtrockener Neoprenanzug (z.B. Taucher, Surfer etc.)
- Überlebensanzug (z.B. Berufsschiffahrt, Offshore)

Der Floatinganzug ist ein Kälteschutz der viel von Anglern verwendet wird. Er beinhaltet einen guten Kälte- und Wetterschutz und viel Bewegungsfreiheit solange die Person sich an Bord befindet und nicht im Wasser ist. Für den POB-Unfall bietet er einen geringen Auftrieb, der als Schwimmhilfe aber nicht als Ersatz für eine Rettungsweste dient. Weiter besitzt der Floatinganzug isolierende Eigenschaften im Wasser, die aber aufgrund der Bauweise, weite Schnittform mit keinen wasserdichten Manschetten, sehr gering ist. Der Anzug lässt durch seine Bauweise viel Wasser eindringen, weshalb nur ein geringer Kälteschutz entsteht. Aufgrund des deutlichen Eigenauftriebs (ca. 50 N) und aufgrund des geringen Kälteschutzes ist dieser Anzug für das Projekt AGaPaS nicht geeignet. Weiter ist der Floatinganzug nicht geeignet für das Überziehen von normaler Kleidung.

Der Trockenanzug aus dem Segelsport ist vor allem für Segler gedacht, die bedingt durch deren Boot, z.B. kleine Katamarane, öfters kentern bzw. extremen Wasserschlag ausgesetzt sind. Diese Anzüge sind vollständig wasserdicht und besitzen Manschetten, die das Eindringen von Wasser an Armen, Beinen, Hals verhindern. Dieser Anzugstyp bietet jedoch keinen Isolationseigenschaften, die zusätzlich durch Thermowäsche erzeugt werden müsste.

Weiter werden aus diesem Anzug nie alle Lufteinschlüsse entfernt werden können, vor allem nicht wenn Thermowäsche noch genutzt wird, weshalb auch dieser Anzug einen gewissen Auftrieb aufweisen wird. Aufgrund des Auftriebes durch die Lufteinschlüsse ist dieser Anzug nicht geeignet.

Der Trockenanzug aus dem Tauchsport ist ebenfalls vollständig Wasserdicht genau wie der Trockenanzug aus dem Seglersport. Der Trockenanzug aus dem Tauchsport verfügt aber über viele extra Funktionen und besteht aus anderen Materialien. Extrafunktionen wie Ventile zum auf und abblasen von Luft etc. sind Funktionen die für unsere Versuche nicht gebraucht werden. Auch dieser Trockenanzug hat keine eigene Isoliereigenschaft. Er wird ebenfalls immer einen Auftrieb besitzen, der im Tauchsport nur durch das richtige Tarieren, massiver Einsatz von Gewichten und dem richtigen aufblasen und ablassen von Luft überwunden werden kann. Das notwendige Tarieren und die hohen Kosten für diesen Anzugstyp sind die Gründe, die eine Verwendung dieses Anzugstyps ausschließen.

Der nasse oder halbtrockene Neoprenanzug wird beispielsweise von Tauchern, Surfern, Seglern oder Wasserskiläufern verwendet. Er besitzt gute isolierende Eigenschaften und besitzt wenig Auftrieb, der durch das Material und nicht durch Lufteinschlüsse entsteht. Wobei der Kälteschutz durch das isolierende Material bei sehr kaltem Wasser 0-10 °C auch an seine Grenzen stößt. Er liegt eng am Körper an und verhindert so eine permanente Umspülung durch Wasser. Der halbtrockene Neoprenanzug verfügt über zusätzliche Manschetten, die die Umspülung zusätzlich reduzieren. Generell bietet diese Anzüge eine gute Bewegungsfreiheit und sind geeignet, um normale Kleidung über den Anzug zu ziehen. Dem vorhandenen Auftrieb durch das Material kann mit etwas Blei entgegengewirkt werden. Trotz des begrenzten Kälteschutzes überwiegen die guten zweckmäßigen Eigenschaften, insbesondere vom halbtrockenen Neoprenanzug, sowie das PreisLeistungsverhältnis weshalb ein Anzug dieser Art angeschafft wurde.

Ein Überlebensanzug ist vollständig wasserdicht und besitzt isolierende Eigenschaften, die auch über mehrere Stunden einen ausreichenden Kälteschutz auch bei kaltem Wasser bietet. Dies ermöglicht bei fast jedem Wetter Versuche durchzuführen. Verwendet wird der Überlebensanzug in der Schifffahrt und in der Offshore-Industrie. Jedoch sind in einem Überlebensanzug immer große Lufteinschlüsse vorhanden, die einen großen Auftrieb verursachen, weshalb eine Simulation einer Person ohne Schutzanzug nicht möglich ist. Aufgrund des sehr guten Kälteschutzes und der damit verbundenen Flexibilität bei der Durchführung von Versuchen sowie aufgrund der Tatsache, dass auch potentiell verunfallte Personen einen Überlebensanzug tragen könnten, wurde ein Überlebensanzug zusätzlich zum halbtrockenen Neoprenanzug angeschafft.

Zusätzlich wurden noch speziell für den Neoprenanzug passende Neoprenstiefel (Füßlinge), Neoprenhandschuhe und Neoprenkopfhaube gekauft, um auch die Füße, Hände und Kopf vor Kälte zu schützen.

Um die Simulation einer verletzten Person im Wasser zu verbessern wurde zusätzlich Fußblei gekauft.

Für Kameraaufnahmen und Kontrollen am Rettungsfahrzeug im Wasser wurden auch Taucherbrille und Schnorchel angeschafft.

## **C.5 Rettungsfahrzeug, Personenaufnahmeeinheit, Überlebensraum [AP 1011, 2001,2002]**

### **C.5.1 Grundsätzliche Überlegungen und Forderungen an die Rettungstechnik**

Die grundsätzliche Aufgabe des Rettungsfahrzeugs ist die technische Ausrüstung, die nötig ist um das Überleben der Person im Wasser zu sichern und zur verunfallten Person zu gelangen. Gleichzeitig muss das Rettungsfahrzeug dieser Technik eine geeignete Funktionsumgebung zur Durchführung deren Aufgaben zur Sicherung der Person bieten und die notwendigen Bedingungen dazu schaffen z.B. die Ansteuerung der Person aus einer bestimmten Richtung.

Somit kann das Rettungsfahrzeug in die folgenden zwei Hauptaufgaben und Hauptkomponenten eingeteilt werden:

- Das Rettungsfahrzeug mit Navigations-, Antriebs- und Hilfssystemen
- Die Personenaufnahmeeinheit mit der Technik zum Schutz des Überlebens der POB

Bezüglich der Personenaufnahmeeinheit soll darauf hingewiesen werden, dass zu der Technik, die dem Schutz des Überlebens der POB dient, auch der Überlebensraum gehört. Die Hauptaufgabe des Überlebensraums besteht in dem Schutz der Person vor Wind und Wasser. Eine zusätzliche Aufgabe kann auch das Reduzieren des Wärmeverlust durch isolierende Effekte oder wärmeerzeugende Systeme sein.

Auf Basis des erstellten Rettungsprozesses, den Anforderungen an den Rettungsprozess und den einzelnen Aufgaben der Systeme des Rettungsfahrzeugs lassen sich grundsätzliche Forderungen an die technische Umsetzung ableiten, die Auswirkungen auf das gesamte technische Konzept des Rettungsfahrzeugs und dessen Personenaufnahmeeinheit hatten und die die technische Umsetzung beeinflussen.

1. Das Aussetzen des RF soll zuverlässig nach positiver Plausibilitätsprüfung automatisch von der SAR-Station oder manuell von der Brücke gestartet werden.
2. Das RF soll wegen des Zeitvorteils durch einen freien Fall zu Wasser gelassen werden können. Die dadurch entstehenden hydrodynamischen Kräfte müssen von dem RF und dessen gesamter Ausrüstung voll funktionsfähig überstanden werden.



3. Die konstruktive Ausführung der RF ist gekennzeichnet durch geringen hydrodynamischen Widerstand und hohe Querstabilität, die ein Kentern infolge Seegangs ausschließt. Alternativ ist auch ein selbstaufrichtendes RF denkbar.
4. Mit der Aufnahme der Person durch das RF dürfen keine relevanten negativen Auswirkungen auf die Stabilität des RF entstehen.
5. Personenaufnahmeeinheit mit der Fähigkeit die Person nahezu waagrecht aus dem Wasser heraus aufnehmen zu können
6. Personenaufnahmeeinheit muss auch entkräftete und bewusstlose Personen aufnehmen können
7. Das RF soll sein Manöver mit einer Geschwindigkeit erfüllen können, so dass 180 Sekunden für den Rettungsprozess nach dem Fall der Person bis zum Erreichen des Nahbereichs der Person nicht überschritten wird.
8. Das RF soll nach dem Auftauchen und dem Empfang der ersten Positionskordinaten seine Zielfahrt automatisch zur Person aufnehmen können.
9. Die Propulsion ist so auszulegen, dass das RF bei Glattwasser mindestens  $v=5\text{kn}$  erreicht.
10. Das RF besitzt eine Energiequelle, die die Manövrierfähigkeit unter Vollast und bei Aktivierung aller anderen Systeme mind. 30 Minuten aufrecht halten kann. Diese Zeit berücksichtigt die Zielfahrt und Hilfsmanöver bei der Wiederaufnahme des RF, jedoch keine Rückfahrt zum Schiff.
11. Weitere Energiereserven sind für mind. 60 Minuten vorzuhalten, in denen bis auf den Antrieb alle Systeme ihre Funktionen gleichzeitig ausüben können.
12. Das RF soll über Techniken verfügen, die die Person und deren Lage im Wasser zuverlässig in Echtzeit erkennen kann. Das soll im Nahbereich von min. 5 m Radius um die Person sowie unabhängig von Tageszeit und Wetterbedingungen möglich sein.
13. Im Nahbereich soll das RF manuell von der SAR-Station aus steuerbar sein.
14. Zur psychischen Stabilisierung und für weitere Informationen soll ein akustischer Kontakt vom RF zur Person im Wasser möglich sein.
15. Die Manövrierfähigkeit des RF soll eine schnelle und effektive Ansteuerung bei wechselnden See- und Windbedingungen unter Beachtung der erforderlichen Aufnahmeposition des Verunfallten gewährleisten.
16. Das RF kann mit dem waagrecht liegenden Verunfallten unter Berücksichtigung eines vertretbaren Personaleinsatzes bei den gegebenen Randbedingungen an Bord gehievt werden. Außerdem darf keine Gefährdung des Verunfallten während des Aufnahmevorgangs entstehen.

## **C.5.2 Entwicklung eines Konzeptes für ein Rettungsfahrzeug**

### **C.5.2.1 Vorüberlegungen**

Um die grundsätzliche Aufgabe des Rettungsfahrzeugs (siehe vorheriges Kapitel erster Absatz) erfüllen zu können, muss das Konzept des Rettungsfahrzeugs auf die notwendige Technik zum Schutz der Person vor Unterkühlung und Ertrinken ausgerichtet werden. Hierzu muss das Konzept des Rettungsfahrzeuges und der dazugehörigen Technik eine schnelle und sichere Zuführung des RF und der Überlebenstechnik zur Person ermöglichen sowie die Person ausreichend lange vor weiterer Unterkühlung und Ertrinken schützen.

Maßgeblich beeinflusst wird die Gestaltung des Rettungsfahrzeugs durch die grundsätzliche Art und Weise wie der Schutz für die Person gewährleistet wird. Dies ist dadurch bedingt, dass mit dem technischen Konzept auch eine bewusstlose Person, die keine unterstützenden Tätigkeiten ausführen kann, gerettet werden soll. Es wurden drei verschiedene Arten gefunden, bei denen die technischen Mittel den Schutz für die Person im Wasser, im Rettungsfahrzeug oder durch ein zugeführtes zusätzliches Rettungsmittel erstellen können.

#### **➤ Aufbau des Schutzes vor Unterkühlung und Ertrinken durch ein zusätzliches zugeführte Rettungsmittel:**

Diese Art den Schutz für die Person zu erstellen ist gekennzeichnet dadurch, dass für die POB durch das Rettungsfahrzeug ein zusätzliches Rettungsmittel zum Einsatz kommt. Hierbei werden die Überlebensbedingungen der Person durch das zugeführte Rettungsmittel gesichert und nicht durch das Rettungsfahrzeug. Das Rettungsfahrzeug dient in diesem Fall als eine reine Transporteinrichtung für das Rettungsmittel. So könnte das Rettungsfahrzeug als eine sehr kleine Einheit konstruiert werden. Den Schutz könnte das zugeführte Rettungsmittel erreichen, indem es sich beispielsweise beim Aufblasen automatisch um die Person legt und durch diese Umhüllung einen Schutz bietet. Diese Art den Schutz für die Person zu erstellen wurde nicht weiter verfolgt, da die technische Umsetzung als zu kompliziert angesehen wurde.

#### **➤ Aufbau des Schutzes vor Unterkühlung und Ertrinken im Wasser:**

Bei dieser Art ist der Grundgedanke, dass die Person im Wasser bleibt und der Schutz im Wasser der Person zugeführt wird. Dadurch ist es nicht erforderlich das Gewicht und die Größe der Person aus dem Wasser in das Rettungsfahrzeug zu heben. Dies hätte ebenfalls den Vorteil, dass das Rettungsfahrzeug sehr klein konstruiert werden könnte. Im Unterschied zu der Zuführung eines zusätzlichen Rettungsmittels sind jedoch hier die technischen Mittel zum Aufbau des Schutzes in das Rettungsfahrzeug integriert, so dass eine gezielte Zuführung der Technik an die Person möglich ist.

Die Technik zum Schutz der Person könnte beispielsweise ein schlafsackförmiges Gewebe sein, das der Person im Wasser um den Körper gelegt wird durch Überstülpen von den

Füßen oder Kopf her oder durch um den Körper wickeln. Durch Seilzüge oder einen Aufblasvorgang könnte dieses Gewebe dann an den Körper angepasst werden, so dass keine weitere Umspülung stattfinden kann und das Auskühlen verlangsamt wird. Außerdem könnte der Sack mit wärmendem Gewebe versehen sein.

Durch die mögliche geringe Baugröße des Rettungsfahrzeugs und der dennoch gut kontrollierbaren Zuführung der Technik an die Person ist diese Idee als positiv bewertet worden. Jedoch konnte derzeit keine akzeptable technische Lösung gefunden werden, die das Gewebe der Person gefahrlos überstülpt oder um die Person wickelt. Aus diesem Grund wurde diese Idee nicht weiter verfolgt.

➤ **Aufbau des Schutzes vor Unterkühlung und Ertrinken im Rettungsfahrzeug:**

Bei dieser Art den Schutz zu erstellen wird die Person von der Personenaufnahmeeinheit im Rettungsfahrzeug aus dem Wasser herausgehoben und im Rettungsfahrzeug positioniert. Dies führt dazu, dass das Rettungsfahrzeug deutlich größer konstruiert werden muss, weil eine Person hineinpassen muss. Die Vorteile sind aber viele verschiedene Ideen und technische Umsetzungsmöglichkeiten, die gefunden wurden um die Person ins Rettungsfahrzeug aufzunehmen und dort zu schützen. Weiter bietet die nun erforderliche Größe des Rettungsfahrzeugs auch besser Möglichkeiten die notwendigen technischen Systeme wie z.B. Kameras besser zu positionieren. Allgemein ist der Schutz für die Person im Rettungsfahrzeug leichter und besser zu gestalten als bei den anderen beiden Arten den Schutz aufzubauen. Aus diesem Grund wurde diese Art weiter verfolgt und nach der besten technischen Lösung für das Rettungsfahrzeug und der Personenaufnahmeeinheit gesucht.

Die für diesen gewählte Art den Schutz für die Person aufzubauen wird eine Personenaufnahmeeinheit benötigt, die aus verschiedenen Richtungen an die Person herangeführt werden kann. Ausgehend von den Randbedingungen des Rettungsprozess und den Anforderungen an die Rettungstechnik wurden die einzelnen Richtungen ermittelt. Betrachtet man die Person im Wasser (Schwimmverhalten einer gesicherten Person im Wasser) ergeben sich sechs Hauptrichtungen von denen die Schutztechnik, also die Technik, die den Schutz vor Unterkühlung und Ertrinken aufbaut, an die Person herangeführt werden kann ohne dabei irgendeine bestimmte Schutztechnik bereits zu kennen. Die Schutztechnik kann von unten, oben, rechts, links, vorn und hinten an die Person herangeführt werden.

Die Heranführungsrichtung der Rettungstechnik von oben an die Person wurde ausgeschlossen, da davon ausgegangen werden muss, dass bei Seegang die Schutztechnik und die Person sich nie ganz gleichmäßig bewegen und so die Gefahr eines ungewollten Zusammenstoßes der Aufnahmetechnik und der Person sehr hoch ist. Weiter ist bei der Heranführungsrichtung von oben der Kopf der Person als erstes von dem Zusammenstoß betroffen und dies ist der schlechteste Fall.

Die Heranführungsrichtung der Schutztechnik an die Person kann von der Heranführungsrichtung des Rettungsfahrzeugs abweichen, wenn die Mechanik der Aufnahmetechnik dies zulässt. Da die Mechanik aber so einfach wie möglich gehalten werden soll, sollte dies möglichst vermieden werden. Daher muss bei den Überlegungen zu den Heranführungsrichtungen der Rettungstechnik die Heranführungsrichtungen des Rettungsfahrzeugs berücksichtigt werden.

Die Heranführungsrichtung des Rettungsfahrzeugs an die Person ist durch die Wetterbedingungen bestimmt. Im Allgemeinen ist unabhängig von der Rumpfform des Rettungsfahrzeugs damit zu rechnen, dass das Rettungsfahrzeug bei senkrechter Lage zur Wellen und Windrichtung am leichtesten und stabilsten manövriert werden kann. Aus diesem Grund wurde diese Position vom Rettungsfahrzeug weiter verfolgt.

Da die Person sich mit den Füßen und dem Gesicht zum Wind hin ausrichtet, ist unter Berücksichtigung der senkrechten Position des Rettungsfahrzeugs zur Wellen und Windrichtung nur ein Heranführen des Rettungsfahrzeugs an die Person von hinten oder vorn denkbar.

Die Hauptproblematiken bei der Personenaufnahme wurden wie folgt identifiziert:

- Die tief im Wasser hängenden Beine, ca. 1,50 m
- Keine Unterstützung während der Aufnahme durch die verunfallte Person
- Unterschiedliche Bewegungen zwischen Person und Rettungsfahrzeug

### **C.5.2.2 Technische Konzeptvarianten**

Auf Basis dieser Vorüberlegungen wurden zunächst Ideen, unter Berücksichtigung der gestellten Anforderung, für verschiedenste Rumpfformen in die Überlegungen mit einbezogen.

#### **Rumpfform:**

- Dreirumpfform
- Tauchfahrzeug
- Veränderbarer Rumpf: z.B. Torpedoförmig beim Aussetzen und nach dem Aussetzen Katamaranform durch Torpedoteilung
- Einrumpf mit oder ohne Stabilisierungsausleger
- Katamaran mit einem starren geschlossenem Überlebensraum
- Katamaran mit flexibler Überdachung bzw. Überlebensraum

Diese Rumpfformen beinhalten unterschiedliche Möglichkeiten zur Anbringung und Gestaltung einer Personenaufnahmeeinheit aufgrund ihrer Bauformen. Verschiedene Gestaltungsideen für die technische Umsetzung der Aufnahme der Person wurden diskutiert.

Betrachtet wurde die *Aufnahme der Person durch ...*

- ...eine Rampe die nach dem Öffnen des Rumpfes schräg ins Wasser eintaucht. (möglich für verschieden Rumpfformen)
- ...eine Liftkonstruktion die senkrecht nach unten ins Wasser eintaucht. (Katamaran)
- ...eine offene V-förmige, U-förmige bzw. rechteckige Konstruktionen, in die die Person eingeschwenkt wird und die Person durch kippen dieser Konstruktion aufgenommen wird. (möglich für verschieden Rumpfformen)
- ...das Einholen von Seil- bzw. Netzverbindungen zwischen dem RF und der POB, die zuvor hergestellt wurden. Beispielsweise kann dies erfolgen indem das RF die Person umkreist und dabei ein Netz um die Person legt und das ausgelegte Ende des Netzes wieder aufnimmt umso das Netz mit der Person ins Fahrzeug ziehen zu können. (möglich für verschiedene Rumpfformen)
- ... durch ein vollständiges bzw. teilweises untertauchendes Rettungsfahrzeug, um anschließend unterhalb der Person wieder aufzutauchen um die Person in eine geöffnete Konstruktion bzw. ins geöffnete Rettungsfahrzeug einzuschwemmen. (Tauchfahrzeug)

In der Diskussion zu den verschiedenen Rumpfformen und den technischen Einrichtungen zur Personenaufnahme haben vor allem die Anforderung der Möglichkeit eines freien Falls und der damit notwendigen Eigenschaft des Selbstaufrichtens zum Ausschluss vieler Konzepte geführt.

Ein Dreirumpf erschwert diese geforderten Eigenschaften und zeigt gleichzeitig kaum Vorteil gegenüber einem klassischen Katamaranrumpf, weshalb der Dreirumpf ausgeschlossen wurde.

Das Tauchfahrzeug ist gut für den Freifall geeignet. Weiter kann mit einem Tauchfahrzeug das Verletzungsrisiko der PoB durch einen ungewollten Zusammenstoß der PoB mit dem Rettungsfahrzeug nahezu ausgeschlossen werden, da das Tauchfahrzeug eine Personenaufnahme unter der Person im getauchten Zustand beginnen würde. Die Problematik ist hier, dass umfangreiche Konstruktion für Antennen und Kameras aus dem Wasser heraus schauen müssen, um die Fernsteuerung zu realisieren. Auch konnte keine praktikable technische Lösung gefunden werden, um den Wassermassen entgegenzutreten die bei der PoB-Aufnahme durchs Auftauchen des Rettungsfahrzeug verdrängt werden müssten. Ein weiteres Problem ist auch die genaue Positionierung des Fahrzeugs unter der Person.

Der veränderbare Rumpf wäre gut für den Freifall geeignet und auch selbstaufrichtend. Jedoch konnte hier die gewählte Personenaufnahme in das Rettungsfahrzeug technisch nicht praktikabel gelöst werden. Deshalb musste diese Rumpfform ebenfalls verworfen werden.

Das Einrumpfkonzert ist gut für den Freifall geeignet und bekanntermaßen auch für selbstaufrichtende Fahrzeuge geeignet und wurde daher zunächst weiter verfolgt. In Verbindung mit der Personenaufnahme muss jedoch das Rettungsfahrzeug geöffnet werden und kann dadurch kentern. Da keine praktikable Lösung für diese Problematik gefunden wurde, muss dieses Rumpfkonzert aufgegeben werden.

Für die Rumpfform eines Katamarans konnte ein selbstaufrichtendes und für den Freifall geeignetes Konzept gestaltet werden. Bei genaueren Untersuchungen durch den Projektpartner konnte aber festgestellt werden, dass ein Katamaran mit starrem Überlebensraum nicht für den Freifall geeignet ist und daher die Katamaran Rumpfform ohne einen starren Überlebensraum weiter verfolgt wurde. Diese Rumpfformen beinhalten unterschiedliche Möglichkeiten zur Anbringung und Gestaltung einer Personenaufnahmeeinheit.

Ein vom ISV entwickelte erste Vision der gewählten Rumpfform Katamaran mit einer Personenaufnahmeeinheit ist in nachfolgender Abbildung zu sehen.

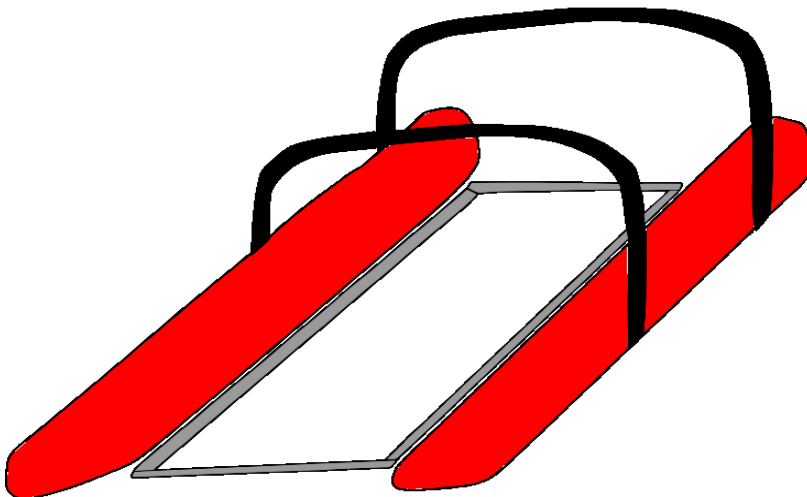
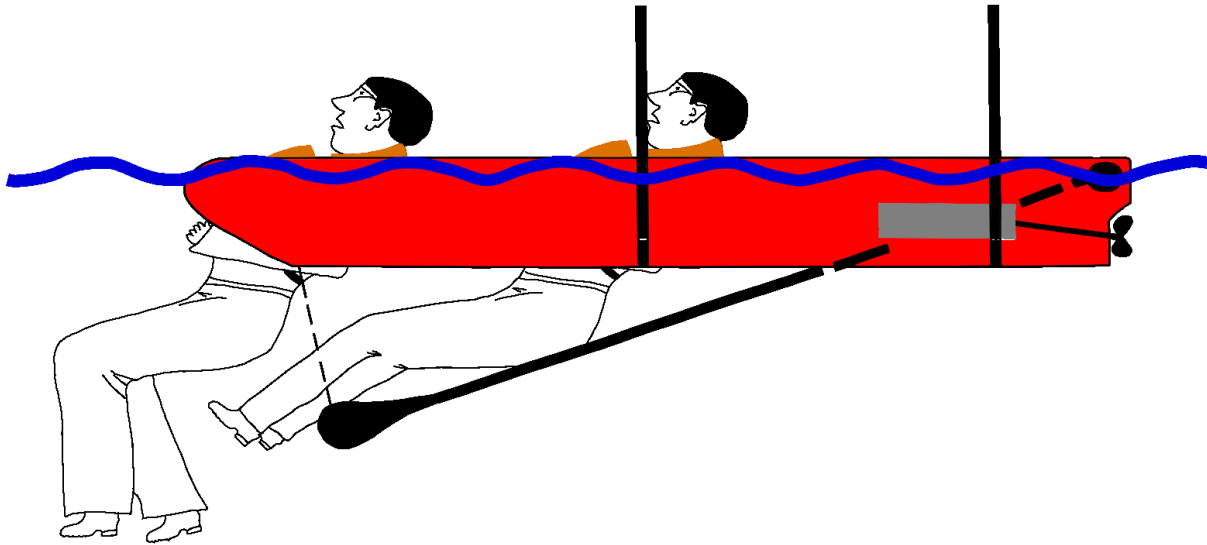


Abbildung 49 Perspektivische Ansicht der Vision zur ARE



**Abbildung 50** Seitenansicht der Vision zur ARE mit am Heck angeschlagener PAE

Die Aufnahme der Person sollte bei dieser Vision über eine rampenähnliche Konstruktion, bestehend aus einem Führungsrahmen der mit einem Netz bespannt ist, erfolgen. Hierbei befindet sich die rampenähnliche Konstruktion zwischen den Rümpfen des Katamarans, der von hinten an die Person heranfährt. So gelangt die Person rücklings zwischen die Rümpfe und wird gegen die schräg ins Wasser getauchte Rampenkonstruktion gedrückt. Anschließend kann die Rampenkonstruktion mit der Person in die Waagerechte gebracht werden.

Bei dieser Vision sollten zwei Bügel dazu dienen die Rümpfe zusammen zu halten und gleichzeitig als Führung für einen aufblasbaren oder aufspannbare Dachkonstruktion zur Herstellung des Überlebensraums dienen.

Diese Vision kann jedoch nur selbstaufrichtend sein, wenn an den Bügeln aufblasbare Kissen zum Wiederaufrichten des Katamarans befestigt werden. Da die Forderung nach dem selbstaufrichten und auch nach dem Freifall mit dieser Vision nicht optimal gelöst werden kann, wurde durch die Projektpartner das Konzept weiter verfeinert, so dass ein Katamaran mit einem geschlossenen Dach entstanden ist. Dieses Konzept ist selbstaufrichtend und für den freien Fall geeignet.

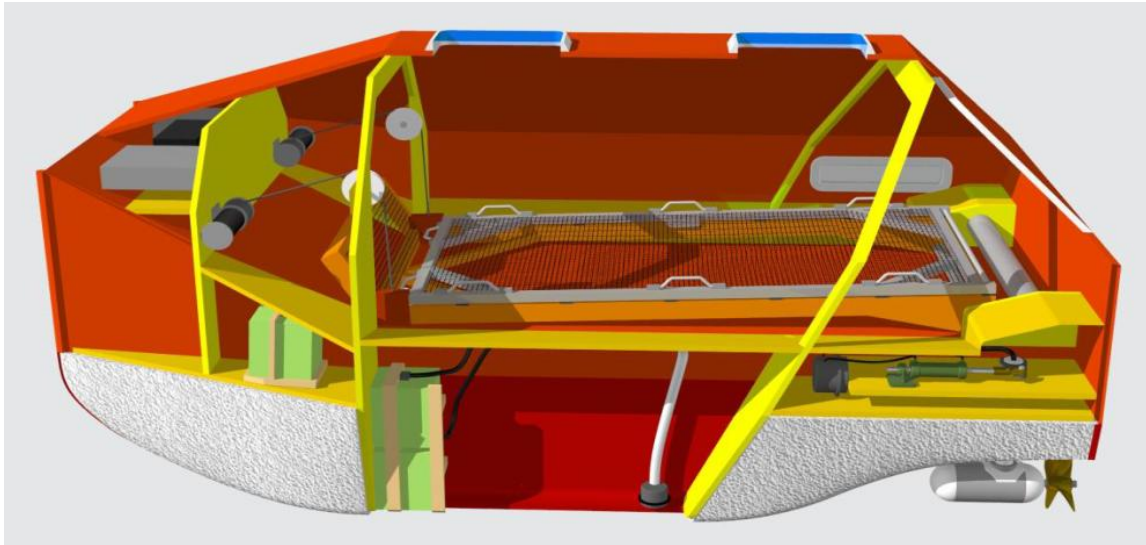


Abbildung 51 Schnitt durch den Katamaran (Quelle: 2. Zwischenbericht der UNI Berlin 2009)

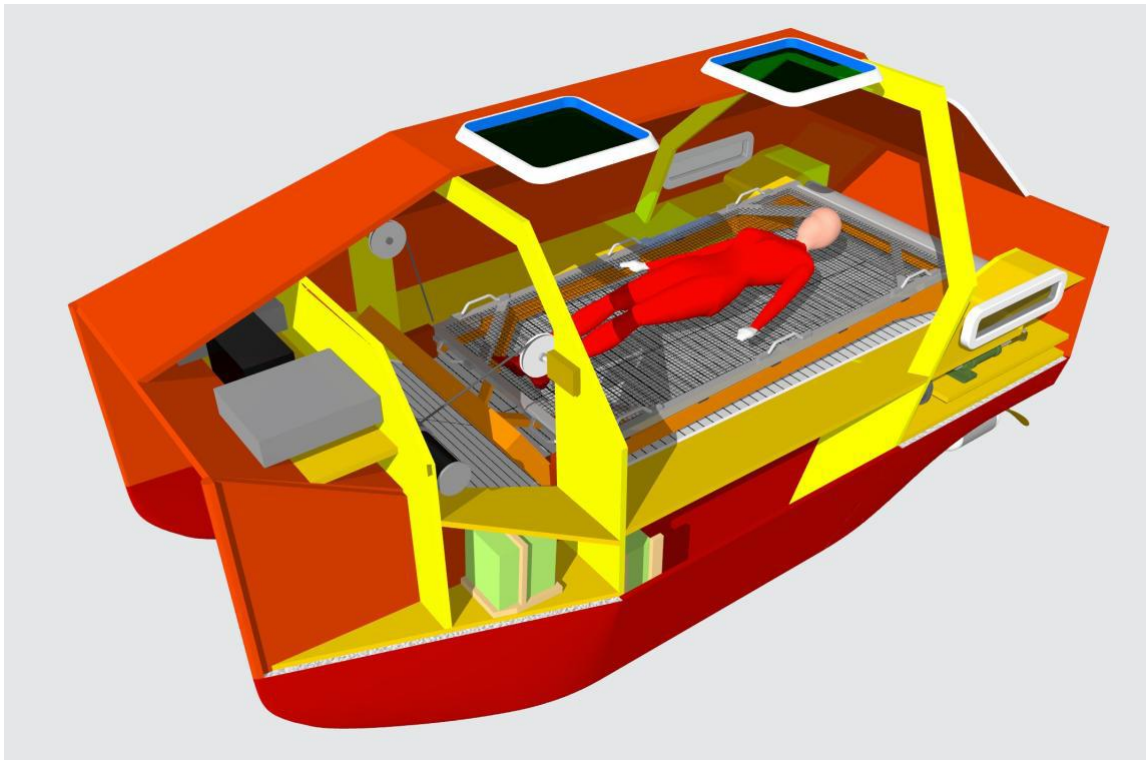
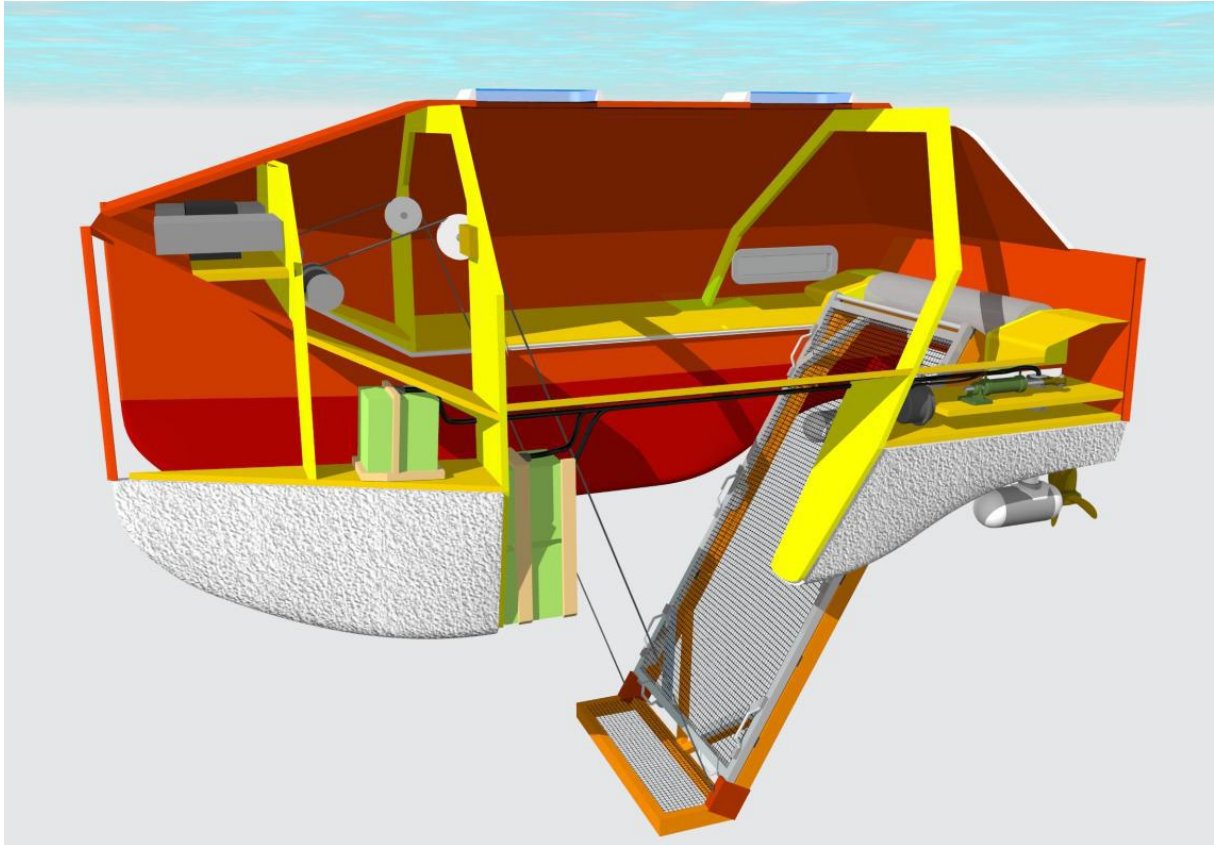


Abbildung 52 Katamaran- Entwurf mit aufgenommener Person (Quelle wie Abb. 50)





**Abbildung 53 Katamaranentwurf mit ausgefahrener Aufnahmeeinheit (Quelle wie Abb. 50)**

Weiter wurde sich für eine Korbkonstruktion als Personenaufnahmeeinheit entschieden statt eine Rampenkonstruktion, da eine Korbkonstruktion die Person vor einem Wegspülen während der Aufnahme durch die erhöhten Ränder besser schützt. Die Korbkonstruktion wurde mit einem Netz bespannt, in dem die Person nach der Aufnahme leicht einsinken kann. Das Einsinken ins Netz bewirkt, dass das Netz sich an die Person anschmiegt und ihr dadurch einen gewissen Halt und somit eine gewissen Schutz vor größeren Bewegung im Korb beim Seegang bietet.

#### **Diskutierte Aspekte:**

In der Diskussion um das gewählte Konzept für das Rettungsfahrzeug und dessen Personenaufnahmeeinheit wurden einige Aspekte besonders intensiv diskutiert. Diese Aspekte sollen hier kurz aufgeführt werden:

- Nickbewegungen → Durch Nickbewegungen des RF könnte das Rettungsfahrzeug von oben auf die Person schlagen. Um den Bereich, der am ehesten durch Nickbewegungen die Person im Wasser gefährden zu beseitigen, wurde eine Ausbuchtung im Dach des RF verwirklicht.
- Einfädeln zwischen den Rümpfen → Durch Seegang und durch Drift ist das einfädeln der Person zwischen den Katamaranrümpfen schwierig. Dies stellt große Anforderung an die Manövrierfähigkeit. Denkbar ist auch ein aufblasbarer Trichter zum Vergrößern der Öffnung vor dem Rettungsfahrzeug um eine leichteres Einfädeln zu ermöglichen.

- Größe des Rettungsfahrzeugs → Die Größe des Rettungsfahrzeugs und somit der Platzverbrauch schmälert die Bereitschaft ein solches System an Bord zu installieren. Jedoch ist bei dem Konzept „Person in waagerechter Position aus dem Wasser herausholen“ eine Mindestgröße für das RF durch die Größe der Person gesetzt. Weiter wird ein gewisser Toleranzbereich zur Personengröße benötigt um ein Einfädeln zu ermöglichen. So ergibt sich aus der angenommenen Menschengröße mit 2,20m Länge und einem Toleranzbereich von 1m eine Mindestgröße des Rettungsfahrzeugs von 3 m Länge.
- Freifall → Die Kräfte die durch einen Freifall bei voller Fahrt und Seegang seien zu groß. Der Korb kann durch ein Anschlagen an eine Leiste zwischen den Rümpfen statistisch beim Freifall entlastet werden. Für die Fahrzeugstruktur konnte eine Konstruktionsform von den Projektpartnern gefunden werden, die voraussichtlich diesen Kräften standhalten kann. Auch für die elektrischen Systeme ist man optimistisch, dass bei weiteren Entwicklungsschritten Lösungen gefunden werden können.

### **C.5.3 Überlebensraum für das Rettungsfahrzeug**

Da das gewählte Rettungsfahrzeugkonzept keinen starren geschlossenen Raum besitzt der als Überlebensraum für die aufgenommene Person verwendet werden kann, muss ein Überlebensraum nach der Aufnahme der Person geschaffen werden. Bei der Konzeptentwicklung dieses Überlebensraumes müssen die Aufgaben des Überlebensraums beachtet werden.

#### **Aufgabe des Überlebensraumes:**

Der Überlebensraum soll vorhanden sein, sobald die Person durch den Rettungskorb aufgenommen worden ist und diese in die waagerechte Position gebracht wurde. Ist die Person im Rettungskorb in die waagerechte Position gebracht worden, soll der Überlebensraum der Person folgenden Schutz bieten:

- Schutz vor Wind
- Schutz vor Umspülung
- Schutz vor Wellenschlag

**Vorstellung der Idee:**

An der Rettungskorbkonstruktion wird eine Art doppelte Rahmenkonstruktion angebracht. Diese besteht aus einer Rahmenkonstruktion, die annähernd die gleichen Maße aufweist wie der Rettungskorb. Die Konstruktion des doppelten Rahmens wird jedoch um einige cm nach außen hin (zum Wasser hin) versetzt, so dass zwischen der doppelten Rahmenkonstruktion und dem Rettungskorb ein Freiraum von ca. 6 cm entsteht. Dieser 6 cm Freiraum soll nach der Aufnahme der zu rettenden Person mit einer aufblasbaren Matte ausgefüllt werden.

Die Konstruktion des doppelten Rahmens und des Rettungskorbes bietet dabei eine stabile Führung für die Matte, so dass diese durch Wellenschlag und Wind nicht von ihrer Position gedrückt werden kann. Dieses Prinzip wird an den Stirnseiten und an der Bodenfläche des Rettungskorbes angewendet.

An den Längsseiten des Rettungskorbes wird ein Schutz gegen Wellenschlag und Wind geboten, indem der geringe Spalt zwischen Rumpf und Rettungskorb mit einer am Rettungskorb befestigten Dichtungslippe abgedichtet wird. Diese Dichtungslippe stößt direkt an den Rumpf des Rettungsfahrzeugs und schleift beim Aufholen bzw. Herablassen des Rettungskorbes am Bootskörper entlang.

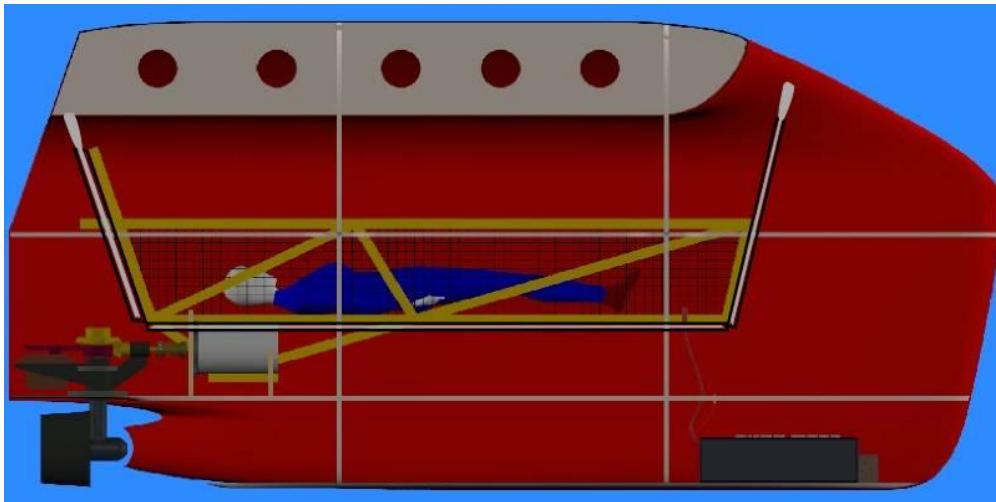
Die aufblasbaren Mattenkonstruktionen müssen ziehharmonikaartig gefaltet und an den entsprechenden Enden der doppelten Rahmenkonstruktion gestaut werden.

Bezüglich der Bodenfläche des Rettungskorbes ist es möglich, die Matte vollständig im doppelten Rahmen zu führen. An den Stirnseiten des Rettungskorbes ist dies nicht möglich.

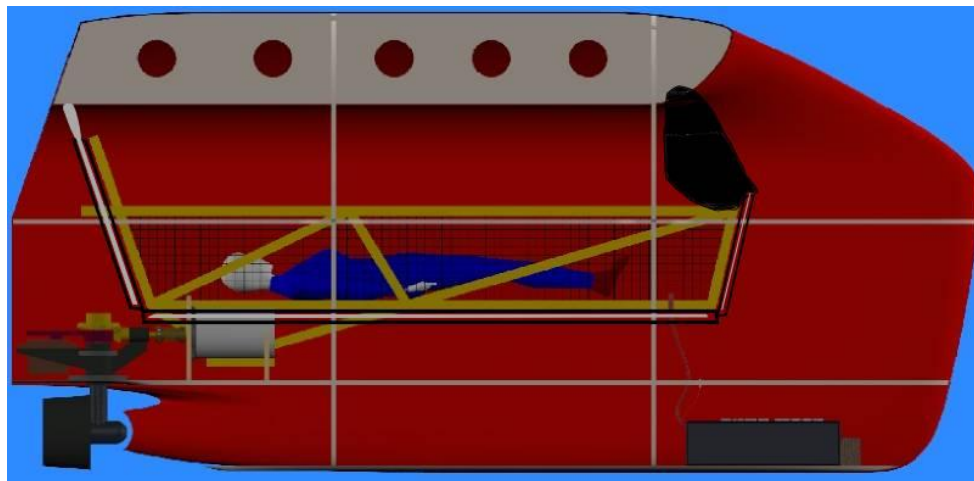
An der Heck-Stirnseite des Rettungskorbes muss die Mattenkonstruktion am oberen Ende der Stirnseite aus der doppelten Rahmenkonstruktion herausquellen, um einen Verschluss vom Rettungskorb bis zum Dach des Rettungsfahrzeugs herzustellen.

Auch an der Bug-Stirnseite des Rettungskorbes muss ein Verschluss vom Rettungskorb zum Dach des Rettungsfahrzeugs erzielt werden. Da der Rettungskorb einige Zentimeter vor dem Dach endet, ist hier ein simples Herausquellen der Mattenkonstruktion aus dem doppelten Rahmen nicht ausreichend. Entweder muss das herausquellende Ende der Mattenkonstruktion im aufgeblasenen Zustand so geformt sein, dass sich die aufblasbare Konstruktion über das Dach legt oder der Korb bzw. das Dach muss umkonstruiert werden, um einen Verschluss wie am Heck herstellen zu können.

Eine weitere Möglichkeit ist, dass im Dach aufblasbare Körper eingebracht werden, die sich vor oder auf den Korb legen.



**Abbildung 54** doppelte Rahmenkonstruktion mit verlängerter vorderer Stirnseite und herausquellenden aufblasbaren Mattenkonstruktionen (verdeutlicht die Problematik, dass der Korb länger ist als das Dach)



**Abbildung 55** doppelte Rahmenkonstruktion mit nicht verlängerter vorderer Stirnseite und eine angedeutete aufblasbare Wulst, die den Raum zwischen Dach und Rettungskorb verschließt

Die Bodenmatte kann quer zum Schiffsrumpf aufgeblasen werden, um die Strecke beim Aufblasen so kurz wie möglich zu halten. Dies ermöglicht auch eine geringe Packungsdicke der Matte im gestauten Zustand.

Die Stirnseite, bei der die Mattenkonstruktion herausquellen soll, kann nur längs zum Schiffsrumpf aufgeblasen werden, da ein herausquellen nur in Aufblasrichtung möglich ist.

Dieses Konzept zum Aufbau eines Überlebensraums wurde in diesem Projekt nicht an der Großausführung des Rettungsfahrzeugs realisiert, da die zeitlichen und finanziellen Ressourcen nicht ausreichten

**Versuchsmuster der doppelten Rahmenkonstruktion mit aufblasbarer Matte**  
**(Praktischer Funktionsnachweis)**



Abbildungen 56 Funktionsnachweis der aufblasbaren Schutzmatte

Bauteil	Maße	Material	Gewicht	Kosten
Doppelte Rahmenkonstruktion (2 X Stirnseite, 1 X Bodenfläche)	Angepasst an Rettungskorb	GFK (gleiches Material wie der Rettungskorb)	Nicht berücksichtigt	Nicht berücksichtigt
Führungskonstruktion des doppelten Boden (nur zur Wasserseite hin erforderlich, zur Personenseite hin sollte das Netz als Führung ausreichen)	Angepasst an Rettungskorb	GFK oder Stahlseile	Nicht berücksichtigt	Nicht berücksichtigt
Matten-Material für 3 Matten (Die Mattengröße im aufgeblasenen Zustand ist eine Richtgröße, es ist nicht die reale Größe)	25m <sup>2</sup> Material insgesamt; [cm] B X L X H <i>Bodenmatte:</i> aufgeblasen:.....180 X 300 X 6 gepackt:.....7,0bis10,0 X 300 X 6 <i>Stirnseite (heckseitig)</i> aufgeblasen:.....180 X 100 X 6 gepackt:.....3,9bis5,6 X 180 X 6 <i>Stirnseite (bugseitig)</i> aufgeblasen:.....180 X 200 X 6 gepackt:.....7,8bis11,2 X 100 X 6	KK100 (Materialprobe von DSB vorhanden)	17kg (655,16 g/m <sup>2</sup> )	Baukosten sind ca. 40-60% des Materialwertes (stark veränderbar bei schwierigen Konstruktionen);  Materialkosten für 25m <sup>2</sup> ca. 32€/m <sup>2</sup> also 800€ + Bau  Gesamtkosten für 3 Matten geschätzte 2000€
Staumaterial für Matte und Gasflasche				100 € (geschätzt)
Gasflasche CO <sub>2</sub>	53cmx11cm; ca. 2kg CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> Stahlflasche	8,0 kg (brutto)	90 €
Schläuche zur Gasverteilung	20m		1,4 kg	56 € (2,80€/m)
Verbindungen für CO <sub>2</sub>				100 € (geschätzt)
Elektrisches Gasventil				50 € (geschätzt)
Eventuell pro Matte zwei Stahlseile als Führung an den Mattenstirnseiten	12m	Stahl	1,5 kg (0,125kg/m)	30 €
Eventuell Luftkissen vom Dach auf den Rettungskorb oder vom Rettungskorb aufs Dach	Nicht berücksichtigt, da durch die bugseitige Stirnseite bereits eine Matte für die gleiche Aufgabe berücksichtigt wurde			
Dichtungslippe zur Abdichtung zwischen Rumpf und Rettungskorb-Längsseiten	Angepasst an die relevanten Kantenlängen der doppelten Korbkonstruktion sowie angepasst an den Abstand zwischen den Kanten und des Rumpfes	Gummi oder Moosgummi		100 € (geschätzt)
<b>OHNE doppelte Rahmkonstruktion und ohne Führungskonstruktion, geschätzte...</b>			<b>40 kg</b>	<b>2500-3000 €</b>

Tabelle 8 Liste der Hauptbestandteile des Überlebensraums mit überschlägig ermittelten oder geschätzten Maßen, Gewichten und Kosten

## C.6 Patenterstellung

Grundsätzlich sind im Rahmen des Projektes AGaPaS zwei Möglichkeiten für den rechtlichen Schutz der Projektergebnisse möglich. Der rechtliche Schutz der Projektergebnisse ist grundsätzlich durch ein Gebrauchsmuster oder durch ein Verfahrenspatent (Patent) möglich.

„Das **Gebrauchsmuster**, auch als "kleines Patent" bezeichnet, schützt weniger anspruchsvolle technische Entwicklungen wie neue Türschlösser oder Schlüsselanhänger. Die maximale Schutzdauer beträgt 10 Jahre.“ (Patentanwalt Schnick & Garrels kein Datum)  
Für die Anmeldung eines Gebrauchsmuster gilt: Der Gegenstand einer Gebrauchsmusteranmeldung muss neu sein und auf einem erfinderischen Schritt beruhen. Jedoch kann das Gebrauchsmuster kein Verfahren enthalten. Im Gegensatz zum Patent, wird bei einem Gebrauchsmuster lediglich die formalen Kriterien für eine Eintragung geprüft. [In Anlehnung an [www.patent-mv.de](http://www.patent-mv.de)]

„**Patente** werden für technische Erfindungen im Rahmen eines amtlichen Prüfungsverfahrens erteilt, wenn sie neu sind, auf einer erfinderischen Tätigkeit beruhen und gewerblich anwendbar sind. Die maximale Schutzdauer beträgt 20 Jahre.“ (Patentanwalt Schnick & Garrels kein Datum) Ein Patent kann unter anderem technischen Gegenstände, Maschinen und Verfahren enthalten. In jedem Fall muss der zu patentierende Gegenstand neu sein und aus einer erfinderischen Tätigkeit entstanden sein. Die Neuheit des Gegenstandes wird am aktuellen Stand der Technik bemessen, der beispielsweise bereits bestehende Gegenstände oder Patente beinhaltet genauso wie unter anderem auch eigene und fremde Veröffentlichungen auf Messen, in der Literatur etc.. [In Anlehnung an (Patentanwalt Schnick & Garrels kein Datum)] „Eine erfinderische Tätigkeit liegt dann vor, wenn die Erfindung für den durchschnittlichen Fachmann nicht nahe gelegen hat.“ (Patentanwalt Schnick & Garrels kein Datum)

Das ISV hat sich für die Beantragung eines Verfahrenspatents entschieden, da diese Patentart die Möglichkeit bietet, möglichst viel des Projektes patentieren zu lassen. Ziel ist es gewesen den gesamten Prozessablauf mit seinen Teilsystemen und Teilprozessen unter Verwendung bestimmter Rettungssysteme patentrechtlich zu schützen. Jedoch sind nach einer umfangreichen Recherche, in Vorbereitung der Patentschrift, einige Patente und Systeme gefunden worden, die dem angedachten Patent in vielen Punkten entgegenstehen. Dies bedeutet nicht, dass das geplante Rettungssystem bzw. der geplante Rettungsprozess existiert. Gefunden wurden Teilsysteme oder Teilprozesse, die ähnliche Funktionen in ihrem speziellen Bereich aufweisen wie sie auch patentiert werden sollten. Diese existierenden Patente und Systeme verhinderten eine Patentierung des gesamten Prozessablaufs mit all seinen Teilsystemen. Um eine erfolgreiche Patentanmeldung zu erreichen wurde eine

Patentschrift formuliert, die bestehende und/oder bereits geschützte Teilsysteme und Teilprozesse nicht enthält.

Die relevantesten bestehenden und/oder bereits geschützten Teilsystemen und Teilprozesse, die während der Patentrecherche gefunden wurden, sind im Folgenden zusammen gefasst.

**Bestehende Patente:**

Patent Nr. US 5 597 335; Woodland, Richard L. K.; 28.01.1997

Offenlegungsschrift DE 43 11 473 A1, Offenlegungstag 13.10.1994, Deutsche Aerospace AG

Patentschrift DDR 126 004, 08.06.1977; Hahne, Joachim; Schulze, Reinhard; Freimuth, Jörg

Patent Nr. US 7 137 350 B2, William L. Waldock, 21.11.2006

**Bestehende Rettungssysteme:**

Sealift Mob bzw. Sealift: [www.smv.no/visInfo.aspx?InfoID=6&mal=sealift](http://www.smv.no/visInfo.aspx?InfoID=6&mal=sealift)

Rescue Recovery Ladder: [www.mobmarine.com.au](http://www.mobmarine.com.au)

SARPAL (Vorgänger SEAL) [www.ise.bc.ca/Seal.html](http://www.ise.bc.ca/Seal.html)

[www.ise.bc.ca/sarpal.html](http://www.ise.bc.ca/sarpal.html)

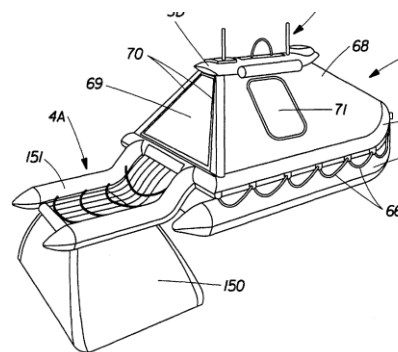
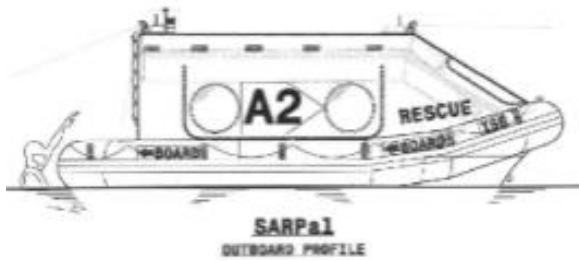
**Landgestützter Rettungsroboter:**

<http://hackedgadgets.acom/2007/04/06/5-strange-japanese-robots/>

<http://www2.newweb.ne.jp/wc/ebara71/a/h/robo.htm>



**Bestehende bzw. patentierte Systeme**



Abbildungen 57 verschiedene patentierte Lösungen

Werden die gefunden Patente und Systeme mit dem Rettungsprozess des Projektes AGaPaS verglichen, wird deutlich, dass sich das Verfahren der Personenaufnahme sowie das Verfahren zur Erstellung eines Kälteschutzes für die Person im Wasser mit ihren speziellen Teilsystemen die geeignetsten Bereiche für ein Verfahrenspatent sind. Aus diesem Grund wurde in diesem Bereich ein Patent formuliert und beim Deutschen Patentamt am 30.03.2010 eingereicht. Eine Einreichung eines europäischen bzw. weltweiten Patentes ist aufgrund der enormen Kosten (mehrere zehntausend Euro) nicht möglich gewesen.

Das Patent wurde unter der Bezeichnung

***Verfahren und Vorrichtungen zur Rettung von Personen im Wasser***

unter der Nummer

**102010003433**

am 17.11.2011 vom Deutschen Patent- und Markenamt erteilt.

Die Erfinder:

Joachim, Prof. Dr.-Ing. Hahne

Jan Sommer

Horst, Dr.-Ing. Tober

## **C.7 Literaturverzeichnis**

### **Angaben der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste**

Die verschiedenen Patentsuchmaschinen und Verzeichnisse, Funkbücher, Medizinische Quellen, Bücher vom Prof. und Dr. Tober, Zeitschriften, Gesetze und Regularien  
Quellen aus unserem 1. Übersichtsdokument, die gekauften Bücher, die ausgeliehenen Bücher, Internetsuchmaschinen wie google, Deutsches Patentamt, die anderen Patentsuchmaschinen bzw. Datenbanken, verschiedene Internetquellen wie Coast Guard, WMU SAR INFO net., IMO News Letter bzw. die Zeitschriftenübersicht der IMO BIB,

- Kanzlei Schnick & Garrels – Patentschriften
- Survival at Sea – The Lifeboat and Liferaft, C.H. Wright, Fourth Edition 1988 aus der Bib( nicht herausgenommen aber drin recherchiert, ich habe mich informiert was es so alles gibt
- SAR Convention 1979, IMO, second edition 2000 (Inhalt handelt vor allem von den Abkommen zwischen den Küsten-Ländern bezüglich des Länderübergreifenden SAR-Dienst bzw. was die einzelnen Länder an SAR vorhalten müssen etc. also eher politisch und organisatorische inhalte) aus der Bib
- Marine survival and Rescue Systems, D.J. House, first American edition, 1988, aus der Bib, als informationsquelle genutzt aber nichts herausgenommen

#### Angeschaffte Bücher:

Performance Standards for Shipborne Radiocommunications and Navigational Equipment 2008 Edition	IMO – International Maritime Organization
Survival Craft - A Seafarers Guide	OCIMF - Oil Companies International Marine Forum
Essentials of Sea Survival (Taschenbuch)	Frank Golden Michael Tipton
RYA Sea Survival Handbook (Taschenbuch)	Keith Colwell
AIS (Automatic Identification System) in Theorie und Praxis: Das Navigations- und Sicherheitssystem der Zukunft	Rüdiger Hirche

#### Anmerkung:

Literatur-Angabe aus dem ersten Teil des Abschlussberichtes „Prozessbeschreibung des „Mensch über Bord“ – Unfalls in der Seeschifffahrt (Dokument Prozessbeschreibung MüB-Unfall 30.9.2008) [AP1001,]“ Dieser Teil des Abschlussberichts wurde aus unserem entsprechenden Dokument entnommen in dem keine genaue Literaturangabe im Text erfolgt ist. Daher können die folgenden Literaturangaben keiner bestimmten Textstelle zugeordnet werden:

1. Tober, H.: *Gutachten zum Mann über Bord-Unfall MS Havel*, DSR Rostock, 1976
2. Tober, H.: *Zu einigen Aspekten von „Mann über Bord“ – Unfällen.* – Seewirtschaft 19 (1987)
3. Hahne, J.; Tober, H.; Brüche, B.: *Rettung aus Seenot.* - Dt. Kommunal - Verlag, 1997
4. *IAMSAR-Manual (Volume 3) – International aeronautical and maritime search and rescue manual*, London, IMO / ICAO, 1999
5. Van Laak, U.: *Stellungnahme*, Schifffahrtmedizinisches Institut der Marine, Kronshagen, 7.2.2003
6. Joachim Hahne (Hrsg.): *Handbuch Schiffssicherheit*, Seehafen Verlag GmbH, Hamburg, 2006
7. Tober, H.: *Gutachten zu Rettungsprozeduren bei einem Person-über-Bord-Unfall*, Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung, Untersuchungsbericht 537/06, Hamburg, 1. Juli 2008

## **D Weiterführende Informationen zur Projektarbeit des ISV**

### **D.1 Nutzen und Verwertbarkeit**

Der Nutzen des entwickelten Rettungsprozess und der dazugehörigen Rettungssysteme liegt vor allem in den signifikant erhöhten Überlebenschancen einer über Bord gefallenen Person und der Tatsache, dass keine weiteren Personen in Gefahr gebracht werden müssen um die verunfallte Person zu retten. Die Überlebenschancen erhöhen sich signifikant, indem die Person innerhalb von wenigen Minuten in eine überlebensfähige Umgebung gebracht wird und es möglich ist, auch entkräftete bewusstlose Personen mit dem autonomen

Rettungsfahrzeug zu retten. Diese Möglichkeiten sind in der Kombination bisher weltweit einzigartig.

Mit den Ergebnissen des Projektes werden gleich mehrere Probleme in den verschiedenen Phasen bei der bisherigen Rettung von POB's durch das eigene Schiff gelöst. Die wichtigsten Probleme, die bisher bestanden und in den Projektergebnissen gelöst wurden, sind:

- PoB-Unfälle wurden zu spät bzw. gar nicht erkannt
- Verunfallter konnte nicht wiedergefunden werden
- Dauer der Rettung war zu lang, so dass die Person verstorben ist
- Meistens war die Rettung nur möglich gewesen, indem ein Rettungsschwimmer oder Rettungskräfte sich durch das Verlassen des Eigenschiffes in Gefahr begeben haben
- Aufnahme vom Rettungsboot oder vom Fast Rescue Boat war bei schlechtem Wetter nur schwer möglich
- Waagerechte Aufnahme der Person war nicht immer möglich (Bergungstot ist eingetreten)

Insbesondere in kühleren Gewässern, bei schlechten Seebedingungen und Sichtverhältnissen sowie beim später bemerkten Unfall und entkräfteten oder bewusstlosen Personen ist mit dem entwickelten Rettungsprozess und Rettungssystem ein enormer Sicherheitsgewinn für Rettungskräfte und Verunfallte erreicht worden.

Das ISV ist der Auffassung, dass der entwickelte Rettungsprozess und dessen technischen Systeme besonders für maritime Einheiten geeignet sind, die diesen Bedingungen ausgesetzt sind. Aus diesem Grund und aus Gründen der Anwendbarkeit des entwickelt Rettungsprozesses und der Rettungssysteme sind vor allem in der näheren Zukunft Offshore-Plattformen und Offshore-Versorger als Anwender geeignet. Bei weiteren Anpassungsarbeiten und Weiterentwicklungen sind mittelfristig auch Rettungseinheiten, Behördenschiffe und Marineeinheiten als Anwender gut vorstellbar. Passagierschiffe und Fähren können nur als potentielle Anwender gesehen werden, wenn der Rettungsprozess um ein System erweitert wird, das POB-Unfälle erkennen kann, ohne dass die verunfallte Person einen Notsender tragen muss. An einem solchen System wird bereits im Projekt ADOPTMAN - ADvanced Planning for OPTimised Conduction of Coordinated MANoeuvres in Emergency Situations gearbeitet.

Eine Anerkennung des entwickelten Rettungssystems durch die IMO als Ersatz für ein anderes Rettungsmittel würde eine Einführung deutlich vereinfachen und auch die Handelsschiffahrt als potentiellen Anwender ermöglichen.

## **D.2 Öffentlichkeitsarbeit**

Im Rahmen der Projektarbeit des ISV erfolgte eine Öffentlichkeitsarbeit wie folgt:

- Gespräche mit externen Kontakten des ISV
- Vorstellung des Projektes auf einer ISV Vereinsversammlung
- Vorstellung des Projektes vor einem größeren Fachpublikum auf der Jubiläumsfeier des ISV
- Vortrag im Workshop Forschungshafen Rostock auf der BalticFuture im November 2008
- Informationsweitergabe für zwei Dipl. Arbeiten der HS Wismar (Herr Janis Klug) und Elsfleth (Herr Rene Winkler)
- Reportage des TV-Sender ProSieben zu neuen Rettungsmitteln auf See (April 2012)