

SAFEBin

Methoden für eine sichere automatisierte Binnenschifffahrt

Die Binnenschifffahrt im Wandel:
Zwischen technischer Machbarkeit und rechtlichen Hürden

Arbeitsgruppe Daten
13.01.2023

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Zentrale Fragestellungen



... zu (teil-)automatisierten oder ferngesteuerten Schiffen:

- Ausfallsicherheit
- Grenzen des Systems
- Faktor Mensch
 - Vermeidung von Fehlern bei Routinetätigkeiten
 - Überwachung
 - Übernahme in kritischen Situationen
 - Über- / Unterforderung
- Zertifizierung & Zulassungsfähigkeit
- Versicherbarkeit, Haftbarkeit

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



SafeBin - Vision

Begleitung der Entwicklung autonomer Technologien durch:

- Betrachtung und Bewertung von Risiken
 - Risikobewertung nicht-, teil- und vollautomatisierter Schiffe
 - Die Rolle des Menschen in (hoch-)automatisierten Systemen
 - Nachweisführung zur Beherrschung situativer und dynamischer Risiken
- Analyse regulatorischer Rahmenbedingungen und Vorschläge zur Anpassung

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Methoden zur sicheren Ausgestaltung der Automatisierung und Fernüberwachung in der Binnenschifffahrt

Worum geht es?

- Methodische Grundlagen zur Risikoanalyse und Sicherheitsbewertung von Automatisierungsfunktionen

Warum tun wir das?

- Wissenschaftliche Unterstützung der normgebenden Institutionen
- **Beschleunigung und Erleichterung der technischen Entwicklung**

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Und was wollen wir alles tun?

- Bestimmung des Sicherheitsniveaus (Ist-Zustand)
- methodische Vorgehensweisen zu
 - Risikoidentifikation & Risikoquantifizierung
 - Risikobeherrschung bei Funktionsdegradation
 - sicherem Zusammenwirken von Mensch und Maschine
 - Risikoprädiktion
- Aufzeigen von Adaptionmöglichkeiten aus anderen Technologiefeldern
- wissenschaftliche Beratung der normgebenden Organe

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



SafeBin – Das Konsortium



UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken



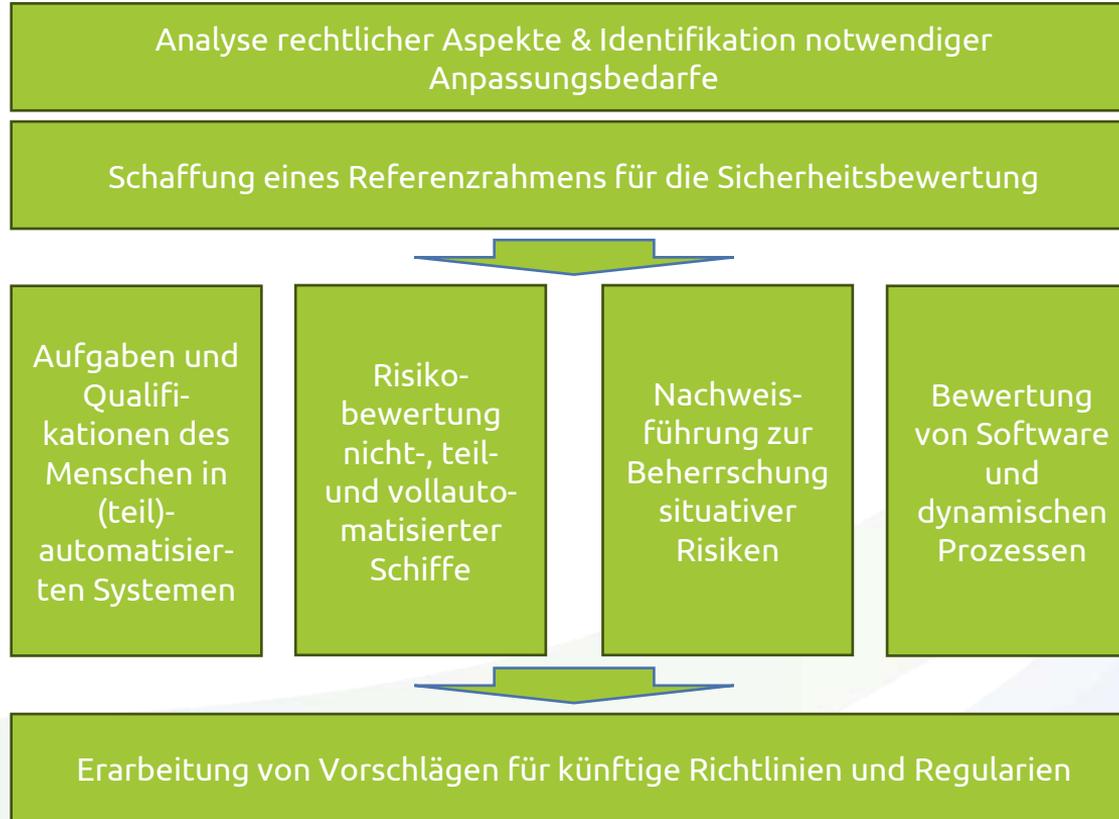
MECHATRONIK
Universität Duisburg-Essen | www.imech.de



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



- Analyse des Ist-Zustands
- Risikobewertung
- Funktionsdegradierung
- Risikoprädiktion
- Übernahmen und Noteingriffe

Gefördert durch:

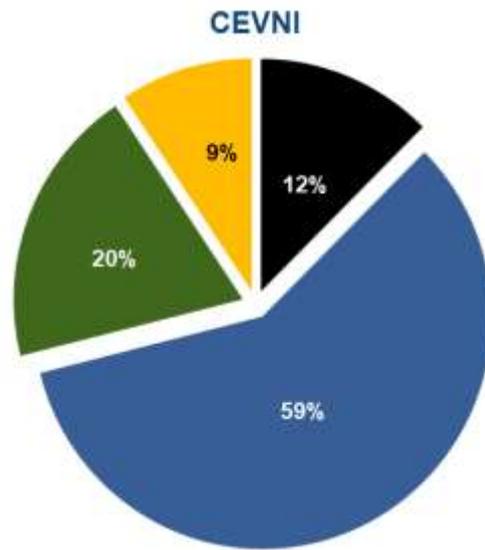
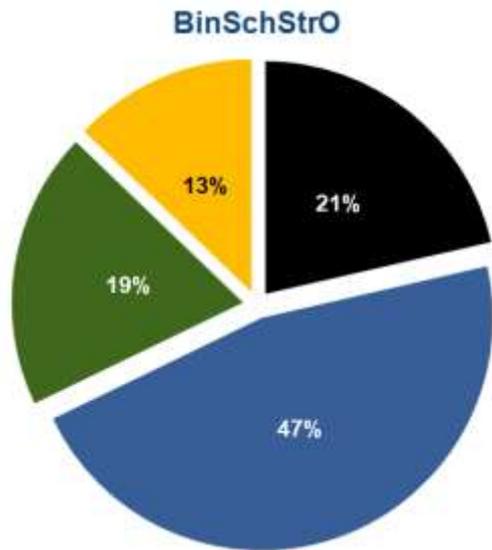


aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Regulatorischer Anpassungsbedarf



- aktueller Rechtsrahmen ist auf konventionelle Schiffsführung zugeschnitten
- viele implizite und explizite Hindernisse
- zentraler Begriff: **Schiffsführer**



- Keine Barriere
- Nur HC
- Alle Barrieren
- Nur HO & NORC

HC: Die Vorschrift spiegelt das auf den Menschen ausgerichtete Schiffsdesign wider

NORC: Die Vorschrift verhindert die Fernsteuerung des Schiffes

HO: Die Vorschrift verlangt die Einbeziehung eines menschlichen Bedieners

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



- Ziel: detaillierte Analyse des (situativen) Sicherheitsniveaus
- Erfassung und Auswertung von Schiffsunfallberichten der GDWS (SUMB)
 - ca. 500 Schadensereignisse pro Jahr
 - bis 2020 ausschließlich in Papierform, inzwischen in HAVARIS
 - Erfassung der Daten ist zeitaufwändig (und war nicht geplant)

Unfallkategorien

Anfahrung von Schleusen, Brücken, Schiffen, Betonung, etc.	allision collision
Grundberührung (mit oder ohne Festkommen)	grounding
Technisches Versagen	
Technischer Defekt	HME damage (direct)
Verlust von Schiffsausrüstung	
Sog- und Wellenschlag	HME damage (indirect)
Sonstiges	other
Personenunfall	occupational

HME = hull/machinery/equipment

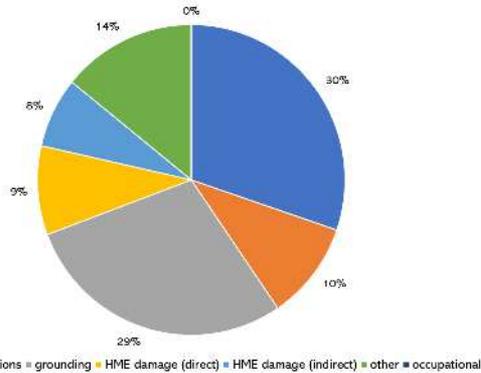
Gefördert durch:



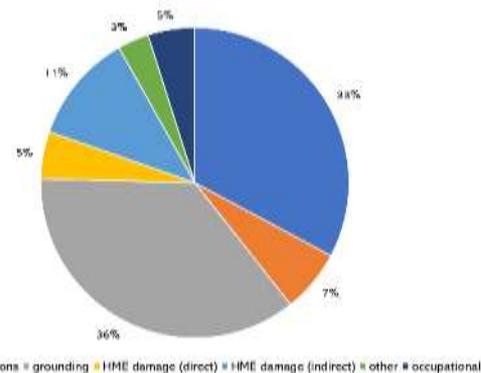
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



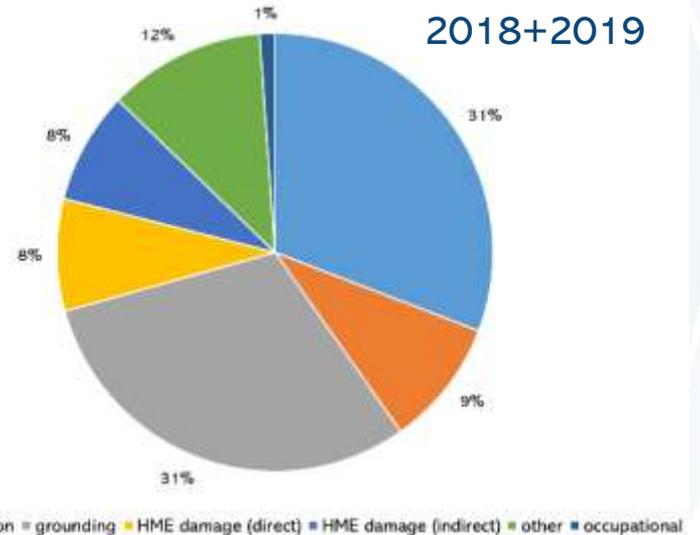
2019



2018



2018+2019



Gefördert durch:

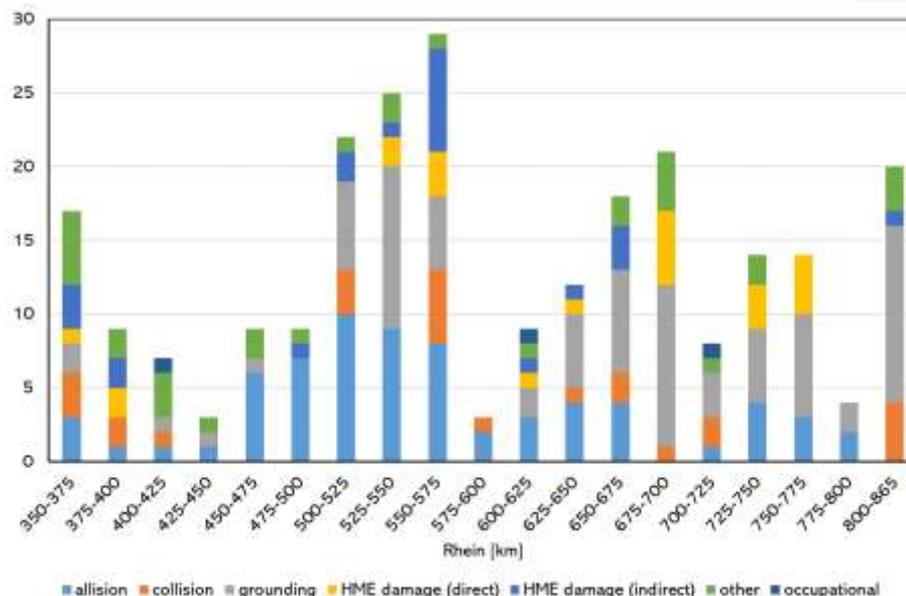


Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



- klar erkennbare Häufung von Unfallorten
- noch ausstehend:
 - Gewichtung nach Verkehrsaufkommen
 - Abgleich mit wahrgenommenen nautischen Hotspots



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

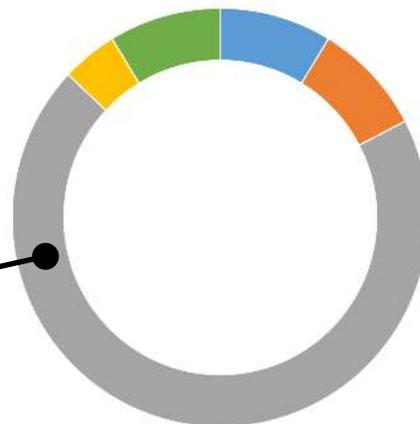
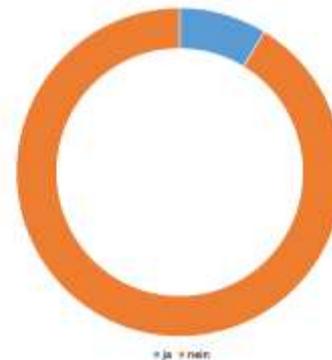
Unfälle auf dem Rhein

Jahr	2018	2019
Anzahl ausgew. Ereignisse	61	207

Bewertung der Unfallfolgen



- SUMB erfassen keine Schadenshöhen
- zunächst keine Betrachtung von Personenschäden
- Hauptaugenmerk: Behinderung der Schifffahrt



■ allision ■ collisions ■ grounding ■ HME damage (direct) ■ HME damage (indirect) ■ other

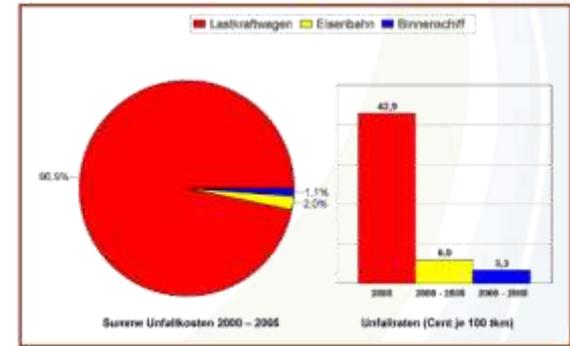
Gefördert durch:



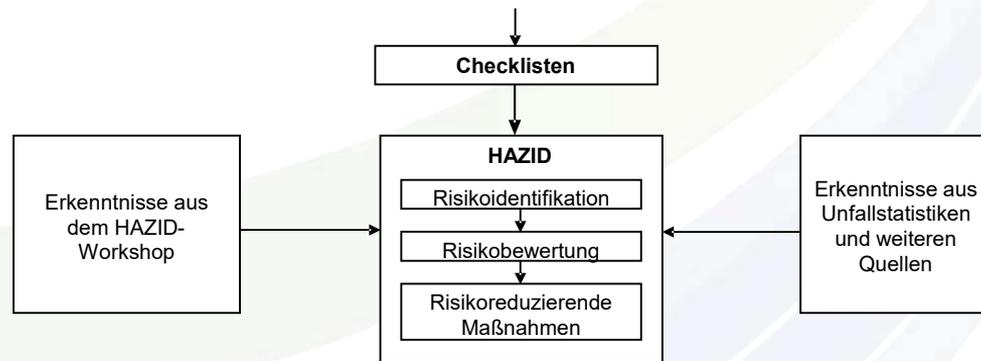
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



- Analyse der Sicherheitskonzepte anderer Verkehrsträger
 - Luftfahrt
 - Seeschifffahrt
 - Straße
 - Schiene
- zentrales Element: HAZID



https://www.bafg.de/DE/08_Ref/U1/02_Projekte/05_Verkehrstraeger/verkehrstraeger_lang.pdf?__blob=publicationFile



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Code	HAZID	Schlüssel	Diagramm: Moderationssitzung						Umwelt		Reputation	
			Ingenieur	Moderator	Schrittführer	Anwender	Abteilungsleiter	Fachkraft	Umwelt	Schweregrad	Häufigkeit	Schweregrad
H-1 Fehler bei der Objekterkennung												
H-1.1.1	Ausfall der Erkennungssysteme (Radar; Lidar; Inland AIS; Kamerasysteme)	System							Sehr stark		Unwahrscheinlich	Stark
H-1.1.2	System erkennt Objekt nicht (Radar; Lidar; Inland AIS; Kamera)	System	Unwahrscheinlich	Stark	Unwahrscheinlich	Stark	Unwahrscheinlich	Sehr stark		Unwahrscheinlich	Stark	

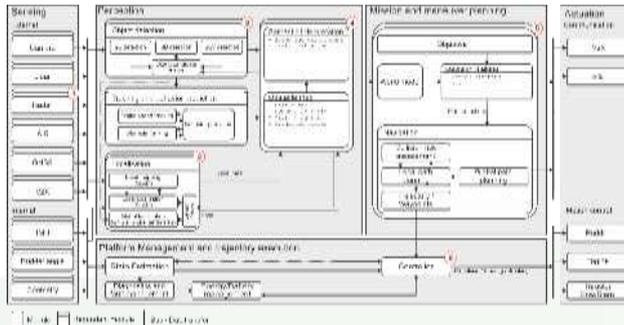
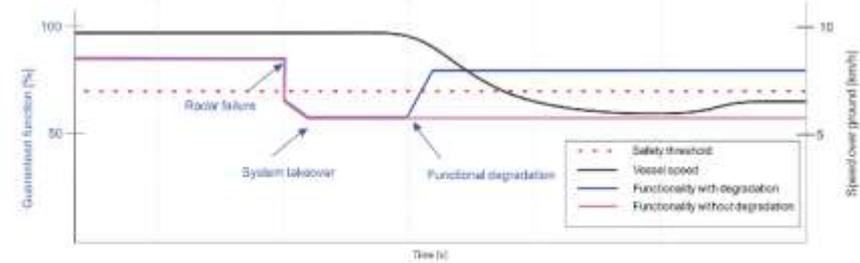
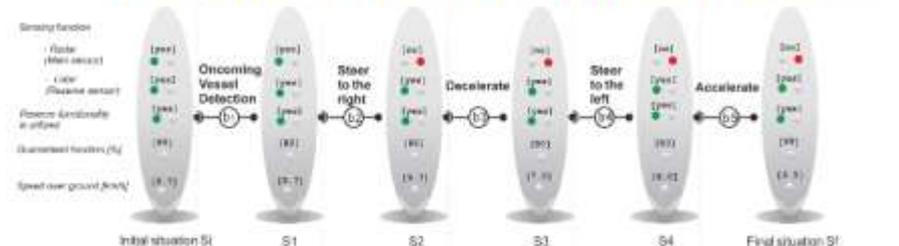
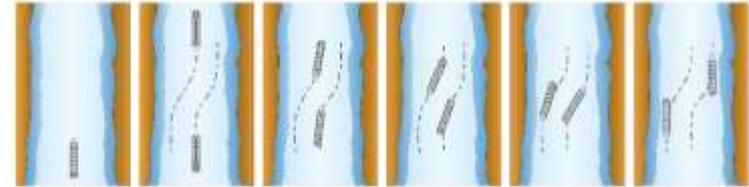


Code	HAZID	Schlüsselwort	Ausfallgrund	Konsequenzen u. Top-Event	Risikomindernde Maßnahmen
H-1	Fehler bei der Objekterkennung				
H-1.1.1	Ausfall der Erkennungssysteme (Radar; Lidar; Inland AIS; Kamerasysteme)	Systemfehler	Stromausfall; Geräteausfall; Softwareausfall (ink. Cyber-Kriminalität)	Zu wenig Zeit für Analyse und Sofortmaßnahmen, Eskalation der Situation; keine Erkennung Fehler unvermeidbar => erhöhte Wahrscheinlichkeit einer Kollision	redundante Sensoren (Sensorfusion); redundante Stromversorgung; Selbstprüfung des Systems; Schutz vor Cyber-Attacken durch mehrere Systemebenen
H-1.1.2	System erkennt Objekt nicht (Radar; Lidar; Inland AIS; Kamera)	Systemfehler	Umweltbedingungen; schlechte Sicht; (Nebel, Regen, Schnee, Eis, etc.); Softwaretechnische Einschränkungen (Algorithmus nicht ausreichend)	Zu wenig Zeit für Analyse und Sofortmaßnahmen Eskalation der Situation => erhöhte Wahrscheinlichkeit einer Kollision	Sensorfusion zur Erkennung von Objekten; Systemselbstprüfung

Beherrschung situativer Risiken



- Beispielarchitektur eines autonomen/vollautomatisierten Schiffsführungssystems
- Fehlerfortpflanzung am Beispiel
- Funktionsdegradierung infolge von Funktionsausfall



Gefördert durch

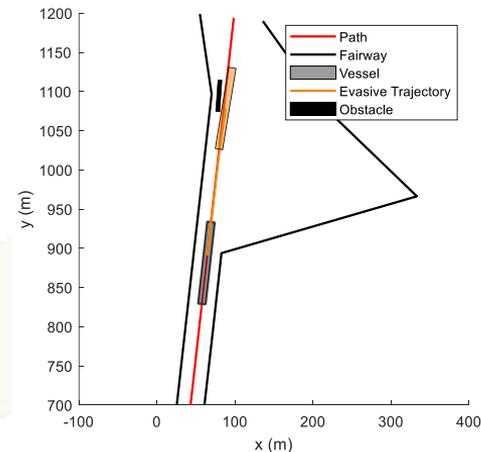


aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



- **Ziel:** Methodenentwicklung zur verkehrsabhängigen Risikobewertung für die Überwachung beliebiger (teilweise) automatisierter Schiffe
- → Redundanz hinsichtlich Funktion und Sensorik

- **Methode:**
 - Ermittlung einer sicheren Trajektorie mittels optimaler Steuerung
 - Berücksichtigung von Hindernissen, Umwelteinflüssen, menschlicher Übernahmezeiten, sowie gelernter Schiffsdynamik
- → rechtzeitige Übergabe an Schiffsführung!



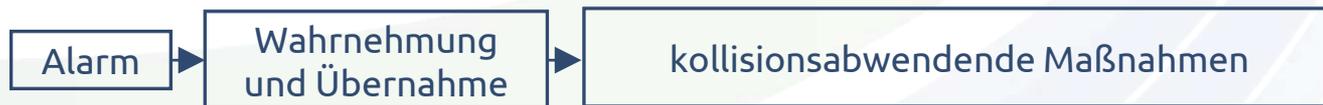
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



- In (teil-)automatisierten Systemen hat der Mensch eine überwachende und eingreifende Funktion
- Faktoren für erfolgreiche Übernahmen:
 - Qualifikation und Training (insbesondere kritischer Situationen)
 - Bereitstellung notwendiger Informationen
 - frühzeitige Erkennung kritischer Situationen
- Simulatorstudie zu Übernahmen aus automatisierter Fahrt
 - 27 Probanden, 2 verschiedene Szenarien
 - Alarm fordert zum Eingreifen bei drohender Kollision auf
 - keine erfolgreichen Eingriffe bei Vorwarnzeiten unter 20s
 - Situationswahrnehmung
 - Handlung / Einleiten von Maßnahmen
 - Reaktionszeit Schiff (Totzeit)
 - Erfolgsquote steigt erheblich mit der Vorwarnzeit





- signifikanter Anpassungsbedarf der aktuellen präskriptiven Regularien
- wünschenswert: technologieoffene Regularien (Goal Based Standards)
- erforderliche Bausteine:
 - tolerierbare Fehlerraten
 - Methodik zur Risikoanalyse
 - Funktionsanforderungen
 - Rückfallebenen (z.B. Fernüberwachung)
 - Gesamtbetrachtung Mensch-Maschine-System



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Kontakt



DST:

Dr.-Ing. Jan Oberhagemann (oberhagemann@dst-org.de)

Universität Duisburg-Essen:

Prof. Dr.-Ing. Dirk Söffker (Dirk.Soeffker@uni-due.de)

Dr.-Ing. Frédéric Etienne Kracht (Frederic.Kracht@uni-due.de)

Dr.-Ing. Jens Neugebauer (Jens.Neugebauer@uni-due.de)

RWTH Aachen:

Tim Reuscher (T.Reuscher@irt.rwth-aachen.de)



DST – Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme e.V.

dst@dst-org.de

+49 203 99369-0

Oststraße 77

47057 Duisburg

RWTHAACHEN
UNIVERSITY

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken



MECHATRONIK ///
UNIVERSITÄT Duisburg-Essen | www.mech.de

