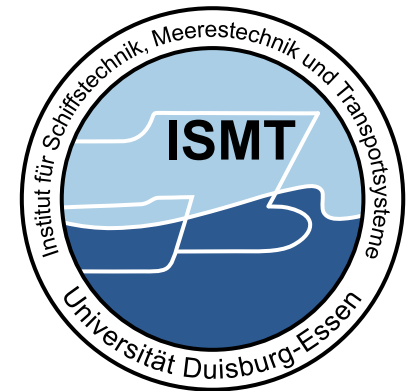




Berücksichtigung von Unfalldaten konventioneller Binnenschiffe für die Entwicklung ferngesteuerter und hochautomatisierter Schiffe



UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Fördermittel und Projektpartner

Die vorgestellten Arbeiten wurden im Rahmen des Forschungsprojekts SAFEBin durchgeführt



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

Funded by the Federal Ministry of
Digital Affairs and Transport

Grant number: 45DTW2V05B

MECHATRONIK 
Universität Duisburg-Essen | www.imech.de

RWTHAACHEN
UNIVERSITY

DST 

SRS 

Agenda

- **Einleitung**
 - Motivation
 - Ziele des SAFEBin- Projektes
 - Umfang
- **Methodik der Analyse**
- **Kriterien für die Analyse**
 - Datengrundlage
 - Kriterien für die Clusterbildung
- **Auswertung**
- **Schlussfolgerung**
- **Ausblick**

Einleitung

Motivation

- Die unterstützte Navigation, die Fernsteuerung von Schiffen und die Automatisierung von Schiffen dienen zur
 - Reduktion von Personalengpässen
 - Reduktion von Emissionen
 - Steigerung des wirtschaftlichen Nutzens der Schifffahrt
- Mehr Projekte und Demonstratoren zielen auf die Entwicklung smarterer Schifffahrtslösungen ab
- Die Implementierung von ferngesteuerten und vollautomatischen Anwendungen ist ein wichtiger Bestandteil vieler Projekte; die Markteinführung steht kurz bevor
- Der Rechtsrahmen gilt noch nicht für ferngesteuerte und automatisierte Schiffe
- Eine Reduktion der Besatzungsgröße ist nach der Implementierung von Fernbedienungs- oder Automatisierungstechnologien nicht möglich
- Verkürzung des Planungshorizonts für die Inbetriebnahme smarterer Schiffslösungen

Einleitung

Ziele des SAFEBin-Projektes

- Entwicklung von Vorschlägen für Regulierungsbehörden für die autonome Binnenschifffahrt
- Durch Analyse der rechtlichen Aspekte und deren Anpassungsbedarf
- Definition von Referenzrahmen für die Sicherheitsbewertung
- **Ermittlung von Einsatzszenarien auf Basis der realen Situation auf den Wasserstraßen**
 - **Zugang zur nationalen Unfalldatenbank**
 - **Statistische Auswertung der letzten Jahre**
- Berücksichtigung des Faktors Mensch in Bezug auf Assistenzsysteme
- Identifizierung von Aufgaben und Qualifikationen der Menschen in (teil-)automatisierten Systemen
- Gefährdungsbeurteilung von ferngesteuerten, nicht-, halb- und vollautomatisierten Anlagen
- Evidenz für die Beherrschung situativer Risiken
- Evaluierung von Software und dynamischen Prozessen

Einleitung

Umfang der vorgestellten Arbeit

- Detailansicht der Unfallberichte auf deutschen Wasserstraßen
- Klassifikation von Verkehrsdaten und Bewertung sicherheitsrelevanter Verkehrsszenarien
- Berücksichtigung unterschiedlicher Einflussfaktoren und Ursachen
- Verhältnis zur autonomen Schifffahrt

Methodik

- Es wird von wahrheitsgemäßen Beschreibungen und Aussagen der Polizeiberichte ausgegangen
 - Ergebnisse weiterer Untersuchungen wurden nicht berücksichtigt
- Durchsicht der Berichte
- Vorsortierung der einzelnen Berichte nach Art der Beteiligten
- Übertragen von Berichten in eine Datenbank
- Definieren der Clustering-Kriterien
- Randbedingungen

Kriterien für die Analyse

Datengrundlage

- Berichtsverfügbarkeit der letzten 15 Jahre
- Geltungsbereich der letzten 5 Jahre
- Begonnen mit Fällen aus dem Jahr 2019
- Datenbank mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad
- 2020 Start des Pilotprojektes HAVARIS als Online-Datenbank

Jahr	Güterschiffe	Sportboote	Beide	Unbekannt	Gesamt
2022	12	1	1	0	14
2021	13	6	2	0	21
2020	258	48	10	15	331
2019	393	74	32	27	526
2018	420	64	24	25	533

Kriterien für die Analyse

Datengrundlage

- Schwerpunkt bildet die Berufsschifffahrt mit 393 Unfällen
- Unbekannte Schadensfälle durch bspw. lose Fässer identifiziert
- Gemischte Schadensfälle an Sportbooten durch Wellenschlag passierender Binnenschiffe

Kriterien für die Analyse

Kriterien für die Clusterbildung

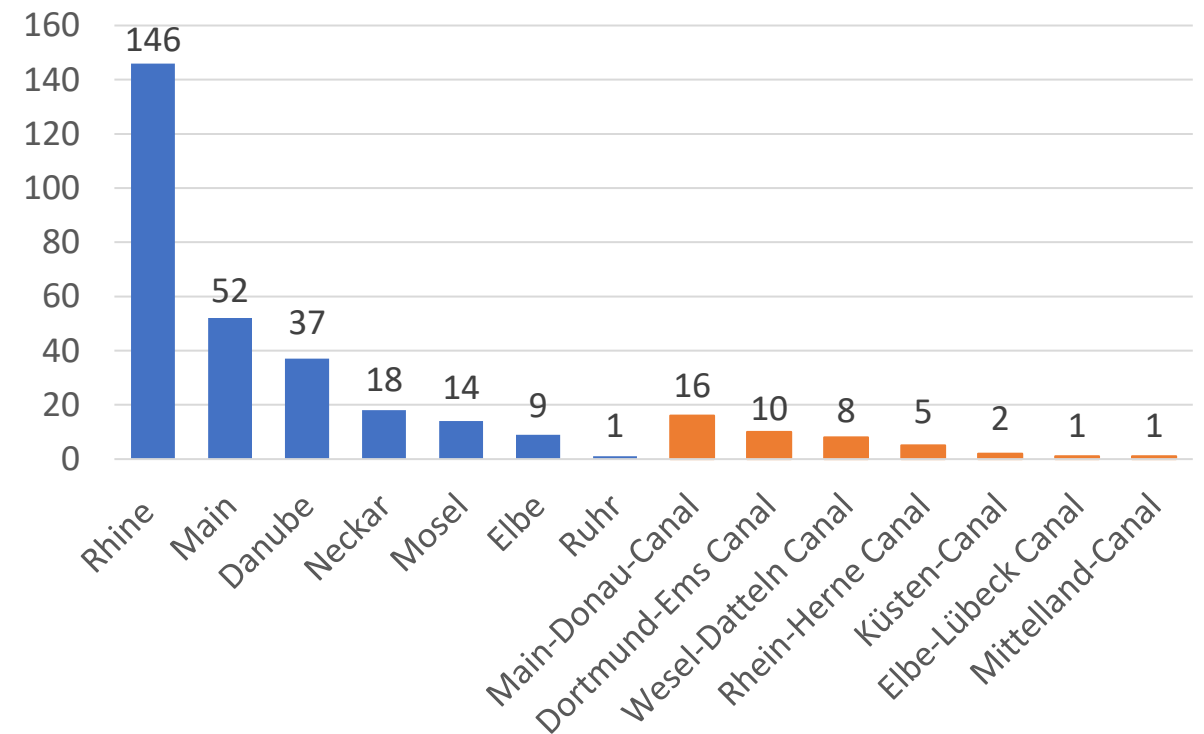
- Wasserstraßentyp ▷ Kanal oder Fluss
- Wasserstraßen ▷ Rhein, Ruhr, ...
- Jahreszeit ▷ Sommer, Winter, ...
- Uhrzeit ▷ Morgens, nachmittags oder abends
- Betriebszustand des Schiffes ▷ Während der Navigation, des Bordbetriebs, des Anlegens
- Fehlerkategorie ▷ Menschliche, technische, äußere Einflüsse, ...
- Umweltsituation ▷ Wetter und Hoch- oder Flachwasser
- Schiffstyp ▷ GMS, Schubverband, ...

Auswertung

Anzahl der Unfälle pro Wasserstraße

- 320 Fälle wurden identifiziert
- Abbildung 1 zeigt die Anzahl der Unfälle auf deutschen Flussabschnitten (blau) und Kanälen (orange)

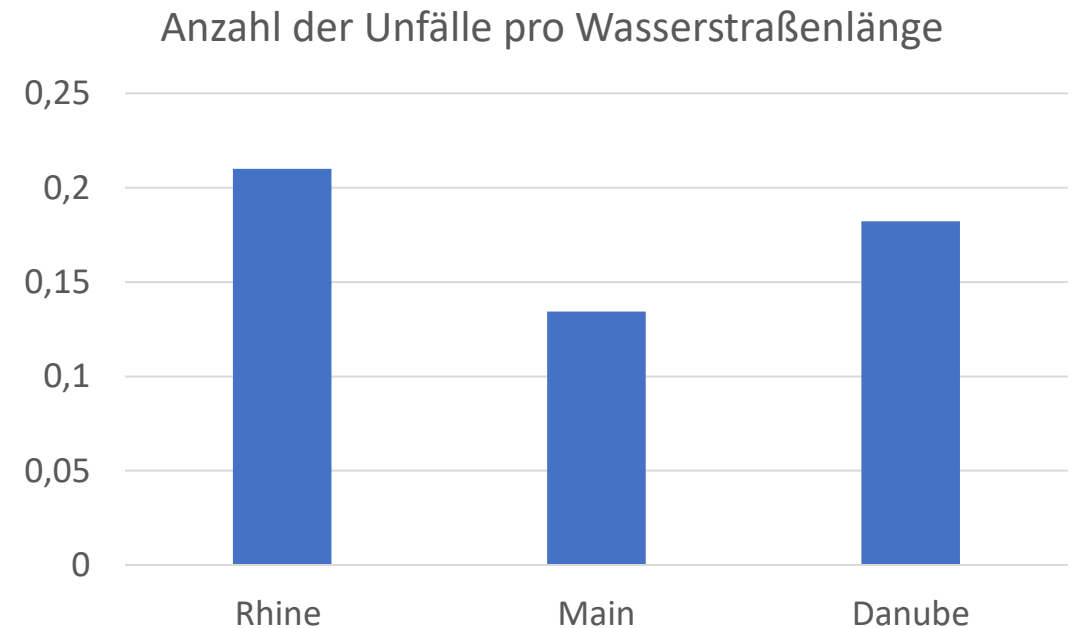
Anzahl der Unfälle im Zusammenhang mit Flüssen/Kanälen



Auswertung

Relative Zahl der Unfälle

- Anhand gewonnener Daten können Rhein, Main und Donau als die Flüsse mit den höchsten Unfallzahlen identifiziert werden
- Aufgrund der unterschiedlichen Längen der Wasserstraßen wird eine Vereinheitlichung der Unfallzahlen vorgenommen
- Die Längen der Wasserstraßen (auf deutschem Hoheitsgebiet) betragen:
 - Rhein: 695 km
 - Main: 387 km
 - Donau: 203 km

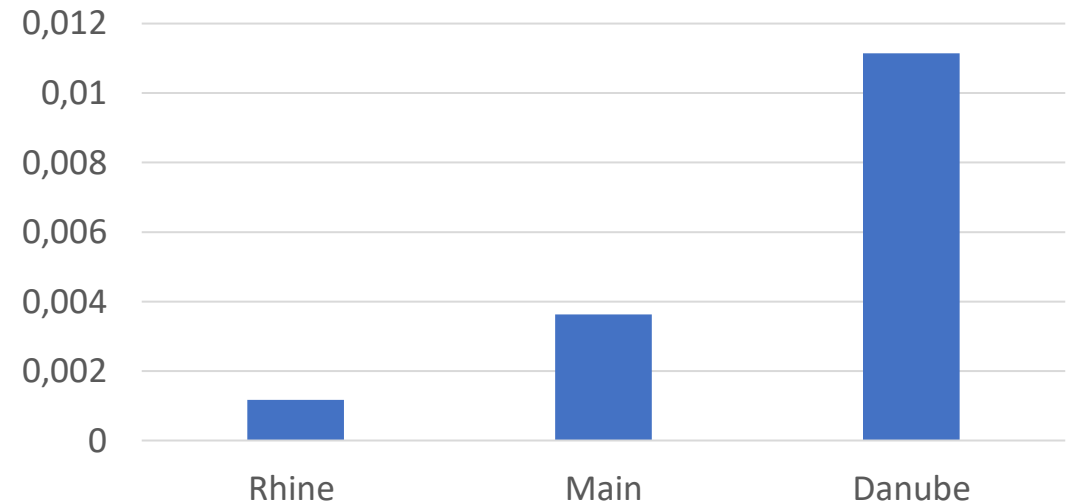


Auswertung

Relative Zahl der Unfälle

- Das gleiche Verfahren wurde für die unterschiedliche Anzahl der in Betrieb befindlichen Schiffe durchgeführt
- Die Anzahl der in Betrieb befindlichen Schiffe betrug
 - Rhein: 124.860
 - Main: 14.309
 - Donau: 3.320
- Beide Diagramme lassen die Folgerung einer hohen Unfalldichte auf der Donau zu, trotz der geringen Wasserstraßenlänge und der geringen Anzahl an in Betrieb befindlichen Schiffen

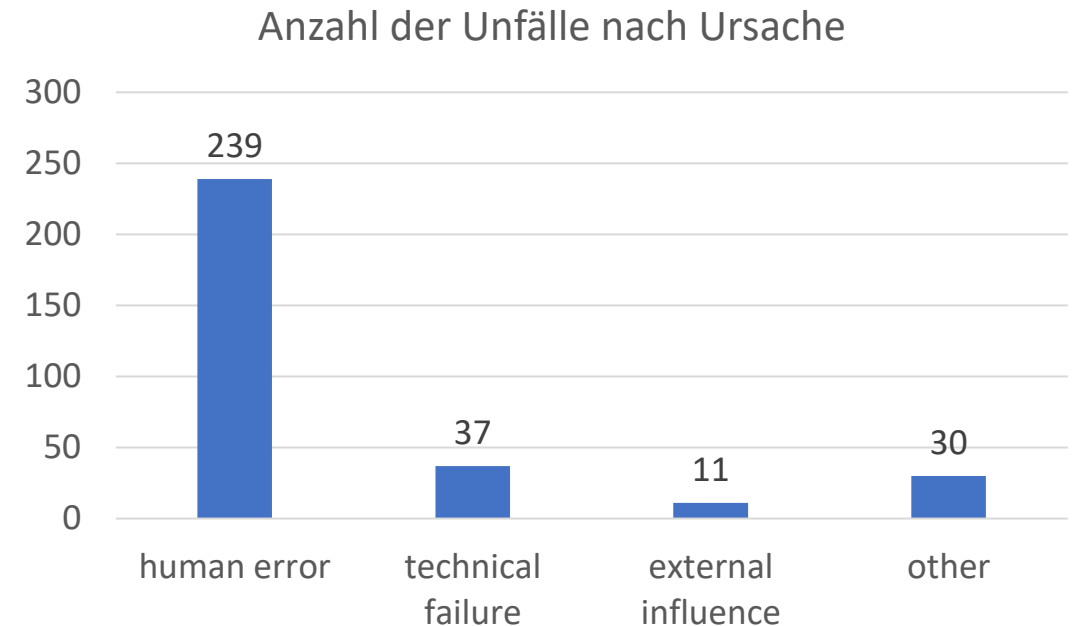
Anzahl der Unfälle pro Anzahl der in Betrieb befindlichen Schiffe



Evaluation

Unfallkategorien

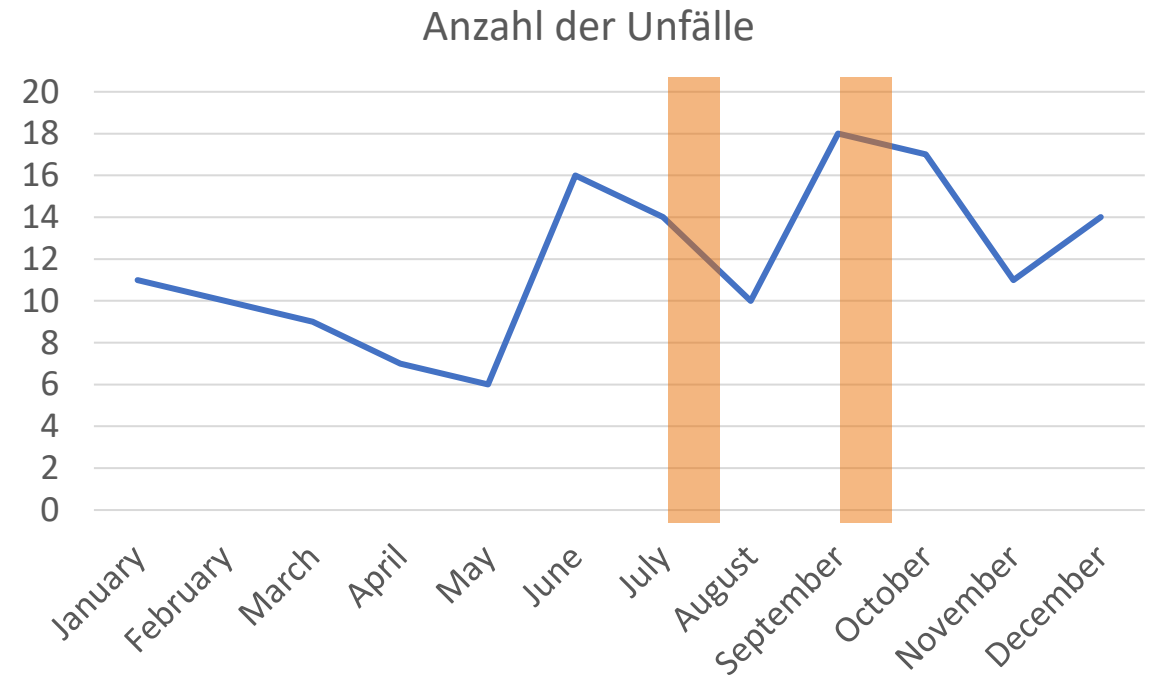
- Für eine Aufschlüsselung der Unfälle wurden folgende Kategorien definiert:
 - Menschliches Versagen
 - Technisches Versagen
 - Äußere Einflüsse
 - Andere
- Die Kategorien orientieren sich an den Kategorien der Polizeiakten
- Die meisten Unfälle (239 von 320) sind auf menschliches Versagen zurückzuführen



Auswertung

Detaillierter Blick zu Unfällen auf dem Rhein

- Für eine genauere Analyse der Unfallursachen soll der Rhein im Folgenden explizit betrachtet werden
- Im Jahr 2019 traten Ende Juli und in der zweiten Septemberhälfte bis Anfang Oktober Niedrigwasserperioden auf, was auf zusätzliche Grundberührungen hindeutet

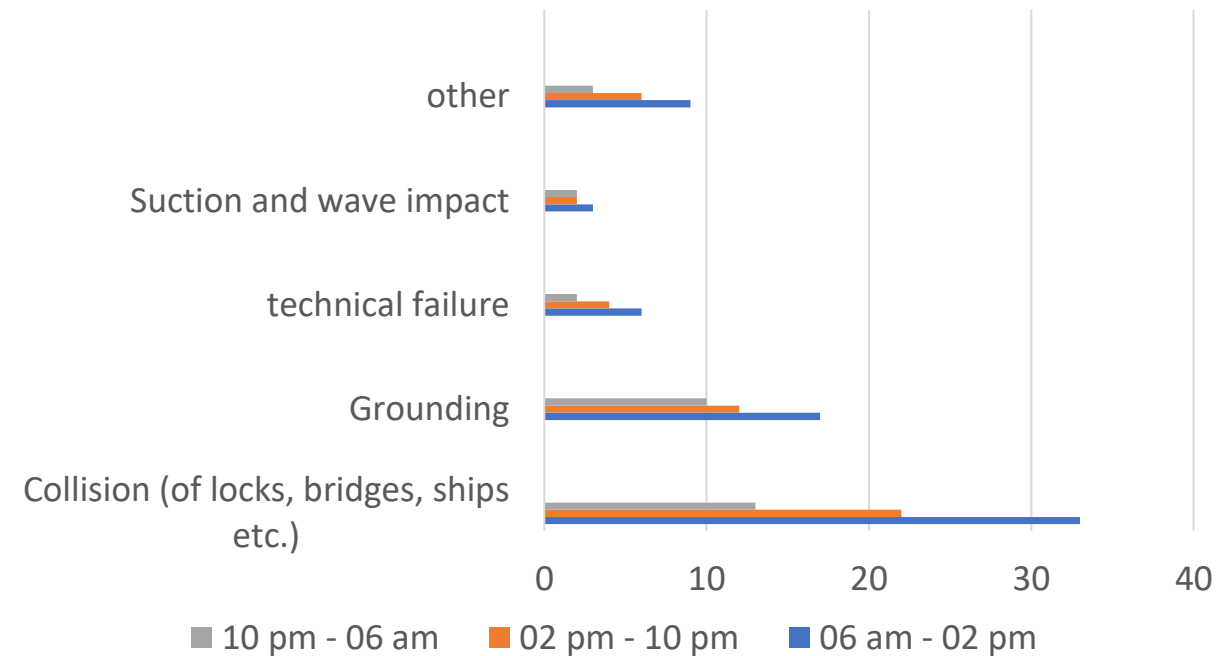


Auswertung

Detaillierter Blick zu Unfällen auf dem Rhein

- Aufschlüsselung nach definierten Unfallszenarien
- Zudem wurde eine Aufteilung nach dem klassischen 3-Schicht-System vorgenommen
- Zusammenfassung:
 - Kollisionen sind die häufigste Unfallursache, gefolgt von Grundberührungen
 - Die meisten Unfälle ereignen sich während der Tagschicht, was auf die große Anzahl von Einsätzen zu dieser Zeit zurückzuführen ist
 - Interessant sind zahlreiche Kollisionen auch nachts, die sich vor allem mit Passagierschiffen ereignen.

Art der Unfälle im Zusammenhang mit Schichten

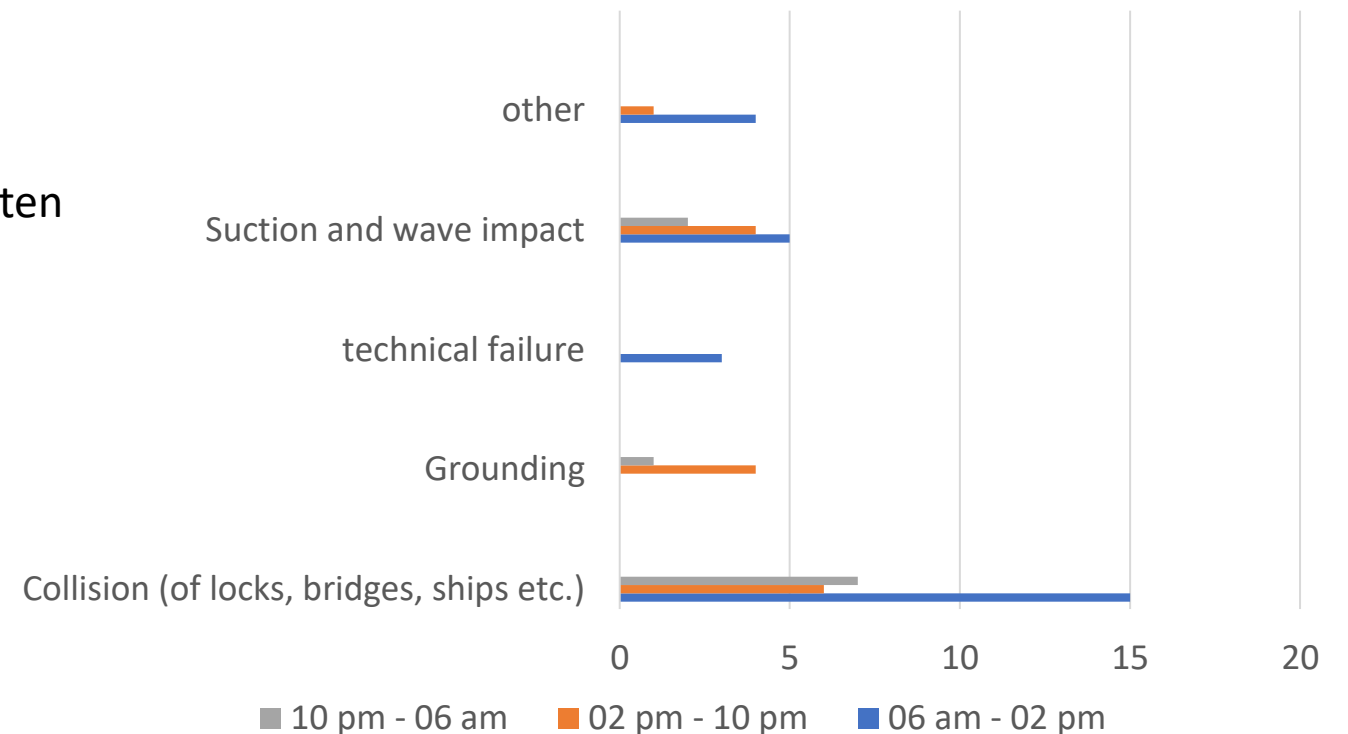


Auswertung

Detaillierter Blick zu Unfällen auf dem Main

- Die gleiche Unfallverteilung auf dem Main
- Kollisionen sind die häufigste Unfallursache
- treten auch in großer Zahl während Nachtschichten auf

Art der Unfälle im Zusammenhang mit Schichten



Auswertung

Zusammenfassung

- Die vorgestellten Analysen basieren auf den Ergebnissen von 320 Unfallberichten
- Trotz der zahlreichen Unfälle auf dem Rhein weisen kleinere, aber immer noch stark befahrene Flüsse (Main und Donau) eine noch höhere Unfallhäufigkeit auf
- Trotz Flachwasserphasen ist die häufigste Unfallursache Kollisionen mit Brücken, Schleusen, Schifffahrtsschildern usw.
- Die meisten Unfälle ereignen sich während der Tagschicht, aufgrund der höheren Verkehrsdichte
- Zahlreiche nächtliche Kollisionen die sich hauptsächlich mit Passagierschiffen ereignen

Schlussfolgerung

Schlussfolgerungen und Implikationen

- Die Auswertung der bisherigen Daten deutet auf einen Trend in den häufigsten Unfallursachen hin
- Viele Unfälle können durch autonome Binnenschifffahrt verhindert werden
- Gleichzeitig wird auch für die autonome Binnenschifffahrt die Notwendigkeit einer genaueren und weitreichenderen Analyse von Unfalldaten für die Entwicklung neuer Regelungen unterstrichen
- Sind autonome Systeme sicher vor technischen Unfallursachen?
- Sind autonome Systeme ähnlich fehleranfällig wie menschliche Fehler?
- Unterstützen autonome Systeme den Menschen gut genug, um menschliche Fehler zu reduzieren?
- Können autonome Systeme menschliches Versagen kompensieren oder reduzieren?
- Sind Unfälle für autonome Systeme im Fahrumfeld relevant?

Ausblick

- **Weitere Digitalisierung und Auswertung von Unfalldaten über einen Zeitraum von mehreren Jahren**
- **Vergleich der Trends für verschiedene Flüsse im Laufe der Jahre**
- **Gleiches Verfahren für die deutsches Kanalnetz, da bisher nur wenige und damit nicht aussagekräftige Daten vorliegen**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Benjamin Kossmann | benjamin.kossmann@uni-due.de

SAFEBin | ISMT | [Kossmann](#), Wierczoch, Linde, Neugebauer, el Moctar

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

Quellen

- [1] BMDV, Statista (2023). Die längsten schiffbaren Flüsse in Deutschland (in Kilometern; Stand 2017).
- [2] Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (2019). Verkehrsbericht 2019.
- [3] Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (2021). Wasserstraße Rhein 2019/20 – Bilanz und Perspektiven.