



TASCS

AUF DEM WEG ZU EINEM NACHHALTIGEN BESATZUNGSSYSTEM



in Zusammenarbeit mit **INTERGO** und Professor Peter Turnbull

human factors - ergonomics

Mit der Unterstützung der Europäischen Kommission



IMPRESSUM

Herausgeber

Europäische Sozialpartner-Organisationen EBU, ESO, ETF

Kontakt

Europäische Transportarbeiter-Föderation

Galerie Agora

Rue du Marché aux Herbes 105, Boîte 11

B - 1000 Brussels | BELGIUM

Myriam Chaffart, Politische Sekretärin für Binnenschifffahrt, Logistik und EBR

Tel.: + 32 2 285 46 64

m.chaffart@etf-europe.org | www.etf-europe.org

Verfasser

DST – Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme e.V.

INTERGO human factors & ergonomics

Prof. Dr. Peter Turnbull

Autoren

Dr.-Ing. Rupert Henn (DST)

Dipl.-Ing. Berthold Holtmann (DST)

Kirsten Schreibers MSc. Eur.Erg. (Intergo)

Richard van der Weide MSc. Eur.Erg. (Intergo)

Prof. Dr. Peter Turnbull (University of Bristol)



Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Ziel	4
2	Ziel, Forschungsfragen und Ansatz	6
2.1	Ziel und Forschungsfragen von TASCs	7
2.2	Ansatz der Untersuchung	8
2.2.1	Überblick	9
2.2.2	Feldstudie (Mai 2017 – Mai 2018)	10
2.2.3	Experten-Workshop „Auswirkungen zukünftiger Entwicklungen“ (28.6.2018)	12
2.2.4	Entwicklung eines Besatzungsinstrumentes (Mai 2018 - November 2018)	12
2.2.5	Projektorganisation und Zuständigkeiten	13
3	Ergebnis und Schlussfolgerungen von Feldstudie und Experten-Workshop	14
3.1	Feldstudie	15
3.1.1	Anmerkungen	15
3.1.2	Schlussfolgerungen	20
3.2	Experten-Workshop	21
4	Besatzungsinstrument	22
4.1	Ansatz und grundlegende Philosophie des Instrumentes	23
4.2	Berechnungsregeln	27
4.2.1	Mathematische Beschreibung	27
4.2.2	Verbale Beschreibung	31
4.3	Erläuterung und Illustration	34
4.3.1	Beispiel: Trockengutschiff	34
4.3.2	Beispiel Rheinfähre	35
5	Bewertung und Ausblick	36
5.1	Validierung des Besatzungsinstrumentes – weitere Vorgehensweise	37
5.2	Integration des Besatzungsinstrumentes	38
5.3	Umsetzungsprozess	38
6	Zusammenfassung	40

Quellennachweis

Anhang: Mitglieder der Lenkungsgruppe

VERANLASSUNG UND ZIEL





Veranlassung und Ziel

Der **Binnenschifffahrtssektor** ist durch spezifische Arbeits- und Lebensbedingungen an Bord gekennzeichnet, die mit den anderen Verkehrsträgern nicht vergleichbar sind. Im Straßen- und Schienenverkehr arbeiten Fahrzeugführer in der Regel allein. Andererseits haben Seeschiffe eine viel größere Besatzung. Daher können die Kenntnisse über die Arbeitsbelastung dieser Verkehrsträger nicht direkt angewendet werden; das Steuern von Binnenschiffen unter den spezifischen Flachwasserbedingungen erfordert eine spezifische Ausbildung und Qualifikation.

Zudem muss eine angemessene Besatzungsverordnung zum einen Sicherheitskriterien (untere Besatzungsgrenze) und zum anderen ökonomischen Sachzwängen genügen (Obergrenze). Darüber hinaus können technische Entwicklungen und verbesserte Bildungsmethoden, die zu einem höheren Bildungsniveau führen, die Arbeitsbelastung ändern.

Derzeit gibt es in verschiedenen europäischen Ländern und Flussgebieten unterschiedliche Ausbildungs- und Besatzungsstandards. Die EU-weite Harmonisierung der Ausbildungsstandards ist bereits im Gange. Ein harmonisierter europäischer Besatzungsrahmen wird ebenfalls als wünschenswert erachtet, um zu einer verbesserten Mobilität der Arbeitskräfte beizutragen und sich den allgemeinen demografischen Herausforderungen zu stellen.

Die führende geltende Besatzungsregelung für die Binnenschifffahrt ist die etwa 30 Jahre alte Verordnung für das Rheinschifffahrtspersonal. In den letzten drei Jahrzehnten gab es jedoch erhebliche Veränderungen technologischer bzw. nicht-technologischer Art, die sich auf den Sektor auswirken.

Vor diesem Hintergrund einigten sich die Sozialpartner 2014 während einer Diskussionsrunde gemeinsam auf die Notwendigkeit der Entwicklung neuer Besatzungsanforderungen für Schiffsbesatzungsmitglieder auf dem europäischen Binnenwasserstraßennetz und leiteten die Untersuchung „Auf dem Weg zu einem nachhaltigen Besatzungssystem“ ein.

„Towards A Sustainable Crewing System – TASCS“

TASCS zielt auf die Entwicklung einer detaillierten Bewertung der Arbeitsbelastung ab, die in einem dokumentierten Vorschlag für ein einfach zu bedienendes und leicht durchsetzbares Besatzungsinstrument mündet. Die bestehenden Vorschriften müssen aktualisiert und um eine breitere Perspektive im Sinne eines harmonisierten europäischen Besatzungsrahmens erweitert werden (letzterer muss Raum für moderne technische Entwicklungen, die Attraktivität der Binnenschifffahrt sowie unternehmerisches Denken bieten und operative, kulturelle, institutionelle und andere Unterschiede berücksichtigen).

DANKSAGUNG

Das TASCS-Projekt wäre ohne die Unterstützung der Europäischen Kommission, die harte Arbeit und die Begeisterung der Sozialpartner und ihrer Mitglieder nicht möglich gewesen. Wir sind den an der Forschung beteiligten Schiffsbesatzungen für ihre Zeit, ihr Fachwissen und ihre Aufrichtigkeit sehr dankbar.

¹ Im Rahmen dieser Untersuchung wird das Wort 'Besatzung' anstelle von 'Bemannung' verwendet, um eine geschlechtsneutrale Formulierung zu gewährleisten.

ZIEL, FORSCHUNGSFRAGEN UND ANSATZ

2



2.1 Ziel und Forschungsfragen von TASCS



Die Europäischen Sozialpartner zielen auf die Weiterentwicklung der Besatzungsanforderungen hinsichtlich Schiffsbesatzungen im Rahmen des Europäischen Wasserstraßennetzes ab. Neben Aspekten wie Arbeitszeiten, Kompetenzen und Durchsetzung erkennen die Europäischen Sozialpartner die Arbeitsbelastung als eine relevante Dimension bei der Entwicklung einer neuen Verordnung an. Dieses Projekt ist eine Bewertung der Arbeitsbelastung, wobei auch untersucht wurde, ob und wie sich diese Einflüsse auf die Besatzungsmitglieder auf der Management-Ebene und im operativen Bereich auswirken. Das Projekt hat alle relevanten kritischen Elemente und/oder Einflüsse identifiziert und bewertet, von denen Auswirkungen auf die Besatzungsmitglieder an Bord eines Schiffes während der Arbeit und der Erholung ausgehen.

Das Ziel der Europäischen Sozialpartner ist ein dokumentierter Vorschlag mit verschiedenen Optionen für ein einfach zu handhabendes (transparentes, flexibles, nachhaltiges) und leicht durchsetzbares Besatzungsinstrument für das europäische Wasserstraßennetz unter Berücksichtigung der wesentlichen Systemeigenschaften.

Bei der Untersuchung wurden alle relevanten Parameter berücksichtigt, die sich auf die Arbeitsbedingungen auswirken. Dementsprechend wurde das Gesamtsystem mit seinen Leistungselementen, einschließlich der relevanten Beziehungen und Korrelationen der verschiedenen Forschungsparameter untersucht. Dazu gehören:

- Besatzungen und ihre Aufgaben
- Schiffe und ihre technische Ausrüstung
- Wasserstraßeninfrastruktur und nautische Bedingungen sowie Verkehrsbedingungen
- Kundenbeziehungen
- Organisation des Unternehmens und der Betriebsweisen sowie
- Hafen- und Terminalinfrastrukturen und -prozesse

Darüber hinaus trug die Studie den relevanten europäischen Vorschriften zu Arbeitszeit, Sicherheit, standardisierten Kompetenzen sowie aktuellen Standards in Bezug auf Technik, Logistik und dem Faktor Mensch Rechnung. Im Transportwesen verwendete wissenschaftlich fundierte Modelle in Bezug auf Themen wie Sicherheit, Arbeitsbelastung, Effektivität, Müdigkeit und Erholung (MARTHA², SAFTE³, FAST⁴, FRI⁵) wurden herangezogen.

VISION

Die Aspekte der Arbeitsbelastung lassen sich in drei Hauptkategorien einteilen, von denen die geistige und körperliche Arbeitsbelastung bestimmt wird: Aufgabenanforderungen, (Arbeits-)Umgebung sowie individuelle Faktoren und Wahrnehmung. Die daraus resultierende Arbeitsbelastung bestimmt die Systemleistung in Kombination mit der Vorgehensweise, wie in Abbildung 1 dargestellt.

² Jepsen e.a. (2017). MARTHA the final report 2017-01

³ SAFTE model: Sleep, Activity, Fatigue and Task Effectiveness model. Hursh S.R., Raslear T.G., Scott Kaye A., Fanzone J. (2006). Validation and calibration of a fatigue assessment tool for railroad work schedules

⁴ FAST: Fatigue Avoidance Scheduling Tool. Hursh S.R., Raslear T.G., Scott Kaye A., Fanzone J. (2006). Validation and calibration of a fatigue assessment tool for railroad work schedules

⁵ FRI: Fatigue and Risk Index. Spencer M.B., Robertson K.A., Folkard S. (2006). The development of a fatigue/ risk index for shift workers. Health & Safety Executive research report 446/2006, London

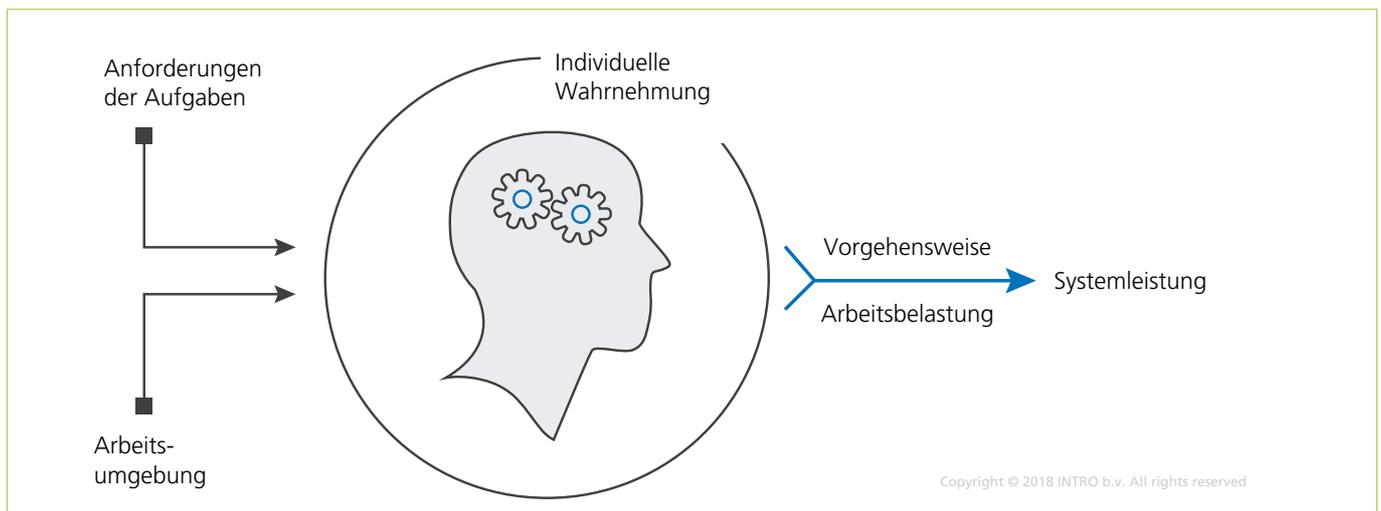


Abbildung 1: Modell der Arbeitsbelastung, beruht auf EN-ISO 10075

Eine unausgewogene Arbeitsbelastung kann auf verschiedene Weise angegangen werden (Unterforderung/Überforderung):

- Änderung der Besatzungszahl (Teil dieses Projekts);
- Veränderung der Arbeits-/Ruhemuster (Arbeitszeiten), abgesehen von den Mustern im Fahrt-/Ruheschema des Schiffes;
- Änderung der Aufgabenverteilung (Mechanisierung, Automatisierung oder Outsourcing).

2.2 Ansatz der Untersuchung

Der zu Grunde gelegte Ansatz lässt sich als klassische Aktionsforschung bezeichnen, wie in Abbildung 2 dargestellt. Die Grundlagen dieser Forschung passen zum Kontext der Forschungsfrage, denn sie sind:

- Demokratisch (ermöglicht die Beteiligung aller Menschen)
- Gleichberechtigt (Anerkennung des wahren Wertes von Menschen)
- Befreiend (Befreiung von unterdrückenden, schwächenden Bedingungen)
- Lebensverbessernd (ermöglicht das Abrufen des vollen menschlichen Potenzials)

Außerdem wurde eine Kombination von Quellen verwendet:

- Praktische Beobachtungen zu Zeitaufwand und Arbeitsbelastung;
- Erhebung objektiver Fakten in der Praxis zu Zeitaufwand und Arbeitsbelastung;
- Subjektive Beurteilung der erfahrenen Arbeitsbelastung.

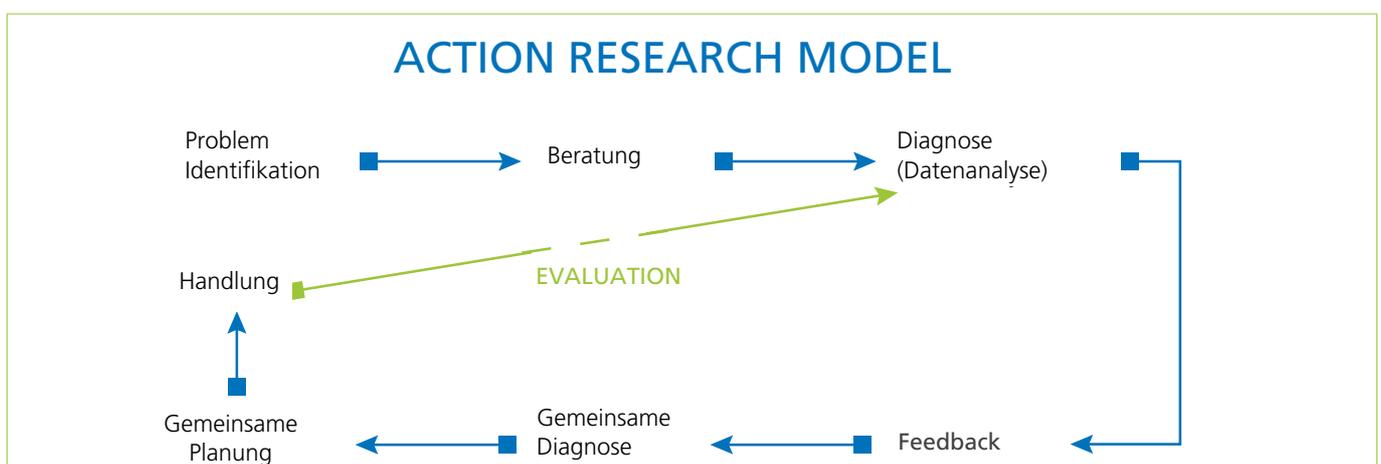


Abbildung 2: Modell der Aktionsforschung, Nutzung verschiedener Quellen für gültige und akzeptierte Daten



2.2.1 Überblick

Auf der Grundlage des Ziels und der Forschungsfragen wurde der folgende Ansatz vereinbart und für TASCs angewendet:

- Analyse bestehender Strukturen und der Systemeigenschaften der Binnenschifffahrt einschließlich Studie der einschlägigen Fachliteratur.
- **Feldstudie:** Beobachtungen und Interviews hinsichtlich Aufgaben und der damit verbundenen Zeitbelegung sowie zur physischen Arbeitsbelastung und dem Aufmerksamkeitsniveau an Bord einer repräsentativen Auswahl von 50 Schiffen auf den miteinander verbundenen Binnenwasserstraßen in Europa in allen Jahreszeiten, und in 7 Schiffstypen unterteilt: (i) Trockengutschiffe, (ii) Tankschiffe, (iii) Containerschiffe, (iv) Schub-/Koppelverbände, (v) Tagesausflugschiffe und Fähren, (vi) Kabinenschiffe und (vii) Schlepper. Es wurde vereinbart, andere Schiffstypen wegen der relativ geringen Auswirkungen auf den Binnenschifffahrtssektor auszuklammern.
- **Zukünftige Entwicklungen:** Identifizierung der zu erwartenden zukünftigen (technischen und nicht technischen) Entwicklungen; Hinzuziehung von Experten aus verschiedenen Fachgebieten.
- **Besatzungsinstrument:** Entwicklung eines aufgabenbezogenen Ansatzes; Berücksichtigung der Ergebnisse der Feldstudie und des Workshops zu zukünftigen Entwicklungen.
- Reflexion aller Schritte einschließlich der Zwischenergebnisse und Vorgehensweise mit der Lenkungs- und Schwerpunktgruppe.

Diese Schritte werden in den nächsten Abschnitten näher erläutert (2.2.2–2.2.4).

Zeitlicher Ablauf der Studie

Die Untersuchung begann Anfang 2017 und wurde im Dezember 2018 abgeschlossen. Dabei gab es folgende zeitliche Eckpunkte:

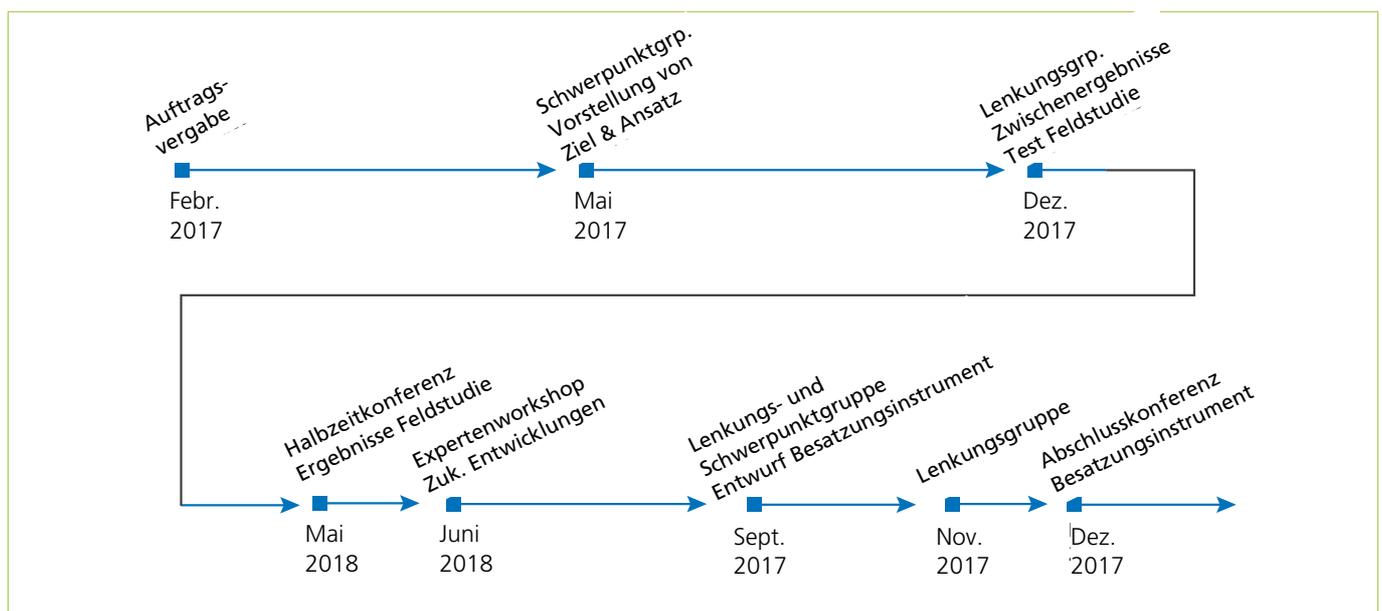


Abbildung 3: Visueller Zeitplan der TASCs-Eckdaten



2.2.2 Feldstudie (Mai 2017 – Mai 2018)

In der Feldstudie wurden Beobachtungen und Interviews zu Aufgaben, zeitlicher Beanspruchung sowie bewerteter und erfahrener körperlicher Belastung und Aufmerksamkeit durchgeführt. Zu Beginn wurde ein standardisiertes Untersuchungsinstrument zur Aufgabenanalyse mit teilstrukturierten Interviewfragen entwickelt und mit den Besatzungen von 10 Erstschiffen getestet. Die Kernstudie wurde mit Besatzungen von 40 zusätzlichen Schiffen durchgeführt. Die Auswahl der teilnehmenden Schiffe erfolgte in enger Zusammenarbeit und mit Unterstützung der Mitglieder der Steuerungsgruppe.

Ausgehend von den Merkmalen und Strukturen der Binnenschifffahrt einerseits und dem Ziel der Untersuchung und den entsprechenden Anforderungen andererseits wurden die nachfolgend beschriebenen Kriterien, Parameter und Schritte berücksichtigt.

Auf der Grundlage der verschiedenen Ladungskategorien (Trockengut, Flüssiggut, Container, usw.) und der entsprechenden Ladungseigenschaften und Anforderungen ergibt sich eine Vielzahl von Schiffstypen, Größen und Ausrüstungen mit entsprechenden spezifischen technischen Merkmalen und einer daraus resultierenden Aufgabenstellung für die Besatzung. Auch für Passagierschiffe wurden spezifische Anforderungen, Merkmale und entsprechende Aufgaben berücksichtigt. Dementsprechend wurde eine Differenzierung der Feldstudie in 7 Schiffstypen gewählt. Neben den Grundparametern Schiffstyp und -eigenschaften wurden auch die technische Ausrüstung, das Fahrgebiet und die Betriebsart berücksichtigt.

Arbeit, Erholung, Reisen und Pendeln sowie die entsprechenden Aufgaben wurden behandelt. Dabei wird auf harmonisierte Kompetenzen auf Basis von ES-QIN⁶ (Aufgaben 1-7) verwiesen, sowie auf zusätzliche in der Praxis auftretende Aufgaben (Aufgaben 8-11), die das Arbeitspensum, das Aufmerksamkeitsniveau und daher auch den Erholungsbedarf beeinflussen:

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Navigation | 6. Kommunikation |
| 2. Betrieb des Fahrzeugs | 7. Arbeitsschutz & Unfallprävention |
| 3. Frachtabfertigung, Stauung und Personenbeförderung | 8. Unternehmerische Aufgaben |
| 4. Regelmäßige Überprüfung der Ausrüstung für die Schiffstechnik | 9. Weitere Aufgaben |
| 5. Wartung & Reparatur | 10. Erholung/Pause |
| | 11. Reisen |

Für jede der Aufgaben wurde die entsprechende Zeitbelegung, Häufigkeit und (körperliche und geistige) Arbeitsbelastung für verschiedene Besatzungsmitglieder untersucht; dabei wurde die Hauptkategorisierung von Schiffsführer und Matrosen angewendet.

Darüber hinaus wurden weitere Themen wie Gleichzeitigkeit der Aufgaben, Dringlichkeit, Hilfsbedarf (2. Person), Erfahrungsbedarf und erschwerende Bedingungen, wie Notfall, schwierige nautische Bedingungen (z.B. Nebel, Dunkelheit, hohes Verkehrsaufkommen usw.) abgedeckt.

⁶ Europäische Normen für die Qualifikation in der Binnenschifffahrt, ES-QIN, Ausgabe 2018. Die in TASCs verwendeten Wortlaute und Überschriften weichen z.T. von ES-QIN ab.



Abbildung 4: Visuelle Darstellung der Aufgaben

Neben den verschiedenen Typen umfassten die untersuchten Schiffe auch alle möglichen Größen, von kleinen Schleppern, Fähren, Passagier- und Trockengut Schiffen bis hin zu großen selbstfahrenden Schiffen und Koppel- sowie Schubverbänden. Das Alter der Schiffe variierte zwischen 7 und 83 Jahren. Mehr als 50 % der Schiffe waren im Besitz von Partikulieren, insbesondere Trockengutfrachter sowie mehrere Container- und Flüssigutfrachter, einige Koppelverbände, Tagesausflugsschiffe und Schlepper. Fast 20 % der Schiffe gehörten Reedereien, insbesondere Kabinenschiffe sowie einige Schubverbände und ein Tanker. Weitere Schiffe waren in kommunalem Besitz (einige Tagesausflugsschiffe), genossenschaftlich betrieben oder als Werksverkehr anzusehen.

Die folgende Matrix gibt einen Überblick über die untersuchten Schiffe pro Typ und Fahrtgebiet.

Gebiet	Typ	Trockengut-schiffe	Tankschiffe	Container-Schiffe	Schub-/Koppel-verbände	Tages-ausflugs-schiffe & Fähren	Kabinen-schiffe	Schlepper/Sonder-transporte	TOTAL
Rhein & Nebenflüsse, einschl. Kanäle, Frankreich, Weser usw.		12	6	3	4	6	3	3	37
Donau (einschl. Rhein-Donau-Kanal)			1		3		1		5
Frankreich (ausser Rhein)				4 (Nordfrankreich - ARA-Häfen)		2	2		8
TOTAL		12	7	7	7	8	6	3	50

Tabelle 1: Überblick der untersuchten Schiffe pro Typ und Wasserstraßeneinzugsgebiet



2.2.3 Experten-Workshop „Auswirkungen zukünftiger Entwicklungen“ (28.6.2018)

Wie auch bei der geltenden aktuellen Besatzungsregelung ist davon auszugehen, dass das vorgeschlagene Besatzungsinstrument mehrere Jahrzehnte in Kraft sein wird. Daher ist es von zentraler Bedeutung, erwartete zukünftige Entwicklungen so systematisch wie möglich zu berücksichtigen. Um sowohl zukünftige technische als auch nichttechnische Entwicklungen zu identifizieren, wurden im Rahmen eines Workshops am 28. Juni 2018 in Duisburg Experten aus verschiedenen Fachgebieten hinzugezogen.

Rund 40 Experten (Vertreter von Gewerbeverbänden der Binnenschifffahrt, von Unternehmen und Verwaltungen), waren von der Steuerungsgruppe eingeladen worden. Adressiert waren die Bereiche Trocken- und Tankschifffahrt, Passagierschifffahrt, Verwaltung, Zulieferer und Digitalisierung. 12 Experten von Verbänden, Frachtschiff-Betreibern und aus der Verwaltung nahmen am Workshop teil und diskutierten mögliche Entwicklungen im Hinblick auf die entsprechenden Auswirkungen auf die Besatzung. Vertreter von Passagierschiffen nahmen nicht teil.

In dem Workshop konnten wichtige Erkenntnisse über verschiedene Entwicklungen gewonnen und mehrere Trends identifiziert werden.

Die wichtigsten Ergebnisse sind in Kapitel 3.2 dargestellt.

2.2.4 Entwicklung eines Besatzungsinstrumentes (Mai 2018 - November 2018)

In Anlehnung an die übliche Praxis in anderen Verkehrssektoren und sicherheitskritischen Branchen wurde auch für TASCs ein aufgabenbezogener Ansatz angewandt. Unter Bezugnahme auf ES-QIN basiert der Ansatz auf 11 Aufgaben unter Berücksichtigung der vereinbarten neuen Profile für die Kompetenzen der Besatzung (Schiffsführer und Matrosen). Für jede Aufgabe wurde der jeweilige Zeitaufwand, das Aufmerksamkeitsniveau und die körperliche Belastung analysiert.

Darüber hinaus wurden die Ergebnisse der Feldstudie und des Expertenworkshops umgesetzt. Die verschiedenen Schiffstypen, ihre spezifischen Eigenschaften und Auswirkungen auf die oben genannten Parameter wurden ebenfalls berücksichtigt.



2.2.5 Projektorganisation und Zuständigkeiten

Die Forschung erfolgte in enger Zusammenarbeit zwischen dem Projektteam, dem Lenkungsausschuss mit Delegierten der Europäischen Sozialpartner und einer „Schwerpunkt-Gruppe“ mit einschlägigen Vertretern der Binnenschifffahrt, einschließlich Schiffsführern, Besatzungsmitgliedern, Flottenmanagern usw. Die Schwerpunkt-Gruppe wurde unter Berücksichtigung verschiedener Teilsegmente, z.B. verschiedener Schiffskategorien aus verschiedenen Ländern und der relevanten europäischen Wasserstraßenkorridore eingerichtet. Ein Überblick über die Mitglieder des Lenkungsausschusses ist in Anhang I enthalten.

Die Aufgabe des Lenkungsausschusses bestand darin, die Schwerpunkt-Gruppe einzurichten, die sich aus Vertretern der o.g. Gruppen zusammensetzte, sowie die Organisation von Schiffsbesuchen zu unterstützen. Darüber hinaus organisierte die Lenkungsgruppe Workshops, Meetings sowie wesentliche Veranstaltungen und gab Feedback von den Delegierten für die Umsetzung.

Die Aufgaben der Schwerpunkt-Gruppe waren die Unterstützung bei der Bestimmung der kritischen Elemente, die sich auf die Arbeitsbelastung und die Besatzung auswirken, sowie die Überprüfung und Vervollständigung der Ergebnisse in der Forschungsphase, bestehend aus der Validierung der Bewertung von Arbeitsbelastung und zeitlicher Beanspruchung. Darüber hinaus kommentierte und validierte die Schwerpunkt-Gruppe das vorläufige Besatzungsinstrument.



**ERGEBNIS UND
SCHLUSSFOLGERUNGEN
VON FELDSTUDIE UND
EXPERTEN-WORKSHOP**

3





3.1 Feldstudie

3.1.1 Anmerkungen

Der Binnenschifffahrtssektor ist durch eine große Vielfalt von Betriebs- und Arbeitsbedingungen gekennzeichnet, die sich aus verschiedenen Parametern ergeben. Neben den verschiedenen Frachtkategorien und den entsprechenden „Anforderungen“ sind auch die spezifischen Aufgaben im Zusammenhang mit der Personenbeförderung (unter Berücksichtigung von Fähren, Tagesausflugs- und Kreuzfahrtschiffen) zu berücksichtigen. Darüber hinaus führt die daraus resultierende große Vielfalt an Schiffstypen mit unterschiedlichen technischen und betrieblichen Bedingungen zu einer entsprechenden Differenzierung in spezifische Aufgaben mit jeweils unterschiedlicher zeitlicher Beanspruchung, körperlicher Belastung und kognitiver Aufmerksamkeit. Nicht zuletzt führen unterschiedliche nautische sowie infrastrukturelle und verkehrsbezogene Bedingungen zu weiteren Spezifikationen.

Für die verschiedenen Schiffstypen und für jede der 11 Aufgaben einschließlich der Teilaufgaben wurde die zeitliche Beanspruchung sowohl für die Schiffsführer als auch für die Matrosen erfasst.

Für die Parameter „Aufmerksamkeitsgrad“ und „körperliche Arbeitsbelastung“ wurde eine Klassifizierung in 4 Stufen wie folgt gewählt (Spencer et al. 2006):

- * = Extrem anspruchslos (sehr niedrig)
Körperliche Arbeitsbelastung: Extrem anspruchslos, viel freie Kapazität (z.B. gantätiges Sitzen während der Navigation oder Überwachung der Entladung);
Grad der Aufmerksamkeit: Erfordert selten oder fast zu keiner Zeit Aufmerksamkeit; einige zusätzliche Aktivitäten, die erforderlich sind, um die Aufmerksamkeit aufrecht zu halten.
- ** = Anspruchslos (mäßig)
Körperliche Arbeitsbelastung: Mäßig gering, einige freie Kapazität (z.B. langsames Gehen den ganzen Tag).
Grad der Aufmerksamkeit: Erfordert einige Zeit Aufmerksamkeit; mit anderen nicht komplexen Aktivitäten kombinierbar, z.B. einfache Kommunikation.
- *** = Anspruchsvoll (hoch)
Körperliche Arbeitsbelastung: Mäßig anspruchsvoll, wenig freie Kapazität (z.B. manuelles Schaufeln der Ladungsreste und Kehren des Laderaums; manueller Umschlag von Gepäck/Lebensmitteln an oder von Bord).
Grad der Aufmerksamkeit: Erfordert die meiste Zeit Aufmerksamkeit; nicht mit anderen Aktivitäten kombinierbar.
- **** = Extrem anspruchsvoll (sehr hoch)
Körperliche Arbeitsbelastung: Extrem anspruchsvoll, keine freie Kapazität (z.B. manuelle Reinigung von Chemikalienbehältern auf engstem Raum).
Grad der Aufmerksamkeit: Erfordert (fast) Vollzeitaufmerksamkeit, keine freie Kapazität; ungestörte Ruhe erforderlich für vollste Konzentration.

Basierend auf dieser Kategorisierung wird in Tabelle 2 ein zusammenfassender Überblick über diese Parameter pro Aufgabe und pro Kompetenz (Schiffsführer und Matrose) gegeben. Weitere Ergebnisse werden auf den Folgeseiten je Aufgabe dargestellt.

Aufgabe	Parameter	Zeitliche Beanspruchung Schiffsführer Spanne (h) Min-Max	Zeitliche Beanspruchung Matrose Spanne (h) Min-Max	Grad d. Aufmerksamkeit Schiffsführer * niedrig **** hoch	Grad d. Aufmerksamkeit Matrose * niedrig **** hoch	Körperl. Arbeitsbelastung Schiffsführer * niedrig **** hoch	Körperl. Arbeitsbelastung Matrose * niedrig **** hoch
1 Navigation Fahrtenplanung, Org. Wechsel der Besatzung Fahren & Manövrieren, An- & Ablegen, Arbeit organisieren und Kontrollieren		0 - 14	0 - 6	** - *** (kann Spitzenbelastung sein: ****) (hängt z.B. ab von naut., Verkehr & Wetter)	** (kann Spitzenbelastung sein: ****)	*	*_*_* (kann Spitzenbelastung sein **** für Schiffe mit großem Volumen)
2 Schiffsbetrieb Bunkerung, Ballastwasser & Abfallmanagement		0 - 1	0,2 - 1	**	**	*	*_*_*
3 Frachtschlag, Stauen, Fahrgäste z.B. Umgang mit Schläuchen, Tank reinigen Frachtdokument. & Überprüfung Kontrolle der Stabilität; Fahrgäste		0 - 3	0,1 - 9	** (*** falls Chemik. oder Container)	** (kann Spitzenbelastung sein ***)	*	*_*_* (kann Spitzenbelastung sein ***)
4 Inspektion Periodische Insp. (Schiff / Hardware / Software usw.)		0,3 - 3	0,1 - 4	** (***)	** (***)	*	* (***)
5 Wartung & Instandhaltung Wartung (Vorb. & Koord.) Planung ext. Wartung (...)		0 - 3	0,1 - 1 2 - 8 (Tanker, Verband, Kabinenschiff)	**	**	*	*_*_***
6 Kommunikation Managemt. Besatzung & Schichtüberg. Organisation & Ausf. v. Schulung		0 - 2,5	0 - 1,8	** (***)	** (***)	*	*
7 Arbeitsschutz & Unfallprävention Kontrolle Arbeits- & Ruhezeit (Schichten) Ausarbeitung Sicherheitspläne Anweisungen Crew bei Sicherheitsübungen		0 - 0,5 (1,4)	0 - 0,1	** (Spitzenbelastung im Notfall: ****)	** (Spitzenbelastung im Notfall: ****)	*	*
8 Unternehmer. Arbeit Akquisition Folgeladung Kaufmänn. Buchhaltung Personalverwaltung Schiff Buchh. (Hafengebühren usw.)		0 - 2,4	0	**	--	*	--
9 Andere Aufgaben Lesen, Warten, Haushalt (Kochen, Unterkunft reinigen) Azubis unterrichten		0 - 3	0 - 7	*_*_*	*_*_*	*_*_*	*_*_*
10 Erholung & Freizeit Pause, Freizeit, Schlaf, Standby		Auf individueller Basis	Auf individueller Basis	*	*	*	*
11 Reise Pendeln vom/zum Schiff		Auf individueller Basis	Auf individueller Basis	*	*	*	*

Tabelle 2: Ermittelte (Spannen des) Zeitaufwandes, Aufmerksamkeitsniveaus und der körperlichen Arbeitsbelastung pro Aufgabe (Quelle: Feldstudie und Präsentation bei der Schwerpunkt-Gruppe am 12. Sept. 2018, s. Sitzungsprotokoll)

AUFGABE 1 Navigation

- Die Zeitauslastung für den Schiffsführer während des Steuerns/Manövrierens ist in der Regel ununterbrochen.
- Die Mitarbeiter folgen in der Regel dem Schichtrhythmus; Schiffseigner arbeiten in der Regel so lange, wie es die Regulierung erlaubt.
- Die Zeitauslastung des Schiffsführers wird durch die Logistikplanung und die daraus resultierende Reiseplanung bestimmt, die manchmal die Erholung stört.
- Wenn die Aufmerksamkeit während der Navigation (extrem) anspruchslos ist (* oder **), können die folgenden weniger anspruchsvollen Aufgaben parallel durchgeführt werden, vorausgesetzt, dass diese Aufgaben in Reichweite von Navigationsanzeigen und Bedienelementen (im Steuerhaus) ausgeführt werden:
 - Aufgabe 4 (Fern-)Inspektion,
 - Aufgabe 6 Kommunikation
 - Aufgabe 8 einfache unternehmerische Arbeiten.
- Andere Aufgaben wie die Ladungsplanung (Erstellung / Übernahme der Containerplanung) sollten nicht durchgeführt werden, da die erforderliche hohe Aufmerksamkeit beeinträchtigt wird.
- Im Hinblick auf die Arbeitsbelastung können aufgrund von komplexem Verkehr, Hindernissen oder eingeschränkter Sicht oder schwerem Wetter anspruchsvolle Spitzenbelastungen auftreten. Sie sind oft vorhersehbar (außer bei unvorhersehbaren ungünstigen Wetterbedingungen).
- Spitzenbelastungen werden in der Praxis selten durch Wechsel oder zusätzliche Erholung bewältigt.
- Die Vorbereitung der Reise hängt von der Vertrautheit mit den Gegebenheiten ab.



AUFGABE 2 Schiffsbetrieb

- Die zeitliche Beanspruchung variiert je nach Schiffstyp, Größe usw., wird aber im Allgemeinen als eher kurz angesehen. Die physische Arbeitsbelastung kann durch schwere Schläuche zum Bunkern in großen Schiffen körperlich anstrengend sein. Die kognitive Aufmerksamkeit ist moderat.



AUFGABE 3 Fracht-Handling

- Die zeitliche Beanspruchung beim Be- und Entladen variiert und hängt von den Anforderungen an die Ladung, den Passagieren, der Schiffgröße, der örtlichen Situation usw. ab.
- Die zeitliche Beanspruchung während der Reise ist bei Gefahrgut gering oder moderat, bei anderen Gütern extrem niedrig.
- Die Arbeitsteilung zwischen Schiffsführer und Matrose und die Betreuung der Ladung wird unterschiedlich gehandhabt.
- Folgende Aufgaben können während der Überwachung des (Ent-)Ladens parallel durchgeführt werden: Aufgabe 4 (Fern-)Inspektion, Aufgabe 6 Kommunikation und Aufgabe 8 unternehmerische Arbeiten.
- Die mentale Arbeitsbelastung für Schiffsführer und Matrose gilt als anspruchslos, mit Ausnahme von Gefahrgut. Der Schiffsführer ist auch für die Stabilität und die strukturelle Belastung verantwortlich.
- Die physische Arbeitsbelastung ist in einigen Fällen anspruchsvoll, wie z.B. beim Koppeln von Leichtern, bei der Handhabung von Ladeluken oder Schläuchen für flüssige Ladung oder der Tankreinigung.
- Die Verwaltung des Güterumschlags vor allem beim Flüssiggut- und Containertransport verursacht eine zusätzliche zeitliche Beanspruchung. Etwa die gleichen Daten müssen in digitalen Systemen auf unterschiedliche Weise ausgetauscht werden. Dies ist ein zeitaufwendiger Verwaltungsaufwand, der von der Besatzung im Allgemeinen negativ wahrgenommen wird.

AUFGABE 4 Periodische Inspektion

- Die zeitliche Beanspruchung variiert stark und hängt teilweise vom Anspruch des Schiffsführers ab; die Aufgabe wird meist vom Matrosen übernommen.
- Die physische Arbeitsbelastung ist in der Regel mäßig gering. Die Aufmerksamkeit ist anspruchsvoll.
- Diese Aufgabe wird teilweise vollständig an Servicepartner ausgelagert (auch einschließlich der „vorausschauenden Instandhaltung“); insbesondere bei Reedereien, aber auch bei Partikulier-Schiffen.

AUFGABE 5 Instandhaltung & Reparatur

- Diese Aufgabe hängt teilweise von den Anforderungen und Standards des Schiffsführers ab; das Lackieren wird oft durchgeführt, weil Matrosen zur Verfügung stehen.
- Auch diese Aufgabe kann im Allgemeinen an einen (internen oder externen) Servicepartner ausgelagert werden; in einigen Fällen wird dies bereits praktiziert, unabhängig davon, ob es sich um Reederei- oder Partikulier-Schiffe handelt.
- Die zeitliche Beanspruchung richtet sich im Allgemeinen nach dem Alter der Geräteteile und ist abhängig von der Art der Ladung. Die körperliche Arbeitsbelastung ist im Allgemeinen mäßig anspruchslos, mit Spitzen bis mäßig (z.B. Schleifen) oder extrem anspruchsvoll.
- Hier treten saisonale Einflüsse auf: Frühlingsarbeit an Deck und im Winter Arbeit im Inneren.



AUFGABE 6 Kommunikation

- Dies umfasst sowohl die interne Kommunikation mit der Crew als auch die externe Kommunikation im Rahmen der Navigation und in begrenztem Umfang Kontakte mit der Unternehmerseite (Eigentümer).
- Die zeitliche Beanspruchung ist begrenzt, die Kommunikation wird oft mit der Navigation kombiniert.
- Die mentale Arbeitsbelastung ist im Allgemeinen mäßig gering, aber das hängt auch von der Erfahrung der Crew ab. Bei ausländischen Besatzungen und Sprachen ist die Kommunikation manchmal sehr anspruchsvoll (z.B. Kabinenschiffe in Frankreich mit ausländischen Schiffsführern).

AUFGABE 7 Arbeitsschutz & Unfallprävention

- In der Regel sind regelmäßige Notfalltrainings geplant.
- Im (seltenen) Notfall erfordert dies die vollständige Aufmerksamkeit und ist sehr anspruchsvoll.
- Die Abläufe die für die Bewältigung von Notfällen erforderlich sind, werden durch Sicherheitspläne festgelegt, die jeweils individuell sind. Diese Anforderungen gehen über den Rahmen von TASCs hinaus.

AUFGABE 8 Unternehmerische Arbeiten

- Diese Aufgabe richtet i.d.R. sich an selbständige Schiffsführer (Partikuliere); sie ist für Mitarbeiter (an Bord) nicht relevant. Auch diese Aufgabe kann im Allgemeinen an einen (internen oder externen) Servicepartner ausgelagert werden; in einigen Fällen wird dies bereits praktiziert, unabhängig davon, ob es sich um Reedereien oder selbstständig geführte Schiffe handelt.
- In der Regel wird diese Aufgabe parallel zur Navigation durchgeführt und auf verschiedene Weise abgewickelt, z.B. im Rahmen von langfristigen Frachtverträgen, durch Nutzung von Servicepartnern, durch Nutzung von Transportmarktplätzen, durch Mitgliedschaft in einer Genossenschaft oder durch „Auslagerung“ an einen Familienpartner (nicht als Crewmitglied gezählt) oder eine Agentur.

AUFGABE 9 Andere Aufgaben

- Die Aufgabenstellung und die zeitliche Beanspruchung sind von Fall zu Fall sehr unterschiedlich und hängen z.B. von den individuellen Strukturen und der Organisation und Größe der Crew an Bord ab.
- Die entsprechenden Aufgaben sind z.B. Lernen (richtet sich vor allem an junge und unerfahrene Crewmitglieder), Hauswirtschaft wie Kochen und Reinigen der Unterkünfte, Unterrichten/Coaching von Azubis aber auch Warten an Terminals.
- Das Warten gehört zum Tagesgeschäft und wird meist für Instandhaltung oder zusätzliche Pausen genutzt.





AUFGABE 10 Erholung/Pause

- In den verschiedenen Unternehmen und Schiffen werden verschiedene Standards und Ansätze für die Zeit an/von Bord sowie das Schichtsystem angewendet. In Bezug auf die Zeit an/von Bord werden unter anderem lange Intervalle (z.B. 14/14 oder 28/28 Tage) neben kurzen Intervallen (7/7 Tage) angewendet.
 - Das Schichtsystem hängt unter anderem auch von der verwendeten Betriebsart ab. Im Modus B (24-Stunden-Betrieb) wird z.B. oft ein 2 × 6-Stunden-Schichtsystem angewendet, während im Modus A1 und A2 oft 1½ × 8-Stunden-Schichten innerhalb eines 14/14-Dienstplanmusters verwendet werden. Ausländische Besatzungen haben aufgrund der langen Reisezeiten meist ein 28/28er Dienstplanmuster.
 - Die verschiedenen Ansätze werden von den verschiedenen Personen unterschiedlich wahrgenommen, je nach z.B. individuellen Vorlieben, Alter und persönlicher Verfassung. Während einige Besatzungsmitglieder die 14/14 oder 28/28 Tage Intervalle an/von Bord schätzen, bedauern andere sie z.B. aus familiären Gründen.
- Das 2×6h-Schichtsystem führt zu kurzen ununterbrochenen Schlafphasen von durchschnittlich 4 (mindestens 3 und maximal 5) Stunden zu verschiedenen Tageszeiten. 1½ × 8-Stunden-Schichten werden oft geschätzt, aber manchmal auch aufgrund von wechselnden Tag-/Nachtschichten abgelehnt. Aus wissenschaftlicher Sicht ist nachgewiesen, dass Arbeitszeiten im Verhältnis zwischen Arbeitsbelastung und Erholung als dominant angesehen werden. Diese sehr unterschiedlichen Regelungen mit entsprechenden Risiken erfordern eine Optimierung durch den Einsatz von Ermüdungs-Management-Systemen.
- Bei größerer Besatzung an Bord treten strengere Start- und Endzeiten auf. Bei kleinerer Besatzung tritt eine viel flexiblere Handhabung des Beginns und Endes von Schichtzeiten auf, mit - je nach Philosophie der Schiffsführer - mehr oder weniger Flexibilität und Überwachung der Häufigkeit/Dauer von unterbrochenem Schlaf.

- Außerdem wird auch die Qualität der Erholung angesprochen. Neben der Länge der ununterbrochenen Ruhe / des Schlafes ist auch die Qualität der Ruhe wichtig. Die Qualität der Erholung wird z.B. durch die Lage der Unterkunft (Entfernung vom Motor, Lage im Vergleich zur Tanzfläche auf Hotelschiffen) und den wahrgenommenen Geräusch- und Vibrationspegeln bestimmt. Obwohl die Schiffe vor dem Stapellauf nach allen relevanten Vorschriften zugelassen wurden, treten immer noch große Unterschiede bei den festgestellten Pegeln von Lärm und Vibrationen auf, die auf das Alter / den Zustand der Anlagen, die Fahrtrichtung (flussaufwärts/-abwärts) usw. zurückzuführen sind.
- Bei Schiffseignern (Partikulieren) wurde festgestellt, dass sie - im Vergleich zu den angestellten Besatzungsmitgliedern - oft weniger Urlaub nehmen und - vor allem jüngere Partikuliere - bereit sind, so viel wie möglich zu arbeiten, während ältere eher mehr Freizeit bevorzugen, z.B. im Hinblick auf freie Wochenenden.

AUFGABE 11 Reise

- Die Anreise bezieht sich auf die Fahrt zwischen Schiff und Zuhause. Manchmal handelt es sich um eine regionale oder nationale Anreise, aber oft ist diese international, z.B. zwischen Polen oder der Tschechischen Republik und Deutschland oder zwischen der Donau und dem Rhein-Korridor. Im Extremfall wurde auch eine Reise von Lettland nach Deutschland gemeldet.
- Diese Fahrten werden ganz unterschiedlich behandelt, und es werden keine allgemeinen Regeln eingehalten. In einigen wenigen Fällen werden sie als Arbeitszeit, in den meisten Fällen als private Zeit und manchmal partiell als Arbeits- und private Zeit gezählt. Einige wenige Unternehmen schreiben eine Übernachtung in einem Hotel vor dem Boarding vor, wenn im Vorfeld eine lange Anreise ansteht.

Allgemeine Anmerkungen

Ergänzend zu den bisherigen Ausführungen konnten trotz der großen Vielfalt an Aufgaben und Betriebsbedingungen einige allgemeine Erkenntnisse gewonnen werden.

Während Navigation und (falls zutreffend) unternehmerische Arbeit in der Regel nur Aufgaben des Schiffsführers sind, richten sich die meisten anderen Aufgaben an Schiffsführer und Matrosen gleichermaßen, allerdings in unterschiedlichem Umfang und in unterschiedlicher Dichte.

Im Allgemeinen wurde festgestellt, dass das **Aufmerksamkeitsniveau** für Schiffsführer und Matrosen oft mäßig oder extrem anspruchslos ist, in einigen Fällen anspruchsvoll und in (seltenen) Spitzen extrem anspruchsvoll. Solche Spitzen beziehen sich hauptsächlich auf extreme nautische Situationen, wie z.B. die Navigation unter schwierigen Bedingungen wie schwerem Wetter, intensivem Nebel, hoher Verkehrsdichte, engen Brückenpassagen usw. oder (seltenen) Notsituationen. Während hohe Verkehrsdichte, enge Brücken und Notfälle eher durch eine meist kurze Dauer gekennzeichnet sind, dauern andere Situationen wie z.B. Radarnavigation bei Nebel oder in der Nacht meist länger. Mit Ausnahme des Notfalls sind die meisten dieser Situationen kurz- und langfristig vorhersehbar, basierend auf der Streckenplanung und der Wettervorhersage.

Die **körperliche Arbeitsbelastung** des Schiffsführers gilt im Allgemeinen als äußerst anspruchslos. Für den Matrosen wird in den meisten Fällen die körperliche Belastung als anspruchslos oder extrem anspruchslos angesehen. Einige Aufgaben gelten jedoch als (extrem) anspruchsvoll, wie z.B. das Seilhandling beim An-/Ablegen großer Schiffe, das Handling schwerer Schläuche oder der Umgang mit Gefahrgütern, z.B. die Tankreinigung, das Ersetzen schwerer Teile in Maschinen, usw. Im Verhältnis zur Gesamtarbeitszeit gelten sie als kleine Spitzen. Einige dieser Aufgaben sind „mit zusätzlichen Händen“ leichter zu bewältigen. Dieses zusätzliche Personal muss jedoch nicht unbedingt an Bord sein, außer im Umgang mit Gefahrgütern. Darüber hinaus steht für die meisten Aufgaben im Grundsatz im Grundsatz technischer Support zur Verfügung.

Keine befragte Crew gab an, dass über die (derzeit) gesetzlich vorgeschriebene Anzahl hinaus mehr Crew an Bord benötigt wird. Dementsprechend werden die derzeitigen Besatzungszahlen als „Obergrenze“ für die Entwicklung des geplanten Besatzungsinstruments angesehen.

Das registrierte Schiffsalter kann nicht als Indikator für die (technische) Ausrüstung angesehen werden.

3.1.2 Schlussfolgerungen

Die beobachteten Ergebnisse zu den verschiedenen Aufgabenstellungen geben einen umfassenden Überblick über die zeitliche Beanspruchung sowie über die geistige und körperliche Arbeitsbelastung der Besatzungen auf Binnenschiffen. Diese Ergebnisse geben wertvolle Einblicke in die Arbeitsbedingungen.

Gleichzeitig dienen diese Erkenntnisse als wichtige Grundlage und Ausgangspunkt für die Entwicklung des geplanten Besatzungsinstruments. Basierend auf diesen Beobachtungen wurden allgemeine Korrelationen sowie geeignete Indikatoren für sinnvolle Bandbreiten verschiedener Parameter und Bedingungen für die Gleichzeitigkeit von Tätigkeiten abgeleitet. Als Kernaussage lässt sich ableiten, dass die Besatzungszahl und Zusammensetzung die zeitliche Belastung in Verbindung mit Arbeitsbelastungs- und Ermüdungs-/Erholungsaspekten berücksichtigen soll und dass die Navigationszeit durch Ermüdung begrenzt wird.

Dies wird in Kapitel 4 näher erläutert.





3.2 Experten-Workshop

Im Expertenworkshop wurden erwartete zukünftige technische und nicht-technische Entwicklungen mit Experten aus verschiedenen Bereichen im Hinblick auf entsprechende Auswirkungen auf die Crew reflektiert. Unter anderem wurden die Transportnachfrage und die logistischen Anforderungen intensiv reflektiert, wobei das Transportvolumen in den verschiedenen Marktsegmenten, der Trend zu kleineren Sendungsgrößen und die steigende Containerisierungsrate sowie der starke intermodale Wettbewerb (zwischen den Verkehrsträgern) und der damit verbundene Preisdruck berücksichtigt wurden. Auch der Arbeitsmarkt, der zunehmende Mangel an qualifizierten Arbeitskräften und der damit verbundene Bedarf an Fachkräften aus dem Ausland mit langen Anfahrten wurden angesprochen.

Im Hinblick auf den langjährigen Trend zu größeren Schiffen (Größeneffekte) wird als unklar angesehen, ob sich dieser Trend fortsetzen wird oder „an Fahrt verliert“, z.B. aufgrund des erwarteten Klimawandels und der Infrastrukturgrenzen. Es gibt auch Signale, die auf einen steigenden Bedarf an kleineren Schiffen hinweisen.

Die wichtigsten Ergebnisse mit Auswirkungen auf den Ansatz des Besatzungsinstrumentes werden im Folgenden skizziert.

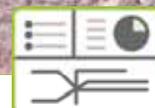
- Innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens wird für die reine Navigation im Allgemeinen **eine** qualifizierte Person benötigt, da alle notwendigen Vorrichtungen im Steuerhaus vorhanden sind, um alle Prozesse an Bord zu steuern. Dieser Zeitrahmen wird durch die maximale Arbeitszeit und Ermüdung begrenzt; bei längerer Navigation wird wechselndes Personal benötigt.
- In Bezug auf die Navigation wird die Länge und Breite des Schiffes im Allgemeinen als nicht relevant angesehen. Im Gegensatz dazu wird der Zusammenhang zwischen Schiffsgröße und Infrastrukturdimensionen, z.B. die Navigation von (Groß-)Schiffen in engen und begrenzten Gewässern, als relevanter angesehen.
- Über die Navigation hinaus werden weitere Besatzungsmitglieder für weitere Aufgaben (soweit relevant) benötigt, z.B. zum Anlegen, Be- und Entladen, Reinigen, Warten usw.
- Generell wird es als möglich erachtet, (Teile) diese(r) zusätzlichen Aufgaben an (externe) Servicepartner **auszulagern**, z.B. Reinigung, Lackierung, Instandhaltung von Motoren, Überwachung der (Ent-/)Beladung oder IT-Geräte usw., je nach den spezifischen Umständen. Auch **Outsourcing -Ansätze**, die sich mit Aufgaben wie Kopplung von Leichtern, Festmachen, z.B. in Schleusen usw. befassen, könnten in bestimmten Fällen machbar sein und so eine Art „Poolbildung“ von Personal nutzen (unter Berücksichtigung umfassender Ansätze über die Unternehmensebene hinaus).
- Auch **technische Lösungen** werden als mögliche Ansätze zur Reduzierung des Zeitaufwands und der physischen Arbeitsbelastung solcher zusätzlichen Aufgaben betrachtet. Automatisierungsansätze wie automatisierte Kupplungs- oder Festmachsysteme sind im Grundsatz verfügbar und können in bestimmten Fällen eine Lösung sein, wobei auch Sicherheitsfragen, Kosten und Wartung berücksichtigt werden müssen. Dies gilt auch für physisch anspruchsvolle Aufgaben wie das Heben von schweren Seilen oder Schläuchen von sehr großen Schiffen. Solche Optionen müssen von Fall zu Fall geprüft werden.
- Aufgrund des Fachkräftemangels in nahezu allen (Transport-)Branchen sind in Zukunft weitere Automatisierungsprozesse zu erwarten.

Schließlich müssen Innovationen jeglicher Art, ob technischer oder organisatorischer Natur, hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Gesundheit und Sicherheit der Besatzung, die Sicherheit der Navigation und andere Fragen wie die Umwelt angemessen bewertet werden. Diese Risikobewertungen sollten nachweisen, dass die Innovation keine zusätzlichen Risiken mit sich bringt und dass eine Anpassung der Besatzungsstärke gerechtfertigt ist.

BESATZUNGSINSTRUMENT



4.1 Ansatz und grundlegende Philosophie des Instrumentes



Die derzeitige Besatzungsregelung basiert hauptsächlich auf Schiffstyp, Länge des Schiffes, technischer Ausrüstung und Betriebsart. Die relevanten Aufgaben Tätigkeiten und deren Anforderungen werden nicht (direkt) angesprochen. Der bisherige Ansatz bestimmt die erforderliche Besatzung für ein Schiff im Allgemeinen (d.h. nicht pro Fahrt).

Inhaltlich wird es jedoch als sinnvoll und auch in anderen Verkehrsträgern und sicherheitskritischen Branchen als üblich erachtet, die Besatzung und die auszuführenden Aufgaben in den Mittelpunkt zu stellen, da die Aufgaben die zeitliche Beanspruchung sowie die geistige und körperliche Arbeitsbelastung und damit die Notwendigkeit von Erholung und Abwechslung bestimmen. Dementsprechend stehen aufgabenbezogene Ansätze, d.h. die Einbeziehung der Art der Tätigkeiten und der zeitliche Beanspruchung einschließlich der Arbeitsbelastung, in der Regel im Mittelpunkt entsprechender Neuregelungen. Beispiele sind sicheres Fahren im Seeverkehr und in der Marine, aber auch alle Arten von Verkehrsmanagement. Auf der Grundlage dieser Überlegungen wurde auch für TASCs ein aufgabenbezogener Ansatz gewählt.

Aus der Feldstudie und dem Experten-Workshop wurden weitere Informationen gewonnen, die für die Entwicklung des geplanten Besatzungsinstrumentes relevant sind. Im Lichte dieser Erkenntnisse und Überlegungen wird der vorgeschlagene TASCs-Ansatz auf den folgenden Schritten aufgebaut:

- Der neue Ansatz beginnt bei Null und lässt bestehende Ansätze außer Acht.
- Die Leitlinie für die Entwicklung dieses Instruments (und die Voraussetzung für seine Anwendung) ist es, das gleiche Sicherheitsniveau wie bisher zu gewährleisten.
- Der Automatisierungsgrad wurde berücksichtigt, um das Bewertungsinstrument entsprechend der ZKR-Definition (ZKR CC/CP (18) 21)⁷ zukunftssicherer zu gestalten (s. Tabelle 3).
- Das Instrument konzentriert sich auf Kompetenzen auf Managementebene (Schiffsführer) und operativer Ebene (Matrose), die sich aus ES-QIN ableiten lassen.
- Für jede Kompetenz wird die minimale zeitliche Beanspruchung pro Schiff und pro spezifischer, einfacher Fahrt, z.B. Rotterdam - Mannheim (d.h. nicht für das Schiff im Allgemeinen) berechnet. Als Reise wird nicht die zwei- oder vierwöchige Zeitspanne an Bord des Schiffes, sondern im Gegensatz dazu die einzelne Strecke zugrunde gelegt.
- Die gesamte Mindestzeitbeanspruchung ist die Summe der zeitlichen Beanspruchungen von 11 Aufgaben einschließlich der Erholung. Neben den reinen Fahrt- und anderen Navigationsaufgaben werden auch bestimmte Aufgaben zur Vor- und Nachbereitung, wie z.B. Be- und Entladen, Reisevorbereitung usw. behandelt. Dabei werden auch die Art und Menge der Ladung berücksichtigt.
- Physische Arbeitsbelastung und Aufmerksamkeitsniveau werden ebenfalls berücksichtigt, da sie die effektive Mindestzeitbeanspruchung und Gleichzeitigkeit beeinflussen. Schließlich beeinflussen Dauer und Art der Arbeit (körperlich und geistig) die Einsatzfähigkeit. Die Dauer und die Art der Arbeit werden im Hinblick auf die Verlängerung oder Reduzierung der berechneten zeitlichen Beanspruchung behandelt.
- Die daraus resultierende minimale zeitliche Beanspruchung pro Kompetenz und pro Fahrt muss noch in die erforderliche Mindestanzahl von Personen pro Kompetenz umgesetzt werden, unter anderem in Abhängigkeit von der akzeptablen täglichen Arbeitszeit oder dem gewählten Geschäftsmodell (z.B. Einsatz einer festen Besatzung für ein Schiff oder einer Besatzung in einem flexiblen Pool).

⁷ Zentralkommission für die Rheinschifffahrt, ZKR: „Erste internationale Definition des Automatisierungsgrades in der Binnenschifffahrt“ (ZKR CC/CP (18) 21), Straßburg, 2018.

	Grad	Bezeichnung	Schiffsführung (Manövrieren, Antrieb, Steuerhaus usw.)	Überwachung und Reaktion auf Navigations- umgebung	Fallback- Performance dynamischer Navigations- aufgaben,.	Fernsteuerung
Der Schiffsführer führt einige oder alle dynamischen Navigationsaufgaben aus	0	Keine Automatisierung permanente Ausführung aller Aspekte der dynamischen Navigationsaufgaben durch den menschlichen Schiffsführer, auch wenn diese durch Warn- oder Interventionssysteme ergänzt werden. <i>Bsp. Navigation mit Unterstützung der Radaranlage.</i>				Nein
	1	Steuerungsunterstützung <i>kontextspezifische Ausführung durch ein <u>automatisiertes Steuerungssystem</u> unter Verwendung bestimmter Informationen über die Navigationsumgebung, wobei davon ausgegangen wird, dass der menschliche Schiffsführer alle übrigen Aspekte der dynamischen Navigationsaufgaben ausführt. Bsp. Wendegeschwindigkeitsregler. Bsp. Trackpilot (Spurhaltesystem für Binnenschiffe entlang vordefinierter Leitlinien).</i>	 			
	2	Teilautomatisierung kontextspezifische Ausführung durch ein automatisiertes Navigationssystem <u>sowohl der Steuerung als auch des Antriebs</u> unter Verwendung bestimmter Informationen über die Navigationsumgebung, wobei davon ausgegangen wird, dass der menschliche Schiffsführer alle übrigen Aspekte der dynamischen Navigationsaufgaben ausführt.	 	 		
Das System führt alle dynamischen Navigationsaufgaben aus (wenn es eingeschaltet ist)	3	Bedingte Automatisierung kontinuierliche kontextspezifische Ausführung aller dynamischen Navigationsaufgaben durch ein automatisiertes Navigationssystem, <u>einschließlich Kollisionsvermeidung</u> , wobei davon ausgegangen wird, dass der menschliche Schiffsführer auf Aufforderungen zum Eingreifen und Systemausfälle angemessen reagiert.				Je nach kontextspezifischer Ausführung ist eine Fernsteuerung möglich (Schiffsführung, Überwachung und Reaktion auf Navigations-umgebung oder Fallback-Performance). Dies kann sich auf die Anforderungen an die Besatzung (Anzahl oder Befähigung) auswirken.
	4	Hohe Automatisierung <i>kontinuierliche kontextspezifische Ausführung aller dynamischen Navigationsaufgaben und Fallback-Performance durch ein automatisiertes Navigationssystem, <u>ohne dass davon ausgegangen wird, dass ein menschlicher Schiffsführer auf eine Aufforderung zum Eingreifen reagiert.</u></i> ⁸ <i>Bsp. Fahrzeug, das auf einem Kanalabschnitt zwischen zwei aufeinanderfolgenden Schleusen betrieben wird (Umgebung bekannt), das Automatisierungssystem kann das Durchfahren der Schleuse jedoch nicht allein bewältigen (was ein menschliches Eingreifen erfordert).</i>				
	5	Autonom = Vollautomatisierung kontinuierliche bedingungslose Ausführung aller dynamischen Navigationsaufgaben und Fallback-Performance durch ein automatisiertes Navigationssystem, ohne dass davon ausgegangen wird, dass ein menschlicher Schiffsführer auf eine Aufforderung zum Eingreifen reagiert.				

Tabelle 3: Erste internationale Definition des Automatisierungsgrades in der Binnenschifffahrt (ZKR: CC/CP (18) 21)

⁸ Dieser Grad sieht zwei verschiedene Funktionalitäten vor: Fähigkeit zum „normalen“ Betrieb ohne menschliches Eingreifen und vollständige Fallback-Performance. Zwei Untergrade sind denkbar.

Spezifikationen

Unabhängig von der oben erläuterten minimalen berechneten zeitlichen Beanspruchung können, abhängig z.B. von der spezifischen Situation oder der technischen Ausstattung des Schiffes usw., auch zusätzliche oder reduzierte zeitliche Beanspruchungen auftreten. Eine zusätzliche zeitliche Beanspruchung kann z.B. bei jungen, unerfahrenen Besatzungen oder zusätzlichen Aufgaben aus diesem Bereich oder bei höheren (unternehmensinternen) Standards für die Instandhaltung entstehen. Aber auch Dienstpläne (Ermüdungs-Managementsystem) und die Anwesenheit von Auszubildenden müssen berücksichtigt werden.

Der Frage der **Gleichzeitigkeit der Aufgaben** muss ebenfalls Rechnung getragen werden: Aufgaben mit hohem oder extremem Konzentrationsanspruch können nicht parallel ausgeführt werden. Dies bezieht sich auf Aufgaben der Ebene *** oder **** wie die Durchführung einer Inspektionsrunde, die Erstellung des Containerstapplans, die Navigation in schwierigen Bereichen oder Umständen, das Befahren einer Schleuse usw. Aufgaben mit niedrigem oder mittlerem Konzentrationsgrad wie Level * oder ** können mit einer anderen Aufgabe mit gleichem oder niedrigerem Arbeitsaufkommen und Konzentrationsgrad kombiniert werden.

Die technische Ausrüstung, der Grad der Modernisierung und Automatisierung sowie das Auslagern bestimmter Aufgaben können zeitliche Beanspruchung und Arbeitsbelastung des nautischen Personals beeinflussen. Im Workshop über zukünftige technische und nicht technische Entwicklungen wurde die Möglichkeit erörtert, (Teile) der nicht navigatorischen Aufgaben an (externe) Servicepartner **auszulagern**, z.B. Reinigung, Lackierung, Instandhaltung von Motoren, Überwachung des (Be-/)Entladens oder IT-Ausrüstung, je nach den spezifischen Umständen. Das Auslagern von Aufgaben wie (Ent-/)Kopplung, (An-/)Ablegen, z.B. in Schleusen usw. könnte in bestimmten Fällen durch eine Art Personalpooling (unter Berücksichtigung umfassender Ansätze über die Unternehmensebene hinaus) möglich sein.

Auch **technische Lösungen** werden als mögliche Ansätze zur Reduzierung der Zeit- und Arbeitsbelastung solcher Zusatzaufgaben betrachtet. Automatisierungsansätze wie automatisierte Kupplungs- oder Festmachsysteme sind im Grundsatz verfügbar und können in bestimmten Fällen eine Lösung sein, wobei auch Sicherheitsfragen, Kosten und Wartung berücksichtigt werden müssen. Dies gilt auch für körperlich anspruchsvolle Aufgaben wie das Heben von schweren Seilen oder Schläuchen von sehr großen Schiffen. Solche Optionen müssen von Fall zu Fall geprüft werden.

Die Stufen für die Navigationsbedingungen („einfach“, „normal“, „anstrengend“) und den Zustand der Ausrüstung („neu“, „gemischt“, „intensiv“) sind recht grob definiert. Sie könnten genauer definiert werden - und das mathematische Modell im Hintergrund kann jeden Detaillierungsgrad berücksichtigen -, aber dies würde zu einer erhöhten Anzahl von Eingabeparametern führen und das Werkzeug wäre weniger attraktiv. Hier gilt es, den besten Kompromiss zu finden.

Struktur und Kontext

Schematisch ist der Aufbau des Besatzungsinstrumentes im oberen Teil von Abbildung 5 beschrieben. Diese Abbildung zeigt auch den Kontext, in dem das Instrument interpretiert werden soll.

Zunächst muss klar sein, dass die Einhaltung der Besatzungszahlen gemäß Besatzungsinstrument keine Garantie (im Sinne der Haftung) für sicheren Verkehrsbetrieb darstellt. Vielmehr ist es eine solide Grundlage für die operative Planung, kann aber unvorhersehbare extreme Umstände nicht berücksichtigen. Folglich ist immer der „gesunde Menschenverstand der Schifffahrt“⁹ an zu wenden.

1. Nach der Berechnung der minimalen zeitlichen Beanspruchung pro Kompetenz und pro Fahrt sind auch Anforderungen aus Sicherheitsplänen wie z.B. Evakuierung oder Brandbekämpfung zu berücksichtigen. Diese Notfallpläne müssen nach der Berechnung der Mindestbesatzung berücksichtigt werden, um die optimale Besatzung zu berechnen.
2. Problemstellungen wie der Umgang mit weniger erfahrenen Besatzungen oder die Organisation von Personal, entweder für ein konkretes Schiff oder in einem flexiblen Pool, müssen berücksichtigt werden. Bereits bestehende Problemstellungen, wie z.B. welche Aufgaben der Crew angeboten werden sollen, wenn keine Fahrten oder kein Umschlag geplant sind, bleiben von diesem Instrument unberührt.
3. Darüber hinaus greift das Instrument nicht in bestehende Regelungen der EU-Arbeitszeitrichtlinie ein. Abbildung 5 zeigt, wie gesetzliche Vorschriften und Unternehmensmerkmale mit dem Instrument zur Gestaltung der täglichen Betriebsplanung für sicheres Fahren kombiniert werden sollten. Es wird vorgeschlagen, dass die maximal zulässigen Arbeitszeiten und die Anzahl der erforderlichen Kompetenzen (Ergebnis des Besatzungsinstrumentes) in einem System kombiniert werden, das zur Durchsetzung verwendet werden kann.
4. Darüber hinaus wird vorgeschlagen ein Ermüdungsrisiko-Managementsysteme bezüglich in der Binnenschifffahrt anzuwenden. Verordnungen beziehen sich immer auf die Mindestanforderungen, die nach Verhandlungen vereinbart werden. Innovative oder fortschrittliche Organisationen halten sich oft an zusätzliche und höhere Standards, wobei der aktuelle Stand der Wissenschaft berücksichtigt wird, wie z.B. ISO-Normen für Qualität, Umwelt oder Gesundheit und Sicherheit.

⁹ In den Niederlanden ist 'goed zeemanschap' in dem niederländischen Regelwerk 'Binnenvaart politiereglement Art. 1.04 & 1.05' definiert. Eine entsprechende gleichwertige EU-Vorschrift wurde noch nicht identifiziert.

5. Ermüdungsrisiko-Managementsysteme ERMS gibt es bereits in der Luftfahrt und im Schienenverkehr. Dementsprechend erklärt der Internationale Luftfahrtverband (IATA), der den Luftverkehr mit globalen Standards für Flugsicherheit, Sicherheit, Effizienz und Nachhaltigkeit unterstützt, auf seiner Website: „Ein ERMS ermöglicht es einem Betreiber, Richtlinien, Verfahren und Praktiken an die spezifischen Bedingungen anzupassen, die in dem spezifischen Umfeld der Luftfahrt zu Müdigkeit führen. Die Betreiber können ihr ERMS an die spezifischen betrieblichen Anforderungen anpassen und sich auf Strategien zur Müdigkeitsbekämpfung konzentrieren, die in ihrem spezifischen Betriebsumfeld liegen.“¹⁰. Dementsprechend kann ein ERMS verwendet werden, um die Flottenbesitzer und Schiffsführer für Ermüdungsrisiken zu sensibilisieren und ihnen Gegenmaßnahmen anzubieten. Daher sollte ein für Schiffseigner ebenfalls leicht anwendbarer ERMS-Rahmen entwickelt werden.

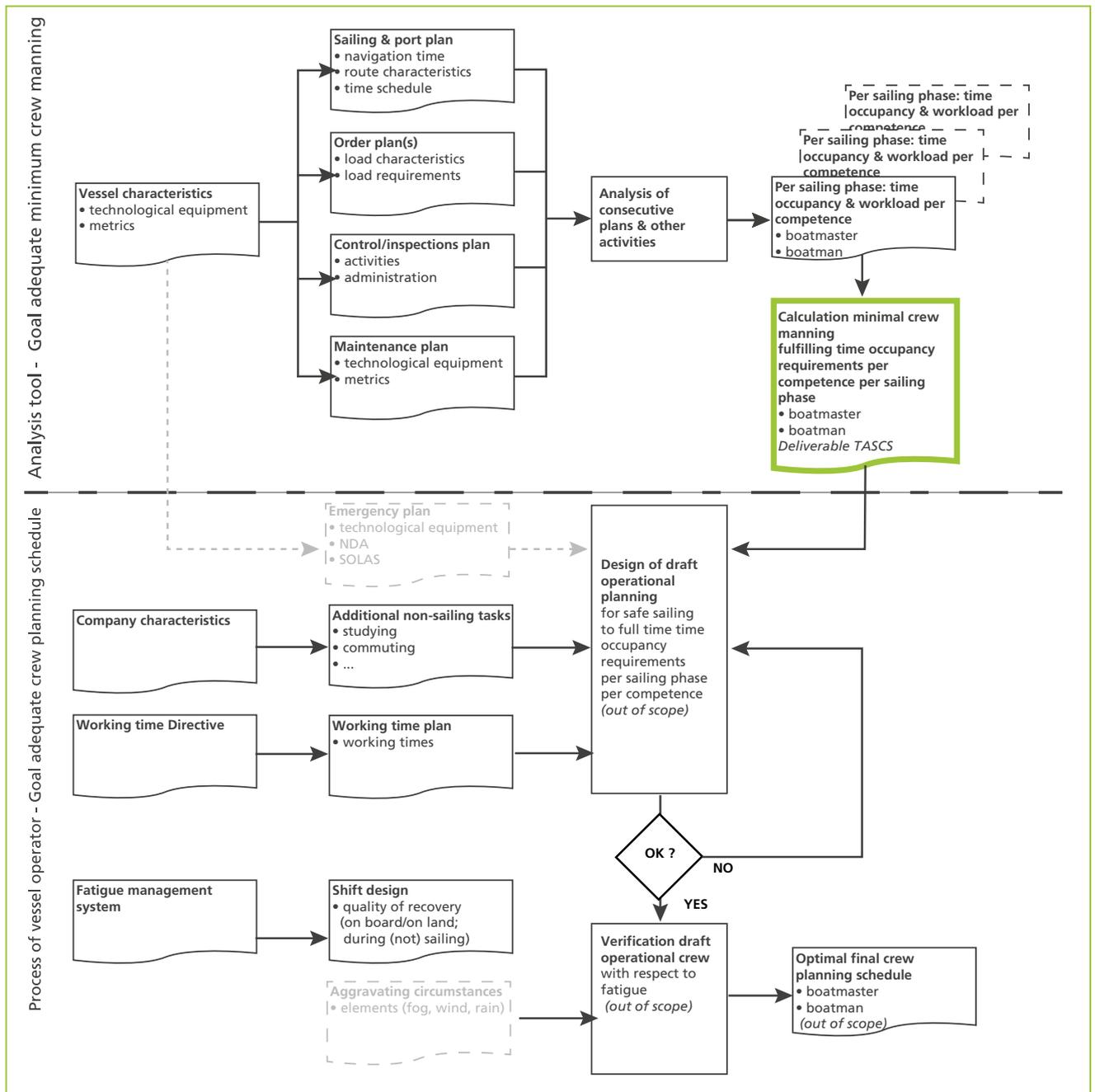


Abbildung 5: Positionierung des TASCs Besatzungsinstrumentes in der allgemeinen Besatzungsplanung

Dementsprechend schlägt der untere Teil von Abbildung 5 die folgenden nächsten Schritte vor, nachdem das Besatzungsinstrument akzeptiert und umgesetzt wurde:

- Integration der EU-Arbeitszeitrichtlinie und des Besatzungsinstrumentes in ein durchsetzbares System.
- Entwicklung eines einfach zu bedienenden ERMS-Rahmens.

¹⁰ <https://www.iata.org>

4.2 Berechnungsregeln

In dem Besatzungsinstrument werden verschiedene Formeln und Algorithmen verwendet. Im Allgemeinen basieren die angewandten Zahlen (Standardwerte oder Optionsvorschläge) auf Beobachtungen der Feldstudie, d.h. auf realen Fällen. Dabei wurden eher Durchschnitts- als Extremwerte verwendet, um so repräsentativ wie möglich zu sein.

In diesem Kapitel werden die angewandten Berechnungsregeln pro Aufgabe und pro Kompetenz erläutert. Dabei werden sowohl mathematische als auch verbale Beschreibungen bereitgestellt.

Das Instrument berechnet die effektive zeitliche Beanspruchung für jede Aufgabe. Innerhalb einer Aufgabe werden Phasen mit höherer Arbeitsbelastung durch Phasen mit geringerer Arbeitsbelastung kompensiert, in denen eine Regeneration (Erholung) möglich ist. Diese Effekte sind implizit in den beobachteten zeitlichen Beanspruchungen pro Aufgabe enthalten. Im Allgemeinen gibt es keine zusätzliche Regenerations- (Erholungs-) Zeit, die bei höherer Arbeitsbelastung berücksichtigt werden muss.

Für die Aufgaben der Navigation gilt eine Ausnahme: Hier kann der Benutzer eingeben, ob die Navigationsbedingungen einfach, normal oder anspruchsvoll sind. Für einfache und normale Bedingungen ist die zeitliche Beanspruchung gleich der Navigationszeit. Bei anspruchsvollen Bedingungen ist die effektive zeitliche Beanspruchung 10 % höher als die Navigationszeit. Das bedeutet, dass für jede Stunde Navigation 1,1 Personenstunden benötigt werden.

Einige Aufgaben können gleichzeitig ausgeführt werden (z.B. Navigation und interne Kommunikation). Die Gleichzeitigkeit kann jedoch durch die Arbeitsbelastung eingeschränkt werden; Unter einfachen Navigationsbedingungen können mehr Aufgaben gleichzeitig erledigt werden als unter normalen Navigationsbedingungen. Unter anspruchsvollen Navigationsbedingungen kann keine andere Aufgabe gleichzeitig ausgeführt werden.

Im Instrument wird ein Standardmindestwert für die Erholung benötigt. Grundsätzlich wird in dieser Hinsicht nicht zwischen Arbeitnehmern und selbständigen Besatzungsmitgliedern unterschieden, da es aus biologischer Sicht keine Unterschiede gibt. Als Referenz wird angenommen, dass im Durchschnitt eine körperliche Arbeitsbelastung von Level 2 (***) sowie ein mentales Aufmerksamkeitsniveau von Level 2 (***) für einen 8-stündigen Arbeitstag akzeptabel sind. Aus der Forschung wird abgeleitet, dass man für einen Arbeitstag durchschnittlich mindestens 8 Stunden ununterbrochenen Schlaf von ausreichender Qualität benötigt, um sich von der Arbeit zu erholen, um ermüdungsbedingte Probleme zu vermeiden und eine angemessene Leistung und damit eine angemessene Navigationssicherheit zu gewährleisten. Der Durchschnitt von 8 Stunden ist der Wert zwischen dem Minimum von 7 Stunden und dem ebenfalls auftretenden Schlafbedarf von 9 Stunden; die Variation basiert auf individuellen Merkmalen. Wir gehen auch davon aus, dass die Besatzung bei einer absehbaren Störung der Erholung (Matrose, der beim Schleusen bzw. Be-/Entladen hilft) im Voraus kompensieren kann (wie derzeit in der Praxis beobachtet). Aufgeschobener Schlafbedarf könnte z.T. bestehen bleiben, wird aber in der Zeit zu Hause nach maximal zwei Wochen Arbeit (zwei Wochen zu Hause) kompensiert, vorausgesetzt es gibt einen entsprechenden Dienstplan (gemäß Ermüdung Management-Programm). Unvorhergesehene Störungen der Erholung sollten während der Schichten ausgeglichen werden.

Auszubildende werden in Form zusätzlicher Zeiten für Schiffsführer und Matrosen für die Ausbildung der Auszubildenden (Aufgabe 9) und in Form leichter Zeitverkürzungen für bestimmte Aufgaben für Matrosen berücksichtigt.

4.2.1 Mathematische Beschreibung

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die verwendeten Symbole sowie über die angewandten Berechnungsregeln und Algorithmen pro Aufgabe und pro Kompetenz. Kapitel 4.2.2 enthält eine Beschreibung in Textform.

t_{nav}	Gesamtzeit, die das Schiff fährt (Maschinen an, Ruder unter Kontrolle).
t_{Tag}	Tägliche Betriebszeit (Maschinen an, Ruder unter Kontrolle).
t_{ext}	Zeitpuffer für Aktivitäten, die vor oder nach der Fahrt erledigt werden können
n_{Tage}	$= \frac{t_{nav} + t_{Beladen} + t_{Entladen}}{t_{Tag}}$
$n_{Schiffsführer}$	Anzahl Schiffsführer
$n_{Matrosen}$	Anzahl Matrosen
$n_{Schleusen}$	Anzahl Schleusen *
\mathbf{M}	Einheitsmatrix, Standard $\mathbf{M} = \begin{bmatrix} 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}$

Tabelle 4: Symbole

* Schleusen werden berücksichtigt, da sie die Aufmerksamkeit des Schiffsführers (höher als beim Fahren) und die zeitliche Beanspruchung und Arbeitsbelastung der Matrosen beeinflussen. Das Unterqueren von schmalen Brücken stellt für rel. kurze Zeit höhere Anforderungen an die Aufmerksamkeit des Schiffsführers.

Schiffsführer	1 Motorgüter-schiff	2 Motortank-schiff	3 Container-schiff	4 Schubverband	5a Tages-ausflugsschiff	5b Fähre	6 Kabinenschiff	7 Schlepper
1 Navigation	Automatisierungsgrad: 0 $t_n = t_{nav}$ 1 $t_n = 0,9 \cdot t_{nav} + 0,1 \cdot n_{Schleusen} \cdot 1h$ 2 $t_n = 0,8 \cdot t_{nav} + 0,2 \cdot n_{Schleusen} \cdot 1h$ 3 $t_n = 0,4 \cdot t_{nav} + 0,6 \cdot n_{Schleusen} \cdot 1h$ 4 $t_n = n_{Schleusen} \cdot 1h$ 5 $t_n = 0$							
	$t_{Anlegen} = 0,2h$ $t_{Ablegen} = 0,15h$				$t_{Anlegen} = 0,05h$ $t_{Ablegen} = 0,05h$		$t_{Anleg.} = 0,2h$ $t_{Abl.} = 0,15h$	
Bei einfachen und normalen Navigationsbedingungen $f_1 = 1,0$; für vorhersehbare, anspruchsvolle Navigationsbedingungen $f_1 = 1,1$. $t_1 = f_1(t_{nav} + t_{Anlegen} + t_{Ablegen})$ Für einfache Navigationsbedingung $M_{1,4} = M_{1,5} = M_{1,6} = M_{1,8} = -1,0$, für normale Navigationsbedingung $M_{1,4} = M_{1,5} = M_{1,6} = M_{1,8} = -0,8$.								
2 Schiffsbetrieb	—	—	—	—	—	—	—	—
3 Ladungsumschlag, Verstauen und Passagierbeförderung	$t_{Beladen} = \frac{m_{Ladung}}{\dot{m}_{Beladen}}$ $t_{Entladen} = \frac{m_{Ladung}}{\dot{m}_{Entladen}}$		$t_{Koppeln} =$ $t_{Entkoppeln} =$ $0,5h \cdot n_{Schiffe}$	$t_{Beladen} =$ $t_{Entladen} =$	$t_{Beladen} =$ $t_{Entladen} = 0$	$t_{Beladen} =$ $t_{Entladen} =$ $\frac{n_{Pax}}{600 \frac{1}{h}}$	—	—
			$t_{Planung} = 1h$					
	Normalwerte: $\dot{m}_{Beladen} = \dot{m}_{Entladen} = 400 \frac{t}{h}$	Normalwerte: $\dot{m}_{Beladen} = \dot{m}_{Entladen} = 90 \frac{t}{h}$	Normalwerte: $\dot{n}_{Beladen} = \dot{n}_{Entladen} = 20 \frac{1}{h}$					
	Für Gefahrgüter (ADN) $t_{adn} = 2h$ für zusätzlichen Verwaltungsaufwand, sonst $t_{adn} = 0$							
	$t_3 = t_{Beladen} + t_{Entladen} + t_{adn} + t_{Planung}$							
4 Inspektion	$t_4 = 0,25h n_{Tage}$							
5 Wartung/ Reparatur	$t_5 = 0,25h n_{Tage}$							
6 Kommunikation	$t_6 = 0,25h n_{Tage}$							
7 Arbeitsschutz, Notfallübungen	$t_7 = 0,05h$	Falls ADN: $t_7 = 0,25h$ Sonst: $t_7 = 0,05h$	$t_7 = 0,05h$	$t_7 = 0,05h$	$t_7 = 0,05h$	$t_7 = 0,05h$	$t_7 = 0,05h$	$t_7 = 0,05h$
8 Unternehmerische Aufgaben	$t_8 = 1h n_{Tage}$							
9 Andere Aufgaben	$t_{Lernen} = \frac{10}{60} h$ $t_{Hygiene} = 0,5 h n_{Tage} n_{Schiffsführer}$ $t_{Azubis} = 0,75 h n_{Tage} n_{Azubis}$							
	$t_9 = t_{Lernen} + t_{Hygiene} + t_{Azubis}$							
10 Erholung/ Pause	$t_{10} = t_{Ruhezeit} n_{Tage} n_{Schiffsführer}$							
11 Reise	$t_{11} = \text{Nutzereingabe}$							

Tabelle 5: Auf den Schiffsführer angewendete Formel

Allgemeine Bemerkung: Die vorgestellten Zahlen basieren auf der Feldstudie und Expertenbeiträgen. Eine weitere Spezifizierung sollte Gegenstand des angestrebten Validierungsprozesses sein.

- Zu 1: Annahmen: Für das Passieren einer Schleuse braucht ein Schiff im Schnitt 1h.
 Das An- und Ablegen nimmt bei Tagesausflugsschiffen und Fähren weniger Zeit in Anspruch als bei anderen Schiffen.
 Für das An- und Ablegen von Schubverbänden und Schleppschiffen wird keine Zeit veranschlagt da sie nicht anlegen, sondern die Leichter an- bzw. abkoppeln.
 Schwierige Navigationsbedingungen: z. B. Unwetterwarnung oder Nebel mit weniger als drei Schiffslängen Sicht usw.;
- Zu 3: Der Schiffsführer wird auf Fähren beim „Ein- und Aussteigen von Passagieren“ nicht zeitlich beansprucht. Schlepper haben sehr individuelle Anforderungen. Gegenstand der Validierung.
- Zu 5: 0,25h/Tage für Aufsicht. ‚Zustand‘ der Ausrüstung (alt, neu usw.) und entsprechender Algorithmus könnten ergänzt werden (Gegenstand der Validierung).
- Zu 9: ‚Lernen‘ umfasst Weiterbildung am Arbeitsplatz, z. B. sich mit neuen Rechtsvorschriften vertraut machen usw.

Matrose	1 Motorgüterschiff	2 Motortankschiff	3 Containerschiff	4 Schubverband	5a Tagesausflugsschiff	5b Fähre	6 Kabinenschiff	7 Schlepper
1 Navigation	$t_{\text{Anlegen}} = 0,2\text{h}$ $t_{\text{Ablegen}} = 0,15\text{h}$				$t_{\text{Anlegen}} = 0,05\text{h}$ $t_{\text{Ablegen}} = 0,05\text{h}$		$t_{\text{Anlegen}} = 0,2\text{h}$ $t_{\text{Ablegen}} = 0,15\text{h}$	
$t_1 = t_{\text{Anlegen}} + t_{\text{Ablegen}}$								
2 Schiffsbetrieb	$t_2 = 0,1\text{h } n_{\text{Tage}}$	$t_2 = 0,1\text{h } n_{\text{Tage}}$	$t_2 = 0,1\text{h } n_{\text{Tage}}$	$t_2 = 0,1\text{h } n_{\text{Tage}}$	$t_2 = 0,1\text{h } n_{\text{Tage}} + 0,5\text{h}$	$t_2 = 0,1\text{h } n_{\text{Tage}}$	$t_2 = 0,1\text{h } n_{\text{Tage}} + \frac{n_{\text{Pax}}}{50}$	$t_2 = 0,1\text{h } n_{\text{Tage}}$
3 Lastumschlag, Verstauen und Passagierbeförderung	$t_{\text{Reinigen}} = 1,2\text{h} \frac{m_{\text{Ladung}}}{1000\text{t}}$	$t_{\text{Beladen}} = \frac{m_{\text{Ladung}}}{m_{\text{Beladen}}}$ $t_{\text{Entladen}} = \frac{m_{\text{Ladung}}}{m_{\text{Entladen}}}$ $t_{\text{Reinigen}} = 6\text{h} + \frac{m_{\text{Ladung}}}{500\text{t}}$		$t_{\text{Koppeln}} = t_{\text{Entkoppeln}} = 0,5\text{h} \cdot n_{\text{Schiffe}}$	$t_{\text{Beladen}} = t_{\text{Entladen}} = \frac{n_{\text{Pax}}}{720 \frac{1}{\text{h}}}$	$t_{\text{Beladen}} = t_{\text{Entladen}} = \frac{n_{\text{Pkw}}}{240 \frac{1}{\text{h}}} + \frac{n_{\text{Passagiere}}}{6000 \frac{1}{\text{h}}} + \frac{n_{\text{Fahrräder}}}{1800 \frac{1}{\text{h}}}$	$t_{\text{Beladen}} = t_{\text{Entladen}} = \frac{n_{\text{Pax}}}{600} \text{h}$	
Für Gefahrgüter (ADN) $t_{\text{adn}} = 1,5\text{h } n_{\text{Tage}}$, sonst $t_{\text{adn}} = 0\text{h}$								
$t_3 = t_{\text{Beladen}} + t_{\text{Entladen}} + t_{\text{adn}} + t_{\text{Reinigen}}$, falls Auszubildende an Bord sind: t_3 wird um 12,5% gekürzt								
4 Inspektion	Sensoren: Keine $t_4 = 1\text{h } n_{\text{Tage}}$ Teilweise: $t_4 = 0,5\text{h } n_{\text{Tage}}$ Voll: $t_4 = 0$							
Falls Auszubildende an Bord sind: t_4 wird um 12,5% gekürzt								
5 Wartung/Reparatur	Ausrüstung: Neu: $t_{\text{Wartung/Reparatur}} = 0,25\text{h } n_{\text{Tage}}$ Gemischt $t_{\text{Wartung/Reparatur}} = 0,5\text{h } n_{\text{Tage}}$ Intensiv genutzt: $t_{\text{Wartung/Reparatur}} = 1\text{h } n_{\text{Tage}}$ $t_{\text{Hausarbeit}} = 1,5\text{h } n_{\text{Tage}}$							
	$t_5 = t_{\text{Wartung/Reparatur}} + t_{\text{Hausarbeit}}$	$t_5 = 1,5 \cdot t_{\text{Wartung/Reparatur}} + t_{\text{Hausarbeit}}$	$t_5 = t_{\text{Wartung/Reparatur}} + t_{\text{Hausarbeit}}$	$t_5 = t_{\text{Wartung/Reparatur}} + t_{\text{Hausarbeit}}$	$t_5 = t_{\text{Wartung/Reparatur}} + t_{\text{Hausarbeit}}$	$t_5 = t_{\text{Wartung/Reparatur}} + t_{\text{Hausarbeit}}$	$t_5 = t_{\text{Wartung/Reparatur}} + t_{\text{Hausarbeit}}$	$t_5 = t_{\text{Wartung/Reparatur}} + t_{\text{Hausarbeit}}$
Falls Auszubildende an Bord sind: t_5 wird um 12,5% gekürzt								
6 Kommunikation	$t_6 = 0,25\text{h } n_{\text{Tage}}$							
7 Arbeitsschutz, Notfallübungen	$t_7 = 0,05\text{h}$	Falls ADN: $t_7 = 0,25\text{h}$ Sonst: $t_7 = 0,05\text{h}$	$t_7 = 0,05\text{h}$	$t_7 = 0,05\text{h}$	$t_7 = 0,05\text{h}$	$t_7 = 0,05\text{h}$	$t_7 = 0,05\text{h}$	$t_7 = 0,05\text{h}$
8 Unternehmerische Aufgaben	$t_8 = 0\text{h}$							
9 Andere Aufgaben	$t_{\text{Hygiene}} = 0,5\text{h } n_{\text{Tage}} n_{\text{Schiffer}}$ $t_{\text{Azubis}} = 0,5\text{h } n_{\text{Tage}} n_{\text{Azubis}}$							
10 Erholung/Pause	$t_{10} = t_{\text{Ruhezeit}} n_{\text{Tage}} n_{\text{Schiffer}}$							
11 Reise	$t_{11} = \text{Nutzereingabe}$							

Tabelle 6: Auf den Matrosen angewendete Formel

Allgemeine Bemerkung: Die vorgestellten Zahlen basieren auf der Feldstudie und Expertenbeiträgen. Eine weitere Spezifizierung sollte Gegenstand des angestrebten Validierungsprozesses sein.

Zu 1: Das An- und Ablegen nimmt bei Tagesausflugsschiffen und Fähren weniger Zeit in Anspruch als bei anderen Schiffen. Für das An- und Ablegen von Schubverbänden und Schleppschiffen wird keine Zeit veranschlagt, da sie nicht anlegen, sondern die Leichter an- bzw. abkoppeln.
Schwierige Navigationsbedingungen: z. B. Unwetterwarnung oder Nebel mit weniger als drei Schiffslängen Sicht usw.

Gleichzeitigkeit

Wie oben erwähnt, können während der normalen Fahrt, wenn (extrem) geringe Anforderungen an die Aufmerksamkeit gestellt werden (kein Passieren von Schleusen oder An-/Ablegen), folgende gleich oder weniger anspruchsvolle Aufgaben zeitgleich vom Schiffsführer ausgeführt werden: Beaufsichtigung der Inspektion (Aufgabe 4), Kommunikation (Aufgabe 6) und einfache unternehmerische Tätigkeiten (Aufgabe 8), sofern diese vom Steuerhaus aus durchführbar sind. Andere Aufgaben wie die Ladungsplanung (z.B. Containerstauplan und Stabilitätsrechnung) sollen nicht zeitgleich ausgeführt werden, da sie ein hohes Maß an Aufmerksamkeit erfordern.

Für beide – Schiffsführer und Matrose – wird der Gesamtzeitbedarf aus dem Vektor der aufgabenspezifischen Zeiten \mathbf{t} , und der Einheitsmatrix \mathbf{M} errechnet:

$$\mathbf{t} = [t_1, \dots, t_{11}]^T$$

$$t_{\text{total}} = \|\mathbf{M}\mathbf{t}\|_1$$

Mindestbesatzung

Für die Ausgangsberechnung der Mindestanzahl von Besatzungsmitgliedern wird ein Zeitpuffer t_{ext} definiert, und zwar für Tätigkeiten, die vor oder nach einer für diese Tätigkeit zu kurzen Fahrt erledigt werden können:

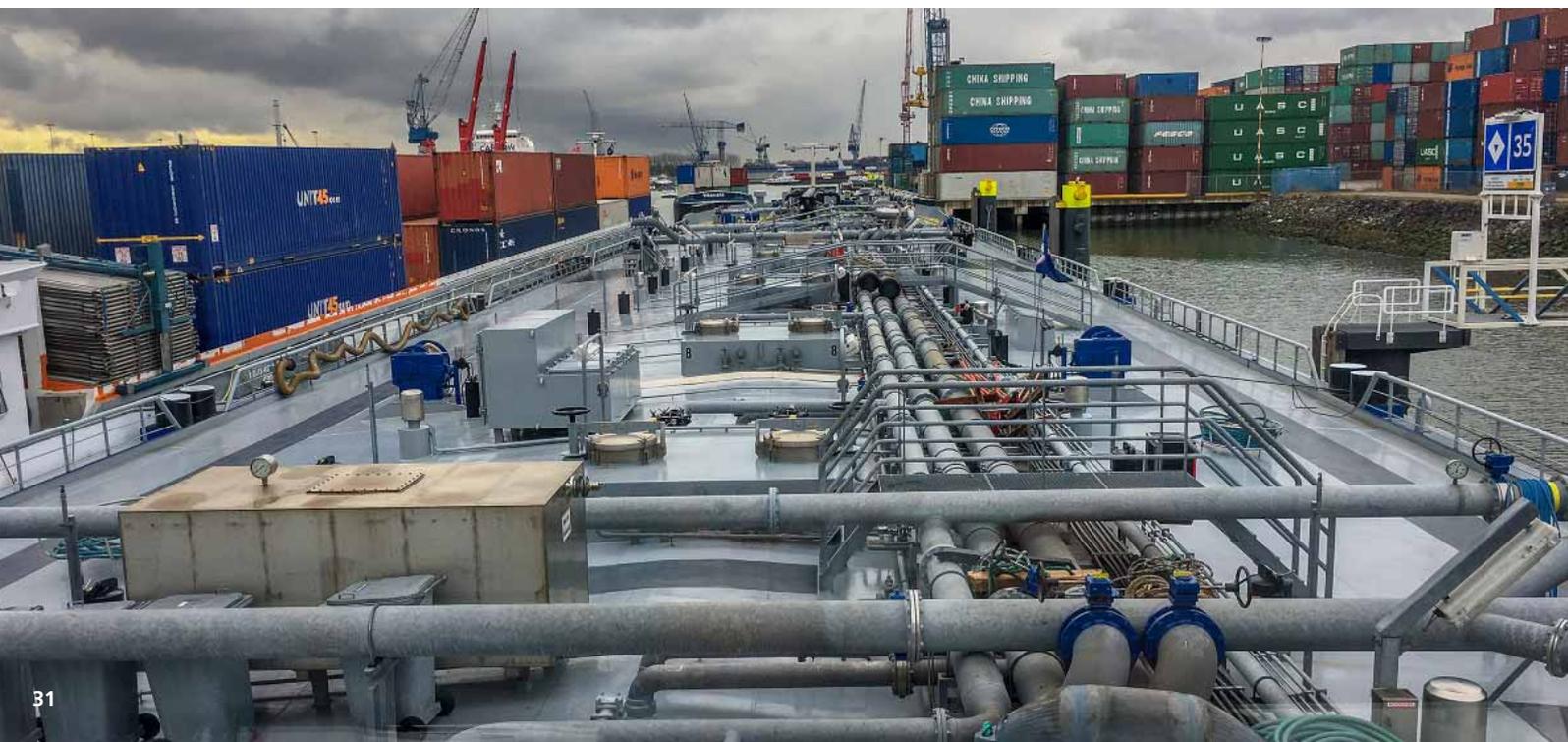
$$t_{\text{ext}} = \begin{cases} t_3 + t_4 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 & , t_{\text{nav}} < t_{\text{Tag}} \\ 0 & , t_{\text{nav}} \geq t_{\text{Tag}} \end{cases}$$

$$n_{\text{Schiffsführer}} = \frac{t_{\text{Total,Schiffsführer}}}{n_{\text{Tage}} \cdot 24\text{h} + t_{\text{Beladen}} + t_{\text{Entladen}} + t_{\text{ext}}}$$

$$n_{\text{Matrose}} = \frac{t_{\text{Total,Matrose}}}{n_{\text{Tage}} \cdot 24\text{h} + t_{\text{Beladen}} + t_{\text{Entladen}} + t_{\text{ext}}}$$

Da der Mindestgesamtzeitbedarf pro Qualifikationsniveau von der Anzahl der Personen mit diesem Qualifikationsgrad abhängt $t_9 = f(n_{\text{Schiffsführer/Matrose}})$, wird die Mindestanzahl von Personen in diesem Tool iterativ berechnet: Die Berechnung wird solange wiederholt, bis $n_{\text{Schiffsführer}}$ und n_{Matrose} konvergieren.

Die sich so ergebende Mindestanzahl von Personen wird als Untergrenze betrachtet. Weitere Einflussfaktoren, die über den Umfang von TASCs hinausgehen, müssen ebenfalls berücksichtigt werden (siehe Abb. 5 unterer Teil). Dies betrifft zum Beispiel die maximale Arbeitszeit, die Vermeidung von Ermüdung, unerfahrene Besatzungsmitglieder oder firmeninterne Bestimmungen, die zusätzliche Besatzungsmitglieder zur Folge haben (siehe Kapitel 4.1 des Berichts).





4.2.2 Verbale Beschreibung

Im Folgenden werden die angewendeten Berechnungsregeln für jede Aufgabe und jede Kompetenz textlich beschrieben.

AUFGABE 1 **Navigation** **(Schiffsführer)**

- **Fahren:** Die Nettofahrzeit des Schiffs wird in die gleiche Zeitspanne für den Schiffsführer umgerechnet (einschließlich 1 h pro Schleuse).
- Aufgrund der allgemein recht geringen erforderlichen Aufmerksamkeit ist es zulässig, eine der folgenden Aufgaben parallel auszuführen: 4 (Fern-)Inspektion, 6. Kommunikation, 8. Unternehmerische Aufgaben. Es wird angenommen, dass die für diese parallelen Aufgaben erforderlichen Geräte vom Steuerstand leicht zu erreichen sind und deshalb angemessene Sicht und Kommunikationskanäle usw. nicht beeinträchtigen.
- Das Aufmerksamkeitsniveau kann gelegentlich steigen, wenn plötzlich komplexe Begegnungen, Hindernisse bzw. plötzlicher Nebel / schlechtes Wetter auftreten. Diese akuten Spitzen können nicht geplant werden, sollten aber nicht den Zeitbedarf oder die erforderliche Mindestbesetzung beeinflussen. Der Ausgleich für akute Spitzen während der Zeit an Bord liegt in der Verantwortung der Besatzung, indem sie zusätzliche Erholung vorsieht oder Aufgaben tauscht, bei Bedarf unter Nutzung von ERMS (Vorbeugung von Erschöpfungszuständen).
- Länger andauernde Spitzen im kognitiven Aufmerksamkeitsniveau, die auf Abschnitten mit besonders hohem/komplexem Verkehrsaufkommen und Hindernissen oder bei angekündigten schlechten Wetterbedingungen (Sturm, dichter Nebel) vorhersehbar sind, führen zu einem Ausgleich („Malus“) beim Zeitbedarf. Solche erschwerenden Umstände, die zu einem „Malus“ führen, können entweder durch zusätzliche Besatzungsmitglieder oder zusätzliche Erholungszeiten kompensiert werden.

- Erleichternde Umstände (z. B. zusätzliche Automatisierung oder anderes Geschäftsmodell wie Outsourcing) können zu geringeren Besatzungsauforderungen oder zu einem geringeren Erholungsbedarf führen („Bonus“).

AUFGABE 1 **Navigation** **(Matrose)**

- **Passieren von Schleusen:** Für jede passierte Schleuse wird für den Matrosen 1 Stunde veranschlagt (jedoch 0,5 h für Tagesausflugsschiffe aufgrund der Vorfahrtsregelung an Schleusen).
- Die körperliche Arbeitsbelastung ist meist nicht anspruchsvoll und Aufmerksamkeit zeitweise gefordert. Beim Passieren enger Brücken oder Schleusen erhöht sich die Aufmerksamkeit für fast die gesamte Dauer der Durchfahrt. Für diese kurzen Spitzen wird jedoch keine Malus-Korrektur in der Besetzung berücksichtigt.
- Diese Aufgabe kann – künftig – vollständig oder teilweise an technische Alternativen ausgelagert werden, sofern durch automatisierte Navigation ein hoher Automatisierungsgrad verfügbar ist. Dies führt zu einem „Bonus“-Faktor im Zeitbedarf, der für die Besetzung erforderlich ist. Dennoch wird in diesem Fall für Matrosen und Schiffsführer ein gewisser Zeitbedarf vorgesehen, da die Automatisierung überwacht werden muss (einschließlich höherer Aufmerksamkeit).

AUFGABE 2 **Schiffsbetrieb** **(Schiffsführer und Matrose)**

- Die für den Schiffsbetrieb erforderliche Nettozeit ist der Nettoeingabewert im Berechnungstool.
- Diese Aufgabe wird manchmal nach extern verlagert und außerhalb der Besatzung des Binnenschiffs erledigt. So haben z. B. Fährunternehmen gelegentlich andere Abteilungen, die diesen Dienst übernehmen.

AUFGABE 3 **Ladungsumschlag, Verstauen bzw.** **Passagierbeförderung** **(Schiffsführer und Matrose)**

- Die Arbeitsbelastung beim Ladungsumschlag ist sehr unterschiedlich und hängt unter anderem von der Art der Ladung ab (trockenes Schüttgut, flüssige Massengüter, Container) bzw. der Art der Passagiere (mit oder ohne Gepäck [Kreuzfahrt versus Tagesausflugsschiffe], mit oder ohne Pkws oder Fahrräder [Fähren]), aber auch von der Geschwindigkeit der Umschlagsanlagen in verschiedenen Häfen und Terminals. Dementsprechend werden ladungsspezifische Ansätze für das Be- und Entladen verwendet.
- Weitere Aufgaben betreffen den Stauplan (Schiffsführer) oder Kühllanschlüsse (Matrose) bei Containertransport, Ballastwasser-Management (Schiffsführer), ADN-Dokumentation bei Gefahrgütern (Schiffsführer), Inspektion der Ladung während der Navigation (Matrose), Reinigen des Ladungsraums (Matrose) oder Koppeln und Entkoppeln von Schiffen (Schlepper bzw. Schubverbände) am Ausgangs- und Zielort der Fahrt (Schiffsführer und Matrose) sowie Kontrolle der Straffheit der Vertäuung während der Fahrt (Matrose). Für alle Aufgaben werden aufgabenspezifische Ansätze verwendet.
- Bei der Beförderung von Gefahrgütern (ADN) wird ein Zuschlag in Höhe von 2 h für den Schiffsführer und 1,5 h für den Matrosen veranschlagt.
- Sind Azubis an Bord, wird eine Kürzung von 12,5% bei t₃ angenommen (nur für Matrosen).
- Die Inspektion der Ladung und Ladungsumschlagsysteme kann zeitgleich mit der allgemeinen Inspektion des Schiffs während der Fahrt erfolgen (Matrosen).
- Im Allgemeinen können der Ladungsumschlag oder das (Ent-)Koppeln von Binnenschiffen an (interne oder externe) Servicepartner vergeben werden.

AUFGABE 4 **Regelmäßige Inspektion** **(Schiffsführer und Matrose)**

- Für den Schiffsführer wird diese Aufgabe mit 0,25 h pro Tag veranschlagt.
- Beim Matrosen hängt die berechnete Zeit von den installierten Sensoren ab: Sind keine Sensoren eingebaut, wird 1 h/Tag veranschlagt; bei teilweise installierten Sensoren wird 0,5 h/Tag veranschlagt und bei voll ausgestatteten Schiffen wird keine Zeit berechnet. Sind Azubis an Bord, wird eine Kürzung von 12,5% angenommen.

AUFGABE 5 **Wartung und Reparaturen** **(Schiffsführer und Matrose)**

- Für den Schiffsführer wird diese Aufgabe mit 0,25 h pro Tag veranschlagt.
- Beim Matrosen hängt die berechnete Zeit vom Status der Ausrüstung ab: Bei einer völlig neuen Ausrüstung wird 0,25 h/Tag berechnet; bei teilweise neuer und gebrauchter Ausrüstung wird 0,5 h/Tag berechnet, bei einer intensiv genutzten Ausrüstung wird 1 h/Tag veranschlagt. Hausarbeit wird mit 1,5 h/Tag angesetzt. Sind Azubis an Bord, wird eine Zeitkürzung von 12,5% angenommen.

AUFGABE 6 **Kommunikation** **(Schiffsführer und Matrose)**

- Für den Schiffsführer wird diese Aufgabe mit 0,25 h pro Tag veranschlagt.
- Für den Matrosen wird diese Aufgabe ebenfalls mit 0,25 h/Tag veranschlagt.



AUFGABE 7 **Arbeitsschutz & Unfallprävention** **(Schiffsführer und Matrose)**

- Für den Schiffsführer und den Matrosen wird diese Aufgabe mit 0,05 h pro Tag angesetzt, bei Gefahrgütern (ADN) mit 0,25 h/Tag.

AUFGABE 8 Unternehmerische Aufgaben (Schiffsführer)

- Für den Schiffsführer wird diese Aufgabe mit 1 h pro Tag angesetzt (sofern zutreffend); für den Matrosen greift diese Aufgabe in der Regel nicht.

AUFGABE 9 Andere Aufgaben (Schiffsführer und Matrose)

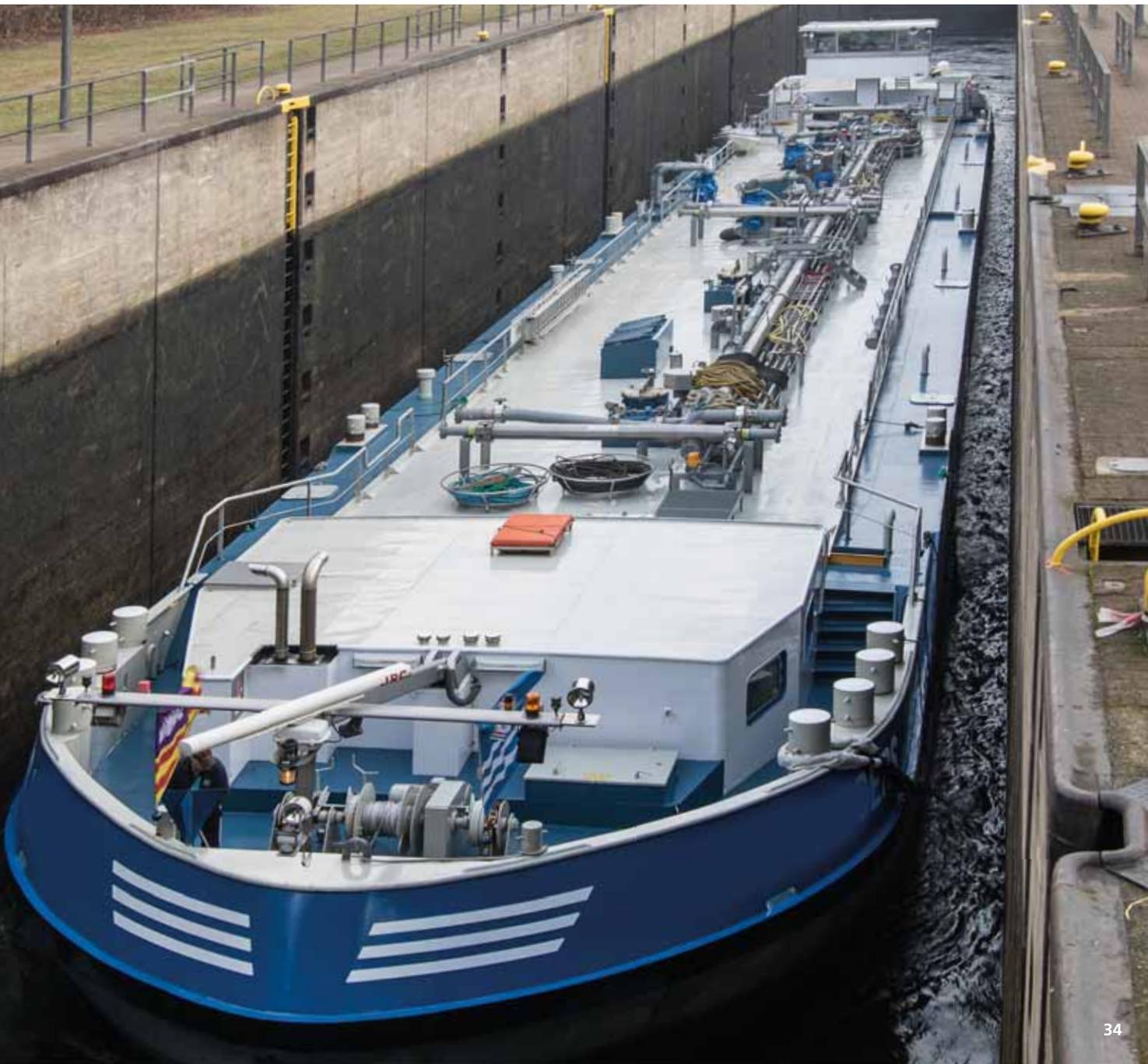
- Für Schiffsführer und Matrosen werden für Hygiene 0,5 h/Tag und pro Person angesetzt sowie zusätzliche 0,75 h pro Tag und Auszubildendem (Anleitung durch Schiffsführer) bzw. 0,5 h pro Tag und Auszubildendem (Anleitung durch Matrosen). Weitere 10 Minuten sind für Lernen (Schiffsführer) angesetzt.

AUFGABE 10 Erholung / Pause (Schiffsführer und Matrose)

- Diese Aufgabe wird mit der spezifischen Ruhezeit pro Tag und pro Person angesetzt (manuelle Eingabe, Vorgabe 8 h/Tag).
- Eine nähere Festlegung kann sinnvoll sein, z. B. bezüglich der Qualität der Ruhezeit. Dies könnte beispielsweise Lärm oder unterbrochene Ruhezeiten beim Passieren von Schleusen usw. betreffen. Solche möglichen Anpassungen werden in Kapitel 5.1 behandelt.

AUFGABE 11 Reise (Schiffsführer und Matrose)

- Für diese Aufgabe ist eine spezifische (manuelle) Eingabe durch den Nutzer vorgesehen.



4.3 Erläuterung und Illustration

Das Besatzungsinstrument wurde als Online-Tool entwickelt und ist unter folgender Adresse verfügbar:

<https://www.dst-org.de/TASCS>

Zur Illustration wurden ausgewählte Beispiele mit diesem neuen Instrument durchgerechnet. Die Ergebnisse wurden den bestehenden Rechtsvorschriften abgeglichen.

4.3.1 Beispiel: Trockengutschiff

Das erste Beispiel ist ein Schiff zur Beförderung von Trockenschüttgut mit einer Länge von 110 m und Breite von 11,45 m, das in Modus A1 betrieben wird, 1500 t transportiert (keine ADN-Güter) und 66 h fährt. Die Berechnung mit dem Tool führt zu folgenden Ergebnissen:

	Aufgabe	Schiffsführer	Matrose
<input checked="" type="checkbox"/>	Navigation Automatisierungsgrad: 1 – Steuerungsunterstützung Navigationsbedingungen (Verkehrsdichte, Sicht, enge Gewässer): normal	59.4	0.3
<input checked="" type="checkbox"/>	Schiffsbetrieb	0.0	0.5
<input checked="" type="checkbox"/>	Ladungsumschlag, Verstauen und Passagierbeförderung <input type="checkbox"/> Gefahrgüter (ADN)	7.5	1.8
<input checked="" type="checkbox"/>	Inspektion Maschinen und Systeme sind mit Sensoren und Anzeigen auf der Brücke ausgestattet: teilweise	1.3	2.5
<input checked="" type="checkbox"/>	Wartung/Reparatur Zustand der Ausrüstung: gemischt <input checked="" type="checkbox"/> Hausarbeit (Kochen, Putzen der Wohnbereiche) durch normale Besatzung	1.3	2.5
<input checked="" type="checkbox"/>	Kommunikation	1.3	1.3
<input checked="" type="checkbox"/>	Arbeitsschutz, Notfallübungen	0.1	0.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Unternehmerische Aufgaben	5.0	0.0
<input checked="" type="checkbox"/>	Andere Aufgaben	3.4	10.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Erholung/Pause	8 h/Tag 40.2	8 h/Tag 40.2
<input type="checkbox"/>	Reise		
	Beladen/Entladen [h]:	7.5	
	Gesamtdauer der Fahrt [h]:	120.6	
	Gesamtanzahl Arbeitsstunden (unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit):	116.1	59.3
	Anzahl der Besatzungsmitglieder (ohne Berücksichtigung der Zusatzfaktoren):	1	1

Tabelle 7: Beispiel eines Schiffs zur Beförderung von Trockenschüttgut

Gegenüber dem errechneten Ergebnis verlangen die aktuellen Besatzungsvorschriften für ein Schiff mit $L > 86$ m und Ausrüstungsstandard S2 eine größere Besatzung, nämlich einen Schiffsführer, einen Steuermann und einen Auszubildenden.

Die Notwendigkeit einer dritten Person lässt sich aus dem Zeitbedarf nicht ableiten. Ein Grund für die zusätzliche Person könnte die Erleichterung des Anlegeprozesses sein.



4.3.2 Beispiel Rheinfähre

Das zweite Beispiel ist eine Rheinfähre. Hier wird mit dem Tool der Zeitbedarf für eine Überquerung des Flusses (15 Minuten) berechnet:

	Aufgabe	Schiffsführer	Matrose
<input checked="" type="checkbox"/>	Navigation Automatisierungsgrad: 0 – Keine Automatisierung Navigationsbedingungen (Verkehrsdichte, Sicht, enge Gewässer): normal	0.2	0.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Schiffsbetrieb	0.0	0.0
<input checked="" type="checkbox"/>	Ladungsumschlag, Verstauen und Passagierbeförderung <input type="checkbox"/> Gefahrgüter (ADN)	0.0	0.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Inspektion Maschinen und Systeme sind mit Sensoren und Anzeigen auf der Brücke ausgestattet: teilweise	0.0	0.0
<input checked="" type="checkbox"/>	Wartung/Reparatur Zustand der Ausrüstung: gemischt <input type="checkbox"/> Hausarbeit (Kochen, Putzen der Wohnbereiche) durch normale Besatzung	0.0	0.0
<input checked="" type="checkbox"/>	Kommunikation	0.0	0.0
<input checked="" type="checkbox"/>	Arbeitsschutz, Notfallübungen	0.1	0.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Unternehmerische Aufgaben	0.0	0.0
<input checked="" type="checkbox"/>	Andere Aufgaben	0.0	0.0
<input checked="" type="checkbox"/>	Erholung/Pause	8 h/Tag 0.0	8 h/Tag 0.0
<input type="checkbox"/>	Reise		
	Beladen/Entladen [h]:	0.1	
	Gesamtdauer der Fahrt [h]:	0.4	
	Gesamtanzahl Arbeitsstunden (unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit):	0.3	0.2
	Anzahl der Besatzungsmitglieder (ohne Berücksichtigung der Zusatzfaktoren):	1	1

Tabelle 8: Beispiel Rheinfähre

Das Ergebnis von einem Schiffsführer und einem Matrosen entspricht den geltenden Besatzungsvorschriften, aber das Beispiel verdeutlicht auch die Einschränkungen des Tools: Eine Reihe von Einzelfahrten kann nicht einfach verkettet oder verbunden werden. Auch wenn die Anzahl von Besatzungsmitgliedern für eine Einzelfahrt korrekt ist, können nicht die gleichen Personen bei einer beliebigen Anzahl aufeinanderfolgender Fahrten eingesetzt werden. Auch die Arbeitszeiten müssen berücksichtigt werden, wie bereits an anderer Stelle dargelegt.

BEWERTUNG UND AUSBLICK

5



5.1 Validierung des Besatzungsinstruments – weitere Vorgehensweise



Das entwickelte Besatzungsinstrument bietet einen neuen, aufgabenbasierten Ansatz zur Berechnung der Mindestbesatzungsstärke. Während bestehende Systeme sich überwiegend an den Merkmalen des Schiffs und der Betriebsart orientieren, legt dieses Instrument die erforderliche Besatzungsstärke (und Kompetenzen) für die spezifischen Aufgaben und Bedingungen einer konkreten Fahrt fest. Dies wird für sinnvoll erachtet, da die Aufgaben darüber entscheiden, wie hoch die zeitliche, die geistige und körperliche Beanspruchung ist und damit auch wie viel Erholung und Ablösung erforderlich ist. Dieser Ansatz kommt deshalb einem vollständigen **Systemwechsel** gleich.

Ein weiterer Leitgedanke dieses Instruments (und Bedingung für seine Anwendung) ist die Beibehaltung des bisherigen Sicherheitsniveaus. Auch der Automatisierungsgrad wurde berücksichtigt, um zukünftige Entwicklungen einfließen zu lassen und ein zukunftsfähigeres Instrument bereit zu stellen. Dieser aufgabenbasierte Ansatz ermöglicht es, den Zeitbedarf verschiedener Aufgaben individuell zu berücksichtigen. Dabei kann der jeweilige Zeitbedarf durch Zu- oder Abschläge auf den errechneten Wert angepaßt werden, je nach den spezifischen Randbedingungen, z.B. durch Zuschläge für ein höheres Aufmerksamkeitsniveau bei Nebel.

Dieser Ansatz versetzt außerdem Schiffseigner grundsätzlich in die Lage, den Nutzen von Innovationen, technischen Modernisierungen (z. B. Automatisierung) oder organisatorischen Veränderungen zu bewerten: Wie lange würde es bei solchen Modernisierungen oder organisatorischen Veränderungen dauern, bis sich die Investitionen durch eingesparte Arbeitskosten amortisieren würden?

Zusammenfassend wird das vorgestellte Instrument als ein tragfähiger und belastbarer Ansatz für eine zukunftsweisende Bestimmung der erforderlichen Besatzungsstärke in der Binnenschifffahrt und angemessene Grundlage für den entsprechenden Umsetzungsprozess eingestuft. Dennoch sollte das Tool umfassend zwischen den beteiligten Akteuren und Parteien erörtert werden. Ungeachtet der Prüfung durch ausgewählte Nutzer während des Entwicklungsprozesses von TASCs und der entsprechenden Anpassungen sollten weitere Überprüfungen und Validierungen systematisch erfolgen.

Für andere Schiffstypen als die in diesem Projekt betrachteten müsste das Tool erweitert werden.



Der notwendige **Evaluierungsprozess** muss einerseits beleuchten, welche Detailschärfe und Spezifizierung erforderlich sind, um die gebotenen hohen Sicherheitsstandards zu gewährleisten. Andererseits kann das Instrument nur dann von den Nutzern angewendet und akzeptiert werden, wenn es als transparent, benutzerfreundlich und leicht verständlich gilt. Daher muss es ausreichend handlich und pragmatisch bleiben. Grundsätzlich bietet das Instrument die Chance, technische Merkmale und die Arbeitsbelastung detailliert zu beschreiben und eine große Vielfalt an Details zu berücksichtigen. Dies muss jedoch im Hinblick auf die Anwendbarkeit und praktische Handhabbarkeit kritisch reflektiert werden und sollte Gegenstand weiterer Beratungen und Überlegungen in den beteiligten Gremien und Institutionen sein.

Darüber hinaus betreffen solche Fragen und Reflektionen auch andere Themen, wie anhand einiger Beispiele (keine erschöpfende Liste) verdeutlicht wird:

- Art und Menge der Ladung werden im Tool berücksichtigt. Allerdings können sich auch der Ladezustand ((teilweise) beladen oder leer), die Größe des Schiffs usw. auf die Manövrierbarkeit des Schiffs auswirken. Entsprechende Anpassungen sind eventuell sinnvoll.
- Die Erholung wird im Tool behandelt. Die Qualität der Erholung hängt jedoch nicht nur von der Dauer ab, sondern von diversen Einflussfaktoren, z. B. Ort der Unterbringung, Lärm, Vibration usw. Was Störungen der Erholungsphasen betrifft, z. B. an Schleusen, kann ein Ausgleich im Voraus oder ein Ausgleich zu Hause, z. B. nach zwei Wochen an Bord, in Erwägung gezogen werden.
- Auch beim Schichtsystem und der Einsatzplanung besteht eine große Bandbreite. In der aktuellen Betriebsform B wird beispielsweise häufig ein Schichtsystem mit 2 × 6-h-Schicht angewendet, während in den Betriebsformen A1 und A2 oft 1½ × 8-h-Schichten mit einem 14/14-Einsatzrythmus gelten. Ausländische Besatzungen haben überwiegend einen 28/28-Einsatzrythmus wegen langer Reisezeiten. Diese Fragen sollten im Tool im Rahmen des Ermüdungsrisiko - Managementsystems erörtert werden (siehe auch Kapitel 5.2).
- Die An- und Abreise zum Schiff wird im Tool ebenfalls berücksichtigt. Da diese für verschiedene Besatzungsmitglieder unterschiedlich sein kann, kann das Tool entsprechend angepasst werden.

5.2 Integration des Besatzungsinstruments

Bei der Überführung des TASCs-Besatzungsinstrumentes in einen gültigen Rechtsrahmen sollten auch die Regelungen der **EU-Arbeitszeitrichtlinie** berücksichtigt werden. Es wird vorgeschlagen, beide Aspekte (Besatzung und Arbeitszeit) in ein gemeinsames System zu integrieren. Dabei sollten gemäß Abbildung 5 möglichst auch unternehmensspezifische Regelungen und Standards eingebunden werden können, um einen sicheren und wirtschaftlichen Betrieb zu gewährleisten.

Außerdem wird dringend empfohlen ein **Ermüdungsrisiko-Managementsystems (ERMS)**, Vorbeugung von Ermüdungserscheinungen umzusetzen, wie es bereits in anderen Verkehrsträgern besteht, z. B. in der Luftfahrt, im Schienen- und Straßenverkehr.

Ein solches System kann den Schiffseignern und Schiffsführern die Ermüdungsrisiken stärker bewusst machen und ihnen Abhilfemaßnahmen aufzeigen. Daher sollte ein ERMS-Rahmen entwickelt werden, der von Schiffseignern leicht angewendet werden kann.

5.3 Umsetzungsprozess

Wie oben erwähnt, basiert das vorgeschlagene neue Besatzungstool auf dem Ansatz, die benötigte Besatzung (Stärke und Kompetenzen) pro Schiff und Einzelfahrt festzulegen. Dies erfordert auch bei der nötigen Umsetzung einen Systemwechsel. Während die geltenden Vorschriften eine konstante Besatzung und Kompetenzen vorschreiben, ermöglicht das vorgeschlagene Instrument situationsspezifische (fahrtabhängige) Anpassungen der Besatzungsstärke. Dieser Ansatz geht davon aus, dass die Besatzungsplanung vor der Fahrt in ein entsprechendes (digitales) System eingespeist werden muss. Die Einhaltung dieser Angabe kann dann von der Zuständigen Instanz an Bord des Schiffes überprüft werden.

Gleichzeitig könnte dieses System auch die behandelten Arbeitszeitfragen erfassen. Hierzu sind entsprechende Ansätze, wie der digitale Fahrtenschreiber in der Diskussion.

Im Falle einer Ausgliederung von Arbeiten an Externe (vergleiche o.g. organisatorische Ansätze z.B. für Reinigungs-, Maler- oder Instandhaltungsarbeiten) oder bei Einführung technischer Lösungen zur Arbeitserleichterung bzw. zur Automatisierung sollte die Besatzungsplanung durch entsprechende Risikoanalysen ergänzt werden. Hierzu sollten geeignete Dokumentationen und Nachweise, die einen sicheren Schiffsbetrieb gewährleisten, bereitgestellt werden.

ZUSAMMENFASSUNG



6





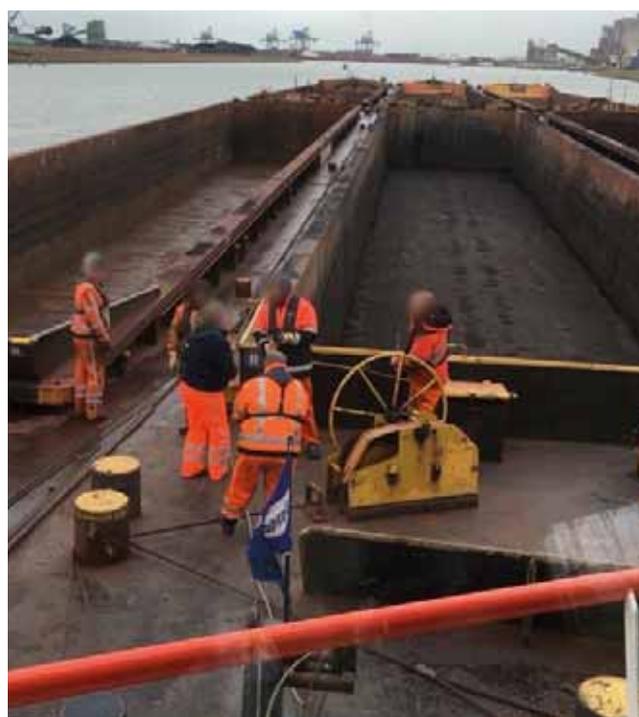
Zusammenfassung



Die Binnenschifffahrt ist durch spezifische Arbeits- und Lebensbedingungen an Bord der Schiffe gekennzeichnet. Derzeit bestehen in verschiedenen europäischen Ländern und Wasserstraßengebieten unterschiedliche Ausbildungs- und Besatzungsstandards. Eine EU-weite Harmonisierung der Ausbildungsstandards ist bereits im Gang. Angesichts dessen ist auch ein einheitlicher europäischer Besatzungsrahmen wünschenswert, auch um zu einer besseren Arbeitsmobilität beizutragen und um die demografischen Herausforderungen zu bewältigen. Die führende Rechtsvorschrift für die Besatzung in der Binnenschifffahrt ist die Verordnung über das Schiffspersonal auf dem Rhein, die bereits etwa 30 Jahre alt ist. In den vergangenen drei Jahrzehnten gab es jedoch beträchtliche, sowohl technologische als auch nicht-technologische Veränderungen, die sich auch auf die Binnenschifffahrt auswirken.

Vor diesem Hintergrund verständigten sich die Sozialpartner 2014 über die Notwendigkeit, neue Besatzungsvorschriften für die europäische Binnenschifffahrt einzuführen und initiierten mit Unterstützung der Europäischen Kommission die Untersuchung ‚Towards A Sustainable Crewing System – TASCs‘. Das Ziel von TASCs war die Erarbeitung einer detaillierten Bewertung der Arbeitsbelastung, auf Basis derer ein begründeter Vorschlag für ein nutzerfreundliches und einfach anzuwendendes Besatzungsinstrument entwickelt werden konnte. Die Untersuchung wurde von einem Konsortium bestehend aus dem DST – Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme e. V. (Koordinator), Intergo bv Human Factors & Ergonomics und Prof. Dr. Peter Turnbull durchgeführt. Sie erfolgte in enger Zusammenarbeit mit dem Projektteam, dem Lenkungsausschuss mit Delegierten der europäischen Sozialpartner und einer Fokusgruppe mit engagierten Vertretern der Binnenschifffahrt unter Berücksichtigung von Schiffseignern, Besatzungsmitgliedern, Flottenmanagern etc..

Bei der Untersuchung wurden alle relevanten Parameter berücksichtigt, die die Arbeitsbedingungen beeinflussen. Entsprechend wurde das Gesamtsystem mit allen Komponenten analysiert, einschließlich der relevanten Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Parametern. Des Weiteren flossen die einschlägigen europäischen Vorschriften zu



Arbeitszeit und Sicherheit sowie der aktuelle Stand der Technik auch in Bezug auf Logistik und den menschlichen Faktor in die Studie ein. Wissenschaftlich fundierte Modelle, welche Fragen der Sicherheit, der Arbeitsbelastung, der Arbeitseffizienz, der Ermüdung und Erholung thematisieren und in anderen Verkehrszweigen bereits angewendet werden, wurden berücksichtigt.

Der **erste Meilenstein** der Untersuchung war eine umfassende **Feldstudie** mit Beobachtungen und Interviews von Besatzungsmitgliedern auf 50 Schiffen auf den verschiedenen europäischen Binnenwasserstraßen. Ausgehend von den unterschiedlichen Ladungskategorien (Trockengut, flüssiges Massengut, Container) sowie den jeweiligen Anforderungen ergab sich eine Bandbreite von Schiffstypen, -größen und -ausrüstungen mit den entsprechenden spezifischen technischen Merkmalen und eine daraus resultierende Differenzierung der Arbeiten an Bord. Darüber hinaus wurden auch Passagierschiffe mit ihren spezifischen Merkmalen und Arbeiten berücksichtigt. Dementsprechend wurde die Feldstudie in sieben Schiffstypen differenziert. Insgesamt wurden elf Tätigkeiten unterschieden; dabei wurde auf die Einteilung gemäß ES-QIN und zusätzliche, in der Praxis auftretende Tätigkeiten Bezug genommen, die sich auf die Arbeitsbelastung, das Aufmerksamkeitsniveau und den Erholungsbedarf auswirken. Diese Parameter wurden für alle Schiffe und Tätigkeiten erfasst und bewertet.



Gleichzeitig dienten diese Erkenntnisse als wichtige Basis und als Ausgangspunkt für die Entwicklung des geplanten Besatzungsinstruments. Anhand der Beobachtungen wurden allgemeine Korrelationen sowie geeignete Indikatoren für die verschiedenen Parameter abgeleitet. Als wesentliche Schlussfolgerung kann festgehalten werden, dass die Besatzungsstärke sich an den verschiedenen Arbeiten an Bord und dem daraus resultierenden Zeitbedarf, der geistigen und körperlichen Arbeitsbelastung sowie Ermüdungs- und Erholungsfragen orientieren soll.

Als **zweiter** Meilenstein wurden erwartete **künftige Entwicklungen** (sowohl technischer als auch nicht-technischer Art) in einem Workshop mit Experten verschiedener Fachgebiete diskutiert und im Hinblick auf deren besondere Auswirkungen auf die Besatzung erörtert.

Innerhalb eines bestimmten Zeitraums wird generell für die reine Navigation **eine** qualifizierte Person für notwendig erachtet, sofern sich alle erforderlichen Instrumente zur Steuerung aller Funktionen im Steuerhaus befinden und die maximale Arbeitszeit und Ermüdung berücksichtigt werden. Für die Navigation werden die Länge und Breite des Schiffs im Allgemeinen als nicht relevant eingestuft; dem gegenüber werden die technische Ausstattung des Schiffes und das Verhältnis zwischen der Schiffsgröße und den Infrastrukturabmessungen als wichtiger erachtet. Dies betrifft beispielsweise die Navigation von (großen) Schiffen in engen und begrenzten Wasserstraßen.

Im Grundsatz wird es für möglich gehalten, nicht-navigatorische Aufgaben (teilweise) an (externe) Servicepartner zu übertragen und das Personal an Bord zu entlasten; dies betrifft z. B. Reinigungs- oder Anstricharbeiten, die Wartung von Motoren, die Überwachung der Be- und Entladearbeiten oder die Wartung von IT-Ausrüstungen. Auch für weitere Arbeiten wie z. B. das Koppeln und Entkoppeln bei Verbänden oder das Festmachen, z. B. in Schleusen, sind entsprechende Outsourcingansätze grundsätzlich denkbar; unter geeigneten Randbedingungen wäre (auf überbetrieblicher Ebene) beispielsweise ein Pooling von Arbeitskräften möglich. Inwiefern derartige Ansätze in der Praxis tatsächlich umsetzbar sind, ist jeweils von den konkreten Randbedingungen abhängig und im Einzelfall zu prüfen.

Darüber hinaus gelten auch technische Lösungen als Möglichkeit, den Zeitaufwand oder die körperliche Arbeitsbelastung solcher Aufgaben zu reduzieren. Ansätze zur Automatisierung wie automatisiertes Kuppeln von Verbänden, automatische Festmachsysteme sind im Grundsatz verfügbar und können in bestimmten Fällen eine Lösung darstellen. Ähnliches gilt auch für das Heben schwerer Taue oder Schläuche bei sehr großen Schiffen. Generell sind dabei Fragen wie Sicherheit, Kosten, Wartung etc. angemessen zu berücksichtigen und die Eignung solcher Ansätze ist auch hier jeweils im Einzelfall zu prüfen.

Aufgrund des Fachkräftemangels wird künftig eine Zunahme entsprechender Automatisierungsprozesse erwartet.

Der **dritte wichtige Meilenstein** war die Erarbeitung eines **Vorschlags für ein neues Besetzungsinstrument**. Während sich die aktuellen Besetzungsvorschriften vor allem am Schiffstyp, der Länge des Schiffes, der technischen Ausstattung und der Betriebsart orientieren, verfolgt das vorgeschlagene neue Instrument einen aufgabenorientierten Ansatz; es ermittelt den erforderlichen Mindestzeitaufwand der Besetzung pro Qualifikationsniveau (Schiffsführer / Matrose) für die jeweiligen Aufgaben und Bedingungen einer konkreten Fahrt als Grundlage für die erforderliche Mindestbesetzung.



Dieser Ansatz ermöglicht es, den Zeitbedarf verschiedener Aufgaben individuell zu berücksichtigen. Dabei kann der jeweilige Zeitbedarf je nach den spezifischen Randbedingungen durch Zu- oder Abschläge auf den errechneten Wert angepasst werden, z.B. durch Zuschläge für ein höheres Aufmerksamkeitsniveau bei Nebel. Ein wichtiger Leitgedanke ist dabei die Beibehaltung des bisherigen Sicherheitsniveaus.

Bei der Ermittlung der tatsächlichen Besetzung und der Gestaltung der täglichen Einsatzpläne sollten darüber hinaus die maximal zulässige Arbeitszeit sowie Charakteristika und Anforderungen des Unternehmens berücksichtigt werden. Ferner wird empfohlen, ein geeignetes und leicht umsetzbares Verfahren zum Handling des Ermüdungsrisikos bei der Gestaltung der Besetzungspläne zu entwickeln; entsprechende Beispiele werden in der Luftfahrt und im Schienenverkehr bereits angewendet. Ein solches Verfahren kann Schiffseignern und Schiffsführern die Risiken der Ermüdung bewusster machen und Abhilfemaßnahmen aufzeigen.

Darüber hinaus versetzt dieser Ansatz Schiffseigner in die Lage, den Nutzen von Innovationen, technischen Modernisierungen bzw. Automatisierungen oder organisatorischen Maßnahmen, z. B. das Outsourcing von Tätigkeiten, zu bewerten. Er kommt einem vollständigen **Systemwechsel** gleich.

Zusammenfassend wird das vorgestellte Instrument als ein tragfähiger und belastbarer Ansatz für eine zukunftsorientierte Bestimmung der erforderlichen Besetzungstärke in der Binnenschifffahrt eingestuft. In dem anstehenden Evaluierungsprozess sollte das Instrument von den relevanten Akteuren und Instanzen umfassend erörtert und systematisch evaluiert werden. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei einerseits der Frage nach der notwendigen Differenzierung bzw. Detailschärfe, um das bestehende Sicherheitsniveau zu gewährleisten, und andererseits der angestrebten Benutzerfreundlichkeit und einfachen Handhabung, die wiederum für eine ausreichende Akzeptanz unabdingbar sind, jedoch einer intensiven Differenzierung tendenziell entgegenstehen. Beide Positionen sind sorgfältig gegeneinander abzuwägen.

Da das vorgeschlagene Besetzungsinstrument die erforderliche Besetzung pro Schiff und pro Fahrt ermittelt, ist auch bei der Umsetzung bzw. beim Vollzug ein Systemwechsel notwendig. Während die geltenden Vorschriften eine konstante Besetzung vorschreiben, ermöglicht das vorgeschlagene Instrument situationsspezifische, fahrtabhängige Anpassungen der Besetzungstärke. Dieser Ansatz setzt voraus, dass die Besetzungsplanung jeweils vor der Fahrt in ein entsprechendes (digitales) System eingegeben wird. Ein solches System könnte gleichzeitig auch die genannten Arbeitszeitfragen berücksichtigen.



QUELENNACHWEIS

Clarke G. (Ed) (2012). Fatigue management toolkit – Dissemination, development and exploitation.

Zentralkommission für die Rheinschifffahrt, ZKR (2018). Die erste internationale Definition der Automatisierungsgrade in der Binnenschifffahrt; (ZKR CC/CP (18) 21).

CESNI (2018). European Standards for Qualification in Inland Navigation, ES-QIN, Edition 2018; (CESNI (18) 54 add. 2 final)

RICHTLINIE 2014/112/EU DES RATS (2014) zur Durchführung der von der Europäischen Binnenschifffahrts Union (EBU), der Europäischen Schifferorganisation (ESO) und der Europäischen Transportarbeiter-Föderation (ETF) geschlossenen Europäischen Vereinbarung über die Regelung bestimmter Aspekte der Arbeitszeitgestaltung in der Binnenschifffahrt.

Dawson D., Noy Y.I., Härmä M., Åkerstedt T., Belenky G. (2011). Modelling fatigue and the use of fatigue models in work schettings. Accident analysis and prevention, 43, 549-554.

Diggelen van J., Janssen J.B., Van den Tol W.A. (2016). Crew design tool. In: Proceedings INECpaperCDT.

EN 16710-2 (2016). Ergonomics methods – Part 2 A methodology for work analysis to support design.

EN-ISO 6385 (2016). Ergonomics principles in the design of work systems.

EN-ISO 10075 (1991). Ergonomic principles related to mental workload.

EN-ISO 26800 (2011). Ergonomics – General approach, principles and concepts.

EN 614 (2009). Safety of machinery – Ergonomic design principles.

ETF (2018). Protokoll der Halbzeitsitzung (29.5.2018), Experten-Workshop (28.6.2018) und Sitzung der Fokusgruppe von TASCs (12.9.2018).

Holtmann B., Bross, H., Gründer, D. (2009). DST-Bericht 1923: Technische und organisatorische Maßnahmen zur Reduzierung des sicherheitsrelevanten Personalbedarfs in der Binnenschifffahrt. (Deutsch)

Hursh S.R., Raslear T.G., Scott Kaye A., Fanzone J. (2006). Validation and calibration of a fatigue assessment tool for railroad work schedules.

ICAO, IATA und IFALPA (2015). Fatigue management guide for airline operators.

Jepsen e.a. (2017). MARTHA, the final report 2017-01.

Kester T.G.A van (2014). Exploitatiewijzen en bemanningseisen in de binnenvaart. Masterthesis Erasmus University Rotterdam. (Niederländisch).

Lee J.D., Rothblum A. (2000). Simplified crew size evaluation method. US Coast guard research and development center. Bericht Nr. CG-D-13-00

Philips R.O. (2016). Countermeasures for use in fatigue risk management. TØI Institute of transport economics, Norwegian center for transport research. TØI Bericht 1448/2016.

Reidd K.J., Turek F.W., Zee P.C. (2013). Enhancing sleep efficiency on vessels in the tug/ towboat/ barge industry. National cooperative freight research program. NCFRP Bericht 36.



Rothblum A., Lee J.D. (1995). Modeling Crew Size for commercial ships. In: Proceedings Human factors and ergonomics society annual meeting.

Somvang V., Hayward B, Cabon P. (2016). Preparing guidance on biomathematical fatigue models. Rail safety and standards board, London

Spencer M.B., Robertson K.A., Folkard S. (2006). The development of a fatigue/ risk index for shift workers. Health & Safety Executive research report 446/2006, London.

Thomas, H. und Turnbull, P. (2013). Mapping the Situation of the Ferry Trades in the Western Mediterranean Sea: Final Report. Europäische Transportarbeiter-Föderation.

Turnbull, P. (2010). From Social Conflict to Social Dialogue: Counter-Mobilisation on the European Waterfront. European Journal of Industrial Relations, Band 16, Nr. 4, S. 333-49.

Turnbull, P. (2009). Training and Qualification Systems in the EU Ports Sector. Europäische Transportarbeiter-Föderation.

Velez E.J. (2014). Manning analysis in naval ship concept design. Masterarbeit am Virginia Polytechnic Institute and State University.

Zeilstra M., Bruijn de D., Weide van der R. (2009). Development and implementation of a predictive tool for optimizing workload of train dispatchers. Tagungsband: 3. internationale Konferenz zu Humanfaktoren im Schienenverkehr (Conference on Rail Human Factors), Lille.



ANHANG

Mitglieder des Lenkungsausschusses

Der Lenkungsausschuss von TASCs
bestand aus folgenden Mitgliedern:

Andrea Beckschäfer (ESO)

Nick Bramley (ETF)

Jacques Kerkhof (ETF)

Gerard Kester (ESO)

Michiel Koning (EBU)

Andreas Stommel (EBU)

