

Zur Ermittlung von Unfallursachen und begünstigenden Faktoren für Unfälle in der Seeschifffahrt

Vom Fachbereich Sicherheitstechnik der

Bergischen Universität Wuppertal

angenommene Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)

von

Dipl.-Ing.

Jens-Uwe Schröder

Gutachter:

Prof. Dr.-Ing. habil. J. Hahne

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Olaf H. Peters

Tag der mündlichen Prüfung:

26 Juni 2003

Zur Ermittlung von Unfallursachen und begünstigenden Faktoren für Unfälle in der Seeschifffahrt

Abstrakt

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde eine Betrachtung zum Stand der Untersuchung von Seeunfällen unter Berücksichtigung internationaler Bemühungen vorgenommen. Dabei wurde die Frage der strukturierten Aufarbeitung von Unfallberichten mit dem Ziel, eine solide statistische Basis für die Überprüfung bestehender und die Entwicklung neuer Regeln für die Schiffssicherheit zu gewinnen, in den Vordergrund gestellt. Obwohl Forschung und Politik sich seit längerer Zeit mit dieser Thematik beschäftigen, fehlt es an allgemein akzeptierten einheitlichen Definitionen und Verfahren in der Seeunfalluntersuchung. Aufgrund spezifischer Unterschiede zwischen der Schifffahrt und den anderen Transportmitteln bzw. sonstigen risikorelevanten Industrien (z.B. chemische oder Nuklearindustrie) lassen sich Lösungen für diese Verkehrswege auch nicht so ohne weiteres übernehmen.

Auf der Grundlage dieser festgestellten Defizite wird eine Unfallauswertungsmethode entwickelt, in deren Mittelpunkt ein Prozessmodell des maritimen Unfalls und ein daraus abgeleitetes Datenschema für die Erfassung relevanter Informationen zur Prozessbeschreibung des Unfalls und der unfallbegünstigenden Faktoren steht. Das Modell und das Datenerfassungsschema werden auf Beispiele der Passagierschifffahrt angewendet. Die Anwendung des Schemas und des Modells auf Unfälle in der Passagierschifffahrt erfolgte wegen der zu erwartenden detaillierteren Dokumentation dieser Unfälle, die durch das hohe öffentliche Interesse in diesem Bereich begründet ist. Obwohl die Anzahl der Unfälle für generelle Thesen im Unfallgeschehen nicht ausreichend ist, konnte nachgewiesen werden, dass es gerade bei den unfallbegünstigenden Faktoren im Bereich der Personale Informationsdefizite in den Berichten gibt. Anhand von Unfallberichten können Unfälle nur in sehr seltenen Fällen folgerichtig rekonstruiert werden. Das verdeutlicht die Notwendigkeit zu einem strukturierteren Vorgehen in der Zukunft.

Abschließend werden die Defizite im Seeunfallberichtswesen diskutiert und Auswirkungen für andere sicherheitsrelevante Vorhaben, wie z.B. Entscheidungshilfen in Notfällen als Beratungsgrundlage für die Schiffsführung, untersucht.

Schlagwörter

Seeunfälle, Seeunfallstatistik, Unfalldaten, Human Element, Mensch-Maschine-Umwelt-Systeme, Prozessanalyse, Handlungshilfen in der Seeschifffahrt

Detection of causes and underlying factors of marine casualties

Abstract

In the following study a detailed state-of-the-art analysis of the international efforts to investigate maritime casualties has been done. The analysis highlights political efforts and scientific achievements in recent years. It focuses on the approach to obtain structured data about casualties in order to form a solid data basis for the assessment of existing and the development of new regulations in ship safety. Although politics and science have dealt with these topics for a long time commonly agreed definitions and methods are still missing for maritime casualty investigation and especially for the related follow-up. Specific differences exist between the different transport modes. For this reason approaches from these modes, and also from other safety relevant industries (e.g. chemical and nuclear industry) cannot be applied to shipping.

A casualty investigation follow-up method is developed based on the detected deficits. In the core there is a process model of the maritime casualty and data scheme, which is derived from this model. Model and data scheme are to be used to obtain data about the accident process and the underlying factors. Model and scheme are applied to examples of passenger shipping casualties. Passenger shipping has been selected because of more detailed reports, which can be expected because of the safety related high public interest in this sector. Although the number of accidents was not enough to formulate general thesis about maritime casualties, it became evident that deficits exist on influencing factors of the crew performance related data in the reports. The accident process cannot often be reconstructed by using casualty reports. This underlines the necessity for a more structured approach in future.

Finally a discussion of the deficits of maritime casualty reports is done, highlighting the consequences of scant data for other safety related means in shipping, e.g. decision support systems in emergencies.

Key words

Maritime casualties, maritime casualty statistics, casualty data, human element, men-machine-environment-systems, process analysis, decision support systems in shipping

Identification des causes de mortalités maritimes et les facteurs sous-adjacents.

Sommaire

Dans l'étude qui suit, une analyse pointue a été faite des efforts internationaux pour investiguer les causes des mortalités maritimes. Cette analyse met en lumière les efforts politiques ainsi que les avancées scientifiques de ces dernières années. L'analyse se focalise sur la manière d'obtenir des informations structurées sur les cas de mortalité afin de créer une base de données solide pour l'évaluation des règlements existants et le développement de nouveaux règlements en matière de sécurité à bord des navires. Malgré le fait que la politique et la science traite de ces affaires depuis un long moment, des définitions et des méthodes d'investigation des mortalités en mer n'existent pas, surtout en ce qui rapporte à leur suivie. Des différences spécifiques existent entre les différents mode de transport. Pour cette raison, des approches utilisés par ces autres modes ainsi que par d'autres industries où la sécurité est importante (i.e. l'industrie chimique et nucléaire) ne peuvent pas être appliquées au transport maritime.

La procédure d'investigation dans le cas d'une mortalité repose sur le développement des déficiences détectées. Le modèle de procédure et les informations à récolter dans le cas d'une mortalité dérive de ce modèle. Le modèle ainsi que les informations recueillis seront utilisés afin d'obtenir des informations sur l'accident et ses cause sous-adjacentes. Modèle et procédure sont appliqués à des exemples de mortalités lors du transport maritime de passagers. Le transport de passagers a été choisi en raison des rapports plus détaillés qui sont produits. Ceci est naturel vu l'intérêt élevé du publique dans ce secteur. Quoique le nombre d'accidents n'est pas suffisants pour générer une hypothèse générale sur les causes des mortalités maritimes, il est apparu que des déficiences dans les rapports existait quant au comportement de l'équipage en relation avec des aspects de cause à effet. Le processus qui a amené à l'accident ne peut pas être reconstruit à partir des rapports de mortalité. Ceci souligne la nécessité d'une approche plus structurée à l'avenir.

Finalement, une discussion sur les déficiences des rapports de mortalité maritime est donnée, mettant en exergue leurs conséquences dans d'autres moyens sécuritaires dans le transport, par exemple dans les systèmes de support en cas d'urgence.

Mots clés

Mortalités maritimes, statistiques de mortalités maritimes, information sur des mortalités, l'élément humain, systèmes-environnement-homme-machine, analyse des procédures, systèmes décisionnelles de support dans le transport maritime.

Identificación de causas de accidentes marítimos y factores involucrados

Resumen

El siguiente estudio es un análisis detallado y actualizado de los esfuerzos internacionales en la investigación de accidentes marítimos. El análisis resalta los esfuerzos políticos y logros científicos de los últimos años. Esta enfocado en el proceso de obtención de datos estructurados sobre accidentes con el objeto de desarrollar una base de datos sólida para la evaluación de normas de seguridad marítima existentes y el desarrollo de aquellas nuevas necesarias. Estos temas has sido tratados por la política y la ciencia durante mucho tiempo, sin embargo aun existe un vacío en lo referente a un acuerdo de definiciones y métodos para la investigación de accidentes marítimos y especialmente para su posterior seguimiento. Diferencias específicas existen entre los diferentes modos de transporte, por lo cual los enfoques de estos modos y de otros ramos de la seguridad industrial, (como por ejemplo las industrias química y nuclear) no pueden ser aplicados en la industria naviera.

Este estudio desarrolla un método de seguimiento de datos de investigación de accidentes en base a deficiencias detectadas. El proceso central es un modelo de investigación marítima y de un esquema de datos derivado del mismo modelo. El modelo y esquema de datos son utilizados para la obtención de datos sobre los hechos del accidente y los factores relacionados. El modelo y esquema de datos son aplicados en ejemplos de investigaciones de buques de pasajeros. Los buques de pasajeros han sido seleccionados como ejemplos por sus informes de mayor detalle, los cuales son esperables por el elevado interés público por la seguridad en ese tipo de buques. Si bien el número de accidentes no es suficiente a los efectos de formular una tesis sobre accidentes marítimos, ha surgido como resultado relevante que existe un déficit de los datos en los informes relacionados con los factores que influyen el rendimiento de la tripulación. En ciertas oportunidades, la secuencia del accidente apenas puede ser reconstruida en base a los informes de la investigación. Esto resalta la necesidad de un procedimiento mas estructurado para el futuro.

Finalmente, es tratado el tema de las deficiencias de los informes de investigaciones de accidentes marítimos, destacando sus consecuencias para otros temas de seguridad naviera, como por ejemplo: los sistemas de apoyo de decisión en emergencias.

Palabras claves:

Investigaciones marítimas, estadísticas de investigaciones marítimas, datos de investigaciones, factor humano, sistemas-medio-hombre-máquina, procesos de análisis, sistemas de apoyo a la decisión en el medio naviero.

Danksagung

Diese Arbeit ist das Ergebnis einer mehrjährigen intensiven Auseinandersetzung mit einem an Bedeutung zunehmendem Problem in der Seeverkehrssicherheit. Ich möchte es daher an dieser Stelle nicht versäumen, all denjenigen zu danken, die mich immer wieder stimuliert haben, die Denkanstöße aus meinem berufspraktischen Umfeld aufzugreifen und in einer wissenschaftlichen Arbeit ausdiskutieren. Besonders dankbar bin ich denjenigen, die mich ermuntert haben, auch kritische Fragen anzusprechen und zu betrachten.

In erster Linie gilt mein Dank Herrn Professor Hahne in Warnemünde, der mich auf dem Weg zu dieser Arbeit von Anfang an begleitet hat und mir half, meine Ideen in der nun vorliegenden Form darzulegen. Weiterhin möchte ich mich bei Herrn Professor Peters und dem Fachbereich Sicherheitstechnik der Bergischen Universität – Gesamthochschule Wuppertal für die Möglichkeit bedanken, die Thematik dieser Arbeit im Rahmen einer Promotion zu bearbeiten. Mein Dank gilt auch den Herren Schulze, Ullrich und vielen anderen Kollegen des ehemaligen Fachbereichs Schiffssicherheit des Germanischen Lloyd in Hamburg, die viel zu den Wurzeln dieser Arbeit beigetragen haben. Nicht vergessen möchte ich meine Kollegen von der World Maritime University in Malmö, wo diese Arbeit in einem fruchtbaren akademischen Klima gedeihen konnte. Dem Rektor, Herrn Dr. Laubstein, sowie dem ehemaligen Vizerektor, Herrn Professor Zade, bin ich für die kontinuierliche und ermutigende Anteilnahme sehr dankbar. Wie immer bei wissenschaftlichen Publikationen, haben die Bibliothekare einen ganz entscheidenden Anteil bei der Suche und Beschaffung der in dieser Arbeit verwendeten Quellen beigetragen. Ich möchte es deshalb nicht versäumen, Frau Denne und Frau Wangeci-Eklöv für ihre stets großzügig und engagiert angebotene Hilfe zu danken.

Zum Abschluss gilt mein ganz besonderer Dank meinen Eltern, meiner Partnerin und meinen Freunden. Gerade in den letzten beiden, für mich persönlich sehr schwierigen Jahren, hat ihr Zuspruch ganz entscheidend dazu beigetragen, dass diese Arbeit beendet wurde.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	7
Verzeichnis der Abbildungen	12
Verzeichnis der Tabellen.....	14
Abkürzungsverzeichnis.....	15
1 Einleitung.....	17
2 Aufgabenstellung.....	18
3 Notwendigkeit zur Erfassung von Unfällen in der Seeschifffahrt.....	19
3.1 Unfallgeschehen in der Seeschifffahrt.....	19
3.2 Sicherheitswissenschaft, Seeverkehrssicherheit und Schiffssicherheit – ingenieurwissenschaftliche Disziplinen und Rahmen für gesetzliche Maßnahmen zur Reduzierung des Unfallgeschehens in der Seeschifffahrt.....	23
3.2.1 Einordnung der Seeverkehrssicherheit und Schiffssicherheit in die Sicherheitswissenschaft	23
3.2.2 Einordnung des Untersuchungsgegenstands in das Gefüge der Seeverkehrssicherheit.....	26
3.3 Internationale Organisationen und Schifffahrtsverwaltungen sowie ihre Bemühungen zur Reduzierung des Unfallgeschehens in der Seeschifffahrt.....	27
3.3.1 Weltschifffahrtsorganisation (IMO)	28
3.3.1.1 Joint MSC/MEPC Working Group on Human Element and Formal Safety Assessment... 29	
3.3.1.2 Übermüdung	29
3.3.1.3 International Safety Management (ISM) Code	30
3.3.1.4 Risikoanalyse	33
3.3.1.5 Unfalluntersuchungsvorschriften	34
3.3.1.6 Unfalldatenbank	35
3.3.1.7 STCW 1995 Konvention.....	35
3.3.1.8 Vision Human Element.....	36
3.3.1.9 Zusammenfassung IMO.....	37
3.3.2 International Labour Organisation (ILO).....	38
3.3.3 Europäische Union (EU)	39
3.3.3.1 Richtlinien der EU	39
3.3.3.2 Forschung zum HE im Rahmen der EC	42
3.3.4 Bemühungen einzelner Staaten.....	43
3.3.4.1 Vereinigte Staaten von Amerika (USA).....	43
3.3.4.2 Norwegen.....	44
3.3.4.3 Deutschland	45
3.3.4.4 Bemühungen anderer Staaten	45
3.3.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerung bzgl. der Notwendigkeit des Erfassens der Unfallursachen.....	46
4 Wissenschaftliche Methoden zur Erklärung der Einflussfaktoren bei Schiffsunfällen	47
4.1 Definition der Begriffe HE, Human Factor (HF) und Human Error	47

4.1.1	HE und HF	48
4.1.1.1	Ergonomische Betrachtungsweise.....	48
4.1.1.2	Mensch-Maschine Schnittstellen Problematik	48
4.1.1.3	Sicherheitsbezogene Definition des HE.....	48
4.1.1.4	Zusammenfassung des Begriffs HE	49
4.1.2	Human Error	49
4.1.2.1	Leistungsstandard im System.....	50
4.1.2.2	Leistungsabfall im System	50
4.1.2.3	Leistungswille	50
4.1.2.4	Zusammenfassung Human Error.....	51
4.2	Grundlagen für die Untersuchung von HE in technischen Systemen	51
4.2.1	Anliegen der HE Untersuchungen	51
4.2.1.1	Retrospektive Analyse	52
4.2.1.2	Bewertung der Sicherheit von technischen Systemen.....	52
4.2.2	Begriffe im Zusammenhang mit HE Untersuchungen	52
4.2.2.1	Latente und Aktive Fehler.....	52
4.2.2.2	Ursachen und Erscheinungsformen von Fehlern.....	52
4.2.3	Bestandteile von HE Untersuchungen	53
4.2.3.1	Methode.....	53
4.2.3.2	Modell des Untersuchungsgegenstandes	53
4.2.3.3	Klassifikationsschema der Daten.....	54
4.2.3.3.1	Traditionelle HE Klassifikationsschemata	54
4.2.3.3.2	Informationsverarbeitungsansätze.....	55
4.2.3.3.3	Kognitiv-technische-Systemanalyse.....	57
4.3	Verfahren zur Bewertung der Sicherheit von Systemen und zur Vermeidung von Systemausfällen durch HE	58
4.3.1	Sicherheitsmanagement – das Personenmodell	58
4.3.2	Sicherheitsmanagement – das Technikmodell	58
4.3.2.1	Fehler und Effekt Analysen (Failure Mode and Effects Analysis – FMEA)	59
4.3.2.2	Gefährdungsanalyse für den Betrieb eines Systems (Hazard Operability Studies – HAZOPS)	60
4.3.2.3	Probabilistische Sicherheitsanalysen (PSA)	60
4.3.2.4	Human Reliability Analysis (HRA).....	61
4.3.3	Sicherheitsmanagement – das Organisationsmodell	62
4.3.4	Bewertung der Sichtweise des Sicherheitsmanagements	63
4.4	Beispiele von Verfahren zur Untersuchung des HE in technischen Systemen	63
4.4.1	Kognitive Zuverlässigkeits- und Fehleranalysemethode (Cognitive Reliability and Error Analysis Method – CREAM) (Hollnagel)	63
4.4.1.1	Methode von CREAM	64
4.4.1.2	Klassifikation von CREAM	65
4.4.1.3	Bewertung von CREAM	65
4.4.2	Systematisches Lernen von Unfällen (Kristiansen)	66
4.4.2.1	Methode vom Systematischen Lernen von Unfällen.....	66

4.4.2.2	Klassifikation des Systematischen Lernens von Unfällen	67
4.4.2.3	Bewertung des Systematischen Lernens von Unfällen	67
4.4.3	Generisches Fehlermodellierungssystem (Generic error-modelling system – GEMS) (Reason)	68
4.4.3.1	Modell von GEMS	68
4.4.3.2	Klassifikation von GEMS	69
4.4.3.3	Bewertung von GEMS.....	70
4.4.4	TRIPOD (Hudson, Reason, Wagenaar, Bentley, Primrose, Visser).....	70
4.4.4.1	Methode von TRIPOD	71
4.4.4.2	Klassifikation von TRIPOD	72
4.4.4.3	Bewertung von TRIPOD.....	73
4.4.5	Systemrückführung und HE Management (Human Recovery and Human Error Management) (van der Schaaf, Freese, Heimbeck).....	73
4.4.5.1	Darstellung der Systemrückführung und HE Management	73
4.4.5.2	Bewertung der Systemrückführung und HE Management	74
4.5	Verfahren zur Untersuchung und Auswertung von Schiffsunfällen durch die IMO..	75
4.5.1	Der „Code for the Investigation of Marine Casualties and Incidents“ der IMO	75
4.5.1.1	Vorgehensweise beim IMO Code.....	75
4.5.1.1.1	Sammeln von Ereignisdaten	75
4.5.1.1.2	Rekonstruktion der Ereignisabfolge	76
4.5.1.1.3	Identifikation von risikobegünstigenden Entscheidungen und Bedingungen, der Fehlertypen und zugrunde liegender Faktoren	77
4.5.1.1.4	Identifikation von potentiellen Sicherheitsproblemen und Entwicklung von Sicherheitsmassnahmen	77
4.5.1.2	Bewertung des IMO Codes	77
4.5.2	Formal Safety Assessment als ganzheitliches Verfahren zur Bewertung der Sicherheit von Systemen in der Schifffahrt.....	77
4.5.2.1	Vorgehensweise des FSA.....	79
4.5.2.1.1	Stufe 1 – Identifikation von Gefahren	79
4.5.2.1.2	Stufe 2 – Risikobewertung	79
4.5.2.1.3	Stufe 3 – Risikokontrollmöglichkeiten.....	80
4.5.2.1.4	Stufe 4 – Kosten-Nutzen Analyse	80
4.5.2.1.5	Stufe 5 – Empfehlungen für die Entscheidungsträger	81
4.5.2.2	Bewertung des FSA	81
4.6	Zusammenfassung des Standes der wissenschaftlichen Methoden und Modelle zur Ermittlung der Einflussfaktoren bei Unfällen	81
5	Vorschlag für eine prozessorientierte Unfallauswertungsmethode bei Schiffsunfällen	83
5.1	Anliegen von Unfalluntersuchungen.....	83
5.1.1	Erwartungen von Schifffahrtsbehörden.....	84
5.1.2	Erwartung der Forschung	84
5.1.2.1	Ingenieurwissenschaftlicher Standpunkt	84
5.1.2.2	Standpunkt der psychologischen Forschung	85
5.2	Untersuchungs- und Auswertungsmethode von Unfällen	85
5.2.1	Modelle für die bei der Unfallauswertung zu untersuchenden Systemkomponenten.....	86

5.2.1.1	Systemmodell	86
5.2.1.2	Modelle für die Systemkomponenten.....	87
5.2.1.2.1	Systemkomponente Mensch.....	87
5.2.1.2.2	Systemkomponente Technik.....	88
5.2.1.2.3	Systemkomponente Organisation.....	88
5.2.1.3	Prozessmodell	89
5.2.2	Datenerfassungsschema	91
5.2.2.1	Schiffsdaten	92
5.2.2.2	Unfallgrunddaten	92
5.2.2.3	Unfallentwicklung.....	93
5.2.2.3.1	Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse	93
5.2.2.3.1.1	Kollision	94
5.2.2.3.1.2	Grundberührung	95
5.2.2.3.1.3	Wassereinbruch.....	96
5.2.2.3.1.4	Brand	98
5.2.2.3.2	Ablauf der Ereignisse.....	98
5.2.2.3.3	Evakuierung des Schiffes	100
5.2.2.3.4	Externe Rettungsmaßnahmen	101
5.2.2.4	Unfallfolgen.....	101
5.2.2.5	HE Fragen	101
5.2.2.5.1	HE - Allgemeine Situation.....	102
5.2.2.5.2	Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen	104
5.2.2.5.3	Notfallmanagement.....	105
5.2.2.5.4	Evakuierung.....	107
5.2.2.6	Quelle	107
5.2.3	Verbindung des Prozessmodells Maritimer Unfall mit dem Datenerfassungsschema für Schiffsunfälle	108
5.2.4	Methode zur Erfassung der Unfalldaten	110
5.2.4.1	Schrittfolge zur Datenerfassung.....	111
5.2.4.2	Auswertungen.....	111
5.3	Zusammenfassung der Unfallauswertungsmethode.....	112
6	Anwendung der prozessorientierten Unfallauswertungsmethode auf Beispiele aus der Passagierschifffahrt.....	113
6.1	Überblicksdarstellung der verwendeten Unfallberichte.....	113
6.1.1	Zeitspanne der Unfallanalyse	113
6.1.2	Schiffstypen	114
6.1.3	Flaggenstaaten	114
6.1.4	Herkunft der Unfallberichte.....	115
6.2	Ergebnisse der Unfallanalyse.....	115
6.2.1	Allgemeine statistische Aussagen zum Unfallgeschehen	116
6.2.1.1	Schiffsdaten	116
6.2.1.2	Unfallgrunddaten	118
6.2.1.3	Unfallfolgen.....	121
6.2.1.4	Vergleichende Auswertungen.....	122
6.2.1.5	Zusammenfassung der allgemeinen statistischen Aussagen zum Unfallgeschehen.....	125
6.2.2	Unfallklassenspezifische Aussagen zum Unfallgeschehen	126

6.2.2.1	Technische Aussagen in den Unfallberichten bei der Unfallklasse Brand	126
6.2.2.2	Aussagen im Bereich HE	127
6.2.2.3	Darstellung der Bedeutung der Einzelinformationen am Beispiel der Erstellung von Notfallplänen	128
6.2.2.4	Zusammenfassung der unfallklassenspezifischen Aussagen zum Unfallgeschehen.....	129
7	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse.....	130
Literaturverzeichnis.....		133
Anhang		142
Verzeichnis der Abbildungen im Anhang.....		142
Anhang 1	Datenschema zur Erfassung von Seeunfällen.....	144
Anhang 2	Unfallablaufschema des Brandes auf der „Scandinavian Star“ am 07. April 1990.....	185

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 3 - 1: Totalverluste der Jahre 1994 bis 1999 (Schiffe über 500 GT) (Quelle: ISL).....	20
Abbildung 3 - 2: Anzahl der Schadensfälle beim P&I Club UK zwischen 1987 und 1996 (Quelle: UK P&I Club [UKP-o.J.])	21
Abbildung 3 - 3: Entwicklung der durchschnittlichen Schadenssummen bei Unfällen mit einem Schadenswert von mehr als 100.000 US Dollar zwischen 1987 und 1996 beim P&I Club UK (Quelle: UK P&I Club [UKP-o.J.])	21
Abbildung 3 - 4: Totalverluste zwischen 1994 und 1999 nach Kiellegungsdatum (Quelle ISL).....	22
Abbildung 3 - 5: Einordnung der Seeverkehrssicherheit in die Sicherheitswissenschaft (Quelle: Baldauf [BAL-99])	24
Abbildung 3 - 6: Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit im Seeverkehr nach Hahne, Galle [HAH-93] und Baldauf [BAL-99]	25
Abbildung 4 - 1: Zusammenwirken von Modell, Klassifikationsschema und Methode (Quelle: Hollnagel [HOL-98])	53
Abbildung 4 - 2: Stufenleitermodell (Quelle: Rasmussen [RAS-86])	56
Abbildung 4 - 3: GEMS (Quelle: Hollnagel [HOL-98]).....	57
Abbildung 4 - 4: Vorgehensweise bei FMEA (Quelle: Hamnett [HAM-o.J.])	59
Abbildung 4 - 5: Beispiel für einen Ereignisbaum	61
Abbildung 4 - 6: Modell der Kognition (Simple Modell of Cognition – SmoC) (Quelle: Hollnagel [HOL-98])...	63
Abbildung 4 - 7: Vorgehensweise bei CREAM (Quelle: Hollnagel [HOL-98])	64
Abbildung 4 - 8: Modell der Produktion nach Wreathall/Reason (Quelle: Reason [REA-90]).....	68
Abbildung 4 - 9: Störungen im System nach Reason (Quelle: Reason [REA-90])	69
Abbildung 4 - 10: Struktur des GEMS (Quelle: Reason [REA-90]).....	70
Abbildung 4 - 11: TRIPOD-Delta Schema (Quelle: Reason [REA-97])	71
Abbildung 4 - 12: TRIPOD-Delta Auswertungsschema (Quelle: Reason [REA-97])	73
Abbildung 4 - 13: Systemrückführung und HE Management (Quelle: van der Schaaf [SCH-96])	74
Abbildung 4 - 14: SHEL Modell nach Hawkins (Quelle: IMO).....	76
Abbildung 4 - 15: Komponenten eines Systems zur Bewertung nach FSA (Quelle IMO - MSC Circ. 829)	78
Abbildung 4 - 16: Vorgehensweise FSA (Quelle IMO - MSC Circ. 829)	78
Abbildung 4 - 17: Schematische Darstellung einer Risikomatrix (Quelle: IMO - MSC Circ. 829)	79
Abbildung 4 - 18: Unfallkaskette nach IMO	80
Abbildung 5 - 1: Maritimes Systemmodell (Quelle: Dragger [DRA-81])	86
Abbildung 5 - 2: Modell der Kognition (Simple Modell of Cognition – SmoC) (Quelle: Hollnagel [HOL-98])...	87
Abbildung 5 - 3: Prozessmodell eines Schiffsunfalls	90
Abbildung 5 - 4: Grundstruktur des Klassifikationsschemas der Daten für die Unfallanalyse	92
Abbildung 5 - 5: Datenstruktur für die Unfallklasse Kollision	94
Abbildung 5 - 6: Datenstruktur für die Unfallklasse Grundberührung	96
Abbildung 5 - 7: Datenstruktur der Unfallklasse Wassereintritt	97
Abbildung 5 - 8: Datenstruktur der Unfallklasse Brand.....	98
Abbildung 5 - 9: Schematische Darstellung eines Ereignisbaums	99
Abbildung 5 - 10: Datenstruktur für den Unterpunkt Evakuierung des Schiffes.....	100
Abbildung 5 - 11: Datenstruktur für den Unterpunkt Externe Rettungsmaßnahmen	101
Abbildung 5 - 12: Datenstruktur für den Klassifikationspunkt HE – Allgemeine Situation.....	102
Abbildung 5 - 13: Datenstruktur für den Klassifikationspunkt HE – Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen.....	104
Abbildung 5 - 14: Datenstruktur für den Klassifikationspunkt HE – Notfallmanagement	105
Abbildung 5 - 15: Datenstruktur für den Klassifikationspunkt HE – Evakuierung	107

Abbildung 6 - 1: Überblick zu den verwendeten Unfallberichten (Anzahl je Unfalljahr)	113
Abbildung 6 - 2: Überblicksdarstellung der Schiffstypen in der Unfallanalyse	114
Abbildung 6 - 3: Registerstaaten der verunfallten Passagierschiffe.....	115
Abbildung 6 - 4: Herkunftsland der verwendeten Unfallberichte	115
Abbildung 6 - 5: Größe (Gross tonnage) der verunfallten Schiffe	116
Abbildung 6 - 6: Länge [m] der verunfallten Schiffe	116
Abbildung 6 - 7: Alter [Jahre] der verunfallten Schiffe zum Zeitpunkt des Unfalls.....	117
Abbildung 6 - 8: Klassifikationsgesellschaft der verunfallten Schiffe	117
Abbildung 6 - 9: Zusammenstellung der Länder, in denen sich die Bauwerften der verunfallten Schiffe befanden.....	118
Abbildung 6 - 10: Verteilung der Unfälle über die Monate	118
Abbildung 6 - 11: Verteilung der Unfälle über die Tageszeit.....	119
Abbildung 6 - 12: Unfallklassen der untersuchten Schiffsunfälle	119
Abbildung 6 - 13: Unfallorte der untersuchten Unfälle	120
Abbildung 6 - 14: Anzahl der an Bord befindlichen Besatzungsmitglieder.....	120
Abbildung 6 - 15: Anzahl der an Bord befindlichen Passagiere	121
Abbildung 6 - 16: Verluste an Menschenleben bei den untersuchten Unfällen.....	121
Abbildung 6 - 17: Verletzte Personen bei den untersuchten Schiffsunfällen	122
Abbildung 6 - 18: Darstellung des Schiffsalters in Abhängigkeit der Unfallklasse	123
Abbildung 6 - 19: Darstellung der Toten und Verletzten in Abhängigkeit der Unfallklasse	123
Abbildung 6 - 20: Darstellung der nicht berichteten Toten und Verletzten in Abhängigkeit der Unfallklasse ..	124
Abbildung 6 - 21: Darstellung der Unfallklasse in Abhängigkeit von der Tageszeit	124
Abbildung 6 - 22: Darstellung der Unfallfolgen in Abhängigkeit von der Unfallklasse.....	125
Abbildung 6 - 23: Schema der Notfallbewältigungsmaßnahmen nach IMO (Quelle: Res. A. 852(20)).....	128

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 3 - 1:	Prozentuale Verteilung der Welthandelsflotte (Quelle: Lloyd's Register of Shipping)	19
Tabelle 3 - 2:	Gegenüberstellung unterschiedlicher Quellen und Ansätze zur Abschätzung der Unfallrate in der Seeschifffahrt	22
Tabelle 3 - 3:	Subsysteme von Verkehrssystemen und Beispiele sicherheitsrelevanter Komponenten (Quelle: Peters, Meyna [PET-85])	25
Tabelle 3 - 4:	Beispiele von Gesetzesinitiativen nach Schiffsunfällen (Auswahl)	27
Tabelle 3 - 5:	Widerstände (prozentual) bei der Einführung des ISM Codes bei Kunden des Germanischen Lloyd (Quelle: Hahne [HAH-99])	32
Tabelle 3 - 6:	Widerstände (Kategorien) bei der Einführung des ISM Codes bei Kunden des Germanischen Lloyd (Quelle: Hahne [HAH-99])	32
Tabelle 3 - 7:	Wichtige schiffahrtsbezogene Konventionen und Empfehlungen der ILO (Auswahl) (Quelle: ILO).....	38
Tabelle 3 - 8:	EU Schiffssicherheitsrichtlinien - Auswahl (Quelle: EC).....	40
Tabelle 3 - 9:	EU Forschungsprojekte zu maritimen Unfall- und Risikoanalysen im 4. Rahmenprogramm (Quelle: EC).....	42
Tabelle 4 - 1:	Verhaltensmodell der fehlerhaften Handlungen (Quelle: Altman [ALT-64]).....	55
Tabelle 4 - 2:	Fehlermodi in CREAM (Quelle: Hollnagel [HOL-98])	65
Tabelle 4 - 3:	Fehlerursachen bei CREAM (Quelle: Hollnagel [HOL-98]).....	65
Tabelle 4 - 4:	Klassifikationsschema beim Systematischen Lernen von Unfällen (Quelle: Kristiansen [KRI-95b]).....	67
Tabelle 4 - 5:	Allgemeine Fehlertypen beim TRIPOD-Delta System (Quelle: Reason [REA-97])	72
Tabelle 5 - 1:	Daten des Strukturpunktes Schiffsdaten	92
Tabelle 5 - 2:	Daten des Strukturpunktes Unfallgrunddaten.....	93
Tabelle 5 - 3:	Daten des Strukturpunktes Kollision/Erkennen der Kollisionsgefahr	95
Tabelle 5 - 4:	Daten des Strukturpunktes Kollision/Unfallsituation	95
Tabelle 5 - 5:	Daten des Strukturpunktes Grundberührung/Entwicklung der Grundberührungssituation ...	95
Tabelle 5 - 6:	Daten des Strukturpunktes Erkennen und Entwicklung des Wassereintruchs	96
Tabelle 5 - 7:	Daten des Strukturpunktes Einrichtungen des Leckwehrschutzes.....	97
Tabelle 5 - 8:	Daten des Strukturpunktes HE – Allgemeine Situation/Individuelle Faktoren der Besatzungsmitglieder	103
Tabelle 5 - 9:	Daten des Strukturpunktes HE – Allgemeine Situation/Arbeitsbedingungen an Bord.....	103
Tabelle 5 - 10:	Daten des Strukturpunktes HE – Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen/Besetzung der Brücke	104
Tabelle 5 - 11:	Daten des Strukturpunktes HE – Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen.....	105
Tabelle 5 - 12:	Daten des Strukturpunktes HE – Notfallmanagement/Entscheidungsfindung.....	106
Tabelle 5 - 13:	Daten des Strukturpunktes HE – Notfallmanagement/Fortlaufende Informationsgewinnung	106
Tabelle 5 - 14:	Daten des Strukturpunktes HE – Notfallmanagement/Probleme während der Notfallbewältigung	106
Tabelle 5 - 15:	Daten des Strukturpunktes Quelle	107
Tabelle 5 - 16:	Transformation des Prozessmodells des Schiffsunfalls auf die Unfallklasse Brand.....	108
Tabelle 5 - 17:	Transformation des Prozessmodells des Schiffsunfalls auf die Unfallklasse Brand (Fortsetzung).....	109
Tabelle 5 - 18:	Transformation des Prozessmodells des Schiffsunfalls auf die Unfallklasse Brand (Fortsetzung).....	110
Tabelle 6 - 1:	Darstellung fehlender Informationen in den ausgewerteten Unfallberichten in der Unfallklasse Brand	126
Tabelle 6 - 2:	Darstellung fehlender Informationen in den ausgewerteten Unfallberichten in HE Daten..	127

Abkürzungsverzeichnis

<i>Bd.</i>	Band	<i>Ro/Ro</i>	Roll on / Roll off
<i>BMVBW</i>	Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen	<i>SmoC</i>	Simple Modell of Cognition
<i>bzw.</i>	beziehungsweise	<i>SOLAS</i>	International Convention for the Safety of Life at Sea
<i>ca.</i>	circa	<i>STW</i>	Sub-Committee on Standards of Training and Watchkeeping
<i>CLC</i>	Civil Liability Convention	<i>STCW</i>	International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping
<i>COLREG</i>	Kollisionsverhütungsregeln	<i>THERP</i>	Technique on human rate prediction
<i>CREAM</i>	Cognitive Reliability and Error Analysis Method	<i>u.a.</i>	unter anderem
<i>d.h.</i>	das heißt	<i>u.ä.</i>	und ähnliches
<i>EC</i>	Europäische Kommission	<i>UNCLOS</i>	United Nations Convention on Law of the Seas
<i>ehem.</i>	ehemalige(n)	<i>USA</i>	United States of America
<i>einschl.</i>	Einschließlich	<i>usw.</i>	und so weiter
<i>ESA</i>	European Space Agency	<i>Vgl.</i>	vergleiche
<i>etc.</i>	et cetera	<i>VTS</i>	Vessel Traffic Service
<i>EU</i>	Europäische Union	<i>WMU</i>	World Maritime University
<i>FMEA</i>	Failure Mode and Effects Analysis	<i>WSD</i>	Wasser- und Schifffahrtsdirektion
<i>FSA</i>	Formal Safety Assessment	<i>WSA</i>	Wasser- und Schifffahrtsamt
<i>FSI</i>	Flag State Implementation Sub-Committee	<i>z.B.</i>	zum Beispiel
<i>GEMS</i>	Generic Error-Modelling System		
<i>GFT</i>	General failure type		
<i>gt</i>	Gross tons		
<i>H.</i>	Heft		
<i>HAZOPS</i>	Hazard Operability Studies		
<i>HE</i>	Human Element		
<i>HF</i>	Human Factor		
<i>HRA</i>	Human Reliability Analysis		
<i>Hrsg.</i>	Herausgeber		
<i>ICAO</i>	International Civil Aviation Organization		
<i>ILO</i>	International Labour Organization		
<i>IMO</i>	International Maritime Organization		
<i>LTI</i>	Lost-time injuries		
<i>MARPOL</i>	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships		
<i>MEPC</i>	Maritime Environment Protection Committee		
<i>Mill.</i>	Million		
<i>MSC</i>	Maritime Safety Committee		
<i>o.g.</i>	oben genannt		
<i>o.J.</i>	ohne Jahr		
<i>PTP</i>	“Prevention through People” Programm		
<i>PSA</i>	Probabilistic Safety Analysis		
<i>PSF</i>	Performance Shaping Factor		
<i>Res.</i>	Resolution		

1 Einleitung

Die Seeschifffahrt stellt durch die komplizierten Wechselwirkungen der am System Schiff-Umwelt beteiligten Faktoren ein erhebliches Gefährdungspotential für Mensch und Umwelt dar. Trotz häufiger Katastrophen steigt der Anteil der durch den Seeverkehr beförderten Güter stetig an und die Schiffsgrößen nehmen zu. Zusätzlich führt der Einsatz moderner Technik im Schiffsbetrieb zur Reduzierung der Besatzungen an Bord. Selbst in der Passagierschifffahrt nimmt die Anzahl der Besatzungsmitglieder je Passagier ab, da diese nicht proportional zu den steigenden Schiffsgrößen und Passagierzahlen wächst. Daraus resultiert, dass die kleiner gewordenen Besatzungen an Bord mit umfangreicheren und komplexeren Aufgaben konfrontiert werden, was zu Sicherheitsrisiken führen kann.

Diese Entwicklung wird durch das Fehlen von gesichertem Faktenmaterial in Bezug auf Ursachen von Unfällen an Bord unterstützt. Dieses Faktenmaterial sollte im wesentlichen zum einen durch Unfalluntersuchungen und zum anderen durch eine strukturierte Aufarbeitung der Unfalluntersuchungsergebnisse vorhanden sein. Wie im Laufe dieser Arbeit zu zeigen ist, fehlt es jedoch in der Praxis an einheitlichen Standards - sowohl für die Unfalluntersuchung als auch die Aufbereitung der während der Unfalluntersuchung gewonnenen Daten. Insbesondere was die Erfassung und Bewertung des sogenannten „menschlichen Faktors“¹ angeht, gibt es eine Vielzahl von Ansätzen sowie quantitativen und qualitativen Verfahren. Die Wissenschaft kann hier trotz langjähriger Bemühungen noch nicht mit allgemein akzeptierten Modellen dienen. Diese Aussage gilt leider auch für die Unfalluntersuchungsauswertung. Dabei ist gerade dieser Bereich von entscheidender Bedeutung für ein strukturiertes Vorgehen bei der präventiven Unfallbekämpfung, lassen sich doch mit statistischen Methoden relativ schnell Trends und Schwerpunkte im Unfallgeschehen erkennen, darstellen und ggf. Gegenmaßnahmen ableiten. Vor diesem Hintergrund mag es verwundern, dass in vielen Ländern Datenbanken zum Unfallgeschehen in der Seeschifffahrt, aus denen sich detaillierte Aussagen zu den Prozessabläufen während der Unfälle ableiten lassen, nicht oder nur in Ansätzen existieren. Insofern drängt sich die Frage nach der sachlichen Basis für eine Reihe von Regelungen zu Ausrüstung und Besetzung von Schiffen, sowie für die Ausbildung des Schifffahrtspersonals auf.

Diese Frage stellt sich um so gravierender, wenn man die Seeschifffahrt mit anderen sicherheitsrelevanten Industrien vergleicht und sich die dort vorhandenen Verfahren der Risikobewertung vor Augen führt. So lässt sich leicht feststellen, dass sich in der Flugzeug- und Nuklearindustrie seit vielen Jahren Verfahren zur Risikobewertung bewähren, die auf langjährigen statistischen Beobachtungen der Vorkommnisse in den jeweiligen Bereichen beruhen. Das wird in der Schifffahrt sicherlich auch dadurch erschwert, dass hier die Typenvielfalt der Schiffe selbst sehr stark differiert und insofern Stückzahlen wie in der Flugzeugindustrie nicht vorliegen. Trotzdem ändert das am eigentlichen Unfallprozess nichts. Insofern sollte eine strukturierte Unfalluntersuchungsauswertung auf einem Niveau möglich sein, die es unabhängig von der jeweiligen Schiffskategorie ermöglicht, sachlich begründete Schlussfolgerungen über das Unfallgeschehen zu ziehen. Dies muss unter besonderer Beachtung des HE Einflusses erfolgen.

Die Weltschifffahrtsorganisation (IMO) und die Europäische Kommission (EC) haben sich mit dem Faktor Mensch im Schiffsbetrieb seit Mitte der 90er Jahre näher beschäftigt. Es liegen für ausgewählte Teilbereiche erste Studien vor, wie etwa zur Ergonomie an Bord oder zur Ermüdung von Schifffahrtspersonal. Trotzdem sollte die Grundlagenforschung mit dem Ziel weiter vorangetrieben werden, den Menschen besser zu befähigen, Unfälle zu vermeiden und bei auftretenden Notfällen effektiver zu reagieren.

Die nachfolgende Arbeit versteht sich dabei als ein Beitrag zur Grundlagendiskussion über das Erstellen von Unfalldatenbanken für auf Statistiken basierende Sicherheits- und Risikobetrachtungen in der Seeschifffahrt.

¹- Im weiteren Verlauf der Arbeit soll hierfür der international gebräuchliche englischsprachige Begriff „Human Element“, (HE), verwendet werden.

2 Aufgabenstellung

Im Rahmen dieser Arbeit sollen die Bedeutung und die Aufgaben von Unfallanalysen herausgestellt werden. Dabei soll ein Ergebniskreis, nämlich die strukturierte Unfallauswertung als Grundlage für die Erarbeitung neuer und die Überprüfung vorhandenen Regeln in der Seeverkehrssicherheit, näher untersucht werden. Unfalluntersuchungen liefern, wenn sie systematisch durchgeführt und ausgewertet werden, eine solide statistische Datenbasis auf deren Grundlage sich probabilistische Sicherheitsbetrachtungen im Schiffsverkehr anstellen lassen. Insofern versteht sich die Arbeit auch als ein Beitrag zur gegenwärtig im Rahmen der EC und der IMO stattfindenden Diskussion um die verbesserte Unfallursachenforschung, gerade auch im Hinblick auf den HE Einfluss im Schiffsbetrieb.

Zu Beginn der Arbeit soll ein kritisches Resümee der in den letzten Jahren auf internationaler Ebene unternommenen Schritte zur Vereinheitlichung der Unfalluntersuchungsmethoden und zur Ermittlung des HE Einflusses auf das Unfallgeschehen in der Seeschifffahrt gezogen werden. Dabei sollen nicht nur die Maßnahmen der politischen Entscheidungsträger analysiert, sondern auch die Lösungsansätze aus der Wissenschaft betrachtet werden.

Wie bereits erwähnt, liefern Unfalldaten, wenn sie in einer strukturierten Weise aufgearbeitet werden, eine solide statistische Basis für die Regelfindung in der Schiffssicherheit. Aus diesem Grund soll im Anschluss an die Situationsanalyse auf dem Gebiet Unfallauswertung anhand der festgestellten Defizite eine Vorgehensweise zur Erfassung von Daten aus Unfalluntersuchungen vorgestellt werden. Im Mittelpunkt dieser Vorgehensweise steht ein Modell, das den Unfall als Prozess betrachtet. Auf der Basis dieses Modells wird ein Datenerfassungsschema erstellt, welches sich für die Unfallnachbereitung eignet. Das Datenerfassungsschema ist weitestgehend offen, d.h. es eignet sich für eine Vielzahl von gegenwärtig verwendeten Modellen für die Erklärung des HE Einflusses bei Seeunfällen. Durch dieses Vorgehen soll eine hohe Vergleichbarkeit der Ergebnisse bei unterschiedlichen Herangehensweisen erzielt werden.

Nach der ausführlichen Darstellungsweise von Modell und Klassifikationsschema gilt es, die Methode auf Unfallberichte anzuwenden. Dabei wird auf Berichte aus der Passagierschifffahrt zurückgegriffen. Das hat hauptsächlich den Grund, dass die Passagierschifffahrt ein sensibler Sicherheitsbereich ist, der unter aufmerksamer öffentlicher Beobachtung steht. Insofern sind die Unfallberichte detaillierter. Bei der Anwendung des Schemas werden zwei Zielrichtungen verfolgt. Zum einen soll der Nachweis erbracht werden, dass sich bei der Anwendung der Methode Ergebnisse erzielen lassen, die dazu führen, statistisch begründete Aussagen über das Unfallgeschehen zu machen. Zum anderen soll die Qualität der Unfallberichte kritisch hinterfragt werden, indem Lücken im Datenmaterial identifiziert werden.

In Abhängigkeit der Analyseergebnisse sollen einzelne Aussagen unter Berücksichtigung gegenwärtiger Entwicklungen vertieft werden. So kann eine solide Datenbasis nicht nur für die Bewertung neuer und bestehender Regeln in der Schiffssicherheit herangezogen werden, sondern auch in angrenzenden Bereichen von Nutzen sein. Insgesamt gesehen geht es vordringlich darum, die Basis für eine Prozessmodellierung des Schiffsunfalls zu verbessern. Die Prozesssimulation ist die Voraussetzung für eine Reihe wichtiger Vorhaben in der Seeverkehrssicherheit. Einen besonderen Raum nimmt dabei die Erarbeitung von Notfallplänen und elektronischen Handlungshilfen für die Schiffsführung in Notfällen ein. Eine wirklichkeitsgetreue Unfallsimulation kann ebenfalls als Basis für die Ausbildung des seemännischen Personals benutzt werden. Diese Möglichkeiten sollen abschließend umrissen und diskutiert werden.

Die Arbeit zielt darauf ab, eine Diskussion über eine strukturiertere Unfalldatenerfassung in Deutschland zu ermöglichen. Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Datenerfassungsschema kann ein erster Schritt bei der Erarbeitung einer Datenbank für die strukturierte Auswertung von Seeunfällen sein.

3 Notwendigkeit zur Erfassung von Unfällen in der Seeschifffahrt

Beispiele für Katastrophen in der Seeschifffahrt sind heute sehr geläufig. Der prominenteste Fall ist sicherlich der Untergang der „Titanic“ im Jahre 1912, bei dem 1500 Menschen ihr Leben verloren. Noch heute, fast 100 Jahre nach diesem Unfall, kursieren Spekulationen, Mythen und Anekdoten über diese Tragödie durch die Presse. Es ist aber nicht nur ein Einzelunfall, der die Gemüter einer breiten Öffentlichkeit bewegt. Andere Katastrophen folgten und sind bis heute unvergessen. Namen, wie „Torrey Canyon“, „Amoco Cadiz“, „Exxon Valdez“, „Herald of Free Enterprise“ oder „Estonia“ sind nur einige in einer langen Reihe. In diesem Zusammenhang wird immer wieder auf die unsichere Schifffahrt hingewiesen, auf Leichtfertigkeit der Besatzungen, unverantwortliches Verhalten der Reedereien und ähnliches mehr. Es gibt Kritiker, die sehr heftige Anschuldigungen gegen die Schifffahrt erheben. Im Gegenzug gibt es Aussagen, die auf eine Relativierung des Unfallgeschehens abzielen. Um eine objektive Darstellung des Unfallgeschehens zusammenstellen zu können, bedarf es einer differenzierten Betrachtung der Schifffahrt und des Unfallgeschehens. Es soll deshalb zunächst die Frage nach der Verhältnismäßigkeit gestellt werden. In welchem Umfang fallen Unfälle überhaupt an?

3.1 Unfallgeschehen in der Seeschifffahrt

Die Welthandelsflotte zählte im Jahre 1999 46.002 Schiffe (über 100 gt) mit insgesamt 515.4 Mill. gt². Die Hauptregisterstaaten können dabei Tabelle 3 - 1 entnommen werden.

Tabelle 3 - 1: Prozentuale Verteilung der Welthandelsflotte (Quelle: Lloyd's Register of Shipping)

Welthandelsflotte nach			
Registerstaat	Prozentualer Anteil	Eignerstaat	Prozentualer Anteil
Panama	20	Griechenland	15
Liberia	10	Japan	13
Bahamas	5	Norwegen	7
Malta	5	USA	7
Griechenland	5	China	5
Zypern	4	Deutschland	4
Singapur	4	Hong Kong	4
Norwegen (NIS)	4	Südkorea	3
Japan	3	Vereinigtes Königreich	3
China	3	Russland	3
Sonstige	37	Sonstige	36

Interessant ist dabei zu sehen, dass es offenbar große geographische Unterschiede zwischen den Finanzquellen der Schifffahrt und dem jeweiligen Registerstandort gibt.

² - [LLO-00], S. 13

Aus der Abbildung 3 - 1 können Angaben über das Unfallgeschehen entnommen werden.

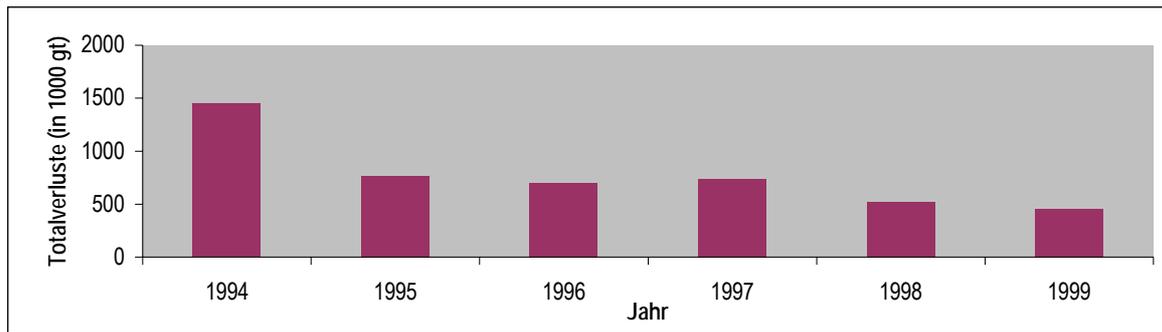


Abbildung 3 - 1: Totalverluste der Jahre 1994 bis 1999 (Schiffe über 500 GT) (Quelle: ISL³)

Setzt man die Zahlen von 1999 miteinander in Relation, ergibt sich bei einem Gesamtbestand von rund 500 Mill. gt und einem Abgang von 455.000 gt (71 Totalverluste von Schiffen über 500 gt) eine Verlustrate von unter 0,1%⁴. Diese Zahl mag gering erscheinen, selbst wenn man berücksichtigt, dass die Zahl 1999 besonders gering ausgefallen ist und zwischen 1980 und 1989 je nach Schiffstyp im Durchschnitt noch zwischen 0,19 und 0,36%⁵ lag. Man muss in diesem Zusammenhang aber verdeutlichen, dass hier lediglich die Totalverluste aufgeführt sind. Diese Zahl ist nicht sehr aussagekräftig. Viel interessanter ist die Zahl der Schiffe, die durch einen Unfall betroffen waren, ohne allerdings dadurch unterzugehen oder später zum konstruktiven Totalverlust erklärt zu werden. Dieser Wert ist schwer zu recherchieren, da Behörden nicht immer Unfallberichte einfordern, wenn Menschenleben nicht zu beklagen sind. Nach Aussagen eines Pioniers der Unfallforschung H.W. Heinrich [HEI-31] ergibt sich bekanntlich ein anderes Verhältnis.

Folgt man dem Heinrichschen Verteilungsprinzip, das übrigens auch heute noch von der International Shipping Federation⁶ benutzt wird und nachdem einem schwerwiegenden Unfall mindestens 30 kleinere Unfälle, 300 Beinaheunfälle und 3000 unsichere Handlungen und Bedingungen im Bordalltag vorausgehen, würde das bedeuten, dass die 71 statistisch festgestellten Totalverluste für 2.130 weniger schwerwiegende Unfälle, 21.300 Beinaheunfälle und 213.000 unsichere Handlungen oder Bedingungen stehen. Damit würde die Unfallrate zwischen 5 und 10% liegen. Jedes zweite Schiff wäre im Durchschnitt einem Unfall einmal pro Jahr nur knapp entgangen. Außerdem sind auf jedem Schiff Rahmenbedingungen vorhanden bzw. werden Handlungen unternommen, die zu einem Unfall führen können.

Statistiken werden in diesem Zusammenhang von Versicherungsgesellschaften geführt. Hier werden jedoch nur Fälle nach Schadenssummen registriert. Trotzdem sind diese Angaben nützlich, um die o.g. Schätzungen zu überprüfen. Der UK P & I Club hat gegenwärtig Versicherungen für Eigner und Charterer von 5000 Schiffen. In einer kürzlich veröffentlichten Studie über das Unfallgeschehen zwischen 1987 und 1997⁷ wird angegeben, dass lediglich 1,98% der Schäden einen Umfang von mehr als 100.000 US Dollar haben. Das bestätigt vom Trend her zumindest das Heinrichsche Verhältnis von 1:30 zwischen einem schwerwiegenden Unfall und einem kleineren Unfall.

³ - [ISL-00], S. 51

⁴ - Diese Zahlenangabe weist Ungenauigkeiten auf, da die Totalverluste nur bei Schiffen über 500 gt bekannt sind. Wenn man diese Zahl mit dem Gesamtbestand von Schiffen über 100 gt ins Verhältnis setzt (wie hier geschehen), ist die rechnerische Gesamtverlustrate geringer als die tatsächliche Gesamtverlustrate. Die statistischen Quellen ließen jedoch trotz sorgfältiger Recherche keine andere Möglichkeit zu. Als Anhaltspunkt für einen Trend ist der errechnete Wert jedoch hinreichend genau und insofern für die Verwendung in der Arbeit zulässig.

⁵ - [KRI-95a], S. 74

⁶ - [ISF-o.J.], S. 2

⁷ - [UKP-o.J.], S. 3 bis 7

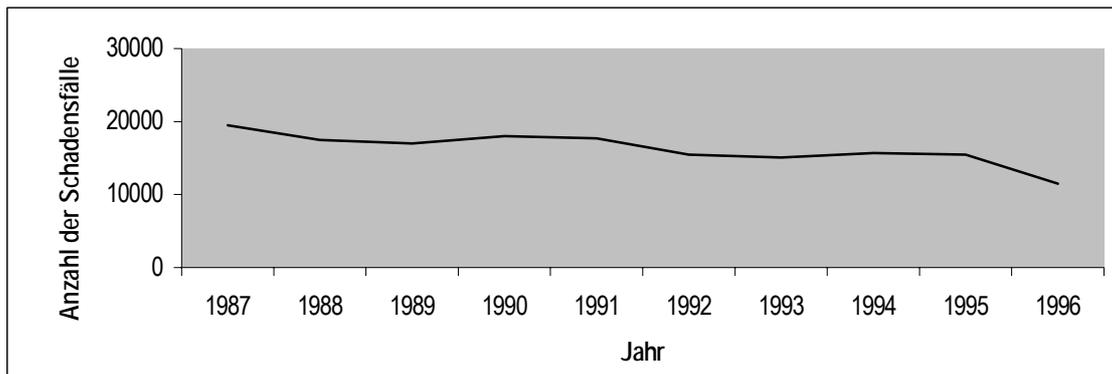


Abbildung 3 - 2: Anzahl der Schadensfälle beim P&I Club UK zwischen 1987 und 1996 (Quelle: UK P&I Club [UKP-o.J.])

Auch wenn die oben gezeigte Graphik den Eindruck erweckt, dass die Anzahl der Schadensfälle abnimmt, macht die nachfolgende Graphik deutlich, dass die durchschnittliche Schadenssumme der schwerwiegenden Unfälle steigt und inzwischen im Durchschnitt bei 800.000 US Dollar liegt.

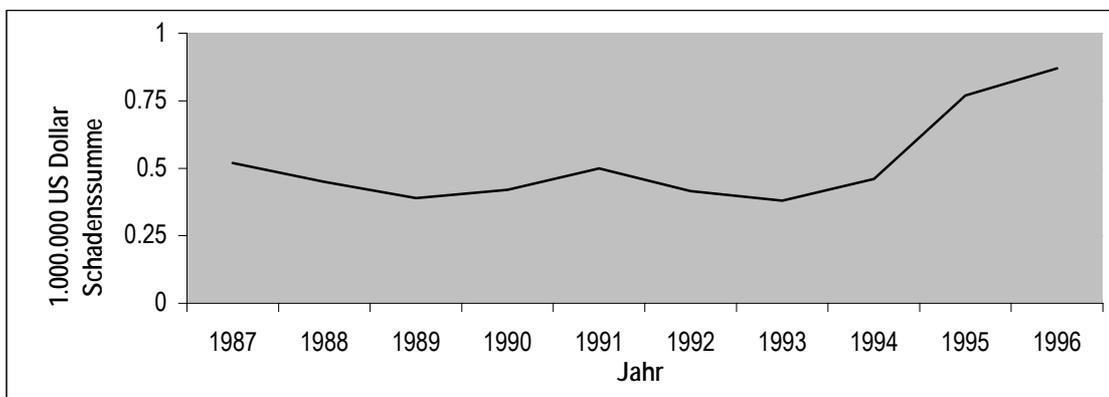


Abbildung 3 - 3: Entwicklung der durchschnittlichen Schadenssummen bei Unfällen mit einem Schadenswert von mehr als 100.000 US Dollar zwischen 1987 und 1996 beim P&I Club UK (Quelle: UK P&I Club [UKP-o.J.])

Eine weitere Quelle ist die International Underwriting Association (früher Institute of London Underwriters). Nach schriftlicher Auskunft der Forschungsabteilung⁸ liegt die durchschnittliche Unfallrate bei ca. 5%. Das schließt kleine und große Fälle ein.

⁸ - Email von Pamela Frod (Abteilungsleiter Forschungsabteilung) vom 22. August 2001

Es ergibt sich demnach folgende Zusammenstellung der unterschiedlichen Quellen und Hochrechnungen.

Tabelle 3 - 2: Gegenüberstellung unterschiedlicher Quellen und Ansätze zur Abschätzung der Unfallrate in der Seeschifffahrt

	Hochrechnung nach H.W. Heinrich ⁹	P & I Club U.K.	International Underwriting Association
Totalverluste	0,34%	Unfallrate einschl. Totalverluste 6,4% (Schadenssumme über 100.000 Dollar)	Unfallrate einschl. Totalverluste 5%
Mittlere und schwere Unfälle	10 %		

Kristiansen¹⁰ gibt die Rate von schwerwiegenden Unfällen 1995 zwischen 1,17% und 3,66% an. Allerdings definiert er die Kriterien für einen schwerwiegenden Unfall nicht.

Im Durchschnitt kann man also davon ausgehen, dass die Unfallrate bei über 5% (Schadenssumme 100.000 US Dollar und mehr) liegt und insofern keine vernachlässigbar kleine Größe ist.

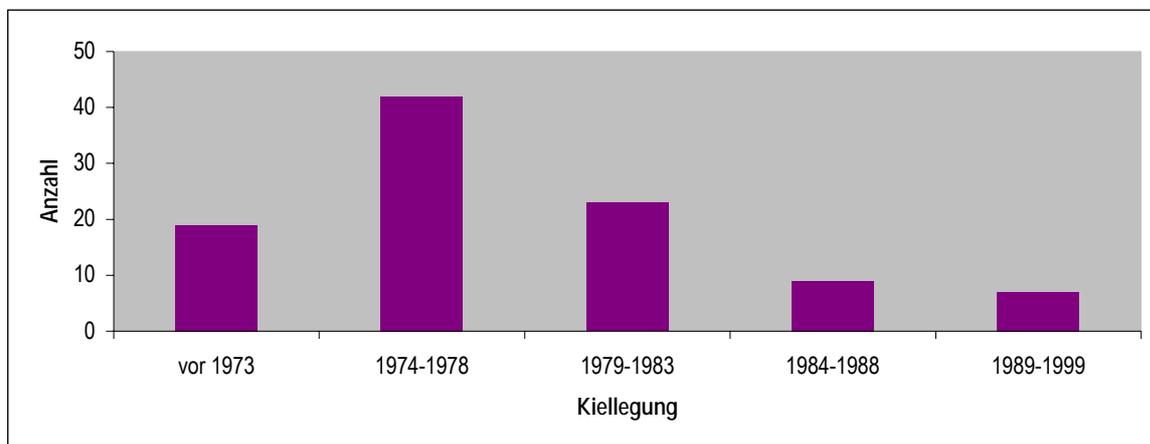


Abbildung 3 - 4: Totalverluste zwischen 1994 und 1999 nach Kiellegungsdatum (Quelle ISL)

Berücksichtigt man Abbildung 3 - 4, lassen sich abschließend folgende Aussagen zum Unfallgeschehen in der Seeschifffahrt treffen.

- Ein Schiffsunfall, der zu einem Totalverlust führt, ist ein sehr seltenes Ereignis, welches im Durchschnitt 34 von 10.000 Schiffen im Jahr betrifft.
- Die Zahl der Totalverluste ist jedoch eine ungünstige Größe für die Bewertung der Schiffssicherheit, da nur ca. 2% aller Schiffsunfälle zu einem Totalverlust führen.
- Die Unfallrate für Schäden über 100.000 US Dollar liegt bei ca. 5%. Selbst wenn man berücksichtigt, dass 100.000 US Dollar keine sehr hohe Summe bei Schäden in der Schifffahrt ist, muss man hier jedoch einschätzen, dass 5% für Sicherheitsbereiche ein hoher Wert ist.
- Obwohl die Anzahl der schweren Schiffsunfälle in den letzten 10 Jahren rückläufig war, ist die Durchschnittssumme der Schäden von 500.000 US Dollar im Jahre 1987 auf 800.000 US Dollar im Jahre 1996 angestiegen. Das bedeutet, dass trotz verstärkter Anstrengungen, die Sicherheit zu

⁹ - entsprechend dem Zehnjahrestrend ermittelt anhand [ISL-00]

¹⁰ - [KRI-95a], S. 74

erhöhen, Totalausfälle im Schiffsbetrieb immer noch möglich sind und auch zu schweren Unfällen führen.

- Totalverluste fallen zu einem überwiegenden Teil auf Alttonnage mit einem Alter von mehr als 20 Jahren an. Es lässt sich deshalb verallgemeinern, dass auf älteren Schiffen das Unfallrisiko höher ist, als auf jüngeren. In diesem Zusammenhang soll angemerkt werden, dass das Durchschnittsalter von Kreuzfahrtschiffen im Durchschnitt bei 24¹¹ Jahren liegt.

Diese kurzen Ausführungen machen deutlich, dass Unfälle in der Seeschifffahrt eine ernstzunehmende Gefahr darstellen und dass Arbeiten, die sich mit dem Thema der Erforschung von Unfallursachen beschäftigen, nach wie vor von gesellschaftlichem Interesse sind.

3.2 Sicherheitswissenschaft, Seeverkehrssicherheit und Schiffssicherheit – ingenieurwissenschaftliche Disziplinen und Rahmen für gesetzliche Maßnahmen zur Reduzierung des Unfallgeschehens in der Seeschifffahrt

Obwohl das Bedürfnis nach Sicherheit eine allgemein anerkannte und schon sehr alte Forderung in der Gesellschaft ist, spielte dieses Bedürfnis lange Zeit in der Industrie keine Rolle. Ein Grund dafür war im wesentlichen die noch nicht ausreichend fortgeschrittene Industrialisierung. Erst zu Beginn der 30er Jahre wurde erstmals ein Produktivitätsniveau erreicht, bei dem der Mensch zunehmend zum Hindernis der weiteren Entwicklungen wurde. Durch seine begrenzten Fähigkeiten wurde er mehr und mehr zur Quelle von Unfällen. Aus diesem Grund beschäftigten sich erstmals Arbeitswissenschaftler mit dem Ablauf von Produktionsprozessen und den Interaktionen von Mensch und Maschine. Während zunächst noch ergonomische Aspekte im Vordergrund der Betrachtungen standen, kamen bald auch Risikoanalysen und Unfalluntersuchungen¹² dazu. Die Gewährleistung von Sicherheit wurde zu einer Grundvoraussetzung für den Einsatz neuer Techniken und Technologien. In diesem Zusammenhang entwickelte sich die Sicherheitswissenschaft zu einer eigenständigen Disziplin und wurde Ende der 60er Jahre als Lehrfach an den deutschen Hochschulen eingeführt.

Im Abschnitt 3.1 wurde gezeigt, dass das Unfallrisiko in der Schifffahrt eine nicht zu vernachlässigende Größe ist. In diesem Abschnitt sollen die wissenschaftlichen Disziplinen vorgestellt werden, die sich mit der Reduzierung dieses Unfallrisikos beschäftigen. Es werden die Begriffe Seeverkehrssicherheit und Schiffssicherheit eingeführt und erläutert, warum diese Begriffe als wissenschaftliche Basis für die in dieser Arbeit anzusprechende Problematik dienen. Außerdem wird eine Einordnung dieser Fachgebiete im Gesamtschema der Sicherheitstechnik vorgenommen.

3.2.1 Einordnung der Seeverkehrssicherheit und Schiffssicherheit in die Sicherheitswissenschaft

Sicherheitswissenschaft ist eine neuere Disziplin der Forschung und Lehre, die sich mit der methodischen und systematischen Analyse und Kontrolle von Risiken unter Berücksichtigung der Zielsetzung der Verringerung von Häufigkeit und Auswirkungen von Unfällen beschäftigt.

Die Sicherheitswissenschaft ist eine autonome Wissenschaft¹³ mit eigener Struktur und Umsetzung. Sie verbindet sich dabei mit den sicherheits- und risikorelevanten Bereichen der Geistes-, Natur-, Human-, Sozial- und anderen Wissenschaften. Ihre mehrfache Zielsetzung zeigt sich in ihrem interdisziplinären Charakter und ihren vielseitigen Anwendungen mit individual- und sozialem, ökonomischem sowie ökologischem Interesse.

¹¹ - [LLO-00]

¹² - z.B. die Arbeiten von H.W. Heinrich in den 30er und 40er Jahren

¹³ - vgl. auch [KUH-95]

Die Sicherheitstechnik ist als praxisorientiertes Fach ein Teilgebiet der Sicherheitswissenschaft, das deren Erkenntnisse pragmatisch umsetzt. Dabei ist sie kein klassisches Technikfach im Sinne rein ingenieurmäßiger Handhabung angewandter Naturwissenschaften, sondern versteht sich auch im Sinne der Human- und Sozialwissenschaften sowie als Methodik.

Verkehrssicherheit, als Unterdisziplin der Sicherheitswissenschaft, basierend auf probabilistischen Analysen, kann nach Peters und Meyna [PET-85] als Wahrscheinlichkeit definiert werden, den Transportvorgang ohne Unfall durchzuführen. Dieses Ziel soll durch technische und methodische Verfahren zur Risikoreduzierung eines Unfalls erreicht werden. Als Grundlage für probabilistische Analysen sollte das Unfallgeschehen der Vergangenheit herangezogen werden. Insofern fügt sich die vorliegende Arbeit an dieser Stelle sinnvoll ein.

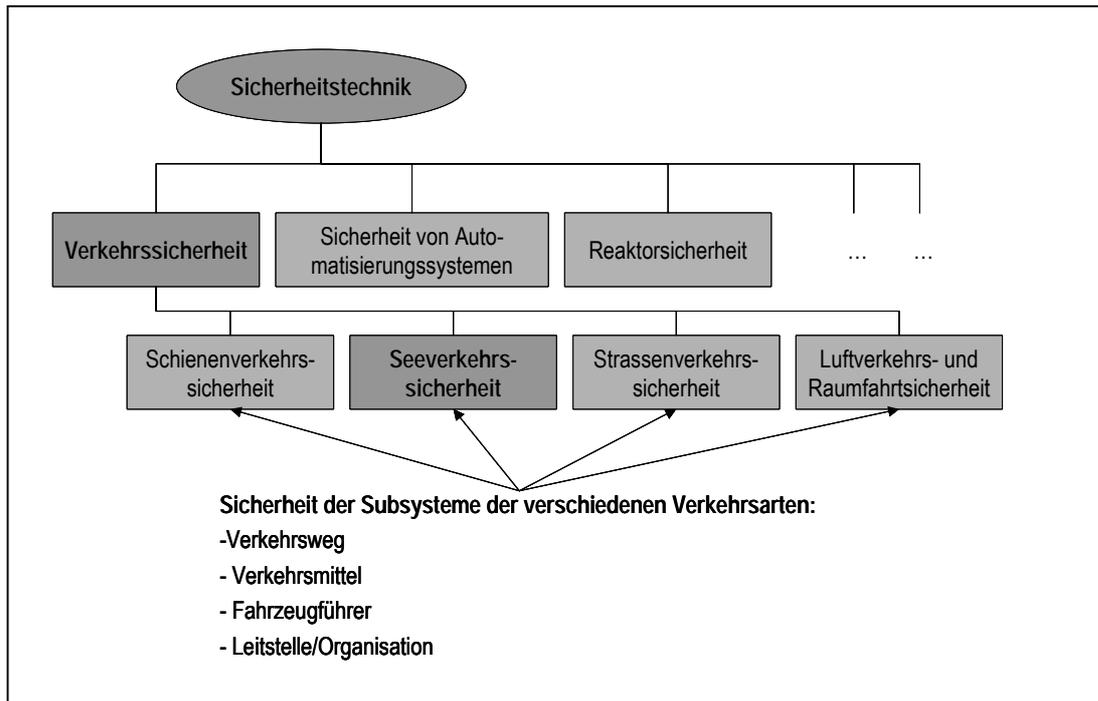


Abbildung 3 - 5: Einordnung der Seeverkehrsicherheit in die Sicherheitswissenschaft (Quelle: Baldauf [BAL-99])

Die in Abbildung 3 - 5 aufgeführten Subsysteme können noch wie folgt charakterisiert werden:

Tabelle 3 - 3: Subsysteme von Verkehrssystemen und Beispiele sicherheitsrelevanter Komponenten (Quelle: Peters, Meyna [PET-85])

Verkehrs-/ Subsystem	Schieneverkehr	Seeverkehr	Straßenverkehr	Luftverkehr
Verkehrsweg	Schiennetz (Gleise, Weichen, Signalanlagen)	Offene See und Seewasserstraßen (Flüsse und Kanäle)	Straßenverkehrsnetz (Land-, Fernverkehrsstraßen, Autobahnen)	Luftstraßen mit An- und Abflugwegen
Verkehrsmittel	Eisenbahn, Straßenbahn	Wasserfahrzeuge (Schiffe der kommerziellen und Freizeitschifffahrt)	Pkw, Lkw, Busse, Motorrad, Fahrrad	Verkehrs- und Privatflugzeuge, Hubschrauber
Fahrzeugführer	Lokführer	Kapitän, Lotse, Schiffsoffizier	Fahrer	Pilot
Leitstelle/ Organisation	Internationale (z.B. IMO, ICAO) und nationale Behörden und Gremien (BMVBW und nachgeordnete Verwaltungseinheiten, z.B. WSD und WSA), Klassifikationsgesellschaften (z.B. Germanischer Lloyd) und Aufsichtsbehörden (z.B. Wasserschutz- oder Verkehrspolizei)			

Aus der oben genannten Tabelle wird ersichtlich, dass der häufig genutzte Begriff Schiffssicherheit lediglich Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Sicherheit des Subsystems Verkehrsmittel (in diesem Falle Schiff) beinhaltet. Häufig verwendet man den Begriff fälschlicherweise um die Seeverkehrssicherheit zu charakterisieren.

Um die angestrebte Sicherheit im Bereich Seeverkehr zu gewährleisten gibt es nach Hahne und Galle [HAH-93] und Baldauf [BAL-99] folgende Möglichkeiten.

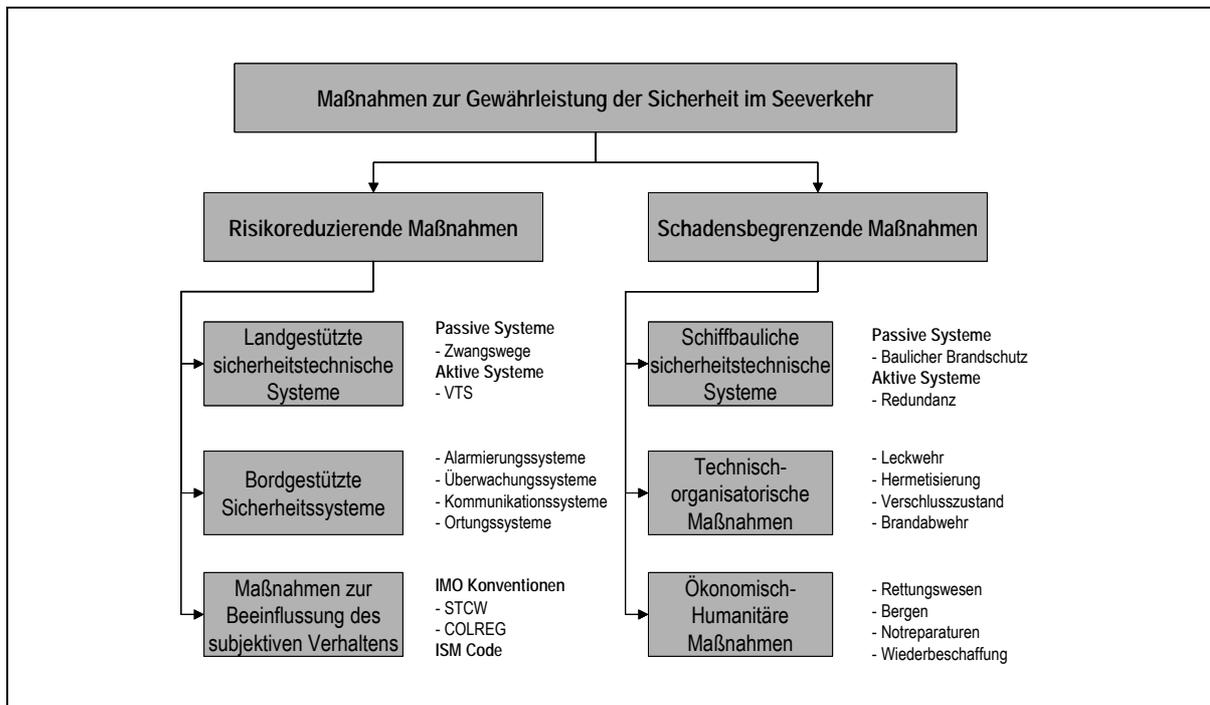


Abbildung 3 - 6: Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit im Seeverkehr nach Hahne, Galle [HAH-93] und Baldauf [BAL-99]

Bei der Schiffssicherheit im engeren Sinne unterscheidet man nach Hahne und Galle [HAH-93] lediglich drei Bereiche:

- Anlagensicherheit – Technische Sicherheit des Schiffes mittels schiffbaulicher Maßnahmen
- Bedienungssicherheit – Qualifikationsgerechte Ausführung der Arbeitsaufgaben an Bord
- Führungssicherheit – Organisation der Abläufe an Bord zur Gewährleistung der Sicherheit

Es lässt sich daher feststellen, dass die Seeverkehrssicherheit die Gesamtheit der Maßnahmen zur Reduzierung eines Unfalls in der Schifffahrt einschließt. Die Schiffssicherheit berücksichtigt die Wechselwirkungen des Systems Schiff-Umwelt nicht und ist daher nur eine Teilmenge der Seeverkehrssicherheit.

3.2.2 Einordnung des Untersuchungsgegenstands in das Gefüge der Seeverkehrssicherheit

Im vorliegenden Abschnitt wurde festgestellt, dass die Verkehrssicherheit sich probabilistischer Analysen bedient, um die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls zu ermitteln und konsequent zu reduzieren. In Abbildung 3 - 6 wurden Maßnahmen konkretisiert, wie dieses Ziel in der Schifffahrt erreicht werden kann.

Für die vorliegende Arbeit steht die Frage nach den Kriterien für die Definition dieser Maßnahmen im Vordergrund. Nach Hollnagel [HOL-98] kann man keine Aussagen über ein System treffen, bei dem man nicht weiß, welche Gründe in der Vergangenheit dazu geführt haben, dass Unfälle aufgetreten sind. Da eine deterministische Analyse aufgrund der Vielzahl von Entscheidungsprozessen nicht machbar ist, wird die probabilistische Methode angewandt, d.h. es werden lediglich signifikante Ursachen und Konsequenzen für Störungen untersucht.

Diese Untersuchungen sollten die Grundlagen für die Definition von Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit im Seeverkehr bilden. Für diese Untersuchung benötigt man jedoch ein verbindliches System zur Erfassung und Auswertung von Störungen im System. Dieses sollte von der Wissenschaft geliefert werden. Allein auf dieser Grundlage sind Vorschriften zulässig, um die in Abbildung 3 - 6 beschriebenen Maßnahmen für den konkreten Einsatz im Schiffsbetrieb zu spezifizieren.

Ausgehend von einer kritischen Überprüfung der existierenden Vorschriften, soll gezeigt werden, dass diese nicht auf ausführlichen Untersuchungen des Unfallgeschehens beruhen, sondern vielmehr häufig durch einzelne Unfälle beeinflusst worden sind. Die Basis für probabilistische Sicherheitsanalysen ist nicht vorhanden. Das wird durch mangelnde Harmonisierung und fehlende verbindliche theoretische Ansätze bei der Unfalluntersuchung verursacht. Insofern versteht sich diese Arbeit als ein Beitrag zur Verbesserung der Grundlagen für probabilistische Sicherheitsanalysen im Rahmen der Seeverkehrssicherheit.

3.3 Internationale Organisationen und Schifffahrtsverwaltungen sowie ihre Bemühungen zur Reduzierung des Unfallgeschehens in der Seeschifffahrt

Wie im vorherigen Abschnitt erwähnt, sind Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit im Seeverkehr in den relevanten nationalen und internationalen Vorschriften enthalten. Diese Vorschriften sollten auf Erkenntnissen basieren, die anhand sorgfältiger Untersuchungen des Unfallgeschehens gewonnen wurden. Die nachfolgende Tabelle gibt in dieser Hinsicht einen Überblick zu Konsequenzen von Schiffsunfällen.

Tabelle 3 - 4: Beispiele von Gesetzesinitiativen nach Schiffsunfällen (Auswahl)

Jahr	Schiffsname	Organisation	Maßnahmen	In Kraft seit
1912	Titanic		SOLAS, 1929	
1967	Torrey Canyon	IMO	Intervention Convention, 1969	1975
			MARPOL, 1973	1983
			CLC, 1969	1975
1976	Argo Merchant	IMO	MARPOL, 1973 – Protocol of 1978	1983
1976-1977 ¹⁴	Tanker accidents	IMO	SOLAS 1974 – Protocol of 1978 (Crude Oil Washing, Inert Gas System)	1981
1978	Amoco Cadiz	IMO	SOLAS, 1974 – Protocol of 1978 (Alternativbedienung Rudermaschine)	1981
1987	Herald of Free Enterprise	IMO	ISM Code, 1994	1998
			SOLAS 1988 amendments	1989
			SOLAS 1988 (October amendments -SOLAS 90 Stabilitätsstandards)	1990
1990	Scandinavian Star	IMO	SOLAS 1989 amendments (Brandschutz)	1992
'90s ¹⁵	Schüttgut-schiffsunfälle	IMO	SOLAS Chapter XII, verabschiedet 1997	1999
1989	Exxon Valdez	IMO	OPRC, 1990	1995
			MARPOL 1992 amendments (Doppelhülle)	1995
		USA	Oil Pollution Act (OPA, 1990)	1990
1994	Estonia	IMO	SOLAS 1995 (November) amendments (Stabilität, Sicherheitsausrüstung)	1997
			SAR Convention, 1998 amendments (Verbesserung der Zusammenarbeit)	2000
		EU	Verordnung (EG) Nr. 3051/95 (Sicherheitsmanagement auf Passagier Ro/Ro Fähren)	1995
			Richtlinie 1999/35/EG (Inspektion von Ro/Ro Fähren und High-Speed-Craft)	1999
1999	Erika	IMO	Auswertung in MSC und MEPC	
		EU	"Erika" Paket I ¹⁶ und II ¹⁷ (Beschleunigung Doppelhülle, Auditierung Klassifikationsgesellschaften, Schadensersatz, Europäische Schiffssicherheitsbehörde)	

¹⁴ - z.B. "Urquiolo", 1976 oder "Cretan Star", 1976

¹⁵ - zwischen 1970 und 1994 gab es 97 Totalverluste von Schüttgutfrachtern, bei denen 532 Menschen ums Leben kamen

¹⁶ - Europäische Kommission, COM(2000) 142

¹⁷ - Europäische Kommission, COM(2000) 802

Obwohl die Tabelle den Eindruck erweckt, dass eine Auswertung von Schiffsunfällen auf breitem Niveau stattfindet, muss an dieser Stelle bereits angemerkt werden, dass Gesetzesinitiativen auf internationalem Niveau hauptsächlich nach Unfällen im Europäischen oder Amerikanischen Seeraum stattgefunden haben. Insofern stellt sich die Frage, warum der Unfall der „Dona Paz“ ohne Konsequenzen blieb, während der Untergang der „Estonia“¹⁸ zu einer Vielzahl von Gesetzesinitiativen führte.

Im folgenden Abschnitt soll ein Überblick zur Entwicklung der wichtigsten Instrumente zur Identifikation und Reduzierung des HE gegeben werden. Ziel des Abschnitts ist es, die Frage zu beantworten, auf welchen Kriterien die internationalen Vorschriften basieren und wie sie erlassen werden. Es soll außerdem eine Einschätzung abgegeben werden, ob die bestehenden Regelwerke ausreichen, um die Seeverkehrsicherheit erfolversprechend zu erhöhen.

3.3.1 Weltschifffahrtsorganisation (IMO)

Die Weltschifffahrtsorganisation (International Maritime Organization - IMO) hat sich seit ihrem Bestehen in erster Linie durch die Erarbeitung von Vorschriften für den Bau und technischen Standards von Schiffen verdient gemacht. Doch trotz umfangreicher Regelwerke in den internationalen Konventionen kam es bei allem technischen Fortschritt immer wieder zu schweren Katastrophen in der Schifffahrt. Lange Zeit hat die IMO auf diese Unfälle immer nur mit neuen, ausschließlich technischen Regeländerungen reagiert.

Nach dem Kentern der „Herald of Free Enterprise“ im Jahre 1987, bei dem 198 Tote zu beklagen waren, wurden Zweifel laut, ob eine Konzentration auf technische Verbesserungen im Schiffbau allein zu der gewünschten Erhöhung der Sicherheit in der Schifffahrt führen werden. Konsequenterweise beschäftigt sich die IMO nun stärker mit der Rolle des Menschen im Schiffsbetrieb und beginnt mit einer Reihe von Maßnahmen, die darauf abzielen, den Einfluss des Menschen im Schiffsbetrieb genauer zu erfassen.

Ein erster konkreter Vorschlag wurde von Großbritannien als Konsequenz aus der „Herald of Free Enterprise“ Katastrophe unterbreitet¹⁹. Es wurde ein Kapitel II-3 für die SOLAS Konvention angeregt, das unter dem Titel stand „Operational Procedures – Role of the Management ashore“. Dieser Vorstoß ist insofern interessant, weil hier erstmals die Schuld für einen Schiffsunfall nicht ausschließlich an Bord gesucht wird. Statt dessen berücksichtigt der Vorschlag den entscheidenden Einfluss des Managements als maßgeblichem Gestalter für die Umgebungsbedingungen des Schiffsbetriebes. Der Vorstoß Großbritanniens bleibt zunächst noch ohne Wirkung, da das eingereichte Kapitel nach Einschätzung des Maritime Safety Committee (MSC)²⁰ zu unausgewogen ist. Es erfolgt jedoch die Aufforderung an die Sub-Committees, die Konventionen und Codes bezüglich des Einflusses des Menschen im Schiffsbetrieb zu untersuchen und bei festgestellten Unzulänglichkeiten entsprechend anzupassen. Ein genauer Überblick zu den Aktivitäten in der IMO in diesem Zusammenhang läßt sich bei Eriksson und Mejja [ERI-00] finden. Stellvertretend seien hier nur die Aktivitäten des Sub-Committees on Standard for Training and Watchkeeping (STW) genannt. Die STW 22²¹ Tagung nimmt Bezug auf Kommunikationsstandards, Brückenprozeduren, Tauglichkeit für die Wache an Bord, menschliche Beziehungen, Müdigkeit und ähnliches. Dabei wird als Empfehlung die Revision der STCW Konvention vorgeschlagen, die 1995 erfolgte. Auf der MSC 59²² Tagung im Jahre 1991 wurden die Aktivitäten der Sub-Committees zusammenfassend analysiert. Es wurde auf Grund der Vielzahl der Vorschläge erkannt, dass ein konkreter Bedarf besteht, sich mit den Auswirkungen des HE stärker als bisher zu beschäftigen.

¹⁸ - Kollision, Brand und Untergang der „Dona Paz“ am 21.12.1987, bei dem 4375 Menschen den Tod fanden (It. [HOO-97]) – Kentern und Sinken der „Estonia“ am 28.09.1994, bei dem 852 Tote zu beklagen sind

¹⁹ - MSC 55/23/1

²⁰ - MSC 56/9, Abschnitt 2.68

²¹ - STW 22/19, Annex 4

²² - MSC 59/16

In den folgenden Jahren ist durch die IMO eine Reihe von Maßnahmen eingeleitet worden, auf die nachfolgend näher eingegangen werden soll:

- Joint MSC/MEPC Working Group on Human Element and Formal Safety Assessment
- Übermüdung
- ISM Code
- Risikoanalyse
- Unfalluntersuchungsvorschriften
- Unfalldatenbank
- Vision Human Element

3.3.1.1 Joint MSC/MEPC Working Group on Human Element and Formal Safety Assessment

MSC 59 beschloß 1991²³ die Bildung einer „Joint MSC/MEPC Working Group on Human Element and Formal Safety Assessment“. Diese Arbeitsgruppe verfolgt laut Eriksson und Mejia [ERI-00] die Zielstellung der

- Identifikation von Faktoren im Schiffsbetrieb und an Land, die die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass Unfälle durch HE Einfluss ausgelöst werden können,
- Feststellung der effektivsten Maßnahmen um den Einfluss des HE zu verhindern oder seine Auswirkungen zu reduzieren,
- Anpassung der bestehenden Konventionen und Codes an die Erkenntnisse der HE Forschung.

Die Arbeitsgruppe koordiniert bis heute die Aktivitäten der IMO auf dem Gebiet HE. Sie kann dabei folgende Ergebnisse aufweisen:

- Erarbeitung des International Safety Management Code (ISM),
- Kontrolle von operativen Vorgaben im Schiffsbetrieb durch das Management,
- Vorbereitung von Resolutionen und Richtlinien zu Shipboard Emergency Plans²⁴,
- Einführung von Formal Safety Assessment für die Erarbeitung neuer Regeln.

Die gegenwärtigen Bemühungen konzentrieren sich auf eine stärkere Anwendung von Risikoanalysen.

Es gibt weitere Arbeitsgruppen bei der IMO, die sich mit HE beschäftigen, wie z.B. die „Joint IMO/ILO Group of Experts on Fatigue“. Ein großer Nachteil hierbei ist, dass es keine zentrale Koordinierung der Aufgaben dieser Arbeitsgruppen gibt.

3.3.1.2 Übermüdung

Die Schifffahrt ist aufgrund ihrer spezifischen Arbeitsorganisation sehr anfällig für Fälle von Übermüdung. In der Tat finden sich viele Unfälle, die durch übermüdetes Schiffspersonal verursacht wurden²⁵. Obwohl in vielen sicherheitsrelevanten Bereichen an Land sehr strenge Richtlinien herrschen, handelt es sich bei der Schifffahrt hier um ein akzeptiertes Risiko. Als Beleg dafür lässt sich zum Beispiel der in Deutschland versuchsweise eingeführte „Ein-Mann-Brückenwachbetrieb“²⁶ werten. Die IMO kam allerdings 1997²⁷ zu dem

²³ - MSC 59/33, Abschnitt 16.4

²⁴ - Res. A.852(20)

²⁵ - vgl. Strandung der „A. Regina“ am 15. Februar 1985 in der Karibik

²⁶ - Richtlinien des Bundesministeriums für Verkehr für die Erteilung von Ausnahmegenehmigungen durch die Seeburgenossenschaft nach § 6 der Wachdienst-Verordnung zur Erprobung des Ein-Mann-Wachdienstes auf der Brücke bei Nacht oder STW 22/10

²⁷ - [ANO-97], S. 8

Ergebnis, dass Übermüdung ein nachzuweisender Faktor bei 33% der Schiffsunglücke und 16% der Arbeitsunfälle an Bord ist. Diese hohe Zahl erklärt, warum sich die IMO seit Beginn der 90er Jahre verstärkt mit diesem Thema beschäftigt. Das Thema Übermüdung war sozusagen der Beginn der Auseinandersetzung mit dem Komplex HE. Die Forschung wird hierbei durch die „Joint IMO/ILO Group of Experts on Fatigue“, koordiniert.

Es gibt momentan 6 Resolutionen²⁸, die sich direkt oder indirekt auf Übermüdung beziehen. Die wichtigste ist die Resolution A.772(18) „Fatigue factors in manning and safety“. Diese Resolution berücksichtigt, dass Übermüdung durch eine Reihe von Faktoren (einschließlich durch das Management an Land) beeinflusst wird. In erster Linie soll die Resolution eine erhöhte Sensibilität für die Komplexität der Probleme im Zusammenhang mit Übermüdung wecken. Das Management von Schifffahrtsbetrieben und –verwaltungen ist aufgefordert, diesen komplexen Problemen im Schiffsbetrieb Rechnung zu tragen.

Der IMO/ILO Expertengruppen wird weiterhin das Mandat erteilt für die Erarbeitung von:

- Praktischen Richtlinien für den Umgang mit Übermüdung,
- Fallbeispielen zur Dokumentation von Übermüdungserscheinungen.

Auf der MSC 74 Sitzung im Mai 2001 wurde ein Zwischenbericht²⁹ vorgelegt. Dabei wird noch einmal darauf hingewiesen, dass eine Schlafdauer von 7 bis 8 Stunden im Bordbetrieb zu gewährleisten ist. Es sind außerdem weitere Ruhepausen vorzusehen. Das Schifffahrtsmanagement und die Verwaltungen sind aufgefordert, dies durch eine Reduzierung des Arbeitsumfangs der Personale und eine Umstrukturierung der Arbeitsaufgaben (wichtige Arbeiten nur zur Tageszeit) entsprechend zu unterstützen.

3.3.1.3 International Safety Management (ISM) Code

Der ISM Code ist eines der weitreichendsten Instrumente, das die IMO bisher erarbeitet hat, um dem Einfluss des HE im Schiffsbetrieb vorzubeugen. Er trat am 01. Juli 1998 in seiner ersten Stufe zunächst für Passagierschiffe und Tanker in Kraft und ist seit dem 01. Juli 2002 für alle Schiffe über 500 GT verbindlich³⁰, sofern es sich nicht um Fischereifahrzeuge oder Schiffe einer nationalen Behörde oder sonstigen Verwaltungseinrichtung handelt, die ihre Schiffe zu nicht kommerziellen Zwecken betreibt.

Der Entwurf für den ISM Code kommt von der „Joint MSC/MEPC Working Group on Human Element and Formal Safety Assessment“. Zunächst hatte die Arbeitsgruppe im Jahre 1989 auf der Grundlage des Vorschlags von Großbritannien für ein neues SOLAS Kapitel die Resolution A.647(16) „IMO Guidelines on Management for the Safe Operation of Ships and Pollution Prevention“ erarbeitet. Diese Resolution basiert auf der Aussage, dass das Management einer Reederei über eine entsprechende Organisation verfügen muss, um an Bord der Schiffe wirkungsvoll für die Einhaltung der Schiffssicherheitsstandards zu sorgen. Zwei Jahre später, 1991, wurde diese Resolution überarbeitet und unter dem selben Titel mit der Nummer A.680(17) verabschiedet. Dabei wurde das bisherige Konzept des Safety Managements um die beiden Begriffe „Designated Person“ und „Operations Book“ erweitert. Die Schaffung der Stelle einer „Designated Person“ trägt der Einsicht Rechnung, dass nur eine Person, die sich ausschließlich mit Sicherheitsfragen beschäftigt und direkten Zugang zum Management hat, direkt für die Bereitstellung der benötigten Ressourcen für die Sicherheitsfragen im Schiffsbetrieb sorgen kann. Das stellt die wirksamste Unterstützung in einem Sicherheitssystem dar. Mit dem „Operations Book“ hingegen sind die Reedereien aufgefordert, ihre Richtlinien und Anweisungen für den Schiffsbetrieb zu dokumentieren. Auf diese Art und Weise soll Klarheit in zweifacher Hinsicht geschaffen werden. Zum einen haben die Schiffsführungen so einen fest definierten Rahmen für ihre Handlungen, der zugleich auch einen gewissen Schutz der Schiffsführung darstellt. Zum anderen wird durch die Veröffentlichung der Richtlinien mehr Transparenz gegenüber der Schiffsführung an

²⁸ - Res. A.741(18), Res. A.772(18), Res. A.792(19), Res. A.849(20), Res. A.850(20), Res. A.890(21)

²⁹ - MSC 74/15

³⁰ - sofern der rechtsverbindliche Einführungszeitpunkt durch Flaggenstaaten nicht individuell vorschoben worden ist

Bord erzeugt, da hier an einer Stelle alle relevanten Aussagen zu finden sind. Im Anhang der Resolution sind Hilfestellungen für die Erarbeitung eines solchen „Operations Book“ gegeben.

Da relativ schnell ersichtlich wurde, dass man mit diesen Maßnahmen auf dem richtigen Weg war, jedoch noch immer nicht die gewünschten Resultate erzielt hatte, kam es zu einer nochmaligen Überarbeitung, die als Ergebnis den ISM Code in seiner jetzigen Form mit sich brachte. Der ISM Code wurde durch die Resolution A.741(18) zu einem Bestandteil von SOLAS, wo er als Kapitel IX geführt wird.

Der Code selbst ist sehr kurz und allgemein gehalten. Er beinhaltet 13 Regeln, die die sicherheitsrelevanten Teile des Managements abdecken. Für eine Reederei ergeben sich somit Forderungen in folgenden Bereichen:

- Allgemeine Forderungen an das Management
 - Ziele des ISM Codes
- Organisatorische Forderungen
 - Definition der Sicherheitspolitik der Firma
 - Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten der Reederei
 - Designated Person
 - Dokumentation des Systems
 - Interne Kontrolle des Systems
 - Zertifizierung
- Operative Forderungen
 - Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten des Kapitäns
 - Ressourcen und Personal
 - Anweisungen für den Schiffsbetrieb
 - Wartung des Schiffes und seiner Ausrüstung
- Sicherheitsspezifische Forderungen
 - Vorbereitung auf Notfälle
 - Unfallanalyse

Eine umfassende Bewertung des ISM Codes kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht vorgenommen werden, da entsprechende Studien noch nicht vorliegen. Es gibt jedoch nach Hahne [HAH-99] Ergebnisse von Befragungen, die Zweifel an der Akzeptanz und Wirksamkeit des Codes aufkommen lassen, wie sich in den beiden nachfolgenden Tabellen belegen lässt:

Tabelle 3 - 5: Widerstände (prozentual) bei der Einführung des ISM Codes bei Kunden des Germanischen Lloyd (Quelle: Hahne [HAH-99])

Gab es Widerstände gegen die Umsetzung des ISM Codes ?						
	Gesamt	Anzahl der Mitarbeiter gesamt				
		1-30	31-100	101-200	201-500	>500
Anzahl	166	19	33	36	37	41
Ja	56,0%	52,6%	57,6%	44,4%	59,5%	63,4%
Nein	38,0%	36,8%	36,4%	50,0%	35,1%	31,7%
Keine Angaben	6,0%	10,5%	6,1%	5,6%	5,4%	4,9%

Tabelle 3 - 6: Widerstände (Kategorien) bei der Einführung des ISM Codes bei Kunden des Germanischen Lloyd (Quelle: Hahne [HAH-99])

Welche Widerstände gab es gegen die Umsetzung ?						
	Gesamt	Anzahl der Mitarbeiter insgesamt				
		1-30	31-100	101-200	201-500	>500
Anzahl	93	10	19	15	23	26
Desinteresse	52,7%	10,0%	57,9%	60,0%	52,2%	61,5%
Mangelndes Engagement	59,1%	30%	47,4%	66,7%	52,2%	80,8%
Verweigerung	71,0%	60,0%	89,5%	53,3%	60,9%	80,8%
Anderes	19,4%	10,0%	21,1%	13,3%	21,7%	23,1%

Auch wenn die o.g. Daten zu der Schlussfolgerung führen könnten, dass speziell größere Reedereien Akzeptanzprobleme bei der Einführung des ISM Codes haben, sollte nochmals darauf hingewiesen werden, dass es für endgültige Aussagen in dieser Hinsicht noch zu früh ist. Die Meinungen in der Fachpresse gehen diesbezüglich auseinander. Das Spektrum reicht von Optimismus³¹ bis zur Ablehnung und Warnung³². Eine kürzlich fertiggestellte Studie³³ macht in diesem Zusammenhang noch ein anderes Problem deutlich. Aufgrund des sehr allgemein gehaltenen Charakters des ISM Codes besteht viel Interpretationsspielraum bei der Anwendung des Codes auf den spezifischen Betrieb – sowohl bei der Reederei als auch bei der auditierenden Stelle.

Bei aller Kritik am ISM Code soll aber ebenfalls festgestellt werden, dass dieses Dokument den Einfluss des Menschen auf die Schiffssicherheit berücksichtigt und ebenfalls der Erkenntnis Rechnung trägt, dass Unfälle ihre Ursachen zu einem nicht unwesentlichen Teil in der Managementumgebung eines Schiffes haben.

³¹ - vgl. u.a. [COO-01] und [LEV-00]

³² - vgl. u.a. [EVA-00], [ANO-01a], [ANO-01b]

³³ - [KÖH-00]

3.3.1.4 Risikoanalyse

Da die Datensammlung der IMO (vergleiche Abschnitt 3.3.1.6) nicht den gewünschten Aufschluss über Unfallursachen gebracht hat und von einigen Autoren³⁴ auch ernsthaft angezweifelt wird, dass die Unfalluntersuchungsberichte sich diesbezüglich auswerten lassen, ist von der IMO 1993³⁵ das Thema Risikoanalyse auf die Tagesordnung gesetzt worden. Risikoanalysen werden in vielen Staaten schon seit mehr als 30 Jahren praktiziert. Es handelt sich hierbei um eine Ingenieurdisziplin, die unter Eingliederung psychologischer Erkenntnisse, Risiken zu identifizieren sucht und ihre Auswirkungen quantitativ und qualitativ darzustellen versucht. Auch wenn von den vielfältigen Verfahren der Risikoanalyse immer eine Untersuchung bisheriger Vorkommnisse und Unfälle als Ausgangsbasis gefordert wird, haben sich oftmals, in Ermangelung einer soliden Datenbasis sowie schlüssiger Modelle und Klassifikationsschemata für die Einflussfaktoren des HE, Techniken des „Brainstormings“ durchgesetzt. Mit anderen Worten Expertenmeinungen können solide Daten ersetzen. Dieser Ansatz ist auch bei der IMO zu beobachten³⁶.

Die IMO favorisiert für die Risikoanalyse beim Erstellen von Regeln die Technik des Formal Safety Assessment (FSA). Ursprünglich für die Atomindustrie und die Petrochemische Industrie entwickelt, wurde FSA nach dem Unfall auf der „Piper Alpha“ Bohrinse³⁷ erstmals auch für den Einsatz in maritimen Bereichen im Rahmen der IMO vorgeschlagen³⁸.

Die IMO verwendet dabei folgendes Vorgehen:

- Identifikation von Gefahren,
- Risikobewertung,
- Risikokontrollmöglichkeiten,
- Kosten-Nutzen-Betrachtung,
- Empfehlungen.

Wie sich an diesen kurzen Schlagworten schon ablesen lässt, handelt es sich bei FSA hauptsächlich um einen sachlichen Rahmen. Für jedes der o.g. Schlagworte stehen bestimmte anzuwendende Verfahren. Die Identifikation von Gefahren kann durch Unfallanalysen oder Expertengutachten vorgenommen werden. Bei der Risikobewertung werden signifikante Risiken identifiziert, die zum Ausfall des Systems führen können. Bei den Risikokontrollmöglichkeiten erfolgt eine Zusammenstellung möglicher Maßnahmen, die die Kombination von Faktoren verhindern, die zum Auslösen eines Unfalls führen können. Bei der Kosten-Nutzen-Betrachtung werden finanziell machbare von finanziell nicht machbaren Maßnahmen getrennt, die dann schließlich in eine Empfehlung an den Betreiber des Systems münden. Eine genauere Darstellung erfolgt in Abschnitt 4.5.2.

FSA hat den Nachteil, dass es, wenn es nicht auf der Basis einer fundierten Datenanalyse betrieben wird, lediglich subjektive Ergebnisse liefert. In diesem Falle käme hinzu, dass es Sicherheit suggeriert, wo jedoch verschiedene Expertengruppen zu unterschiedlichen Bewertungen kommen können. In Verbindung mit einer soliden Datenbasis kann Brainstorming, das aktuelle Marktentwicklungen mit einbezieht, ein hohes Maß an Sicherheit bei der Risikobewertung erzeugen. Ohne diese Daten lenkt es vielfach von dem eigentlich Problem der fehlenden Vereinheitlichung von Unfalluntersuchungen und dem Fehlen von Datenbanken und Modellen zum HE Einfluss ab.

³⁴ - vgl. CASMET, Work Package 3.1, Abschnitt 2

³⁵ - MSC 62/24/3

³⁶ - MSC Circ. 829

³⁷ - Piper Alpha – Feuer und Explosion am 6. Juli 1988 vor der Küste von Schottland, bei dem Unfall kamen 167 Menschen um Leben

³⁸ - vgl. [CUL-90b], S. 275

3.3.1.5 Unfalluntersuchungsvorschriften

Die Notwendigkeit zur formellen Untersuchung eines Schiffsunfalls ist in den internationalen Schifffahrtskonventionen verankert³⁹. Die IMO bemüht sich, durch die Erfassung der Unfallberichte (vergleiche Abschnitt 3.3.1.6) eine systematische Auswertung des Unfallgeschehens in der Schifffahrt voranzutreiben. Da die Qualität der Berichte von Land zu Land sehr stark differiert⁴⁰, hat die IMO im Laufe der Zeit verschiedene Dokumente⁴¹ herausgegeben, die als Anleitung zur Durchführung einer Unfalluntersuchung verwendet werden können. Das wichtigste davon ist der „Code for the Investigation of Marine Casualties and Incidents“⁴². Mit diesem Dokument wird erstmals der Versuch unternommen, durch feste Definitionen von Begriffen, eine Standardisierung bei der Unfalluntersuchung voranzutreiben. Außerdem wird auf diese Art und Weise eine höhere Rechtssicherheit angestrebt (Wisswall [WIS-01]). Nachteilig für die Akzeptanz des Codes ist sicherlich, dass er, anders als die in den Schifffahrtskonventionen verankerten Codes (wie z.B. der ISM Code), nicht rechtsverbindlich ist.

Die Informationen für das Vorgehen bei der Unfalluntersuchung sind im Code selbst in seinem Annex enthalten. Neben diesen Definitionen werden speziell folgende Aspekte der Unfalluntersuchung berücksichtigt:

- Anwendbarkeit des Codes,
- Durchführung der Unfalluntersuchung,
- Zuständigkeiten des Flaggenstaates und des Küstenstaates,
- Abstimmung zwischen den beteiligten internationalen Parteien,
- Unfallbericht.

Der Appendix 1 des Annex enthält eine Reihe von Hilfestellungen, auf welche Punkte während einer Unfalluntersuchung besonders zu achten ist. Dort findet sich auch ein Teil zum HE, der folgende Einflussfaktoren für das Auftreten von HE definiert:

- Situationsbezogene Fähigkeiten (z.B. Qualifikation, Kommunikation)
- Soziale Faktoren (z.B. Arbeitsbedingungen, Teamwork)
- Gesundheitliche Faktoren (z.B. Übermüdung, Stress)
- Kulturelle Faktoren (z.B. Arbeitskultur, Loyalität)
- Schiffszustand (z.B. Design, Wartungszustand)
- Rechtlicher Rahmen (z.B. IMO, Hafenstaat)

Der Code bietet weiterhin eine Liste mit Schwerpunkten, auf die im Zusammenhang mit diesen Bereichen während einer Unfalluntersuchung zu achten ist. Außerdem werden psychologische Basismodelle⁴³ der Unfallursachenforschung vorgestellt, auf die jedoch noch näher im Kapitel 4 der Arbeit eingegangen wird.

³⁹ - vgl. SOLAS 74/78, Annex, Chapter I, Regulation 21; MARPOL 73/78, Article 12; Load Lines 66, Article 23; ILO Convention 147 on Minimum Standards in Merchant Ships, 1976, Article 2(g); UNCLOS 82, Articles 94(7), 97(3), 217(4-6), 218, 220, 226(19) etc.

⁴⁰ - vgl. die Berichte zur „Estonia“ (Wassereintrich, 1994, 852 Tote) und zur „Scandinavian Star“ (Brand, 1990, 158 Tote) die als gute Beispiele angesehen werden können, die es ermöglichen, eine retrospektive Unfallanalyse vorzunehmen, während Unfallberichte, wie der zum Untergang der „European Gateway“ (Kollision, 1984, 6 Tote), der „Dona Paz“ (Brand, 1987, 4375 Tote) oder der „Bukoba“ (Stabilitätsverlust, 1996, genaue Zahl der Toten unbekannt), als Beispiele angeführt werden müssen, wo die berichteten Handlungsabläufe Raum zur Spekulation lassen

⁴¹ - Res. A.173 (ES.IV) nach dem Untergang der „Torrey Canyon“ (Strandung, 1967), Res. A.440(XI) nach dem Untergang der „Amoco Cadiz“ (Strandung, 1978) und Res. A.637(16) nach dem Auflaufen der „Exxon Valdez“ (Strandung, 1989)

⁴² - Res. A.849(20) und Res. A.884(21)

⁴³ - SHEL - [HAW-87], Hybrid Model - [REA-90], GEMS - [REA-90] und [RAS-87]

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass der Unfalluntersuchungscode der IMO ein erster Schritt zu einer systematischen Unfalluntersuchung ist. Allerdings ist das Dokument insgesamt gesehen noch nicht vollständig ausgereift. Folgende Schwachpunkte sind zu bemängeln:

- Der Code liefert zwar eine Basisvorgehensweise und ein Modell, jedoch lassen die Unfallkriterien eine prozessbezogene Unfallursachenanalyse nicht zu.
- Der Code unterstützt das Datenschema für die IMO Unfalldatenbank nicht.

Mit dem Code verfügt die IMO nun über ein erstes Dokument zur strukturierten Vorgehensweise bei Unfallanalysen. Der Code bedarf jedoch einer umfangreichen Weiterentwicklung unter dem Aspekt der Erkenntnisse der modernen Unfallursachenforschung.

3.3.1.6 Unfalldatenbank

Die IMO sammelt seit ihrem Bestehen Unfallberichte aus der Schifffahrt. Ab 1978 ist ein strukturiertes Vorgehen festzustellen. Das Flag State Implementation Sub-Committee (FSI) gibt jährlich eine Liste der im jeweiligen Jahr aufgetretenen Katastrophen heraus. Die Mitgliedsstaaten werden aufgefordert, die jeweiligen Berichte nach Abschluss der Untersuchung an die IMO zu geben. Einige Staaten können in diesem Zusammenhang als sehr zögerlich bezeichnet werden. Es könnte sich allerdings auch um einen Indikator dafür handeln, dass einigen Schifffahrtsverwaltungen die nötige Expertise und der Personalbestand fehlt, um eine strukturierte Unfallauswertung auf internationalem Niveau durchzuführen.

Die Sammlung der Berichte sollte ab 1994 mit einer Datenbank ergänzt werden. Diese Datenbank, die durch FSI angeregt wurde⁴⁴, soll als Basis für die systematische Auswertung der Unfälle in der Schifffahrt zu analytischen Zwecken dienen.

Bis zum heutigen Tag sind allerdings keine Publikationen des Datenmaterials verfügbar. Wie schon in Abschnitt 3.3.1.4 angedeutet, wird auch von vielen Experten nicht erwartet, dass es mit der Datenbank möglich sein wird, eine prozessbezogene Unfallanalyse durchzuführen, da das Datenschema veraltet und zu kompliziert ist.

3.3.1.7 STCW 1995 Konvention

Neben dem ISM Code ist die überarbeitete STCW Konvention von 1995 sicherlich einer der wichtigsten Schritte auf dem Gebiet der Prävention von HE, da durch diese Konvention international verbindliche Standards für die Ausbildung und Zertifizierung von Schiffsoffizieren festgelegt werden. Die ursprüngliche STCW Konvention, die fast 18 Jahre bis zu ihrer Fertigstellung brauchte⁴⁵, war in erster Linie sehr allgemein gehalten und wissensbasiert. Die neue Konvention verbindet Wissen und Anwendung⁴⁶, indem sie neben den Forderungen für die Ausbildung auch Kriterien für die Demonstration dieses Wissens festlegt.

⁴⁴ - FSI 3/17, Abschnitt 5.14 bis 5.18

⁴⁵ - von 1960 bis 1978

⁴⁶ - vgl. [ERI-00], S. 32 ff.

Neben der reinen Ausbildung geht die Konvention auch auf einige HE Aspekte direkt ein. Das sind im wesentlichen:

- Kommunikation,
- Übermüdung,
- Medizinische Tauglichkeit.

Eine wesentliche Lehre aus verschiedenen Unfällen⁴⁷ der 80er und 90er Jahre war, dass mehrsprachige Personale ein Sicherheitsrisiko darstellen, da es in Notsituationen oft zu Verständigungsproblemen⁴⁸ kam. Aus diesem Grund wird das Beherrschen eines gewissen Mindestvokabulars⁴⁹ und eine einheitliche Arbeitssprache an Bord gefordert, was sich auch mit der Forderung aus dem ISM Code⁵⁰ deckt.

Die Konvention greift auch das Thema Übermüdung auf. Es besteht die Forderung⁵¹, den Wachrhythmus so zu gestalten, dass das betroffene Personal nicht von Übermüdung beeinflusst werden kann. Das bedeutet, dass mindestens 10 Stunden Ruhe innerhalb von 24 Stunden Aufenthalt an Bord zu gewährleisten sind.

Ein Seemann, der gesundheitlich beeinträchtigt seinen Dienst versieht, obwohl er medizinische Betreuung benötigt, stellt ein Sicherheitsrisiko dar. Aus diesem Grund sind die Schifffahrtsverwaltungen aufgefordert, medizinische Mindestanforderungen für Seeleute zu formulieren.

STCW kann zwar den Einfluss von HE im täglichen Bordalltag nicht verringern, leistet aber durch erhöhte Ausbildungsstandards im Vorfeld des Auftretens von HE einen wichtigen Beitrag.

3.3.1.8 Vision Human Element

Durch die 20. IMO Vollversammlung im November 1997 wurde die Res. A.850(20) über die HE Vision, die Prinzipien und Ziele der IMO auf diesem Gebiet, angenommen.

Unter Bezugnahme auf frühere Resolutionen⁵² werden die Verwaltungen der Mitgliedsstaaten aufgefordert, allen an der Schifffahrt beteiligten Parteien zu verdeutlichen, wie komplex Vorgänge im Bereich HE sind und welche Konsequenzen sie nach sich ziehen können.

Die Vision der IMO ist es, HE im Schiffsbetrieb in größerem Umfang zu erforschen und zu diskutieren, um die Sicherheit zu erhöhen und somit Unfälle zu reduzieren.

Bei den Prinzipien werden unter anderem folgende Punkte genannt:

- Nur im Zusammenspiel von Schiffsbesatzungen, Management, Schifffahrtsbehörden, Klassifikationsgesellschaften, Werften etc. lassen sich HE Faktoren umfassend identifizieren.
- Effektive Maßnahmen nach einem Unfall erfordern das tiefe Verständnis der Ursachen. Dieses kann nur durch Untersuchung und systematische Analyse des Unfalls und der zugrunde liegenden Ereignisketten sowie begünstigenden Faktoren erreicht werden.
- Bei der Erarbeitung neuer Regeln muss beachtet werden, dass eine Einzelperson nicht durch die fehlerhafte Anwendung dieser Regelung einen Unfall auslösen kann.

⁴⁷ - u.a. beim Brand der „Scandinavian Star“ am 07. April 1990 und beim Untergang der „Estonia“ am 28. September 1994

⁴⁸ - vgl. [MÜL-95], S. 10 ff

⁴⁹ - MSC Circ. 794

⁵⁰ - Res. A.741(18), Regel 6

⁵¹ - STCW 1995, A – VIII/1

⁵² - Res. A.680(17) und Res. A.772(18)

- Die Leistung der Personale wird durch individuelle Fähigkeiten, Politik des Managements, kulturelle Faktoren, Erfahrung, Training, Arbeitsbedingungen und viele andere Faktoren beeinflusst.
- Die Untersuchung von HE sollte danach streben, die Wahrscheinlichkeit menschlichen Fehlverhaltens zu reduzieren.

Es werden dabei folgende Ziele angestrebt:

- Die IMO sollte über ein strukturiertes Vorgehen den möglichen Einfluss von HE bei der Erarbeitung neuer Regelungen minimieren.
- Bestehende Vorschriften sollten unter diesem Aspekt überarbeitet werden.
- Studien auf diesem Gebiet sollten weiter vorangetrieben werden.

Der Vorstoß der IMO ist insofern bemerkenswert, da er die Forderungen der Wissenschaft vollständig berücksichtigt. Es gilt jedoch, diese Formulierungen mit konkreten Maßnahmen zu unterfüttern.

3.3.1.9 Zusammenfassung IMO

Der Abschnitt 3.3.1 gibt einen Überblick zu den Entwicklungen, die bei der IMO in den letzten 10 Jahren in Bezug auf HE stattgefunden haben. Dabei ist zum Teil eine sehr detaillierte Betrachtung angestellt worden. Der Grund dafür ist, dass die IMO die Organisation auf internationaler Ebene ist, die Standards in der Schifffahrt verbindlich festlegt. Eine Entwicklung außerhalb der IMO wird langfristig nicht zum Ziel der erhöhten Schiffssicherheit beitragen. Insofern ist es berechtigt, dieser Organisation einen längeren Abschnitt zu widmen, als es bei den nachfolgenden Institutionen und Körperschaften der Fall ist.

Die IMO hat sich in den letzten Jahren von einer rein technisch orientierten Organisation zu einer Institution entwickelt, die der Identifikation und Erforschung des HE immer mehr Beachtung geschenkt hat. Die rechtlichen Instrumente, die durch die IMO in den letzten Jahren verabschiedet worden sind, dienen in dieser Hinsicht als Beleg dafür.

Trotzdem muss an dieser Stelle festgestellt werden, dass die IMO eine Organisation ist, die in starkem Masse auf Kompromissfindung angewiesen ist. Einige Mitgliedsstaaten haben einfach nicht die Möglichkeiten, in dem Masse zur Erhöhung der Schiffssicherheit beizutragen, wie es anderen ohne Schwierigkeiten möglich ist. Da sich jedoch auch die erstgenannten Staaten mit den verabschiedeten Dokumenten identifizieren müssen und diese in nationale Vorschriften übernehmen sollen, leidet das Ergebnis der IMO Bemühungen unter diesem Kompromiss. Es sind aber nicht nur Entwicklungsländer, die vor gewissen Schwierigkeiten im Umgang mit den Schiffssicherheitsstandards stehen. Oft sind es auch große Schifffahrtsnationen, die gewisse Regelungen einfach nicht in nationale Vorschriften übernehmen oder gewisse Entwicklungen im Rahmen der IMO nicht unterstützen. So kommen Bemühungen zur Erhöhung der Schiffssicherheit oft erst nach einem erheblichen Zeitrahmen zu Ergebnissen⁵³.

Trotz alledem hat die IMO in den vergangenen Jahren beachtliche Fortschritte erzielt. Es wurden in Bezug auf HE Grundlagen zur:

- Unfalluntersuchung,
- Unfallauswertung,
- Risikoanalyse,
- Vermeidung von HE durch Vorgaben für das landgestützte Schiffsmanagement,
- Vermeidung von HE durch bessere Ausbildung.

gelegt. Auch wenn die Ergebnisse in vielen Bereichen nur Zwischenschritte darstellen können, ist die Entwicklung insgesamt positiv zu bewerten. Insofern versteht sich diese Arbeit auch als ein Beitrag zur Diskussion im Rahmen der Bemühungen der IMO.

⁵³ - z.B. die MARPOL Konvention, die als Ergebnis des „Torrey Canyon“ Unfalls im Jahre 1967 erst 1983 in Kraft trat

3.3.2 International Labour Organisation (ILO)

Als zweite internationale Organisation arbeitet die International Labour Organization auf dem Gebiet der Schiffssicherheit. Allerdings beschäftigt sie sich entsprechend ihrem Mandat mit Arbeitsbedingungen und Arbeitsschutz. Insofern ergeben sich gewisse Überlappungen zur Tätigkeit der IMO, die unter anderem ihren Ausdruck durch die Mitarbeit bei der „Joint IMO/ILO Expert Group on Fatigue“ finden (vergleiche Abschnitt 3.3.1.2). Das Bemühen der ILO ist als ein Beitrag zu verstehen, unfallbegünstigende Faktoren im Schiffsbetrieb zu vermeiden.

Durch die ILO sind entsprechend der nachfolgenden Tabelle Vorschriften erlassen worden:

Tabelle 3 - 7: Wichtige schiffahrtsbezogene Konventionen und Empfehlungen der ILO (Auswahl) (Quelle: ILO⁵⁴)

Konvention / Empfehlung	Titel	In Kraft seit	Anzahl der ratifizierenden Staaten
Allgemein			
Convention 147	Merchant Shipping (Minimum Standards), 1976	1981	42
Protocol 147	Protocol of 1996 to the Merchant Shipping (minimum Standards) Convention	-	-
Convention 180	Seafarers' Hours of Work and the Manning of Ships, 1996	-	4
Recommendation 187	Seafarers' Wages, Hours of Work and the Manning of Ships, 1996	-	-
Sicherheit und Gesundheit			
Convention 133	Accommodation of Crews (Supplementary Provisions), 1970	1991	26
Recommendation 140	Crew Accommodation (Air Conditioning), 1970	-	-
Recommendation 141	Crew Accommodation (Noise Control), 1970	-	-
Convention 134	Prevention of Accidents (Seafarers), 1970	1973	27
Recommendation 142	Prevention of Accidents (Seafarers), 1970	-	-
Convention 164	Health Protection and Medical Care (Seafarers), 1987	1991	10
Recommendation 105	Ships' Medicine Chests, 1958	-	-
Recommendation 106	Medical Advice at Sea, 1958	-	-
Convention 165	Social Security (Seafarers) (Revised), 1987	1992	2

⁵⁴ - ILOLEX – Internetdatenbank der ILO (www.ilo.org)

Die Tabelle 3 - 7 macht vor allen Dingen zwei Nachteile der ILO deutlich.

- Zum einen haben die von der ILO verabschiedeten Schifffahrtsrelevanten Konventionen wenig internationales Gewicht. Von den oben aufgeführten sechs Konventionen ist zum Beispiel nicht eine einzige von Panama ratifiziert worden, dem Flaggenstaat, bei dem mit 20% der Welthandelstonnage⁵⁵, der mit Abstand größte Teil der Schiffe registriert ist.
- Zum anderen benötigen, wie auch bei der IMO, wichtige Konventionen eine lange Zeitspanne von ihrer Verabschiedung bis zum Inkrafttreten.

Auch wenn die Arbeit der ILO eher im Umfeld der begünstigen Faktoren eines Schiffsunfalls anzusiedeln ist, leistet die ILO einen wichtigen Beitrag, der jedoch oft unter mangelnder internationaler Durchsetzung leidet.

3.3.3 Europäische Union (EU)

Die EU trägt in ihren Bemühungen zur Reduzierung des HE in der Schifffahrt im wesentlichen durch die Gesetzesinitiativen und Forschungsprogramme der Europäischen Kommission (EC) bei.

3.3.3.1 Richtlinien der EU

Die EU bestand zunächst nur als sehr lockerer Verbund mit wenigen Befugnissen für die EC. Auch wenn man sich mit Schifffahrtsproblemen zwar seit Mitte der 70er Jahre verstärkt beschäftigt hatte, versucht die EC erst seit Mitte der 80er Jahre durch eigene Richtlinien aktiven Einfluss auf die Mitgliedsstaaten zu nehmen. Eine erhöhte Sensibilität für Schifffahrtsfragen ist dabei im wesentlichen durch Ausfluggungswellen verursacht worden, die zwar schon vorher stattgefunden hatten⁵⁶, deren Auswirkungen allerdings erst Mitte der 80er Jahre wahrgenommen wurden⁵⁷. In dieser Hinsicht hat die EC sich dann auch zuerst nur mit Fragen des Wettbewerbs und der Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit europäischer Reeder beschäftigt. Allerdings kommt die EC dann zu dem Ergebnis, dass, um dieser Mangelsituation Abhilfe zu schaffen, Maßnahmen getroffen werden müssen, damit

- die Sicherheit im Seeverkehr gewährleistet werden kann,
- das maritime Know-how dieses Wirtschaftszweiges erhalten bleibt,
- die maritimen Verwaltungsbehörden die Sicherheitspolitik durchsetzen,
- die Ausbildung junger Seeleute fortgesetzt wird.

Nach einigen ehrgeizigen Vorhaben im Anschluss an die „Amoco Cadiz“ Katastrophe⁵⁸, die zunächst wenig Wirkung zeigten, sollten 1986 in einem ersten Verordnungspaket, die Schifffahrt betreffend, zunächst ökonomische Fragen betrachtet werden. Ab 1993 rückt die Schiffssicherheit immer mehr in den Vordergrund⁵⁹ weitreichenderer Maßnahmen der gestärkten EC in Brüssel.

⁵⁵ - vgl. [LLO-00], S. 11

⁵⁶ - 1970 fuhren 32% der Welthandelstonnage unter EU Flagge, 1994 waren es nur noch 14% - Tendenz weiter fallend

⁵⁷ - z.B. führten die Ausfluggungen zu einem EU-weiten Arbeitsplatzabbau in der Schifffahrt von 51% in den Jahren zwischen 1970 und 1994

⁵⁸ - Untergang der „Amoco Cadiz“ vor der französischen Küste im Jahre 1978

⁵⁹ - KOM(93) 66

Die EC formulierte 1993 ihre Zielsetzung noch so, dass Schwerpunkte in erster Linie auf die Unterstützung der IMO gesetzt werden sollten. In dieser Hinsicht werden Mitte der 90er Jahre Direktiven erlassen, die diese Zielrichtung unterstützen, wie z.B.:

- Minimalanforderungen an Schiffe, die gefährliche Güter im EU Gebiet transportieren⁶⁰,
- Intensivierung der Hafenstaatenkontrolle⁶¹,
- Standards für Schiffsinspektionen⁶².

Durch Hafenstaatenkontrolle und Inspektionen der Schiffe (durch Klassifikationsgesellschaften), sowohl der EU-eigenen Schiffe, als auch der fremden Schiffe, die EU Häfen anlaufen, sollte sichergestellt werden, dass die Sicherheitsstandards der IMO eingehalten werden.

Im Rahmen der Ausbildung wurde ebenfalls eine Richtlinie⁶³ erlassen, die STCW Standards für verbindlich im EU Gebiet erklärt.

Schwierigkeiten mit der Position der EC gegenüber der IMO wurden erstmals nach dem Untergang der „Estonia“⁶⁴ ersichtlich. Dieser Unfall machte einer breiten Bevölkerungsschicht klar, wie schwer Schiffssicherheitsstandards im Rahmen der IMO durchzusetzen und zu überwachen sind. Dem erhöhten Sicherheitsbedürfnis der EU Bürger konnte die EC mit ihrer bisherigen Zielsetzung jedenfalls nicht Rechnung tragen. Aus diesem Grund entschied man sich nach diesem Unfall, erstmals eigene Richtlinien und Normen herauszugeben, die zwar nicht im Gegensatz zur IMO stehen, aber dem verstärkten Sicherheitsbedürfnis in der EU Rechnung tragen, das sich im auf Kompromisse angewiesenen Rahmen der IMO nicht in dem Maße durchsetzen lässt. Die EU Richtlinien wurden bezüglich Sicherheitsmanagement und Überwachung von Ro/Ro Passagierfähren⁶⁵ erlassen.

Momentan sind ca. 15 EU Direktiven bzgl. der Schiffssicherheit in Kraft. Die nachfolgende Tabelle, gibt eine Übersicht zu den wichtigsten EU Richtlinien.

Tabelle 3 - 8: EU Schiffssicherheitsrichtlinien - Auswahl (Quelle: EC)

Nummer	Inhalt	Geändert durch
Verordnung 613/91	Umregistrierung von Schiffen innerhalb der Gemeinschaft	
Richtlinie 93/75/EG	Mindestanforderungen an Schiffe, die gefährliche oder umweltschädliche Güter befördern	96/39/EG, 97/34/EG, 98/55/EG, 98/74/EG
Richtlinie 94/58/EG	Mindestanforderungen zur Ausbildung von Seeleuten	98/35/EG, 2001/25/EG
Richtlinie 95/21/EG	Hafenstaatkontrolle	98/25/EG, 98/42 EG, 1999/97/EG
Verordnung 3051/95	Sicherer Schiffsbetrieb von Ro/Ro Passagierfähren	Verordnung 179/98
Richtlinie 96/98/EG	Schiffsausrüstung	98/85/EG, 2001/53/EG
Richtlinie 1999/35/EG	Überprüfungen von Ro/Ro Passagierfähren und High-Speed Craft	
Richtlinie 1999/63/EG	Regelung der Arbeitszeit von Seeleuten	

⁶⁰ - Richtlinie 93/75/EG

⁶¹ - Richtlinie 95/21/EG

⁶² - Richtlinie 94/57/EG

⁶³ - Richtlinie 94/58/EG

⁶⁴ - Untergang der „Estonia“ am 28. September 1994

⁶⁵ - Verordnung 3051/95 und Verordnung 1999/35

Der Untergang des Tankers „Erika“⁶⁶ und die damit verbundene Umweltverschmutzung haben einen weiteren Schub in der EU Regulierung auf dem Gebiet der Schiffssicherheit bewirkt. Angesichts der geschätzten 300 Millionen EUR, die die EC für Entschädigungen aufzubringen hat, werden massive Forderungen nach schärferen Sicherheitsbestimmungen laut. Das IMO System ist nach Auffassung der EC zu schwach. Aus diesem Grund werden gegenwärtig zwei Initiativen diskutiert, die sogenannten „Erikapakete“ I⁶⁷ und II⁶⁸. Die Maßnahmen beider Pakete zielen auf folgende Ergebniskreise ab:

- Erhöhung der Minimalstandards von Schiffen, die den EU Seeraum befahren⁶⁹,
- Verbot von „Single-hull“ Tankern,
- Erhöhte Überwachung der Verkehrsströme in den EU Gewässern,
- Gründung eines Kompensationsfonds für die Entschädigung nach Ölunfällen,
- Gründung einer Europäischen Schiffssicherheitsagentur.

Es werden weitere Maßnahmen bzgl. Ausbildung und Training von Seeleuten erwartet.

Die oben gemachten Ausführungen verdeutlichen vor allem folgendes:

- Bedingt durch eine Reihe von Schiffsunfällen in der jüngeren Vergangenheit hat die EU den Schwerpunkt ihrer Tätigkeit von der Umsetzung von IMO Vorschriften zur Einführung eigener Sicherheitsnormen im Schifffahrtsbereich verlagert. Die eigenen Richtlinien zielen auf die schnellere Einführung bestehender IMO Vorschriften ab und sollen Lücken in den IMO Instrumenten schließen.
- Der Anspruch zur Erhöhung der Schiffssicherheit wird durch die Schaffung von entsprechenden Verwaltungseinrichtungen unterstützt.

Allerdings muss hier auch folgendes kritisch angemerkt werden. Die EU befindet sich aufgrund ihrer spezifischen Geschichte immer noch in einem Prozess der Zentralisierung von europäischen Aufgaben. Es gibt immer noch sehr große Kompetenzstreitigkeiten zwischen den nationalen Schifffahrtsverwaltungen und der Kommission in Brüssel, die dem Anliegen der Schiffssicherheit abträglich sind. Viele Nationalstaaten wollen nach wie vor eine eigene Schiffssicherheitspolitik betreiben. Insofern ist der Prozess der Vorschriftenerstellung auch in Brüssel nicht sehr effektiv, wenn auch schneller als bei der IMO.

Durch die Aufstellung eigener Regeln und die Einrichtung einer europäischen Schiffssicherheitsagentur wird eine Konkurrenzeinheit zur IMO erzeugt. Ein ähnliches Verhältnis gibt es schon zwischen der US Coast Guard und der IMO. Damit besteht die Gefahr, dass in den nächsten Jahren, Schiffssicherheitsstandards in den einzelnen Ländern eine unterschiedliche Entwicklung nehmen. Es wird vermutlich eine größere Unsicherheit und Verwirrung über geltendes und anzuwendendes Recht in den jeweiligen Fahrtgebieten für die Schifffahrt geben, was letzten Endes der Sicherheit an sich abträglich sein kann.

⁶⁶ - am 13. Dezember 1999 vor der französischen Küste

⁶⁷ - COM(2000) 142

⁶⁸ - COM (2000) 802

⁶⁹ - Änderung der Richtlinie 94/57/EG und 95/21/EG

3.3.3.2 Forschung zum HE im Rahmen der EC

Die EC hat bisher keine Richtlinien zum HE bei Schiffsunfällen erlassen. Bisher hat sie sich allein auf Forschungsaufgaben konzentriert. Die unten aufgeführte Tabelle gibt einen Überblick zu den zwischen 1994 und 1999 ausgeführten Forschungsprojekten, die sich mehr oder minder direkt mit HE im Zusammenhang mit Schiffsunfällen beschäftigen.

Tabelle 3 - 9: EU Forschungsprojekte zu maritimen Unfall- und Risikoanalysen im 4. Rahmenprogramm (Quelle: EC⁷⁰)

Projekt / Konzertierte Aktion	Kurzbeschreibung	Koordinator
BERTRANC	<ul style="list-style-type: none"> • Unfalluntersuchung (Konzertierte Aktion) • Einheitliche Methode der Unfalluntersuchung • Erhöhtes Verständnis für HE bei Unfällen 	AEA Technology, Harwell, Vereinigtes Königreich
CASMET	<ul style="list-style-type: none"> • Unfallanalyse (Projekt) • Einheitliche Methode der Unfalluntersuchung • Entwurf einer Datenbank zur Unfallauswertung 	Nationale Technische Universität, Athen, Griechenland
FSEA	<ul style="list-style-type: none"> • Safety Assessment (Konzertierte Aktion) • Verbesserung der Kenntnisse über Bewertung der Sicherheit in der Schifffahrt und deren Bedeutung für die Umwelt 	Germanischer Lloyd, Hamburg, Deutschland
MARCOM	<ul style="list-style-type: none"> • Multikulturelles Verständnis (Projekt) • Verbesserung der Verständigung an Bord • Sprachtraining • Richtlinien für das Management 	Seafarers International Research Centre for Safety and Occupational Health, Cardiff, Vereinigtes Königreich
MASIS II	<ul style="list-style-type: none"> • Reaktion auf Unfälle (Projekt) • Verbesserung menschlichen Verhaltens und menschlicher Leistungsfähigkeit an Bord • Reduzierung von HE bei Unfällen 	CETENA, Spa, Italien
PHOENIX	<ul style="list-style-type: none"> • Risikoquantifizierung • Quantifizierung des Risikos von Feuer an Bord • Berücksichtigung des Einfluss von HE 	CETEMAR, Barcelona, Spanien
SAFECO	<ul style="list-style-type: none"> • Risikoanalyse • Simulationsanalyse von Faktoren, die zu Unfällen beitragen 	Det Norske Veritas, Høvik, Norwegen
SAFECO II	<ul style="list-style-type: none"> • Risikoanalyse • Anwendung des in SAFECO entwickelten Risikomodells, zur Bewertung der Sicherheit, des Umwelteinflusses und finanzieller Vorteile beim Einsatz moderner Ausrüstung 	Det Norske Veritas, Høvik, Norwegen

Auch im gegenwärtig laufenden 5. Rahmenprogramm werden einige dieser Forschungsprojekte u.a. im sogenannten Thematischen Netzwerk THEMES⁷¹ fortgeführt.

Ein großer Nachteil der europäischen Forschungsbemühungen ist die nicht zufrieden stellende Verbreitung der gewonnenen Erkenntnisse. Außerhalb der beteiligten Forschungsgruppen ist oft nur wenig über die jeweiligen Projekte bekannt. Selbst wenn man einzelne Projekte kennt, sind entsprechende Information oder

⁷⁰ - CORDIS Datenbank (<http://www.cordis.lu>)

⁷¹ - Thematic Network on Safety Assessment of Waterborne Transport

Berichte nur sehr umständlich zu bekommen. In diesem Sinne müsste die Europäische Kommission verstärkt auf Verbreitung des Materials dringen.

3.3.4 Bemühungen einzelner Staaten

Neben den Bemühungen der großen internationalen Organisationen, gibt es weiterhin eine Reihe von Bemühungen individueller Staaten, durch Gesetzesinitiativen oder Forschungen zur Reduzierung des HE beizutragen.

3.3.4.1 Vereinigte Staaten von Amerika (USA)

Die USA sind schon weitaus früher als die EC auf einen kritischen Kurs zur IMO gegangen. Diese Entwicklung wurde zu Beginn der 90er Jahre ausgelöst. Zum einen ist die Umweltkatastrophe, die durch die „Exxon Valdez“ ausgelöst wurde, Ausgangspunkt verschärfter Bemühungen auf dem Gebiet Umweltschutz und Schiffskontrolle. Zum anderen führten Unfälle auf einer Reihe von Passagierschiffen zur erhöhten Beschäftigung mit dem Problembereich HE.

Auf dem Gebiet maritimer Umweltschutz wurde der „Oil Pollution Act, 1990“ (OPA 90) entwickelt und eingeführt. Im Bereich HE wurde 1996 das Programm „Prevention through People“ (PTP) – Unfallverhütung durch Menschen aufgelegt. In diesem Rahmen versucht die US Coast Guard ihre Forschungsbemühungen zu bündeln. Es werden dabei maßgeblich:

- Grundlagen zum FSA entwickelt⁷²,
- Unfalluntersuchungsmethoden vorangetrieben⁷³,
- Unfallberichte gesammelt und analysiert⁷⁴.

Neben FSA Studien hat die Coast Guard dabei eine Klassifikation menschlicher Ursachen von Schiffsunfällen im Auftrag der IMO⁷⁵ entwickelt. Aus der Tatsache, dass die USA einer der größten Kreuzschifffahrtmärkte sind, resultiert auch das Bemühen, auf diesem Gebiet die Sicherheit zu erhöhen. Es erfolgt hier allerdings eine einseitige Favorisierung des FSA auf Expertenmeinungsbasis⁷⁶.

Es gibt ebenfalls eine Datenbank für Unfälle in der Schifffahrt – MINMOD⁷⁷. Allerdings bringt die Datenstruktur dort auch nicht die bislang erhofften Ergebnisse.

Ein anderer Versuch in diesem Bereich war das Projekt „Blueprint“, das dem Ansatz Rechnung trägt, dass eine Unfallanalyse ohne die Einbeziehung von Beinaheunfällen zu unausgewogenen Schlüssen kommen kann. Allerdings ist dieser Versuch, anonyme Berichte über Beinaheunfälle zu sammeln, ergebnislos eingestellt worden.

⁷² - z.B. MSC 72/16/2

⁷³ - Der Code für Marine Casualty Investigation (IMO Res. A.849 (20)) geht maßgeblich auf die US Coast Guard zurück.

⁷⁴ - [NTS-93] und [NTS-89]

⁷⁵ - MSC 65/15/1 Annex, MSC 65/INF 4

⁷⁶ - MSC 73/INF 3, MSC 73/4/2, MSC 74/4/1

⁷⁷ - CASMET, WP 3.1, S. 42 ff.

3.3.4.2 Norwegen

Norwegen ist eine der stärksten internationalen Schifffahrtsnationen. Mehr als 10% des Bruttoinlandproduktes⁷⁸ werden durch die Schifffahrt verdient. In Norwegen gibt es umfangreiche Forschungsprojekte im Bereich der Schifffahrt. Der größte Teil entfällt dabei auf den Schiffbau, da Norwegen in erster Linie versucht, durch innovative Schiffbaulösungen, Kostennachteile als Hochlohnland auszugleichen. Allerdings werden auch im Schiffssicherheits- und Ausbildungssektor große Anstrengungen unternommen. Als Beleg kann die Teilnahme an den im Abschnitt 3.3.3 aufgeführten Forschungsprojekten der EC gewertet werden, obwohl Norwegen kein Mitgliedsland der EU ist.

Bei den nationalen Forschungen sind auf dem Gebiet HE folgende Schwerpunkte gesetzt worden:

- Risikoanalyse,
- Unfallauswertungsmethodik,
- Statistische Auswertung von Unfällen.

In punkto Risikoanalyse folgt Norwegen dem Trend der USA und unterstützt FSA im Rahmen der IMO. Es sind in diesem Zusammenhang auch schon Vorstöße zu Risikoakzeptanzkriterien⁷⁹ gemacht worden, was insofern bemerkenswert ist, weil es bislang immer noch sehr problematisch ist, Akzeptanzkriterien für Risiken vorzuschlagen, von denen Menschenleben betroffen sein könnten.

Neben FSA werden jedoch sehr konstruktive Forschungen in Bezug auf HE und seinen Einfluss auf Unfälle in der Schifffahrt erbracht. Die Forschungen erfolgen hier auf folgenden Gebieten:

- Theoretische Modelle zur Erklärung des HE⁸⁰
- Unfallauswertungsmethoden⁸¹
- Unfalluntersuchungsmethoden⁸²

Die Norwegische Schifffahrtsverwaltung besitzt sehr detaillierte Daten⁸³ zum Unfallgeschehen auf Norwegischen Schiffen. Auch die Norwegische Klassifikationsgesellschaft Det Norske Veritas besitzt eine umfangreiche Datenbanken (Loss Control Management⁸⁴ und M-SCAT⁸⁵). Leider lassen sich aus beiden Datenbanken keine Prozessanalysen vornehmen. Das ist durch den Stand der Forschung zum Zeitpunkt der Entwicklung der Datenbanken bedingt. Gegenwärtige Projekte tragen der Prozessanalyse stärker Rechnung, so dass in nächster Zeit mit weiteren Ergebnissen in dieser Richtung zu rechnen ist.

Insgesamt kann eingeschätzt werden, dass Norwegen einen fundierten Beitrag zur HE Forschung leistet und wichtige Impulse für die Zukunft gibt.

⁷⁸ - Aussage von Nils Telle, ehem. Direktor für Forschung des Norwegischen Reederverbands

⁷⁹ - MSC 72/16, Annex 1

⁸⁰ - z.B. [HOL-93]

⁸¹ - z.B. [HOL-98]

⁸² - z.B. [KRI-95b]

⁸³ - [ANO-98], S. 15

⁸⁴ - CASMET, WP 3.1, S. 27 ff.

⁸⁵ - CASMET, WP 3.1, S. 31 ff.

3.3.4.3 Deutschland

In Deutschland werden besonders im Kraftwerksbereich Probabilitätsanalysen durchgeführt, die eine Risikoidentifizierung zum Ziel haben.

Eine Risikoabschätzung auf Schiffen erfolgt in Deutschland momentan nicht. Eine systematische Auswertung des Unfallgeschehens in der Schifffahrt erfolgt ebenfalls nicht. Es gibt in Deutschland keine zentrale computergestützte Datenbasis für Schiffsunfälle.

Forschungsbemühungen laufen allerdings beim Germanischen Lloyd im Auftrage des BMVBW Akzeptanzkriterien für den baulichen Brandschutz wissenschaftlich zu ermitteln.

Deutschland hat sich ansonsten um die Schiffsnotfallpläne verdient gemacht. Es wurde eine Philosophie bei Notfallplänen entwickelt, die die Forderungen von MARPOL, OPRC und dem OPA 90 der USA gerecht werden sollte. Die Ziel war es, einen einzelnen Plan zu entwickeln, der der Vermeidung von Umweltverschmutzung und der Erhöhung der Sicherheit an Bord gerecht wird. Diese Bemühungen mündeten 1997 schließlich in die IMO Resolution A.852(20). Diese Resolution ist ein sehr wesentlicher Schritt, da er den Einsatz von rechnergestützten Entscheidungshilfen im Schiffsbetrieb ermöglichen würde. Es fehlen allerdings bis heute definierte Kriterien, wie solche Entscheidungshilfen⁸⁶ konstruiert sein sollten. Die Frage, ob es gar zu einer Prozesssimulation des Unfalls und daraus abgeleiteten Maßnahmen für das Notfallmanagement kommen soll, ist bisher nicht beantwortet worden. Insofern besteht hier Handlungsbedarf, auch für die Forschung, da eine Prozessmodellierung von Unfällen an Bord in vielen Bereichen immer noch nicht möglich ist, auch wenn es hier schon erfolgversprechende Ansätze gibt.⁸⁷

Neben den Notfallplänen hat Deutschland sich auch an den Probeläufen des FSA beteiligt und mit einer Studie über Notantriebe und Notsteueraggregate auf Öltankern⁸⁸ einen Beitrag auf internationaler Ebene geleistet.

Zusammenfassend muss jedoch festgestellt werden, dass bis auf wenige Einzelstudien sehr wenig zur Erforschung des HE beigetragen wurde. Insofern sind die Grundlagen zur Erarbeitung von Regeln zur Erhöhung der Schiffsverkehrssicherheit in Deutschland kritisch zu hinterfragen.

3.3.4.4 Bemühungen anderer Staaten

Neben den in den vorherigen Abschnitten aufgeführten Ländern, haben sich natürlich noch eine Reihe weiterer Staaten auf internationaler Ebene mit dem Problem HE beschäftigt. Allerdings wird dabei in den letzten 10 Jahren fast ausschließlich der IMO Weg über das FSA verfolgt.

In diesem Zusammenhang hat sich Japan mit einer Studie über die Sicherheit auf Schüttgutschiffen⁸⁹ und einer Untersuchung von Beinaheunfällen⁹⁰ an der Diskussion beteiligt. Auf beide Arbeiten wurden FSA Techniken angewendet.

Großbritannien hat als erstes Land, wie schon erwähnt, FSA für die Sicherheitsbewertung vorgeschlagen und danach konsequent im Rahmen der IMO vorangetrieben⁹¹. In den letzten Jahren ist auf internationaler Ebene

⁸⁶ - [HAH-99], S. 176 ff

⁸⁷ - [DRE-96]

⁸⁸ - MSC 69/14/1

⁸⁹ - MSC 72/INF 7

⁹⁰ - MSC 72/INF 9

⁹¹ - z.B. MSC 68/14/2

in diesem Zusammenhang außerdem eine Studie über die Sicherheit auf Schüttgutschiffen⁹² bemerkenswert, die im Rahmen von FSA angefertigt wurde.

Die skandinavischen Länder beteiligen sich ebenfalls an der Verbreitung von FSA. In diesem Zusammenhang ist neben den von Norwegen erbrachten Einzelleistungen noch eine Gemeinschaftsstudie⁹³ über die Sicherheit auf Hochgeschwindigkeitsschiffen von Belang, die nach dem Unfall auf der „Sleipner“ durchgeführt wurde.

3.3.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerung bzgl. der Notwendigkeit des Erfassens der Unfallursachen

In diesem Kapitel wurde gezeigt, dass das Sicherheitsrisiko auf Schiffen mit einer Unfallrate zwischen 5% und 10% einen signifikanten Wert darstellt. Die Sicherheitswissenschaft hat die Aufgabe mit wissenschaftlichen Methoden die Ursachen für Schwachstellen im Sicherheitsbereich des Systems Schiff-Mensch-Umwelt zu identifizieren und Lösungswege zur Verminderung der Unfallgefahr vorzuschlagen. Als Basis dafür sollte das Unfallgeschehen systematisch und einheitlich ausgewertet werden. Diese Auswertung des Unfallgeschehens muss die Grundlage für die Erarbeitung von Regeln und Gesetzeswerken durch die zuständigen Verwaltungen sein. Es wurde allerdings zu Beginn des Kapitels gezeigt, dass wichtige Konventionen und Regeln oft auf Einzelunfälle zurückgehen.

Auf internationaler Ebene hat vor allem die IMO das Mandat, notwendige Regelungen anzuregen und zu verabschieden. Aufgrund der spezifischen Situation der IMO ist man dabei allerdings oft auf Kompromisse angewiesen und muss zudem lange Wartezeiten in Kauf nehmen, bis die entsprechenden Regeln rechtsverbindlich werden. Das hat zur Unzufriedenheit bei einigen Staaten geführt, die seitdem verstärkte Anstrengungen unternehmen, mit eigenen Regelungen zur Erhöhung der Schiffssicherheit auf nationalem Gebiet beizutragen. Es bleibt abzuwerten, ob diese Entwicklung wirklich produktiv ist.

Es ist jedoch festzustellen, dass seit Beginn der 90er Jahre ein Wandel von der Erarbeitung ausschließlich technischer Vorschriften zur Erhöhung der Schiffssicherheit hin zur stärkeren Berücksichtigung des Menschen und seinen begrenzten Fähigkeiten zu verzeichnen ist. Als Beispiele seien der ISM Code und die vermehrte Benutzung von Risikoanalysen genannt.

Es fehlt jedoch nach wie vor eine solide Datenbasis, die es ermöglichen würde, den Einfluss des Menschen zu modellieren. Ohne diese Datenbasis ist es fraglich, auf welcher Grundlage Regeln erlassen werden, die zur Reduzierung des HE beitragen sollen. Im Zusammenhang mit dieser Datenbasis muss auch angemerkt werden, dass es auch keine international verbindlich anerkannten Modelle für die Erklärung des HE und seinen Einfluss auf Unfälle gibt. Es gibt zwar viele Forschungsbemühungen, allerdings fehlt die internationale Koordinierung. Zweifelhaft jedenfalls erscheint die einseitige Favorisierung der Risikoanalyse auf Expertenmeinungen.

Im folgenden Kapitel soll deshalb eine Überblicksdarstellung zum gegenwärtigen Stand der Wissenschaft gegeben werden. Zielstellung ist es dabei, eine Methode zu identifizieren, nach der Unfälle untersucht, ausgewertet und statistisch für die Erarbeitung von Regeln als Entscheidungskriterien aufbereitet werden können.

⁹² - MSC 72/4/3

⁹³ - MSC 71/14/2

4 Wissenschaftliche Methoden zur Erklärung der Einflussfaktoren bei Schiffsunfällen

Bei der Konzeption von Mensch-Maschine Systemen (und zu solchen gehört auch die Schifffahrt) wird heute durch eine Reihe von wissenschaftlichen Verfahren versucht, eine Risikoabschätzung für den sicheren Betrieb vorzunehmen. Die Mensch-Maschine Systeme werden dabei nach ganz speziellen Vorgaben konstruiert. Allgemein lässt sich sagen, dass sich mit steigendem gesellschaftlichen Sicherheitsbedürfnis und bei Berücksichtigung des investierten Kapitals die Sicherheitsvorgaben für das jeweilige System erhöhen. So ist man schon seit längerer Zeit dazu übergegangen, gewisse Risikoakzeptanzwerte zu definieren oder Konzeptionskriterien festzulegen. Die europäische Raumfahrtagentur ESA beispielsweise konzipiert Systeme so, dass eine einzige Störung im System nicht zu einem Totalausfall des Systems führen darf. Ähnliches gilt natürlich auch für die von der Gesellschaft kritisch beobachteten Bereiche der Atomindustrie und der Petrochemie. In der Schifffahrt sind solche Überlegungen erst in den frühen 90er Jahren aufgekommen (vgl. Kapitel 3).

Um die oben erwähnte Risikoabschätzung vornehmen zu können, bedarf es klar definierter wissenschaftlicher Verfahren. Die Risikoanalyse geht dabei auf die Atomindustrie zurück. Wie bereits erwähnt, gibt es unterschiedliche Ansätze, die unterschiedliche Zielsetzungen verfolgen, angefangen von der rein technischen Zuverlässigkeitsprüfung des Systems bis hin zur Analyse, die den Operateur des Systems in den Vordergrund der Betrachtung stellt. Ziel ist es dabei, die latenten Fehler und die möglichen aktiven Fehler in einem System zu identifizieren, zu bewerten und deren Zusammenwirken als Unfallursache zu vermeiden.

In den meisten technischen Systemen gibt es eine Vielzahl von Faktoren und Bedingungen, deren Einfluss in deterministischen Untersuchungen aufgrund der Komplexität der Systeme heute nicht mehr erfasst werden kann. Die Ursachen und Wirkungen vieler Faktoren sind bei selbst einfachen Systemen nicht mehr modellierbar. Komplizierte Störgrößen, wie z.B. Schiffsbrände, lassen sich beim heutigen Stand der Wissenschaft immer noch nicht modellieren. Deshalb werden heute zumeist globale Analysen angestellt, bei denen nur signifikante Ursachen und Wirkungen untersucht werden.

Das Ziel dieses Kapitels ist es, den bisherigen Stand der wissenschaftlichen Entwicklung auf dem Gebiet Erforschung des HE Einflusses bei Unfällen zu dokumentieren. Es werden Überblicksdarstellungen gegeben, wobei der Schwerpunkt auf Methoden liegt, die für die im Kapitel 5 vorgeschlagene Unfallaufbereitungssystematik von Belang sind.

4.1 Definition der Begriffe HE, Human Factor (HF) und Human Error

Obwohl sich Arbeitswissenschaften und Psychologie schon seit mehr als hundert Jahren⁹⁴ mit der Frage des Einflusses des Menschen auf technische Systeme beschäftigten, fehlen bis heute einheitlich akzeptierte Definitionen für die Abgrenzung des HE⁹⁵. Das führt zu Zweifeln, ob sich die Resultate von unterschiedlichen Forschungsgruppen miteinander vergleichen lassen.

Aus diesem Grund ist es notwendig, die Begriffe im Zusammenhang mit dem Einfluss des Menschen auf technische Systeme für den Zweck dieser Arbeit zu strukturieren und zu definieren. Insbesondere die folgenden drei Begriffe werden in diesem Zusammenhang immer wieder benutzt, aber oftmals auch ungenau verwendet:

- HE
- HF
- Human Error

Dabei können die Begriffe wie folgt definiert werden.

⁹⁴ - vgl. [REA-90], S. 19 ff.

⁹⁵ - vgl. [SCH-98], S. 62

4.1.1 HE und HF

HE und HF sind Oberbegriffe, die inhaltlich identisch sind. Es gibt keine Unterschiede und somit bleibt es dem jeweiligen Autor überlassen, den einen oder den anderen Begriff zu verwenden. Da die IMO den Begriff HE verwendet, soll dies auch im weiteren Verlauf der Arbeit geschehen. Bei Kuo [KUO-98]⁹⁶ findet sich eine ausführliche Übersichtsdarstellung zum Begriff HE, dort HF genannt. Er identifiziert im wesentlichen drei Richtungen, aus denen HE bisher betrachtet worden ist und die demzufolge zu entsprechenden Definitionen kommen:

- Ergonomische Betrachtungsweise
- Mensch-Maschine Schnittstellen Problematik
- Sicherheitsbezogene Definition des HE

Dabei werden sehr unterschiedliche Ergebnisse erzielt.

4.1.1.1 Ergonomische Betrachtungsweise

Es ist im wesentlichen eine der von Kuo [KUO-98] angeführten Definitionen, die die ergonomische Betrachtungsweise verdeutlicht. Reber [REB-85] versteht unter HE, die Wissenschaft der geeigneten Verbindung zwischen Tätigkeiten und Personen, wobei er besonders auf die Studien der Beziehung zwischen der Anatomie, der Physiologie und der Psychologie von Individuen fokussiert.

Es steht bei der ergonomischen Betrachtungsweise die Anpassung der Arbeit an die Eigenschaften des menschlichen Organismus im Vordergrund, wobei eine Optimierung von Tätigkeiten angestrebt wird.

4.1.1.2 Mensch-Maschine Schnittstellen Problematik

Die Mensch-Maschine Problematik beschäftigt sich nach Kuo [KUO-98] in erster Linie mit Informationsverarbeitung, Entscheidungsfindung, Wahrnehmung sowie psychischen und physischen Grundlagen. Er begrenzt die Mensch-Maschine Schnittstellen Problematik allerdings auf das Design von Werkzeugen, Maschinen, Systemen etc. Das kommt auch in der angeführten Definition von Chapanis⁹⁷ zum Ausdruck, in der es heißt, dass HE menschliches Verhalten, menschliche Fähigkeiten, Grenzen und andere Charakteristika untersucht, die für die Konzipierung von Hilfsmitteln, Maschinen, Systemen, Aufgaben, Tätigkeiten und Umgebungsbedingungen für eine produktive, sichere und komfortable und effektive Nutzung menschlicher Ressourcen notwendig sind.

Allerdings werden eher funktionale Aspekte von Systemen in den Vordergrund gestellt. Die Frage nach sicherheitsrelevanten Aspekten wird durch die Betrachtungsweise zum Teil vernachlässigt.

4.1.1.3 Sicherheitsbezogene Definition des HE

In diesem Bereich führt Kuo [KUO-98] die Definition des UK Health and Safety Executive⁹⁸ an, wonach der Begriff HE das Wahrnehmungsverhalten, mentale und physische Fähigkeiten von Menschen, die Interaktion von Individuen in ihren Tätigkeiten und dem Arbeitsumfeld, sowie den Einfluss von Ausrüstung und Systemgestaltung auf das menschliche Leistungsvermögen kennzeichnet. Außerdem gehört der Einfluss der

⁹⁶ - [KUO-98], S. 110 - 112

⁹⁷ - [SAN-87], S. 5

⁹⁸ - [HEA-89]

Organisationsstruktur eines Systems dazu, welches sicherheitsbezogenes Verhalten am Arbeitsplatz entscheidend beeinflusst.

In dieser Betrachtungsweise geht es primär um die sichere Betreuung von Systemen. Darin liegt der Unterschied zu den vorangegangenen Betrachtungsweisen begründet.

4.1.1.4 Zusammenfassung des Begriffs HE

Unter Berücksichtigung der oben genannten Aspekte schlägt Kuo [KUO-93] folgende Definition für den Begriff HE vor:

Der Begriff Human Factor (Element) beschreibt das Zusammenwirken einer Gruppe persönlicher Fertigkeiten und Charakteristiken mit einer Kombination aus Hardware, Software, Arbeitsbedingungen und Organisationsstruktur bei der effektiven Durchführung einer Aufgabe.

Diese Definition berücksichtigt die Erkenntnis, dass menschliches Handeln nur im Kontext gesehen werden kann und dass es die Umgebungsbedingungen sind, die einen maßgeblichen Einfluss auf die menschliche Leistungsfähigkeit haben⁹⁹.

4.1.2 Human Error

Während der Begriff HE allgemein das Zusammenwirken von Mensch und Technik beschreibt, kann für den Begriff Human Error daher geschlussfolgert werden, dass dieser Begriff das Versagen des Zusammenwirkens von Mensch und Maschine charakterisiert. Die Schwierigkeit bei der Definition des Begriffes besteht jedoch darin, eine klare Abgrenzung des Begriffes vorzunehmen. Vielfach wird kritisiert, dass Human Error oft als Bewertung für ein Vorkommnis im Nachhinein benutzt wird¹⁰⁰, so dass es sich bei dem Begriff eher um eine Verurteilung als eine Kategorisierung handelt. Andere Quellen¹⁰¹ verweisen mit Recht darauf, dass der Begriff angewendet wird, um die Ursache einer Aktion, ein Ereignis selbst oder das Ergebnis einer Aktion zu beschreiben. Aus diesem Grunde soll hier eine intensivere Betrachtungsweise über den Inhalt des Begriffes Human Error und Kriterien für seine Anwendung angestellt werden.

Nach Hollnagel [HOL-98] sind es drei Kriterien, mit denen sich Human Error charakterisieren lässt:

- Ein definierter Leistungsstandard im System
- Ein Leistungsabfall im System
- Ein Leistungswille des Operateurs

Eine Verdeutlichung dieser Kriterien erfolgt in den kommenden Abschnitten.

⁹⁹ - vgl. [RED-97], S. 45; [HOL-98], S. 107,

¹⁰⁰ - vgl. [WOO-84], S. 200; [SCH-98]

¹⁰¹ - [SEN-91], S. 25; [HOL-98], S. 23; [REA-90], S. 59; [HOY-88], S.73 ff.

4.1.2.1 Leistungsstandard im System

Das Kriterium der Messbarkeit eines Fehlers an einem Standard ist ein wesentlicher Bestandteil der Definition menschlichen Fehlverhaltens und ist in allen Definitionen, die für dieses Kapitel untersucht worden sind, zu finden¹⁰².

Ein Fehler ist eine Abweichung von einem zuvor vereinbarten oder erwarteten Standard menschlicher Leistung, aus der eine unerwünschte Verzögerung, Schwierigkeit, Problem, Unfall oder Fehlfunktion resultiert (Peters [PET-66]).

Einige Autoren¹⁰³ unterscheiden weiterhin zwischen korrekter Absicht zu einer Tätigkeit und korrekter Ausführung der betreffenden Handlung.

4.1.2.2 Leistungsabfall im System

Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Identifikation eines menschlichen Fehlers ist, dass eine Aktion zu einer Abweichung von einem erwarteten Ergebnis im System führt. In den meisten Fällen richtet sich dabei die Aufmerksamkeit auf Leistungsabfälle im System. Jedoch sind auch Leistungssteigerungen, die auf fehlerbehafteten Entscheidungen beruhen, eine andere Art von menschlichen Fehlern¹⁰⁴.

Die Schwierigkeit bei Unfalluntersuchungen besteht darin, im nachhinein objektive Fakten festzustellen und aneinander zu reihen. Dabei ergibt sich nicht immer ein vollständiges Bild der Ereignisabläufe. Durch Befragungen nach einem Unfall werden sich nicht alle Hintergründe und Motive für einzelne Entscheidungen ermitteln lassen. Damit sind psychologische Ansätze der Unfalluntersuchung in einem gewissen Grade anzuzweifeln.

Durch eine Unfalluntersuchung kann jedoch festgestellt werden, ob es eine Handlung gab, die von einem vereinbarten Standard abweicht und die zweifelsfrei zu einem Leistungsabfall im System führt. Durch eine hohe Datendichte und weitere Anhaltspunkte aus der Unfalluntersuchung kann dann versucht werden, durch die Interpretation der Verhaltensmuster zu ermitteln, was zu der Handlung geführt haben mag. Hier kommt es auf das Zusammenwirken von Psychologie und Arbeitswissenschaften an.

4.1.2.3 Leistungswille

Ein ganz entscheidender Faktor ist der Wille zur Leistung im System. Es gibt Autoren¹⁰⁵, die unterscheiden zwischen Fehlern und Regelverstößen. Eine Handlung, die nicht vorsätzlich fehlerhaft oder unter Inkaufnahme eines Regelverstößes zu einem fehlerhaften Endergebnis führt, hat sicherlich andere Ursachen als im entgegengesetzten Falle. Insofern ist es sehr wichtig, die Beweggründe des Handelnden zu erkennen, da sich daraus natürlich auch andere Konsequenzen für die Unfallauswertung und Vermeidung ähnlicher Ereignisse in der Zukunft ableiten.

Wie schon im vorherigen Abschnitt erläutert, handelt es sich zwar bei diesem Kriterium um einen sehr wichtigen Indikator, jedoch ist es zweifelhaft, ob es sich immer objektiv ermitteln lässt, welcher Leistungswille hinter einer Aktion steckt. Insofern handelt es sich auch bei dem Leistungswillen, um ein theoretisch begründetes Kriterium für menschliche Fehler, was in der Praxis jedoch nicht immer ohne eine subjektive Interpretation nachzuweisen ist.

¹⁰² - z.B. bei [SEN-91], S. 25; [HOL-98], S. 23

¹⁰³ - z.B. [HOL-98]

¹⁰⁴ - vgl. [HOL-98], S.27

¹⁰⁵ - z.B. [REA-90], [RED-97]

4.1.2.4 Zusammenfassung Human Error

Die vorherigen Ausführungen machen deutlich, welche Schwierigkeiten, bei der Abgrenzung und Erklärung menschlichen Fehlverhaltens existieren. Es fehlt nicht an Definitionen und theoretischen Modellen. Es ist jedoch fraglich, ob alle Ansätze in der Praxis umgesetzt werden können. Es sind maßgeblich die Hintergründe von Handlungen, die sich in Unfalluntersuchungen nicht immer vollständig aufdecken lassen. Man muss sich aber immer bewusst sein, dass sich die Handlungen selbst immer nur aus diesem Kontext heraus erklären lassen. Das ist die Schwierigkeit, mit der jede Unfalluntersuchung konfrontiert wird.

Der Ansatz, der im weiteren Verlauf dieser Arbeit verfolgt wird, kann daher nur sein, dass man sich auf die ersten beiden Kriterien der Definition des Human Error konzentriert. Zum Zweck der Unfalluntersuchung wird Human Error für diese Arbeit wie folgt definiert:

Unter Human Error versteht man die Ursache von Handlungen, die in einem Mensch-Maschine-System durch menschliche Einflussnahme vorgenommen werden und einem definierten und bekannten Standard im System abweichen, wobei es in deren Folge es zu einem messbaren Leistungsabfall im System kommt. Diese Handlungen finden in einem Kontext statt (persönliche Voraussetzungen und Umgebungsbedingungen, wie z.B. Organisationsstruktur und andere äußere Einflüsse), ohne dass sich die Einflussfaktoren und deren Auswirkungen immer vollständig erfassen lassen.

Aus der Definition folgt, dass man sich auf die Identifikation der fehlerbehafteten Aktionen konzentriert und Fakten sammelt, die eine Interpretation mit verschiedenen Methoden ermöglichen. Wenn es gelingt, zu den identifizierten Fehlern zusätzliche Fakten zu sammeln, die eine umfangreiche Interpretation mit verschiedenen Modellen zulassen, müsste sich eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse erzielen lassen. Insofern wäre damit eine Grundforderung an Unfalluntersuchungen erfüllt und die gegenwärtige Kritik wegen dem Fehlen dieser Vergleichbarkeit gegenstandslos geworden.

4.2 Grundlagen für die Untersuchung von HE in technischen Systemen

Bevor die eigentlichen Verfahren zur Untersuchung des Einflusses von HE vorgestellt und verglichen werden, müssen noch einige Begriffe zur Einordnung der Verfahren in einen festen Rahmen eingeführt und definiert werden.

4.2.1 Anliegen der HE Untersuchungen

Der Unfallauswertung kommt eine besondere Rolle bei der Ermittlung von Defiziten im Schiffssicherheitsbereich zu. Zur Bewertung von fehlerbehafteten Systemen sind allgemein zwei Teilaufgaben zu lösen:

- die retrospektive Auswertung des Unfallgeschehens im System
- die Prognose und Bewertung von Sicherheitsrisiken in der Zukunft

Wichtig ist dabei, dass möglichst beide Teilaufgaben von einem Verfahren zur Untersuchung eines Unfalls gelöst werden können. Eine Bewertung ohne eine ausreichende Analyse der Vergangenheit ist genau so zweifelhaft, wie die retrospektive Analyse eines Systems ohne Aussagen zur Vermeidung zukünftiger Sicherheitslücken.

4.2.1.1 Retrospektive Analyse

Bei den retrospektiven Verfahren wird durch analytische Ansätze versucht, eine Ereigniskette oder ein Modell des jeweiligen Unfalls zu erzeugen. Durch Verallgemeinerung wird nach Gemeinsamkeiten und allgemein gültigen Aussagen über Prozesse bei Unfällen gesucht. Eine Bewertung der Konsequenzen für das Unfallgeschehen in der Zukunft steht dabei nur mittelbar im Vordergrund.

4.2.1.2 Bewertung der Sicherheit von technischen Systemen

Prognostische Verfahren versuchen auf der Grundlage von Defiziten, die in Systemen identifiziert worden sind, eine Risikoabschätzung für die Zukunft vorzunehmen. Sie können sich dabei (allerdings nicht ausschließlich) auch der Unfallanalyse bedienen. Die Verfahren der Risikoabschätzung wurden in erster Linie für die Atom- und petrochemische Industrie entwickelt. Im Zuge der intensiven Bemühungen, das Unfallgeschehen in der Seeschifffahrt zu reduzieren, fanden speziell diese Verfahren Berücksichtigung bei der IMO und den nationalen Schifffahrtsbehörden. Häufig werden mangels gesichert verfügbarer Daten über Unfälle und Sicherheitslücken in der Vergangenheit Expertenmeinungen und -schätzungen zugelassen.

4.2.2 Begriffe im Zusammenhang mit HE Untersuchungen

Für die detaillierte Betrachtung der einzelnen Unfalluntersuchungssysteme müssen noch einige Grundbegriffe im Zusammenhang mit Fehlern im System eingeführt und erläutert werden.

4.2.2.1 Latente und Aktive Fehler

In den Schemata zur Untersuchung von HE, die auf den Studien von Rasmussen¹⁰⁶ und Reason¹⁰⁷ basieren, wird eine Unterteilung der Fehler in aktive und latente Fehler vorgenommen.

Latente Fehler sind dabei Fehler, die bereits im System vorhanden sind, bevor ein Operateur eine fehlerhafte Handlung ausführen kann. Es handelt sich dabei oftmals um Fehler, die außerhalb des Einflussbereichs des Operateurs liegen und häufig durch fehlerhafte Entscheidungen auf höheren Managementebenen verursacht werden (vgl. auch Abschnitt 4.4.3). Aktive Fehler sind Fehler, die durch den Operateur im Einsatz verursacht werden – risikobehaftete oder fehlerbehaftete Aktionen. Durch das Zusammenwirken von aktiven und latenten Fehlern werden Unfälle verursacht.

4.2.2.2 Ursachen und Erscheinungsformen von Fehlern

Eine weitere Grundproblematik von Unfalluntersuchungen oder Untersuchungen am HE ist die Tatsache, dass Ursachen von Fehlern sich nicht eindeutig ermitteln lassen, wenn es um die Beweggründe von menschlichen Operateuren geht. Was in Unfalluntersuchungen ermittelt wird, sind die Erscheinungsformen von Fehlern. So lässt sich zum Beispiel feststellen, dass eine bestimmte Handlung konträr zu einem festgelegten Standard durchgeführt wurde. Der zugrunde liegende Beweggrund, also die Ursache des Fehlers, lässt sich nur durch Interpretation ermitteln. Dabei muss nach Aussage von Psychologen¹⁰⁸ auf ein psychologisches Modell der menschlichen Entscheidungsfindung zurückgegriffen werden. Jedoch beginnt mit der Interpretation der subjektive und damit anfechtbare Teil einer Unfalluntersuchung.

¹⁰⁶ - vgl. [RAS-84]

¹⁰⁷ - vgl. [REA-90]

¹⁰⁸ - z.B. [HOL-98]

Nach Hollnagel [HOL-98] leidet die Qualität vieler Klassifikationsschemata von Daten an der Vermischung von Ursachen und Erscheinungsformen von Fehlern. Es muss hier eine klare Trennung erfolgen. Ziel der in dieser Arbeit vorgeschlagenen Systematik kann es daher auch nur sein, die Erscheinungsformen der Fehler klar zu identifizieren und die notwendigen Angaben zu sammeln, die eine Interpretation mit verschiedenen psychologischen Modellen zulassen.

4.2.3 Bestandteile von HE Untersuchungen

Für eine Analyse von HE benötigt man nach Hollnagel¹⁰⁹ zumindest die folgenden drei Grundbestandteile:

- Methode zur Durchführung der Untersuchung
- Klassifikationsschema für die Erfassung der Daten
- Modell des Untersuchungsgegenstands

Die einzelnen Bestandteile wirken dabei wie folgt zusammen:

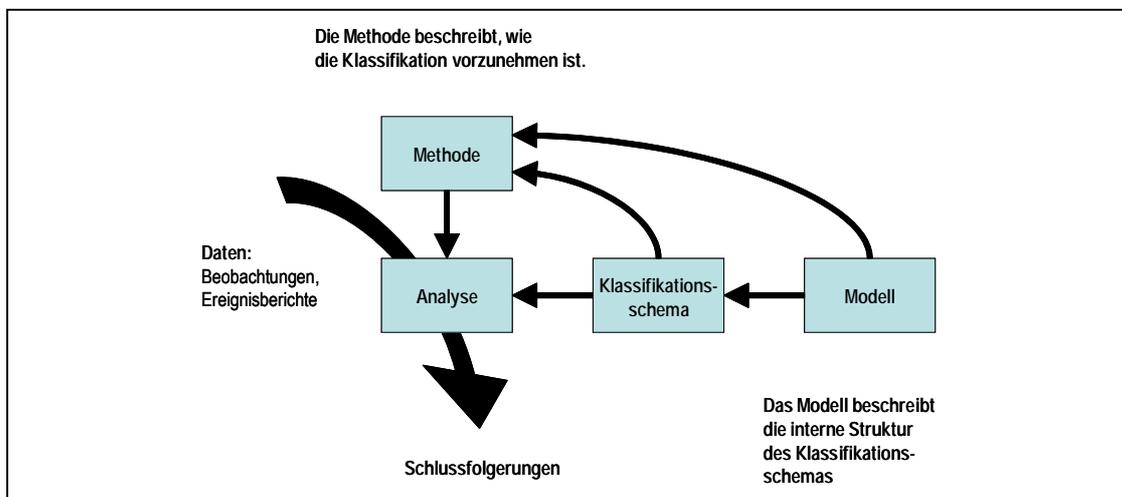


Abbildung 4 - 1: Zusammenwirken von Modell, Klassifikationsschema und Methode (Quelle: Hollnagel [HOL-98])

4.2.3.1 Methode

Die Methode der Untersuchung beschreibt die Art und Weise, wie Aktionen ausgeführt werden sollen, um mögliche Ursachen für Unfälle zu identifizieren. Mit Hilfe dieser fest definierten Schrittfolge soll die Vergleichbarkeit mit anderen Studien ermöglicht werden. Die Methode setzt den Schwerpunkt bei der Analyse eines Systems auf mögliche und wahrscheinliche Ursachen von Unfällen und wie Konzepte und Kategorisierungen anzuwenden sind, damit die Analyse zu den gewünschten Ergebnissen kommt. Bei der Bewertung von Systemen kommt es vor allem darauf an, ursächliche Ereignisse und daraus resultierende Konsequenzen zu ermitteln und qualitativ zu bewerten.

4.2.3.2 Modell des Untersuchungsgegenstandes

Das Modell ist wichtig für die Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes. Es beschreibt die Komponenten des Untersuchungsgegenstandes bzw. des zu untersuchenden Prozesses und deren Zusammenwirken. Es hat somit direkten Einfluss auf die interne Struktur des Klassifikationsschemas. Wenn ein Modell des

¹⁰⁹ - vgl. [HOL-98], S. 86

Untersuchungsgegenstandes nicht verwendet wird, wäre nach Hollnagel [HOL-98] die Folge, dass alle Daten miteinander kombiniert werden müssten, um zu gesicherten Ergebnissen zu kommen, da keine Abläufe von Prozessen vorausgesetzt werden können. Selbst bei kleinen Klassifikationsschemata ist das eine mathematisch nur sehr schwer lösbare Aufgabe. Insofern fällt dem Modell eine zentrale Rolle zu.

4.2.3.3 Klassifikationsschema der Daten

Ein Klassifikationsschema wird für die Kategorisierung der zu erfassenden Daten im Zusammenhang mit der Unfallanalyse benutzt. Die unterschiedlichen Kategorien dienen dabei als Ausgangspunkt für spätere Bewertung und Auswertung des beobachteten Systems. Das Klassifikationsschema nimmt dabei Bezug auf ein Modell des Untersuchungsgegenstands¹¹⁰. Es gibt allerdings auch Klassifikationsschemata, die von Praktikern ohne Bezug zu einem Modell des Untersuchungsgegenstands entwickelt worden sind¹¹¹. Es ist allerdings zweifelhaft, wie Klassifikationsschemata ohne Modelle funktionieren und zu gesicherten Aussagen kommen.

In der Literatur¹¹² wurde in den letzten Jahren folgende Kategorisierung¹¹³ von Klassifikationsschemata verwendet:

- Traditionelle HE Klassifikationsschemata
- Informationsverarbeitungsansätze
- Kognitiv-technische-Systemanalyse

Auch wenn diese Klassifikation nicht von allen Autoren übernommen wird und es Schemata gibt, die sich nicht so ohne weiteres in diese Gliederung einfügen, soll sie an dieser Stelle genannt werden, da die Gliederung eine Art Überblick zur Entwicklung der Herangehensweise an HE Untersuchungen darstellt.

4.2.3.3.1 Traditionelle HE Klassifikationsschemata

Traditionelle HE Modelle beschäftigen sich hauptsächlich mit der Identifikation und Klassifikation von fehlerhaften Handlungen auf der Grundlage des zu beobachtenden Verhaltens des Operators. Sie beschäftigen sich weniger mit der Beantwortung der Frage nach dem „warum“. Die Systeme haben eine starke Anlehnung an Ingenieurdisziplinen, gerade auch im Hinblick auf die Beschreibung von Mensch und Maschine. Kritikpunkte, die sich in der Literatur oft finden, sind das Fehlen oder die ungenügende Verwendung von psychologischen Modellen. Weiterhin wird sehr oft nicht zwischen Ursachen und Erscheinungsformen von Fehlern unterschieden.

Viele dieser Schemata sind sehr detailliert und speziell und lassen auf diese Art und Weise somit nur Vergleiche in der jeweiligen Branche zu. Eine interdisziplinäre Vergleichbarkeit ist somit nur eingeschränkt möglich.

Beispiele lassen sich in den gesamten letzten 40 Jahren immer wieder finden. Die meisten Systeme basieren auf der Unterscheidung von Fehlern als Aus- bzw. Unterlassungen von Handlungen¹¹⁴ oder der nicht

¹¹⁰ - z.B. CREAM (Hollnagel) auf SMoC (Hollnagel), Hybrid Model (Reason) auf GEMS (Reason)

¹¹¹ - z.B. [MOO-92]

¹¹² - ausführliche Darstellungen von HE Untersuchungsmethoden finden sich bei [HOL-98], [REA-97] und [KIR-94]

¹¹³ - z.B. bei [HOL-98] und [SAN-87]

¹¹⁴ - entweder vollständige Unterlassung, verspätete oder verfrühte Ausführung

korrekten Ausführung von Handlungen¹¹⁵. Als Beispiele lässt sich das von Altman 1964 aufgestellte Verhaltensmodell der fehlerhaften Handlungen (Behavioural model of erroneous actions) nennen:

Tabelle 4 - 1: Verhaltensmodell der fehlerhaften Handlungen (Quelle: Altman [ALT-64])

Eigenständige fehlerhafte Aktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Unterlassungsfehler (der Fehler eine geforderte Handlung auszuführen) • Einfügungsfehler (der Fehler eine nicht geforderte Handlung auszuführen) • Abfolgefehler (der Fehler eine Handlung außerhalb der geforderten Reihenfolge auszuführen) • Unakzeptable Durchführung (Qualität der Ausführung genügt dem Standard nicht)
Kontinuierliche Prozessfehler	<ul style="list-style-type: none"> • Fehler den angestrebten Status (im System) in der verfügbaren Zeit zu erreichen • Fehler das angestrebte Niveau der Systemkontrolle in der vorgesehenen Zeit aufrechtzuerhalten
Beobachtungs-/ Aufmerksamkeitsfehler	<ul style="list-style-type: none"> • Fehler relevante Signale oder Warnungen zu sehen • Fehlerhafte Erkennung von Signalen oder Warnungen

Andere Beispiele sind das Kritische Flug-Ereignis-Modell (Critical inflight event model) von Rockwell [ROC-87] und die Vorausschauende HE Analysetechnik (Predictive Human Error Analysis – PHEA – technique) von Embrey [EMB-92].

Um den Schwachpunkt des geringen psychologischen Hintergrunds für die o.g. Systeme und Schemata zu überwinden, wurden im Rahmen der traditionellen Herangehensweise an HE auch immer wieder Versuche unternommen, die traditionelle Sichtweise mit Hilfe von psychologischen Modellen der 70er und 80er Jahre zu erweitern¹¹⁶. Dabei gibt es die Versuche psychologische Ursachen bei spezifischen Problemen zu beschreiben (z.B. bei Human Performance Faktoren von Stoklosa [STO-83], Menschliches Versagen (Luffahrt) von Caesar [CAE-87]). Es wurden aber auch Versuche unternommen, das Problem der psychologischen Ursachen von HE auf allgemeiner Basis zu beschreiben (z.B. von Reason [REA-85] oder Norman [NOR-81]).

Traditionelle HE Verfahren sind einfach anzuwenden und liefern für kleinere Systemanalysen brauchbare Ergebnisse, werden jedoch häufig kritisiert, da sie sich wenig mit den Hintergründen fehlerhafter Handlungen beschäftigen. Insofern ist ihre Verwendungsmöglichkeit begrenzt.

4.2.3.3.2 Informationsverarbeitungsansätze

Während die im vorherigen Abschnitt betrachteten Ansätze sich auf das sichtbare Verhalten des Operators konzentrieren, gehen die Informationsverarbeitungsansätze davon aus, dass alle Handlungen eine kognitive Grundlage haben. Die entscheidende Frage bei diesen Ansätzen ist, was passiert zwischen der äußeren Stimulans (z.B. durch das Ablesen eines Messwertes) und der Reaktion (z.B. Nachregelung eines Systems). Als Antwort wurden Modelle entworfen, die den Informationsfluss zwischen Mensch und Maschine im Menschen über verschiedene kognitive Phasen zur Reaktion führen. Insofern ist die Psychologie zur Erklärung menschlicher Entscheidungsfindung an diesen Modellen sehr viel stärker beteiligt, als bei den traditionellen Ansätzen.

Die Informationsverarbeitungsansätze können quantitativ und qualitativ durchgeführt werden. Die quantitativen Modelle stellen die begrenzte Informationsaufnahme Kapazität des Menschen in der Vordergrund

¹¹⁵ - ungeplant, unbeabsichtigt

¹¹⁶ - vgl. [HOL-98]

und erklären HE oft als Folge eines Informationsüberangebots und der damit verbundenen Überlastung des Menschen. Die qualitativen Ansätze betrachten die verschiedenen Stufen in einem kognitiven Modell, die von der Informationsaufnahme zu einer Entscheidung führen. Dabei wird oft davon ausgegangen, dass ein vertrauter Prozess eine Entscheidung abkürzt. Fehler werden hier oft in der Überschätzung der eigenen Fähigkeiten gesehen.

Es sind speziell die qualitativen Modelle, die die Literatur der Informationsverarbeitungsansätze der letzten Jahre geprägt haben. Allen voran sei das Stufenleitermodell (Step-ladder model) von Rasmussen¹¹⁷ genannt. Es berücksichtigt drei Stufen der Informationsverarbeitung:

- Informationsaufnahme
- Informationsauswertung
- Reaktion

Die folgende Graphik veranschaulicht das Modell deutlicher.

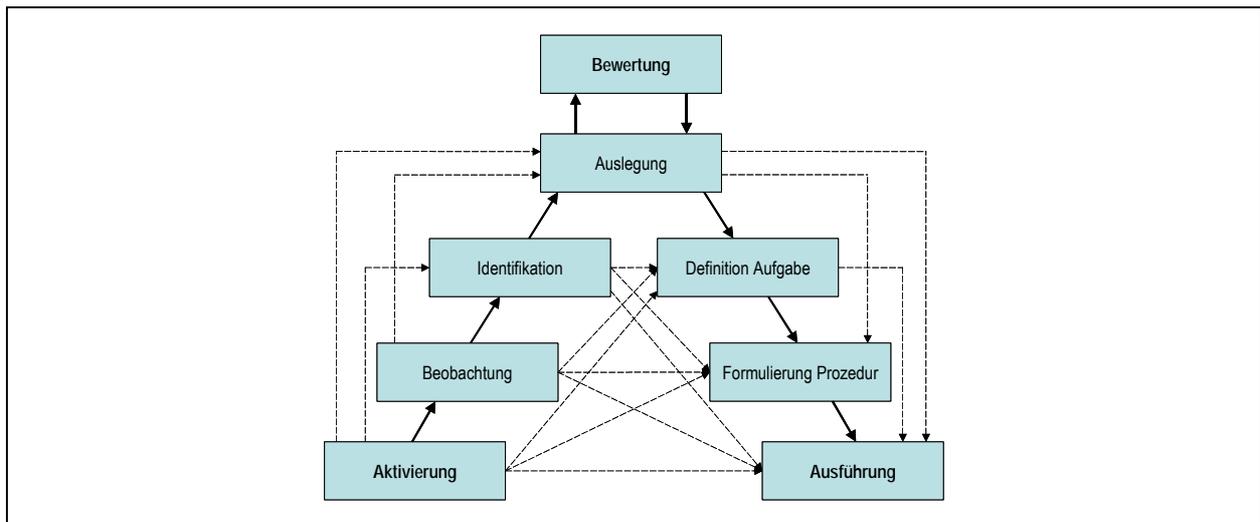


Abbildung 4 - 2: Stufenleitermodell (Quelle: Rasmussen [RAS-86])

Dieses Modell hat die Grundlage für eine Reihe weiterer Modelle gelegt, wie z.B. das Operateur Fehler Klassifikationsschema (Operator Error Classification Scheme) von Rouse und Rouse [ROU-83] oder das von der IMO favorisierte GEMS von Reason (vgl. Abschnitt 4.4.3).

¹¹⁷ - vgl. [RAS-74] und [RAS-86]

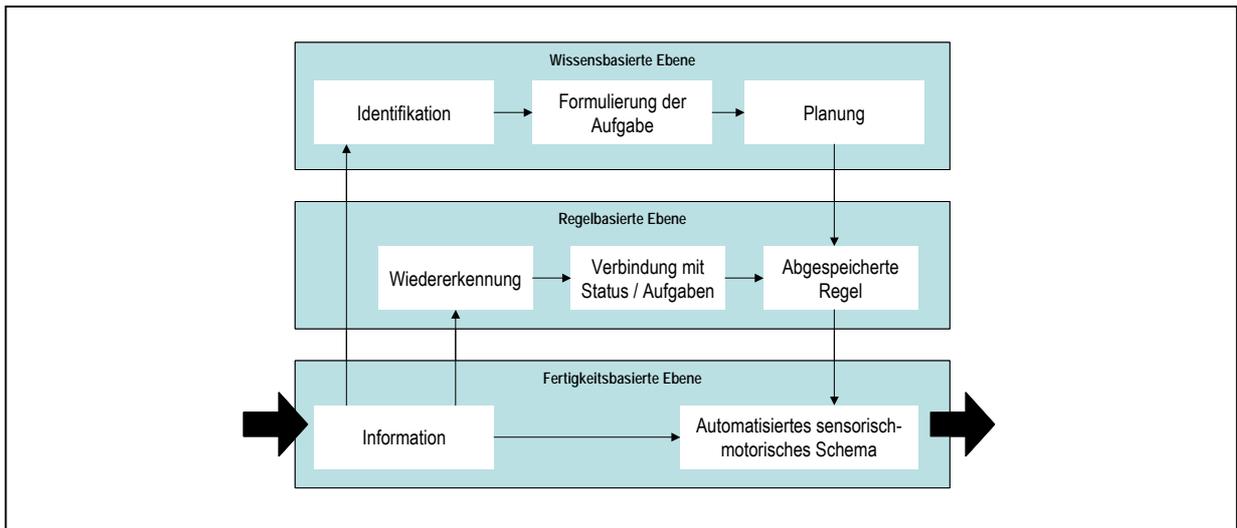


Abbildung 4 - 3: GEMS (Quelle: Hollnagel [HOL-98])

Nach Hollnagel [HOL-98] haben alle Informationsverarbeitungsmodelle drei Gemeinsamkeiten:

- Alle Modelle basieren auf der Annahme, dass es Kriterien gibt, gegen die man eine vom Systemstandard abweichende Reaktion messen kann (zur Bedeutung der Kriterien vgl. Abschnitt 4.1.2).
- Es sind psychologische Faktoren, die die Abweichungen von den Systemstandards beeinflussen.
- Die menschliche Informationsverarbeitungskapazität hat eine Reihe von Grenzen.

Die Informationsverarbeitungsansätze versuchen menschliches Fehlverhalten nicht nur zu kategorisieren, sondern Erklärungen für die Ursachen zu liefern. Insofern haben sie den traditionellen HE Verfahren voraus, nämlich dass sie durch die Ursachenermittlung besser eine Fehlervermeidung in Systemen betreiben können. Da die zugrunde liegenden psychologischen Modelle und Verhaltensmuster allerdings nicht immer eindeutig erkennbar sind und es darüber hinaus in der Psychologie auch unterschiedliche Auffassungen über menschliches Verhalten gibt, sind diese Ansätze natürlich mit einem sehr großen subjektiven Faktor versehen.

4.2.3.3 Kognitiv-technische-Systemanalyse

Die kognitiv-technische Systemanalyse ist eine Weiterentwicklung des Informationsverarbeitungsansatzes. Sie ist relativ jung und wird in der Literatur erst seit Beginn der 80er Jahre publiziert¹¹⁸.

Der entscheidende Unterschied zur Informationsverarbeitungstheorie ist der, dass die menschliche Entscheidungsfindung als ein aktiver Prozess betrachtet wird und Entscheidungen von der menschlichen Leistungsfähigkeit abhängen, die wiederum von der Umgebung beeinflusst wird. Entscheidungen stehen somit immer in einem sozio-technischen Kontext, in dem insbesondere die Organisation/Struktur des zu untersuchenden Systems und das Tätigkeitsumfeld selbst eine sehr große Rolle spielen.

Im Unterschied zu den Informationsverarbeitungsmodellen, die sich sehr stark auf interne und somit nur sehr schwer nachzuweisende Prozesse konzentrieren, konzentrieren sich die kognitiv-technischen Ansätze auf die Umgebungsbedingungen und das dort nachzuweisende Verhalten. Durch die Verknüpfung mit der kognitiven Psychologie sind sie den traditionellen HE Verfahren deutlich überlegen, die zwar für die Untersuchung einfacher Systeme geeignet sind, bei komplexeren Fragen aber vielfach nicht die gewünschten Resultate liefern. Die kognitiv-technische Systemanalyse schließt vom beobachteten Fehlverhalten auf die möglichen Ursachen und geht somit über die traditionellen Verfahren hinaus.

¹¹⁸ - vgl. [HOL-83]

4.3 Verfahren zur Bewertung der Sicherheit von Systemen und zur Vermeidung von Systemausfällen durch HE

In den vorangegangenen Abschnitten dieses Kapitels wurde erläutert, welches die Bestandteile einer Unfalluntersuchung sind und wie besonders der Anteil des HE ermittelt werden kann. Es wurde ebenfalls darauf hingewiesen, dass eine Unfalluntersuchung immer zwei Gesichtspunkte verfolgt – die Auswertung des jeweiligen Unfalls und eine Abschätzung der Risiken für die Zukunft des betreffenden Systems. Zu diesem Zweck gibt es unterschiedliche Verfahren, die Unfalluntersuchungsergebnisse statistisch als Grundlage für die Abschätzung der Risiken im System verwenden. Dabei kann auf die Modelle der vorherigen Abschnitte zurückgegriffen werden.

Es gibt aber auch Verfahren, die andere Sichtweisen verfolgen, wenn es um die Bewertung der Sicherheit von technischen Systemen geht. Diese Verfahren und Modelle berücksichtigen nicht zwingend Unfalluntersuchungsergebnisse, da diese nach Auffassung der Vertreter dieser Verfahren und Modelle nur ungenügende Aufschlüsse zu Sicherheitslücken in neuen Systemen bieten. Die vorherrschende Meinung ist, dass für die Konstruktion und Risikoabschätzung neuer Systeme nicht auf Unfallanalysen bisheriger Systeme zurückgreifen kann oder muss. Insofern werden andere Verfahren und Möglichkeiten bei der Sicherheitsabschätzung bevorzugt.

Nach Reason [REA-97] gibt es drei Modelle aus der Sicht des Sicherheitsmanagements für technische Systeme:

- das Personenmodell,
- das Technikmodell,
- das Organisationsmodell.

Nachfolgend soll eine kurze Übersichtsdarstellung zu diesen Sichtweisen gegeben werden.

4.3.1 Sicherheitsmanagement – das Personenmodell

Das Personenmodell steht für die traditionelle Sicherheit am Arbeitsplatz. Der Schwerpunkt liegt hier auf der Betrachtung der Aktivitäten von Operateuren, die zu unsicheren Bedingungen im System führen und auf der Auswertung individueller Unfälle. Menschen werden in dieser Sichtweise als Individuen betrachtet, die zwischen sicherem und risikobehaftetem Verhalten wählen können. Fehler sind in diesem Zusammenhang durch psychologische Faktoren beeinflusst, wie z.B. durch Unaufmerksamkeit, Vergessen etc.. Beispiele sind hier die klassischen psychologischen Klassifikationen von Verhaltensmustern am Arbeitsplatz, wie sie z.B. in Reason [REA-90] begründetem GEMS (vgl. Abschnitt 4.4.3) zu finden sind.

4.3.2 Sicherheitsmanagement – das Technikmodell

Das Technikmodell ist in den Ingenieurwissenschaften verwurzelt und bedient sich der Zuverlässigkeitsanalysen der Technik, der Ergonomie, der Risikobetrachtungen usw.. Sicherheit in Systemen wird in diesem Zusammenhang als etwas betrachtet, das in ein System als Faktor integriert und gemessen werden kann (und häufig als Wahrscheinlichkeitswert ausgedrückt wird). Der Operateur wird unter dem Gesichtspunkt betrachtet, wie dieser durch die Ausgestaltung des Arbeitsplatzes und den Informationsfluss der Schnittstelle Mensch-Maschine beeinflusst wird. Die Grundlagen für diese Betrachtungsweise sind in den sicherheitskritischen Industrien gelegt worden, wie der Atomindustrie, der petrochemischen Industrie sowie der Luft- und Raumfahrt.

In diesem Zusammenhang sind viele Techniken entwickelt worden, die auf analytische Weise die Risiken in einem System identifizieren und bewerten sollen. Nachfolgend werden stellvertretend vier Techniken erläutert.

4.3.2.1 Fehler und Effekt Analysen (Failure Mode and Effects Analysis – FMEA)

FMEA untersucht wie das Versagen einzelner Bestandteile die Leistungsfähigkeit eines Systems beeinflusst. Es werden die Komponenten eines Systems auf Ursachen für ein mögliches Versagen untersucht und die Auswirkungen des Ausfalls der betreffenden Komponente betrachtet und bewertet.

FMEA basiert auf einer Verfahrensanweisung¹¹⁹ des US Militärs, die 1949 erarbeitet wurde, um Systemausfälle zu vermeiden. FMEA wurde im zivilen Sektor Mitte der 60er Jahre in die Flugzeugindustrie eingeführt und wird heute hauptsächlich und in großem Umfang in der Fahrzeugindustrie verwendet. Der Qualitätssicherungsstandard QS 9000, die auf die Automobilindustrie zugeschnittene Variante des Qualitätssicherungsstandards ISO 9000, verlangt von Zulieferern FMEA für die Qualitätssicherung der Produkte zu verwenden.

Es gibt zwei Betrachtungsweisen in FMEA:

- Design FMEA zur Untersuchung eines individuellen Produktes
- Prozess FMEA zur Untersuchung eines Produktionsablaufs

Die Vorgehensweise ist dabei aus der folgenden Graphik ersichtlich.

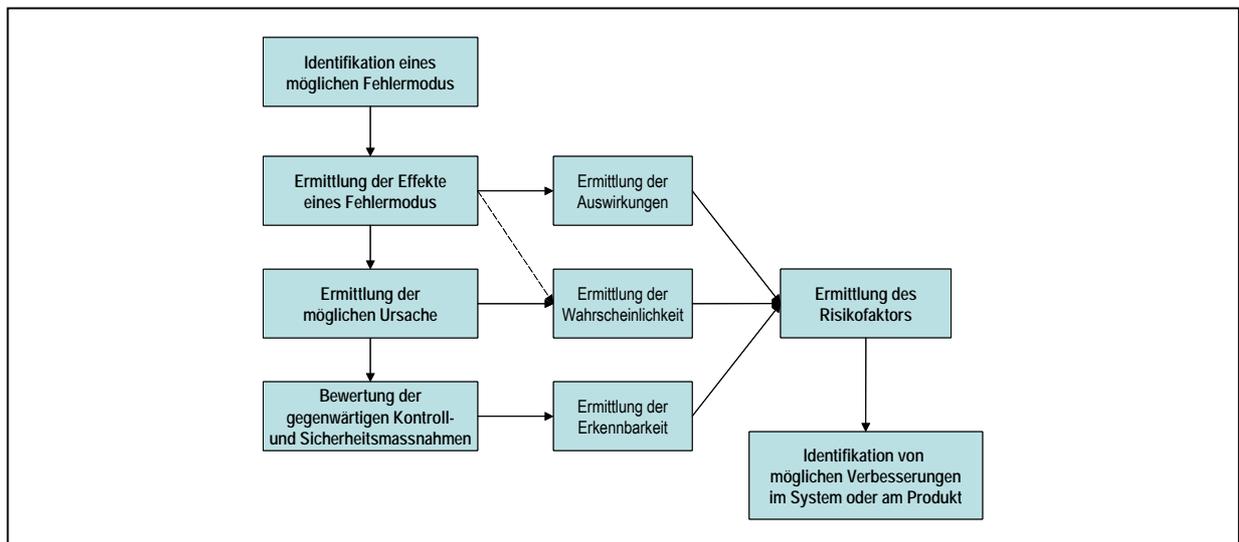


Abbildung 4 - 4: Vorgehensweise bei FMEA (Quelle: Hamnett [HAM-o.J.])

Die Auswirkungen von Fehlern werden in Ursache-Effekt-Diagrammen betrachtet und analysiert. Ein Bewertungssystem durch Brainstorming, in das Auswirkung, Wahrscheinlichkeit und Erkennbarkeit des Fehlers eingehen, liefert den Risikofaktor, der zur Priorisierung von Gegenmaßnahmen herangezogen wird. Die Ergebnisse werden in einem FMEA Arbeitsblatt dargestellt, in dem auch die Gegenmaßnahmen ersichtlich werden. Diese Arbeitsblätter sind „lebende“ Dokumente, d.h. es soll eine fortwährende Betrachtung und Bewertung des Prozesses stattfinden und somit die Maßnahmen hinsichtlich ihres Erfolges zur Fehlervermeidung fortwährend geprüft werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass FMEA eine Methode der Qualitätssicherung ist, bei der davon ausgegangen wird, dass in einem überschaubaren Prozess die Einflussgrößen bekannt sind und sich durch Expertenmeinungen die Randbedingungen in einem System erfassen und bewerten lassen. Die Einflussgröße Mensch spielt in diesen Überlegungen oft keine Rolle. Insofern ist das Verfahren für rein

¹¹⁹ - [MPM-49]

technische Prozesse sehr gut geeignet, lässt sich jedoch für größere Systeme, in denen der Mensch eine zentralere Position einnimmt, nicht so ohne weiteres verwenden.

4.3.2.2 Gefährdungsanalyse für den Betrieb eines Systems (Hazard Operability Studies – HAZOPS)

HAZOPS basieren auf der Identifikation von Gefahren durch das Verwenden von „Schlüsselworten“, die zur Untersuchung möglicher fehlerhafter Abweichungen in einem System herangezogen werden. Sie werden heute hauptsächlich in der chemischen Industrie für die Sicherheitsbewertung komplexer Anlagen verwendet. Die Vorgehensweise hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der FMEA aus dem Abschnitt 4.3.2.1. Eine ausführliche Darstellung findet sich u.a. auch bei Dickson [DIC-95].

Bei der Durchführung einer HAZOPS wird ein interdisziplinäres Team gebildet, das die Komponenten eines Systems untersucht. Dabei werden folgende Aspekte berücksichtigt:

- Aufgabe der zu betrachtenden Komponente oder des Teilsystems
- Mögliche Abweichungen von dieser Aufgabe
- Mögliche Gründe für die Abweichungen
- Mögliche Konsequenzen der Abweichungen

Die „Schlüsselworte“ (wie z.B. mehr, weniger, nicht, anders etc.) werden herangezogen, um die Auswirkungen der Störungen zu identifizieren und zu bewerten. Wie bei der FMEA auch werden die Ergebnisse auf einem Arbeitsblatt festgehalten, aus dem auch die möglichen Verbesserungsmaßnahmen ersichtlich sind. So entsteht auch hier ein „lebendes“ Dokument zur fortwährenden Überwachung und Verbesserung des zu untersuchenden Systems.

Wie bei der FMEA und der nachfolgend noch zu betrachtenden PSA hängt der Erfolg und die Güte der HAZOPS von der Teamzusammensetzung ab und von der Erfahrung, die die einzelnen Teammitglieder mitbringen. Auch dieses Verfahren ist sehr subjektiv, basiert nicht unbedingt auf statistisch gesicherten Daten und kann somit fehlerhaft sein.

4.3.2.3 Probabilistische Sicherheitsanalysen (PSA)

Nach Dougherty & Fragola¹²⁰ liefern PSA folgende Ergebnisse:

- Eine Beschreibung von Risiken bei der Ausrüstung, menschlichem Versagen und Kombinationen von Ereignissen, die zu einem Unfall führen können (dem Gedankengang Rechnung tragend, dass für gewöhnlich immer eine Kombination von Ereignissen notwendig ist, um einen Unfall zu verursachen)
- Die qualitative Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines der o.g. Risiken (inklusive von Aussagen zu der Genauigkeit der Abschätzung) Aussagen über mögliche quantitative Maßnahmen bzgl. der Ausrüstungsbestandteile, des menschlichen Faktors, Konstruktionsparametern etc

Kernstück der PSA sind Fehler- und Ereignisbäume. Ein Fehlerbaum wird für die Klärung der Frage benutzt, wie ein Fehler entstehen kann. Ausgehend vom Fehler geht man schrittweise zurück und versucht die auslösenden Bedingungen und Ereignisse zu ermitteln und logisch zu verknüpfen. Ein Ereignisbaum wird zur Klärung der Frage herangezogen, was nach dem Auftreten eines Fehlers passiert. Hier werden Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten eines Ereignisses ermittelt, die zur Bewertung des Gesamtrisikos eines Systems herangezogen werden.

¹²⁰ - [DOU-88], S. 74

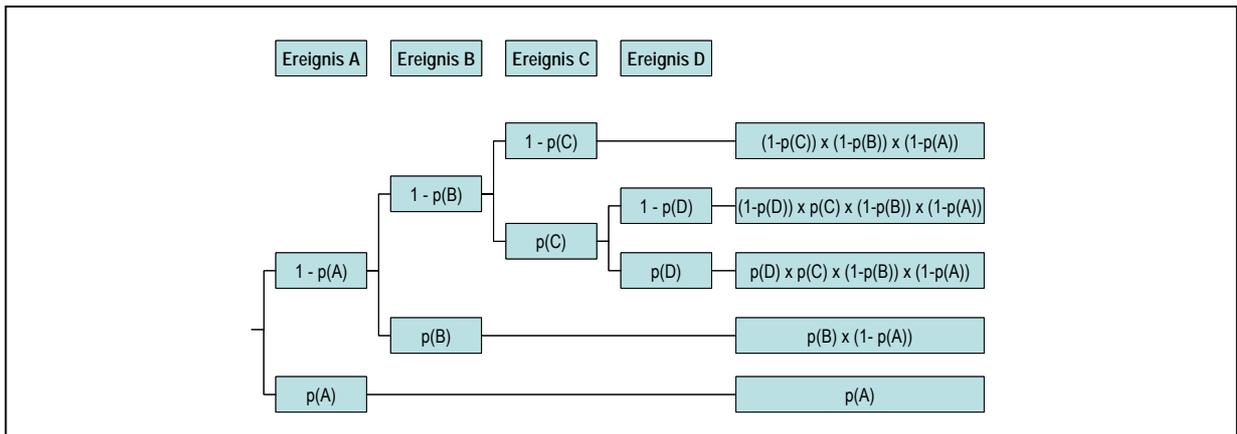


Abbildung 4 - 5: Beispiel für einen Ereignisbaum

PSA wird hauptsächlich in der Atomindustrie verwendet und geht auf eine US Reaktorsicherheitsstudie¹²¹ aus dem Jahre 1975 zurück. In dieser Studie wird die Vorgehensweise für PSA wie folgt beschrieben:

- Identifikation möglicher Gefahrenquellen
- Identifikation von Ereignissen, die Gefahren auslösen können
- Ermittlung möglicher Handlungsabläufe nach einem gefahrauslösenden Ereignis mit Hilfe von Ereignisbäumen
- Quantifizierung jeder Ereignisabfolge (unter Hinzuziehung von statistischen Daten oder Expertenschätzungen) mit der Zielsetzung, die Häufigkeit eines auslösenden Ereignisses und die Wahrscheinlichkeit des Versagens des dazugehörigen Sicherheitssystems zu ermitteln
- Ermittlung des Gesamtrisikos für den Betrieb eines Kraftwerkes unter Berücksichtigung der o.g. Schritte

Auch für die deutschen Kraftwerke wird PSA verwendet.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass PSA ein Versuch ist, die Zuverlässigkeit technischer Systeme in Wahrscheinlichkeiten auszudrücken. Wie auch FMEA lässt PSA sich nicht so ohne weiteres für Systeme verwenden, bei denen der Mensch eine zentrale Rolle spielt. Hier greift man auf menschliche Zuverlässigkeitsanalysen zurück (HRA – vgl. Abschnitt 4.3.2.4). Ein wesentlicher Kritikpunkt bei der PSA ist die Tatsache, dass für die Bewertung der Sicherheit von Systemen oft keine statistisch gesicherten Daten vorliegen und dass so oft auf Expertenschätzungen zurückgegriffen wird, was der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der PSA sicherlich abträglich ist.

4.3.2.4 Human Reliability Analysis (HRA)

Die HRA dient zur Bewertung der Zuverlässigkeit des menschlichen Operators in technischen Systemen.

Ihr liegt die Erkenntnis zugrunde, dass der Mensch in technischen Systemen anders betrachtet werden muss, als eine rein technische Komponente. Insbesondere der Three Mile Island Kraftwerksunfall¹²² in den USA im Jahre 1979 hatte deutlich gemacht, dass die Bedeutung des Operators in den bis dato gebräuchlichen Sicherheitsbewertungsverfahren nicht ausreichend berücksichtigt worden war. Aus diesem Grund wurden die vorher nur sporadischen wissenschaftlichen Vorstöße auf diesem Gebiet insbesondere nach dem o.g. Unfall intensiviert. Es gibt heute eine sehr große Anzahl unterschiedlicher Herangehensweisen und Techniken bei der HRA. Überblicksdarstellungen lassen sich u.a. bei Kirwan [KIR-94] und Hollnagel [HOL-98] finden. In den

¹²¹ - [WAS-75]

¹²² - obwohl bei diesem Kraftwerk PSA gemacht worden sind, zeigten zwei Wartungsfehler am Kühlsystem, dass die ausschließliche Konzentration auf technisches Versagen kein Garant für die Sicherheit in einem System ist

Anfängen stand bei der HRA analog zur PSA die Suche nach Fehlerwahrscheinlichkeiten im Vordergrund der Betrachtungen. Das führte zu umfangreichen Datenbanken, die solchen Methoden wie THERP¹²³ zugrunde liegen, und der Kritik, dass die dort aufgeführten Einzelwahrscheinlichkeiten für menschliches Versagen vielfach auf sehr subjektiven Bewertungen beruhen und nicht auf gesichertes Faktenmaterial zurückgehen. Unter diesem Eindruck hat die HRA sich von der ausschließlich quantitativ orientierten Betrachtungsweise zu einer Methode entwickelt, die auch Ursachen von Fehlern in einem gewissen Kontext betrachtet. Trotz alledem kommt der Quantifizierung immer noch die entscheidende Bedeutung zu.

Obwohl die unterschiedlichen Verfahren teilweise sehr stark voneinander abweichende Ansätze haben, kann man jedoch folgende Gemeinsamkeiten feststellen:

- **Problemdefinition** – es muss eine klare Abgrenzung der zu untersuchenden Aufgabe, des Systems etc. erfolgen, damit detaillierte Untersuchungen durchgeführt werden können, die zu entsprechenden Aussagen kommen.
- **Aufgabenanalyse** – es wird eine Analyse der erwarteten Aktionen vorgenommen, wobei berücksichtigt wird, in welcher Reihenfolge und mit welchen Hilfsmitteln Aktionen ausgeführt werden sollen.
- **HE Identifikation** – es werden die möglichen Fehler auf Grundlage der Aufgabenanalyse durchgeführt, wobei je nach Ansatz und zugrunde liegenden Modellen unterschiedliche Ergebnisse zu erwarten sind.
- **Verhältnismäßigkeit** – die identifizierten Fehler/Risiken müssen im Kontext mit den sonstigen Gefahren/Risiken für ein System gesehen werden (z.B. Umwelteinflüsse, Ausfälle von technischen Komponenten etc.).
- **HE Quantifizierung** – die Quantifizierung möglicher Risiken in Mensch-Maschine-Systemen ist eine zentrale Aufgabe der HRA.
- **Systembewertung** – es muss eine Bewertung des Systems abgegeben werden, die einschließt, ob die identifizierten Risiken akzeptiert werden können oder nicht.
- **Fehlervermeidungsanalyse** – es gibt sehr unterschiedliche Verfahren, die auf die Reduzierung des Eintretens von HE hinarbeiten.
- **Dokumentation und Qualitätssicherung** – wie bei den anderen in diesem Abschnitt beschriebenen Methoden sollen „lebende“ Dokumente entstehen, die zur fortlaufenden Überwachung und Verbesserung der Systeme herangezogen werden können.

HRA ist ein Verfahren, das dem menschlichen Operateur große Beachtung schenkt und ist von den in diesem Abschnitt beschriebenen Verfahren am meisten geeignet für HE Untersuchungen verwendet zu werden. Es kommt allerdings darauf an, welches der vielen Verfahren für Untersuchungen an Systemen, in denen der Mensch eine zentrale Rolle spielt, verwendet wird.

4.3.3 Sicherheitsmanagement – das Organisationsmodell

Die dritte Sichtweise beim Sicherheitsmanagement ist die organisatorische Sichtweise. Sie ist eng verwandt mit dem Krisenmanagement. Diese Sichtweise geht hauptsächlich auf die Publikationen von Perrow [PER-84] und Turner [TUR-78] zurück. HE Einfluss bei Fehlern wird hier hauptsächlich als Konsequenz und nicht als Ursache gesehen. HE ist nach Auffassung der Vertreter dieser Sichtweise ein Indikator für latente Fehler im System (vgl. Abschnitt 4.2.2.1).

Die Organisationssichtweise ist oftmals eine Erweiterung des Technikmodells.

¹²³ - THERP – Technique for human error rate prediction – vgl. auch Swain & Guttman [SWA-83]

4.3.4 Bewertung der Sichtweise des Sicherheitsmanagements

Obwohl die in diesem Abschnitt vorgestellten Modelle und Sichtweisen auf die Bewertung von Sicherheitsrisiken in technischen Systemen nicht zwingend auf Unfallanalysen zurückgreifen, werden jedoch ähnliche bzw. identische Modelle zur Erklärung des HE Einflusses in den betreffenden Systemen verwendet. Der wesentliche Unterschied zwischen diesem Verfahren und Unfallanalysen ist der, dass diese Verfahren aufgrund analytischer Methoden eine Risikobewertung vornehmen. Sie werden hauptsächlich für Systeme verwendet, die neu konzipiert werden. Daher erfolgt auch der Ansatz, dass man mit Unfallanalysen bestehender Systeme keine Aussagen zu eventuell vorhandenen Sicherheitsrisiken in diesen neuen Systemen treffen kann. Diese Annahme erscheint zumindest teilweise zweifelhaft, da neue Systeme in der überwiegenden Anzahl nicht ohne Erfahrungen aus Vorläufersystemen konzipiert werden. Insofern basieren die analytischen Methoden durchaus auf Vorkommnissen in der Vergangenheit, jedoch gehen diese durch Brainstorming und ähnliche Ansätze subjektiv beeinflusst und ohne auf gesicherte statistische Informationen zu den Vorkommnissen in Vorläufersystemen zurückzugreifen in die Sicherheitsbewertungen ein.

Die in diesem Abschnitt genannten drei Sichtweisen auf die Problematik Sicherheitsmanagement schließen sich dabei nicht gegenseitig aus. Die Grenzen sind oft fließend und bei vielen Verfahren werden oft Aspekte aus mehreren Sichtweisen verwendet. So schließt Reason [REA-90] in seiner Publikation zu GEMS und dem Modell der Produktion sowohl Aspekte des Menschenmodells und der organisatorischen Sichtweise mit ein.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die analytischen Verfahren zur Bewertung der Sicherheit in neuen Systemen, die nicht auf Unfallanalysen beruhen, prinzipiell ähnliche oder sogar identische Modelle und Erklärungen benutzen wie die Unfallanalysemethoden. Insofern besteht der Unterschied einzig und allein in der Herangehensweise an die Betrachtung des technischen Systems an sich.

4.4 Beispiele von Verfahren zur Untersuchung des HE in technischen Systemen

In den Abschnitten 4.2 und 4.3 wurden die Grundlagen an die Herangehensweise bei der Betrachtung der Sicherheitsrisiken von technischen Systemen erläutert. In diesem Abschnitt sollen einige Verfahren, sowohl der Unfallanalyse als auch der analytischen Betrachtung von Sicherheitsrisiken ohne Unfallanalyse vorgestellt werden. Die Auswahl kann aufgrund der Vielzahl der vorhandenen Techniken nur begrenzt sein. Es wird in diesem Zusammenhang auf die sehr umfangreichen Überblicksdarstellungen in Hollnagel [HOL-98], Reason [REA-97] und Kirwan [KIR-84] verwiesen.

4.4.1 Kognitive Zuverlässigkeits- und Fehleranalysemethode (Cognitive Reliability and Error Analysis Method – CREAM) (Hollnagel)

CREAM wurde von Hollnagel [HOL-98] nach einem intensiven Studium der bisher existierenden Ansätze erarbeitet. Ihm liegt ein Modell der Kognition zugrunde.

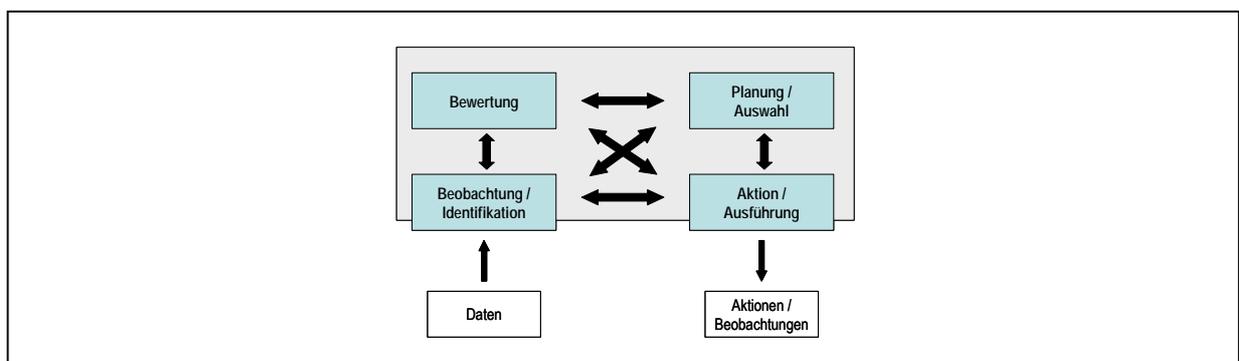


Abbildung 4 - 6: Modell der Kognition (Simple Modell of Cognition – SmoC) (Quelle: Hollnagel [HOL-98])

Das Anliegen dieses Systems ist es, HE auf der Grundlage eines kognitiven Klassifikationsschemas zu erklären, welches die Umgebungseinflüsse auf die menschliche Leistungsfähigkeit berücksichtigt.

4.4.1.1 Methode von CREAM

CREAM konzentriert sich auf die Ereignisanalyse. Von beobachtetem Fehlverhalten wird auf die zugrunde liegenden Ursachen geschlossen. Dies ist möglich, weil es zwischen Erscheinungsformen und Ursachen von Fehlern im Klassifikationsschema fest definierte Beziehungen gibt.

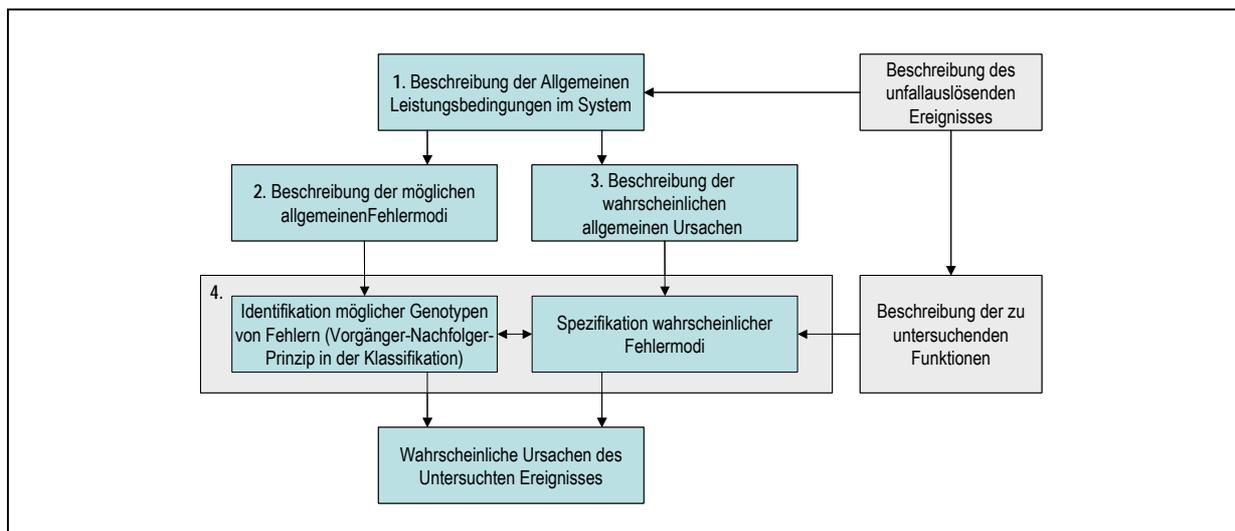


Abbildung 4 - 7: Vorgehensweise bei CREAM (Quelle: Hollnagel [HOL-98])

Die Vorgehensweise lässt sich wie folgt beschreiben:

1. **Ermittlung oder Beschreibung des Kontexts in dem der Unfall stattgefunden hat.** Zu diesem Zweck werden die sogenannten Allgemeinen Leistungsbedingungen ermittelt¹²⁴ und dargestellt.
2. **Beschreibung möglicher Fehlermodi.** Um die Analyse auf ein vertretbares Maß zu begrenzen erfolgt eine Identifikation möglicher Erscheinungsformen von Fehlern.
3. **Beschreibung wahrscheinlicher Ursachen.** Unter Berücksichtigung der im Punkt 1. ermittelten Randbedingungen ist es möglich, wahrscheinlichere Ursachen von weniger wahrscheinlicheren zu trennen.
4. **Detaillierte Analyse der fehlerbehafteten Funktion.** Mit Hilfe des Klassifikationsschemas wird in einer Vorgänger-Nachfolger-Beziehung die mögliche Ursache für den Fehler ermittelt.

CREAM lässt sich sowohl für die retrospektive Analyse als auch für die Quantifikation von Risiken verwenden.

¹²⁴ - in CREAM gibt es neun dieser Leistungsbedingungen, die die Ausgangslage im System charakterisieren sollen

4.4.1.2 Klassifikation von CREAM

Das Klassifikationsschema basiert auf der Einteilung in Fehlermodi (phenotypes) und Ursachen von Fehlern (genotypes).

Tabelle 4 - 2: Fehlermodi in CREAM (Quelle: Hollnagel [HOL-98])

Fehlermodus	Effekte
Dauer	Zu lang, zu kurz
Reihenfolge	Unterlassung, Sprung voraus, Sprung zurück, Wiederholung, Verdrehung, falsche Aktion
Objekt	Falsche Aktion, falsches Objekt
Stärke	Zu wenig, zu viel
Richtung	Falsche Richtung, falscher Bewegungstyp
Geschwindigkeit	Zu schnell, zu langsam
Distanz	Zu weit, zu kurz
Zeitpunkt	Zu früh, zu spät, völlige Unterlassung

Tabelle 4 - 3: Fehlerursachen bei CREAM (Quelle: Hollnagel [HOL-98])

Ursachen von Fehlern		
Mensch	Technik	Organisation
<ul style="list-style-type: none"> • Spezifische Kognitive Funktionen • Temporäre allgemeine menschliche Funktionen (z.B. Herzrhythmus, emotionaler Status) • Permanente allgemeine menschliche Funktionen (z.B. Farbenblindheit) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausrüstung • Prozeduren • Temporäre Schnittstellen (Mensch-Maschine) • Permanente Schnittstellen (Mensch-Maschine) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikation • Organisation • Training • Umgebungsbedingungen • Arbeitsbedingungen

Die o.g. Ursachen der Fehler sind hierbei die Oberbegriffe. Es gibt für jeden Oberbegriff mindestens eine allgemeine Unterkategorie und für jede allgemeine Unterkategorie mindestens eine spezifische Unterkategorie. So hat zum Beispiel der Oberbegriff Kommunikation zwei allgemeine Unterkategorien – Versagen der Kommunikation und fehlende Information. Jede dieser allgemeinen Unterkategorien hat wiederum spezifische Unterkategorien, z.B. Versagen der Kommunikation hat die spezifischen Unterkategorien Nachricht nicht empfangen und Nachricht falsch verstanden.

Die definierten Beziehungen zwischen Oberbegriff und Unterkategorien machen es möglich, auf die Ursachen zu schließen.

4.4.1.3 Bewertung von CREAM

CREAM ist ein sehr ausführlicher Ansatz. Er berücksichtigt die Erkenntnis von der situationsabhängigen Leistungsfähigkeit des Menschen. Die Klassifikation selbst ist sehr allgemein, was in der Absicht des Autors lag, um eine hohe Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erzielen. Nach Hollnagels eigener Einschätzung bedarf es eines entsprechenden Zeitpensums und einiger Erfahrung, um die Methode anzuwenden. Bisherige Einsätze in der Praxis sind nicht bekannt. Obwohl auch hier ein großer subjektiver Anteil vorhanden ist, ist vor allem das klar gegliederte Klassifikationsschema mit seinen Abhängigkeiten hervorzuheben.

4.4.2 Systematisches Lernen von Unfällen (Kristiansen)

Mit dem 1995 veröffentlichten Systematischen Lernen von Unfällen¹²⁵ liegt eines der wenigen auf die Bedürfnisse der Schifffahrt zugeschnittenen Unfalluntersuchungssysteme vor. Es kritisiert die mangelhafte Unfallauswertung in der Schifffahrt, wie sie auch schon im vorherigen Kapitel beschrieben wurde. Nach Kristiansen soll eine Unfalluntersuchung folgende Punkte erfüllen:

- Wiedergabe der Reihenfolge und Interaktion der Ereignisse, die zu dem Unfall geführt haben
- Identifikation der Aufgaben, die nicht oder abweichend vom Systemstandard durchgeführt worden sind
- Unterscheidung zwischen technischem Versagen, Fehler oder extremen Umweltbedingungen
- Zuordnung der Fehler zu den Basissystemmodulen – Technik, Mensch-Maschine Schnittstelle, Operateur, Prozeduren, Organisation, Umwelt
- Identifikation von vorbeugenden oder Auswirkungen reduzierenden Maßnahmen

Diese Anforderungen werden wie folgt umgesetzt.

4.4.2.1 Methode vom Systematischen Lernen von Unfällen

Bei der Methode schlägt Kristiansen die folgenden vier Schritte vor:

- **Faktenblatt** – Als Grundlage für die weitere Unfalluntersuchung müssen zunächst die Fakten zusammengetragen werden.
- **Ereignisnetzwerk** – Auf der Grundlage der gefundenen Fakten erfolgt eine Wiedergabe der wichtigsten Ereignisse, die graphisch dargestellt werden, wobei die Unfallentwicklung in eine Ausgangssituation (Grundbedingungen vor dem Unfall), eine Initialphase des Unfalls, eine Eskalationsphase und eine kritische Phase gegliedert ist. Die Fakten werden graphisch dargestellt, um eine bessere Zuordnung der Beziehungen zwischen den Ereignissen zu ermöglichen. Auf diese Weise wird eine Übersicht erstellt, die die spätere Auswertung besser möglich macht.
- **Untersuchung der Fehler** – Von den ermittelten ursächlichen Fehlern wird auf die internen Fehlermechanismen und weitere Ursachen geschlossen. Zusätzlich werden für jeden Fehler vorbeugende Maßnahmen vorgeschlagen.
- **Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse**

Speziell die Untersuchung der Fehler wird für alle Phasen des Unfalls separat durchgeführt.

¹²⁵ - [KRI-95b]

4.4.2.2 Klassifikation des Systematischen Lernens von Unfällen

Kristiansen unterscheidet in seiner Klassifikation zwischen Funktionsfehlern (Erscheinungsformen von Fehlern), internen Fehlermechanismen und Ursachen, wobei die Fehlermechanismen das Bindeglied zwischen Funktionsfehlern und Ursachen darstellen.

Tabelle 4 - 4: Klassifikationsschema beim Systematischen Lernen von Unfällen (Quelle: Kristiansen [KRI-95b])

Funktionsfehler		
Umweltbedingungen		Ungenügende Ladungspflege
Bedingungen außerhalb des Einflusses des Schiffs		Ungenügende Brennstoff-, Schmierstoffzufuhr, Kühlung
Schwächen im Design		Ungenügender Maschinenbetrieb
Technisches Versagen		Wartungs- oder Reparaturfehler
Durch Ladung verursachte Fehler		Ungenügende Notfallplanung
Ungenügende Stauung/Stabilität		Ungenügende Kontrolle an Bord
Interne Fehlermechanismen		
Zielsetzung/Priorität		Befehl/Kommunikation
Wahrnehmen/Erkennen		Analysieren und Entscheiden
Empfindung, Identifikation und Unterscheidung		Handeln und Kontrollieren
Erinnerung		
Ursachen		
<i>Individuelle Faktoren</i>	<i>Organisation und Führung</i>	<i>Leistungsbeeinflussende Faktoren</i>
Ungenügende Fähigkeiten	Ungenügendes Schiffsmanagement	Physischer Stress
Ungenügende Motivation	Ungenügendes Reedereimanagement	Arbeitsbelastung
Ungenügende Fertigkeiten	Ungenügende Besetzung des Schiffes	Ergonomische Faktoren
Psychologischer Stress		Soziales Klima
Physiologischer Stress	Ungenügende Routinen/Prozeduren	Seereisebedingungen
Vorbeugende Maßnahmen		
Technisch		Sicherheitsmanagement
Operativ		Entscheidungsträger
Personal		Infrastruktur

Zu den in der Tabelle aufgeführten Begriffen gibt es weitere Unterpunkte. Zwischen den Ursachen, den Fehlermechanismen und den Funktionsfehlern sind allerdings keine eindeutigen Beziehungen definiert. So kann einem bestimmten Funktionsfehler ein beliebiger Fehlermechanismus zugrunde liegen und weiter dann auch eine beliebige Ursache. Die Zuordnung wird durch die mit der Untersuchung des Unfalls befassten Personen vorgenommen.

4.4.2.3 Bewertung des Systematischen Lernens von Unfällen

Das Systematische Lernen von Unfällen ist ein traditionelles HF Schema. Es nimmt nur geringen Bezug auf Informationsverarbeitungsansätze, die im übrigen das System aber nicht nachhaltig beeinflussen. Das Klassifikationsschema der Fehler weist keine Beziehungen zu einem bekannten psychologischen Modell auf. Der Zusammenhang zwischen erkennbarem Fehlverhalten und den Ursachen ist nicht immer nachvollziehbar und basiert auf subjektiver Einschätzung. Die Aussagen über Methode und Kriterien für die Unfalluntersuchung sind hingegen von großer Sachkenntnis geprägt. Von Nachteil ist sicherlich, dass das System bei seiner Veröffentlichung als noch nicht ausgereift bezeichnet und danach auch nicht weiterentwickelt wurde.

4.4.3 Generisches Fehlermodellierungssystem (Generic error-modelling system – GEMS) (Reason)

Obwohl es sich beim GEMS nicht um eine Methode der Unfalluntersuchung, sondern vielmehr um einen Ansatz aus der Informationsverarbeitungstheorie (vgl. Abschnitt 4.2.3.3.2) handelt, mit dessen Hilfe Kategorien für HE in technischen Systemen definiert werden, soll das System vorgestellt und erklärt werden, da die IMO es als ein Modell für HE im „Code¹²⁶ for the Investigation of Marine Casualties and Incidents“ (vgl. Abschnitt 4.5.1) verwendet.

4.4.3.1 Modell von GEMS

Reason integriert in seine Betrachtungsweise die unterschiedlichen Managementebenen und versucht Fragen zu klären, inwiefern deren Entscheidungen die Voraussetzungen für Unfälle schaffen.

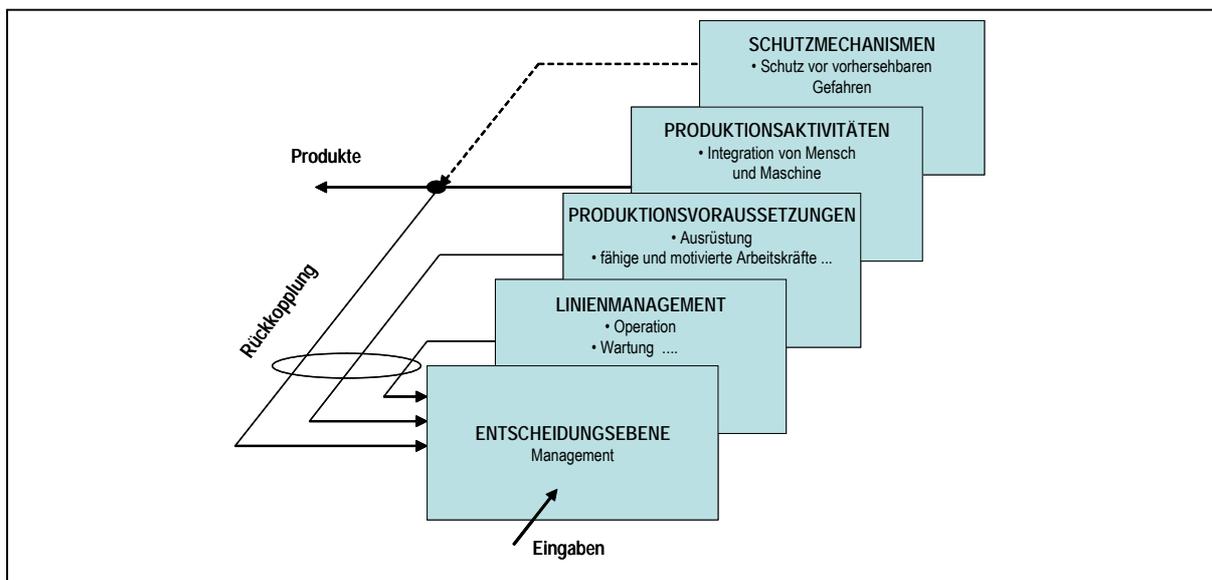


Abbildung 4 - 8: Modell der Produktion nach Wreathall/Reason (Quelle: Reason [REA-90])

Die hierarchische Betrachtungsweise der Produktion (oder jedes Systems, das auf irgendeine Weise eine Leistung, ein Ergebnis erbringt – also auch die Schifffahrt) geht davon aus, dass in erster Linie die Entscheidungsträger den überragenden Einfluss auf das System haben. Sie schaffen die Vorgaben und Rahmenbedingungen. Eine fortwährende Rückkopplung sorgt für Korrekturmöglichkeiten im System. Außerdem müssen Sicherheitsmechanismen in ausreichender Zahl zur Verfügung stehen, um mögliche Störungen zu unterbinden.

Störungen und Unfälle in einem System werden nach Reason hauptsächlich durch das Zusammenwirken von aktiven und latenten Fehlern im System verursacht.

¹²⁶ - IMO Res. A. 849(20), 1997 und Res. A. 884(21), 1999

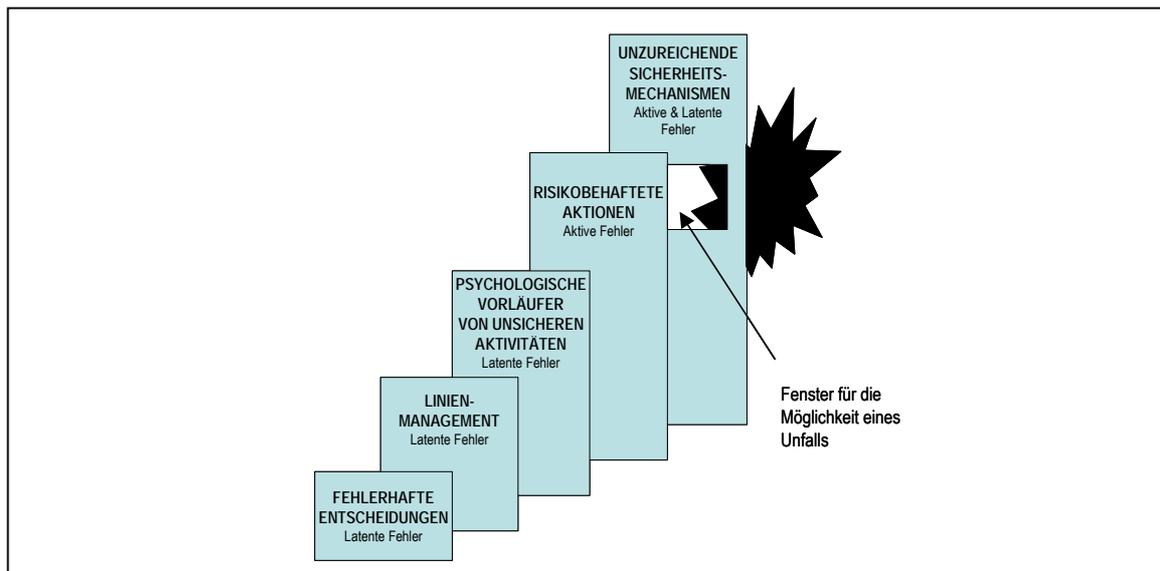


Abbildung 4 - 9: Störungen im System nach Reason (Quelle: Reason [REA-90])

Fehler auf den unterschiedlichen Managementebenen sind als solche bereits im System vorhanden (latente Fehler). Sie sind zu Rahmenbedingungen geworden, die ein Operateur im System vorfindet. Diese werden durch die Sicherheitsmechanismen im Normalzustand ausgeglichen. Durch fehlerbehaftete Aktionen des Operateurs (aktive Fehler) können die Auswirkungen der latenten Fehler verstärkt, die Sicherheitsmechanismen durchbrochen und ein Unfall verursacht werden.

4.4.3.2 Klassifikation von GEMS

Für die Klassifikation der Fehler verwendet Reason ein Schema, das auf Rasmussen¹²⁷ zurückgeht und von ihm weiterentwickelt wurde¹²⁸. Reason greift Rasmussens Idee auf, dass es drei Niveaus der Ausführung von Tätigkeiten gibt:

- Fähigkeitsbasierte Ebene
- Regelbasierende Ebene
- Wissensbasierende Ebene

Für GEMS hat er dieses Schema allerdings weiterentwickelt und die folgenden Fehlertypen identifiziert:

- Flüchtigkeits- und Routinefehler
- Regelbasierende Fehler
- Wissensbasierende Fehler

¹²⁷ - [RAS-86]

¹²⁸ - vgl. [REA-90], Kapitel 3

Er unterscheidet weiterhin zwischen bewusst durchgeführten Tätigkeiten und Tätigkeiten, die aus oder im Unterbewusstsein gesteuert werden, so dass sich folgendes Schema ergibt.

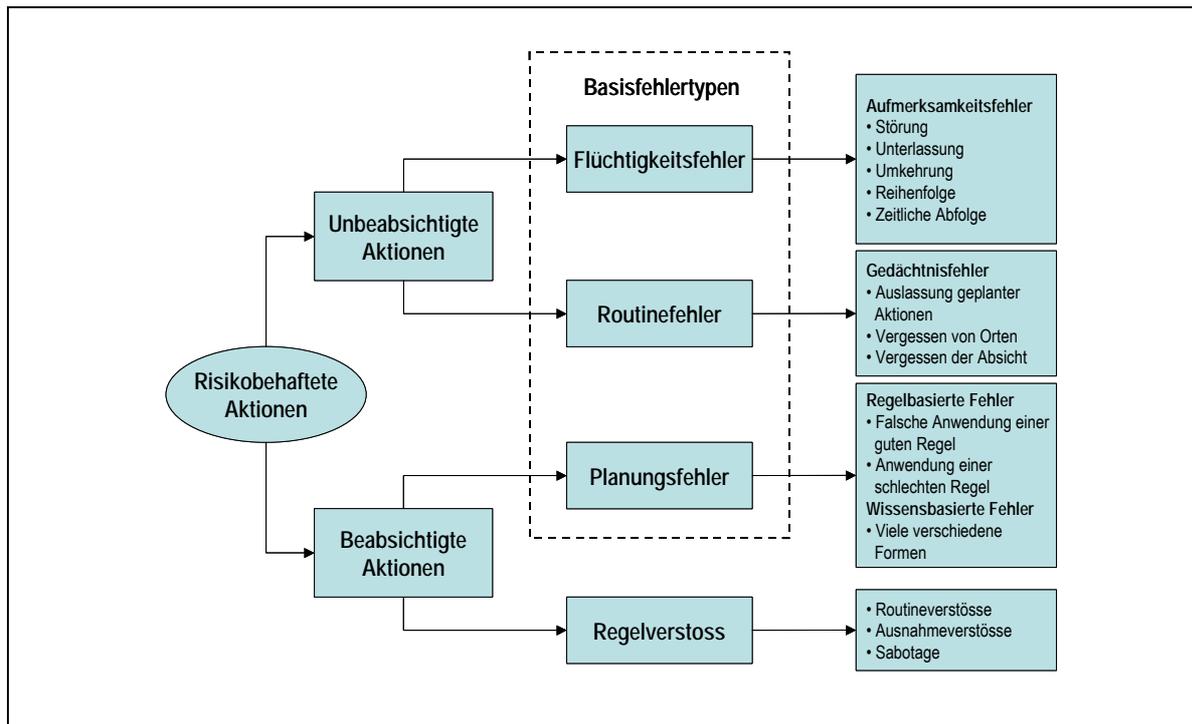


Abbildung 4 - 10: Struktur des GEMS (Quelle: Reason [REA-90])

Wichtig ist außerdem, dass Reason zwischen Fehlern und Regelverstößen unterscheidet. Ein Regelverstoß ist nach Reason kein Fehler und hat andere Ursachen.

4.4.3.3 Bewertung von GEMS

GEMS ist ein übersichtliches System, das über ein gut nachvollziehbares Modell und ein Klassifikationsschema verfügt. Nachteilig ist, dass das ganze System sich ausschließlich mit dem Menschen beschäftigt. Die Zusammenwirkung von Mensch und Technik, sowie äußere Einflüsse auf die Technik kommen zu kurz. Wie bei den meisten Systemen, denen der Informationsverarbeitungsansatz zugrunde liegt, sind bei der Klassifikation außerdem sehr detaillierte psychologische Kenntnisse notwendig. Die Fehlerkategorien lassen sich in der Praxis nicht exakt trennen. Die Grenzen zwischen einem planungs- oder regelbasierten Fehler sind genau so fließend, wie zwischen einem Fehler und einem Regelverstoß. Insofern sind objektive Aussagen schwer zu erzielen.

4.4.4 TRIPOD (Hudson, Reason, Wagenaar, Bentley, Primrose, Visser)

Das TRIPOD (Dreibein) System wurde von einem Team der Universitäten von Leiden und Manchester entwickelt¹²⁹ und basiert auf den Ideen der Systeme Review¹³⁰ und MESH¹³¹. Das Ziel dieses Systems ist nicht, Unfälle zu untersuchen, sondern ein existierendes System auf mögliche Schwachstellen zu untersuchen.

¹²⁹ - [HUD-94]

¹³⁰ - [REA-93]

¹³¹ - [REA-95]

4.4.4.1 Methode von TRIPOD

TRIPOD setzt sich aus drei Bestandteilen¹³² zusammen:

- Eine Sicherheitsphilosophie, die zu erreichbaren Zielen bezüglich der Sicherheit führt
- Berücksichtigung von Prozessen, die Sicherheitsmassnahmen durchbrechen können
- Eine Anzahl von Werkzeugen, um die sicherheitsgefährdenden Prozesse (die sogenannten allgemeinen Fehlertypen) messen zu können ohne dabei auf Unfallstatistiken zurückgreifen zu müssen.

Das prinzipielle Schema von TRIPOD ergibt sich aus der folgenden Abbildung:

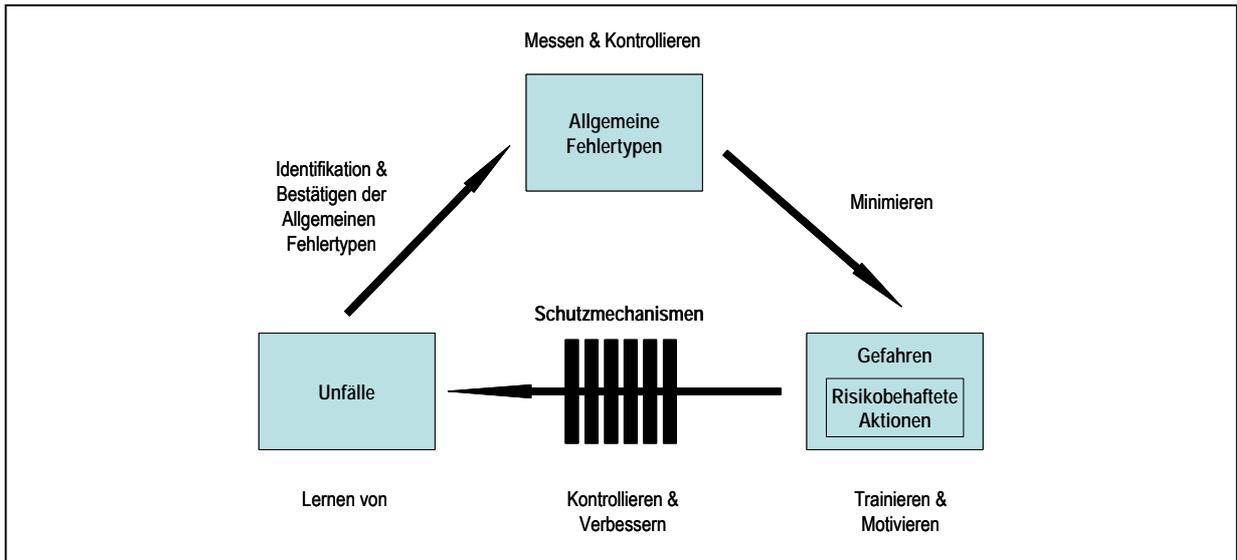


Abbildung 4 - 11: TRIPOD-Delta Schema (Quelle: Reason [REA-97])

Die drei Standbeine des TRIPOD sind die allgemeinen Fehlertypen, die risikobehafteten Aktivitäten und die negativen Ergebnisse dieser Aktivitäten.

TRIPOD fügt dem Reason Produktionsmodell [REA-90] eine weitere Sichtweise hinzu, da es davon ausgeht, dass man in Systemen gefahrbildende Indikatoren messen kann und so einen Unfall im Vorfeld erkennen und verhindern kann.

Zu diesem Zwecke werden für die Hauptoperationen im System Checklisten entworfen, die in eine Vielzahl gemessener Daten münden. Mit Hilfe einer speziellen Software werden diese Daten ausgewertet und Sicherheitslücken im System entsprechend einer speziellen Wichtung dargestellt.

¹³² - vgl. [REA-97], S. 132

4.4.4.2 Klassifikation von TRIPOD

Das Tripod Schema geht davon aus, dass spezielle Fehlertypen (General Failure Types – GFTs) Unfälle verursachen, die mit Ausfallzeiten verbunden sind (Lost-Time Injuries - LTIs). Um die LTIs zu verhindern, sollten die Ursachen für die GFTs beseitigt werden. Es werden 11 GFTs im System benutzt:

Tabelle 4 - 5: Allgemeine Fehlertypen beim TRIPOD-Delta System (Quelle: Reason [REA-97])

Allgemeine Fehlertypen	Erklärung
Hardware	<ul style="list-style-type: none"> • Qualität und Verfügbarkeit von Werkzeugen und Ausrüstungsbestandteilen, einschließlich Verantwortlichkeiten und Handlungsweisen beim Einkauf der Lagerhaltung, Leasing etc.
Design	<ul style="list-style-type: none"> • Design kann zu einem Fehlertypus werden, wenn es zu Fehlern oder Regelverstößen kommt (z.B. wenn die Funktionsweise bestimmter Bauteile nicht vollständig klar ist)
Wartungsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> • Beschäftigt sich nicht mit der Wartung direkt sondern mit dem Management (Art der Planung der Wartung, zeitgemäße Ausführung, Ausfälle etc.)
Prozeduren	<ul style="list-style-type: none"> • Untersucht die Genauigkeit, Relevanz, Verfügbarkeit und Durchführbarkeit von Prozeduren
Fehlerbegünstigende Bedingungen	<ul style="list-style-type: none"> • Bedingungen, die in Beziehung mit Individuen oder dem Arbeitsplatz stehen und Fehler hervorrufen können • Man unterscheidet zwischen fehlerbegünstigenden und regelwidriges Verhalten begünstigenden Faktoren
Management	<ul style="list-style-type: none"> • Frage nach dem Wissen über und die Duldung von Sicherheitsrisiken auf den unterschiedlichen Managementebenen
Unvereinbare Ziele	<ul style="list-style-type: none"> • Unvereinbare Ziele im System auf den drei Ebenen: Individuum, Gruppe und Organisation
Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> • Defizite in der Kommunikation (z.B. nicht vorhandene oder funktionierende Kommunikationskanäle)
Organisation	<ul style="list-style-type: none"> • Bedingungen, die organisatorische Defizite begünstigen, die zu unklaren Zuständigkeiten für die Sicherheit führen und dafür sorgen, dass Warnungen übersehen werden
Training	<ul style="list-style-type: none"> • Mit Weiterbildung im Zusammenhang stehende Fehler, wie z.B. das Ignorieren von Fortbildungsbedarf
Sicherheitsmassnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Hinweise bezüglich Identifikation von Sicherheitslücken, Arbeitsschutz, Notfallplanung etc.

Jeder dieser 11 Fehlertypen verfügt über 20 Indikatoren, die durch eine 220 Punkte umfassende Checkliste überprüft werden. Das Ergebnis wird mit Hilfe einer speziellen Software in Diagrammen dargestellt.

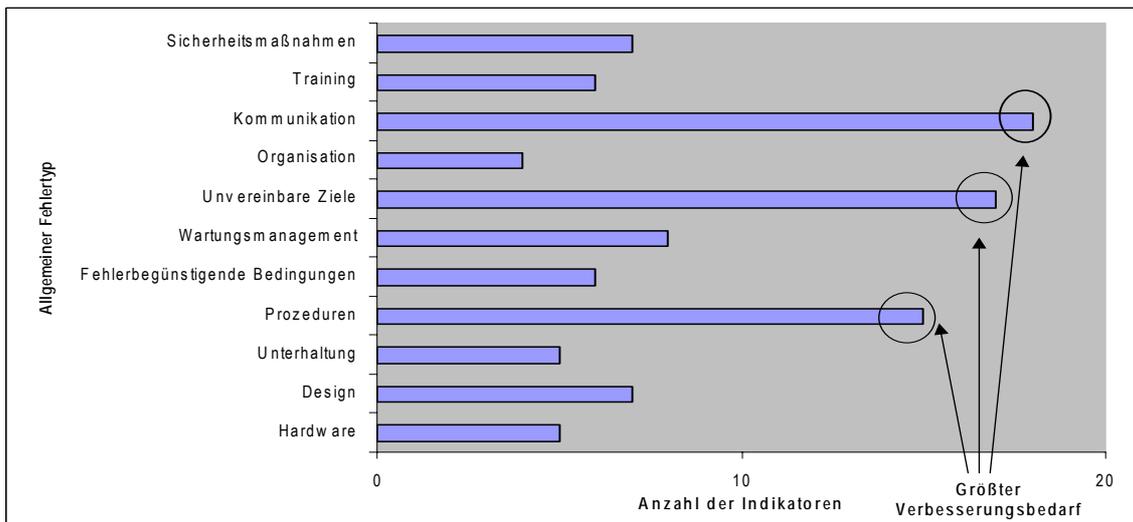


Abbildung 4 - 12: TRIPOD-Delta Auswertungsschema (Quelle: Reason [REA-97])

Diese Diagramme geben Aufschluss über notwendigen Verbesserungsbedarf im System. Eine Datenbank im Hintergrund kann dabei Langzeittrends angeben oder Entwicklungen darstellen.

4.4.4.3 Bewertung von TRIPOD

TRIPOD-Delta ist ein Beitrag zum Qualitäts- und Sicherheitsmanagement, bei dem Untersuchungen nach möglichen Unfallquellen im System gefordert sind. TRIPOD orientiert sich nicht an Unfallanalysen, sondern versucht eine Reihe von Fehlerindikatoren zu kontrollieren, die für das Auslösen von Unfällen verantwortlich sind. Insofern werden hier ähnliche Wege beschritten, wie bei der FMEA oder der HAZOP. Ein deutlicher Vorteil gegenüber den anderen beiden Verfahren ist jedoch, dass TRIPOD ein festes Klassifikationsschema hat, dass zu quantitativen Aussagen kommt. Obwohl die Philosophie bei TRIPOD eine andere ist, wäre ein ähnliches System, das Schwerpunkte im Unfallgeschehen auf der Grundlage einer Datenbasis für die Schifffahrt darstellen könnte, sehr wünschenswert.

4.4.5 Systemrückführung und HE Management (Human Recovery and Human Error Management) (van der Schaaf, Freese, Heimbeck)

Die meisten Unfalluntersuchungssysteme untersuchen die auslösenden Ereignisse und betrachten den Unfallverlauf gar nicht oder in einem nur sehr geringen Masse. Einen völlig anderen Ansatz bietet in diesem Zusammenhang das Systemrückführungsmodell mit HE Management nach van der Schaaf, Freese and Heimbeck [SCH-96]. Es betrachtet den Unfall stärker in seinem Verlauf und beschäftigt sich mit der Frage, ob es im System gewisse Reserven gibt, die die Auswirkungen eines Fehlers begrenzen und somit nicht zwangsläufig zu einem Totalausfall des Systems führen.

4.4.5.1 Darstellung der Systemrückführung und HE Management

Das Konzept greift dabei Reason's Sicherheitsmaßnahmen (defenses) auf, die in jedem System vorhanden sein und somit kleinere Fehler abfangen sollen. Nach Reason (vgl. Abschnitt 4.4.3) führt nur eine bestimmte Kombination von Faktoren und nicht ausreichende Sicherheitsmassnahmen zu einem Unfall. Zusätzlich wird hier aber die Frage gestellt, ob es nach dem Durchbruch der Sicherheitsmaßnahmen, die präventiv im Vorfeld eines Unfalls wirken sollen, bei einem beginnenden Unfall eine weitere Komponente gibt, die die Auswirkungen des Fehlers begrenzen kann. Zu diesem Zweck wird die Systemrückführung (recovery) eingeführt, die durch Notfallbewältigungsmaßnahmen oder durch weitere Systemreserven erfolgen kann.

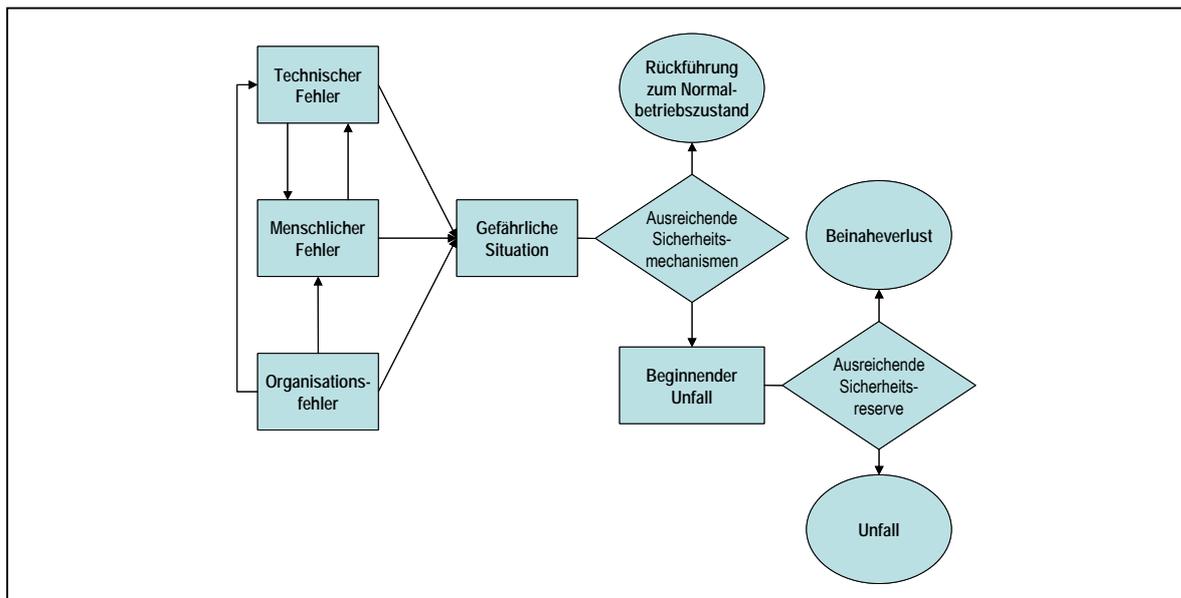


Abbildung 4 - 13: Systemrückführung und HE Management (Quelle: van der Schaaf [SCH-96])

Von Nachteil ist allerdings, dass es bisher keine Publikationen über die Analyse in einem solchen System gibt.

4.4.5.2 Bewertung der Systemrückführung und HE Management

Der Schwerpunkt in diesem System liegt auf der Prozesskontrolle und weniger auf der Unfallanalyse. Die Frage nach den Möglichkeiten im Anschluss an das Eintreten eines Notfalls ist jedoch ein ganz entscheidender Punkt, den dieses System als eines der wenigen aufgreift. Es ist verwunderlich, warum diese Frage nicht häufiger in System- und Unfallanalysen gestellt wird. In der Tat ist doch die Reaktion auf eine Systemstörung mindestens ebenso aufschlussreich, wie die Verursachung der Störgröße. In der Praxis hat es darüber hinaus genügend Beispiele gegeben, wo sich aus relativ kleinen Störgrößen große Katastrophen entwickelt haben. Insofern ist die Prozesskontrolle bei einem Unfall eine bisher zu wenig beachtete Größe.

4.5 Verfahren zur Untersuchung und Auswertung von Schiffsunfällen durch die IMO

Die IMO hat eine Reihe von Dokumenten erlassen, die sich mit der Auswertung von Unfällen vor dem Hintergrund der Erhöhung der Schiffssicherheit beschäftigen. Nachfolgend soll besonders auf die technischen Inhalte des Marine Accident Investigation Code und des Formal Safety Assessment eingegangen werden.

4.5.1 Der „Code for the Investigation of Marine Casualties and Incidents“ der IMO

Wie bereits im Kapitel 3 der Arbeit erwähnt, ist durch die IMO der „Code¹³³ for the Investigation of Marine Casualties and Incidents“ als Mittel zur Vereinheitlichung der Unfallanalysen erarbeitet worden. Neben Definitionen von Begriffen über die Wertigkeit von Unfällen und Aussagen über administrative Belange bei der Unfalluntersuchung ist im Annex¹³⁴ eine Vorgehensweise für die Erfassung und Auswertung des HE Einflusses befindlich.

4.5.1.1 Vorgehensweise beim IMO Code

Die Vorgehensweise beim IMO Code geht auf einen Vorschlag der US Coast Guard zurück und setzt sich aus sechs Schritten zusammen:

1. Sammeln von Ereignisdaten
2. Rekonstruktion der Ereignisabfolge
3. Identifikation von risikobegünstigenden Entscheidungen und Bedingungen

und dann für jede einzelne relevante risikobegünstigende Entscheidung und Bedingung:

4. Identifikation des Fehlertyps oder Regelverstoßes
5. Identifikation der zugrunde liegenden Faktoren
6. Identifikation von potentiellen Sicherheitsproblemen und Entwicklung von Sicherheitsmassnahmen

Für die einzelnen Schritte wird dabei auf anerkannte Modelle und Methoden aus der Fachliteratur zurückgegriffen, was nachfolgend verdeutlicht werden soll.

4.5.1.1.1 Sammeln von Ereignisdaten

Beim Sammeln der Ereignisdaten ist zunächst die Frage nach den Fakten zu stellen. Es geht in diesem Schritt noch nicht um eine Verknüpfung von Ereignissen, sondern lediglich um das Auffinden von Fakten. Es stehen die Fragen nach dem wer, was und wann im Vordergrund. Es soll dabei allerdings schon eine Vorsortierung stattfinden. Dabei bedient man sich des SHEL Modells nach Hawkins [HAW-97].

¹³³ - IMO Res. A. 849(20), 1997 und Res. A. 884(21), 1999

¹³⁴ - Annex, Appendix 2 – Guidelines for the investigation of Human Factors in Marine Casualties and Incidents

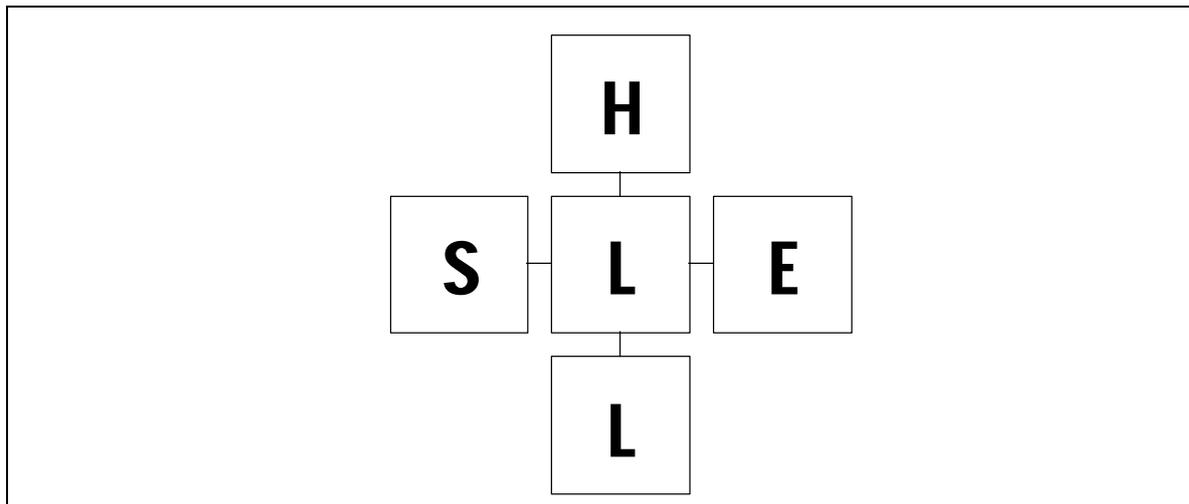


Abbildung 4 - 14: SHEL Modell nach Hawkins (Quelle: IMO)

Dabei stehen die einzelnen Bestandteile für:

- **S – Software** – Bestandteile des Systems, die Computerprogramme beinhalten, aber auch Handbücher, Handlungsanweisungen oder Checklisten,
- **H – Hardware** – Ausrüstungsgegenstände aller Art, sowohl technisch (z.B. Brückenausrüstung wie Radar, GPS Empfänger, Funkausrüstung etc.) als auch nicht technisch (z.B. Bestandteile der Sicherheitsausrüstung wie Feuerschutzanzüge, Feuerlöscher etc.)
- **E – Environment** – Umgebungsbedingungen, dabei ist nicht nur das Wetter gemeint, sondern z.B. auch das Arbeitsklima an Bord
- **L – Liveware** – der Mensch im System, einmal in bezug auf seine individuellen Fähigkeiten, zum anderen aber auch in Bezug auf Interaktionen mit anderen Menschen an Bord

Das SHEL Modell ist eine sehr einfache Darstellung für die Erklärung von Mensch-Maschine Interaktionen. Es bietet keine Erklärungen für die Beziehungen der einzelnen Komponenten untereinander. Es eignet sich nicht für die detaillierte Untersuchung von Unfällen. Einer Person, die nur über geringe Erfahrungen beim Untersuchen von Unfällen verfügt, kann es jedoch helfen, die sich die Grundarten von Interaktionen in Mensch-Maschine Systemen besser zu erklären.

4.5.1.1.2 Rekonstruktion der Ereignisabfolge

Im zweiten Schritt der IMO Vorgehensweise steht die Frage nach der Verknüpfung von Ereignissen zu Ereignisfolgen mit der Zielstellung der Rekonstruktion des Unfallhergangs im Vordergrund. Die IMO verwendet hierbei allerdings keine prozessbezogene Betrachtungsweise des Unfalls, sondern untersucht begünstigende Faktoren auf unterschiedlichen Entscheidungsebenen im System, die in der Summe dazu geführt haben, dass der Unfall ausgelöst werden konnte. Dabei wird auf das GEMS Modell von Reason¹³⁵ (vgl. Abschnitt 4.4.3) zurückgegriffen.

¹³⁵ - [REA-90]

4.5.1.1.3 Identifikation von risikobegünstigenden Entscheidungen und Bedingungen, der Fehlertypen und zugrunde liegender Faktoren

Bei der Identifikation risikobegünstigender Entscheidungen, der Fehlertypen und zugrunde liegender Faktoren wird auf die von Reason publizierten Modelle¹³⁶ verwiesen. Diese bilden den Rahmen für die Untersuchung der Unfallereignisabfolge, beginnend mit der Identifikation risikobegünstigender Entscheidungen (Schritt 3 der IMO Reihenfolge) über zur Klärung der Frage, was fehlerhaft an dieser Entscheidung war (Schritt 4 der IMO Reihenfolge) bis hin zur Betrachtung der Fehler im verhaltenspsychologischen Zusammenhang (Schritt 5 der IMO Reihenfolge).

4.5.1.1.4 Identifikation von potentiellen Sicherheitsproblemen und Entwicklung von Sicherheitsmassnahmen

Die Erkennung und Bewertung von potentiellen Sicherheitsproblemen in Systemen ist stark abhängig von den Faktoren, die während der Unfalluntersuchung als die unfallbegünstigenden Faktoren identifiziert wurden. Dieser Schritt baut stark auf die von Reason verwendeten Modelle für die Produktion auf, nach deren Grundaussage, ein Unfall im wesentlichen schon durch falsche Managemententscheidungen verursacht wird. Insofern bekommt dieser Punkt bei der IMO Herangehensweise an Unfalluntersuchungen eine zentrale Rolle.

4.5.1.2 Bewertung des IMO Codes

Der IMO Code berücksichtigt in erster Linie Gesichtspunkte der Praktiker. Er ist sehr stark von der Erkenntnis geprägt, dass in der jüngeren Vergangenheit wiederholt Unfälle stattgefunden haben¹³⁷, bei denen das Management der entsprechenden Reedereien einen wesentlichen Beitrag zur Begünstigung des Unfalls geleistet hat. Insofern wird die Betrachtung schwerpunktmäßig auf das System an sich ausgerichtet. Der Operateur kommt etwas zu kurz. Überfordert dürften mit der Unfalluntersuchung betraute Personen bei der Anwendung des Klassifikationsschemas GEMS sein. Die Grenzen der einzelnen Fehlerkategorien sind theoretisch gerechtfertigt und nachvollziehbar, jedoch in der Praxis durch den nicht psychologisch ausgebildeten Fachmann, der mit der Unfalluntersuchung betraut ist, schwer anwendbar, da die Grenzen oft fließend erscheinen und nur durch gezielte psychologische Befragungen erkennbar werden. Unter praktischen Aspekten erscheint es zweifelhaft, ob sich diese Befragungen nach einem Unfall wissenschaftlich zweifelsfrei durchführen lassen, da dafür eine sehr gute Erinnerung an viele Details und Beweggründe vorhanden sein müsste, was zweifelhaft erscheint. Bei der Modellierung des Systems an sich leistet das von Reason vorgeschlagene Modell sehr gute Dienste. Die Klassifikation der Fehler ist darüber hinaus anschaulich und auch durch den wenig vorgebildeten Laien leicht verständlich.

4.5.2 Formal Safety Assessment als ganzheitliches Verfahren zur Bewertung der Sicherheit von Systemen in der Schifffahrt

Neben der reinen Unfalluntersuchung hat die IMO Vorgaben für Verfahren gemacht, die Sicherheitsrisiken in Systemen im Vorfeld von Unfällen aufdecken sollen und bedient sich dabei des sogenannten Formal Safety Assessment (FSA). Der Begriff FSA meint eine formelle Risikoabschätzung. Die IMO hat FSA 1997 durch das MSC Circ. 829 / MSEP Circ. 335 eingeführt. Dieses Zirkular schlägt Richtlinien vor, wie FSA beim Erarbeiten von Vorschriften zu berücksichtigen ist. Die Richtlinien wurden dabei speziell an die Bedürfnisse der Schifffahrt angepasst. Allgemein lässt sich sagen, dass FSA eine Methode darstellt, innerhalb von fünf

¹³⁶ - vgl. Abschnitt über GEMS – Abschnitt 4.4.3

¹³⁷ - z.B. Herald of Free Enterprise und Scandinavian Star

definierten Schritten auf einer Fahrzeuggruppe oder auch für einzelne Arbeits- oder Organisationsprozesse eine Risikobewertung vorzunehmen.

Neben der Eingrenzung der Problemstellung an sich, die sicherheitstechnisch bewertet werden soll, ist es wichtig, das System zu definieren, in dem der Untersuchungsgegenstand interagiert. Es muss eine klare Abgrenzung zur Umwelt erfolgen, weil ansonsten zu vielen Möglichkeiten zu viele Lösungsansätze gegenüberstehen würden und das eigentlich Problem nicht mehr tiefgreifend bewertet werden kann.

Die IMO schlägt dabei folgende Komponenten für die Definition des jeweiligen Systems vor:

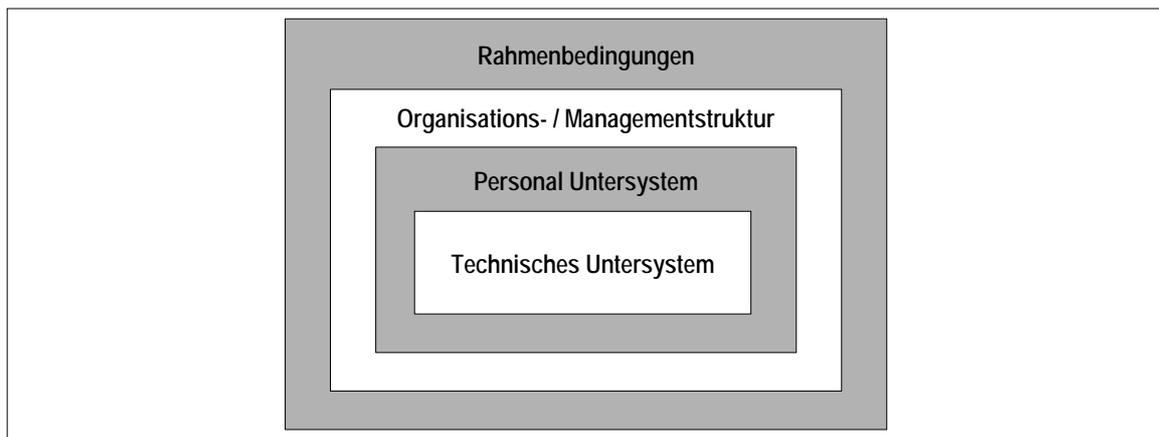


Abbildung 4 - 15: Komponenten eines Systems zur Bewertung nach FSA (Quelle IMO - MSC Circ. 829)

Die eigentliche Vorgehensweise des FSA wird durch die folgende Graphik verdeutlicht.

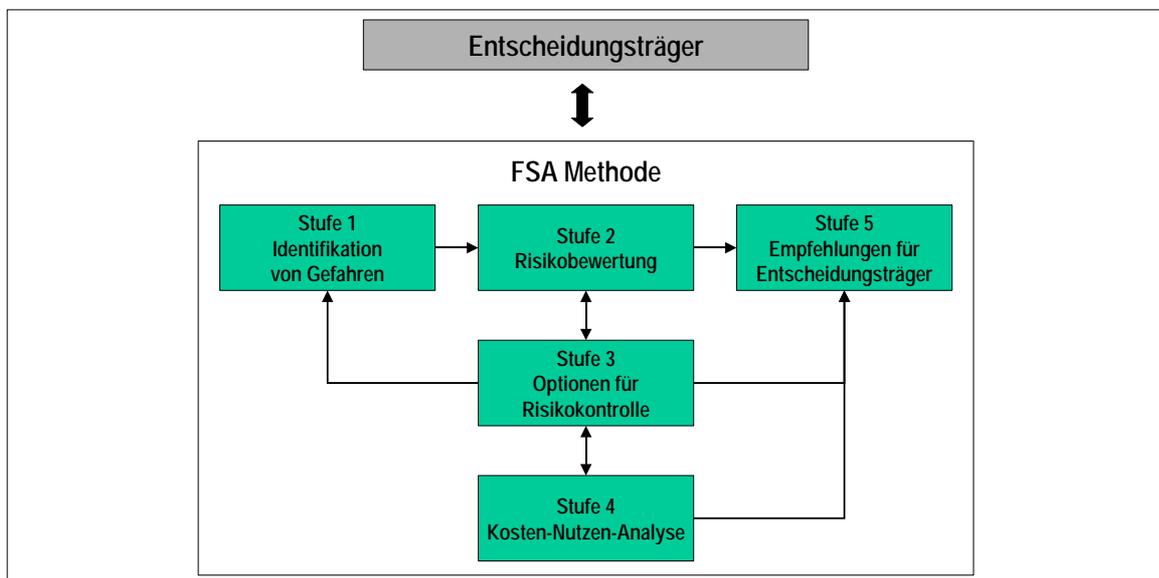


Abbildung 4 - 16: Vorgehensweise FSA (Quelle IMO - MSC Circ. 829)

Die einzelnen Stufen des FSA werden in den nächsten Abschnitten erläutert.

4.5.2.1 Vorgehensweise des FSA

4.5.2.1.1 Stufe 1 – Identifikation von Gefahren

Ausgangsbasis des FSA ist die Risikoidentifizierung. Das kann sowohl im Rahmen einer Unfallanalyse gemacht werden, als auch durch Beobachtung von Markttrends und dem Abschätzen möglicher Konsequenzen für die Zukunft. Die IMO legt den Schwerpunkt in diesem Zusammenhang auf eine kreative Problemanalyse. Das bedeutet, dass die Risiken entweder durch „Brainstorming“ von Experten oder auf der Grundlage von Unfallanalysen ermittelt werden. Sinnvoll ist sicherlich eine Kombination aus beiden Ansätzen, da diese die Genauigkeit des Ergebnisses der Analyse erhöht. In den IMO Richtlinien¹³⁸ wird jedoch darauf verwiesen, dass die Identifikation von Sicherheitsrisiken sich nicht ausschließlich auf das Unfallgeschehen in der Vergangenheit begrenzen sollte, sondern durch Expertenmeinungen ergänzt auch auf Trends in der Zukunft Rücksicht nehmen sollte.

Das Ergebnis der ersten Stufe des FSA ist eine Liste mit Sicherheitsrisiken. Diese Liste weist Prioritäten¹³⁹ auf und gibt eine erste Einschätzung über mögliche Konsequenzen des jeweiligen Sicherheitsrisikos.

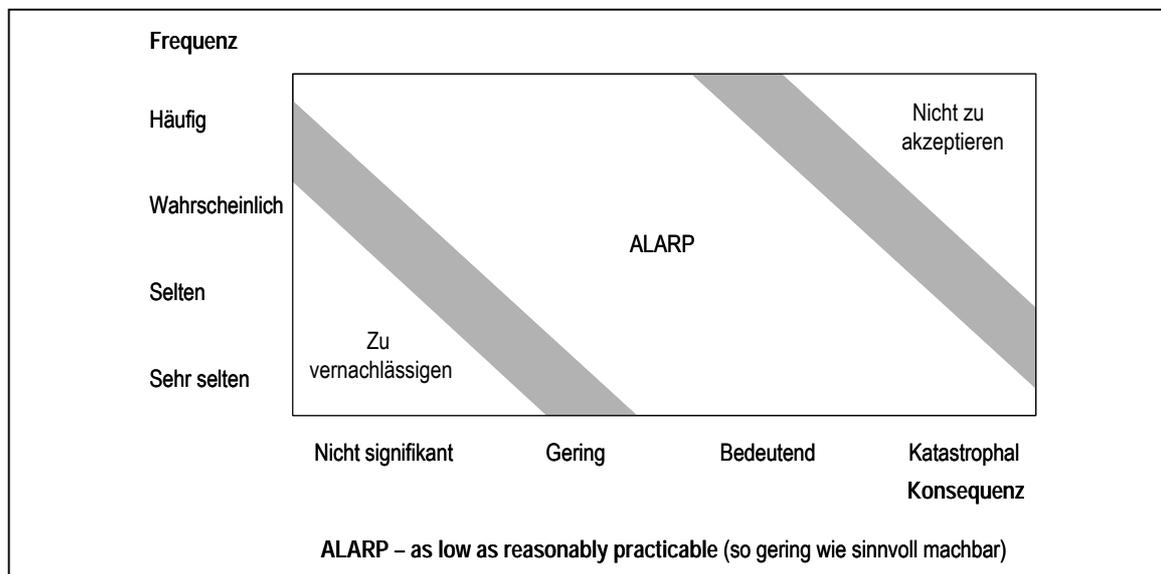


Abbildung 4 - 17: Schematische Darstellung einer Risikomatrix (Quelle: IMO - MSC Circ. 829)

4.5.2.1.2 Stufe 2 – Risikobewertung

Schritt 2 des FSA hat die Risikobewertung zur Aufgabe. Dabei werden im wesentlichen die im vorherigen Schritt identifizierten Risiken bewertet. Zielstellung des IMO FSA Schemas ist es dabei, Beziehungen zwischen den Risiken, ihrer Frequenz und entsprechenden Regelungen und Standards in den internationalen Konventionen zu finden. Das dient als Voraussetzung, um entsprechende Maßnahmen zu veranlassen, die ein Risiko reduzieren können. Es geht darum verschiedene Arten von Risiken zu identifizieren:

- Risiken für Personen,
- Risiken für die Umwelt,
- Risiken für Güter etc.

¹³⁸ - MSC Circ. 829 & MEPC Circ. 335

¹³⁹ - entsprechend einer Risikomatrix (wie z.B. in Perrow [PER-84]), mit deren Hilfe die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses abgeschätzt und damit seine Berücksichtigung im weiteren Verlauf des FSA festgelegt werden kann

Dazu kann ein sogenannter Risk Contribution Tree¹⁴⁰ benutzt werden. Dieses Diagramm kann auf der Grundlage von Unfallanalysen oder anderen Datenerhebungen, die für den Untersuchungsgegenstand dienlich sind, aufgestellt werden. In dem Diagramm werden dabei analog zu Ereignis- und Fehlerbäumen¹⁴¹ signifikante Ereignisabfolgen entsprechend möglichen Unfallklassen dargestellt, wobei die Fehlerbäume mögliche Ursachen darstellen und die Ereignisbäume die Konsequenzen verdeutlichen. Mit Hilfe der o.g. Datenquellen wird eine Quantifizierung angestrebt.

Im Anschluss an die Risikodarstellung erfolgt in einem weiteren Teilschritt die Erarbeitung eines sogenannten Regulatory Impact Diagram¹⁴², wobei mögliche Gegenmaßnahmen den einzelnen Risiken gegenübergestellt werden.

4.5.2.1.3 Stufe 3 – Risikokontrollmöglichkeiten

Entlang der unten dargestellten Kette werden Möglichkeiten der Risikokontrolle gesucht.

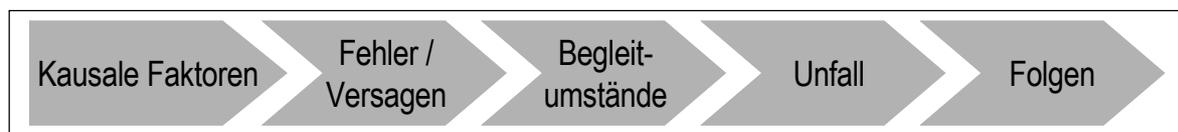


Abbildung 4 - 18: Unfallkausalkette nach IMO

Dabei unterscheidet man zwei Möglichkeiten:

1. Der generelle Ansatz, der nach Möglichkeiten sucht, die Verursachung eines Unfalls an sich zu verhindern.
2. Den teilweisen Ansatz, der nach Möglichkeiten sucht, die Folgen eines Unfalls zu begrenzen.

Als Ziel aus diesem Schritt sollte eine Liste von möglichen Risikokontrollmaßnahmen in Bezug auf die verschiedenen Bestandteile des mit der zu untersuchenden Problemstellung verknüpften Systems erstellt werden.

4.5.2.1.4 Stufe 4 – Kosten-Nutzen Analyse

Um geeignete Risikokontrollmaßnahmen auszuwählen, müssen Kosten- und Nutzenanalysen durchgeführt werden. Diese werden auf jede einzelne Risikokontrollmaßnahme angewendet. Zielstellung ist es, eine sinnvolle und bezahlbare Risikokontrolle durchzuführen. Vor dem Hintergrund, dass es eine totale Sicherheit nicht gibt, gilt es abzuwägen, auf welche Art und Weise ein akzeptierbares Maß an Sicherheit erzielt werden kann. Risikoakzeptanzkriterien in der Schifffahrt sind nach wie vor im Diskussionsstadium. Insofern unterliegt es dem jeweiligen Gremium, das die Untersuchung durchführt, individuelle und subjektive Akzeptanzkriterien aufzustellen, wobei die Risikobereitschaft¹⁴³ eine sehr unterschiedlich ausgeprägte menschliche Eigenschaft ist, die von verschiedenen Faktoren abhängt.

¹⁴⁰ - ein Diagramm aus dem einzelne Risikofaktoren und mögliche Konsequenzen ersichtlich werden (vgl. auch MSC Circ. 829 (S. 17))

¹⁴¹ - zu Ereignis- und Fehlerbäumen vgl. auch [DIC-95], S. 66

¹⁴² - ein Diagramm, das den Ursachen von Risiken mögliche Gegenmaßnahmen gegenüberstellt (vgl. auch MSC Circ. 829 (S. 18))

¹⁴³ - vgl. [DIC-95], S. 22

4.5.2.1.5 Stufe 5 – Empfehlungen für die Entscheidungsträger

Als letzter Schritt des IMO FSA wird vorgeschlagen, die Ergebnisse in einem Bericht an die Entscheidungsebene darzustellen. Beispiele für die Anwendung von FSA in der Schifffahrt sind inzwischen in der Literatur ausreichend vorhanden.¹⁴⁴

4.5.2.2 Bewertung des FSA

Nach Wang¹⁴⁵ bietet FSA bei der Konstruktion und dem Betrieb von Schiffen folgende Möglichkeiten:

- Erhöhung der Leistungsfähigkeit der im Einsatz befindlichen Flotte,
- Erfahrungen mit den gegenwärtig im Einsatz befindlichen Schiffen können bei der Konzipierung von neuen Schiffen einfließen,
- Identifikation und Kontrolle von Sicherheitsrisiken, die zu Unfällen führen können.

Im Gegensatz zum Safety Case eignet sich FSA nicht nur für ein ganz bestimmtes Schiff, sondern für Schiffstypen, Schiffssysteme, Schiffsoptionen, externe Einflüsse, Unfallklassen usw.¹⁴⁶. Es wird eine Risikoabschätzung und –bewertung auf breiter Ebene vorgenommen.

FSA trägt jedoch der Unterhaltung und dem Management eines Systems nicht ausreichend Rechnung. Die spezifischen Aspekte des HE Einflusses lassen sich auf diese Weise auch nicht erfassen, da wichtige Voraussetzungen, wie Aufgabenanalysen, HE Analysen u.ä.¹⁴⁷ fehlen. Deshalb bedient man sich hier häufig einer Kombination aus HRA und FSA.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass FSA einen guten Rahmen darstellt, um technische Risiken in Systemen zu identifizieren und zu bewerten. Das war der ursprüngliche Zweck dieses Ansatzes¹⁴⁸. Für den Einsatz bei der Bewertung des Einflusses des Menschen ist es nicht geeignet. Das belegen Beispiele von Unfällen, bei denen FSA oder PSA stattgefunden hat und bei dem der HE Einfluss nicht ausreichend berücksichtigt worden ist¹⁴⁹. Insofern bedarf es zur Abschätzung des HE Einflusses bei technischen Systemen einer Ergänzung durch andere Verfahren.

4.6 Zusammenfassung des Standes der wissenschaftlichen Methoden und Modelle zur Ermittlung der Einflussfaktoren bei Unfällen

Der vorliegende Abschnitt macht deutlich, dass es eine einheitliche wissenschaftliche Behandlung des Themas HE im zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht gibt. Es haben sich in den unterschiedlichen industriellen Branchen und in der Wissenschaft eine Vielzahl von individuellen Ansätzen herausgebildet, die unterschiedliche Ziele verfolgen und Ergebnisse liefern, die in der Regel nicht miteinander vergleichbar sind. Man kann diese Verfahren in folgende Gruppen einteilen:

- Unfallanalysen mit/ohne Bewertung zukünftiger Risiken in Mensch-Maschine Systemen
- Ansätze zur HE Erklärung mit/ohne Berücksichtigung von Unfallanalysen
- Sicherheitsbewertungsverfahren eines Mensch-Maschine Systems mit/ohne Berücksichtigung von Unfallanalysen

¹⁴⁴ - vgl. [WAN-01a], [WAN-01b] und verschiedene IMO Dokumente

¹⁴⁵ - vgl. [WAN-01a], S. 22

¹⁴⁶ - vgl. MSC Circ. 829, Abschnitt 3.2

¹⁴⁷ - vgl. MSC 71/14/1, S. 10

¹⁴⁸ - vgl. [REA-90], S. 220

¹⁴⁹ - z.B. Three Mile Island Unfall im Jahre 1979

- Prozesskontrollsysteme von Mensch-Maschine Systemen mit/ohne Berücksichtigung von Unfallanalysen

Vergleiche lassen sich dabei oftmals auch nicht zwischen den Ansätzen einer Gruppe erzielen, da die Sicherheitswissenschaft ein Gebiet ist, das traditionell von Ingenieuren und Psychologen bearbeitet wird. Insofern haben sich unterschiedliche Modelle herausgebildet, die den verschiedenen Ansätzen zugrunde liegen und dem beruflichen Hintergrund ihrer Begründer Rechnung tragen.

Für die Schifffahrt gibt es einige Fehlerklassifikationsschemata bei Unfallanalysen, die auf traditionellen HE Ansätzen basieren. Es gibt jedoch keine ausführlichen Datenerfassungsschemata. Insofern sind theoretische Modelle für die Unfallanalyse und HE Bewertung in der Schifffahrt immer noch am Anfang.

Die IMO selbst favorisiert neben der Unfallanalyse FSA, das nicht auf Unfallstatistiken beruhen muss, da nach Aussage der IMO Unfallstatistiken nicht unbedingt Aufschluss zu Risiken auf neuen Schiffstypen geben.

Da eine vollständige Sicherheitsbewertung ohne Betrachtung des Unfallgeschehens in dem betreffenden oder dem Vorläufersystem zweifelhaft ist, besteht Bedarf, Klassifikationsschemata für die Daten bei Unfallanalysen anzubieten. Diese Daten sinnvoll ergänzt durch probabilistische Analysen dürften die Qualität der Sicherheitsbewertungen in der Schifffahrt wesentlich erhöhen. Die vorliegende Arbeit versteht sich in diesem Sinne als ein Beitrag zur Diskussion über den Zusammenhang zwischen Unfallanalyse und Sicherheitsbewertung.

5 Vorschlag für eine prozessorientierte Unfallauswertungsmethode bei Schiffsunfällen

In den beiden vorangegangenen Kapiteln wurde verdeutlicht, welche Bemühungen die Schifffahrtsverwaltungen und die Wissenschaft unternehmen, um aus dem Unfallgeschehen in der Seeschifffahrt, Schlüsse über die Rolle des Menschen in den technischen Systemen der Seeschifffahrt zu ziehen. Dabei wurden im wesentlichen drei Punkte identifiziert, die diese Bemühungen negativ beeinflussen:

- Strukturierte Unfalluntersuchungsmethoden werden auf internationaler Ebene in der Seeschifffahrt erst seit ca. 10 Jahren diskutiert;
- Die HE Forschung liefert bis zum heutigen Tag keine allgemein akzeptierten Modelle und Definitionen für die Erklärung des HE in technischen Systemen;
- Durch unterschiedliche internationale Regeln und Standards ist bis zum heutigen Tag keine geeignete Datenbasis verfügbar, die für detaillierte HE Untersuchungen herangezogen werden kann.

Die Aussagen der einzelnen Punkte lassen sich dabei wie folgt vertiefen:

Verglichen mit anderen Transportdisziplinen, wie etwa dem Flugwesen, wo bereits Anfang der 70er Jahre auf internationalem Niveau versucht wurde, die beschränkten Fähigkeiten des Menschen als Operateur in technischen Systemen zu erkennen, hat in der Schifffahrt ein solcher Prozess erst Anfang der 90er Jahre stattgefunden. Insofern steht die Schifffahrt hier immer noch in einem Anfangsstadium, obwohl bedingt durch die Vorarbeit in den anderen Verkehrsdisziplinen und der damit verbundenen Möglichkeit der Anpassung der dort entwickelten Verfahren und Modelle an die Schifffahrt, schneller eine Angleichung des Niveaus erreicht werden könnte.

Die HE Forschung wird zu einem großen Teil durch Psychologen betrieben, die sicherlich die erforderliche Expertise besitzen, um die Reaktionen des Menschen zu erklären. Andererseits fehlt ihnen oft das erforderliche Fachwissen für die zu untersuchenden Prozesse. Insofern ergibt sich hier ein Interessenkonflikt zwischen den Technikern und den Psychologen. Bei der oft einseitigen psychologischen Betrachtung der Systeme kommen die technischen Prozesse häufig zu kurz. Außerdem bietet die Psychologie keine einheitlichen Modelle und Erklärungen für das menschliche Verhalten an.

Bedingt durch z.T. entgegengesetzte Interessen von Wissenschaft und Verwaltung ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine verbindliche Standardisierung von Unfallinformationen erfolgt. Nur in wenigen Ländern werden Unfallberichte systematisch aufgearbeitet und mit Hilfe von Datenbanken analysiert. Obwohl die IMO selbst eine umfangreiche Datenbank unterhält, können weiterführende Analysen wegen der geringen Eignung der festgehaltenen Daten nicht durchgeführt werden.

Die kurzen Aussagen zu den o.g. Schwerpunkten werden in den folgenden Abschnitten weiter vertieft. Sie machen jedoch deutlich, dass eine systematische Unfallauswertung gegenwärtig in vielen Ländern, zu denen leider auch Deutschland gehört, nicht vorgenommen wird. Aus diesem Grunde soll in dem folgenden Kapitel eine Methode zur Ermittlung von Daten über das Unfallgeschehen in der Schifffahrt vorgeschlagen werden, die den Unfallprozess betrachtet und sich dazu eignet, von Verwaltungen als Hilfsmittel bei Entscheidungen für die Erarbeitung neuer Schiffssicherheitsregeln benutzt zu werden.

5.1 Anliegen von Unfalluntersuchungen

Unfalluntersuchungen werden aus unterschiedlichen Beweggründen durchgeführt. Die Schwerpunkte werden dabei jeweils durch die Partei gesetzt, in deren Auftrag die Untersuchung durchgeführt wird. Prinzipiell gibt es zwei Zielsetzungen bei Unfalluntersuchungen:

- Die administrativ-juristische Zielsetzung
- Die wissenschaftliche Zielsetzung

Beide Zielsetzungen haben bei vielen Gemeinsamkeiten durchaus auch Punkte, die sich nicht so ohne weiteres miteinander vereinbaren lassen.

5.1.1 Erwartungen von Schifffahrtsbehörden

Die Erwartungen der Schifffahrtsbehörden stehen in erster Linie für die administrativ-juristische Zielsetzung. Schifffahrtsbehörden sind durch die aus den internationalen Konventionen¹⁵⁰ resultierenden Forderungen und in den meisten Fällen ebenso durch nationale Vorschriften¹⁵¹ damit beauftragt, Untersuchungen von Schifffahrtsunfällen vorzunehmen. Diese Untersuchungen werden in erster Linie unternommen, um die Schuldfrage an dem Unfall zu klären und so eine eventuell notwendige juristische Weiterverfolgung des Unfalls vorzubereiten. Leider beinhaltet die Unfalluntersuchung durch Verwaltungen nicht immer einen Wunsch nach Erkenntniserweiterung bei Unfallprozessen.

Hierin unterscheidet sich die juristisch-administrative Zielsetzung von den Zielsetzungen der Wissenschaft, die ausschließlich auf die Erkenntnisgewinnung im Unfallprozess abzielt. Obwohl man allgemein annehmen sollte, dass mit der Schuldzuweisung auch eine Erkenntnisgewinnung einhergeht, ist dies in der Praxis nicht der Fall. Es besteht die Gefahr, dass durch die ausschließliche Konzentration auf die Schuldfrage eine Vielzahl von Daten im weiteren Umfeld des Unfalls nicht erhoben werden. Dies kann geschehen, weil die Relevanz der Daten für die Klärung der Schuldfrage nicht vorhanden oder auf den ersten Blick nicht ersichtlich ist¹⁵². Außerdem kann davon ausgegangen werden, dass sich auch nicht alle Daten objektiv ermitteln lassen, da während einer offiziellen Untersuchung zur Klärung der Schuldfrage die Kooperationsbereitschaft der beteiligten Personale aufgrund möglicher juristischer Konsequenzen als eingeschränkt bezeichnet werden kann.

Es muss außerdem festgestellt werden, dass durch unterschiedliche Aufgaben bei der Unfalluntersuchung eine Konzentration auf einzelne Teilaspekte des Unfallprozesses stattfindet. So wird z.B. eine Versicherungsgesellschaft andere Schwerpunkte setzen, als eine Schifffahrtsverwaltung. Insofern besteht bei vielen Unfalluntersuchungen die Gefahr, dass sich aus den Berichten kein vollständiges Bild des Unfalls rekonstruieren lässt. Die diesen Prinzipien folgenden Schifffahrtsverwaltungen verlieren auf diese Art und Weise wichtige Informationen und können ihren Aufgaben nicht vollständig gerecht werden.

5.1.2 Erwartung der Forschung

Die Zielsetzung der Wissenschaft besteht darin, allgemeine Modelle der Systemkomponenten und des Unfallprozesses zu entwickeln und anhand der konkreten Unfalldaten zu präzisieren. Dies wird durch eine Datenbasis ermöglicht, die sich aus den zu untersuchenden Unfällen und deren systematischer Aufarbeitung ergibt. Untersuchungen, die die Leistungsfähigkeit des menschlichen Operateurs in einem technischen System zum Anliegen haben, sind dabei eine wissenschaftliche Grenzdisziplin, da sich mit diesen Untersuchungen sowohl Techniker als Designer der technischen Systeme als auch Psychologen beschäftigen.

5.1.2.1 Ingenieurwissenschaftlicher Standpunkt

Techniker können aus Unfalluntersuchungen Angaben zu Schwachstellen in dem jeweiligen System ziehen. Die Schwachstellenanalyse wird für die Weiterentwicklung des Systems benutzt. Im vorigen Kapitel wurde eine Überblicksdarstellung gegenwärtiger Ansätze und Verfahren gegeben. Für die Techniker sind sowohl Ursachen als auch Auswirkungen von Fehlern von Bedeutung, da für die Erhöhung der Systemsicherheit geeignete Maßnahmen gefunden werden müssen, die sowohl Fehlern vorbeugen, aber auch helfen, Auswirkungen von Fehlern auf ein akzeptables Maß zu reduzieren.

¹⁵⁰ - z.B. nach MARPOL 73/78, art. 12

¹⁵¹ - z.B. in Deutschland nach Seeaufgabengesetz und Seemannsgesetz

¹⁵² - So weisen die in dieser Arbeit verwendeten Unfalluntersuchungsberichte generell Defizite zu den Arbeits- und Lebensbedingungen an Bord auf, obwohl diese die Leistungsfähigkeit des Operateurs nachhaltig beeinflussen.

In diesem Zusammenhang nimmt der Mensch bei der Systembetrachtung eine zentrale Rolle ein. Menschliches Verhalten lässt sich jedoch nicht im technischen Sinne modellieren, auch wenn es Verfahren gegeben hat und immer noch gibt, die auf der Grundlage von errechneten Fehlerwahrscheinlichkeiten beruhen. Wegen der nicht vorhandenen Linearität des menschlichen Verhaltens hat die Technik in der Vergangenheit immer wieder auf die Erkenntnisse und Verfahren der Psychologie zurückgreifen müssen (vergleiche Abschnitt 4.2). Im Vordergrund standen praktische Erwägungen für die verbesserte Bewertung technischer Systeme. Mit Hilfe einfach handhabbarer Verfahren sollten menschliche Verhaltensmaßnahmen analysiert und bewertet werden.

5.1.2.2 Standpunkt der psychologischen Forschung

Im Gegenzug zur technischen Betrachtungsweise, bei der der technische Prozess im Vordergrund steht, kommt es bei der psychologischen Betrachtungsweise der Systeme ausschließlich auf den Menschen als Operateur an. Im Mittelpunkt stehen die situations- und leistungsbeeinflussenden Faktoren, die in verschiedenen Kombinationen für unterschiedliche Reaktionen beim Menschen sorgen.

Der hauptsächliche Unterschied zwischen ausschließlich technischen und ausschließlich psychologischen Betrachtungsweisen besteht darin, dass die technische Betrachtungsweise sich an einem konkreten System orientiert, dessen Sicherheit und Zuverlässigkeit zu bewerten ist. Insofern herrscht hier ein sehr geringer Verallgemeinerungsgrad. Psychologische Betrachtungsweisen suchen hingegen nach allgemein gültigen und somit systemübergreifenden Handlungsmechanismen beim Menschen. Dabei haben sie den Nachteil, dass sie notwendigerweise auf einer hohen Verallgemeinerungsstufe stehen bleiben müssen. Das ist oftmals auch gar nicht anders machbar, da die technische Systembetrachtung durch die Psychologen nicht abgedeckt werden kann, wie es umgekehrt den Technikern nicht möglich ist, psychologische Erkenntnisse und Modelle in vollem Umfang zu nutzen.

Da für viele Belange die Bewertung konkreter technischer Systeme von gesamtgesellschaftlichem Nutzen ist und sich verschiedene Arten von Systemen oft auch gar nicht miteinander vergleichen lassen, muss der technischen Betrachtungsweise von Systemen eine Priorität eingeräumt werden. Jedoch gilt es gleichzeitig, psychologische Erkenntnisse noch stärker als bisher zu verwenden, wobei der Wunsch nach stärkerer Verallgemeinerung der Erkenntnisse nicht im Vordergrund stehen sollte.

5.2 Untersuchungs- und Auswertungsmethode von Unfällen

In den Kapiteln 3 und 4 wurden die Defizite heutiger Ansätze ausführlich diskutiert. Auf dieser Grundlage gilt es, neue Verfahren vorzuschlagen, die zu einer fundierten Datenbasis über das Unfallgeschehen führen, die in Sicherheitsbewertungen von Systemen in der Schifffahrt eingehen können und somit die Ergebnisse dieser Analysen verbessern.

Nach Hollnagel [HOL-98] (vgl. Abschnitt 4.2.3) sind es die folgenden drei Bestandteile, die für ein Unfalluntersuchungssystem notwendig sind:

- Modelle des Untersuchungsgegenstandes
- Klassifikationsschema der Daten
- Methode zur Untersuchung der Unfälle

Dabei sind folgende Spezifikationen zu berücksichtigen.

5.2.1 Modelle für die bei der Unfallauswertung zu untersuchenden Systemkomponenten

Für die Datenerhebung im Rahmen eines Unfalluntersuchungsverfahrens ist das Vorhandensein von Modellvorstellungen über die zu untersuchenden Prozesse und Systembestandteile eine unverzichtbare Voraussetzung. Nur so können die während einer Unfallanalyse gewonnenen Daten in den richtigen Zusammenhang gesetzt werden. Auf diese Weise lassen sich die möglichen Datenkombinationen einzugrenzen. Ohne diese Modelle müssten die Daten alle miteinander kombiniert werden, was selbst bei kleinen Datenmengen enorme Probleme bereiten kann (vgl. Abschnitt 4.2.3). Für die Unfalluntersuchung sollten deshalb drei Modelle vorhanden sein:

- Systemmodell
- Modell der Systemkomponenten
- Prozessmodell

Die Modelle werden in den folgenden Abschnitten beschreiben.

5.2.1.1 Systemmodell

Das Systemmodell bildet den Ausgangspunkt von Betrachtungen. Es dient der groben Einordnung und zur Abgrenzung des zu betrachtenden Untersuchungsgegenstandes.

Bei der Unfallauswertung in der Seeschifffahrt ist von einem Mensch-Maschine-System auszugehen. Neben den allgemein gültigen Mensch-Maschine-Systemen, die in Überblicksdarstellungen in Hahne [HAH-01], Hollnagel [HOL-98] und Reason [REA-90] ausführlich erläutert werden, gibt es jedoch auch einige Autoren, die die allgemeinen Modelle für die Schifffahrt spezifiziert haben, wie z.B. Gu [GU-96]. Für die vorliegende Arbeit wird das Modell von Dragger [DRA-81] verwendet, das in Abbildung 5 - 1 skizziert ist.

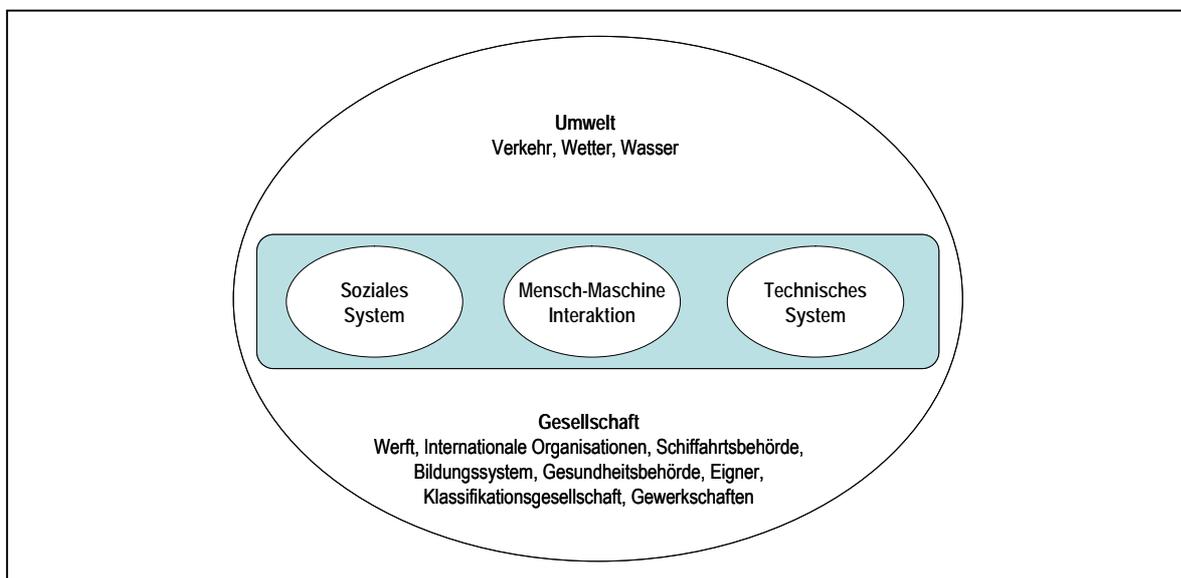


Abbildung 5 - 1: Maritimes Systemmodell (Quelle: Dragger [DRA-81])

Die Hauptbestandteile des Dragerschen Modells sind Schiff, Gesellschaft und Umwelt.

Der Modellbestandteil **Schiff** setzt sich aus drei Untersystemen zusammen. Soziales System, Technisches System und die Interaktion der beiden Komponenten. Die heute zumeist übliche Dreiteilung Mensch-Maschine-Organisation (vgl. z.B. Hollnagel [HOL-98 und Hahne [HAH-01]) ist hier ebenfalls vorhanden. Das soziale System beinhaltet nämlich den Menschen und die Organisation an Bord. Die externen Einflüsse im Modell werden durch die beiden Komponenten Umwelt und Gesellschaft wahrgenommen. Die Komponente

Gesellschaft repräsentiert dabei den schiffsexternen Part der organisatorischen Seite der Mensch-Maschine-Systeme. Neben den gesetzlichen Bestimmungen und den mit deren Umsetzung betrauten Behörden ist es maßgeblich der Reeder, der die Bedingungen an Bord beeinflusst. Die Komponente Umwelt repräsentiert die von einigen Autoren (z.B. Hollnagel [HOL-98]) auch als leistungsbeeinflussende Faktoren bezeichneten externen Einflüsse. Hier werden jedoch in erster Linie die externen Faktoren für den Operateur auf der Brücke betrachtet, die insofern eher als situationsbeeinflussend zu bezeichnen sind. Leistungsbeeinflussende Faktoren ergeben sich auch aus den gesellschaftlichen Einflüssen (z.B. durch die Reederei – motivierend oder demotivierend) oder aus dem Untersystem Schiff (z.B. durch das soziale System – Organisation an Bord).

5.2.1.2 Modelle für die Systemkomponenten

Neben der Festlegung auf den generellen Typ des Systems sollte eine modellhafte Beschreibung der Systemkomponenten erfolgen, sofern dies möglich ist. Eine detaillierte Beschreibung der Systemkomponenten wirkt sich positiv auf das Klassifikationsschema der zu erfassenden Daten aus. Außerdem besteht ein Anliegen der Unfalluntersuchung darin, die Präzisierung und Weiterentwicklung der vorhandenen allgemeinen Modelle der Systemkomponenten und Prozesse voranzutreiben. Aus diesem Grunde sollen neben dem allgemeinen Systemmodell weitere Untermodellvorstellungen für die einzelnen Systemkomponenten geliefert werden.

5.2.1.2.1 Systemkomponente Mensch

Die Systemkomponente Mensch nimmt bei der Unfalluntersuchung die zentrale Stelle ein. Insofern ist es zwingend erforderlich, ein Modell zur Entscheidungsfindung beim Menschen in die Unfallauswertungsmethode zu integrieren. Auf die Bedeutung des kognitiven Ansatzes wurde dabei im Abschnitt 4.2.3.3 hingewiesen. Aus diesem Grunde wird für die Systemkomponente Mensch auch auf die Erkenntnisse von Hollnagel [HOL-98] zurückgegriffen und sein „Einfaches Modell der Entscheidungsfindung“ (Simple Modell of Cognition) für die Charakterisierung des menschlichen Operateurs im Rahmen dieser Studie verwendet. Das Modell ist in Abbildung 5 - 2 skizziert.

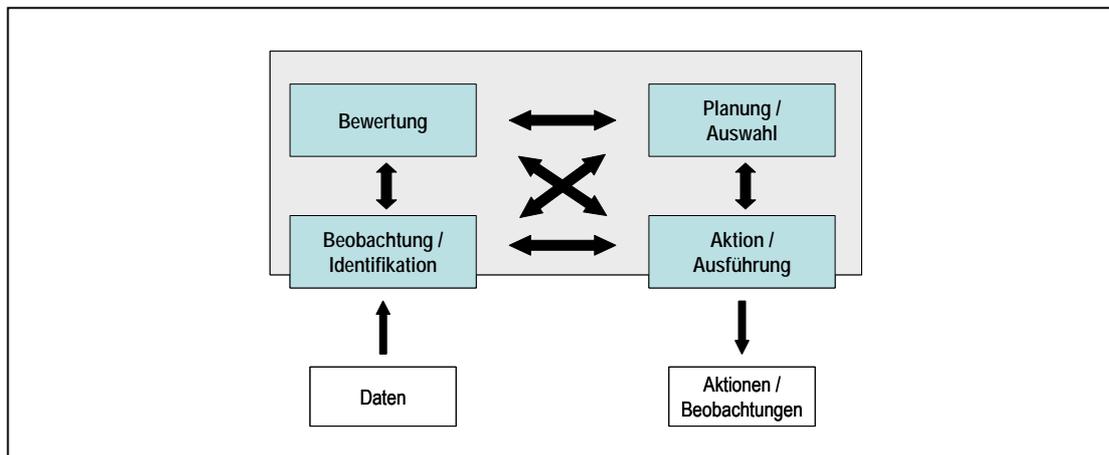


Abbildung 5 - 2: Modell der Kognition (Simple Modell of Cognition – SmoC) (Quelle: Hollnagel [HOL-98])

Grundlage dieses Modells ist die Annahme, dass jede Art von Entscheidung das Ergebnis des Durchlaufens verschiedener kognitiver Funktionen (Beobachten, Bewerten, Planen ...) ist. Diese Funktionen werden nicht notwendigerweise in der gleichen Reihenfolge durchlaufen. Ausschlaggebend ist in diesem Zusammenhang, welche Assoziationen beim Operateur durch eine Beobachtung ausgelöst werden. So können z.B. durch Routineassoziationen nach einer konkreten Beobachtung unmittelbare Aktionen aus dem Unterbewusstsein ausgelöst werden (Rasmussens regelbasierte oder fähigkeitsbasierte Ebene – vgl. Abschnitt 4.4.3), während andere Aktionen erst nach Bewertung und Planung zustande kommen.

Eine Differenzierung und Verdeutlichung der kognitiven Funktionen ist notwendig, da Entscheidungsfindungsprozesse nicht beobachtbare und insofern nicht objektiv klar ermittelbare Prozesse sind. Auf die Ursachen von Fehlern in diesem Bereich kann nur durch die Interpretation der fehlerbehafteten Aktion geschlossen werden. Insofern dient das Modell dem Verständnis des Entscheidungsfindungsprozesses, muss jedoch auf die konkrete Situation angewendet werden. Hier kann nur eine entsprechende Datendichte die Schlussfolgerungen erleichtern.

5.2.1.2.2 Systemkomponente Technik

Für die Systemkomponente Technik kann kein allgemein gültiges System vorgeschlagen werden, da die involvierten technischen Prozesse zu umfangreich und zu verschiedenartig sind, als dass sie auf einem akzeptablen Niveau verallgemeinert werden können. Bei derartigen Detailuntersuchungen empfiehlt es sich deshalb, für jeden technischen Prozess eine eigene Modelldarstellung zu wählen.

Im Rahmen dieser Studie soll der Mensch im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen. Aus diesem Grunde wird der technische Aspekt der Unfalluntersuchung vernachlässigt. Wenn man jedoch der Systematik der vorgeschlagenen Vorgehensweise bei der Datenerhebung im Zusammenhang mit der Unfalluntersuchung folgt, können die technischen Aspekte bei den einzelnen Unfallklassen im Rahmen weiterer Untersuchungen vertieft werden.

Ausführungen zu diesen Gesichtspunkten würden jedoch über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen. Aus diesem Grunde wird bei den technischen Einflussfaktoren die Gewichtung auf die Ausfälle der Technik und auf die Rolle der Technik bei der Notfallbewältigung gelegt. Eine zentrale Frage ist z.B., ob die Besatzung in der Lage war, die an Bord vorhandene Technik effektiv bei der Notfallbewältigung einzusetzen.

5.2.1.2.3 Systemkomponente Organisation

Bei der Systemkomponente Organisation soll auf die Modelle von Reason [REA-91] verwiesen werden (vgl. auch Abschnitt 4.4.3). Diesen Modellen liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die Handlungsweise des Menschen durch persönliche und organisatorische Faktoren beeinflusst wird. Die persönlichen Einflussfaktoren werden der Systemkomponente Mensch zugeordnet und beinhalten Fragen wie die z.B. persönliche Eignung, Gesundheitszustand und andere in diesem Zusammenhang wichtige Problemkreise.

Der Systemkomponente Organisation wurde erstmals nach den Unfällen auf der „Herald of Free Enterprise“ (1988) und der „Scandinavian Star“ (1990) größere Bedeutung eingeräumt. Es zeigte sich gerade bei diesen beiden Unfällen, dass die Vorgaben des Managements einerseits einen ganz entscheidenden Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Menschen an Bord haben, sich andererseits aber auch wesentlich auf die Sicherheitskultur an Bord auswirken. Der letztgenannte Aspekt kommt in den Modellen von Reason [REA-91] dabei besonders zum Tragen.

Obwohl gerade in den letzten Jahren der Einfluss der Systemkomponente Organisation durch eine Reihe von Initiativen im Rahmen von Sicherheitsanalysen im legislativem (z.B. durch den ISM Code¹⁵³ in der Schifffahrt) wie auch im wissenschaftlichen Rahmen (z.B. im Rahmen der Studien von Reason [REA-97]) stärker in den Vordergrund der Betrachtungen gerückt worden ist, sind bis zum heutigen Tag jedoch nur sehr wenige Datenerhebungen zu diesem Schwerpunkt gemacht worden. Im Rahmen der Analyse von ausgewählten Passagierschiffsunfällen wird im Kapitel 6 gezeigt, dass auf diesem Gebiet immer noch ein unbefriedigender Datenrückstand herrscht. Hier besteht besonderer Nachholbedarf, dem die vorliegende Arbeit durch ihr Datenerfassungsschema (Abschnitt 5.2.2) Rechnung trägt.

¹⁵³ - Res. A.741 (18)

5.2.1.3 Prozessmodell

Für die Unfallanalyse und Auswertung muss nicht nur ein Modell des Mensch-Maschine-Systems zur Verfügung stehen, sondern auch ein Modell des Unfallprozesses. Dieses Modell hat dabei folgende Funktionen:

- Abgrenzung des zu betrachtenden Prozesses
- Grundlage für das Datenerfassungsschema
- Verbesserte Unterscheidung zwischen objektiver Beobachtung und Interpretation von Fakten bei der Unfalluntersuchung

Bei der Fülle von Daten, die im Rahmen von Unfällen ausgewertet werden könnten, ist die generelle Abgrenzung des zu betrachtenden Prozesses zusätzlich zum betrachteten System eine notwendige Bedingung. So wird die Voraussetzung geschaffen, relevante von nicht relevanten Informationen zu trennen, um sich so im Verlauf der Unfallauswertung nur auf die wichtigen Fakten zu konzentrieren.

Das Modell des Unfallprozesses, das für diese Arbeit entwickelt worden ist, basiert auf den Modellen von Hahne [HAH-01] und van der Schaaf [SCH-96] (vgl. Abschnitt 4.4.5) und ist in Abbildung 5 - 3 dargestellt. Es basiert auf der Feststellung, dass es nicht ausreicht, nur das unfallauslösende Ereignis zu betrachten und auszuwerten. Während der Entwicklung eines Unfalls trifft oder unterlässt der Operateur Entscheidungen, um dem Notfall wirkungsvoll zu begegnen und das System wieder in den Ausgangszustand des sicheren Schiffsbetriebs zurückzuführen. Diese Entscheidungen können einen entscheidenden Einfluss darauf haben, ob der Notfall in seiner Entwicklung gestoppt wird oder sich zu einem Totalverlust des Schiffes ausweitet. Neben den Entscheidungen des Operateurs sind in diesem Zusammenhang die Sicherheitsreserven im System von Bedeutung. Ein technisches System muss so aufgebaut sein, dass ein einzelner Fehler nicht zum Totalausfall führen kann. Insofern wird bei der Gesamtbetrachtung des Unfalls auch auf diese Komponente Rücksicht genommen.

Nach Hahne [HAH-01] fehlt es in Deutschland an klar definierten Begriffen im Zusammenhang mit dem Unfallprozess. Das in dieser Arbeit verwendete Modell nimmt diese Kritik auf und unterteilt den Unfall in die folgenden fünf Abschnitte:

- Gefährliche Störung
- Beginnender Unfall
- Unfall
- Beinaheverlust
- Totalverlust

Die Abschnitte können dabei wie folgt definiert werden:

Eine **gefährliche Störung** des sicheren Schiffsbetriebs wird durch das Zusammenwirken von technischen, menschlichen und Organisationsfehlern verursacht und führt zu einer signifikanten Beeinträchtigung des sicheren Schiffsbetriebs. Diese Beeinträchtigung ist in den meisten Fällen messbar (z.B. durch das Ansteigen einer Temperatur in einem bestimmten Raum des Schiffes), kann in Einzelfällen aber auch als dimensionsloser Anstieg des Gefährdungspotentials für das Schiff (z.B. durch die gefährliche Annäherung von Schiffen im Vorfeld einer Kollision) beschrieben werden. Eine gefährliche Störung liegt vor, wenn die Ursache der Störung nur durch die direkte Reaktion des Operators oder eines zur Sicherheitsreserve des sicheren Schiffsbetriebs gehörenden Systems beseitigt werden kann.

Der Begriff **beginnender Unfall** charakterisiert die Etappe des Unfallprozesses nach dem Eintreten einer gefährlichen Störung des sicheren Schiffsbetriebs, die zu einem signifikanten Anstieg des Gefährdungspotentials für das Schiff geführt hat. Beim beginnenden Unfall wird der Teilprozess vom Eintreten der Störung bis zur Einwirkung der Sicherheitsreserven im System und/oder dem Ergreifen von Erstmaßnahmen bei der Notfallbewältigung betrachtet. Der beginnende Unfall endet zu dem Zeitpunkt, an dem ein geplantes Vorgehen zur Notfallbewältigung notwendig wird und nachdem die ersten Sicherheitsreserven eine beabsichtigte Rückkehr zum sicheren Schiffsbetrieb nicht ermöglichen konnten.

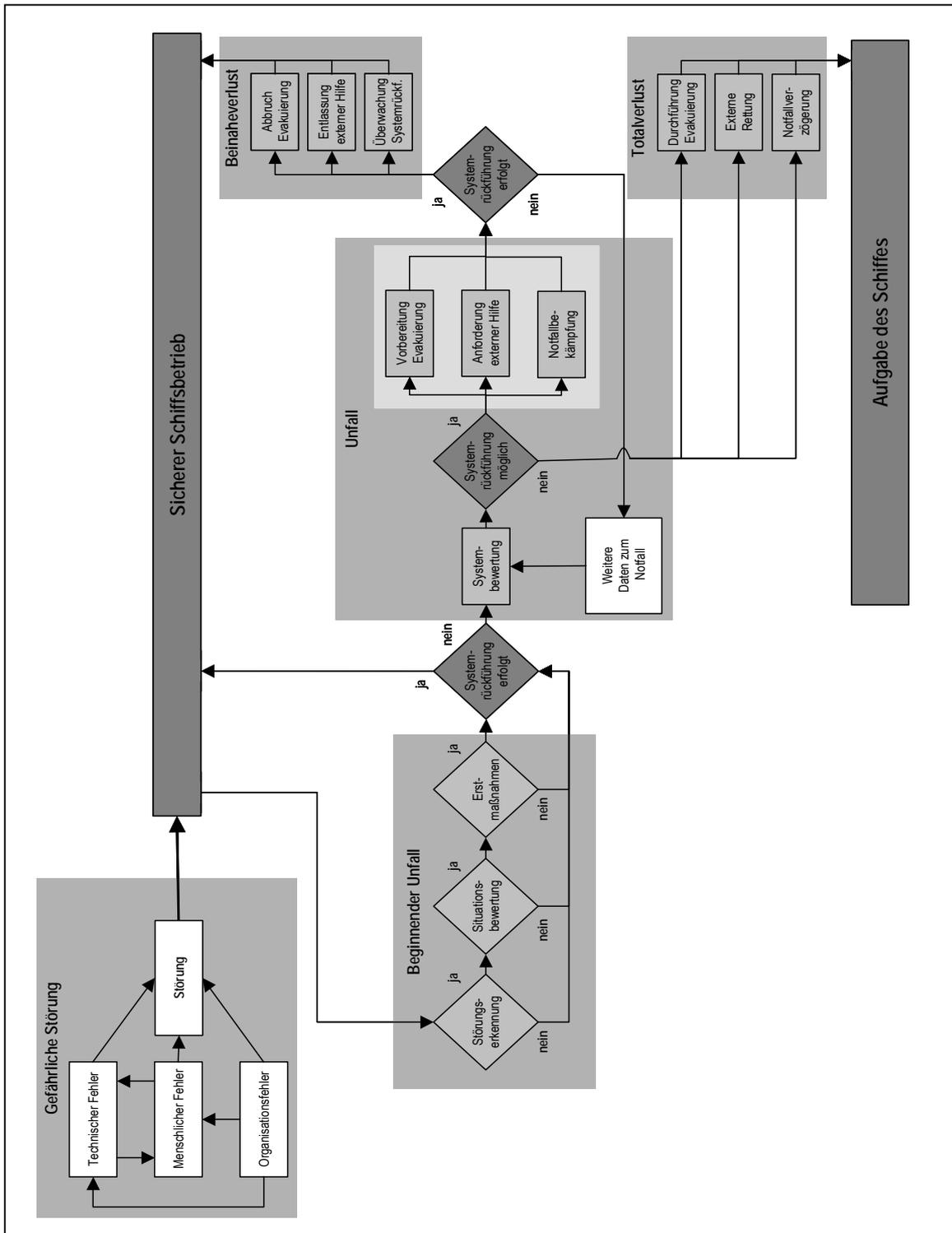


Abbildung 5 - 3: Prozessmodell eines Schiffsunfalls

Der Begriff **Unfall** charakterisiert die Etappe im Unfallprozess, die nach dem Auftreten einer gefährlichen Störung und der nicht erfolgten Rückführung in den Zustand des sicheren Schiffsbetriebs durch eingeleitete Erstmaßnahmen oder eine ausreichende Sicherheitsreserve im System erreicht wird. In diesem Zeitabschnitt des Unfallprozesses wird versucht, durch effektive Maßnahmen im Bereich Notfallbewältigung eine Rückkehr zum sicheren Schiffsbetrieb zu erreichen. Charakteristisch für diesen Unfallabschnitt ist ebenfalls, dass durch den weiteren Anstieg des Gefährdungspotentials für das Schiff ein Totalverlust nicht mehr ausgeschlossen werden kann. Aus diesem Grunde sind neben der reinen Notfallbewältigung auch Maßnahmen im Bereich Vorbereitung der Evakuierung und Anforderung von externer Unterstützung notwendig. Während der Unfallphase erfolgt eine fortlaufende Informationsgewinnung, die eine kontinuierliche Systembewertung

ermöglichen soll. Die Systembewertung dient der Beantwortung der Frage, ob eine Rückführung des Systems in den Zustand des sicheren Schiffsbetriebs möglich ist oder ob das Schiff aufgegeben werden muss. Der Prozessabschnitt Unfall endet, wenn entweder eine Rückkehr zum sicheren Schiffsbetrieb erreicht wird oder das Schiff aufgegeben werden muss.

Der Begriff Beinaheverlust kennzeichnet das Ergebnis eines Unfalls, bei dem infolge eines effektiven Notfallmanagements und/oder ausreichender Sicherheitsreserven im System eine Rückkehr zum sicheren Schiffsbetrieb ermöglicht werden konnte. Er beschreibt auch die Phase von der Notfallbewältigung und den parallelen Maßnahmen auf den Gebieten Evakuierung und Anforderung von externer Unterstützung bis hin zur Überwachung der Rückkehr in den sicheren Schiffsbetrieb und dem Beenden der Evakuierung und der externen Hilfsanforderung. Dabei ist es unerheblich, ob und in welchem Umfang externe Hilfe eingesetzt wurde und wie lange die Rückkehr zum sicheren Schiffsbetrieb dauert. Die Rückkehr zum sicheren Schiffsbetrieb kann auch über diverse Teilniveaus erfolgen, wenn etwa infolge des Unfalls einzelne Systeme beschädigt wurden, ausgefallen sind und erst nach zeitversetzten Reparaturmaßnahmen wieder in Betrieb genommen werden können. Kennzeichnend für einen Beinaheverlust ist der Tatbestand, dass das Schiff zu keinem Zeitpunkt aufgegeben werden musste.

Der Begriff Totalverlust steht für das Ergebnis eines Unfalls, bei dem das Schiff aufgegeben wurde. Dabei ist es unerheblich, ob dieses Ergebnis infolge von Fehlern beim Notfallmanagement oder auch trotz des effektiven Notfallmanagements eingetreten ist. Er beschreibt auch die Phase des Unfalls, die eintritt, wenn bei der Systembewertung die Schlussfolgerung gezogen wurde, dass das Schiff aufzugeben ist. In diesem Falle wird durch geeignete Maßnahmen versucht, die Folgen des Notfalls (z.B. Verlust der Stabilität durch eindringende Wassermassen, die Ausweitung des Brandes usw.) herauszuzögern, um parallel die Evakuierung des Schiffes abzuschließen und externe Kräfte heranzuführen, die bei der Evakuierung und der Notfallbewältigung behilflich sein können, wobei die Notfallbewältigung in diesem Falle auf Maßnahmen beschränkt wird, die dazu dienen, etwaige Folgeschäden für die Umwelt (z.B. durch austretende Schiffsbetriebsstoffe oder Ladungsmengen) und Beeinträchtigungen der Verkehrssituation (z.B. durch das Abschleppen des Havaristen aus einem stark befahrenen Verkehrsgebiet) zu begrenzen.

Die Unfallauswertung ist entsprechend der oben definierten Abschnitte vorzunehmen.

5.2.2 Datenerfassungsschema

Das Datenerfassungsschema für die Unfallauswertung basiert auf der Grundlage der in den vorherigen Abschnitten eingeführten Modelle der Systemkomponenten bei einem Schiffsunfall. Dabei sind neben den theoretischen Modellen der Systemkomponenten und des Unfallprozesses weitere Angaben für die Unfallstatistik notwendig. Die statistischen Angaben werden für eine verbesserte Aufbereitung der Daten zu Analysezielen benötigt. Insofern ergibt sich bei den Daten für die Unfallauswertung ein Klassifikationsschema mit zusätzlichen statistischen Angaben, die für administrative Zwecke genutzt werden können.

Das Datenschema beinhaltet somit folgende Datenkategorien:

- Statistische Angaben zum Unfall
- Angaben zu den situations-/leistungsbeeinflussenden Faktoren zum Zeitpunkt des Unfalls
- Angaben zum Unfall (objektiv ermittelte Fakten)
- Schlussfolgerungen zu Unfallursachen und Auswirkungen der situations-/leistungsbeeinflussenden Faktoren.

Für die Auswertung des Unfalls werden die Daten wie in der folgenden Abbildung strukturiert:

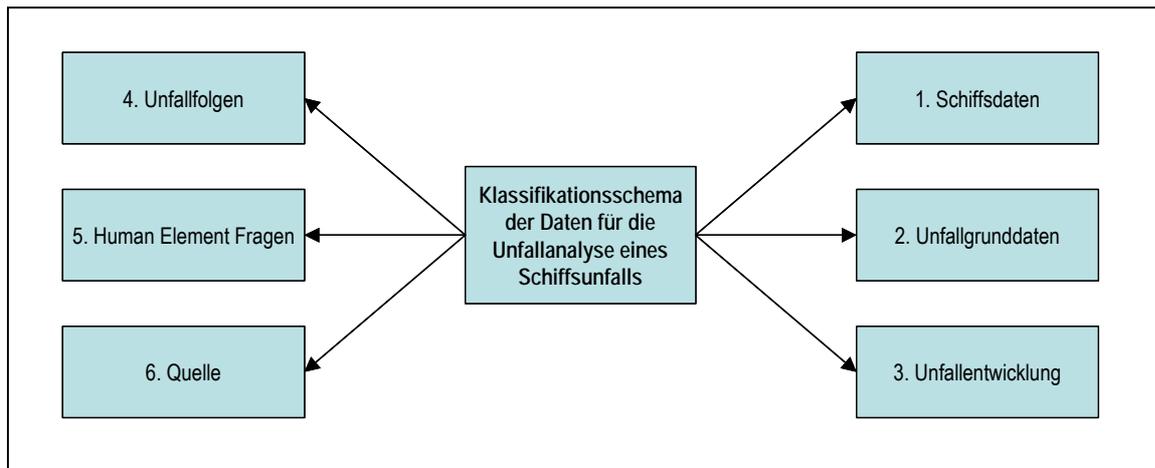


Abbildung 5 - 4: Grundstruktur des Klassifikationsschemas der Daten für die Unfallanalyse

Der Dateninhalt der Gliederungspunkte wird in den folgenden Abschnitten untersetzt und erläutert.

5.2.2.1 Schiffsdaten

Die Schiffsdaten dienen ausschließlich statistischen Zwecken bei der Unfallauswertung in bezug auf den vom Unfall betroffenen Schiffstyp. Die Tabelle 5 - 1 gibt dabei einen Überblick der zu erfassenden Daten.

Tabelle 5 - 1: Daten des Strukturpunktes Schiffsdaten

Daten	Zusätzliche Angaben
Schiffsname	
IMO Nummer	
Schiffstyp	
Administrative Daten	Flaggenstaat, Eigner, Manager, Klassifikationsgesellschaft
Technische Daten	Gross-Tonnage, DWT, Schiffslänge, Schiffsbreite, Doppelboden, Kiellegung, Bauwerft, Umbauten
Manövrierzustand des Schiffes	

Aus der Tabelle ist leicht ersichtlich, dass die hier erfassten Daten die Auswertung von Unfällen auf bestimmten Schiffgruppen erleichtern sollen, indem eine Reihe von Abfragemöglichkeiten zur Verfügung gestellt werden, wie z.B. das Unfallgeschehen auf einem bestimmten Schiffstyp oder auf Schiffen eines bestimmten Alters.

Diese Daten haben mit der eigentlichen Analyse eines Unfalls nichts zu tun, sind aber für die weiteren statistischen Untersuchungen unerlässlich.

5.2.2.2 Unfallgrunddaten

Während die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Daten der statistischen Kennzeichnung des vom Unfall betroffenen Schiffes dienen, werden die in diesem Strukturpunkt des Klassifikationsschemas erfassten Daten für die statistische Unterscheidung der Unfallbegleitumstände herangezogen, wie Tabelle 5 - 2 zeigt.

Tabelle 5 - 2: Daten des Strukturpunktes Unfallgrunddaten

Kriterium	Datenkategorie
Unfallzeitpunkt	Datum, Ortszeit
Äußere Bedingungen	Windstärke, Seegang, Temperatur, Sichtbedingungen, Niederschläge
Unfallort	Position, Fahrtgebiet, Verkehrssituation
Menschen an Bord	Besatzung, Passagiere
Unfallursache	

Wie schon bei den Schiffsdaten ersichtlich, werden auch in diesem Strukturpunkt des Datenklassifikationsschemas verschiedene Abfragemöglichkeiten zur Verfügung gestellt, die in einer Datenbank eine bessere Zusammenstellung und Auswertung von Unfällen unter bestimmten Begleitumständen ermöglichen, wie z.B. Unfälle während der Revierfahrt, Unfällen zu einer bestimmten Tageszeit usw.

Die hier zusammengestellten Daten haben ebenfalls nur mittelbar mit dem Unfall zu tun, sind aber von großer Bedeutung für die statistische Auswertung der Unfälle.

5.2.2.3 Unfallentwicklung

Der Strukturpunkt Unfallentwicklung ist für die Auswertung schwerer Unfälle gedacht. Diese Unfälle werden aus verschiedenen Gründen sorgfältiger untersucht, als weniger schwerwiegende Unfälle. Dabei spielen Haftungs- und Schuldansprüche eine Rolle, sowie die aus den internationalen Konventionen resultierenden Verpflichtungen, die diese intensivere Unfalluntersuchung erforderlich machen. Durch die detaillierte Untersuchung dieser Unfälle lassen sich eine Reihe von Daten gewinnen, die bei einem kleineren Unfall nicht ermittelt werden. Insofern lassen sich bei den schwereren Unfällen Daten im Bereich der Unfallentwicklung erfassen, aus denen wichtige Aussagen zum Unfallprozess abgeleitet werden können. Aus diesem Grund werden die folgenden Strukturunterpunkte vorgeschlagen:

- Zusätzliche Angaben zur Unfallkategorie
- Ablauf der Ereignisse
- Evakuierung des Schiffes
- Externe Rettungsmaßnahmen

Die Datenstrukturen dieser Unterpunkte werden in den nächsten Abschnitten ausführlicher erläutert.

5.2.2.3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse

Im Rahmen der hier vorgeschlagenen Klassifikation sollen folgende Unfallklassen berücksichtigt werden:

- Kollision
- Grundberührung
- Wassereinbruch
- Brand

Oftmals treten die Unfallkategorien während des Gesamtunfallprozesses kombiniert auf, d.h. ein Schiffsunfall beginnt mit einem Ereignis einer Unfallkategorie und es können sich Ereignisse einer weiteren Kategorie anschließen. So ist es zum Beispiel denkbar, dass nach einer Grundberührung ein Wassereinbruch stattfindet. Alle Unfallkategorien können jedoch auch als Einzelszenarien auftreten. Der Vorteil einer getrennten Betrachtung der Einzelkategorien in einem Gesamtunfallprozess besteht jedoch darin, dass somit eine höhere Vergleichbarkeit von Einzelprozessen erreicht wird.

Die Unfallkategorien werden nach einem einheitlichen Schema betrachtet:

- Erkennen der Unfallgefahr
- Unfallsituation

Bei den Unfallkategorien mit dem Einsatz von Technik in der Notfallbewältigung (Brand und Wassereinbruch) wird außerdem noch untersucht, ob die zur Verfügung stehende Technik einsatzbereit war und auch bedient werden konnte.

5.2.2.3.1.1 Kollision

Das Datenerfassungsschema für die Unfallkategorie Kollision ist in der Abbildung 5 - 5 dargestellt.

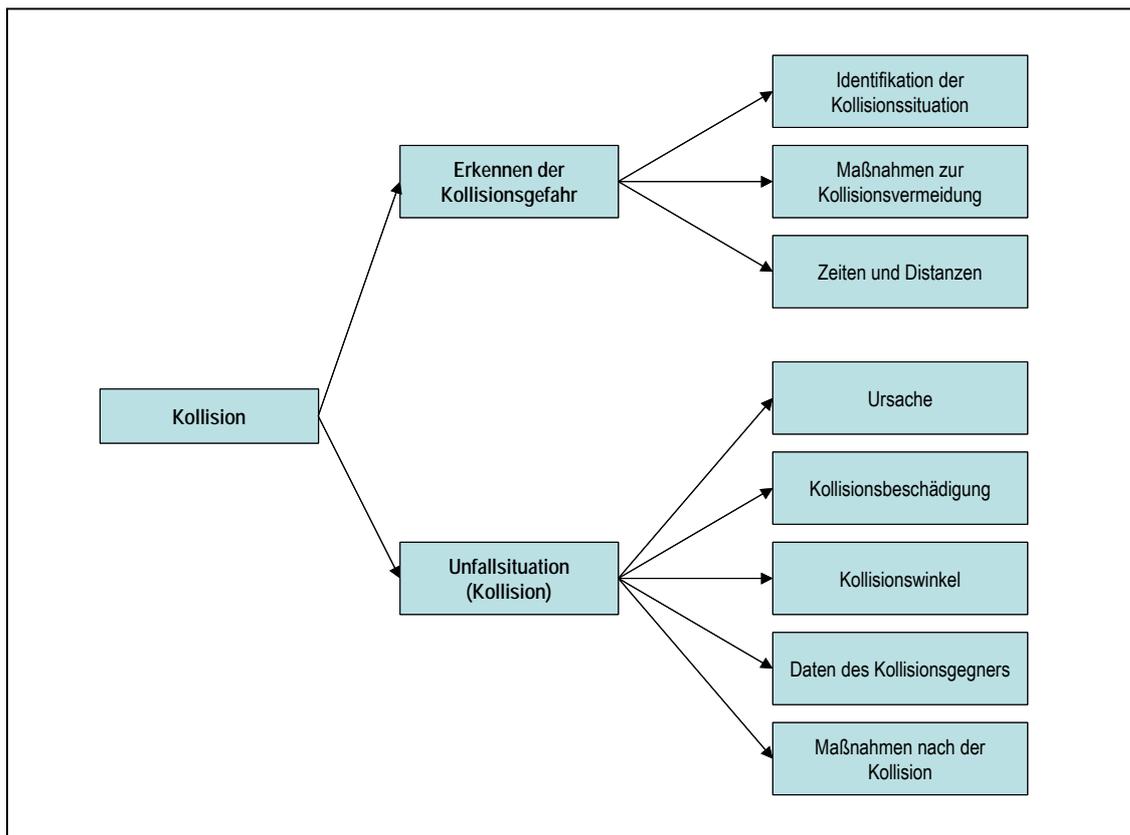


Abbildung 5 - 5: Datenstruktur für die Unfallklasse Kollision

Bei der Zweiteilung der Daten werden im Punkt Erkennen der Kollisionsgefahr die in Tabelle 5 - 3 aufgeführten Daten erfasst:

Tabelle 5 - 3: Daten des Strukturpunktes Kollision/Erkennen der Kollisionsgefahr

Kriterium	Datenkategorie
Identifikation der Kollisionssituation	Plott, Peilung, Externe Hinweise, Einschätzung der Schiffsführung
Maßnahmen zur Kollisionsvermeidung	Kommunikation, Signale, Manöver
Zeiten und Distanzen	

Die Daten dienen zur Charakterisierung der Unfallphase Beginnender Unfall, bei der der Schwerpunkt auf der Identifikation der Gefahr und entsprechenden Erstmaßnahmen liegt. Hier werden die technischen Parameter erfasst. Die HE Fragen werden im Strukturpunkt Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen (vgl. Abschnitt 5.2.2.5.2) behandelt. Die gefährliche Störung selbst tritt bei der Kollision in Form des potentiellen Kollisionsgegners auf (Schiff oder Objekt).

Im Strukturpunkt Unfallsituation geht es um die technischen Auswirkungen und Maßnahmen bei/infolge der Kollision, wie aus der unten aufgeführten Tabelle 5 - 4 ersichtlich ist:

Tabelle 5 - 4: Daten des Strukturpunktes Kollision/Unfallsituation

Kriterium	Datenkategorie
Ursache	
Kollisionsbeschädigung	Oberhalb der Wasserlinie, Unterhalb der Wasserlinie
Kollisionswinkel	
Daten des Kollisionsgegners	Schiff, Objekt
Maßnahmen nach der Kollision	

Weitere Daten zum Notfallmanagement im Zusammenhang mit der Kollision sind im Strukturpunkt Notfallmanagement (vgl. Abschnitt 5.2.2.5.3) erfasst.

5.2.2.3.1.2 Grundberührung

Auch beim Strukturpunkt Grundberührung wird die Zweiteilung der Datenstruktur beachtet, wie aus Abbildung 5 - 6 ersichtlich ist. Dabei werden bei der Entwicklung der Grundberührungssituation die in Tabelle 5 - 5 dargestellten Daten erfasst.

Tabelle 5 - 5: Daten des Strukturpunktes Grundberührung/Entwicklung der Grundberührungssituation

Kriterium	Datenkategorie
Erkennen der Gefahr der Grundberührung	Navigation, Externe Hinweise, Einschätzung der Schiffsführung, Keine Identifikation der Grundberührungssituation
Maßnahmen um die Grundberührung zu vermeiden	Manöver, Externe Hilfe, Sonstiges
Zeiten	

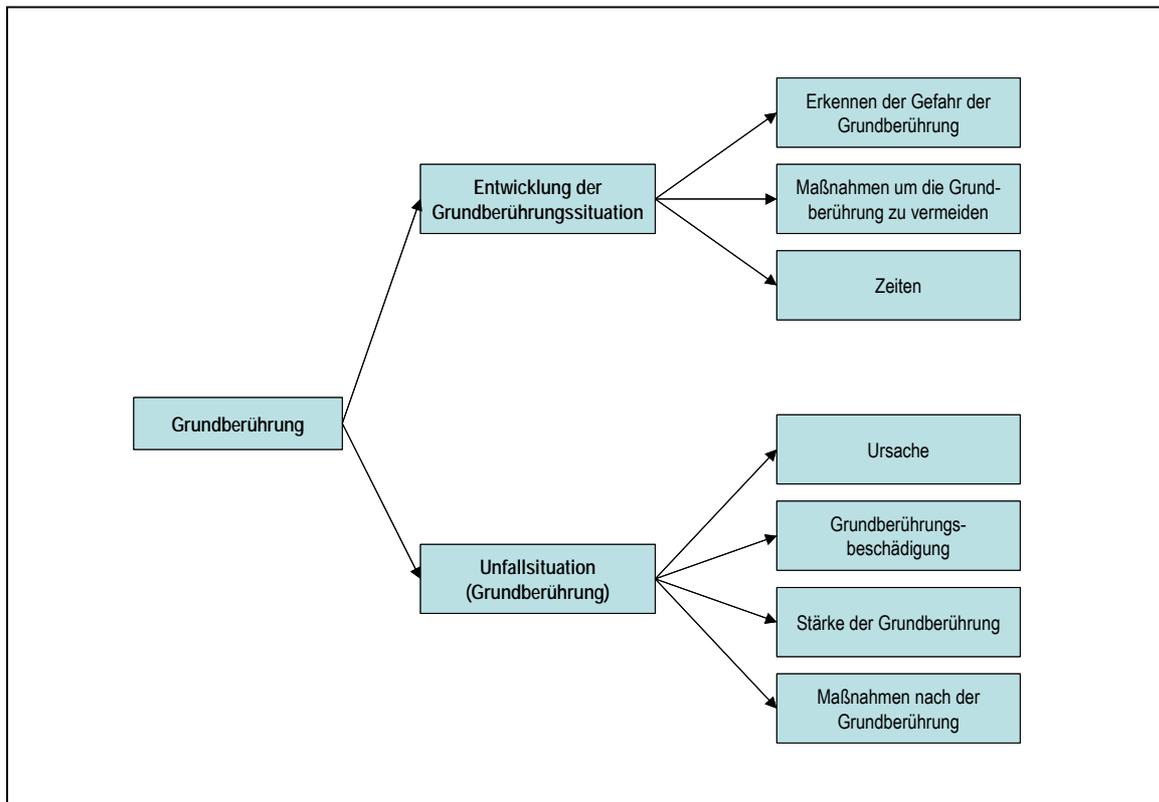


Abbildung 5 - 6: Datenstruktur für die Unfallklasse Grundberührung

Auch hier dienen die Daten in erster Linie der technischen Beschreibung des Unfallabschnitts Beginnender Unfall. Weitere Angaben zu den HE Fragen finden sich in den HE Teilen der Datenstruktur. Die gefährliche Störung ist das Auftreten der Gefahr einer möglichen Grundberührung, die durch den Operateur auf der Brücke wahrgenommen wird oder nicht. Sie wird auch durch die Ursache der Grundberührung charakterisiert.

Die im Strukturpunkt Unfallsituation erfassten Daten dienen der technischen Charakterisierung der Grundberührungssituation. Weitere Angaben zu den HE Fragen finden sich in den relevanten HE Abschnitten.

5.2.2.3.1.3 Wassereintrich

Die Datenstruktur in der Unfallklasse Wassereintrich ergibt sich aus Abbildung 5 - 7. Bei dieser Unfallkategorie kommen neben der Erkennung der Unfallsituation die aktive Komponente Leckabwehr hinzu. Außerdem werden Daten über den Zustand der Leckabwehrtechnik erfasst.

Die Daten des Strukturpunktes Erkennen und Entwicklung des Wassereintrichs sind in Tabelle 5 - 6 erfasst.

Tabelle 5 - 6: Daten des Strukturpunktes Erkennen und Entwicklung des Wassereintrichs

Kriterium	Datenkategorie
Ursache des Wassereintrichs	Lage des Lecks, Ursache für das Leck
Erkennen (Wassereintrich)	Entdeckung des Wassereintrichs, Stadium des Wassereintrichs bei Entdeckung
Ausweitung (Wassereintrich)	
Erstmaßnahmen (Wassereintrich)	

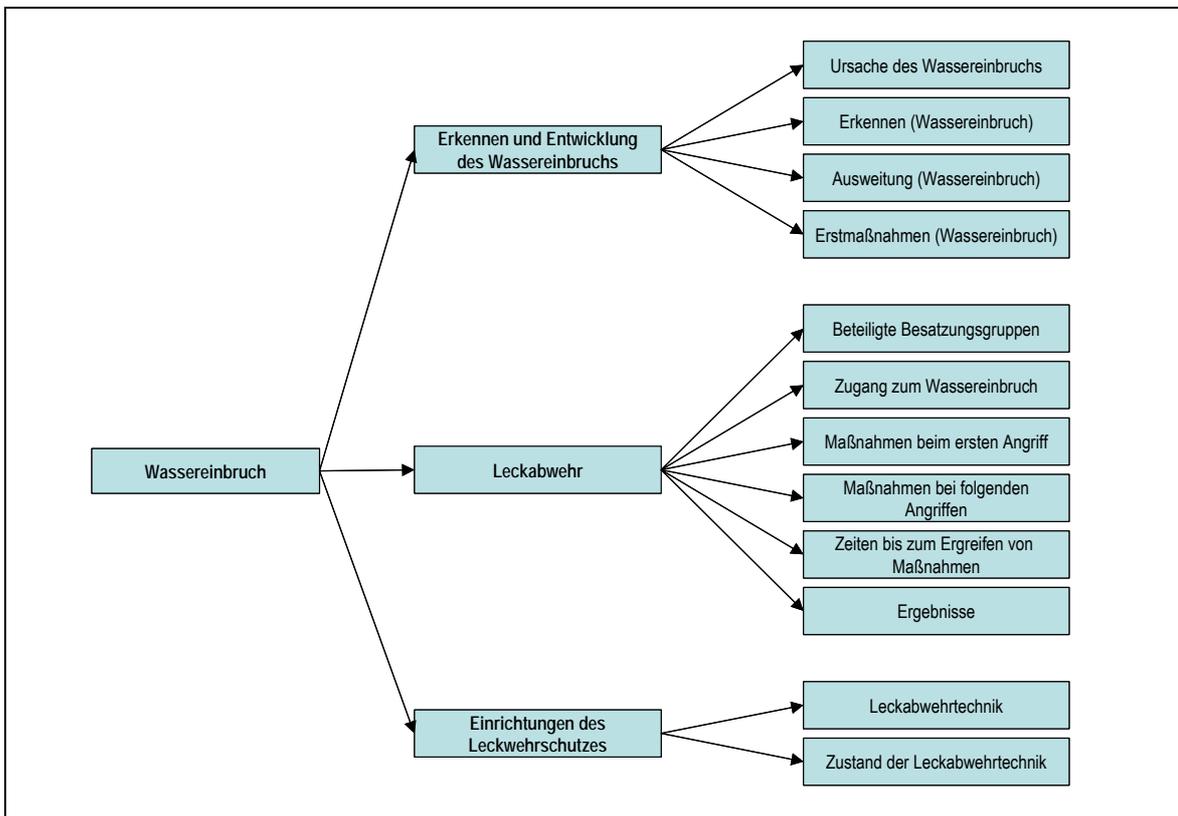


Abbildung 5 - 7: Datenstruktur der Unfallklasse Wassereintrich

Während die Komponente Identifikation und Entwicklung des Wassereintrichs die Unfallphasen Gefährliche Störung und Beginnender Unfall beschreibt, charakterisiert die Komponente Leckabwehr die Unfallphase Unfall, wobei sie besonders auf das Notfallmanagement hinweist. Die Datenkategorien bei der Leckabwehr sind selbsterklärend.

Die Komponente Einrichtungen des Leckwehrschutzes beschreibt die technischen Sicherheitsreserven an Bord, die in den Prozessphasen Beginnender Unfall und Unfall zum Tragen kommen. Die Daten sind in Tabelle 5 - 7 dargestellt.

Tabelle 5 - 7: Daten des Strukturpunktes Einrichtungen des Leckwehrschutzes

Kriterium	Datenkategorie
Leckabwehrtechnik	Schiffbauliche Maßnahmen, Meldeeinrichtungen, Leckabwehrtechnik
Zustand der Leckabwehrtechnik	Feste Leckabwehrtechnik, Bewegliche Leckabwehrtechnik, Kontrolle und Wartung der Leckabwehrtechnik

Die HE relevanten Daten werden in den separaten Datenstrukturpunkten zum HE Einfluss erfasst.

5.2.2.3.1.4 Brand

Die Datenerfassung bei der Unfallkategorie Brand erfolgt analog zum Wassereintruch. Auch hier erfolgt die Einteilung in Erkennung (Gefährliche Störung und Beginnender Unfall), Brandabwehr (Unfall/Notfallmanagement) und Einrichtungen des Brandschutzes (Sicherheitsreserven im System), wie aus der Abbildung 5 - 8 ersichtlich ist.

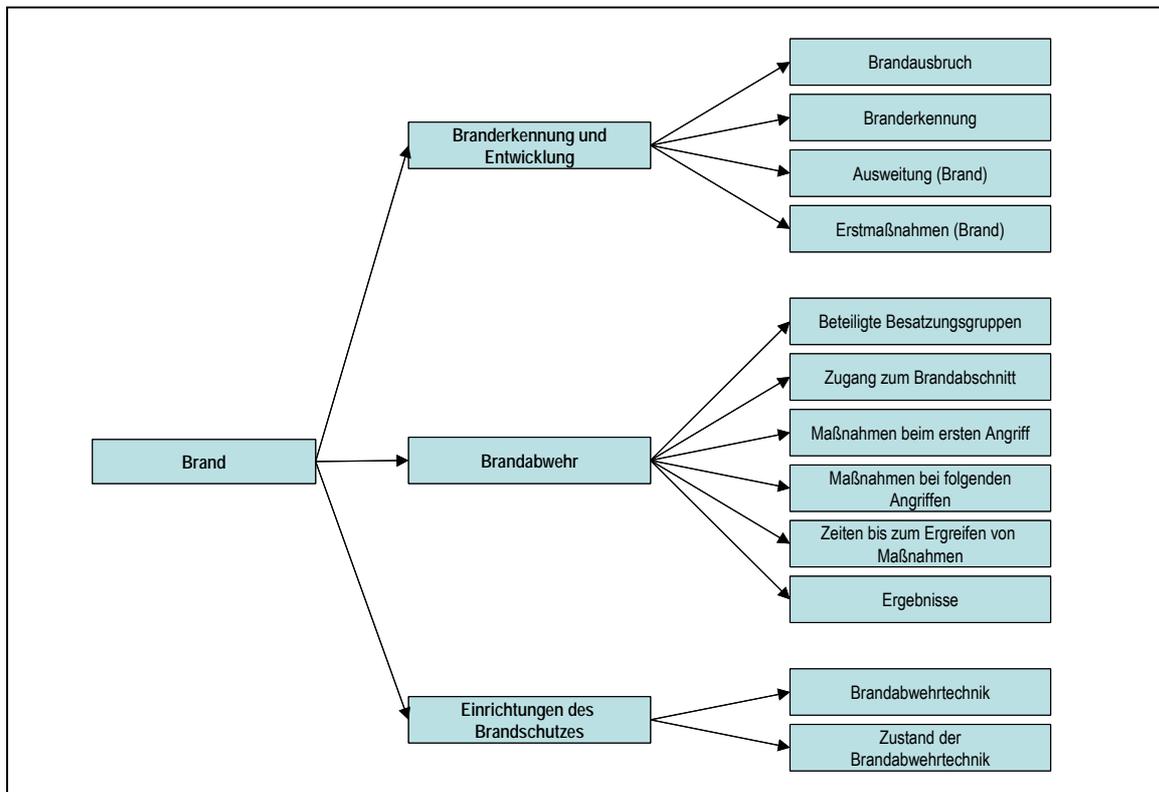


Abbildung 5 - 8: Datenstruktur der Unfallklasse Brand

Da die Datenstruktur inhaltlich analog zur Unfallklasse Wassereintruch erstellt worden ist, sei für die weiterführenden Erläuterungen auch auf diesen Abschnitt verwiesen (vgl. 0).

5.2.2.3.2 Ablauf der Ereignisse

Für die Auswertung und Vergleichbarkeit von Unfällen ist das Erstellen von Ereignisbäumen, wie sie in Abbildung 5 - 9 dargestellt sind, eine unerlässliche Maßnahme. Da diese Studie sich mit dem Unfallprozess beschäftigt, ist natürlich auch die Frage von Bedeutung, wie sich der Unfall nach dem Eintritt des unfallauslösenden Ereignisses entwickelt hat. Insofern dient die Erfassung der Ereignisse nach dem Unfalleintritt der Gesamtdarstellung des Unfallprozesses. Auf diese Weise können wichtige Aussagen zu den Abläufen im Unfallprozess getätigt werden. Dies kann eine Grundlage für die verbesserte Modellierung des Unfallprozesses werden, die sich wiederum für die Grundlagenforschung verwenden lässt (z.B. bei der Entwicklung von Handlungshilfen in Beratersystemen für die Schiffsführung oder beim Einsatz von Simulatoren bei der Unfalluntersuchung¹⁵⁴).

¹⁵⁴ - vgl. [MUI-91]

Für die Erstellung der Ereignisbäume ist eine einheitliche Definition von Begriffen und Benennungen für Unfallereignisse eine unabdingbare Voraussetzung. Projekte wie CASMET haben sich in der Vergangenheit bereits mit dem Problem der Datenerfassung für Ereignisbäume beschäftigt und Lösungen angeboten.

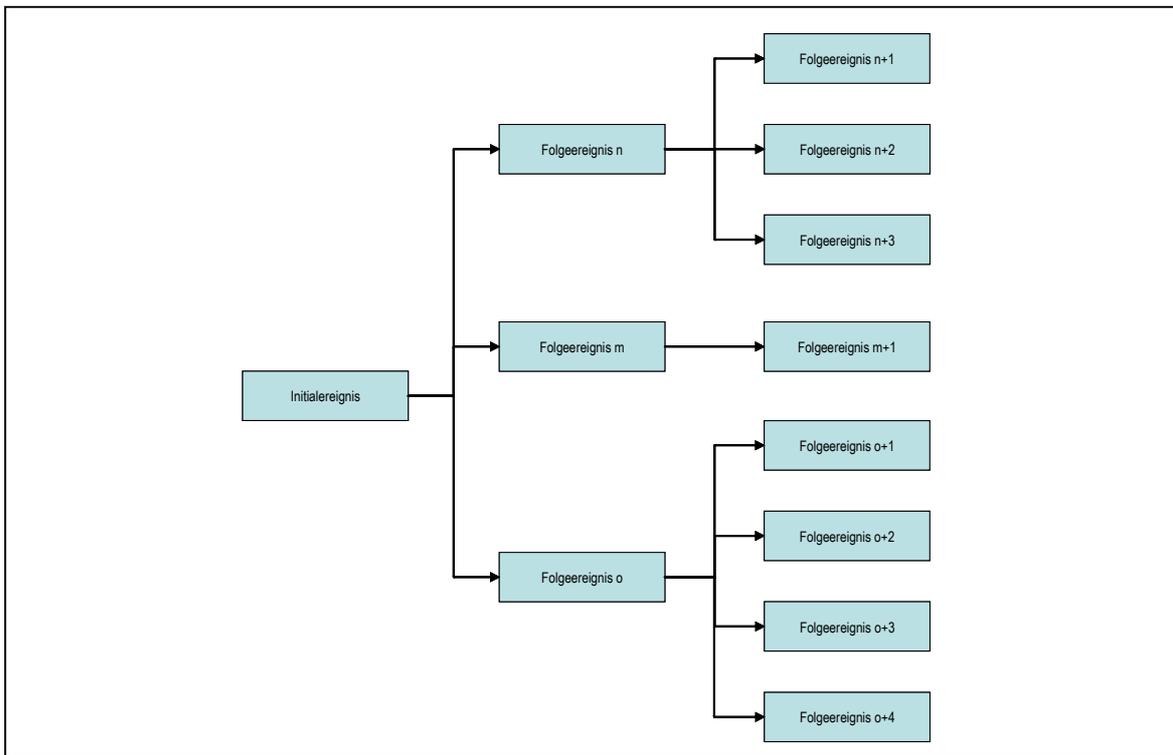


Abbildung 5 - 9: Schematische Darstellung eines Ereignisbaums

Eine große Schwierigkeit wird die Vereinheitlichung von Begriffen darstellen. Speziell bei großen Datenmengen und mehreren an Unfallauswertungen beteiligten Personen kann es zu Abweichungen in den Begrifflichkeiten in der Form kommen, dass für gleiche oder ähnliche Ereignisse unterschiedliche Benennungen verwendet werden. Insofern kommt es hier auf häufigere Auswertungen und Kontrollen an und auf eine gute Abgleichung und Kommunikation der zu verwendenden Begriffe.

5.2.2.3.3 Evakuierung des Schiffes

Die Daten für die Kategorie Evakuierung des Schiffes sind in Abbildung 5 - 10 dargestellt.

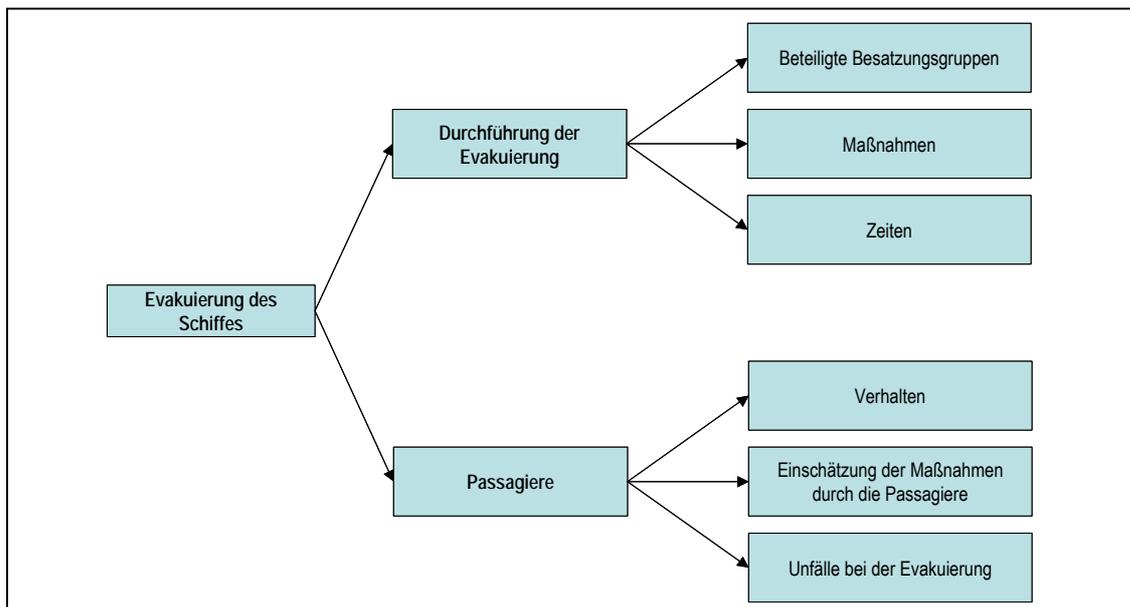


Abbildung 5 - 10: Datenstruktur für den Unterpunkt Evakuierung des Schiffes

In diesem Unterpunkt sollen vor allen Dingen Daten gewonnen werden, die für die Prozessphasen Unfall und Totalverlust in bezug auf die Evakuierung des Schiffes aufschlussreich sind. Es wurde dabei eine Konzentration ausgewählter Daten vorgenommen, die für die generelle Beschreibung des Evakuierungsvorgangs aufschlussreich sind. Bei den zu erwartenden Passagierschiffsgrößen der nächsten Jahre wird die Frage der möglichen Evakuierung eine immer größere Rolle spielen. Weitere Studien auf diesem Gebiet können zusätzliche Daten zur Erfassung vorschlagen, um z.B. die Simulation von Passagierströmen in verunfallten Schiffen zu ermöglichen.

5.2.2.3.4 Externe Rettungsmaßnahmen

Die Datenstruktur des Unterpunktes Externe Rettungsmaßnahmen ist aus der Abbildung 5 - 11 ersichtlich. Die hier erfassten Daten dienen ebenfalls zur Beschreibung der Prozessabschnitte Unfall und Totalverlust, wobei hier die Maßnahmen zur Heranführung externer Hilfskräfte im Vordergrund der Betrachtung stehen.

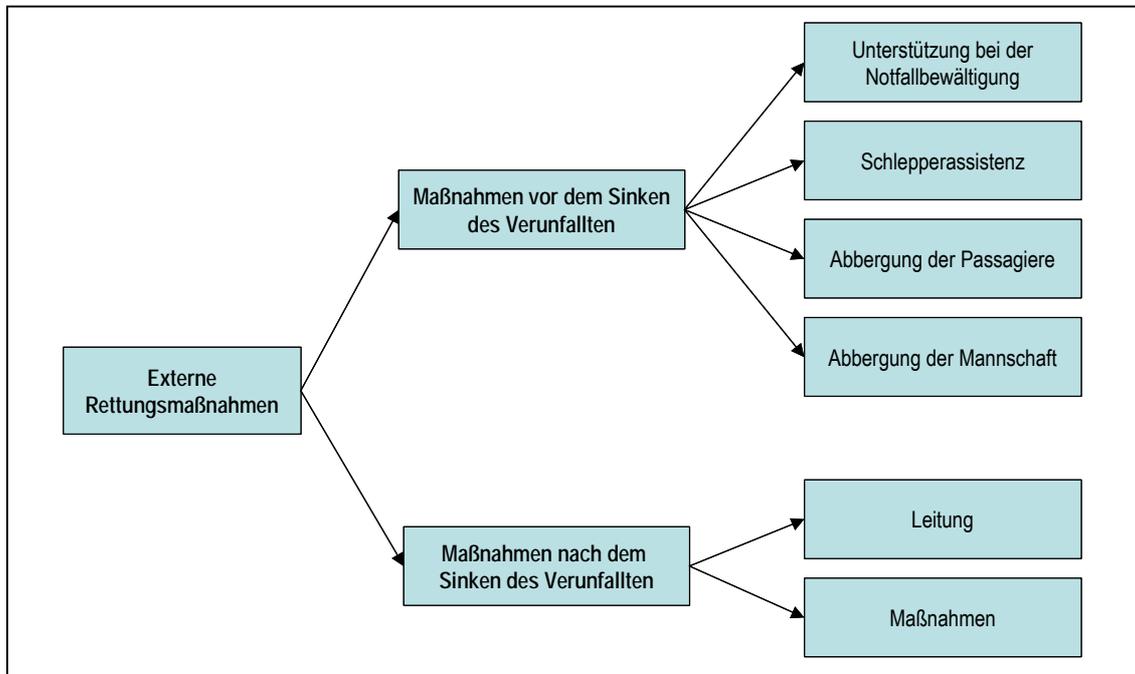


Abbildung 5 - 11: Datenstruktur für den Unterpunkt Externe Rettungsmaßnahmen

Weiterführende Daten können durch zusätzliche Studien sinnvoll in das Datenschema integriert werden.

5.2.2.4 Unfallfolgen

Bei den Unfallfolgen werden Daten für die statistische Auswertung und Einordnung des Unfalls erfasst. Es handelt sich dabei um folgende Angaben:

- Totalverlust
- Schiff vorübergehend nicht seetüchtig
- Umweltverschmutzung
- Verluste an Menschenleben
- Verletzte

Diese Daten ermöglichen die Kategorisierung des Unfalls und die Wichtung der Daten.

5.2.2.5 HE Fragen

Für das in dieser Arbeit vorgeschlagene Datenerfassungsschema wurde abweichend vom erarbeiteten Unfallprozessmodell eine separate Erfassung der HE Daten realisiert. Das hat folgende Gründe. Zum einen sind die HE Fragestellungen sehr spezifisch und können, wenn sie mit anderen Daten vermengt werden, an Bedeutung und Aussagekraft verlieren. Zum anderen fallen sie während der gesamten Dauer des Unfallprozesses an. Auf diese Weise könnten Dopplungen entstehen. Außerdem gewinnt die detaillierte HE

Betrachtung bei Unfall- und Sicherheitsanalysen immer stärker an Bedeutung. Deshalb wurde eine Konzentration der HE Daten in einem separaten Unterpunkt realisiert, um auf diese Weise einen Gesamtüberblick zu der Thematik anbieten zu können und eine bessere Trennung zwischen den ausschließlich technischen und den organisatorisch/menschlichen Daten zu unterstützen.

Der HE Bereich wird selbst in vier Unterpunkte gegliedert:

- HE - Allgemeine Situation
- HE - Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen
- HE - Notfallmanagement
- HE - Evakuierung

Die Einzelheiten werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

5.2.2.5.1 HE - Allgemeine Situation

Der Teil HE – Allgemeine Situation, dessen Datenstruktur aus der Abbildung 5 - 12 entnommen werden kann, ist der größte Einzelpunkt des Datenerfassungsschemas. Er beinhaltet Daten, die nicht direkt mit dem unmittelbaren Unfall im Zusammenhang stehen. Durch die Erfassung dieser Daten sollen jedoch Aussagen bzgl. des individuellen Leistungsvermögens der Personale und anderer Einflussfaktoren im persönlichen Bereich und im organisatorischen Umfeld des Schiffsbetriebs ermöglicht werden. Der Datenpunkt HE-Allgemeine Aussagen ist gleichzeitig auch das Kernstück des organisatorischen Teils des „Mensch-Maschine-Organisation“ Systems. Die hier zusammengetragenen Daten sollen im wesentlichen auch Einblick in die organisatorischen Probleme des Bordalltags gewähren. Dabei ist zwischen den globalen Vorgaben des externen Managements und den Einflüssen der jeweiligen Schiffsleitung zu unterscheiden.

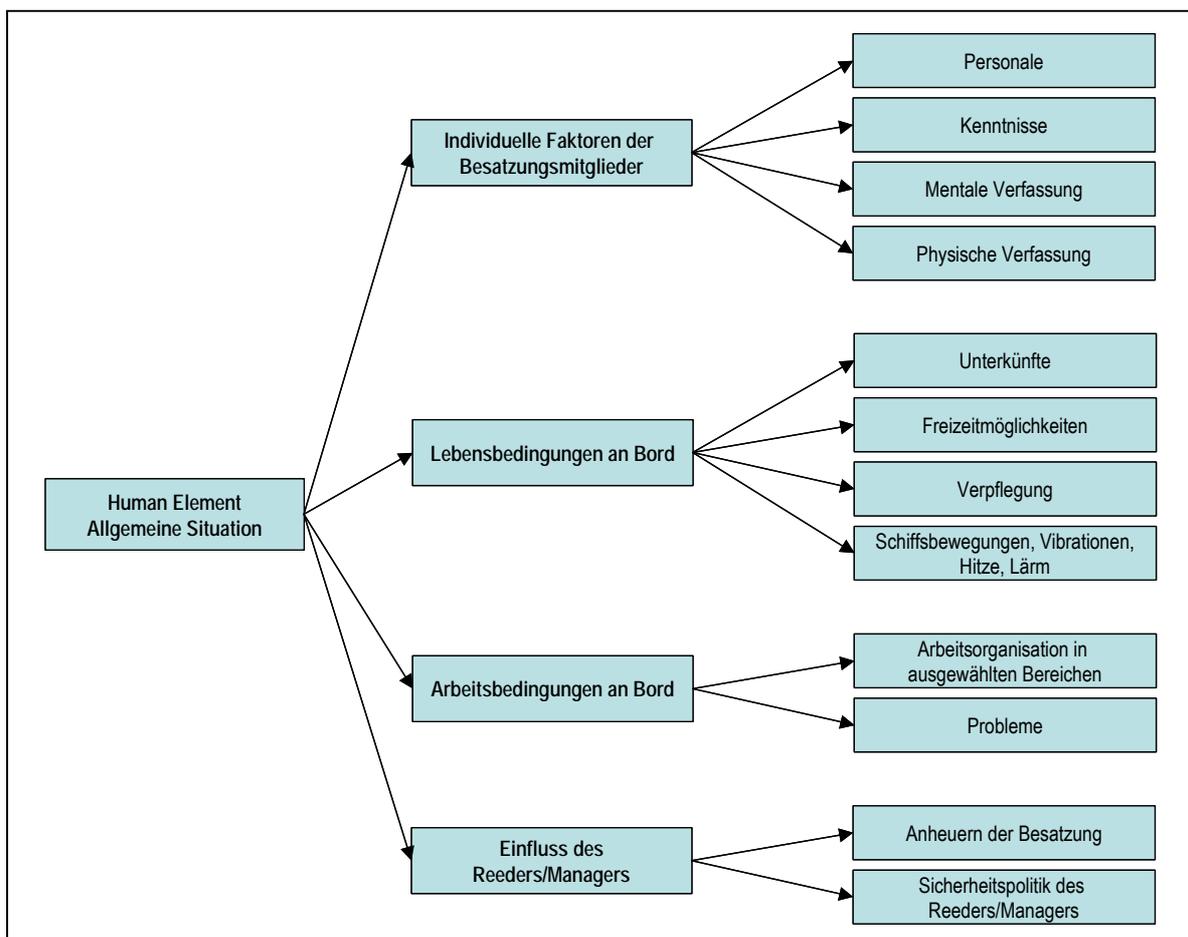


Abbildung 5 - 12: Datenstruktur für den Klassifikationspunkt HE – Allgemeine Situation

Für die einzelnen Komponenten ergeben sich dabei folgende Einzelheiten. Die Daten der ersten Komponente, Individuelle Faktoren der Besatzungsmitglieder, sind in Tabelle 5 - 8 dargestellt. Es geht hier in erster Linie um Daten, die die Stärke, Zusammensetzung und die Verfassung der Personale beschreiben. Obwohl diese Faktoren keinen messbaren Einfluss auf die Leistungsfähigkeit¹⁵⁵ ausüben, unterstützen sie in ihrer Gesamtheit die Möglichkeit mit Ansätzen aus der Psychologie und der Arbeitsmedizin, Aussagen zur Leistungsfähigkeit der Besatzungsmitglieder zu treffen.

Tabelle 5 - 8: Daten des Strukturpunktes HE – Allgemeine Situation/Individuelle Faktoren der Besatzungsmitglieder

Kriterium	Datenkategorie
Personale	Stärke, Zusammensetzung
Kenntnisse	Durchschnittsjahre Berufspraxis, Prozentualer Anteil Berufsanfänger, Teilnahme Weiterbildung Sicherheit, Sonstige Weiterbildung
Mentale Verfassung	Durchschnittliche Verweildauer an Bord, Einsatz auf Stammschiffen, Arbeitsklima, Geschilderte Probleme im Bordalltag
Physische Verfassung	Durchschnittliche Tagesarbeitszeit, Durchschnittliche Tagesruhezeit, Durchschnittliche Krankentage pro Monat

Die Komponente Lebensbedingungen an Bord beschäftigt sich mit Daten zur Unterbringung, der Verpflegung und den Freizeitmöglichkeiten der Seeleute. Gerade weil Seeleute nach ihrem Dienst nicht nach Hause gehen können und für Monate in unmittelbarer Nähe ihres Arbeitsortes verbleiben müssen, ist es wichtig, dass ihnen eine adäquate Umgebung zur Verfügung gestellt wird, die es ihnen ermöglicht, in einem gewissen Rahmen Abstand von den täglichen Problemen bei der Arbeit zu gewinnen und sich in der Freizeit zu erholen. Obwohl der Einfluss dieser Bedingungen nicht messbar ist, kann sicherlich davon ausgegangen werden, dass bei einer unmotivierten Crew die Unfallwahrscheinlichkeit im Routinebereich steigt und das Sicherheitsbewusstsein herabgesetzt ist.

Die dritte Komponente beschäftigt sich mit den Arbeitsbedingungen an Bord, wie aus Tabelle 5 - 9 ersichtlich ist. Es soll versucht werden in diesem sensiblen Bereich, der sicherlich anfällig für subjektive Fehleinschätzungen ist, ein genaueres Bild zu zeichnen. Neben der Erfassung der Bordroutinen sollen die Probleme an Bord registriert werden. Es soll dabei nur anhand von objektiv nachweisbaren Beschwerden im Vorfeld des Unfalls auf existierende Probleme im Schiffsbetrieb geschlossen werden.

Tabelle 5 - 9: Daten des Strukturpunktes HE – Allgemeine Situation/Arbeitsbedingungen an Bord

Kriterium	Datenkategorie
Arbeitsorganisation in ausgewählten Bereichen	Wachregime, Sicherheit, Reiseplanung, Standing Orders, Kontrollen, Resource Management
Probleme	Kommunikation, Kulturelle Unterschiede, Fachliche Unzulänglichkeiten, Zwischenmenschliche Probleme

Die letzte Komponente in diesem Bereich versucht Aufschluss zum Einfluss des Managers/Reeders zu geben. In diesem Zusammenhang wird auf zwei Bereiche hingewiesen, die Sicherheitspolitik der Reederei und die Personalpolitik. Beides sind entscheidende Kriterien bei der Gewährleistung der Schiffssicherheit. Durch eine vom Management durchgesetzte Sicherheitspolitik lässt sich die Sicherheitskultur an Bord deutlich verbessern. Umgekehrt können fehlende Vorgaben oder direkte Aufforderungen zur Missachtung von Sicherheitsnormen ursächlich für Schiffsunfälle sein, wie die Beispiele der „Scandinavian Star“ (1988) und „Herald of Free Enterprise“ (1987) zeigen. Das gilt auch für das Anheuern der Personale. Eine Reederei, die

¹⁵⁵ - vgl. auch [HOL-98] und die Aussagen zu den „Performance Shaping Factors“

in diesem Bereich keine Vorgaben macht oder die Crewing Firma nicht beaufsichtigt, muss sich den Vorwurf gefallen lassen, auf diese Weise zu Sicherheitsrisiken beizutragen. In diesem Zusammenhang soll auch auf den in jüngerer Zeit immer wieder diskutierten Begriff der „Safety Culture“¹⁵⁶ verwiesen werden.

5.2.2.5.2 Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen

Die Daten in den HE Bereichen Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen, Notfallmanagement und Evakuierung sind weitestgehend übereinstimmend strukturiert worden. Es geht in diesen Datenpunkten darum, die Entscheidungsfindung in den jeweiligen Prozessabschnitten Beginnender Unfall, Unfall und Totalverlust nachzuvollziehen. Durch die Anordnung in drei separaten Datenschwerpunkten soll eine hohe Vergleichbarkeit erzielt werden, die dazu dient, das Datenmaterial mit verschiedenen Modellen und Ansätzen der Sicherheitsanalyse auszuwerten und zu erklären. Die Datenstruktur für den Unterpunkt Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen ergibt sich dabei aus der Abbildung 5 - 13.

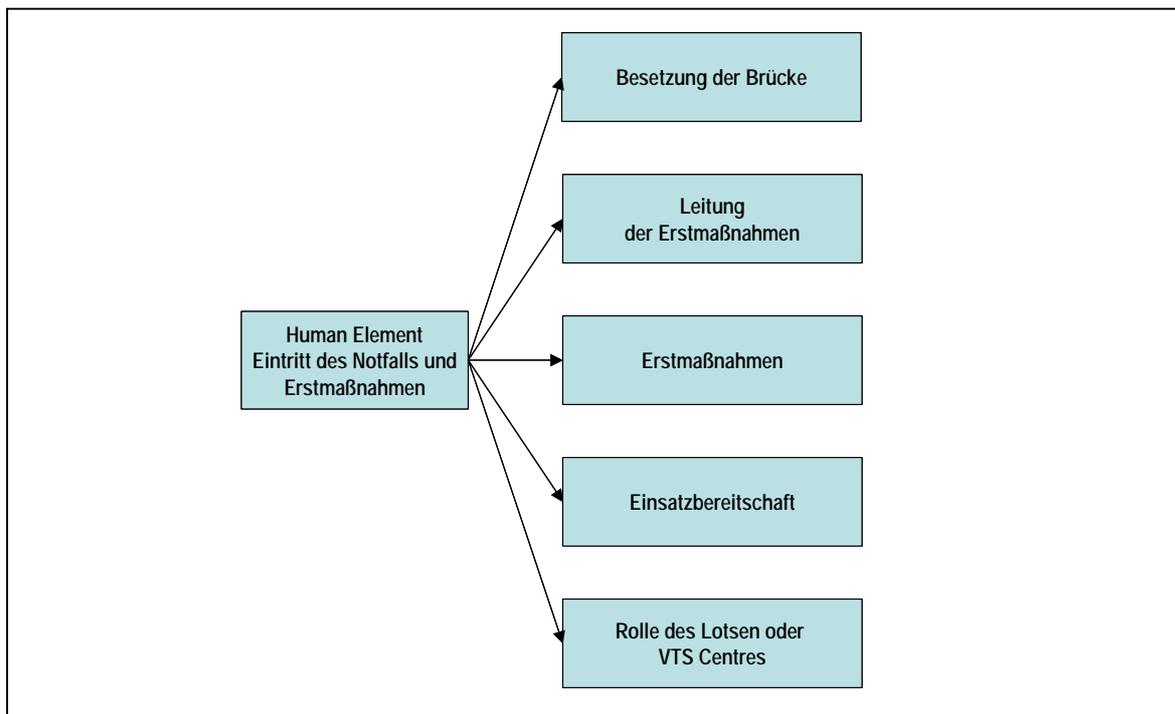


Abbildung 5 - 13: Datenstruktur für den Klassifikationspunkt HE – Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen

In den Einzelpunkten werden dabei jeweils die folgenden Daten erfasst:

Tabelle 5 - 10: Daten des Strukturpunktes HE – Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen/Besetzung der Brücke

Kriterium	Datenkategorie
Wachoffizier	Dienstgrad, Qualifikation, Erfahrung, Dienst an Bord
Kapitän	Erfahrung, Dienst an Bord
Lotse	Qualifikation, Erfahrung
Ausguck	Dienstgrad, Qualifikation, Erfahrung, Dienst an Bord

¹⁵⁶ - vgl. [VEI-02]

Die in Tabelle 5 - 10 aufgeführten Daten dienen dabei der Beschreibung der Ausgangslage auf der Brücke. Das ist insofern wichtig, als dass der Schiffsführungszentrale bei der Notfallbewältigung eine zentrale Rolle zukommt. Es hängt entscheidend vom Wachoffizier auf der Brücke ab, ob ein Notfall als ein solcher erkannt und durch folgerichtiges und effektives Handeln in der Entstehungsphase bereits beendet werden kann. Da im Allgemeinen die Aussage zutrifft, dass je später ein Notfall als ein solcher erkannt wird, desto schwieriger erfolgreich bekämpft werden kann, kommt der Frage nach der rechtzeitigen Notfallidentifikation eine Schlüsselrolle zu.

Insofern verstehen sich die Fragen nach der Leitung der Erstmaßnahmen und den Erstmaßnahmen, der Einsatzbereitschaft und der Rolle des Lotsen und des VTS Centres als unterstützend in dieser Richtung. Während bei den Erstmaßnahmen Reihenfolge und Detailmaßnahmen erfasst werden sollen, dient der Datenpunkt Einsatzbereitschaft der Beantwortung der Frage, ob die Maßnahmen entsprechend den Notfallplänen und Übungen durchgeführt wurden (vgl. Tabelle 5 - 11).

Tabelle 5 - 11: Daten des Strukturpunktes HE – Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen

Kriterium	Datenkategorie
Erstmaßnahmen	Alarmierung der Besatzung, Alarmierung der Passagiere, Herstellung der Einsatzbereitschaft von Notfalltrupps, Erkundung des Schadensumfangs, Bekämpfung des Schadens mit lokalen Mitteln, Kontaktaufnahme mit der Reederei, Hilfeanforderung (anders als Reederei)

Die Frage nach der Rolle des Lotsen oder VTS Centres ist insofern von Bedeutung, als dass es nach wie vor Schwierigkeiten bei der Bewertung der Möglichkeiten und Verantwortung des Lotsen/VTS Beraters gibt. Die Daten sollen helfen, das Eingreifen dieser Parteien besser zu charakterisieren, sofern sie an dem entsprechenden Notfall beteiligt waren.

5.2.2.5.3 Notfallmanagement

Die Datenstruktur für den Unterpunkt HE-Notfallmanagement ist aus der Abbildung 5 - 14 ersichtlich.

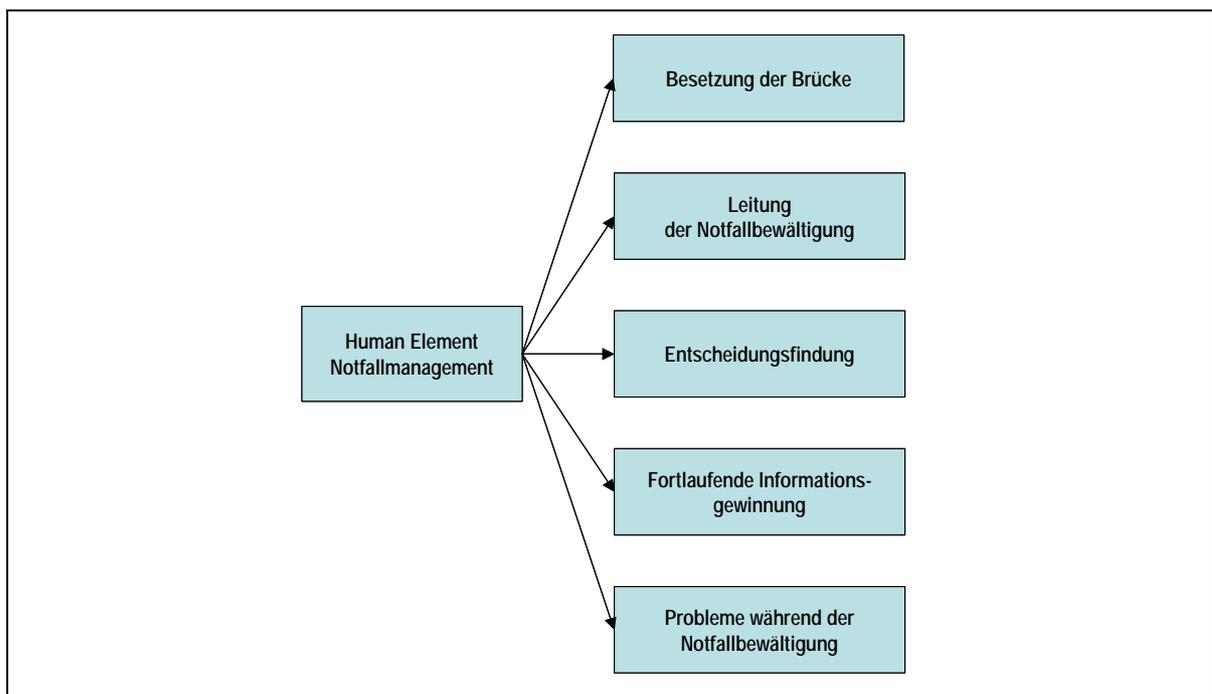


Abbildung 5 - 14: Datenstruktur für den Klassifikationspunkt HE – Notfallmanagement

Neben der Besetzung der Brücke und der Leitung der Notfallbewältigung sind hier insbesondere Fragen der Entscheidungsfindung und der fortlaufenden Informationsgewinnung von Bedeutung, da auf diese Weise die organisatorische Vorgehensweise bei der Notfallbewältigung beschrieben werden soll, wie aus den Tabellen 5-12 und 5-13 ersichtlich ist.

Tabelle 5 - 12: Daten des Strukturpunktes HE – Notfallmanagement/Entscheidungsfindung

Kriterium	Datenkategorie
Grundlage	Handlungshilfe, Messwerte, Einschätzung vor Ort, Erfahrung, Beispielfälle, Diskussion mit Externen
Art und Weise	Gemeinschaftsentscheidung, Einzelentscheidung

Tabelle 5 - 13: Daten des Strukturpunktes HE – Notfallmanagement/Fortlaufende Informationsgewinnung

Kriterium	Datenkategorie
Fortlaufende Informationsgewinnung	Sensorik/Technik, Kommunikationslinien, Sonstiges

Abschließend sollen die aufgetretenen Probleme während der Notfallbewältigung erfasst werden, wie sie in Tabelle 5 - 14 dargestellt sind.

Tabelle 5 - 14: Daten des Strukturpunktes HE – Notfallmanagement/Probleme während der Notfallbewältigung

Kriterium	Datenkategorie
Personale	Kommunikation, Angst/Panik, Mangelnde Kooperation, Kompetenzstreitigkeiten, Sonstiges
Ausfälle Technik	Fehlerhafte Bedienung im Einsatz, Ausfälle durch Wartungsfehler, Technisches Versagen, Sonstiges

Diese Daten dienen zur Abrundung der Thematik und bieten Anhaltspunkte für weitere Detailstudien.

5.2.2.5.4 Evakuierung

Die Datenstruktur des Datenpunktes HE-Evakuierung ist in der Abbildung 5 - 15 dargestellt.

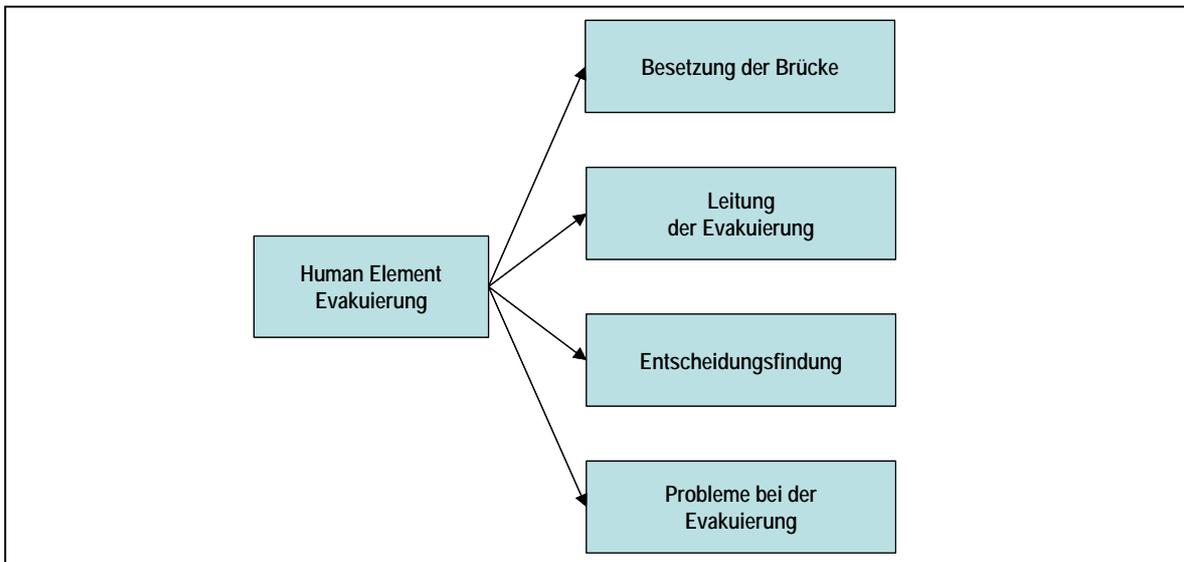


Abbildung 5 - 15: Datenstruktur für den Klassifikationspunkt HE – Evakuierung

Die Datenstruktur ist analog zum und aus den gleichen Beweggründen wie der Unterpunkt Notfallmanagement gestaltet worden. Es wurde lediglich auf die fortlaufende Informationsgewinnung verzichtet. Zielsetzung ist, wie schon erwähnt, die möglichst hohe Vergleichbarkeit der Daten in den unterschiedlichen Unfalletapen herzustellen.

5.2.2.6 Quelle

Die Quellenangabe ist der letzte Punkt des Datenerfassungsschemas. Hier soll eine Bewertung der Datenquelle vorgenommen werden. Für die Auswertung der Unfälle können Berichte aus folgenden Quellen verwendet werden (vgl. Tabelle 5 - 15).

Tabelle 5 - 15: Daten des Strukturpunktes Quelle

Kriterium	Datenkategorie
Quelle	Amtlicher Untersuchungsbericht, Ausführliche Darstellung in der Fachliteratur, Pressebericht, Sonstiges

Dieser Datenpunkt dient ausschließlich statistischen Zwecken, kann aber für die Wichtung der Daten verwendet werden. Die im Rahmen einer offiziellen Untersuchung gewonnenen Daten sind sicherlich höher zu bewerten, als Daten aus Presseberichten.

5.2.3 Verbindung des Prozessmodells Maritimer Unfall mit dem Datenerfassungsschema für Schiffsunfälle

Im Abschnitt 5.2.1.3 wurde das Prozessmodell Maritimer Unfall eingeführt. Dieses Modell unterteilt den Unfall in 4 Phasen ein:

- Gefährliche Störung
- Beginnender Unfall
- Unfall
- Systemrückführung
- Totalverlust

Um nun die Verbindung zwischen dem theoretischen Modell des Unfallprozesses und dem Datenerfassungsschema herzustellen, soll nachfolgend für die Unfallklasse Brand demonstriert werden, wie die einzelnen Phasen in das Datenerfassungsschema transformiert werden können. Dies ist aus den Tabellen 5-16, 5-17 und 5-18 ersichtlich.

Tabelle 5 - 16: Transformation des Prozessmodells des Schiffsunfalls auf die Unfallklasse Brand

Allgemeine Unfallphase		Umsetzung im Klassifikationsschema für die Unfallklasse Brand	
1	Gefährliche Störung	Branderkennung und Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Brandausbruch
2	Beginnender Unfall		
2.1	Störungserkennung	Branderkennung und Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Branderkennung • Ausweitung (Brand)
2.2	Situationsbewertung	HE – Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatzbereitschaft
2.3	Erstmaßnahmen	Branderkennung und Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Erstmaßnahmen
		HE – Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Besetzung der Brücke • Leitung der Erstmaßnahmen • Erstmaßnahmen • Rolle des Lotsen oder VTS Centres
3	Unfall		
3.1	Systembewertung	Brandabwehr	<ul style="list-style-type: none"> • Ergebnisse • Zeiten bis zum Ergreifen von Maßnahmen
		HE Notfallmanagement	<ul style="list-style-type: none"> • Erstmaßnahmen
3.2	Vorbereitung der Evakuierung	Durchführung der Evakuierung	<ul style="list-style-type: none"> • Beteiligte Besatzungsgruppen • Maßnahmen • Zeiten
		HE Evakuierung	<ul style="list-style-type: none"> • Besetzung der Brücke • Leitung der Evakuierung • Entscheidungsfindung • Probleme während der Evakuierung

Tabelle 5 - 17: Transformation des Prozessmodells des Schiffsunfalls auf die Unfallklasse Brand (Fortsetzung)

Allgemeine Unfallphase		Umsetzung im Klassifikationsschema für die Unfallklasse Brand	
3.3	Anforderung externer Hilfe	Maßnahmen vor dem Sinken des Verunfallten	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung bei der Notfallbewältigung • Schlepperassistenz
		HE Notfallmanagement	<ul style="list-style-type: none"> • Besetzung der Brücke • Leitung der Notfallbewältigung • Entscheidungsfindung • Fortlaufende Informationsgewinnung • Probleme während der Notfallbewältigung
3.4	Notfallbewältigung	Brandabwehr	<ul style="list-style-type: none"> • Beteiligte Besatzungsgruppen • Zugang zum Brandabschnitt • Maßnahmen beim ersten Angriff • Maßnahmen bei folgenden Angriffen • Zeiten bis zum Ergreifen von Maßnahmen
		HE Notfallmanagement	<ul style="list-style-type: none"> • Besetzung der Brücke • Leitung der Notfallbewältigung • Entscheidungsfindung • Fortlaufende Informationsgewinnung während der Notfallbewältigung • Probleme während der Notfallbewältigung
4	Systemrückführung		
4.1	Abbruch Evakuierung		
4.2	Entlassung externer Hilfe		
4.3	Überwachung Systemrückführung		
5	Totalverlust		
5.1	Durchführung Evakuierung	Durchführung der Evakuierung	<ul style="list-style-type: none"> • Beteiligte Besatzungsgruppen • Maßnahmen • Zeiten
		HE Evakuierung	<ul style="list-style-type: none"> • Besetzung der Brücke • Leitung der Evakuierung • Entscheidungsfindung • Probleme während der Evakuierung

Tabelle 5 - 18: Transformation des Prozessmodells des Schiffsunfalls auf die Unfallklasse Brand (Fortsetzung)

Allgemeine Unfallphase		Umsetzung im Klassifikationsschema für die Unfallklasse Brand	
5.2	Externe Rettung	Maßnahmen vor dem Sinken des Verunfallten	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung bei der Notfallbewältigung • Schlepperassistenz • Abbergung der Passagiere • Abbergung der Besatzung
		HE Notfallmanagement	<ul style="list-style-type: none"> • Besetzung der Brücke • Leitung der Notfallbewältigung • Entscheidungsfindung • Fortlaufende Informationsgewinnung • Probleme während der Notfallbewältigung
5.3	Notfallverzögerung	Brandabwehr	<ul style="list-style-type: none"> • Beteiligte Besatzungsgruppen • Zugang zum Brandabschnitt • Maßnahmen beim ersten Angriff • Maßnahmen bei folgenden Angriffen • Zeiten bis zum Ergreifen von Maßnahmen
		HE Notfallmanagement	<ul style="list-style-type: none"> • Besetzung der Brücke • Leitung der Notfallbewältigung • Entscheidungsfindung • Fortlaufende Informationsgewinnung • Probleme während der Notfallbewältigung

Die vorstehenden Tabellen machen in diesem Zusammenhang deutlich, dass das Prozessmodell und das Datenerfassungsschema nicht immer ein-eindeutig in Beziehung gebracht werden können. Das Prozessmodell beschreibt den Ablauf des Unfallprozesses, während das Datenerfassungsschema die übersichtliche Darstellung der Unfalldaten unterstützen soll. Dabei muss das Datenschema in einer Weise aufgebaut sein, die es dem Anwender vereinfachen soll, die entsprechenden Angaben während der Unfalluntersuchung zusammenzutragen, einzugeben und bei der Verfolgung bzw. Nachbereitung des Unfalls leicht wiederzufinden. Die hier gefundene Lösung berücksichtigt das Prozessmodell und stellt außerdem den potentiellen Nutzer zufrieden.

5.2.4 Methode zur Erfassung der Unfalldaten

Die Methode zur Datenerfassung ist der letzte Teil des in dieser Studie vorgeschlagenen Systems zur Auswertung von Schiffsunfällen. Die Methode stellt dabei das Bindeglied zwischen den Modellen und dem Datenerfassungsschema her. Das Ziel dieser Arbeit ist es, ein strukturierteres Vorgehen bei der statistischen Nachbereitung von Unfallberichten anzuregen. Insofern zielt die Methode auf die Aufbereitung der während der Unfalluntersuchung gewonnenen Daten für wissenschaftliche und administrative Zwecke. Es soll durch die Methode leichter möglich werden, Aufschlüsse über den Unfallprozess zu gewinnen und Sicherheitsanalysen auf fundiertere Grundlagen zu stellen.

In diesem Zusammenhang soll noch einmal auf die Aufgaben der Unfallanalysen verwiesen werden, wie sie durch Sampson [SAM-00] formuliert worden sind. Dort heißt es sinngemäß, dass Unfallanalysen keine direkten aktiven Maßnahmen bei der Vermeidung von Unfällen ermöglichen. Sie sind hauptsächlich bei der Reaktion auf einen Unfall von Bedeutung in der Form von Bedeutung, als dass sie eine fundierte

Sicherheitsanalyse überhaupt erst ermöglichen. Sie tragen entscheidend dazu bei, dass die Genauigkeit der analytischen Methoden bewertet und verbessert werden kann. Insofern kommt der Datenerfassung bei der Unfallanalyse eine entscheidende Bedeutung bei.

5.2.4.1 Schrittfolge zur Datenerfassung

Für die technische Vorgehensweise bei der Untersuchung von Schiffsunfällen sind aus der Literatur zahlreiche Beispiele bekannt. Erinnerung sei in diesem Zusammenhang an Kristiansen [KRI-95b] und Moore und Bea [MOO-92a]. Mit dem „Code for the Investigation of marine Casualties and Incidents“ der IMO¹⁵⁷ liegt außerdem ein international erarbeitetes Dokument vor, das Schifffahrtsverwaltungen als Anregung bei der Unfalluntersuchung dienen soll. Daneben gibt es, wie im Kapitel 4 deutlich gemacht, eine Reihe von Veröffentlichungen, die sich mit Modellen und Klassifikationsschemata im Zusammenhang mit Unfallanalysen beschäftigen. Es ergeben sich in den o.g. Publikationen ganz allgemein folgende Gemeinsamkeiten bei der Abfolge der Untersuchung:

- Erfassung der Daten zur Beschreibung des Unfalls
- Rekonstruktion der Prozessabfolge des Unfalls
- Identifikation von Unfallursachen, Fehlern und resultierenden Sicherheitsproblemen
- Erarbeitung von vorbeugenden Maßnahmen

Die Datenerfassung erfolgt parallel zur Unfalluntersuchung und unterstützt speziell die Phase der Rekonstruktion der Prozessabfolge des Unfalls, indem die Daten des Unfalls mit Hilfe des Prozessmodells aneinandergereiht werden können. Die Identifikation der Unfallursachen ist hingegen ein kreativer und subjektiver Prozess, der in starkem Masse durch die mit der Unfalluntersuchung betrauten Personen geprägt wird. In diesem Zusammenhang werden weitere Daten zum Unfall erfasst. Die Erarbeitung von vorbeugenden Maßnahmen erfolgt außerhalb des Datenerfassungsschemas, wobei die Unfalldaten dabei berücksichtigt werden.

5.2.4.2 Auswertungen

Der Vorteil des hier vorgeschlagenen Datenerfassungsschemas besteht in den vielfältigen Auswertungsmöglichkeiten. Es sind im wesentlichen die folgenden Ergebniskreise, für die sich das Datenerfassungsschema besonders eignet:

- Allgemeine statistische Betrachtungen des Unfallgeschehens in der Seeschifffahrt
- Beschreibung des Unfallprozesses
- Betrachtung von Einzelaspekten, z.B. Arbeits- und Lebensbedingungen an Bord

Unter den allgemeinen statistischen Betrachtungen des Unfallgeschehens in der Seeschifffahrt versteht man in erster Linie Zusammenstellungen, die losgelöst von prozessorientierten Betrachtungen sind. Hier können Gesamtbetrachtungen über Unfallhäufigkeiten angestellt werden. Zusätzlich können Unfallhäufigkeiten in Abhängigkeit von Tageszeiten, Verkehrssituationen u.ä. betrachtet werden, um auf diese Weise allgemeine Aussagen über Unfallentwicklungen treffen zu können.

Für die Beschreibung des Unfallprozesses sollen die Auswertungen im Zusammenhang mit dem Datenerfassungsschema analog zum Prozessmodell durchgeführt werden. Auf diese Weise lassen sich wichtige Aussagen zum Unfallprozess treffen. Das Datenerfassungsschema ist offen angelegt, d.h. es kann bei Bedarf um weitere Einzeldaten ergänzt werden, sofern sich bei größeren Datenmengen herausstellt, dass Einzelaspekte bisher unberücksichtigt geblieben sind.

¹⁵⁷ - IMO Res. A. 849(20), 1997 und Res. A. 884(21), 1999

Zusätzlich sind mit dem Datenerfassungsschema Auswertungen im Bereich des sozialen Umfelds des Bordalltags möglich. Diese Komponente ist bisher in den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Klassifikationsschemata nur sehr ungenügend behandelt worden. Obwohl es sich hier nicht um messbare Größen handelt, kann gerade im sozialen Umfeld des Bordalltags ein enormes Potential entstehen, das in Notsituationen einen negativen Einfluss auf die Prozessentwicklung haben kann. Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang das gesamte Spektrum von Möglichkeiten, angefangen von einer vorsätzlichen Verursachung einer Notsituation (z.B. Brandstiftung oder Grundberührung des Schiffes) bis hin zur mangelnden Kooperationsbereitschaft im Notfall (z.B. bei der gemeinschaftlichen Bewältigung eines Notfalls).

Die Auswertungsmöglichkeiten werden im Kapitel 6 weiter verdeutlicht.

5.3 Zusammenfassung der Unfallauswertungsmethode

Basierend auf den in den Kapiteln 3 und 4 festgestellten Defiziten in der Unfallanalyse wurde in diesem Kapitel eine Methode zur Erfassung von Daten im Zusammenhang mit Schiffsunfällen vorgeschlagen. Diese Methode folgt einem klassischen HE Annäherungsprozess an die Thematik. Es werden jedoch Erkenntnisse der kognitiven Psychologie in der Form berücksichtigt, die der Tatsache Rechnung tragen, dass Entscheidungen immer durch das Umfeld beeinflusst werden. Dies kommt in dem Datenerfassungsschema zum Ausdruck. Darüber hinaus strebt die Methode nicht nach einem hohen Verallgemeinerungsgrad, sondern eignet sich spezifisch für Schiffsunfälle.

Zentraler Bestandteil der Auswertungsmethode ist das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Prozessmodell des Schiffsunfalls. Bei der Erarbeitung des Prozessmodells ist davon ausgegangen worden, dass es nicht ausreicht, nur das verursachende Ereignis eines Unfalls zu untersuchen. Dies ist in der Tat für Maßnahmen im präventiven Bereich von großer Bedeutung. Jedoch ist auch die Beantwortung der Frage, warum und wann ein Unfall zu einem Totalverlust führt oder ob er durch geeignete Maßnahmen bekämpft und das System wieder in den Ausgangszustand des sicheren Schiffsbetriebs zurückgeführt werden kann, von gleichwertiger Bedeutung. Das hier vorgeschlagene Prozessmodell nimmt diese Fragestellung auf und liefert darüber hinaus die Grundlage für die Definitionen der Unfallabschnitte.

Basierend auf den Modellen der Systemkomponenten und Prozesse wurde außerdem ein Datenerfassungsschema vorgeschlagen, mit dessen Hilfe sich eine strukturiertere Unfallauswertung ermöglichen lässt. Das hier vorgeschlagene Schema ist offen, so dass Ergänzungen der Daten jederzeit vorgenommen werden können, sofern sich das im Zuge weiterer Untersuchungen als notwendig erweisen sollte.

6 Anwendung der prozessorientierten Unfallauswertungsmethode auf Beispiele aus der Passagierschifffahrt

Nachdem im vorangegangenen Kapitel eine Unfallauswertungsmethode vorgeschlagen wurde, soll im nachfolgenden Kapitel diese Methode auf Beispielfälle aus der Passierschifffahrt angewendet werden. Dabei werden zwei Zielsetzungen verfolgt. Zum einen soll nachgewiesen werden, dass die vorgeschlagene Auswertungsmethode und die damit assoziierten Prozess- und sonstigen Modelle zu verwertbaren Aussagen über das Unfallgeschehen in der Schifffahrt führen. In diesem Zusammenhang soll eine Darstellung und Diskussion der Ergebnisse, sowie die Vertiefung einzelner Aussagen erfolgen. Zum anderen beschäftigt sich dieser Abschnitt mit der Frage, wie geeignet Unfallberichte für die systematische Analyse des Unfallgeschehens sind. Dabei sollen Stärken und Schwächen des für diese Arbeit verwendeten Berichtsmaterials kritisch überprüft und dargestellt werden.

6.1 Überblicksdarstellung der verwendeten Unfallberichte

Für die Unfallanalyse wurden 42 Unfallberichte aus der Passagierschifffahrt verwendet. Beispiele aus der Passagierschifffahrt wurden deshalb gewählt, weil sie in der Regel wegen des starken öffentlichen Interesses besser dokumentiert sind, als Unfälle auf konventionellen Handelsschiffen. Bei der Auswahl wurde der Bibliotheksbestand der World Maritime University (WMU) in Malmö (Schweden) verwendet. Aus dem dortigen Bestand an Unfallberichten wurden alle Vorkommnisse aus den Jahren zwischen 1979 und 1999 für die Analyse ausgewählt.

Dabei wurden folgende Einschränkungen vorgenommen. Die Berichte mussten von einer offiziell mit der Unfalluntersuchung betrauten Stelle erstellt worden sein und in ihrer Zielsetzung die Analyse des Unfalls verfolgen. Die Berichte mussten weiterhin in englischer Sprache verfasst worden sein, was die Auswahl der möglichen Unglücksfälle einschränkt. Insofern sind keine Berichte aus französisch- oder spanischsprachigen Ländern bei der Analyse berücksichtigt worden. Bedingt durch die weltweiten Kontakte der WMU ist der Bestand an Unfallberichten jedoch trotz der o.g. Einschränkung sehr international ausgerichtet. Insofern kann bei den 42 verwendeten Unfallberichten von einer repräsentativen Stichprobe gesprochen werden, die eine Einschätzung des internationalen Unfallberichtswesens zulässt.

6.1.1 Zeitspanne der Unfallanalyse

Die Abbildung 6 - 1 gibt einen Überblick der verwendeten Unfallberichte aus den Jahren 1979 bis 1999. Es wurde eine Zeitspanne von 20 Jahren bei der Auswertung zugrunde gelegt.

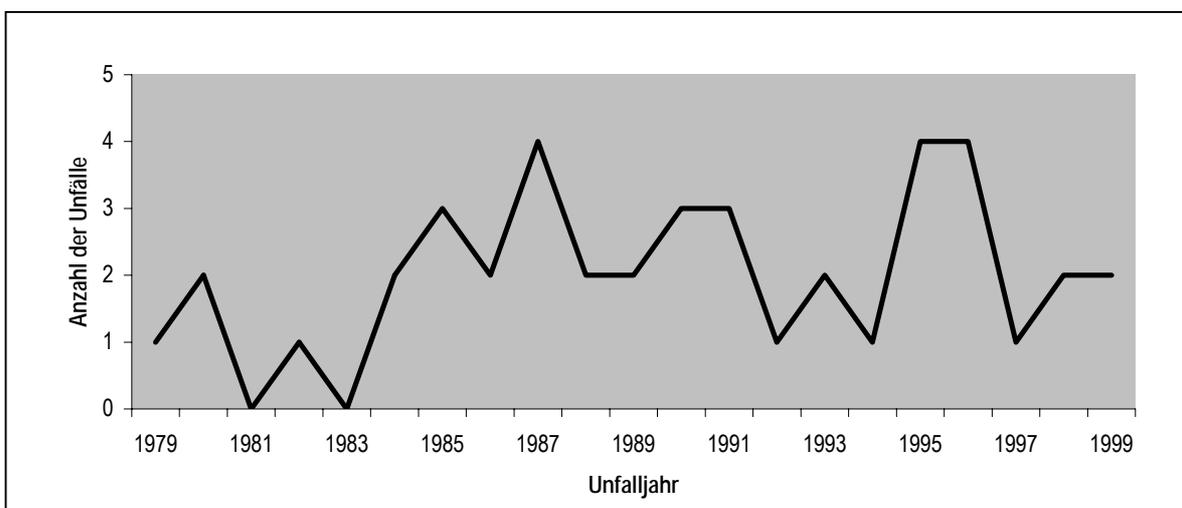


Abbildung 6 - 1: Überblick zu den verwendeten Unfallberichten (Anzahl je Unfalljahr)

Das war notwendig, um Langzeittrends zu berücksichtigen. So sind deshalb Aussagen über die Entwicklung des Unfallberichtswesens möglich. Weiterhin war es notwendig, die Zeitspanne auf 20 Jahre zu setzen, damit eine Mindestanzahl von Unfallberichten zustande kam. Es werden nicht über jeden Unfall öffentlich publizierte Berichte angefertigt. Insofern stellen die vorhandenen Berichte eine Auswahl schwerwiegenderer Unfälle dar. Eine Erweiterung der Zeitspanne erschien jedoch nicht sinnvoll, da zum einen die Berichtsqualität vor dem Jahre 1979 nicht für intensivere Analysen geeignet ist und zum anderen Schiffe von Unfällen betroffen waren, deren Kiellegungsdatum sehr weit zurückreicht und somit auch die auf diese Schiffe anzuwendenden internationalen Sicherheitsnormen¹⁵⁸ nicht mehr für aktuelle Untersuchungen im Bereich Seeverkehrssicherheit geeignet sind. Um daher das Ergebnis der vorliegenden Analyse nicht zu verfälschen oder durch Schiffsunfälle zu beeinflussen, deren Aussagen für das aktuelle Unfallgeschehen von geringer oder irreführender Bedeutung sind, wurden Unfallberichte aus der Zeit vor 1979 nicht berücksichtigt.

6.1.2 Schiffstypen

In Abbildung 6 - 2 sind die in den 42 Unfällen aufgetretenen Schiffstypen dargestellt.

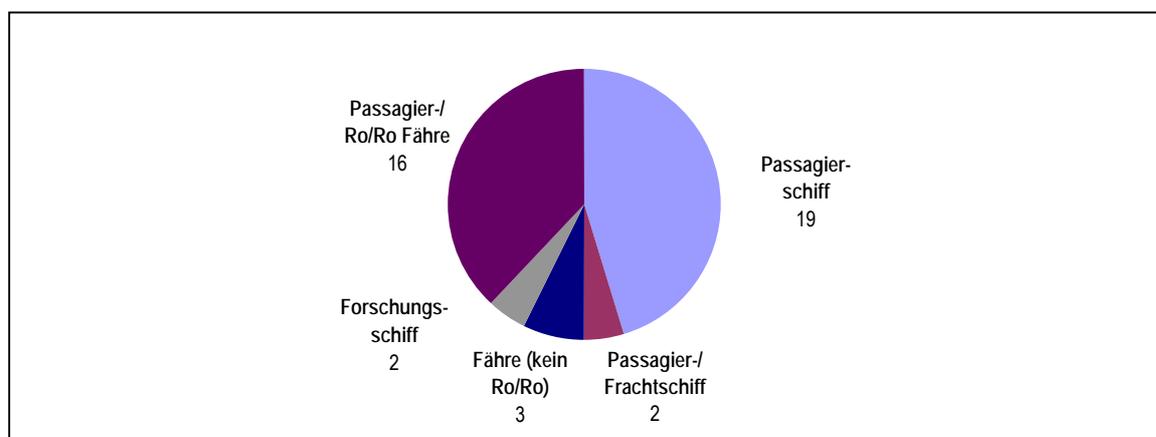


Abbildung 6 - 2: Überblicksdarstellung der Schiffstypen in der Unfallanalyse

Neben den reinen Kreuzfahrtschiffen wurden auch die anderen Schiffstypen der Passagierschifffahrt in ausreichendem Masse berücksichtigt. Dabei kommt insbesondere den Ro/Ro Passagierfähren eine große Bedeutung zu, da sie die größte Gruppe der mit der Passagierschifffahrt befassten Schiffe darstellen. Zusätzlich sind auch Berichte von Forschungsschiffen und kombinierten Fracht- und Passagierschiffen mit eingeflossen, wobei festgestellt werden muss, dass der Gesamteinfluss dieser Gruppe proportional zu deren Gesamtbedeutung in der Passagierschifffahrt in die Analyse eingeht.

6.1.3 Flaggenstaaten

Die Abbildung 6 - 3 gibt einen Überblick der Registerstaaten der von den Unfällen betroffenen Schiffe. Überproportionale Anteile ergeben sich dabei für Schiffe von den Bahamas, aus den USA, von den Philippinen und Panama. Da es sich jedoch bei Panama und den Bahamas um weltweit führende Registerstaaten handelt, ist der Anteil für diese beiden Staaten vertretbar. Die Philippinen als Inselstaat unterhalten traditionell eine sehr große Fährflotte, die in den 80er und 90er Jahren von einer Reihe von

¹⁵⁸ - In der Seeschifffahrt wird ein Schiff nach den zum Zeitpunkt der Kiellegung geltenden Sicherheitsnormen gebaut. Eine Nachrüstungspflicht für Bestandteile der Sicherheitsausrüstung oder die Pflicht zu bestimmten Umbauten aufgrund später erlassender Forderungen oder Veränderungen in den Sicherheitsnormen besteht nur in Ausnahmefällen.

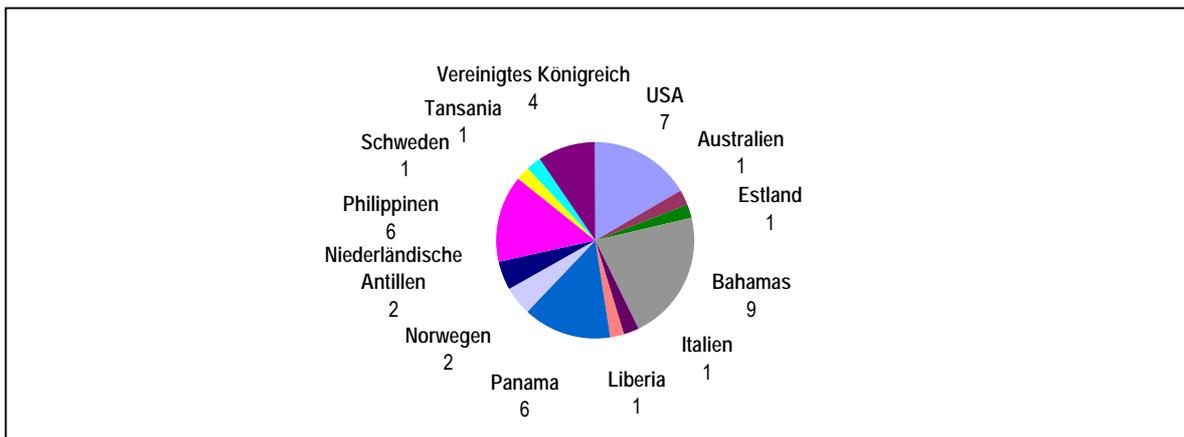


Abbildung 6 - 3: Registerstaaten der verunfallten Passagierschiffe

Unfällen betroffen war. Insofern ist der überproportionale Anteil der philippinischen Unfallberichte gerechtfertigt. Der hohe Anteil Schiffen unter der Flagge der USA erklärt sich aus dem Publikationsverhalten der USA, die traditionell ihre Unfallberichte stärker verbreiten.

6.1.4 Herkunft der Unfallberichte

In Abbildung 6 - 4 erfolgt eine Darstellung der Herkunftsländer der Unfallberichte. Dabei werden die im

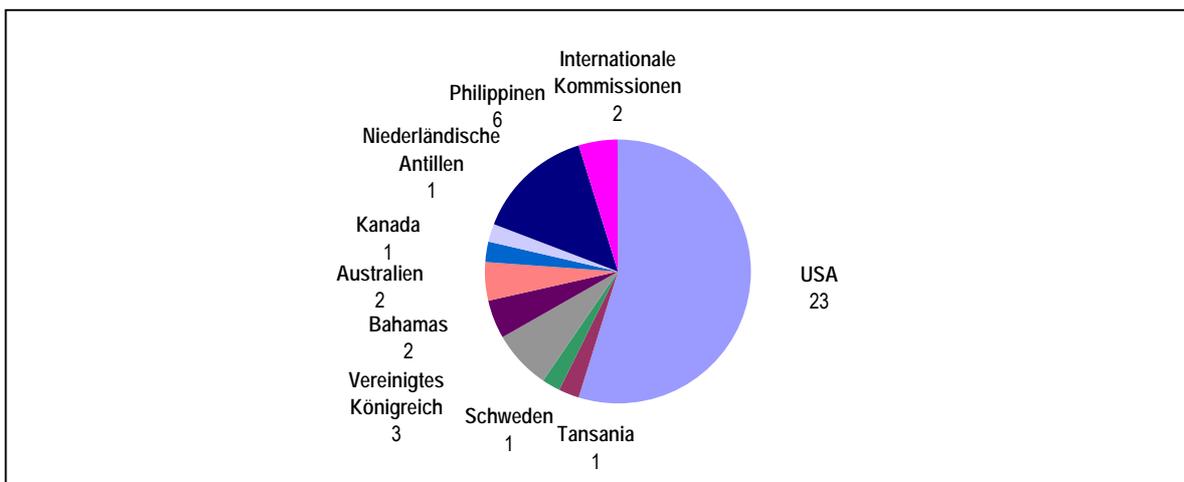


Abbildung 6 - 4: Herkunftsland der verwendeten Unfallberichte

vorherigen Abschnitt getroffenen Aussagen noch einmal bestätigt. Es sind vor allem die großen englischsprachigen maritimen Nationen, die eine strukturierte Unfalluntersuchung und Verbreitung der Ergebnisse betreiben, allen voran die USA. Insofern erklärt sich der mehr als 50%ige Anteil der US Berichte.

6.2 Ergebnisse der Unfallanalyse

Im vorherigen Kapitel wurden bei der Methode zur Unfallauswertung vor allem drei Ergebniskreise genannt:

- Allgemeine statistische Betrachtungen des Unfallgeschehens in der Seeschiffahrt
- Beschreibung des Unfallprozesses
- Betrachtung von Einzelaspekten, z.B. Arbeits- und Lebensbedingungen an Bord

Im Rahmen der folgenden Analyse sollen diese Ergebniskreise verfolgt und vertieft werden.

6.2.1 Allgemeine statistische Aussagen zum Unfallgeschehen

Neben der ausschließlich prozessorientierten Auswertung der Unfälle können mit einem geeigneten Datenschema eine Reihe von grundlegenden statistischen Aussagen zum Unfallgeschehen getroffen werden. Der nachfolgende Abschnitt gibt einen Überblick zu den mit dem vorgeschlagenen Datenerfassungsschema möglichen Auswertungen.

6.2.1.1 Schiffsdaten

In Abbildung 6 - 5 ist die Verteilung der Schiffsgrößen der von den Unfällen in der Analyse betroffenen Schiffseinheiten dargestellt.

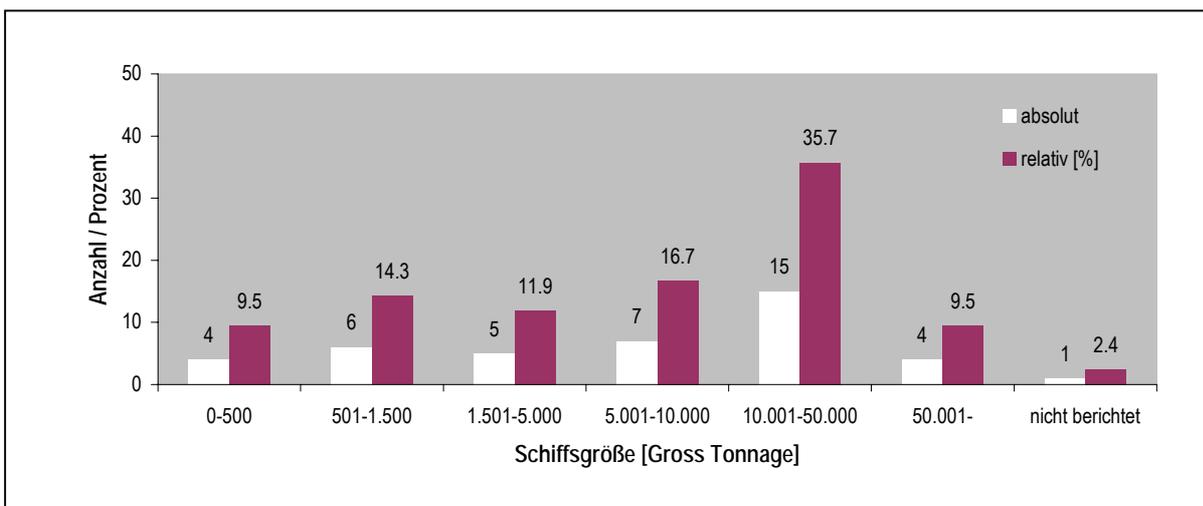


Abbildung 6 - 5: Größe (Gross tonnage) der verunfallten Schiffe

Im Bereich bis zu 10.000 gt herrscht eine homogene Verteilung vor. Der Bereich der Schiffe zwischen 10.001 und 50.000 gt repräsentiert rund 36% der von den Unfällen betroffenen Schiffseinheiten.

In Abbildung 6 - 6 sind die Schiffslängen der verunfallten Schiffe dargestellt. Hierbei handelt es sich um eine

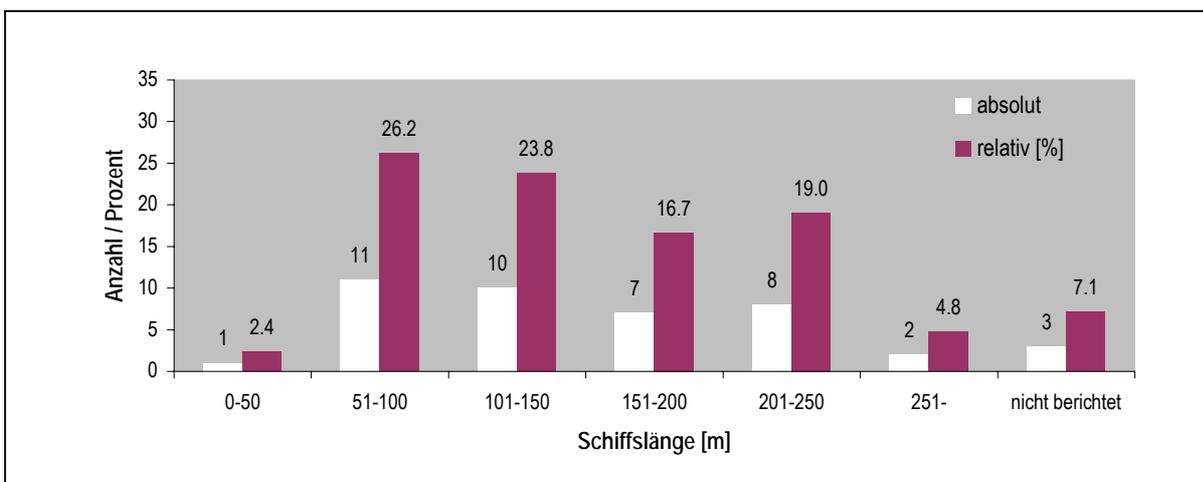


Abbildung 6 - 6: Länge [m] der verunfallten Schiffe

andere Darstellungsmöglichkeit der Schiffsgröße, alternativ zu Abbildung 6 - 5. Es mag dem jeweiligen Betrachter überlassen bleiben, welche der beiden Möglichkeiten zur Darstellung der Schiffsgröße die eingängigere ist. Bei den Schiffslängen ist auffällig, dass insgesamt mehr als 50% der betrachteten Schiffe zwischen 51 und 150 m Schiffslänge aufwiesen

In Abbildung 6 - 7 wird das Schiffsalter der verunfallten Schiffe dargestellt. Das Durchschnittsalter betrug

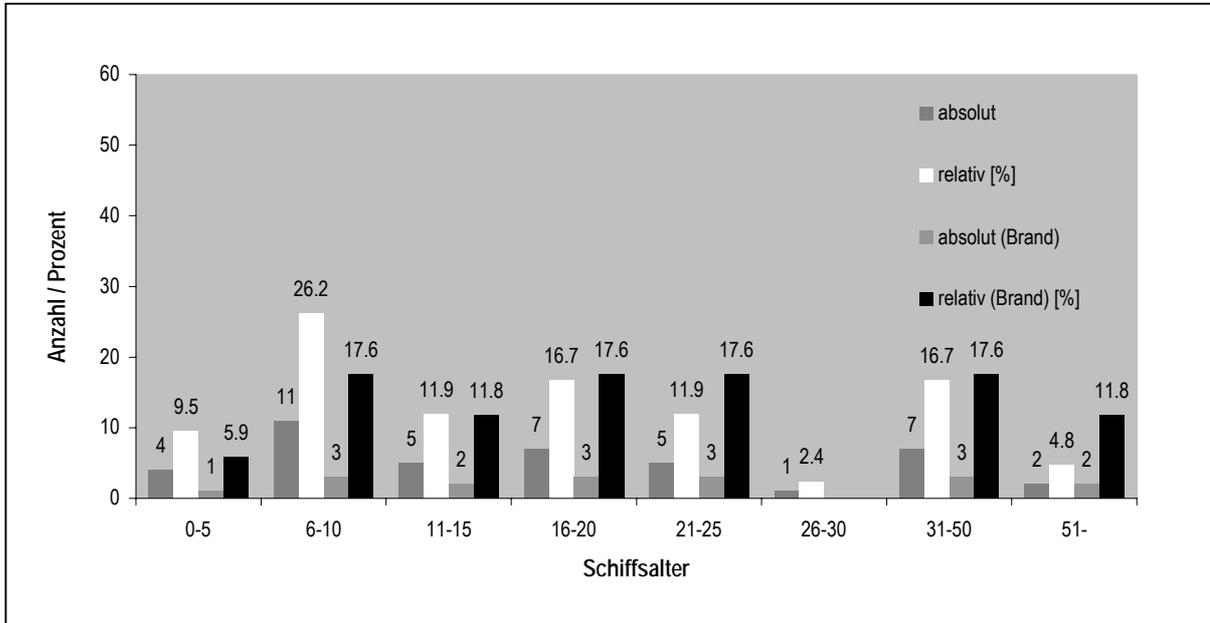


Abbildung 6 - 7: Alter [Jahre] der verunfallten Schiffe zum Zeitpunkt des Unfalls

dabei 18,6 Jahre von der Kiellegung bis zum Unfall. Aus dieser Graphik ist ersichtlich, dass eine weitestgehend homogene Verteilung bzgl. des Schiffsalters bei den an der Untersuchung beteiligten Schiffe bestand. Ausnahmen bilden lediglich die unter 6 Jahre alten Schiffe, sowie die 26-30 und die über 51 Jahre alten Schiffe. Die Abweichung der 26-30 Jahre alten Schiffe könnte sich aus dem geringen Umfang der Stichprobe erklären. Zum Vergleich wurden hier noch die Daten der Unfallklasse Brand mit eingeschlossen, wobei hier kaum nennenswerte Unterschiede zu erkennen sind.

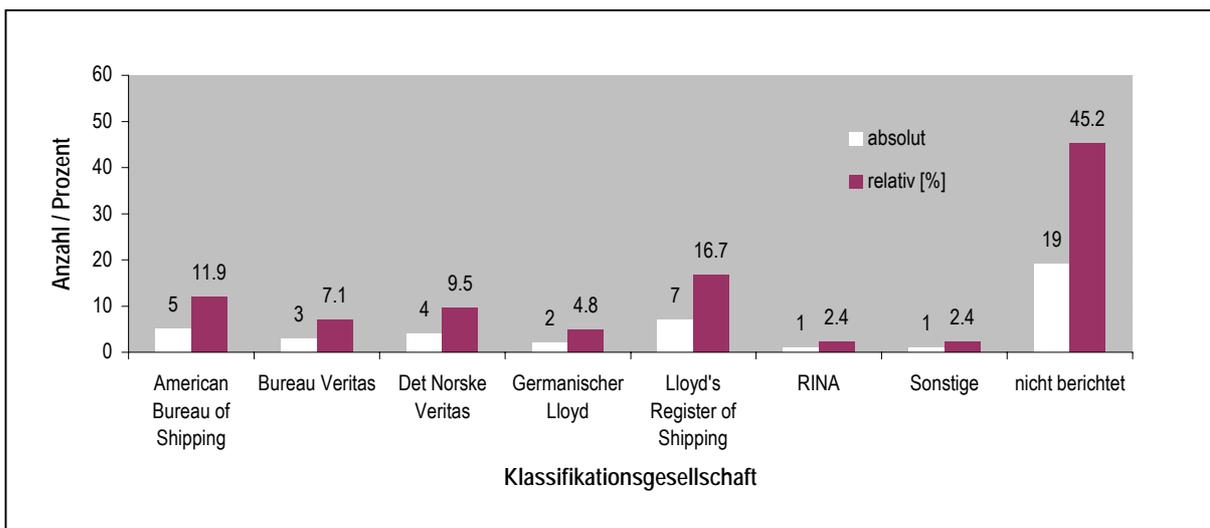


Abbildung 6 - 8: Klassifikationsgesellschaft der verunfallten Schiffe

In Abbildung 6 - 8 sind die Klassifikationsgesellschaften der an den Unfällen beteiligten Schiffe dargestellt. Bemerkenswert ist, dass in 45% der für diese Analyse verwendeten Unfallberichte keine Klassifikationsgesellschaft genannt wurde.

In Abbildung 6 - 9 sind die Herkunftsländer/Standorte der Bauwerften der Schiffe aufgeführt. Bis auf die

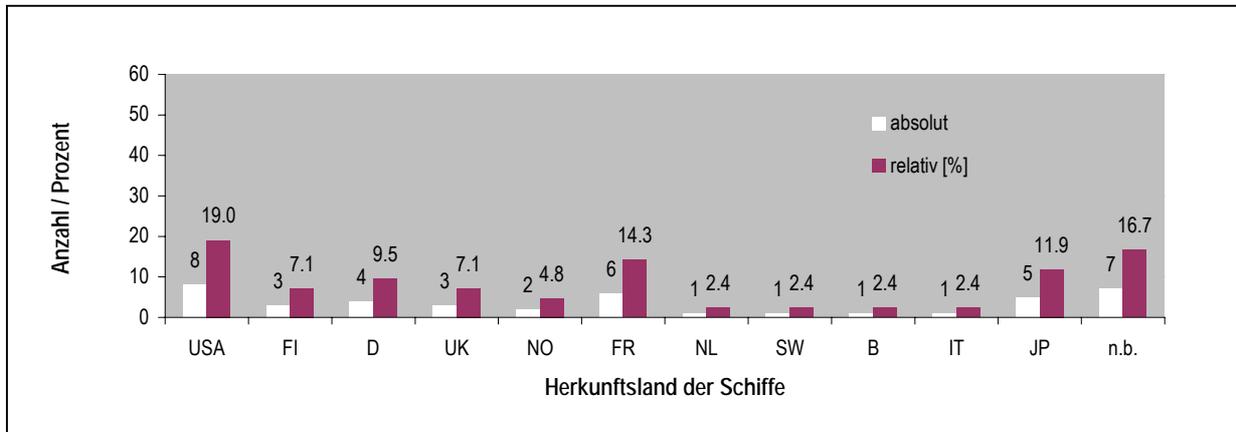


Abbildung 6 - 9: Zusammenstellung der Länder, in denen sich die Bauwerften der verunfallten Schiffe befanden

USA, Frankreich und Japan gibt es kaum signifikante Ausschläge.

6.2.1.2 Unfallgrunddaten

In diesem Abschnitt sollen Möglichkeiten zur Identifikation globaler Trends im Unfallgeschehen aufgezeigt werden, die im Rahmen allgemeiner Unfallstatistiken verwendet werden können.

In Abbildung 6 - 10 wird in diesem Zusammenhang die Verteilung der Unfälle auf die Kalendermonate

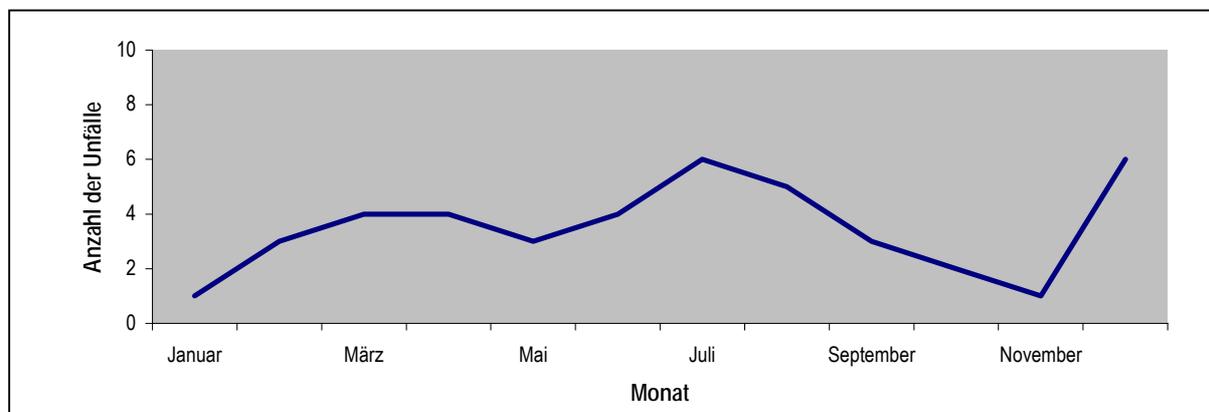


Abbildung 6 - 10: Verteilung der Unfälle über die Monate

dargestellt. Aus der Graphik ist kein eindeutiger Trend erkennbar, was an dem Umfang der Stichprobe liegen mag.

In Abbildung 6 - 11 ist die Tageszeit des Eintritts der Notsituation bei den untersuchten Unfällen dargestellt. Auch hier ist kein eindeutiger Trend erkennbar, wenngleich eine Häufung der Unfälle in der Zeit zwischen

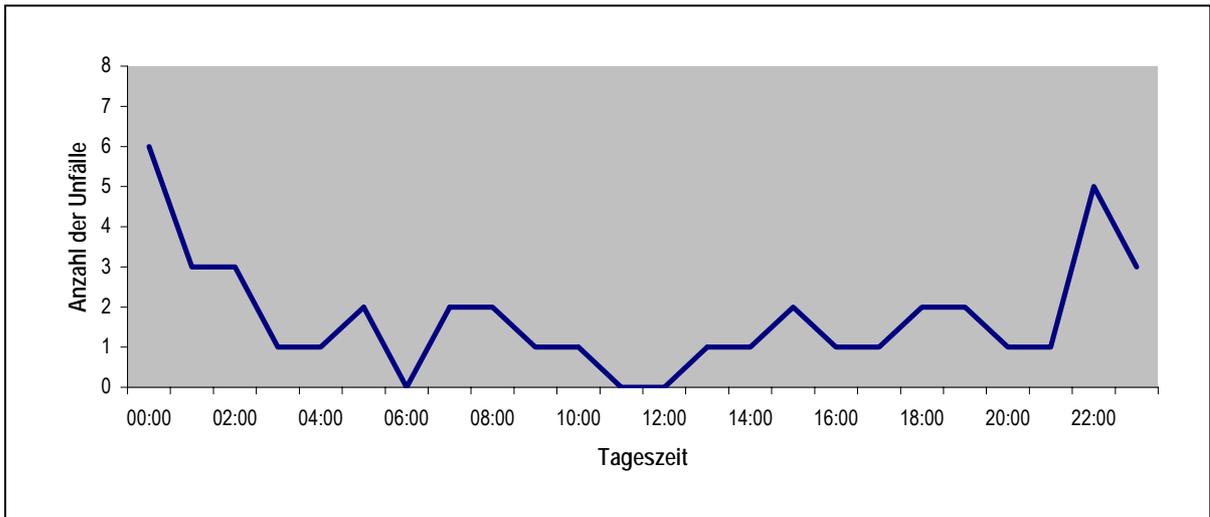


Abbildung 6 - 11: Verteilung der Unfälle über die Tageszeit

22:00 und 03:00 zu verzeichnen ist. Dieser Trend ist bei vergleichbaren Studien¹⁵⁹ mit einer größeren Datenmenge bisher nicht aufgetreten, wobei diese Studien im Bereich Brand unterrepräsentiert sind und speziell die Brände in diesem Tagesabschnitt häufiger aufgetreten sind.

In Abbildung 6 - 12 sind die in der Untersuchung aufgetretenen Unfallklassen aufgeführt. In diesem

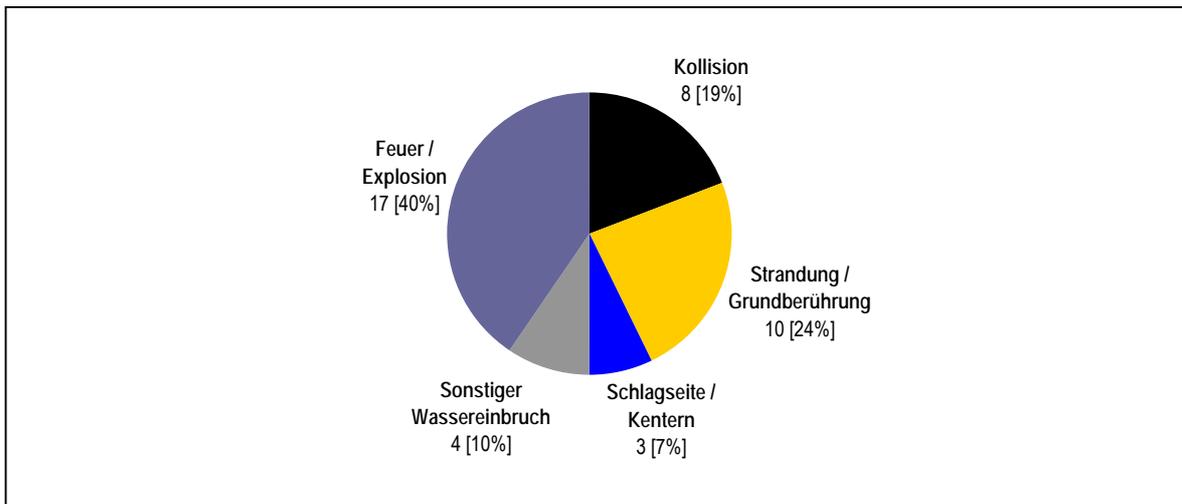


Abbildung 6 - 12: Unfallklassen der untersuchten Schiffsunfälle

Zusammenhang ist ersichtlich, dass die Unfallklasse Brand, die in den bereits erwähnten Studien unterrepräsentiert ist, hier die größte Kategorie darstellt.

Für die Unterscheidung der Unfallklassen Strandung/Grundberührung und Schlagseite/Kentern sei erwähnt, dass die letztgenannte Kategorie eine Schlagseite bzw. Kentern infolge eines Stabilitätsverlustes ohne den zwangsläufigen Wassereintritt meint, etwa durch falsche oder fehlerhafte Beladung des Schiffes.

¹⁵⁹ - vgl. [DRE-96] und [HAH-01]

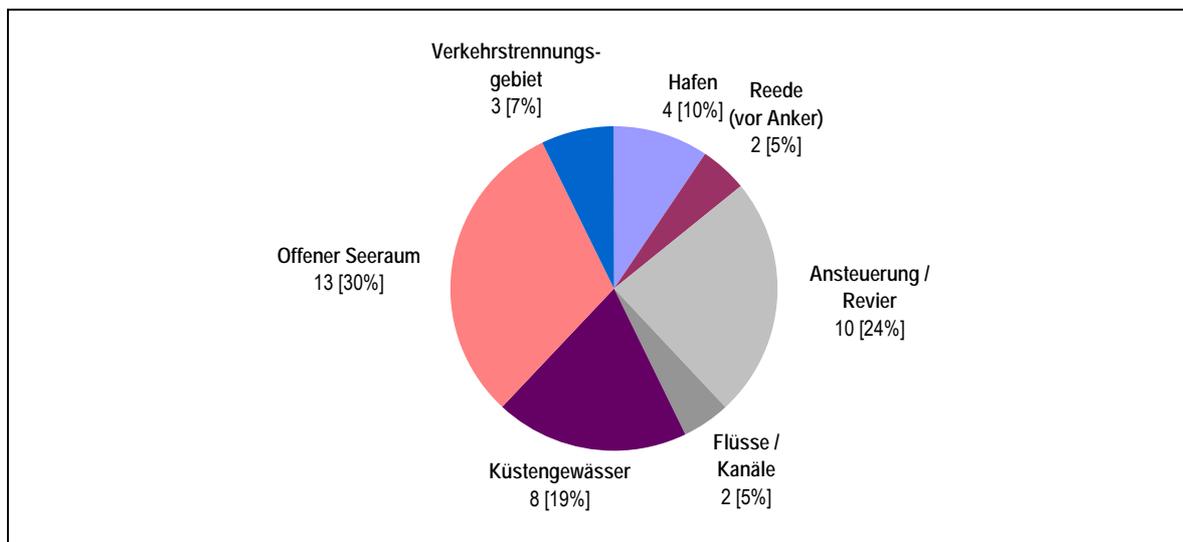


Abbildung 6 - 13: Unfallorte der untersuchten Unfälle

Die Abbildung 6 - 13 gibt einen Überblick der aufgetretenen Unfallorte bei den im Rahmen dieser Studie untersuchten Unfälle. Mehr als 50% der Unfälle haben sich demnach bei Ansteuerungen und im offenen Seeraum ereignet.

In Abbildung 6 - 14 werden die an Bord befindlichen Passagiere aufgeführt. Mit Ausnahme der Gruppe

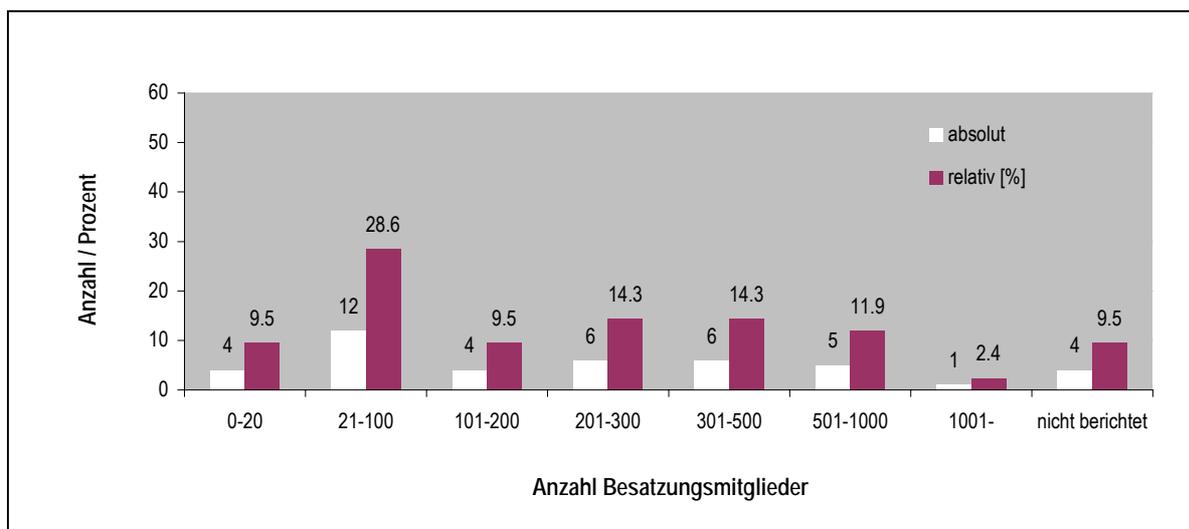


Abbildung 6 - 14: Anzahl der an Bord befindlichen Besatzungsmitglieder

zwischen 21 und 100 Besatzungsmitglieder, auf die 29% entfällt, liegt für die anderen Gruppen fast eine homogene Verteilung vor.

In Abbildung 6 - 15 werden die an Bord befindlichen Passagiere dargestellt. Mehr als die Hälfte der Schiffe hatte dabei mehr als 301 Passagiere.

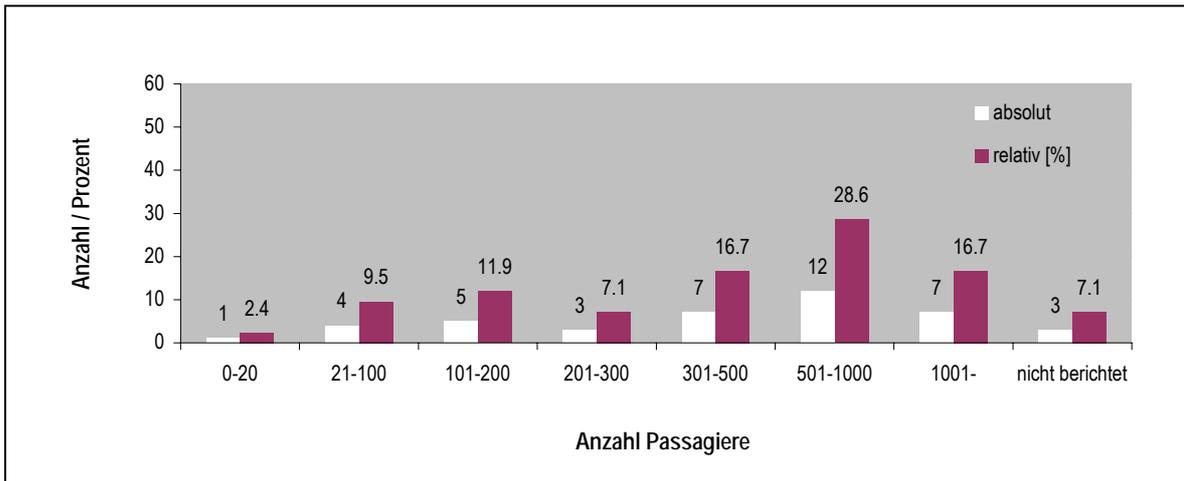


Abbildung 6 - 15: Anzahl der an Bord befindlichen Passagiere

In 3 Fällen lassen sich überhaupt keine Angaben zur Besetzung finden und lediglich in 7 Fällen wird zwischen seemännischer und hoteltechnischer Personale unterschieden. Das Verhältnis lag hier bei 1:3 im Durchschnitt, jedoch gab es eine starke Streuung, die von 1:0,3 auf kleinen Fähren bis zu 1:6,4 auf normalen Kreuzfahrtschiffen reichte. Insofern sind klare Aussagen in diesem Punkt mit den vorliegenden Daten nicht möglich. Es besteht hier Nachholbedarf, da die Anzahl von Besatzungsmitgliedern pro Passagier aufgrund steigender Schiffsgrößen zurückgeht. Das kann in Notfällen zu Engpässen im Bereich der Personale führen, z.B. wenn in einem nicht ausreichenden Maße Personal zur Verfügung steht, um eine effektive Evakuierung des Schiffes vorzunehmen.

6.2.1.3 Unfallfolgen

Bei den Unfallfolgen sollen die Auswirkungen der Unfälle betrachtet werden, die ebenfalls allgemeine

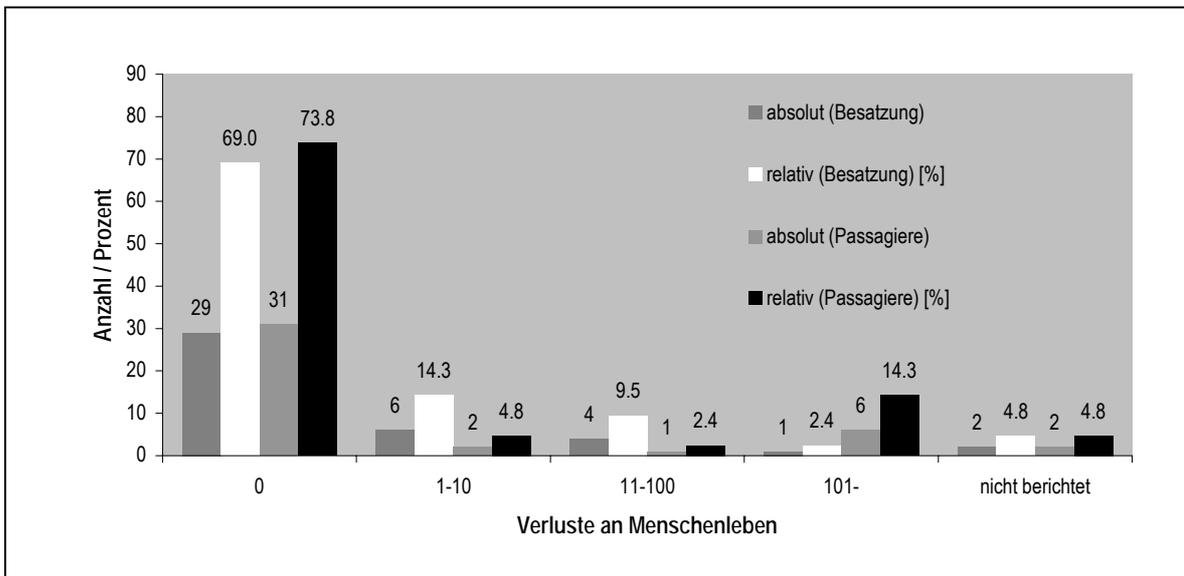


Abbildung 6 - 16: Verluste an Menschenleben bei den untersuchten Unfällen

Aussagen über das Unfallgeschehen ermöglichen.

In den Abbildungen 6-16 und 6-17 sind die Verluste an Menschenleben bzw. die Anzahl der Verletzten dargestellt. In beiden Fällen überwiegt die Anzahl der Unfälle, bei denen es weder Verletzte noch Tote gab.

Es ist allerdings auffällig, dass es eine große Anzahl von Unfällen gibt, bei denen die Anzahl der Verletzten nicht berichtet worden sind.

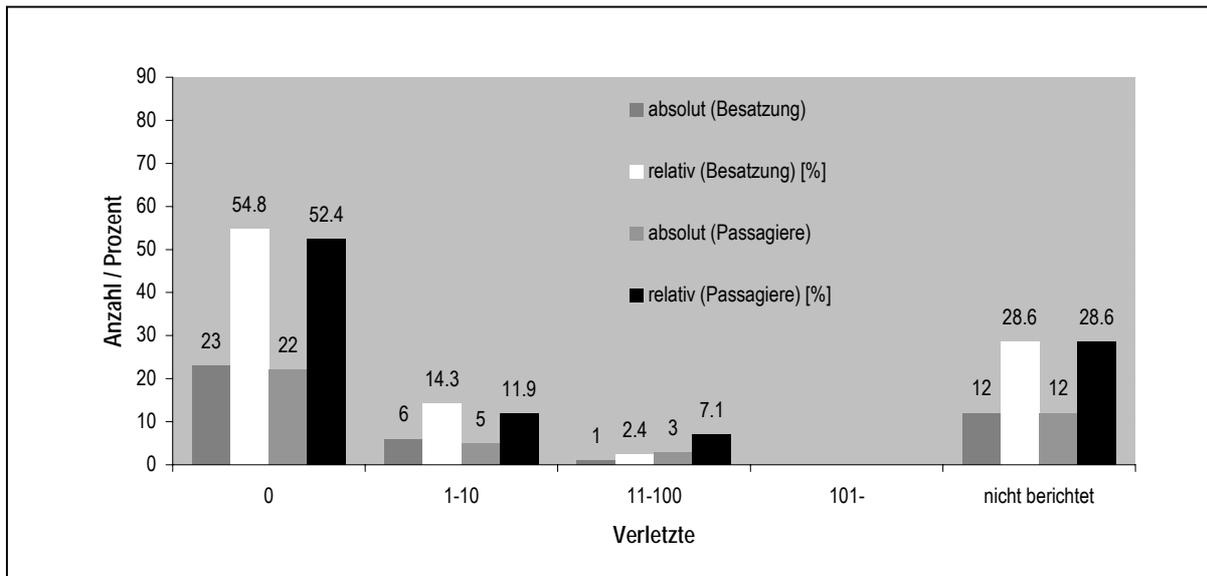


Abbildung 6 - 17: Verletzte Personen bei den untersuchten Schiffsunfällen

Bei den Unfallfolgen wurde ebenfalls betrachtet, ob es Umweltverschmutzungen gab, was jedoch nur in 5 Fällen berichtet worden ist. Alle anderen Unfallberichte haben keine Angaben diesbezüglich.

Außerdem wurde untersucht, wie viele Schiffe im Ergebnis des Unfalls zu Totalverlusten wurden. Das traf auf 31% der Unfälle (13 Berichte) zu. Bei den anderen 29 Berichten führte der Unfall zumindest zu einer vorübergehend eingeschränkten Seetauglichkeit.

6.2.1.4 Vergleichende Auswertungen

Die vergleichenden Auswertungen dienen der Beantwortung der Fragen, inwiefern einzelne Faktoren für bestimmte Unfallentwicklungen verantwortlich sind. Es soll mit den nachfolgenden fünf Graphiken verdeutlicht werden, welche Art von Auswertungen auf diese Art und Weise durchgeführt werden können.

In Abbildung 6 - 18 wird das Schiffsalter in Abhängigkeit der Unfallklasse dargestellt. Auffällig an dieser Graphik ist sicherlich, dass bei den 31 bis über 51 Jahre alten Schiffen die Unfallklasse Brand überwiegt, während ein Kentern bei den 16 bis 25 Jahre alten Schiffen einen Höhepunkt findet.

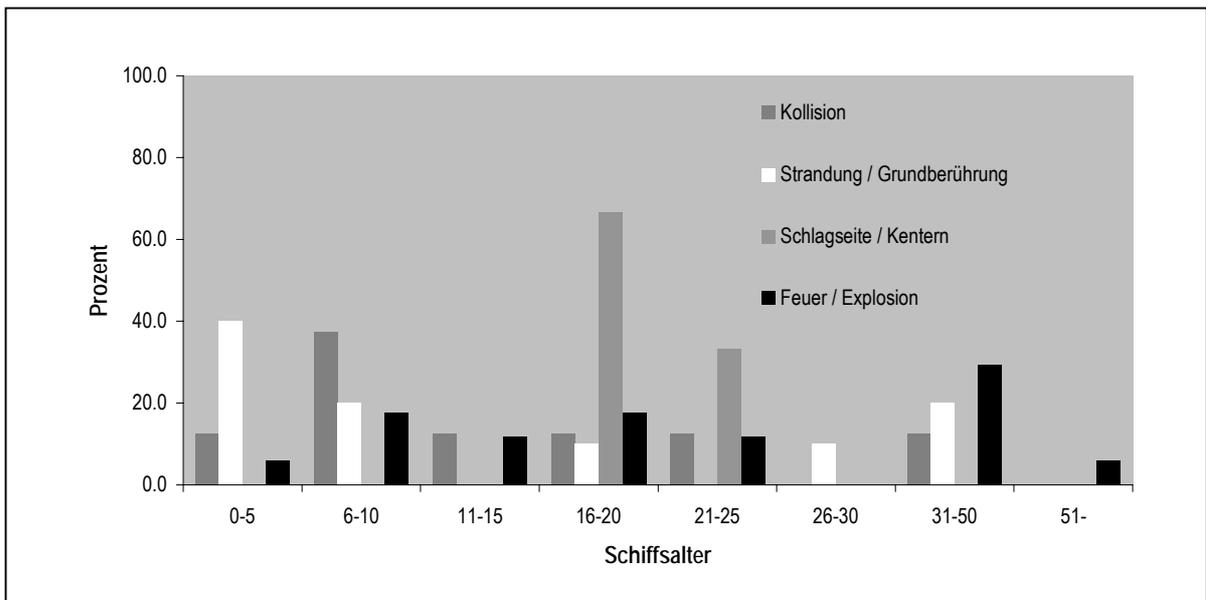


Abbildung 6 - 18: Darstellung des Schiffsalters in Abhängigkeit der Unfallklasse

In den Abbildungen 6-19 und 6-20 werden die Toten und Verletzten in Abhängigkeit von der Unfallklasse bzw. die Unfallberichte, die keine Angaben zu Toten und Verletzten machen, dargestellt.

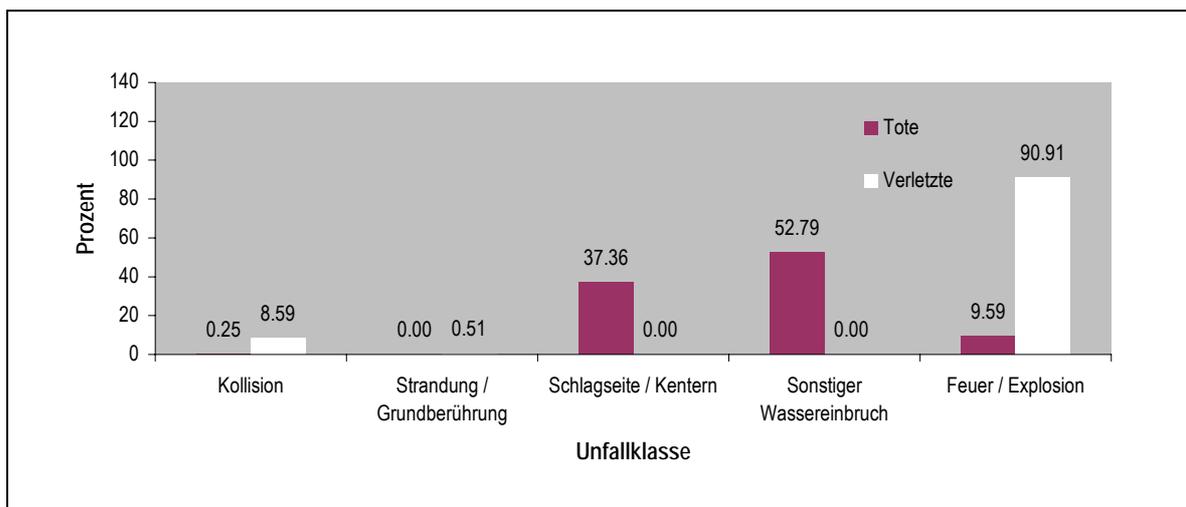


Abbildung 6 - 19: Darstellung der Toten und Verletzten in Abhängigkeit der Unfallklasse

Auffällig ist in diesem Zusammenhang, dass die größte Anzahl von Toten bei den schnell ablaufenden Unfällen (Kentern oder Wassereintrich in Ro/Ro Fähren) zu beklagen sind, während die größte Anzahl von Verletzten bei Bränden auftritt.

Bemerkenswert an Abbildung 6-20 ist, dass unabhängig von der Unfallklasse ein großer Prozentsatz der Verletzten nicht berichtet wird. Noch bemerkenswerter ist, dass in der Unfallklasse Kollision in keinem Bericht die Anzahl der Toten aufgeführt wurde. Auf diese Unfallklasse entfallen immerhin 19% der Unfallberichte und Unfälle, wie die Kollision der „Doña Paz“, sind hier mit eingeschlossen.

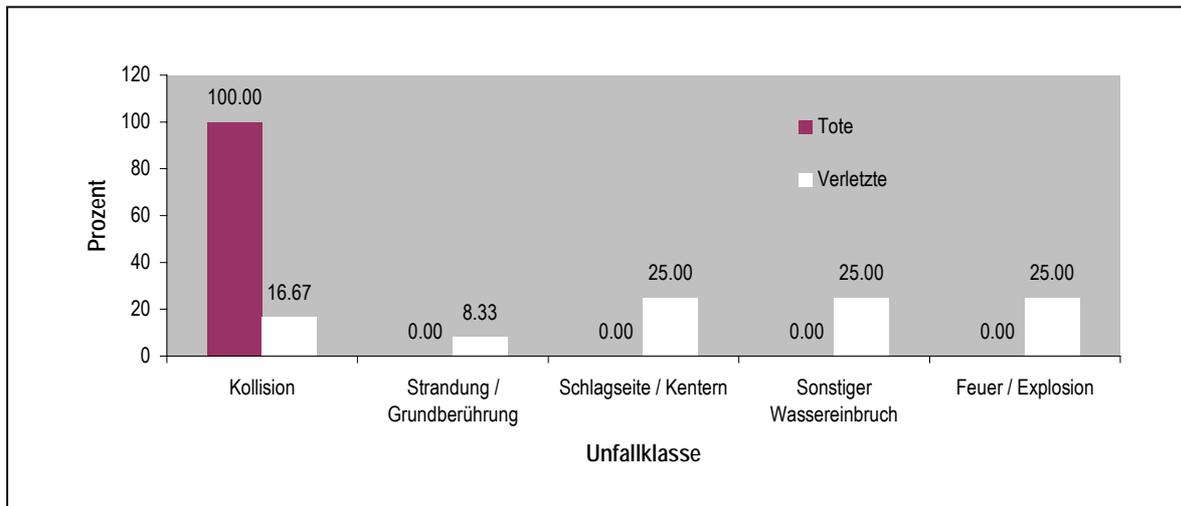


Abbildung 6 - 20: Darstellung der nicht berichteten Toten und Verletzten in Abhängigkeit der Unfallklasse

In der Abbildung 6 - 21 werden die aufgetretenen Unfallklassen in Abhängigkeit der Tageszeit dargestellt. Es konnte kein eindeutiger Trend festgestellt werden. Dieses Ergebnis würde sich mit den bereits zitierten Untersuchungen von Hahne [HAH-01] und Dreissig [DRE-96] decken.

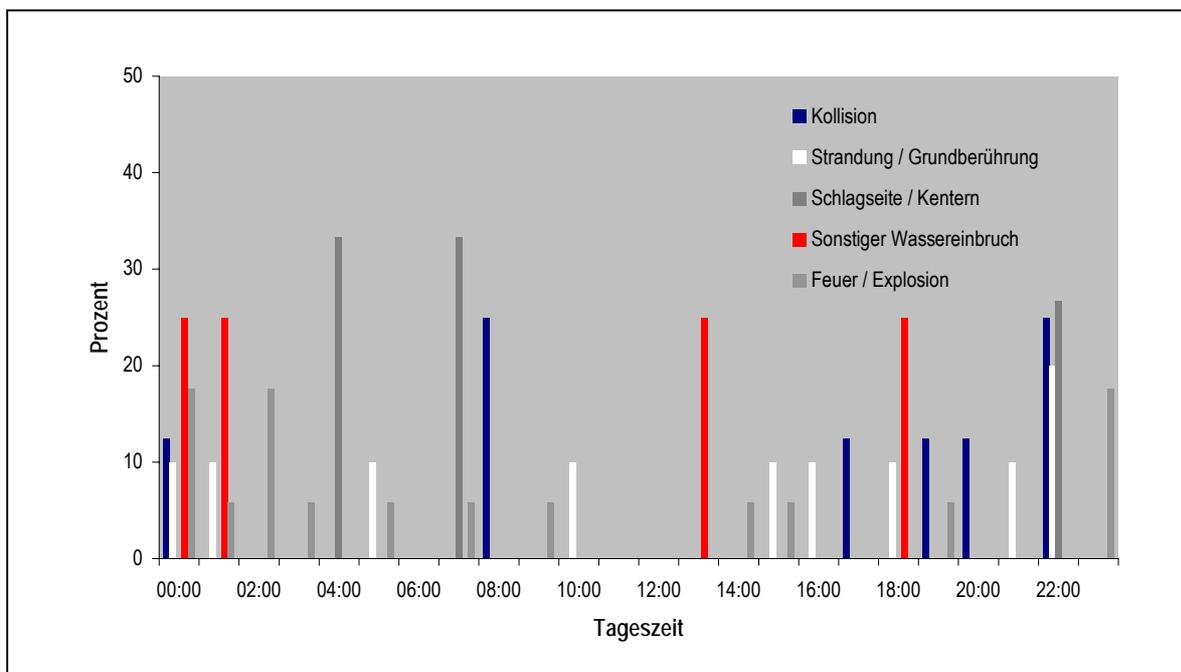


Abbildung 6 - 21: Darstellung der Unfallklasse in Abhängigkeit von der Tageszeit

In der letzten Graphik dieses Abschnitts, der Abbildung 6 - 22, werden die Unfallfolgen in Abhängigkeit von der Unfallklasse dargestellt. Bis auf die Unfallklassen Schlagseite/Kentern und Sonstiger Wassereintrich scheint hier das Verhältnis bei ca. 1:4 zu liegen, d.h. auf einen Totalverlust kommen vier schwere Unfälle in

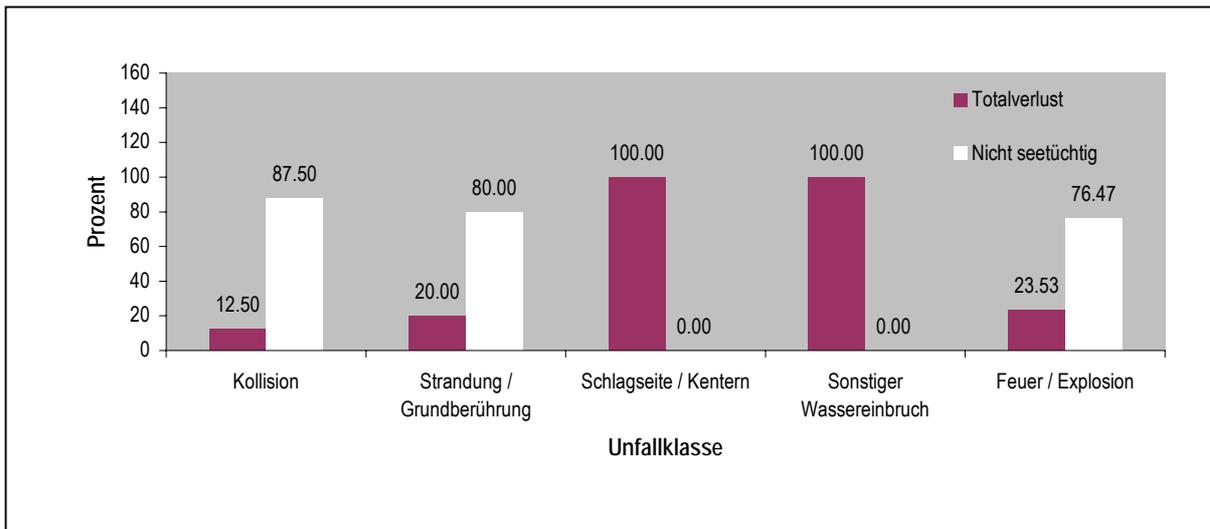


Abbildung 6 - 22: Darstellung der Unfallfolgen in Abhängigkeit von der Unfallklasse

der für diese Studie untersuchten Unfallberichte. Das deckt sich nicht mit den eingangs im Kapitel 3 erwähnten Zahlen (z.B. von H.W. Heinrich), ist aber sicherlich der Tatsache geschuldet, dass kleinere Unfälle, die dieses Verhältnis weiter aufweichen würden, in dieser Studie nicht behandelt wurden.

6.2.1.5 Zusammenfassung der allgemeinen statistischen Aussagen zum Unfallgeschehen

Der vorherige Abschnitt macht deutlich, dass mit dem vorliegenden Datenerfassungsschema eine Reihe von Aussagen zum allgemeinen Unfallgeschehen in der Seeschifffahrt getätigt werden können. Dies wurde an ausgewählten Beispielfällen deutlich gemacht. Weitere Abfragen von Daten sind möglich.

Eine Diskussion der Ergebnisse ist entsprechend des vorliegenden Datenmaterials möglich. Trends sind bei hinreichendem Datenmaterial abgebildet.

- Es ist über den Tag gesehen von einer Gleichverteilung des Unfallrisikos auszugehen, wobei in der Zeit von 21:00 bis 04:00 ein Anstieg der Unfallzahlen zu beobachten war.
- Ein relativ geringer Anteil von 30% der Unfälle passiert im offenen Seeraum. Der weitaus größere Teil der Unfallgeschehens passiert im Einflussbereich von Küstenstaaten.
- Im Passagierschiffsbereich nimmt die Unfallursache Brand mit 40% den größten Anteil ein.
- Das Verhältnis Besatzung – Passagiere lag bei den beobachteten Unfällen bei 1:3. Das bedeutet, dass bei einem Unfall, in dessen Verlauf das Schiff zu einem Totalverlust wird und evakuiert werden muss, der größere Teil der zu leitenden Menschen unvorbereitet ist und von einer relativ kleinen Besatzungsgruppe geleitet werden muss, die sich auch noch auf die Bekämpfung des Unfalls konzentrieren muss.

In diesem Zusammenhang muss auch erwähnt werden, dass die vorliegenden Unfallberichte eine Reihe von Defiziten aufweisen. So ist z.B. bei vielen Berichten keine Aussage zur Anzahl der an Bord befindlichen seemännischen Kräfte und der Anzahl des Hotelpersonals getroffen worden.

Weitere Aussagen zur Qualität der Unfallberichte werden im folgenden Abschnitt getätigt.

6.2.2 Unfallklassenspezifische Aussagen zum Unfallgeschehen

Im nachfolgenden Abschnitt erfolgt eine Demonstration, wie die im Rahmen dieser Studie vorgestellten Modelle und das daraus abgeleitete Datenerfassungsschema anzuwenden sind. In diesem Zusammenhang soll auch die Qualität der vorliegenden Unfalluntersuchungsberichte hinterfragt werden.

6.2.2.1 Technische Aussagen in den Unfallberichten bei der Unfallklasse Brand

Für die Betrachtung dieser Fragestellung soll auf die Unfallklasse Brand zurückgegriffen werden, da diese mit 40% der Unfallberichte den weitaus größten Anteil repräsentiert. Zunächst sollen nur die technischen Informationen über den Notfall betrachtet werden. Die folgende Tabelle macht in diesem Zusammenhang deutlich, wie groß die Informationslücken in den untersuchten Unfallberichten sind.

Tabelle 6 - 1: Darstellung fehlender Informationen in den ausgewerteten Unfallberichten in der Unfallklasse Brand

Datenkategorie	Datenunterkategorie	Prozentsatz der fehlenden Daten
Branderkennung und Entwicklung	Brandausbruch	0
	Branderkennung	0
	Ausweitung	12%
	Erstmaßnahmen	0
Brandbekämpfung	Beteiligte Besatzungsgruppen	100%
	Zugang zum Brandabschnitt	18%
	Maßnahmen beim ersten Angriff	12%
	Maßnahmen bei folgenden Angriffen	70%
	Zeiten bis zum Ergreifen von Maßnahmen	33%
	Ergebnisse	6%
Einrichtungen des Brandschutzes	Brandabwehrtechnik	27%
	Zustand der Brandabwehrtechnik	45%

Die Tabelle 6 - 1 zeigt sehr klar, was immer wieder an Unfallberichten zu bemängeln ist, nämlich die fehlenden Daten nach dem Eintritt des Notfalls (in diesem Falle dem Ausbruch des Feuers). Für gewöhnlich sind die technischen Ursachen des Notfalls gut dokumentiert, während die Daten für die weitere Prozessabfolge zum Teil erhebliche Lücken aufweisen. Gerade diese Daten sind es aber, die für die Prozessmodellierung unerlässlich sind. Auch wenn die Tabelle 6 - 1 zum Teil noch akzeptable Werte aufweist, soll an dieser Stelle auf zwei Einzelkategorien verwiesen werden, die verdeutlichen, wo wichtige Daten oft fehlen. Es sind z.B. in 75% der Brandfälle keine eingestellten Temperaturen an den Brandmeldern berichtet worden, was ein wichtiges Indiz für die automatische Erkennung eines Brandes ist. Außerdem fehlen 72% der Daten über Wartung, Service und Kontrollen der Brandabwehrtechnik. Wie im Kapitel 4 ausführlich dargestellt wurde, hat jeder Unfall seine Vorgeschichte, die sich unterschiedlich erschwerend auf die Folgen des Unfallgeschehens auswirkt. Daten über die Wartung und Kontrolle der Ausrüstung sind deshalb ein wichtiger Anhaltspunkt, der in dieser Form nicht vergessen werden darf.

6.2.2.2 Aussagen im Bereich HE

Wie aus den Daten für die Unfallklasse Brand ersichtlich ist, gibt es bei den zur Verfügung stehenden Daten im technischen Bereich bereits erhebliche Defizite. Wenn man sich den HE Fragen zuwendet, werden die Defizite größer, wie aus der Tabelle 6 - 2 geschlussfolgert werden kann. Ein anderer Bereich, der bisher noch nicht erwähnt worden ist, ist der Bereich des HE – Allgemeine Situation an Bord. Es ist außerordentlich verwunderlich, dass in diesem Bereich weniger als 2% der notwendigen Daten übermittelt worden sind. Dieser Bereich spielt eine große Rolle, da sich aus ihm Angaben zu den handlungsbeeinflussenden Faktoren ableiten lassen. Außerdem liefert dieser Bereich interessante Einblicke in die Managementphilosophie der Reedereien. In allen neueren Modellen der im Kapitel 4 vorgestellten Ansätze wird die Bedeutung des Umfelds bei den Unfällen immer wieder betont. Vor diesem Hintergrund ist es ausgesprochen verwunderlich, dass dieser Datenbereich so wenig berücksichtigt wird.

Tabelle 6 - 2: Darstellung fehlender Informationen in den ausgewerteten Unfallberichten in HE Daten

Datenkategorie	Datenunterkategorie	Prozentsatz der fehlenden Daten
HE – Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen	Besetzung der Brücke	81%
	Leitung der Erstmaßnahmen	40%
	Erstmaßnahmen	43%
	Einsatzbereitschaft	77%
	Rolle des Lotsen oder VTS Centres	93%
HE – Notfallmanagement	Besetzung der Brücke	96%
	Leitung der Notfallbewältigung	59%
	Entscheidungsfindung	93%
	Fortlaufende Informationsgewinnung während der Notfallbewältigung	74%
	Probleme während der Notfallbewältigung	90%
HE – Evakuierung	Besetzung der Brücke	96%
	Leitung der Evakuierung	14%
	Entscheidungsfindung	89%
	Probleme während der Evakuierung	81%

Eine mögliche Erklärung kann nur aus der fehlenden Möglichkeit zur Quantifizierung dieser Einflüsse als unfallbegünstigende Faktoren geschlussfolgert werden. Auch in dem hier vorgestellten Modell finden diese Faktoren keinen direkten Eingang. Bei der Ansiedlung des Modells des Operators im Bereich der kognitiven Psychologie ist die Bedeutung dieser Faktoren jedoch eindeutig herausgestellt worden (vgl. Abschnitt 4.4.1). Auch wenn zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht bekannt ist, in welchem Ausmaß sich diese Faktoren auswirken, ist es notwendig, sie zu erfassen, um ihren Einfluss in Langzeitstudien besser zu ergründen.

6.2.2.3 Darstellung der Bedeutung der Einzelinformationen am Beispiel der Erstellung von Notfallplänen

Die Bedeutung der Einzelinformationen soll nachfolgend am Beispiel Handlungshilfen (Decision Support Systems), wie sie nach SOLAS 74/78¹⁶⁰ für Passagierschiffe gefordert sind, verdeutlicht werden. Handlungshilfen sollen sich nach dieser Regel zumindest aus einer Sammlung von Notfallplänen zusammensetzen, wie sie nach Res. A.852(20) erstellt werden können und die wichtigsten Unfallklassen einschließen. Die Notfallpläne folgen dabei dem in Abbildung 6 - 23 dargestellten Schema.

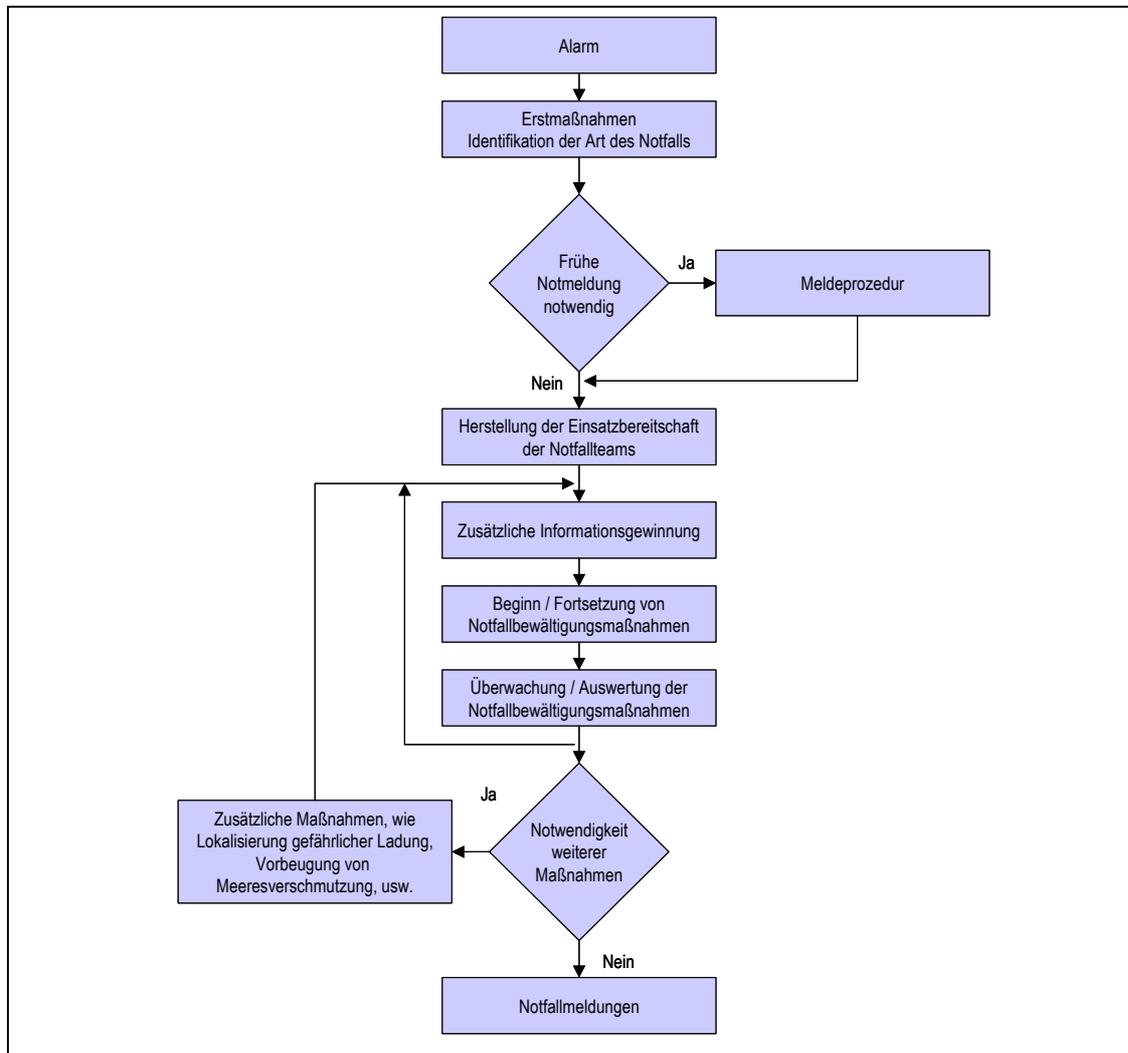


Abbildung 6 - 23: Schema der Notfallbewältigungsmaßnahmen nach IMO (Quelle: Res. A. 852(20))

Um solche Pläne erstellen zu können, sind sehr umfangreiche Daten zu berücksichtigen und eine Analyse des Unfallgeschehens der Vergangenheit vorzunehmen. Eine Unfalldatenbank könnte helfen, die Daten für geeignete Maßnahmen beim Eintritt eines Notfalls zu generieren. Das setzt allerdings eine detaillierte Beschreibung und Auswertung der Notfallbewältigungsmaßnahmen während der Unfälle voraus. Im Anhang 2 ist exemplarisch eine Darstellung des Fehlverhaltens großer Teile der Personale während des Feuers auf der „Scandinavian Star“ am 07. April 1990 zu finden. In dieser Darstellung wird versucht zu verdeutlichen, welche Maßnahmen bei den unterschiedlichen Besatzungsgruppen zu welchen Ergebnissen geführt haben. Ursächlich für den Misserfolg bei der Brandabwehr ist neben den ungünstigen Rahmenbedingungen (vermutliche Brandstiftung auf einem Schiff, das nicht nach den neuesten SOLAS Regeln bzgl. des

¹⁶⁰ - SOLAS 74/78, Chapter III, Regulation 29

Brandschutzes gebaut war) auf jeden Fall das Versagen der konzeptionslosen Schiffsführung während des Notfalls. Es wurden keinerlei strukturierte Versuche zur Notfallbewältigung gemacht und das Schiff durch große Teile der Schiffsführung aufgegeben und verlassen, obwohl zu diesem Zeitpunkt noch Passagiere und Besatzungsmitglieder an Bord befindlich waren. Gerade die Auswertung dieser Unfälle verdeutlicht, wie wichtig die Unterstützung der Schiffsführung in Notsituationen ist. Es ist allerdings zweifelhaft, ob diese Unterstützung durch ein System von Plänen in Papierform wirkungsvoll zustande kommt.

Mit den Arbeiten von Dreissig [DRE-96] und Hahne [HAH-99] liegen Beiträge zur Befürwortung einer computergestützten Handlungshilfe vor. Besonders in der Arbeit von Dreissig erfolgt ein weitreichender Versuch der computergestützten Situationsanalyse bei einem Wassereinbruch an Bord eines Schiffes. Hier wird durch mathematische Algorithmen eine objektive Darstellung der Konsequenzen für die Stabilität des Schiffes infolge des Wassereinbruchs vorgenommen, die unabhängig von der subjektiven Einschätzung der im Normalfall für diesen Notfall nicht trainierten Schiffsführung ist. Verglichen mit anderen Produkten am Markt¹⁶¹, die sich auf das Generieren allgemeiner schiffsspezifischer Checklisten beschränken, ist dies eine völlig neue Qualität. Damit solche Systeme auch für andere Notfälle erstellt werden können, bedarf es weiterer Prozessdatenanalysen. So kann die Basis für die bisher noch nicht modellierbaren Prozesse geliefert werden. Selbst die sehr detaillierten Berichte, wie z.B. der o.g. Bericht der „Scandinavian Star“ lassen Fragen in diesem Bereich offen. Hier sind zwar Informationen über das Verhalten der Besatzungsmitglieder weitgehend vorhanden, jedoch fehlen wichtige Prozessinformationen im technischen Bereich. Das ist auf ein fehlendes, international verbindlich festgelegtes Schema bei der Datenerfassung zurückzuführen.

6.2.2.4 Zusammenfassung der unfallklassenspezifischen Aussagen zum Unfallgeschehen

Zusammenfassend lässt sich an dieser Stelle sagen, dass Unfallberichte in einem erheblichen Masse Defizite aufweisen, die es nicht zweifelsfrei gestatten, den Unfallprozess im nachhinein zu rekonstruieren. Unfallberichte konzentrieren sich sehr stark auf die eigentliche Ursache und berücksichtigen das Umfeld nur in Ausnahmesituationen.

Im Bereich der technischen Daten über die Unfallprozesse gibt es eine Reihe von Lücken in den Informationen, was die Rekonstruktion des Unfallprozesses bereits deutlich erschwert. Im operativen Bereich des Notfallmanagements jedoch sind die Informationslücken nicht mehr zu tolerieren. Sie liegen hier bei 70% im Durchschnitt. Insofern sind Aussagen zum Notfallmanagement nicht vollständig möglich. Auch wenn in diesem Punkt keine Detailanalyse erfolgen kann, ist das vorliegende Datenmaterial eindeutig.

¹⁶¹ - wie z.B. das Programm NAVECS der Firma AVECS aus Fichtenwalde bei Berlin

7 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit Fragen der Unfallursachenanalyse bei Schiffsunfällen. Bedingt durch die Tatsache, dass die Unfallrate in der Schifffahrt bei 5 bis 10% liegt, wurde ein nach wie vor aktueller Handlungsbedarf festgestellt, stärker nach den Ursachen von Unfällen zu forschen, um das Unfallgeschehen zu reduzieren und seine Auswirkungen auf die Umwelt zu vermindern. Ausgehend von einer Betrachtung der gesamtgesellschaftlichen Bemühungen im Bereich Seeverkehrssicherheit wurde exemplarisch am Beispiel des HE nachgewiesen, dass es trotz intensiver Anstrengungen zur Erfassung seiner Konsequenzen, detaillierte Aussagen zum HE Einfluss auf das Unfallgeschehen nach wie vor nicht möglich sind, da solide Datenbasen fehlen.

In diesem Zusammenhang wurde eine Zusammenstellung des gegenwärtigen Standes der Wissenschaft vorgenommen und hier ebenfalls der Einfluss des HE auf das Unfallgeschehen in den Mittelpunkt gestellt. Dabei wurde festgestellt, dass es trotz langfristiger Bemühungen auf diesem Gebiet keine einheitlich akzeptierten Modelle und Klassifikationsschemata für die Erklärung des menschlichen Fehlverhaltens gibt. Aus diesem Grunde werden bei der Bewertung von sicherheitsrelevanten Systemen oft Expertenschätzungen verwendet, deren Aussagen allerdings subjektiv sein können. Beim Fehlen statistischer Informationen kann jedoch auf den Experten, der Analysen nach dem Ursache-Wirkungs-Prinzip durchführt, nicht verzichtet werden.

In diesem Zusammenhang muss auch betont werden, dass Datenbanken immer nur unterstützende Funktion haben. Sie geben Aufschlüsse zu Schwerpunktbereichen im Unfallgeschehen. Sie können jedoch eine dynamische Prozessanalyse nicht ersetzen. Die Grenze der Leistungsfähigkeit eines Notfallbewältigungssystems, welches aus Mensch und Technik besteht, wird erreicht, wenn bei einem Teilsystem die Leistungsgrenze überschritten wird. Das ist immer ein dynamischer Vorgang. Insofern ist die Rekonstruktion mittels Ereignisablaufanalysen eine unabdingbare Voraussetzung für tiefere Einsichten in den tatsächlichen Prozessablauf. Von daher ist beides gefordert – die Datenbank und die Ereignisablaufanalyse.

Auf der Grundlage der o.g. Betrachtungen sind folgende Thesen aufzustellen:

1. Thesen zum Wirken der Schifffahrtsverwaltungen

- 1.1 Im Schifffahrtsbereich liegen in vielen Ländern keine detaillierten Angaben zum Unfallgeschehen in Datenbankform vor. Insofern muss davon ausgegangen werden, dass wichtige Daten, die für das Bewerten der Effektivität bestehender und das Erarbeiten neuer Regeln im Schiffssicherheitsbereich notwendig sind, fehlen. Somit ist die Bewertungsgrundlage im Schiffssicherheitsbereich vielfach subjektiv und dadurch anfechtbar.
- 1.2 Die Schifffahrtsverwaltungen haben einseitig zu lange die ausschließlich technischen Aspekte der Unfalluntersuchung betont. Insofern sind deutliche Defizite gegenüber dem Erkenntnisstand bzgl. des HE Einflusses auf das Unfallgeschehen in den anderen Verkehrsdisziplinen, wie z.B. der Luftfahrt, festzustellen. Teiladaptionen der dort verwendeten Ansätze (z.B. Voyage Data Recorder) sind für die Schifffahrt jedoch möglich und können mittelfristig zur Überwindung der Wissensdefizite führen.
- 1.3 Die internationalen Bemühungen konzentrieren sich seit einigen Jahren auf die Vereinbarung einheitlicher Verfahren und Definitionen im Unfalluntersuchungsbereich. Die ersten vorliegenden Ergebnisse sind ermutigend, können jedoch nur als ein erster Schritt verstanden werden. Es ist nach wie vor ein erheblicher Aufwand an Grundlagenforschung zu leisten, um sorgfältig begründete Ansätze zu diskutieren. Die Grundlagenforschung sollte sich auf folgende Aspekte konzentrieren:
 - Definition von notwendigen Daten für die Unfallprozessbeschreibung
 - Vereinbarung einheitlicher Datenschemata für die Unfallauswertung
 - Vereinbarung eines einheitlichen Unfallprozessmodells
 - Vertiefende Forschung zur Beeinflussung der Leistungsfähigkeit des Menschen durch die PSF

1.4 Das Tempo der Diskussion über Maßnahmen zur Vermeidung von Unfällen hat dazu geführt, dass es international verschiedene Foren gibt, in denen über das Unfallgeschehen diskutiert wird. Diese Entwicklung ist gefährlich, da sie das Forschungspotential spaltet. Die IMO hat international das Mandat, auf dem Gebiet Schiffssicherheit Initiativen anzuregen. Die internationalen Schifffahrtsverwaltungen sollten in dieser Organisation tätig werden und eigene Initiativen nur im Rahmen der Bemühungen der IMO vorantreiben, nicht aber entgegen der IMO oder auf völlig separater Ebene.

2. Thesen zum Stand der Wissenschaft

2.1 Es haben sich eine Reihe von Verfahren bei der Betrachtung des HE Einflusses herausgebildet, die auf sehr unterschiedlichen Ansätzen beruhen und in der Regel keine miteinander vergleichbaren Ergebnisse liefern. Ein wissenschaftlicher Ansatz muss daher so allgemein wie möglich und so genau wie nötig sein. Aufgrund der speziellen Eigenarten der Schifffahrt ist jedoch eine Vergleichbarkeit mit anderen Verkehrsarten nicht anstrebenswert, da die dafür notwendige sehr allgemein gehaltene Datenstruktur von Unfalldaten spezielle Erkenntnisse in der Schifffahrt nicht fördern würde. Die Priorität muss daher auf der speziellen Erkenntnisgewinnung in der Schifffahrt liegen.

2.2 Es gibt nur eine sehr begrenzte Anzahl von Modellen, die sich mit der Frage beschäftigen, warum ein Unfall unter gewissen Umständen zum Totalverlust wird und welches Potential in einem System steckt, kleinere Ausfälle zu kompensieren. Hier wird eine sehr wichtige Informationsquelle ignoriert, die für die Vorbereitung auf Notfälle von Bedeutung ist. Gerade bei der Notfallbewältigungsplanung spielen die Notfallreserven in einem System eine große Rolle.

2.3 Es gibt sehr viele Verfahren, die Expertenmeinungen zulassen oder deren Bestandteile (Modell, Klassifikationsschema und Vorgehensweise) unvollständig sind. Diese Verfahren führen in der Regel zu subjektiven Ergebnissen, bzw. spiegeln unter Umständen nur einen Teil des Gesamtbildes wider. Von daher sollten diese Verfahren bei der Bewertung von Sicherheitssystemen nur in Ausnahmefällen (etwa als Übergangslösung, wenn keine Datenbasen vorhanden sind) akzeptiert werden.

Basierend auf den festgestellten Defiziten bei den Schifffahrtsverwaltungen und den wissenschaftlichen Bemühungen wurde eine Vorgehensweise zur Unfalldatenerfassung erarbeitet, die durch die folgenden Thesen charakterisiert werden kann.

3. Thesen zur Unfalldatenerfassung

3.1 Eine Unfalldatenerfassung muss in ein System aus Modellen des Untersuchungsgegenstandes eingebettet sein, aus dem sich das Datenerfassungsschema ableitet. Ein Datenerfassungsschema ohne ein dazugehöriges Modell des Untersuchungsgegenstandes liefert Daten, die sich nicht zweifelsfrei untersuchen lassen.

3.2 Das Modell des Unfalls sollte ein Prozessmodell sein, das die Sicherheitsreserven im System berücksichtigt. Der Begriff HE wird fälschlicherweise immer nur auf das Versagen des Menschen angewendet. Der menschliche Operator verfügt aber auch über die Fähigkeit Schwierigkeiten in einem System zu meistern. Aufschlüsse darüber können durch die Prozessanalyse gewonnen werden.

3.3 Das Datenschema sollte in der Form ausgestaltet sein, dass eine Anwendung möglichst vieler Modelle und Ansätze erfolgen kann, um die Genauigkeit der Interpretation der Unfalldaten zu erhöhen.

Die Datenerfassung der Unfälle ist nicht losgelöst von anderen Problembereichen in der Schiffssicherheit zu betrachten. Strukturierte Unfalldaten können von großem Einfluss auf folgenden Gebieten sein.

4. Verwendungsmöglichkeiten von Unfalldaten

4.1 Detaillierte Unfalldaten ermöglichen die genaue Rekonstruktion des Unfallprozesses und somit eine Reihe von Auswertungsmöglichkeiten im administrativen Bereich:

- Spezifische Auswertung einzelner Unfälle und Ableitung der daraus zu ziehenden Lehren
- Genauere Bewertung des Unfallgeschehens in bestimmten Zeiträumen
- Bewertung bestehender Sicherheitsregeln
- Erarbeitung neuer Sicherheitsregeln
- Unterstützung der Sicherheitsforschung

4.2 Unfalldaten in Verbindung mit Prozessmodellen ermöglichen die Simulation von Notfällen und sind somit von großer Bedeutung für die Maritime Ausbildung. Mit einer entsprechenden Datenmenge ist eine rechnergestützte und somit wirklichkeitsnahe Simulation möglich.

4.3 Unfalldaten können für die bessere Vorbereitung auf Notfälle herangezogen werden und sind deshalb für die im ISM Code vorgeschriebene Notfallplanung unerlässlich. Sie können ebenfalls zu einem wirklichkeitsnäheren Training an Bord führen.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit einem kleinen Teil der strukturierten Unfallaufarbeitung, nämlich mit der Erfassung detaillierter Prozessdaten als Grundlage für eine Vielzahl von Anwendungen im Seeverkehrssicherheitsbereich. Es ist ein Beitrag, der verdeutlichen soll, auf welche Art und Weise Unfalldaten erhoben werden müssen, um zu weiteren Erkenntnissen bei der Prozesssimulation zu kommen. Die Diskussion im Rahmen dieser Arbeit macht jedoch Defizite im Bereich der bisherigen Unfallberichte deutlich. Insofern besteht ein großer Handlungsbedarf, die im Rahmen dieser Arbeit gewonnen Erkenntnisse in der Praxis anzuwenden.

Literaturverzeichnis

- [ALT-64] Altman, J.W.: *Improvements needed in a central store of human performance data*. In: Human Factors. (1964) H. 6, S. 681-686
- [BAL-99] Baldauf, M.: *Landgestützte Erkennung von Kollisionsgefahren im Schiffsverkehr*. Dissertation, Universität Gesamthochschule Wuppertal, 1999
- [CAE-87] Caesar, C.: *Safety statistics and their operational consequences*. In: Proceedings of the 40th International Air Safety Seminar. Tokyo: 1987
- [COO-01] Cooper, Nicolas: *ISM and structural defects*. In: Seaways. (2001) H. August 2001, S. 2-3
- [CUL-90a] Cullen, W. Douglas: *The Public Inquiry into the Piper Alpha Disaster, Vol. 1*. London: HMSO, 1990
- [CUL-90b] Cullen, W. Douglas: *The Public Inquiry into the Piper Alpha Disaster, Vol. 2*. London: HMSO, 1990
- [DIC-95] Dickson, G.C.A.: *Risk Analysis*. London: Witherby, 1995
- [DOU-88] Dougherty, E.A. Jr.; Fragola, J.R.: *Human Reliability Analysis : a systems engineering approach with nuclear power plant applications*. Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons, 1988
- [DRA-81] Dragger, K.H., Kristiansen, S., Karlsen, J.E., Wrencke, R.M.: *Cause relationships of collisions and groundings – conclusions of statistical analysis*. In: Norwegian Maritime Research (1981), H. 3, S. 20-32
- [DRE-96] Dreissig, D.: *Wassereintruchserkennung und hinreichend genaue Prozessdarstellung des Schiffszustandes*. Dissertation, Universität Gesamthochschule Wuppertal, 1996
- [EMB-92] Embrey, D.E.: *Quantitative and qualitative prediction of human error in safety assessments*. In: Major Hazards Onshore and Offshore. Rugby IChemE, 1992
- [ERI-00] Eriksson, P.; Mejia, M.: *IMO's Work on the Human Element in Maritime Safety*. LUCRAM - Lund University Centre for Risk Analysis and Management (Hrsg.). Report 2003, Lund: Lund University, 2000
- [EVA-00] Evans, E. C.: *Experience and Expectations of the ISM Code and other Legislation*. In: RINA 2000 International Symposium, Rom: IFSMA, 2000
- [GU-93] Gu, W. (Hrsg.): *Safety of marine transportation*. Dalian: Dalian Maritime University Publishing House, 1993
- [HAH-93] Hahne, J., Galle H.-D.: *Konzeption zum Fachbuch Schiffssicherheit*. Unveröffentlichtes Manuskript, Rostock: 1993
- [HAH-99] Hahne, J. et al.: *Bilanzierung arbeitsorganisatorischer Defizite in der Seeschifffahrt*. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Forschung Fb 839, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 1999
- [HAH-01] Hahne, J. et al.: *Identifikations- und Anwendungsprogramme zur Ermittlung von Gefährungssituationen in der Seeschifffahrt*. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Forschung Fb 924, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 2001
- [HAM-o.J.] Hamnett, P.: *FMEA*. Unveröffentlichtes Vorlesungsskript der University of Massachusetts. Massachusetts: 2000
- [HAW-87] Hawkins, F.H.: *Human factors in flight*. Aldershot: Ashgate, 1987
- [HEA-89] Health and Safety Executive (Hrsg.): *Human Factors in Industrial Safety*. HMSO, 1989
- [HEI-31] Heinrich, H.W.: *Industrial accident prevention; a scientific approach*. New York, London, 1931

- [HOL-93] Hollnagel, E.: *Modelling of Cognition: Procedural prototypes and contextual control*. In: *Le Travail Humain*. (56) H. 1, S. 27-51
- [HOL-98] Hollnagel, E.: *Cognitive Reliability and Error Analysis Method CREAM*. Oxford, New York, Tokyo: Elsevier, 1998
- [HOL-83] Hollnagel, E.; Woods, D.D.: *Cognitive systems engineering: New wine in new bottles*. In: *International Journal of Man-Machine Studies*. (1983), H. 18, S. 583-600
- [HOO-97] Hooke, N.: *Maritime Casualties: 1963-1996*. London: LLP, 1997
- [HOY-88] Hoyos, C. & Zimolong, B.: *Advances in Human Factors/Ergonomics, 11 – Occupational Safety and Accident Prevention, Behavioral Strategies and Methods*. Amsterdam, Oxford, New York Tokyo: Elsevier, 1988
- [HUD-94] Hudson, P.T., Reason, J.T., Wagenaar, W.A., Bentley, P.D., Primrose, M., Visser, J.P.: *Tripod Delta: Proactive Approach to Enhanced Safety*. Richardson: Society of Petroleum Engineers, 1994
- [ISL-00] Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (Hrsg.): *Shipping Statistics Yearbook*, Bremen: ISL, 2000
- [ISF-o.J.] International Shipping Federation (Hrsg.): *Safety Culture*. ISF "Special". London: International Shipping Federation, Faltblatt ohne Jahr
- [JOH-80] Johnson, W.G.: *MORT Safety Assurance Systems*. New York, Basel: Dekker
- [KIR-94] Kirwan, B.: *A Guide to Practical Human Reliability Assessment*. London: Taylor & Francis, 1994
- [KÖH-00] Köhlken, A.: *Untersuchung zur Abweichung und Korrekturmaßnahmen bei ISM - Shipboard Audits*. Diplomarbeit, Fachhochschule Oldenburg, Fachbereich Seefahrt, Elsfleth, 2000
- [KRI-95a] Kristiansen, S.: *Human and organizational aspects of RO-RO ferry accidents*. In: ISHFOB '95, The influence of the man-machine interface on safety of navigation: Proceedings of the International Symposium on Human Factors on Board, Bremen, Germany, November 1995, Köln: Verlag TÜV Rheinland, 1995
- [KRI-95b] Kristiansen, S.: *An approach to systematic learning from accidents*. In: The Institute of Marine Engineers Conference Proceedings on Management and Operation of Ships - Practical Techniques for Today and Tomorrow (IMAS 95). Volume 107, No. 2. London: The Institute of Marine Engineers, 1995
- [KUH-95] Kuhlmann, A.; Becker, G.: *Einführung in die Sicherheitswissenschaft*. Köln: Verlag TÜV Rheinland, 1995
- [KUO-93] Kuo, C.: *The Role of Human Factors in the Safety of Marine Systems*. In Proceedings of the Third International Offshore and Polar Engineering Conference (ISOPE-93). Singapore: International Society of Offshore and Polar Engineers, 1993
- [KUO-98] Kuo, C.: *Managing Ship Safety*. London, Hong Kong: LLP, 1998
- [LEV-00] Levy, H.: *The ISM Code: the effects on P&I cover*. In: BIMCO Bulletin. (Bd. 95) H. 1-2000, S. 60-64
- [LLO-00] Lloyd's Register of Shipping (Hrsg.): *World Fleet Statistics*, London: LLP, 2000
- [MEY-82] Meyna, A.: *Einführung in die Sicherheitstheorie: Sicherheitstechnische Analyseverfahren*. München, Wien: Hanser, 1982
- [MOO-92a] Moore, W.H.; Bea, R.G.: *Modeling the effects of human errors from post-mortem marine casualty studies*. Berkeley: University of California, 1992
- [MOO-92b] Moore, W.H.; Bea, R.G.: *A practical human error taxonomy for marine related casualties*. Berkeley: University of California, 1990

- [MPM-49] Military Procedure MIL-P-1629, dated November 9, 1949 „Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis“
- [MÜL-95] Müller, C.; Schröder, J.-U.: *Erfassung und Systematisierung der sicherheitsbezogenen schiffsexternen Kommunikation unter Berücksichtigung ihrer technischen Möglichkeiten sowie des legislativen Rahmens der International Maritime Organization (IMO)*. Diplomarbeit, Universität Rostock
- [MUI-91] Muirhead, P.: *The Use of the Shiphandling Simulator as an Evaluation Tool for Casualties Enquiries*. In: International Workshop on Maritime Casualty Investigation. Singapore: International Maritime Lecturers Association und Singapore Polytechnic, Department of Maritime Technology and Transportation, 1991
- [NTS-89] National Transportation Safety Board (Hrsg.): *Passenger Vessels Operating from U.S. Ports*. NTSB/SS – 89/01, Washington D.C.: 1989
- [NTS-93] National Transportation Safety Board (Hrsg.): *Accidents Involving Foreign Passenger Ships Operating from U.S. Ports 1990-1991*. NTSB/SIR – 93/01, Washington D.C.: 1993
- [NOR-81] Norman, D.A.: *Categorization of action slips*. In: Psychological Review. (1981) H. 88, S. 1 -15
- [ANO-97] o.N.: *Human Element Draft Resolution goes to Assembly*. In: IMO News (1997) H. 2 & 3, S. 8
- [ANO-98] o.N.: *Slight decrease in the number of human accidents at sea in the recent years*. In: NAVIGARE, Norwegian Maritime Directorate (Hrsg.), H. July 1998, S.12
- [ANO-01a] o.N.: *ISM Code must not become "paper exercise"*. In: IMO News. (2001) H. 2, S. 8
- [ANO-01b] o.N.: *ISM : the bulb that failed to bloom*. In: Faiply. (2001) H. 22. February, 2001, S. 14-15
- [PER-84] Perrow, C.: *Normal Accidents: Living with high-risk technologies*. New York: Basic Books, 1984
- [PET-66] Peters, G. A.: *Human error: analysis and control*. In: ASSE Journal (American Society of Safety Engineers). (1966) H. January
- [PET-85] Peters, O.H.; Meyna, A.: *Handbuch der Sicherheitstechnik*. München, Wien: Hanser, 1985
- [RAS-86] Rasmussen, J.: *Information processing and human machine interaction: an approach to cognitive engineering*. New York: North Holland, 1986
- [RAS-78] Rasmussen, J.; Duncan, K.; Leplat, J.: *New technology and human error*. London: Wiley and Sons, 1978
- [RAS-74] Rasmussen, J.; Jensen, A.: *Mental procedures in real life tasks. A case study of electronic troubleshooting*. In: Ergonomics. (1974) H. 17, S. 193-207.
- [RAS-84] Rasmussen, J.; Pedersen, O.M.: *Human factors in probabilistic risk analysis and risk management*. In: Operational Safety of Nuclear Power Plants (Vol. 1), International Atomic Energy Agency (Hrsg.). Wien: 1984
- [RAS-00] Rasmussen, Jørgen: *Formal Safety Assessment*. Unveröffentlichtes Vorlesungsskript, World Maritime University, Malmö, 2000
- [REA-85] Reason, J.T.: *Recurrent errors in process control environments: Some implications for the design of Intelligent Decision Support Systems*. In Intelligent Decision Support in Process Environments, Hollnagel, E; Mancini, G.; Woods, D.D. (Hrsg.). Heidelberg: Springer, 1985
- [REA-90] Reason, J.T.: *Human error*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990
- [REA-94] Reason, J.T.: *Review. I. Review. II Theory*. Derby: British Railway Board, 1994
- [REA-95] Reason, J.T.: *Comprehensive Error Management in Aircraft Engineering: A Managers Guide*. London: British Airways Engineering, 1995
- [REA-97] Reason, J.T.: *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Aldershot: Ashgate, 1997

- [REB-85] Reber, A.S.: *The Penguin Dictionary of Psychology*. Harmondsworth: Penguin Books, 1985
- [RED-97] Redmill, F.; Rajan, J.: *Human Factors in safety-critical systems*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997
- [ROC-87] Rockwell, T.H.; Griffin, W.C.: *General aviation pilot error modeling – again?* In: Proceedings of the Forth International Symposium on Aviation Psychology. Ohio: Columbus, 1987
- [ROU-83] Rouse, W.B.; Rouse, S.H.: *Analysis and classification of human error*. In: IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. (1983) SMC-13, S. 539-549
- [SAG-99] Sagen, A.: *The ISM Code in Practice*. Oslo: Aschehoug, 1999
- [SAM-00] Sampson, T.: *Maritime Risk Analysis and Management – Existing Practices, Existing Needs*. LUCRAM - Lund University Centre for Risk Analysis and Management (Hrsg.). Report 2002, Lund: Lund University, 2000
- [SAN-87] Sanders, M.S. & McCormick, E.J.: *Human Factors in Engineering and Design*. New York: McGraw-Hill, 1987
- [SCH-96] Schaaf, T.W. van der; Frese, M.; Heimbeck, D.: *Human Recovery and Error Management*. In: Proceedings of the XV European Annual Conference on Human Decision Making and Manual Control. Delft: TNO Human Factors Research Institute, 1996
- [SCH-98] Schager, B.: *Understanding the "Human Factor"*. In: BIMCO BULLETIN. (Bd. 93) H. 3-98, S. 62-65
- [SEN-91] Senders, J.W.; Moray, N.P.: *Human Error*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1991
- [STO-83] Stoklosa, J.H.: *Accident investigation of human performance factors*. In: Proceedings of the Second Symposium on Aviation Psychology. Ohio: Columbus, 1983
- [SWA-83] Swain, A.D.; Guttman, H.E.: *Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications*. NUREG/CR 1278. Albuquerque: Sandia National Laboratories, 1983
- [TIU-98] The Institute of London Underwriters (Hrsg.): *Casualty Statistics*. IUMI Conference Lisbon 1998, London: The Institute of London Underwriters, 1998
- [TUR-78] Turner, B.: *Man-Machine Disasters*. London: 1978
- [UKP-o.J.] UK P&I Club (Hrsg.): *Analysis of major claims - Ten year trends in maritime risk*. London: UK P&I Club
- [VEI-02] Veiga, J. de: *Safety Culture*. In WMU Journal of Maritime Affairs (2002) H. 1, S. 17-31
- [WAN-01a] Wang, J.: *The current status and future aspects in formal safety assessment*. In: Safety Science. (2001) Bd. 38, S. 19-30
- [WAN-01b] Wang, J., Foinikis, P.: *Formal safety assessment of containerships*. In: Marine Policy (2001), Bd. 25, S. 143-157
- [WAS-75] WASH-1400 „An Assessment of Accident Risks in US Commercial Nuclear Power Plants“, Washington, 1975
- [WIS-01] Wiswall, F. L.: *Legal Aspects of Marine Casualty Investigation*. Unveröffentlichtes Vorlesungsskript, World Maritime University, Malmö, 2001
- [WOO-84] Woods, D.D.; Rumancik, J.A.; Hitchler, M.J.: *Issues in cognitive reliability*. In: Anticipated and abnormal plant transients in light water reactors. Vol. 1. New York: Plenum Press, 1984

Projekte (Berichte, soweit verwendet, werden in den Fußnoten erwähnt)

- CASMET Casualty Analysis Methodology for Maritime Operations
- THEMES Thematic Network for Safety Assessment of Waterborne Transport

Verzeichnis der nationalen und internationalen Konventionen, Vorschriften und sonstigen offiziellen Dokumente

Internationale Organisationen

Europäische Gemeinschaft (EG)

- *EG Richtlinien des Rates und der Kommission*

93/75/EWG	Richtlinie 93/75/EWG des Rates vom 13. September 1993 über Mindestanforderungen an Schiffe, die Seehäfen der Gemeinschaft anlaufen oder aus ihnen auslaufen und gefährliche oder umweltschädliche Güter befördern
94/57/EG	Richtlinie 94/57/EG des Rates vom 22. November 1994 über gemeinsame Vorschriften und Normen für Schiffsüberprüfungs- und -besichtigungsorganisationen und die einschlägigen Maßnahmen der Seebehörden
94/58/EG	Richtlinie 94/58/EG des Rates vom 22. November 1994 über Mindestanforderungen für die Ausbildung von Seeleuten
95/21/EG	Richtlinie 95/21/EG des Rates vom 19. Juni 1995 zur Durchsetzung internationaler Normen für die Schiffssicherheit, die Verhütung von Verschmutzung und die Lebens- und Arbeitsbedingungen an Bord von Schiffen, die Gemeinschaftshäfen anlaufen und in Hoheitsgewässern der Mitgliedstaaten fahren (Hafenstaatkontrolle)
96/39/EG	Richtlinie 96/39/EG der Kommission vom 19. Juni 1996 zur Änderung der Richtlinie 93/75/EWG des Rates über Mindestanforderungen an Schiffe, die Seehäfen der Gemeinschaft anlaufen oder aus ihnen auslaufen und gefährliche oder umweltschädliche Güter befördern
96/98/EG	Richtlinie 96/98/EG des Rates vom 20. Dezember 1996 über Schiffsausrüstung
97/34/EG	Richtlinie 97/34/EG der Kommission vom 6. Juni 1997 zur Änderung der Richtlinie 93/75/EWG des Rates über Mindestanforderungen an Schiffe, die Seehäfen der Gemeinschaft anlaufen oder aus ihnen auslaufen und gefährliche oder umweltschädliche Güter befördern
98/25/EG	Richtlinie 98/25/EG des Rates vom 27. April 1998 zur Änderung der Richtlinie 95/21/EG zur Durchsetzung internationaler Normen für die Schiffssicherheit, die Verhütung von Verschmutzung und die Lebens- und Arbeitsbedingungen an Bord von Schiffen, die Gemeinschaftshäfen anlaufen und in Hoheitsgewässern der Mitgliedstaaten fahren (Hafenstaatkontrolle)
98/35/EG	Richtlinie 98/35/EG des Rates vom 25. Mai 1998 zur Änderung der Richtlinie 94/58/EG über Mindestanforderungen für die Ausbildung von Seeleuten
98/42/EG	Richtlinie 98/42/EG der Kommission vom 19. Juni 1998 zur Änderung der Richtlinie 95/21/EG des Rates zur Durchsetzung internationaler Normen für die Schiffssicherheit, die Verhütung von Verschmutzung und die Lebens- und Arbeitsbedingungen an Bord von Schiffen, die Gemeinschaftshäfen anlaufen und in Hoheitsgewässern der Mitgliedstaaten fahren (Hafenstaatkontrolle)
98/55/EG	Richtlinie 98/55/EG des Rates vom 17. Juli 1998 zur Änderung der Richtlinie 93/75/EWG über Mindestanforderungen an Schiffe, die Seehäfen der Gemeinschaft anlaufen oder aus ihnen auslaufen und gefährliche oder umweltschädliche Güter befördern
98/74/EG	Richtlinie 98/74/EG der Kommission vom 1. Oktober 1998 zur Änderung der Richtlinie 93/75/EWG des Rates über Mindestanforderungen an Schiffe, die Seehäfen der Gemeinschaft anlaufen oder aus ihnen auslaufen und gefährliche oder umweltschädliche Güter befördern

- 98/85/EG Richtlinie 98/85/EG der Kommission vom 11. November 1998 zur Änderung der Richtlinie 96/98/EG des Rates über Schiffsausrüstung
- 1999/35/EG Richtlinie 1999/35/EG des Rates vom 29. April 1999 über ein System verbindlicher Überprüfungen im Hinblick auf den sicheren Betrieb von Ro-Ro-Fahrgastschiffen und Fahrgast-Hochgeschwindigkeitsfahrzeugen im Linienverkehr
- 1999/63/EG Richtlinie 1999/63/EG des Rates vom 21. Juni 1999 zu der vom Verband der Reeder in der Europäischen Gemeinschaft (European Community Shipowners' Association ECSA) und dem Verband der Verkehrsgewerkschaften in der Europäischen Union (Federation of Transport Workers' Unions in the European Union FST) getroffenen Vereinbarung über die Regelung der Arbeitszeit von Seeleuten - Anhang: Europäische Vereinbarung über die Regelung der Arbeitszeit von Seeleuten
- 1999/97/EG Richtlinie 1999/97/EG der Kommission vom 13. Dezember 1999 zur Änderung der Richtlinie 95/21/EG des Rates zur Durchsetzung internationaler Normen für die Schiffssicherheit, die Verhütung von Verschmutzung und die Lebens- und Arbeitsbedingungen an Bord von Schiffen, die Gemeinschaftshäfen anlaufen und in Hoheitsgewässern der Mitgliedstaaten fahren (Hafenstaatkontrolle)
- 2001/25/EG Richtlinie 2001/25/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. April 2001 über Mindestanforderungen für die Ausbildung von Seeleuten
- 2001/53/EG Richtlinie 2001/53/EG der Kommission vom 10. Juli 2001 zur Änderung der Richtlinie 96/98/EG des Rates über Schiffsausrüstung

- *EG Verordnungen des Rates und der Kommission*

- 613/91 Verordnung (EWG) Nr. 613/91 des Rates vom 4. März 1991 zur Umregistrierung von Schiffen innerhalb der Gemeinschaft
- 3051/95 Verordnung (EG) Nr. 3051/95 des Rates vom 8. Dezember 1995 über Maßnahmen zur Organisation eines sicheren Schiffsbetriebs von Ro-Ro-Fahrgastfährschiffen
- 179/98 Verordnung (EG) Nr. 179/98 der Kommission vom 23. Januar 1998 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 3051/95 des Rates über Maßnahmen zur Organisation eines sicheren Schiffsbetriebs von Ro-Ro-Fahrgastfährschiffen

- *EG Mitteilungen der Kommission*

- KOM(93) 66 KOM(93) 66 Mitteilung der Kommission für eine gemeinsame Politik im Bereich Sicherheit im Seeverkehr, 24. Februar 1993
- COM (2000) 142 COM(2000) 142 Communication from the Commission to the European Parliament and the Council on the safety of seaborne oil trade, 2000
- COM (2000) 802 COM(2000) 802 Communication from the Commission to the European Parliament and the Council on a second set of Community measures on maritime safety following the sinking of the oil tanker „Erika“, 2000
- COM (2001) 188 COM (2001) 188 Communication from the Commission to the Council and the European Parliament of 6 April 2001 on seafarer training and recruitment
- COM (2001) 370 COM (2001) 370 White paper: European Transport policy for 2010: Time to decide

International Labour Organization (ILO)

- *ILO Konventionen*

- C133 Convention concerning Crew Accommodation on Board Ship (Supplementary Provisions), 1970
- C134 Convention concerning the Prevention of Occupational Accidents to Seafarers, 1970
- C147 Convention concerning Minimum Standards in Merchant Ships, 1976

- C164 Convention concerning Health Protection and Medical Care for Seafarers, 1987
- C165 Convention concerning Social Security for Seafarers (Revised), 1987
- C180 Convention concerning Seafarers' Hours of Work and the Manning of Ships, 1996
- *ILO Empfehlungen*
- P147 Protocol of 1996 to the Merchant Shipping (Minimum Standards) Convention, 1976
- R105 Recommendation concerning the Contents of Medicine Chests on Board Ship, 1958
- R106 Recommendation concerning Medical Advice by Radio to Ships at Sea, 1958
- R140 Recommendation concerning Air Conditioning of Crew Accommodation and Certain other Spaces on Board Ship, 1970
- R141 Recommendation concerning Control of Harmful Noise in Crew Accommodation and Working Spaces on Board Ship, 1970
- R142 Recommendation concerning the Prevention of Occupational Accidents to Seafarers, 1970
- R187 Recommendation concerning Seafarers' Wages and Hours of Work and the Manning of Ships, 1996

International Maritime Organization (IMO)

- *IMO Konventionen*
- CLC International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage, 1969
- COLREG Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972
- Intervention International Convention Relating to Intervention on the High Seas in Cases of Oil Pollution Casualties, 1969
- Load Lines International Convention on Load Lines, 1966
- MARPOL International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, as modified by the Protocol of 1978, as amended
- OPRC International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation, 1990
- SAR International Convention on Maritime Search and Rescue, 1979
- SOLAS International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended
- STCW International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978
- *IMO Resolutionen*
- Res. 173 (ES.IV) Resolution A.173(ES.IV), „Participation in official inquiries into Maritime casualties“, 1968
- Res. A.440 (XI) Resolution A.440(XI), „Exchange of information for investigations into marine casualties“, 1979
- Res. A.637(16) Resolution A.637(16), „Co-operation in maritime casualty investigations“, 1989
- Res. A.647 (16) Resolution A.647(16), „IMO Guidelines on Management for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention“, 1989
- Res. A.680 (17) Resolution A.680 (17), „IMO Guidelines on Management for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention“, 1991
- Res. A.741 (18) Resolution A.741(18), „International management code for the safe operation of ships and for pollution prevention (International Safety Management (ISM) Code)“, 1993

- Res. A.772 (18) Resolution A.772(18), „Fatigue factors in manning and safety“, 1993
- Res. A.792 (19) Resolution A.792(19), „Safety culture in and around passenger ships“, 1995
- Res. A.849 (20) Resolution A.849(20), „Code for the Investigation of Marine Casualties and Incidents“, 1997
- Res. A.850 (20) Resolution A.850(20), „Human element vision, principles, and goals for the Organization“, 1997
- Res. A.852 (20) Resolution A.852(20), „Guidelines for a structure of an integrated system of contingency planning for shipboard emergencies“, 1997
- Res. A.884 (21) Resolution A.884(21), „Amendments to the Code for the Investigation of Marine Casualties and Incidents (Res. A.849(20))“, 1999
- Res. A.890 (21) Resolution A.890(21), „Principles of safe manning“, 1999
- Sonstige IMO Dokumente
- FSI 3/17 FSI 3/17, „Report to the Maritime Safety Committee and the Marine Environment Protection Committee“, 1995
- MSC 55/23/1 MSC 55/23/1, „Consideration and Adoption of Amendments to the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974 – Ro-Ro Passenger Ferry Safety“, 1987
- MSC 56/9 MSC 56/9, „Report of the Maritime Safety Committee on its Fifty-Sixth Session“, 1988
- MSC 59/16 MSC 59/16, „Role of human element in maritime casualties – Outcome of consideration by MEPC and MSC’s subsidiary bodies“, 1991
- MSC 59/33 MSC 59/33, „Report of the Maritime Safety Committee on its Fifty-Ninth Session“, 1991
- MSC 62/24/3 MSC 62/24/3, „Consideration of Current Safety Issues: Formal Safety Assessment“, 1993
- MSC 65/15/1 MSC 65/15/1, „Factors that Influence Human Decision Making“, 1995
- MSC 65/INF 4 MSC 65/INF 4, „The Human Causes of Marine Casualties Taxonomy with Definitions and Example“, 1997
- MSC 68/14/2 MSC 68/14/2, „Formal Safety Assessment – Trial application of Formal Safety Assessment“, 1997
- MSC 69/14/1 MSC 69/14/1, „Formal Safety Assessment – Novel Emergency Propulsion and Steering Devices for Oil Tanker - Analysed with the FSA Method“, 1998
- MSC 71/14/2 MSC 71/14/2, „Formal Safety Assessment – Comments to the Report of the Correspondence Group on Trial Application of FSA to high-speed craft“, 1999
- MSC 72/4/3 MSC 72/4/3, „Bulk Carrier Safety: Safety of Bulk Carriers – Progress Report on the International Collaborative Formal Safety Assessment Study“, 2000
- MSC 72/16 MSC 72/16 Annex 1, „Decision Parameters Including Risk Acceptance Criteria for Safety“, 2000
- MSC 72/16/2 MSC 72/16/2, „Formal Safety Assessment“, 2000
- MSC 72/INF 7 MSC 72/INF 7, „Bulk Carrier Safety – An interim report on FSA study on bulk carrier safety“, 2000
- MSC 72/INF 9 MSC 72/INF 9, „Role of the human element – Report on the investigation into near misses“, 2000
- MSC 73/4/2 MSC 73/4/2, „Large Passenger Ship Safety“, 2000
- MSC 73/INF 3 MSC 73/INF 3, „Large Passenger Ship Safety – Preliminary risk analysis of large passenger ship safety“, 2000

MSC 74/4/1	MSC 74/4/1, „Large Passenger Ship Safety – Report of the correspondence group“, 2001
MSC 74/15	MSC 74/15, „Role of the human element – Report of the Correspondence Group on Fatigue“, 2001
MSC Circ. 794	MSC Circ. 794, „IMO Standard Marine Communication Phrases“, 1997
MSC Circ. 827	MSC Circ. 827, „Reports on marine casualties and incidents“, 1997
MSC Circ. 829	MSC Circ. 829, „Interim Guidelines for the application of Formal Safety Assessment (FSA) to the IMO Rule Making Process“, 1997
STW 22/10	STW 22/10, „Officer of the navigational watch acting as the sole look out – Draft provisional guidelines for the conduct of trials in which the officer of the navigational watch acts as the sole look-out in periods of darkness“, 1991
STW 22/19	STW 22/19, „Report to the Maritime Safety Committee“, 1991

Vereinte Nationen (UNO)

UNCLOS	United Nations Convention on Law of the Seas, 1982
--------	--

Nationale Vorschriften

Deutschland

Seeaufgabengesetz	Gesetz über die Aufgaben des Bundes auf dem Gebiet der Seeschifffahrt, Neugefasst durch Bek. v. 26. 7.2002 BGBl. Bd. I, S. 2876
Seemannsgesetz	Seemannsgesetz, Zuletzt geändert durch Art. 1, G v. 23. 3.2002, BGBl. Bd. I, S. 1163
Ein-Mann-Wachdienst VO	Richtlinien des Bundesministeriums für Verkehr für die Erteilung von Ausnahmegenehmigungen durch die See-Berufsgenossenschaft nach § 6 der Wachdienst-Verordnung zur Erprobung des Ein-Mann-Wachdienstes auf der Brücke bei Nacht

Vereinigte Staaten von Amerika

OPA 90	Oil Pollution Act, 1990
--------	-------------------------

Anhang

Inhaltsverzeichnis

Anhang 1	Datenschema zur Erfassung von Seeunfällen.....	144
Anhang 2	Unfallablaufschemata des Brandes auf der „Scandinavian Star“ am 07. April 1990.....	185

Verzeichnis der Abbildungen im Anhang

Abbildung A1 - 1:	Erläuterungen zur Darstellung des Datenschemas	144
Abbildung A1 - 2:	Überblicksdarstellung des Datenschemas zur Erfassung von Seeunfällen	145
Abbildung A1 - 3:	Zu erfassende Daten für den Strukturpunkt Schiffsdaten	146
Abbildung A1 - 4:	Zu erfassende Daten für den Strukturpunkt Unfallgrunddaten	147
Abbildung A1 - 5:	Zu erfassende Daten für den Strukturpunkt Unfallentwicklung	148
Abbildung A1 - 6:	Zu erfassende Daten für die Unfallklasse Kollision.....	149
Abbildung A1 - 7:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt Kollision – Erkennen der Kollisionsgefahr.....	150
Abbildung A1 - 8:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt Kollision – Unfallsituation (Kollision)	151
Abbildung A1 - 9:	Zu erfassende Daten für die Unfallklasse Grundberührung.....	152
Abbildung A1 - 10:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt Grundberührung – Entwicklung der Grundberührungssituation	153
Abbildung A1 - 11:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt Grundberührung – Unfallsituation (Grundberührung).....	154
Abbildung A1 - 12:	Zu erfassende Daten für die Unfallklasse Wassereinbruch	155
Abbildung A1 - 13:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt Wassereinbruch – Erkennen und Entwicklung (1/2)	156
Abbildung A1 - 14:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt Wassereinbruch – Erkennen und Entwicklung (2/2)	157
Abbildung A1 - 15:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt Wassereinbruch – Leckabwehr.....	158
Abbildung A1 - 16:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt Wassereinbruch – Einrichtungen des Leckwehrschutzes (1/2).....	159
Abbildung A1 - 17:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt Wassereinbruch – Einrichtungen des Leckwehrschutzes (2/2).....	160
Abbildung A1 - 18:	Zu erfassende Daten für die Unfallklasse Brand	161
Abbildung A1 - 19:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt Brand – Branderkennung und –entwicklung (1/2).....	162
Abbildung A1 - 20:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt Brand – Branderkennung und –entwicklung (2/2).....	163
Abbildung A1 - 21:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt Brand – Brandabwehr	164
Abbildung A1 - 22:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt Brand – Einrichtungen des Brandschutzes (1/2).....	165
Abbildung A1 - 23:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt Brand – Einrichtungen des Brandschutzes (2/2).....	166
Abbildung A1 - 24:	Ereignisablauffolge	167
Abbildung A1 - 25:	Zu erfassende Daten für den Datenpunkt Evakuierung.....	168
Abbildung A1 - 26:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt Evakuierung – Durchführung der Evakuierung ...	169
Abbildung A1 - 27:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt Evakuierung – Passagiere	170
Abbildung A1 - 28:	Zu erfassende Daten bei den Externen Rettungsmaßnahmen.....	171
Abbildung A1 - 29:	Zu erfassende Daten für den Datenpunkt HE Fragen (Übersicht).....	172

Abbildung A1 - 30:	Zu erfassende Daten beim Unterpunkt HE, Allgemeine Situation (Übersicht)	173
Abbildung A1 - 31:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Allgemeine Situation – Individuelle Faktoren der Besatzungsmitglieder (1/3)	174
Abbildung A1 - 32:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Allgemeine Situation – Individuelle Faktoren der Besatzungsmitglieder (2/3)	175
Abbildung A1 - 33:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Allgemeine Situation – Individuelle Faktoren der Besatzungsmitglieder (3/3)	176
Abbildung A1 - 34:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Allgemeine Situation – Lebensbedingungen an Bord (1/2)	177
Abbildung A1 - 35:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Allgemeine Situation – Lebensbedingungen an Bord (2/2)	178
Abbildung A1 - 36:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Allgemeine Situation – Arbeitsbedingungen an Bord (1/2)	179
Abbildung A1 - 37:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Allgemeine Situation – Arbeitsbedingungen an Bord (2/2)	180
Abbildung A1 - 38:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Allgemeine Situation – Einfluss des Reeders/Managers.....	181
Abbildung A1 - 39:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen	182
Abbildung A1 - 40:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Notfallmanagement	183
Abbildung A1 - 41:	Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Evakuierung und Externe Rettungsmaßnahmen.....	184
Abbildung A2 - 1:	Unfallablaufschemata des Brandes auf der „Scandinavian Star“ am 07. April 1990 (1/2).....	185
Abbildung A2 - 2:	Unfallablaufschemata des Brandes auf der „Scandinavian Star“ am 07. April 1990 (2/2).....	186

Anhang 1 – Datenschema zur Erfassung von Seeunfällen

Nachfolgend wird das im Rahmen der vorliegenden Arbeit erstellte Datenschema zur Erfassung von Seeunfällen aufgelistet. In der unten aufgeführten Abbildung A1 - 1 werden Erläuterungen zur Darstellung des Schemas gegeben.

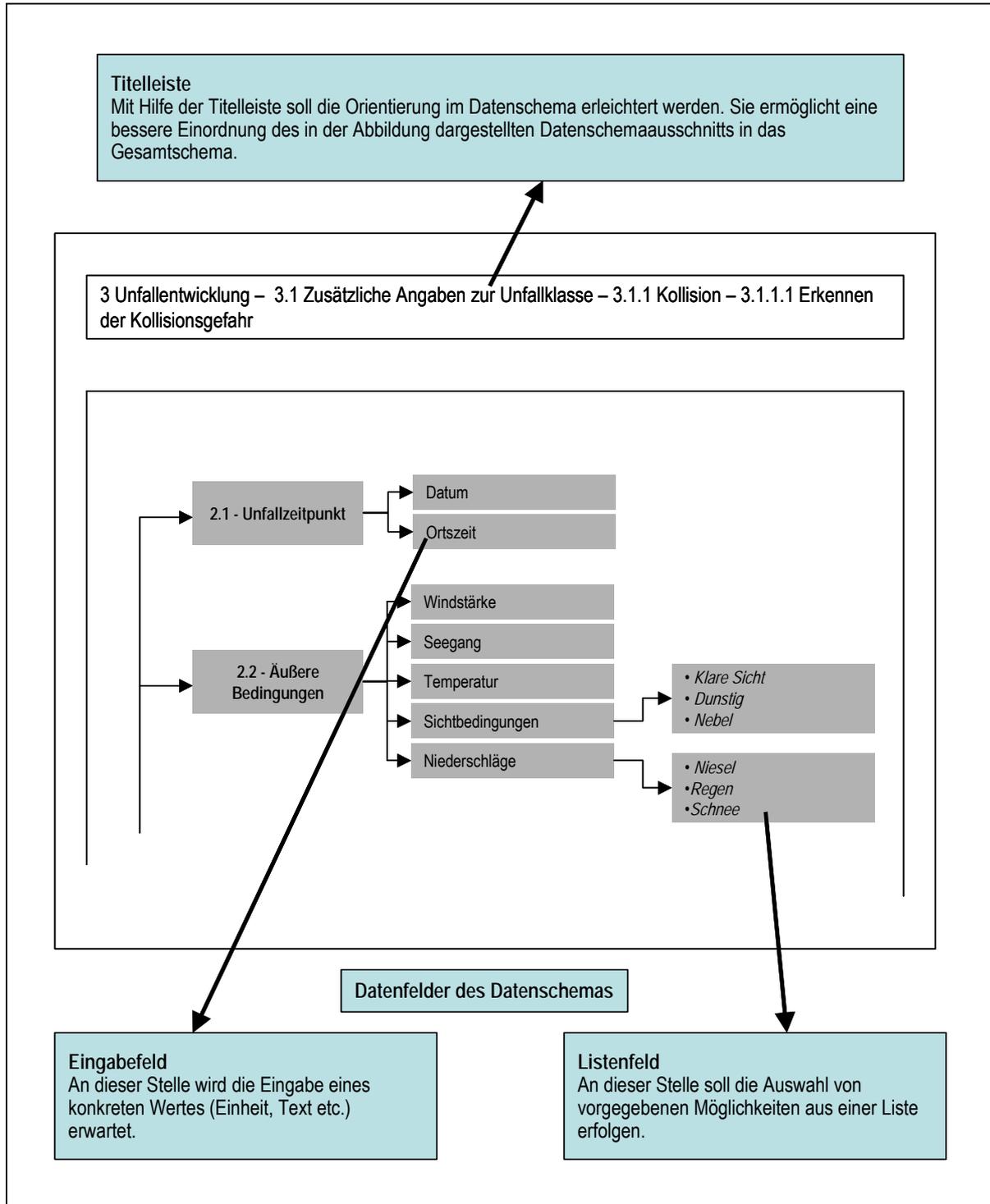


Abbildung A1 - 1: Erläuterungen zur Darstellung des Datenschemas

Gesamtüberblick

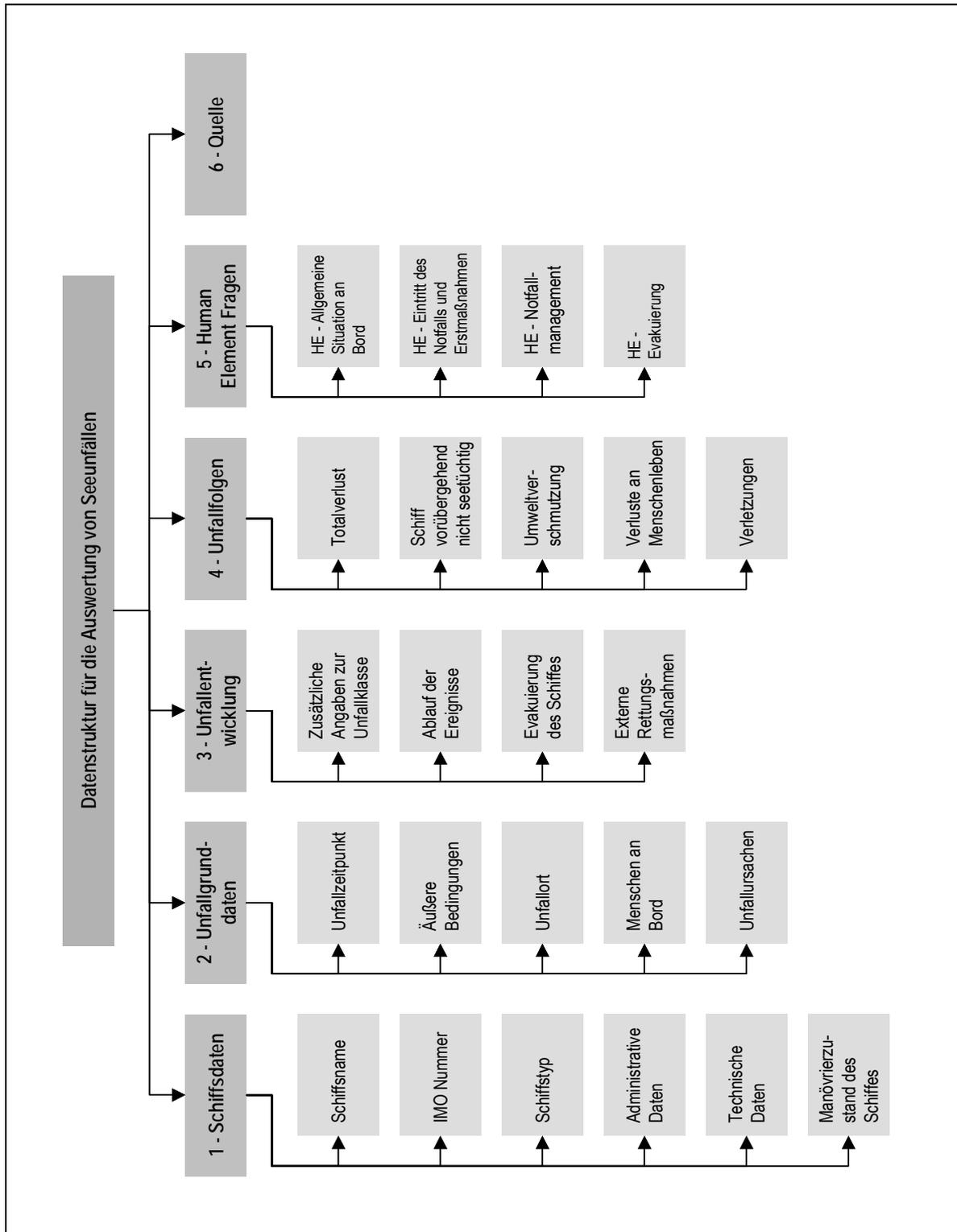


Abbildung A1 - 2: Überblicksdarstellung des Datenschemas zur Erfassung von Seeunfällen

1 Schiffsdaten

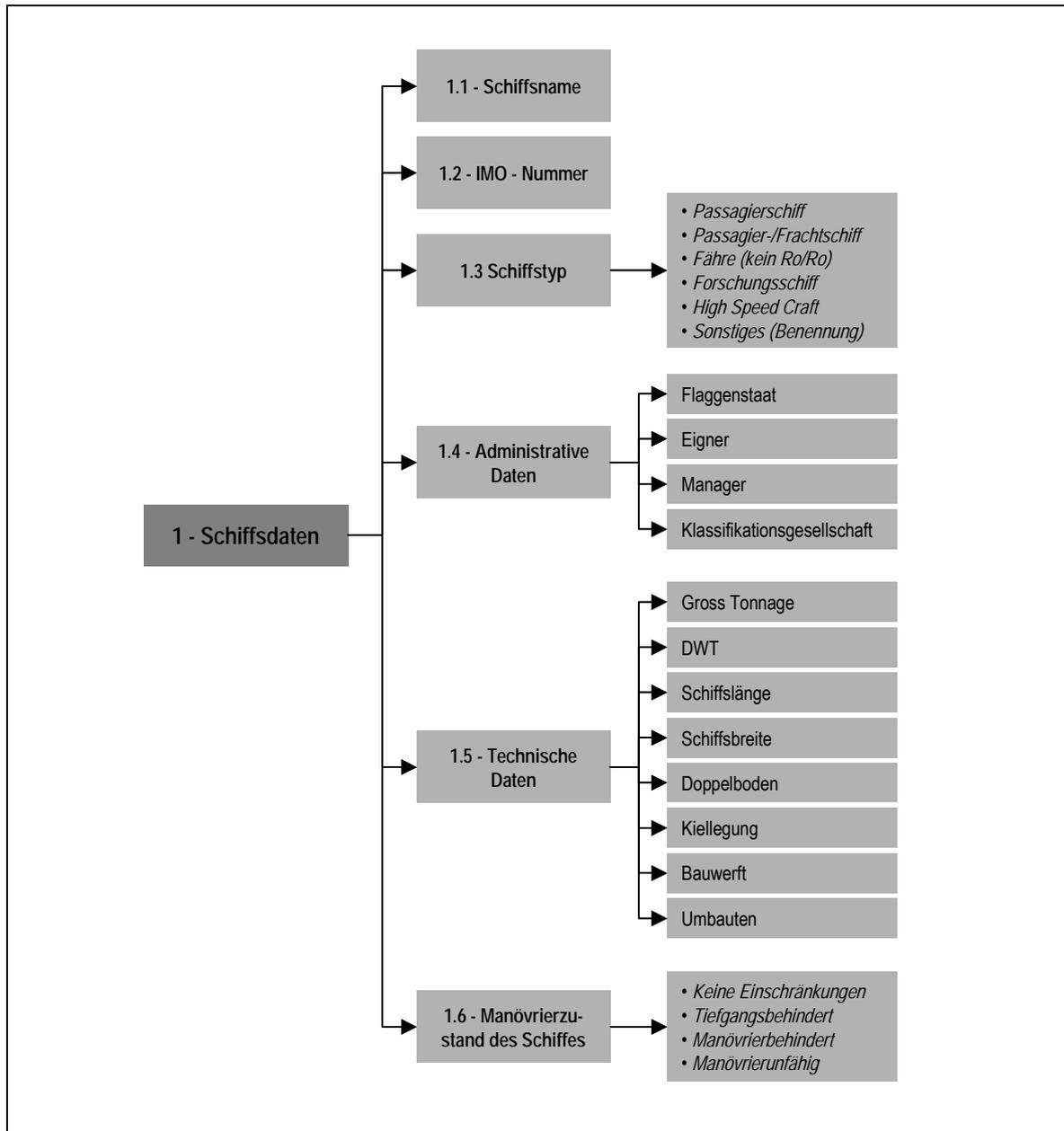


Abbildung A1 - 3: Zu erfassende Daten für den Strukturpunkt Schiffsdaten

2 Unfallgrunddaten

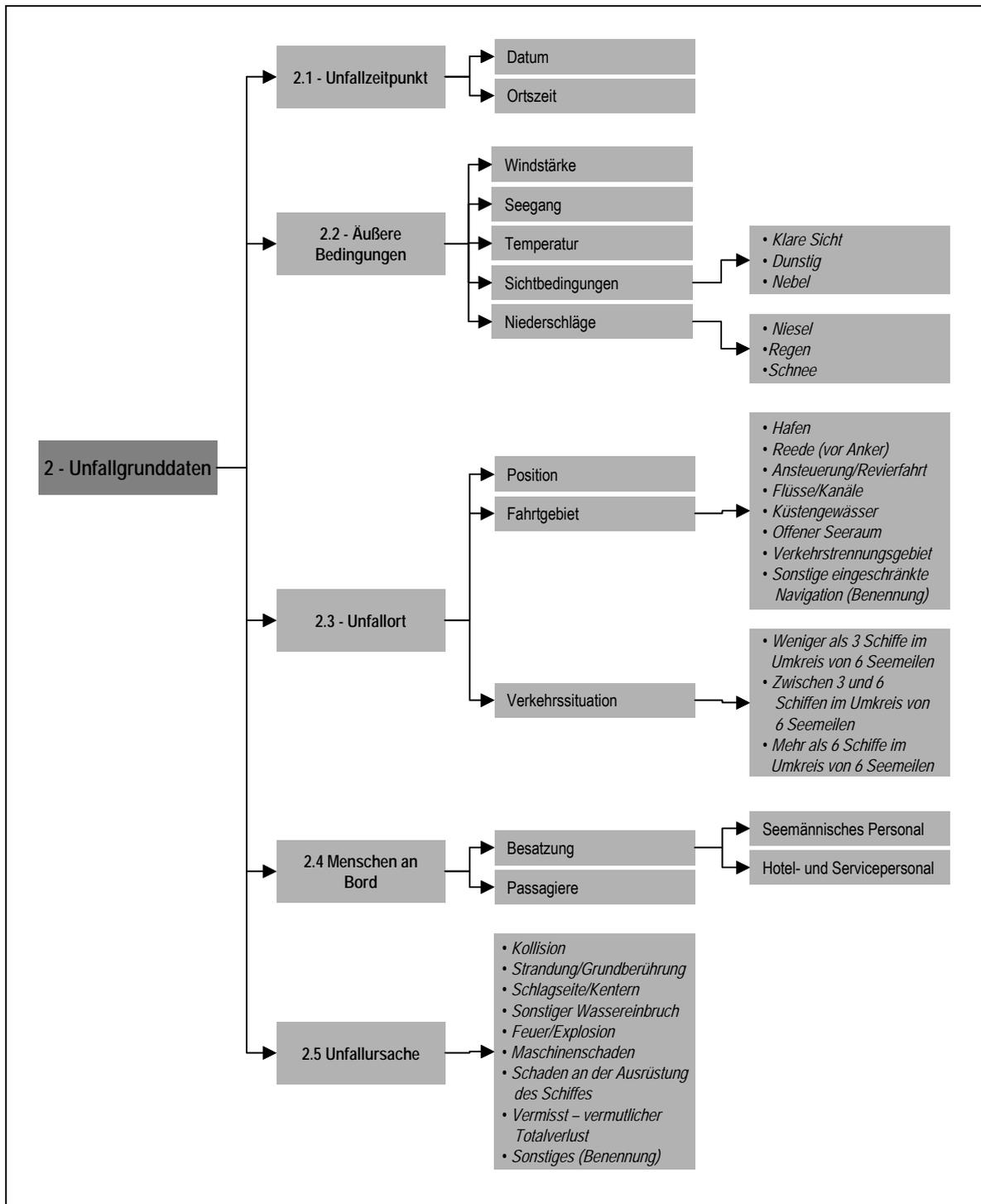


Abbildung A1 - 4: Zu erfassende Daten für den Strukturpunkt Unfallgrunddaten

3 Unfallentwicklung

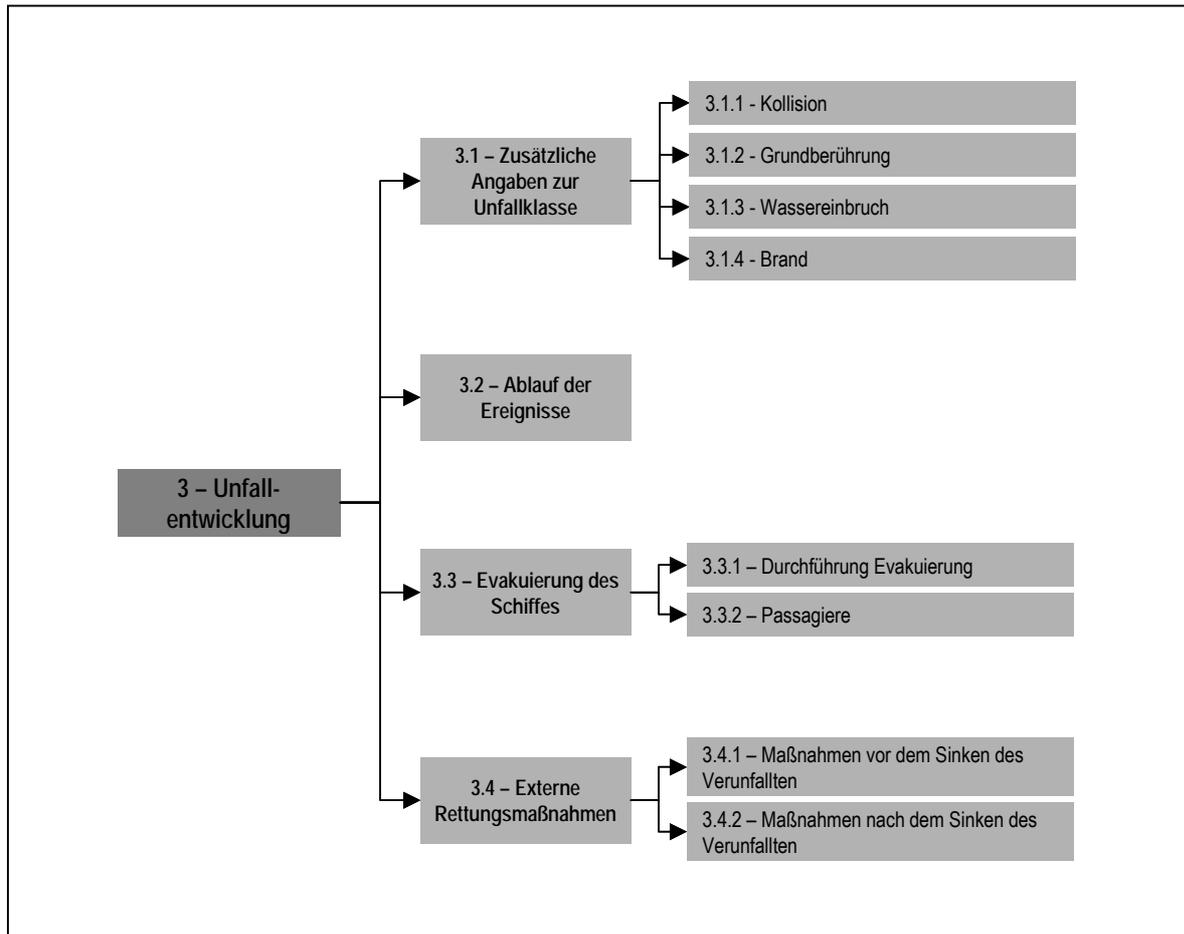


Abbildung A1 - 5: Zu erfassende Daten für den Strukturpunkt Unfallentwicklung

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.1 Kollision

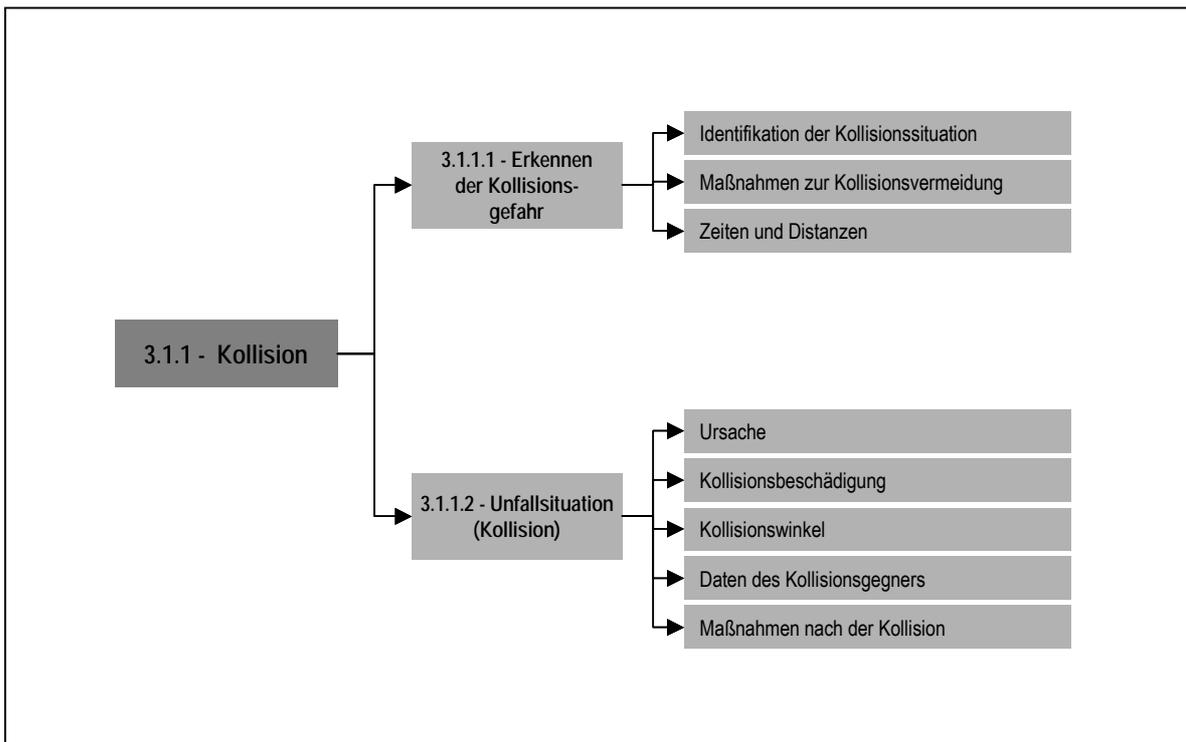


Abbildung A1 - 6: Zu erfassende Daten für die Unfallklasse Kollision

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.1 Kollision – 3.1.1.1 Erkennen der Kollisionsgefahr

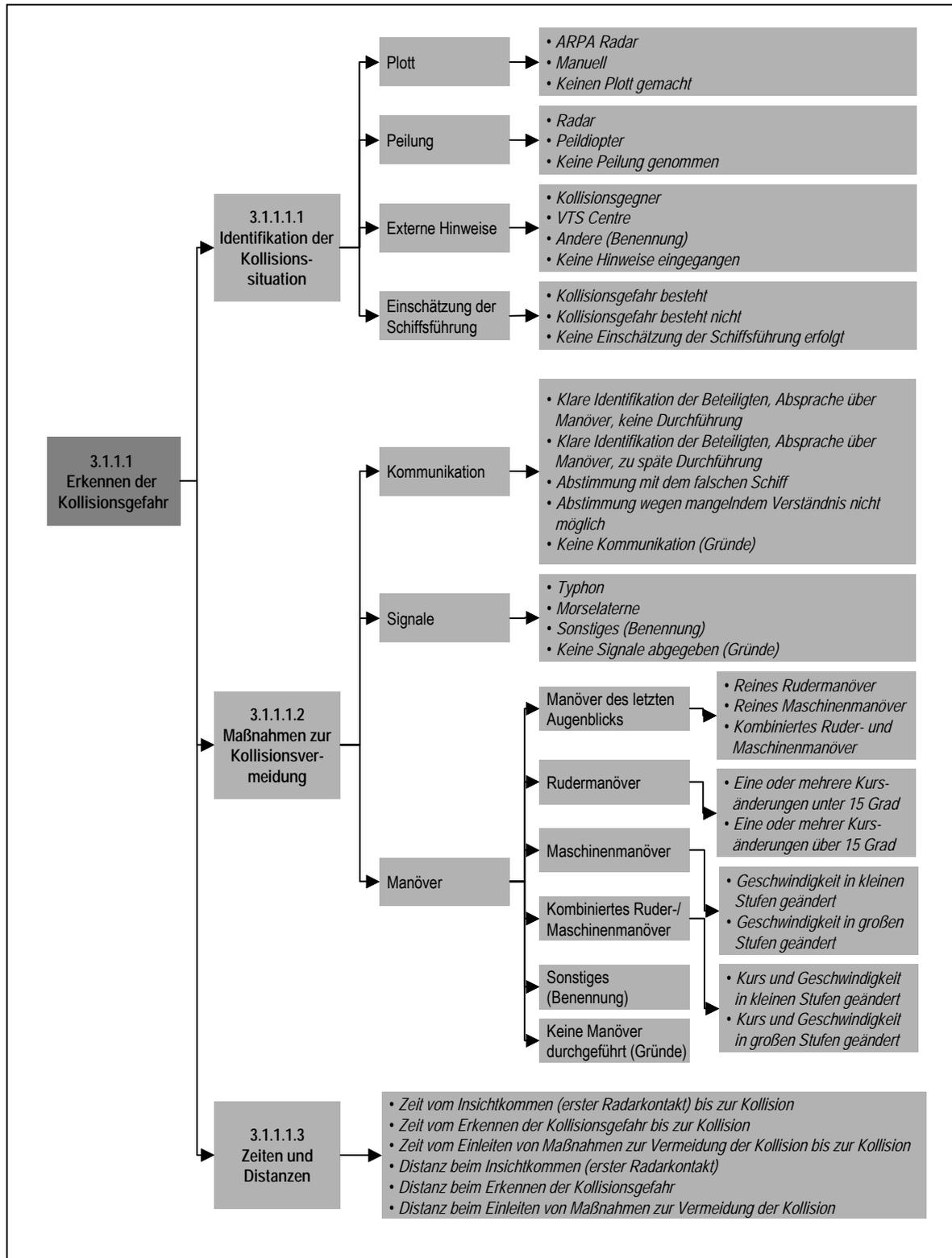


Abbildung A1 - 7: Zu erfassende Daten im Unterpunkt Kollision – Erkennen der Kollisionsgefahr

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.1 Kollision – 3.1.1.2 Unfallsituation (Kollision)

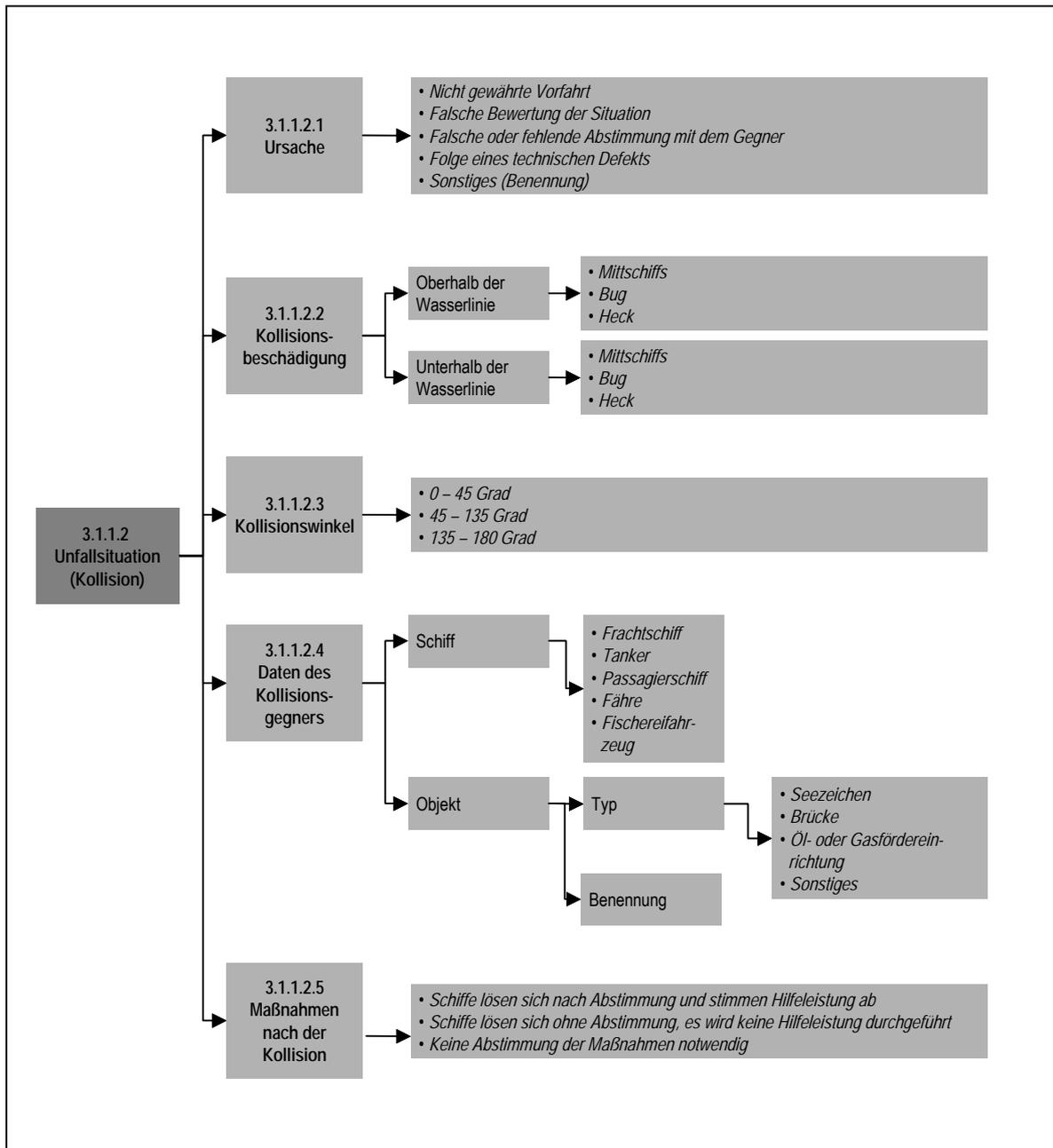


Abbildung A1 - 8: Zu erfassende Daten im Unterpunkt Kollision – Unfallsituation (Kollision)

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.2 Grundberührung

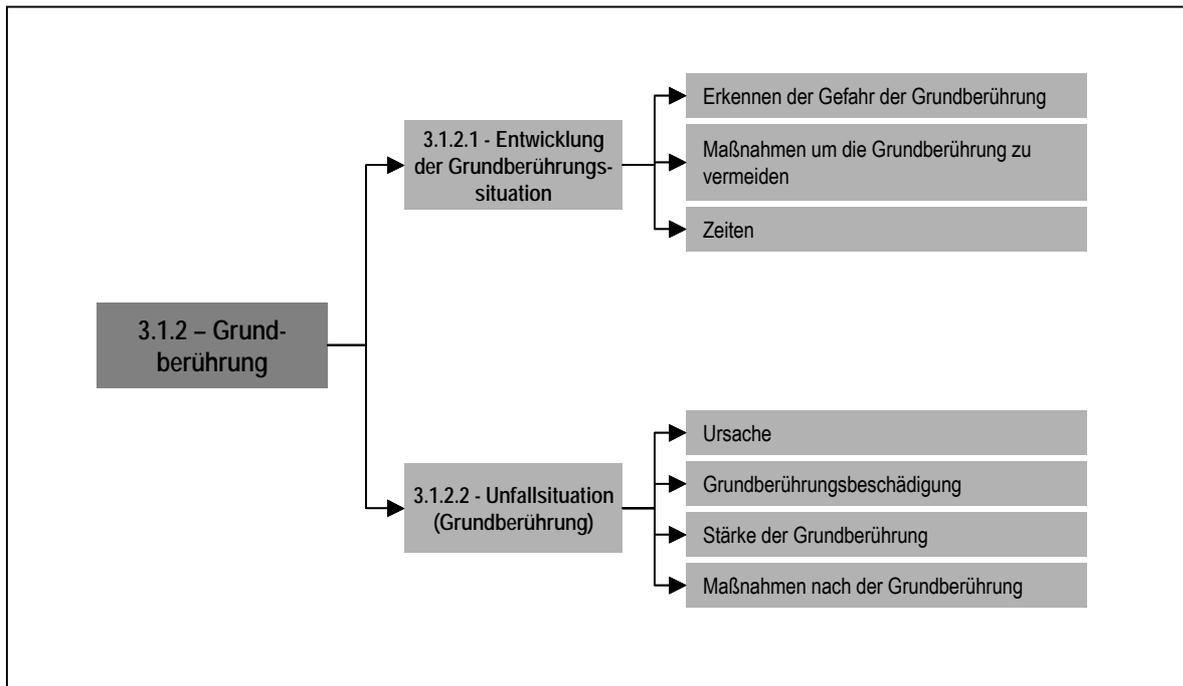


Abbildung A1 - 9: Zu erfassende Daten für die Unfallklasse Grundberührung

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.2 Grundberührung – 3.1.2.1 Entwicklung der Grundberührungssituation

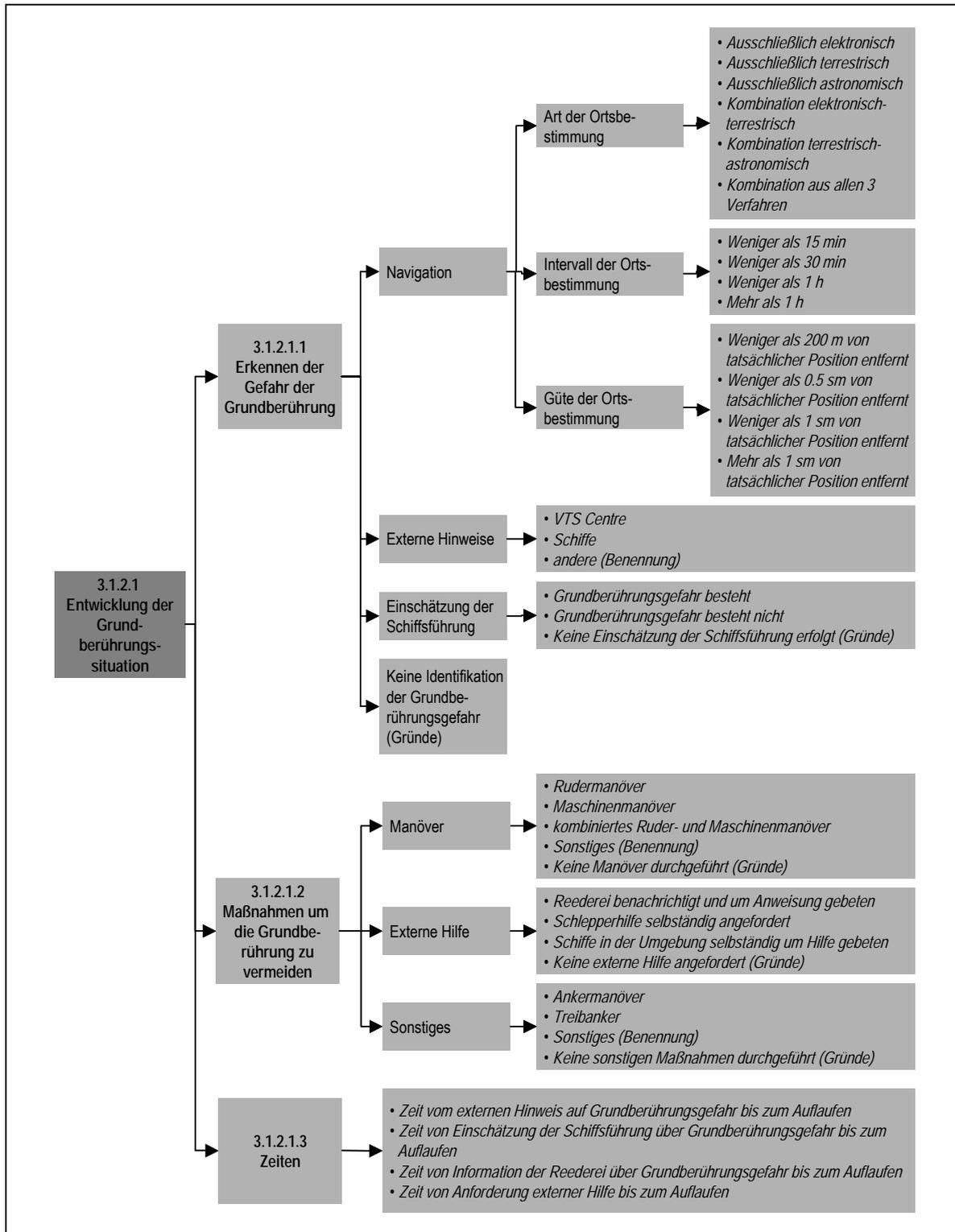


Abbildung A1 - 10: Zu erfassende Daten im Unterpunkt Grundberührung – Entwicklung der Grundberührungssituation

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.2 Grundberührung – 3.1.2.2 Unfallsituation (Grundberührung)

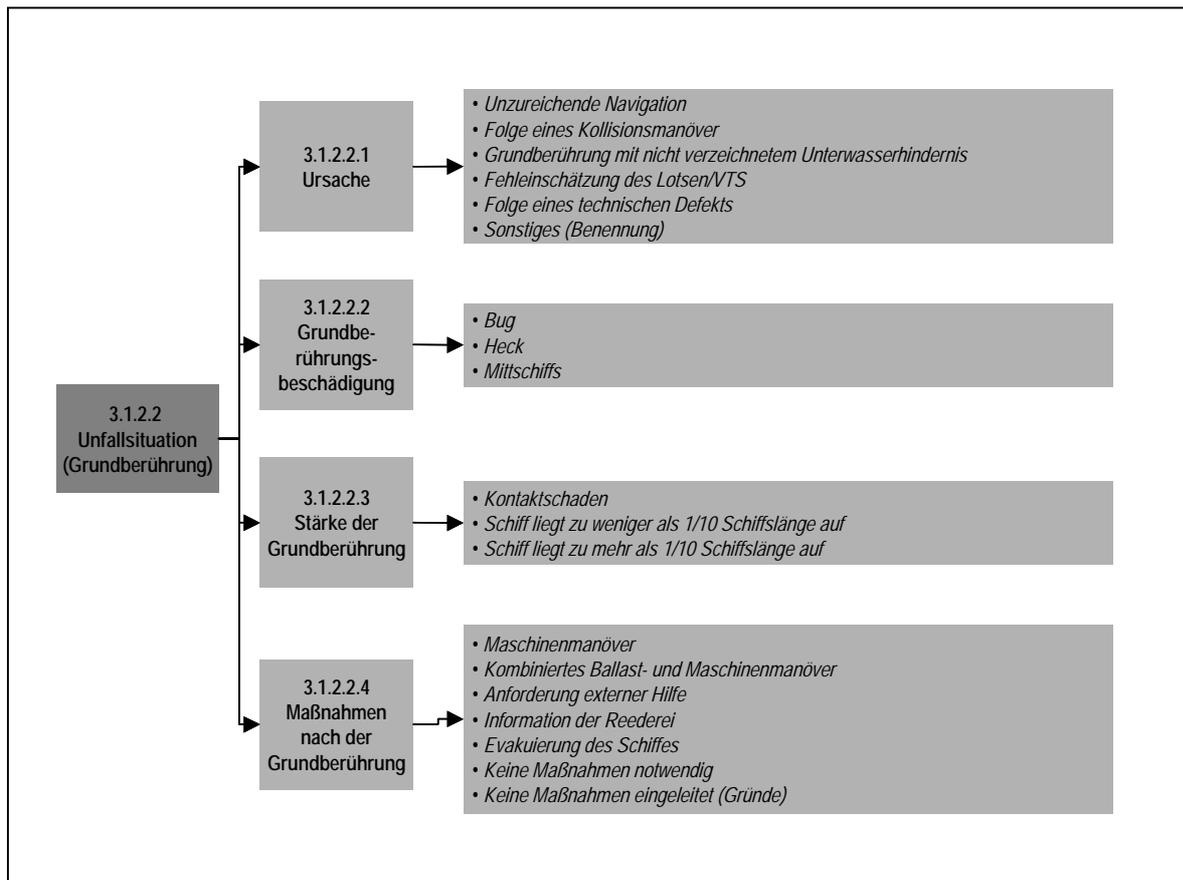


Abbildung A1 - 11: Zu erfassende Daten im Unterpunkt Grundberührung – Unfallsituation (Grundberührung)

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.3 Wassereintrich

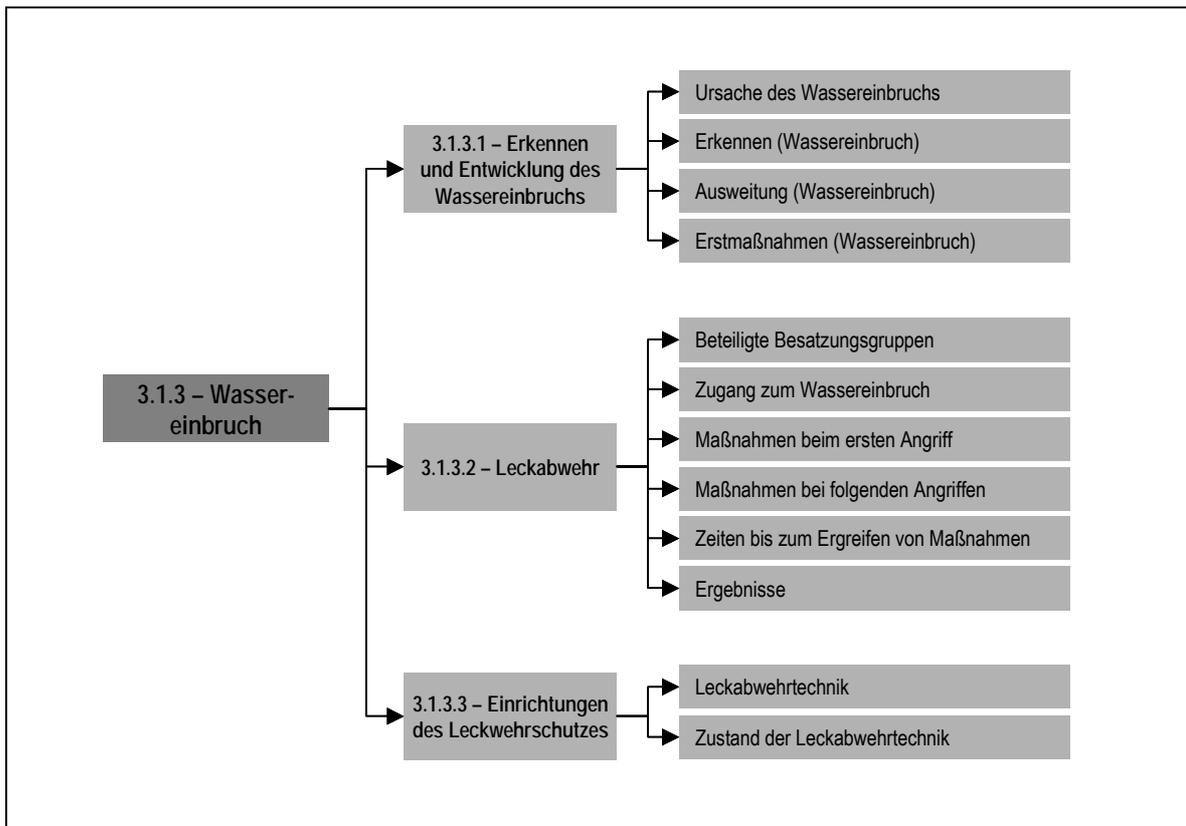


Abbildung A1 - 12: Zu erfassende Daten für die Unfallklasse Wassereintrich

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.3 Wassereinbruch – 3.1.3.1 Wassereinbruch – Erkennen und Entwicklung (1/2)

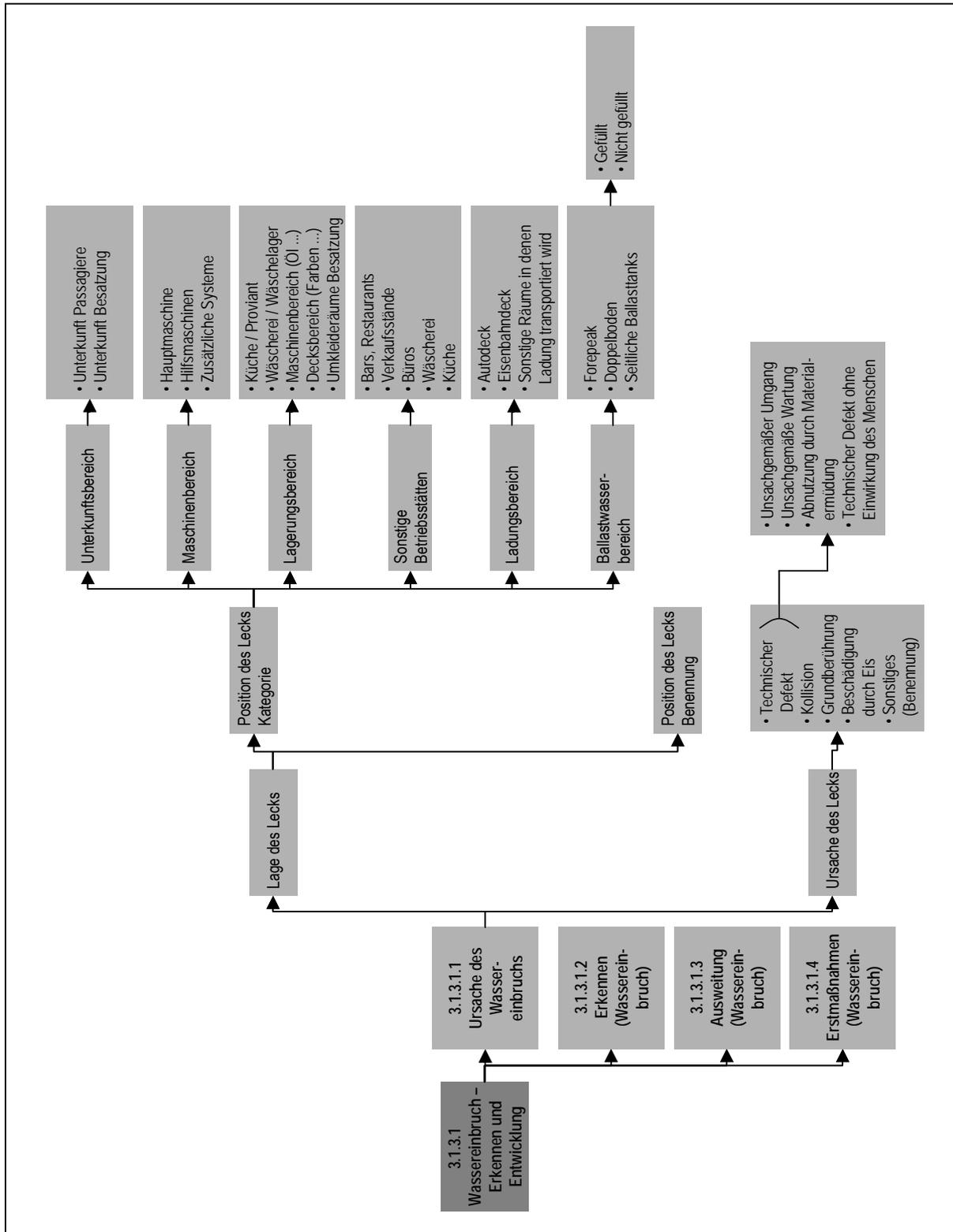


Abbildung A1 - 13: Zu erfassende Daten im Unterpunkt Wassereinbruch – Erkennen und Entwicklung (1/2)

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.3 Wassereintruch – 3.1.3.1 Wassereintruch – Erkennen und Entwicklung (2/2)

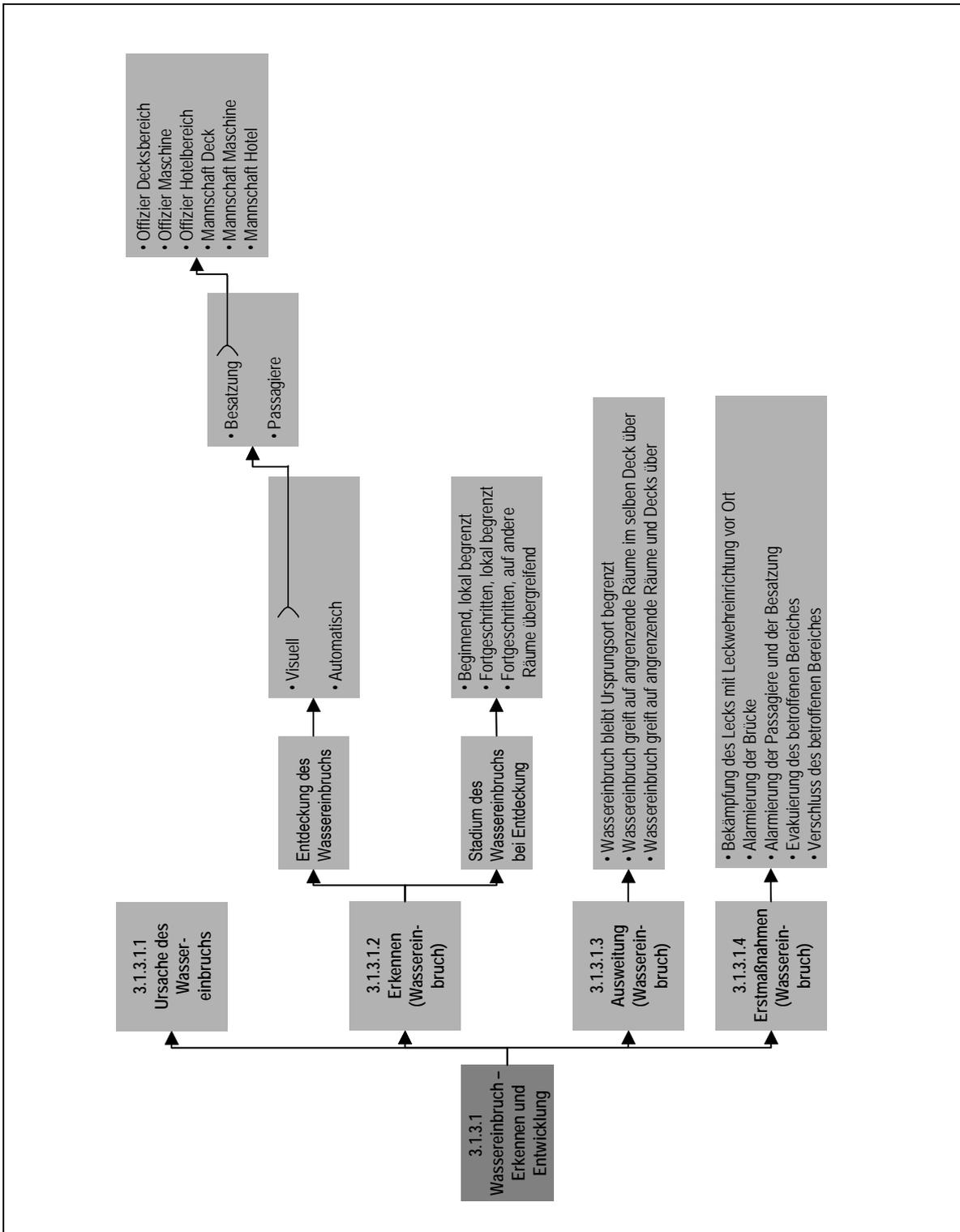


Abbildung A1 - 14: Zu erfassende Daten im Unterpunkt Wassereintruch – Erkennen und Entwicklung (2/2)

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.3 Wassereinbruch – 3.1.3.2 Leckabwehr

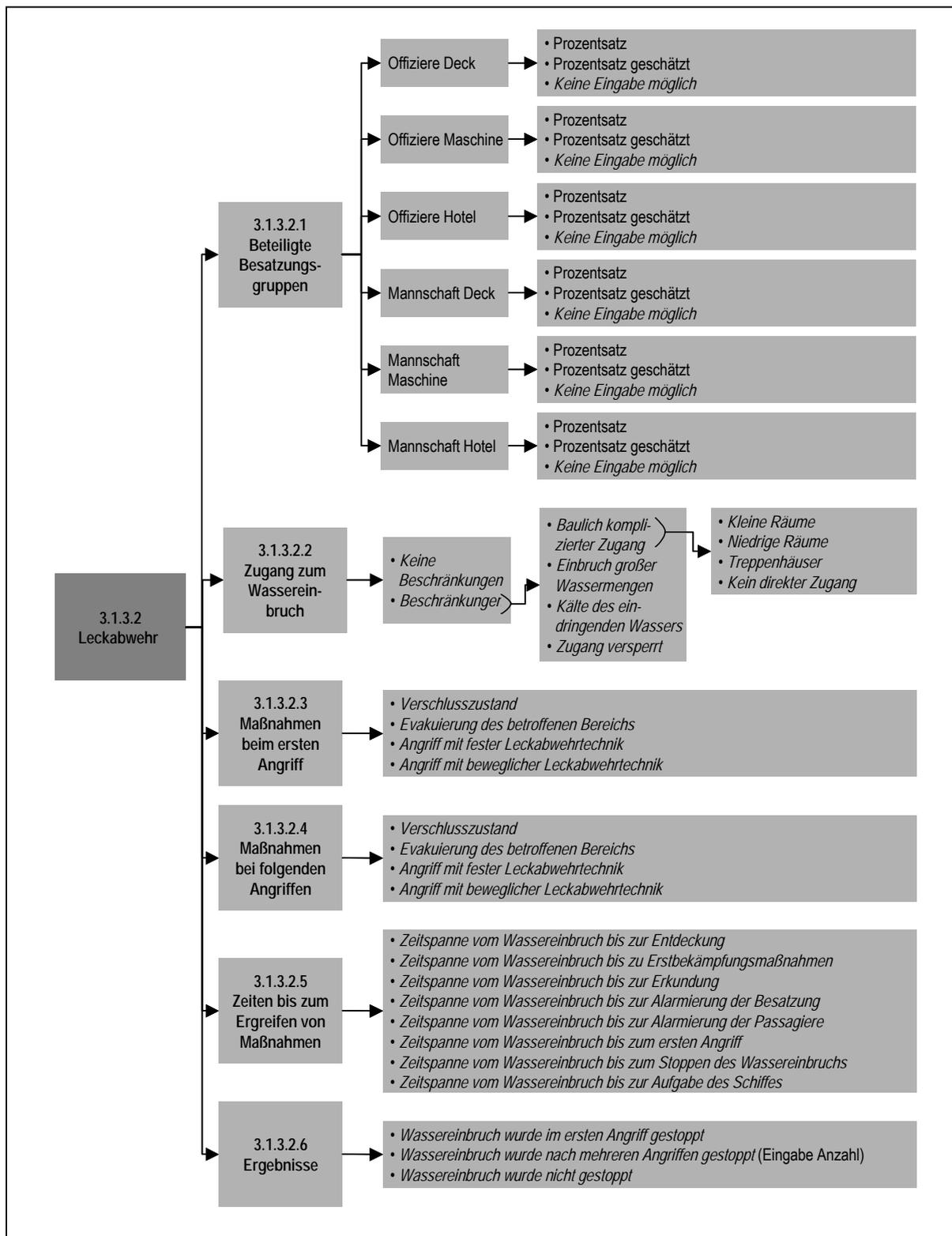


Abbildung A1 - 15: Zu erfassende Daten im Unterpunkt Wassereinbruch – Leckabwehr

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.3 Wassereintruch – 3.1.3.3 Einrichtungen des Leckwehrrschutzes (1/2)

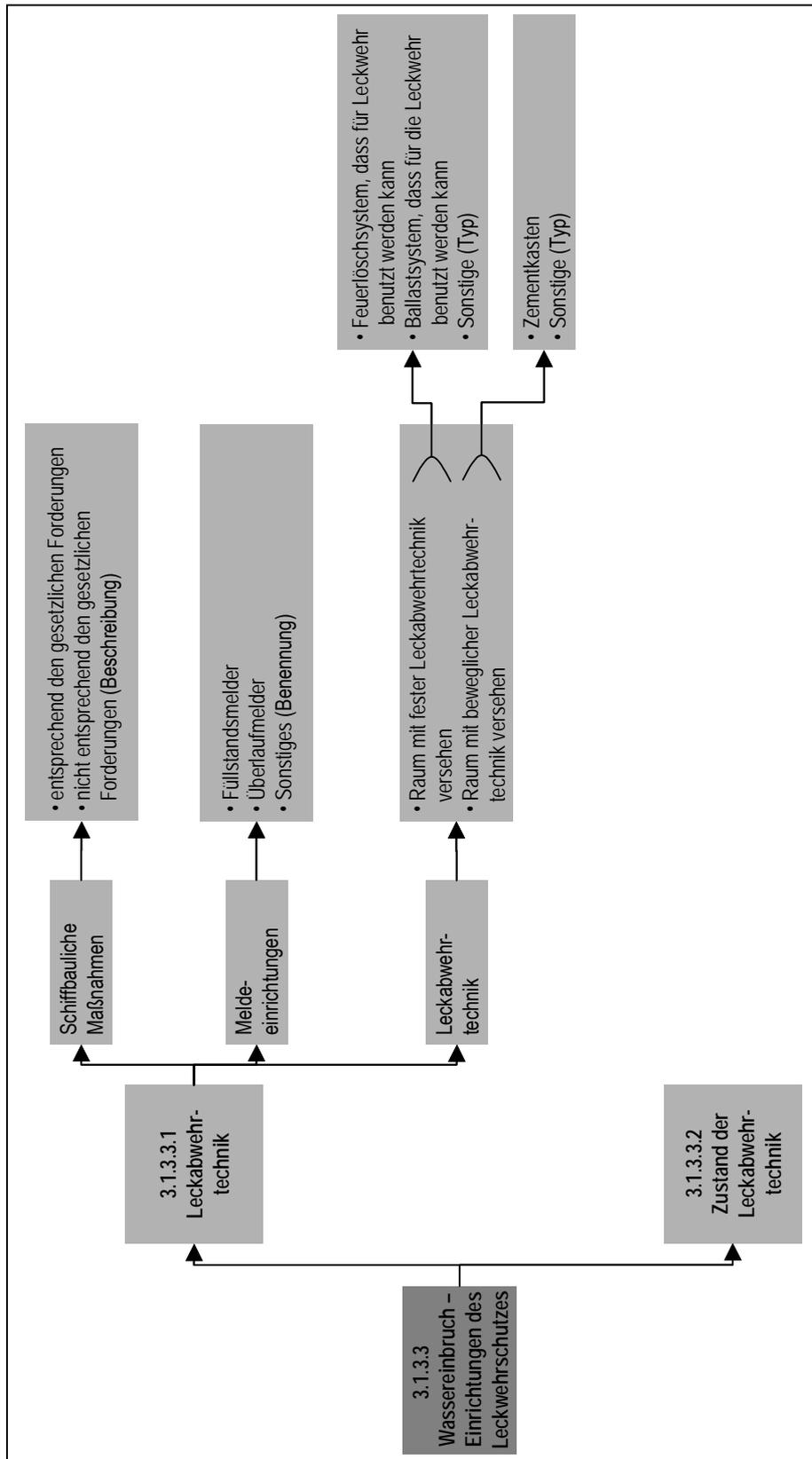


Abbildung A1 - 16: Zu erfassende Daten im Unterpunkt Wassereintruch – Einrichtungen des Leckwehrrschutzes (1/2)

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.3 Wassereinbruch – 3.1.3.3 Einrichtungen des Leckwehrschutzes (2/2)

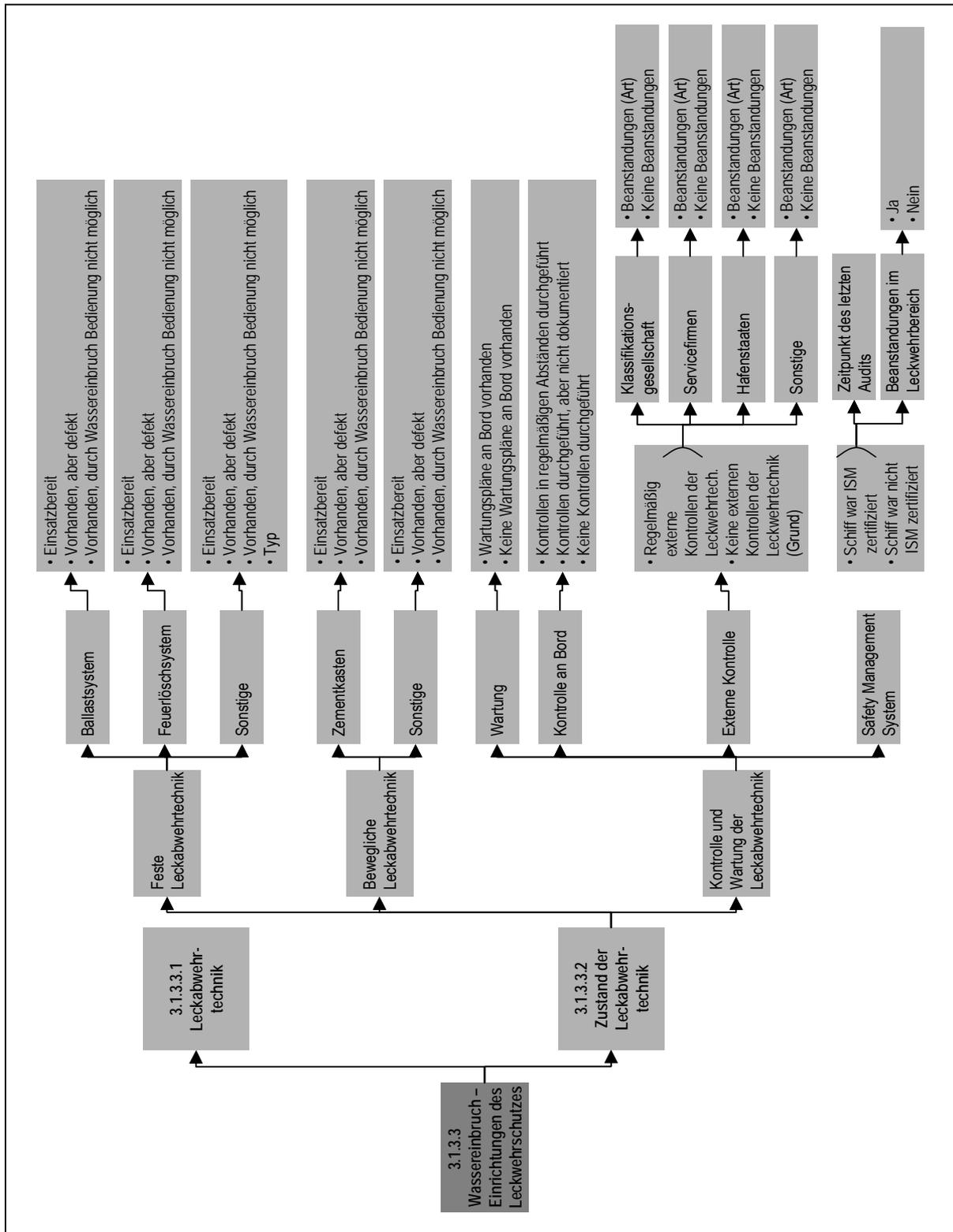


Abbildung A1 - 17: Zu erfassende Daten im Unterpunkt Wassereinbruch – Einrichtungen des Leckwehrschutzes (2/2)

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.4 Brand

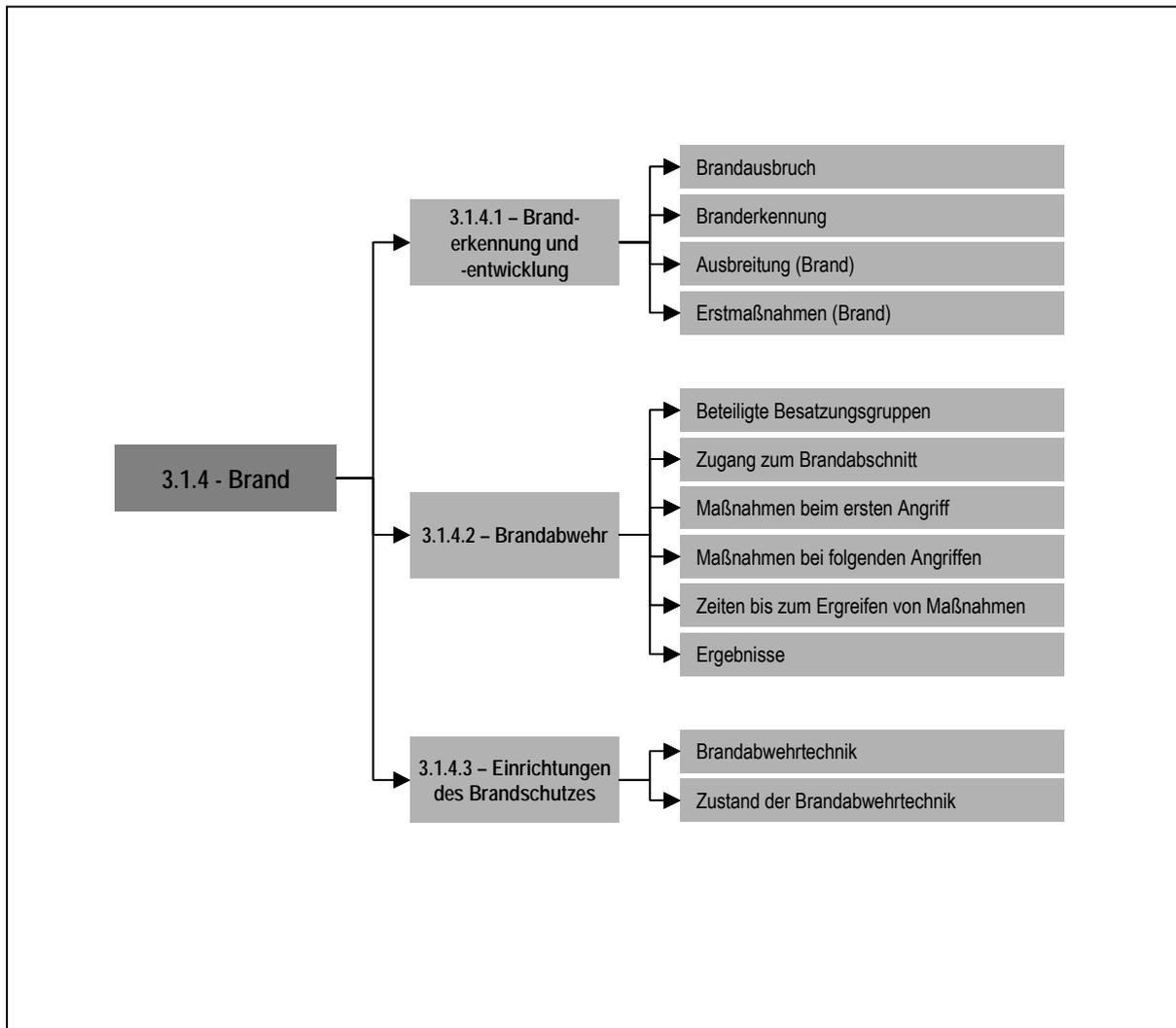


Abbildung A1 - 18: Zu erfassende Daten für die Unfallklasse Brand

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.4 Brand – 3.1.4.1 Branderkennung und -entwicklung (1/2)

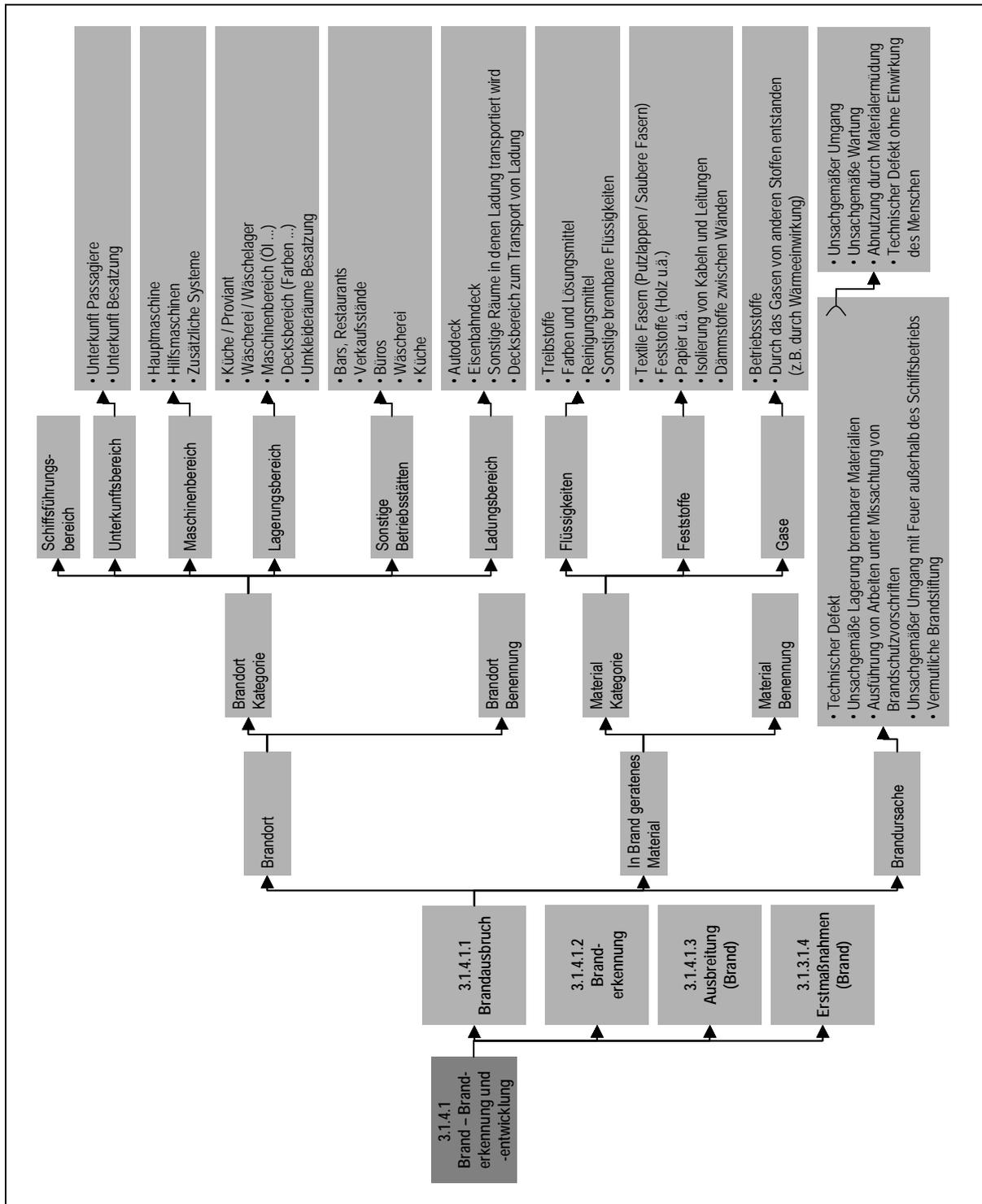


Abbildung A1 - 19: Zu erfassende Daten im Unterpunkt Brand – Branderkennung und -entwicklung (1/2)

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.4 Brand – 3.1.4.1 Branderkennung und -entwicklung (2/2)

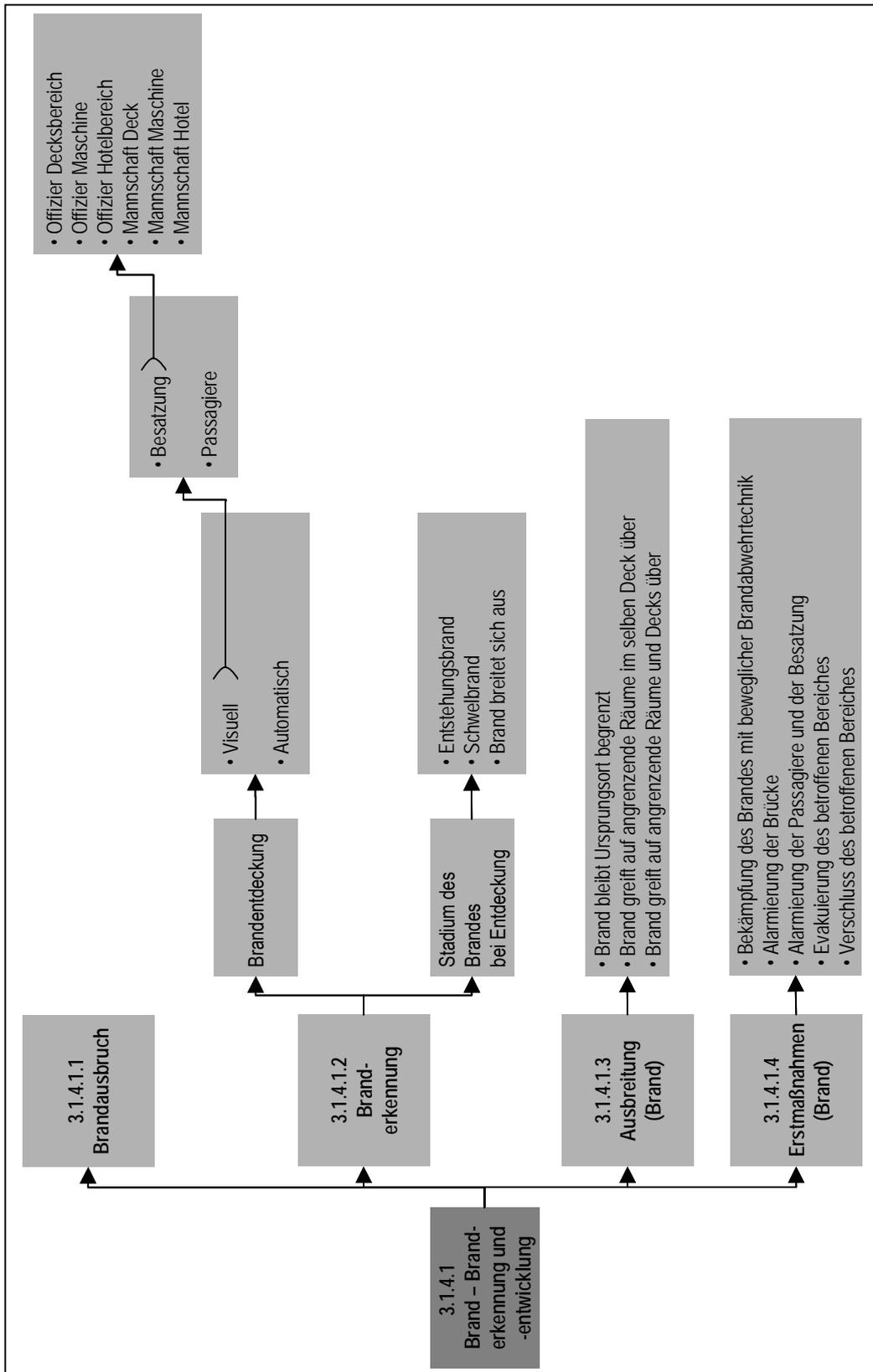


Abbildung A1 - 20: Zu erfassende Daten im Unterpunkt Brand – Branderkennung und -entwicklung (2/2)

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.4 Brand – 3.1.4.2 Brandabwehr

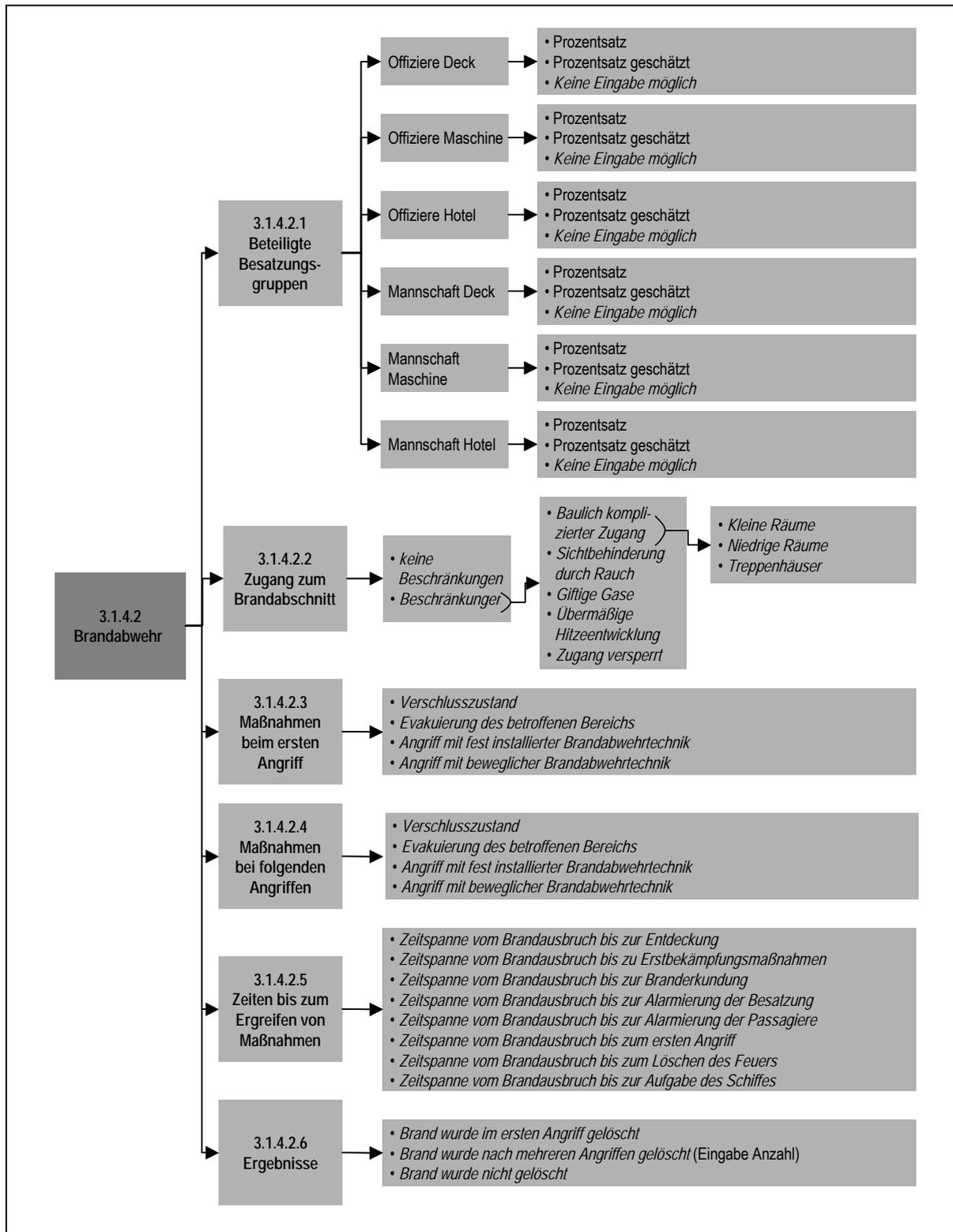


Abbildung A1 - 21: Zu erfassende Daten im Unterpunkt Brand – Brandabwehr

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.4 Brand – 3.1.4.3 Einrichtungen des Brandschutzes (1/2)

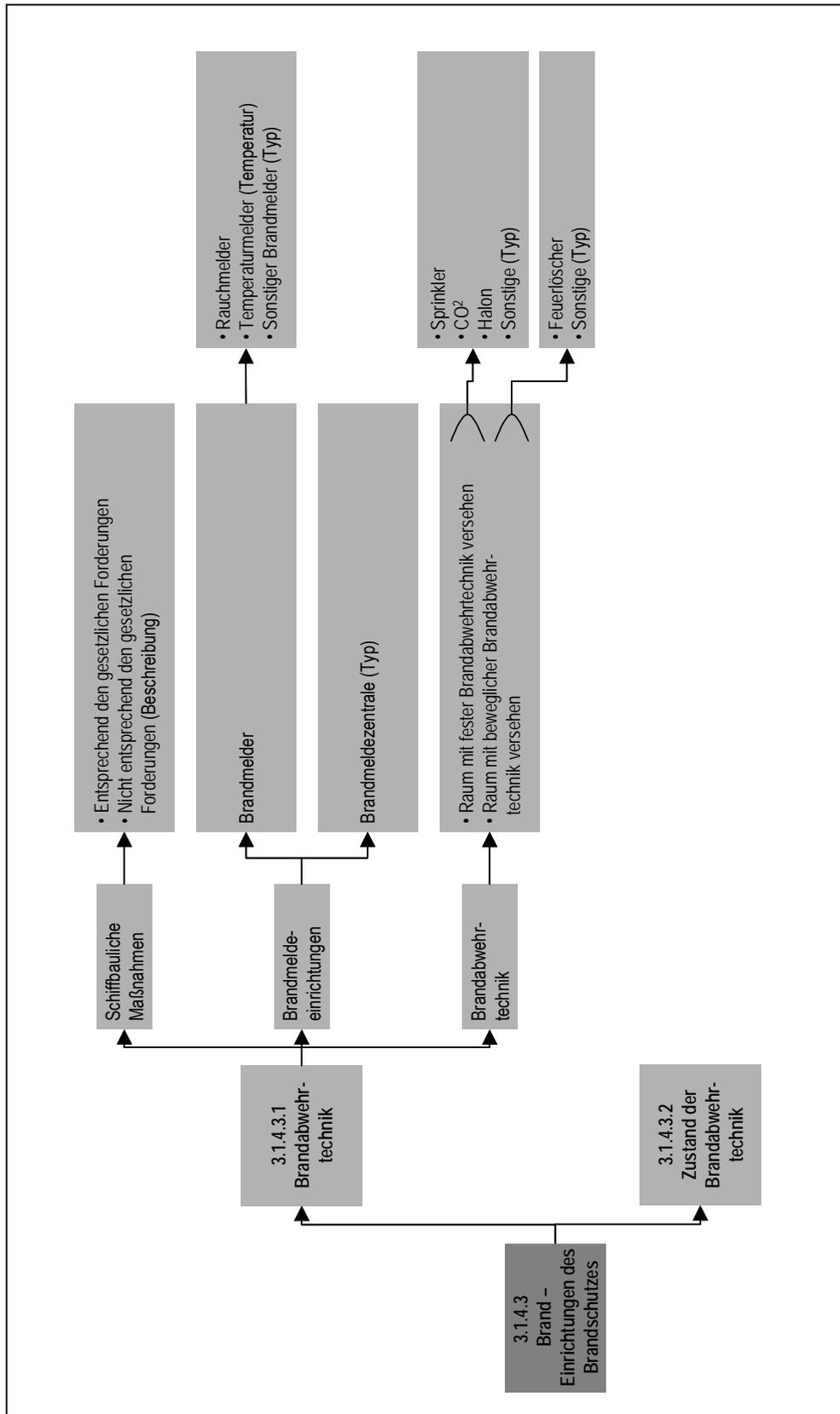


Abbildung A1 - 22: Zu erfassende Daten im Unterpunkt Brand – Einrichtungen des Brandschutzes (1/2)

3 Unfallentwicklung – 3.1 Zusätzliche Angaben zur Unfallklasse – 3.1.4 Brand – 3.1.4.3 Einrichtungen des Brandschutzes (2/2)

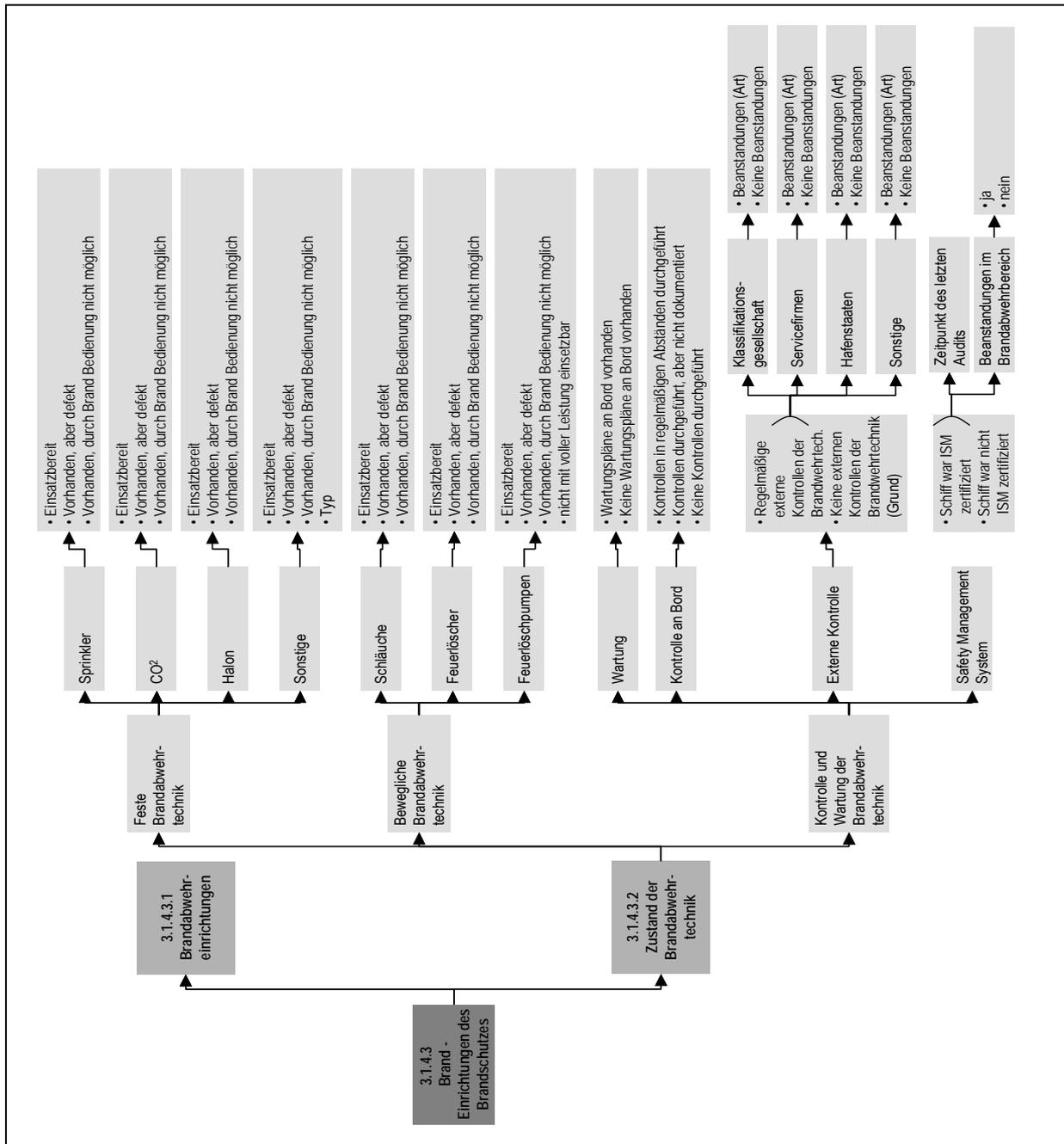


Abbildung A1 - 23: Zu erfassende Daten im Unterpunkt Brand – Einrichtungen des Brandschutzes (2/2)

3 Unfallentwicklung – 3.2 Ablauf der Ereignisse

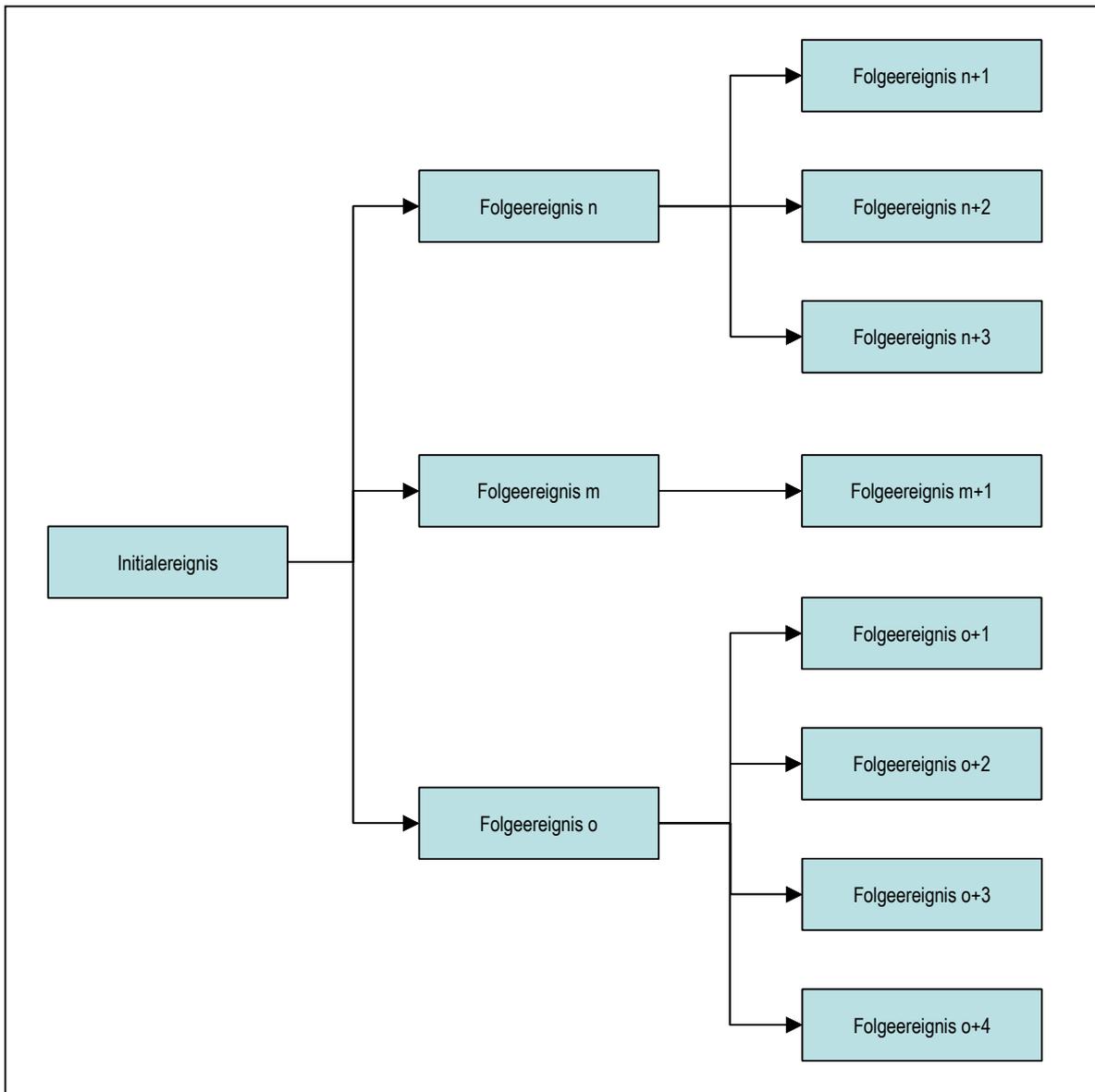


Abbildung A1 - 24: Ereignisablauffolge

3 Unfallentwicklung – 3.3 Evakuierung des Schiffes

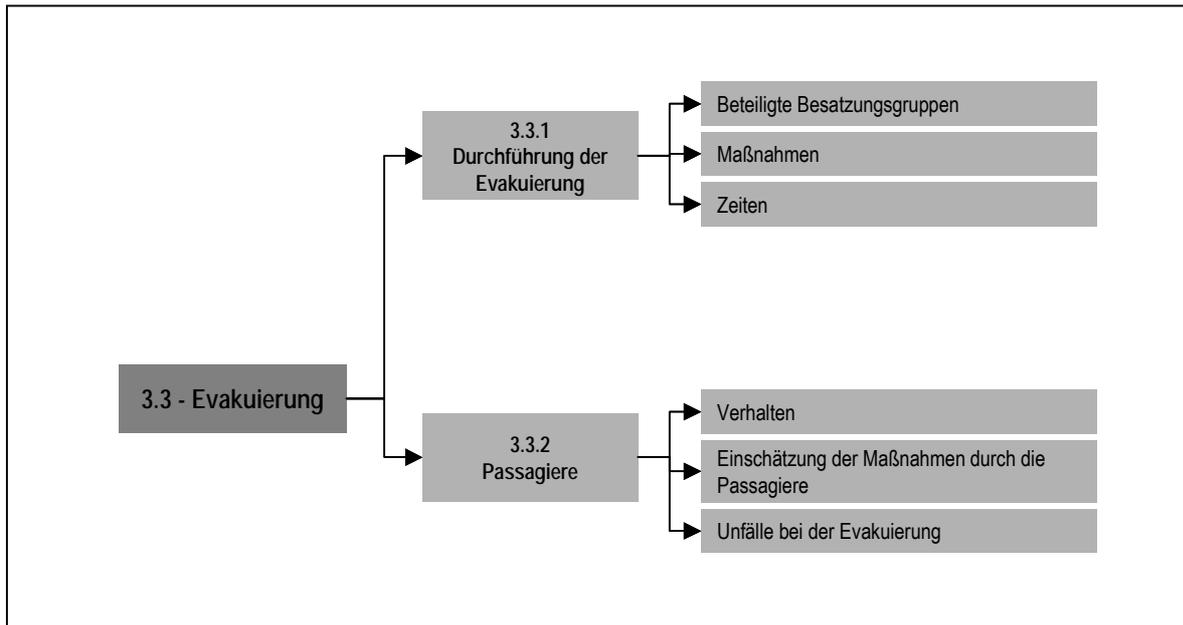


Abbildung A1 - 25: Zu erfassende Daten für den Datenpunkt Evakuierung

3 Unfallentwicklung – 3.3 Evakuierung des Schiffes – 3.3.1 Durchführung der Evakuierung

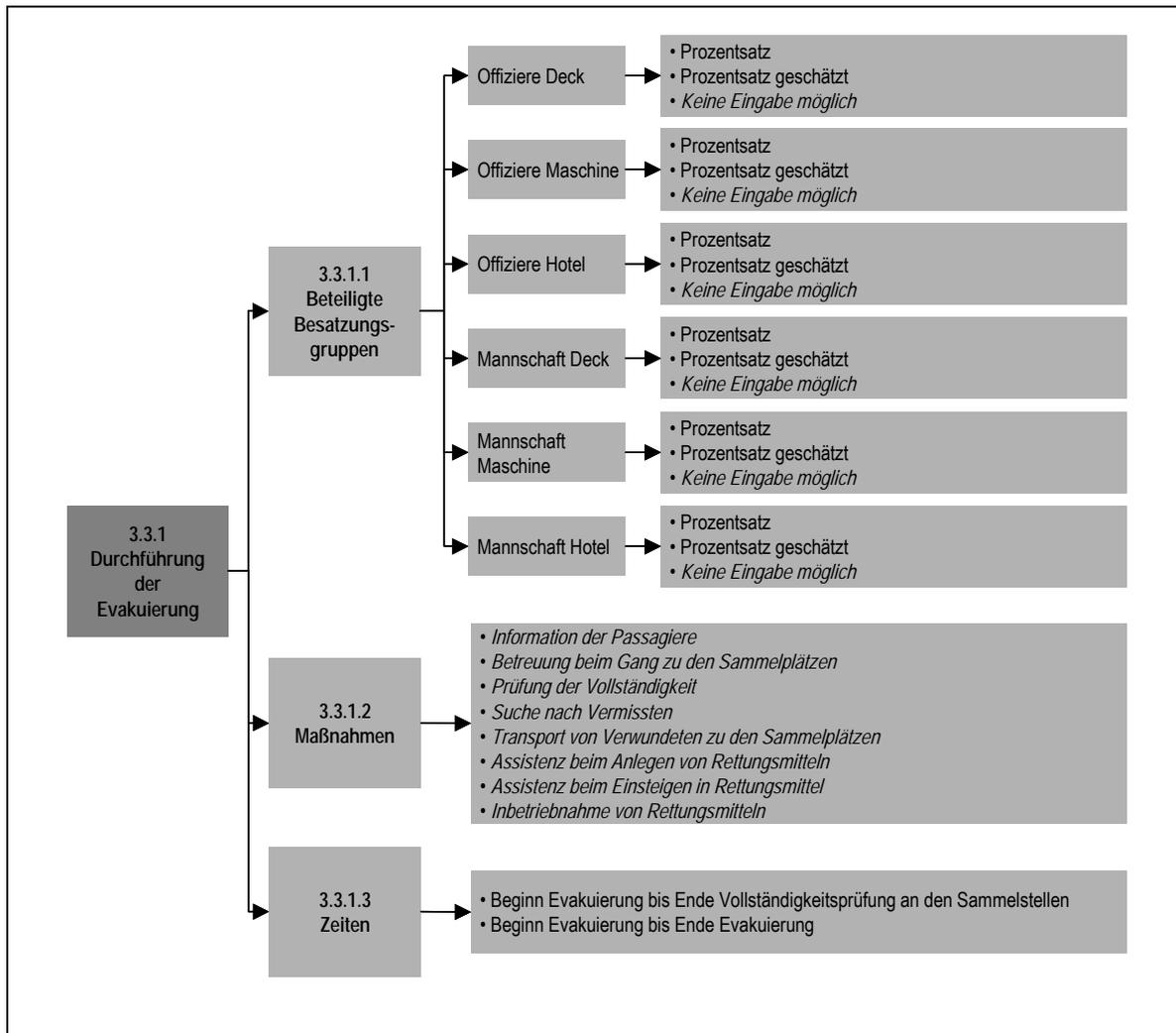


Abbildung A1 - 26: Zu erfassende Daten im Unterpunkt Evakuierung – Durchführung der Evakuierung

3 Unfallentwicklung – 3.3 Evakuierung des Schiffes – 3.3.2 Passagiere

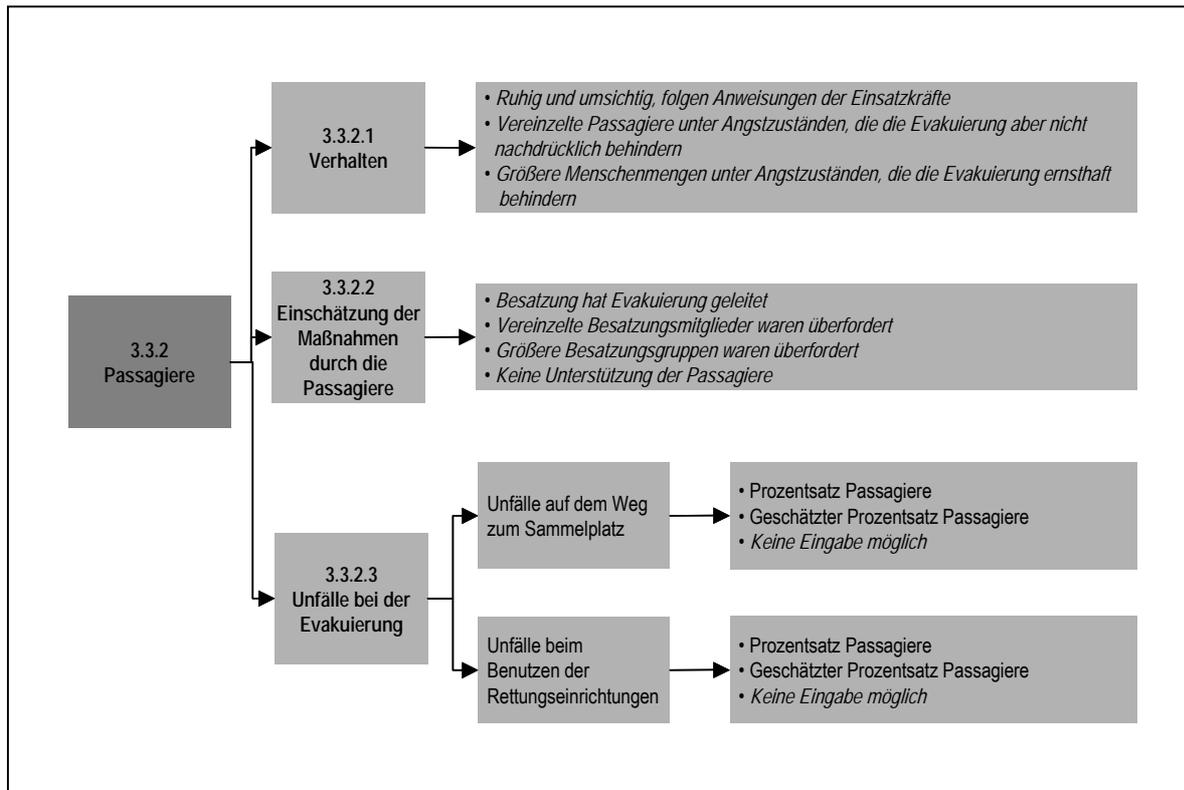


Abbildung A1 - 27: Zu erfassende Daten im Unterpunkt Evakuierung – Passagiere

3 Unfallentwicklung – 3.4 Externe Rettungsmaßnahmen

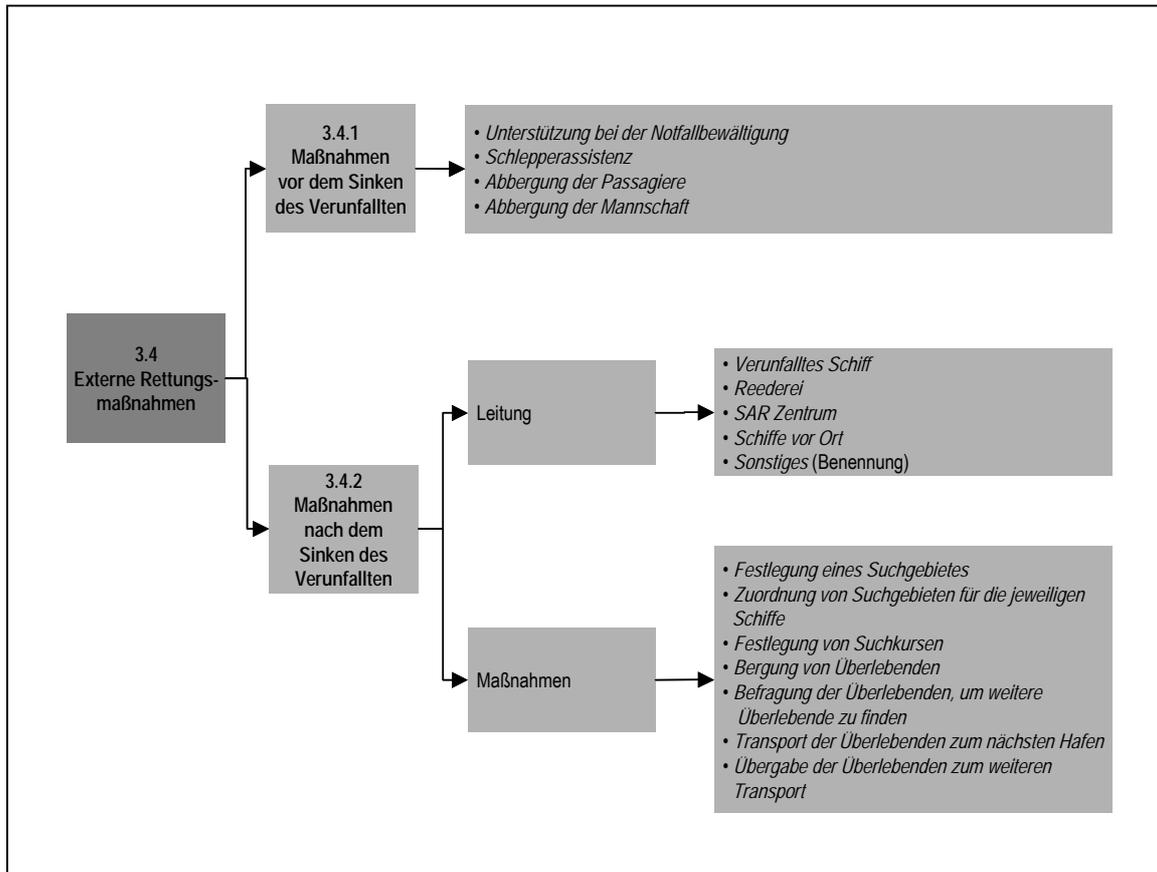


Abbildung A1 - 28: Zu erfassende Daten bei den Externen Rettungsmaßnahmen

5 Human Element Fragen

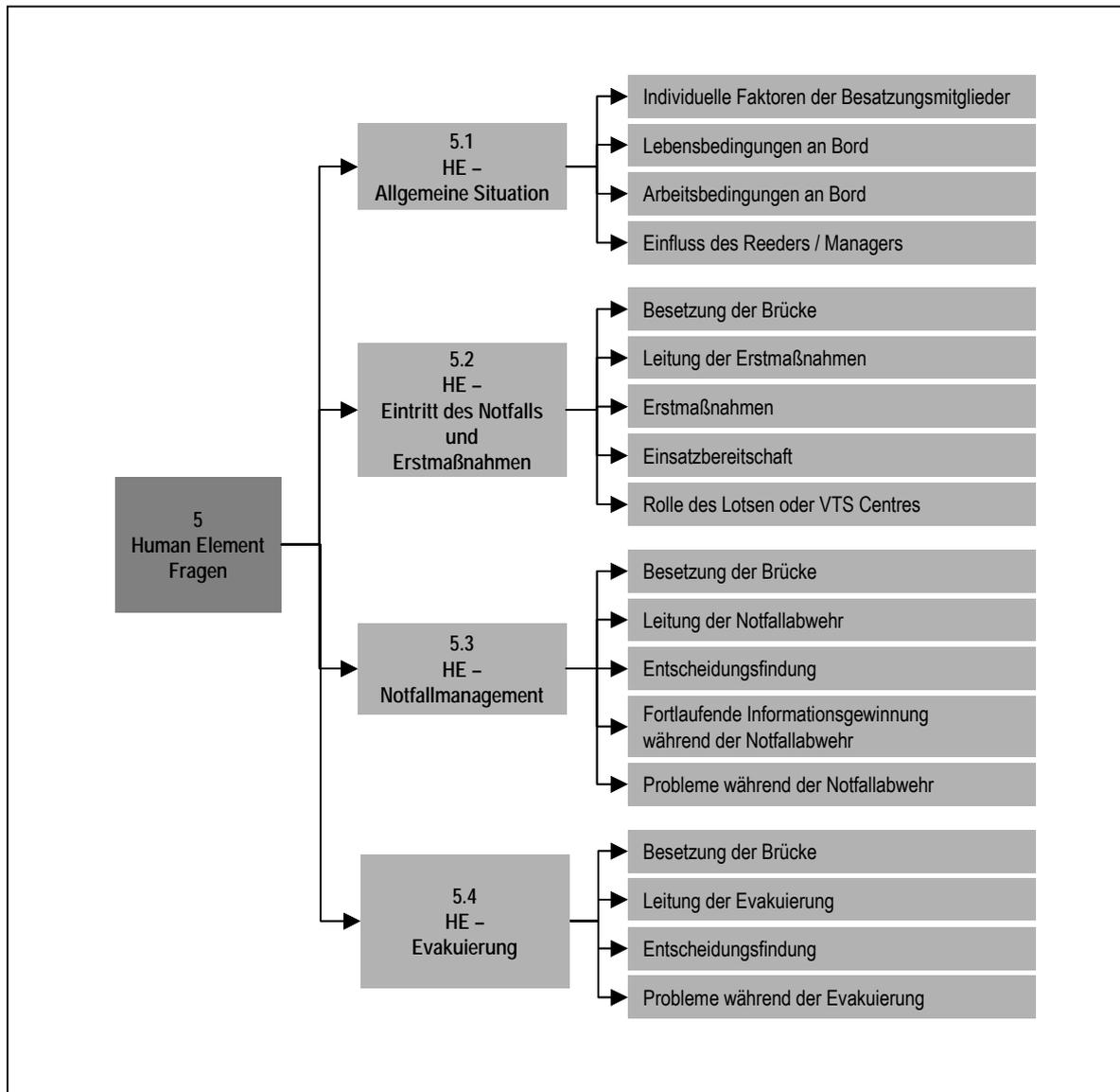


Abbildung A1 - 29: Zu erfassende Daten für den Datenpunkt HE Fragen (Übersicht)

5 HE Fragen – 5.1 HE – Allgemeine Situation

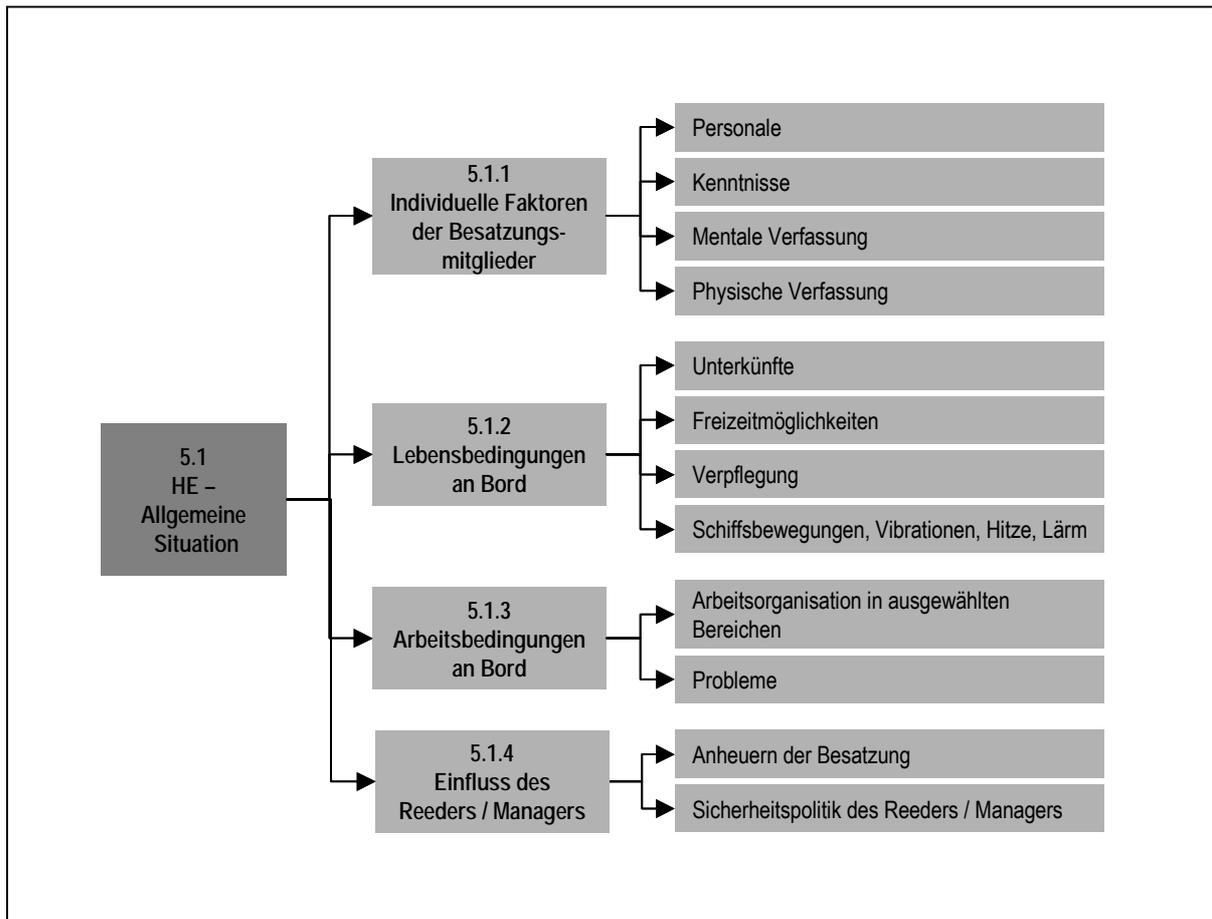


Abbildung A1 - 30: Zu erfassende Daten beim Unterpunkt HE, Allgemeine Situation (Übersicht)

5 HE Fragen – 5.1 HE – Allgemeine Situation – 5.1.1.1 Individuelle Faktoren der Besatzungsmitglieder (2/3)

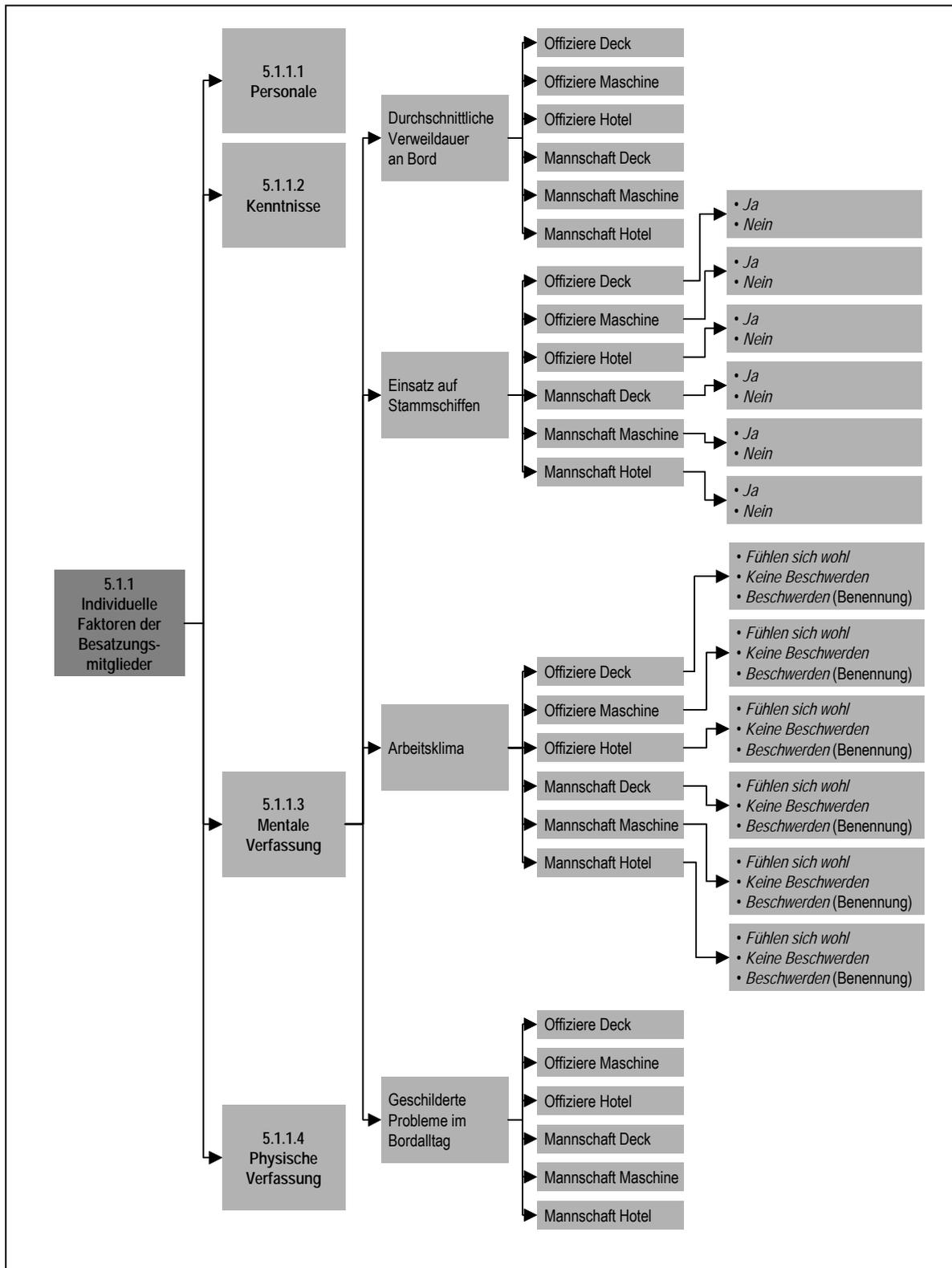


Abbildung A1 - 32: Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Allgemeine Situation – Individuelle Faktoren der Besatzungsmitglieder (2/3)

5 HE Fragen – 5.1 HE – Allgemeine Situation – 5.1.1.1 Individuelle Faktoren der Besatzungsmitglieder (3/3)

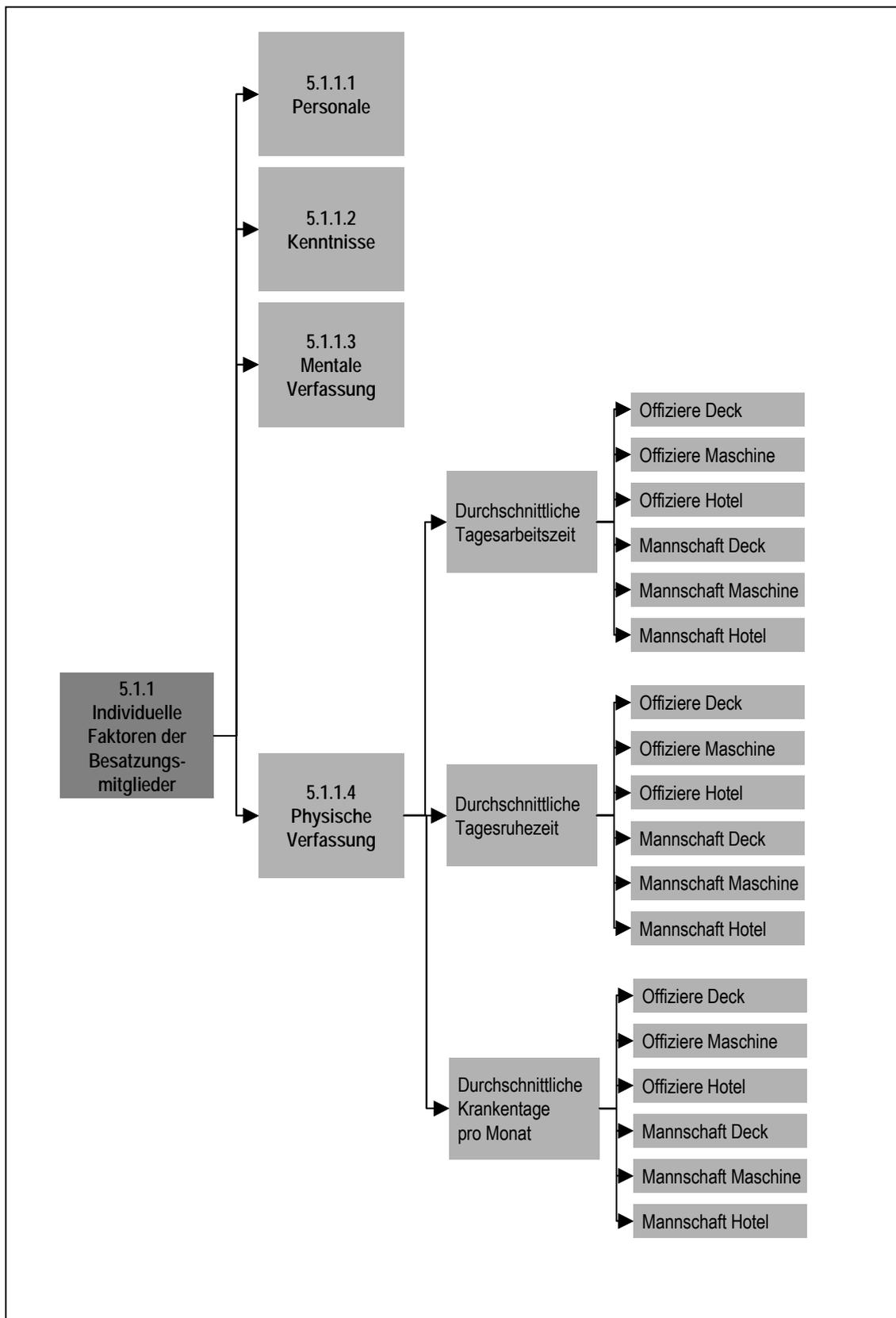


Abbildung A1 - 33: Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Allgemeine Situation – Individuelle Faktoren der Besatzungsmitglieder (3/3)

5 HE Fragen – 5.1 HE – Allgemeine Situation – 5.1.1.2 Lebensbedingungen an Bord (1/2)

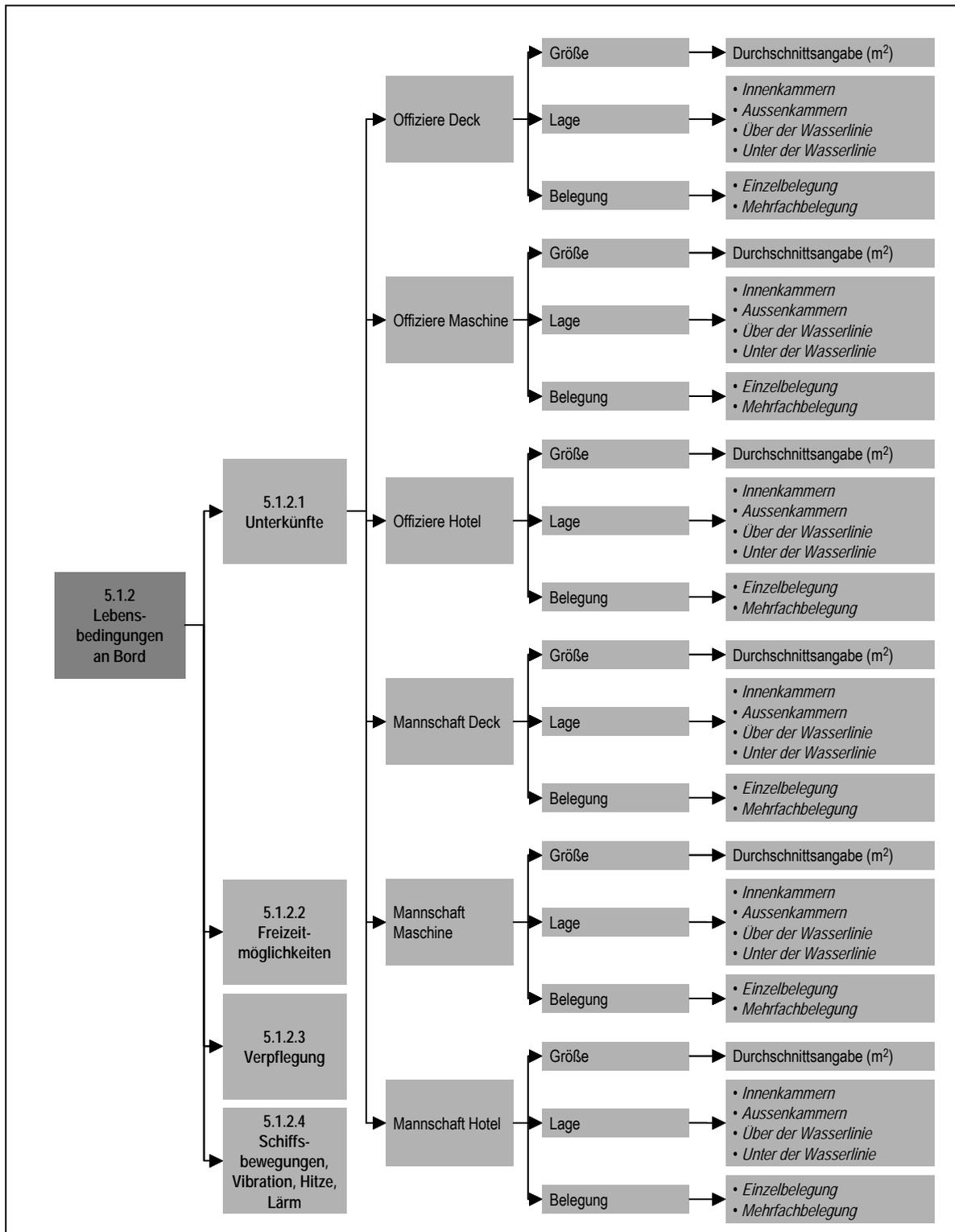


Abbildung A1 - 34: Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Allgemeine Situation – Lebensbedingungen an Bord (1/2)

5 HE Fragen – 5.1 HE – Allgemeine Situation – 5.1.1.2 Lebensbedingungen an Bord (2/2)

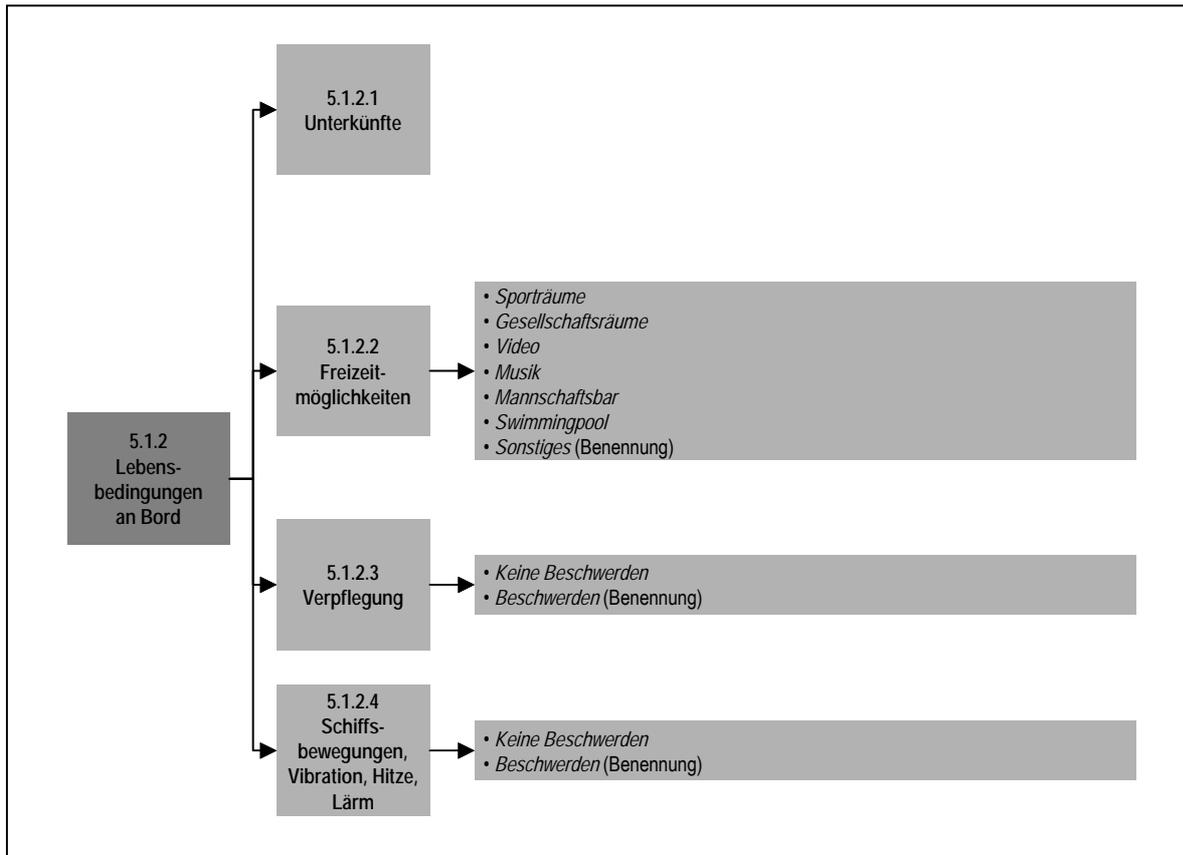


Abbildung A1 - 35: Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Allgemeine Situation – Lebensbedingungen an Bord (2/2)

5 HE Fragen – 5.1 HE – Allgemeine Situation – 5.1.1.3 Arbeitsbedingungen an Bord (1/2)

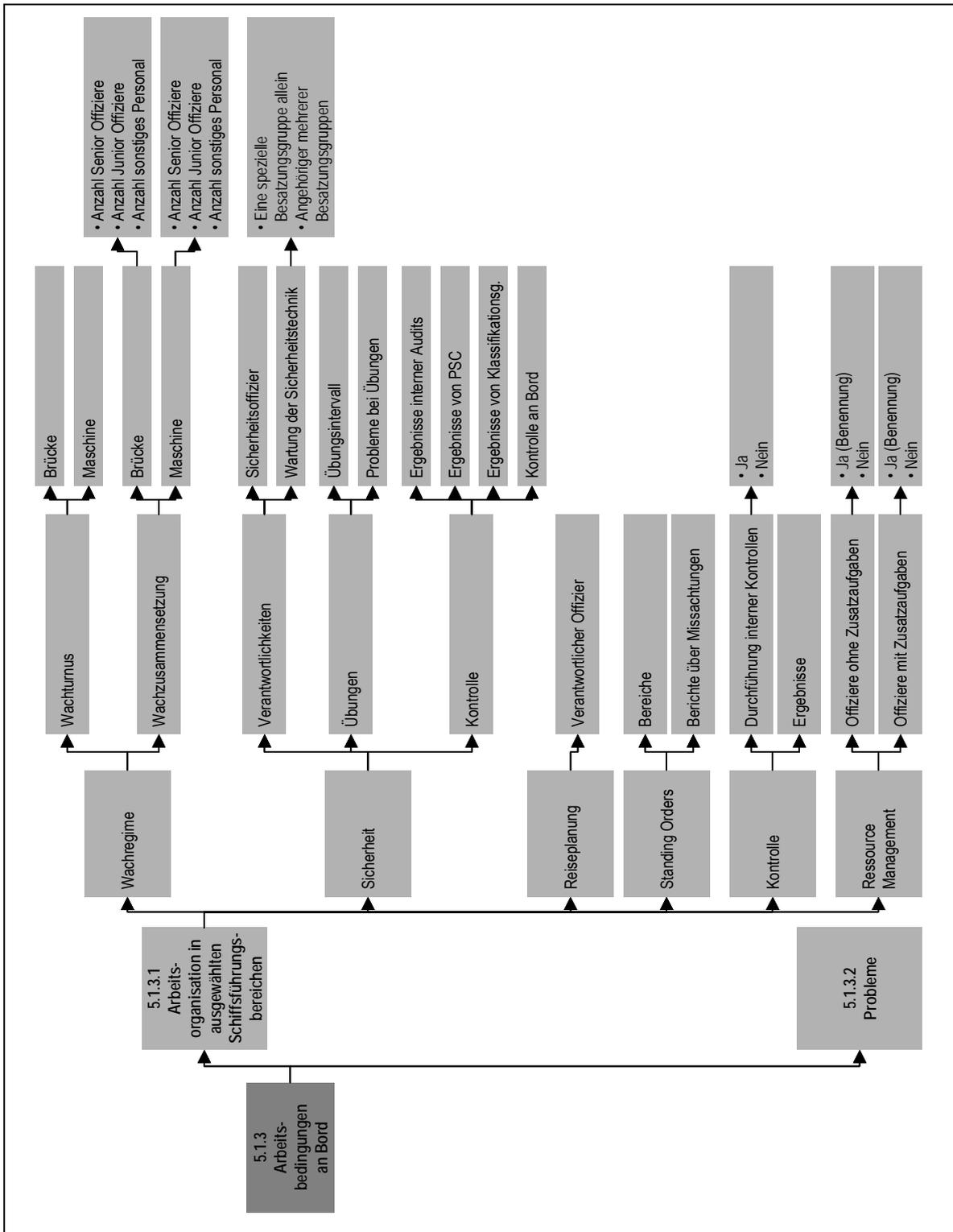


Abbildung A1 - 36: Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Allgemeine Situation – Arbeitsbedingungen an Bord (1/2)

5 HE Fragen – 5.1 HE – Allgemeine Situation – 5.1.1.3 Arbeitsbedingungen an Bord (2/2)

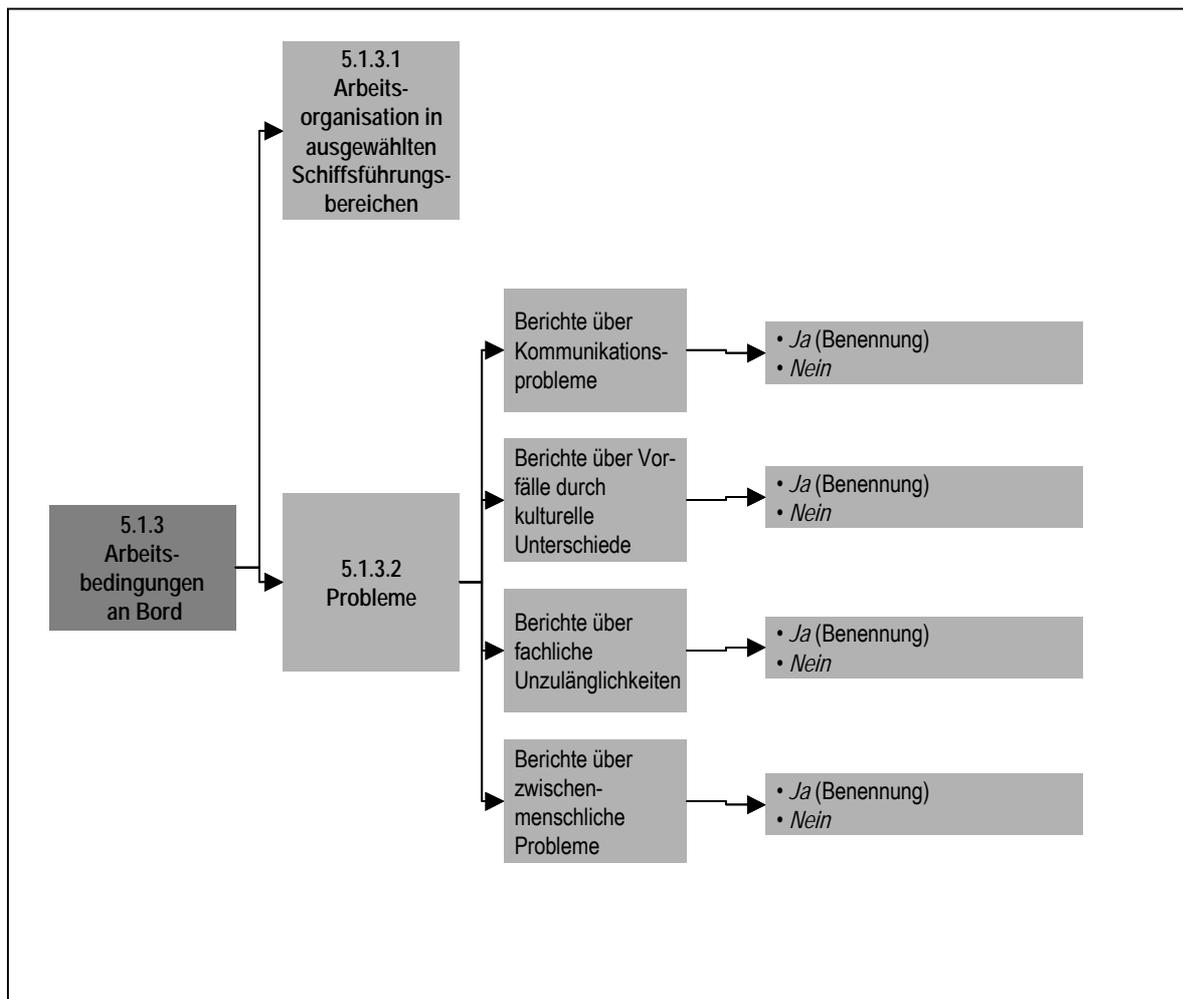


Abbildung A1 - 37: Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Allgemeine Situation – Arbeitsbedingungen an Bord (2/2)

5 HE Fragen – 5.1 HE – Allgemeine Situation – 5.1.1.4 Einfluss des Reeders/Managers

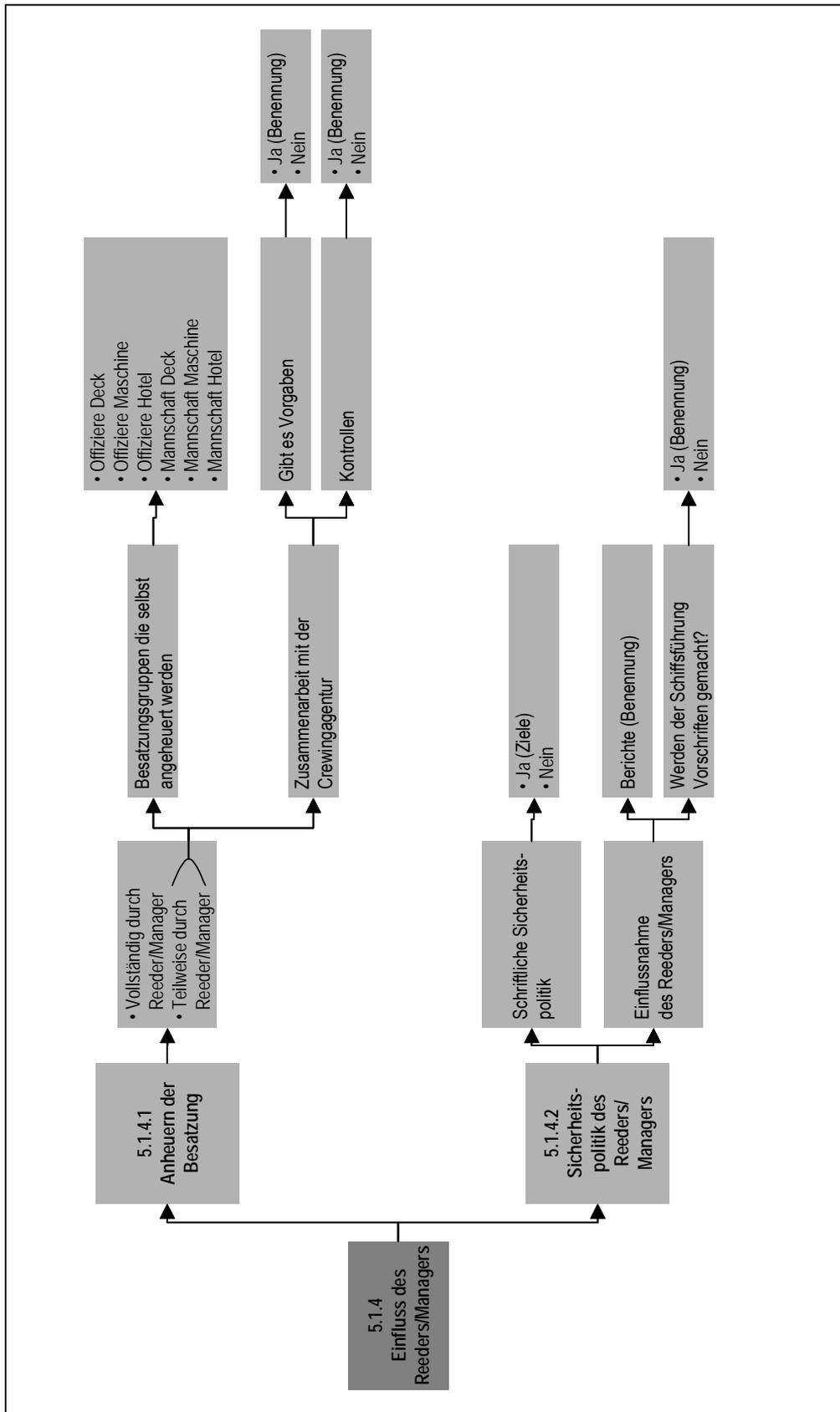


Abbildung A1 - 38: Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Allgemeine Situation – Einfluss des Reeders/Managers

5 HE Fragen – 5.2 HE – Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen

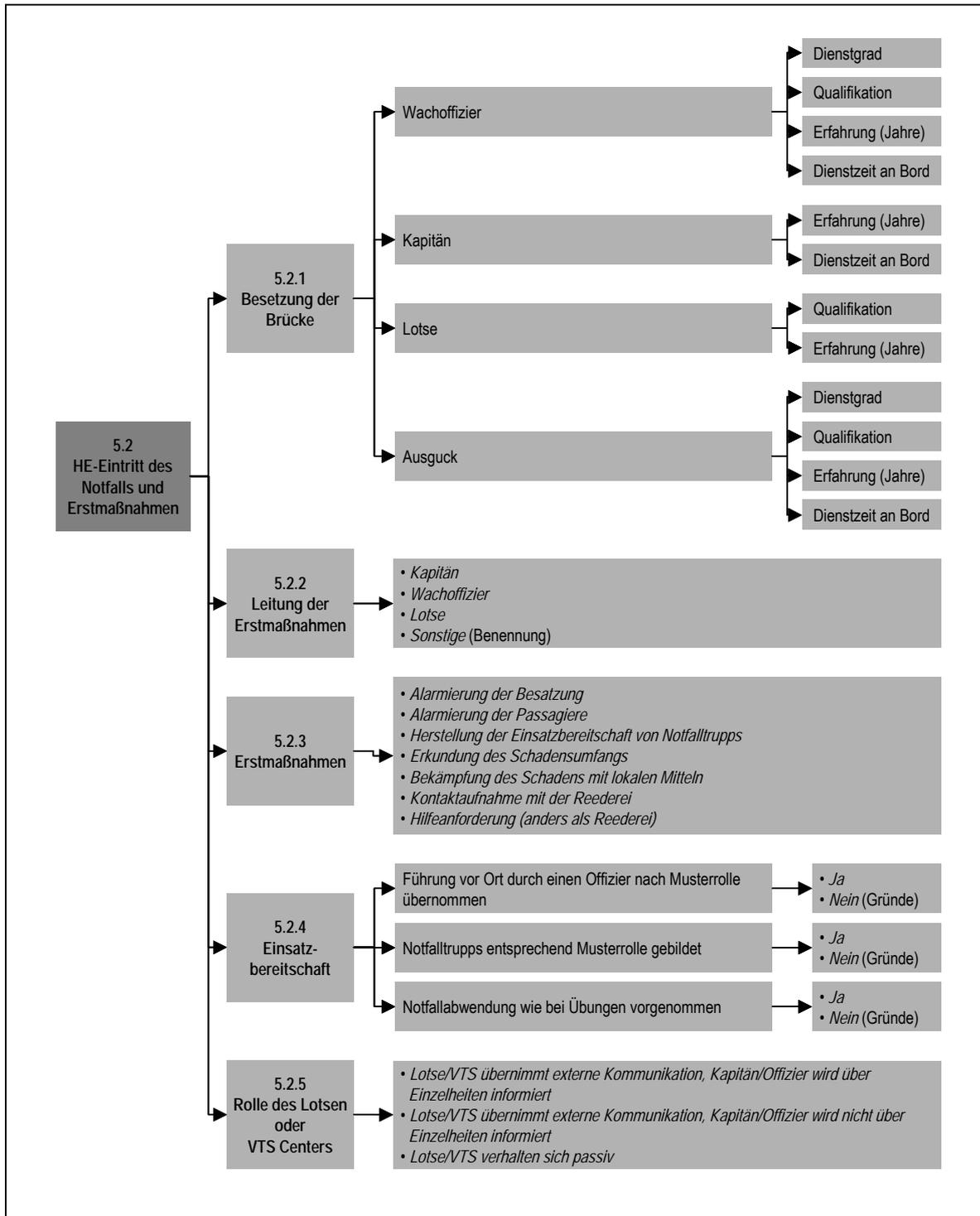


Abbildung A1 - 39: Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Eintritt des Notfalls und Erstmaßnahmen

5 HE Fragen – 5.3 HE – Notfallmanagement

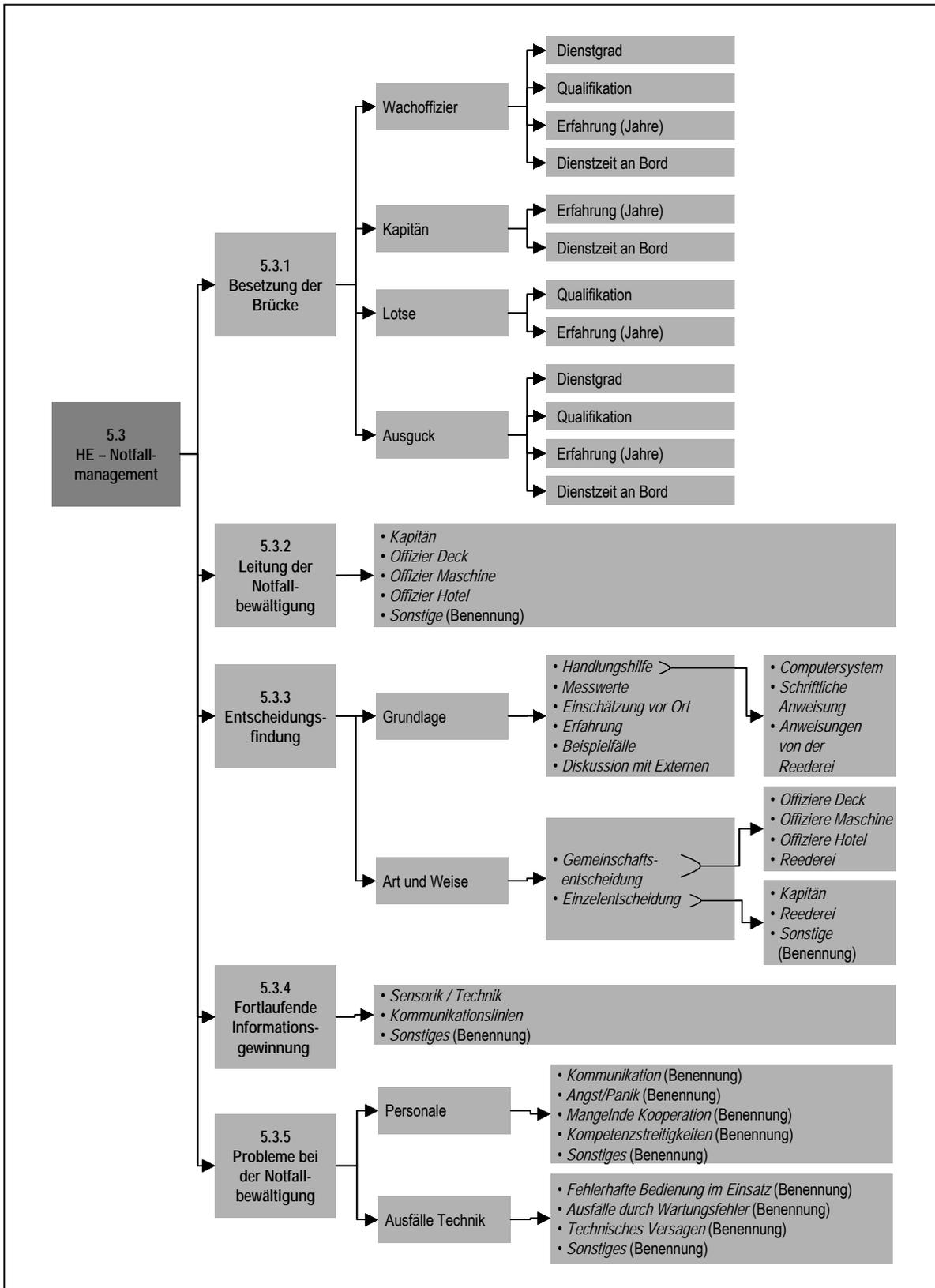


Abbildung A1 - 40: Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Notfallmanagement

5 Human Element Fragen – 5.4 Human Element – Evakuierung und externe Rettungsmaßnahmen

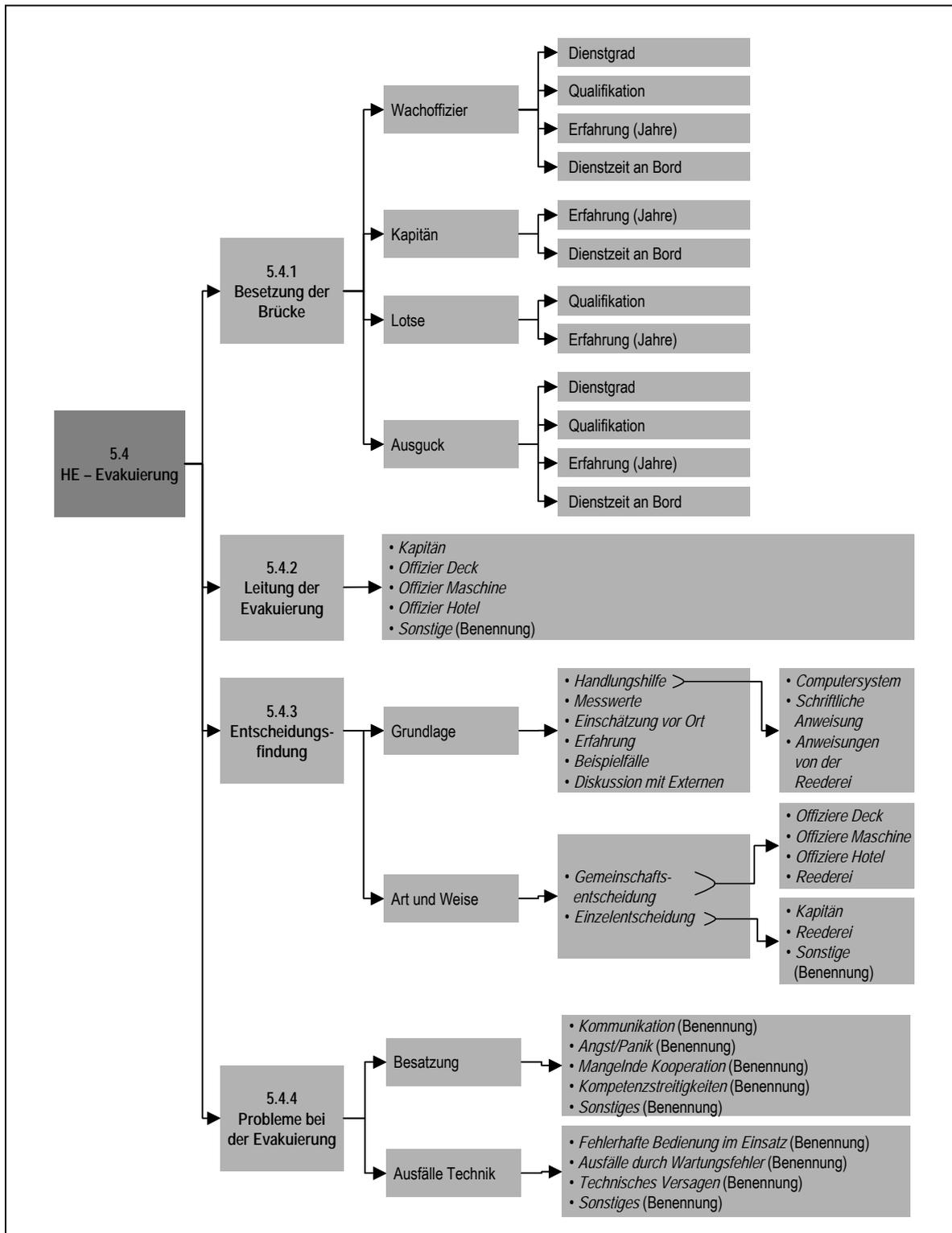


Abbildung A1 - 41: Zu erfassende Daten im Unterpunkt HE Evakuierung und Externe Rettungsmaßnahmen

Anhang 2 – Unfallablaufscha des Brandes auf der „Scandinavian Star“ am 07. April 1990

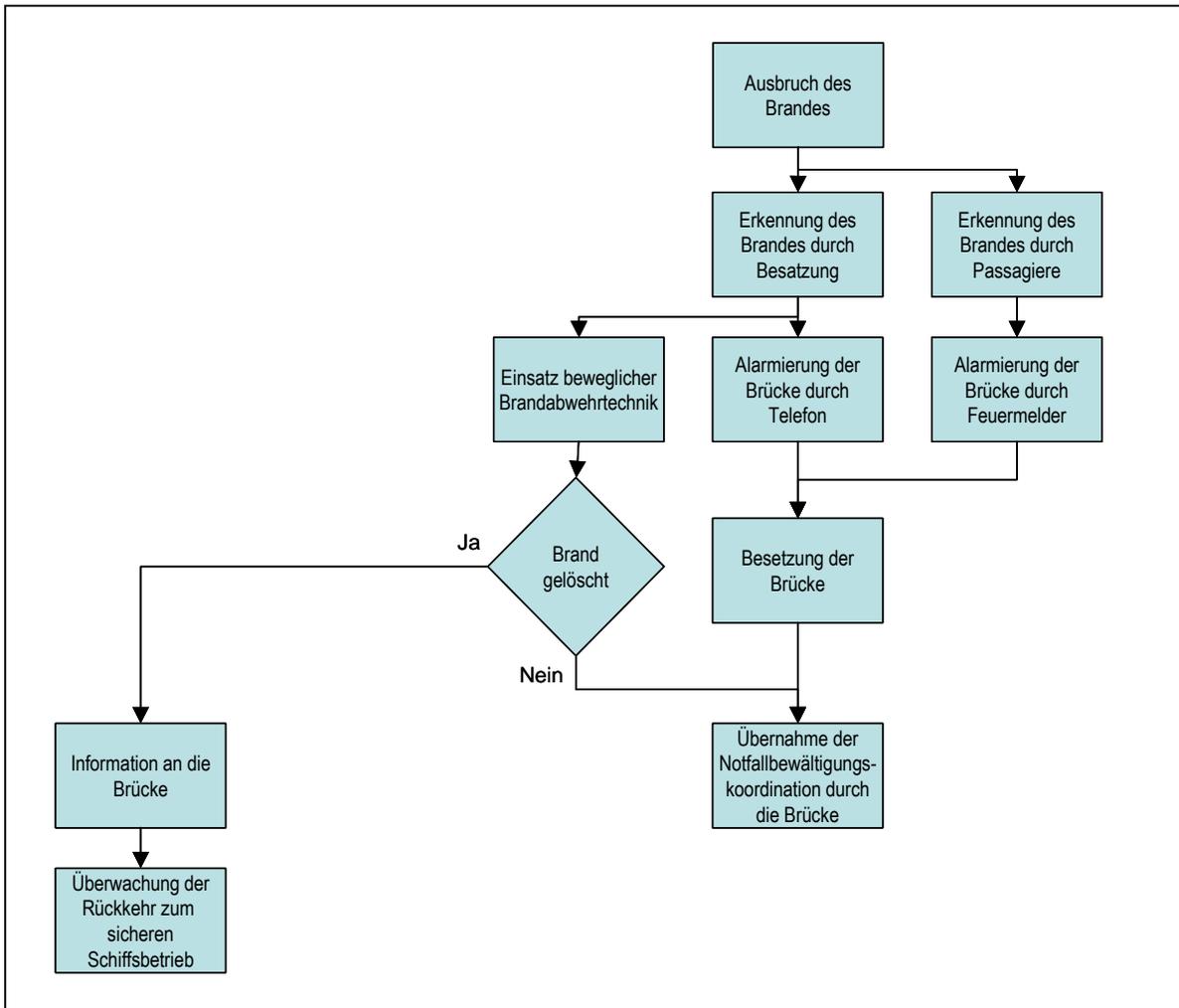


Abbildung A2 - 1: Unfallablaufscha des Brandes auf der „Scandinavian Star“ am 07. April 1990 (1/2)

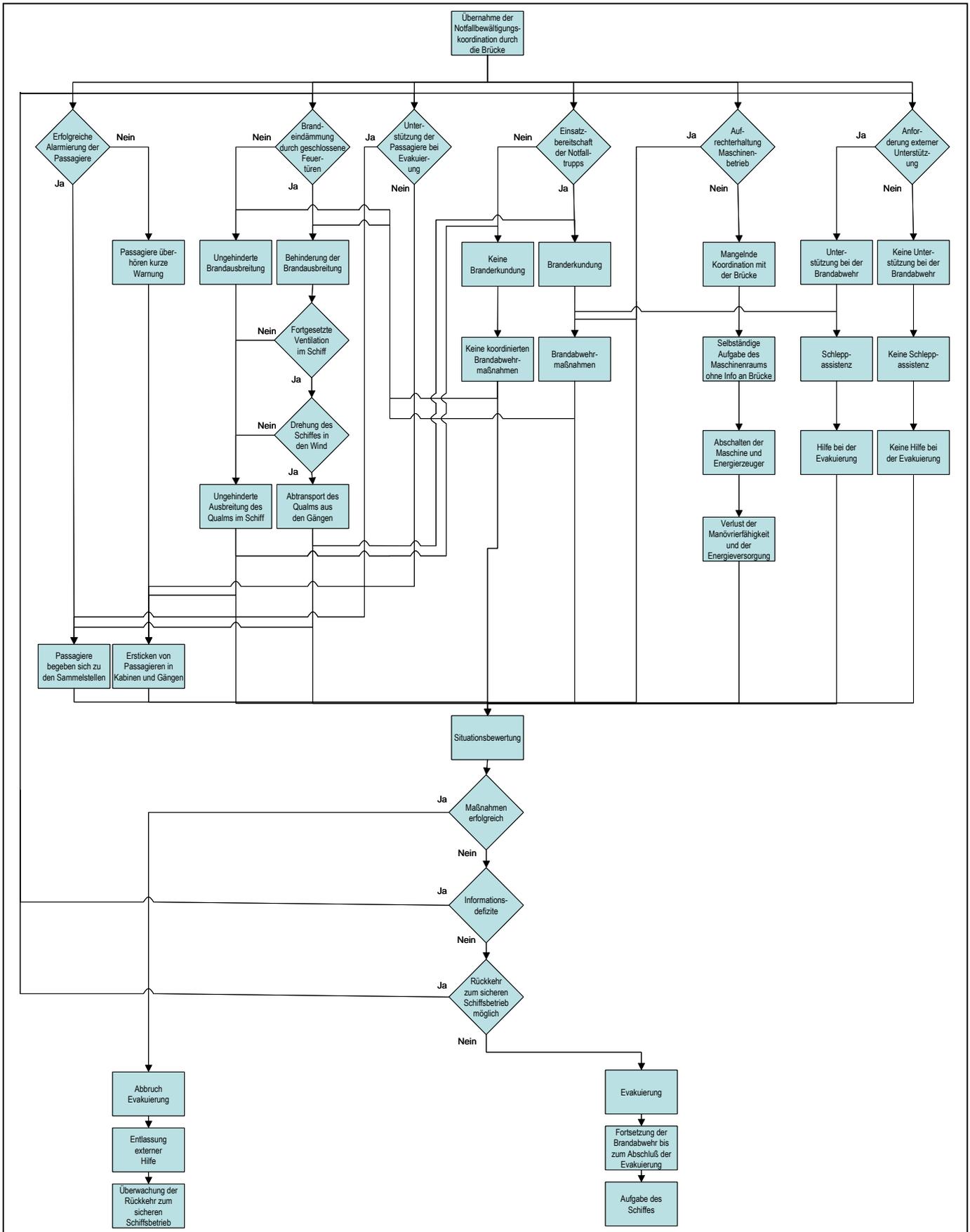


Abbildung A2 - 2: Unfallablaufschaema des Brandes auf der „Scandinavian Star“ am 07. April 1990 (2/2)