

ABTEILUNG I
BINNENWASSERSTRASSEN UND BINNENHÄFEN
(für Handels- und Freizeitschifffahrt)

zu Thema 3:

Thema des 3. Berichts:

Schiffsunfälle auf Binnenwasserstraßen, Einflußfaktoren und vergleichende Bewertung

Berichterstatter:

Baudirektor Dipl.-Ing. Claus **Kunz**, Bundesanstalt für Wasserbau, Kußmaulstr. 17, D-76187 Karlsruhe

Zusammenfassung

Die Kenntnis des Unfallgeschehens in einem Wasserstraßensystem ist Voraussetzung zur Bewertung der Verkehrssicherheit und der Sicherheit baulicher Anlagen. Verkehrsunfälle mit Schiffen auf deutschen Binnenwasserstraßen werden beispielhaft nach Unfallarten und -ursachen ausgewertet, um Auffälligkeiten und Unterschiedlichkeiten zu diskutieren. Werden zusätzlich typische Wasserstraßensysteme berücksichtigt, so lassen sich teils ähnliche, teils unterschiedliche Einfluß-Faktoren herausarbeiten. Für eine systematische Unfall-Auswertung ist ein Datenbanksystem unerlässlich, eine Kategorisierung und Codierung des Unfall-Herganges, der -Randbedingungen und der -Auswirkungen sind hilfreich. Aus den erfaßten Daten lassen sich Kennzahlen ermitteln. Eine exemplarische Unfall-Auswertung für die Mosel zeigt Unterschiedlichkeiten innerhalb eines Wasserstraßensystems, die es bei Unfall-Auswertungen und -Bewertungen zu berücksichtigen und gegebenenfalls zu detaillieren gilt. Unfall-Kennzahlen, wie z.B. die Unfallrate, werden als Vergleichs-Maßstab herangezogen. Präzisierte Unfall-Kennzahlen ermöglichen weitergehende Risiko- und Sicherheits-Überlegungen. Bei den auf deutschen Binnenwasserstraßen stetig abnehmenden Unfall-Zahlen stellt die Anzahl der letztlich für detailliertere Auswertungen verbleibenden Unfälle ein statistisches Problem dar.

Inhalt

- 1 Einführung und Problemstellung
- 2 Schiffsunfälle im Bereich von Binnenwasserstraßen
- 3 Unfall-Auswertung über ein Datenbanksystem
- 4 Exemplarische Unfall-Auswertung
- 5 Schlußfolgerung
- 6 Literatur

1 Einführung und Problemstellung

Die Kenntnis des Unfallgeschehens in einem Wasserstraßensystem nach Ort und Zeit ist von großer Bedeutung, um die Verkehrs- und Bauwerkssicherheit bewerten zu können. Von Interesse ist dabei die Entwicklung der Anzahl der Unfälle insgesamt, die auf deutschen Binnenwasserstraßen eine - erfreulich - abnehmende Tendenz zeigt. Am Beispiel der Mosel wird deutlich, daß die Unfallzahl trotz nahezu jährlich konstanter Verkehrsleistung abnimmt. Nach dem Ausbau der in die Mosel mündenden Saar zur Schifffahrtsstraße in 1987 erhöhten sich auf der Mosel Verkehrsleistung und Unfallzahl, wobei letztere bereits wieder abfällt (Bild 1.1). Darüberhinaus interessieren weitere, detailliertere Zusammen

hänge, die zum Teil örtliche Unfall-Schwerpunkte darlegen, zum Teil auch bauliche, technische und meteorologische Abhängigkeiten aufzeigen, die wiederum mehr oder weniger durch organisatorische oder bauliche Maßnahmen beeinflussbar sind. Nicht zuletzt liefern verfeinerte Risikozahlen wie z.B. Unfall-Kennzahlen, die die jeweiligen Einflüsse und Zusammenhänge repräsentieren, die Möglichkeit zur technischen und monetären Bewertung bzw. Optimierung der Sicherheit des Schiffsverkehrs und der Sicherheit der von Unfällen betroffenen Bauwerke

2 Schiffsunfälle im Bereich von Binnenwasserstraßen

Eine überregionale Zusammenstellung von Unfalldaten in Deutschland nimmt das Statistische Bundesamt aus den Unfallmeldeblättern von Schiffsunfällen auf allen deutschen Binnenwasserstraßen in Form von Listen vor [1]. Darin werden Ort, Zeit und Ursachen der Unfälle, besondere Bedingungen an der Unfallstelle sowie Folgeschäden an Wasserstraße, Bauwerken und an Fahrzeugen getrennt nach verschiedenen Unfallarten aufgeschlüsselt. Eine beispielhafte Auswertung für Verkehrsunfälle einer Zehn-Jahresreihe (1978/87) auf der Basis von [1] gibt einen ersten Einblick in das Unfallgeschehen und führt zu nachfolgenden Vertiefungen der Unfallauswertung und der maßgebenden Randbedingungen. Der Auswertzeitraum wurde so gewählt, daß bauliche und verkehrliche Randbedingungen weitestgehend unverändert blieben.

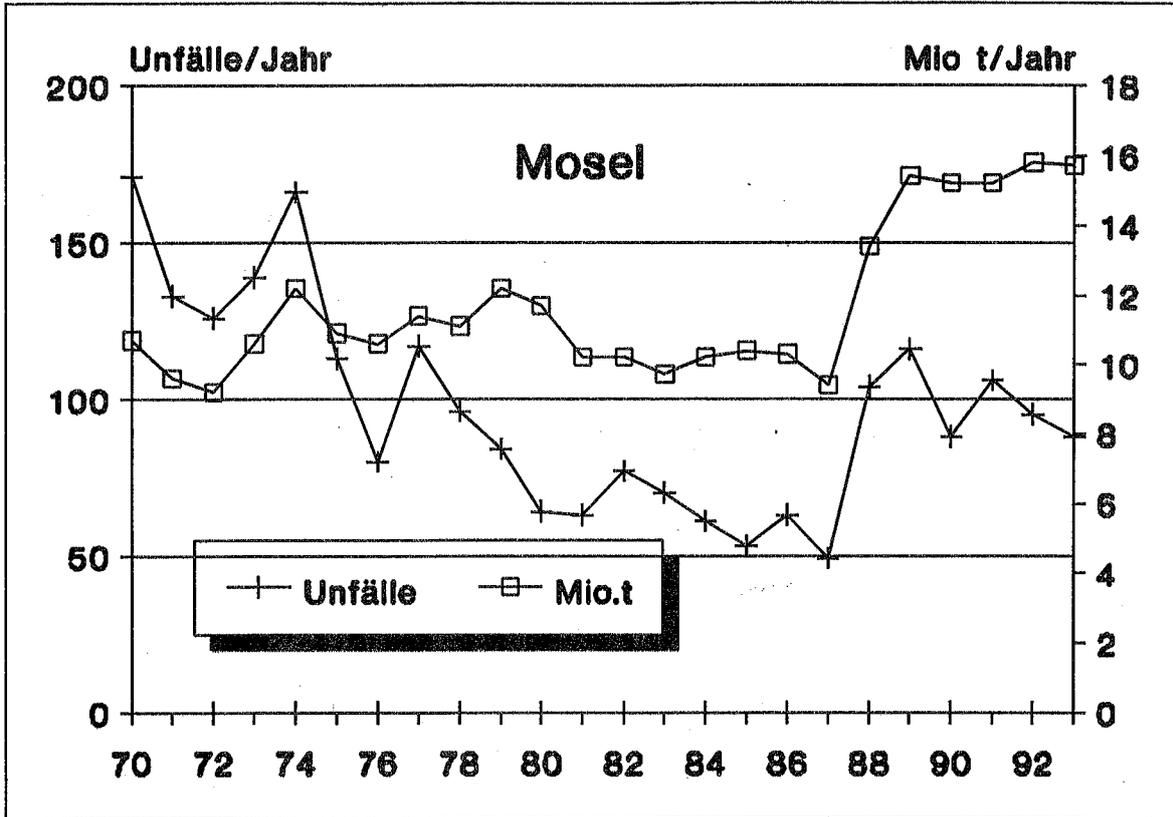


Bild 1.1: Mosel: Unfälle und Gütermengen

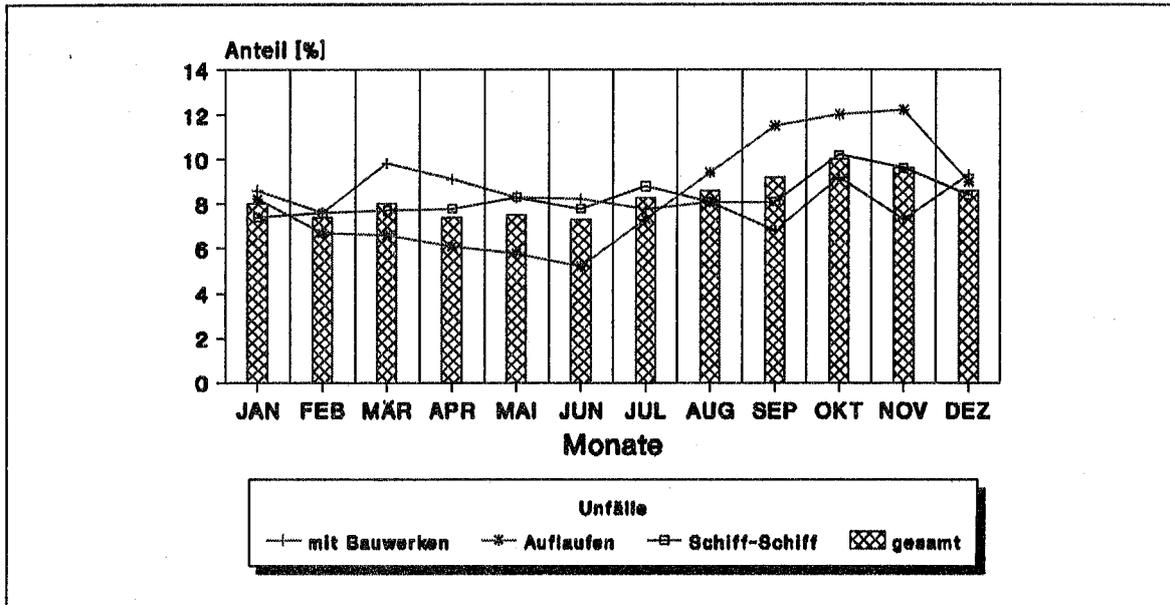


Bild 2.1: Unfall-Monat und Unfallart

Nachfolgend wird für alle Unfälle auf deutschen Wasserstraßen nach den häufigsten Unfallarten - in Klammern ihr Anteil an allen Unfällen - "Auffahren/Grundberührung" (38%), "Schiff-Schiff-Unfälle" (25%) und "Unfälle mit Bauwerken (= Schleusen, Brücken, Ufermauern,...)" (23%) unterschieden. Weitere Einflußfaktoren werden kombiniert.

Die Verteilung von Unfällen während eines Jahres hängt von den jahreszeitlich unterschiedlichen Verkehrsströmen ab. Im Vergleich zu verschiedenen Unfallarten ergeben sich jedoch deutliche Unter-

schiede, die auf typische Unfall-Randbedingungen hinweisen (Bild 2.1). Gegenüber dem zeitlichen Verlauf von "Unfällen gesamt" und "Schiff-Schiff-Unfällen", die beide in den Herbst-Monaten ansteigen, zeigen "Unfälle mit Bauwerken" eine Ausprägung im Frühjahr (Monate März, April) und "Auffahren/Grundberührung" eine deutliche Ausprägung im Herbst (Monate September bis November). Für die beiden letztgenannten Unfallarten lassen sich primär hydrologische Gegebenheiten vermuten, die im Frühjahr die ablaufenden Hochwässer und im Herbst anhaltende Niedrigwasserzeiten sind.

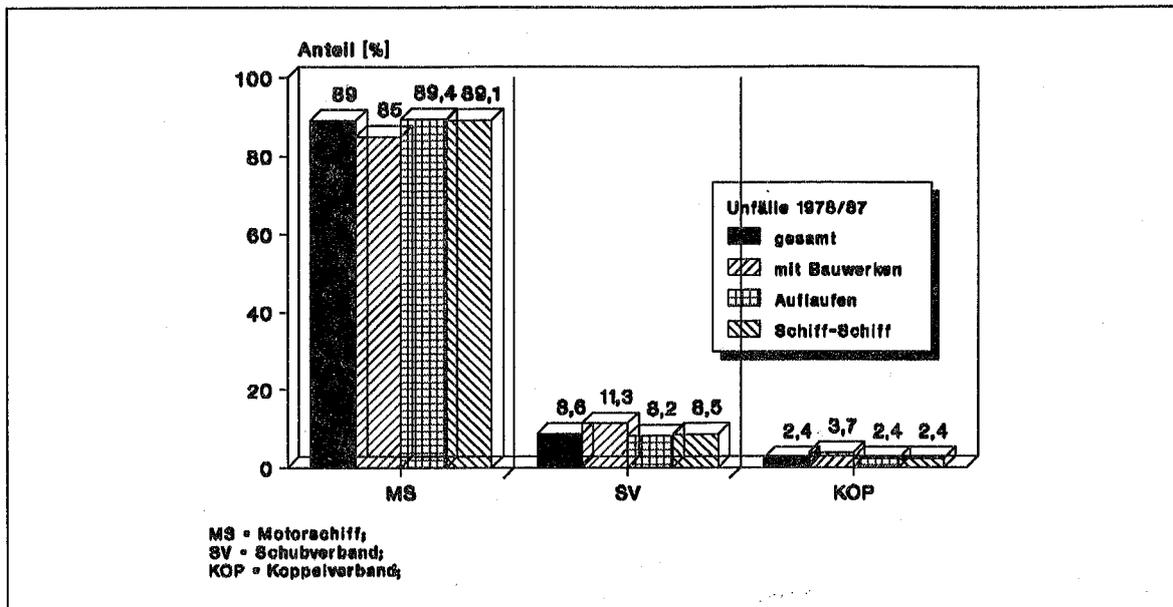


Bild 2.2: Unfall-Beteiligte und Unfallart

Die Analyse von Beteiligungen verschiedener Schiffsgattungen an den verschiedenen Unfallarten läßt einen Rückschluß auf deren Unfall-Empfindlichkeit zu. Mit Blick auf die hier stärker interessierenden Binnengüterschiffe Motorschiff (MS), Schubverband (SV) und Koppelpverband (KOP) ist ein Vergleich zwischen deren Anteil am gesamten Unfallgeschehen und an "Auflaufen/Grundberührung", "Schiff-Schiff-Unfällen" sowie "Unfällen mit Bauwerken" möglich. Während hier Motorgüterschiffe unterproportional an Unfällen mit Bauwerken verwickelt sind, liegt hier für Schub-

und Koppelpverbände eine stärkere Beteiligung vor (Bild 2.2). Dabei liegen die Anteile der einzelnen Schiffsgattungen am Verkehr in etwa in der Größenordnung ihrer Beteiligungen an allen Unfällen. Bei Schub- und Koppelpverbänden ist aufgrund der Abmessungen die Manövrierfähigkeit im Bereich von Bauwerken von Bedeutung. Da Schubverbände durch ihre große Transport-Kapazität im Schnitt zwei herkömmliche Güterschiffe ersetzen, wird ein leicht höheres Unfall-Risiko mit Bauwerken durch das geringere Fahrzeug-Aufkommen kompensiert.

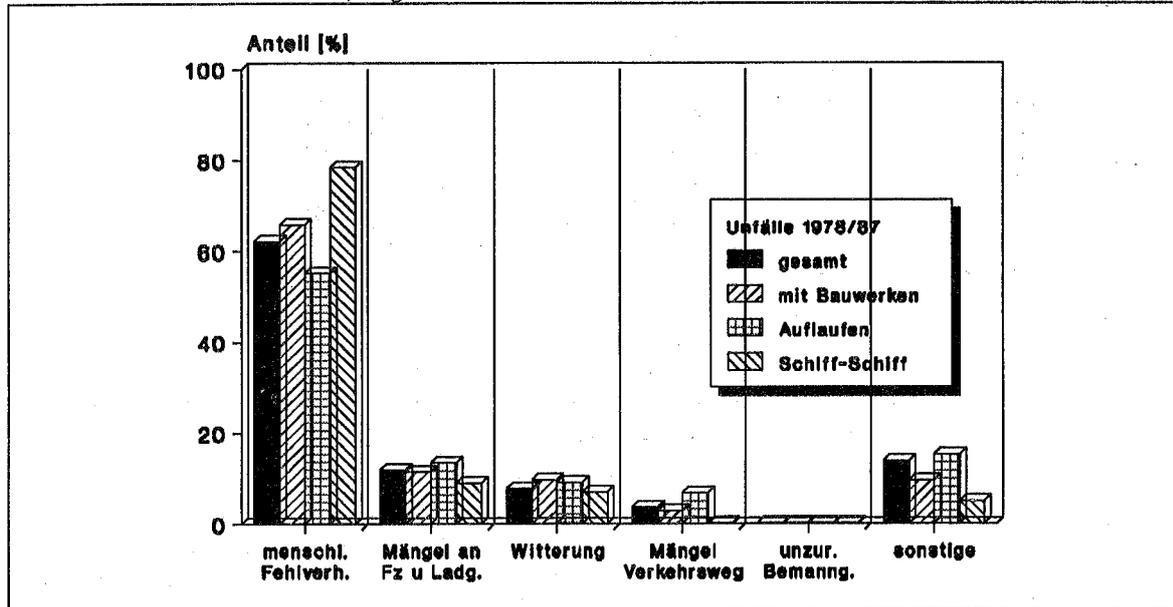


Bild 2.3: Unfall-Ursachen und Unfallart

Als Unfallursache werden zu 60% bis 80% "menschliches Fehlverhalten" angegeben, gefolgt von "Mängel an Fahrzeug und Ladung" und "Witterung" mit je ca. 15% (Bild 2.3). Gegenüber dem Anteil der einzelnen Ursachen am gesamten Unfallaufkommen treten einige Ausprägungen auf. So werden ca. 80% der "Schiff-Schiff-Unfälle" auf

"menschliches Fehlverhalten" zurückgeführt. Durch "Mängel an Fahrzeug und Beladung" sowie durch "Mängel am Verkehrsweg" finden leicht überproportional "Auflaufen/Grundberührungen" statt, durch "Witterung" sind dies "Unfälle mit Bauwerken". "Mängel am Verkehrsweg" tragen insgesamt nur geringfügig als Unfallursache bei.

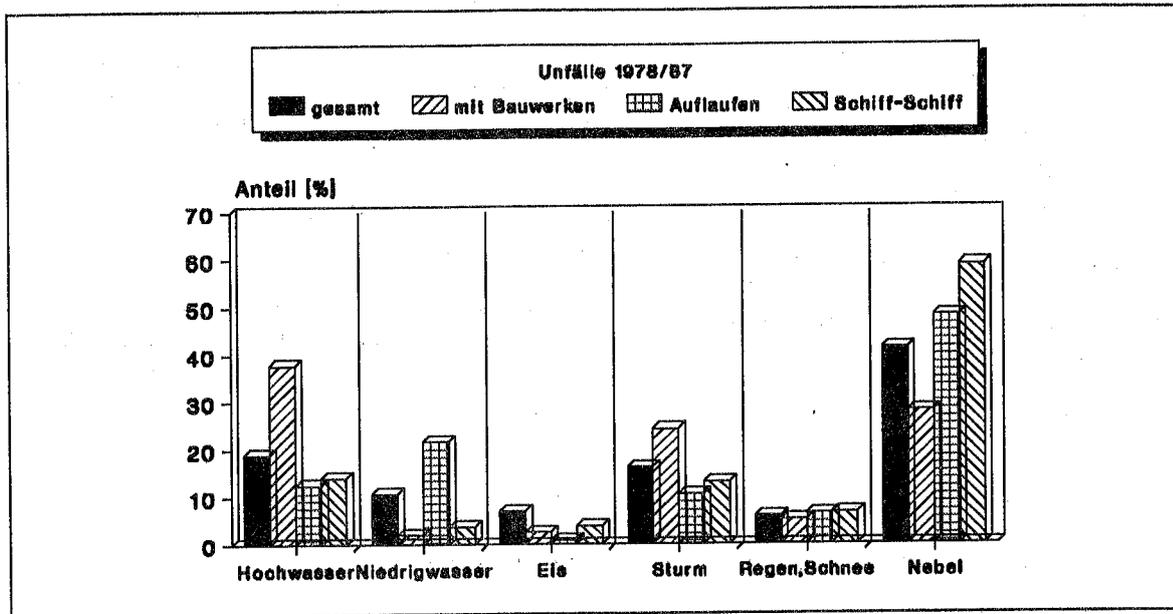


Bild 2.4: Unfall-Randbedingungen und Unfallart

Unter "Randbedingungen (Umweltbedingungen)", Bezeichnung auch "Witterung", an der Unfallstelle werden hydrologische und meteorologische Randbedingungen aufgeführt. Hierbei zeigen sich bei "Unfällen mit Bauwerken" Hochwasser, Sturm und Nebel als bedeutsame Randbedingungen. "Auflaufen/Grundberührung" scheint - naheliegend - durch Niedrigwasserverhältnisse, aber auch durch Nebel begünstigt zu werden, "Schiff-Schiff-Unfälle" werden sehr stark durch Nebel begünstigt (Bild 2.4). Aus dem Vergleich zwischen Umweltbedingungen zum einen als "Unfall-Randbedingung" und zum anderen als "Ursache" können Quoten ermittelt werden, zu welchem Anteil eine Randbedingung auch als Ursache angegeben ist. Bei einem Unfall, der zu einer Zeit einer außergewöhnlichen Randbedingung stattfindet, scheint diese Randbedingung im Mittel auch zu 47% die Unfallursache zu sein. Während

diese Quote bei Hochwasser nur etwa 23% beträgt, bildet die Randbedingung "Eis" zu 72% die Unfallursache bei einem Unfall, Nebel zu 45%, Niedrigwasser zu 35%. Die Betrachtung ermöglicht damit eine Einschätzung des jeweiligen Stellenwertes von Umweltbedingungen.

Mit der Fragestellung nach vorherrschenden Unfall-Ursachen auf einigen ausgewählten Wasserstraßen, die durch:

- einen freifließenden Fluß (Rhein),
- staugeregelte Flüsse (Mosel, Main) und
- eine künstliche Wasserstraße (Mittellandkanal = MLK)

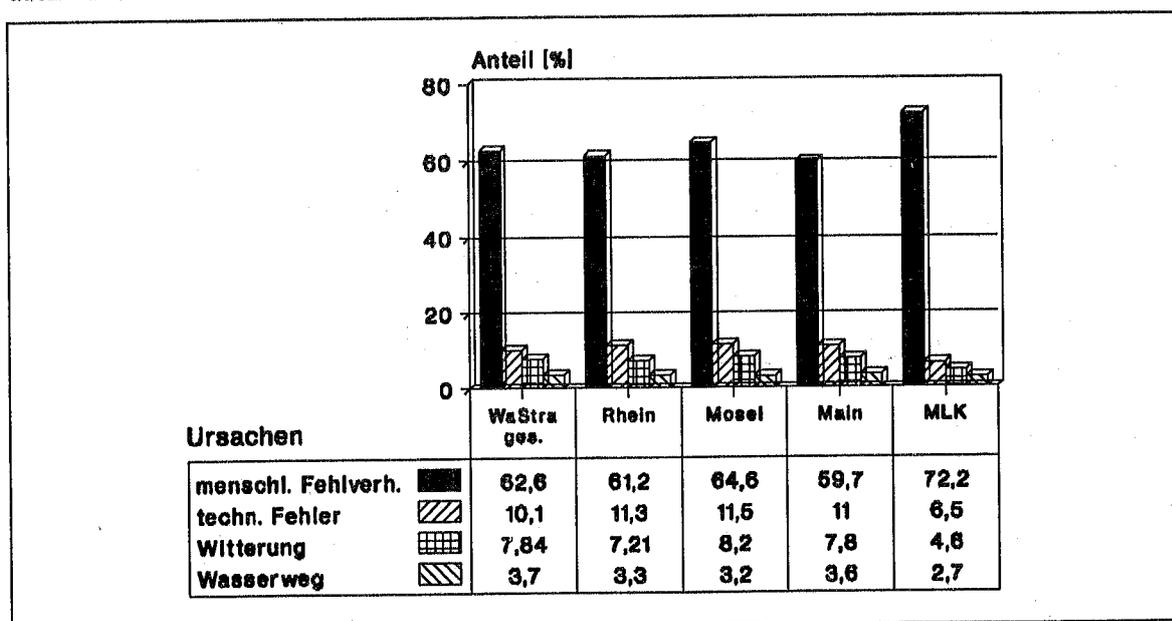


Bild 2.5: Unfallursachen nach Wasserstraßen

beispielhaft herausgegriffen werden, soll der Bedeutung von einzelnen Ursachen wasserstraßenbezogen nachgegangen werden (Bild 2.5). Menschliches Fehlverhalten bildet, wie oben bereits gezeigt, den größten Anteil als Unfallursache. Auf Rhein, Main und Mosel sind "technische Fehler" leicht überproportional vertreten, was auf die stärkere Beanspruchung der Schiffstechnik bei der Befahrung der Wasserstraße zurückzuführen sein dürfte. Auf der Mosel entsprechen "Witterung", "menschliches Fehlverhalten" und "technische Fehler" als Ursache in etwa dem Durchschnitt auf allen Wasserstraßen.

Für den Mittellandkanal sind "Witterung" und "technische Fehler" als Unfallursache nachrangig, wobei "menschliches Fehlverhalten" in stärkerem Maße Unfälle herbeiführt. In Verbindung mit der Auswertung von Bild 2.3 scheint am Beispiel des MLK ein Zusammenhang zwischen begrenztem, engen (nicht ausgebautem) Wasserstraßen-Querschnitt, "menschlichem Fehlverhalten" und "Schiff-Schiff-Unfällen" zu bestehen.

Einen Einblick in die Bedeutung einzelner Unfallursachen für die einzelnen exemplarisch aufgeführten Wasserstraßen geben die Bilder 2.6 und 2.7.

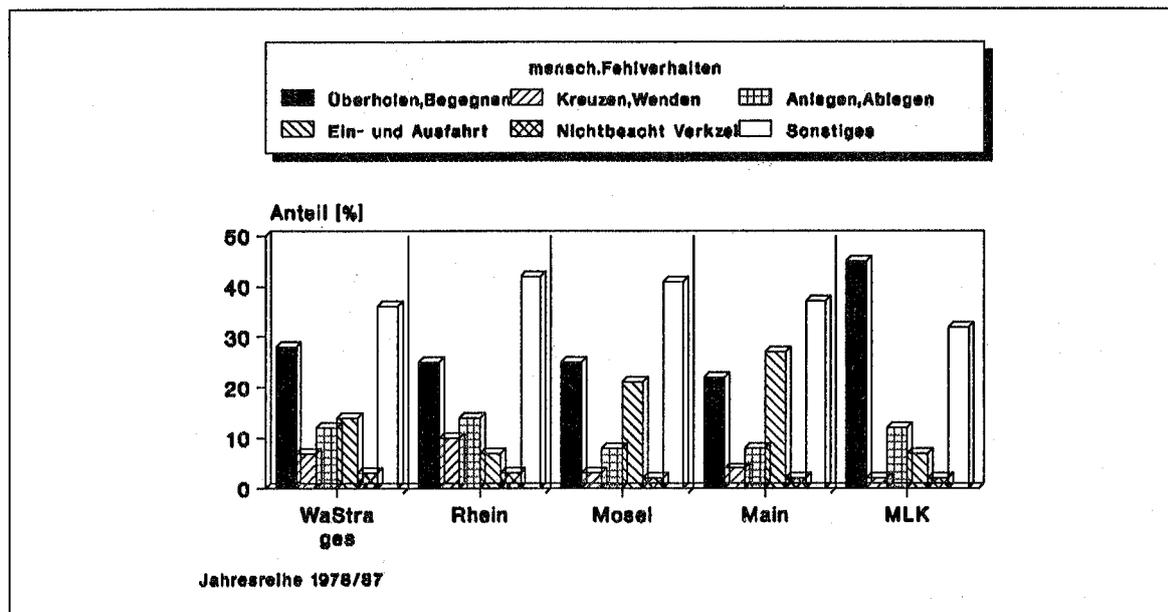


Bild 2.6: Unfall-Ursache menschliches Fehlverhalten nach Wasserstraßen-Gebiet

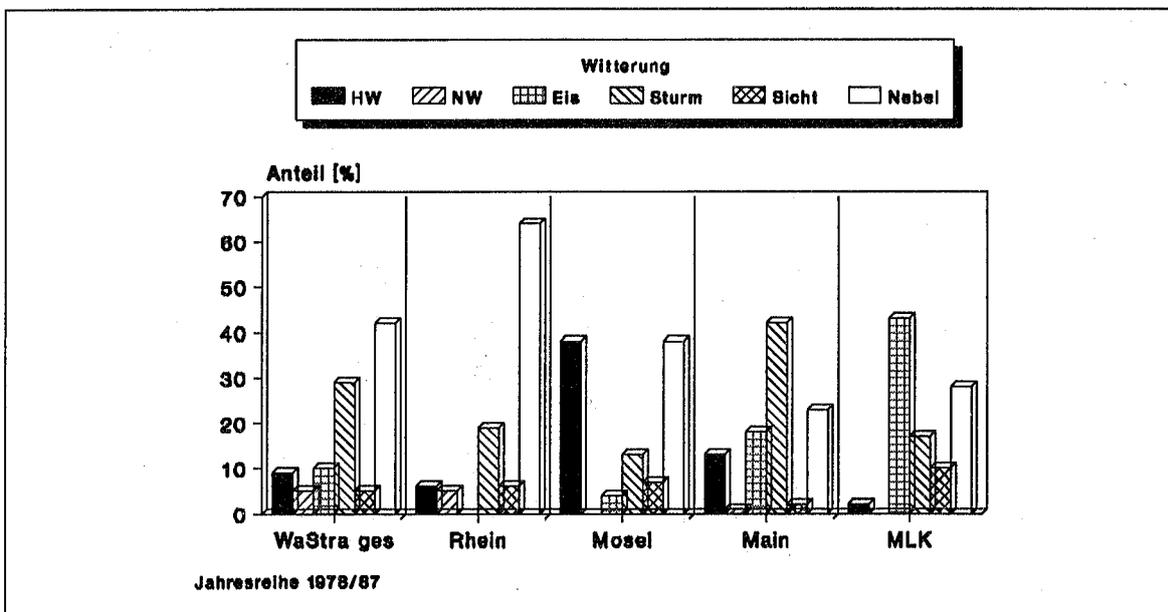


Bild 2.7: Unfall-Ursache Witterung nach Wasserstraßen-Gebiet

Innerhalb der Unfallursache "menschliches Fehlverhalten" wurden Unfalltypen wie "Unfälle bei Begegnen bzw. Überholen", "Unfälle beim An-/Ablegen", etc.. analysiert. Wird der Unfalltyp "Sonstige" außer Acht gelassen, so sind auf Rhein, Main, Mosel und -

ausgeprägt - auf dem MLK "Begegnen/Überholen" der häufigste Unfalltyp, gefolgt von "Ein- und Ausfahrt" aus Häfen und/oder Schleusen bei Main und Mosel. "An- und Ablegen" ist ein häufiger Unfalltyp an Rhein und MLK. Bei der Ursache "Witterung"

tritt Nebel bei allen Wasserstraßen gleichermaßen auf (Bild 2.7). Hochwasser ist als Unfallursache verstärkt auf der Mosel ausgeprägt; auf Rhein und Main sind in stärkerem Maße Stürme für Unfälle ursächlich. Eisgang bereitet der Schifffahrt auf dem Mittel-landkanal Schwierigkeiten.

3 Unfall-Auswertung über ein Datenbanksystem

Eine genauere Analyse von Abhängigkeiten und Randbedingungen, die für die jeweilige Wasserstraße relevant sind, erfordert die detailliertere, wasserstraßenbezogene Beschreibung von Unfall-Erscheinungen und Randbedingungen. Unfallereignisse und ursächliche Zusammenhänge sollen dabei möglichst genau beschrieben werden. Dies kann mittels kategorisierter und codierter Daten der Unfallereignisse erfolgen, durch deren Kombinationen und Korrelationen Zusammenhänge ermittelt werden. Statistisch nachteilig gegenüber der überregionalen Unfallauswertung sind bei der systematischen Auswertung einzelner Wasserstraßen die geringere Anzahl der Unfälle und Ereignis-Kombinationen.

In einem von der Bundesanstalt für Wasserbau initiierten Forschungsvorhaben des Bundesministeriums

für Verkehr wurde in [2] ein Instrumentarium zur systematischen Analyse von Unfalldaten erarbeitet. Auf der Basis der Unfallmeldeblätter werden in einer Datenbank mit selbstständigen Programmteilen die Zahlenwerte direkt übernommen, die textorientierte Beschreibung des Unfallherganges jedoch kategorisiert und codiert. Aus der Durchsicht zahlreicher Unfallmelde-Berichte wurden Unfallarten und Unfalltypen aus [1] präzisiert und:

- zehn Unfallarten, die die Konfliktsituation beschreiben (vgl. Tab. 3.1),
- neun Unfalltypen, die den Verkehrsablauf vor dem Unfallereignis beschreiben (vgl. Tab. 3.2) sowie
- bis zu 99 Unfallursachen, die allein oder in Kombination die vermutliche Ursache des Unfall angeben (vgl. Tab. 3.2),

entwickelt. Darüberhinaus wurden Unfall-Randbedingungen und Schadens-Beschreibungen kategorisiert. Eine Auswertung ist nach Auswahl verschiedener Kriterien wie Unfallart, -typ, -ursache, Fahrzeugart, Schäden, etc. über Kennzahlen möglich.

	UNFALLARTEN	BESCHREIBUNG
1	Grundberührung	im Verlauf der Fahrt Berührung mit der Gewässersohle innerhalb und außerhalb der Fahrrinne mit und ohne Festkommen
2	Auflaufen	Schiffsberührung mit Buhnen, Böschungen u.ä. außerhalb der Fahrrinne mit und ohne Festkommen
3	Schiffskollision ausserhalb von Schleusen	Unfälle mit Schiffen auf der Strecke bei Begegnung, Überholen, An-/Ablegen bzw. im ruhenden Verkehr
4	Schiffskollision innerhalb von Schleusenanlagen	Unfälle mit anderen Schiffen während des Ein-/Ausfahrens in Schleusenanlagen, sowie bei Fahrbewegungen in Schleusen
5	Unfälle mit/in Schleusen-Anlagen	Zusammenstöße mit festen baulichen Anlagen der Schleuse, wie Einfahrleitwerke, Molen, Kammerwänden, Drempel etc.
6	Unfälle mit Schleusentoren / Stoßschutz	Zusammenstöße mit beweglichen Anlagen der Schleuse
7	Unfälle mit Brückenbauwerken	Kollision mit Pfeilern oder Überbauten von Brücken und Kreuzungsanlagen
8	Unfälle mit Kaianlagen und Ufermauern	während der Fahrt, beim An- oder Ablegen und im ruhenden Verkehr
9	Unfälle mit Schifffahrtszeichen / sonstige	während der Fahrt, beim An- oder Ablegen und im ruhenden Verkehr
10	Sonstige	alle nicht den Ziffern 1...9 zuordnenbaren Schiffsunfälle

Tabelle 3.1: Unfallarten

NR.	UNFALLTYPEN	NR.	UNFALLURSACHEN (NUR OBERBEGRIFFE)
1	Unfall beim Überholen	10-19	allgemein/Schiffsbetriebsunfall
2	Unfall bei Schiffsbegegnungen	20-29	Fehler bei der Führung des Schiffes
3	Unfall beim Aufdrehen, Wenden, Queren	30-39	Fehler der Besatzung
4	Unfall beim Ein- und Ausfahren	40-49	Nichtbeachtung von Zeichen/Bezeichnungen
5	Unfall beim An- und Ablegen	50-59	Material und techn. Versagen
6	Falsches Verhalten in Schleusen/-anlagen	60-69	Hydrodynamik
7	Unfall beim Passieren von Anliegern	70-79	Hindernisse
8	Abkommen von / Verlassen der Fahrrinne	80-89	Witterung und Sicht
9	sonstiger Unfall	90-99	Mängel Verkehrswege/-einrichtungen

Tabelle 3.2: Unfalltypen (links) und Unfallursachen (rechts)

Unfallschwerpunkte und verursachende Faktoren lassen sich dadurch erkennen, indem Unfallart und die das Unfallereignis bzw. den Unfallhergang beschreibenden Kennzahlen miteinander in Verbindung gesetzt werden. Erste Hinweise für relevante Einflußfaktoren können aus überregionalen Auswertungen, wie unter Abschnitt 2 aufgeführt, folgen. Kennzahlen ermöglichen den Vergleich von Sicherheits-Unterschieden unter vorgegebenen bzw. gewählten Randbedingungen.

Die Verwendung von Kategorien und einheitlichen Begriffen zur Beschreibung des Unfallherganges ist

UNFALLART	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ANTEIL [%]	34,7	4,0	11,1	3,6	12,4	6,9	2,1	2,5	6,5	16,2

Tabelle 4.1: Mosel, Anteil der Unfallarten (vgl. Tab. 3.1) für Zeitraum 1970 - 1988

Für die gesamte Mosel und alle Unfälle wurden als Unfall-Kennzahl die auf jeweils einen Strecken-Kilometer bezogenen Unfallraten, $[\text{Unfälle} \cdot 10^{-6} / \text{Fz} \cdot \text{km}]$, ermittelt, Abb. 4.1. Sie zeigen durch einen über die Strecke unregelmäßigen Verlauf gezielt Unfall-Schwerpunkte auf. Die jeweiligen Streckenbereiche lassen sich daraufhin hinsichtlich der Randbedingungen beurteilen. Werden jüngere, kürzere Jahresreihen betrachtet, so zeigen sich bei gleicher Verkehrsleistung jeweils abnehmende Unfallraten infolge der allgemeinen Unfallentwicklung (vgl. Bild 1.1).

gerade bei größeren Datenmengen für die Übersichtlichkeit und für die Ableitung von Zusammenhängen von Vorteil.

4 Exemplarische Unfall-Auswertung für die Mosel

Mit dem Instrumentarium der Unfalldatenbank (vgl. Abschnitt 3) wurden für Unfälle auf der Mosel zwischen 1970 und 1988 einige Auswertungen exemplarisch vorgenommen. Die Anteile der Unfallarten (vgl. Tabelle 3.1) an der Gesamtzahl der Unfälle beträgt:

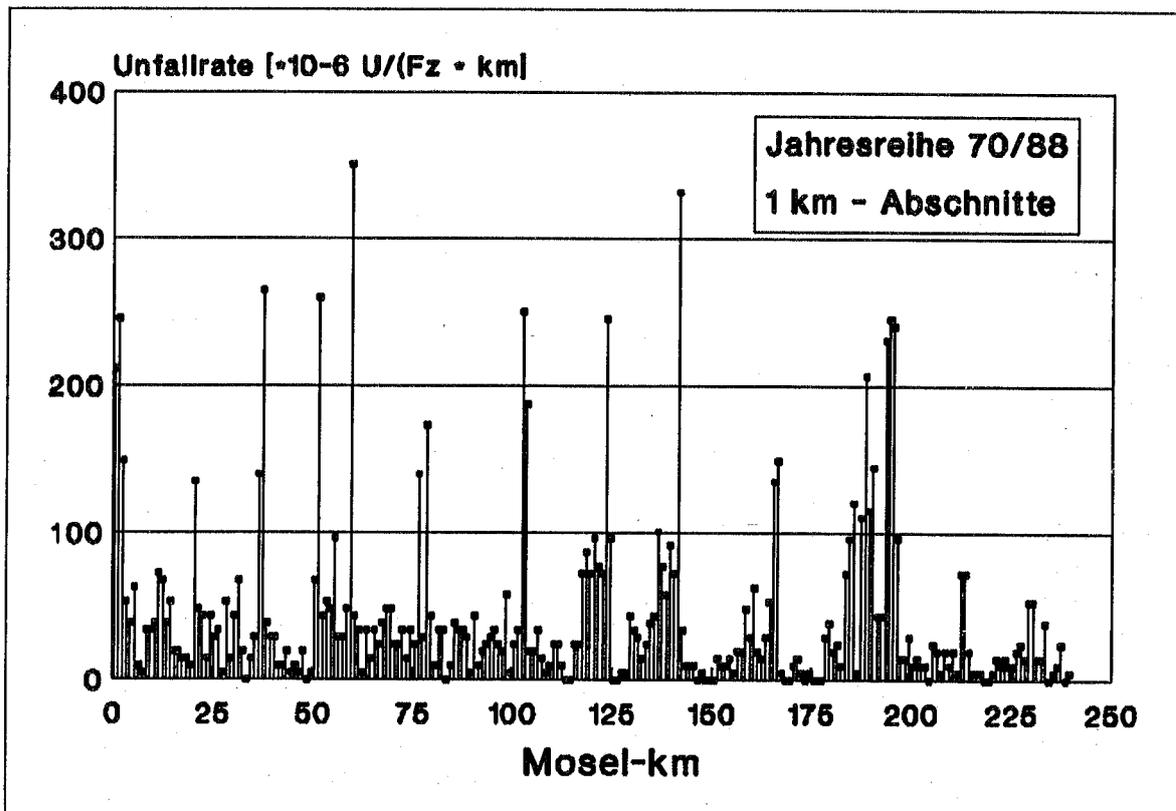


Bild 4.1: Unfallraten für km-Abschnitte der Mosel

Für einzelne Stauhaltungen der Mosel:

Stauhaltung Lehmen, km 21 - 37,

Stauhaltung Wintrich, km 142 - 166 und

Stauhaltung Detzem, km 166 - 195

wurden weiterhin Unfallraten für die Unfallarten "Grundberührung" (1), "Auflaufen" (2) und "Schiff-Schiff-Unfälle" (3) ermittelt. Dabei wurden wesentliche Unfalltypen und -ursachen herausgearbeitet.

Für die Unfallarten "Grundberührung" und "Auflaufen" ergeben sich:

Stauhaltung:		Lehmen	Wintrich	Detzem
Unfallrate [10^{-6} U/(Fz * km)]		7,68	7,17	23,16
Unfalltyp	außerhalb der Fahrrinne (Typ 8)	40%	56%	83%
	bei Überholen/Begegnen (Typ 1 und 2)	26%	17%	12%
Unfallursache	menschliches Fehlverhalten (Nr. 20-49)	66%	46%	44%
	technisches Versagen (Nr. 50-59)	11%	10%	0%

Tabelle 4.2: Mosel, Unfallart "Grundberührung/Auflaufen", vergleichende Betrachtung

Die pauschalen Unfallraten für die Stauhaltungen Lehmen und Wintrich unterscheiden sich nur geringfügig, während in der Stauhaltung Detzem eine dreifach höhere Unfallrate errechnet wurde, was auf zahlreiche Grundberührungen zurückgeführt werden konnte. So fanden "Grundberührungen/Auflaufen" zu über 80% außerhalb der Fahrrinne statt. In der Stauhaltung Detzem verläuft die Mosel in Feisbereichen, so daß außerhalb der ausgewiesenen, "betonten" Fahrrinne eine geringere Fahrwassertiefe zur Verfügung stand. In Kurven befuhren die Schiffe häufig den "Tonnenstrich" als direkte Linie zwischen zwei aufeinanderfolgenden Tonnen, so daß dies am Innenbogen häufig zu Grundberührungen

außerhalb der Fahrrinne führte. Mittlerweile wurden durch Fahrinnen-Baggerungen und Kurven-Abflachungen Abhilfe geschaffen. Dagegen wurden "Grundberührungen" in der Stauhaltung Lehmen zu über einem Viertel beim "Überholen/Begegnen" von Schiffen verursacht, was sich auch gut mit dem erhöhten Anteil an "menschlichem Fehlverhalten", z.B. durch Manövrierfehler, in Einklang bringen läßt. Bei Grundberührungen außerhalb der Fahrrinne spielen Manövrierfehler (Lehmen) und schlechte Sicht, aber auch Nebel eine Rolle; bei Grundberührungen im Zuge des Begegnungs- bzw. Überholvorganges treten zu schnelle Fahrt als Ursachen hervor. "Mängel am Fahrweg" wurde als Ursache mit weniger als 2% angegeben.

Für die Unfallart "Schiff-Schiff-Unfälle" kann ermittelt werden:

Stauhaltung:		Lehmen	Wintrich	Detzem
Unfallrate [10^{-6} U/(Fz * km)]		1,75	1,79	1,48
Unfalltyp	bei Wenden, Ablegen, Queren (Typen 3,4,5)	38%	8%	25%
	bei Überholen/Begegnen (Typen 1, 2)	25%	67%	58%
Unfallursache	menschliches Fehlverhalten (Nr. 20-49)	88%	83%	50%
	technisches Versagen (Nr. 50-59)	10%	17%	17%

Tabelle 4.3: Mosel, Unfallart "Schiff-Schiff-Unfälle", vergleichende Betrachtung

Die pauschalen Unfallraten liegen in den betrachteten Stauhaltungen in gleicher Größenordnung. In der Stauhaltung Lehmen resultieren gut ein Drittel aller Schiff-Schiff-Unfälle durch Wende-, Ablege- oder

Quermanöver von Schiffen. Dagegen überwiegen bei den beiden übrigen Stauhaltungen Unfälle aus Begegnungs- und Überholvorgängen. Menschliches Fehlverhalten ist als Unfallursache für Schiff-Schiff-

Unfälle besonders in den Stauhaltungen Lehmen und Wintrich ausgeprägt. Der Anteil technischer Fehler scheint bei der untersuchten Unfallart in gleicher Größenordnung zu sein, wie übrigens auch bei "Grundberührung/Auflaufen".

5 **Schlußfolgerung**

Die dargestellten Auswertungen von Unfällen haben einen unterschiedlichen regionalen Detaillierungsgrad. Sie zeigen Unfall-Einflüsse und -Randbedingungen für verschiedene Wasserstraßen und Wasserstraßen-Bereiche, die im Rahmen der statistischen Genauigkeit teilweise Ähnlichkeiten, teilweise aber auch deutliche, mehr oder minder erklärbare Unterschiede aufweisen. Eine Unfallauswertung ist daher trotz vielfach ähnlicher Unfallhergänge auf die einzelne Wasserstraße oder einen Teilbereich davon abzustimmen. Daß bei dieser notwendigen Unterteilung die auswertbare Anzahl von Unfällen, die auf deutschen Binnenwasserstraßen ohnehin gering ist, jeweils immer geringer wird, macht die statistische Auswertung komplexer und erfordert die möglichst genaue Kenntnis statistischer Gesetzmäßigkeiten. Für die Unfallauswertung sollten streckenbezogene Daten der Wasserstraße einbezogen werden.

Die Übernahme von Unfalldaten in ein Datenbanksystem und eine Kategorisierung der Informationen empfiehlt sich für die Bearbeitung umfangreicherer Datenmengen. Die Analyse von Unfallschwerpunkten, die Bewertung von baulichen und verkehrlichen Zuständen und die Abschätzung der Wirkung von baulichen oder organisatorischen Maßnahmen an der Wasserstraße ist über Kennzahlen, wie z.B. die Un-

fallrate, im Rahmen von Vergleichen möglich. Diese Kennzahlen lassen sich auch über die Kosten von Schäden bilden. Kennzahlen ermöglichen darüber hinaus eine Prognose oder gar Vorhersage, wenn die statistische Gesetzmäßigkeit bekannt ist und wenn die Einfluß-Faktoren für einen Unfall in dieser Kennzahl enthalten sind. Diese Kennzahlen können beispielsweise im Rahmen von Risikobetrachtungen für die Sicherheit von Bauwerken an der Wasserstraße, vgl. [3], oder für die Sicherheit des Schiffsverkehrs, vgl. [4], verwendet werden.

6 **Literatur**

- [1] STATISTISCHES BUNDESAMT: Schriftenreihe Verkehr, Reihe 4 - Binnenschifffahrt. Erscheint jährlich.
- [2] LEUTZBACH, W.; HÖFLER, F.: Untersuchung von Unfällen im Binnenschiffsverkehr zur Bewertung von Verbesserungen der Verkehrs- und Bauwerkssicherheit. Forschungsprojekt im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr (FE-Nr. 30264), Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe (TH), Karlsruhe, 1991.
- [3] KUNZ, C.: Beurteilung der Sicherheit von Brücken hinsichtlich Schiffskollisionen. In: Zeitschrift für Binnenschifffahrt und Wasserstraßen, Nr. 6 - März 1993.
- [4] KRAPPINGER, O.: Zusammenhänge zwischen der Wirtschaftlichkeit und Sicherheit von Schiffen. In: Schiffstechnik 18 (1971), S. 21 - 32.